

Świat pod lupą

Wiesz zapewne, że Ziemia krąży wokół Słońca, a Księżyc wokół Ziemi. Czy zdajesz sobie jednak sprawę, jak bardzo ruch ten wpływa na nasze życie? Gdyby nie nachylenie osi obrotu Ziemi, nie byłoby pór roku, a bez krążącego wokół naszej planety satelity nie byłoby pływów morskich.

Otoczający nas świat jest niezwykle zróżnicowany i złożony. W tym podręczniku chcemy przekazać ci m.in., skąd się wzięły strefy klimatyczne naszej planety, jaki mają wpływ na nasze życie i jak takie i podobne zjawiska są przedstawiane na mapach.

Przygotowaliśmy dla ciebie wiele obserwacji i doświadczeń, które możesz wykonać zarówno w domu, jak i w szkole z pomocą powszechnie dostępnych materiałów. Trudniejsze fragmenty zilustrowaliśmy dodatkowo animacjami.

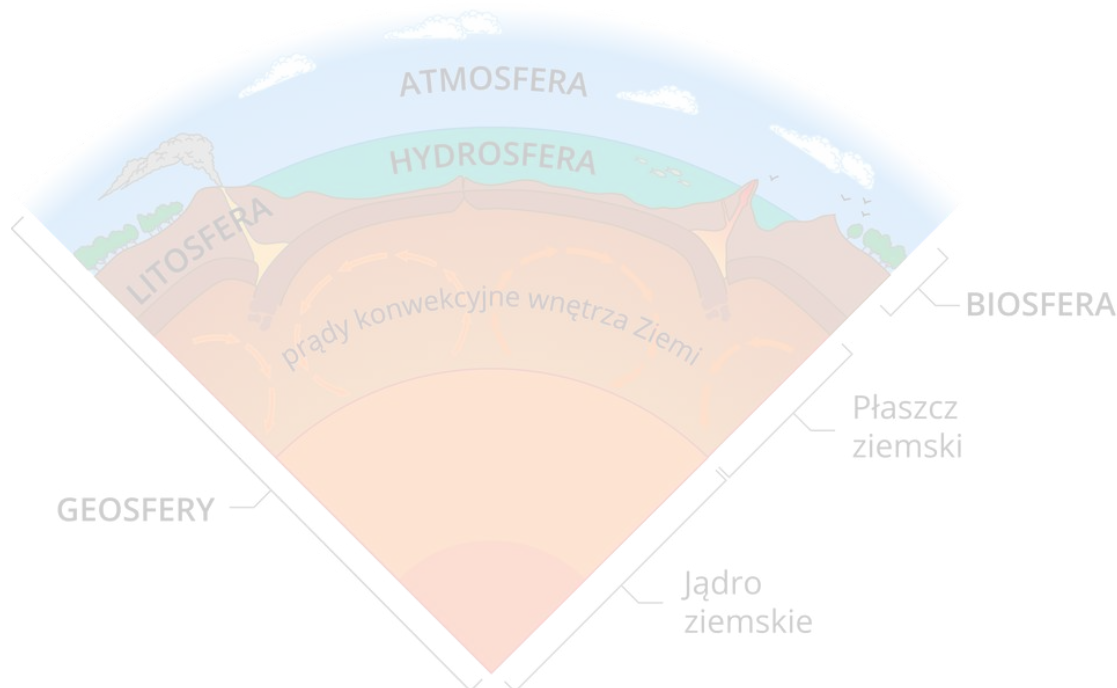
We wszystkich lekcjach znajdziesz na górnej belce odnośnik „Pomyśl i działaj”. Prowadzi on do dodatkowych ciekawych zadań i pytań. Odpowiesz na nie, wykorzystując swoją dotychczasową wiedzę, umiejętność logicznego myślenia, a także intuicję. „Pomyśl i działaj” ułatwi ci przyswajanie zagadnień z danej lekcji. Aby do niej wrócić, wystarczy wybrać na górnej belce odnośnik „Czytaj”.

- Ziemia i jej obraz na mapie
 - [Geografia jako nauka](#)
 - [Miejsce Ziemi we Wszechświecie. Kształt i wymiary Ziemi](#)
 - [Współrzędne geograficzne](#)
 - [Współrzędne geograficzne – ćwiczenia](#)
 - [Mapa – po co ją tworzymy i do czego wykorzystujemy skalę?](#)
 - [W jaki sposób przedstawić na mapie zjawiska i obiekty geograficzne?](#)
 - [Nowoczesne technologie w tworzeniu map i ich interpretacji](#)
 - [Zajęcia terenowe – wędrujemy z mapą po najbliższej okolicy](#)
- Ruchy Ziemi i ich następstwa
 - [Ruch obrotowy Ziemi](#)
 - [Następstwa ruchu obrotowego Ziemi](#)
 - [Ruch obiegowy Ziemi](#)
 - [Następstwa ruchu obiegowego Ziemi](#)
 - [Ziemia i jej obraz na mapie. Ruchy Ziemi i ich następstwa. Podsumowanie](#)

- Klimat i wody na Ziemi
 - Przyczyny zróżnicowania temperatury powietrza w różnych częściach świata
 - Jak powstaje wiatr?
 - Opady i osady atmosferyczne
 - Czynniki klimatotwórcze
 - Strefy klimatyczne świata
 - Jak klimat wpływa na bioróżnorodność i zróżnicowanie gleb?
 - Wody na Ziemi
 - Klimat i wody na Ziemi. Podsumowanie
- Czynniki i procesy rzeźbotwórcze
 - Budowa wnętrza Ziemi
 - Płytkowa budowa litosfery. Ruchy górotwórcze
 - Jak poznano dzieje Ziemi?
 - Jakie procesy wywołują zjawiska wulkaniczne i trzęsienia ziemi?
 - Wietrzenie skał
 - Jak wiatr wpływa na rzeźbę powierzchni Ziemi?
 - Jak rzeki i morza przekształcają powierzchnię Ziemi?
 - Jak lodowce i lądolody przekształcają powierzchnię Ziemi?
 - Czynniki i procesy rzeźbotwórcze Ziemi. Podsumowanie

Geografia jako nauka

Geografia to dla ciebie nowy przedmiot szkolny. Jednak podczas pierwszych zajęć przekonasz się, że niektóre zagadnienia są ci już znane. Jak to możliwe? Pojawily się wcześniej na lekcjach przyrody w szkole podstawowej. Od teraz zaczynasz właściwą naukę geografii. Przygotuj się na fascynującą przygodę.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D13YYdqYn>

Źródło: Andrzej Bogusz, Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

Już wiesz

- że geografia jest jedną z kilku nauk przyrodniczych;
- że geografia zajmuje się zarówno działalnością człowieka, jak i środowiskiem przyrodniczym.

Nauczysz się

- określać zakres zagadnień, którymi zajmuje się geografia jako nauka;
- wymieniać działy geografii;
- wymieniać sfery ziemskie podlegające badaniom geograficznym;
- wymieniać źródła wiedzy geograficznej.

1. Czym zajmuje się geografia?

Geografia to nauka zajmująca się zróżnicowaniem **powłoki ziemskiej**, wzajemnych relacji pomiędzy jej składnikami oraz działalnością człowieka w ich obrębie. Nazwa tej dyscypliny naukowej pochodzi z połączenia greckich słów *geos* – co znaczy 'ziemia' i *grapho*, czyli 'pisać, opisywać'. Geografowie na początku zajmowali się zbieraniem podstawowych informacji na temat naszej planety, np. dotyczących rozkładu lądów i mórz, gór, rzek itp. Natomiast obecnie badają powłokę ziemską zarówno pod względem przyrodniczym, jak i społeczno-gospodarczym oraz przestrzenne związki, jakie występują pomiędzy powłoką ziemską a działalnością człowieka.

Współczesna geografia została podzielona przez geografów na dwa działy w zależności od szczegółowego pola badań:

- geografię **fizyczną** badającą naturalne procesy i składniki powłoki ziemskiej;
- geografię **ekonomiczną** (czyli **społeczno-gospodarczą**), która bada wpływ działalności gospodarczej człowieka na Ziemię oraz wpływ czynników naturalnych na działalność ludzi

Niektórzy badacze wyróżniają jeszcze kolejne dwa działy:

- geografię **regionalną**, która łączy elementy geografii fizycznej i ekonomicznej, kładąc nacisk na całościowe przedstawienie regionu geograficznego;
- kartografię, czyli naukę o mapach.

Podział nauk geograficznych



Źródło: Krzysztof Jaworski, Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 1

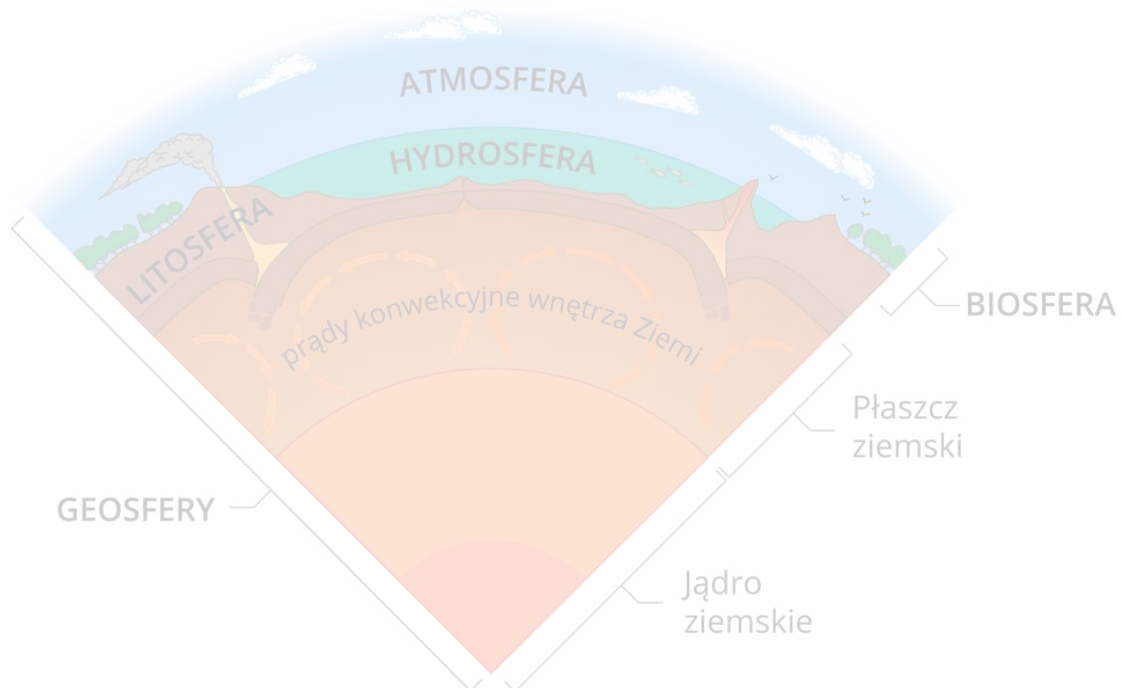
Geografia składa się z wielu dziedzin. Poznasz je bliżej podczas trzech lat nauki. Jednak już teraz do przedstawionych wcześniej głównych działów geografii spróbuj przypisać następujące dyscypliny:

- geografia gleb,
- geografia komunikacji,
- geografia Australii,
- geografia przemysłu,
- meteorologia i klimatologia.

2. Sfery Ziemi

Wyróżniamy pięć sfer Ziemi, które wzajemnie na siebie wpływają i przenikają się. [litosfera](#)

- [Litosfera](#) (od greckiego słowa *lithos* oznaczającego 'kamień') – skalna warstwa oddzielająca gorące wnętrze Ziemi od jej powierzchni.
- [Hydrosfera](#) (od greckiego słowa *hydro* oznaczającego 'wodę, wodny') – obejmuje wody w morzach, oceanach, jeziorach i rzekach, w lodowcach i lądolodach, a także wody w powietrzu, glebie i skałach.
- [Atmosfera](#) (od greckiego słowa *atmos*, czyli 'para wodna, opar') – gazowa powłoka otaczająca litosferę i hydrosferę.
- [Biosfera](#) (od greckiego słowa *bios* – 'życie') – sfera obejmująca istoty żywe na naszej planecie.
- [Pedosfera](#) (od greckiego słowa *pedon* oznaczającego 'grunt, glebę') – wyróżniana przez wielu geografów, ściśle powiązana z biosferą warstwa glebowa składająca się zarówno z okruchów skał, wody, gazów atmosferycznych, jak i z organizmów oraz ich szczątków.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D13YYdqYn>

Źródło: Andrzej Bogusz, Michał Szymczak, licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

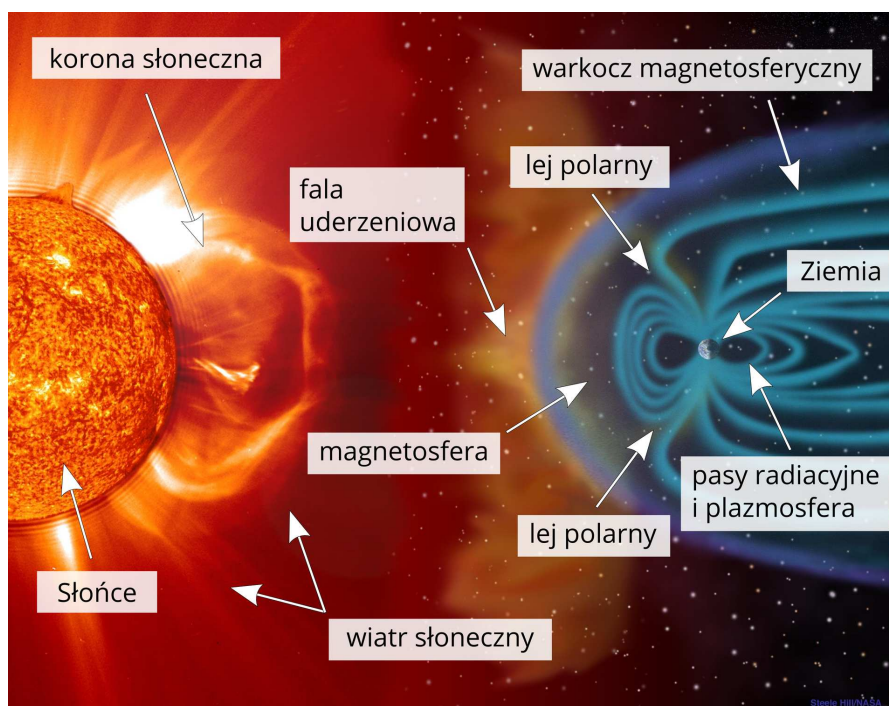
Od greckiego słowa *anthropos* oznaczającego 'człowieka' utworzono pojęcie **antroposfera**, rozumiane jako ta część biosfery, w której żyje, funkcjonuje i gospodaruje człowiek. Dzięki rozwojowi nauki człowiek poszerza granice antroposfery o obszary, gdzie nie potrafią żyć inne organizmy. Przykładem może być Międzynarodowa Stacja Kosmiczna wraz z sześciuosobową załogą, krążąca wokół Ziemi na wysokości ok. 400 km.



Widać światła wielkich aglomeracji. Człowiek po raz pierwszy w historii Ziemi tak silnie przekształcił otoczenie dla swoich potrzeb. Sztuczne światło ułatwia życie w ciemnościach. Odszukaj i wskaż na ilustracji Warszawę

Ciekawostka

Najdalej w przestrzeń kosmiczną sięga niewidzialna dla nas sfera oddziaływania pola magnetycznego Ziemi nazywana **magnetosferą**. Magnetosfera chroni naszą planetę przed szkodliwym działaniem naładowanych, wysokoenergetycznych cząstek wiatru słonecznego, który wytwarzany jest przez naszą najbliższą gwiazdę i wysyłany w każdym kierunku.



Źródło: Krzysztof Jaworski, na podstawie NASA Goddard Photo and Video (<http://www.flickr.com>), Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 2.0.

Słońce jest gwiazdą. Najbardziej zewnętrzną częścią atmosfery słonecznej jest **korona słoneczna**. Poprzez koronę Słońce emituje w postaci **wiatru słonecznego** naładowane cząstki o dużej energii, które są niebezpieczne dla życia. Ziemia wytworzyła wokół siebie otoczkę magnetyczną, czyli tzw. **magnetosferę**, chroniącą przed tym szkodliwym działaniem. Magnetosfera jest zamknięta od strony Słońca (dosłonecznie), a odsłonecznie jest otwarta, tworząc długi **warkocz magnetosferyczny**.

Na przodzie dosłonecznie zwróconej części magnetosfery zderzają się z nią cząstki wiatru słonecznego i powstaje tu fala uderzeniowa. Od strony biegunów magnetosfera jest częściowo otwarta w postaci lejów polarnych, poprzez które mogą wpadać w głąb atmosfery ziemskiej cząstki wiatru słonecznego. W górnych warstwach atmosfery ziemskiej cząstki te wywołują świecenie gazów, czyli zjawisko **zorzy polarnej**.

Przechwycone przez pole magnetyczne Ziemi cząstki wiatru słonecznego gromadzą się w **pasach radiacyjnych**.

3. Skąd współcześnie czerpiemy wiedzę geograficzną?

Wiedzę o naszej planecie ludzie zdobywają, gromadzą i przetwarzają od tysięcy lat. Źródła wiedzy geograficznej możemy podzielić na bezpośrednie i pośrednie.

Źródła bezpośrednie to:

- **obserwacje** (np. zmian rodzaju roślinności wraz ze wzrostem wysokości w górach);
- **pomiary** (np. elementów pogody – temperatury i wilgotności powietrza, opadów, ciśnienia atmosferycznego);
- **fotografie** (np. dokonywane podczas obserwacji, dokumentujące jakieś zjawisko, fotografia lotnicza, zdjęcia satelitarne);
- **kartowanie** – nanoszenie na mapę nowych treści zdobytych w trakcie obserwacji i pomiarów terenowych.

Źródła pośrednie to:

- **zasoby Internetu** – największe i najłatwiej dostępne źródło wiedzy; trzeba jednak umiejętnie,

krytycznie i ostrożnie dobierać strony www, gdyż często można natknąć się na informacje niepełne, nieaktualne, a nawet całkowicie błędne i niebezpieczne;
- **mapy** – bardzo istotne źródło wiedzy, które będziesz poznawać i analizować i z którego będziesz korzystać na wielu lekcjach geografii;
- **materiały drukowane** – przekazujące informacje za pomocą słów, ilustracji i liczb; do najważniejszych należą: podręczniki, słowniki, encyklopedie, książki podróżnicze, przewodniki turystyczne i aktualizowane co roku roczniki statystyczne albo inne zbiory danych statystycznych;
- **pliki cyfrowe** – obecnie wydawnictwa, urzędy i inne instytucje często publikują swoje treści na nośnikach elektronicznych; nasz e-podręcznik jest właśnie taką formą przekazu;
- **filmy i zdjęcia** – cenne źródła wiedzy, mogące na przykład pokazać zjawiska geograficzne zachodzące w odległych od nas regionach kuli ziemskiej.

Polecenie 2

Korzystając z Internetu, encyklopedii oraz map zamieszczonych w atlasie geograficznym, znajdź kilka informacji. Zmierz, ile czasu zajmuje wyszukanie konkretnych wiadomości w każdym z tych źródeł.

- Znajdź w trzech źródłach nazwę stolicy Tanzanii.
- W ten sam sposób odszukaj nazwę i wysokość najwyższego szczytu Kenii.
- Wyszukaj nazwy wszystkich państw graniczących z Etiopią.

Porównaj uzyskane odpowiedzi i czas poświęcony na ich zdobycie. Wyciągając wnioski, pamiętaj, że każde źródło wiedzy ma swoją wartość.

Ciekawostka

Informacje geograficzne często są nieprecyzyjne. Nie jest to jednak spowodowane niedbałością badaczy. Nie ma możliwości wykonania tak starannych pomiarów, aby dokładnie określić liczbę Polaków, wielkość powierzchni lądolodów na kuli ziemskiej albo światowych zbiorów jabłek. Innym przykładem może być podawanie różnych wysokości dla jednego obiektu, np. w wyniku zderzania się [płyt litosferycznych](#) Mount Everest „rośnie” od 4 mm do 6 mm rocznie.



Źródło: Luca Galuzzi (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 2.5.

Od lat toczy się spór, jaką naprawdę wysokość ma Mount Everest. Od 2010 roku, po uzgodnieniach Chińczyków z Nepalczykami, podaje się w atlasach wysokość 8848 m n.p.m. z czapą lodową i 8844 m n.p.m. bez tej czapy. Himalaje to pasmo górskie, które powstało w wyniku zderzenia się płyty indyjskiej z kontynentem Azji. W zasadzie to zderzanie trwa nadal, w wyniku czego Himalaje stale zmieniają swoją wysokość. Na przykład podczas ostatniego trzęsienia ziemi, jakie miało miejsce w Nepalu (25.04.2015), wysokość Mount Everestu zmniejszyła się o 2,5 cm.

Podsumowanie

- Geografia to nauka opisująca Ziemię – jej środowisko przyrodnicze, a także wpływ działalności człowieka na naszą planetę.
- Geografia bada powłokę ziemską, na którą składają się: litosfera, hydrosfera, atmosfera, biosfera i pedosfera.
- Wiedzę geograficzną można zdobyć z różnych źródeł – bezpośrednich i pośrednich. Źródła bezpośrednie to m.in. obserwacje i pomiary terenowe. Źródła pośrednie to m.in. podręczniki, słowniki, encyklopedie, książki podróżnicze, przewodniki turystyczne, roczniki statystyczne i Internet. Korzystając z nich, nie można zapomnieć o porównywaniu informacji i uzyskanych wyników, a także o ich krytycznej ocenie.

Praca domowa

Polecenie 3.1

Zastanów się i odpowiedz na pytania.

1. Czym zajmuje się geografia?
2. Jak człowiek powiększa antroposferę?
3. Jak wpływa na nas magnetosfera?
4. Dlaczego trudno byłoby zastąpić mapy opisem słownym?
5. Na czym polega przenikanie się powłok ziemskich? Jak biosfera wykorzystuje – w jakikolwiek znany ci sposób – atmosferę, hydrosferę i litosferę? Jakie znasz związki atmosfery i hydrosfery?

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [antroposfera](#)
 - [atmosfera](#)
 - [biosfera](#)
 - [fala uderzeniowa magnetosfery](#)
 - [geografia](#)
 - [geografia ekonomiczna](#)
 - [geografia fizyczna](#)
 - [geografia regionalna](#)
 - [hydrosfera](#)
 - [kartografia](#)
 - [korona słoneczna](#)
 - [leje polarne](#)
 - [litosfera](#)
 - [magnetosfera ziemską](#)
 - [nauki geograficzne](#)
 - [pasy radiacyjne magnetosfery](#)
 - [pedosfera](#)
 - [płyty litosferyczne](#)
 - [warkocz magnetosferyczny](#)
 - [wiatr słoneczny](#)
 - [zorza polarna](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Miejsce Ziemi we Wszechświecie. Kształt i wymiary Ziemi](#)

Słowniczek

antroposfera

obejmuje część biosfery, w której żyje, funkcjonuje i gospodaruje człowiek; dzięki rozwojowi nauki i techniki człowiek poszerza granice antroposfery o obszary, gdzie nie potrafią żyć inne organizmy; nazwa pochodzi od greckiego słowa *anthropos*, czyli 'człowiek'

atmosfera

gazowa powłoka Ziemi otaczająca litosferę i hydrosferę; nazwa pochodzi od greckiego słowa *atmos*, co znaczy 'para wodna, opar'

biosfera

sfera świata wykazująca oznaki życia, powstała na styku wszystkich sfer ziemskich; nazwa pochodzi od greckiego słowa *bios* – 'życie'

fala uderzeniowa magnetosfery

na przodzie dosłownie zwróconej części **magnetosfery** dochodzi do zderzania wysoko naładowanych cząstek **wiatru słonecznego** i powstaje strefa zderzeniowa zwana falą uderzeniową

geografia

nauka, która zajmuje się opisem powłoki ziemskiej; nazwa powstała z połączenia greckich słów *geos* – co znaczy 'ziemia' – i *grapho* – 'pisać, opisywać'; ze względu na ogromną różnorodność badań geograficznych oraz analizowanie wielu sfer ziemskich (atmosfera, litosfera, hydrosfera, biosfera, magnetosfera) w nowoczesnym ujęciu powinno się raczej używać terminu **nauki geograficzne**; analizują one nie tylko poszczególne sfery, ale także powiązania pomiędzy środowiskiem przyrodniczym a działalnością człowieka

geografia ekonomiczna

część **geografii**, która bada wpływ działalności gospodarczej człowieka na Ziemię

geografia fizyczna

część **geografii**, która bada naturalne procesy i składniki powłoki ziemskiej

geografia regionalna

część **geografii**, która łączy elementy geografii fizycznej i ekonomicznej, kładąc nacisk na całościowe przedstawienie wybranego regionu geograficznego

geografia społeczno-gospodarcza

patrz **geografia ekonomiczna**

jonizacja

powstawanie jonów dodatnich lub ujemnych z obojętnego atomu lub cząsteczki

hydrosfera

wody na Ziemi zawarte w morzach, oceanach, jeziorach, rzekach, lodowcach i lądolodach oraz wody występujące w powietrzu, glebie i skałach; nazwa hydrosfera pochodzi od greckiego słowa *hydro* oznaczającego 'wodę'

kartowanie

nanoszenie na mapę (najczęściej topograficzną) nowych treści zdobytych na podstawie obserwacji i pomiarów terenowych

korona słoneczna

najbardziej zewnętrzna część atmosfery słonecznej; Słońce poprzez koronę słoneczną emituje wysokoenergetyczne cząstki w postaci **wiatru słonecznego**

leje polarne

od strony biegunów [magnetosfera](#) jest częściowo otwarta w postaci lejów polarnych, poprzez które wysoko naładowane cząstki wiatru słonecznego mogą wpadać w głąb atmosfery ziemskiej; w górnych warstwach atmosfery ziemskiej cząstki te wywołują zjawisko świecenia gazów, czyli [zorzę polarną](#)

litosfera

zewnątrzna, skalna powłoka Ziemi, tworząca sztywną, ale niejednorodną (podzieloną na [płyty litosferyczne](#)) warstwę; litosfera obejmuje skorupę ziemską oraz górną część płaszcza; jej miąższość (grubość) wynosi od kilku do ponad 100 km; nazwa litosfera pochodzi od greckiego słowa *lithos*, czyli 'kamień'

magnetosfera ziemska

obszar przestrzeni kosmicznej wokół Ziemi będący strefą oddziaływania jej pola magnetycznego; magnetosfera jest zamknięta dosłonecznie (od strony Słońca), a odsłonecznie jest otwarta, tworząc długi [warkocz magnetosferyczny](#)

nauki geograficzne

patrz [geografia](#)

pasy radiacyjne magnetosfery

przechwycone przez pole magnetyczne Ziemi cząstki [wiatru słonecznego](#) gromadzą się wokół Ziemi w tzw. pasach radiacyjnych

pedosfera

warstwa glebowa składająca się zarówno z okruchów skał, wody, gazów atmosferycznych, jak i z organizmów oraz ich szczątków; nazwa pochodzi od greckiego słowa *pedon* oznaczającego 'grunt, glebę'

płyty litosferyczne

litosfera ziemska jest podzielona na części, czyli tzw. płyty litosferyczne; każda z nich zachowuje integralność i w swoim obrębie jest stosunkowo sztywna; natomiast na granicach płyt zachodzą różnego rodzaju oddziaływania; płyty te mogą zderzać się ze sobą (w wyniku czego dochodzi do scalania, wypiętrzania gór) lub nasuwać jedna na drugą; w końcu te, które grawitacyjnie opadną w głąb płaszcza ziemskiego, ulegają konsumpcji (przetopieniu) i znikają; płyty oceaniczne są cieńsze, ale mają za to większą gęstość, zaś płyty kontynentalne są grubsze i mają mniejszą gęstość; ruch płyt litosferycznych trwa od miliardów lat i nieustannie wpływa na układ lądów i mórz; to z kolei zmienia wszystkie inne sfery ziemskie; można powiedzieć, że ruch płyt litosferycznych to główny powód wszelkich zmian zewnętrznych powłok Ziemi; przyczyna, która sprawia, że płyty litosfery są w nieustannym ruchu, leży głęboko w jądrze ziemskim; w wyniku stałego schładzania się jądra zewnętrznego energia

pochodząca z tego właśnie procesu wznosi się poprzez płaszcz ziemski ku powierzchni planety, wprowadzając płyty w ruch

powłoka ziemska

część powierzchni Ziemi wraz z przylegającymi warstwami o różnych stanach skupienia, ograniczona taką głębokością i wysokością, do jakiej może sięgnąć działalność człowieka; dzielimy ją na pięć koncentrycznych, częściowo przenikających się sfer (atmosfera, hydrosfera, litosfera, biosfera i pedosfera) zwanych geosferami

warkocz magnetosferyczny

[magnetosfera ziemska](#) ma linie sił pola magnetycznego domknięte dosłonecznie (od strony Słońca), a otwarte odsłonecznie; tworzy w ten sposób długi warkocz przenikający przestrzeń kosmiczną

wiatr słoneczny

naładowane cząstki o wysokiej energii emitowane przez Słońce; wiatr słoneczny jest niebezpieczny dla znanych nam form życia; Ziemia wytwarza otoczkę magnetyczną wokół siebie, czyli tzw. [magnetosferę](#), która chroni nas przed szkodliwym oddziaływaniem cząstek wiatru słonecznego

zorza polarna

przenikające do górnych warstw atmosfery ziemskiej cząstki [wiatru słonecznego](#) powodujące [jonizację](#) gazów atmosferycznych; pobudzone w ten sposób atomy gazów atmosferycznych zaczynają intensywnie świecić, wywołując spektakularny efekt świetlny; zorze polarne powstają niemal wyłącznie blisko biegunów; podczas wysokiej aktywności słonecznej mogą pojawić się na niższych szerokościach geograficznych



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Film przedstawia zorzę polarną. Dolna część ekranu ciemna. Na lewo czarny las. Cała środkowa część ciemnoniebieskiego nieba jest rozświetlona. Jasnozielone światło rozchodzi się w postaci kilku równoległych pasm światła. Pasma światła przesuwają się falistnie po niebie. Zorza nad taflą jeziora. Księżyc odbija się w wodzie. Rozświetlone pasmo ma kształt półksiężyca położonego poziomo. Pasma światła przemieszczają się ku górze. Pasma są prawie przezroczyste. Początek zorzy sięga horyzontu Ziemi. Dalsza część zorzy rozchodzi się jak ramiona trójkąta. Jezioro widoczne z oddali w dole ekranu. Niebo pokryte szarobiałymi chmurami. Chmury szybko przesuwają się w lewo. Pasma światła zorzy polarnej falami przesuwają się po prawej stronie nieba. Jezioro w dole ekranu. Wokół ciemny las. Na niebie chmury i zorza polarna. Lewa strona nieba rozświetlona zielonkawym światłem. Olbrzymia biała gęsta chmura przesuwająca się ukośnie po niebie. Przysłania zorzę. Na pierwszym planie ciemne wody jeziora i trawy wodne. W tle na niebie zorza polarna. Całe niebo pokrywają światła zorzy polarnej. Pasma światła odbijają się w tafli jeziora. Coraz jaśniejsze światło zorzy przesuwają się z lewej strony ekranu na prawą. Niebo jest bardzo jasne. Ujęcie jeziora w oddali. Po prawej stronie ciemny las. Po lewej białe światło, które odbija się w jeziorze. Zorza po prawej stronie nieba zmienia kształt. Przypomina falistą linię.

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

bada naturalne procesy i składniki powłoki ziemskiej. bada wpływ działalności gospodarczej człowieka na Ziemię. łączy elementy geografii fizycznej i ekonomicznej, kładąc nacisk na kompleksowe przedstawienie wybranego regionu geograficznego. to nauka o mapach.

Geografia społeczno-gospodarcza

Planowanie przestrzenne

Kartografia

Geografia fizyczna

Fizyka geograficzna

Geografia handlu

Fizyka

Geografia regionalna

Geografia ekonomiczna

Nawigacja

Zoogeografia

Geolokalizacja

Geografia polityczna

Paleogeografia

Geografia usług

Astronomia

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wybierz z listy dwa istniejące działy geografii.

☐ geografia chemiczna

☐ geografia ekologiczna

☐ geografia kynologiczna

☐ kartografia

☐ geografia fizyczna

☐ geografia regionalna

☐ geografia ekonomiczna

☐ geografia muzyczna

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij puste miejsca.

Skalna powłoka na powierzchni Ziemi to . Powłoka Ziemi nazywana jest hydrosferą. Powłoka otaczająca litosferę i hydrosferę nazywana jest atmosferą. Na styku wszystkich sfer Ziemi powstała , sfera świata wykazująca oznaki życia.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wybierz element środowiska przyrodniczego, który na pewno należy do litosfery.

☐ jezioro

☐ sosna

☐ chmura

☐ góra

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Hydrosfera ma bezpośredni związek z dwiema, spośród wymienionych poniżej, powłokami ziemskimi. Wybierz te sfery.

☐ biosfera

☐ magnetosfera

☐ atmosfera

☐ sfera niebieska

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Które z wymienionych poniżej źródeł zawiera najbogatszą wiedzę geograficzną?

☐ szkic dokumentacyjny

☐ mapa

☐ dziennik ustaw

☐ nagranie muzyczne

☐ fotografia

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Wybierz źródła wiedzy geograficznej, z których warto skorzystać przed wakacyjną podróżą. Tylko dwie odpowiedzi są poprawne.

☐ przewodnik turystyczny

☐ folder reklamowy biura podróży

☐ Internet

☐ film fabularny

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Wymienione źródła wiedzy geograficznej przyporządkuj do odpowiednich kategorii.

bezpośrednie źródła wiedzy geograficznej

mapy

roczniki statystyczne

podręczniki

pomiary

obserwacje

przewodniki turystyczne

encyklopedie

kartowanie

fotografie wykonywane
w terenie

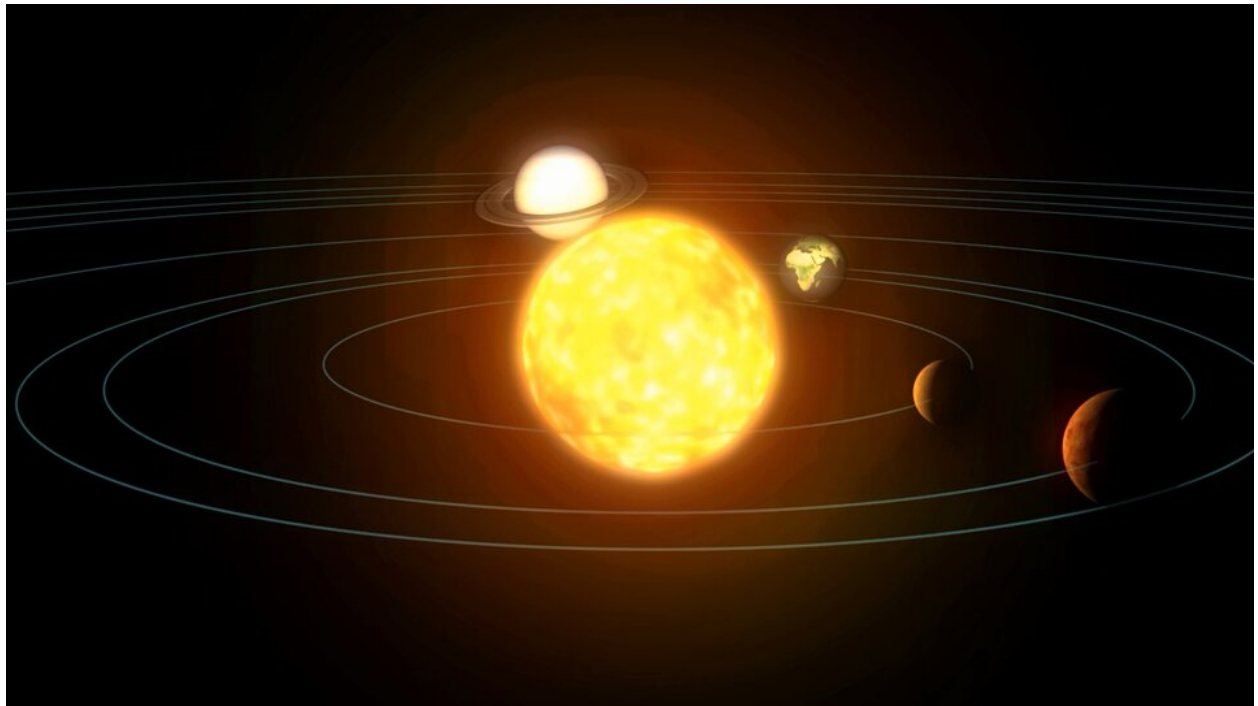
Internet

pośrednie źródła wiedzy geograficznej

Źródło: Roman Nowacki, licencja: CC BY 3.0.

Miejsce Ziemi we Wszechświecie. Kształt i wymiary Ziemi

Ziemia jest jedną z ośmiu planet krążących wokół Słońca – naszej najbliższej gwiazdy. W galaktyce nazywanej Drogą Mleczną, w której znajduje się nasz Układ Słoneczny, zaobserwowano kilkaset miliardów innych gwiazd. Wokół wielu z nich krążą planety. W dostępnej naszym obserwacjom części Wszechświata jest prawdopodobnie kilkaset miliardów innych galaktyk.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Układ Słoneczny

Animacja przedstawia schemat Układu Słonecznego. Duże Słońce w środku. Wokół Słońca na eliptycznych, niebieskich orbitach krążą różnej wielkości planety. Zbliżenie na żółte, rozświetlone Słońce. Pojawia się napis Słońce. Zbliżenie na Merkurego. Pojawia się napis Merkury. Zbliżenie na Wenus. Pojawia się napis Wenus. Zbliżenie na Ziemię. Pojawia się napis Ziemia. Zbliżenie na Marsa. Pojawia się napis Mars. Zbliżenie na Merkurego. Pojawia się napis Merkury. Zbliżenie na Jowisza. Pojawia się napis Jowisz. Zbliżenie na Saturna. Pojawia się napis Saturn. Zbliżenie na Urana. Pojawia się napis Uran. Zbliżenie na Neptuna. Pojawia się napis Neptun.

Już wiesz

- jakie ciała niebieskie znajdują się w pobliżu Ziemi;
- że Ziemia ma kształt zbliżony do kuli;

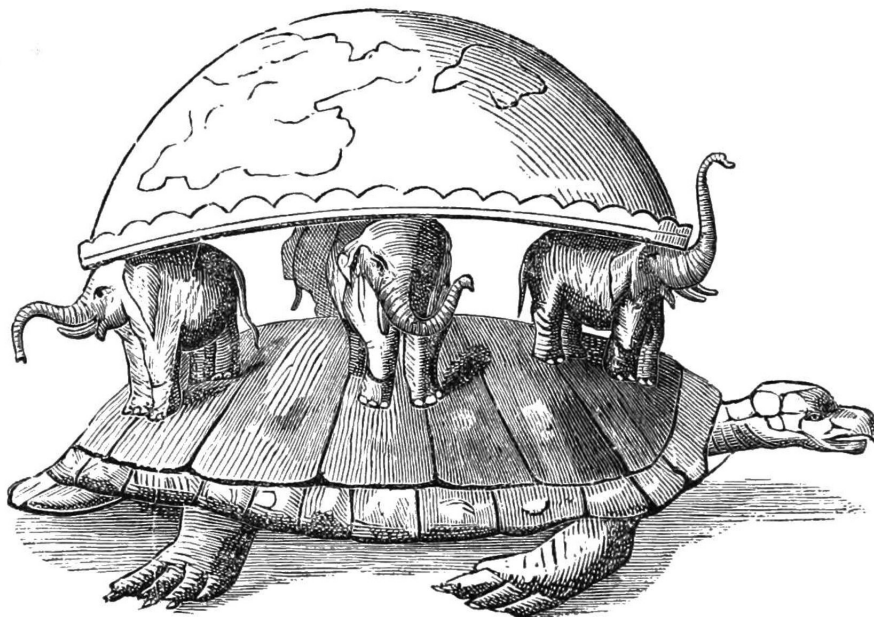
- że Ziemia w ciągu jednego roku obiega Słońce, choć pozornie wydaje się, że to Słońce wędruje codziennie wokół naszej planety.

Nauczysz się

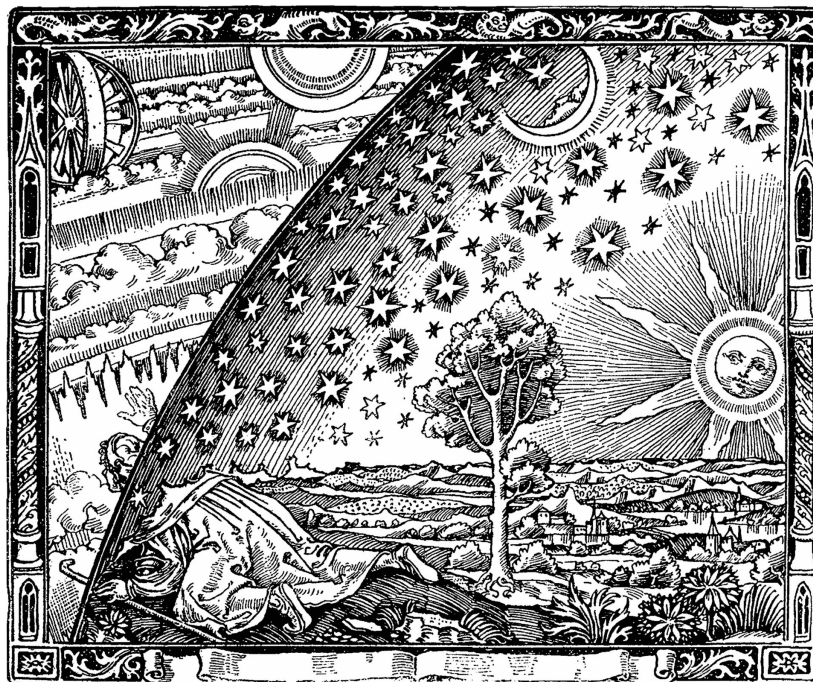
- przedstawiać historię zmian poglądu na kształt Ziemi i jej miejsca we Wszechświecie;
- podawać najważniejsze informacje o kształcie i rozmiarach Ziemi;
- wskazywać miejsce i opisywać znaczenie Ziemi w Układzie Słonecznym, w Galaktyce i w całym Wszechświecie.

1. Historyczne poglądy na kształt Ziemi

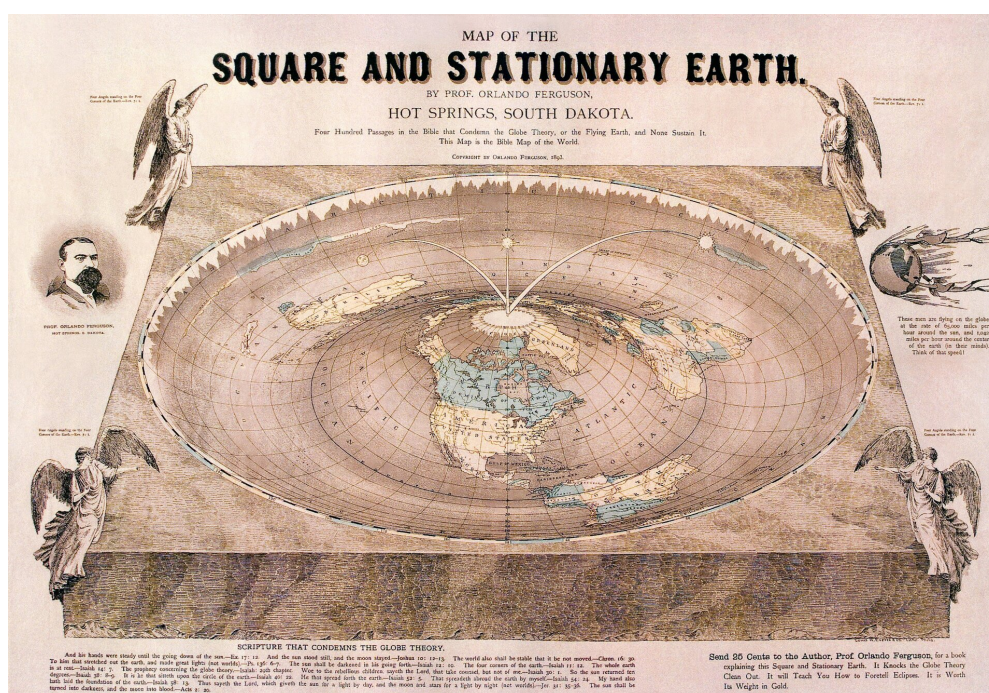
Ludzi od dawna nurtowały pytania dotyczące otaczającego ich świata. Zastanawiali się: czym jest Ziemia, jaki ma kształt i rozmiary? Swoją prawdę o świecie początkowo opierali nie na naukowych badaniach, ale na obserwacji za pomocą zmysłów, co często prowadziło do błędnych wniosków. Twierdzili, że powierzchnia Ziemi jest płaska albo prawie płaska, ponieważ nie potrafili dostrzec kulistego kształtu naszej planety. Ludzie mieli wrażenie, że Słońce jest mniejsze od Ziemi. Nie byli w stanie ocenić, jak bardzo jest ono oddalone od naszej planety, i dlatego nie umieli określić jego prawdziwych rozmiarów. To, co nasi przodkowie widzieli nad głowami w ciągu dnia i nocy, uznawali za część sfery, czyli powierzchnię połowy kuli widzianą od środka z płaskiej Ziemi.



Ziemia według starożytnych Hindusów miała kształt spłaszczonego dysku podtrzymywanego przez cztery słonie stojące na skorupie żółwia, który pływał w nieskończonym oceanie



Drzeworyt z 1888 roku obrazujący średniowieczne poglądy na kształt Ziemi. Przedstawia podróżnika, który dotarł do skrajów firmamentu (sklepienia niebieskiego) i wystawia przez niego głowę i rękę w kierunku gwiazd



Mapa płaskiej Ziemi autorstwa Orlando Fergusona pochodząca z 1893 roku

Nawet w całkiem niedawnej przeszłości ludzie nie potrafili sobie wyobrazić, że Ziemia ma kształt zbliżony do kuli. Dopiero obserwacje kształtu widnokręgu, zaćmień Księżyca, statków oddalających się od portu na spokojnym morzu, obserwacje wysokości **Gwiazdy Polarnej** nad **horyzontem** i wreszcie podróże dookoła świata oraz podróże w kosmos dowiodły, że Ziemia jest kulą lub bryłą bardzo do kuli zbliżoną.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Zaokrąglony cień Ziemi na Księżycu podczas zjawiska zaćmienia dowodzi kulistości naszej planety, ponieważ tylko taka bryła w każdym momencie rzuca cień w kształcie koła. Na filmie widoczne kolejne etapy całkowitego zaćmienia Księżycy obserwowane w Denver (Stany Zjednoczone) 14. kwietnia 2014 roku. Zwróć uwagę na wyraźnie zaokrąglony cień Ziemi padający na Księżyc pomiędzy godziną 00.37 a 00.54

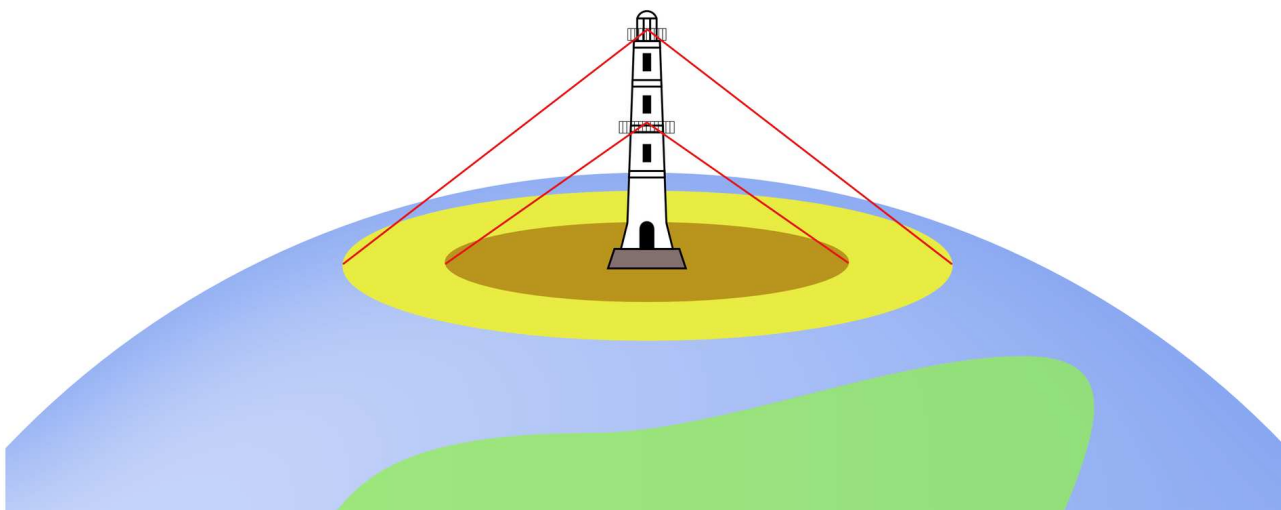
Na środku ekranu napis białymi literami: Zaćmienie Księżycy. Poniżej napisu data 15 kwietnia 2014. Film przedstawia kolejne etapy zaćmienia Księżycy. 00.03 – 00.14 Szary Księżyc jest w pełni. Rozpoczynając od lewej strony, na Księżyc stopniowo nachodzi cień. Jest to cień kuli ziemskiej, który przesuwa się z lewej strony na prawą. 00.15 Cień zakrywa dokładnie lewą połowę Księżycy. 00.15 – 00.17 Prawa półkula Księżycy rozjaśnia się, aż w końcu staje się całkiem biała. Zegar w dolnym lewym rogu wskazuje pięćdziesiąt minut. 00.19 – 00.24 Cień nadal przesuwa się w prawo i robi się półprzeźroczysty. Można dostrzec powierzchnię Księżycy. Mijają cztery minuty. Dwie trzecie powierzchni Księżycy zakryte cieniem. Prawa strona nadal bardzo mocno oświetlona. 00.25 – 00.34 Mija godzina i cztery minuty. Księżyc całkowicie w cieniu. Widoczna powierzchnia Księżycy. 00.35 – 00.40 Zegar wskazuje dwie godziny czternaście minut. Dół Księżycy rozjaśnia się. 00.41 – 00.45 Po kwadransie jedna trzecia dolnej części Księżycy staje się bardzo jasna. Po upływie trzech godzin połowa Księżycy jest oświetlona. Cień przesuwa się od dołu ku górze. 00.46 – 01.14 Po trzech godzinach i czterdziestu dwóch minutach Księżyc jest całkowicie odsłonięty.



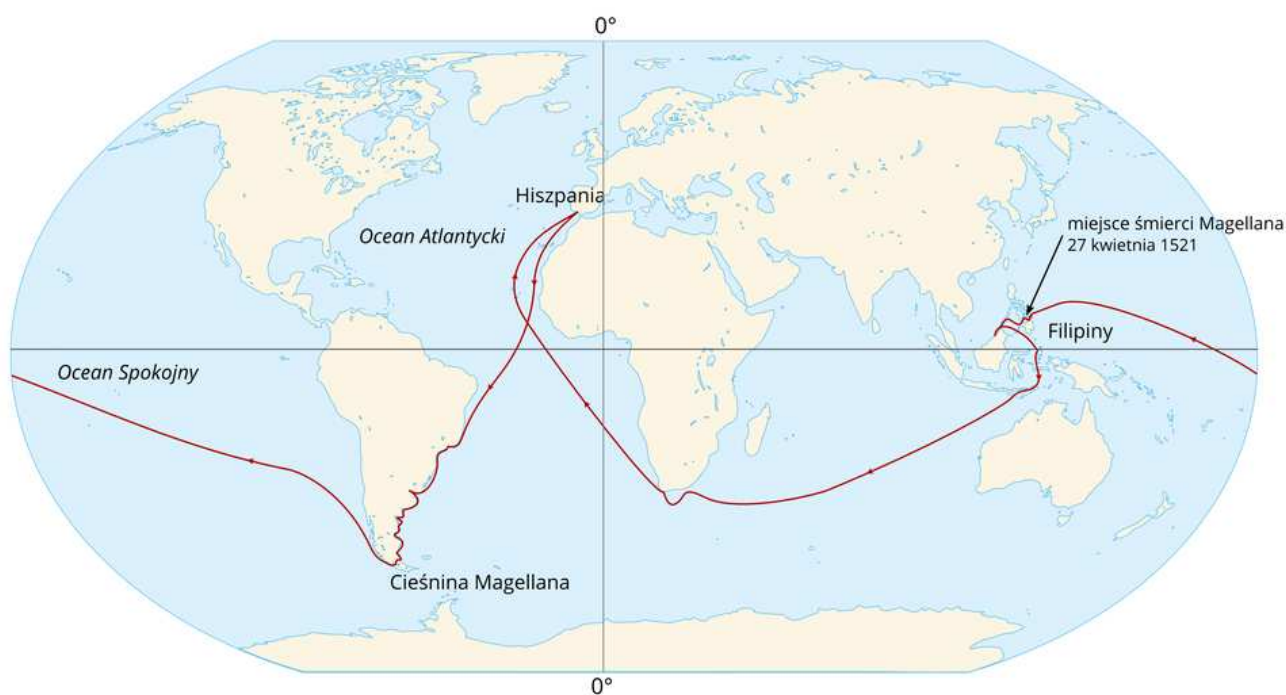
Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Kiedy statek oddala się od nas, pozornie robi się coraz mniejszy. Wraz ze wzrostem odległości statku od obserwatora krzywizna Ziemi powoduje, że statek znika stopniowo za linią horyzontu

Krótki film animowany przedstawia płynącą i oddalającą się żaglówkę. Dzień. Powierzchnia wody gładka. Żółte słońce w lewym górnym rogu ekranu. Niebo niebieskie. Białe chmurki przesuwają się z lewej strony ekranu na prawą. Żaglówka rozpoczyna rejs w lewym dolnym rogu ekranu. Biała żaglówka z trójkątnym białym żaglem oddala się od obserwatora, zmierzając w głąb ekranu. Na początku rejsu żaglówka jest widoczna w całości. Im bardziej zbliża się do horyzontu, tym staje się mniej widoczna, aż w końcu znika za linią horyzontu. Widoczna część żaglówki to maszt z żaglem, który znika pionowo w dół. Najpierw widoczny jest cały maszt z żaglem. Stopniowo kolejne części masztu i żagla znikają za linią horyzontu, najpierw dolne, potem górne, a na końcu czubek masztu.



Widnokrąg ma kształt okręgu. Jeżeli znajdziemy się w połowie wysokiego budynku lub jakiejś wieży (np. latarni morskiej) i popatrzymy w otwartą przestrzeń, możemy dostrzec szeroką panoramę. Kiedy staniemy na dachu tego budynku lub na szczycie wieży, pole widzenia znacznie się rozszerzy. Wniosek jest taki: im jesteśmy wyżej, tym większy obszar obejmujemy swoim wzrokiem, a widnokrąg tworzy okrąg o coraz większym promieniu



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Wielki żeglarz Ferdynand Magellan zorganizował wyprawę, która pod jego dowództwem, w latach 1519-1522, opłynęła Ziemię. Płynąc stale w kierunku zachodnim, śmiańkowie dotarli od wschodniej strony do miejsca, skąd wypłynęli. Podróż ta jednoznacznie udowodniła, że Ziemia nie jest płaska, ale jest zamkniętą, sferyczną bryłą. Niestety podczas tej historycznej wyprawy zginął Ferdynand Magellan. Został zabity w 1521 roku przez mieszkańców wyspy Mactan wchodzącej w skład Filipin – archipelagu na Oceanie Spokojnym

Ilustracja przedstawia mapę Ziemi. Mapa ma kształt owalny i są na niej pokazane wszystkie kontynenty i oceany. Oceany i morza zaznaczono na niebiesko. Kontynenty – na biało. Czerwona linia z grotem strzałki rozpoczynająca się na południowo-zachodnim wybrzeżu Hiszpanii wskazuje kierunek podróży Ferdynanda Magellana.

Wzdłuż linii przesuwają się małe czarne statki. Magellan płynął bez przerwy ze wschodu na zachód. Najpierw przez Ocean Atlantycki, od południa ominął Amerykę Południową, następnie przez Ocean Spokojny do Archipelagu Filipińskiego. Na Filipinach statek zatrzymał się na chwilę. Powyżej znajduje się informacja: 27 kwietnia 1521 miejsce śmierci Magellana. Następnie linia przechodzi przez Ocean Indyjski aż do południowego krańca Afryki. Dalej podróż odbywała się wzdłuż zachodniego wybrzeża Afryki w kierunku północnym aż do zachodniego krańca Europy, czyli miejsca, skąd wypłynął. Statek dopływa do Hiszpanii.

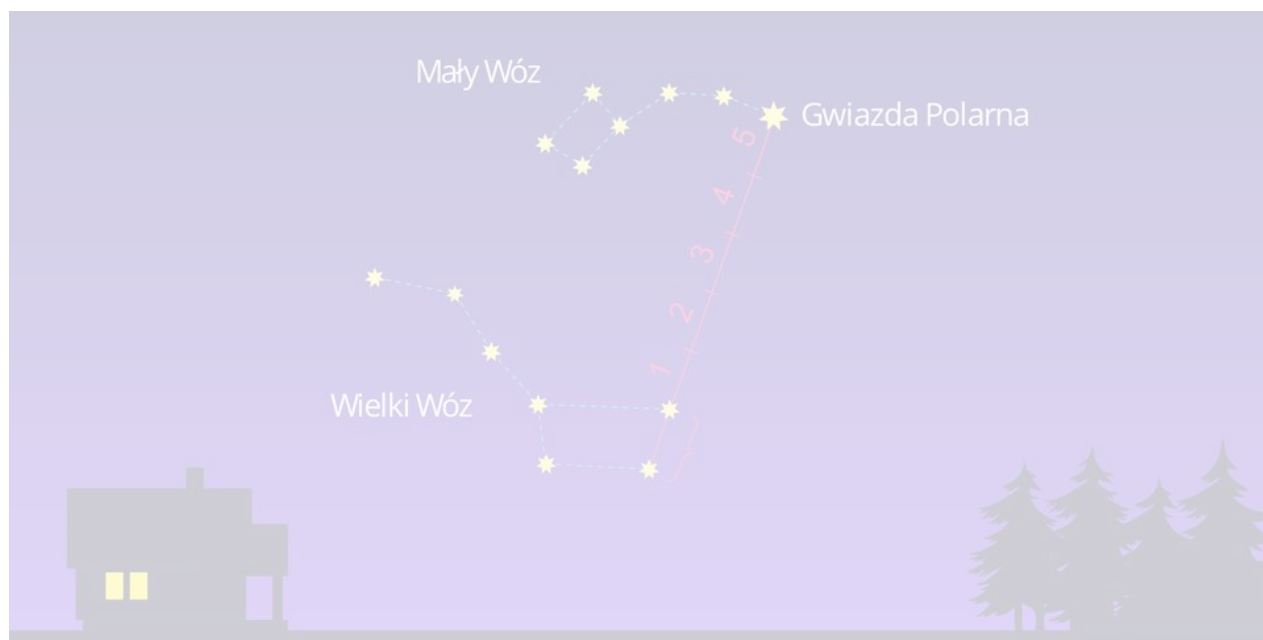


Zdjęcia satelitarne Ziemi dostarczają jednoznacznych dowodów na jej kulistość. Znajdź na fotografii Amerykę Południową, Amerykę Północną, Afrykę i Europę

Polecenie 1

Położenie Gwiazdy Polarnej na niebie

- Znajdź na nocnym niebie fragment gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy zwany Wielkim Wozem.
- Poprowadź linię pomiędzy tzw. tylnymi kołami Wielkiego Wozu, a następnie wyznacz jej długość i pięciokrotnie ją wydłuż. Rysunek poniżej pokazuje, jak to zrobić.
- Na przedłużeniu tego odcinka znajdziesz bardzo jasną gwiazdę. Jest to Gwiazda Polarna, najjaśniejsza gwiazda na końcu dyszla Małego Wozu w gwiazdozbiorze Małej Niedźwiedzicy.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DXR3J12Ux>

Źródło: Michał Szymczak, Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

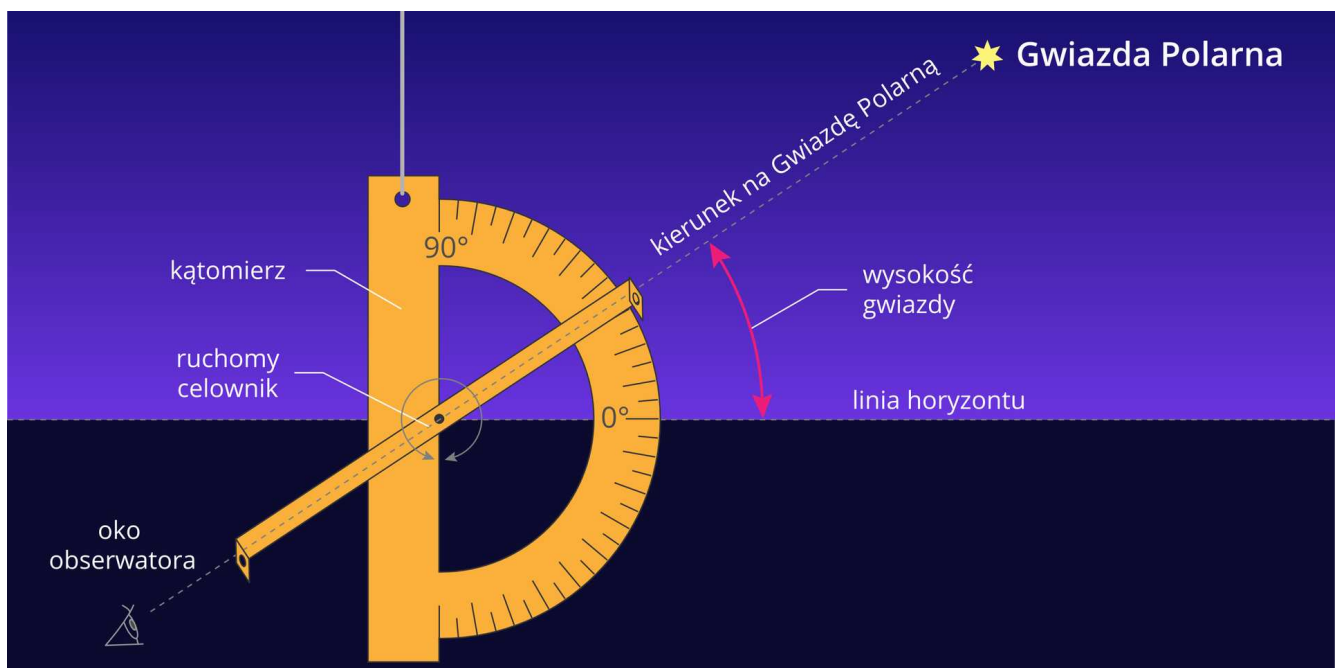
Wysokość Gwiazdy Polarnej na niebie

Podróżując w kierunku północnym lub w kierunku południowym, można zaobserwować, że wysokość Gwiazdy Polarnej nad horyzontem się zmienia. Im bliżej jesteśmy równika, tym bliżej horyzontu znajduje się Gwiazda Polarna. Gdy będziemy na równiku, Gwiazda Polarna schowa się za horyzontem. Im bliżej jesteśmy bieguna północnego, tym bardziej jej położenie zbliża się do zenitu. Obserwacja położenia Gwiazdy Polarnej dowodzi kulistości Ziemi.

- Odszukaj Gwiazdę Polarną na niebie.
- Ustal kąt pomiędzy linią prowadzącą od twojego oka do Gwiazdy Polarnej a płaszczyzną poziomą.
- W ten sposób uzyskasz kąt położenia Gwiazdy Polarnej nad horyzontem.

Do wykonania ćwiczenia wykorzystaj dołączoną ilustrację.

Pamiętaj, że kiedy stanęlibyśmy idealnie na biegunie północnym, Gwiazda Polarna znalazłaby się dokładnie nad nami. To oznacza, że kąt, pod jakim znalazłaby się Gwiazda Polarna względem płaszczyzny poziomej, wynosiłby 90° .



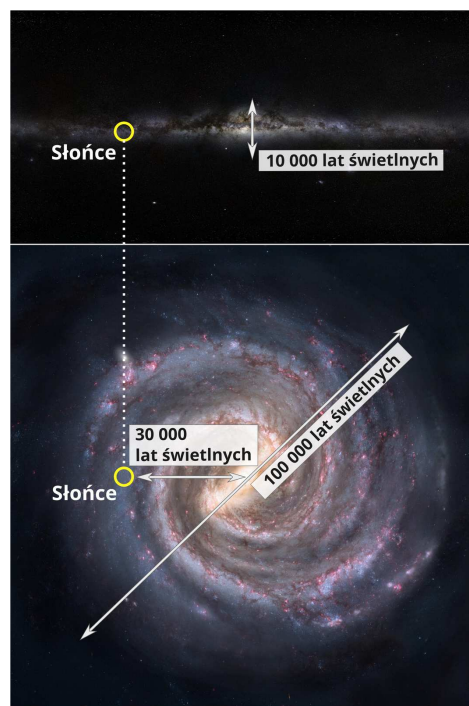
Gwiazda Polarna widziana jest z półkuli północnej Ziemi pod różnymi kątami w zależności od pozycji obserwatora, co świadczy o kulistości naszej planety

Polecenie 3

Zastanów się, czy Gwiazda Polarna byłaby widoczna z różnych miejsc pod różnym kątem, gdyby Ziemia była płaska. Czy byłaby widoczna na linii horyzontu z okolic równikowych? Czy mogłyby istnieć miejsca (takie jak cała półkula południowa), skąd Gwiazdy Polarnej w ogóle nie widać?

Ciekawostka

Położenie **Układu Słonecznego** w naszej **Galaktyce** – Drodze Mlecznej – nie jest centralne. Nasz układ planetarny leży na skraju jednego z ramion (Ramię Oriona) tej spiralnej galaktyki. Droga Mleczna ma ok. 100 tys. lat świetlnych średnicy. To znaczy, że promień światła biegnie z jednego do drugiego skraju tej galaktyki przez 100 tys. lat. Słońce oddalone jest od środka galaktyki o 28 tys. lat świetlnych. Przyjmując, że światło porusza się z prędkością ok. 300 tys. km/s, zaś rok trwa 365 dni, można określić orientacyjnie długość roku świetlnego, czyli odległość, jaką pokona światło w ciągu roku. Przy tych danych wynosi ona 9 460 800 000 000 km (ok. 9,5 biliona km). Astronomowie uwzględniają bardziej szczegółowe dane, stąd ich obliczenia długości roku świetlnego różnią się od podanej wartości.

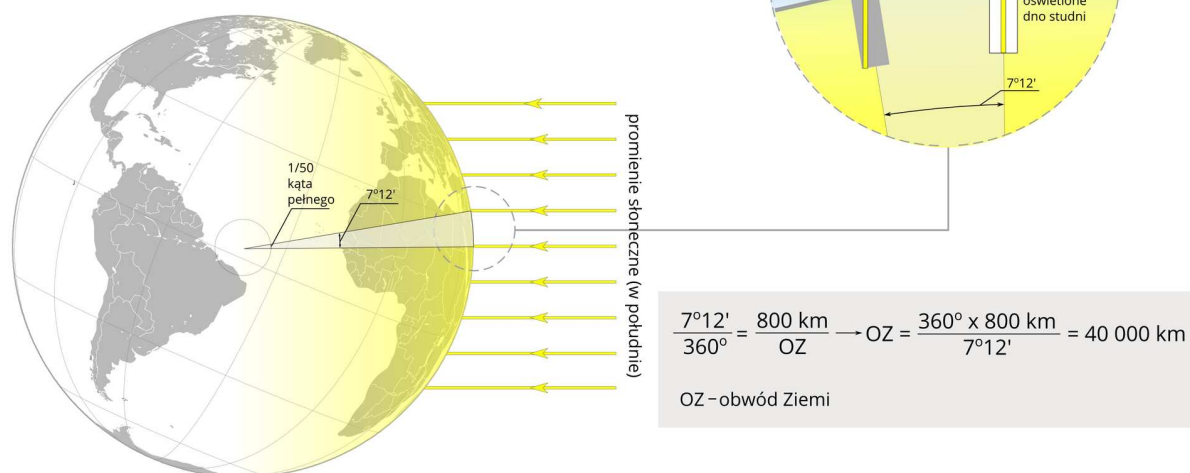


Położenie Układu Słonecznego w naszej Galaktyce nie jest centralne

2. Kształt i rozmiary kuli ziemskiej

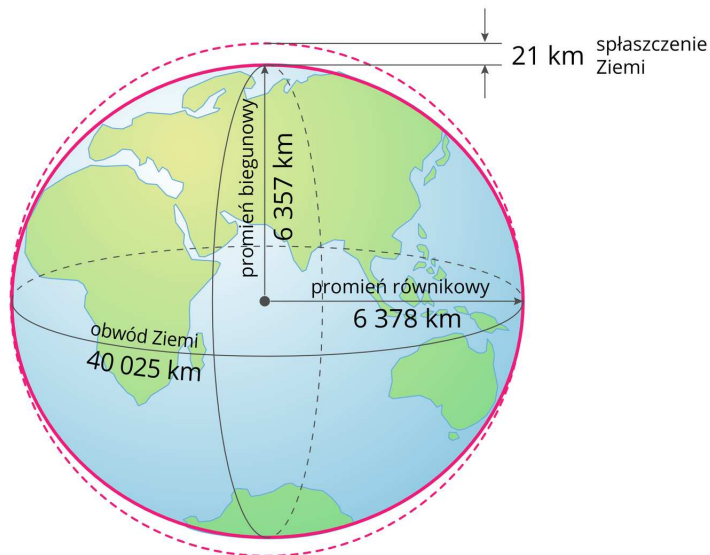
Po tysiącach lat postrzegania Ziemi jako obiektu płaskiego zwyciężył (na skutek różnych obserwacji, obliczeń i wnioskowania) pogląd, że nasza planeta jest kulą albo bryłą zbliżoną kształtem do kuli. Pierwszą udaną próbę określenia rozmiarów Ziemi przeprowadził [Eratostenes](#), mieszkający przez większość życia w Egipcie filozof, geograf, astronom i matematyk greckiego pochodzenia. Badacz ten porównał długość cieni rzucanych w południe w czasie letniego przesilenia w dwóch egipskich miastach, które – jak przypuszczał – leżały na tym samym południku: Syene (dzisiejszy Asuan leżący w południowej części kraju) i Aleksandrii (położonej na wybrzeżu Morza Śródziemnego). Kiedy w Asuanie promienie słoneczne oświetlały dno głębokiej studni (a więc były skierowane prostopadłe do powierzchni Ziemi), w Aleksandrii padały one pod kątem 7,2 stopnia (co stanowi $7,2/360$, czyli $1/50$ część kąta pełnego). Eratostenes zmierzył, że odległość pomiędzy tymi miastami wynosi ok. 800 km (w przeliczeniu na współczesne jednostki miar). Obwód Ziemi powinien być według niego 50 razy większy i liczyć ok. 40 tys. km. Jest to wynik szokująco bliski obecnym wynikom pomiaru obwodu Ziemi, według których obwód naszej planety wynosi **40 075,017 km**, a średni promień **6 371,0 km**.

Gdyby Ziemia była płaska, promienie słoneczne oświetlałyby pod takim samym kątem dno studni zarówno w Aleksandrii, jak i w Asuanie

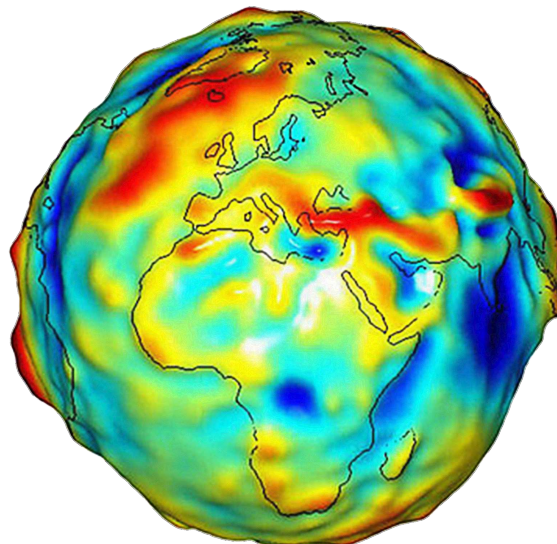


Sposób wyliczenia przez Eratostenesa obwodu Ziemi

Ziemia nie jest idealną kulą. Obrót Ziemi dookoła osi ziemskiej powoduje powstanie siły odśrodkowej, która najmocniej działa na równiku i sprawia, że promień od środka Ziemi do równika (ok. 6 378 km) jest większy niż promień od środka Ziemi do bieguna (ok. 6 357 km). Bryłę taką nazywa się [elipsoidą obrotową](#). Ze względu na lądy wznoszące się ponad powierzchnię oceanów kształt Ziemi nie jest dokładnie ani kulą, ani nawet elipsoidą obrotową. Jest to kształt typowy wyłącznie dla naszej planety, niemający odpowiednika w bryłach geometrycznych, więc nazwany został [geoidą](#).



Ziemia ma kształt zbliżony do elipsoidy obrotowej. Promień od środka Ziemi do równika jest o 21 km większy niż promień od środka Ziemi do bieguna



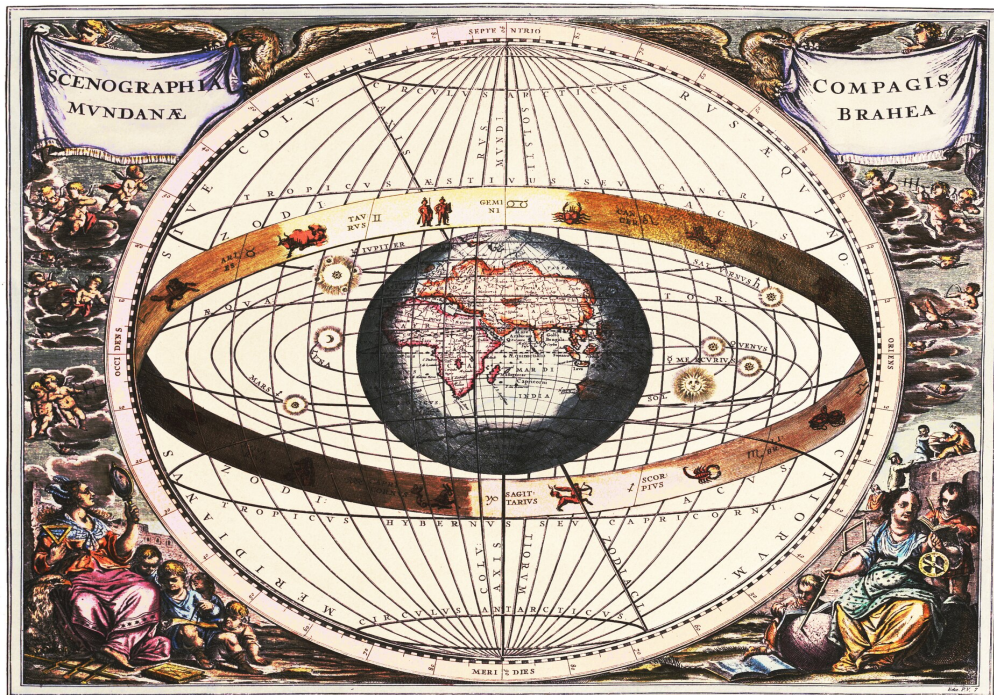
Geoida to bryła, która powstałaby na skutek przedłużenia powierzchni mórz i oceanów pod lądami. Jej powierzchnia jest w każdym punkcie prostopadła do pionu wyznaczonego przez siłę ciężkości. Geoida ma kształt najbardziej zbliżony do rzeczywistego kształtu Ziemi. Na rysunku zniekształcenia są powiększone w celu lepszego zobrazowania nieregularnej formy geoidy

3. Miejsce Ziemi we Wszechświecie i w Układzie Słonecznym

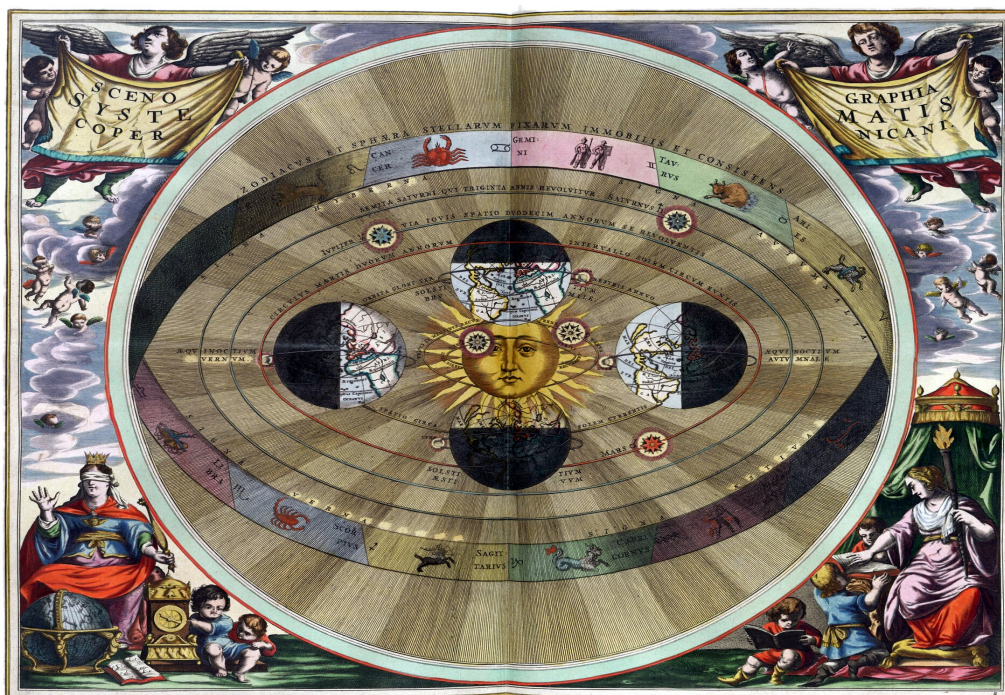
Przez tysiące lat ludzie uważali, że Ziemia jest środkiem Wszechświata, a Słońce, Księżyc i inne ciała niebieskie krążą wokół niej. Pogląd taki został naukowo opracowany w II wieku n.e. przez pochodzącego z Grecji matematyka, astronoma i geografę [Klaudiusza](#)

[Ptolemeusza](#) i zapisany w dokumentach, które przetrwały do dziś. Przez kilkanaście wieków [teoria geocentryczna](#) Ptolemeusza była traktowana jako jedyny prawdziwy obraz Wszechświata.

Dopiero badania, obserwacje, pomiary i obliczenia prowadzone w XVI wieku przez [Mikołaja Kopernika](#) (astronoma, matematyka, ekonomistę, prawnika, stratega wojskowego i lekarza), Polaka pochodzącego z Torunia, udowodniły, że Ziemia (wraz z innymi planetami i ich księżycami) obiega Słońce. Powszechnie akceptowana obecnie koncepcja Mikołaja Kopernika, zmodyfikowana przez późniejszych uczonych, znana jest jako teoria [heliocentryczna](#). Uświadomiła ona ludzkości, że Ziemia nie jest jakimś szczególnym, centralnym miejscem, ale zaledwie drobną częścią ogromnego Kosmosu.



Teoria geocentryczna przedstawiona na ilustracji pochodzącej z XVII wieku autorstwa holendersko-niemieckiego kartografa i geografa Andreasa Cellariususa



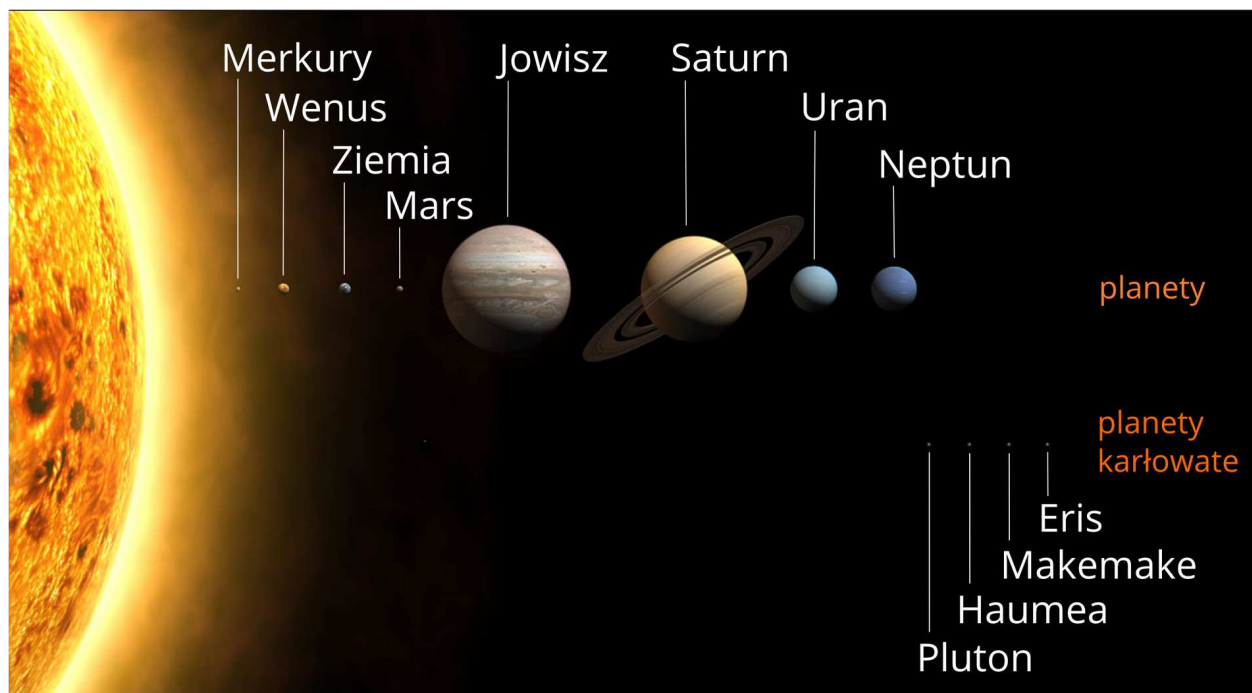
Teoria heliocentryczna zobrazowana przez Andreasa Cellariusa

Ciekawostka

Mikołaj Kopernik w 1543 roku wydał swoje największe dzieło pod tytułem ***O obrotach sfer niebieskich*** (łac. *De revolutionibus orbium coelestium*) i niestety w tym samym roku zmarł. Teoria heliocentryczna była tak bardzo rewolucyjna, że w 1616 roku dzieło to zostało umieszczone przez Kościół katolicki na liście ksiąg zakazanych. Znajdowało się na niej aż do początku XIX wieku, chociaż papież Benedykt XIV zezwolił na publikację innych dzieł traktujących o teorii heliocentrycznej w połowie XVIII wieku.

Ciekawostka

W czasach starożytnych (a także w średniowieczu – w czasach Kopernika) znano tylko 5 planet pozaziemskich. Były to widoczne gołym okiem: Merkury, Wenus, Mars, Jowisz i Saturn. Pozostałe dwie planety naszego Układu Słonecznego, czyli Uran i Neptun, odkryto dopiero po udoskonaleniu przyrządów obserwacyjnych.



Źródło: Farry (<http://commons.wikimedia.org/>), Cmglee (<http://commons.wikimedia.org/>), Krzysztof Jaworski, public domain.

Ciekawostka

Ze względu na olbrzymie odległości trudno jest zaobserwować planety wokół bardzo oddalonych gwiazd. W latach 90. XX wieku polski astronom [Aleksander Wolszczan](#) wraz ze współpracownikami udowodnił istnienie trzech planet wokół gwiazdy PSR 1257+12. Do 2013 roku odkryto już ponad 1000 planet i ciągle odkrywane są następne.



Do 2013 roku odkryto ponad 1000 planet pozasłonecznych (tzw. egzoplanet)

Podsumowanie

- Ziemia ma kształt zbliżony do kuli nieznacznie spłaszczonej na biegunach. Bryła taka nazywana jest elipsoidą obrotową.
- Najbliższa kształtowi Ziemi jest nieregularna bryła zwana geoidą.
- Obwód równika ziemskiego ma niemal dokładnie 40 tys. km, a promień średnio 6 371 km.
- Naturalnym satelitą Ziemi jest krążący wokół niej Księżyc.
- Ziemia (wraz z Księżycem) krąży dookoła Słońca podobnie jak inne planety naszego Układu Słonecznego.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Przeanalizuj różne źródła wiedzy i w krótkim wypracowaniu spróbuj odpowiedzieć na poniższe pytania:

1. Skoro we Wszechświecie jest tak wiele galaktyk, a w nich tak wiele gwiazd, a wokół wielu gwiazd z pewnością jest po kilka planet, to ile planet może być we Wszechświecie?
2. Większość planet nie daje wystarczających warunków dla przetrwania znanych nam form życia. Zastanów się jednak, czy jest możliwe, żeby gdzieś w Kosmosie istniała jedna (lub więcej) planet o warunkach zbliżonych do tych, jakie panują na Ziemi.

Zobacz także

Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:

- [galaktyka](#)
- [Układ Słoneczny](#)
- [Gwiazda Polarna](#)
- [elipsoidalna obrotowa](#)
- [Kopernik, Mikołaj](#)
- [teoria geocentryczna](#)
- [teoria heliocentryczna](#)

Słowniczek

elipsoida obrotowa

bryła powstająca przez obrót elipsy wokół jednej z jej osi; elipsoida Ziemi powstaje w wyniku obrotu elipsy wokół krótszej osi, jaką jest oś ziemską



Źródło: Nordisk familjebok (<http://commons.wikimedia.org>), public domain.

Eratosthenes (gr. Eratosthenes)

-276--194

Grecki matematyk, astronom, filozof, geograf i poeta. Pierwszy obliczył obwód Ziemi. W trzytomowym dziele *Geōgraphiká* opisał podstawy geografii matematycznej i geografii fizycznej. Opracował sposób wyznaczania liczb pierwszych z zadanego przedziału (tzw. sito Eratostenesa). Od ok. 246 roku p.n.e. do ok. 197 roku p.n.e. zarządzał największą biblioteką świata starożytnego – Biblioteką Aleksandryjską.

galaktyka

układ setek miliardów gwiazd, okrążających je planet, księżyców, planetoid, komet, pyłu i niedostatecznie jeszcze poznanych innych obiektów kosmicznych; Ziemia znajduje się w galaktyce zwanej w wielu językach, także po polsku, Drogą Mleczną lub (rzadziej) Mlecznym Kręgiem (gr. *galaxías kýklos*, ang. *Milky Way*, łac. *via lactea*); określa się ją też po prostu Galaktyką; tylko w tym przypadku słowo galaktyka musi być pisane wielką literą, ponieważ jest nazwą własną

geoida

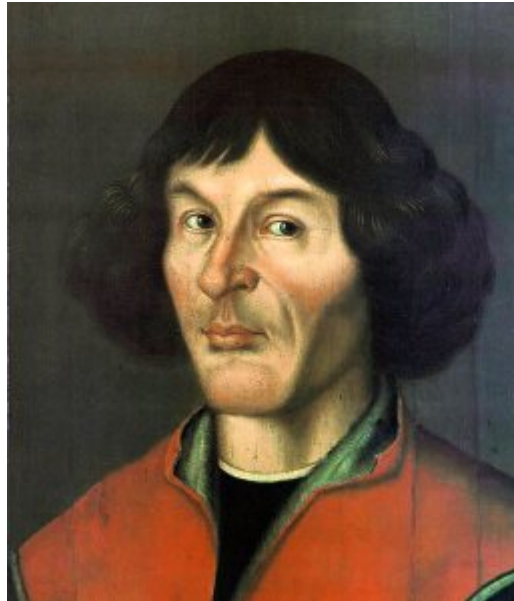
bryła obrazująca kształt Ziemi, niemająca odpowiednika w bryłach geometrycznych; jej powierzchnia w każdym miejscu jest prostopadła do kierunku działania siły ciężkości; kształt geoidy jest zbliżony do rzeczywistego kształtu Ziemi

Gwiazda Polarna

gwiazda, która znajduje się najbliżej północnego bieguna niebieskiego, czyli miejsca, gdzie oś obrotu Ziemi „przebija” sferę niebieską; obecnie Gwiazda Polarna jest

najjaśniejszą gwiazdą gwiazdozbioru Małej Niedźwiedzicy; prawie nie zmienia swego położenia w ciągu nocy, dzięki temu od wieków była wykorzystywana do precyzyjnego określania kierunków świata na półkuli północnej

Biogram Mikołaj Kopernik (łac. Nicolaus Copernicus) nie istnieje



Źródło: nn. (<http://commons.wikimedia.org>), public domain.

Polski astronom, twórca **teorii heliocentrycznej** zakładającej, że to Ziemia wraz z planetami obiega Słońce, a nie odwrotnie. Rewolucyjne dzieło Mikołaja Kopernika *De revolutionibus orbium coelestium* (*O obrotach sfer niebieskich*), dedykowane papieżowi Pawłowi III, ukazało się drukiem tuż przed śmiercią autora w 1543 roku.

[Utwórz biogram](#)



Źródło: Library of Congress, (<http://commons.wikimedia.org>), public domain.

Ferdinand Magellan

1480–27.04.1521

Portugalski żeglarz, który będąc na służbie u hiszpańskiego króla Karola I, wypłynął na czele floty pięciu okrętów w podróż morską. Kierował się na zachód Oceanu Atlantyckiego z nadzieją opłynięcia Ameryki i dotarcia do południowo-wschodniej Azji, określanej jako Wyspy Korzenne (Moluki). Plan powiódł się, mimo że sam Magellan zginął w walce z ówczesnymi mieszkańcami Filipin. Jeden z okrętów dotarł do Hiszpanii po ponad trzech latach podróży. Wyprawa dowiodła kulistości Ziemi.

Biogram Klaudiusz Ptolemeusz (gr. Klaúdios Ptolemaíos, łac. Claudius Ptolemaeus) nie istnieje



Źródło: nn. (<http://commons.wikimedia.org>), public domain.

Astronom, matematyk i geograf pochodzenia greckiego. Twórca geocentrycznej teorii budowy Wszechświata. W dziele *Almagest* opisał całą ówczesną wiedzę astronomiczną, a w *Geōgraphikē hyphêgēsis* zawarł matematyczne zasady konstruowania map, spis nazw geograficznych i mapę świata.

[Utwórz biogram](#)

teoria geocentryczna

teoria budowy Wszechświata zakładająca, że nieruchoma Ziemia znajduje się w centrum układu, a wokół niej krążą inne ciała niebieskie, takie jak Słońce, pozostałe planety, Księżyc i gwiazdy

teoria heliocentryczna

teoria budowy Wszechświata zakładająca, że centrum naszej części kosmosu, czyli [Układu Słonecznego](#), jest Słońce, a planety (w tym także Ziemia) okrążają je po eliptycznych orbitach

Układ Słoneczny

układ składający się ze Słońca i okrążających go ośmiu planet, przynajmniej kilku planet karłowatych, tysięcy planetoid, komet oraz pyłu i okruchów skalnych krążących w przestrzeni międzyplanetarnej



Źródło: Jacek 767 (<http://commons.wikimedia.org>), public domain.

Aleksander Wolszczan

ur. 29.04.1946

Astronom, astrofizyk, wykładowca akademicki, profesor *University of Pennsylvania* (Filadelfia, Stany Zjednoczone), związany także z Uniwersytetem Mikołaja Kopernika w Toruniu, członek PAN, odkrywca pierwszego pozasłonecznego układu planetarnego. W 1990 roku odkrył gwiazdę PSR B1257+12, a w latach 1992–94 udowodnił, że istnieje wokół niej układ planetarny.

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Obserwacja widnokręgu na powierzchni kuli pozwala stwierdzić, że wraz ze wzrostem wysokości nad poziom terenu miejsca, w którym znajduje się obserwator, linia widnokręgu się. Obserwując zbliżający się do żaglowiec, najpierw widzimy czubek jego masztu, potem żagle, a dopiero później kadłub. Obserwacje położenia Gwiazdy nad linią horyzontu w czasie naszego przemieszczania się na północ lub na południe pozwalają sądzić, że Ziemia ma kształt przypominający kulę. Podróże świata dowiodły, że Ziemia jest kulą albo bryłą bardzo zbliżoną do kuli.

do wnętrza

Gwiazdy Polarnej

przybliża

na biegun południowy

oddala

dookoła

na biegun północny

Porannej

na koniec

Polarnej

Spadającej

lasu

portu

bieguna

na krańce

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Jaki kształt według geografów ma Ziemia?

☐ Ziemia ma kształt zbliżony do walca.

☐ Ziemia ma kształt zbliżony do strusiego jaja.

☐ Ziemia ma kształt geoidy.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Jeżeli Ziemia jest w przybliżeniu kulą, to poruszając się ciągle na zachód dotarlibyśmy do...

☐ bieguna południowego.

☐ bieguna północnego.

☐ miejsca rozpoczęcia podróży.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Pomiary obwodu Ziemi na podstawie obserwacji kąta padania promieni słonecznych przeprowadził w Asuanie i Aleksandrii

☐ Archimedes.

☐ Mikołaj Kopernik.

☐ Eratostenes.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Zaznacz prawidłowe wymiary obwodu Ziemi i promienia Ziemi.

☐ Obwód Ziemi to około 4500 km.

☐ Promień Ziemi ma około 6371 km.

☐ Obwód Ziemi to około 40000 km.

☐ Promień Ziemi ma około 3671 km.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Współcześnie uznawaną teorią opisującą układ planetarny, w którym znajduje się Ziemia jest

☐ teoria lunocentryczna.

☐ teoria geocentryczna.

☐ teoria heliocentryczna.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Wskaż dwa ciała niebieskie, które są planetami i krążą dookoła Słońca.

☐ Ziemia

☐ Mars

☐ Księżyc

☐ Andromeda

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Teoria heliocentryczna zakłada, że w centrum Układu Słonecznego znajduje się...

☐ Wenus.

☐ Mars.

☐ Księżyc.

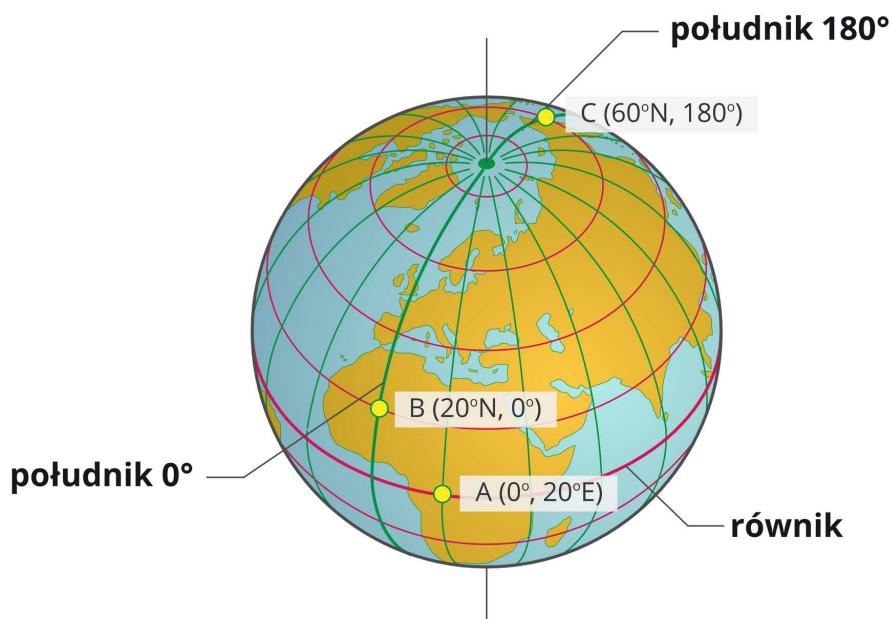
☐ Słońce.

☐ Ziemia.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Współrzędne geograficzne

Na powierzchni kuli, którą w przybliżeniu jest Ziemia, brakuje punktów odniesienia. Bez wprowadzenia dodatkowych oznaczeń nie można określić położenia jakiegokolwiek miejsca na jej powierzchni. By temu zaradzić, trzeba posłużyć się układem współrzędnych geograficznych. Podczas tej lekcji dowiesz się, jak to zrobić.



Źródło: Andrzej Bogusz, Roman Nowacki, licencja: CC BY 3.0.

Już wiesz

- że Ziemia nie jest idealną kulą, ma kształt geoidy – bryły niemającej swego odpowiednika w geometrii;
- że ruch obrotowy Ziemi odbywa się wokół osi ziemskiej;
- że płaszczyzna równikowa jest nachylona pod kątem $23^{\circ}27'$ w stosunku do płaszczyzny, po której Ziemia obiega Słońce.

Nauczysz się

- omawiać, jak skonstruowana jest siatka geograficzna składająca się z linii opisujących położenie dowolnego miejsca na Ziemi;
- definiować, czym jest szerokość i długość geograficzna;
- wyjaśniać, w jaki sposób określa się szerokość geograficzną i długość geograficzną dowolnego punktu na powierzchni Ziemi;
- obliczać rozciągłość południkową i rozciągłość równoleżnikową dowolnego obszaru na Ziemi;

- objaśniać, co to jest zwrotnik i koło podbiegunowe.

1. Co to są południki i równoleżniki i jakie cechy posiadają?

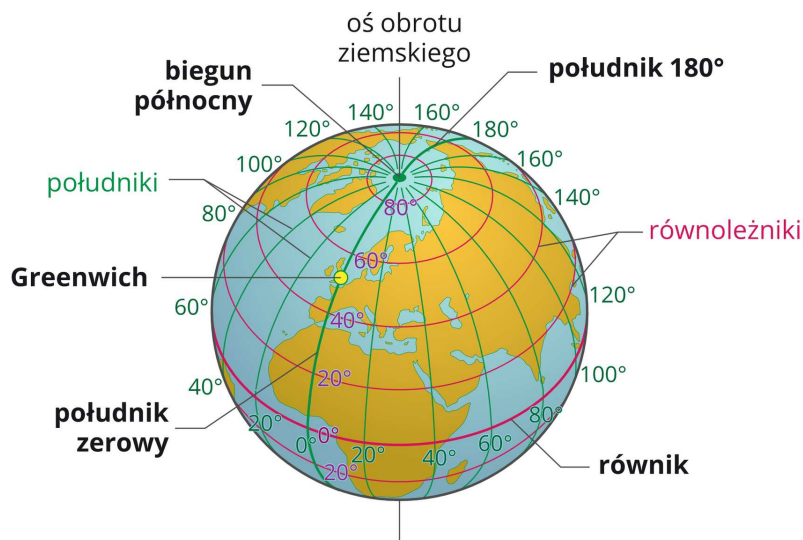
Ziemia obraca się wokół własnej osi z zachodu na wschód. Oś obrotu przecina powierzchnię naszej planety w miejscach nazywanych **biegunami geograficznymi** –

północnym i południowym. Stały się one punktami odniesienia, które pozwoliły zbudować sieć współrzędnych umożliwiających lokalizację dowolnego obiektu na kuli ziemskiej.

Umowne linie na powierzchni Ziemi łączące najkrótszą drogą bieguny północny i południowy nazwano **południkami**. Wszystkie południki mają tę samą długość. Ze względów praktycznych konieczne było wyznaczenie południka odniesienia (zerowego). Dzięki temu każdy z południków mógł zostać opisany stopniami kąta dwuściennego, zawartego między jego płaszczyzną a płaszczyzną południka odniesienia. W 1884 roku za początkowy (zerowy) południk przyjęto ten, który przebiega przez Królewskie Obserwatorium Astronomiczne w Greenwich (obecnie w granicach Londynu).

Rysując na powierzchni Ziemi umowne linie prostopadłe do południków, wyznaczono **równoleżniki**, które mają kształt okręgów i wszystkie są równoległe do siebie. Im bliżej biegunów, tym okręgi te są mniejsze. W równej odległości od obu biegunów znajduje się najdłuższy równoleżnik, któremu nadano nazwę **równik**, i to w stosunku do niego zaczęto określać położenie pozostałych równoleżników. Każdy z równoleżników opisany jest stopniami kąta zawartego między płaszczyzną równika a promieniem ziemskim przechodzącym przez dany równoleżnik. Układ południków i równoleżników wraz z biegunami tworzy na kuli ziemskiej lub jej modelu – globusie, tzw. **siatkę geograficzną**.

Siatka geograficzna



Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY 3.0.

Zapamiętaj!

Cechy południków:

- mają kształt półokręgów;
- zbiegają się w biegunach;
- mają jednakową długość (ok. 20 tys. km);
- południk można przeprowadzić przez każdy punkt na Ziemi, dlatego jest ich nieskończenie wiele;
- wskazują kierunki: północ i południe;
- umownie wyznaczone południki 0° i 180° dzielą Ziemię na półkulę wschodnią i zachodnią.

Cechy równoleżników:

- mają kształt okręgów;
- im bliżej biegunów, tym ich obwód jest mniejszy;
- najdłuższym równoleżnikiem jest równik (ok. 40 tys. km), który dzieli Ziemię na półkulę północną i południową;
- równoleżnik można przeprowadzić przez każdy punkt na Ziemi, dlatego jest ich nieskończenie wiele;
- przecinają się z południkami pod kątem prostym i wskazują kierunki: wschód i zachód.

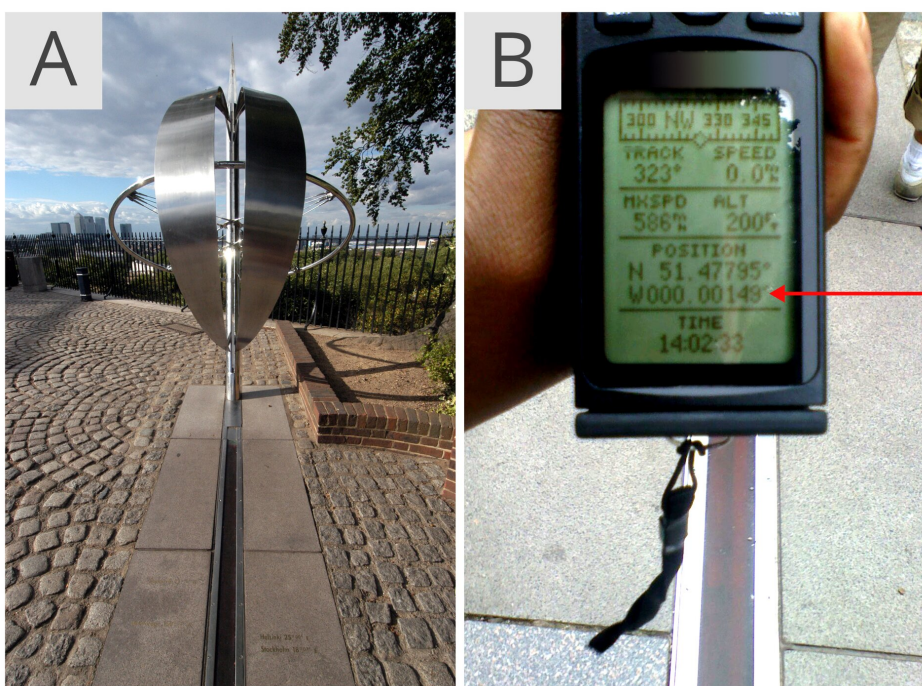
Polecenie 1

Znając wymiary Ziemi, można obliczyć, jaką długość (w przybliżeniu) ma odcinek odpowiadający jednemu stopniowi kątowemu na równiku i dowolnym południku.

- Oblicz, jaką odległość trzeba pokonać wzdłuż równika, żeby zmienić swoje położenie o 1° .
- Określ, jaką odległość należy pokonać wzdłuż południka, który jest o połowę krótszy od równika, aby zmienić swoje położenie o 1° .

Ciekawostka

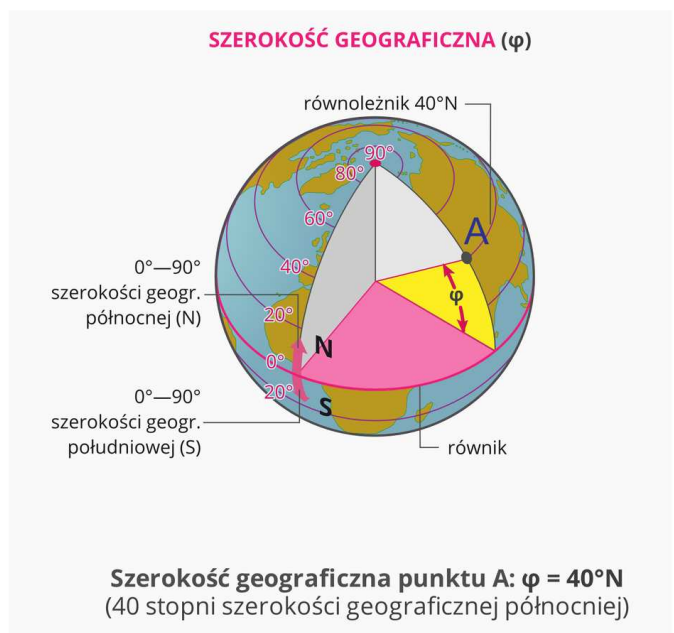
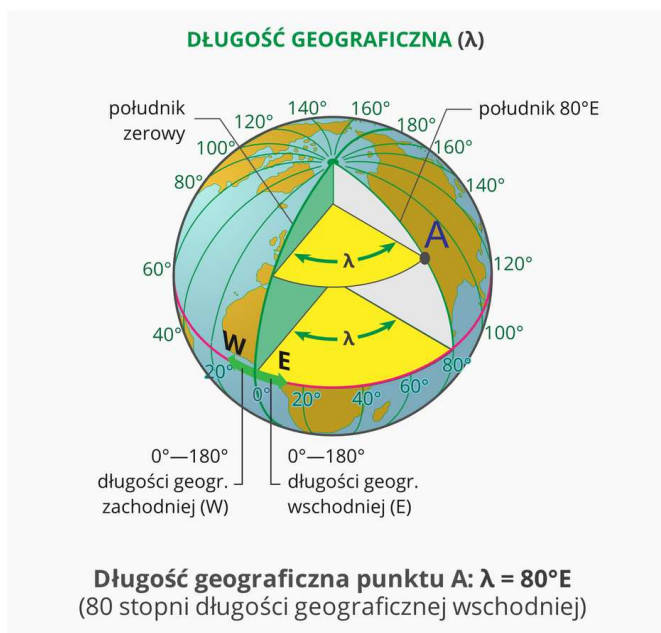
W 1984 roku dokonano nieznacznej korekty położenia południka zerowego (a co za tym idzie, także wszystkich pozostałych) i obecnie przebiega on 102 m dalej na wschód od swojego poprzednika. Na szczęście nadal przechodzi przez Greenwich, więc nie było powodu zmieniać jego nazwy zwyczajowej.



Atrakcją turystyczną londyńskiej dzielnicy Greenwich jest symboliczny pomnik południka zerowego (A). Odbiornik GPS ustawiony na historycznym południku zerowym nie wskazuje dokładnie 0° , gdyż obecnie południk zerowy przebiega 102 m dalej na wschód (B)

2. Współrzędne geograficzne, czyli jak wyznaczyć długość i szerokość geograficzną

Dla określenia położenia każdego punktu na Ziemi potrzebne są dwie informacje – długość i szerokość geograficzna. **Długość geograficzną** wyznacza **kąt dwuścienny** pomiędzy płaszczyzną południka zerowego (0°) a płaszczyzną południka przechodzącego przez określony punkt na powierzchni Ziemi. **Szerokość geograficzna** to kąt między linią łączącą ten punkt ze środkiem Ziemi (czyli promieniem ziemskim) a płaszczyzną równika. Obie wielkości określają położenie punktu na powierzchni kuli ziemskiej i nazywane są **współrzednymi geograficznymi**. Miarą, w jakiej podaje się długość i szerokość geograficzną, są **stopnie**. Jeden stopień (1°) dzieli się na **sześćdziesiąt minut** ($60'$), a jedna minuta ($1'$) na **sześćdziesiąt sekund** ($60''$).



Sposób wyznaczania długości i szerokości geograficznej danego punktu na kuli ziemskiej

Zapamiętaj!

$$1^\circ = 60'$$

$$1' = 60''$$

Długość geograficzną liczy się, począwszy od południka zerowego (0°) Greenwich w kierunku wschodnim aż do południka 180° lub w kierunku zachodnim także do tego samego południka 180° . Kiedy mierzymy długość na wschód od Greenwich, zaznaczamy, że jest to długość geograficzna wschodnia (w skrócie E). Jeśli natomiast określamy ją na zachód od południka zerowego, zaznaczamy, że jest to długość geograficzna zachodnia (w skrócie W).

Szerokość geograficzną liczymy od równika, któremu przypisano wartość 0° . Jeśli liczymy ją na północ, to wówczas zaznaczamy, że jest to szerokość geograficzna północna (w skrócie N). Odmierzamy ją aż do bieguna północnego, który ma szerokość geograficzną równą 90°N . Jeśli szerokość geograficzną odmierzamy w przeciwnym kierunku, aż do bieguna południowego – wówczas zaznaczamy, że jest to szerokość geograficzna

południowa (w skrócie S). Biegunowi południowemu przypisano szerokość geograficzną równą 90°S .

Zapamiętaj!

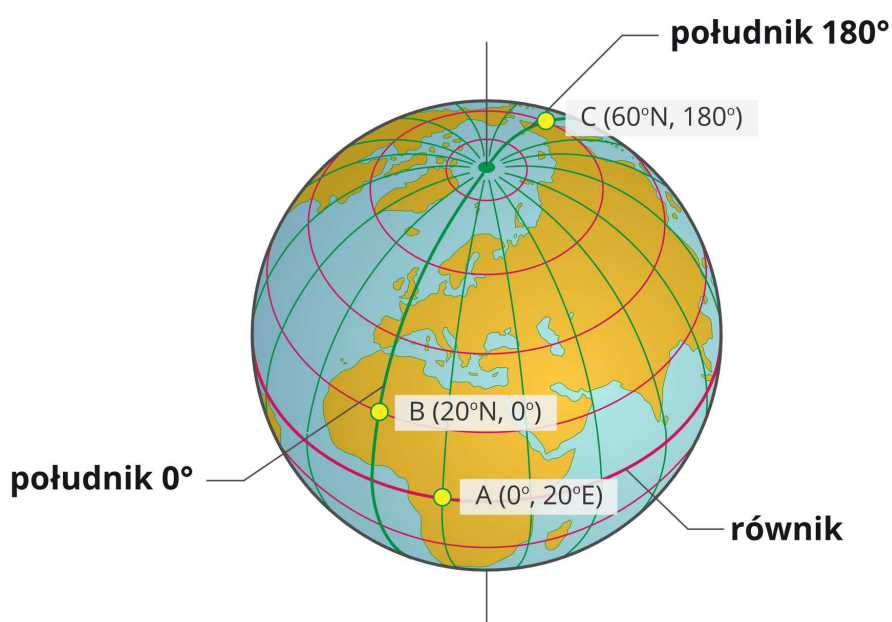
Długość geograficzna:

- wschodnia E,
- zachodnia W.

Szerokość geograficzna:

- północna N,
- południowa S.

Wszystkie punkty leżące na jednym południku mają tę samą długość geograficzną. Wszystkie punkty leżące na jednym równoleźniku mają tę samą szerokość geograficzną. Opisuąc długości geograficzne punktów leżących na południkach 0° oraz 180° , nie stosujemy oznaczenia kierunku i opisów w postaci liter E czy W. Opisuąc szerokości geograficzne punktów leżących na równiku, nie stosujemy oznaczenia kierunku i nie opisujemy literami N czy S.



Wyznaczamy współrzędne geograficzne – ćwiczenia

Informacja o położeniu geograficznym (współrzędnych geograficznych) pozwala jednoznacznie określić, w jakim miejscu kuli ziemskiej znajduje się opisywany obiekt.

Ćwiczenie 1

Znajdujesz się w punkcie o współrzędnych 50°N , 20°E .

Określ swoje nowe współrzędne, gdy przesuniesz się o 20° na północ.

Ćwiczenie 2

Znajdujesz się w punkcie o współrzędnych 50°N , 20°E .

Określ nowe współrzędne, gdy od początkowego punktu przesuniesz się o 10° na południe i 20° na wschód.

Ćwiczenie 3

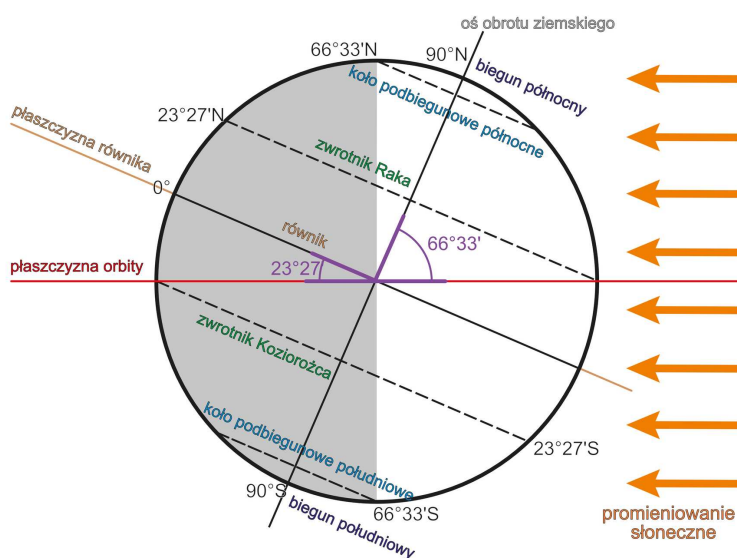
Znajdujesz się w punkcie o współrzędnych 50°N , 20°E . Określ nowe współrzędne geograficzne, gdy od początkowego punktu przesuniesz się o 60° na południe i 60° na zachód.

3. Jakie znaczenie mają zwrotniki i koła podbiegunowe?

Umiejętność określania długości geograficznej jest niezbędna do zlokalizowania wybranego obiektu na powierzchni kuli ziemskiej oraz do obliczania czasu słonecznego. Do opisu lokalizacji na kuli ziemskiej konieczne jest również określenie szerokości geograficznej, od której zależy m.in. strefowa zmienność struktury środowiska na Ziemi – układ stref klimatycznych, glebowych, roślinnych i krajobrazowych.

Oś ziemską jest nachylona pod kątem $66^{\circ}33'$ w stosunku do płaszczyzny orbity Ziemi. W rezultacie w różnych porach roku można obserwować w południe Słońce w zenicie nie tylko na równiku, ale także w strefie między [zwrotnikiem Raka](#) ($23^{\circ}27'\text{N}$) a [zwrotnikiem Koziorożca](#) ($23^{\circ}27'\text{S}$).

W okolicach podbiegunowych znajdują się dwa niezwykle równoleżniki: **koło podbiegunowe północne** i **koło podbiegunowe południowe**. Ich szerokość geograficzna wynosi ok. $66^{\circ}33'$ (odpowiednio N i S). W zależności od pory roku w szerokościach geograficznych wyższych niż szerokości kół podbiegunowych występują zjawiska tzw. dnia i nocy polarnej. Kiedy promienie słoneczne padają prostopadle na zwrotnik Raka (ok. 22 czerwca), wówczas poza kołem podbiegunowym północnym jest dzień polarny (Słońce nie schodzi poniżej linii horyzontu), a poza kołem podbiegunowym południowym noc polarna (Słońce nie wschodzi nad horyzont). Z sytuacją odwrotną mamy do czynienia, gdy promienie słoneczne padają prostopadle na zwrotnik Koziorożca (ok. 22 grudnia).



Koła podbiegunowe i zwrotniki to specyficzne równoleżniki. Ich szerokości geograficzne są ściśle związane z kątami nachylenia osi Ziemi i płaszczyzny równika do płaszczyzny, po której Ziemia obiega Słońce

Ćwiczenie 4

Zastanów się, pod jakim kątem widać Słońce w południe na obydwu zwrotnikach, jeżeli w tej samej chwili promienie słoneczne padają na równik pod kątem prostym (90°). Sytuacja taka występuje dwukrotnie w ciągu roku: ok. 21 marca i ok. 23 września.

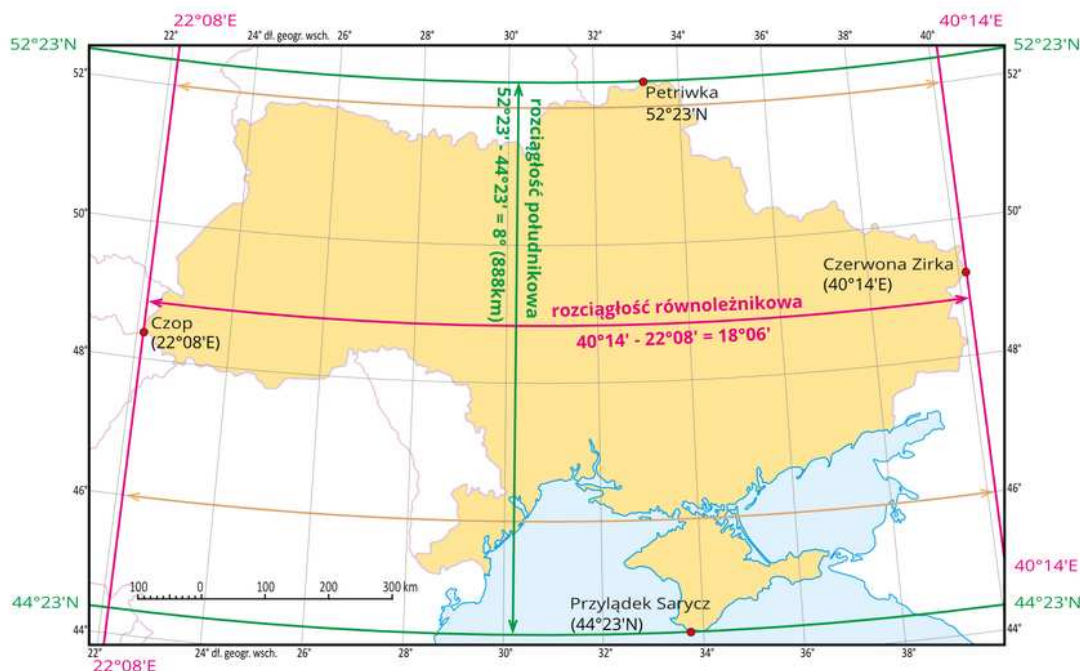
Ćwiczenie 5

W południe 22 czerwca promienie słoneczne padają pionowo na zwrotnik Raka. Pod jakim kątem Słońce widoczne jest w tym samym momencie na równiku?

4. Rozciągłość południkowa i równoleżnikowa

Obiekty fizyczne na kuli ziemskiej mają określone położenie w przestrzeni, a także określone rozmiary i powierzchnię. Ich przestrzenna rozciągłość ma istotne znaczenie dla zróżnicowania środowiska przyrodniczego i geograficznego. Państwa o dużej rozciągłości południkowej i równoleżnikowej, a jednocześnie dużej powierzchni – np. Rosja i Stany Zjednoczone – mają na ogół silnie zróżnicowane środowisko przyrodnicze, bowiem w ich granicach mieści się kilka stref klimatyczno-krajobrazowych. Przez ich obszar przebiega też kilka stref czasowych.

Geografowie wprowadzili specyficzne pojęcia rozciągłości pozwalające opisać położenie każdego obszaru na kuli ziemskiej. Pojęcie **rozciągłości południkowej** oznacza różnicę szerokości geograficznej między najdalej wysuniętymi na północ i południe punktami obszaru. Analogicznie pojęcie **rozciągłości równoleżnikowej** oznacza różnicę długości geograficznej między najdalej na wschód i na zachód wysuniętymi punktami obszaru. Rozciągłość południkową dosyć łatwo przeliczyć ze stopni na kilometry. Jeden stopień łuku południka ma długość ok. 111 km. Trudniej jest przeliczać rozciągłość równoleżnikową, ponieważ łuk mający tyle samo stopni, ale leżący na różnych szerokościach geograficznych (różnych równoleżnikach), ma inną długość.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Jak obliczyć rozciągłość południkową i równoleżnikową Ukrainy?

Animacja oparta jest na ilustracji mapy Ukrainy. Mapa pokryta jest siatką linii. Pionowe to południki, poziome – równoleżniki. Na mapie znajdują się cztery czerwone punkty.

Wskazują one miejsca najdalej wysunięte na północ, południe, wschód i zachód. 00.06 – 00.15 Górna część mapy. Punkt najdalej wysunięty na północ to Petriwka. Od lewej strony ekranu rozciąga się zielona linia – równoleżnik – przechodząca przez Petriwkę. 00.16 – 00.40 Dolna część mapy. Na południu to Przylądek Sarycz. Od lewej strony ekranu rozciąga się zielona linia – równoleżnik – przechodząca przez Sarycz. 00.41 – 01.02 Zielona linia zakończona grotami łączy te dwa równoleżniki. Ponad linią napis: rozciągłość południkowa. 01.11 – 01.14 Pusta mapa. Prawa strona mapy. Punkt najdalej wysunięty na wschód. Wieś Czerwona Zirka. Czerwona linia południka rozciąga się z góry do dołu i przechodzi przez punkt. 01.19 – 01.21 Lewa strona mapy. Najdalej na zachodzie znajduje się miasto Czop. Czerwona linia południka rozciąga się z góry do dołu i przechodzi przez miasto. 01.40 Południki przechodzące przez Miasto Czop i wieś Zirka łączy pozioma linia zakończona grotami. Przestrzeń między południkiem na wschodzie i zachodzie to rozciągłość równoleżnikowa. 02.12 Równolegle do równika pojawiają się ponownie dwa równoleżniki. Jeden na północy Ukrainy, drugi – na południu.

Ćwiczenie 6

Oblicz rozciągłość równoleżnikową Chin. Wynik podaj w stopniach i minutach kątowych. Pamiętaj, że 1° to 60'.

Skrajne przylądki Chin mają w przybliżeniu następujące długości geograficzne: zachodni kraniec ma długość geograficzną $73^\circ 50'E$, a wschodni $135^\circ 10'E$.

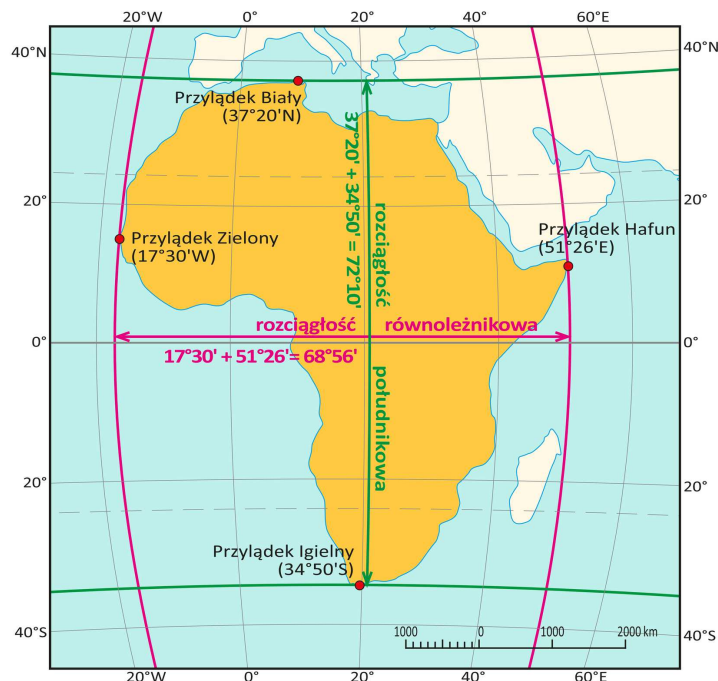
Ćwiczenie 7

Oblicz rozciągłość południkową Chile. Wynik podaj w stopniach i minutach kątowych, a następnie przelicz na kilometry.

Skrajne przylądki Chile mają w przybliżeniu następujące szerokości geograficzne: północny kraniec ma szerokość geograficzną $17^\circ 30'S$, a południowy $56^\circ 32'S$.

Niektóre państwa leżą na dwóch półkulach i wtedy ich rozciągłość trzeba liczyć, dodając do siebie długość lub szerokość geograficzną z każdej półkuli. Po obu stronach południka 0° leży między innymi Francja, a po obu stronach południka 180° – Rosja. Po północnej i południowej stronie równika leży Brazylia.

Można określać rozciągłość nie tylko państw, ale dowolnych obszarów, np. całych kontynentów. Specyficznym przypadkiem jest Afryka, która leży na półkuli północnej i południowej oraz wschodniej i zachodniej.



Źródło: Andrzej Bogusz, Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Oblicz rozciągłość równoleżnikową stanu Alaska, którego skrajne punkty leżą na 130°W i 173°E . Wynik podaj w stopniach kątowych.

Ćwiczenie 9

Oblicz rozciągłość południkową Ekwadoru, którego skrajne punkty leżą na $1^{\circ}26'\text{N}$ i $5^{\circ}01'\text{S}$. Wynik podaj w stopniach i minutach kątowych, a następnie przelicz na kilometry.

Podsumowanie

- Siatka południków i równoleżników umożliwia precyzyjne określenie położenia każdego punktu na powierzchni Ziemi.
- Długość geograficzną określamy w stosunku do południka Greenwich, który został wybrany jako południk zerowy (0°) z nieskończonej liczby identycznych południków.
- Szerokość geograficzną określamy w stosunku do równika, który jest najdłuższym równoleżnikiem.
- Rozciągłość południkową danego obszaru określają skrajne równoleżniki, pomiędzy którymi ten obszar się znajduje. Rozciągłość równoleżnikową natomiast określają skrajne

południki ograniczające dany teren.

Praca domowa

Polecenie 2.1

Zastanów się i odpowiedz na pytania.

1. W stosunku do której płaszczyzny określa się szerokość geograficzną: zwrotnika Raka, zwrotnika Koziorożca czy równika?
2. Jakie oznaczenia kierunku należy stosować, określając szerokości geograficzne na półkuli południowej, a jakie na półkuli północnej?
3. Jakie oznaczenia kierunku trzeba stosować, gdy określamy szerokość geograficzną równika?
4. Jakie oznaczenia kierunku należy stosować, określając długości geograficzne na półkuli zachodniej, a jakie na półkuli wschodniej?
5. Jakie oznaczenia kierunku należy stosować, określając długości geograficzne na południku 0° i na południku 180° ?

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [długość geograficzna](#)
 - [koło podbiegunowe południowe](#)
 - [koło podbiegunowe północne](#)
 - [południk](#)
 - [rozciągłość południkowa](#)
 - [rozciągłość równoleżnikowa](#)
 - [równik](#)
 - [równoleżnik](#)
 - [szerokość geograficzna](#)
 - [współrzędne geograficzne](#)
 - [zwrotnik Koziorożca](#)
 - [zwrotnik Raka](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Miejsce Ziemi we Wszechświecie. Kształt i wymiary Ziemi](#)

- Współrzędne geograficzne – ćwiczenia
- Mapa – po co ją tworzymy i do czego wykorzystujemy skalę?

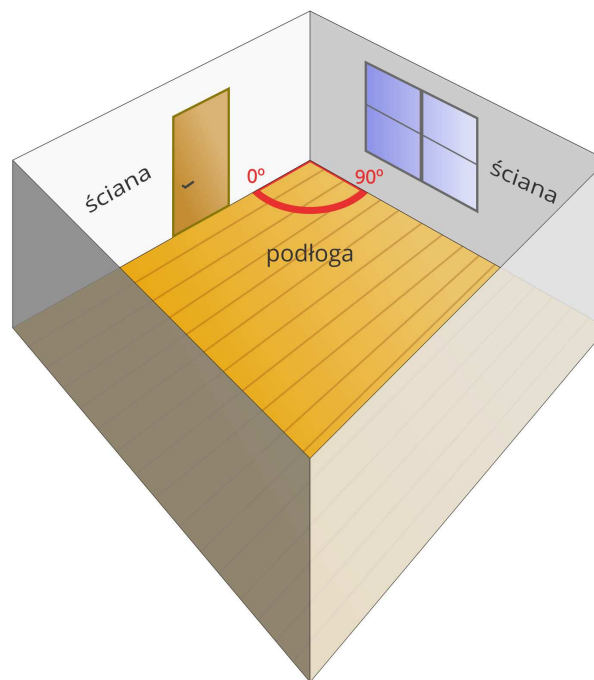
Słowniczek

długość geograficzna

kąt dwuścienny pomiędzy półpłaszczyzną południka 0° a półpłaszczyzną południka przechodzącego przez dany punkt na powierzchni Ziemi; każda z półpłaszczyzn ograniczona jest osią ziemską

kąt dwuścienny

obszar przestrzeni ograniczony dwiema półpłaszczyznami o wspólnej krawędzi



Kąt dwuścienny – obszar przestrzeni ograniczony dwiema półpłaszczyznami o wspólnej krawędzi. Ściany pokoju tworzą kąt dwuścienny, którego miara wynosi 90°

koło podbiegunowe południowe

jeden z równoleżników ziemskich o szerokości geograficznej $66^\circ 33'S$; wielkość ta ulega ciągłej i powolnej zmianie; na południe od tego równoleżnika występuje zjawisko nocy polarnej; w pobliżu równoleżnika zjawisko to ma miejsce ok. 22 czerwca; im bardziej na południe, tym dłużej trwa, a na biegunie południowym trwa aż pół roku: od ok. 21 marca do ok. 23 września; zjawisko dnia polarnego obserwujemy natomiast w sąsiedztwie koła

podbiegunowego południowego ok. 22 grudnia, a na biegunie od ok. 23 września do ok. 21 marca

koło podbiegunowe północne

jeden z równoleżników o szerokości geograficznej $66^{\circ}33'N$; wielkość ta ulega ciągłej i powolnej zmianie; na północ od tego równoleżnika występuje zjawisko nocy polarnej; w pobliżu równoleżnika zjawisko to ma miejsce ok. 22 grudnia; im bardziej na północ, tym dłużej trwa, a na biegunie północnym trwa aż pół roku: od ok. 23 września do ok. 21 marca; zjawisko dnia polarnego obserwujemy natomiast w sąsiedztwie koła podbiegunowego północnego ok. 22 czerwca, a na biegunie od ok. 21 marca do ok. 23 września

południk

umowna linia na powierzchni Ziemi, kształtem zbliżona do półokręgu, łącząca oba bieguny i przecinająca się pod kątem prostym ze wszystkimi równoleżnikami; długość każdego z południków wynosi w przybliżeniu 20 tys. km

rozciągłość południkowa

różnica szerokości geograficznych między najdalej na północ i południe wysuniętymi punktami obszaru; rozciągłość południkowa jest wyznaczana przez równoleżniki przebiegające przez te punkty skrajne

rozciągłość równoleżnikowa

różnica długości geograficznych między najdalej na zachód i wschód wysuniętymi punktami obszaru; rozciągłość równoleżnikowa jest wyznaczana przez południki przebiegające przez te punkty skrajne

równik

najdłuższy z równoleżników; jego długość przekracza nieznacznie 40 tys. km

równoleżnik

okrąg powstały w miejscu przecięcia płaszczyzny prostopadłej do osi ziemskiej z powierzchnią Ziemi

siatka geograficzna

układ południków i równoleżników na kuli ziemskiej lub na globusie

szerokość geograficzna

kąt pomiędzy linią przechodzącą przez dany punkt i środek Ziemi (promień ziemski) a płaszczyzną równika

współrzędne geograficzne

szerokość i długość geograficzna podane w stopniach ($^{\circ}$), minutach kątowych ($'$) i sekundach kątowych ($''$); jeden stopień to 60 minut kątowych, a minuta kątowa to 60 sekund kątowych

zwrotnik Koziorożca

jeden z równoleżników o szerokości geograficznej ok. $23^{\circ}27'S$; wielkość ta ulega ciągłej i powolnej zmianie; na zwrotniku tym 22 grudnia w południe Słońce świeci pod kątem 90°

zwrotnik Raka

jeden z równoleżników o szerokości geograficznej ok. $23^{\circ}27'N$; wielkość ta ulega ciągłej i powolnej zmianie; na zwrotniku tym 22 czerwca w południe Słońce świeci pod kątem 90°

Zadania

Ćwiczenie 10

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Miejsca przecięcia osi ziemskiej z powierzchnią naszej planety nazywamy . Południki to linie o kształcie łączące bieguny. Równik jest równoleżnikiem. Równoleżniki są powstałymi w miejscu przecięcia płaszczyzn prostopadłych do osi ziemskiej z jej powierzchnią.

najwyższym

nieregularnym

biegunami

okręgów

zwrotnikami

połowy okręgu

okręgami

prostymi

łukami

najcieńszym

osiami

przecięciami

najkrótszym

najdłuższym

kołami

kolistym

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 11

Wybierz elementy siatki geograficznej, na których nie trzeba podawać oznaczenia kierunku przy odczytywaniu długości geograficznej.

☐ równoleżnik 180°

☐ południk 0°

☐ południk 180°

☐ równik

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 12

Przesuwając się o 30° na północ od równika, osiągamy szerokość geograficzną

☐ 30°N.

☐ 30°S.

☐ $30^\circ.$

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 13

Przesuwając się o 120° na wschód od południka 50°E , osiągamy długość geograficzną

☐ 170°W.

☐ 70°E.

☐ 170°E.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 14

Przesuwając się o 20° na wschód od południka 170°E , osiągamy długość geograficzną

☐ 170°W .

☐ 150°W .

☐ 190°E .

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 15

Przesuwając się o 80° na południe od równoleżnika 70°N , osiągamy szerokość geograficzną

☐ 10°S .

☐ 10°E .

☐ 150°N .

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 16

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Rozciągłość to różnica szerokości geograficznych między najdalej wysuniętymi na północ i południe punktami obszaru. Rozciągłość równoleżnikowa to różnica geograficznych. Rozciągłość południkową dosyć łatwo przeliczyć, zamieniając na kilometry. Trudniej jest przeliczać rozciągłość równoleżnikową, ponieważ te same stopnie na różnych oznaczają inne odległości.

równikowa

południkach

równoleżnikach

wysokości

biegunach

zwrotnikowa

szerokości

równoleżnikowa

południkowa

długości

długościach geograficznych

minuty

stopnie

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 17

Jednym z geograficznych sposobów na określenie rozległości jakiegoś obszaru jest zmierzenie jego (zaznacz dwa parametry):

☐ rozciągłości południkowej.

☐ rozciągłości równoleżnikowej.

☐ rozciągłości biegunowej.

☐ rozciągłości zwrotnikowej.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 18

Które z wymienionych cech są cechami południków, a które równoleżników? Przenieś poszczególne cechy do odpowiednich kategorii.

cechy południków

Im bliżej biegunów, tym są mniejszymi okręgami.

Mają kształt półokręgów.

cechy równoleżników

Wskazują kierunek północ-południe.

Zbiegają się na biegunach.

Wskazują kierunek wschód-zachód.

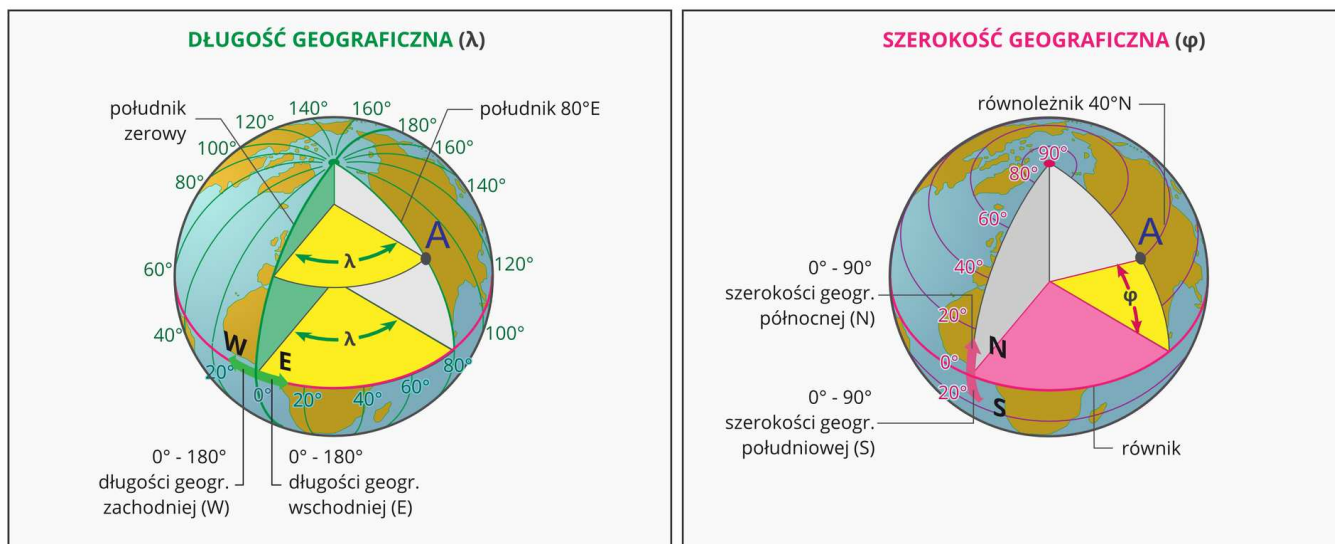
Mają kształt okręgów.

Mają jednakową długość.

Źródło: Roman Nowacki, licencja: CC BY 3.0.

Współrzędne geograficzne – ćwiczenia

Dzisiejszy świat jest pełen technicznych rozwiązań, które ułatwiają życie i wyręczają człowieka w wielu czynnościach. Przekonaj się, że umiejętność samodzielnego obliczania, w jakim miejscu na kuli ziemskiej znajduje się dowolny obiekt, daje dużo radości i satysfakcji. Poza tym wcale nie jest to trudne. Umiejętność ta była kiedyś niezbędna żeglarzom i podróżnikom. Dołącz do nich.



Źródło: Andrzej Bogusz, edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Już wiesz

- co to jest biegun, południk, równik, równoleżnik, zwrotnik i koło podbiegunowe;
- jakie są definicje długości geograficznej i szerokości geograficznej;
- jak obliczyć rozciągłość południkową i rozciągłość równoleżnikową.

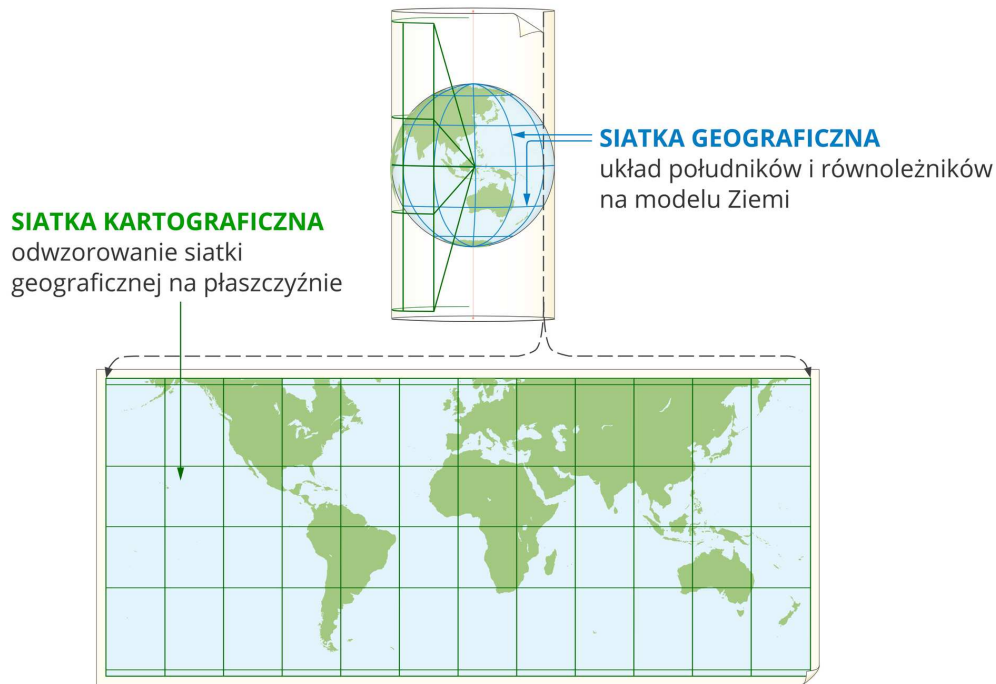
Nauczysz się

- precyzyjnie określać współrzędne geograficzne;
- dokładnie obliczać rozciągłość południkową i równoleżnikową.

1. Określanie długości i szerokości geograficznej – ćwiczenia doskonalące

Układ południków i równoleżników (w tym także bieguny i równik) przedstawiony na modelu Ziemi, czyli globusie, nazywany jest [siatką geograficzną](#). Jeżeli zastosujemy specjalne metody matematyczne, to siatkę tę uda się przedstawić na płaszczyźnie. Wtedy

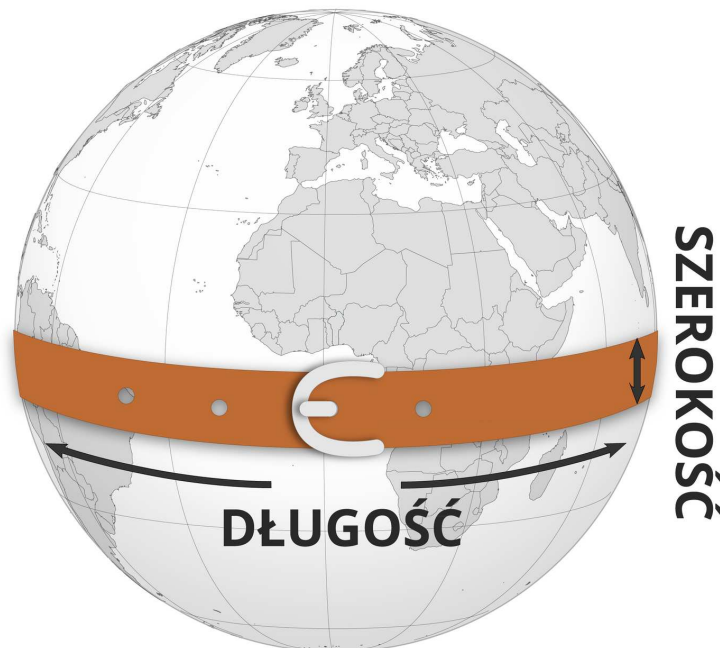
będziemy ją nazywać **siatką kartograficzną** i może się ona stać podstawą do wykreślania map.



Źródło: Olga Mikos, TUBS (<http://commons.wikimedia.org>), Eric Gaba (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 4.0.

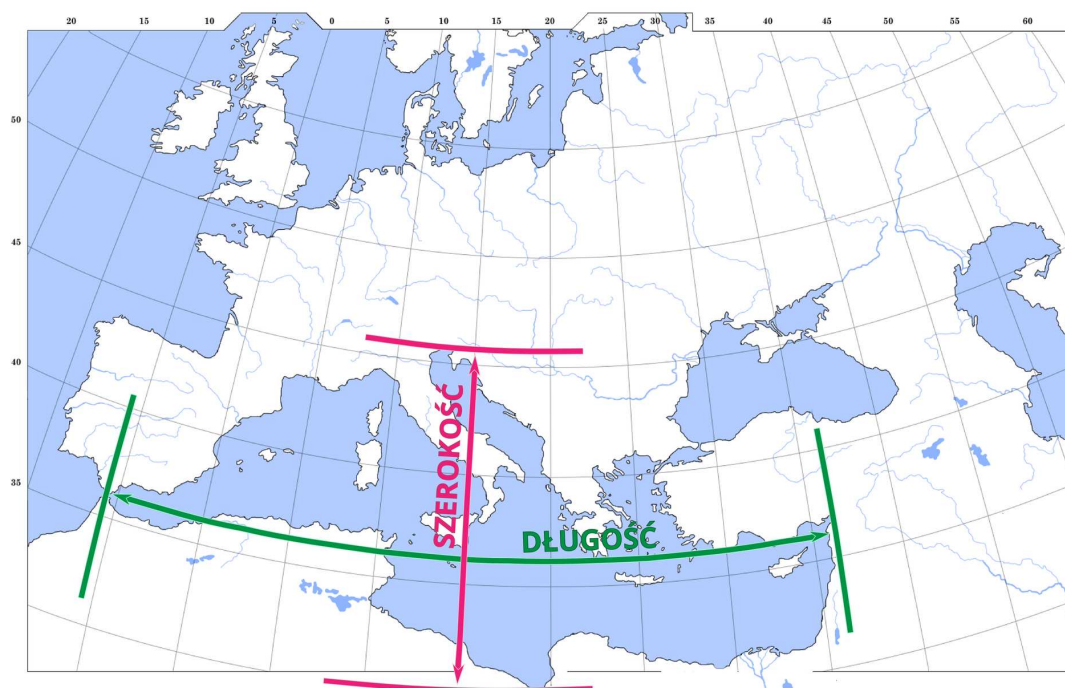
Jest wiele metod ułatwiających zapamiętanie, która ze współrzędnych jest szerokością, a która długością geograficzną. Jeżeli po poprzedniej lekcji nadal masz z tym kłopoty, podpowiemy ci, jak zapamiętać, co jest czym.

Pierwszym ze sposobów jest skojarzenie długości i szerokości geograficznej z długością i szerokością paska od spodni. Spójrz na rysunek. Pomiar długości i szerokości paska odpowiada długości i szerokości geograficznej.



Zapamiętaj ten widok!

Kolejnym sposobem na rozróżnienie długości od szerokości geograficznej jest obserwacja konturu Morza Śródziemnego, nad którym powstawały zręby myśli geograficznej Europejczyków i Arabów. Zwróć uwagę, który kierunek można by uznać za długość, a który za szerokość tego morza. W analogicznych kierunkach dokonujemy pomiaru długości i szerokości geograficznej.



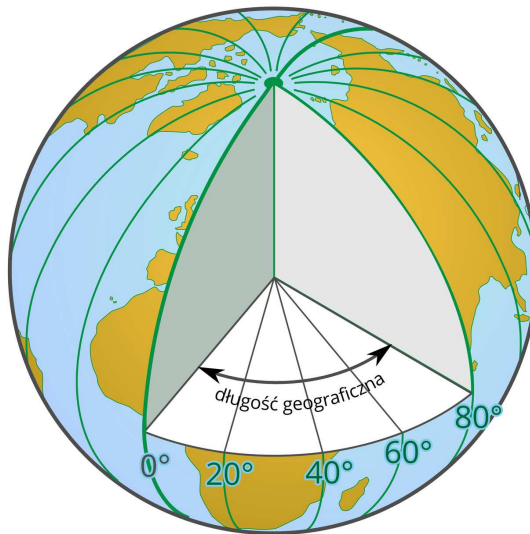
Długość geograficzną, podobnie jak długość Morza Śródziemnego, mierzymy w kierunku wschód-zachód, a szerokość geograficzną, podobnie jak szerokość Morza Śródziemnego, w kierunku północ-południe

Ciekawostka

Jest także sposób fonetyczny na zapamiętanie różnicy między długością a szerokością geograficzną. Litera oraz głoska „l” występuje zarówno w słowie „długość”, jak i w słowie „południk”. Nie ma w nich natomiast litery oraz głoski „r”, która występuje zarówno w słowach „szerokość”, „równoleżnik”, jak i „równik”.

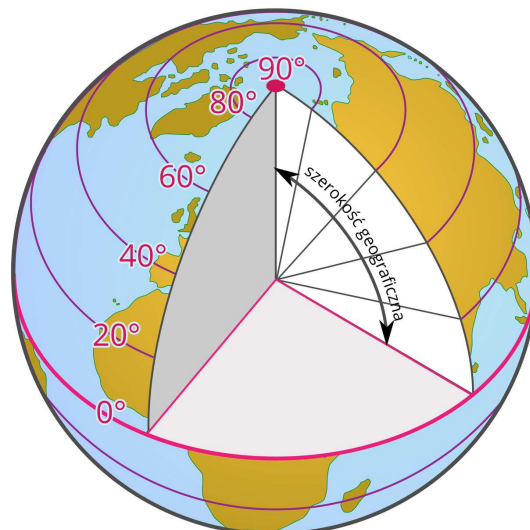
Zanim przystąpisz do ćwiczeń, przyjrzyj się poniższym rysunkom i przypomnij sobie, jak brzmią definicje długości i szerokości geograficznej.

DŁUGOŚĆ GEOGRAFICZNA

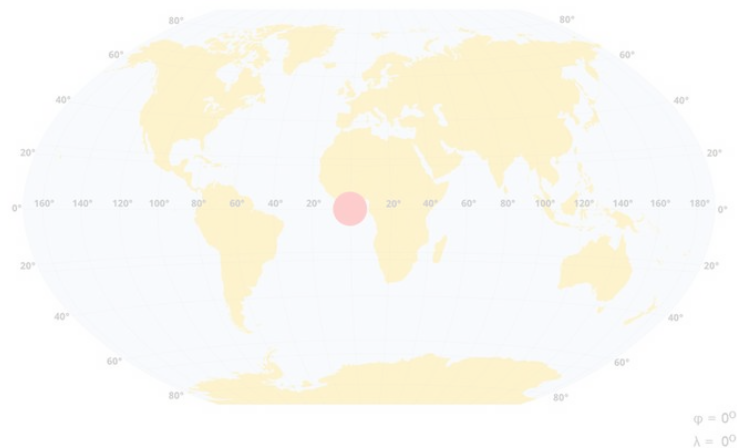


Źródło: Andrzej Bogusz, Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

SZEROKOŚĆ GEOGRAFICZNA



Źródło: Andrzej Bogusz, Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DEoZaR7W3>

Źródło: Michał Szymczak, Jonasz (<http://commons.wikimedia.org>), Michał Jaworski (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Za pomocą współrzędnych geograficznych możemy bezbłędnie określić położenie wybranego punktu na kuli ziemskiej. Skorzystaj z map kontynentów i z dokładnością do 1° podaj współrzędne geograficzne miast.

1. Nowy Orlean
2. Paryż
3. Auckland

Ćwiczenie 2

Na podstawie podanych współrzędnych możemy stwierdzić, o jaki punkt powierzchni Ziemi chodzi. Odczytaj nazwy miejscowości lub miejsc, które mają następujące współrzędne geograficzne.

1. 38°S, 145°E

2. 21°N, 106°E

3. 51°N, 0°

4. 0°, 78°W

5. 90°N

Ćwiczenie 3

Korzystając z zamieszczonej poniżej mapy, odczytaj długość i szerokość geograficzną hiszpańskiego miasta Malaga z dokładnością do 1'. Dla ułatwienia na mapie zostały dodane oznaczenia dziesiątek minut.



Źródło: Aotearoa (<http://commons.wikimedia.org>), Roman Nowacki, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Odszukaj na mapie Australii Przylądek Jork i odczytaj jego szerokość geograficzną z dokładnością do 1°.

Polecenie 2

Odszukaj na mapie Australii Przylądek Południowo-Wschodni i odczytaj jego szerokość geograficzną z dokładnością do 1°.

Polecenie 3

Odszukaj na mapie Australii Przylądek Byrona i odczytaj jego długość geograficzną z dokładnością do 1°.

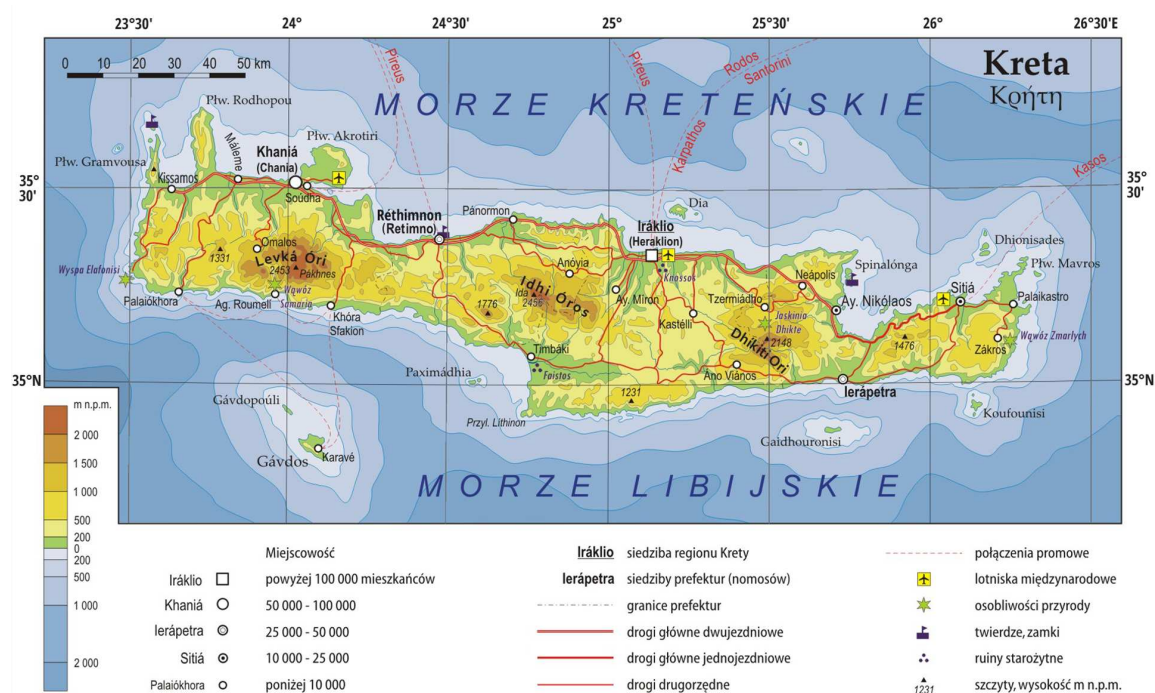
Polecenie 4

Odszukaj na mapie Australii Przylądek Steep Point i odczytaj jego długość geograficzną z dokładnością do 1°.

Współcześnie istniejące elektroniczne narzędzia i cały system z nimi związany umożliwiają bardzo łatwe i precyzyjne określenie współrzędnych geograficznych dowolnego miejsca na Ziemi. Można tego dokonać za pomocą [GPS](#) (ang. *Global Positioning System*).

Ćwiczenie 4

Grupa przyjaciół spędzała wakacje na Krecie. Przylecieli tam samolotem, a dalej w podróż ruszyli wynajętym jachtem. Kiedy wyruszyli z portu, ich odbiornik GPS wskazywał $35^{\circ}20'N$ i $25^{\circ}08'E$. W następnym porcie, do którego zawinęli, odczyt GPS wynosił $35^{\circ}25'N$ i $24^{\circ}29'E$. Kolejnym portem, w którym się zatrzymali, było miasto o współrzędnych $35^{\circ}31'N$ i $24^{\circ}01'E$. Cel ich podróży to niewielkie miasteczko leżące na $35^{\circ}30'N$ i $23^{\circ}38'E$. Korzystając z poniższej mapy, wskaż miejscowości, które grupa turystów odwiedziła. W odpowiedzi, jeśli to możliwe, użyj polskich nazw tych miejscowości.



Źródło: Kerguelen (<http://commons.wikimedia.org>), Roman Nowacki, licencja: CC BY-SA 3.0.

2. Rozciągłość południkowa i równoleżnikowa – ćwiczenia doskonalące

Umiejętność precyzyjnego określania współrzędnych geograficznych pozwala nam także na dokładne wyliczenie rozciągłości południkowej i równoleżnikowej. Obie te umiejętności powinny zostać opanowane na poprzedniej lekcji. Teraz wystarczy je przećwiczyć, udoskonalić i utrwalić.

Ćwiczenie 5

Odczytaj w przybliżeniu do 1° szerokość geograficzną północnego i południowego krańca podanych poniżej obszarów, po czym oblicz ich rozciągłość południkową liczoną w stopniach i w kilometrach przy założeniu, że 1° szerokości geograficznej to 111 km.

1. Australia
2. Grenlandia
3. Afryka

Ćwiczenie 6

Odczytaj w przybliżeniu do 1° długość geograficzną zachodniego i wschodniego krańca podanych obszarów, po czym oblicz ich rozciągłość równoleżnikową liczoną w stopniach.

1. Australia
2. Grenlandia
3. Afryka

Polecenie 5

Wybierz dowolny kraj europejski, dla którego możesz znaleźć wystarczająco dokładną mapę. Odczytaj z dokładnością do $1'$ długość geograficzną zachodniego i wschodniego krańca jego terytorium i z tą samą dokładnością szerokość geograficzną północnego i południowego krańca. Oblicz z dokładnością do $1'$ rozciągłość równoleżnikową i południkową terytorium tego państwa.

Podsumowanie

- Zarówno na siatce geograficznej, jak i na siatce kartograficznej można odczytać obie współrzędne geograficzne umożliwiające lokalizację każdego punktu na powierzchni Ziemi.
- Współrzędne geograficzne można odczytać z mapy lub za pomocą urządzeń GPS.

Praca domowa

Polecenie 6.1

Zastanów się i odpowiedz:

1. W jakich okolicznościach przydaje się umiejętność odczytywania współrzędnych geograficznych?
2. W jaki sposób udało ci się zapamiętać, która ze współrzędnych jest szerokością, a która długością geograficzną?

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [GPS](#)
 - [siatka geograficzna](#)
 - [siatka kartograficzna](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Miejsce Ziemi we Wszechświecie. Kształt i wymiary Ziemi](#)
 - [Współrzędne geograficzne](#)

Słowniczek

GPS

(ang. *Global Positioning System*) najczęściej stosowany system nawigacji satelitarnej; został stworzony przez Departament Obrony USA i obejmuje swoim zasięgiem całą Ziemię; kilkadziesiąt specjalnych satelitów umożliwia namierzenie każdego z odbiorników GPS na Ziemi; porównanie i przeliczenie sygnałów z co najmniej czterech satelitów umożliwia bardzo precyzyjne określenie współrzędnych geograficznych odbiornika; najogólniej ujmując, jego działanie jest następujące: użytkownicy muszą zaopatrzyć się w odbiornik GPS (np. urządzenia nawigacji samochodowej), który łączy się podczas podróży z dostępnymi w danej chwili satelitami i ustala swoje położenie; system GPS posiada precyzyjną informację o wzajemnym położeniu wszystkich swoich satelitów;

szybkość rozchodzenia się fal radiowych jest znana, w związku z czym, jeżeli użytkownik przemieści się do nowego miejsca, urządzenie połączy się ponownie z systemem satelitarnym i zmierzy opóźnienie czasowe z ogromną dokładnością; w ten sposób kolejne pomiary aktualizują nowe położenie, precyzują kierunek przemieszczania się, podają prędkość przemieszczania i wysokość względem poziomu morza

siatka geograficzna

układ południków i równoleżników na kuli ziemskiej lub na globusie

siatka kartograficzna

układ południków i równoleżników na mapie

Zadania

Ćwiczenie 7

Wybierz z listy współrzędne geograficzne wskazujące dwa południki z półkuli wschodniej.

☐ 29°E

☐ 29°W

☐ 65°40'E

☐ 195°56'E

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Spośród podanych współrzędnych geograficznych wybierz te, które w przybliżeniu określają położenie Londynu.

☐ 51°N, 0°

☐ 0°, 51°N

☐ 0°, 51°W

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Oceń, która z przytoczonych poniżej metod umożliwi ci określenie swojej pozycji na kuli ziemskiej.

	Prawda	Fałsz
Siatka kartograficzna na mapie, której użyję podczas podróży, umożliwi mi określenie pozycji na kuli ziemskiej.	☐	☐
Przy pomocy kompasu dowiem się, jaka jest moja pozycja na kuli ziemskiej.	☐	☐
Odbiornik GPS określi moją pozycję na Ziemi.	☐	☐
Za pomocą taśmy mierniczej mogę określić swoją pozycję na Ziemi.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 10

Najdalej wysunięte przylądki Ameryki Południowej na stałym lądzie to: na północy – Przylądek Gallinas ($12^{\circ}25'N$), na południu – Przylądek Froward ($55^{\circ}56'S$), na zachodzie – Przylądek Pariñas ($81^{\circ}19'W$) i na wschodzie – Przylądek Branco ($34^{\circ}47'W$). Oblicz rozciągłość południkową i równoleżnikową tego kontynentu.

☐ rozciągłość równoleżnikowa $68^{\circ}19'$

☐ rozciągłość południkowa $43^{\circ}29'$

☐ rozciągłość równoleżnikowa $46^{\circ}32'$

☐ rozciągłość południkowa $68^{\circ}21'$

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 11

Różnica szerokości geograficznych między najdalej wysuniętymi na północ i południe punktami badanego obszaru to

☐ rozciągłość południkowa.

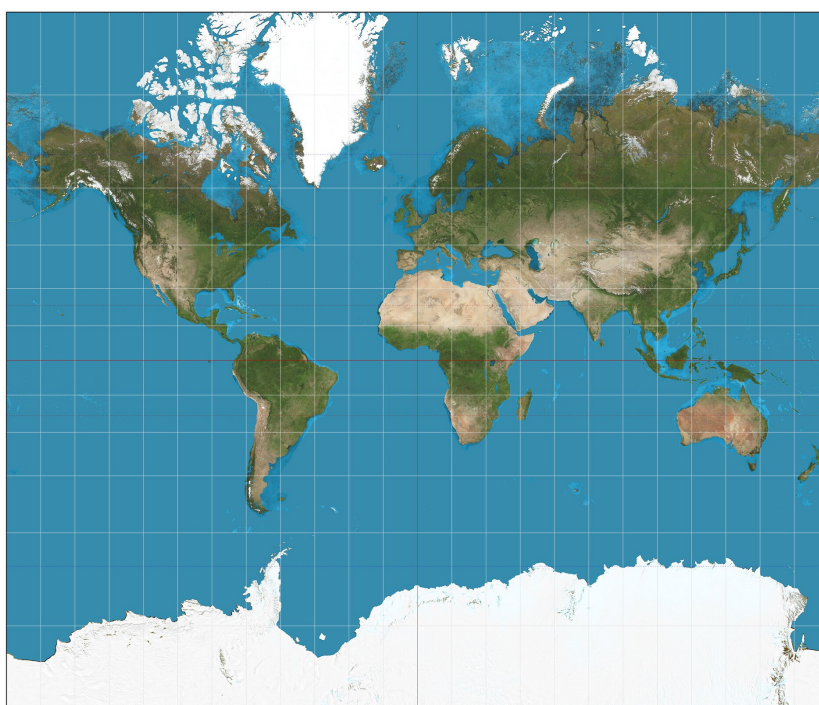
☐ rozciągłość szerokości.

☐ rozciągłość równoleżnikowa.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Mapa – po co ją tworzymy i do czego wykorzystujemy skalę?

Ziemia ma powierzchnię przekraczającą 510 mln km². Przedstawienie tak ogromnego obszaru na płaszczyźnie wydaje się niemożliwe. W dodatku Ziemia ma kształt zbliżony do kuli, a bez zastosowania specjalnych metod nie da się przenieść obrazu z powierzchni kuli na płaszczyznę. Jeśli interesuje cię, jak geografowie poradzili sobie z tym niełatwym zadaniem, zapoznaj się z materiałem zaprezentowanym w kilku najbliższych lekcjach e-podręcznika.



Mapa Ziemi w odwzorowaniu wiernokątnym, walcowym, normalnym Mercatora

Już wiesz

- że kulę ziemską udało się pokryć siatką geograficzną, dzięki której każdy punkt na jej powierzchni ma swoje indywidualne współrzędne;
- że geografowie skonstruowali wiele rodzajów map przedstawiających całą Ziemię lub jej fragmenty;
- że skala mapy oznacza stopień pomniejszenia obrazu powierzchni Ziemi w celu przedstawienia go na płaszczyźnie.

Nauczysz się

- wyjaśniać, co to jest mapa i z jakich elementów się składa;
- rozpoznawać i odczytywać treści z różnych rodzajów map;

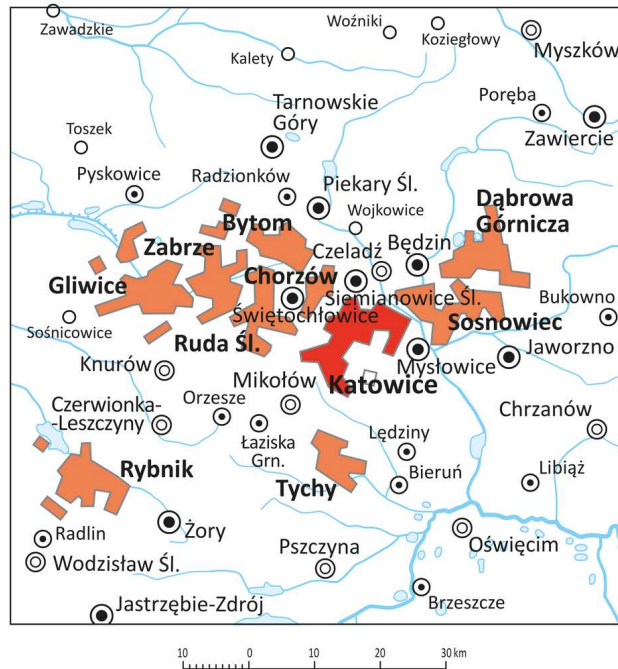
- objaśniać, jak za pomocą skali i podziałki liniowej odległości zmierzone na mapie przeliczać na odpowiednie odległości w terenie;
- obliczać, określając odległości w terenie, długość odpowiednich odcinków na mapie w wybranej skali.

1. Z jakich elementów składa się mapa?

Mapa to obraz powierzchni Ziemi lub jej fragmentu (także innego ciała niebieskiego lub nieba) przedstawiony na płaszczyźnie i w pomniejszeniu, to znaczy w **skali**, przy użyciu **odwzorowania kartograficznego**. Rysując treść mapy, konieczne jest zastosowanie odpowiednich **symboli kartograficznych** (znaków umownych), których zestawienie wraz z opisami nazywamy **objaśnieniami mapy** lub **legendą**. Nie ma możliwości przedstawienia na mapie wszystkich obiektów, jakie istnieją w rzeczywistości na prezentowanym obszarze, co zmusza nas do uproszczenia, czyli **generalizacji** jej treści.

Generalizacja może być:

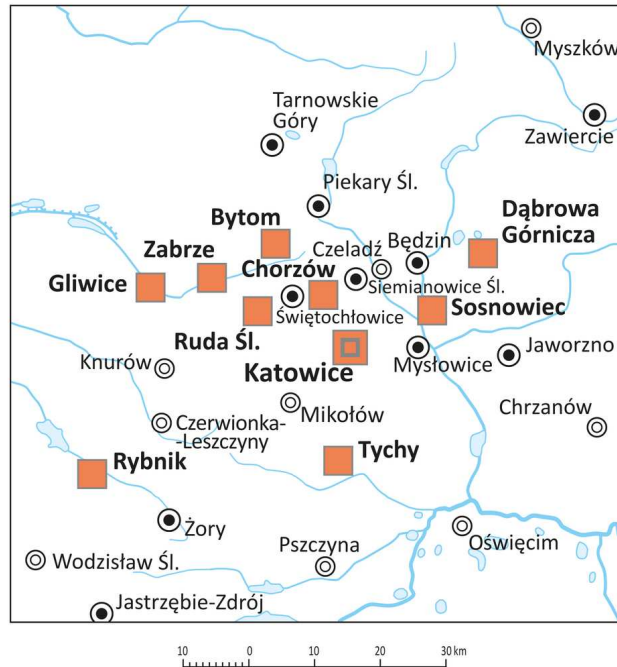
- **ilościowa**, polegająca na generalizacji formy (kiedy zostaje uproszczony kształt obiektów, np. rzek, granic, dróg itp.) i treści (kiedy pominięte zostają pewne obiekty, np. mniejsze miejscowości, rzeki itp.), zmniejszeniu ulega liczba znaków na mapie;
- **jakościowa**, czyli pewne elementy mapy ulegają uogólnieniu – symbolizacji (np. granice zabudowy miasta zostają zamienione w sygnaturę o kształcie kwadratu lub koła itp.) i grupowaniu (np. kilka mniejszych powierzchni leśnych z różnymi rodzajami drzewostanu zostaje połączonych w jedną ogólną powierzchnię leśną).



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Generalizacja ilościowa

Nagranie wideo obrazuje generalizację ilościową. Na białym tle czarny napis dużymi literami: generalizacja ilościowa. Na białym tle pojawia się mapa. Widoczne są czarne kontury wieloboków, wypełnione czerwonym kolorem, wskazujące powierzchnię większych miast. Większe miasta to na przykład Katowice, Sosnowiec, Chorzów, Zabrze, Bytom, Gliwice. Nazwy miast największych zapisane pogrubioną czcionką. Czarne okręgi z czarną centralnie umieszczoną kropką lub kółeczkiem wewnątrz wskazują średnie miasta. Średnie miasta to na przykład Będzin, Tarnowskie Góry, Czeladź, Mikołów. Czarne, małe okręgi puste w środku to miasta najmniejsze. Najmniejsze miasta to na przykład Toszek, Wojkowice, Koziegłowy. Opisane są również pozostałe miasta znajdujące się na Śląsku. Na mapie niebieskie linie wskazują rzeki. Poniżej mapy pozioma czarna podziałka wskazująca skalę mapy. Podziałka podzielona na cztery odcinki. Każdy odcinek to dziesięć kilometrów. Niektóre, wybrane mniejsze rzeki i mniejsze miasta wraz z nazwami zaczynają migać, po czym znikają. Usunięcie pewnych elementów z mapy to generalizacja ilościowa.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Generalizacja jakościowa

Nagranie wideo obrazuje generalizację jakościową. Na białym tle czarny napis dużymi literami: generalizacja jakościowa. Na białym tle pojawia się mapa. Widoczne są małe wielokąty, które symbolizują powierzchnię większych miast. Cała powierzchnia wielokątów jest wypełniona kolorem czerwonym. Największe miasta to na przykład: Katowice, Sosnowiec, Chorzów, Zabrze, Bytom, Gliwice. Nazwy największych miast zapisane pogrubioną czcionką. Czarne okręgi z czarnym centralnie umieszczonym punktem lub kółeczkiem wewnątrz wskazują miasta mniejsze. Mniejsze miasta to na przykład Czeladź, Chrzanów, Mikołów, Wodzisław, Knurów. Na mapie niebieskie linie wskazują rzeki. Poniżej mapy pozioma czarna podziałka wskazująca skalę mapy. Podziałka podzielona na równe odcinki. Każdy odcinek to dziesięć kilometrów. Czerwone wieloboki symbolizujące powierzchnię największych miast zaczynają migać i zamieniają się w mniejsze znaki – kwadraty. Ta zamiana obrazuje generalizacją jakościową.

Podstawowymi elementami mapy są:

- **osnowa matematyczna**, czyli przyjęte odwzorowanie kartograficzne i związana z nim siatka kartograficzna i skala;
- **obraz kartograficzny**, czyli główna treść mapy informująca o rozmieszczeniu różnorodnych obiektów i zjawisk (przyrodniczych, ekonomicznych i in.) oraz o powiązaniach między nimi;
- **elementy pomocnicze**, czyli objaśnienia mapy, tzw. legenda (tytuł mapy, objaśnienia zastosowanych umownych znaków kartograficznych, ewentualnie rok wydania mapy, autor itp.), wykresy lub inne dane informacyjne.

Czasami na mapie znajdują się także dodatkowe elementy ułatwiające korzystanie z niej. Są to na przykład przekroje, diagramy, tabele czy rysunki (szczególnie często stosowane na dawnych mapach).



Mapa i jej podstawowe elementy

Polecenie 1

Każda uczennica i każdy uczeń na lekcji geografii może korzystać z map w wersji tradycyjnej (na papierze) lub elektronicznej. Przeanalizuj trzy dowolne mapy i sprawdź, czy mają:

- zaznaczony układ południków i równoleżników,
- opis siatki kartograficznej,
- skalę,
- objaśnienia,
- tytuł.

Ciekawostka

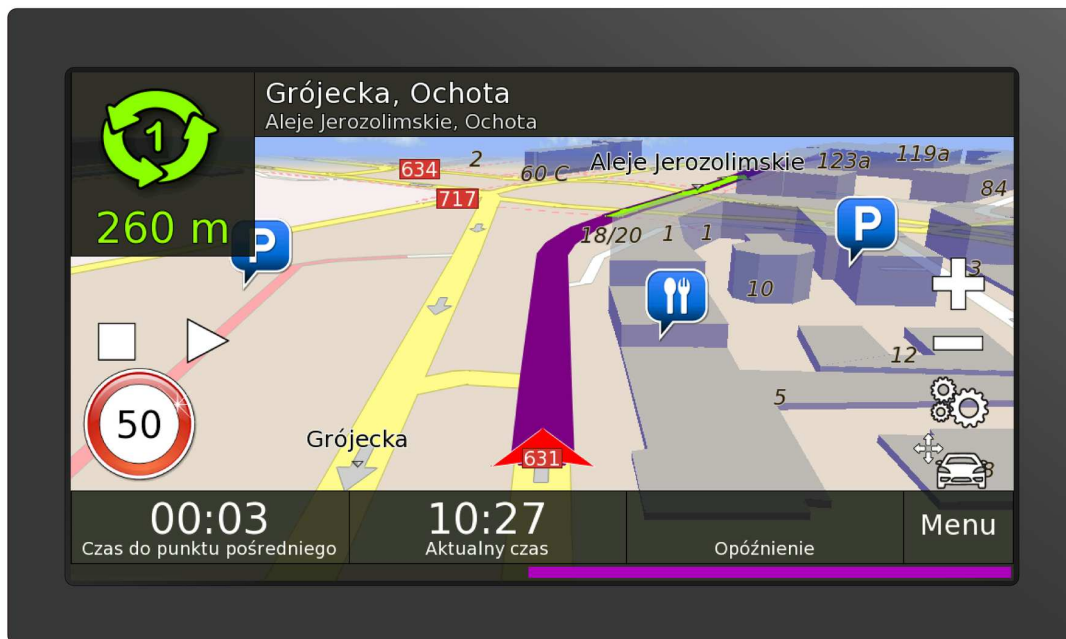
Dawne mapy często nie spełniały większości kryteriów, które obecnie traktowane są jako konieczne. Brakowało konsekwencji w stosowaniu skali, co prowadziło do tego, że każdy fragment mapy miał inną podziałkę. Odwzorowania kartograficznego nie wykorzystywano wcale, a symbole na mapie zależały wyłącznie od fantazji kartografa.



XVI-wieczna Mapa Morska (Carta Marina), jedna z pierwszych map Skandynawii sporządzona przez szwedzkiego geografa Olaus Magnusa. Autor ozdobił ją rycinami przedstawiającymi życie codzienne mieszkańców Szwecji i Finlandii oraz różne potwory morskie

Ciekawostka

Ze względów praktycznych do najczęściej ostatnio stosowanych map należą mapy samochodowe w postaci drukowanych na papierze atlasów samochodowych albo elektronicznych map w nawigacjach samochodowych współpracujących z odbiornikami GPS. Nie mają one jednak wielu elementów właściwych dla tradycyjnie sporządzonej mapy.



Mapa GPS fragmentu Warszawy

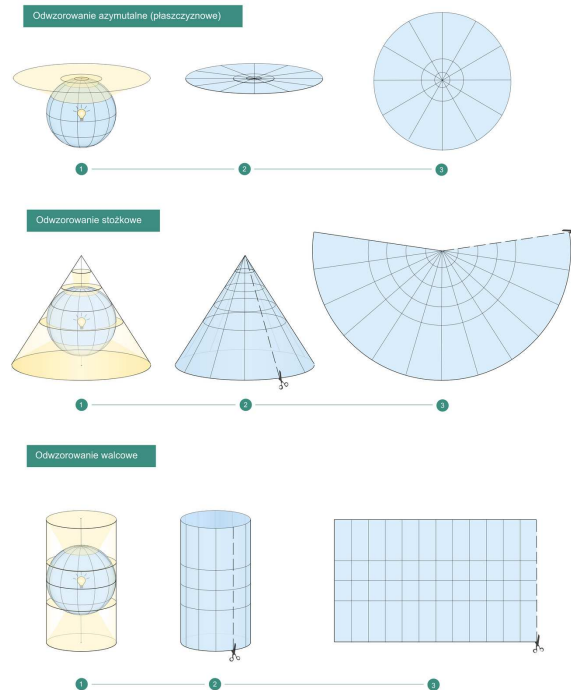
2. Siatka geograficzna i siatki kartograficzne

Siatka geograficzna jest umownym układem południków i równoleżników na powierzchni kuli ziemskiej lub na jej modelu zwanym globusem, a **siatka kartograficzna** jest jej odpowiednikiem na płaszczyźnie. Jednym z podstawowych zadań **kartografii** jako nauki było wynalezienie sposobu na dokonanie rzeczy z pozoru niemożliwej – takiego „rozpłaszczenia” powierzchni kulistej (albo jej części), aby każdy jej fragment przylegał idealnie do płaszczyzny. Kartografowie opracowali matematyczne i optyczne metody sprostania temu zadaniu. Sposoby te nazywamy **odwzorowaniami kartograficznymi**.

Najłatwiej można zrozumieć, co to jest odwzorowanie kartograficzne, wyobrażając sobie szklaną kulę, na którą naniesiona została siatka geograficzna, a wewnątrz znajduje się świecąca żarówka. Wówczas na przyłożoną do kuli płaską powierzchnię będą padały cienie południków i równoleżników, tworząc na niej siatkę kartograficzną.

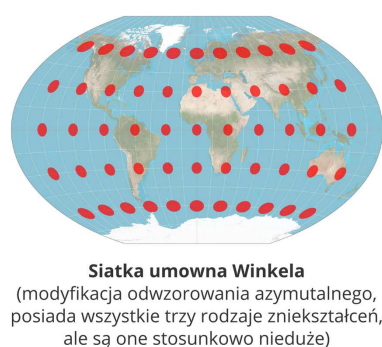
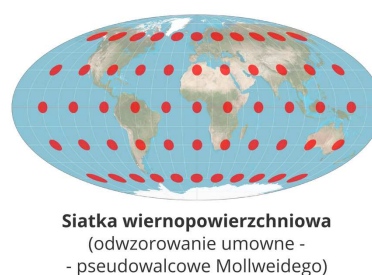
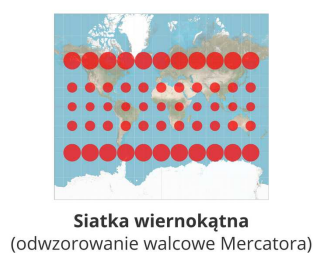
Można wyróżnić trzy główne rodzaje odwzorowań ze względu na sposób przyłożenia powierzchni rzutowania:

- azymutalne (płaszczyznowe),
- stożkowe,
- walcowe,
- umowne (modyfikacja wyżej wymienionych, według określonych założeń matematycznych celem uzyskania wiernego odwzorowania kątów, powierzchni lub odległości).



Na skutek rzutowania siatki geograficznej z kuli na płaszczyznę lub powierzchnię boczną stożka lub walca powstaje siatka kartograficzna

Niestety każde odwzorowanie kartograficzne powoduje pewne zniekształcenia przedstawianego obszaru. **Odwzorowania wiernokątne** zachowują na siatce kartograficznej w sposób wierny tylko kąty, **wiernopowierzchniowe** zgodnie z rzeczywistością oddają jedynie powierzchnię, a **wiernoodległościowe** – odległości, przy czym są one wierne tylko wzdłuż określonych linii lub kierunków. Zawsze kiedy jedna z tych wielkości była wiernie odwzorowana, pozostałe ulegały niestety deformacji. Często stosuje się odwzorowania kartograficzne, które zniekształcają zarówno kąty, powierzchnię, jak i odległości, ale wówczas wszystkie te zniekształcenia są zminimalizowane.



Polecenie 2

Wybierz dowolną mapę Ziemi i znajdź zniekształcenia powodowane przez rodzaj zastosowanego odwzorowania.

Na wybranej mapie Ziemi sprawdź:

- czy w zastosowanym odwzorowaniu równoleżniki są równoległe;
- czy południki i równoleżniki przecinają się pod kątem prostym;
- czy południki zbiegają się w obu biegunach.

Zastanów się, co na wybranej mapie uległo zniekształceniu w odniesieniu do rzeczywistości w związku z zastosowaniem odwzorowania kartograficznego.

Ciekawostka

Na załączonej poniżej mapie równoleżniki są rzeczywiście równoległe, a kąty między równoleżnikami i południkami – proste. W efekcie im dany obszar leży bliżej biegunów, tym większe są zniekształcenia jego powierzchni oraz odległości. Grenlandia (powierzchnia rzeczywista ok. 2,2 mln km²) wygląda na tej siatce na większą od Australii (powierzchnia ok. 7,7 mln km²).



Mapa Ziemi w odwzorowaniu wiernokątnym, walcowym, normalnym Mercatora

3. Skala mapy, jej rodzaje i obliczanie odległości

Przedstawienie jakiegokolwiek obszaru na mapie wymaga zmniejszenia jego obrazu. Stopień takiego zmniejszenia, czyli skalę mapy, przedstawia stosunek odległości między dwoma punktami na mapie do odpowiadającej jej odległości w terenie. Pod uwagę brana jest odległość pozioma, w linii prostej, a nie rzeczywista, uwzględniająca ukształtowanie terenu. Można to zapisać w następujący sposób:

$$\text{skala mapy} = \frac{\text{odległość na mapie}}{\text{odległość w terenie}}$$

W zależności od sposobu zapisu wyróżnia się kilka rodzajów skali. Gdy zapisujemy ją jako ułamek, to nazywana jest **skalą liczbową**. Może mieć wówczas na przykład postać 1:100 000 albo 1/100 000. Czasem ten drugi sposób zapisu nosi nazwę skali ułamkowej. W obu przypadkach skala ta informuje, że jeden odcinek na mapie odpowiada 100 000 takich samych odcinków w terenie. Rzeczywista długość odcinka, który na mapie o podanej powyżej skali ma 2 cm, to 2 x 100 000 takich samych dwucentymetrowych odcinków w terenie, czyli 200 000 cm, 2 000 m albo 2 km. Zatem 1 cm w tej skali odpowiada 100 000 cm, 1000 m, czyli 1 km.

Możemy przedstawić to jako: 1 cm – 1 km (lub 1 cm → 1 km). Podany zapis odczytujemy w następujący sposób: jeden centymetr na mapie odpowiada jednemu kilometrowi w terenie. Tak zapisana skala to **skala mianowana**.

Każdą skalę można przedstawić także w postaci graficznej. Nazywamy ją wówczas **podziałką liniową**.

W stosunku do map powstałych w odpowiednich skalach często używa się określeń mała skala, duża skala. Różnice między nimi najłatwiej zrozumieć, gdy zapamięta się, że skala jest ułamkiem, a więc im większa jest liczba w mianowniku, tym skala jest mniejsza. Skoro wartość liczbową skali 1:1000 jest znacznie większa niż 1:100 000 000, to łatwo zinterpretować, że pierwsza z nich jest duża, a druga mała.



Skala liczbowa, skala mianowana, podziałka liniowa

Ćwiczenie 1

Jeżeli na mapie narysowanej w skali 1:75 000 zmierzylismy drogę z domu do szkoły i uzyskalismy wynik 4 cm, to ile wynosi długość tej drogi w terenie?

Ćwiczenie 2

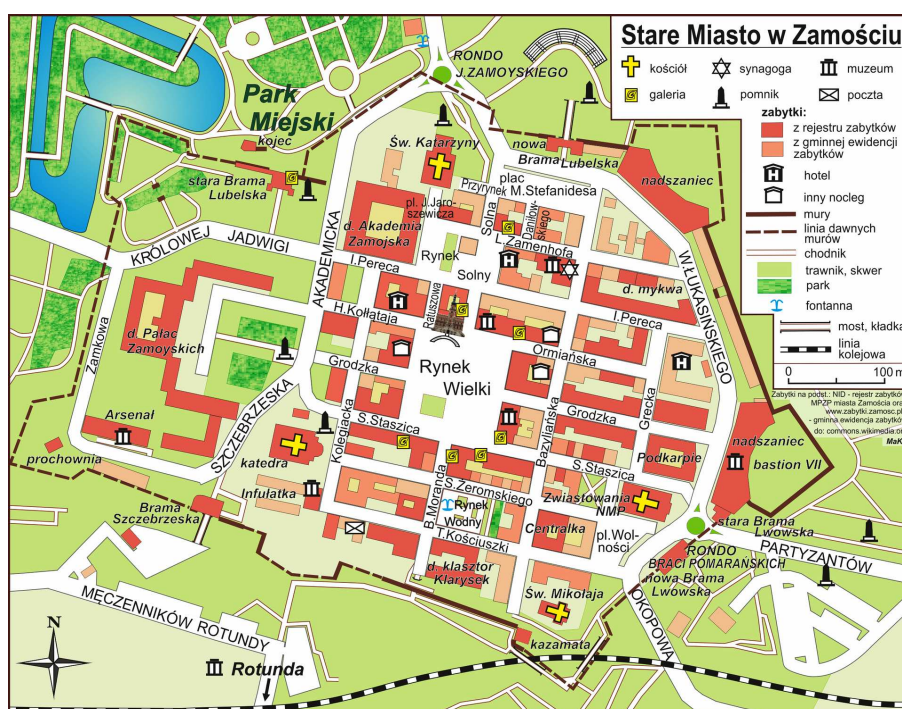
Jeżeli na mapie ze skalą 1 cm – 250 m zmierzylismy drogę z domu do szkoły i uzyskalismy wynik 6 cm, to ile wynosi długość tej drogi w terenie?

Ćwiczenie 3

Jeżeli chcemy narysować mapę w skali 1:10 000, a zmierzylismy w terenie długość boiska piłkarskiego, która wynosi 110 metrów, jaką długość będzie miało to boisko na mapie?

4. Plan i różne rodzaje map

Plan to bardzo szczegółowy, kartograficzny obraz stosunkowo niewielkiego obszaru (np. jednego miasta) przedstawiony na płaszczyźnie za pomocą symboli kartograficznych w dużej skali (zwykle od ok. 1:1000 przy bardzo małych miejscowościach lub ich fragmentach do ok. 1:20 000 dla wielkich miast lub aglomeracji). Plan obejmuje tak mały fragment powierzchni Ziemi, że można uznać go za płaszczyznę i nie trzeba stosować w tym przypadku odwzorowania kartograficznego. Na planie nie rysuje się zazwyczaj układu współrzędnych geograficznych.



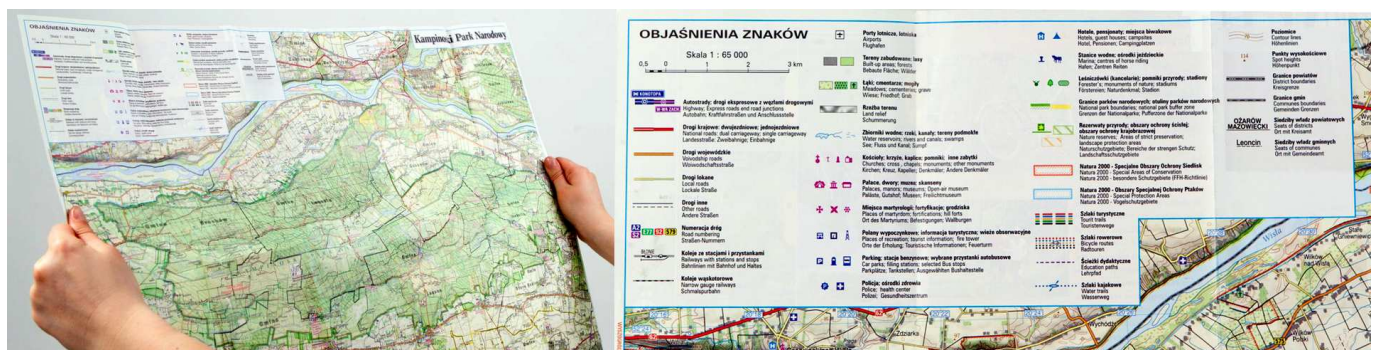
Plan Starego Miasta w Zamościu

Nieco mniejsze skale (od 1:10 000 do 1:200 000) mają zwykle **mapy topograficzne**. Są to szczegółowe mapy przedstawiające ukształtowanie terenu i jego pokrycie, wody, drogi, koleje, zabudowania, granice administracyjne i państwowe. Mapy te mają wrysowaną siatkę topograficzną (kilometrową).



Przykładowa mapa topograficzna w skali 1:50 000

Podobną skalę jak mapy topograficzne mają **mapy turystyczne**, które przedstawiają informacje o obiektach istotnych z punktu widzenia turysty, czyli m.in. o interesujących obiektach przyrodniczych i kulturowych, szlakach turystycznych, schroniskach, polach namiotowych i biwakowych, kempingach, pocztach itp.



Mapa turystyczna Kampinoskiego Parku Narodowego w skali 1:65 000

Mniejszą skalę niż mapy topograficzne mają **mapy przeglądowe** (skala mniejsza niż 1:200 000), które przedstawiają kraje, kontynenty lub ich części. Ukazane są na nich istotne elementy pokrycia terenu – m.in. rzeki, jeziora, bagna, największe miasta, linie kolejowe, drogi, granice państw, punkty wysokościowe. Zwykle wymienione elementy treści mapy przedstawione są na tle rzeźby terenu odwzorowanej za pomocą poziomicy i barw właściwych dla skali hipsometrycznej. Zwyczajowo mapy takie nazywane są mapami ogólnogeograficznymi lub fizycznymi.



Mapa przeglądowa Australii

Innym kryterium podziału map może być klasyfikacja ze względu na **treść mapy**. Według tego wyznacznika możemy wydzielić dwie główne grupy:

- **mapy ogólnogeograficzne**,
- **mapy tematyczne**.

Mapy ogólnogeograficzne pokazują związki przestrzenne pomiędzy wybranymi zjawiskami geograficznymi. Najczęściej przedstawione są na nich: ukształtowanie powierzchni, hydrografia (czyli wody, np. rzeki, jeziora, morza, bagna itp.), zabudowa, drogi, koleje, granice.

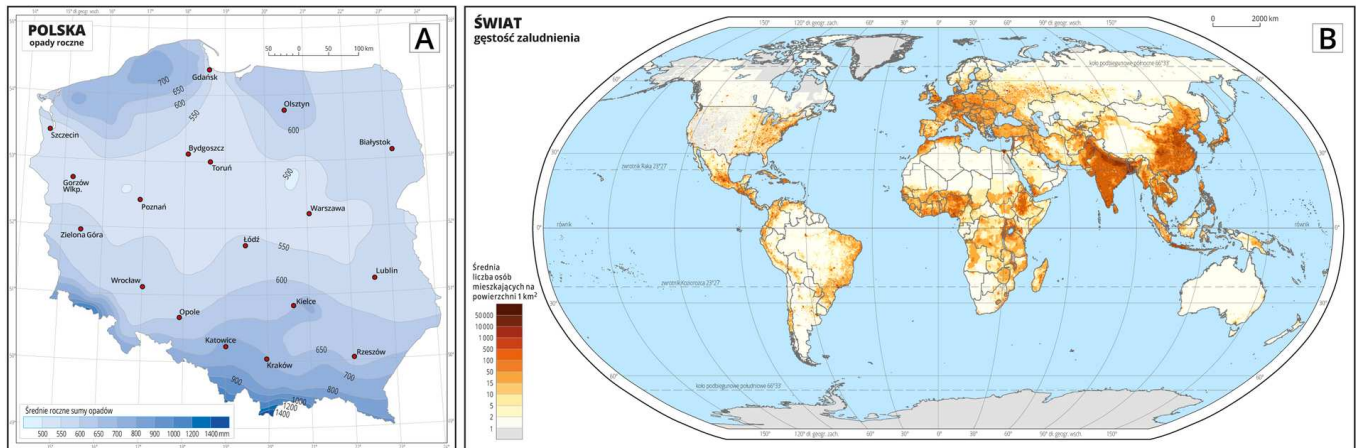
Mapy tematyczne przedstawiają jedno określone zjawisko bądź element (czasami kilka zagadnień z danej dziedziny). Możemy je podzielić na dwie grupy:

- **mapy przyrodniczo-geograficzne** (np. klimatyczne, geologiczne, glebowe itp.);
- **mapy społeczno-gospodarcze** (np. demograficzne, czyli dotyczące ludności, komunikacji, turystyki, przemysłu, historii itp.).

Mapy ze względu na **wielkość skali** można podzielić na trzy grupy:

- **mapy wielkoskalowe** (w skalach większych niż 1:200 000, np. plany działek budowlanych, plany miast, mapy topograficzne, turystyczne);

- **mapy średnioskalowe** (od 1:200 000 do 1:1 000 000, np. mapy samochodowe, mapy przeglądowe, ogólnogeograficzne i tematyczne o większych skalach);
- **mapy małoskalowe** (skale mniejsze niż 1:1 000 000, np. mapy przeglądowe, ogólnogeograficzne i tematyczne o mniejszych skalach, mapy kontynentów, mapy świata).



Przykłady map tematycznych: mapa przyrodnicza – mapa średnich rocznych opadów w Polsce (A), mapa społeczno-ekonomiczna – mapa gęstości zaludnienia na świecie (B)

Polecenie 3

W atlasie geograficznym odszukaj mapy: klimatyczną, rozmieszczenia surowców naturalnych i transportu (wszystkie dla tego samego obszaru). Przeanalizuj je, porównaj i wymień zasadnicze różnice między nimi.

Podsumowanie

- Mapa jest uogólnionym odwzorowaniem powierzchni Ziemi, innego ciała niebieskiego lub ich fragmentu, stworzonym przy zastosowaniu ścisłych matematycznych reguł i przedstawionym na płaszczyźnie w odpowiedniej skali za pomocą znaków umownych. Mapy mogą dotyczyć różnych zagadnień, np. ukształtowania terenu, podziału politycznego obszaru, budowy geologicznej itd.
- Siatki kartograficzne powstały z przekształcenia siatki geograficznej za pomocą różnych metod matematycznych, czyli tzw. odwzorowań kartograficznych.
- Skala mapy informuje o wielokrotności pomniejszenia obrazu Ziemi lub jej fragmentów na mapie.

- Kartografia proponuje wiele rodzajów map różniących się konstrukcją, skalą, tematyką i przeznaczeniem.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Zastanów się i odpowiedz:

1. Obejrzyj dokładnie atlas samochodowy albo mapę samochodową w odbiorniku GPS. Które z podstawowych składników mapy udało ci się odnaleźć (skala mapy, odwzorowanie kartograficzne, ukształtowanie powierzchni, inne treści fizyczno-geograficzne, granice obszarów administracyjnych i ich nazwy, tytuł mapy, objaśnienia, oznaczenia współrzędnych geograficznych)?
2. Policz, ile wynosi w terenie odległość między punktami A i B, jeżeli na mapie w skali 1:50 000 odcinek pomiędzy nimi ma 16,5 cm.
3. Kartka z zeszytu szkolnego ma wymiary ok. 15 x 20 cm. Jaką skalę trzeba zastosować, aby na jej powierzchni zmieścił się kontynent o wymiarach 6000 x 8000 km?
Jaka skala jest konieczna do przedstawienia kraju o wymiarach 500 x 600 km?
Jaką skalę zastosujesz dla przedstawienia miasta o wymiarach 3 x 5 km?

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [generalizacja treści mapy](#)
 - [kartografia](#)
 - [mapa przeglądowa](#)
 - [mapa topograficzna](#)
 - [mapa turystyczna](#)
 - [objaśnienia mapy](#)
 - [odwzorowanie kartograficzne](#)
 - [plan](#)
 - [podziałka liniowa](#)
 - [skala liczbowa](#)
 - [skala mapy](#)
 - [skala mianowana](#)
 - [symbole kartograficzne](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [W jaki sposób przedstawić na mapie zjawiska i obiekty geograficzne?](#)

Słowniczek

generalizacja treści mapy

proces zmniejszania szczegółowości mapy wraz ze zmniejszaniem jej skali

kartografia

dziedzina nauki i techniki obejmująca teorię oraz metody sporządzania i użytkowania map, a także atlasów, globusów itp.; jej częścią jest **kartografia**

matematyczna zajmująca się odwzorowaniami kartograficznymi

legenda mapy

patrz [objaśnienia mapy](#)

mapa

uproszczony obraz powierzchni Ziemi, innej planety lub ich części przedstawiony na płaszczyźnie w odpowiednio dobranej skali za pomocą umownych znaków i zgodnie z określonym odwzorowaniem kartograficznym

mapa przeglądowa

mapa o uproszczonej treści przedstawiająca z reguły rozległy obszar (od części państwa po cały kontynent), otrzymana w wyniku zmniejszenia i generalizacji kartograficznej mapy topograficznej

mapa topograficzna

dokładna mapa ogólnogeograficzna o skali większej od 1:500 000 wykonywana na podstawie szczegółowych pomiarów terenowych oraz zdjęć lotniczych i satelitarnych; przedstawia obiekty trwale występujące w terenie oraz jego ukształtowanie

mapa turystyczna

mapa o skali podobnej do map topograficznych, ale zawierająca przydatne dla turystów informacje o zabytkach, drogach turystycznych, schroniskach, kempingach itp.

objaśnienia mapy

dawniej określane jako legenda mapy; zawierają spis symboli występujących na mapie i informacje o jej wykonaniu

odwzorowanie kartograficzne

matematyczny sposób przedstawiania powierzchni kuli na płaszczyźnie

plan

szczegółowy, kartograficzny obraz stosunkowo niewielkiej powierzchni, przedstawiony na płaszczyźnie za pomocą symboli kartograficznych, w dużej skali; nie wymaga stosowania określonego odwzorowania kartograficznego i siatki kartograficznej

podziałka liniowa

graficzne przedstawienie skali na mapie

skala liczbowa

informuje, ile razy rzeczywiste rozmiary jakiegoś obiektu lub obszaru zostały pomniejszone lub powiększone; jeżeli obiekt pomniejszony jest 10 000 razy, to oznacza, że został odwzorowany w skali 1:10 000

skala mapy

stosunek wielkości liniowych rozmiarów fragmentu powierzchni, dla którego opracowano odwzorowanie kartograficzne danej mapy, do rzeczywistej wielkości tych rozmiarów

skala mianowana

skala mapy zapisywana jako porównanie dwóch odległości: pierwsza odległość to długość odcinka na mapie, a druga (wyrażona zazwyczaj w metrach lub kilometrach) to długość tego samego odcinka w terenie; przykład zapisu tej skali: 1 cm – 10 km, co oznacza, że odcinek o długości 1 cm na mapie odpowiada 10 km w terenie

symbole kartograficzne (znaki kartograficzne)

umowne znaki używane na mapach i przeznaczone do przedstawiania zjawisk, zdarzeń i obiektów; symbole mogą mieć charakter sygnatur punktowych, liniowych lub powierzchniowych

Zadania

Ćwiczenie 4

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Mapa jest obrazem powierzchni Ziemi przedstawionym w , czyli w skali.

W kreśleniu mapy na płaszczyźnie konieczne jest zastosowanie kartograficznego.

W treści mapy konieczne jest zastosowanie odpowiednich symboli .

Z powodu braku możliwości przedstawienia na mapie wszystkich obiektów środowiska

jest generalizacja.

cieniowania

niedopuszczalna

ortograficznych

podwyższeniu

przykładu

niekonieczna

procentu

patriotycznych

niepotrzebna

matematycznych

pomniejszeniu

odwzorowania

powiększeniu

konieczna

kartograficznych

pogłębieniu

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Spśród wymienionych elementów wybierz dwa, które są składnikami mapy.

☐ spis treści

☐ fabuła

☐ legenda

☐ skala

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Oceń prawdziwość wymienionych poniżej stwierdzeń dotyczących odwzorowań kartograficznych.

	Prawda	Fałsz
Odwzorowania służą przekształceniu siatki geograficznej w kartograficzną.	☐	☐
Każda siatka kartograficzna zachowuje kąt prosty między południkami a równoleżnikami.	☐	☐
Siatka geograficzna to umowny układ południków i równoleżników na Ziemi lub wykreślony na globusie.	☐	☐
Siatka kartograficzna wykreślona jest na modelu Ziemi, czyli na globusie.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Które z poniższych stwierdzeń jest poprawne?

- ☐ Siatki kartograficzne służą do tworzenia odwzorowań.
- ☐ Siatki kartograficzne są podstawą do rysowania map.
- ☐ Siatki kartograficzne są podstawą do budowy globusów.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Dwa z wymienionych poniżej przykładów skali kartograficznej są powszechnie stosowane na mapach. Zaznacz je.

☐ skala logarytmiczna

☐ skala mianowana

☐ skala podziałkowa

☐ skala liczbowa

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Odwzorowania zachowujące na siatce kartograficznej w sposób wierny tylko kąty to tzw. odwzorowania

☐ wiernokątne.

☐ przekątne.

☐ wielokątne.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 10

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Plan to bardzo szczegółowy obraz niewielkiego obszaru przedstawiony na za pomocą symboli kartograficznych w dużej skali. Plan obejmuje bardzo mały fragment Ziemi. Można uznać go za płaszczyznę, dlatego nie trzeba stosować kartograficznych. Na planie nie rysuje się zazwyczaj układu współrzędnych .

kartograficznych

mapie

symboli

globusie

graficznych

powierzchni

zasad

odwzorowania

geograficznych

map

matematycznych

mapy

płaszczyźnie

orbity

powierzchni kuli

odwzorowań

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 11

Odwzorowania wiernopowierzchniowe nie zachowują poprawnie

☐ skali.

☐ odległości.

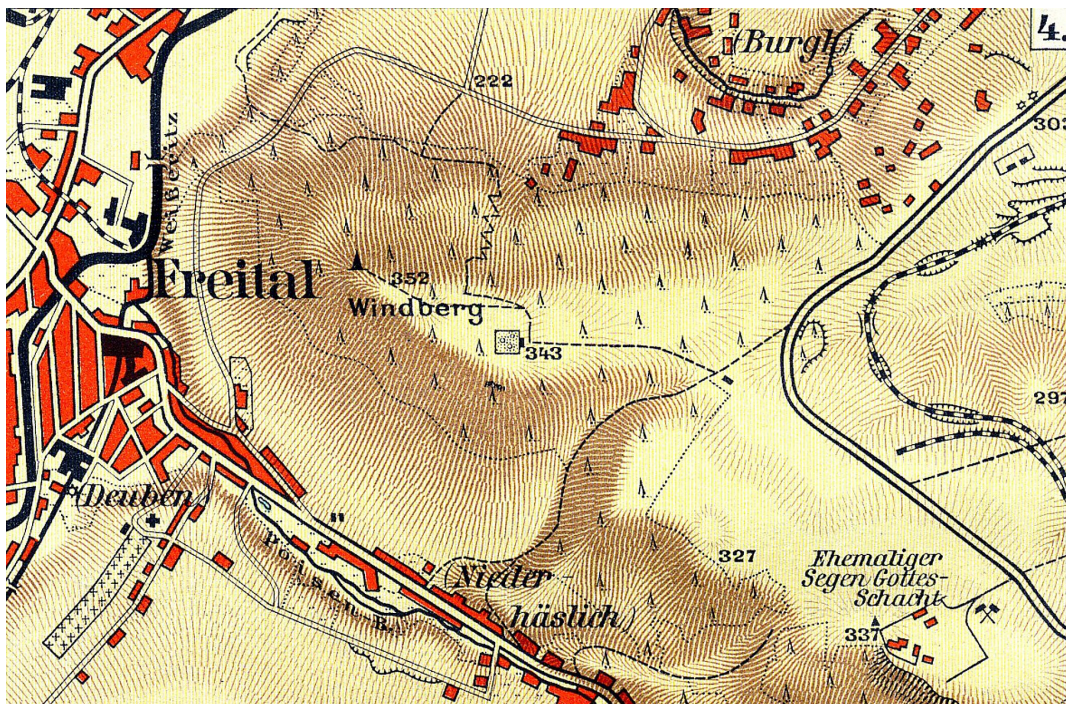
☐ wysokości.

☐ kątów.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

W jaki sposób przedstawić na mapie zjawiska i obiekty geograficzne?

Kiedy geografowie uporali się z problemem, w jaki sposób przedstawić kulistą Ziemię na płaszczyźnie, pojawiła się kolejna kwestia do rozstrzygnięcia. Jak na płaskiej mapie zobrazować niezwykle urozmaicone ukształtowanie powierzchni Ziemi i różnorodne obiekty naturalne oraz te związane z działalnością człowieka? Teraz i ty dowiesz się, jak to zrobić.



Ukształtowanie powierzchni przedstawione metodą kreskową na mapie okolic niemieckiego miasta Freital pochodzącej z lat 30. XX wieku

Już wiesz

- że mapa jest bardzo ważnym narzędziem dla geografa;
- że konstrukcją map rządzą określone zasady;
- że każda prawidłowo sporządzona mapa ma swoje stałe elementy.

Nauczysz się

- opisywać metody prezentacji różnych zjawisk na mapach;
- wyjaśniać, jakie są geograficzne metody ukazywania na mapach rzeźby terenu i wysokości;
- wymieniać podstawowe formy powierzchni Ziemi.

1. Jak przedstawić na mapie jakościowe i ilościowe cechy środowiska?

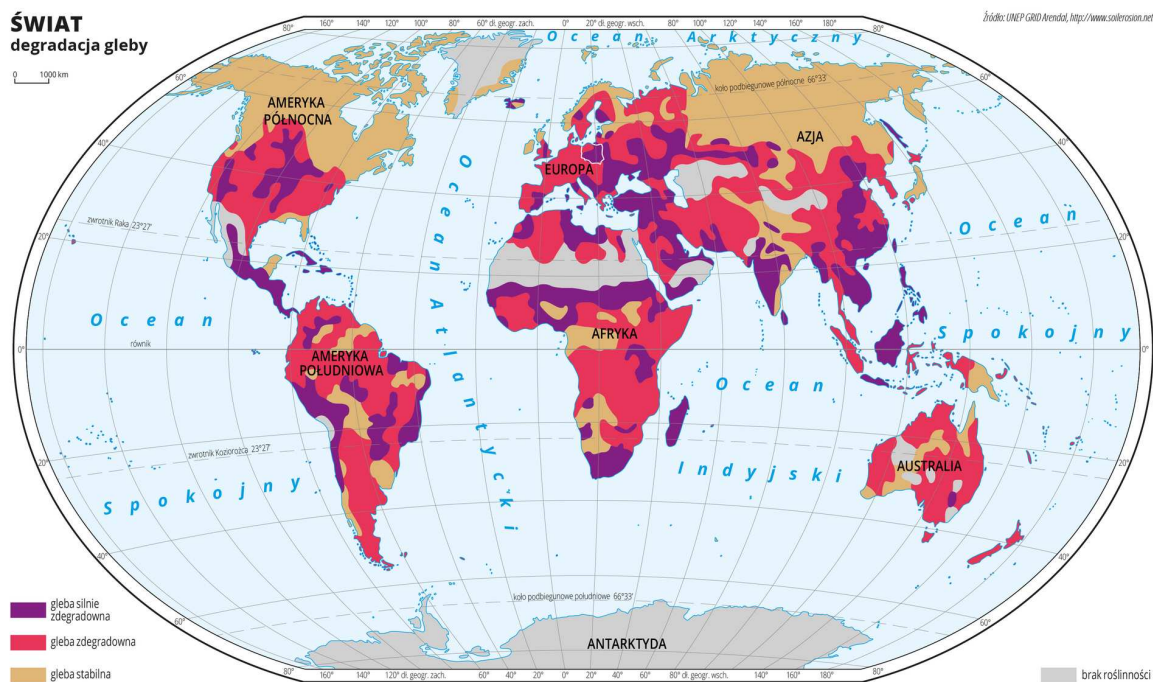
Metody przedstawiania zjawisk na mapie zostały podzielone na dwie główne grupy:

- **metody jakościowe,**
- **metody ilościowe.**

Pierwsze z nich służą do przedstawiania **cech jakościowych**, czyli niemierzalnych, informujących jedynie o występowaniu danego zjawiska. Za pomocą tych drugich przedstawia się na mapach **cechy ilościowe**, czyli takie, które mówią o **natężeniu** danego zjawiska.

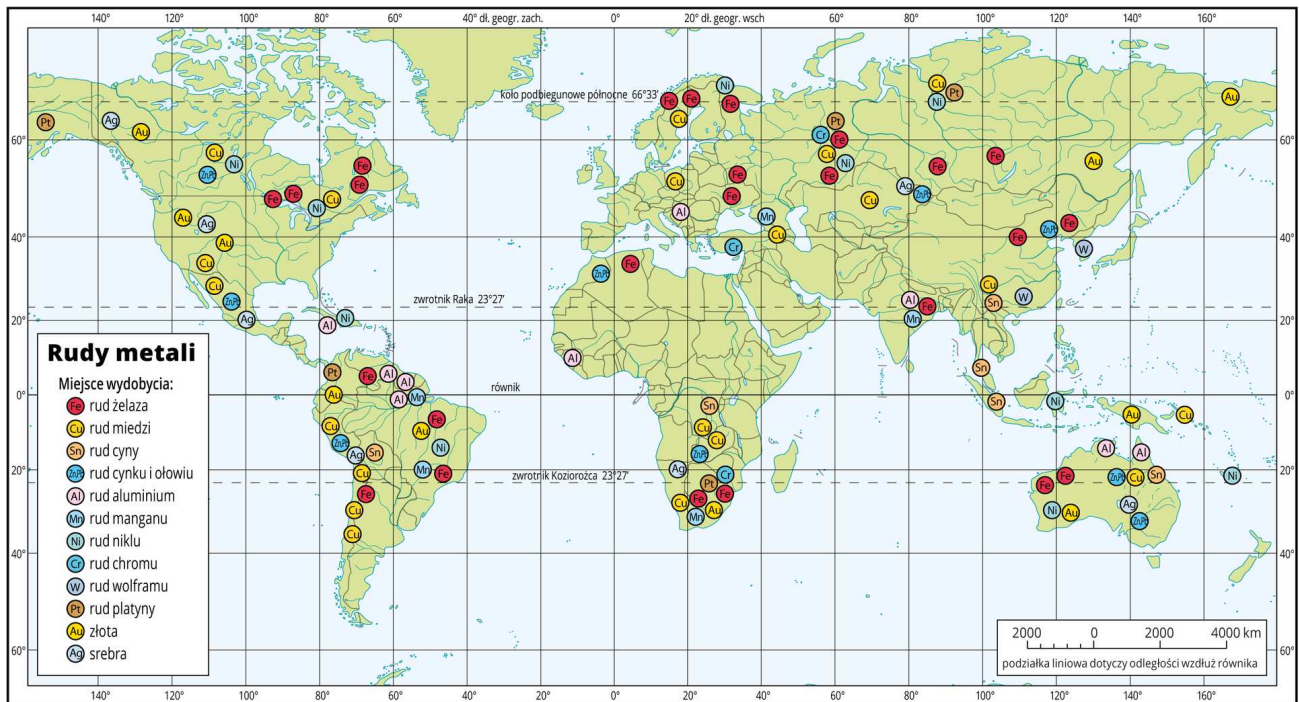
Metody jakościowe

Do prezentacji **cech jakościowych** możemy stosować **metodę powierzchniową** (nazywaną też chorochromatyczną), która polega na pokryciu fragmentów mapy odpowiednią barwą lub kreskowaniem (tzw. szrafowaniem). Stosuje się ją na przykład na mapach użytkowania ziemi, typów klimatu itp. Często za pomocą tej metody opracowane jest tło mapy, na którym przy użyciu innych metod przedstawia się pozostałe zjawiska.



Do prezentacji cech jakościowych na mapach stosowana jest metoda powierzchniowa

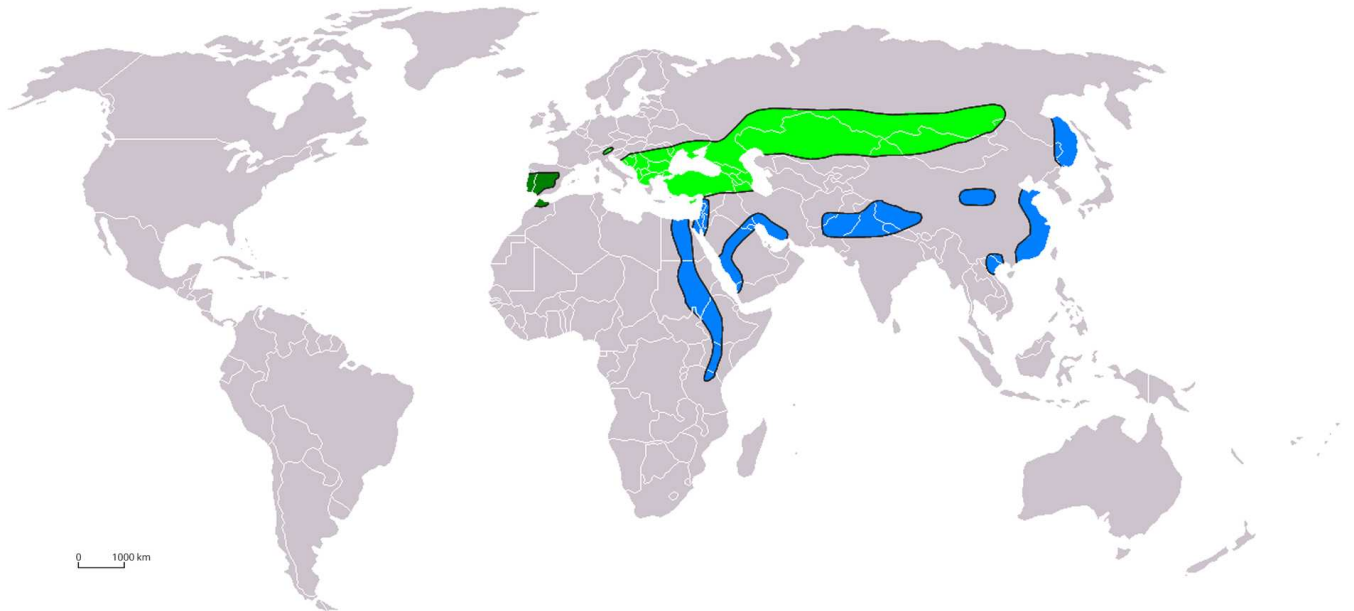
Zjawiska, które występują na niewielkich rozproszonych obszarach, można prezentować przy użyciu **metody sygnaturowej**, czyli rysowania na mapach znaków umownych bądź skrótów. Metodą taką przedstawia się na przykład występowanie surowców, rodzaje upraw, miejsca hodowli zwierząt itp.



Mapa sygnaturowa przedstawiająca miejsca wydobycia wybranych rud metali na świecie

Występowanie zjawisk rozproszonych i ograniczonych terytorialnie można prezentować **metodą zasięgów**.

Linia zasięgu informuje o tym, że dane zjawisko ma miejsce w zaznaczonym obrębie, ale nie zawsze na całym terenie. Bardzo często obszar zasięgu oznaczony linią wypełnia się barwą. Metodę taką stosuje się do przedstawienia na przykład zasięgu występowania roślin, zwierząt itp.



Występowanie orła cesarskiego (*Aquila heliaca*) na świecie. Oznaczenia kolorów: niebieski – letnie lęgowiska, jasnozielony – zimowiska, ciemnozielony – siedliska całoroczne

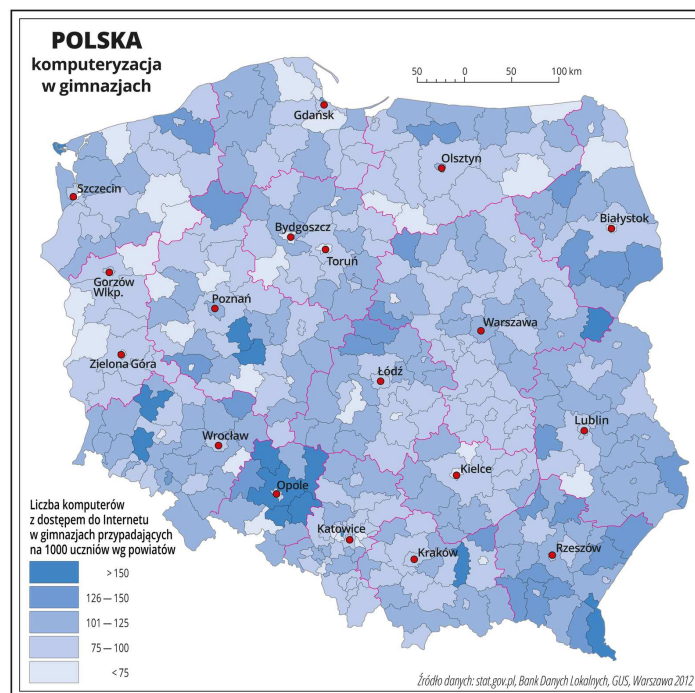
Metody ilościowe

Ilościowe cechy zjawisk najczęściej przedstawia się za pomocą niżej wymienionych metod:

- **metody kartogramu,**
- **metody kartodiagramu,**
- **metody izarytmicznej,**
- **metody kropkowej.**

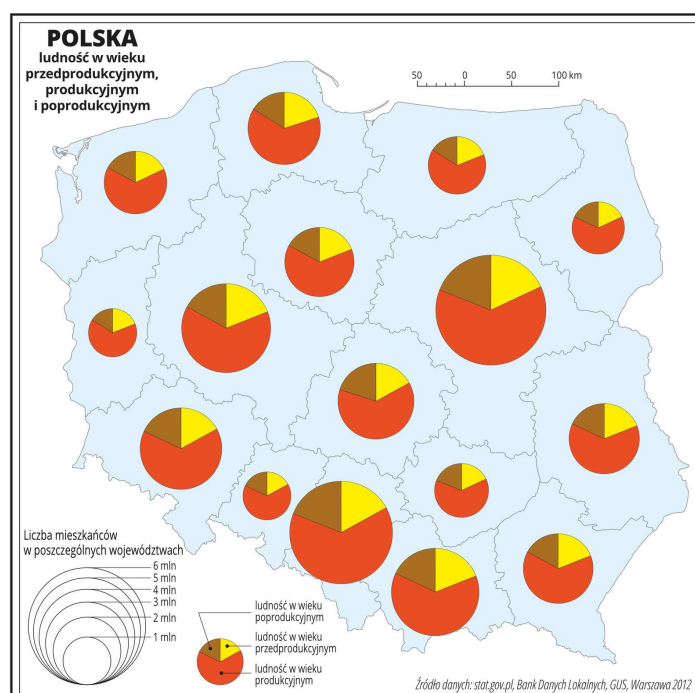
Metoda kartogramu polega na przedstawieniu za pomocą barwy (lub szrafu) zróżnicowania intensywności rozpatrywanego zjawiska w granicach pól podstawowych, którymi mogą być jednostki podziału terytorialnego (gminy, powiaty, województwa) lub pola geometryczne (kwadraty, trójkąty). Ilościowe wskaźniki charakteryzujące jednostki są poklasyfikowane w przedziały, którym przypisana jest skala barwna.

Najczęściej za pomocą tej metody prezentowane są wskaźniki obrazujące średnią intensywność jakiegoś zjawiska na danym terenie, np. gęstość zaludnienia, przyrost naturalny, gęstość sieci dróg kołowych i kolejowych w poszczególnych państwach, województwach, powiatach czy gminach.



Mapa przedstawiająca, ile komputerów z dostępem do Internetu przypada na 1000 gimnazjalistów w poszczególnych powiatach (wykonana na podstawie danych BDL GUS, 2012)

Metoda kartodiagramu polega na prezentacji wartości liczbowych zjawiska za pomocą wykresów wstawionych w konkretnym miejscu występowania charakteryzowanego zjawiska lub w środku obszaru, którego dotyczą. Diagramy pokazują wielkość i rodzaj przedstawianego zjawiska lub jego strukturę (np. udział procentowy poszczególnych składników zjawiska). Wykresy mogą być różne: słupkowe, kołowe, liniowe. Za pomocą diagramów można przedstawiać zarówno zjawiska przyrodnicze (np. roczny przebieg temperatury powietrza), jak i zjawiska społeczno-gospodarcze (np. wydobywanie surowców mineralnych i ich strukturę).



Mapa przedstawiająca ludność w wieku przedprodukcyjnym, produkcyjnym i poprodukcyjnym w poszczególnych województwach (na podstawie danych BDL GUS, 2012)

Zjawiska występujące w sposób ciągły, ale zróżnicowany w przestrzeni można przedstawić za pomocą **metody izarytmicznej**, polegającej na wykreślaniu linii łączących punkty o tej samej wartości prezentowanego zjawiska. Linie te, zwane **izoliniami** lub **izarytmami**, na różnych mapach mają różne nazwy. Na przykład izolinie łączące punkty o jednakowej temperaturze nazywamy **izotermami**, te, które pokazują jednakową wartość ciśnienia – **izobarami**, a linie łączące punkty o jednakowej wysokości nad poziomem morza – **izohipsami**, **warstwicami** lub najczęściej **poziomicami**. Nierzadko obszary pomiędzy izoliniami wypełnia się odpowiednim kolorem zgodnym z przyjętą skalą barw, co w sposób plastyczny podkreśla natężenie danego zjawiska.



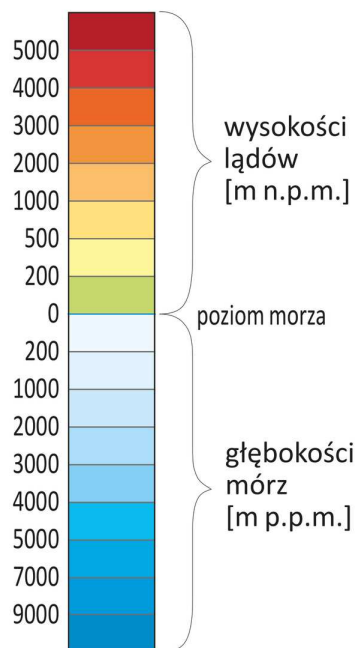
Izotermie stycnia w Polsce: linie łączą punkty o tej samej średniej temperaturze w styczniu

Metoda kropkowa polega na rozmieszczeniu na mapie kropek (lub innego symbolu charakteryzującego przedstawiane zjawisko) o określonej wielkości. Wielkość kropek lub symboli odpowiada wadze danego zjawiska (czyli jego wartości liczbowej). Najczęściej metodę tę wykorzystuje się do przedstawienia rozmieszczenia ludności lub zwierząt, np. hodowlanych, na danym obszarze.

kreskowanie stoków gór oraz **cieniowanie**, co miało ukazać zróżnicowanie rzeźby powierzchni terenu.

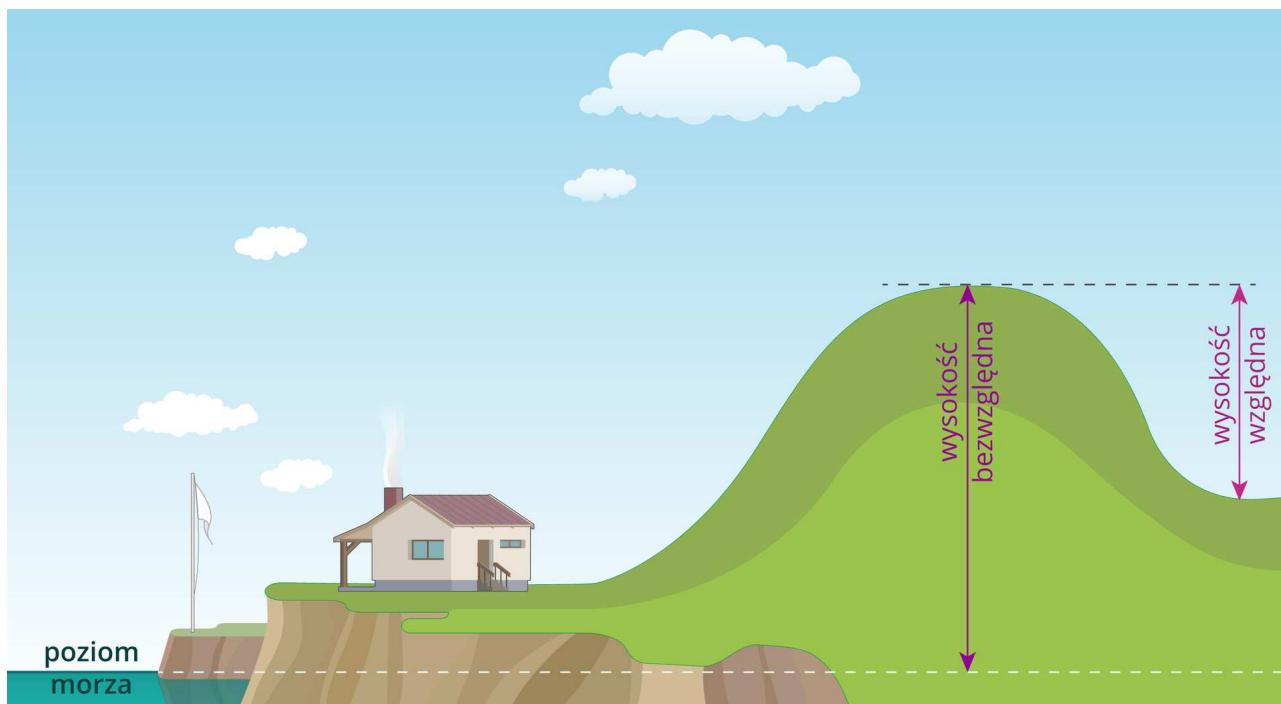
Dopiero wynalezienie **metody poziomicowej** okazało się przełomem. **Poziomice** (zwane także warstwicami lub izohipsami) to linie na mapie łączące punkty o tej samej wysokości powyżej (albo poniżej) poziomu morza. Im bliżej siebie narysowane są poziomicę, tym stok jest bardziej stromy, natomiast im dalej od siebie – tym łagodniejszy.

Rozwinięciem tej metody jest **metoda hipsometryczna** polegająca na połączeniu poziomicowego obrazu ukształtowania terenu z odpowiednią kolorystyką. Przestrzenie między poziomami koloruje się wówczas zgodnie ze **skalą barw hipsometrycznych**, stosując barwy ciepłe i zimne. Metoda hipsometryczna wykorzystuje właściwości ludzkiego oka. Barwy ciepłe, czyli żółcień, pomarańcze, czerwienie, wydają się być bliższe w stosunku do obserwatora, a barwy chłodne – zielenie i błękity – bardziej od niego oddalone. Dlatego formy wypukłe, jak góry i wyżyny, oznaczane są barwami ciepłymi, a formy wklęsłe i niżej leżące – barwami chłodnymi.



Przykład skali barw z hipsometrycznej mapy jednego z kontynentów

Dzięki zastosowaniu map poziomicowej lub hipsometrycznej można dosyć dokładnie określić różnice wysokości między sąsiednimi obiektami na mapie. Różnicę wysokości jednego obiektu w stosunku do innego (np. szczytu górskiego w stosunku do doliny leżącej u jego podnóża) nazywamy **wysokością względną**. Można także odczytać różnicę wysokości dowolnego miejsca w stosunku do poziomu morza i tę różnicę nazywamy **wysokością bezwzględną**.

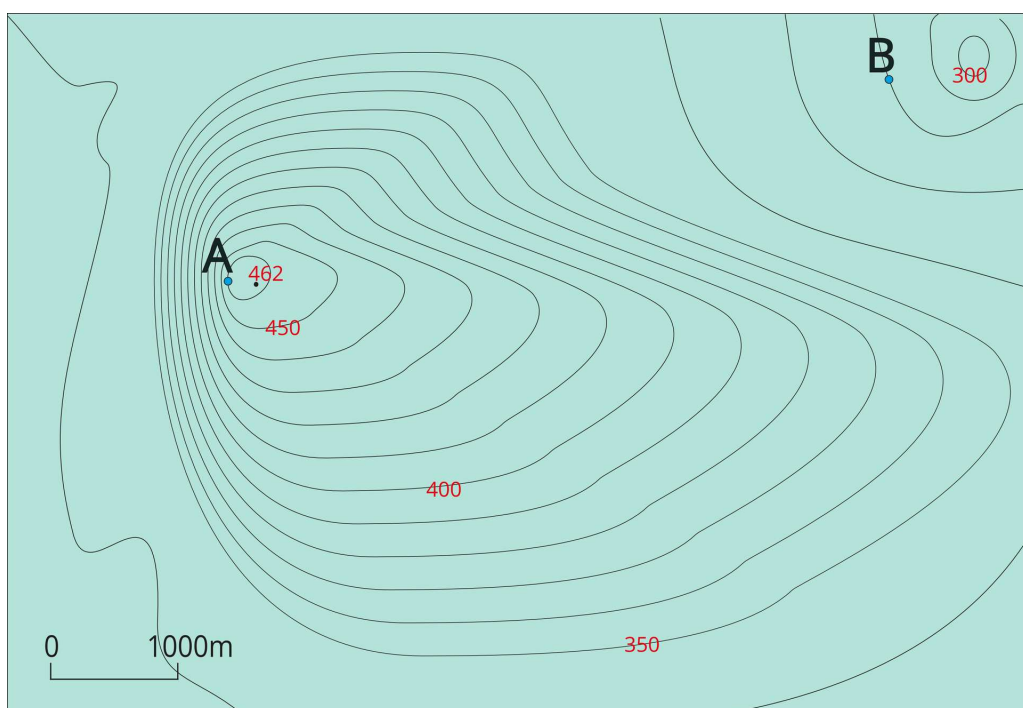


Wysokość bezwzględna jest mierzona w odniesieniu do poziomu morza, a wysokość względna w stosunku do innego punktu odniesienia

Polecenie 2

Na podstawie załączonego poniżej fragmentu mapy poziomicowej opisz rzeźbę powierzchni przedstawionego terenu.

- Odczytaj wysokość bezwzględną punktów A i B na załączonej mapie.
- Oblicz wysokość względną punktu A w stosunku do punktu B.
- Wskaż stoki wzgórza o największym i najmniejszym nachyleniu.



Mapa poziomicowa wzgórza

Ciekawostka

Dawne mapy pokazywały użytkownikowi zróżnicowanie ukształtowania powierzchni. Może nie były to metody precyzyjne, ale dawały przybliżoną informację o rzeźbie terenu. Metodę cieniowania stosuje się do dzisiaj w celu uplastycznienia pokazywanej rzeźby, łącząc ją na przykład z metodą hipsometryczną.



Mapa Śląska według Martina Helwiga pochodząca z XVI wieku. Pasma Sudetów pokazane w postaci kopczyków. Jest to tzw. metoda kopczykowa

3. Podstawowe formy powierzchni Ziemi wyróżnione na mapach

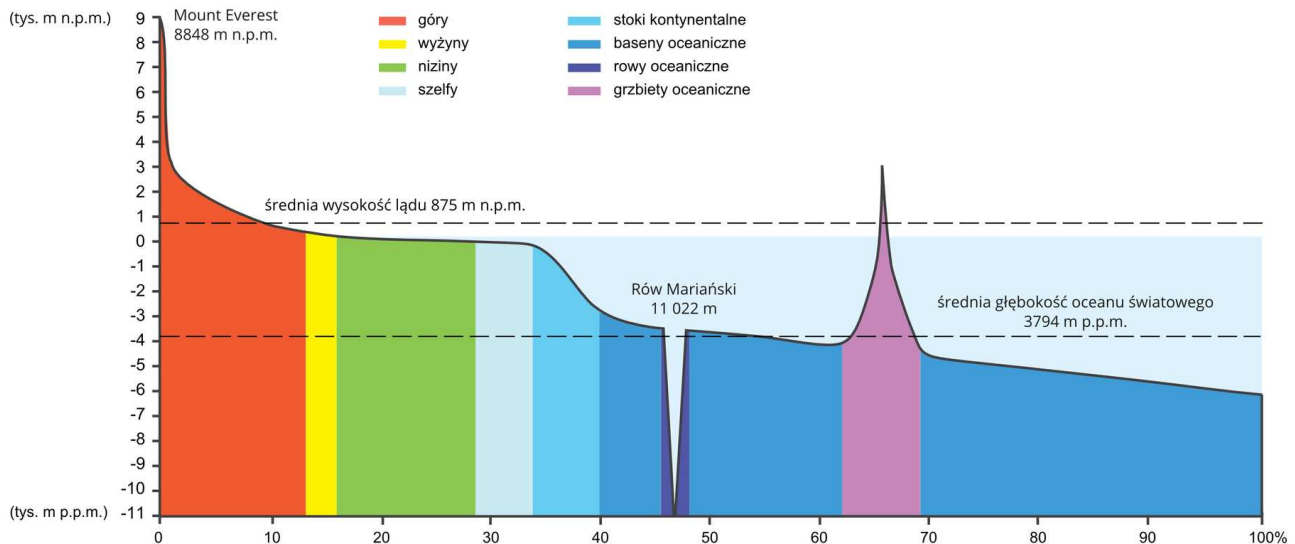
Biorąc pod uwagę wysokości względne i bezwzględne, geografowie podzielili powierzchnię naszej planety na różniące się pod pewnymi względami formy powierzchni Ziemi (także dna morskiego i oceanicznego). Wyróżnili wśród nich przede wszystkim **góry**, **wyżyny**, **niziny** i **depresje** na powierzchni Ziemi, a **szelfy kontynentalne**, **stoki kontynentalne**, **baseny oceaniczne** i **rowy oceaniczne** poniżej poziomu morza.

Niziny to równinne lub słabo urzeźbione obszary o wysokościach nieprzekraczających 300 m n.p.m., w obrębie których występują **depresje**, czyli obszary lądu położone poniżej poziomu morza. Obszary o wysokościach bezwzględnych przekraczających 300 m n.p.m. i wysokościach względnych mniejszych niż 300 m uznaje się za **wyżyny**. Jednak w wielu krajach, w tym w Polsce, graniczną wartością rozdzielającą niziny od wyżyn jest 200 m n.p.m., co wynika z faktu, że w konkretnych warunkach środowiska oprócz kryterium wysokości bierze się także pod uwagę budowę geologiczną. Wzniesienie wyżyn nad poziomem morza jest różne; wyżyny europejskie położone są przeważnie na wysokości 300-600 m n.p.m.

Mianem **gór** określa się zwykle formy terenu o dużym nachyleniu stoków i wysokościach względnych powyżej 300 m w stosunku do sąsiadujących dolin. Ze względu na wysokości względne i stromość stoków wyróżnia się **góry niskie**, **średnie** i **wysokie**.

Na styku kontynentów i przylegających do nich mórz lub oceanów występuje **szelf kontynentalny**, czyli zalana wodami morza część kontynentu. Szelf sięga do głębokości ok.

200 m poniżej poziomu morza, gdzie gwałtownie załamuje się i przechodzi w **stok kontynentalny**, który ma znaczny kąt nachylenia i z kolei stanowi przejście do głębszych partii oceanów. Jedną z najrozleglejszych stref głębokiego oceanu (ok. 50% powierzchni Ziemi) są **baseny oceaniczne**. Ich dno znajduje się na głębokości od 3000 m do 6000 m poniżej poziomu morza. Innymi głębokimi strukturami rzeźby den oceanicznych są **rowy oceaniczne** stanowiące wydłużone obniżenia o głębokości ponad 6000 m. Procentowy udział poszczególnych głównych form w całej powierzchni Ziemi ilustruje **krzywa hipsograficzna**.



Krzywa hipsograficzna pokazuje procentowy udział poszczególnych form w całej powierzchni Ziemi

Polecenie 3

Na mapie Europy wskaż po jednym przykładzie gór, wyżyn, nizin i depresji. Odczytaj i zapamiętaj ich nazwy.

Ciekawostka

Często trudno jest precyzyjnie określić granicę między wysokimi i dosyć mocno urzeźbionymi fragmentami wyżyn a niskimi i łagodnie nachylonymi górami. W rezultacie czasami obszary wyżynne, a nawet nizinne mają zwyczajową nazwę gór. Najwyższe wzniesienia polskich wyżyn to Góra Świętej Anny na Wyżynie Śląskiej (404 m n.p.m.) i Góra Zamkowa na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej, zwana również Górą Janowskiego (516 m n.p.m.). Najwyższe wzniesienia pojezierzy polskich (zaliczanych zgodnie z prezentowaną definicją do nizin) też bywają nazywane górami, np. Dylewska Góra – 312 m n.p.m. czy Góra Szeska – 309 m n.p.m.



Najwyższe wzniesienie Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej – Góra Zamkowa (Góra Janowskiego) sięgająca 516 m n.p.m. i mieszczące się na jej szczycie ruiny Zamku Ogrodzieniec

Ciekawostka

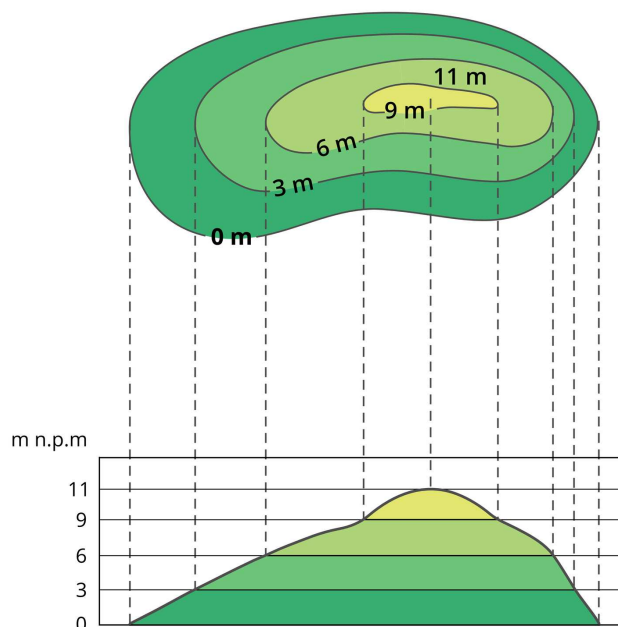
Wyżyna Tybetańska ze względu na stosunkowo równinny charakter powierzchni i otoczenie wysokimi, potężnymi łańcuchami między innymi Himalajów, Karakorum, Pamiru i Kunlun uważana jest za wyżynę, choć leży na wysokości ok. 4000–5000 m n.p.m.



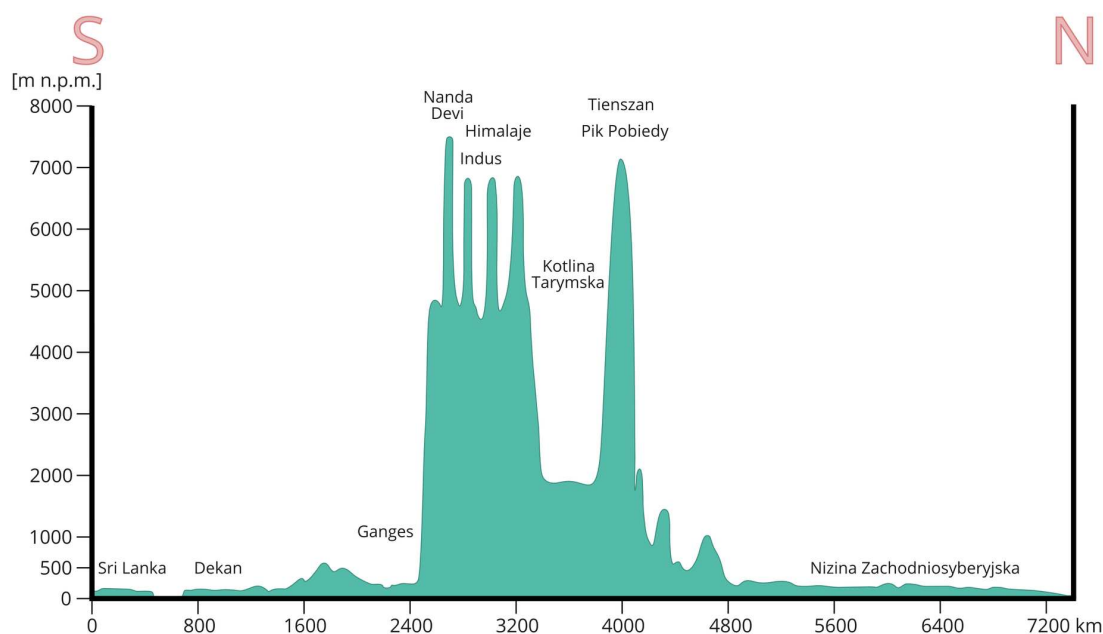
Krajobraz Wyżyny Tybetańskiej

Ukształtowanie terenu można pokazać także w przekroju wzdłuż wybranej linii. Wykres taki bardzo dobrze obrazuje różnice wysokości pomiędzy poszczególnymi formami rzeźby

znajdującymi się wzdłuż danej linii. Wykres tego typu nosi nazwę **profilu hipsometrycznego**. Profil ten konstruuje się na podstawie mapy poziomicowej. Oś pionowa wykresu przedstawia wartości wysokości bezwzględnych, natomiast pozioma odległości zgodnie ze skalą mapy, na podstawie której profil był konstruowany.



Sposób tworzenia profilu hipsometrycznego na podstawie mapy poziomicowej



Profil hipsometryczny Azji wzdłuż południka 80°E. Deniwelacje pionowe, czyli różnice wysokości, są w Azji bardzo duże, co oznacza, że kontynent ten charakteryzuje się kontrastami wysokościowymi

Podsumowanie

- W celu przedstawienia na mapach cech jakościowych stosuje się metody: powierzchniową, sygnatur i zasięgów. Cechy ilościowe prezentowane są przy użyciu kartogramu, kartodiagramu, metody izarytmicznej i kropkowej.
- Mapy poziomicowe i hipsometryczne umożliwiają sprawne odczytanie wysokości względnej i bezwzględnej.
- Powierzchnia Ziemi i dno morskie zostały podzielone na kilka najważniejszych form ukształtowania powierzchni: góry, wyżyny, niziny, depresje, szelfy kontynentalne, stoki kontynentalne, baseny oceaniczne i rowy oceaniczne.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Zastanów się i odpowiedz:

1. Dlaczego trudno określić jednoznacznie różnicę między wyżynami i górami?
2. Dlaczego wiele depresji nie jest zalanych przez wodę, choć leżą poniżej poziomu morza?
3. Wyszukaj w dostępnych źródłach różnego rodzaju mapy, na których zastosowano metodę izarytmiczną. Zastanów się, jakie informacje były podstawą do wyrysowania tych map.

Zobacz także

Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:

- [basen oceaniczny](#)
- [depresja](#)
- [góry](#)
- [metoda izarytmiczna](#)
- [metoda kartodiagramu](#)
- [metoda kartogramu](#)
- [metoda kropkowa](#)
- [metoda powierzchniowa](#)
- [metoda sygnaturowa](#)
- [metoda zasięgów](#)

- niziny
- rów oceaniczny
- stok kontynentalny
- szelf kontynentalny
- wysokość bezwzględna
- wysokość względna
- wyżyny

Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:

- Mapa – po co ją tworzymy i do czego wykorzystujemy skalę?

Słowniczek

basen oceaniczny

forma ukształtowania dna oceanicznego; baseny oceaniczne leżą na głębokości od 3000 m do 6000 m poniżej poziomu morza i zajmują łącznie ok. 50% powierzchni całej Ziemi

depresja

obszar lądowy położony poniżej poziomu morza

góry

formy terenu o silnie urozmaiconej rzeźbie, dużym nachyleniu stoków i wysokościach względnych powyżej 300 m

metoda izarytmiczna

inaczej zwana metodą izolinii; jest oparta na prezentacji zjawisk za pomocą linii łączących jednakowe wartości liczbowe analizowanego zjawiska; przykładem mogą być mapy ilustrujące rozkład ciśnienia atmosferycznego nad danym obszarem za pomocą izobar, a więc linii łączących punkty o tej samej wartości ciśnienia

metoda kartodiagramu

sposób prezentacji danych liczbowych poprzez umieszczenie diagramów (np. kołowych, słupkowych) na mapie jednostek podziału terytorialnego; diagramy pokazują wielkość zjawiska, a także jego wewnętrzną strukturę

metoda kartogramu

sposób przedstawienia intensywności jakiegoś zjawiska (np. poziomu bezrobocia) za pomocą barwy lub kreskowania na wybranym obszarze (w rozbiciu na jednostki podziału terytorialnego lub pola geometryczne)

metoda kropkowa

metoda pozwalająca przedstawić wielkość i przestrzenne rozmieszczenie zjawiska za pomocą kropek; gęstość kropek odzwierciedla intensywność prezentowanego zjawiska

metoda powierzchniowa

metoda polegająca na podzieleniu powierzchni mapy na mniejsze pola, z których każde stanowi obszar występowania danego zjawiska i wyróżnione jest kolorem lub deseniem; pola te nie zachodzą na siebie, gdyż zjawiska nie współwystępują ze sobą; metoda ta stosowana jest na przykład na mapach użytkowania ziemi, glebowych, klimatycznych, politycznych

metoda sygnaturowa

metoda polegająca na oznaczaniu na mapie zjawisk występujących punktowo, liniowo lub na małych rozproszonych obszarach za pomocą sygnatur, czyli liter lub innych znaków kojarzących się z danym zjawiskiem

metoda zasięgów

służy do przedstawiania na mapie zjawisk rozproszonych; linia zasięgu informuje, że w jej zakresie określone zjawisko występuje, ale niekoniecznie na całym obszarze

niziny

to tereny o wysokości bezwzględnej poniżej 200 m n.p.m. albo 300 m n.p.m., w obrębie których przeważają obszary równinne

rów oceaniczny

wydłużone obniżenie dna oceanu o głębokości ponad 6000 m

stok kontynentalny

wąski fragment dna morskiego poniżej [szelfu kontynentalnego](#) o stromym nachyleniu; stanowi przejście od szelfu do głębi oceanicznej

szelf kontynentalny

to część kontynentu zalana wodami morza; szelf sięga do głębokości ok. 200 m p.p.m., gdzie gwałtownym załomem przechodzi w [stok kontynentalny](#)

wysokość bezwzględna

to różnica wysokości między wybranym obiektem a uśrednionym poziomem morza

wysokość względna

to różnica wysokości między wybranym obiektem a punktem odniesienia innym niż poziom morza

wyżyny

to obszary, których wysokości bezwzględne przekraczają 300 m n.p.m., a wysokości względne nie przekraczają 300 m

Zadania

Ćwiczenie 1

Dopasuj właściwe metody prezentacji do zjawisk przedstawianych na mapach.

metoda kropkowa

procentowy udział nieużytków
w ogólnej powierzchni gruntów
w województwach

metoda kartogramu

parki, lasy, pola uprawne i ogródki
działkowe na planie miasta

metoda powierzchniowa

rozmieszczenie ludności w Europie

metoda izarytmiczna

rozkład rocznej sumy opadów w Afryce

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Dwie z wymienionych poniżej metod prezentacji zjawisk na mapach należą do grupy metod ilościowych. Zaznacz właściwe odpowiedzi.

☐ metoda kartodiagramu

☐ metoda izarytmiczna

☐ metoda topograficzna

☐ metoda sygnatur

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Metoda kartogramu polega na przypisaniu każdej jednostce podstawowej o odpowiednim natężeniu. Metoda polega natomiast na prezentacji wartości liczbowych opisywanego zjawiska za pomocą diagramów. Zjawiska występujące w sposób ciągły, ale zróżnicowany w , można prezentować za pomocą metody izarytmicznej. Metoda kropkowa stosowana jest najczęściej do prezentowania ludności.

przestrzeni

sygnaturowa

skali mianowanej

kartograficzna

kartodiagramu

diagramu

wyznania

ikonki

barwy

rozmieszczenia

współrzędnych geograficznych

spadku liczby

sposób nieciągły

wykresu

narodowości

tym samym miejscu

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Poziomice to linie na mapie punkty o tej samej wysokości powyżej (albo poniżej) poziomu morza. Gęsto narysowane świadczą, że stok jest stromy. Im dalej od siebie wykreślono poziomicę, tym stok jest . Jeżeli powierzchnię między poziomiami wypełnimy odpowiednim , to uzyskujemy mapę hipsometryczną.

łagodniejszy

ładniejszy

kolorem

południki

łączące

poziomice

odwzorowujące

kreskowaniem

bardziej nachylony

poziomujące

równoleżniki

cieniowaniem

nachyleniem

sygnatury

bardziej stromy

dzielące

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Dwie z wymienionych poniżej wielkości można odczytać na mapie poziomicowej. Zaznacz je.

☐ wysokość względna

☐ wysokość względna

☐ wysokość bezwzględna

☐ wysokość bezwarunkowa

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Jak nazywa się w geografii mapa łącząca metodę poziomicową i barwy pokrywające powierzchnię między poziomiami?

☐ mapa kolorowa

☐ mapa poziomicowa

☐ mapa hipsometryczna

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Każdy z opisów połącz z odpowiednią nazwą podstawowej formy powierzchni Ziemi.

powyżej 200 m n.p.m. i małe wysokości
względne

niziny

poniżej poziomu morza

wyżyny

powyżej 300 m n.p.m. i duże wysokości
względne

góry

poniżej 200 m n.p.m. i małe wysokości
względne

depresja

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Do jakiej formy ukształtowania powierzchni zaliczysz obszar o wysokości 250-350 m n.p.m. i małych różnicach wysokości względnej?

☐ do nizin

☐ do gór

☐ do depresji

☐ do wyżyn

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Nowoczesne technologie w tworzeniu map i ich interpretacji

Dawno temu kartografowie umieszczali na mapach tylko to, co sami zobaczyli. W późniejszych czasach pomagały im przyrządy pomiarowe i fotografia. Krótco potem sporządzanie map bardzo ułatwiły zdjęcia lotnicze. Dzisiaj kompletną powierzchnię Ziemi z bardzo dużą dokładnością prezentują fotografie wykonane z przestrzeni kosmicznej, a każdy z nas może korzystać z nawigacji satelitarnej.



Zdjęcie satelitarne



Zdjęcie lotnicze

Źródło: Jacques Descloitres, MODIS Rapid Response Team, NASA/GSFC (<http://commons.wikimedia.org>), Averater (<http://commons.wikimedia.org>), Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

Już wiesz

- jak powstawały i z czego się składają tradycyjne mapy;
- jak odczytywać i interpretować treść map;
- jak odczytać współrzędne geograficzne, odległości i wysokość n.p.m. dowolnego obiektu znajdującego się na mapie.

Nauczysz się

- przedstawiać historię i współczesne znaczenie zdjęć satelitarnych dla kartografii;
- interpretować zdjęcia lotnicze;
- wyjaśniać, jakie znaczenie we współczesnej geografii ma GPS.

1. Po co wykonuje się zdjęcia lotnicze i satelitarne?

Zdjęcia lotnicze to fotografie powierzchni Ziemi wykonywane z balonów, samolotów, helikopterów, szybowców, lotni, motolotni, latawców oraz **dronów**. Na podstawie profesjonalnych zdjęć lotniczych oraz pomiarów dokonanych przez geodetów kartografowie opracowują mapy topograficzne.

Ciekawostka

Pierwsze w historii zdjęcia powierzchni Ziemi z powietrza zostały wykonane przez francuskiego fotografa Nadara (prawdziwe nazwisko Gaspard-Félix Tournachon) podczas lotu balonem nad Paryżem w październiku 1858 roku. Trzy lata wcześniej ten sam fotograf wykonał zdjęcia z balonu na uwięzi.

Historia **zdjęć satelitarnych** jest dużo krótsza od historii zdjęć lotniczych. W 1946 roku uzyskano pierwsze w historii zdjęcie powierzchni Ziemi zrobione z kosmosu. Kamera umieszczona na rakiecie V-2 sfotografowała pustynię Nowego Meksyku. W 1960 roku na orbitę okołoziemską został wystrzelony amerykański satelita meteorologiczny TIROS-1, który wykonał pierwsze niedokładne zdjęcia satelitarne niewielkiego fragmentu Ziemi. Dwanaście lat później, w 1972 roku, rozpoczął pracę pierwszy sztuczny satelita przeznaczony specjalnie do badań Ziemi. Nazwano go Landsat 1. Od lutego 2013 roku pracuje kolejny już z tej serii – Landsat 8. Urządzenia zamontowane na tych satelitach zrobiły miliony zdjęć, które znalazły zastosowanie w kartografii, rolnictwie, geologii, leśnictwie, administracji, transporcie, edukacji i wojskowości oraz w wielu innych dziedzinach. Obecnie dziesiątki satelitów naukowych, komercyjnych, meteorologicznych, wojskowych i szpiegowskich wykonują zdjęcia satelitarne każdego zakątka Ziemi w coraz lepszej rozdzielczości.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Satelitarne obrazowanie Ziemi przez system Landsat

Film obrazujący sposób funkcjonowania satelitów z serii Landsat. Film pokazuje jak satelita lata wokół Ziemi i fotografuje – skanuje poszczególne pasy jej powierzchni.

Po przetworzeniu uzyskanych zdjęć satelitarnych bądź lotniczych powstaje **ortofotomapa**, czyli mapa fotograficzna powiązana z układem współrzędnych w odpowiednim odwzorowaniu kartograficznym. Charakteryzuje się ona brakiem zniekształceń terenu i jednakową skalą dla całego obszaru przedstawionego na obrazie.

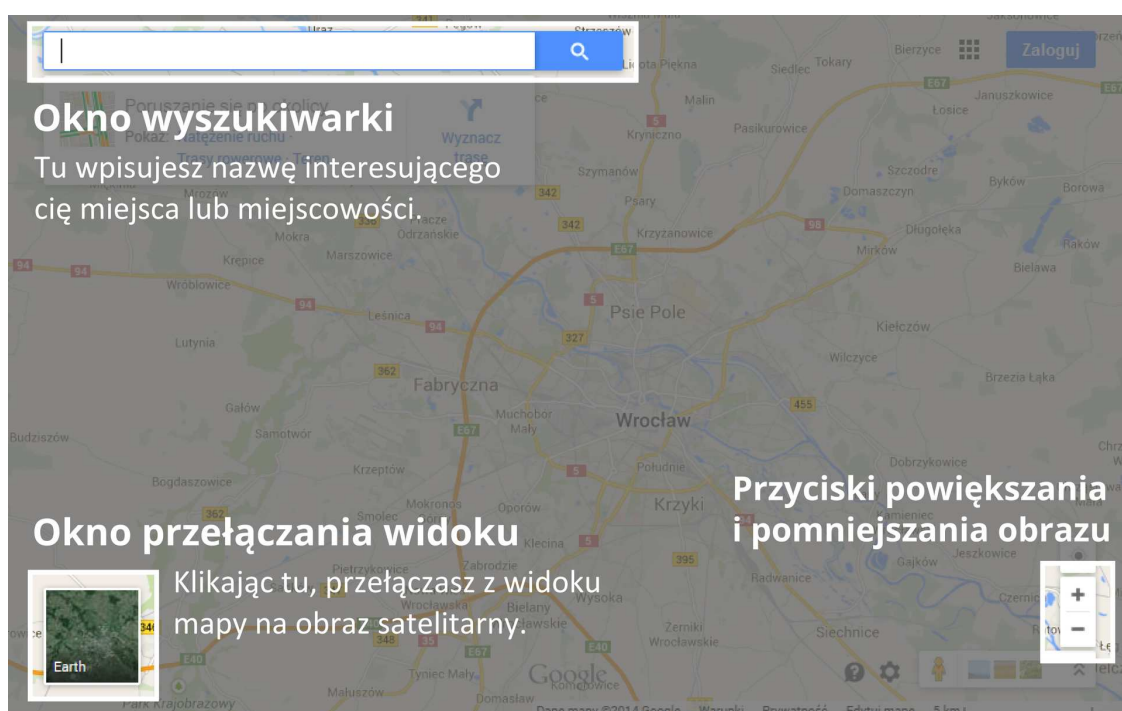
Na podstawie zdjęć satelitarnych i lotniczych tworzy się ortofotomapy, które służą
konstruowaniu map



Polecenie 1

Korzystając z poniższej przykładowej instrukcji oraz z aplikacji *Google Maps*, *Bing Maps* lub innych, wyszukaj w Internecie zdjęcia satelitarne i mapy (zrób czytelne i wyraźne zbliżenia) następujących miejsc:

- Wielki Kanion (Grand Canyon), Arizona, USA;
- Uluru, Terytorium Północne, Australia;
- Półwysep Hel, Polska;
- Rysy, Polska;
- Cancun, Meksyk.



Podstawowe funkcje mapy Google (ang. Google Maps)

Przeglądarka szczegółowych zdjęć satelitarnych oraz mapa znajduje się pod adresem:
<https://maps.google.pl/>

Przeglądarka ogólnych zdjęć satelitarnych, lotniczych oraz mapa znajduje się pod adresem:
<http://www.bing.com/maps/>

Polecenie 2

Korzystając z serwisu <http://mapy.geoportal.gov.pl/> (instrukcja korzystania poniżej), porównaj obszar górski pokazany na zamieszczonych tam mapach topograficznych, na mapie ogólnogeograficznej oraz na zdjęciach satelitarnych i lotniczych przekształconych w ortofotomapę. Wymień najważniejsze różnice między tymi formami prezentacji powierzchni terenu górskiego.

Jak korzystać z geoportalu



Polecenie 3

Wykorzystując znane z poprzednich ćwiczeń źródła wiedzy geograficznej, wskaż ten sam obiekt przedstawiony na zwykłej fotografii, na zdjęciu lotniczym lub na zdjęciu satelitarnym oraz na mapie topograficznej. Przykładowe obiekty: Zamek Królewski na Wawelu, Pałac Kultury w Warszawie, Muzeum Morskie w Gdańsku.

Przeglądarka zwykłych fotografii różnych miejsc na Ziemi znajduje się pod adresem: <http://www.panoramio.com/>

Polecenie 4

Zapoznaj się z tematycznymi atlasami internetowymi. Naucz się z nich korzystać, wyszukując różnych informacji na mapach cyfrowych.

- Dowiedz się więcej o najstarszych zabytkach. Znajdź na przykład najstarszą kopalnię w Europie – neolityczna kopalnia sprzed 3900 lat w Krzemionkach Opatowskich (Góry Świętokrzyskie): <http://www.megalithic.co.uk>
- Sprawdź, jakie trasy rowerowe istnieją w twojej okolicy: <http://www.opencyclemap.org>
- Zaplanuj wycieczkę w góry i sprawdź szlaki turystyczne: <http://www.osmapa.pl>
- Odkrywaj cuda natury i zwiedzaj wirtualnie zabytki dzięki aplikacji *Google Street View*: <https://www.google.com/maps/views/home?gl=pl&hl=pl>

Ciekawostka

Każdy, kto posiada dostęp do Internetu, może w dowolnej chwili zobaczyć na zdjęciach satelitarnych swoją szkołę albo dom. Ogólnodostępne strony internetowe, jak *Google Maps* albo *Google Earth*, pozwalają znaleźć na zdjęciach satelitarnych niemal każde miejsce na Ziemi. Jeżeli oglądasz obszar określonej miejscowości na mapie *Google*, przeciągając na nią żółtego ludzika znajdującego się w prawym dolnym rogu, przełączysz się automatycznie na aplikację umożliwiającą wirtualny spacer ulicami tej miejscowości – *Google Street View*.

Jak korzystać z *Google Street View*



Ciekawostka

Coraz popularniejsze jest wykonywanie amatorskich zdjęć lotniczych kamerami zainstalowanymi w koszach balonów albo kamerami unoszonymi przez [drony](#).

[Film dostępny na portalu epodreczniki.pl](#)

Małe i tanie wersje dronów coraz chętniej wykorzystuje się do fotografowania powierzchni Ziemi

Krótki film przedstawiający, jak wygląda i działa dron uzbrojony w kamerę wideo, oraz w jaki sposób jest sterowany.

2. Satelitarne systemy nawigacyjne – jak działają i do czego służą?

Obecnie funkcjonuje kilka systemów nawigacji satelitarnej. Najstarszy i najpopularniejszy z nich to *Global Positioning System* (GPS), który swoim zasięgiem obejmuje całą kulę ziemską. Zadaniem GPS jest dostarczenie użytkownikowi informacji o jego położeniu. Działanie systemu opiera się na pracy 31 satelitów orbitujących wokół Ziemi, z czego przynajmniej 28 jest ciągle aktywnych, a co najmniej 4 są zawsze widoczne z dowolnego punktu na planecie. Satelity te krążą po orbitach na wysokości 20 183 km. Działanie GPS polega na pomiarze czasu dotarcia sygnału radiowego do odbiornika z czterech najbliższych satelitów. System GPS stworzył, utrzymuje i zarządza nim Departament Obrony USA. Jest on ogólnodostępny i darmowy.

Rosjanie stworzyli alternatywny system nawigacyjny dla GPS zwany GLONASS. Dostarcza on dwa rodzaje sygnału: wojskowy oraz cywilny. W skład systemu wchodzi 24 satelity oraz

naziemna stacja kontroli.

Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) pracuje obecnie nad systemem nawigacji Galileo, który będzie się składać z 30 satelitów.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

System GPS wykorzystany w nawigacji samochodowej

Krótki film przedstawiający zasady działania systemu GPS, oraz w jaki sposób jest on wykorzystywany w nawigacji samochodowej.

Polecenie 5

Wyszukaj dowolną mapę turystyczną. Wybierz dwie miejscowości. Wykorzystując zamieszczoną na mapie skalę, oblicz odległość między przybliżonymi środkami wybranych miejscowości. Odszukaj te same miejsca także w atlasie samochodowym. Odczytaj odległość między nimi opisaną na mapie samochodowej. Wpisz nazwy obu miejscowości na stronie internetowej *Google Maps* i zaznacz opcję „wybierz trasę”. System pokaże ci odległość i trasę, jaką należy pokonać. Jeżeli masz dostęp do nawigacji GPS, wykonaj w niej podobne działania i odczytaj odległość. Porównaj uzyskane wyniki. Zastanów się, dlaczego funkcjonują tak różnorodne źródła informacji o przestrzeni i dlaczego każde z nich znajduje swoich odbiorców.

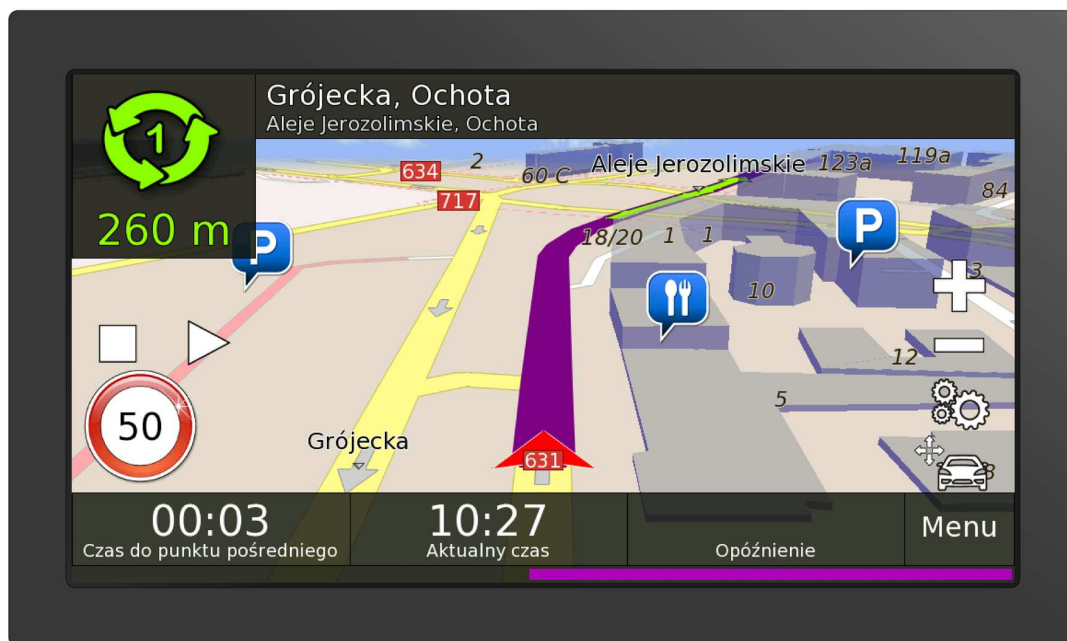
Ciekawostka

Chiński system nawigacji nazywa się Compass (znany jest także pod nazwą Beidou-2) i obejmuje na razie znaczną część Azji, Australię oraz część Oceanu Indyjskiego i Spokojnego, choć w przyszłości ma objąć całą Ziemię. System tworzony przez Indie to IRNSS, ma obejmować tylko Indie i obszary leżące w odległości 1000–2000 km od ich granic.

Ciekawostka

Odbiorniki GPS wyposażono między innymi w takie funkcje, jak:

- określenie współrzędnych geograficznych,
- nawigacja,
- wariantowe wyznaczanie trasy,
- powrót do miejsca startu tą samą trasą,
- pomiar odległości,
- wyznaczenie powierzchni,
- wyświetlanie map i nawigacja na nich.



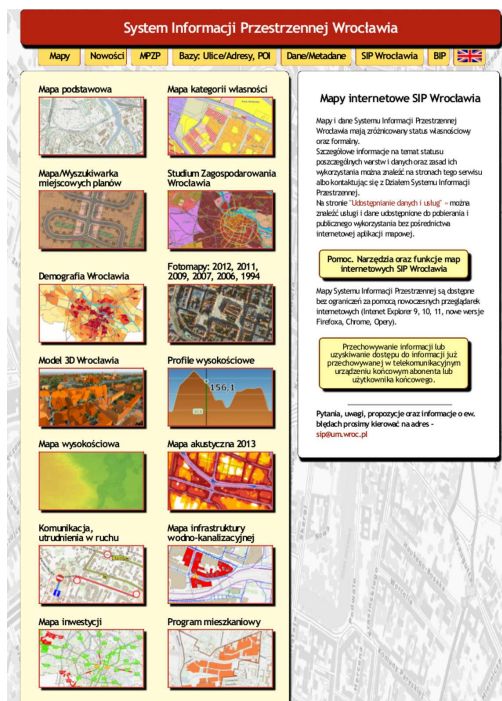
Odbiornik GPS z autonawigacją to bardzo przydatne narzędzie podczas podróży samochodem. Powoli wypiera z użycia papierowe atlasy i mapy samochodowe

3. GIS – systemy informacji geograficznej

Systemy Informacji Geograficznej (GIS) to systemy informacyjne pozwalające na interaktywne, wielopoziomowe, bardzo szczegółowe przedstawienie obrazu powierzchni Ziemi i danych z nim powiązanych. W tworzeniu tych systemów wykorzystywane są zaawansowane technologie informatyczne.

Za ich pomocą gromadzi się, przetwarza i obrazuje (wizualizuje) różnorodne dane przestrzenne. Systemy te m.in. ułatwiają podejmowanie ważnych decyzji przez administrację lokalną czy państwową, a także różnego rodzaju służby (straż pożarną, policję, służbę leśną, meteorologiczną itp.). Ponadto znajdują zastosowanie w wielu gałęziach gospodarki oraz w pracy naukowców.

Jednym z przykładów takiego systemu jest System Informacji Przestrzennej Wrocławia, dzięki któremu na podstawie zebranych danych stworzono bardzo użyteczne mapy.



System Informacji Przestrzennej Wrocławia (<http://geoportal.wroclaw.pl/>)

Podsumowanie

- Zdjęcia lotnicze i satelitarne są podstawą współczesnej kartografii. O ich popularności decyduje wysoka jakość i powszechna dostępność.
- Zdjęcia lotnicze stanowią bazę dla wielu geograficznych analiz dotyczących meteorologii, rolnictwa, zagospodarowania terenu i innych dziedzin życia.
- GPS jest powszechnie dostępnym, darmowym i skutecznym systemem określania położenia geograficznego oraz bazą danych dla nawigacji.
- GIS – systemy informacji geograficznej są nowoczesnym, opartym na najnowszych technologiach narzędziem wspomagającym proces decyzyjny na przykład służb ratowniczych i administracji publicznej.

Praca domowa

Polecenie 6.1

Zastanów się i odpowiedz:

1. W jaki sposób wykorzystujemy zdjęcia i mapy satelitarne?
2. Jak oceniasz swój własny dostęp do map i zdjęć satelitarnych całej kuli ziemskiej? Czy potrafisz z nich skorzystać?
3. Wybierz się w wirtualną podróż swoich marzeń, korzystając ze strony *Google Maps* lub z programu *Google Earth* oraz z technologii *Google Street View*. Czy można w ten sposób sprawdzić, jak przygotować się do rzeczywistej wyprawy?

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [dron](#)
 - [ortofotomapa](#)
 - [zdjęcia lotnicze](#)
 - [zdjęcia satelitarne](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Mapa – po co ją tworzymy i do czego wykorzystujemy skalę?](#)
 - [W jaki sposób przedstawić na mapie zjawiska i obiekty geograficzne?](#)

Słowniczek

dron

statek powietrzny, który nie ma możliwości zabrania na pokład załogi ani pasażerów; jest pilotowany zdalnie lub wykonuje lot autonomicznie; małe, tanie wersje dronów coraz chętniej wykorzystuje się do fotografowania powierzchni Ziemi

ortofotomapa

mapa, której treść przedstawiono za pomocą zdjęć satelitarnych; powiązana jest z układem współrzędnych w odpowiednim odwzorowaniu kartograficznym; charakteryzuje się brakiem zniekształceń terenu i jednakową skalą dla całego obszaru przedstawionego na obrazie

zdjęcia lotnicze

fotografie powierzchni Ziemi wykonywane z dużych wysokości przy wykorzystaniu statków powietrznych (balonów, samolotów, szybowców, latawców, [dronów](#))

zdjęcia satelitarne

fotografie powierzchni Ziemi wykonywane z pokładu statków kosmicznych lub przez sztuczne satelity

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Pierwszy sztuczny satelita zbudowany specjalnie do badania został nazwany Landsat 1. zdjęć z satelitów Landsat, wykonane w ciągu minionych 40 lat, znalazły zastosowanie w kartografii i w wielu innych dziedzinach. Obecnie dziesiątki satelitów wykonuje zdjęcia każdego zakątka Ziemi w coraz lepszej rozdzielczości.

Tysiące

Księżycy

Dziesiątki

Setki

lotnicze

satelitarne

Marsa

kosmiczne

Wenus

Ziemi

czarno-białe

Miliony

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Zdjęcia lotnicze służą do tworzenia map i mogą być wykonywane z...

☐ raket.

☐ satelitów.

☐ samolotów.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

GPS pozwala na uzyskanie pewnych danych, które możemy odczytać dzięki odbiornikowi GPS umieszczonemu w pojeździe. Jakie to informacje?

☐ wysokość względna, na jakiej znajduje się pojazd

☐ położenie geograficzne pojazdu

☐ stan techniczny pojazdu

☐ ilość paliwa w zbiorniku

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Powszechnie stosowane nawigacje samochodowe działają we współpracy z GPS, który pozwala określić pozycję odbiornika na...

☐ powierzchni Ziemi.

☐ mapie turystycznej.

☐ mapie topograficznej.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

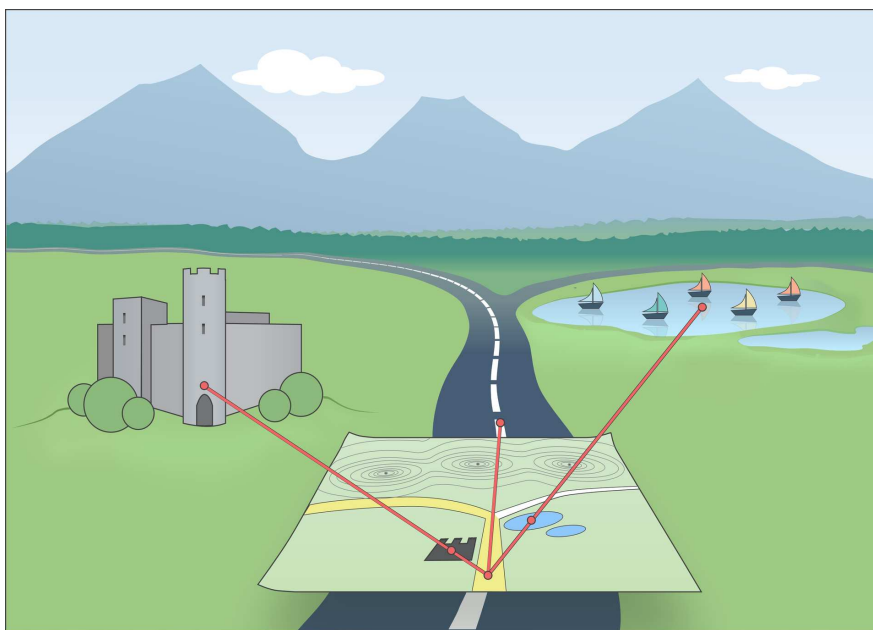
Oceń prawdziwość wymienionych poniżej stwierdzeń.

	Prawda	Fałsz
GPS pozwala określić położenie każdego miejsca w Polsce.	☐	☐
GPS działa tylko w USA.	☐	☐
Dostęp do GPS jest bezpłatny.	☐	☐
GPS może być wykorzystywany tylko dla celów wojskowych.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Zajęcia terenowe – wędrujemy z mapą po najbliższej okolicy

Współczesne powszechnie dostępne urządzenia techniczne, takie jak smartfony czy odbiorniki GPS, bardzo ułatwiają nam poruszanie się w terenie. Warto jednak wiedzieć, jak na przykład podczas pieszej wycieczki wykorzystać niezawodną w każdych warunkach mapę. Na zajęciach terenowych nauczysz się tego w praktyce.



Kierunki na mapie wskazują obiekty w terenie

Już wiesz

- że istnieją różne rodzaje map;
- że podczas poruszania się po nieznanej okolicy przydatna jest mapa topograficzna, turystyczna lub plan;
- w jaki sposób z mapy topograficznej lub turystycznej odczytać różne formy ukształtowania powierzchni.

Nauczysz się

- orientować mapę za pomocą kompasu/busoli oraz obiektów istniejących w terenie;
- określać położenie obiektów geograficznych na mapie i w terenie;
- planować trasę wycieczki terenowej z użyciem mapy;
- określać odległość w terenie za pomocą kroków;
- korzystając z niwelatora, wyznaczać wysokość względną pagórka.

Przygotuj przed lekcją:

- mapę topograficzną (w dużej skali) obszaru, na którym odbywać się będą zajęcia;
- kompas magnetyczny lub busolę;
- taśmę mierniczą;
- niwelator szkolny;
- łąkę niwelacyjną;
- zdjęcia satelitarne miejscowości, w której chodzisz do szkoły.

1. Instrukcje do zadań terenowych

Instrukcja: 1. Jak wykorzystać widoczne obiekty do zorientowania mapy w terenie (orientacja topograficzna)

Krok

Odszukaj na mapie miejsce, w którym obecnie się znajdujesz.

Krok

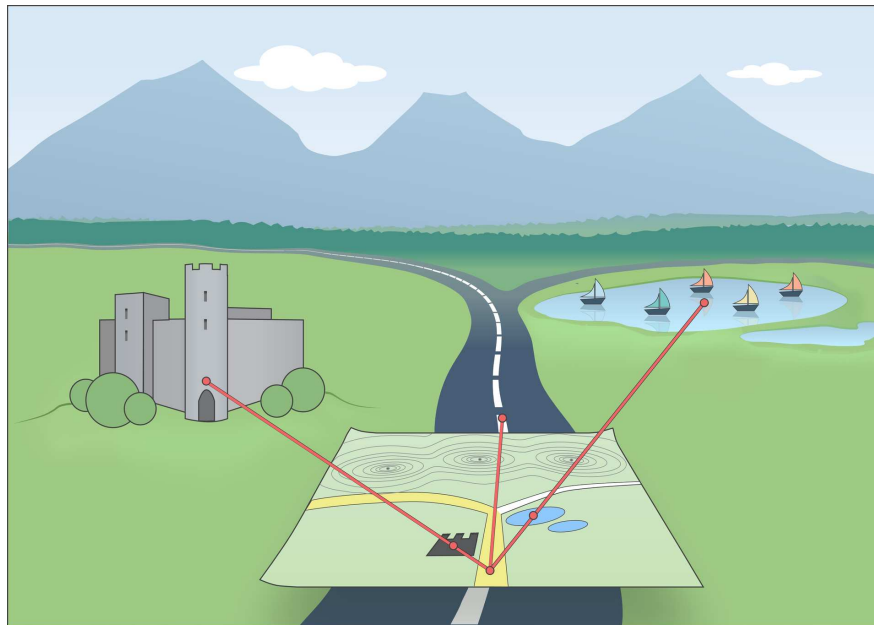
Rozejrzyj się dookoła i wyznacz trzy najbardziej charakterystyczne obiekty, np. kościół, szkołę, muzeum, duże skrzyżowanie itp.

Krok

Odszukaj na mapie wybrane przez siebie obiekty.

Krok

Obróć mapę w taki sposób, aby kierunki do tych obiektów w rzeczywistości i na mapie pokryły się. Wówczas mapa będzie dobrze zorientowana.



Kierunki na mapie wskazują obiekty w terenie

Instrukcja: 2. Jak zorientować mapę w terenie za pomocą kompasu (orientacja magnetyczna)

Krok

Sprawdź, w jaki sposób oznaczono na mapie kierunek północny.

Krok

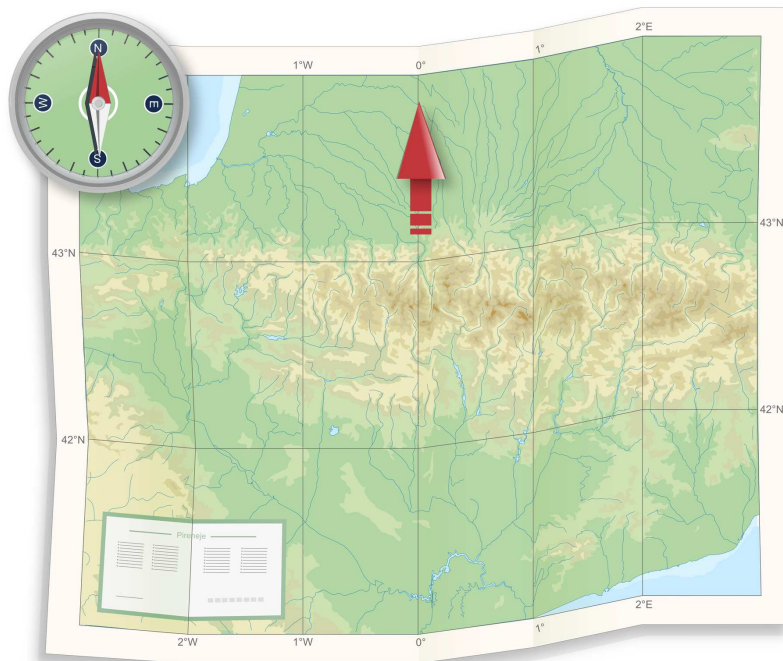
Odszukaj na mapie miejsce, w którym obecnie się znajdujesz.

Krok

Przyłóż **kompas/busolę** do bocznej ramki poziomo ułożonej mapy.

Krok

Zachowując poziome położenie mapy, obróć ją wraz z przyłożonym do niej kompasem (busolą) tak, aby igła magnetyczna ustawiła się zgodnie z kierunkami północ-południe oznaczonymi na tarczy kompasu. Wówczas mapa będzie dobrze zorientowana.



Igła magnetyczna kompasu lub busoli ustawiona jest równoległe do bocznej ramki i wskazuje kierunek północ-południe

Instrukcja: 3. Określanie odległości za pomocą kroków

Krok

Mierząc odległości, liczy się podwójne kroki (parokroki). Średnio jeden parokrok to ok. 1,5 m.

Żeby poznać dokładną długość swojego parokroku, przygotuj taśmę mierniczą.

Krok

Przejdź 10 parokroków, zaznaczając miejsce rozpoczęcia trasy i miejsce jej zakończenia.

Krok

Zmierz odległość, która została przebyta, i podziel przez 10, aby poznać wartość jednego parokroku.

Krok

Powtórz czynność jeszcze 4 razy, za każdym razem obliczając wartość jednego parokroku.

Krok

Oblicz średnią wartość twojego parokroku na podstawie pięciu prób i zapamiętaj ją. W sytuacji, w której konieczne będzie określenie odległości w terenie, zmierz ją za pomocą swoich parokroków i policz wartość w metrach.



Wyznaczanie długości własnego parokroku

Instrukcja: 4. Wyznaczanie wysokości względnej pagórka (potrzebne są dwie osoby)

Krok

Przygotuj szkolny niwelator i łąkę niwelacyjną.

Krok

Znajdź w swojej najbliższej okolicy pagórek lub wysoki nasyp kolejowy.

Krok

Stań u podnóża tego pagórka. Ustaw pionowo niwelator.

Krok

Druga osoba, z którą pracujesz (osoba B), powinna iść do góry po stoku, zabierając ze sobą łąkę niwelacyjną.

Krok

W momencie, gdy osoba trzymająca niwelator (osoba A) zobaczy na poziomie celownika stopy osoby idącej w górę (B), woła „stop”.

Krok

Osoba B oznacza to miejsce w charakterystyczny sposób, np. kamieniem.

Krok

Osoba trzymająca niwelator (A) przenosi go w to miejsce i rozpoczyna od początku obserwację osoby B wchodzącej coraz wyżej.

Krok

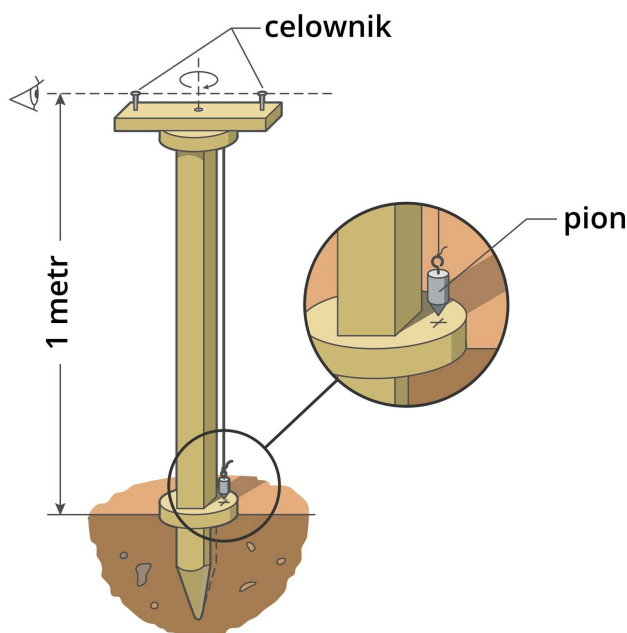
Kiedy osoba A ponownie zobaczy w celowniku niwelatora stopy osoby B, oznacza to miejsce i przenosi tam niwelator.

Krok

Czynności te powtarzamy aż do momentu dojścia osoby B do szczytu pagórka. Jeżeli ostatni odcinek mierzonej wysokości będzie mniejszy od wysokości niwelatora, wówczas na szczycie uczeń B ustawia przy stopach łąkę niwelacyjną, a uczeń A, celując w łąkę, odczytuje na niej wysokość. Otrzymany pomiar trzeba odjąć od wysokości niwelatora.

Krok

Znając wysokość niwelatora i wiedząc, ile razy przenosiliśmy urządzenie oraz ile wyniósł ostatni pomiar, po odjęciu wskazanej odległości na łące od wysokości niwelatora możemy określić wysokość względną pagórka.



Niwelator szkolny

Podsumowanie

- Aby można było wędrować z mapą po terenie, trzeba ją najpierw prawidłowo zorientować. Można tego dokonać w dwojaki sposób – metodą orientacji topograficznej lub za pomocą kompasu magnetycznego.
- Pomiarów niewielkich odległości w terenie można dokonać za pomocą parokroku.

- Wyznaczenie wysokości względnej pagórka dokonuje się za pomocą niwelatora i łąty niwelacyjnej.

Praca domowa

Polecenie 1.1

Wybierz dowolny portal internetowy zawierający zdjęcia satelitarne twojej miejscowości. Otwórz ekran przedstawiający takie zdjęcie i wydrukuj je. Na wydrukowanym zdjęciu satelitarnym zaznacz obiekty mijane przez ciebie podczas zajęć terenowych, i narysuj czerwoną kredką przebytą drogę.

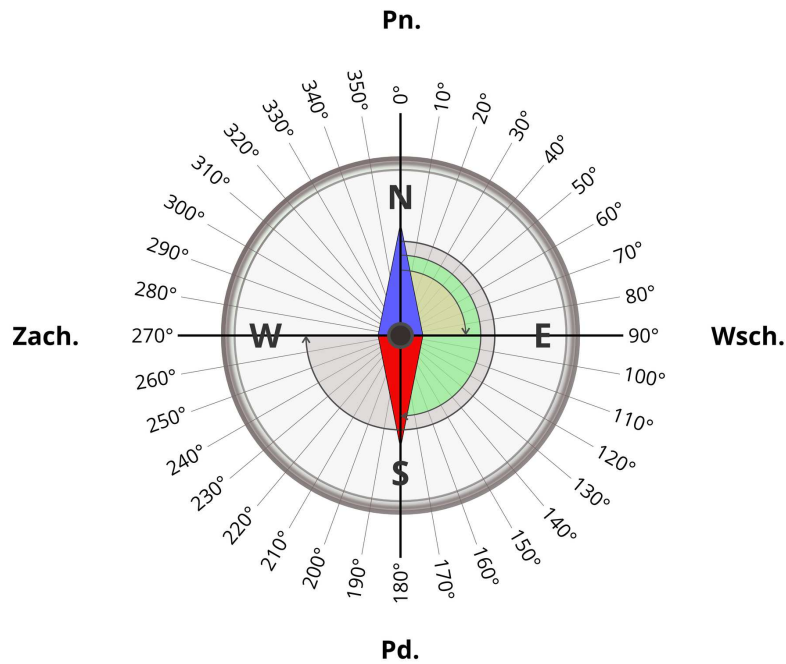
Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [azymut](#)
 - [busola](#)
 - [kompas magnetyczny](#)
 - [łata niwelacyjna](#)
 - [niwelator](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Mapa – po co ją tworzymy i do czego wykorzystujemy skalę?](#)
 - [W jaki sposób przedstawić na mapie zjawiska i obiekty geograficzne?](#)
 - [Nowoczesne technologie w tworzeniu map i ich interpretacji](#)

Słowniczek

azymut

kąt zawarty pomiędzy kierunkiem północnym a danym kierunkiem, mierzony poziomo w stopniach zgodnie z ruchem wskazówek zegara



Azymut kierunku północnego wynosi 0°, wschodniego – 90°, kierunku południowego – 180°, a kierunku zachodniego – 270°

busola

przyrząd do pomiaru i wyznaczania azymutów; jest to kompas magnetyczny wyposażony poza skalą kierunków dodatkowo w urządzenia celownicze



Źródło: Siberex (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY 3.0.

kompas magnetyczny

przyrząd do wyznaczania kierunku północnego za pomocą wąskiego, lekkiego magnes, tzw. igły magnetycznej, ułożonego na pionowej osi znajdującej się w środku tarczy

z podziałką kątową (różą wiatrów); kompas wykorzystuje zjawisko ustawiania się magnesu wzdłuż linii sił ziemskiego pola magnetycznego



Najważniejsze elementy budowy kompasu magnetycznego

łata niwelacyjna

przyrząd geodezyjny stosowany do pomiarów wysokościowych (tzw. niwelacji); jest to listwa z naniesioną podziałką umożliwiającą odczytanie odległości od stopy łąty (miejsca przyłożenia łąty do ziemi)

niwelator

przyrząd geodezyjny służący do pomiaru różnicy wysokości (niwelacji) pomiędzy punktami w terenie

Zadania

Ćwiczenie 1

Wskaż metody, za pomocą których można dokonać prawidłowej orientacji mapy w terenie.

☐ orientacji poziomej

☐ orientacji przestrzennej

☐ orientacji wysokościowej

☐ orientacji magnetycznej

☐ orientacji pionowej

☐ orientacji topograficznej

Źródło: Bożena Stocka, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Azymut kierunku północno-wschodniego wynosi

☐ 45°.

☐ 135°.

☐ 315°.

☐ 225°.

☐ 50°.

☐ 40°.

Źródło: Bożena Stocka, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Punkt, do którego podąża wędrowiec, leży na azymucie 315° . W jakim kierunku geograficznym on zmierza?

☐ na południowy wschód

☐ na północny wschód

☐ na północny zachód

☐ na południowy zachód

Źródło: Bożena Stocka, licencja: CC BY 3.0.

Ruch obrotowy Ziemi

Czy zdajesz sobie sprawę z tego, że nawet w tej chwili poruszasz się wraz z Ziemią dookoła osi ziemskiej? Wiesz, z jaką prędkością? Znacznie większą niż najszybsze bolidy Formuły 1! Mieszkańcy Polski razem z kulą ziemską pokonują w ciągu godziny 1000 kilometrów, a osoby przebywające na równiku nawet 1667 kilometrów w tym samym czasie.



Film dostępny na portalu [epodreczniki.pl](https://www.epodreczniki.pl)

Źródło: Sylkun GraphX (<https://www.youtube.com>), licencja: CC BY 3.0.

Animacja przedstawia w 24 sekundy ruch obrotowy Ziemi, jaki wykonuje ona w ciągu 24 godzin. Na ekranie Ziemia widoczna z przestrzeni kosmicznej. Niebieski kolor na powierzchni Ziemi wskazuje na oceany i morza. Zielony, żółty i brązowy kolor to kontynenty. Ziemia przechylona w prawo. Na dole globu widoczna Antarktyda pokryta białym lądolodem. Białe przeźroczyste smugi to chmury. Ziemia obraca się cały czas w prawo. Z zachodu na wschód. W lewym dolnym rogu licznik czasu. Licznik pokazuje czas jednego pełnego obrotu.

Już wiesz

- jakie jest miejsce Ziemi w Układzie Słonecznym;
- jaki kształt ma Ziemia;
- jakie Ziemia ma rozmiary.

Nauczysz się

- przeliczać różnicę długości geograficznej pomiędzy dwoma punktami na kuli ziemskiej na różnicę czasu pomiędzy nimi;
- wyznaczać kierunki geograficzne za pomocą gnomonu;
- określać kierunek działania siły Coriolisa.

Przygotuj przed lekcją:

- globus;
- pręt lub prosty patyk, który posłuży do skonstruowania gnomonu.

1. W jakim kierunku i z jaką prędkością obraca się Ziemia?

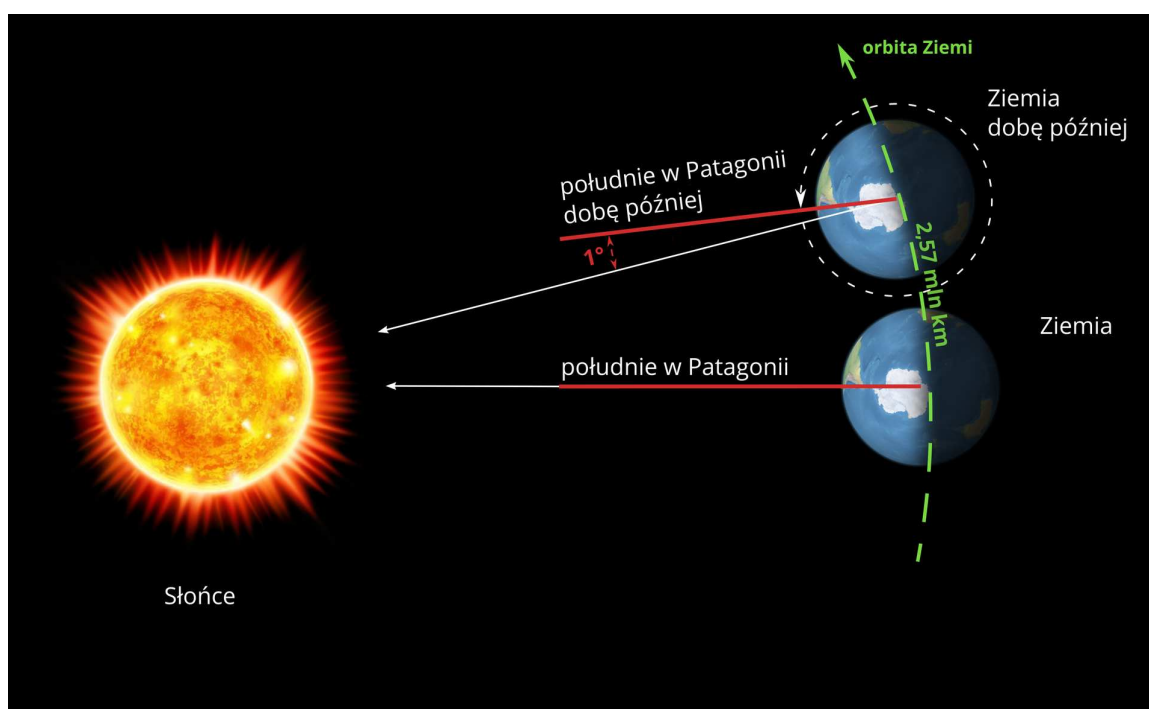


Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Ruch obrotowy Ziemi wokół własnej osi odbywa się z zachodu na wschód

Nagranie wideo przedstawia ruch obrotowy Ziemi. Na ekranie Ziemia widoczna z przestrzeni kosmicznej. Niebieski kolor na powierzchni Ziemi wskazuje na oceany i morza. Zielony kolor i żółty to kontynenty. Białe przeźroczyste smugi to chmury. Ziemia obraca się cały czas w prawo. Z zachodu na wschód.

Żyjąc na powierzchni Ziemi, trudno bezpośrednio obserwować ruchy naszej planety. Zauważamy jednak pozorny ruch Słońca ze wschodu na zachód, co jest konsekwencją **ruchu obrotowego Ziemi** dookoła własnej osi z zachodu na wschód. Pełen obrót trwa ok. 23 godzin 56 minut i 4 sekund. Czas ten nazywamy **dobą gwiazdową**. Bardziej nam znana jest tzw. **doła słoneczna**, która trwa kilka minut dłużej, niemal dokładnie 24 godziny. Jest to czas, jaki upływa między dwoma kolejnymi momentami **południa słonecznego**. Doba słoneczna jest zatem dłuższa od doby gwiazdowej. Wynika to z faktu, że Ziemia jednocześnie obraca się wokół własnej osi i obiega Słońce (patrz: Ruch obiegowy Ziemi). Aby nad danym punktem na powierzchni naszej planety – np. miejscem, w którym mieszkamy – po pełnym obrocie doszło do kolejnego górowania Słońca, Ziemia musi obrócić się wokół własnej osi o niemal 1° więcej niż 360° .

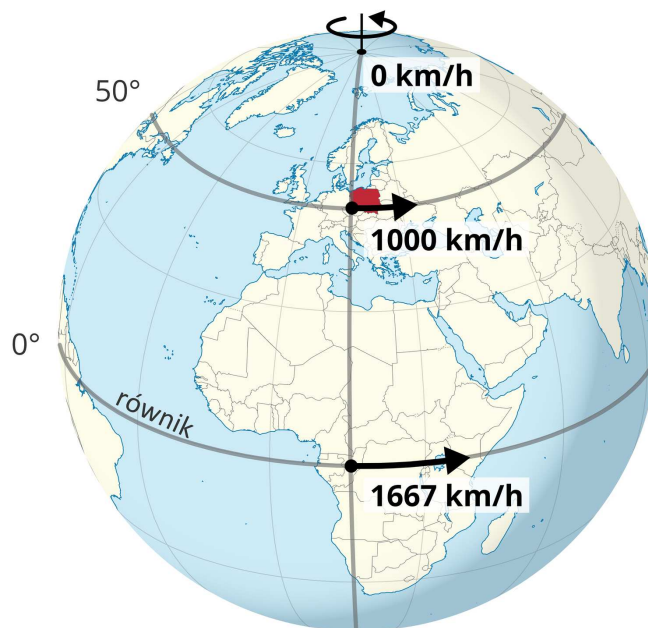


Doba słoneczna jest nieco dłuższa od doby gwiazdowej. Wynika to ze zjawiska obracania się Ziemi wokół własnej osi oraz jednoczesnego pokonywania odległości ok. 2,57 mln km po orbicie wokół Słońca. Innymi słowy, pomiędzy jednym południem a następnym Ziemia względem Słońca musi wykonać obrót o kąt $360^\circ + 1^\circ$. W ten sposób w ciągu roku Ziemia wykonuje jeden dodatkowy obrót wokół własnej osi

Prędkość obrotu Ziemi jest oczywista, gdy podajemy ją w miarach kątowych. **Prędkość kątowa** to wielkość kąta zakreślonego przez dany punkt leżący na powierzchni Ziemi podczas ruchu po okręgu w jednostce czasu.

W przypadku Ziemi prędkość kątowa ma stałą wartość $360^\circ/24h$.

Trudniej jest podać **prędkość liniową**, czyli odległość pokonywaną przez punkt leżący na powierzchni Ziemi w jednostce czasu. Ta zależy bowiem od szerokości geograficznej, na której dany punkt leży. Im bliżej równika, tym równoleżniki są dłuższe, przez co prędkość liniowa jest większa. To dlatego mieszkańcy Polski poruszają się z prędkością ok. 1000 km/h, czyli 667 km/h wolniej od mieszkańców rejonów równikowych, którzy w tej samej jednostce czasu muszą pokonać znacznie dłuższą odległość liniową.



Prędkość liniowa punktów leżących w pobliżu równika jest dużo większa niż prędkość liniowa punktów położonych blisko biegunów. Prędkość zarówno liniowa, jak i kątowa biegunów jest równa zero

Polecenie 1

Oblicz, o jaki kąt obraca się Ziemia w ciągu 1 godziny, a o jaki w ciągu 4 minut.

Polecenie 2

Obróć globus we właściwym kierunku o taki kąt, jaki Ziemia pokonuje w ciągu:

1. 1 godziny,
2. 12 godzin,
3. 1 doby.

Ciekawostka

Atmosfera jest częścią Ziemi i porusza się razem z całą planetą. Gdyby było inaczej, to na całej planecie, z wyjątkiem biegunów, wiałyby huraganowe wiatry o niespotykanych prędkościach.

Ważne!

Obrót Ziemi dookoła własnej osi stał się źródłem takich jednostek czasu, jak: doba (24 godziny), godzina ($1/24$ doby), minuta ($1/60$ godziny) i sekunda ($1/60$ minuty).

2. Co to jest gnomon i jak za jego pomocą obserwować pozorną wędrówkę Słońca nad widnokrzem?

Pozorny ruch Słońca nad widnokrzem jest pośrednim dowodem na ruch obrotowy Ziemi. Możemy go zaobserwować każdego dnia.

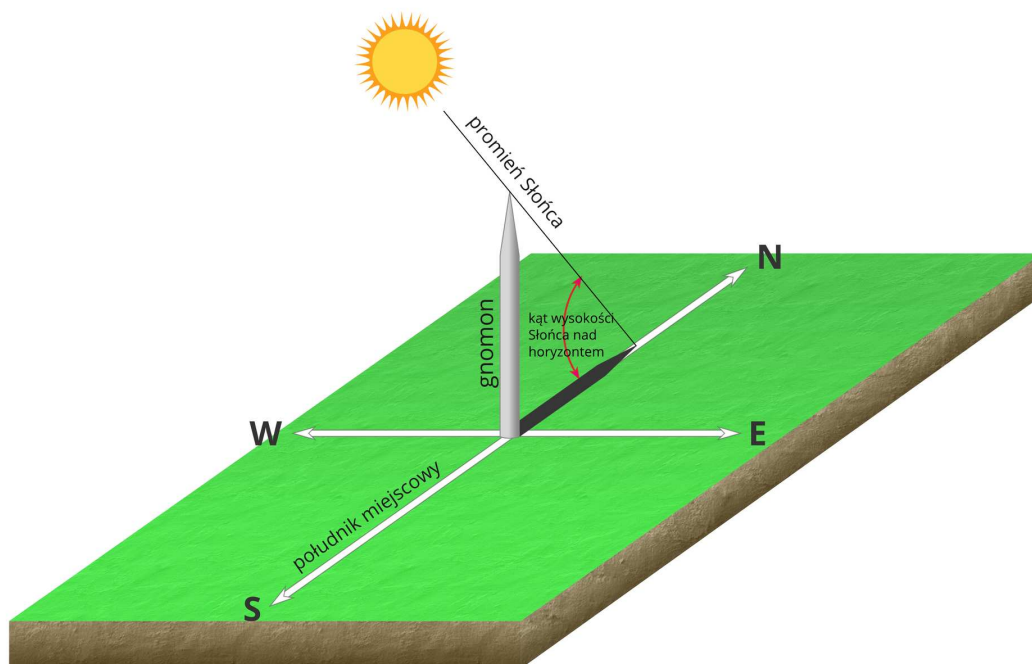
Uwaga!

W żadnym wypadku nie wolno patrzeć bezpośrednio na Słońce bez skutecznej ochrony oczu! Poza wyjątkowymi momentami, gdy Słońce jest ledwo widoczne zza warstwy chmur, kierowanie wzroku na Słońce grozi bezpowrotnym uszkodzeniem wzroku, a nawet całkowitą ślepotą. Niebezpieczne jest nawet patrzenie na Słońce przy użyciu zbyt mało skutecznych osłon, jak np.: okulary przeciwsłoneczne, zadymione szkło, płyta CD lub klisza rentgenowska.

Sposobem na uniknięcie niebezpieczeństwa uszkodzenia wzroku podczas śledzenia pozornego ruchu Słońca jest obserwacja cienia rzucanego przez przedmioty oświetlone bezpośrednimi promieniami słonecznymi. Obserwując cień, wnioskujemy o pozornym ruchu Słońca. Każdy stosunkowo cienki, prosty i pionowy pręt wbity w ziemię staje się **gnomonem**, czyli przyrządem, którego cień wyznacza położenie Słońca. Długość i kierunek cienia gnomonu określają wysokość Słońca i jego azymut. Określając kierunki na podstawie cienia rzucanego przez gnomon, trzeba pamiętać, że w Polsce i na całym obszarze półkuli północnej poza strefą międzyzwrotnikową Słońce góruje zawsze po południowej stronie nieba. Rzucany wówczas przez gnomon w południe cień jest najkrótszy i wskazuje dokładnie kierunek północny. Wnioskujemy z tego, że nastąpił moment **górowania Słońca** (moment południa słonecznego). Położenie Słońca na niebie wskazuje wtedy kierunek południowy. Przedłużenie linii, jaką wyznacza wówczas cień gnomonu, jest **południkiem miejscowym** punktu, w którym wbity jest gnomon. Tylko dwukrotnie w ciągu roku (21 marca i 23 września) Słońce wschodzi dokładnie na wschodzie i zachodzi dokładnie na zachodzie. Gdyby udało się wówczas zaobserwować cień gnomonu w momencie wschodu lub zachodu Słońca, to przedłużenie linii tego cienia byłoby **równoleżnikiem miejscowym**, gdyż cień gnomonu wskazywałby kierunek wschód-zachód.

Kierunki geograficzne za pomocą gnomonu można jednak bez trudu wyznaczać i w inne dni. Moment, w którym gnomon rzuca najkrótszy cień, wskazuje północ (N). W przeciwnym

kierunku jest zatem południe (S). Pod kątem 90° w lewo od gnomonu jest zachód (W), a 90° w prawo jest wschód (E).



Cień rzucany przez gnomon w czasie południa słonecznego. Do wyznaczenia podstawowych kierunków świata w momencie górowania Słońca można wykorzystać też własny cień

Polecenie 3

Ustaw globus w świetle Słońca lub lampy. Obracaj powoli globusem wokół jego osi. W różnych momentach jego oświetlenia określ, które części globusa odpowiadają zjawisku ziemskiego dnia, a które nocy.

Obserwacja 1

Wykształcenie umiejętności prowadzenia obserwacji astronomicznych przy zastosowaniu gnomonu i umiejętności interpretowania uzyskanych wyników.

Co będzie potrzebne

gnomon, czyli prosty patyk, pręt lub słupek.

Instrukcja

1. Obserwacje przeprowadź w słoneczny dzień.
2. Ze względu na różnice długości geograficznej i przesunięcie wskazań zegarków na czas letni obserwacje prowadź między godziną 11.00 a 13.00.
3. Zamontuj przedmiot, który będzie pełnił funkcję gnomonu. Możesz wykorzystać istniejący już słupek, pal lub inny pionowy, prosty, w miarę cienki przedmiot.
4. Co chwilę zaznaczaj na podłożu miejsce, gdzie pada koniec cienia.
5. Gdy cień zacznie się wydłużać, określ miejsce, w którym był najkrótszy, i połącz je z podstawą gnomonu. Zapisz, jaki kierunek wskazywał najkrótszy cień.
6. Przedłuż tę linię w kierunku przeciwnym do wskazywanego przez najkrótszy cień od podstawy gnomonu i opisz wskazany przez nią kierunek.
7. Narysuj linię prostopadłą do wyznaczonej wcześniej, przechodzącą przez podstawę gnomonu i opisz pozostałe kierunki.

Podsumowanie

- Moment górowania Słońca jest dla większości miejsc w Polsce inny niż południe wskazywane przez zegarki.
- Bez względu na dzień w kalendarzu i długość geograficzną w momencie górowania Słońca cień jest najkrótszy i wskazuje północ.
- Umiejętność posługiwania się gnomonem pozwala w słoneczny dzień określić wszystkie kierunki geograficzne i wyznaczyć przebieg południka miejscowego.

W obszarze między zwrotnikami dwukrotnie w ciągu roku występuje zjawisko górowania Słońca w [zenicie](#). Na równiku ma to miejsce 21 marca i 23 września. Na zwrotniku Raka Słońce w zenicie występuje tylko 22 czerwca, a na zwrotniku Koziorożca tylko 22 grudnia. Gdy Słońce góruje w zenicie, to gnomony w ogóle nie rzucają cienia.

Trzeba pamiętać, że w Polsce i na całym obszarze półkuli północnej poza strefą międzyzwrotnikową Słońce góruje zawsze po południowej stronie nieba. Natomiast w strefie międzyzwrotnikowej obu półkul przez część roku Słońce góruje po północnej stronie, a przez część po południowej. Na pozostałej części półkuli południowej Słońce przez cały rok góruje po północnej stronie nieba, a rzucający wówczas przez gnomon cień wskazuje kierunek południowy.

3. Konsekwencje ruchu obrotowego Ziemi

Wiemy już, że pozorny ruch Słońca po [sferze niebieskiej](#) jest spowodowany ruchem obrotowym Ziemi. Ruch ten niesie ze sobą jednak jeszcze kilka innych konsekwencji dla naszej planety, środowiska geograficznego i wszystkich istot żywych, w tym dla człowieka. Jedną z najbardziej oczywistych jest następstwo **dnia i nocy**. W trakcie każdej doby część Ziemi przez pewien czas zwrócona jest ku Słońcu i wówczas na tym obszarze panuje dzień. Następnie odwraca się od niego i wtedy na zacienionym obszarze zapada noc. Jednocześnie inna część kuli ziemskiej obraca się ku Słońcu i rozpoczyna się tam dzień.

Inną konsekwencją ruchu obrotowego jest istnienie [czasu słonecznego](#) (miejscowego). W tym samym momencie na jednym z południków jest południe słoneczne, po przeciwnej stronie kuli ziemskiej – północ, a na innych wszystkie pozostałe pory dnia i nocy.

Trudnym do obserwacji, ale naukowo udowodnionym skutkiem ruchu obrotowego jest także niewielkie spłaszczenie Ziemi na biegunach wynikające z działania siły odśrodkowej,

powodującej, że Ziemia nie ma kształtu kuli.

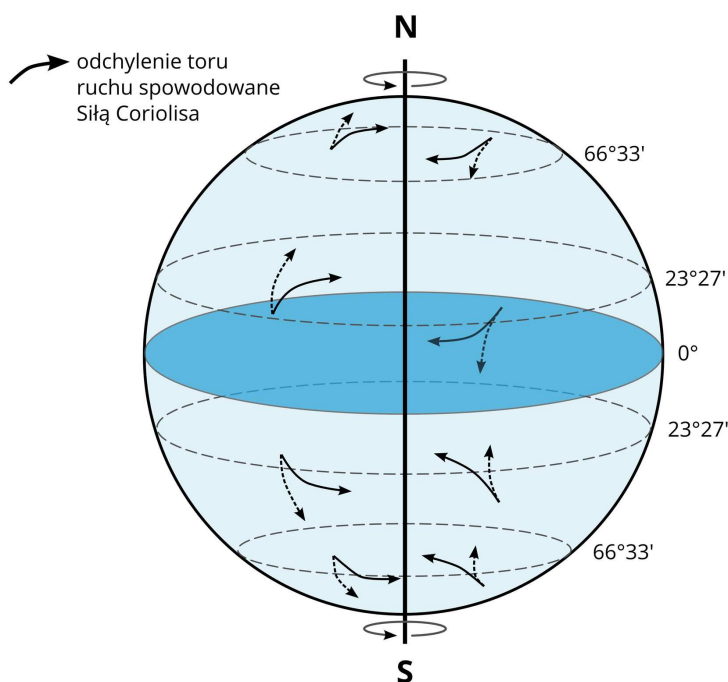
W układzie obracającym się, jakim jest Ziemia, tor ruchu ciała poruszającego się po powierzchni ulega odchyleniu od linii prostej, ponieważ ciało to poddane jest działaniu tzw. [siły Coriolisa](#). Siła ta powoduje odchylenie się toru ruchu poruszających się obiektów na półkuli północnej w prawo, a na półkuli południowej w lewo. Siłę Coriolisa podlegają zarówno rzeki, wiatry i prądy morskie, jak i statki, samoloty oraz inne obiekty będące w ruchu. Oczywiście siła ta nie działa na obiekty pozostające w spoczynku.

Zjawisko to można wyjaśnić na przykładzie wielkich rzek, których prawe brzegi na półkuli północnej i lewe brzegi na półkuli południowej są bardziej podmywane przez wodę.

Jeśli rzeka płynie z południa na północ (na półkuli północnej), to woda w niej porusza się z okolicy, gdzie prędkość liniowa obracającej się (z zachodu na wschód) Ziemi jest większa, do miejsca, gdzie prędkość liniowa jest mniejsza. Ale woda nie jest sztywno związana z Ziemią i, płynąc na północ, zachowuje swoją większą prędkość liniową zwróconą oczywiście z zachodu na wschód, co w efekcie powoduje silniejsze podmywanie prawego (wschodniego) brzegu.

Jeśli rzeka płynie z północy na południe (na półkuli północnej), to oznacza, że woda w niej porusza się z okolicy o mniejszej tym razem prędkości liniowej do miejsca o prędkości większej. Stara się zachować mniejszą prędkość, ale brzegi rzeki poruszają się szybciej (z zachodu na wschód). Zatem teraz prawy (zachodni) brzeg rzeki będzie „pchał” wodę, a woda, oddziałując na niego, będzie go bardziej podmywała.

Na półkuli południowej zjawisko występuje analogicznie tylko odwrotnie.



Działanie siły Coriolisa powoduje, że ciała poruszające się na półkuli północnej odchylają się w prawo od swojego toru ruchu, a na półkuli południowej są „ściągane” w lewo

Ćwiczenie 1

Ustal, w którym kierunku (N, S, W czy E) siła Coriolisa spycha samolot lecący z punktu o współrzędnych 50°N , 20°E do punktu o współrzędnych 10°N , 20°E .

Ćwiczenie 2

Ustal, w którym kierunku (N, S, W czy E) siła Coriolisa spycha samolot lecący z punktu o współrzędnych 10°S , 20°E do punktu o współrzędnych 50°S , 20°E .

Podobnie jak woda w wielkich rzekach także wiatry na półkuli północnej będą spychane w prawo, a na półkuli południowej – w lewo. Inną konsekwencją działania siły Coriolisa jest kierunek wirowania powietrza w cyklonach. Na półkuli północnej wirują one przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, a na półkuli południowej zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

Podsumowanie

- Ziemia obraca się wokół własnej osi o 360° w ciągu ok. 24 godzin.
- Pozorna wędrówka Słońca po niebie jest widoczną codziennie konsekwencją ruchu obrotowego Ziemi.
- Gnomon umożliwia nam przeprowadzenie wielu obserwacji astronomicznych.
- Następstwo dnia i nocy, zróżnicowanie czasu słonecznego, spłaszczenie kuli ziemskiej i siła Coriolisa są konsekwencjami dowodzącymi ruchu obrotowego Ziemi.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Przeprowadź obserwację gnomonu w okolicy swojego domu. Wyznacz podstawowe kierunki geograficzne i zapamiętaj położenie na widnokręgu obiektów wskazujących północ, południe, wschód i zachód z punktu widzenia obserwatora.

Polecenie 4.2

Dlaczego siła Coriolisa nie działa na obiekty pozostające w spoczynku?

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [czas słoneczny \(miejscowy\)](#)
 - [doba gwiazdowa](#)
 - [doba słoneczna](#)
 - [gnomon](#)
 - [górowanie Słońca](#)
 - [południe słoneczne](#)
 - [południk miejscowy](#)
 - [prędkość kątowna](#)
 - [prędkość liniowa](#)
 - [równoleżnik miejscowy](#)
 - [ruch obrotowy Ziemi](#)
 - [sfera niebieska](#)
 - [siła Coriolisa](#)
 - [zenit](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Miejsce Ziemi we Wszechświecie. Kształt i wymiary Ziemi](#)
 - [Następstwa ruchu obrotowego Ziemi](#)
 - [Ruch obiegowy Ziemi](#)
 - [Następstwa ruchu obiegowego Ziemi](#)

Słowniczek

czas słoneczny (miejscowy)

rachuba czasu związana z lokalnym południkiem miejsca obserwacji; wzdłuż jednego południka czas jest taki sam; obliczamy go na podstawie momentu górowania Słońca nad tym południkiem

doba gwiazdowa

okres obrotu Ziemi wokół własnej osi, czyli ok. 23 h 56 min 4,091 s

doba słoneczna

okres pomiędzy dwoma kolejnymi górowaniami Słońca nad określonym południkiem; średnia długość przyjęta umownie za wartość stałą wynosi 24 godziny

gnomon

zwykle jest to pręt, kolumna lub prosty kij wbity w ziemię, którego cień wskazuje położenie Słońca; to jeden z najstarszych i najprostszych przyrządów astronomicznych; precyzyjnie skonstruowane i ustawione gnomony są przyrządami astronomicznymi albo częściami zegarów słonecznych

górowanie Słońca

moment, w którym w ciągu doby Słońce znajduje się na maksymalnej wysokości kątowej nad horyzontem; moment ten bywa nazywany także południem słonecznym

południe słoneczne

moment, w którym w ciągu doby Słońce znajduje się na maksymalnej wysokości kątowej nad horyzontem; moment ten bywa nazywany także górowaniem Słońca

południk miejscowy

południk lokalny przechodzący przez dane miejsce na powierzchni Ziemi

prędkość kątowa

wielkość opisująca ruch obrotowy, równa kątowi zakreślonymu przez jakiś punkt podczas ruchu po okręgu w jednostce czasu

prędkość liniowa

wielkość oznaczająca przebytą drogę w jednostce czasu, np. odległość przebyta w ciągu minuty

równoleżnik miejscowy

równoleżnik przechodzący przez dane miejsce na powierzchni Ziemi

ruch obrotowy Ziemi

obracanie się Ziemi wokół własnej osi z zachodu na wschód

sfera niebieska

kulista, istniejąca w wyobraźni sfera o nieokreślonym promieniu, która otacza obserwatora śledzącego ciała niebieskie i daje złudzenie, że wszystkie znajdują się w jednakowej, wielkiej odległości, jakby przyklepione do tej sfery

siła Coriolisa

powoduje odchylenie toru ruchu ciała poruszającego się w układzie obracającym się od linii prostej; ponieważ Ziemia obraca się z zachodu na wschód, siła Coriolisa powoduje

odchylenie w prawo (z punktu widzenia poruszającego się obiektu) toru ciała poruszającego się na półkuli północnej, a w kierunku lewym na półkuli południowej

zenit

punkt na sferze niebieskiej znajdujący się dokładnie ponad pozycją obserwatora

Zadania

Ćwiczenie 3

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Pozorny ruch Słońca ze wschodu na zachód jest konsekwencją ruchu [] Ziemi dookoła własnej osi z zachodu na wschód. Pełen obrót trwa około [] godzin 56 minut i 4 sekund. Lepiej jest nam jednak znana doba [], która trwa kilka minut dłużej, niemal dokładnie 24 [].

[słoneczna] [24] [23] [doby] [księżycowa] [sekundy] [zwyczajna] [kosmiczna]
[12] [przyspieszonego] [godziny] [obiegowego] [obrotowego] [minuty]
[satelitarnego]

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Prędkość kątowna Ziemi w ruchu obrotowym wynosi około

☐ 1° na godzinę.

☐ 360° na dobę.

☐ 360° na godzinę.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wybierz współrzędne geograficzne wskazujące dwa równoleżniki, na których prędkość liniowa punktów na nich leżących jest taka sama.

☐ 30°E

☐ 30°S

☐ 30°N

☐ 60°S

☐ 50°S

☐ 0°

☐ 40°N

☐ 80°S

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Uzupełnij puste miejsca.

Obrót Ziemi dookoła własnej osi stał się źródłem takich jednostek czasu, jak:

(24 godziny), (1/24 doby), minuta (godziny) i (1/60 minuty).

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Dokończ zdanie. Cień gnomonu jest najkrótszy, gdy Słońce jest w momencie

☐ wschodu.

☐ zachodu.

☐ zaćmienia.

☐ górowania.

Źródło: Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Dwukrotnie w ciągu roku Słońce wschodzi dokładnie na wschodzie i zachodzi dokładnie na zachodzie. Wskaż te daty.

☐ 22 czerwca

☐ 22 grudnia

☐ 23 września

☐ 21 marca

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Który z ruchów Ziemi powoduje następstwo dnia i nocy?

☐ ruch roczny

☐ ruch obiegowy

☐ ruch obrotowy

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 10

Przyporządkuj obserwowane efekty odpowiednim zjawiskom.

obrót Ziemi z zachodu na wschód

ruch obrotowy Ziemi

górowanie Słońca

siła Coriolisa

spłaszczenie Ziemi na biegunach

pozorna wędrówka Słońca nad
widnokresem ze wschodu na zachód

odchylanie w prawo obiektów
poruszających się na półkuli północnej

najkrótszy cień w południe

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Następstwa ruchu obrotowego Ziemi

Samolot z Warszawy do Moskwy startuje o 12.20. Gdy ląduje w Moskwie, jest godzina 16.20. Start lotu powrotnego z Moskwy następuje o 18.40, lądowanie w Warszawie też o 18.40. Jak to możliwe? Zapoznaj się z zawiłościami związanymi z czasem na Ziemi, a przekonasz się, że tak może być naprawdę.



Źródło: Wydawnictwo Edukacyjne Wiking, licencja: CC BY 3.0.

Już wiesz

- że Ziemia obraca się wokół własnej osi, wykonując pełny obrót w czasie ok. 24 godzin;
- jak odczytywać z mapy długość geograficzną;
- że w jednej chwili na Ziemi występują wszystkie pory dnia i nocy;
- że każdy południk ma swój czas słoneczny – taki sam dla całego południka i inny niż na pozostałych południkach.

Nauczysz się

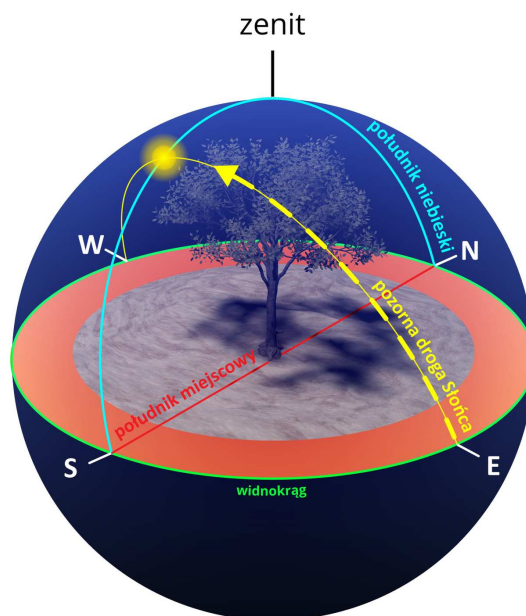
- objaśniać, jak określa się czas słoneczny;
- obliczać różnicę czasu słonecznego pomiędzy punktami leżącymi na różnych długościach geograficznych;
- przyporządkowywać dany obszar do określonej strefy czasowej;
- wyjaśniać zasady wprowadzania czasu urzędowego;
- wyjaśniać znaczenie czasu uniwersalnego.

Przygotuj przed lekcją:

- globus.

1. Czas słoneczny

Na całym obszarze położonym na tym samym południku w jednej chwili odnotowuje się **południe słoneczne**. **Słońce góruje** jednocześnie na całym południku, ale na różnej wysokości w stosunku do horyzontu. Zawsze jest to jednak najwyższa pozycja Słońca w danym miejscu w ciągu doby. Oczywiście tam, gdzie panuje akurat noc polarna, Słońce nawet w południe jest niewidoczne, gdyż także w momencie górowania znajduje się poniżej linii horyzontu. Gdyby obserwator znajdujący się w dowolnym punkcie kuli ziemskiej zaznaczył na sferze niebieskiej miejsce górowania Słońca i połączył je łukiem po najkrótszej linii z punktem na horyzoncie określającym kierunek południowy (S), a w przeciwną stronę przedłużył do zenitu i dalej do punktu na horyzoncie określającego północ (N), to w ten sposób powstałaby linia zwana **południkiem niebieskim**. Rzut południka niebieskiego na powierzchnię Ziemi odpowiada **południkowi miejscowemu**.



Słońce góruje na południku niebieskim

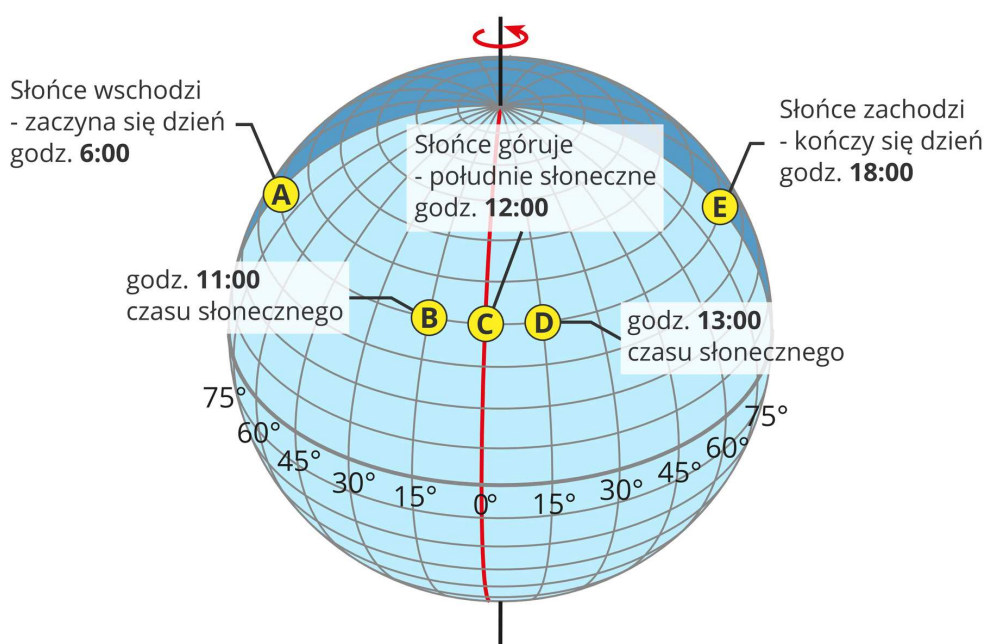
Uznano, że górowanie Słońca na dowolnym południku jest środkiem doby, która zaczęła się w tym miejscu 12 godzin wcześniej, czyli o północy. Górowanie Słońca jest podstawą określania czasu słonecznego. Przyjęto, że w południe jest godzina 12.00, a cała doba dzieli się na 24 godziny. Dla Ziemi długości geograficzne opisujemy od 0° do 180° długości

wschodniej i od 0° do 180° długości zachodniej, co razem daje 360° . Przy takich założeniach łatwo obliczyć (dzieląc 360° na 24 godziny), że każde 15° długości geograficznej odpowiada różnicy czasu wynoszącej godzinę, a 1° długości geograficznej odpowiada różnicy czasu wynoszącej 4 minuty. Dla przykładu, jeśli założymy, że na południku 0° jest południe, czyli godzina 12.00 czasu miejscowego słonecznego, to na południku 15°W będzie o godzinę wcześniej, czyli 11.00, a na południku 15°E będzie o godzinę później, czyli 13.00 czasu słonecznego.

Zapamiętaj!

15° – 1 godzina

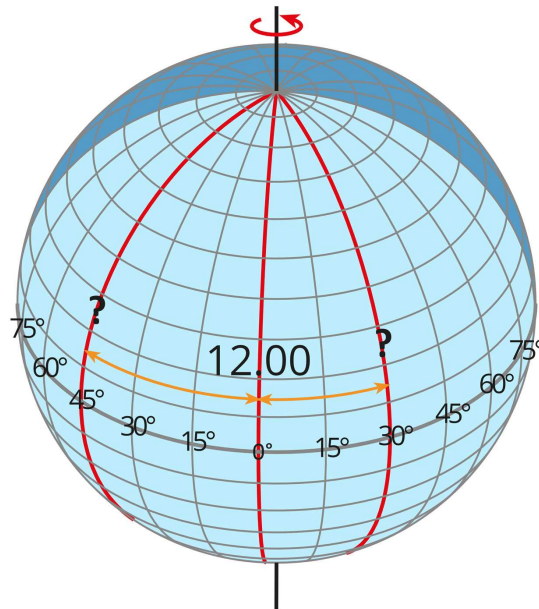
1° – 4 minuty



Rysunek przedstawia oświetlenie globu ziemskiego w dniu równonocy, gdy południe słoneczne ma miejsce na południku zerowym. W tym samym momencie na południku 15°E jest godzina 13.00 czasu słonecznego, a na południku 15°W – 11.00 czasu słonecznego. Jednocześnie na południku 90°E jest godzina 18.00 czasu słonecznego, Słońce chowa się pod horyzontem i rozpoczyna się noc. Na południku 90°W Słońce wychodzi ponad horyzont, jest godz. 6.00 czasu słonecznego i zaczyna się dzień.

Ćwiczenie 1

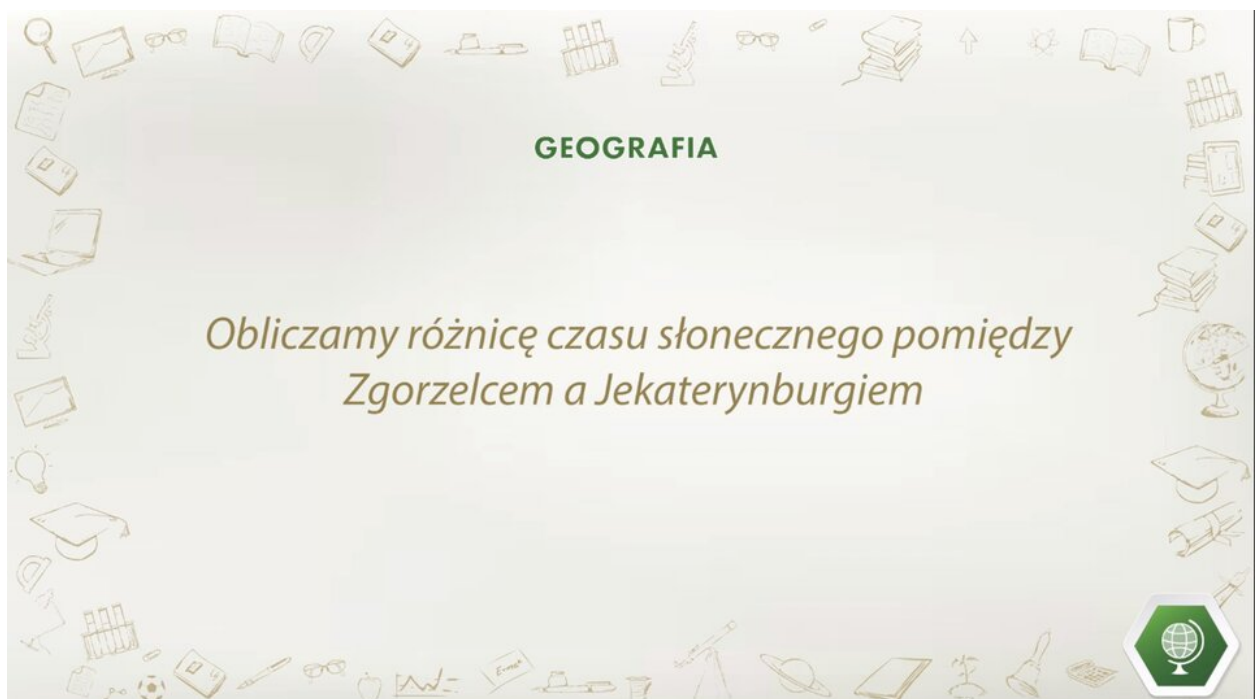
Dokonaj obliczeń i określ czas słoneczny we wskazanych miejscach w momencie, gdy Słońce góruje na południku 0° . Jaki jest wtedy czas słoneczny na południkach 30°E i 45°W ?



Źródło: Roman Nowacki, OpenClips (<http://pixabay.com>), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Dokonaj obliczeń i określ czas słoneczny we wskazanych miejscach w momencie, gdy Słońce góruje na południku 0° . Jaki jest wtedy czas słoneczny na południkach 20°E i 177°W ?



Animacja prezentująca metodę obliczania różnicy czasu słonecznego pomiędzy miastami leżącymi na tej samej półkuli. Najpierw pojawia się mapa świata bez zaznaczonych jakichkolwiek punktów. Gdy lektor wypowiada słowa „Jekaterynburgu ...”, na mapie pojawia się czerwony punkt wraz z opisem Jekaterynburg oraz „rysuje się” od góry do dołu południk przechodzący przez tę miejscowość. Poza ramkami mapy u góry pojawia się opis tego południka, a na dole miga znak zapytania (jako nieznana godzina). Analogiczny obraz widzimy, kiedy lektor wypowiada słowa „w Zgorzelcu...”, z tą różnicą, że na dole poza ramką pokazuje się godz. 12.00. W momencie, kiedy lektor wypowiada słowa „obliczamy różnicę długości...”, na mapie pokazuje się dwustronna strzałka pokazująca tę różnicę pomiędzy dwoma czerwonymi południkami. Pojawia się też tabliczka, na której wyświetla się działanie odejmowania, tak jakby ktoś pisał je na tablicy: sześćdziesiąt stopni minus piętnaście stopni równa się czterdzieści pięć stopni. Na mapie nad zieloną strzałką w tym czasie pojawia się wynik czterdzieści pięć stopni. Równolegle do wypowiedzianego przez lektora tekstu poniżej poprzedniego działania pojawia się kolejne: czterdzieści pięć stopni razy cztery minuty równa się sto osiemdziesiąt minut, czyli trzy godziny. Równolegle do wypowiedzianego przez lektora tekstu poniżej poprzedniego działania pojawia się kolejne: godzina dwunasta (Zgorzelec) + trzy godziny równa się godzina piętnasta (Jekaterynburg). Znika znak zapytania i w jego miejsce pojawia się opis godzina piętnasta.

Ciekawostka

Aby nie zmieniać daty w środku dnia, umówiono się, że doba zaczyna się o północy, czyli dokładnie 12 godzin wcześniej niż faktyczny początek doby słonecznej, i trwa do następnej północy.

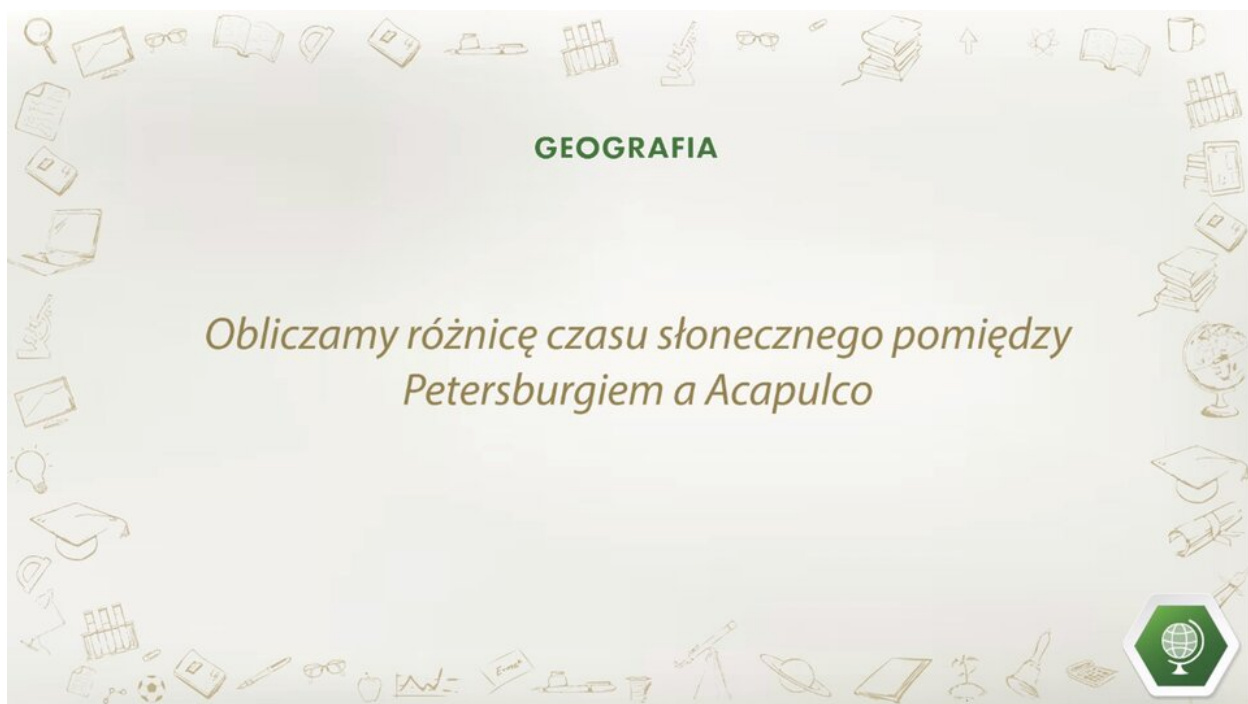
Ciekawostka

Większość krajów świata stosuje podział doby na 24 godziny opisywane od 0 do 24. Sporo państw (zwłaszcza anglojęzycznych) stosuje jednak podział doby na dwie części po 12 godzin, dodając określenia, które należy tłumaczyć: przed południem (AM, A.M., am albo a.m.; z łaciny *ante meridiem*) i po południu (PM, P.M., pm lub p.m.; z łaciny *post meridiem*). Co ciekawe, w Polsce oficjalnie obowiązuje podział 24-godzinny, ale w języku potocznym stosuje się obydwa systemy.

Ważne!

Jeżeli obliczamy różnicę czasu słonecznego miejsc leżących na tej samej półkuli, to od większej długości geograficznej odejmujemy mniejszą. Różnicę długości geograficznej przeliczamy na różnicę czasu słonecznego. Gdy miejsca leżą jednak na dwóch półkulach,

to sumujemy różnice długości każdego z tych południków i leżącego między nimi południka 0° albo 180°. To obliczenie jest bardziej skomplikowane.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Obliczamy różnicę czasu słonecznego pomiędzy Petersburgiem a Acapulco

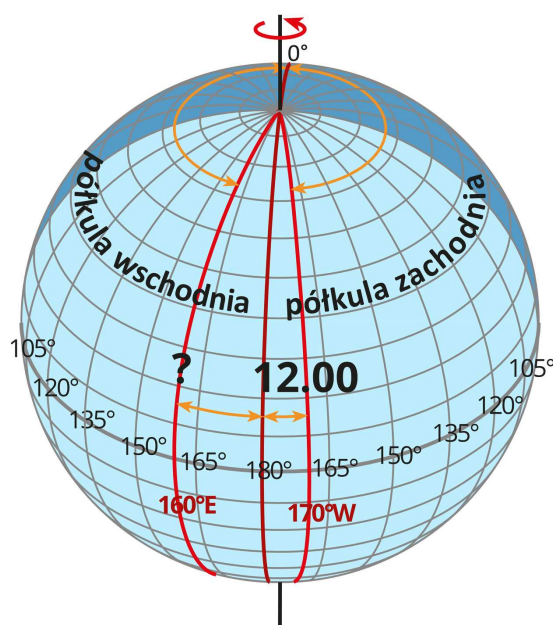
Animacja prezentująca sposób obliczania różnicy czasu słonecznego pomiędzy miastami leżącymi na różnych półkulach. Najpierw pojawia się mapa świata bez zaznaczonych jakichkolwiek punktów. Gdy lektor wypowiada słowa „Petersburgu ...”, na mapie pojawia się on wraz z opisem Petersburg oraz „rysuje się” od góry do dołu południk przechodzący przez tę miejscowość, a poza ramkami mapy u góry pojawia się opis tego południka, a na dole miga znak zapytania (jako nieznana godzina). Analogiczna akcja odbywa się, kiedy lektor wypowiada słowa „w Acapulco...”, z tą różnicą, że na dole poza ramką pokazuje się godz. 12.00. W momencie, kiedy lektor wypowiada słowa „obliczamy różnicę długości...” na mapie pokazuje się dwustronna strzałka pokazująca tę różnicę pomiędzy dwoma czerwonymi południkami, następnie, kiedy wypowiada słowa „po dwóch stronach południka zerowego” rysuje się na mapie południk zerowy, a po słowach „długości geograficzne dodajemy do siebie” pojawia się tabliczka, na której pojawia się działanie dodawania tak jakby ktoś pisał je na tablicy: $100^{\circ} + 30^{\circ} = 130^{\circ}$. Na mapie nad zieloną strzałką w tym czasie pojawia się wynik 130° . Równoległe do wypowiedzanego przez lektora tekstu poniżej poprzedniego działania pojawia się kolejne: $130^{\circ} \times 4 \text{ minuty} = 520 \text{ minut}$, czyli 8 godzin i 40 minut. Równoległe do wypowiedzanego przez lektora tekstu poniżej poprzedniego działania pojawia się kolejne: $12.00 \text{ (Petersburg)} - 8 \text{ godz. i } 40 \text{ min.} = 3.20 \text{ (Acapulco)}$. Znika znak zapytania i w jego miejsce pojawia się opis 3.20.

Ćwiczenie 3

Dokonaj obliczeń i określ czas słoneczny na południku 20°W , gdy Słońce góruje na południku 20°E .

Ćwiczenie 4

Dokonaj obliczeń i określ czas słoneczny na południku 160°E , gdy Słońce góruje na południku 170°W .



Źródło: Roman Nowacki, OpenClips (<http://pixabay.com>), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

2. Czas strefowy i uniwersalny

Rozwój podróży międzykontynentalnych, a potem także większości dziedzin techniki w XIX wieku wymusił na ludzkości uporządkowanie kwestii czasu na Ziemi. Nie mogło być już tak, że każda miejscowość na jakimś obszarze miała swój własny lokalny czas. Na międzynarodowej konferencji w Waszyngtonie w 1884 roku przedstawiciele większości gospodarczo rozwiniętych państw świata porozumieli się, że początkowym południkiem dla obliczeń długości geograficznej i czasu na Ziemi będzie południk 0° , przechodzący przez obserwatorium astronomiczne w Greenwich. Czas słoneczny tego południka nazwano **czasem uniwersalnym**.

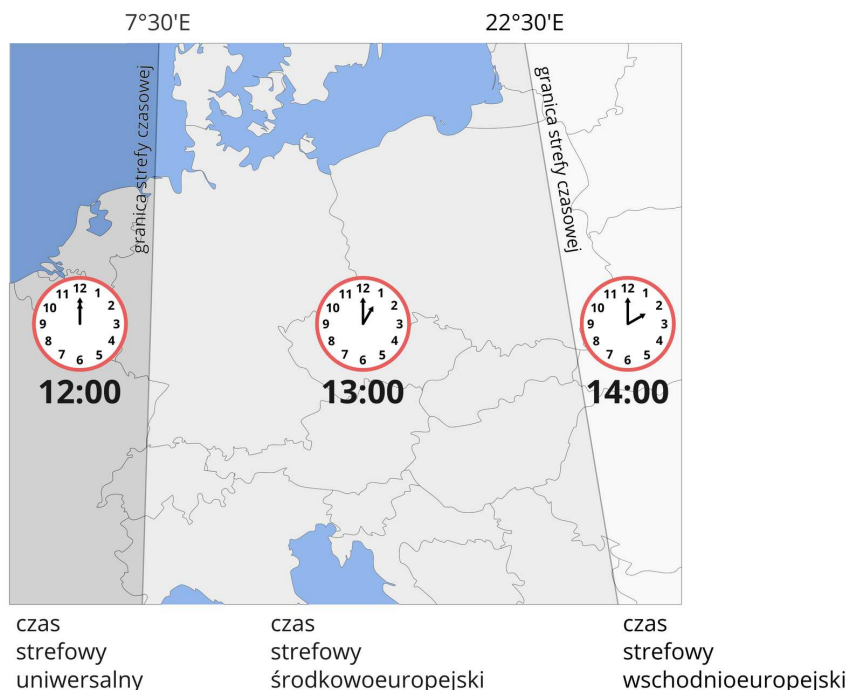
Uzgodniono także podział Ziemi na **24 strefy czasowe** przyporządkowane wszystkim

Znaczna część zachodniej i środkowej Europy, w tym Polska, znalazła się w strefie południka 15°E, która rozciąga się od południka 7°30'E do 22°30'E. Kiedy w strefie południka 0° – nazywanej **strefą czasu uniwersalnego** lub **strefą czasu zachodnioeuropejskiego** – jest godzina 12.00, to w naszej **strefie czasu środkowoeuropejskiego** jest 13.00. W **strefie czasu wschodnioeuropejskiego** (od 22°30'E do 37°30'E, środkowy południk to 30°E) jest wówczas 14.00. Im więcej stref czasowych na wschód od południka 0°, tym więcej godzin trzeba dodać, a im więcej stref na zachód od 0°, tym więcej godzin trzeba odjąć.



Korzystając z globusa, sprawdź, czy są na kuli ziemskiej południki środkowe stref czasowych położone w całości na oceanie, które nie przechodzą przez jakikolwiek ląd.

Polska leży w dwóch strefach czasowych – w strefie czasu środkowoeuropejskiego i wschodnioeuropejskiego. Granica między tymi strefami przebiega wzdłuż południka 22°30'E.



Rozkład stref czasowych nie uwzględnia granic państwowych, zatem w niektórych przypadkach mały fragment jakiegoś państwa mógłby się znaleźć w innej strefie czasowej, co mogłoby być źródłem różnorodnych komplikacji w funkcjonowaniu tego państwa i jego obywateli

Ważne!

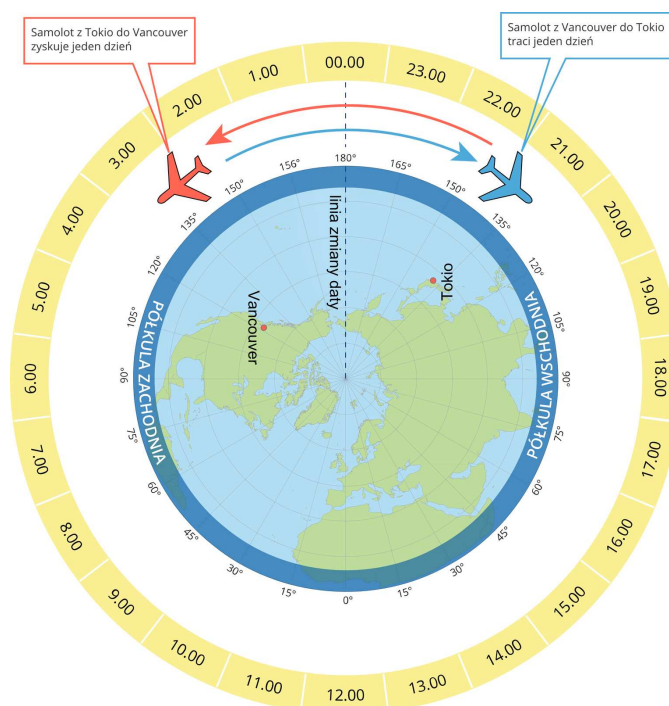
Czas południka 0° bywa określany jako **czas uniwersalny** i zapisywany różnymi skrótami: **GMT** (ang. *Greenwich Mean Time*), **TU** (ang. *Temps Universal*) albo **UTC** (ang. *Universal Time Clock*). Znajomość tych skrótów jest ważna, ponieważ wiele informacji, np. bilety lotnicze, zawiera odwołanie do czasu uniwersalnego.

3. Czas urzędowy i międzynarodowa linia zmiany daty

Wprowadzenie stref czasowych nie rozwiązało wszystkich problemów. Konieczne było podjęcie decyzji urzędowych zmieniających przebieg granic stref czasowych tak, aby dostosować je do granic państwowych. Decyzje urzędowe zmieniają czasem radykalnie położenie kraju w odniesieniu do stref czasowych. Niemal cała Francja, Belgia i Holandia leżą w strefie czasu uniwersalnego, ale ze względów praktycznych jako **czas urzędowy** wprowadziły **czas środkowoeuropejski**, chcąc w ten sposób uniknąć komplikacji na granicach z sąsiednimi krajami. Hiszpania leży jeszcze dalej na zachód, sięgając nawet po strefę czasową południka 15°W, a i tak podjęła urzędową decyzję o przeniesieniu całego swojego terytorium do strefy czasu środkowoeuropejskiego. Niektóre kraje, w drodze decyzji urzędowych, wprowadzają także czas sezonowy (letni). W całej Unii Europejskiej,

zatem także i w Polsce, obowiązuje on od ostatniej niedzieli marca do ostatniej niedzieli października, czyli przez ok. 7 miesięcy.

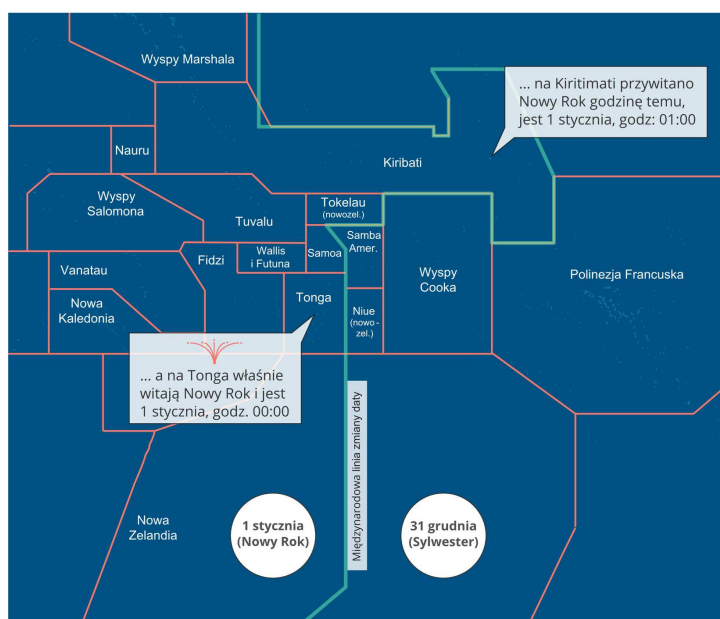
Przyznanie południkowi 0° i jego strefie czasowej statusu **czasu uniwersalnego** spowodowało konieczność uznania południka 180° za **międzynarodową linię zmiany daty**. Przebieg tej linii w pewnych miejscach odbiega od południka 180° , gdyż przecina obszary zamieszkane. Po obu jej stronach daty różnią się o jedną dobę. Przy przekraczaniu **linii zmiany daty** w podróży z półkuli wschodniej na półkulę zachodnią odejmujemy jeden dzień od bieżącej daty (obowiązującej po zachodniej stronie linii, patrz rysunek do ćwiczenia nr 4, „zyskujemy” jeden dzień), natomiast przy poruszaniu się w przeciwnym kierunku – z półkuli zachodniej na wschodnią – dodajemy jeden dzień do daty (obowiązującej po wschodniej stronie linii, jeden dzień „tracimy”).



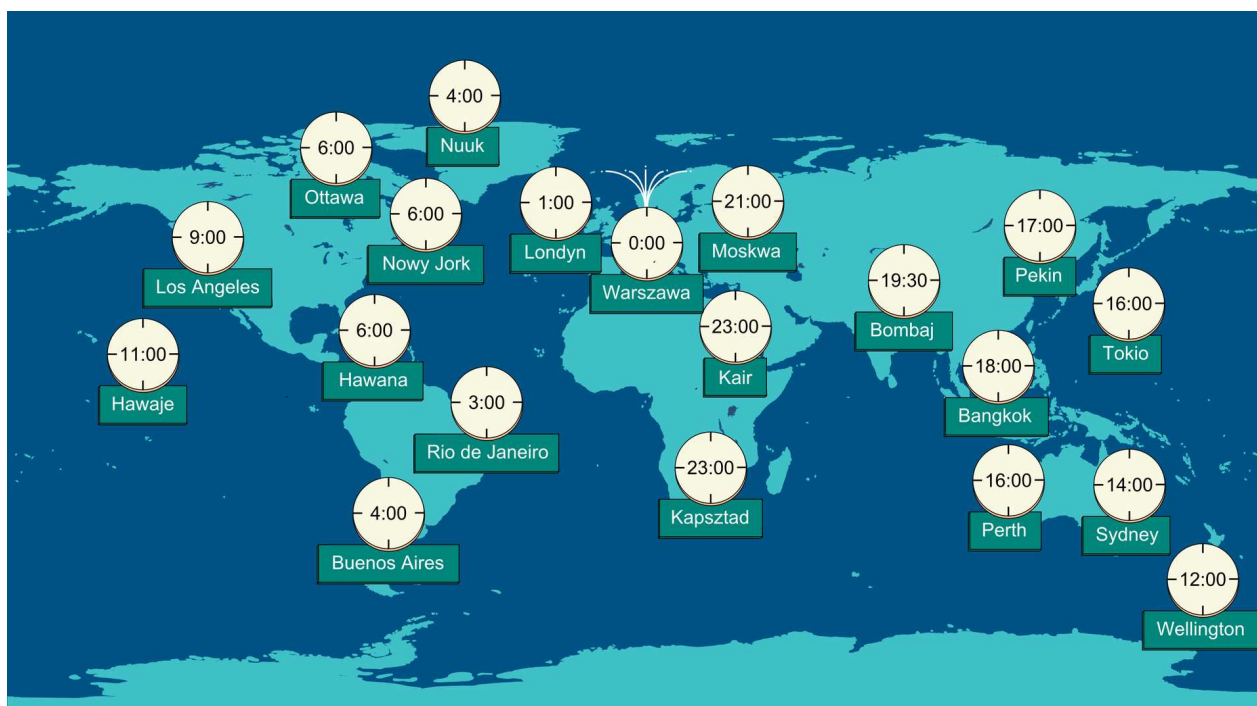
Lecąc samolotem z Azji (półkula wschodnia), np. z Tokio, do Ameryki Północnej (półkula zachodnia), np. do Vancouver, zyskujemy jeden dzień w rachubie czasu. Natomiast przekraczając międzynarodową linię zmiany daty w przeciwną stronę, lecąc z Vancouver (półkula zachodnia) do Tokio (półkula wschodnia), jeden dzień w rachubie czasu tracimy.

Kto pierwszy wita Nowy Rok na Ziemi?

Gdy w Polsce jest 31 grudnia, zegary wskazują godzinę 12 w południe, to...



Na wyspach Kiribati Nowy Rok zaczyna się w momencie, gdy u nas 31 grudnia jest dopiero 11.00



Na mapie świata oznaczono przykładowe miejsca i godzinę czasu polskiego, o której wita się tam Nowy Rok

Polecenie 2

Oblicz, która godzina czasu słonecznego jest w okolicach Hrubieszowa (24°E), gdy w Greenwich jest 12.00.

Polecenie 3

Oblicz, która godzina czasu strefowego jest w okolicach Hrubieszowa (24°E), gdy w Greenwich jest 12.00.

Polecenie 4

Oblicz, która godzina czasu urzędowego jest w grudniu w okolicach Hrubieszowa (24°E), gdy w Greenwich jest 12.00.

Polecenie 5

Oblicz, która godzina czasu urzędowego jest w lipcu w okolicach Hrubieszowa (24°E), gdy w Greenwich jest 12.00.

Ciekawostka

Wprowadzanie czasu letniego ma powodować lepsze wykorzystanie światła dziennego. Ludzie są w ten sposób zachęcani do wcześniejszego rozpoczynania dnia i aktywności w czasie, kiedy jest jasno, co przyczynia się do oszczędności energii elektrycznej. Przystawienie zegarów, przestoje środków transportu i dostosowanie systemów informatycznych generują jednak znaczne koszty, które stawiają pod znakiem zapytania opłacalność całej operacji. Dodatkowym elementem podającym w wątpliwość sens zmiany czasu jest to, że powoduje ona kilkudniowe rozregulowanie naszych organizmów.

Podsumowanie

- Wszystkie punkty leżące na jednym południku mają ten sam czas słoneczny, który jest równocześnie inny niż na pozostałych południkach.
- W celu uporządkowania wskazywania czasu na całej kuli ziemskiej wprowadzono strefy czasowe.
- Z różnych powodów władze państwowe wydają decyzje urzędowe zmieniające przebieg granic stref czasowych.
- W niektórych krajach decyzją urzędową wprowadza się także czas letni.

Praca domowa

Polecenie 6.1

Odczytaj z mapy (przybliżoną do 1 stopnia) długość geograficzną miejscowości, w której mieszkasz, i oblicz:

1. czas słoneczny w twojej miejscowości w momencie, gdy w Greenwich jest 9.30;
2. czas strefowy w twojej miejscowości w momencie, gdy w Greenwich jest 9.30;
3. czas urzędowy w twojej miejscowości w listopadzie w momencie, gdy w Greenwich jest 9.30;
4. czas urzędowy w twojej miejscowości w czerwcu w momencie, gdy w Greenwich jest 9.30.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [południk niebieski](#)
 - [międzynarodowa linia zmiany daty](#)
 - [czas słoneczny](#)
 - [czas uniwersalny](#)
 - [strefy czasowe](#)
 - [czas urzędowy](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Miejsce Ziemi we Wszechświecie. Kształt i wymiary Ziemi](#)
 - [Ruch obrotowy Ziemi](#)
 - [Ruch obiegowy Ziemi](#)
 - [Następstwa ruchu obiegowego Ziemi](#)

Słowniczek

czas uniwersalny

czas słoneczny na południku zerowym, za który przyjęto południk przechodzący przez obserwatorium astronomiczne Greenwich w Londynie; jest jednocześnie czasem strefowym pierwszej strefy czasowej, od której liczy się czas pozostałych stref

czas urzędowy

umowny czas obowiązujący na danym obszarze; czas urzędowy zwykle ustalany jest w taki sposób, aby cały obszar kraju lub jednostki administracyjnej znajdował się w tej samej strefie; w państwach o dużej rozciągłości równoleżnikowej na różnych obszarach może obowiązywać inny czas urzędowy; w wielu państwach czas urzędowy odpowiada czasowi strefowemu odpowiedniej [strefy czasowej](#); są również kraje, w których urzędowo wprowadza się czas letni przesunięty o godzinę w stosunku do czasu strefowego

międzynarodowa linia zmiany daty

częściowo pokrywa się ona z południkiem 180° ; czas obowiązujący na terytoriach położonych na zachód od tej linii (czyli na półkuli wschodniej) jest przesunięty o dobę do przodu względem czasu terytoriów położonych na wschód od niej (czyli na półkuli zachodniej)

południk niebieski

linia na sferze niebieskiej łącząca punkt na horyzoncie określający kierunek południowy (S) z punktem na horyzoncie określającym kierunek północny (N) i przechodząca przez zenit; południk niebieski jest miejscem, gdzie odbywają się górowania ciał niebieskich

strefy czasowe

obszary powierzchni Ziemi o szerokości 15° długości geograficznej, rozciągające się południkowo; w całej tak wyznaczonej strefie obowiązuje jednakowy czas; jednocześnie jest to czas słoneczny środkowego południka tej strefy

Zadania

Ćwiczenie 5

Pozorne miejsce górowania Słońca na sferze niebieskiej zawsze wypada na

- ☐ południku 0° .
- ☐ zwrotniku Raka.
- ☐ południku niebieskim.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Zaznacz dwa spośród wymienionych poniżej sformułowań, które wskazują moment występujący dokładnie w środku dnia na danym południku.

- ☐ wschód Słońca
- ☐ zachód zupełny
- ☐ północ astronomiczna
- ☐ południe słoneczne
- ☐ górowanie Słońca

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Jeśli na południku 0° jest godzina 12.00, to jaki czas słoneczny będzie na podanych długościach geograficznych? Przyporządkuj właściwy czas słoneczny do długości geograficznych.

5.20

170°E

13.00

100°W

23.20

15°E

13.16

19°E

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Początkowym południkiem do obliczeń geograficznej i czasu na Ziemi jest południk 0° przechodzący przez obserwatorium astronomiczne w . Czas tego południka nazywa się czasem . Ziemia jest podzielona na 24 strefy .

Warszawie

równoleżnikowe

wolnym

długości

równikowe

powszechnym

uniwersalnym

czasowe

klimatyczne

objętości

atomowym

szerokości

wysokości

Greenwich

Moskwie

Waszyngtonie

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Każda strefa czasowa obejmuje pewien obszar między południkami, którego rozciągłość wynosi

☐ 360° .

☐ 15° .

☐ 10° .

☐ 360° .

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 10

Dwa z wymienionych poniżej południków ograniczają strefę czasu środkowoeuropejskiego. Wybierz prawidłowe odpowiedzi.

☐ 7°30'E

☐ 15°E

☐ 0°

☐ 22°30'W

☐ 22°30'N

☐ 22°30'E

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 11

Uzupełnij puste miejsca.

Decyzje urzędowe często zmieniają przebieg granic [] czasowych tak, aby dostosować je do granic państwowych. Niektóre kraje świata, na drodze decyzji [], wprowadzają także czas sezonowy (letni). W całej Unii Europejskiej, zatem i w Polsce, obowiązuje on od ostatniej niedzieli [] do ostatniej [] października.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 12

Wzdłuż południka 180° (z pewnymi modyfikacjami) przebiega specyficzna linia o nazwie

☐ linia zmiany daty.

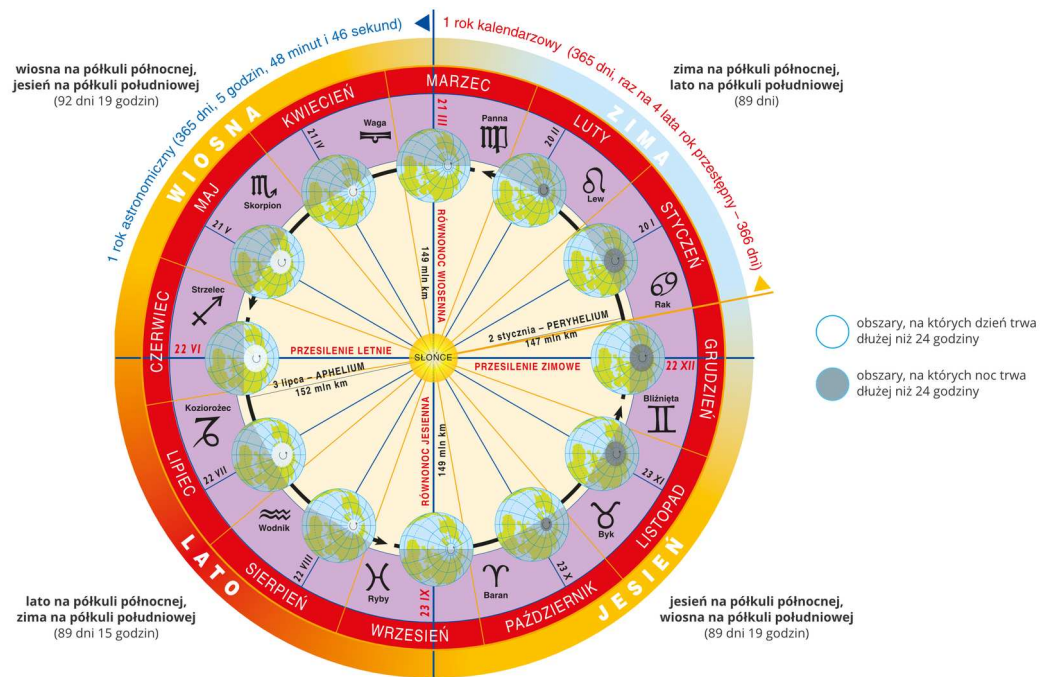
☐ linia południka zerowego.

☐ linia granicy stref czasowych.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ruch obiegowy Ziemi

Ziemia obiega Słońce w odległości ok. 150 mln km, ale dystans ten waha się od ok. 147 mln km do ponad 152 mln km, ponieważ orbita naszej planety ma kształt elipsy. Lato na półkuli północnej wypada akurat wtedy, gdy Ziemia w swej wędrówce jest bardziej oddalona od Słońca, a zima, gdy znajduje się bliżej. Jeśli chcesz wiedzieć, jak to jest możliwe, zapoznaj się z lekcją o ruchu obiegowym Ziemi.



Ruch Ziemi wykonywany przez nią po orbicie wokół Słońca w ciągu roku. Ruch obiegowy Ziemi sprawia, że Słońce pojawia się na tle coraz to innych gwiazdozbiorów

Już wiesz

- jakie rozmiary i kształt ma Ziemia;
- że Ziemia obraca się wokół własnej osi, która jest nachylona pod kątem ok. $66^{\circ}33'$ w stosunku do płaszczyzny jej orbity;
- jakie są konsekwencje ruchu obrotowego Ziemi.

Nauczysz się

- wykazywać związek między nachyleniem osi ziemskiej a oświetleniem naszej planety;
- interpretować zależność pomiędzy zróżnicowaniem oświetlenia poszczególnych części Ziemi a porami roku;
- określać pory roku na podstawie obserwacji pozornej wędrówki Słońca po sferze niebieskiej;

- określać szerokość geograficzną na podstawie obserwacji pozornej wędrówki Słońca po sferze niebieskiej.

Przygotuj przed lekcją:

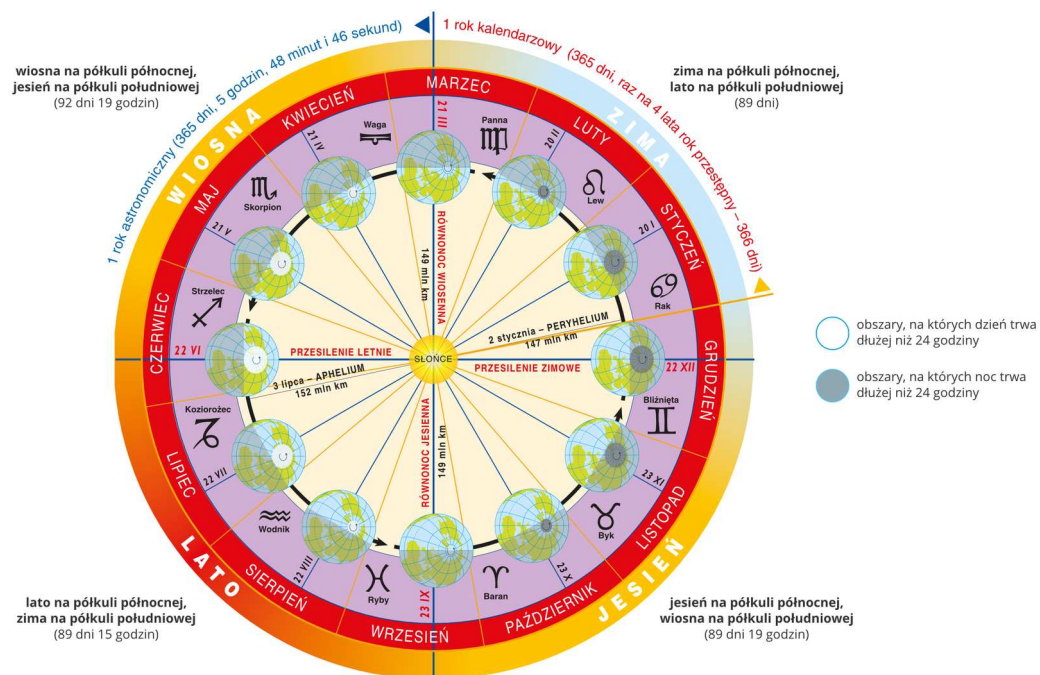
- globus,
- tellurium.

1. Jakie są konsekwencje stałego nachylenia osi Ziemi do płaszczyzny ekliptyki?

Ziemia obiega Słońce po nieznacznie wydłużonej orbicie eliptycznej zbliżonej kształtem do okręgu. Ruch ten nazywamy ruchem obiegowym Ziemi. Ruch Ziemi wokół Słońca odbywa się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara (patrząc na układ Ziemia-Słońce od strony półkuli północnej).

Czas obiegu minimalnie się zmienia w kolejnych latach, więc możemy podawać go tylko w przybliżeniu. Zwykle przyjmuje się, że **rok słoneczny** trwa 365 dni 5 godzin i 49 minut. Oznacza to, że po tym czasie Ziemia wraca do pozycji wyjściowej względem Słońca. Nieco dłuższy jest **rok gwiazdowy**, który trwa ok. 365 dni 6 godzin 9 minut i nieco ponad 9 sekund. Po upływie tego czasu Ziemia wraca do miejsca, z którego Słońce jest widoczne w tym samym położeniu względem odległych gwiazd. Zwróć uwagę, że żadna z tych miar czasu nie składa się z równej liczby dni, co ma konsekwencje przy określaniu, kiedy właściwie upływa rok, i przy konstrukcji kalendarza.

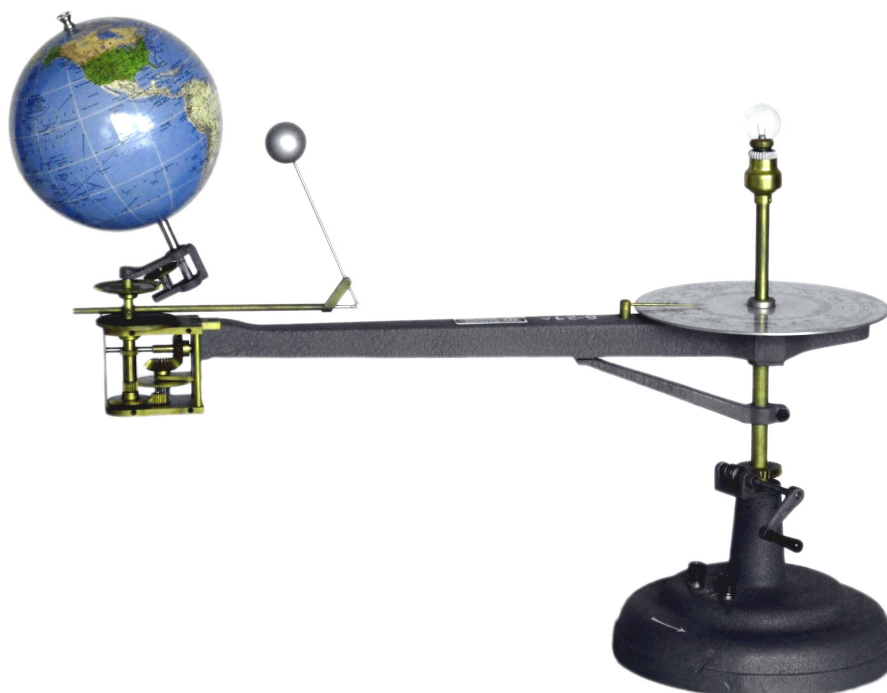
Wiesz już, że nachylenie osi ziemskiej w stosunku do płaszczyzny obiegu Ziemi wokół Słońca wynosi ok. $66^{\circ}33'$. Astronomowie mówią o nachyleniu osi do **płaszczyzny ekliptyki**, czyli płaszczyzny zawierającej orbitę, po której Ziemia obiega Słońce. Niezwykle ważne znaczenie dla Ziemi ma fakt, że nachylenie jej osi w stosunku do płaszczyzny orbity nie ulega zmianie w ciągu całego obiegu wokół Słońca, czyli w ciągu roku. Oznacza to, że przez część roku oś swoim północnym końcem skierowana jest w stronę Słońca, przez co półkula północna jest silniej przez nie oświetlana. Przez drugą część roku oś ziemską skierowana jest ku Słońcu końcem południowym, co powoduje, że bardziej oświetlona jest półkula południowa. Natomiast dwukrotnie w ciągu roku oś ziemską ustawia się w stosunku do Słońca tak, że obie półkule oświetlane są identycznie.



Ruch Ziemi wykonywany przez nią po orbicie wokół Słońca w ciągu roku. Ruch obiegowy Ziemi sprawia, że Słońce pojawia się na tle coraz to innych gwiazdozbiorów

Polecenie 1

Za pomocą globusa i dowolnego obiektu, któremu chwilowo nadasz rolę Słońca, odtwórz roczną wędrówkę Ziemi.



Tellurium to model umożliwiający prezentację wzajemnego ruchu Ziemi i Księżyca względem siebie oraz względem Słońca. Służy do pokazania oświetlenia Ziemi w różnych porach zarówno dnia, jak i roku, faz Księżyca oraz zaćmień Słońca i Księżyca

Polecenie 2

Wpraw tellurium w ruch i prześledź roczny obieg Ziemi i Księżyca wokół Słońca. Zauważ, że ruch Ziemi dookoła własnej osi, ruch Księżyca wokół Ziemi i ruch Ziemi (wraz z Księżycem) wokół Słońca zachodzą równocześnie.

Ciekawostka

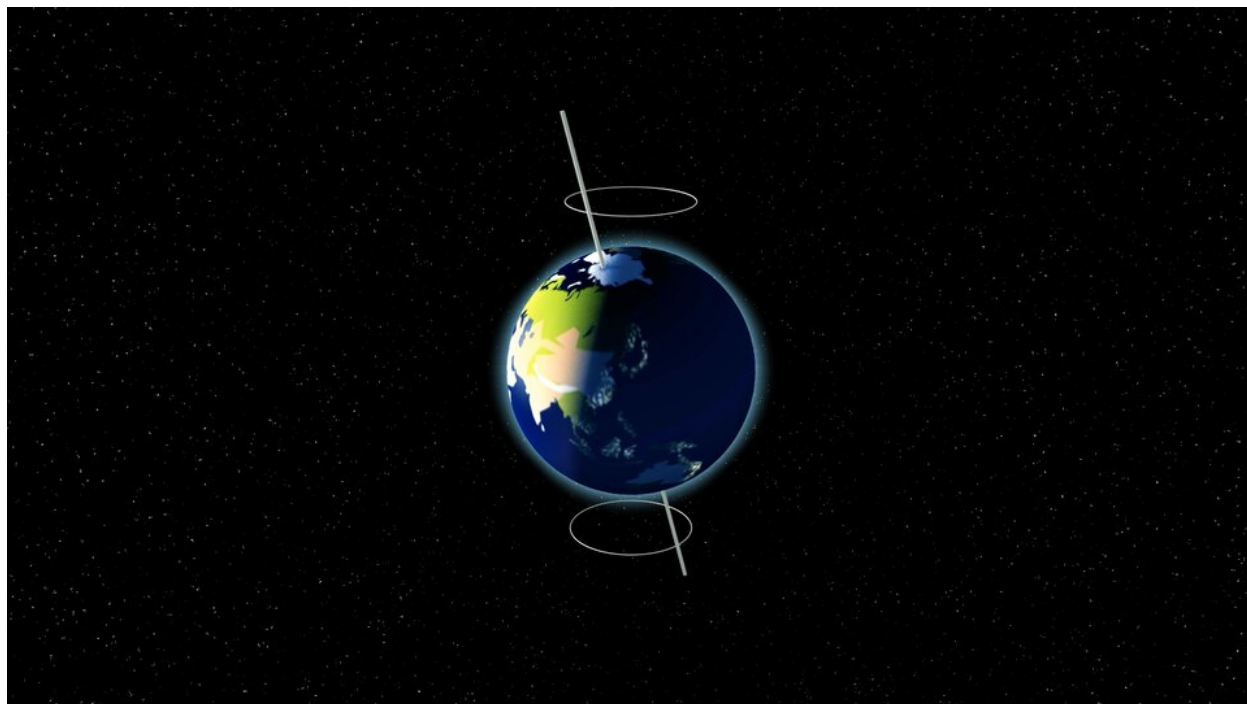
Ruch wokół Słońca nasza planeta wykonuje z nieznacznie zmieniającą się prędkością liniową wynoszącą 29,3–30,3 km/s (średnio przyjmuje się 29,783 km/s). Odpowiada to niewyobrażalnie wielkiej prędkości 107 210 km/h.

Ważne!

Nachylenie osi ziemskiej do powierzchni ekliptyki jest jednakowe w ciągu roku. Fakt stałego nachylenia osi ziemskiej ma zasadnicze znaczenie dla zmienności pór roku na Ziemi, klimatu, długości dnia i nocy oraz zmian miejsc wschodu, górowania i zachodu Słońca.

Ciekawostka

Na przestrzeni setek i tysięcy lat nachylenie osi ziemskiej podlega zjawisku tzw. [precesji](#), czyli nieznacznej zmianie kierunku wskazywanego przez oś.



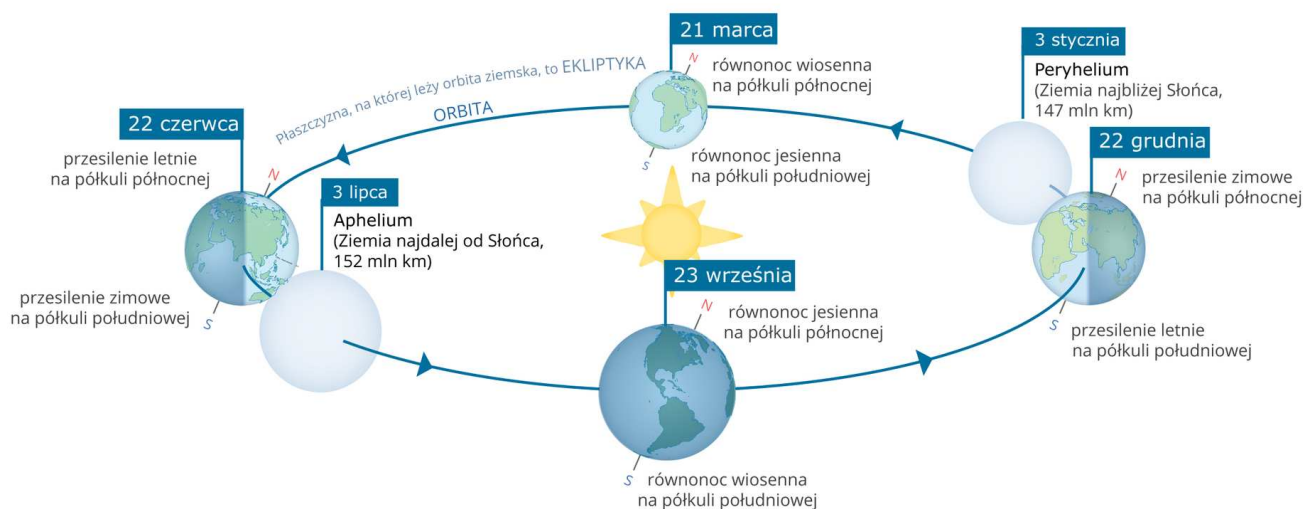
Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Precesja osi ziemskiej jest przyczyną powolnych zmian jej nachylenia względem płaszczyzny ekliptyki. Nachylenie to waha się od 65°36' do 68°12', a obecnie wynosi ok. 66°33'. Precesja to okrężny ruch osi Ziemi po powierzchni bocznej stożka, którego wierzchołek pokrywa się ze środkiem naszej planety. Zakreślenie pełnego okręgu trwa ok. 26 tysięcy lat

Animacja przedstawia, jak zmienia się nachylenie osi ziemskiej w stosunku do płaszczyzny orbity Ziemi wokół Słońca. Pokazana jest kula ziemską przebita długą osią w miejscach biegunów. Końce osi na górze i na dole zakreślają okręgi.

2. Czy astronomiczne pory roku wynikają ze zmian oświetlenia Ziemi?

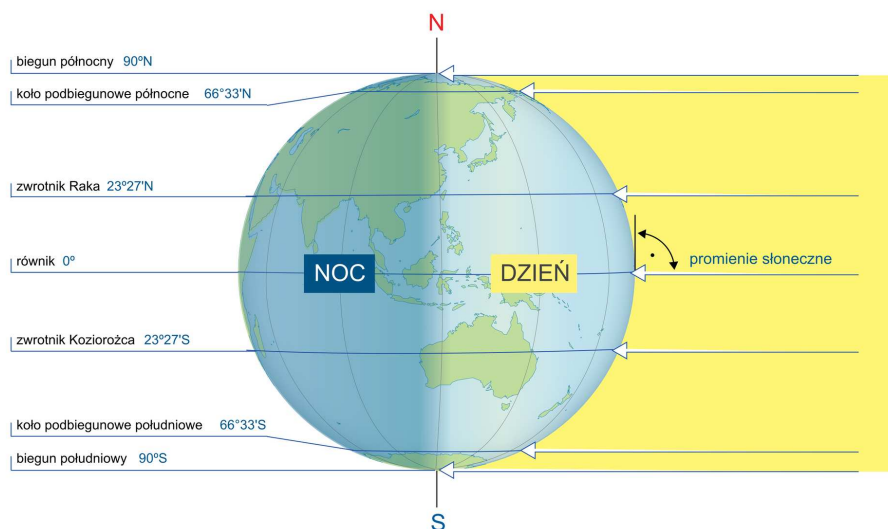
Roczny ruch Ziemi wokół Słońca powoduje, że w sposób powtarzalny zmienia się oświetlenie różnych części Ziemi. W rezultacie występują cykliczne zmiany pór roku. Z astronomicznego punktu widzenia momentami granicznymi pór roku są tzw. równonoc i przesilenia.



Źródło: Olga Mikos, TUBS (<http://commons.wikimedia.org>), Shahid Parvez (<https://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Równonoc wiosenna występuje w chwili, gdy promienie słoneczne padają pionowo na równik, a pod coraz mniejszym kątem na resztę kuli ziemskiej aż do obu biegunów. Na całej Ziemi dzień i noc trwają wtedy po 12 godzin.

Oświetlenie Ziemi w dniu równonocy wiosennej

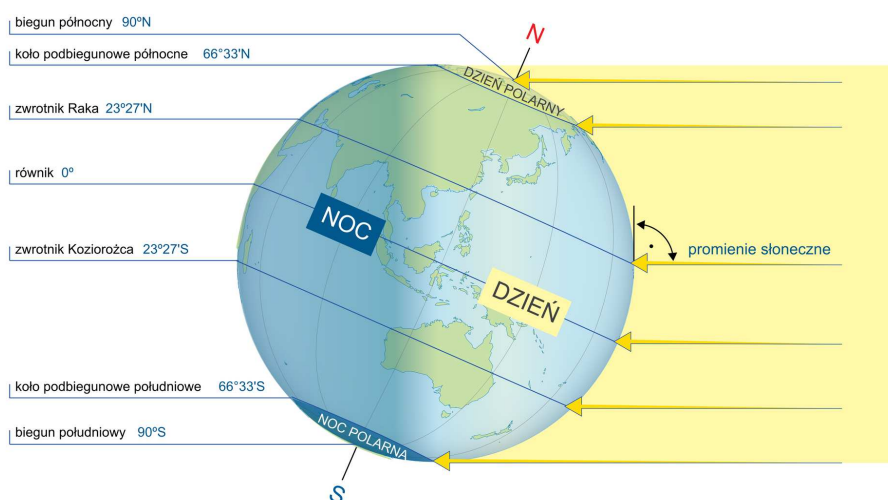


Słońce góruje w zenicie nad równikiem

Źródło: Olga Mikos, TUBS (<http://commons.wikimedia.org>, licencja: CC BY-SA 3.0).

Przesilenie letnie (nazywane tak na półkuli północnej) to moment, gdy promienie słoneczne padają pionowo na zwrótnik Raka. Lepiej oświetlona jest wtedy półkula północna, na której dzień jest dłuższy od nocy. Za kołem podbiegunowym północnym panuje wówczas **dzień polarny**, a za południowym **noc polarna**.

Oświetlenie Ziemi w dniu przesilenia letniego



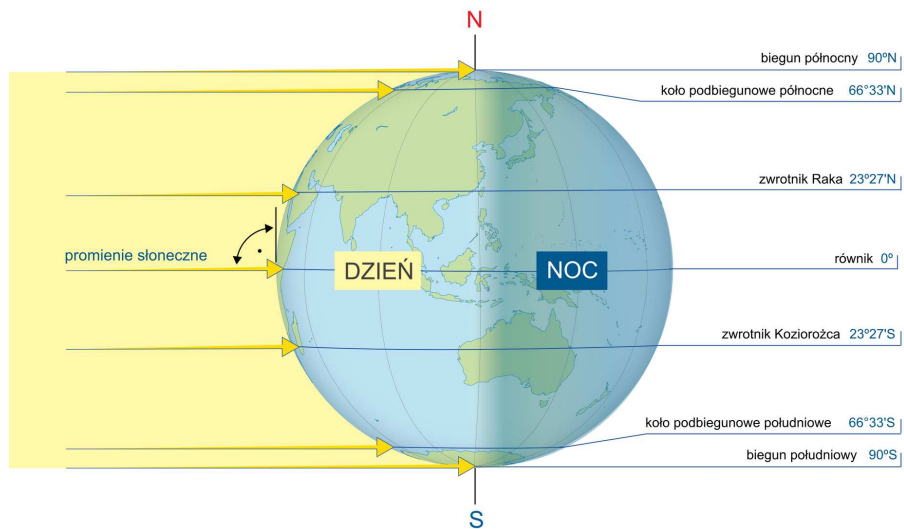
Słońce góruje w zenicie nad zwrótnikiem Raka

Źródło: Olga Mikos, TUBS (<http://commons.wikimedia.org>, licencja: CC BY-SA 3.0).

Równonoc jesienna ma miejsce wtedy, gdy Słońce ponownie góruje w zenicie nad równikiem, a więc promienie słoneczne padają pionowo na równik, a pod coraz mniejszym

kątem na resztę kuli ziemskiej aż do obu biegunów. Na całej Ziemi dzień i noc ponownie trwają po 12 godzin.

Oświetlenie Ziemi w dniu równonocy jesiennej

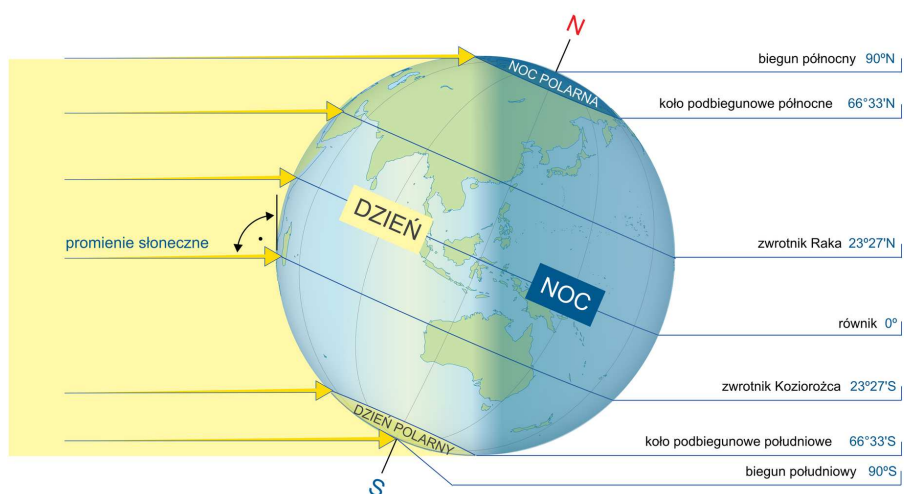


Słońce góruje w zenicie nad równikiem

Źródło: Olga Mikos, TUBS (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Przesilenie zimowe (nazywane tak na półkuli północnej) następuje w chwili, gdy promienie słoneczne padają pionowo na zwrotnik Koziorożca. W tym czasie lepiej oświetlona jest półkula południowa, na której dzień jest dłuższy od nocy. Za kołem podbiegunowym południowym panuje **dzień polarny**, a za północnym **noc polarna**.

Oświetlenie Ziemi w dniu przesilenia zimowego



Słońce góruje w zenicie nad zwrotnikiem Koziorożca

Źródło: Olga Mikos, TUBS (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Daty zmian astronomicznych pór roku są dla całej Ziemi takie same, ale ich nazwy zależą od półkuli. Gdy na półkuli północnej trwa lato, na półkuli południowej jest zima. Na północnej półkuli Ziemi pory roku zaczynają się w następujących terminach:

- **wiosna** – 21 marca w momencie równonocy wiosennej,
- **lato** – 22 czerwca w momencie przesilenia letniego,
- **jesień** – 23 września w momencie równonocy jesiennej,
- **zima** – 22 grudnia wraz z momentem przesilenia zimowego.

Ciekawostka

Pierwsi angielscy osadnicy w Australii cierpieli głód, ponieważ siali i sadzili rośliny uprawne w tym samym czasie, co w Europie, czyli w okresie od marca do maja. Rośliny nie chciały rosnąć i prawie nie było plonów. Osadnicy nie wzięli pod uwagę faktu, że w tym czasie na półkuli południowej trwa jesień i zbliża się zima.

Ważne!

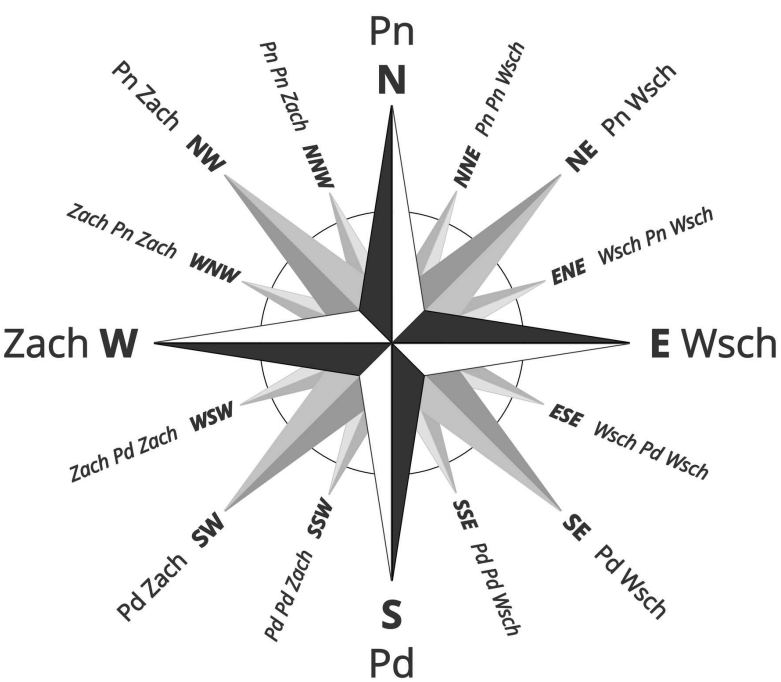
Moment zmiany astronomicznych pór roku jest niezależny od obowiązującego kalendarza i urzędowo zatwierdzonego czasu. Jest on wyznaczany za pomocą specjalnych obliczeń i obserwacji astronomicznych i w rzeczywistości co roku wypada o innej porze dnia, a nawet innego dnia – czasami dzień wcześniej albo dzień później niż powszechnie przyjęte daty. Wiosna zaczyna się 20-21 marca, lato – 22-23 czerwca, jesień – 22-23 września, natomiast zima – 21-22 grudnia.

3. Dlaczego w różnych porach roku i na różnych szerokościach geograficznych Słońce obserwujemy w innych częściach nieba?

Pozorna wędrówka Słońca po sferze niebieskiej jest konsekwencją ruchu obrotowego Ziemi wokół własnej osi. Nachylenie tej osi i ruch obiegowy Ziemi wokół Słońca przyczyniają się do zmiany miejsc wschodu i zachodu Słońca oraz jego wysokości nad horyzontem w południe. W rezultacie tylko dwa razy w roku (w dniach równonocy) Słońce wschodzi dokładnie na wschodzie i zachodzi dokładnie na zachodzie. W pozostałe dni wschody i zachody Słońca występują codziennie w innych miejscach i są coraz bardziej przesunięte – na północ (na północnej półkuli latem, na południowej półkuli zimą) albo na południe (na północnej półkuli zimą, na południowej półkuli latem).

Dalszą konsekwencją zmiany miejsc wschodu i zachodu Słońca jest zmiana długości dnia i nocy. Im większe szerokości geograficzne, tym większe przesunięcia miejsc wschodu

i zachodu oraz większe zróżnicowanie długości dnia i nocy. Na równiku te różnice są minimalne. Dzień i noc trwają niemal tyle samo (po ok. 12 godzin), miejsca wschodu i zachodu Słońca zawsze są bliskie kierunkom E i W, a górowanie Słońca wypada albo w zenicie (dwukrotnie), albo nieznacznie bardziej na północ lub na południe. Na obu zwrotnikach Słońce w zenicie góruje tylko raz, a za pół roku w południe wznosi się już tylko na ok. 43°. Na kołach podbiegunowych najkrótszy dzień trwa zaledwie kilka minut, Słońce pojawia się wówczas na linii horyzontu i za chwilę znika. Najdłuższy dzień natomiast panuje niemal całą dobę: Słońce wschodzi tuż po północy, po ok. 12 godzinach góruje na wysokości 23°27' i zachodzi tuż przed północą w tym samym niemal miejscu, gdzie wzeszło.



Przy wskazywaniu kierunków wschodu i zachodu Słońca przydatna jest znajomość oznaczania stron świata

Pozorna wędrówka Słońca po sferze niebieskiej w dniu równonocy wiosennej i jesiennej na różnych szerokościach geograficznych

Około 21 marca Około 23 września	Kierunek wschodu Słońca	Kierunek zachodu Słońca	Kąt, pod jakim Słońce góruje nad horyzontem
Biegun północny	cały dzień na linii horyzontu	cały dzień na linii horyzontu	0°
Koło podbiegunowe północne	E	W	23°27'
Zwrotnik Raka	E	W	66°33'
Równik	E	W	90°

Około 21 marca Około 23 września	Kierunek wschodu Słońca	Kierunek zachodu Słońca	Kąt, pod jakim Słońce góruje nad horyzontem
Zwrotnik Koziorożca	E	W	66°33'
Koło podbiegunowe południowe	E	W	23°27'
Biegun południowy	cały dzień na linii horyzontu	cały dzień na linii horyzontu	0°

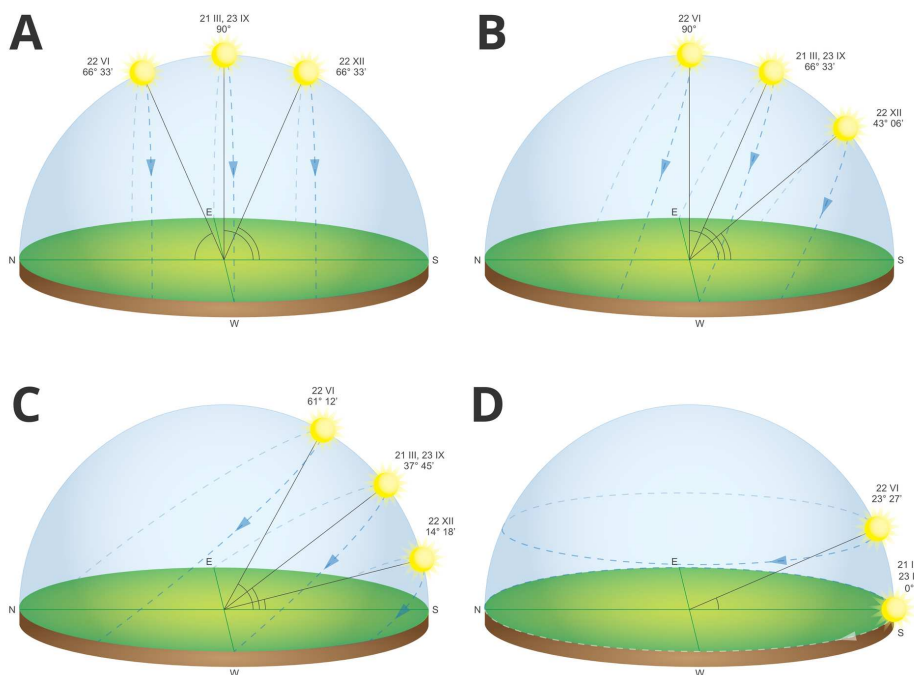
Pozorna wędrówka Słońca po sferze niebieskiej w dniu przesilenia letniego (nazywanego tak na półkuli północnej) na różnych szerokościach geograficznych

Około 22 czerwca	Kierunek wschodu Słońca (w przybliżeniu)	Kierunek zachodu Słońca (w przybliżeniu)	Kąt, pod jakim Słońce góruje nad horyzontem
Biegun północny	Słońce widoczne przez całą dobę na 23°27'	Słońce widoczne przez całą dobę na 23°27'	23°27'
Koło podbiegunowe północne	N	N	46°54'
Zwrotnik Raka	NE	NW	90°
Równik	ENE	WNW	66°33'
Zwrotnik Koziorożca	NE	NW	43°06'
Koło podbiegunowe południowe	N	N	0°
Biegun południowy	noc polarna	noc polarna	noc polarna

Pozorna wędrówka Słońca po sferze niebieskiej w dniu przesilenia zimowego na różnych szerokościach geograficznych

Około 22 grudnia	Kierunek wschodu Słońca (w przybliżeniu)	Kierunek zachodu Słońca (w przybliżeniu)	Kąt, pod jakim Słońce góruje nad horyzontem
-----------------------------	---	---	--

Około 22 grudnia	Kierunek wschodu Słońca (w przybliżeniu)	Kierunek zachodu Słońca (w przybliżeniu)	Kąt, pod jakim Słońce góruje nad horyzontem
Biegun północny	noc polarna	noc polarna	noc polarna
Koło podbiegunowe północne	S	S	0°
Zwrotnik Raka	SE	SW	43°06'
Równik	ESE	WSW	66°33'
Zwrotnik Koziorożca	SE	SW	90°
Koło podbiegunowe południowe	S	S	46°54'
Biegun południowy	Słońce widoczne przez całą dobę na 23°27'	Słońce widoczne przez całą dobę na 23°27'	23°27'



(A) W ciągu roku Słońce na równiku dwukrotnie góruje w zenicie. (B) Na zwrotniku Raka Słońce góruje w zenicie 22 czerwca. (C) W Warszawie (52°15'N) Słońce góruje 22 czerwca, a maksymalna wartość kątowa górowania wynosi wówczas 61°12'. (D) Na biegunie północnym od 21 marca do 23 września Słońce nie schodzi poniżej linii horyzontu, trwa dzień polarny. W dniu przesilenia letniego (22 czerwca) krąży najwyżej nad horyzontem – 23°27'

Ważne!

W momentach równonocy łatwo obliczyć wysokość górowania Słońca na każdej szerokości geograficznej. Wystarczy od 90° odjąć wartość szerokości geograficznej. Uzyskany wynik to poszukiwana wysokość Słońca w południe nad horyzontem.

Polecenie 3

Oblicz, pod jakim kątem w stosunku do linii horyzontu obserwujemy Słońce w momencie górowania na zwrotniku Raka w dniu równonocy wiosennej, a pod jakim obserwują Słońce w tej samej chwili ludzie na zwrotniku Koziorożca.

Ważne!

Już wiesz, jak obliczyć wysokość górowania Słońca na każdej szerokości geograficznej w momentach równonocy. Dla szerokości geograficznych, w których znajduje się Polska, wysokość górowania Słońca w dniu przesilenia letniego możemy obliczyć w następujący sposób: do wyniku uzyskanego dla równonocy należy dodać $23^\circ 27'$. Natomiast, żeby obliczyć wysokość górowania Słońca w dniu przesilenia zimowego, należy taką samą wartość odjąć.

Polecenie 4

Na podstawie rysunku przedstawiającego pozorne drogi Słońca na sferze niebieskiej w Warszawie (C) przerysuj i wypełnij zamieszczoną poniżej tabelę.

Tabela do polecenia

Warszawa (52°15'N)	Kierunek wschodu Słońca (w przybliżeniu)	Kierunek zachodu Słońca (w przybliżeniu)	Kąt, pod jakim Słońce góruje w południe nad horyzontem
Równonoc wiosenna			
Przesilenie letnie			
Równonoc jesienna			
Przesilenie zimowe			

Ćwiczenie 1

Dokonaj obliczeń i ustal, z jakiej szerokości geograficznej obserwator widział górujące Słońce po południowej stronie nieba w dniu równonocy wiosennej (21 marca). Słońce wtedy górowało na wysokości 40°.

Ćwiczenie 2

Dokonaj obliczeń i ustal, z jakiej szerokości geograficznej obserwator widział górujące Słońce po południowej stronie nieba w dniu przesilenia letniego (22 czerwca). Słońce górowało wówczas na wysokości $60^{\circ}27'$.

*Wzory na obliczanie wysokości górowania Słońca na różnych szerokościach geograficznych pierwszego dnia każdej z astronomicznych pór roku poza strefą międzyzwrotnikową (od $23^{\circ}27'$ do 90° N i S)

Data obserwacji	Na półkuli północnej	Na półkuli południowej
21 marca – pierwszy dzień wiosny (półkula północna), pierwszy dzień jesieni (półkula południowa)	$h_s = 90^{\circ} - \phi$	$h_s = 90^{\circ} - \phi$
22 czerwca – pierwszy dzień lata (półkula północna), pierwszy dzień zimy (półkula południowa)	$h_s = 90^{\circ} - \phi + 23^{\circ}27'$	$h_s = 90^{\circ} - \phi - 23^{\circ}27'$
23 września – pierwszy dzień jesieni (półkula północna), pierwszy dzień wiosny (półkula południowa)	$h_s = 90^{\circ} - \phi$	$h_s = 90^{\circ} - \phi$
22 grudnia – pierwszy dzień zimy (półkula północna), pierwszy dzień lata (półkula południowa)	$h_s = 90^{\circ} - \phi - 23^{\circ}27'$	$h_s = 90^{\circ} - \phi + 23^{\circ}27'$
h_s – wysokość górowania Słońca ϕ – szerokość geograficzna miejsca obserwacji		

*Wzory na obliczanie wysokości górowania Słońca na różnych szerokościach geograficznych pierwszego dnia każdej z astronomicznych pór roku w strefie międzyzwrotnikowej (od $23^{\circ}26'S$ do $23^{\circ}26'N$)

Dzień obserwacji	Na półkuli północnej	Na półkuli południowej
21 marca – pierwszy dzień wiosny (półkula północna), pierwszy dzień jesieni (półkula południowa)	$h_s = 90^{\circ} - \phi$	$h_s = 90^{\circ} - \phi$
22 czerwca – pierwszy dzień lata (półkula północna), pierwszy dzień zimy (półkula południowa)	$h_s = 90^{\circ} + \phi - 23^{\circ}27'$	$h_s = 90^{\circ} - \phi - 23^{\circ}27'$

Dzień obserwacji	Na półkuli północnej	Na półkuli południowej
23 września – pierwszy dzień jesieni (półkula północna), pierwszy dzień wiosny (półkula południowa)	$h_s = 90^\circ - \phi$	$h_s = 90^\circ - \phi$
22 grudnia – pierwszy dzień zimy (półkula północna), pierwszy dzień lata (półkula południowa)	$h_s = 90^\circ - \phi - 23^\circ 27'$	$h_s = 90^\circ + \phi - 23^\circ 27'$
h_s – wysokość górowania Słońca ϕ – szerokość geograficzna miejsca obserwacji		

Ciekawostka

Noc na Ziemi trwa zawsze krócej, niż by to wynikało z obliczeń astronomicznych. Nawet w dniu równonocy dzień jest dłuższy z dwóch powodów. Po pierwsze, widziane przez nas Słońce ma swoje rozmiary katowe (ok. $32'$), a nie jest punktem. W związku z tym: w chwili, gdy środek tarczy słonecznej jest na linii horyzontu i formalnie następuje wschód Słońca, to już od pewnego czasu trwa dzień, bo widać mniejszą część tarczy. Po drugie, załamanie i rozproszenie światła w atmosferze powoduje, że dociera ono do obserwatora, zanim Słońce wynurzy się zza horyzontu albo już po tym, gdy całe skryje się poniżej linii horyzontu.

Podsumowanie

- Nachylenie osi ziemskiej ma podstawowe znaczenie dla długości dnia i nocy, wysokości górowania Słońca oraz zmienności pór roku.
- W ciągu roku na Ziemi dwukrotnie występuje zjawisko równonocy, raz przesilenie letnie i raz przesilenie zimowe.
- Miejsca wschodu i zachodu Słońca oraz wysokość górowania Słońca zmieniają się w ciągu roku w zależności od szerokości geograficznej.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Odczytaj z mapy współrzędne geograficzne miejscowości, w której mieszkasz. Oblicz, na jakiej wysokości nad horyzontem góruje na tej szerokości geograficznej Słońce w dniach równonocy oraz w dniu przesilenia letniego i przesilenia zimowego.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [dzień polarny](#)
 - [płaszczyzna ekliptyki](#)
 - [noc polarna](#)
 - [precesja](#)
 - [przesilenie letnie](#)
 - [przesilenie zimowe](#)
 - [rok gwiazdowy](#)
 - [rok słoneczny](#)
 - [równonoc jesienna](#)
 - [równonoc wiosenna](#)
 - [tellurium](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Miejsce Ziemi we Wszechświecie. Kształt i wymiary Ziemi](#)
 - [Ruch obrotowy Ziemi](#)
 - [Następstwa ruchu obrotowego Ziemi](#)
 - [Następstwa ruchu obiegowego Ziemi](#)

Słowniczek

dzień polarny

zjawisko polegające na przebywaniu tarczy Słońca powyżej linii horyzontu przez czas dłuższy niż 24 godziny (na biegunach dzień polarny trwa 6 miesięcy)

noc polarna

zjawisko polegające na przebywaniu tarczy Słońca poniżej linii horyzontu przez czas dłuższy niż 24 godziny (na biegunach noc polarna trwa 6 miesięcy)

płaszczyzna ekliptyki

płaszczyzna zawierająca orbitę, po której Ziemia obiega Słońce

precesja

zjawisko zmiany kierunku osi obrotu obracającego się ciała, w naszym przypadku Ziemi; oś obrotu sama obraca się wokół pewnego kierunku w przestrzeni, zakreślając powierzchnię boczną stożka

przesilenie letnie

na półkuli północnej to moment, gdy biegun północny znajduje się najbliżej Słońca, a biegun południowy najdalej; Słońce w tym dniu góruje w zenicie nad zwrotnikiem Raka; w tym samym momencie na półkuli południowej jest przesilenie zimowe

przesilenie zimowe

na półkuli północnej to moment, gdy biegun północny jest najbardziej oddalony od Słońca, a biegun południowy znajduje się najbliżej; Słońce w tym dniu góruje nad zwrotnikiem Koziorożca; w tym samym momencie na półkuli południowej trwa przesilenie letnie

rok gwiazdowy

to czas pomiędzy dwoma kolejnymi przejściami Słońca na tle tych samych gwiazd; trwa 365 dni 6 godzin 9 minut i 9,54 sekundy

rok słoneczny

to czas pomiędzy dwoma kolejnymi przejściami Słońca przez punkt równonocy wiosennej; trwa 365 dni 5 godzin 49 minut

równonoc jesienna

na półkuli północnej to moment, gdy Ziemia osiąga punkt na swojej orbicie, w którym promienie słoneczne padają prostopadle na równik i są równocześnie styczne do jej powierzchni na biegunach; począwszy od tego momentu Słońce zaczyna bardziej oświetlać południową półkulę Ziemi

równonoc wiosenna

na półkuli północnej to moment, gdy Ziemia osiąga punkt na swojej orbicie, w którym promienie słoneczne padają prostopadle na równik i są równocześnie styczne do jej powierzchni na biegunach; począwszy od tego momentu Słońce zaczyna bardziej oświetlać północną półkulę Ziemi

tellurium

przyrząd odtwarzający wzajemny ruch Ziemi i Księżyca względem siebie oraz względem Słońca; głównym celem stosowania tellurium jest ukazanie oświetlenia Ziemi w różnych porach dnia i roku oraz zaćmień Słońca i Księżyca

Zadania

Ćwiczenie 3

Jak w naszych szerokościach geograficznych nazywamy moment, któremu towarzyszy najdłuższy dzień i najkrótsza noc?

☐ równonoc jesienna

☐ Wielkanoc

☐ przesilenie letnie

☐ przesilenie zimowe

☐ równonoc wiosenna

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Przyporządkuj wysokość Słońca w południe 21 marca do odpowiednich szerokości geograficznych.

66°33'

zwrotnik Raka

0°

równoleżnik 40°S

90°

biegun północny

50°

równik

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wybierz dni, w których promienie słoneczne w południe padają pionowo na równik.

☐ 20 września

☐ 22 lipca

☐ 21 sierpnia

☐ 23 września

☐ 21 marca

☐ 22 czerwca

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Rok trwa około 365 dni, 5 godzin i 49 . Oznacza to, że wraca po tym czasie do wyjściowej pozycji względem Słońca. Nieco dłuższy jest rok , który trwa około 365 dni, 6 godzin, 9 minut i nieco ponad 9 sekund.

wydłużony

przestępny

księżycowy

Wszechświat

słoneczny

godzin

Słońce

sekund

obliczeniowy

kalendarzowy

gwiazdowy

szkolny

dni

Ziemia

minut

Księżyc

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Tylko w jednym z wymienionych poniżej miejsc 23 września Słońce w południe jest widoczne na linii horyzontu. Wybierz właściwą odpowiedź.

☐ zwrotnik Koziorożca

☐ równoleżnik 50°

☐ zwrotnik Raka

☐ równik

☐ biegun północny

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Uzupełnij puste miejsca.

Pozorna wędrówka Słońca po sferze niebieskiej jest konsekwencją ruchu
Ziemi wokół własnej osi. Nachylenie osi i obieg wokół Słońca są
przyczynami zmiany miejsc wschodu i zachodu Słońca oraz jego wysokości nad
 w południe. Tylko dwa razy w roku (poza biegunami) Słońce
 dokładnie na wschodzie.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9

Spośród wymienionych propozycji wybierz dwa miejsca, w których można zaobserwować Słońce w zenicie.

☐ zwrotnik Raka

☐ równoleżnik 49°

☐ równik

☐ biegun południowy

☐ biegun północny

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Następstwa ruchu obiegowego Ziemi

W naszym kraju notujemy znaczne zróżnicowanie długości dnia i nocy. Pierwszy dzień lata na Przylądku Rozewie trwa 17 godzin i 20 minut, a w Bieszczadach 16 godzin i 10 minut. Natomiast pierwszy dzień zimy trwa odpowiednio 7 godzin i 10 minut na północnych krańcach Polski oraz 8 godzin i 20 minut na południowych.



Częściowe zaćmienie Słońca w 2012 roku w Minnesocie (Stany Zjednoczone) – Księżyc tylko fragmentem swojej tarczy przysłania Słońce, obserwator znajduje się w obszarze półcienia rzucanego przez naszego naturalnego satelitę

Już wiesz

- jak Ziemia porusza się wokół własnej osi i wokół Słońca;
- jak nachylona jest oś Ziemi i jakie są tego konsekwencje;
- kiedy występują zjawiska równonocy i przesilen;
- jak wygląda przebieg pozornej wędrówki Słońca po sferze niebieskiej na różnych szerokościach geograficznych.

Nauczysz się

- wyjaśniać następstwa ruchu obiegowego Ziemi;
- rozróżniać dwa najważniejsze kalendarze na Ziemi;
- wymieniać konsekwencje różnic w oświetleniu Ziemi przez Słońce w ciągu roku;
- opisywać przebieg i zasięg zjawisk dnia polarnego i nocy polarnej;
- wyjaśniać przyczyny i przebieg zaćmień Słońca oraz Księżyca.

Przygotuj przed lekcją:

- globus,
- tellurium.

1. Kalendarz juliański i gregoriański

Nie da się precyzyjnie podzielić roku słonecznego na pełne dni (ponieważ trwa ok. 365 dni, 5 godzin, 49 minut) ani na równe 12 miesięcy (miesiąc księżycowy, wyznaczany na podstawie czasu, jaki potrzebuje Księżyc na wykonanie pełnego obiegu wokół Ziemi, ma w zależności od sposobu obliczania od 27,3 do 29,5 dnia, co po pomnożeniu przez 12 daje odpowiednio 327,6 lub 354 dni). W rezultacie wszystkie starożytne kalendarze były nieprecyzyjne i nie zgadzały się ze sobą. **Juliusz Cezar** nakazał uporządkowanie tej kwestii i opracowanie dla całego imperium rzymskiego jednolitego kalendarza.

W roku, który obecnie określamy jako 45 rok p.n.e., wprowadzono kalendarz nazywany od imienia cesarza – **juliańskim**. Główne jego założenia to: ustanowienie dnia 1 stycznia początkiem roku; ustalenie długości miesiąca na 30 lub 31 dni – z wyjątkiem lutego, który liczył ich tylko 28; wprowadzenie co 4 lata **roku przestępnego** – dłuższego o jeden dzień, czyli o 29 lutego. Założono wówczas, że rok ma 365 dni i 6 godzin. Faktycznie jest jednak krótszy o ok. 11 minut. Błąd ten sumował się przez setki lat, aż w 1582 roku urósł do ok. 10 dni. Początki pór roku przestały zgadzać się z kalendarzem. **Papież Grzegorz XIII** wprowadził reformę, która obowiązuje do dziś. Po pierwsze zdecydował, aby jednorazowo po 4 października nastąpił 15 października, dzięki czemu usunął nadmiarowe dni. Po drugie przyjął, że zwykły rok ma 365 dni, co 4 lata wypada rok przestępny i dodawany jest wówczas 29 lutego, ale co 100 lat rok, który miałby być przestępny, jest jednak zwykły i ma 365 dni. Natomiast co 400 lat, pomimo pełnej setki, rok i tak jest przestępny. Kalendarz ten nazwany został **gregoriańskim** i dominuje na całym świecie, choć jest kilka innych, równie ważnych kalendarzy.

Polecenie 1

Odpowiedz na pytanie. Według której zasady rok 2000 teoretycznie powinien mieć 365 dni, a która zasada spowodowała, że miał jednak 366?

Ciekawostka

Już starożytni astronomowie potrafili w miarę dokładnie zaobserwować i zmierzyć czas trwania roku, co stało się podstawą do stworzenia pierwszych kalendarzy. Niemal każda

z cywilizacji i kultur tworzyła własny kalendarz. Przeważnie opierały się one na podziale roku słonecznego na miesiące wynikające z cyklu księżycowego i na tygodnie, które powstały na skutek obserwacji faz Księżyca.

Ciekawostka

Poza kalendarzem juliańskim (który ciągle jest podstawą roku liturgicznego w Kościele prawosławnym) i gregoriańskim (który dominuje na świecie) funkcjonują także inne kalendarze. We wschodniej i południowo-wschodniej Azji w kilku krajach oficjalnie przyjęto kalendarz gregoriański, ale święta nadal obchodzi się zgodnie z tradycyjnymi kalendarzami nawiązującymi do księżycowo-słonecznego kalendarza chińskiego. Hindusi stosują swój zreformowany kalendarz narodowy, a muzułmanie z całego świata święta obchodzą według kalendarza muzułmańskiego.



Obchody chińskiego Nowego Roku zgodnie z tradycyjnym kalendarzem wypadają pod koniec stycznia lub w lutym. Dla setek milionów mieszkańców wschodniej i południowo-wschodniej Azji jest to najważniejsze święto w całym roku



Termin najważniejszej pielgrzymki do Mekki wyznawcy islamu ustalają za pomocą swojego kalendarza. Trwa ona od 7. do 13. dnia ostatniego miesiąca księżycowego kalendarza muzułmańskiego

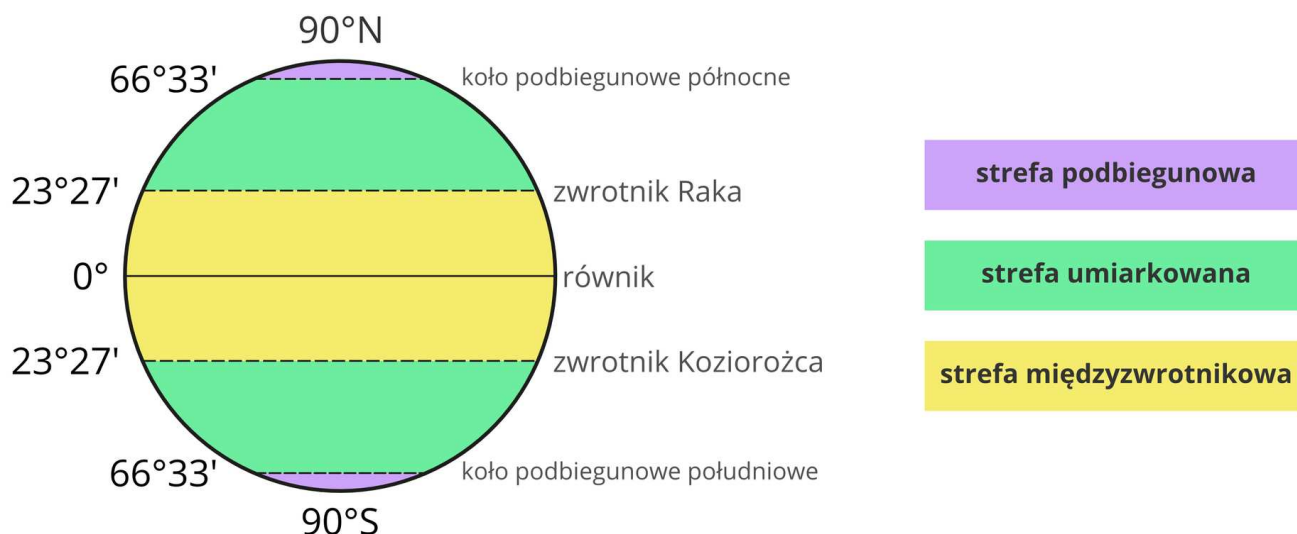
2. Strefy oświetlenia Ziemi. Jak powstaje zjawisko dnia i nocy polarnej?

Roczna wędrówka wokół Słońca powoduje powstanie pięciu stref oświetlenia Ziemi. Ich granice wyznaczają **zwrotniki** i **koła podbiegunowe**. Najsilniej oświetlona jest **strefa międzyzwrotnikowa**. Rozciąga się między zwrotnikiem Raka na północy a zwrotnikiem Koziorożca na południu. Przez jej środek przebiega równik. Tylko na tym obszarze obserwowane jest zjawisko górowania Słońca w zenicie. W ciągu każdej doby występuje zarówno dzień, jak i noc. Ich długość jest niemal identyczna na równiku i wynosi po ok. 12 godzin, a w pobliżu zwrotników różnica między tymi częściami doby to maksymalnie 2 godziny.

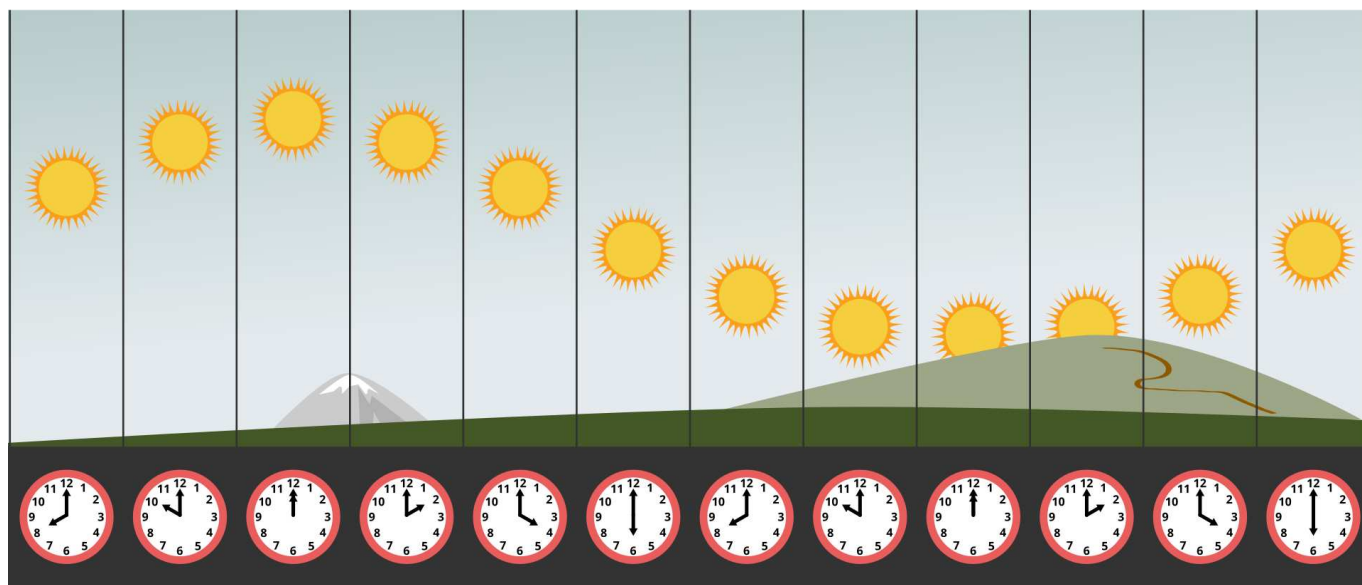
Dwie **strefy umiarkowane** znajdują się między zwrotnikami i kołami podbiegunowymi – zwrotnikiem Raka i kołem podbiegunowym północnym oraz zwrotnikiem Koziorożca i kołem podbiegunowym południowym, przez co są słabiej oświetlone. Słońce tutaj nigdy nie góruje w zenicie, ale w ciągu każdej doby występuje dzień i noc. Bardzo silnie zróżnicowana jest wysokość górowania Słońca. W pobliżu zwrotników może to być od ok. 43° do niemal 90° , a w sąsiedztwie kół podbiegunowych od prawie 0° do maksymalnie 43° . Bardzo duże jest też zróżnicowanie długości dnia i nocy w ciągu roku.

Najślabiej oświetlane przez Słońce są **strefy podbiegunowe**, leżące między kołami podbiegunowymi i biegunami. Na biegunach Słońce nigdy nie wznosi się wyżej niż $23^\circ 27'$.

Tuż za kołami podbiegunowymi leżą obszary, gdzie występują zjawiska dnia i nocy polarnej. Polegają one na tym, że w ciągu jednej doby Słońce nie zachodzi lub nie wschodzi ani na chwilę. Im bliżej biegunów, tym okres dnia i nocy polarnej jest dłuższy. Na samych biegunach dzień polarny trwa aż pół roku, po czym następuje tak samo długa noc polarna.



Strefa międzyzwrotnikowa otrzymuje największą ilość energii słonecznej, gdyż przez cały rok Słońce góruje tam na dużej wysokości. W strefach umiarkowanych ilość docierającej energii słonecznej zależy od wysokości górującego Słońca i długości dnia – latem dociera tam dużo więcej energii niż zimą. Najmniej energii słonecznej dociera do stref podbiegunowych, gdyż Słońce góruje tam na małych wysokościach



Pozorna wędrówka Słońca w ciągu dnia polarnego za kołem podbiegunowym. Słońce o północy jest widoczne stosunkowo nisko, ale przez pozostałą część doby wznosi się niewiele wyżej

Polecenie 2

Oblicz, ile stopni szerokości geograficznej (i ile kilometrów w linii prostej) jest z twojej miejscowości do najbliższego miejsca, gdzie można zobaczyć Słońce w zenicie, oraz jak daleko jest do miejsca, gdzie można przeżyć choćby jednodobową noc polarną.

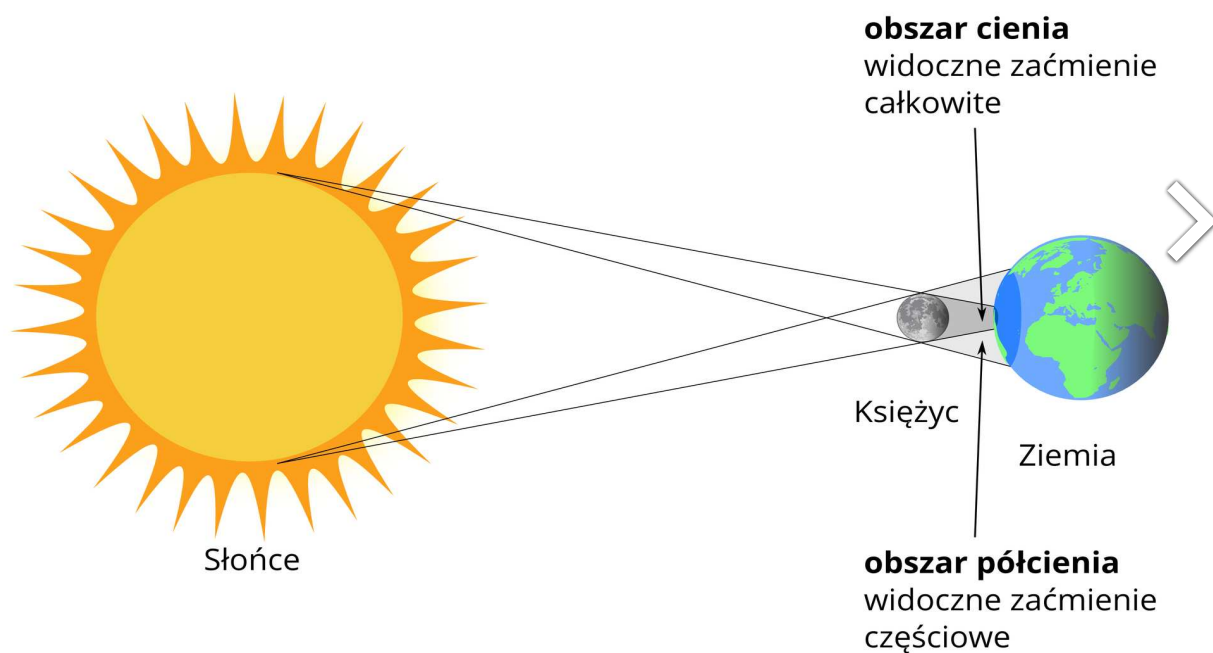
Ciekawostka

W czasie nocy polarnej nie zawsze jest całkiem ciemno. Strefy podbiegunowe oświetlają gwiazdy, Księżyc, a często także zorza polarna. Ponadto przez długie okresy nocy polarnej Słońce znajduje się co prawda poniżej linii horyzontu, lecz w bezpośredniej jego bliskości, więc obserwujemy coś w rodzaju wielogodzinnego świtu lub zmierzchu, pomimo że wschód Słońca nie następuje. Pamiętać też musimy, że w czasie nocy polarnej zarówno obszary lądowe, jak i zamrożone morza pokryte są białym śniegiem i lodem, co sprzyja powstawaniu poblasku i rozpraszaniu ciemności.

3. Skąd się biorą zaćmienie Słońca i zaćmienia Księżycy?

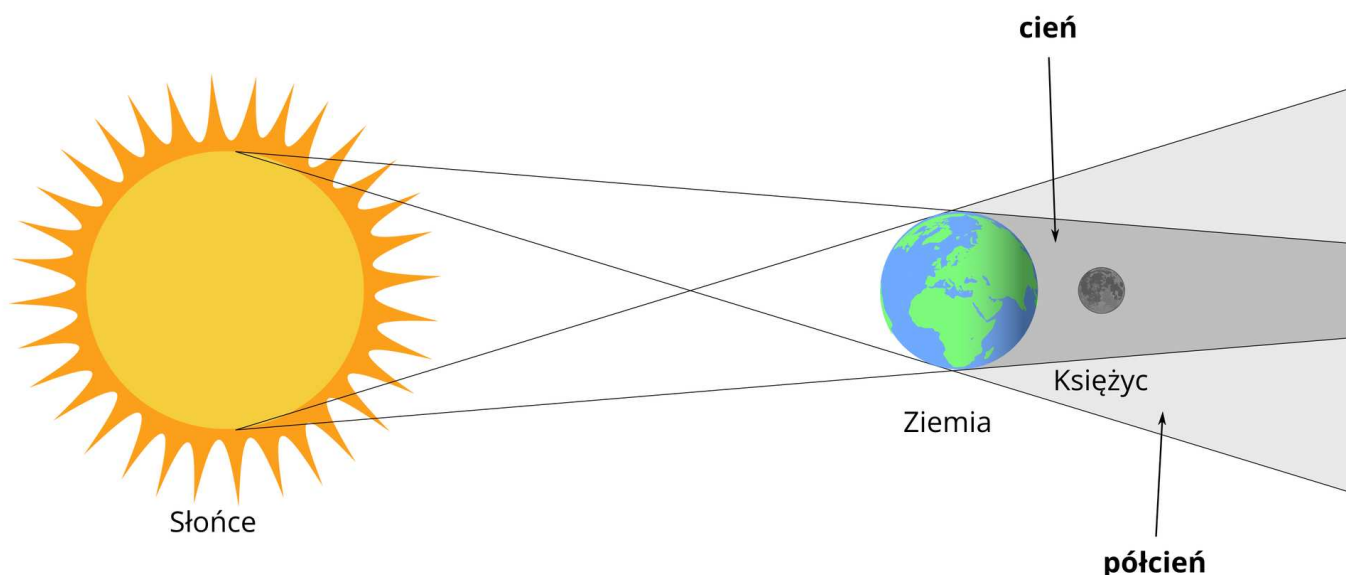
Księżyc obiega Ziemię po orbicie nachylonej w stosunku do płaszczyzny ekliptyki od ok. -6° do $+6^\circ$. Ponadto odległość Księżycy od Ziemi jest wyraźnie zmienna i waha się od ok. 363 tys. km (w perygeum, kiedy Księżyc znajduje się najbliżej Ziemi) do niemal 406 tys. km (w apogeum, kiedy Księżyc jest najbardziej oddalony od Ziemi). W rezultacie nawet gołym okiem można zauważyć różnice w postrzeganych przez nas rozmiarach tarczy Księżycy. Rozmiary kątowe Księżycy wahają się od maksymalnie $0^\circ 33' 28''$ (perygeum) do minimalnie $0^\circ 29' 55''$ (apogeum). Ma to znaczenie, gdyż przez niezwykle zbieg okoliczności widoczne z Ziemi rozmiary Słońca wahają się od $0^\circ 32' 31''$ do $0^\circ 31' 27''$, czyli są zbliżone do widomych rozmiarów Księżycy.

Co najmniej dwukrotnie w ciągu roku (a maksymalnie cztero- lub pięciokrotnie) występuje zjawisko astronomiczne polegające na tym, że Księżyc staje na linii między Ziemią a Słońcem i przesłania światło słoneczne. Zjawisko to nazywamy **zaćmieniem Słońca**. W skali całej Ziemi występuje ono dość często, ale widoczne jest zawsze na stosunkowo małym obszarze, w pasie węższym niż 300 km o długości kilku tysięcy km. W efekcie tylko raz na kilka lat mamy szansę zobaczyć z terenu Polski częściowe zaćmienie Słońca, a całkowite występuje na naszych ziemiach co kilkaset lat. Najbliższe całkowite zaćmienie Słońca będzie widoczne z terenów Polski 7 października 2135 roku.



Schemat powstawania całkowitego i częściowego zaćmienia Słońca

Gdy Ziemia znajduje się w jednej linii pomiędzy Słońcem i Księżycem, może wystąpić zjawisko **zaćmienia Księżycy**. Cień albo półcień rzucany przez Ziemię zasłania światło słoneczne, co obserwujemy jako ciemny krąg przysłaniający część lub całość rozświetlonej tarczy Księżycy.



Zaćmienie Księżycy występuje wówczas, gdy Ziemia znajdzie się pomiędzy Słońcem a Księżycem będącym w pełni

Polecenie 3

Wyjaśnij, dlaczego zaćmienie Słońca możliwe jest tylko w momencie, gdy Księżyc jest w nowiu, a zaćmienie Księżyca wówczas, gdy Księżyc jest w pełni.

Polecenie 4

Używając tellurium, ustaw modele Słońca, Ziemi i Księżyca w pozycjach umożliwiających powstanie zjawiska zaćmienia Słońca i zaćmienia Księżyca.

Polecenie 5

Wyszukaj w Internecie informacji o najbliższych zaćmieniach, które będą widoczne z terenu naszego kraju.

Ciekawostka

Księżyc oddala się od Ziemi o 38 mm rocznie. W rezultacie jego rozmiary kątowe widziane z Ziemi są coraz mniejsze. Jeżeli ten proces będzie trwał nadal, to za 600 mln lat przestaną w ogóle występować całkowite zaćmienia Słońca.

4. Jakie są konsekwencje ruchu obiegowego Ziemi?

W dwóch ostatnich tematach wielokrotnie była mowa o różnych zjawiskach wynikających z ruchu obiegowego Ziemi wokół Słońca. Niektóre z nich mają ogromne, a inne niewielkie znaczenie dla człowieka.

Ważne!

Konsekwencje ruchu obiegowego Ziemi

1. Zjawisko roku, który jest jedną z podstawowych miar czasu, a dla ludzi oznacza konieczność stosowania kalendarza.
2. Zmiana wysokości Słońca w południe w ciągu roku.
3. Zmiana miejsca wschodu i zachodu Słońca na linii horyzontu w ciągu roku.
4. Dzień i noc polarna, które zdecydowanie ograniczają możliwości funkcjonowania ludzi poza kołami polarnymi.

5. Powstanie 5 stref oświetlenia Ziemi, które stwarzają bardzo różnorodne i odmienne warunki do życia i gospodarowania.
6. Powstanie stref klimatycznych, które są konsekwencją zróżnicowanego oświetlenia Ziemi, a ponadto silnie wpływają na strefowość występowania roślin i gleb.
7. Zmienność pór roku ma wpływ głównie na rolnictwo, ale także na inne dziedziny gospodarki.

Polecenie 6

Wskaż na globusie obszary położone poza kołem polarnym, ale niepokryte lądolodem. Wymień, w jakich dziedzinach gospodarki można działać na tych obszarach.

Podsumowanie

- Ruch obiegowy Ziemi ma liczne konsekwencje dla środowiska przyrodniczego i człowieka.
- Na Ziemi funkcjonuje równocześnie kilka różnych kalendarzy.
- Obecnie najpowszechniej stosowanym kalendarzem na Ziemi jest kalendarz gregoriański.
- Ruch obiegowy powoduje następujące zjawiska: zmiany wysokości górowania oraz miejsca wschodu i zachodu Słońca w ciągu roku, astronomiczne pory roku, dzień polarny i noc polarną, powstanie stref oświetlenia Ziemi, a co za tym idzie stref klimatycznych, roślinnych i glebowych.
- Wzajemne ruchy naszej gwiazdy, planety i jedyne naturalnego satelity powodują zjawiska zaćmień Słońca oraz Księżyca.

Praca domowa

Polecenie 7.1

Dlaczego mówimy, że Polska leży w strefie umiarkowanej? Podaj kilka geograficznych powodów tego stwierdzenia.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka i biogramami:
 - [Juliusz Cezar](#)

- Grzegorz XIII
- rok przestępny
- zaćmienie Księżyca
- zaćmienie Słońca
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - Miejsce Ziemi we Wszechświecie. Kształt i wymiary Ziemi
 - Ruch obrotowy Ziemi
 - Następstwa ruchu obrotowego Ziemi
 - Ruch obiegowy Ziemi

Słowniczek



Źródło: Till Niermann(<https://commons.wikimedia.org>), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

Gajusz Juliusz Cezar

13.07.-102-15.03.-44

Rzymski polityk, wojskowy przywódca toczący wojny w wielu prowincjach Imperium, administrator i zarządca, dyktator, ale także poeta i reformator wielu dziedzin życia w Rzymie.

Biogram Ugo Boncompagni (Papież Grzegorz XIII) nie istnieje



Źródło: Andreas Praefcke(<https://commons.wikimedia.org>), edycja: Roman Nowacki, public domain.

Był doktorem prawa, sędzią oraz dyplomatą. Dopiero w związku z mianowaniem na biskupa przyjął święcenia kapłańskie. W 1572 roku został papieżem i przyjął imię Grzegorz XIII. Założył wiele szkół oraz Kolegium Rzymskie, nazwane później Uniwersytetem Gregoriańskim. Reformował prawo kanoniczne. Jednak największym jego osiągnięciem jest udana reforma kalendarza, który funkcjonuje do dziś na całym prawie świecie.

[Utwórz biogram](#)

rok przestępny

rok kalendarzowy, który ma 366 zamiast 365 dni

zaćmienie Księżyca

zjawisko astronomiczne obserwowane w momencie, gdy Ziemia znajduje się między Słońcem a Księżycem

zaćmienie Słońca

zjawisko astronomiczne obserwowane w momencie, gdy Księżyc znajduje się między Słońcem a Ziemią

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Papież Grzegorz XIII wprowadził reformę kalendarza, która obowiązuje do dziś. Zdecydował, że zwykły rok ma dni, a co 4 lata jest rok , ale co rok, który miałby być przestępny, jest jednak zwykły i ma 365 dni, a co , pomimo pełnej setki, rok i tak jest przestępny.

normalny

4 lata

4000 lat

265

365

10 lat

4 lata

1000 lat

100 lat

266

40 lat

przestępny

366

400 lat

nieparzysty

występny

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Ile dni z kalendarza trzeba było usunąć w 1582 roku, aby przywrócić zgodność dat z astronomicznymi porami roku?

☐ trzeba było dopisać 10 dni

☐ 365

☐ 10

☐ 11

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Połącz w pary nazwy stref oświetlenia Ziemi i podane przedziały szerokości geograficznych.

66°33'S – 90°S

strefa podbiegunowa północna

66°33'N – 90°N

strefa umiarkowana południowa

23°27'N – 66°33'N

strefa międzyzwrotnikowa

23°27'S – 66°33'S

strefa umiarkowana północna

23°27'N – 23°27'S

strefa podbiegunowa południowa

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uzupełnij puste miejsca.

Na kołach noc polarna i dzień polarny trwają tylko jedną dobę. Im bliżej biegunów, tym okres dnia i nocy polarnej trwa . Na biegunach dzień polarny wydłuża się aż do roku, po czym następuje tak samo długa polarna.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Połącz nazwy kilku rodzajów zaćmień z opisami warunków ich powstawania.

Księżyc znajduje się w cieniu lub półcieniu Ziemi

częściowe zaćmienie Słońca

Księżyc zasłania Słońce, jego rozmiary kątowe są większe od rozmiarów Słońca lub mu równe

całkowite zaćmienie Słońca

Księżyc zasłania Słońce, jego rozmiary kątowe są mniejsze od rozmiarów Słońca

zaćmienie Księżyca

Księżyc zasłania Słońce tylko częściowo

obrazkowe zaćmienie Słońca

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Za ile lat można się spodziewać najbliższego pełnego zaćmienia Słońca widocznego z obszaru Polski?

☐ za dwa lata

☐ za ponad 100 lat

☐ za ponad 15 tys. lat

☐ za 5-10 lat

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Które z wymienionych poniżej konsekwencji ruchu obiegowego Ziemi mają znaczący wpływ na życie ludzi?

☐

zaćmienie Księżyca

☐

zmienność pór roku

☐

powstanie stref klimatycznych

☐

zaćmienie Słońca

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Która z wymienionych poniżej stref oświetlenia Ziemi otrzymuje najwięcej promieniowania słonecznego?

☐

strefa umiarkowana

☐

strefa podbiegunowa

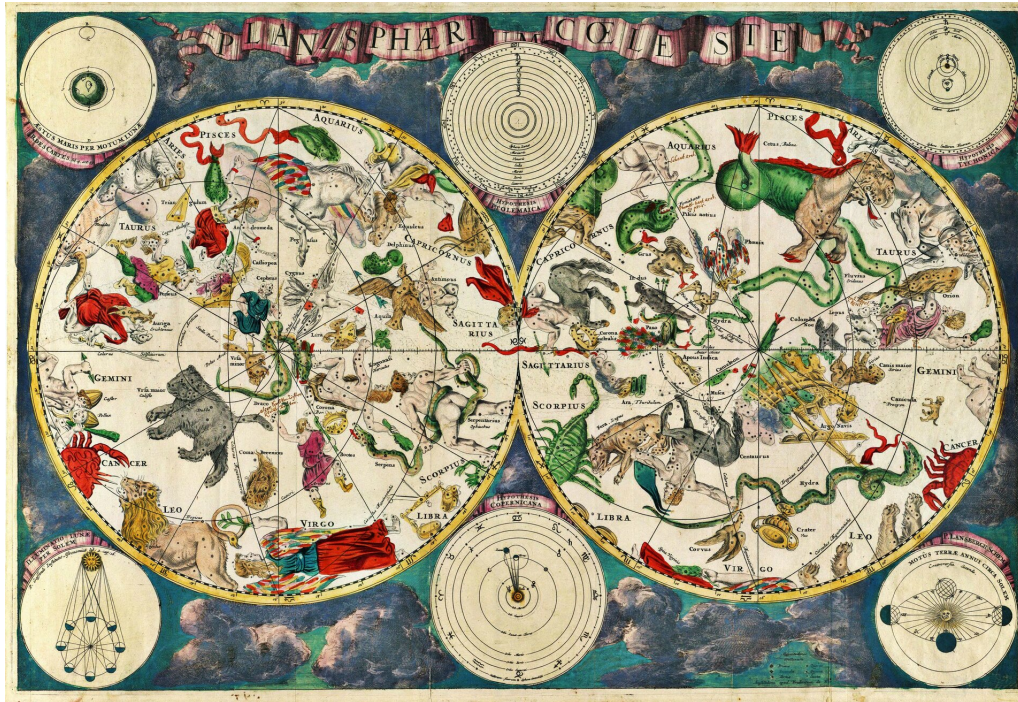
☐

strefa międzyzwrotnikowa

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

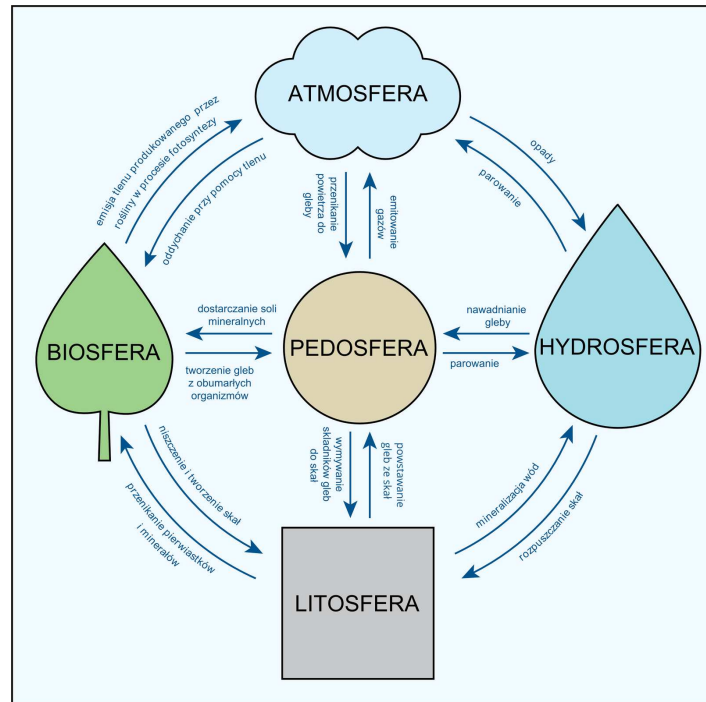
Ziemia i jej obraz na mapie. Ruchy Ziemi i ich następstwa. Podsumowanie

Ziemia to twoje miejsce we Wszechświecie. Nauką, która pozwoli ci lepiej poznać twój dom, jest geografia. Powtórz razem z nami podstawowe informacje o Ziemi, jej ruchach i następstwach tych ruchów oraz o sposobach określania położenia.



Mapa nieba narysowana w XVII wieku przez holenderskiego kartografa Frederika de Wita

1. Geografia jako nauka



Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.

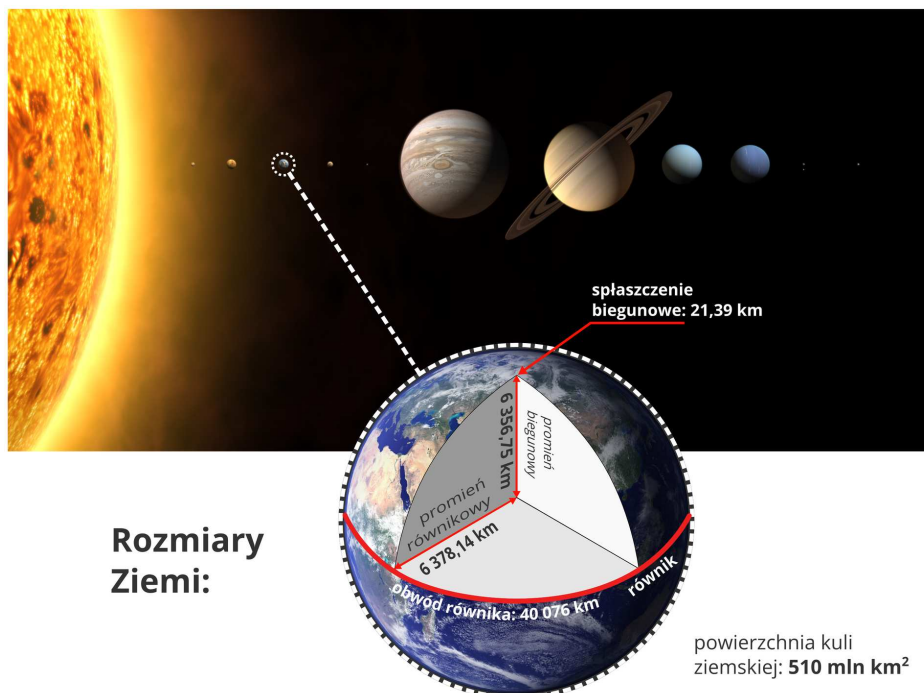
Geografię jako naukę podzielono na:

- geografię fizyczną,
- geografię ekonomiczną,
- geografię regionalną,
- kartografię.

Geografia zajmuje się powłokami ziemskimi, czyli:

- litosferą,
- hydrosferą,
- atmosferą,
- biosferą,
- pedosferą.

2. Miejsce Ziemi we Wszechświecie

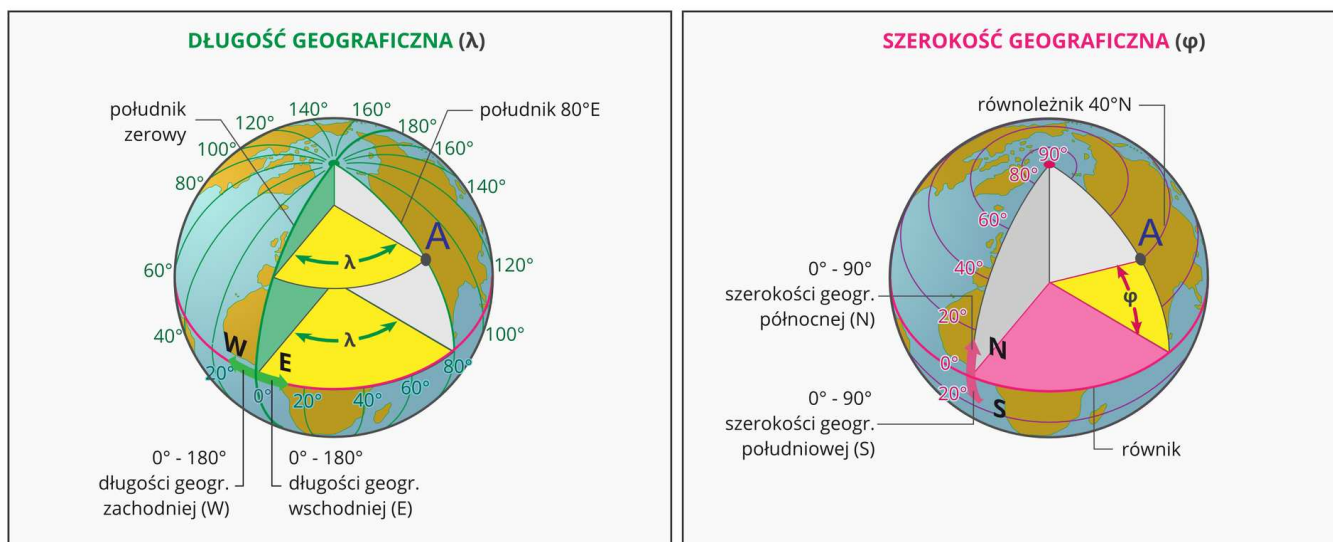


Źródło: The International Astronomical Union/Martin Kornmesser (<http://commons.wikimedia.org>), NASA (<http://commons.wikimedia.org>, Krzysztof Jaworski), licencja: CC BY-SA 3.0.

Ziemia jest bryłą przypominającą kulę o promieniu ok. 6 371 km i obwodzie ok. 40 tys. km. To trzecia planeta Układu Słonecznego krążąca dookoła najbliższej gwiazdy – Słońca. Wraz z nim stanowi część Galaktyki Drogi Mlecznej.

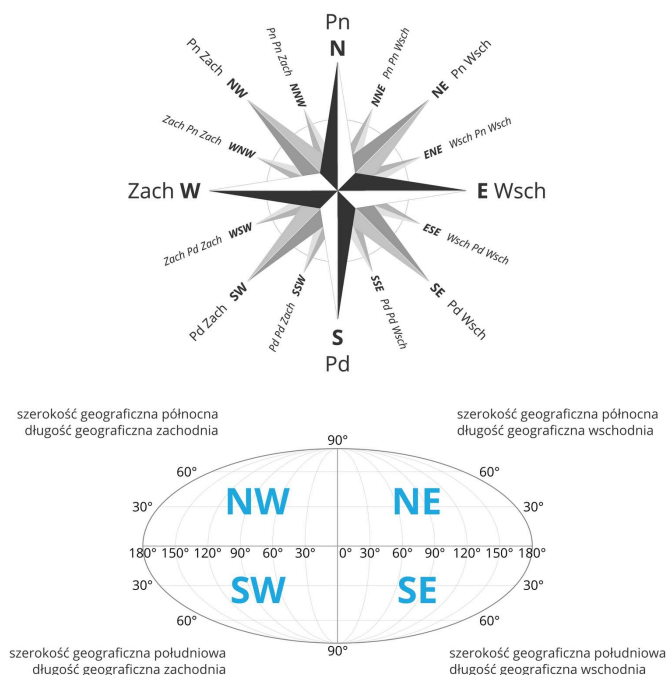
3. Współrzędne geograficzne na globusie i mapie

Układ południków i prostopadłych do nich równoleżników nazywamy siatką geograficzną. Pozwala ona określić położenie każdego punktu na Ziemi. Jej obraz na płaszczyźnie to siatka kartograficzna. Współrzędne geograficzne to długość i szerokość geograficzna.



Źródło: Andrzej Bogusz, edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

4. Kierunki i współrzędne



Źródło: Brosen (<http://commons.wikimedia.org>), Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

- Szerokość geograficzną północną mają punkty na północ od równika aż do 90°N.
- Szerokość geograficzną południową mają punkty na południe od równika aż do 90°S.
- Długość geograficzną wschodnią mają punkty leżące na wschód od 0° aż do 180°.
- Długość geograficzną zachodnią mają punkty leżące na zachód od 0° aż do 180°.

5. Mapa i jej skala

PODZIAŁKA LINIOWA	SKALA LICZBOWA	SKALA MIANOWANA
	1 : 500 000 1 ———— licznik skali 500 000 ———— mianownik skali	1 cm —————> 5 km na mapie w terenie

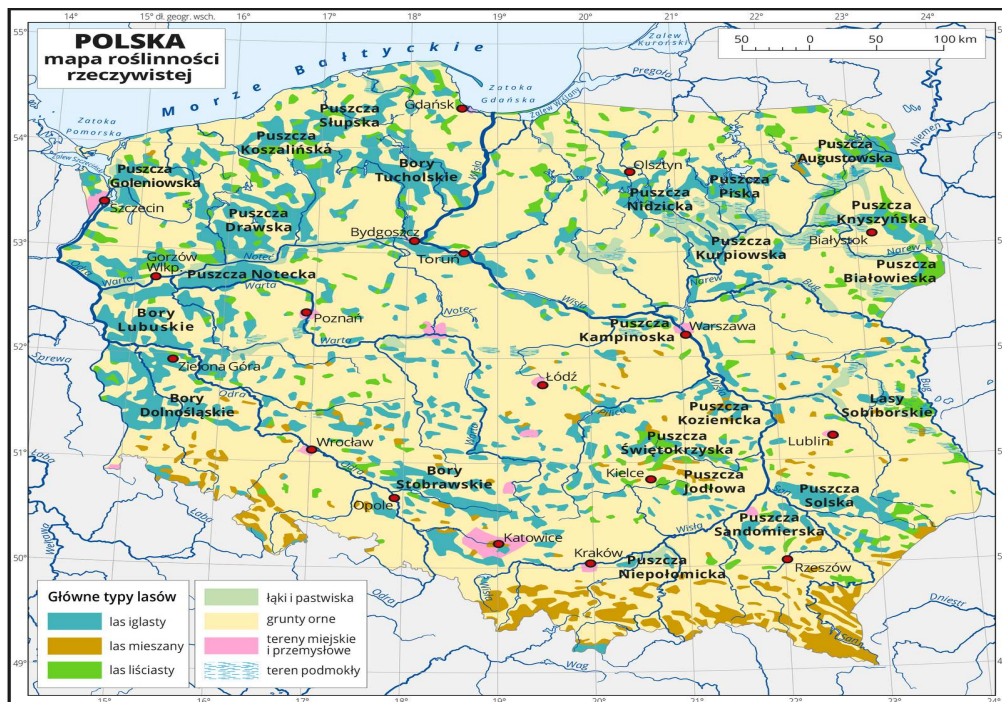
Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.

- Mapa to obraz powierzchni Ziemi lub jej fragmentu (także innego ciała niebieskiego lub nieba) przedstawiony na płaszczyźnie i w pomniejszeniu, czyli w skali, przy użyciu odwzorowania kartograficznego.

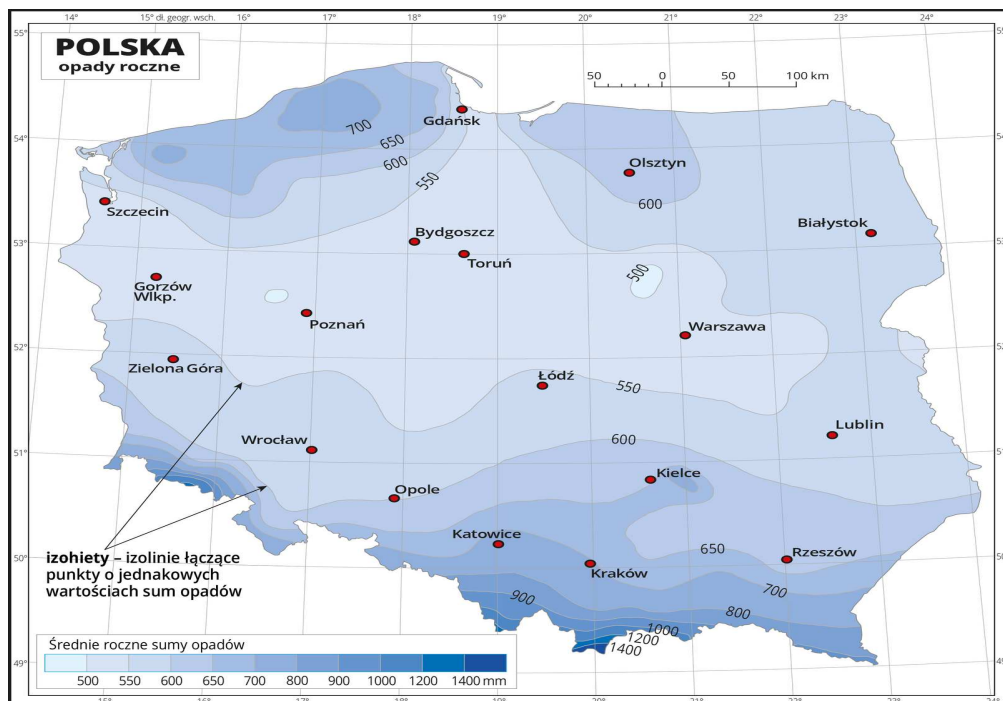
- Gdy skalę zapisujemy jako ułamek, to nazywamy ją skalą liczbową. Na przykład: 1:500 000 oznacza, że 1 cm na mapie przedstawia 5 km w terenie.
- Gdy skalę zapisujemy jako 1 cm – 5 km, to także oznacza, że 1 cm na mapie przedstawia 5 km w terenie. Tak zapisana skala nazywana jest skalą mianowaną.

6. Metody przedstawiania treści na mapie

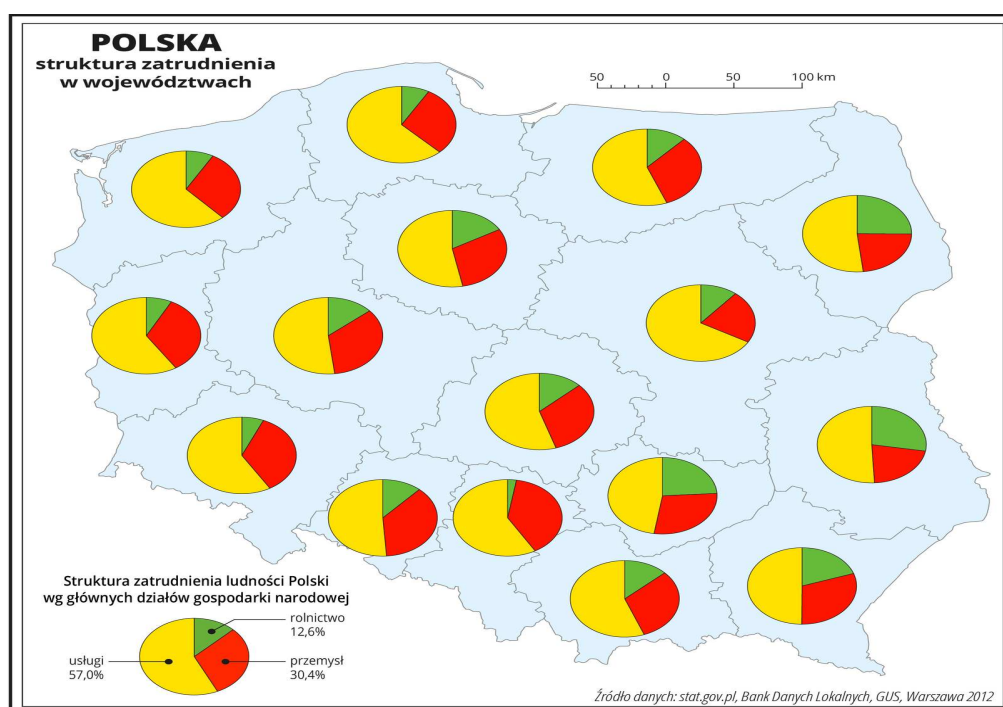
- Cechy jakościowe przedstawiamy na mapach za pomocą metody powierzchniowej, sygnaturowej albo metody zasięgów.
- Cechy ilościowe przedstawiamy za pomocą metody kartogramu lub kartodiagramu.
- Zjawiska występujące w sposób ciągły można prezentować za pomocą metody izarytmicznej.



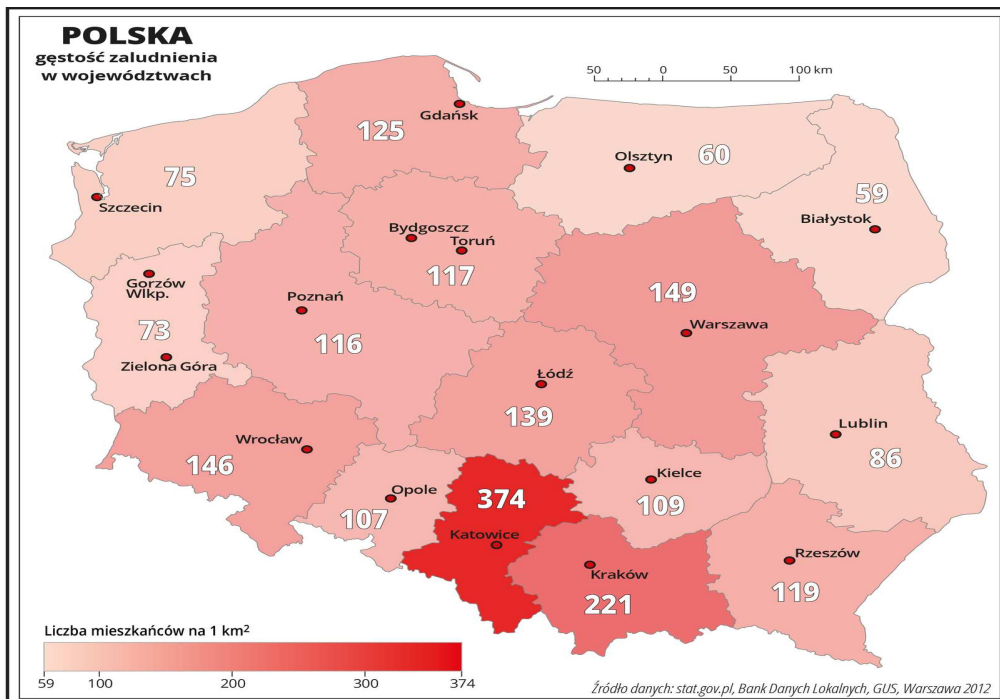
Jedna z metod obrazująca cechy jakościowe – metoda powierzchniowa



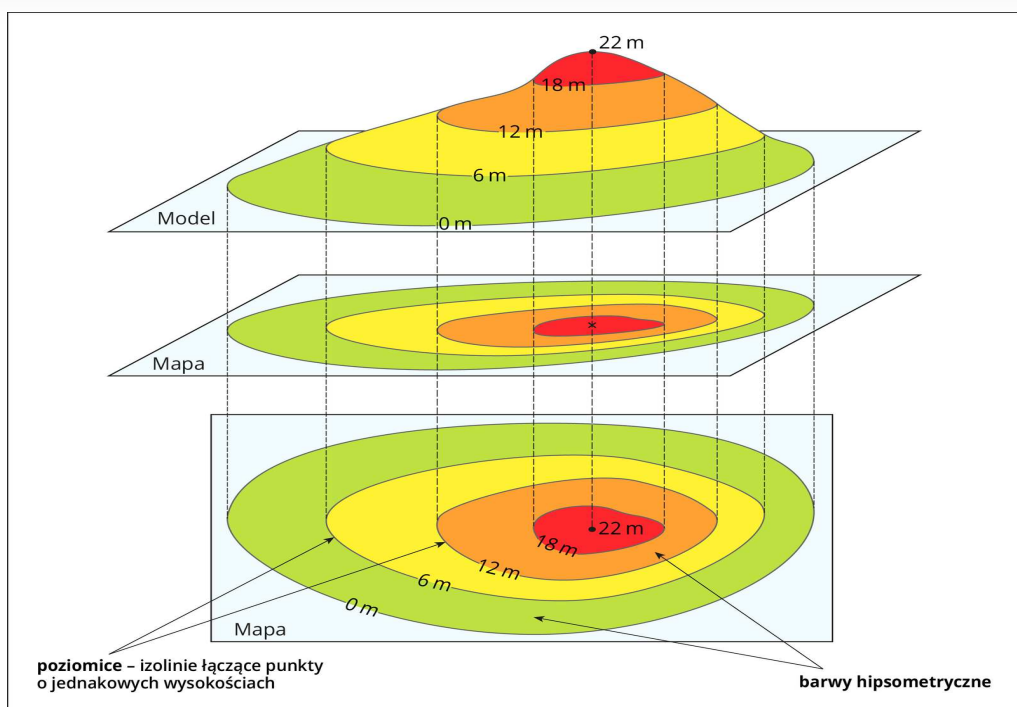
Metoda obrazująca zjawiska występujące w sposób ciągły – metoda izarytmiczna



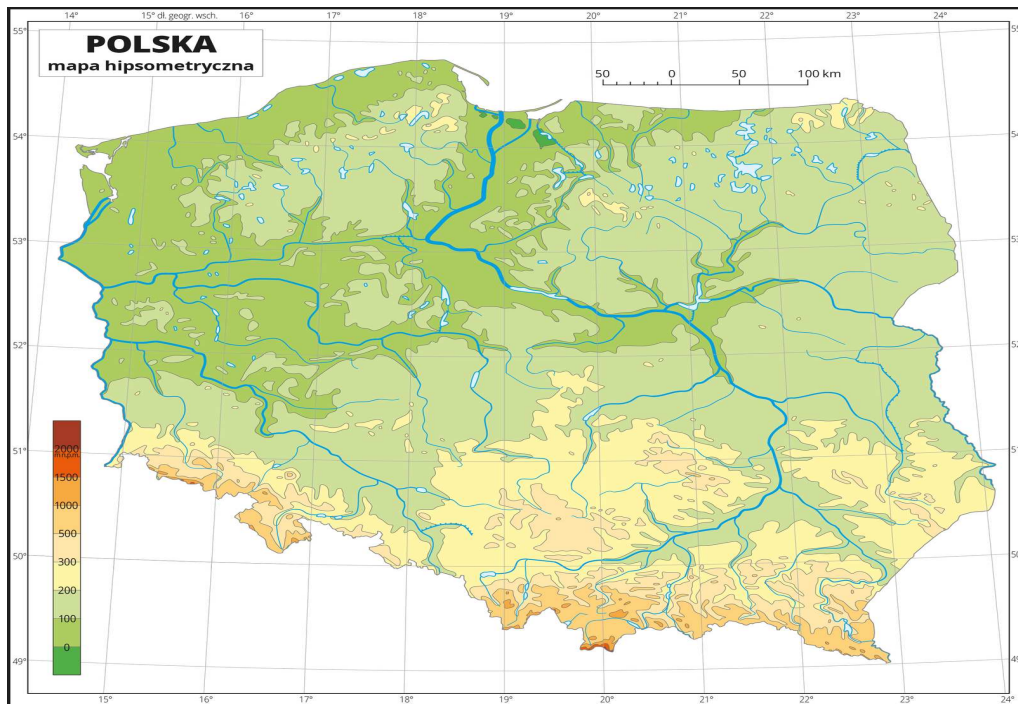
Jedna z metod obrazująca cechy ilościowe – kartodiagram



Jedną z metod obrazujących cechy ilościowe – kartogram. Warto zwrócić uwagę, że w tym przykładzie w legendzie nie występuje podział na tzw. przedziały klasowe. Zamiast tego jest jedna ciągła, o zwiększającym się natężeniu koloru skala barwna. Mamy tu do czynienia z tzw. kartogramem ciągłym



Sposób konstruowania mapy hipsometrycznej



Mapa hipsometryczna Polski

7. Nowoczesne technologie w tworzeniu map



Źródło: Jacques Descloitres, MODIS Rapid Response Team, NASA/GSFC (<http://commons.wikimedia.org>), Averater (<http://commons.wikimedia.org>), Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

- Zdjęcia satelitarne wykonywane przez okrążającą Ziemię satelity naukowe, komercyjne, meteorologiczne, wojskowe i szpiegowskie są następnie stosowane w kartografii.
- Unoszące się znacznie niżej balony, samoloty, helikoptery, szybowce, latawce oraz drony wykonują zdjęcia lotnicze pozwalające wykreślać mapy.
- Współcześnie powszechne są już różnego rodzaju mapy cyfrowe, których możemy używać, wykorzystując przeglądarki internetowe.

8. Ruch obrotowy Ziemi



Film dostępny na portalu [epodreczniki.pl](https://www.epodreczniki.pl)

Źródło: Sylkun GraphX (<https://www.youtube.com>), licencja: CC BY 3.0.

Animacja przedstawia w 24 sekundy ruch obrotowy Ziemi, jaki wykonuje ona w ciągu 24 godzin. Na ekranie Ziemia widoczna z przestrzeni kosmicznej. Niebieski kolor na powierzchni Ziemi wskazuje na oceany i morza. Zielony, żółty i brązowy kolor to kontynenty. Ziemia przechylona w prawo. Na dole globu widoczna Antarktyda pokryta białym lądolodem. Białe przeźroczyste smugi to chmury. Ziemia obraca się cały czas w prawo. Z zachodu na wschód. W lewym dolnym rogu licznik czasu. Licznik pokazuje czas jednego pełnego obrotu.

-
- Pozorny ruch Słońca (i innych gwiazd z wyjątkiem Gwiazdy Polarnej) ze wschodu na zachód jest konsekwencją ruchu obrotowego Ziemi dookoła własnej osi z zachodu na wschód.
 - Konsekwencją ruchu obrotowego Ziemi wokół własnej osi jest następstwo dnia i nocy oraz dobową zmianą czasu.
 - Doba gwiazdowa, czyli czas pełnego obrotu względem gwiazd, trwa ok. 23 godzin 56 minut i 4 sekund.
 - Doba słoneczna, czyli czas pełnego obrotu względem Słońca, trwa niemal dokładnie 24 godziny.

- Zjawisko nazywane siłą Coriolisa, które jest wynikiem obrotowego ruchu Ziemi, polega na odchyłaniu się ciał od swojego toru ruchu w prawą stronę na półkuli północnej i w lewą na półkuli południowej.
- Ruch obrotowy Ziemi powoduje jej spłaszczenie przy biegunach.

9. Następstwa ruchu obrotowego

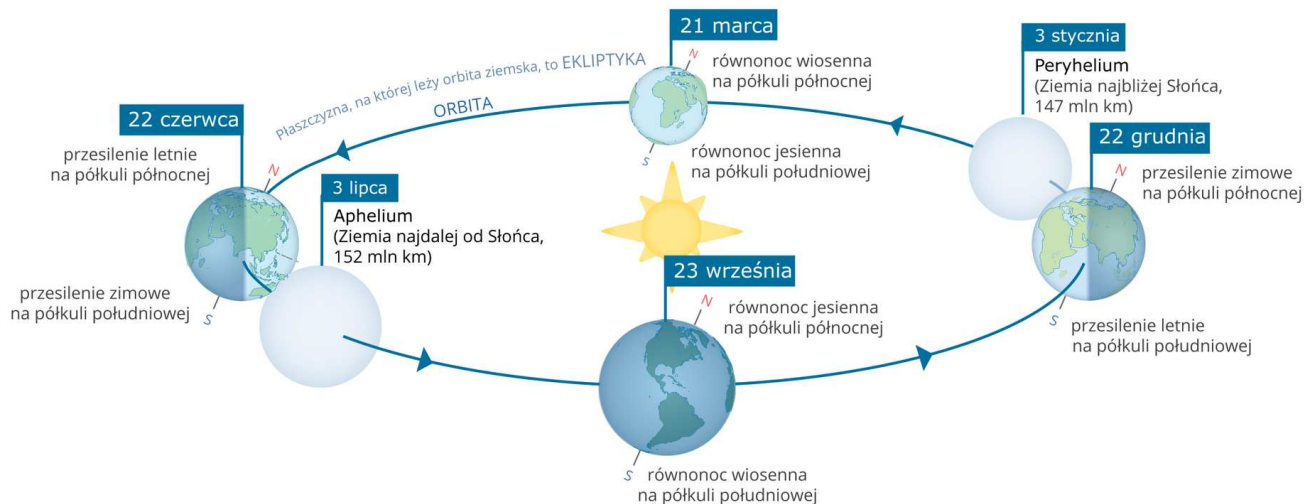
- Jedną z najważniejszych konsekwencji ruchu obrotowego Ziemi dla życia ludzi jest dobową zmiana czasu. W tym samym momencie dla jednych punktów na kuli ziemskiej Słońce wschodzi, dla innych góruje, a dla jeszcze innych zachodzi. To, że górowanie Słońca odbywa się w jednym czasie nad tym samym południkiem, pozwoliło wprowadzić czas słoneczny, a na jego podstawie czas strefowy i urzędowy.
- Czas słoneczny to rzeczywisty czas każdego miejsca na Ziemi.
- Czas uniwersalny to czas słoneczny południka 0°.
- Czas strefowy to czas południka 0° i południków o wielokrotności 15°.
- Czas urzędowy to czas zgodny z decyzją administracyjną.



Źródło: Wydawnictwo Edukacyjne Wiking, licencja: CC BY 3.0.

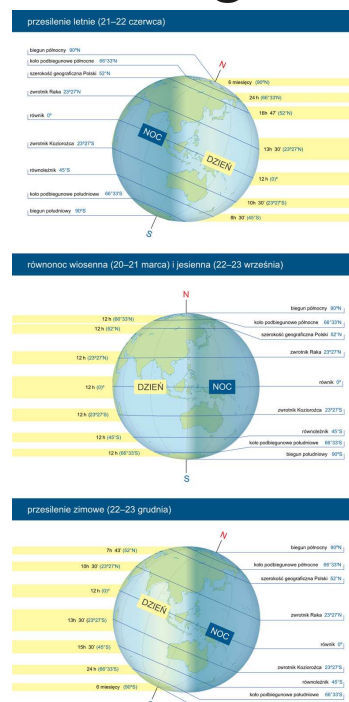
10. Ruch obiegowy Ziemi

- Ruch obiegowy Ziemi to jej ruch po orbicie wokół Słońca. Ziemia wykonuje jeden pełny obieg w ciągu 365 dni 5 godzin i 49 minut.
- Zmienność pór roku i zróżnicowanie stref klimatycznych na Ziemi związane jest z obiegowym ruchem Ziemi wokół Słońca i nachyleniem jej osi w stosunku do płaszczyzny orbity o kąt $66^{\circ}33'$.
- W ciągu roku na Ziemi dwukrotnie występuje zjawisko równonocy, raz przesilenie letnie i raz przesilenie zimowe.



Źródło: Olga Mikos, TUBS (<http://commons.wikimedia.org>), Shahid Parvez (<https://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.

11. Następstwa ruchu obiegowego Ziemi



Źródło: Olga Mikos, TUBS (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Najważniejsze konsekwencje ruchu obiegowego

- Zjawisko roku, który jest jedną z podstawowych miar czasu, a dla ludzi oznacza konieczność stosowania kalendarza.
- Zmiana wysokości Słońca w południe w ciągu roku.
- Zmiana miejsca wschodu i zachodu Słońca na linii widnokręgu w ciągu roku.
- Dzień polarny i noc polarna, które zdecydowanie ograniczają możliwości funkcjonowania ludzi poza kołami polarnymi.
- Powstanie 5 stref oświetlenia Ziemi, które stwarzają bardzo różnorodne i odmienne warunki do życia i gospodarowania.
- Utworzenie się stref klimatycznych, które są konsekwencją zróżnicowanego oświetlenia Ziemi, a ponadto mają ogromny wpływ na strefowość występowania roślin i gleb.
- Zmienność pór roku wpływająca głównie na warunki dla rolnictwa, ale także na inne dziedziny gospodarki.

Zadania

Pamiętam i rozumiem

1. Wymień powłoki ziemskie i wyjaśnij, jakich elementów środowiska dotyczą.
2. Zdefiniuj obie współrzędne geograficzne i wymień, które z elementów składowych siatki geograficznej albo kartograficznej służą do odczytywania tych współrzędnych.
3. Wymień konsekwencje ruchu obrotowego Ziemi widoczne w miejscowości, w której mieszkasz.
4. Wymień konsekwencje ruchu obiegowego Ziemi możliwe do obserwacji w miejscowości, w której mieszkasz.

Czytam i interpretuję

1. W dowolnym źródle (podręczniki, książki dotyczące astronomii, encyklopedie, Internet) znajdź informacje dotyczące planet Układu Słonecznego i wyjaśnij, pod jakimi względami cztery wewnętrzne planety naszego Układu są podobne do siebie, a różnią się od czterech zewnętrznych.
2. Z dostępnych ci map odczytaj nazwy najwyższych szczytów wszystkich kontynentów. Określ ich współrzędne geograficzne i wysokość n.p.m., a następnie porównaj je.
3. Z mapy klimatycznej odczytaj średnią roczną temperaturę powietrza w miejscowości, w której mieszkasz, średnią temperaturę lipca oraz stycznia, a także roczną sumę

opadów. Porównaj odczytane wyniki z resztą obszaru Polski.

4. Odszukaj na mapie szerokość geograficzną miejscowości, w której mieszkasz. Na tej podstawie oblicz, na jakiej wysokości góruje Słońce w dniach przesilen i równonocy. Jakie są konsekwencje takiego zróżnicowania?

Rozwiązuję problemy

1. Dokonaj obliczeń, które pozwolą ci lepiej zrozumieć, jakie rozmiary ma Ziemia i obiekty na jej powierzchni. Wyobraź sobie, że promień Ziemi pomniejszamy 100 mln razy i wynosi on ok. 6,37 cm, czyli jest o 4 cm mniejszy od promienia piłki do gry w siatkówkę. Jak wysoki w tej skali będzie szczyt Czomolungma (Mount Everest)? Jak gruba będzie warstwa wody w tak pomniejszonych oceanach (przeważnie ich głębokość wynosi kilka kilometrów)?
2. Określ długość geograficzną miejscowości, w której mieszkasz. Zapisz godzinę, jaką wskazuje dowolny zegarek w chwili, gdy zaczynasz wykonywać zadanie. Oblicz czas słoneczny w tym samym momencie w twojej miejscowości. Określ czas strefowy dla tego samego momentu i tego samego miejsca. Dodatkowo określ czas urzędowy uwzględniający aktualnie obowiązujący czas letni lub zimowy. Wyjaśnij przyczyny zaobserwowanych różnic.
3. Zastanów się i opisz konsekwencje, jakie miałyby dla Ziemi zmiana kąta nachylenia osi ziemskiej na kąt 90° w stosunku do płaszczyzny ekliptyki.

Projekt badawczy

Projekt badawczy – współrzędne geograficzne

Autor: Andrzej Boczarowski	Tytuł projektu	Współrzędne geograficzne
	Temat projektu	Określenie współrzędnych geograficznych dowolnego miejsca za pomocą gnomonu
	Badana hipoteza	Możliwe jest określenie obydwu współrzędnych geograficznych za pomocą gnomonu i zegarka
	Materiały źródłowe	Podręcznik – Dział I, lekcja 1.3 i 1.4
Uczeń	Co dokładnie mam zamiar zrobić, by sprawdzić,	Obserwację należy przeprowadzić 23 września (czas letni), ewentualnie 21 marca (czas zimowy) między 10.15 a 12.15 . Gdyby prognozy pogody zapowiadały całkowite zachmurzenie, to można obserwację

czy hipoteza
jest
prawdziwa?

przeprowadzić 1-2 dni wcześniej lub później, pamiętając jednak o błędzie pomiarowym, jaki popełnimy. Na kilka dni przed planowaną obserwacją gnomon należy ustawić pionowo na równym i w miarę gładkim podłożu. Bardzo **precyzyjnie mierzymy jego długość**. Obserwację można przeprowadzać oczywiście tylko w słoneczny dzień. Po każdej minucie na podłożu **zaznaczamy miejsce końca cienia rzucanego przez gnomon** i notujemy czas przeprowadzenia obserwacji. Gdy cień zacznie się wyraźnie wydłużać, możemy zaprzestać obserwacji i zaznaczania. **Odszukujemy punkt, w którym cień był najkrótszy**, oznaczając **moment górowania Słońca**. Mierzmy dokładnie odległość między podstawą gnomonu a tym punktem. **Wysokość gnomonu i długość najkrótszego cienia** rysujemy jako **dwie przyprostokątne trójkąta** (gdy rozmiar gnomonu i cienia jest za duży, to rysunek możemy wykonać w pomniejszeniu, w odpowiedniej skali). Za pomocą kątomierza **określamy kąt padania promieni słonecznych**. Od 90°N odejmujemy uzyskany wynik pomiaru. **Różnica jest naszą szerokością geograficzną**. Następnie sprawdzamy czas, w którym miało miejsce górowanie Słońca. **Każda minuta różnicy** w stosunku do południa na zegarku oznacza różnicę **15' kątowych (czyli $\frac{1}{4}$ stopnia) długości geograficznej**. Jeżeli pomiaru dokonaliśmy we wrześniu, to na obszarze Polski obowiązywał **czas letni**, czyli zegarki pokazywały południe, gdy **Słońce górowało nad południkiem 30°E** , i do zmierzonego czasu należy **dodać 1 godzinę**. Jeżeli w marcu (obowiązuje **czas zimowy**), to zegarki wskazują 12.00, gdy **Słońce góruje nad południkiem 15°E** . Zmierzoną różnicę czasu przeliczamy na różnicę długości geograficznej i dodajemy do 15°E lub odejmujemy (tylko na zachodnich krańcach Polski o długości geograficznej mniejszej niż 15°E). **Uzyskany wynik zapisujemy jako naszą długość geograficzną**

	Co trzeba przygotować, by zweryfikować hipotezę?	Gnomon, pion murarski albo poziomica, linijka, taśma miernicza lub inny przyrząd do pomiaru długości, kątomierz, kartka i ołówek
	Co będę obserwować (mierzyć)?	Cień gnomonu, jego długość i kierunek, jaki wskazuje, kąty w trójkącie
	Czas trwania	Prawidłowe przeprowadzenie obserwacji wymaga dwukrotnego poświęcenia godziny czasu na pracę terenową i kilku godzin na przeprowadzenie pomiarów, obliczeń i wykonanie prezentacji projektu

Wyniki i wnioski z projektu badawczego

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Test sprawdzający do działów: I. Ziemia i jej obraz na mapie; II. Ruchy Ziemi i ich następstwa

Test sprawdzający

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Klucz testu

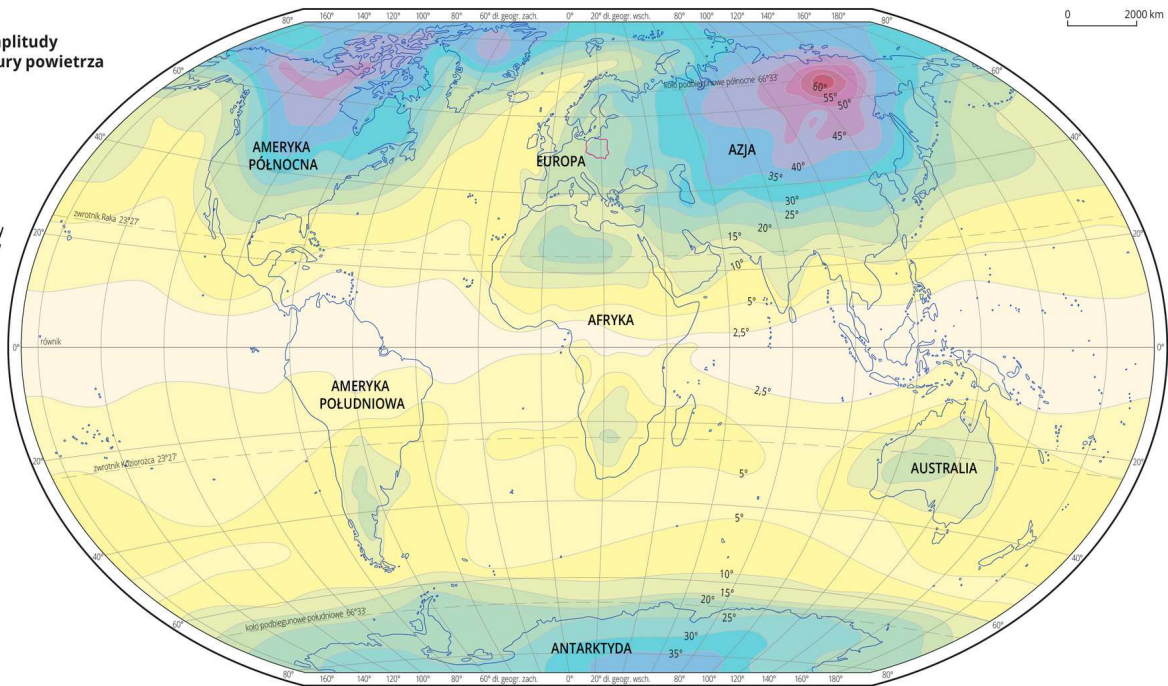
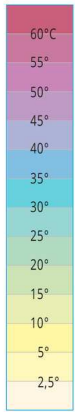
Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Przyczyny różnicowania temperatury powietrza w różnych częściach świata

Atmosfera jest powłoką ziemską, która najszybciej i najsilniej wpływa na nasze życie. Bez jedzenia możemy wytrzymać kilka tygodni, bez wody – kilka dni, a bez tlenu zawartego w powietrzu zaledwie kilka minut. Zbyt wysokie i zbyt niskie temperatury powietrza także są dla nas zabójcze.

ŚWIAT
roczne amplitudy
temperatury powietrza

Roczne
izoamplitudy
temperatury
powietrza



Rozkład rocznych amplitud temperatury powietrza na Ziemi

Już wiesz

- jakie jest miejsce atmosfery w stosunku do litosfery, hydrosfery, biosfery i pedosfery;
- że atmosfera ziemská jest częścią Ziemi i porusza się razem z nią.

Nauczysz się

- wymieniać gazy, z jakich składa się powietrze atmosferyczne;
- omawiać tendencje zmian składu powietrza atmosferycznego;
- wyszczególnać warstwy, z jakich zbudowana jest atmosfera;
- wyjaśniać, co jest przyczyną różnicowania temperatury powietrza;
- wyjaśniać, jak należy dokonywać pomiaru ciśnienia atmosferycznego i temperatury powietrza.

Przygotuj przed lekcją:

- termometr,
- barometr.

1. Jakie są najważniejsze składniki powietrza atmosferycznego?

Atmosfera to mieszanina gazów i różnorodnych dodatków otaczająca wodną i skalną powierzchnię Ziemi powłoką o grubości 1,5-2 tys. km. Skład suchego powietrza atmosferycznego jest dość stały, choć wiemy, że w przeszłości był inny. Obecnie prawdopodobnie zwiększa się zawartość dwutlenku węgla, metanu i innych gazów w atmosferze, a do niedawna lokalnie zmniejszała się ilość ozonu. Ponadto w krótkim czasie w niewielkiej przestrzeni możliwe są znaczne wahania udziału dwutlenku węgla i rozmaitych zanieczyszczeń.

Skład suchego powietrza atmosferycznego w dolnych warstwach atmosfery przedstawia zamieszczony poniżej diagram.

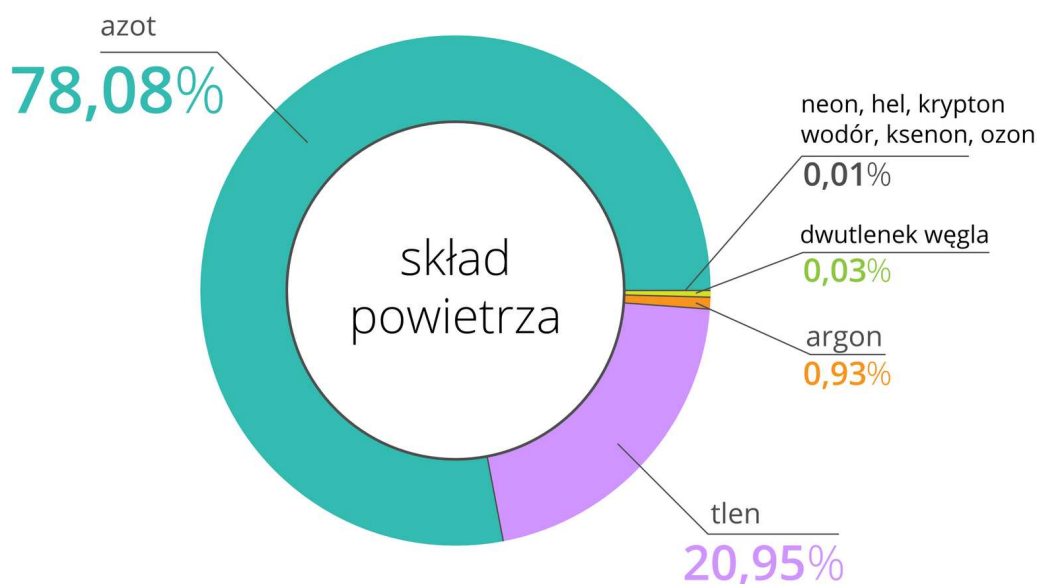


Diagram przedstawiający przybliżony skład suchego powietrza atmosferycznego – azot 78,084%, tlen – 20,946%, argon – 0,934%, dwutlenek węgla – 0,035% i inne (neon, hel, metan, krypton, wodór, ksenon, ozon, dwutlenek siarki, dwutlenek azotu, kropelki różnych cieczy, kryształki lodu i różnych soli, pyły, pyłki roślinne, mikroorganizmy itp.) – 0,001%

Powietrze atmosferyczne prawie nigdy nie jest całkowicie suche. W zależności od miejsca, wysokości nad poziomem morza, ciśnienia atmosferycznego i temperatury może w nim występować para wodna lub woda w postaci ciekłej i stałej (lodu). Niemal całkowita ilość wody atmosferycznej występuje w dolnej części atmosfery, do wysokości 10 km, i jej zawartość szybko spada wraz z wysokością. Zawartość pary wodnej jest zmienna i przy powierzchni waha się od niemal 0% (przeciętnie 0,5 % w strefach polarnych) nawet do ok. 4% (w strefie równikowej). Ludzie mają kontakt prawie wyłącznie z najniższą warstwą atmosfery – **troposferą** (poza osobami latającymi bardzo wysoko samolotami i raketami kosmicznymi). To w niej zachodzi większość zjawisk atmosferycznych oraz cyrkulacja atmosferyczna wody (ważny etap obiegu wody w przyrodzie).

Polecenie 1

Podaj kilka przykładów zjawisk naturalnych albo przejawów działalności człowieka, które wpływają na miejscowy wzrost zawartości dwutlenku węgla w powietrzu.

Obserwacja 1

Wykazanie możliwości radykalnej zmiany składu powietrza atmosferycznego.

Przy obserwacji używa się otwartego ognia, więc konieczny jest nadzór osoby dorosłej.

Co będzie potrzebne

- świeczka,
- stoik,
- zapalniczka.

Instrukcja

1. Zapal świeczkę. Nakryj ją stoikiem odwróconym dnem do góry.
2. Obserwuj płomień świecy. Zwróć uwagę na trzy etapy doświadczenia. W pierwszym etapie świeca, pomimo nakrycia stoikiem, płonie bez zmian. W drugim przygasa i pojawia się więcej dymu. W trzecim – gaśnie.

Podsumowanie

Świeczka tak długo się paliła, jak długo w stoiku był obecny tlen; gdy tlenu zabrakło, świeczka zgasła. W wyniku niektórych procesów, np. spalania, jak to miało miejsce podczas naszej obserwacji, skład powietrza atmosferycznego w zamkniętej przestrzeni może się radykalnie zmienić. Większość tlenu znajdującego się w stoiku weszła w reakcję chemiczną i uległa przemianie w dwutlenek węgla oraz tlenek węgla.



Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.



Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.



Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.



Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.

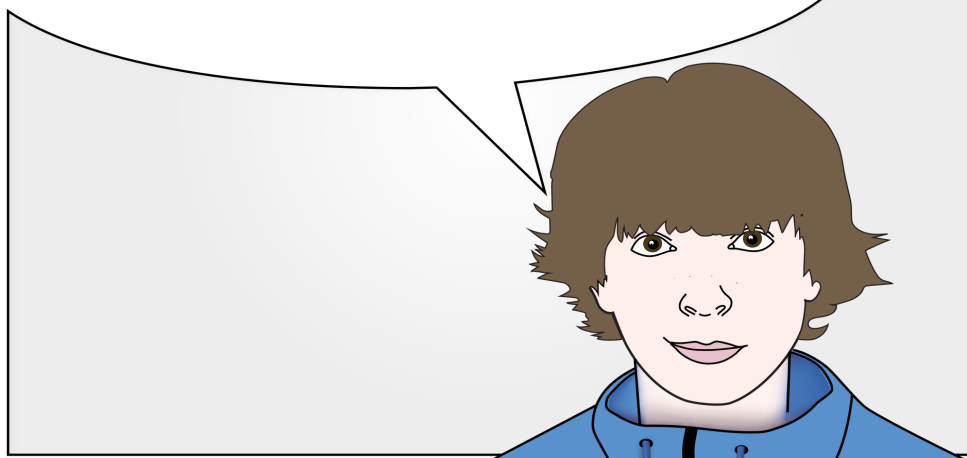


Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.



Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.

W wyniku różnych procesów skład powietrza atmosferycznego w zamkniętej przestrzeni może się radykalnie zmienić. W powyższej obserwacji tlen znajdujący się w słoiku został zużyty podczas spalania, a powstały inne produkty tego procesu



Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.

Wyjaśnij, dlaczego świeca przestała się palić.

Polecenie 2

Spróbuj zapalić świecę ponownie, ale nie przykrywaj jej już słoikiem. Wyciągnij wnioski z doświadczenia.

Ciekawostka

Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza obniża się ciśnienie atmosferyczne i rozrzedza powietrze, co może powodować kłopoty z oddychaniem w bardzo wysokich górach. Skład procentowy powietrza jest tu jednak ciągle niemal dokładnie taki sam jak na poziomie morza. To obniżone ciśnienie atmosferyczne powoduje, że wdychamy mniej powietrza, a więc i mniej tlenu.

Ważne!

W szczególnych warunkach istnieje możliwość zmian składu chemicznego powietrza, co jest niebezpieczne dla życia ludzi i zwierząt. Zagrożenie takie stwarzają chociażby silniki spalinowe działające w pomieszczeniach (np. silnik samochodu w zamkniętym garażu), niesprawne piece i kotły stosowane do ogrzewania pomieszczeń albo wody (np. piece węglowe z niesprawnym systemem kominowym albo łazienkowe kotły gazowe używane w pomieszczeniach bez sprawnej wentylacji).

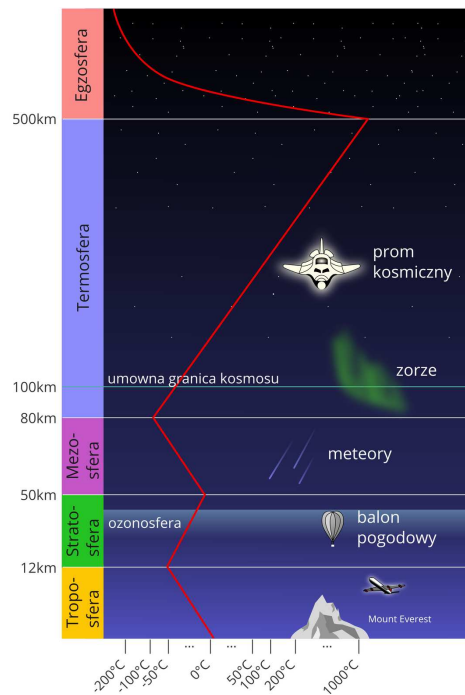
2. Z jakich warstw zbudowana jest atmosfera?

W atmosferze ziemskiej wyróżniamy 5 **warstw głównych** charakteryzujących się określonymi cechami i 4 warstwy przejściowe nazywane **pauzami**. Granice między nimi są umowne i zmieniają się w zależności od szerokości geograficznej, ukształtowania terenu i pory roku.

Najbliżej powierzchni Ziemi znajduje się **troposfera**. Jej grubość wynosi od 7 km (zimą) do 10 km (latem) nad biegunami i 15-18 km nad równikiem. Główną cechą pozwalającą wyznaczyć granicę troposfery jest spadek temperatury powietrza wraz ze wzrostem wysokości o ok. $0,6^{\circ}\text{C}$ na 100 m. W górnej warstwie troposfery temperatura osiąga wartość -55°C (nad obszarami podbiegunowymi) do -70°C (nad obszarami równikowymi). Nad tą warstwą leży cienka **tropopauza** ze stałą temperaturą, a ponad nią rozciągająca się do wysokości ok. 50 km **stratosfera**, w której temperatura powietrza rośnie aż do osiągnięcia 0°C . W stratosferze znajduje się **ozonosfera** – warstwa o podwyższonej zawartości ozonu (tlenu w postaci trójatomowych cząsteczek), który najwyższe stężenie osiąga na wysokości 25-30 km. Pełni ona bardzo ważną rolę – chroni Ziemię przed zabójczym dla organizmów żywych promieniowaniem ultrafioletowym emitowanym przez Słońce. W górnej granicy stratosfery, kilkukilometrowej grubości **stratopauzie**, temperatura jest stała.

Kolejna warstwa to **mezosfera** sięgająca do ok. 80 km, w której temperatura nieustannie spada aż do -70°C , a nawet -100°C . Powyżej **mezopauzy** znajduje się warstwa nazywana **termosferą** z temperaturą rosnącą aż do 1000°C , a na wysokości 500-600 km nawet do 1500°C . Powyżej jej górnej granicy – **termopauzy** – znajduje się **egzosfera**, w której temperatura powietrza o bardzo małej gęstości zaczyna spadać aż do -273°C w przestrzeni kosmicznej. Górna granica egzosfery jest trudna do ustalenia.

Wraz ze wzrostem wysokości obniża się ciśnienie atmosferyczne. Od ok. 1000 hPa (**hektopaskali**) na poziomie morza przez 200 hPa na granicy z tropopauzą, 1 hPa na granicy stratopauzy aż do 0,000 001 hPa w egzosferze.



Budowa atmosfery ziemskiej

Polecenie 3

Zastanów się i wyjaśnij przyczynę, dla której grubość warstw atmosfery nad biegunami jest mniejsza niż nad równikiem.

Wskazówka

Przypomnij sobie, dlaczego promień Ziemi łączący jej środek z biegunem jest krótszy niż promień biegnący od środka Ziemi do równika oraz na jakich szerokościach geograficznych obszary Ziemi są bardziej, a na których mniej nagrzewane.

Obserwacja 2

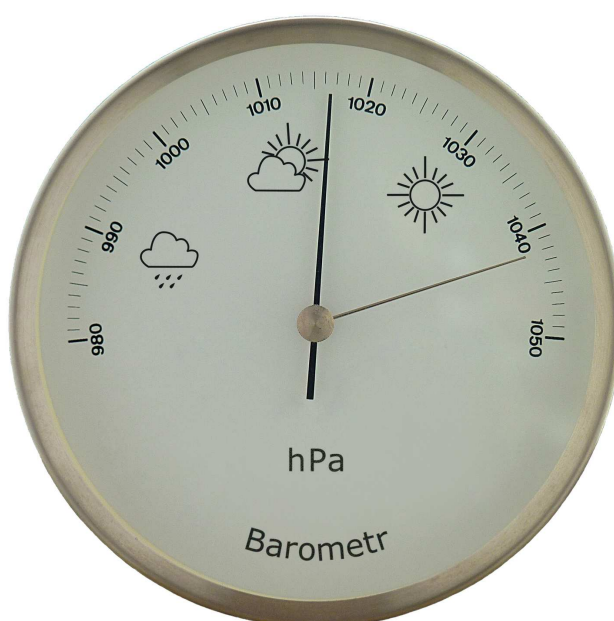
- Ćwiczenie umiejętności dokonywania pomiaru ciśnienia powietrza atmosferycznego.
- Poznanie wielkości ciśnienia atmosferycznego przy powierzchni ziemi.
- Uświadomienie zmienności ciśnienia w dolnych warstwach troposfery.

Co będzie potrzebne

- barometr.

Instrukcja

1. Odczytaj wskazania barometru, podając właściwą jednostkę ciśnienia.
2. Odczytaj skrajne możliwe wskazania barometru, które zapewne przekraczają zakres ciśnienia atmosferycznego występującego w Polsce przy powierzchni ziemi.



Barometr mechaniczny, sprężynowy, tzw. aneroid



Profesjonalny barometr próżniowy



Domowa stacja pogodowa z barometrem cyfrowym

Ciekawostka

Określenie granic atmosfery jest trudne. Od dołu ogranicza ją powierzchnia lądów i oceanów. Powietrze atmosferyczne występuje także w jaskiniach, nawet w tych bardzo głębokich, oraz w glebie.

Trudno również określić górną granicę atmosfery. Powyżej 1 tys. km powietrze jest już bardzo rozrzedzone i płynnie przechodzi w próżnię. Za górną granicę atmosfery przyjmuje się zwykle 1,5 tys. km albo 2 tys. km powyżej poziomu lądów i oceanów, ale niektórzy badacze wymieniają nawet 10 tys. km.

Ważne!

Ciśnienie atmosferyczne można mierzyć zarówno w pomieszczeniach, jak i na zewnątrz, ponieważ tylko nieliczne pomieszczenia (np. balony okrywające korty tenisowe) są na tyle szczelne, że można w nich wytworzyć ciśnienie inne od naturalnego ciśnienia atmosferycznego występującego nad danym obszarem w tej samej chwili.

3. Od czego zależy temperatura powietrza?

Temperatura powietrza zmienia się w kolejnych warstwach atmosfery w bardzo szerokim zakresie. Nas jednak najbardziej interesuje temperatura panująca w dolnych warstwach troposfery, przy powierzchni Ziemi, oraz jej zmienność w ciągu doby i roku. Zależy ona od tak wielu czynników, że trudno jest przewidzieć jej wartości i wahnięcia. Prognozowaniem pogody, w tym również temperatury powietrza, zajmuje się synoptyka będąca działem meteorologii.

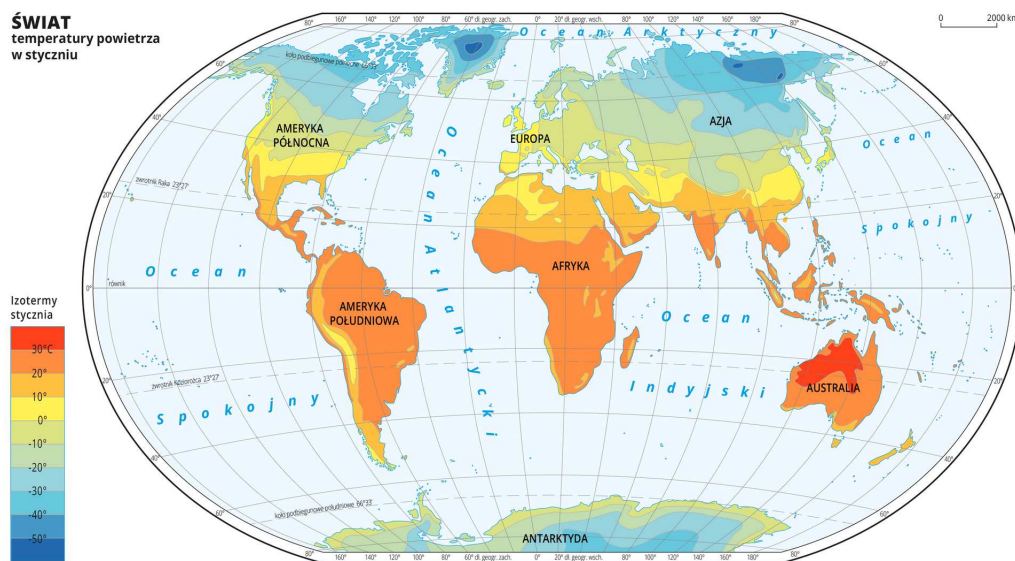
Zmiany rozkładu temperatur powietrza na kuli ziemskiej

Czynniki wpływające na zmiany temperatur	Strefy, okresy, pory	Obserwowane temperatury
Położenie geograficzne	strefa międzyzwrotnikowa	wysokie
	strefy umiarkowane	średnie
	strefy podbiegunowe	niskie
Wysokość nad poziomem morza	niziny i wyżyny	wyższe
	góry	niższe
Obszar geograficzny	wnętrze kontynentów latem	wyższe
	wnętrze kontynentów zimą	niższe
	wybrzeża latem	niższe
	wybrzeża zimą	wyższe
Pora roku	lato	wyższe
	zima	niższe
Pory w ciągu doby	dzień	wyższe
	noc	niższe

Wraz z wysokością temperatura powietrza spada zazwyczaj o $0,6^{\circ}\text{C}$ na każde 100 m, ale w przypadku powietrza całkowicie suchego spadek ten wynosi nawet 1°C na 100 m. Na niektórych obszarach zdarzają się wyjątki i wtedy w dolinach bywa chłodniej niż na szczytach. Takie zjawisko nazywa się **inwersją termiczną**. Wpływ na temperaturę powietrza mają także: zachmurzenie, pokrywa roślinna lub jej brak, kierunek nachylenia terenu, prądy morskie, a nawet działalność człowieka. Dopiero połączenie tych wszystkich składowych uzmysławia, jak trudno przewidzieć temperaturę nad danym obszarem i jak bardzo jest ona zmienna zarówno w czasie, jak i w przestrzeni.

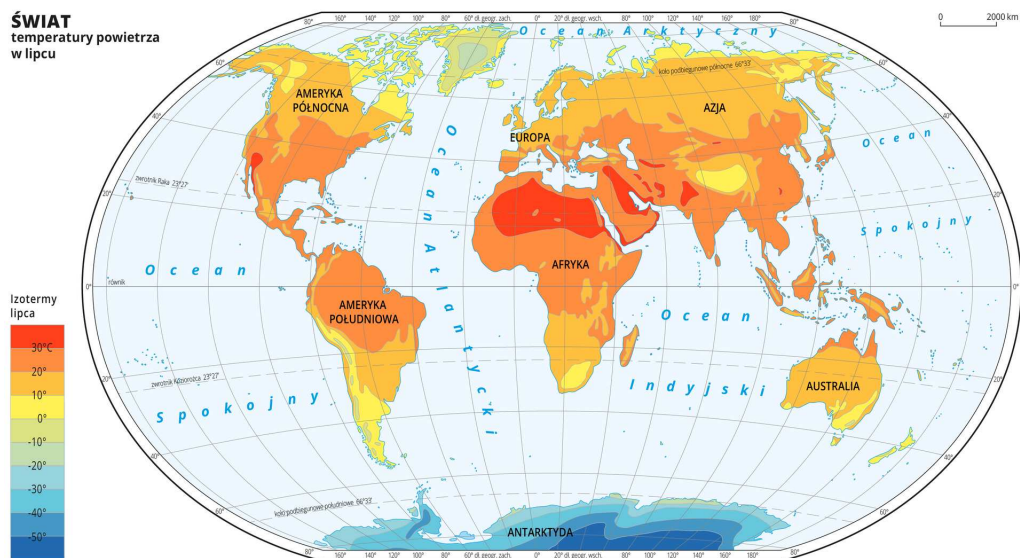
Zmienność termiczną powietrza na danym obszarze charakteryzuje **amplituda temperatury** – różnica pomiędzy największą i najmniejszą jej wartością zmierzona w danym okresie.

Przykładowo jedne z największych **amplitud dobowych**, czyli różnic pomiędzy maksymalną i minimalną temperaturą zmierzoną w ciągu doby, występują na pustyniach w okolicach zwrotników. W dzień powietrze silnie się nagrzewa, a w nocy temperatura może spaść nawet poniżej 0°C . Amplitudy dobowe sięgają kilkudziesięciu stopni Celsjusza. Natomiast jedne z największych **amplitud rocznych** – różnic pomiędzy średnią miesięczną temperaturą miesiąca najcieplejszego a średnią temperaturą miesiąca najchłodniejszego – występują w wyższych szerokościach i w oddaleniu od wybrzeży morskich i oceanicznych. Przykładem może być syberyjski Ojmiakon, gdzie roczna amplituda osiągnęła wartość 104°C (-71°C – średnia temperatura stycznia, 33°C – średnia temperatura lipca).



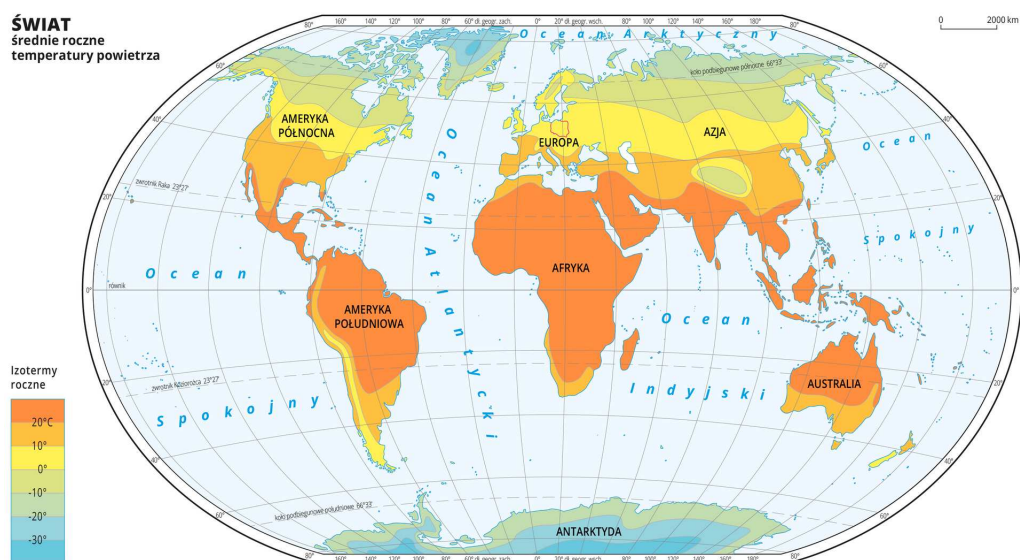
Izotermy stycznia na mapie świata

ŚWIAT
temperatury powietrza
w lipcu



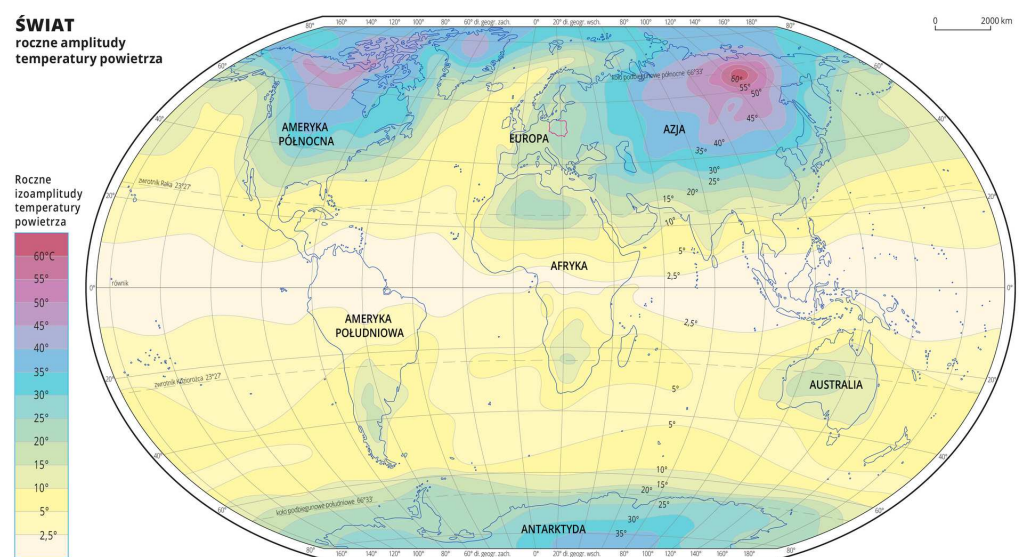
Izotermie lipca na mapie świata

ŚWIAT
średnie roczne
temperatury powietrza



Izotermie roczne na mapie świata

ŚWIAT
roczne amplitudy
temperatury powietrza



Rozkład rocznych amplitud temperatury powietrza na Ziemi

Polecenie 4

Oblicz, o ile różni się temperatura wilgotnego powietrza nad Morskim Okiem – największym jeziorem polskich Tatr, leżącym na wysokości 1395 m n.p.m. – a Rysami – najwyższym w Polsce wierzchołkiem Tatr o wysokości 2499 m n.p.m. Dla uproszczenia obliczeń możesz zaokrąglić podane wysokości do pełnych setek metrów.

Polecenie 5

Na podstawie przykładowych wskazań średniej miesięcznej temperatury powietrza w pewnym miejscu Polski oblicz średnią roczną temperaturę. Oblicz także roczną amplitudę średnich miesięcznych wartości temperatury w tym miejscu.

Dane do polecenia

MIESIĄC	POMIAR TEMPERATURY
Styczeń	-3,3
Luty	-2,1
Marzec	1,9
Kwiecień	7,7
Maj	13,5
Czerwiec	16,7
Lipiec	18,0

MIESIĄC	POMIAR TEMPERATURY
Sierpień	17,3
Wrzesień	13,1
Październik	8,2
Listopad	3,2
Grudzień	-1,0

Obserwacja 3

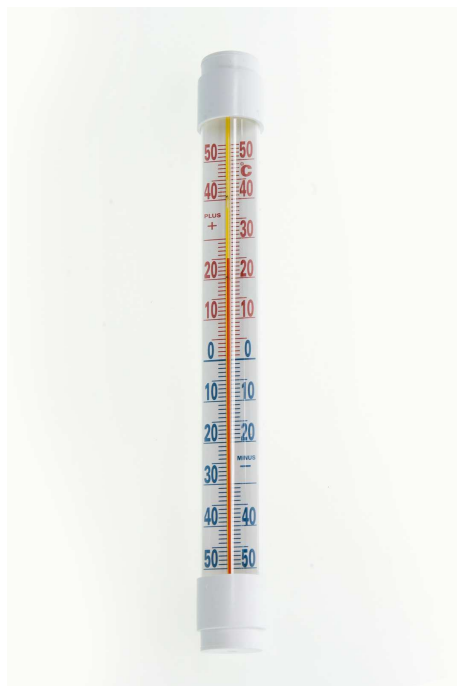
- Ćwiczenie umiejętności dokonywania pomiaru temperatury powietrza atmosferycznego.
- Poznanie wysokości temperatury powietrza na poziomie 2 m nad gruntem.
- Uświadomienie istnienia zmienności temperatury powietrza w dolnych warstwach troposfery.

Co będzie potrzebne

- termometr zaokienny.

Instrukcja

1. Termometr umieść w cieniu, w przewiewnym miejscu, na wysokości 2 m nad poziomem gruntu.
2. Odczytaj wskazania termometru, podając właściwą jednostkę temperatury powietrza.
3. Odczytaj skrajne możliwe wskazania termometru, które zapewne przekraczają zakres temperatury powietrza atmosferycznego występującego w Polsce.



Termometr cieczowy, zaokrąglony



Termometr bimetaliczny, stosowany w systemach grzewczych i wodociągowych



Termometr cyfrowy, do użytku domowego

Ciekawostka

Trudno jest dokładnie wskazać miejsca na Ziemi, gdzie występuje najwyższa i najniższa temperatura powietrza, gdyż znamy tylko wyniki pomiarów ze stacji meteorologicznych. Najwyższe zmierzone temperatury to: $+56,7^{\circ}\text{C}$ w Dolinie Śmierci w Kalifornii albo, podawane w wątpliwość, $+58^{\circ}\text{C}$ w libijskiej oazie Al-Azizija. Natomiast najniższa zmierzona temperatura to $-89,2^{\circ}\text{C}$ w stacji Wostok na Antarktydzie. Pomiary robione z satelitów wskazują jednak wyniki przekraczające nawet $+70^{\circ}\text{C}$ oraz -93°C , ale w miejscach, gdzie nie ma stacji meteorologicznych, przez co warunki pomiaru są nieporównywalne.



Dolina Śmierci to jedno z najgorętszych miejsc na Ziemi; 10 lipca 1913 roku zanotowano tam temperaturę $+56,7^{\circ}\text{C}$



Badwater – wyschnięte słone jezioro, leżące 86 m p.p.m. To właśnie tam znajduje się stacja meteorologiczna, w której padł rekord gorąca



Jeden z lipcowych dni na terenie Badwater – termometr wskazuje 120°F, czyli ok. 49°C

Ważne!

Wskazania temperatury przez termometr mogą się różnić, niekiedy nawet dość znacznie. Zależy to od tego, czy termometr jest wystawiony na działanie promieni słonecznych, czy pozostaje w cieniu, czy jest zawieszony nad powierzchnią gruntu, czy na pewnej wysokości. Różnice wskazań mogą wynikać też z działania samego przyrządu. Dlatego umówiono się, aby na całym świecie mierzyć temperaturę powietrza na tej samej wysokości i w tych samych warunkach. Służy do tego klatka meteorologiczna ustawiona na wysokości 2 m nad powierzchnią ziemi. Zbudowana jest z przewiewnych, wykonanych z drewna i pomalowanych na białą ścianek. Jej drzwiczki znajdują się zawsze od strony północnej.



Klatka meteorologiczna zabezpiecza przyrządy służące do pomiarów meteorologicznych – termometry i higrometry – przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych

Podsumowanie

- Powietrze atmosferyczne składa się w przybliżeniu z 78% azotu, 21% tlenu, niespełna 1% argonu i dziesiątków innych składników.
- Większość składników powietrza występuje w stałych proporcjach, tylko zawartość pary wodnej i dwutlenku węgla oraz niektórych zanieczyszczeń zmienia się dosyć wyraźnie w czasie i przestrzeni.
- Atmosfera zbudowana jest z 5 głównych warstw: troposfery, stratosfery, mezosfery, termosfery i egzosfery oraz 4 warstw przejściowych: tropopauzy, stratopauzy, mezopauzy i termopauzy.
- Temperatura powietrza zmienia się w zależności od warstwy atmosfery: w troposferze maleje, w stratosferze wzrasta, w mezosferze maleje, w termosferze bardzo wzrasta, a w egzosferze silnie maleje.
- Temperatura powietrza przy powierzchni ziemi zależna jest od wielu różnych czynników przyrodniczych oraz od działalności człowieka.

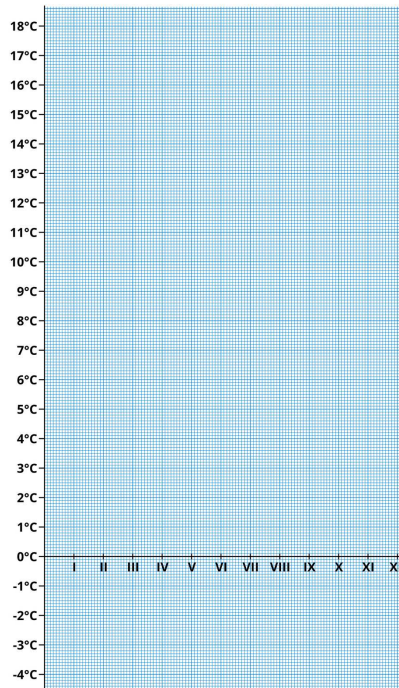
Praca domowa

Polecenie 6.1

Wyjaśnij, dlaczego klatki meteorologiczne muszą być przewiewne, drewniane i białe.

Polecenie 6.2

Na podstawie zamieszczonych w tekście średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza wykonaj wykres liniowy ilustrujący temperaturę powietrza w kolejnych miesiącach roku. Wykorzystaj zamieszczony poniżej podkład do wykresu.



Źródło: Roman Nowacki, licencja: CC BY 3.0.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [amplituda temperatury powietrza](#)
 - [amplituda dobową temperatury powietrza](#)
 - [amplituda roczna temperatury powietrza](#)
 - [egzosfera](#)
 - [hektopaskal](#)
 - [inwersja termiczna](#)
 - [mezopauza](#)
 - [mezosfera](#)
 - [ozonosfera](#)
 - [stratopauza](#)
 - [stratosfera](#)
 - [termopauza](#)
 - [termosfera](#)
 - [tropopauza](#)
 - [troposfera](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:

- Jak powstaje wiatr?
- Opady i osady atmosferyczne
- Czynniki klimatotwórcze
- Strefy klimatyczne świata

Słowniczek

amplituda temperatury powietrza

różnica między maksymalną i minimalną wartością rozpatrywanych temperatur w danym okresie

amplituda dobową temperatury powietrza

różnica między najwyższą i najniższą temperaturą zmierzoną w ciągu danej doby

amplituda roczna temperatury powietrza

różnica pomiędzy średnią miesięczną temperaturą miesiąca najcieplejszego a średnią miesięczną temperaturą miesiąca najchłodniejszego

egzosfera

najbardziej zewnętrzna warstwa atmosfery Ziemi; dolna granica egzosfery rozpoczyna się powyżej 500–600 km, natomiast jej zewnętrzna, górna granica to 1,5–2 tys. km, a dla niektórych nawet ok. 10 tys. km

hektopaskal

w skrócie hPa; to jednostka ciśnienia równa 100 paskalom; hektopaskal jest zazwyczaj używany przy podawaniu ciśnienia atmosferycznego, ponieważ równa się jednostce ciśnienia stosowanej w przeszłości, czyli milibarowi

inwersja termiczna

zjawisko meteorologiczne zachodzące w dolnej warstwie atmosfery, polegające, odwrotnie niż w zazwyczaj spotykanych warunkach, na wzroście temperatury wraz z wysokością



Cieplejsze powietrze, które zalega powyżej chłodniejszego, powoduje zatrzymanie unoszącego się dymu

mezopauza

cienka warstwa atmosfery ziemskiej na wysokości 80-90 km, oddzielająca mezosferę od leżącej wyżej termosfery; w mezopauzie temperatura powietrza wynosi ok. -100°C , a ciśnienie ok. 0,1 hPa

mezosfera

warstwa atmosfery ziemskiej zalegająca między stratosferą a termosferą na wysokości ok. 50-80 km, a nawet 85 km, w której temperatura powietrza maleje wraz ze wzrostem wysokości od ok. 0°C do ok. -70°C , a nawet -100°C ; ciśnienie powietrza w mezosferze spada do ok. 1 hPa

ozonosfera

warstwa nasilonej koncentracji ozonu (tlenu składającego się z trójatomowych cząsteczek) w stratosferze; występuje na wysokości ok. 15-50 km nad Ziemią, a jej główna warstwa rozpościera się od 25 km do 30 km nad poziomem morza; ozonosfera ochronia organizmy żyjące na Ziemi przed bardzo szkodliwym, słonecznym promieniowaniem ultrafioletowym

stratopauza

cienka warstwa przejściowa pomiędzy stratosferą i mezosferą o temperaturze ok. 0°C ; znajduje się na wysokości ok. 50 km nad powierzchnią Ziemi

stratosfera

warstwa atmosfery zaczynająca się od wysokości ok. 10-20 km nad powierzchnią Ziemi, a kończąca na ok. 45-55 km; temperatura powietrza w stratosferze powoli rośnie do ok. 0°C , a w niektórych miejscach w ciągu lata wzrasta nawet do 15°C

termopauza

warstwa atmosfery ziemskiej pomiędzy termosferą a egzosferą, w której zatrzymuje się wzrost temperatury

termosfera

warstwa atmosfery ziemskiej zaczynająca się na wysokości ok. 85 km nad powierzchnią Ziemi i sięgająca do ok. 600 km; w termosferze temperatura wzrasta wraz z wysokością do 1000°C, a nawet ponad 1500°C

tropopauza

warstwa atmosfery ziemskiej o grubości ok. 1-2 km, znajdująca się między troposferą a stratosferą; jej położenie zależy od pory roku, gdyż latem wraz ze wzrostem grubości troposfery wznosi się wyżej; temperatura powietrza w tropopauzie jest stała, ale zależna od szerokości geograficznej; przeciętnie wynosi -55°C

troposfera

najbliższa Ziemi i najcieńsza warstwa atmosfery; wraz ze wzrostem wysokości następuje spadek temperatury, przeciętnie o 0,6°C na 100 m, osiągając od -45°C do -70°C lub nawet -80°C w zależności od pory roku i szerokości geograficznej; górna granica troposfery nad biegunami sięga od 7 km zimą do 10 km latem, a nad równikiem od 15 km do 18 km

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Powietrze atmosferyczne prawie nigdy nie jest całkiem suche. W zależności od miejsca, wysokości nad , ciśnienia atmosferycznego i temperatury powietrza możliwe jest występowanie w powietrzu wodnej lub wody w postaci ciekłej i lodu. Ilość wody we wszystkich postaciach może wynosić od niemal nawet do około 4%.

10%

temperatury

100%

pary

zwrotnikiem

kąpieli

dnem morza

0%

zasłony

poziomem morza

Himalajami

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Odpowiedni udział procentowy przyporządkuj do najważniejszych gazów występujących w atmosferze ziemskiej.

niemal 1%	argon
poniżej 21%	azot
ponad 78%	dwutlenek węgla
0,03-0,04%	tlen

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących składu atmosfery.

	Prawda	Fałsz
Wodór nie występuje w atmosferze ziemskiej.	☐	☐
Zawartość pary wodnej w atmosferze jest bardzo zmienna.	☐	☐
Działalność człowieka ma wpływ na ilość dwutlenku węgla w atmosferze.	☐	☐
Azot występuje wyłącznie w troposferze.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Nazwy warstw atmosfery i opisy występujących w nich zmian temperatury uporządkuj we właściwej kolejności, licząc od powierzchni Ziemi.

spadek do -273°C	mezosfera
spadek od 0°C do -70°C (albo nawet -100°C)	stratosfera
wzrost od ok. -55°C do około 0°C	termosfera
spadek od zmiennej temperatury przy powierzchni Ziemi do -55°C	egzosfera
wzrost od -100°C do 1500°C	troposfera

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Spśród wymienionych poniżej warstw atmosfery wybierz dwie położone najbliżej Ziemi.

☐ stratosfera

☐ mezopauza

☐ troposfera

☐ mezosfera

☐ termosfera

☐ egzosfera

☐ stratopauza

☐ tropopauza

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Trzy z wymienionych poniżej czynników mają znaczący wpływ na wysokość temperatury powietrza przy powierzchni Ziemi. Zaznacz je.

☐ długość geograficzna

☐ odległość od oceanów

☐ zawartość tlenu w atmosferze

☐ azot

☐ szerokość geograficzna

☐ wysokość nad poziomem morza

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Wybierz porę roku, w której zwykle obserwujemy najwyższą temperaturę powietrza w strefach umiarkowanych.

☐ jesień

☐ wiosna

☐ lato

☐ zima

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Uzupełnij puste miejsca.

Wyższą temperaturę powietrza obserwujemy w strefie , niższą w strefach umiarkowanych, a najniższą w strefach . Wyższą temperaturę zwykle obserwujemy latem, a niższą zimą, wyższą w ciągu dnia, a niższą . Regułą jest także temperatury powietrza wraz z wysokością.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Jak powstaje wiatr?

Wiatry o prędkości 80 km/h łamią drzewa i zrywają dachy, a wiejące z prędkością 100 km/h wyrrywają drzewa z korzeniami i uszkodzają ściany budynków. Potwierdzony rekord prędkości wiatru został odnotowany 10 kwietnia 1996 roku na wyspie Barrow w Australii i wynosi 408 km/h. W Polsce w 1990 roku stacja meteorologiczna znajdująca się na szczycie Śnieżki zanotowała podmuch wiatru o prędkości 345 km/h.



Las w Tatrach zniszczony przez wiatr halny w grudniu 2013 roku

Już wiesz

- jaki jest skład i budowa atmosfery ziemskiej;
- jakie są geograficzne przyczyny zróżnicowania temperatury powietrza przy powierzchni Ziemi;
- czym jest siła Coriolisa, która poruszające się swobodnie obiekty na półkuli północnej odchyła od toru ruchu w prawo, a na południowej w lewo.

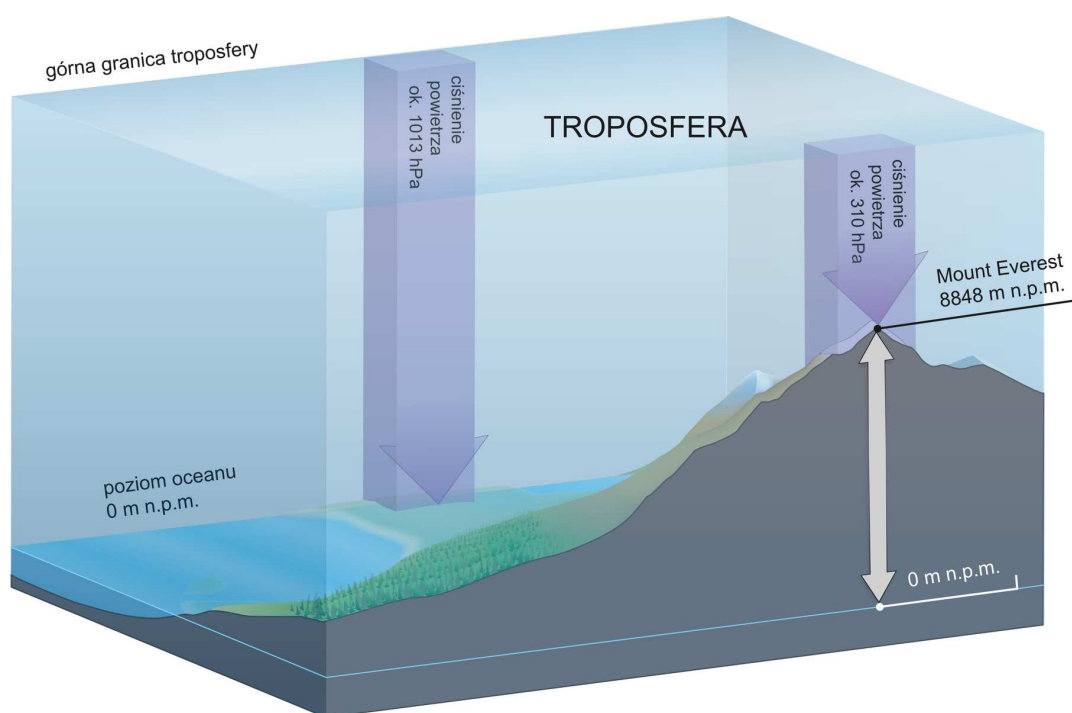
Nauczysz się

- opisywać, czym jest ciśnienie atmosferyczne, i wskazywać przyczyny jego istnienia na Ziemi;
- wyjaśniać zróżnicowanie ciśnienia atmosferycznego w czasie i w przestrzeni;
- odczytywać izobary na mapie;
- wyjaśniać przyczyny i przebieg cyrkulacji powietrza na Ziemi;
- wyjaśniać przyczyny powstawania wiatrów;

- wymieniać rodzaje wiatrów.

1. Czy istnieje związek między ciśnieniem atmosferycznym a wiatrem?

Ciśnienie atmosferyczne to siła, z jaką słup powietrza naciska na określoną jednostkę powierzchni Ziemi. Posługując się logiką, można stwierdzić, że w górach ciśnienie atmosferyczne jest niższe, a na poziomie morza wyższe. I rzeczywiście tak jest.



Wartość ciśnienia atmosferycznego zależy od wysokości nad poziomem morza

Wartość ciśnienia atmosferycznego zmienia się nie tylko w zależności od wysokości nad poziomem morza. W różnych miejscach na globie przy powierzchni Ziemi spotykamy odmienne wartości ciśnienia. W tych lokalizacjach, gdzie ciśnienie jest wyższe niż na terenach je otaczających, mamy do czynienia z **wyżem atmosferycznym (barycznym)**. Natomiast tam, gdzie ciśnienie jest niższe niż na obszarach leżących wokół tego miejsca, mówimy o **niżu atmosferycznym (barycznym)**. Różnica ciśnienia powoduje przemieszczanie się powietrza w kierunku od wyższego do niższego. Poziomy lub zbliżony do poziomego ruch powietrza wynikający z różnicy ciśnień nazywamy **wiatrem**.

Obserwacja 1

Zrozumienie mechanizmu powstawania wiatru.

Co będzie potrzebne

- dętka rowerowa,
- pompka rowerowa.

Instrukcja

1. Za pomocą pompki mocno napompuj dętkę.
2. Otwórz zawór wentyla.
3. Trzymaj rękę blisko wentyla, żeby poczuć podmuch uciekającego powietrza.

Podsumowanie

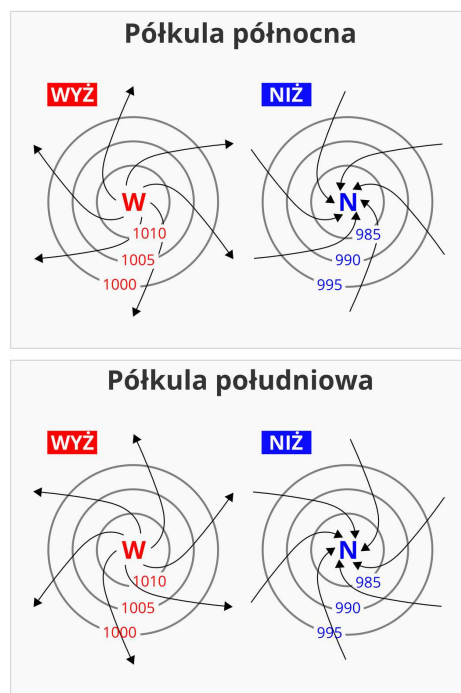
Powietrze energicznie ucieka z dętki przez otwarty wentyl, a podmuch powietrza, który odczuwasz, to wiatr w małej skali. W napompowanej dętce panowało wyższe ciśnienie powietrza niż na zewnątrz. Po otwarciu zaworu wentyla ciśnienie dążyło do wyrównania, dlatego powietrze energicznie przemieściło się z wnętrza dętki na zewnątrz. Po chwili ciśnienia wyrównały się i powietrze z dętki przestało się ulatniać.

Gdyby nie zjawisko nazywane [siłą Coriolisa](#) (patrz: [Ruch obrotowy Ziemi](#), zagadnienie 3. Konsekwencje ruchu obrotowego), wiatry wiałyby promieniście od wyżu barycznego do niżu. Siła Coriolisa powoduje jednak, że wiatr zaczyna skręcać (na półkuli północnej w prawą stronę, a na południowej w lewą) i oddalając się od środka wyżu, wiruje jednocześnie zgodnie z ruchem wskazówek zegara (na półkuli północnej) lub odwrotnie do ruchu wskazówek zegara (na półkuli południowej). Inaczej jest z niżami barycznymi, które

są masami powietrza o ciśnieniu niższym niż otaczające je masy. Wiatr wieje więc do środka niżej, ale pod wpływem siły Coriolisa zaczyna skręcać i wirować w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara (na półkuli północnej) albo zgodnym z tym ruchem (na półkuli południowej).

Układy niżowe i wiatry wiejące spiralnie (na skutek siły Coriolisa) do ich środka nazywamy **cyklonami**, a układy wyżowe z wiatrami wiejącymi spiralnie na zewnątrz – **antycyklonami**.

Dynamikę i ruch ośrodków barycznych można przedstawiać na mapach klimatycznych. W tym celu ciśnienie mierzy się w wielu miejscach, po czym łączy punkty o takiej samej wartości. Powstające w ten sposób linie nazywamy **izobarami**.



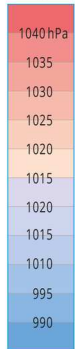
Na półkuli północnej wiatry wieją od wyżu barycznego zgodnie z ruchem wskazówek zegara, a w kierunku niżu przeciwnie do ich ruchu. Natomiast na półkuli południowej wiatry wieją od wyżu barycznego przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, a w kierunku niżu zgodnie z nim

ŚWIAT cyrkulacja powietrza w styczniu

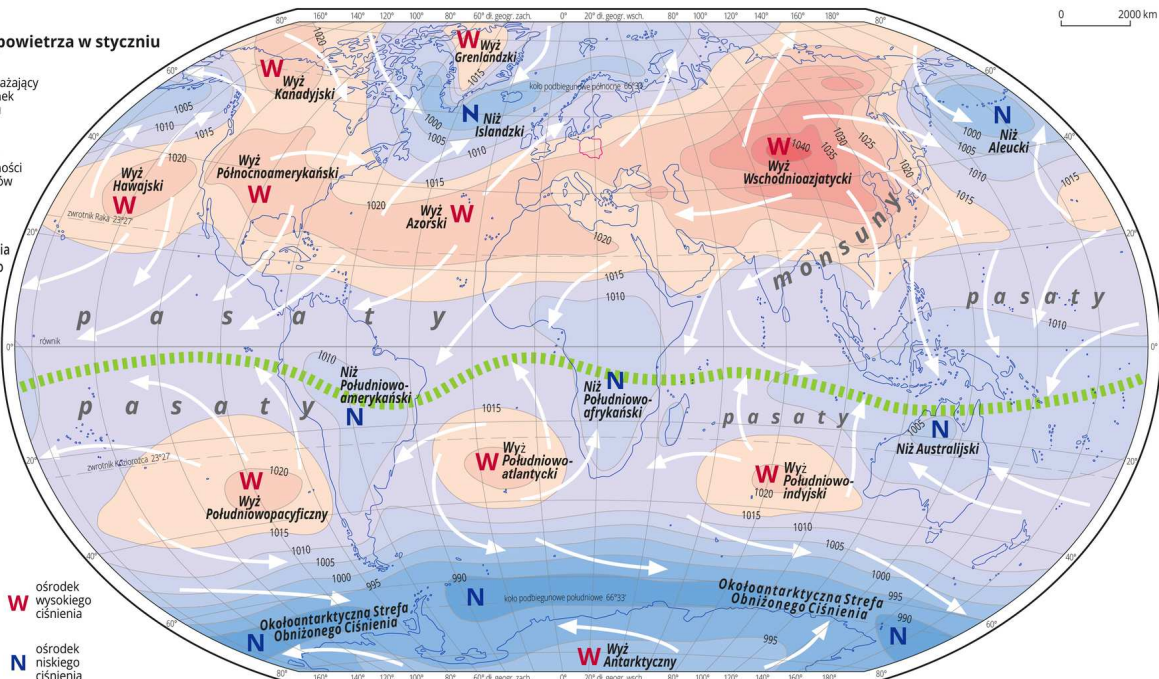
przeważający kierunek wiatru

strefa zbieżności pasatów

Izobary (wartości ciśnienia atmosferycznego zredukowane do poziomu morza)



W ośrodek wysokiego ciśnienia
N ośrodek niskiego ciśnienia



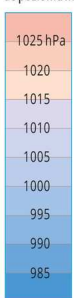
Układ ośrodków ciśnienia atmosferycznego i przeważające kierunki wiatru na Ziemi w styczniu

ŚWIAT cyrkulacja powietrza w lipcu

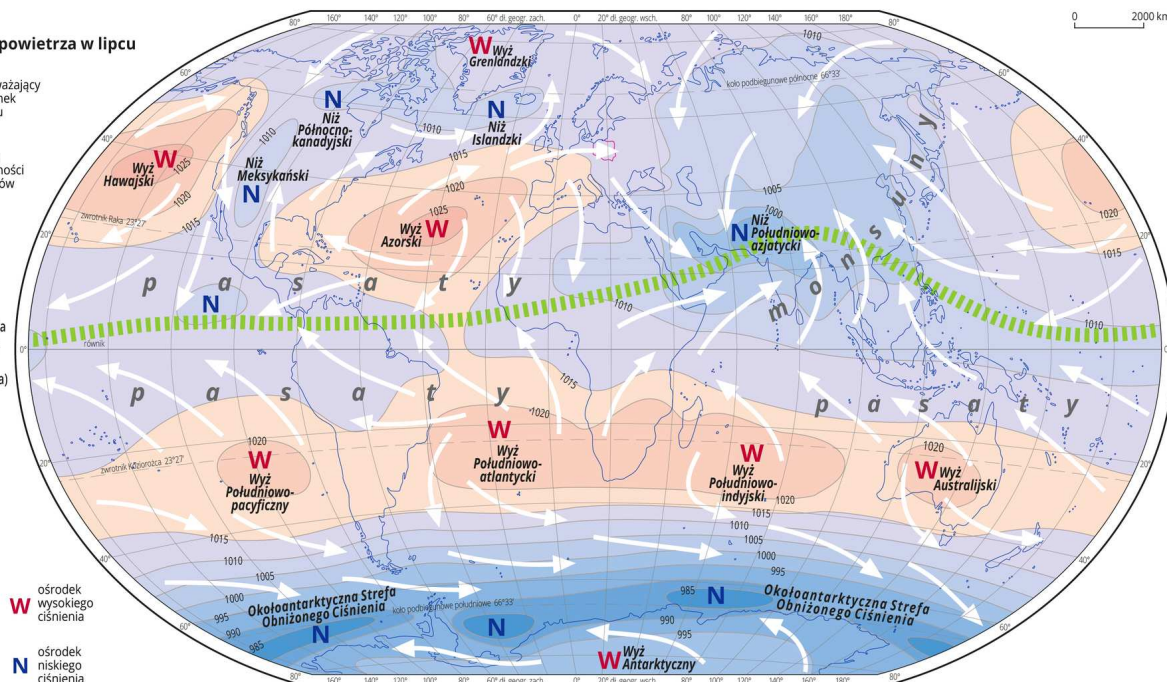
przeważający kierunek wiatru

strefa zbieżności pasatów

Izobary (wartości ciśnienia atmosferycznego zredukowane do poziomu morza)



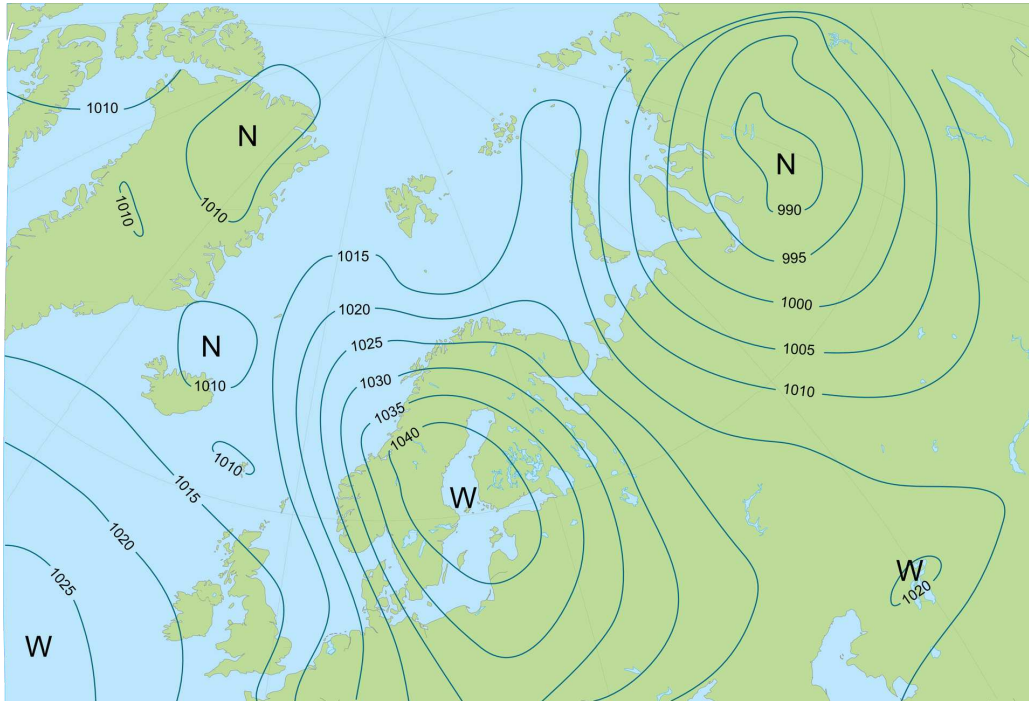
W ośrodek wysokiego ciśnienia
N ośrodek niskiego ciśnienia



Układ ośrodków ciśnienia atmosferycznego i przeważające kierunki wiatru na Ziemi w lipcu

Polecenie 1

Na załączonej mapie klimatycznej znajdź wyż i niż baryczny. Korzystając z izobar, odczytaj wartości ciśnienia atmosferycznego w centralnych rejonach obu ośrodków barycznych.



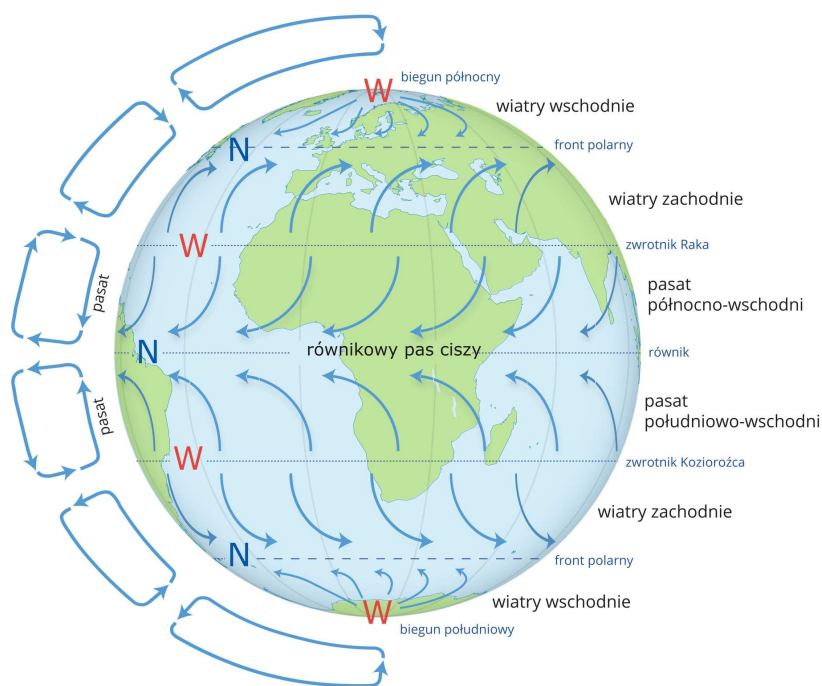
Źródło: Olga Mikos, [www.wetterzentrale.de](https://commons.wikimedia.org) (<https://commons.wikimedia.org>), Hayden120 (<https://commons.wikimedia.org>), NuclearVacuum (<https://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Pionowe lub prawie pionowe ruchy powietrza w atmosferze, które występują w wyniku jego nagrzania przy powierzchni Ziemi, nazywamy **konwekcją termiczną**. Konwekcja to ruchy powietrza wstępujące (ogrzone powietrze unosi się) i zstępujące (oziębione powietrze opada). Pomimo że są to ruchy powietrza, nie nazywamy ich wiatrami.

2. Cyrkulacja powietrza na Ziemi

Zróznicowanie oświetlenia Ziemi przez Słońce powoduje nierównomierne nagrzewanie się pewnych obszarów naszej planety. W wyniku tego zjawiska pojawia się ruch (cyrkulacja) powietrza w skali lokalnej lub globalnej. Opisany poniżej schemat globalnej cyrkulacji powietrza na Ziemi jest właściwie tylko modelem teoretycznym. W rzeczywistości cyrkulacja globalna w dużym stopniu jest zmodyfikowana przez wpływ występujących nierównomierne na kuli ziemskiej lądów i oceanów, znacznych różnic wysokości, prądów oceanicznych oraz zmienności pór roku.

W dniach równonocy najsilniej przez Słońce ogrzewany jest równik. Nagrzane powietrze rozpręża się, przez co staje się lżejsze. Pionowo wznosi się na wysokość kilku, a nawet kilkunastu kilometrów (konwekcja termiczna). Na równiku wytwarza się niż, dominują tu ruchy pionowe ciepłego powietrza, natomiast wiatry przy powierzchni są bardzo słabe, dlatego rejon ten nosi nazwę **równikowego pasa ciszy** (zwanego też międzyzwrotnikową strefą zbieżności). W trakcie wznoszenia powietrze ochładza się, a para wodna ulega skropleniu i spada na ziemię w postaci ulewnego **deszczu zenitalnego**. Pozbawione wilgoci i bardzo zimne masy powietrza rozdzielają się na dwa strumienie, płynąc na wysokości 12-18 km na północ i południe, w kierunku zwrotników. Tam zimne i zagęszczone powietrze staje się na tyle ciężkie, że opada aż do powierzchni Ziemi. Wzrost ciśnienia powoduje, że w trakcie konwekcyjnego zstępowania staje się gorące i jeszcze bardziej suche, co jest powodem braku opadów w strefach okołozwrotnikowych. Na zwrotnikach wytwarza się wyż. Część powietrza wraca nad równik, a część płynie do stref umiarkowanych. Nad biegunami zimne powietrze opada, wytwarzając wysokie ciśnienie atmosferyczne, po czym spływa w kierunku kół podbiegunowych, a nawet do strefy umiarkowanej, gdzie ciągle zmieniają się układy baryczne.



Globalna cyrkulacja atmosfery w dniach równonocy

Polecenie 2

Wyjaśnij powody, dla których w okolicach dni równonocy w pobliżu zwrotników nie występują opady.

Polecenie 3

Wskaż kierunek, jaki najczęściej mają wiatry wiejące w naszych szerokościach geograficznych, czyli w strefie umiarkowanej.

Obserwacja 2

Zrozumienie konwekcyjnych ruchów powietrza w cyrkulacji globalnej.

Instrukcja

1. Zaobserwuj kierunek ruchu skroplonej pary wodnej wydostającej się wraz z rozgrzanym powietrzem z garnka lub czajnika, w którym coś się gotuje.
2. Zaobserwuj kierunek przemieszczenia się iskier wraz z rozgrzanymi gazami nad ogniskiem palonym w bezwietrzny wieczór.
3. Zaobserwuj kierunek ruchu dymu wydostającego się wraz z gazami spalinowymi z komina, gdy w budynku pali się piec lub kocioł centralnego ogrzewania, nie ma silnego wiatru, jest bezchmurnie, a wilgotność jest niewielka.

Podsumowanie

1. Rozgrzane powietrze wraz z parą wodną lub gazami spalinowymi rozpręża się, przez co staje się lżejsze i się unosi.
2. Gorące powietrze jest w stanie unosić kropelki wody nad garnkiem, iskry z ogniska oraz pyły i dymy nad paleniskiem.



W bezwietrzną pogodę przy dużym dopływie promieniowania słonecznego tworzą się bardzo dobre warunki konwekcji powietrza i dym z komina unosi się niemal pionowo

Ciekawostka

Większość dni na równiku wygląda podobnie. Słońce wschodzi ok. 6.00 rano. Przy bezchmurnym niebie powietrze szybko się nagrzewa. Wilgoć z ulewy poprzedniego dnia paruje i robi się duszno. Para wodna unosi się w konwekcyjnych prądach wstępujących, po czym ulega ochłodzeniu i skropleniu, na niebie powstają ogromne chmury burzowe. Po południu następuje krótka, ale gwałtowna ulewa (deszcz zenitalny), zwykle połączona z burzą. Trochę się ochładza. Słońce zachodzi ok. 18.00. Następuje ciepła i duszna noc. Kolejny dzień przebiega zazwyczaj tak samo.

Ciekawostka

W rejonie jeziora Maracaibo w Wenezueli obserwuje się fenomen nazywany „wieczną burzą”. Zjawisko jest efektem takiego, a nie innego ukształtowania terenu – zimny wiatr wieje stale od gór, a ciepły pcha wilgotne powietrze od strony jeziora. Obydwa strumienie powietrza spotykają się właśnie przy ujściu rzeki Catatumbo do jeziora Maracaibo, a burza ma niewyczerpalne „źródło paliwa”. W ciągu jednej minuty można zaobserwować ok. 30-60 błyskawic. Seria wyładowań trwa zwykle po 10 godzin i dochodzi do nich noc w noc, średnio przez 150 dni w roku. Łuna widoczna jest z ogromnej odległości, stąd zjawisko to nazywa się „Latarnią Maracaibo” albo „Światłami nad Catatumbo”. Jednej nocy można zaobserwować tam nawet 20 tys. błyskawic. To tyle, co uderza tygodniowo w słynną aleję burz na Florydzie.



Fenomen „wiecznej burzy”, tzw. „Latarnia Maracaibo” albo „Światła nad Catacumbo” – rejon jeziora Maracaibo w Wenezueli. Jednej nocy można zaobserwować tu nawet 20 tys. błyskawic

Ważne!

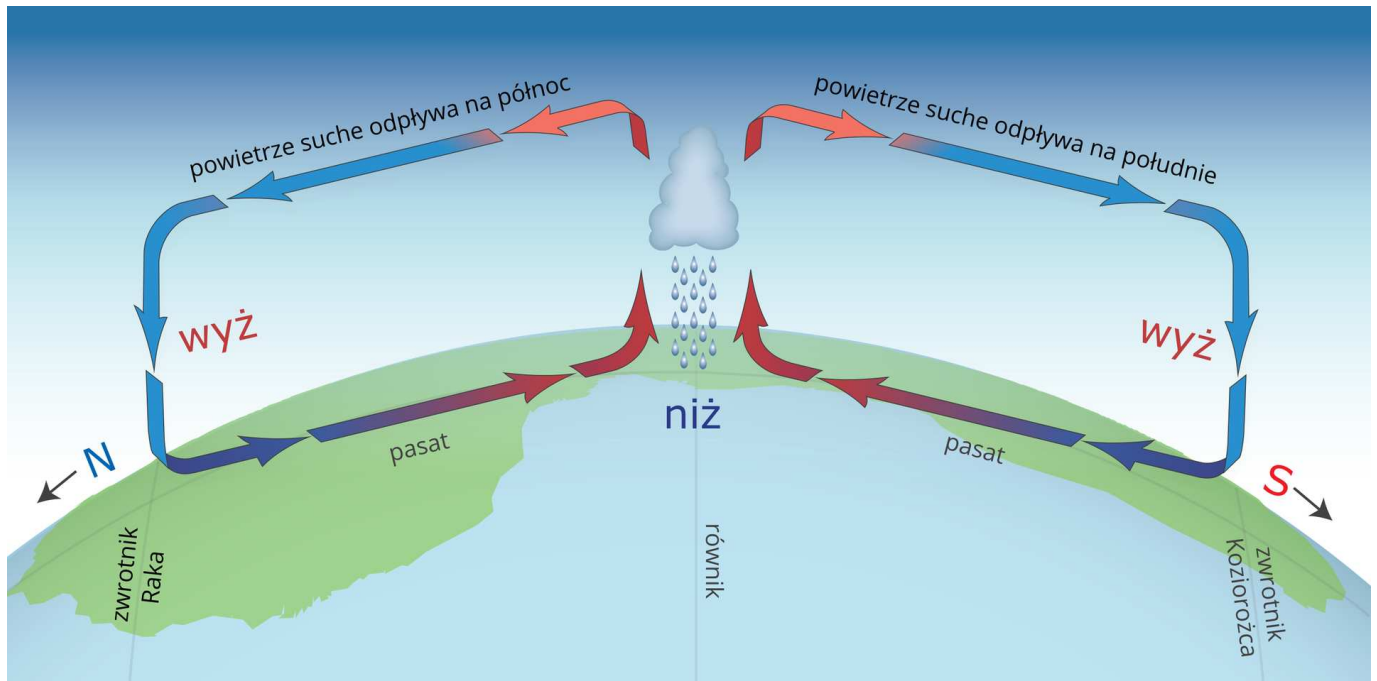
W okresach innych niż równonoc model globalnej cyrkulacji powietrza ulega znaczącym zmianom. Na przykład w czerwcu i lipcu równikowy pas ciszy i niskiego ciśnienia przesuwa się na północ od równika, a miejscami aż w pobliże zwrotnika Raka. Słońce góruje tam wówczas w zenicie i możliwe są opady deszczu (choć są to zasadniczo suche, a nawet pustynne obszary zwrotnikowe). [Pasaty](#) północno-wschodnie przemieszczają się na północ od zwrotnika Raka, a południowo-wschodnie na północ od równika, przez co zmienia się kurs działania siły Coriolisa, a tym samym kierunek wiatrów. Częściowe zmiany cyrkulacji obejmują całą niemal Ziemię.

3. Wiatry stałe. Wiatry okresowo zmienne

Różnice ciśnienia atmosferycznego i wysokości terenu występują na Ziemi bardzo powszechnie. Wszędzie też pojawiają się wiatry. Mogą mieć charakter stały, okresowo zmienny lub lokalny. **Wiatry stałe** to te, które wynikają z globalnej cyrkulacji powietrza. [Pasaty](#) – stałe wiatry w strefie międzyzwrotnikowej, wiejące od wyżów zwrotnikowych ku równikowej strefie ciszy z odchyleniem spowodowanym ruchem obrotowym Ziemi. Pod wpływem siły Coriolisa wieją na półkuli północnej z kierunku północno-wschodniego, a na południowej z południowo-wschodniego. [Antypasaty](#) – wiatry wiejące od równika do zwrotników, ale na wysokości kilku lub kilkunastu kilometrów. Pod wpływem siły Coriolisa na półkuli północnej wieją z kierunku południowo-zachodniego, a na południowej

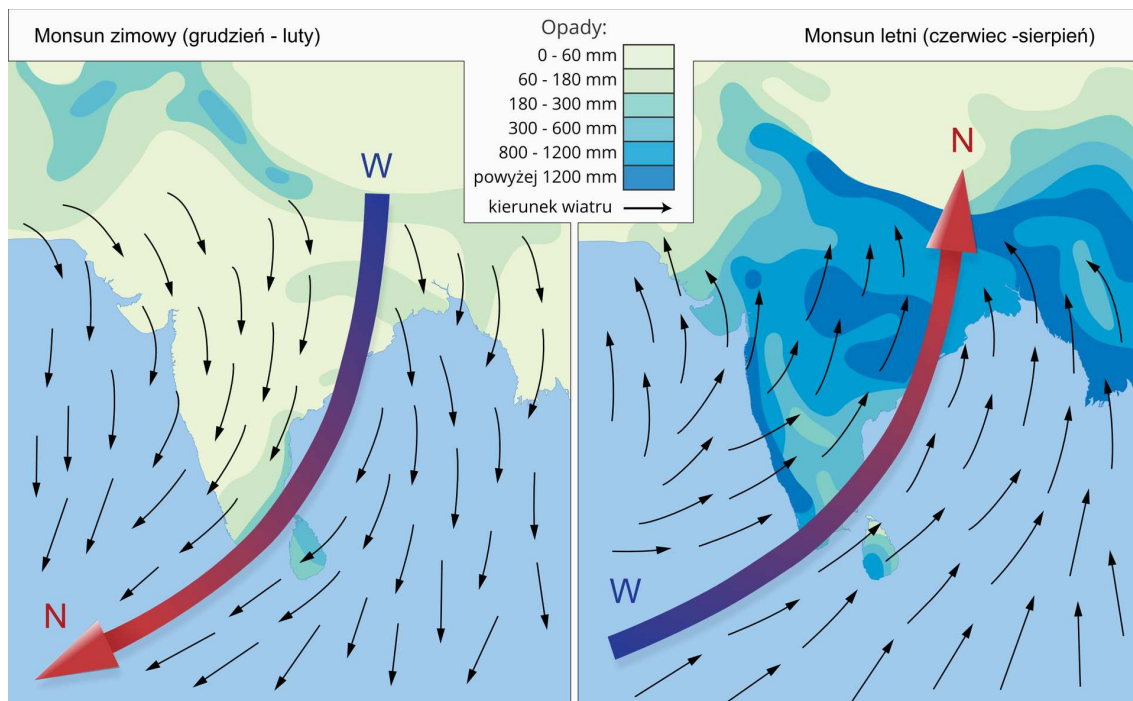
z północno-zachodniego. Należy dodać, że według najnowszych opisów ogólnej cyrkulacji atmosfery nie stosuje się już terminu „antypasaty” na rozprzyskające się powietrze znad równika ku wyższym szerokościom geograficznym.

Stałe są także wiatry zachodnie – wiejące od zwrotników w kierunku kół podbiegunowych na obu półkulach i wiatry wschodnie wiejące od obu biegunów do kół podbiegunowych.



Cyrkulacja pasatowa

Wiatrem okresowo zmiennym jest **monsun**. Jego powstanie wynika głównie ze zmian pór roku i towarzyszących im różnicom w intensywności nagrzewania powierzchni lądów i oceanów. Latem wielkie kontynenty (szczególnie Azja) nagrzewają się znacznie silniej niż sąsiednie oceany (zwłaszcza Ocean Indyjski i Spokojny). Nad lądem jest dużo cieplej, powietrze się wznosi i wytwarza potężny niż baryczny, natomiast nad chłodniejszym oceanem powstaje wyż baryczny. Wiatr o nazwie **monsun letni** wieje od oceanu i przynosi opady. Zimą to ląd jest zimniejszy, bo szybciej traci ciepło niż oceany, więc suchy monsun zimowy wieje znad lądu w kierunku oceanu.



Wiejący w Azji Południowej i Południowo-Wschodniej monsun letni przynosi znad oceanu potężne opady, natomiast monsun zimowy powoduje napływ suchego i chłodnego powietrza z wnętrza kontynentu

Polecenie 4

Ustal, w jakim kierunku wieją pasaty na półkuli północnej w czerwcu, gdy Słońce góruje w pobliżu zwrotnika Raka.

4. Wiatry lokalne

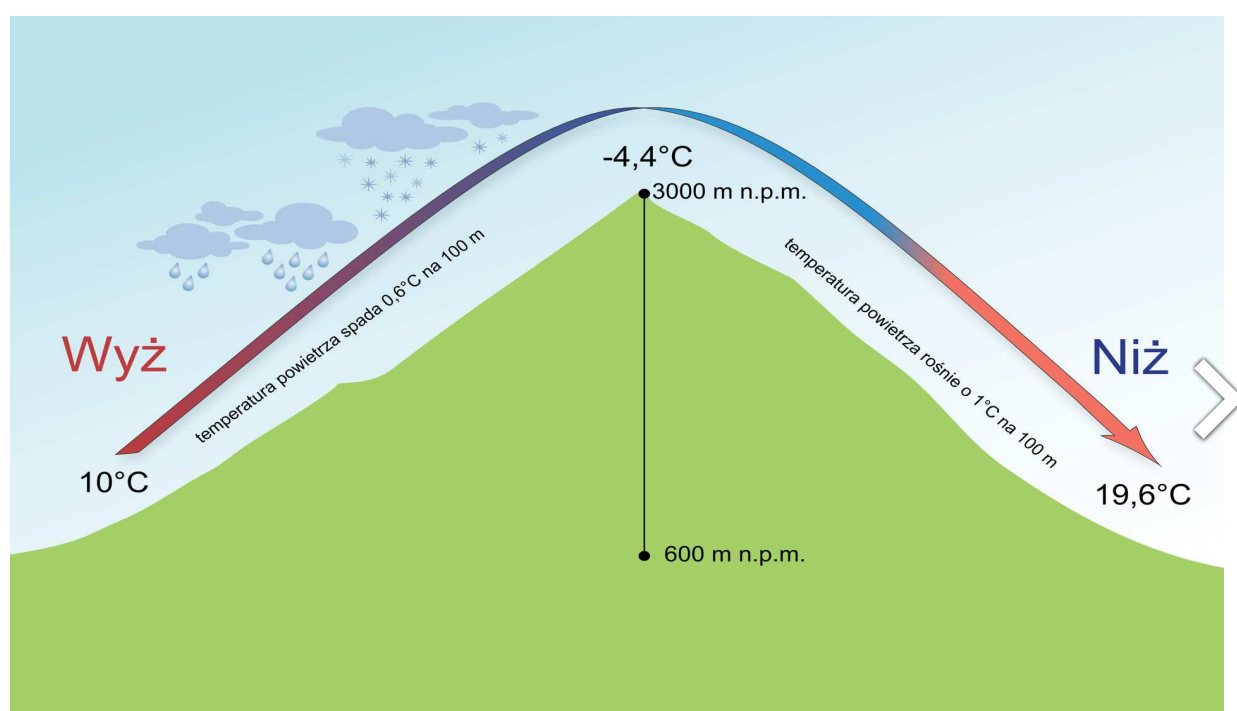
Geografowie wyróżniają dziesiątki **wiatrów lokalnych**. Typowym przykładem jest **bryza**, czyli wiatr wiejący na brzegach każdego morza, a nawet większych jezior. Bryza dzienna (morska) wieje od chłodniejszego morza (gdzie nad wodą wytwarza się lokalnie wyższe ciśnienie) w kierunku cieplejszego lądu (gdzie ciśnienie atmosferyczne jest niższe). Bryza nocna (lądowa) powstaje, gdy ląd nocą szybciej traci ciepło niż woda (ciśnienie atmosferyczne jest wyższe nad lądem niż nad wodą). Wieje więc od wychłodzonego lądu ku cieplejszemu wówczas morzu. Zasięg tego wiatru to przeważnie kilka kilometrów.

Bryza nocna (lądowa) wieje od lądu



Innym przykładem wiatrów lokalnych jest **fen**. Wiatr ten w Polsce nosi nazwę **halny**. Jednak w górach całego świata nadaje mu się różne określenia. Powstaje, gdy po dwóch stronach wysokich gór pojawia się różnica ciśnienia atmosferycznego. Masy powietrza wznoszą się i jednocześnie ochładzają o $0,6^{\circ}\text{C}$ na każde 100 m. Para wodna skrapla się i spada w postaci deszczu lub śniegu. Zimne powietrze przekracza góry i zaczyna opadać po przeciwnej stronie, ale ponieważ jest już suche, to ogrzewa się aż o 1°C na każde 100 m, więc staje się cieplejsze niż na tej samej wysokości po drugiej stronie gór. Wiatry fenowe są bardzo gwałtowne i porywiste, a gdy występują zimą, to potrafią szybko stopić nawet grubą pokrywę śniegu.

Wiatry lokalne o różnych nazwach powstają także na granicy rozległych płaskowyżów, w szerokich dolinach, w okolicach lodowców i lądolodów oraz na granicy pustyni.



Fen powstaje na skutek znacznych różnic ciśnienia atmosferycznego pomiędzy jedną a drugą stroną grzbietu górskiego

Uwaga!

Wiatry halne (fenowe) są często bardzo gwałtowne i powodują poważne zniszczenia. Zrywają dachy domów albo przewracają ogromne połacie lasu, tworząc wiatrołomy.

Ciekawostka

Wiatr halny (albo fen) wywołuje znaczne pogorszenie samopoczucia u ludzi. Stają się podenerwowani, agresywni. Odnotowano, że w czasie, gdy wieje halny, wzrasta liczba samobójstw.

Podsumowanie

- Ciśnienie atmosferyczne zmienia się wraz z wysokością nad poziomem morza.
- Wiatr to poziomy ruch powietrza od wyżu do niżu barycznego.
- Siła Coriolisa zmienia kierunek wiatrów wiejących na Ziemi. Na półkuli północnej wiatry od środka wyżu barycznego wieją zgodnie z ruchem wskazówek zegara, a na półkuli południowej przeciwnie do tego ruchu. Natomiast wiatry wiejące do wnętrza niżu barycznego na półkuli północnej wieją przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, a na półkuli południowej zgodnie z nim.
- Różnice w oświetleniu Ziemi przez Słońce powodują powstanie globalnej cyrkulacji powietrza.
- Wszędzie na Ziemi wieją wiatry. Zmieniają się w skali roku, dnia albo mają charakter lokalny.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Napisz, który z wymienionych poniżej wiatrów występuje najbliżej miejscowości, w której mieszkasz:

- pasat,
- bryza,
- monsun,
- halny.

Wyjaśnij warunki jego powstania.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [antycyklon](#)
 - [antypasaty](#)
 - [bryza](#)
 - [deszcz zenitalny](#)

- ciśnienie atmosferyczne
- cyklon
- fen
- halny
- izobara
- konwekcja termiczna
- monsun
- niż atmosferyczny (baryczny)
- pasaty
- równikowa strefa ciszy
- siła Coriolisa
- troposfera
- wiatr
- wyż atmosferyczny (baryczny)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - Strefy oświetlenia Ziemi
 - Przyczyny zróżnicowania temperatury powietrza w różnych częściach świata
 - Opady i osady atmosferyczne
 - Czynniki klimatotwórcze
 - Strefy klimatyczne świata

Słowniczek

antycyklon

układ wiatrów w obrębie wyżu barycznego (więcej po liniach spiralnych od środka na zewnątrz wyżu); na półkuli północnej mają kierunek zgodny z ruchem wskazówek zegara, a na południowej przeciwny do tego ruchu

antypasaty

wiatry wiejące od równika do zwrotników na wysokości kilku lub kilkunastu kilometrów; pod wpływem siły Coriolisa wieją na półkuli północnej z kierunku SW, a na południowej z NW

bryza

wiatr wiejący na granicy obszaru lądowego i dużego zbiornika wody; zmiany kierunku wiatru występują w rytmie dobowym i wywołane są różnicami w tempie nagrzewania się

tych obszarów; bryza dzienna wieje od strony zbiornika wodnego, a nocna od strony lądu

ciśnienie atmosferyczne

siła, z jaką słup powietrza naciska na określoną jednostkę powierzchni Ziemi

cyklon

układ wiatrów w obrębie niżu barycznego (wieją po liniach spiralnych od zewnątrz do środka niżu); na półkuli północnej mają kierunek przeciwny do ruchu wskazówek zegara, na południowej zgodny z ruchem wskazówek zegara

deszcz zenitalny

intensywny opad atmosferyczny będący wynikiem konwekcji termicznej powstałej po górowaniu Słońca w strefie okołorównikowej

fen

ciepły i suchy wiatr wiejący z gór w doliny; powstaje w wyniku różnicy ciśnienia po dwóch stronach grzbietu górskiego; wznoszące powietrze po dowietrznej stronie gór ochładza się wraz z wysokością, następuje kondensacja pary wodnej i opad deszczu lub śniegu; po zawietrznej stronie następuje ogrzewanie i osuszanie spadającego powietrza; w Tatrach ten wiatr nosi nazwę [halny](#)

halny

lokalna nazwa wiatru fenowego w Tatrach

izobara

izolinia łącząca na mapie klimatycznej punkty o takiej samej wartości ciśnienia atmosferycznego; izobary mogą łączyć także punkty o takiej samej średniej wartości ciśnienia

konwekcja termiczna

pionowe lub prawie pionowe ruchy powietrza wynikające z różnicy temperatury i ciśnienia

monsun

wiatr o zmieniającym się okresowo kierunku zależnym od pory roku; w lecie wieje od strony chłodniejszego oceanu, gdzie panuje wysokie ciśnienie, w stronę nagrzanego kontynentu, gdzie występuje niż; w zimie wieje od strony wychłodzonego kontynentu w stronę cieplejszego oceanu

niż atmosferyczny (baryczny)

jeden z układów barycznych, w którego środku ciśnienie powietrza jest najniższe

pasaty

wiatry wiejące od zwrotników do równika; pod wpływem siły Coriolisa na półkuli północnej wieją z kierunku NE, a na półkuli południowej z kierunku SE

równikowa strefa ciszy

bezwietrzna (lub z bardzo słabymi wiatrami) strefa leżąca w pobliżu równika, w obszarze niskiego ciśnienia, pomiędzy pasatami półkuli północnej i południowej; w strefie tej panuje silna [konwekcja termiczna](#)

wiatr

poziomy ruch powietrza wywołany przez różnicę ciśnień; wieje od [wyżu](#) do [niżu barycznego](#)

wyż atmosferyczny (baryczny)

jeden z układów barycznych, w którego środku ciśnienie powietrza jest najwyższe

Zadania

Ćwiczenie 1

Oceń prawdziwość zamieszczonych poniżej stwierdzeń.

	Prawda	Fałsz
Wiatry wieją spiralnie do środka wyżu.	☐	☐
Wiatry wieją spiralnie od środka wyżu.	☐	☐
Wiatry wieją spiralnie do środka niżu.	☐	☐
Wiatry wieją spiralnie ze środka niżu.	☐	☐

Ćwiczenie 2

Połącz nazwy układów barycznych z opisem ich ruchu.

Wiruje do środka niżej przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

cyklon na półkuli południowej

Wiruje od środka wyżej zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

antycyklon na półkuli północnej

Wiruje do środka niżej zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

antycyklon na półkuli południowej

Wiruje od środka wyżej przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

cyklon na półkuli północnej

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Izobara to

☐ linia spadku ciśnienia atmosferycznego.

☐ obszar o takim samym ciśnieniu atmosferycznym.

☐ wyż baryczny.

☐ linia łącząca punkty o takiej samej temperaturze powietrza.

☐ linia łącząca punkty o takim samym ciśnieniu atmosferycznym.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

W dniach równonocy najsilniej przez Słońce ogrzewany jest . Nagrzane powietrze i staje się lżejsze. Na równiku powstaje baryczny. Konwekcyjnie wznoszone powietrze się, a para wodna ulega skropleniu i spada w postaci ulewnego deszczu zenitalnego.

wiruje równoleżnik wiatr nagrzewa kurczy się natlenia spręża niż
biegun północny równik wyż rozpręża się opada konwekcyjnie
zwrotnik Raka ochładza mróz

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wskaż konsekwencje opadania na zwrotniki gorącego i suchego powietrza.

☐ brak opadów

☐ ulewne opady

☐ wysokie ciśnienie

☐ niskie ciśnienie

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Latem wielkie obszary nagrzewają się znacznie silniej niż morza i oceany. Nad lądem jest znacznie cieplej i powietrze się . Nad chłodniejszym oceanem powstaje baryczny. Wiatr o nazwie letni wieje od oceanu w kierunku lądu i przynosi obfite opady.

okołobiegunowe układ skrapla wznosi spręża lodowe niż bryza
lądowe jezior wyż ochładza monsun gradient pasat fen

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Uzupełnij puste miejsca.

Bryza to wiatr wiejący na granicy morza i . Bryza dzienna wieje od morza w kierunku cieplejszego lądu. Bryza nocna wieje od lądu, który nocą szybciej traci ciepło niż woda, w kierunku cieplejszego morza. Zasięg tego wiatru to przeważnie kilka .

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Halny to gwałtowny, porywisty, ciepły i suchy wiatr wiejący

- ☐ z hal lodowcowych.
- ☐ z gór w doliny.
- ☐ znad oceanu na kontynent.
- ☐ z dolin w góry.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Opady i osady atmosferyczne

Na biegunie południowym roczna suma opadów mierzona na stacji polarnej Amundsen-Scott wynosi ok. 2 mm i jest to wyłącznie śnieg. Nawet w Polsce, która ma często łagodne zimy, pada go znacznie więcej. Na pustyni Sahara łączna suma opadów jest większa niż na biegunie. Jak to możliwe?



Wodospad Nohkalikai w pobliżu Czerapuńdźi, miasta o największej na świecie średniej rocznej sumie opadów atmosferycznych, znajdującego się w północnych Indiach w dorzeczu Brahmaputry

Już wiesz

- że jednym ze składników atmosfery jest para wodna;
- że warunki panujące w troposferze w znacznym stopniu zależą od szerokości geograficznej i pory roku;
- jaki jest globalny rozkład temperatury powietrza i ciśnienia atmosferycznego.

Nauczysz się

- określać czynniki geograficzne wpływające na wilgotność powietrza;
- określać warunki konieczne do powstawania opadów atmosferycznych;
- rozróżniać podstawowe rodzaje opadów;
- określać warunki konieczne do wytworzenia się osadów atmosferycznych;
- wyjaśniać, w jaki sposób czynniki geograficzne wpływają na zróżnicowane sumy opadów w różnych miejscach kuli ziemskiej.

1. Opady i osady atmosferyczne na Ziemi

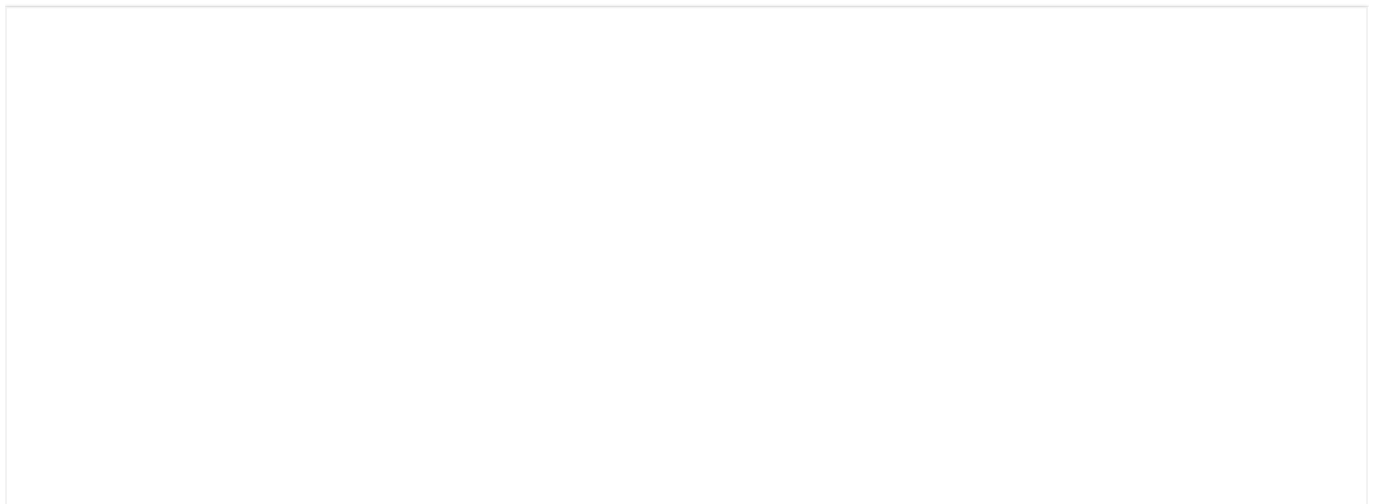
Powietrze atmosferyczne w najniższych przypowierzchniowych warstwach zawiera przeważnie pewne ilości pary wodnej. Jej zawartość w powietrzu nazywamy **wilgotnością**. Jeśli jest ona wyrażona w g/m^3 , czyli przedstawia masę pary wodnej w 1 m^3 powietrza, to mówimy o **wilgotności bezwzględnej**. Wilgotność jest bardzo zmienna i zależna od temperatury. Im powietrze jest cieplejsze, tym więcej pary wodnej może się w nim pomieścić. W związku z tym wprowadzono pojęcie **wilgotności względnej** podawanej w procentach:

- wilgotność względna 0% oznacza powietrze całkowicie suche;
- wilgotność względna 100% oznacza, że w danej temperaturze nie może się w powietrzu zmieścić więcej pary wodnej.

Jeśli przy stuprocentowej wilgotności względnej temperatura powietrza wzrośnie, to może ono przyjąć kolejną porcję pary wodnej. Gdyby temperatura powietrza spadła, to część pary wodnej musiałaby ulec **kondensacji**, czyli przejściu ze stanu gazowego w ciekły lub stały. Powstałe w ten sposób kropelki wody lub kryształki lodu mogą pojawić się w atmosferze pod postacią **chmur** albo **mgieł**.

Opady atmosferyczne są produktami kondensacji pary wodnej spadającymi z chmur na powierzchnię Ziemi. Mogą występować w postaci ciekłej lub stałej. Do opadów zalicza się: **deszcz**, **mżawkę**, **śnieg**, **krupy śnieżne** oraz **grad**. Mierzymy je w milimetrach „słupa” wody, która spada na powierzchnię; **1 mm opadów to 1 litr przypadający na 1 m² podłoża**.

Osady atmosferyczne to także produkty kondensacji pary wodnej, ale pojawiające się na wychłodzonych powierzchniach podłoża. Powstają w wyniku wytrącenia się wody i lodu z pary wodnej lub zamarzania opadu atmosferycznego. Do osadów zalicza się: **rosę**, **gołoledź**, **szron** i **szadź**.





Krupy śnieżne (białe, porowate i kruche bryłki wielkości 1-5 mm)

Polecenie 1

Opisz warunki (zwłaszcza temperaturę powietrza), w jakich występują opady: deszczu, śniegu oraz gradu.

Ciekawostka

Podobno nie ma dwóch identycznych płatków śniegu. Z matematycznego i fizycznego punktu widzenia nie istnieją we Wszechświecie dwa płatki identyczne na poziomie molekularnym.

Kryształki lodu tworzące śnieg są praktycznie неповtarzalne. Przybierają najrozmaitsze kształty: proste słupki, tabliczki, gwiazdki oraz struktury bardziej złożone



Ciekawostka

Szron i szadź powstają w odmienny sposób: szron – na skutek [resublimacji](#) pary wodnej na powierzchni zimnych przedmiotów, a szadź – z kropelek mgły przymarzających do przedmiotów na powierzchni ziemi. Szadź zwykle osadza się tylko z tej strony, z której napływała mgła.

Ważne!

Temperatura ma zasadniczy wpływ na maksymalną zawartość pary wodnej w powietrzu. W temperaturze 30°C w 1 m³ może zmieścić się 30 g pary wodnej, w temperaturze 0°C mniej niż 5 g, a w -30°C już tylko 0,5 g. Właściwość ta oddziałuje na warunki powstawania opadów i osadów atmosferycznych.

Uwaga!

Jeśli deszcz pada na obszar, gdzie wcześniej wystąpiła ujemna temperatura powietrza i powierzchnia ziemi oraz wszelkie przedmioty znajdujące się na niej mają temperaturę wyraźnie poniżej 0°C, to istnieje ryzyko wystąpienia gołoledzi. Pod ciężarem powstającej w ten sposób skorupy lodu łamią się drzewa, zrywają linie energetyczne i trakcje kolejowe. Powierzchnia dróg pokrywa się śliską warstwą niebezpieczną dla kierowców.



Skutki gołoledzi: połamane drzewa, przerwana linia elektryczna, zniszczone samochody. Toronto, grudzień, 2013 rok

2. Jakie czynniki wpływają na wielkość opadów?

Przestrzenne zróżnicowanie wilgotności bezwzględnej na Ziemi jest zależne od wielu czynników geograficznych. Wilgotność bezwzględna zmniejsza się wraz ze wzrostem szerokości geograficznej, co wynika z niższej temperatury powietrza. Podobna jest przyczyna spadku wilgotności wraz z wysokością. Bardzo niska wilgotność panuje w okolicy zwrotników. Wiąże się to z ogólną cyrkulacją atmosfery. Ponadto wilgotność powietrza maleje wraz z oddalaniem się od dużych zbiorników wodnych. Od wilgotności powietrza w sposób wprost proporcjonalny zależy wielkość opadów atmosferycznych na danym

obszarze. Są jednak także inne ważne czynniki wpływające na zróżnicowanie opadów na Ziemi.

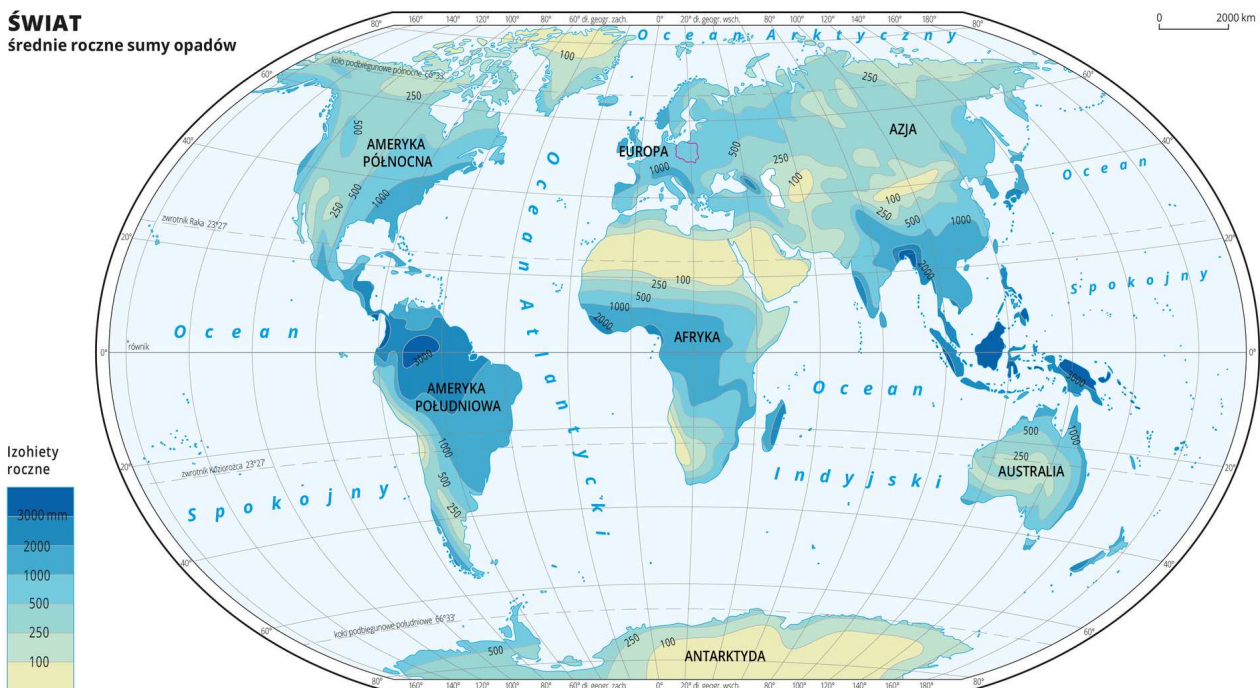
Ważne!

Czynniki wpływające na wielkość opadów na Ziemi:

- ciśnienie atmosferyczne i związane z nim krążenie powietrza – większe opady są związane z układami niskiego ciśnienia;
- odległość od zbiorników wodnych – opady maleją w miarę oddalania się od morza;
- wysokość nad poziomem morza – im wyżej tym większe opady – zależność ta występuje jednak tylko do pewnej wysokości, potem opady zaczynają się zmniejszać (zjawisko inwersji opadowej);
- ukształtowanie powierzchni – stoki dowietrzne otrzymują z reguły większe opady niż zawietrzne, małe opady występują w kotlinach śródgórskich (cień opadowy);
- prądy morskie – wybrzeża, wzdłuż których płyną ciepłe prądy morskie, cechują się dużymi opadami, a te, wzdłuż których płyną zimne prądy morskie, są bardzo suche.

W rezultacie najwyższe opady występują w strefie równikowej, w Azji Południowo-Wschodniej i na południowych stokach Himalajów. Najmniej opadów notuje się na zwrotnikach, w strefach okołobiegunowych i we wnętrzu kontynentów, np. w centralnej Azji.

ŚWIAT
średnie roczne sumy opadów



Mapa rozkładu rocznych sum opadów atmosferycznych na Ziemi

Polecenie 2

Odczytaj z mapy wielkość rocznej sumy opadów w pobliżu równika i na obszarach lądowych w okolicach zwrotników na kontynencie afrykańskim. Odczytaj także, jaka jest roczna suma opadów w Europie Środkowej. Wyjaśnij przyczyny takiego zróżnicowania.

Ciekawostka

Największe roczne sumy opadów notuje się na południowych stokach Himalajów. Gorące i wilgotne powietrze znad Oceanu Indyjskiego, trafiając na najwyższe pasmo górskie kuli ziemskiej usytuowane poprzecznie do ruchu mas powietrza, wznosi się i ochładza, a para wodna podlega kondensacji, po czym zamienia się w nienotowane nigdzie indziej opady. Średni opad z wielu lat osiąga tam miejscami niemal 12 tys. mm (czyli 12 tysięcy litrów na metr kwadratowy!), a rekordowo spadło w ciągu roku ponad 26 tys. mm (Czerapuńdźi, 01 VIII 1860 – 31 VII 1861). Równie wysokie opady rejestrowane są w leżącym w tym samym stanie Mawsynram.



Wodospad Nohkalikai w pobliżu Czerapuńdźi, miasta o największej na świecie średniej rocznej sumie opadów atmosferycznych, znajdującego się w północnych Indiach w dorzeczu Brahmaputry

Ciekawostka

Najniższe roczne sumy opadów notuje się na pustyni Atakama w Chile. Omawiany obszar charakteryzuje bardzo mała ilość opadów, poniżej 50 mm rocznie, a w wielu rejonach poniżej 10 mm, a nawet poniżej 1 mm (rejon miasta Arica). Centralna część Atakamy jest nazywana pustynią absolutną, ponieważ od czasu prowadzenia pomiarów nigdy nie odnotowano tu opadów.



Pustynia Atakama zaliczana do najbardziej suchych miejsc kuli ziemskiej

Ciekawostka

Rolki śnieżne to rzadko spotykany, naturalny fenomen pogodowy. Nagromadzony śnieg formowany jest przez wiatr w regularnej walce. Proces trwa niezbyt długo i rozpoczyna się od toczenia przez wiatr wałeczków mokrego śniegu. Wałeczki turlają się po powierzchni i oblepiają się śniegiem, formując się w rolki lub bele o średnicy nawet kilku metrów. Śnieg w środku rolki jest na tyle luźno ułożony, że wiatr wydmuchuje go z tej części. Ostatecznie całość przypomina grubościenną rurę lub cylinder.



Rolki śnieżne – styczeń 2014 rok – hrabstwo Clarion w stanie Pensylwania (USA)

Ciekawostka

Wirujące dyski lodowe to naturalny fenomen pogodowy polegający na formowaniu się kry o kształcie dysku albo placka w obecności wirów wodnych. Fragment kry uwięziony w obszarze działania wiru wodnego bardzo wolno obraca się wokół własnej osi.

Sąsiadujące z nim kawałki lodu lub inne przeszkody wodne skrawają jego brzegi, aż w końcu osiąga on idealnie kolisty zarys. Zjawisko to trwa bardzo długo. Zachodzi przy temperaturze -10°C , ale płynąca rzeka nie może być całkowicie zamarznięta. Największe z dysków lodowych miały średnicę 15 m.

[Film dostępny na portalu epodreczniki.pl](#)

Wirujący dysk lodowy tworzący się na rzece

Film animowany. Zima. W tle góry. Rzeka płynie w kierunku obserwatora. W głębi jest wąska, bliżej szeroka, częściowo zamarznięta. Na środku rzeki w miejscu gdzie nie jest skuta lodem wiruje biały dysk.

Ciekawostka

Kule lodowe to osobliwy, naturalny fenomen pogodowy polegający na formowaniu się idealnych kul lodowych na brzegach jezior oraz mórz. Tworzą się one wówczas, gdy gruba przybrzeżna kora pęka na drobniejsze kawałki, a te, ocierając się o siebie, przybierają kulisty kształt. Pomagają w tym fale przyboju. Zjawisko zachodzi w ujemnych temperaturach. Największe z kul miały średnicę piłki do koszykówki.

[Film dostępny na portalu epodreczniki.pl](#)

Kule lodowe o wadze 20-23 kg tworzące się u brzegów jeziora Michigan – USA (styczeń, 2014 rok)

Film przedstawia kule lodowe ułożone wzdłuż brzegu jeziora. Na pierwszym planie zmrożony śnieg. W głębi spienione fale wody uderzają o brzeg. Spienione fale jeziora. Pas śniegu i kule lodowe leżące wzdłuż brzegu jeziora. Zbliżenie na kule lodowe. Kule unoszą się na powierzchni wody. Fale uderzają o śnieżny zmrożony brzeg. W wodzie znajdują się zmrożone kule różnej wielkości. Spienione fale wyrzucają lodowe kule na brzeg jeziora.

Podsumowanie

- Wilgotność powietrza może zmieniać się w bardzo szerokich granicach w zależności od warunków geograficznych.
- W wyniku kondensacji i resublimacji pary wodnej mogą powstawać chmury lub mgły oraz opady i osady atmosferyczne.
- Podstawowe rodzaje opadów to: deszcz, mżawka, śnieg, krupy śnieżne oraz grad.
- Podstawowe rodzaje osadów atmosferycznych to: rosa, szron, szadź i gołoledź.

- Czynniki geograficzne mają wpływ na bardzo duże zróżnicowanie sumy opadów w różnych miejscach kuli ziemskiej.

Praca domowa

Polecenie 3.1

Wyjaśnij, dlaczego w Azji Południowo-Wschodniej występują bardzo wysokie opady, pomimo że obszar ten leży w strefie zwrotnikowej, w której notuje się deficyt opadów.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [chmura](#)
 - [deszcz](#)
 - [gołoledź](#)
 - [grad](#)
 - [krupy śnieżne](#)
 - [kondensacja](#)
 - [mgła](#)
 - [mżawka](#)
 - [resublimacja](#)
 - [rosa](#)
 - [szadź](#)
 - [szron](#)
 - [śnieg](#)
 - [wilgotność bezwzględna](#)
 - [wilgotność względna](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Przyczyny zróżnicowania temperatury powietrza w różnych częściach świata](#)
 - [Jak powstaje wiatr?](#)
 - [Czynniki klimatotwórcze](#)
 - [Strefy klimatyczne świata](#)

Słowniczek

chmura

skupisko mikroskopijnej wielkości kropli wody lub kryształków lodu unoszących się w powietrzu

deszcz

opad atmosferyczny dosięgający powierzchni Ziemi w postaci kropli wody o średnicy większej niż 0,5 mm

gołoledź

osad atmosferyczny w postaci gładkiej, przezroczystej warstwy lodu pokrywającej podłoże; powstaje, gdy deszcz opada na podłoże o temperaturze niższej od zera

grad

opad atmosferyczny w postaci bryłek lodu o kulistym kształcie, najczęściej o średnicy od 5 mm do 5 cm; opad gradu następuje zwykle w ciepłej porze roku z mocno rozbudowanych chmur burzowych

kondensacja

przechodzenie substancji ze stanu gazowego w stan ciekły lub stały

krupy śnieżne

opad atmosferyczny w postaci kulistych lub stożkowatych, nieprzezroczystych, porowatych ziarenek lodowych o średnicy 1-5 mm; są kruche i łatwo ulegają rozpadowi

mgła

zawiesina bardzo małych (o średnicy poniżej 0,05 mm) kropelek wody (a przy bardzo niskich temperaturach – kryształów lodu) w przyziemnej warstwie powietrza, ograniczająca widoczność

mżawka

opad atmosferyczny dosięgający powierzchni Ziemi w postaci kropli wody o średnicy mniejszej niż 0,5 mm

resublimacja

bezpośrednie przechodzenie substancji ze stanu gazowego w stały z pominięciem stanu ciekłego

rosa

osad atmosferyczny w postaci kropli wody powstających na powierzchni przedmiotów w wyniku skraplania się pary wodnej zawartej w powietrzu

szadź

osad atmosferyczny lodu powstający na skutek zamarzania małych, przechłodzonych kropelek wody z mgły lub chmury w momencie ich zetknięcia z powierzchnią przedmiotu lub już narosłej szadzi; składa się ze zlepionych kryształków lodu, narastając zwykle z jednej strony obiektu, na którym powstaje

szron

osad atmosferyczny lodu tworzący na dowolnym podłożu drobne kryształki; powstaje w wyniku kontaktu wilgotnego powietrza z podłożem o temperaturze poniżej 0°C jako efekt [resublimacji](#) pary wodnej, czyli jej bezpośredniej przemiany w ciało stałe

śnieg

opad atmosferyczny w postaci kryształków lodu przeważnie o kształtach sześcioramiennych gwiazdek, które łączą się często w płatki śniegu

wilgotność bezwzględna

zawartość pary wodnej w 1 m³ powietrza wyrażona w gramach

wilgotność względna

wyrażony w procentach stosunek ciśnienia pary wodnej zawartej w powietrzu do maksymalnego możliwego ciśnienia pary wodnej w danej temperaturze; wilgotność względna wynosząca 0% to powietrze zupełnie suche, natomiast równa 100% to powietrze całkowicie wysyczone parą wodną

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij puste miejsca.

Opady atmosferyczne mogą mieć postać ciekłą. Gdy kropla ma powyżej 0,5 mm średnicy, jest to , gdy ma średnicę mniejszą niż 0,5 mm – . Opady w postaci stałej to: , który przybiera formę gwiazdzistych kryształków lub płatków, , mające postać porowatych, nieprzejrzystych kuleczek, albo , składający się z bryłek twardego lodu o rozmiarach dochodzących nieraz do kilku centymetrów.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij puste miejsca.

Osad atmosferyczny w postaci kropelek wody kondensującej bezpośrednio z pary wodnej na powierzchni przedmiotów to . Gdy temperatura przedmiotów wynosi poniżej 0°C, to zachodzi proces resublimacji i pojawia się na nich . Mgła nachodząca na obszar, gdzie znajdują się silnie zmrożone przedmioty, osadza na nich , a gdy w takim obszarze spadnie deszcz, to ziemię i wszelkie przedmioty na jej powierzchni pokryje .

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Stosunek ciśnienia pary wodnej zawartej w powietrzu do maksymalnego możliwego ciśnienia pary wodnej w danej temperaturze wyrażony w procentach to

☐ ciśnienie baryczne.

☐ ciśnienie względne.

☐ wilgotność względna.

☐ wilgotność bezwzględna.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Wilgotność bezwzględna zmniejsza się wraz ze wzrostem szerokości geograficznej, co wynika z [] temperatury powietrza. Bardzo [] wilgotność panuje w okolicy zwrotników. Wiąże się to z ogólną cyrkulacją []. Wilgotność bezwzględna [] wraz z oddalaniem się od dużych zbiorników wodnych.

maleje

litosfery

biosfery

niska

rośnie

bezwzględna

nie zmienia się

wysoka

atmosfery

hydrosfery

niższej

dłuższej

wilgotna

wyższej

lepiej

staje się względna

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Który z wymienionych poniżej obszarów ma najniższe opady na Ziemi?

☐ Pustynia Błędowska

☐ pustynia Atakama

☐ Pacyfik

☐ pustynia Sahara

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Dwa z wymienionych poniżej obszarów kuli ziemskiej notują bardzo wysokie opady, choć położone są w pobliżu zwrotnika. Zaznacz właściwe odpowiedzi.

☐ Australia

☐ północne stoki Himalajów

☐ południowe stoki Himalajów

☐ Azja Południowo-Wschodnia

☐ Sahara

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Czynniki klimatotwórcze

Jeżeli w najbliższym roku temperatura powietrza pewnej nocy spadnie w Polsce do -38°C , to jeszcze nie będzie oznaczało, że zaczęła się epoka lodowcowa. Jeśli natomiast pewnego dnia wzrośnie do 38°C , to nie będzie znak, że nastąpiło zapowiadane ocieplenie klimatu. Co to wobec tego jest klimat?



Źródło: Nicholas A. Tonelli (<http://www.flickr.com>), licencja: CC BY 2.0.

Już wiesz

- jakie jest znaczenie nachylenia osi ziemskiej dla zróżnicowania oświetlenia kuli ziemskiej;
- w jaki sposób ruch obiegowy Ziemi wiąże się ze zmiennością pór roku;
- jak cyrkulacja atmosfery wpływa na klimat różnych obszarów kuli ziemskiej.

Nauczysz się

- rozróżniać składniki pogody i oceniać ich znaczenie;
- przeprowadzać proste pomiary meteorologiczne;
- interpretować obserwacje i pomiary składników pogody;
- oceniać znaczenie czynników geograficznych dla klimatu;
- odczytywać i interpretować wykresy klimatyczne.

1. Co to jest pogoda, a co to klimat?

Pogoda jest stanem atmosfery w danym miejscu i czasie, określanym przez jej składniki (elementy).

Zaliczamy do nich:

- temperaturę powietrza,
- ciśnienie atmosferyczne,
- wilgotność,
- opady i osady atmosferyczne,
- prędkość i kierunek wiatru,
- zachmurzenie,
- natężenie promieniowania słonecznego,
- zjawiska atmosferyczne.

Klimat natomiast to charakterystyczny dla danego obszaru zespół zjawisk i procesów atmosferycznych (czyli warunków pogodowych), kształtujący się pod wpływem właściwości fizycznych i geograficznych tego obszaru, określony na podstawie wyników wieloletnich obserwacji i pomiarów meteorologicznych w okresie przynajmniej 30 lat. Obrazują go **elementy (składniki) klimatu**, które są takie same jak składniki pogody, ale odnoszą się do dłuższych okresów. Są to przykładowo:

- średnia miesięczna lub roczna **temperatura powietrza**,
- średni roczny lub miesięczny układ **ciśnienia atmosferycznego**,
- rozkład **wilgotności powietrza** (roczny, miesięczny),
- miesięczne lub roczne **zachmurzenie**,
- średnia suma **opadu rocznego**,
- średnia liczba dni w roku z opadem, mgłą, burzą itp.,
- średni roczny lub sezonowy układ **wiatrów**.

Klimat określa się na podstawie **wieloletnich, systematycznych pomiarów i obserwacji składników pogody**. W Polsce dokonuje się ich na stacjach meteorologicznych. Częstość i terminy obserwacji są różne w zależności od rodzaju stacji. Na stacjach synoptycznych (pracujących dla potrzeb prognozowania pogody) wykonuje się je co godzinę, na stacjach klimatologicznych – trzy razy na dobę: o godzinie 7.00, 13.00 i 19.00 czasu środkowoeuropejskiego. Na niektórych stacjach stosuje się także ciągłe, całodobowe pomiary, wykorzystując do tego przyrządy elektroniczne, w tym rejestratory automatyczne. Temperaturę powietrza i temperaturę gleby mierzy się za pomocą kilku różnych termometrów, a mniej dokładny, ale ciągły pomiar temperatury zapewnia **termograf**. Ciśnienie powietrza mierzy barometr albo samopiszący **barograf**, wilgotność natomiast **higrometr** i **higrograf**. Ponadto używa się deszczomierzy, wiatromierzy i **heliografów** (wskazujących czas usłonecznienia). Stopień zachmurzenia nieba oraz szczególne zjawiska meteorologiczne (burza, tęcza itd.) są obserwowane przez pracowników stacji.



Higrograf to przykład urządzenia samopiszącego. Zapis przebiegu wilgotności powietrza jest ciągły

Polecenie 1

Wyjaśnij, dlaczego twoim zdaniem na stacjach meteorologicznych dokonuje się pomiaru temperatury na wysokości 2 m nad powierzchnią gruntu, przy gruncie oraz w glebie.

Obserwacja 1

Kształcenie odpowiedzialności przy prowadzeniu badań przyrodniczych oraz systematyczności przy dokonywaniu obserwacji.

Określając rodzaj chmur, skorzystaj z poniższego atlasu.



Źródło: King of Hearts (<http://commons.wikimedia.org>), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

Co będzie potrzebne

- notatnik lub zeszyt.

Instrukcja

1. Przygotuj tabelę składającą się z pięciu kolumn opisanych: „data”, „zachmurzenie o 7.00”, „zachmurzenie o 13.00”, „zachmurzenie o 19.00” oraz „zjawiska meteorologiczne”. Tabela powinna mieć 8 wierszy. Najwyższy z opisem kolumn, a kolejne z datami siedmiu kolejnych dni obserwacji.
2. Obserwacja zachmurzenia jest subiektywna i polega na ocenie przez obserwatora stopnia zachmurzenia w skali od 0/8 (brak chmur), przez na przykład 4/8 (pół nieba pokryte

chmurami), do 8/8 (pełne zachmurzenie).

3. Przeprowadzając obserwacje zachmurzenia, spróbuj określić rodzaj chmur i zanotuj fakt oraz godzinę wystąpienia innych zjawisk meteorologicznych (opad, osad, mgła, zamieć, tęcza, burza itp.).
4. Codziennie rano o 7.00 i wieczorem o 19.00 wychodź z domu na otwartą przestrzeń z widokiem na całe niebo; przeprowadź obserwacje i zanotuj wynik.
5. Gdy jesteś w szkole, wyjdź z budynku szkoły w okolicach godziny 13.00 i przeprowadź obserwacje.

Ciekawostka

Halo jest zjawiskiem optycznym obserwowanym wokół tarczy słonecznej lub księżycowej. Występuje w postaci świetlistej, kolorowej lub białej obwódki, a czasami fragmentu pierścienia o rozmiarze kątowym 22° . Kolorowe obwódki przypominają tęczę, gdzie kolorem wewnętrznym jest czerwony, a zewnętrznym fioletowy. Zjawisko powstaje w wyniku załamania i wewnętrznego odbicia światła w kryształach lodu znajdujących się w wysoko położonych chmurach pierzastych (najczęściej *cirrostratus*).

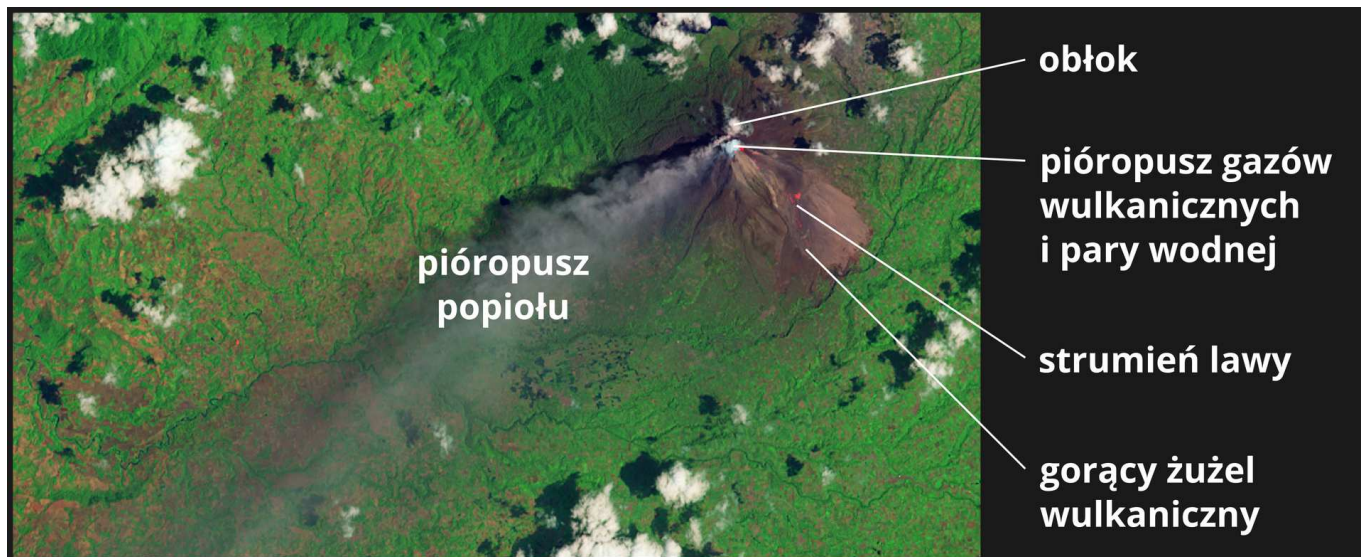


Halo wokół tarczy słonecznej

2. Od czego zależy klimat?

Klimat na kuli ziemskiej jest silnie zróżnicowany, w związku z czym geografowie badają czynniki, które mają na niego znaczący wpływ. Wyróżniono trzy grupy **geograficznych czynników klimatotwórczych**.

1. Pierwsza z nich to **czynniki strefowe** – przede wszystkim **szerokość geograficzna** i związany z nią zróżnicowany strefowo dopływ promieniowania słonecznego. Mają one ogromny wpływ na klimat i przejawiają się w:
 1. strefowym zróżnicowaniu temperatury powietrza, uzyskującej najwyższe wartości w strefie międzyzwrotnikowej;
 2. globalnej cyrkulacji atmosferycznej, kształtującej układ ośrodków barycznych i strefy stałych wiatrów;
 3. strefowym zróżnicowaniu rocznych sum opadów.
2. Druga grupa czynników klimatotwórczych to **czynniki astrefowe**. Zaliczamy do nich przede wszystkim:
 1. **rozkład lądów i mórz**, który silnie modyfikuje czynniki strefowe, powodując zmniejszenie amplitud temperatury nad powierzchnią wody i w jej pobliżu oraz zwiększenie tych amplitud w głębi lądów; różnice temperatury między lądem i obszarami wodnymi są przyczyną cyrkulacji monsunowej i wiatrów o typie bryzy; także opady są przeważnie większe w sąsiedztwie zbiorników wodnych;
 2. **prądy morskie (oceaniczne)**, które przynoszą opady i podnoszą temperaturę na wybrzeżu (prądy ciepłe) albo wywołują suszę i ochładzają wybrzeża (prądy zimne), niekiedy stają się decydującym czynnikiem klimatycznym;
 3. **wysokość nad poziomem morza i rzeźba terenu** – w górach i na wyżynach jest chłodniej, ciśnienie atmosferyczne jest niższe, a opady i usłonecznienie zależne od ekspozycji stoków gór; pasma górskie tworzą naturalną zaporę w przepływie mas powietrza; jest to przyczyną występowania specyficznych wiatrów typu fenowego i opadów orograficznych;
 4. **pokrycie terenu** – szata roślinna wpływa na złagodzenie dobowych i rocznych wahań temperatury, zwiększa wilgotność i parowanie, stanowi barierę dla wiatrów wiejących blisko powierzchni; lasy równikowe są regulatorem warunków klimatycznych w skali globalnej dzięki ogromnej transpiracji i wiązaniu dwutlenku węgla w procesie fotosyntezy; obszary niepokryte bujną roślinnością ulegają mocnemu wpływowi promieniowania słonecznego w dzień oraz intensywnemu wypromieniowaniu w nocy, co prowadzi do dużych dobowych amplitud temperatury; obszary pokryte śniegiem i lodem w znacznym stopniu odbijają promieniowanie słoneczne.
3. Trzecia grupa to **czynniki wynikające z działalności człowieka**. Niektóre z nich zostały omówione w następnym zagadnieniu.



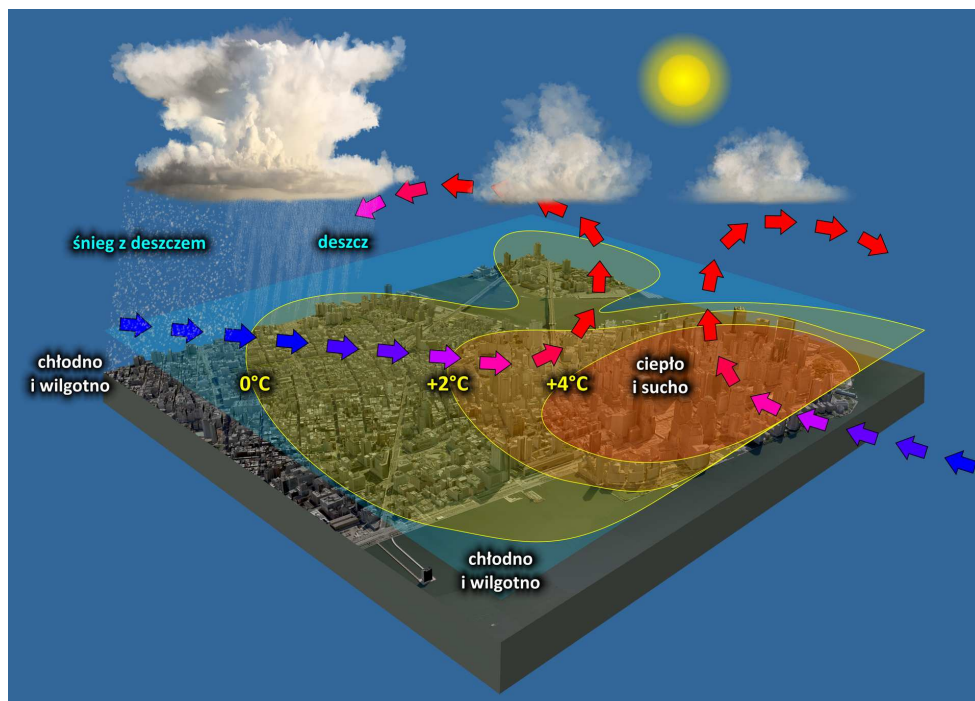
Pyły wulkaniczne mogą w poważny sposób wpływać na obniżanie temperatury na Ziemi. Erupcja wulkanu Sinabung w Indonezji – styczeń 2014

3. Czy działania człowieka mają wpływ na stan atmosfery ziemskiej?

Obecnie na Ziemi żyje ponad 7 mld ludzi. Wzrastający poziom konsumpcji i wykorzystywania zasobów naturalnych nieustannie doprowadza do zmian zachodzących na całej planecie, a w tym do zmian stanu atmosfery ziemskiej.

Miejskie wyspy ciepła

Środowiska wielkich miast zmieniają warunki przyrodnicze. W miastach zazwyczaj powietrze jest suchsze i cieplejsze o kilka stopni Celsjusza niż w obszarach okolicznych. Różnica temperatury może sięgać nawet 15°C. Na terenach zabudowanych obserwujemy także spadki prędkości wiatru. Wskutek nagrzania terenów miejskich w ciągu dnia i emisji ciepła ze źródeł sztucznych (komunikacja, przemysł) tworzą się silne prądy wstępujące (konwekcyjne), co powoduje powstanie nad miastem lokalnego ośrodka niskiego ciśnienia. Dzięki temu do miasta napływa chłodniejsze i bardziej czyste powietrze z obszarów pozamiejskich. Zjawisko to nazywamy **bryzą miejską**. Wpływ **miejskich wysp ciepła** na ogólny wzrost temperatury powietrza na świecie jest niewielki i wynosi 0,002°C na 10 lat.



Temperatura powietrza w wielkich miastach jest zazwyczaj wyższa o kilka stopni niż poza nimi

Kwaśne deszcze

W wyniku działalności człowieka, głównie spalania paliw kopalnych (np. węgla kamiennego i brunatnego, ropy naftowej), emitowanych jest do atmosfery ponad 70 mln ton siarki rocznie. Tylko 30-40% całkowitej emisji związków siarki pochodzi ze źródeł naturalnych (np. procesów wulkanicznych). Dwutlenek siarki łączy się z kropelkami wody zawieszonej w atmosferze, dając kwas siarkowy, który spada na powierzchnię Ziemi w postaci **kwaśnych opadów**. Pewne znaczenie w powstawaniu kwaśnych opadów, zwłaszcza na terenach miejskich, ma także emisja dwutlenku węgla i tlenków azotu, charakterystyczna dla środków transportu. Kwaśne deszcze wpływają nie tylko na zakwaszenie gleby i wody, ale uszkadzają również tkanki roślin, doprowadzając w skrajnych przypadkach do zniszczenia upraw i dużych połaci leśnych.



Kwaśne deszcze i monokultura świerka (po wyrębie pierwotnego mieszanego lasu posadzono jednogatunkowy, świerkowy las) doprowadziły do spustoszenia wielkich połaci sudeckich lasów, bowiem gatunki iglaste charakteryzują się mniejszą niż gatunki liściaste odpornością na zanieczyszczenia gazowe i związane z nimi kwaśne deszcze. Na zdjęciu okolice Wielkiej Sowy w Górach Sowich

Globalne ocieplenie klimatu

Para wodna to woda w stanie gazowym. Jest jednym z najważniejszych gazów w powietrzu, który wraz z chmurami odpowiada za 66-85% [efektu cieplarnianego](#). Dwutlenek węgla jest odpowiedzialny za 9-26% tego efektu, metan wraz z freonami i tlenkami azotu za 4-9%, zaś ozon za 3-7%. Inne gazy mają znikome oddziaływanie. Bez zjawiska cieplarnianego ilość energii pochodzącej ze Słońca wystarczałaby na utrzymanie temperatury na poziomie – 19°C. Obecnie średnia temperatura Ziemi wynosi ok. 15°C. Naturalny efekt cieplarniany jest zatem zjawiskiem korzystnym dla biosfery. Dzięki niemu woda może istnieć na Ziemi w trzech stanach skupienia, co sprzyja rozwojowi życia. Wyniki badań składu atmosfery pokazują, że w ostatnich kilkudziesięciu latach wyraźnie wzrosły stężenia gazów cieplarnianych, co wzmocniło efekt cieplarniany i spowodowało wzrost temperatury powietrza na Ziemi. Mówi się więc o globalnym ociepleniu klimatu, za który w największym stopniu odpowiedzialny jest człowiek i jego działalność w środowisku.

Polecenie 2

Określ, który ze składników klimatu może być najsilniej zmieniany na skutek działalności człowieka. Wyjaśnij przyczyny tego zjawiska.

Ciekawostka

Południowe krańce Afryki opływają dwa prądy morskie o różnej temperaturze wody. Zimny Prąd Benguelski otacza zachodnie brzegi południowej Afryki, przyczyniając się do powstania skrajnie suchej Pustyni Namib. Po drugiej stronie Afryki płynący wzdłuż wschodnich jej brzegów, ciepły Prąd Mozambicki (w południowym biegu zwany Agulhas) powoduje, że na tych samych szerokościach geograficznych co Pustynia Namib występuje bujna roślinność.

Uwaga!

Naukowcy przypuszczają, że podniesienie średniej rocznej temperatury powietrza na Ziemi o kilka stopni grozi bardzo poważnymi konsekwencjami. Przesuną się strefy klimatyczne, zmienią się warunki dla rolnictwa. Stopi się większość lądolodów i lodowców, co spowoduje podniesienie poziomu mórz i oceanów, a w konsekwencji zalanie wielu obszarów (oblicza się, że już nieznaczny wzrost temperatury, tylko o 1°C, może spowodować wzrost poziomu mórz od 31 cm do 110 cm). Mogą się pojawić silniejsze niż dotychczas susze, huragany i inne klęski żywiołowe.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: NASA (<http://pmm.nasa.gov>), Natalia Piechota(<https://commons.wikimedia.org>), Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 4.0.

Film omawia problem ocieplenia klimatu. Na filmie widać obrywające się do morza brzegi lądolodu, potem falujące morze. Następnie widać obraz satelitarny Ameryki Północnej. Zbliżenie i szybki ruch kamery wzdłuż linii brzegowej kontynentu. Naukowiec omawia problem. W pewnym momencie pojawia się napis: lód się topi, poziom mórz podnosi się. W dalszej części animacje pokazujące podnoszenie poziomu wody i topnienie lodowców. Pojawia się kobieta – glaciolog i omawia zagadnienia związane z globalnym ociepleniem.

4. Charakterystyka klimatu na podstawie danych meteorologicznych

Umiejętność pomiaru, zapisu i prezentacji danych klimatycznych pozwala nam na analizę warunków klimatycznych na Ziemi. Najlepiej przedstawić wiele różnych składników klimatu z bardzo dużą dokładnością. Bardzo pomocne przy analizie klimatu są wykresy pokazujące przebieg temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w danym miejscu i w określonym czasie (najczęściej roku) nazywane **klimatogramami** (wykresami klimatycznymi lub diagramami klimatycznymi).

Klimatogramy mogą także prezentować inne elementy klimatu (np. wilgotność względną). Przedstawiane na wykresach klimatycznych dane są wartościami uśrednionymi z kilkudziesięciu lat pomiarów i często ukazują średnie miesięczne, nie uwzględniając tym samym zjawisk ekstremalnych – szczególnie silnych mrozów czy upałów, ulewnych deszczów czy nadzwyczajnych susz. Średnie wartości bywają czasem mylące. Na pustyniach zwrotnikowych spotyka się bardzo duże dobowe amplitudy temperatury powietrza. Jeżeli w dzień temperatura wzrośnie do +40°C, a w nocy spadnie do 0°C, to średnio uzyskujemy bardzo przyjemną dla człowieka temperaturę 20°C. Dlatego dla prawidłowej charakterystyki klimatu nie wystarcza klimatogram i konieczne jest dołączenie dodatkowych informacji.

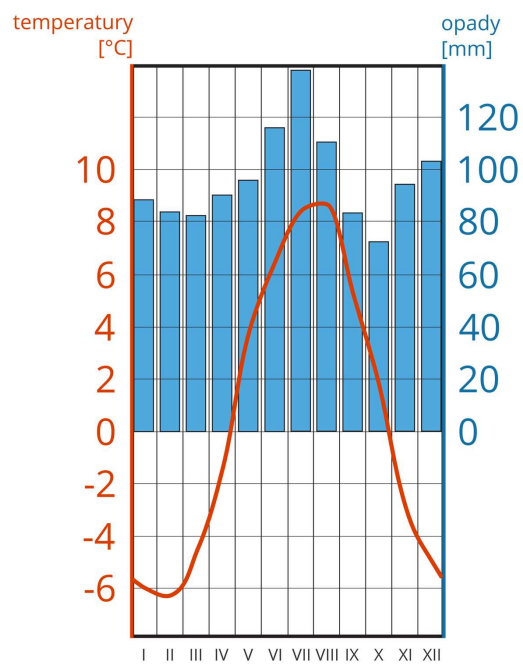
Poniżej przykład klimatogramu utworzonego na podstawie danych z okresu wieloletniego (1971-2000), wykonanych w Wysokogórskim Obserwatorium Meteorologicznym im. Tadeusza Hołdysa na Śnieżce w Karkonoszach.

Ważne!

Dane dotyczące poszczególnych elementów klimatu (np. temperatury powietrza, sumy opadów, parowania) uzyskuje się na podstawie pomiarów prowadzonych kilkakrotnie w ciągu dnia. Następnie oblicza się średnie dobowe, później średnie miesięczne, wreszcie średnie roczne, które przy długiej serii obserwacyjnej można uśrednić dla okresu wieloletniego.

Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych dla stacji meteorolo
Śnieżce za lata 1971-2000 (dane Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Średnie miesięczne temperatury powietrza (°C)	-6,1	-6,4	-4,7	-1,5	3,8	6,4	8,3	8,7	5,2	1,7	-3,
Sumy opadów atmosferycznych (mm)	87	84	83	89	94	115	138	108	85	72	93



Klimatogram stacji meteorologicznej na Śnieżce przedstawiający średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych wyliczone dla okresu przypadającego na lata 1971-2000

Polecenie 3

Na podstawie zamieszczonej tabeli narysuj klimatogram.

Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych dla stacji meteorologicznej we Wrocławiu za lata 1971-2000 (dane Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Średnie miesięczne temperatury powietrza (°C)	-0,9	0,2	3,9	8,2	13,5	16,3	18,1	17,8	13,6	8,9
Sumy opadów atmosferycznych (mm)	28	24	30	37	57	79	91	64	51	38

Polecenie 4

Bez szczegółowych danych liczbowych spróbuj narysować orientacyjne i uproszczone klimatogramy zawierające roczny przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza i miesięczne sumy opadów dla trzech miejsc:

- równika w Brazylii,
- zwrotnika Raka na Saharze,
- bieguna południowego.

Ciekawostka

Klimatogramy sporządzone dla różnych miejsc na Ziemi są czasem bardzo podobne. Informują nas o podobieństwie cech klimatu.

Na podstawie samego klimatogramu nie jesteśmy w stanie wskazać jednego tylko miejsca na Ziemi, któremu on odpowiada. Jeżeli jednak znamy konkretne miejsce na mapie świata i mamy kilka istotnie różniących się od siebie klimatogramów, to łatwo możemy wybrać ten z nich, który przedstawia klimat wybranego miejsca.

Podsumowanie

- Do ustalenia pogody służą odpowiednie obserwacje i pomiary jej składników: temperatury powietrza, ciśnienia atmosferycznego, wilgotności, wielkości opadów i osadów atmosferycznych, prędkości i kierunku wiatru, zachmurzenia, natężenia promieniowania słonecznego, zjawisk atmosferycznych.
- Długotrwałe i systematyczne pomiary składników pogody pozwalają na określenie klimatu w danym miejscu.
- Czynniki klimatotwórcze to: szerokość geograficzna, rozmieszczenie lądów i oceanów, prądy morskie, wysokość nad poziomem morza i ukształtowanie terenu, a w mniejszym stopniu pokrycie terenu i działalność człowieka.
- Klimatogramy są graficznym przedstawieniem cech klimatu danego miejsca.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Na podstawie własnej wiedzy geograficznej lub danych znalezionych w różnych źródłach sporządź przybliżone i uproszczone klimatogramy dla miejsc o następujących współrzędnych geograficznych:

52°N, 0°,

52°N, 20°E,

52°N, 90°E.

Wytłumacz przyczyny różnic.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [atmosfera](#)
 - [barograf](#)
 - [ciśnienie atmosferyczne](#)
 - [heliograf](#)
 - [higrograf](#)
 - [higrometr](#)
 - [klimat](#)
 - [klimatogram](#)
 - [kwaśne opady](#)
 - [miejska wyspa ciepła](#)
 - [globalne ocieplenie klimatu](#)
 - [termograf](#)
 - [wilgotność bezwzględna](#)
 - [wilgotność względna](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Przyczyny zróżnicowania temperatury powietrza w różnych częściach świata](#)
 - [Jak powstaje wiatr?](#)
 - [Opady i osady atmosferyczne](#)
 - [Strefy klimatyczne świata](#)

Słowniczek

barograf

rodzaj barometru zapisujący dokonywane pomiary ciśnienia; wyniki są notowane na specjalnej taśmie papierowej zamocowanej na poruszającym się bębnie

bryza miejska

wiatr lokalny tworzący się w wyniku różnicy ciśnienia powietrza pomiędzy terenami miejskimi a pozamiejskimi; powstaje wskutek silnego nagrzania terenów miejskich – tworzą się silne prądy wstępujące (konwekcyjne), co powoduje powstanie nad miastem lokalnego ośrodka niskiego ciśnienia i dzięki temu do miasta napływa chłodniejsze powietrze z obszarów pozamiejskich

efekt cieplarniany

zjawisko podwyższenia temperatury powodowane obecnością gazów cieplarnianych w atmosferze, które zatrzymują znaczną część promieniowania ciepłego wysyłanego przez powierzchnię Ziemi

globalne ocieplenie klimatu

wzrost średniej temperatury atmosfery przy powierzchni Ziemi i oceanów obserwowany od połowy XX wieku

heliograf

przyrząd służący do pomiaru czasu usłonecznienia

higrograf

rodzaj **higrometru** notujący stan i zmiany wilgotności powietrza w czasie; wyniki są zapisywane na pasku papieru przymocowanym do ruchomego bębna

higrometr

urządzenie mierzące wilgotność powietrza

klimat

ogół zjawisk pogodowych na danym obszarze ustalony na podstawie obserwacji prowadzonych przez kilkadziesiąt lat

klimatogram

wykres służący przedstawieniu wybranych cech klimatu, najczęściej temperatury i opadów danego miejsca

kwaśne opady

opady zawierające roztwory kwasów tworzących się w atmosferze na skutek połączenia emitowanych zanieczyszczeń gazowych (tlenków azotu, dwutlenku siarki, dwutlenku węgla, chlorowodoru i innych) z wodą; kwaśne deszcze uszkadzają szatę roślinną i wpływają niekorzystnie na środowisko

miejska wyspa ciepła

zjawisko meteorologiczne polegające na wzroście temperatury powietrza na terenie miasta w stosunku do obszarów otaczających

termograf

przyrząd mierzący temperaturę i rejestrujący jej przebieg; wyniki są zapisywane na taśmie papierowej zamocowanej na obracającym się bębnie

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Pogoda jest stanem w danym miejscu i czasie. Do składników pogody zaliczamy: temperaturę powietrza, ciśnienie atmosferyczne, wilgotność, opady i osady , prędkość i kierunek wiatru, zachmurzenie, natężenie promieniowania i szczególne atmosferyczne.

lodowe

gazy

atmosferyczne

gamma

atmosfery

jądrowego

promieniowanie

denne

zjednoczonym

wydarzenia

słonecznego

zjawiska

rentgenowskiego

pyłów

wyjątkowym

stratosfery

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Klimat jest ogółem stanów na danym obszarze występujących w okresie przynajmniej lat. O cechach klimatu decydują , jak: , rozkład lądów i mórz, ukształtowanie terenu, wysokość nad poziomem morza, prądy morskie, pokrycie terenu i działalność człowieka.

długość geograficzna

trzęsienia ziemi

30

czynniki społeczno-ekonomiczne

czynniki endogeniczne

rozciągłość równoleżnikowa

czynniki klimatotwórcze

geograficznych

1000

czynniki egzogeniczne

dynamicznych

atmosferycznych

pogodowych

10

100

szerokość geograficzna

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Zaznacz trzy z wymienionych poniżej godzin, w których dokonuje się pomiarów meteorologicznych do celów badań klimatycznych.

☐ 12.00

☐ 19.00

☐ 7.00

☐ 5.00

☐ 8.30

☐ 13.00

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Geograficzne czynniki klimatotwórcze dzielimy na trzy podstawowe grupy. Wskaż prawidłowy podział.

- ☐ czynniki ciepłe, zimne i przejściowe
- ☐ czynniki lądowe, morskie i oceaniczne
- ☐ czynniki strefowe, astrefowe i wynikające z działalności człowieka

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Klimaty wyróżnia się na podstawie analizy różnych elementów, ale dwa z nich mają największe znaczenie. Wybierz te składniki.

- ☐ wysokość nad poziomem morza
- ☐ opady atmosferyczne
- ☐ temperatura powietrza
- ☐ ciśnienie atmosferyczne

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Uzupełnij puste miejsca.

Temperatura powietrza w długich okresach zależna jest głównie od []
strefowych. Zasadniczo im [] równika, tym cieplej. Opady również najsilniej
zależne są od czynników [] w szerokościach międzyzwrotnikowych i
[].

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Każdy z opisów czynników astrefowych połącz z odpowiednim opisem ich wpływu na klimat.

większa wilgotność i mniejsze amplitudy temperatury na wybrzeżach, a sucho i wysokie amplitudy we wnętrzu lądu

wysokość nad poziomem morza

ocieplenie i wysokie opady albo ochłodzenie i susza

prądy morskie

zatrzymywanie wilgotnych mas powietrza, zmiana nasłonecznienia stoków

rozkład lądów i mórz

niższa temperatura i ciśnienie, wysokie opady

ukształtowanie terenu

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Oceń prawdziwość opinii o zastosowaniu klimatogramu.

	Prawda	Falsz
Klimatogram jest tabelą.	☐	☐
Klimatogram jest wykresem.	☐	☐
Klimatogram zwykle pokazuje roczny przebieg temperatury powietrza i opadów.	☐	☐
Klimatogram służy do zapisu odczytów klimatografu.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Strefy klimatyczne świata

Po co ludzie budują domy? Papuas w swoim chroni się przed deszczem i słońcem, Arab – przed upałem w dzień i chłodem w nocy, a także przed suchym wiatrem. Polak potrzebuje domu, by ukryć się przed deszczem, śniegiem i mrozem, Eskimos natomiast przed mrozem i wiatrem.



Najchłodniej w Polsce jest na północno-wschodnich jej krańcach. Na zdjęciu Kosewo – wieś na Pojezierzu Mazurskim – zimą

Już wiesz

- że pogoda to chwilowy stan atmosfery w danym miejscu;
- że klimat to charakterystyczny dla danego obszaru zespół zjawisk i procesów atmosferycznych, określony na podstawie obserwacji i pomiarów meteorologicznych dokonanych w okresie przynajmniej 30 lat;
- jakie są przyczyny i konsekwencje strefowego zróżnicowania dopływu promieniowania słonecznego do powierzchni Ziemi.

Nauczysz się

- wskazywać poszczególne strefy klimatyczne na mapie świata;
- określać warunki klimatyczne panujące na danym obszarze z uwzględnieniem czynników geograficznych;
- wyróżniać poszczególne typy klimatów;
- odczytywać dane z map klimatycznych.

1. Czym charakteryzują się strefy klimatyczne?

Klimat na kuli ziemskiej jest znacznie zróżnicowany, bowiem o jego właściwościach decydują zarówno czynniki strefowe, związane z szerokością geograficzną, jak i astrefowe. Po określeniu charakterystycznych warunków klimatycznych udało się wyróżnić obszary o podobnym klimacie, w tym o zbliżonym rocznym przebiegu temperatury, opadów, wilgotności i ciśnienia atmosferycznego. Tereny te układają się na powierzchni Ziemi w pasy o przebiegu równoleżnikowym, które nazywamy **strefami klimatycznymi**. Mają one wiele wspólnych cech. Jedną ze stosowanych często klasyfikacji klimatu jest podział na 5 stref klimatycznych: równikową, zwrotnikową, podzwrotnikową, umiarkowaną (ciepłą i chłodną) oraz okołobiegunową. W każdej z nich wyróżnia się kilka **typów klimatu**. W poszczególnych strefach klimatycznych Ziemi występują klimaty z przewagą cech morskich (oceanicznych), kontynentalnych i przejściowych, klimaty bardziej wilgotne, suche lub skrajnie suche.

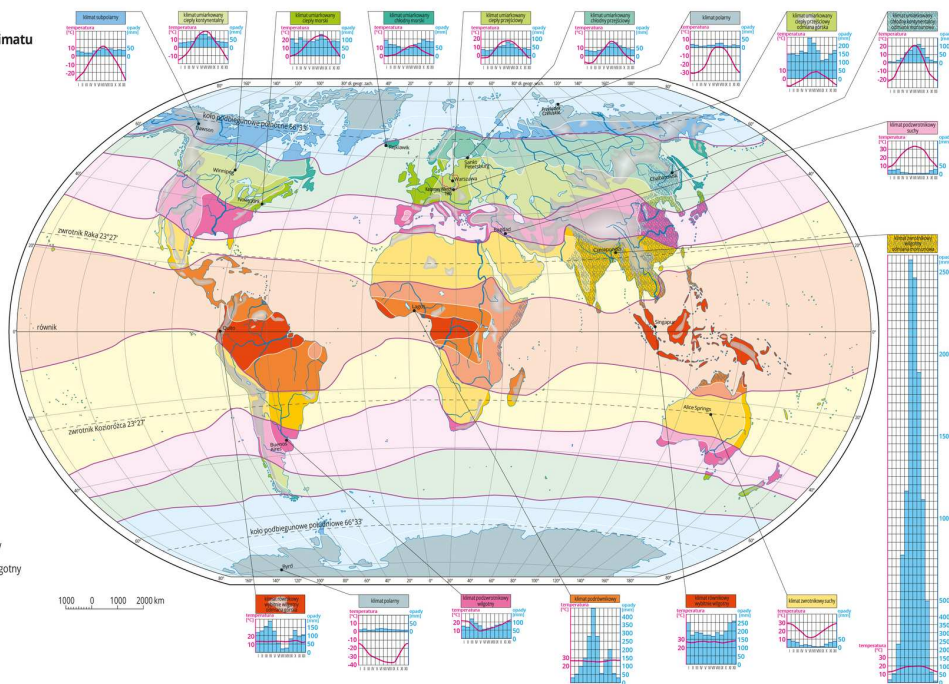
W każdej ze stref występują także różne typy **klimatów astrefowych**, uwarunkowane położeniem w stosunku do mórz i oceanów, pokryciem terenu, wzniesieniem nad poziomem morza czy działalnością człowieka. Należą do nich m.in. klimat górski oraz klimat obszarów zurbanizowanych. Klimat właściwy dla poszczególnych stref ma wiele właściwości sprzyjających lub utrudniających osadnictwo i działalność gospodarczą człowieka. Nie ma klimatu idealnego i pewne warunki klimatyczne właściwe dla wszystkich lub tylko niektórych pór roku są w każdej strefie uciążliwe. Uogólnione dane dotyczące wybranych cech klimatów występujących w poszczególnych strefach klimatycznych, w tym temperatury powietrza, opadów i warunków życia człowieka, przedstawia zamieszczona poniżej tabela.

Strefy klimatyczne świata (podstawowe informacje)

Strefa	Przebieg temperatury (średnie temperatury miesięczne)	Opady	Warunki dla życia i działalności człowieka
klimatów równikowych	przez cały rok powyżej +20°C; małe amplitudy dobowe i roczne	wysokie opady niemal codziennie przez cały rok	bardzo gorąco i zbyt wilgotno

Strefa		Przebieg temperatury (średnie temperatury miesięczne)	Opady	Warunki dla życia i działalności człowieka
klimatów zwrotnikowych		powyżej +10°C zimą i powyżej +20°C latem, bardzo duże dobowe i roczne amplitudy temperatury	małe lub bardzo małe opady wyłącznie latem	duże amplitudy temperatury, miejscami skrajnie sucho, co często uniemożliwia działalność gospodarczą
klimatów podzwrotnikowych		zimy powyżej 0°C (tylko we wnętrzu kontynentów zdarzają się mrozy), lata powyżej +20°C	suche lata, deszczowe zimy	najkorzystniejsze warunki zarówno termiczne, jak i opadowe
klimatów umiarkowanych	ciepła	zimą od -10°C w głębi kontynentu do 0°C na wybrzeżach, latem od +15°C na wybrzeżach do +20° w głębi lądu	opady przez cały rok, najwyższe latem, zimą opady śniegu	łagodny klimat z krótką i chłodną zimą, korzystny dla gospodarki
	chłodna	od -20°C w głębi kontynentu do -10°C na wybrzeżach zimą oraz między +10° a +20°C latem	opady przez cały rok, najwyższe latem, zimą opady śniegu	umiarkowane warunki klimatyczne z długą i mroźną zimą, trudne dla rolnictwa
klimatów okołobiegunowych		średnia roczna znacznie poniżej 0°C, w miesiącach letnich na obrzeżach możliwy wzrost temperatury do +10°C	niewielkie opady i niemal wyłącznie śniegu	silne mrozy przez większą część roku, krótkie i chłodne lato na obrzeżach strefy lub brak klimatycznego lata

ŚWIAT strefy klimatyczne i typy klimatu



Źródło: Wydawnictwo Edukacyjne Wiking.

Polecenie 1

Z mapy stref klimatycznych odczytaj treść klimatogramów, które ukazują roczną zmienność temperatury powietrza i opadów we wskazanych miejscach. Zwróć uwagę zarówno na roczny przebieg średniej temperatury powietrza, jak i na roczną zmienność oraz wysokość opadów. Spróbuj wyjaśnić zaobserwowane prawidłowości.

Polecenie 2

Na powyższej mapie wskaż strefy klimatyczne, w których występują wymienione poniżej warunki klimatyczne:

1. gorące (powyżej $+20^{\circ}\text{C}$), bezchmurne i bezdeszczowe lato,
2. śnieżna zima z temperaturą między 0°C a -10°C ,
3. wilgotne i ciepłe (pomiędzy $+10^{\circ}\text{C}$ a $+20^{\circ}\text{C}$) lato.

Warto wiedzieć

Warunki klimatyczne zmieniają się nie tylko w skali globalnej, ale także na obszarze kontynentu, kraju, a nawet regionu. Na przykład na terenie stosunkowo niewielkiego kraju, jakim jest Polska, średnia temperatura roczna zmienia się od $+6^{\circ}\text{C}$ w części

północno-wschodniej do +9°C na Dolnym Śląsku w części południowo-zachodniej; opady oscylują od 500 mm/rok w centralnej Polsce, do 800 mm/rok na południu (nie licząc gór, gdzie są znacznie wyższe), a pokrywa śnieżna zalega średnio od 40 dni na zachodzie do 80 dni na Suwalszczyźnie.



Nizina Śląska należy do najcieplejszych obszarów Polski. Na zdjęciu Wrocław – stolica Dolnego Śląska – latem

Ważne!

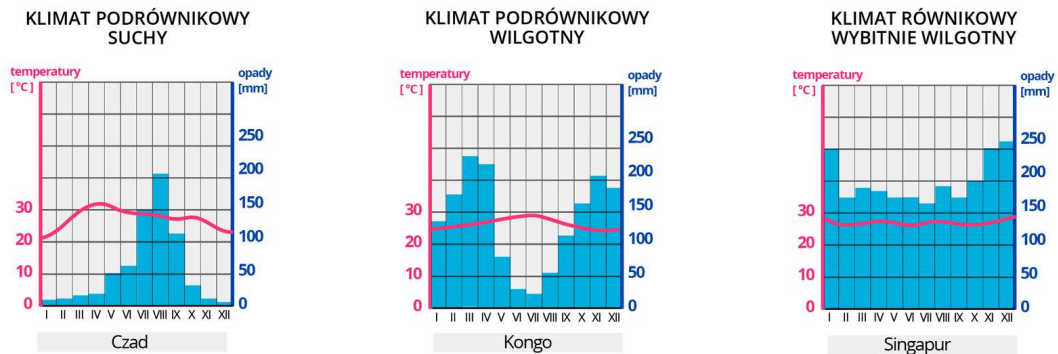
Istnieje kilka podziałów klimatycznych Ziemi, różniących się liczbą wydzielanych stref. Wynika to z faktu, że ich autorzy stosowali różne, mniej lub bardziej szczegółowe, kryteria ich wyznaczania.

2. Czym charakteryzują się różne typy klimatów?

Każda strefa klimatyczna ma właściwy dla siebie **klimat strefowy**. W każdej strefie istnieją różne **typy klimatów**.

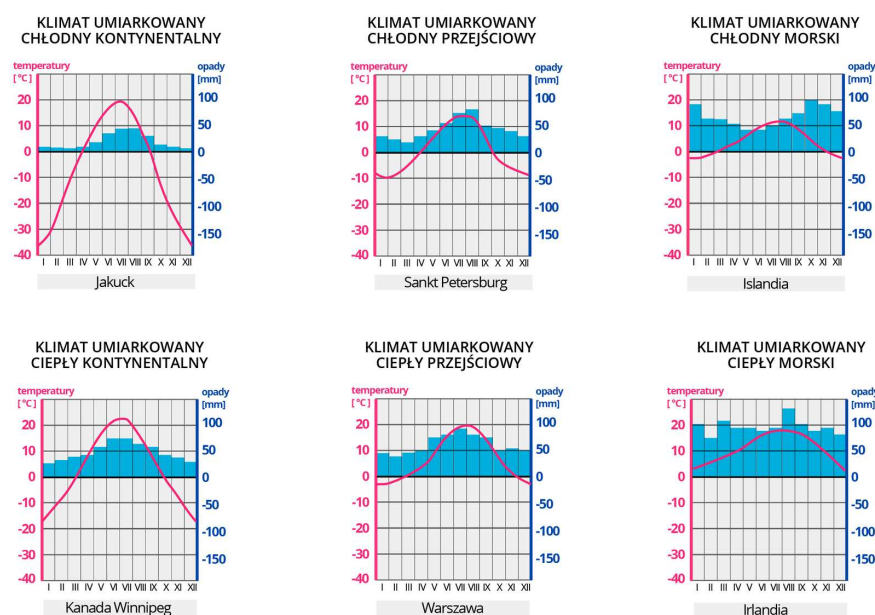
- **W strefie klimatów równikowych** wszystkie typy klimatu (poza szczytami najwyższych gór) odznaczają się wysoką temperaturą powietrza. Charakterystyczne dla tej strefy typy klimatów różnią się m.in. porami występowania opadów. **Klimat równikowy wybitnie wilgotny** cechuje się nieznacznymi amplitudami temperatury i opadami niemal codziennie przez cały rok; **klimat podrównikowy wilgotny** wyróżnia się nieco

większymi wahaniami temperatury powietrza i trochę niższymi opadami; **klimat podrównikowy suchy** jest równie ciepły, ale występuje w nim kilkumiesięczna pora sucha.



Przykłady klimatogramów dla wybranych typów klimatu w strefie równikowej

- W strefie klimatów zwrotnikowych wyróżniamy m.in.: **klimat wilgotny** w strefie występowania monsunów, **klimat kontynentalny suchy** dalej od wybrzeży, **klimat skrajnie suchy** we wnętrzu kontynentów.
- W strefie klimatów podzwrotnikowych im dalej od wybrzeży, tym jest bardziej sucho: **klimat wilgotny (śródziemnomorski)** panuje na wybrzeżach, **kontynentalny suchy** dalej od morza, zaś **klimat skrajnie suchy** w głębi kontynentów.
- W strefie klimatów umiarkowanych – zarówno ciepłej, jak i chłodnej – wyróżniamy m.in. typy klimatu: **morski** z małymi amplitudami rocznymi temperatury, **przejściowy** oraz **kontynentalny** z bardzo dużymi amplitudami rocznymi temperatury.



Przykłady klimatogramów dla poszczególnych typów klimatu w strefie umiarkowanej

- W **strefie klimatów okołobiegunowych**, charakteryzujących się bardzo niskimi opadami i niską temperaturą, mamy do czynienia z **klimatem subpolarnym**, dla którego typowe jest krótkie zimne lato i długa mroźna zima, oraz **klimatem polarnym** z temperaturą ujemną przez cały rok.



Góra Kilimandżaro jest najwyższym szczytem Afryki – 5895 m n.p.m. Pomimo że leży w strefie klimatu równikowego, jej najwyższy wierzchołek zawsze pokryty jest śniegiem i lodem, choć w wyniku globalnego ocieplenia pokrywa ta jest o 26% mniejsza niż jeszcze 10 lat temu

Polecenie 3

Wyjaśnij, dlaczego na szczytach wysokich gór śnieg leży przez cały rok bez względu na strefę klimatyczną. Jakie inne składniki klimatu odróżniają klimaty górskie od sąsiadujących z nimi klimatów strefowych? Jak zmienia się klimat gór od ich podstawy do wierzchołków?

Poza **góorską odmianą** klimatu, spotykaną we wszystkich strefach klimatycznych, wyróżniona została także **odmiana monsunowa**, typowa dla stref klimatów równikowych, zwrotnikowych, podzwrotnikowych i umiarkowanych. Za główne obszary występowania monsunowej odmiany klimatu uważa się Azję Południową i Południowo-Wschodnią oraz północną Australię. Klimat monsunowy ma duże znaczenie dla rolnictwa zwłaszcza w Azji – umożliwia uprawę na obszarach położonych w głębi kontynentu.



Dzięki monsunom, przynoszącym w półroczu letnim obfite opady deszczu, na obszarach zwrotnikowych Azji Południowo-Wschodniej nie ma pustyń, a klimat jest tak wilgotny, że umożliwia uprawę ryżu

Podsumowanie

- Na Ziemi wyznaczone zostały strefy klimatyczne: równikowa, zwrotnikowe, podzwrotnikowe, umiarkowane i okołobiegunowe.
- Warunki klimatyczne w każdej strefie klimatycznej wynikają z szerokości geograficznej, ale mogą być zmodyfikowane występowaniem innych czynników geograficznych.
- W każdej strefie klimatycznej spotykamy różne typy klimatów.
- Niezależnie od stref klimatycznych występują także astrefowe odmiany klimatu, np. klimat górski.
- Charakterystyczne cechy klimatu można w uproszczeniu przedstawić za pomocą klimatogramu.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Na podstawie mapy fizycznej Europy i mapy stref klimatycznych kuli ziemskiej określ, jaki typ klimatu występuje w następujących miejscach:

- Warszawa,
- Ateny,
- Paryż,
- Moskwa,
- Przylądek Nordkap.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [klimat astrefowy](#)
 - [klimat strefowy](#)
 - [strefa klimatyczna](#)
 - [typ klimatu](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Przyczyny zróżnicowania temperatury powietrza w różnych częściach świata](#)
 - [Jak powstaje wiatr?](#)
 - [Opady i osady atmosferyczne](#)
 - [Czynniki klimatotwórcze](#)
 - [Wpływ klimatu na bioróżnorodność i zróżnicowanie gleb](#)

Słowniczek

klimat astrefowy

klimat kształtowany przez czynniki lokalne (np. położenie względem lądu i morza, wysokość nad poziomem morza, pokrycie terenu, działalność antropogeniczna) niezależne od szerokości geograficznej

klimat strefowy

klimat o cechach uwarunkowanych szerokością geograficzną i związanymi z nią czynnikami: zróżnicowanym dopływem promieniowania słonecznego do powierzchni Ziemi, globalną cyrkulacją atmosferyczną, układem ośrodków barycznych itp.

strefa klimatyczna

największa jednostka w podziale klimatycznym świata – część powierzchni Ziemi przyjmująca w przybliżeniu kształt równoleżnikowego pasa o zmiennej szerokości, w obrębie którego występują podobne parametry klimatu, np. temperatura powietrza, opad, ciśnienie atmosferyczne itp.

typ klimatu

jednostka klasyfikacji klimatu świata wydzielona na podstawie zróżnicowania elementów klimatu wewnątrz stref klimatycznych

Zadania

Ćwiczenie 1

Wybierz dwa zdania charakteryzujące położenie stref klimatycznych.

- ☐ Strefy klimatyczne mają przebieg zbliżony do południkowego.
- ☐ Podobne strefy klimatyczne leżą na półkuli północnej i południowej.
- ☐ Strefy klimatyczne mają przebieg zbliżony do równoleżnikowego.
- ☐ Podobne strefy klimatyczne leżą na półkuli wschodniej i zachodniej.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij puste miejsca.

Ciepło i wilgotno przez cały rok jest w strefie . Średnia miesięczna temperatura powietrza poniżej zera przez cały rok występuje w strefie . Chłodne i deszczowe zimy oraz upalne suche lata występują w strefie . Chłodne zimy i ciepłe lata występują w strefie . Duże amplitudy dobowe temperatury i bardzo mało opadów przez cały rok charakteryzują strefę .

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij puste miejsca.

Strefy leżą najbliżej strefy równikowej. Na nieco większych szerokościach leżą strefy . Jeszcze dalej od równika rozciągają się strefy klimatyczne. Strefy mają na swoim terenie bieguny.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Klimat równikowy wilgotny cechuje się amplitudami temperatury i obfitymi opadami niemal przez cały rok. Klimat podrównikowy wilgotny wyróżnia się nieco większymi wahaniami powietrza w ciągu roku i trochę niższymi opadami. Klimat podrównikowy suchy jest równie ciepły jak wilgotny, ale występuje w nim pora sucha.

całodniowa

ogromnymi

co tydzień

składu

obiegu

nieznacznymi

zerowymi

codziennie

dwutygodniowa

całoroczna

temperatury

wyłącznie śniegu

ujemnymi

kilkumiesięczna

proporcji

niedostrzegalnymi

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących zróżnicowania klimatów.

	Prawda	Fałsz
Klimaty przejściowe mają cechy skrajne.	☐	☐
Klimaty morskie cechują równomierne opady i małe roczne amplitudy temperatury.	☐	☐
Klimaty kontynentalne charakteryzują się niższymi opadami i większymi rocznymi amplitudami temperatury.	☐	☐
Klimaty skrajnie suche występują głównie w strefie umiarkowanej.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Jak klimat wpływa na bioróżnorodność i zróżnicowanie gleb?

Zróżnicowany dopływ energii promieniowania słonecznego do powierzchni Ziemi na różnych szerokościach geograficznych zdecydował o powstaniu stref klimatycznych. Te przyczyniły się do wyodrębnienia się stref roślinnych, które z kolei (wraz z dostępnością wody i rodzajem skał w podłożu) wpłynęły na powstanie stref glebowych. Mamy zatem na Ziemi strefy klimatyczno-roślinno-glebowe.



Krajobraz gorącej, piaszczystej pustyni zwrotnikowej

Już wiesz

- jaki jest związek oświetlenia Ziemi ze zróżnicowaniem warunków środowiskowych;
- dlaczego i jakie strefy klimatyczne występują na Ziemi;
- w jaki sposób ogólna cyrkulacja atmosfery i czynniki astrefowe wpływają na dostępność wody w różnych częściach kuli ziemskiej;
- czym charakteryzują się i czym różnią od siebie poszczególne typy klimatów.

Nauczysz się

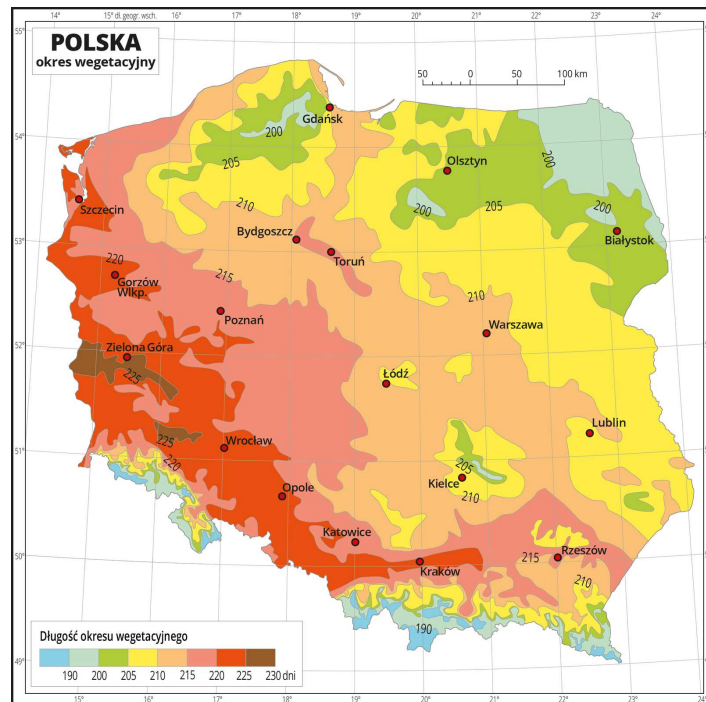
- wyjaśniać zależności między klimatem, dostępnością wody a formacjami roślinnymi i typami gleb;
- określać na podstawie mapy formacje roślinne pokrywające wybrany obszar;
- opisywać warunki przyrodnicze poszczególnych stref roślinnych.

1. Biosfera

Biosfera jest jedną ze sfer Ziemi, w której żyją i rozwijają się organizmy. Biosfera nie jest sferą niezależną, ale wyodrębnia się spośród pozostałych sfer – atmosfery, hydrosfery, litosfery i pedosfery w takim zakresie, w jakim stwarza organizmom odpowiednie warunki do życia i rozwoju. Obejmuje zatem dolną część atmosfery (do wysokości ok. 10 km), całą hydrosferę i pedosferę oraz powierzchniową część litosfery do głębokości wyznaczonej przez barierę termiczną rozwoju mikroorganizmów. Najwięcej organizmów żyje na powierzchni lądów, w wodzie do głębokości kilkuset metrów, w litosferze do głębokości kilkudziesięciu centymetrów i do wysokości kilku kilometrów w atmosferze. Różnorodność gatunkowa i liczebność organizmów żywych jest najwyższa w strefie równikowej i zmniejsza się ku biegunom. Niska bioróżnorodność charakteryzuje także wyższe partie gór, wysokie warstwy atmosfery oraz głębiny oceaniczne.

W biosferze wyróżnia się też **parabiosferę** – strefę, w której mogą istnieć tylko utajone formy życia, jak np. przetrwalnikowe postacie bakterii i grzybów. Obejmuje ona miejsca na Ziemi o skrajnie niesprzyjających warunkach do rozwoju życia, np. obszary wysokogórskie, pustynie lodowe, górne warstwy atmosfery.

Czynniki niezbędne dla istnienia życia i rozwoju roślin są zależne w znacznym stopniu od klimatu. Zdecydowana większość roślin może rosnąć w temperaturze powyżej 0°C. W klimacie umiarkowanym za tę granicę przyjmuje się nawet średnią temperaturę dobową powyżej +5°C. Część roku, w której panują warunki umożliwiające rozwój roślin, nazywamy **okresem wegetacyjnym**. W związku z bardzo zróżnicowanym klimatem i ze zmienną dostępnością wody na powierzchni Ziemi wykształciły się **strefy roślinne** swoim położeniem odpowiadające w przybliżeniu układowi stref klimatycznych. W poszczególnych strefach roślinnych pojawiają się charakterystyczne **formacje roślinne**, czyli typy roślinności o podobnych wymaganiach w stosunku do klimatu, wody, rzeźby terenu i gleby. W górach wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza zmieniają się warunki klimatyczne, a wraz z nimi także roślinność. Zbiorowiska roślinne, których skład gatunkowy uwarunkowany jest występowaniem pięter klimatycznych, nazywamy **piętami roślinnymi**.



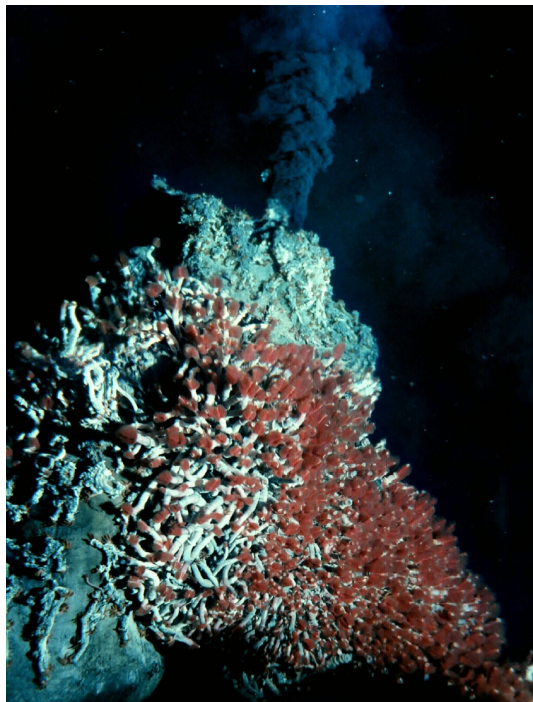
Zróźnicowany czas trwania okresu wegetacyjnego na obszarze Polski

Polecenie 1

- Określ przyczyny zróżnicowania długości okresu wegetacyjnego w Polsce.
- Wyjaśnij, dlaczego okres ten jest krótszy w Polsce wschodniej niż w zachodniej.
- Uzasadnij, dlaczego najkrótszy okres wegetacyjny występuje na niektórych południowych i północnych krańcach naszego kraju.

Ciekawostka

Dna oceanów są niemal pozbawione życia. Panuje tam całkowita ciemność uniemożliwiająca życie roślinom, a woda ma temperaturę ok. 2°C i ogromne ciśnienie. Nieliczne zwierzęta żywią się szczątkami organizmów opadających z mniejszych głębokości. W punktach rozchodzenia się płyt tektonicznych dna oceanów, na głębokościach 1,5–4 tys. m, występują kominy hydrotermalne, czyli miejsca wydostawania się do oceanu rozgrzanej do ponad 350°C (a nawet powyżej 400°C) wody przesyconej trującymi związkami chemicznymi. Pomimo że temperatura wody i jej skład chemiczny są zabójcze dla większości organizmów, miejsca te zamieszkuje mnóstwo gatunków różnych organizmów. Badania naukowe wykazały, że w porównaniu z otaczającym dnem morskim strefy kominów hydrotermalnych charakteryzują się wielokrotnie większym zagęszczeniem organizmów. Świadczy to o niezwykłych możliwościach przystosowawczych ziemskiej biosfery.



Bujnie rozwijające się życie wokół kominów hydrotermalnych to przede wszystkim bakterie i archeony pobierające energię z gorącej wody i zawartych w niej związków chemicznych. Stanowią one pokarm różnorodnych organizmów, jak *Riftia pachyptila* (widoczne na zdjęciu białe rurki z bordowym pióropuszem), małże, ślimaki i krewetki

Ciekawostka

Biosfera jest najbardziej rozprzestrzenioną sferą Ziemi. Organizmy ziemskie znajdują się nawet w największych głębiach oceanicznych, bywają na najwyższych szczytach i w najgłębszych kopalniach. Od 2000 roku ludzie stale zamieszkują przestrzeń kosmiczną (Międzynarodowa Stacja Kosmiczna), dokonując przy okazji eksperymentów na roślinach i zwierzętach. W latach 1969-1972 w trakcie 6 misji aż 12 ludzi przebywało na Księżycu.



2. Główne formacje roślinne

Wpływ na występowanie formacji roślinnych na kuli ziemskiej mają przede wszystkim: klimat, dostępność wody, ukształtowanie terenu oraz typ gleby. Z tego powodu roślinność zmienia się w zależności od stref klimatycznych, odmiany klimatu, a nawet warunków konkretnego obszaru. W każdej strefie roślinnej spotyka się charakterystyczne formacje, ale także ich specyficzne, lokalne odmiany.

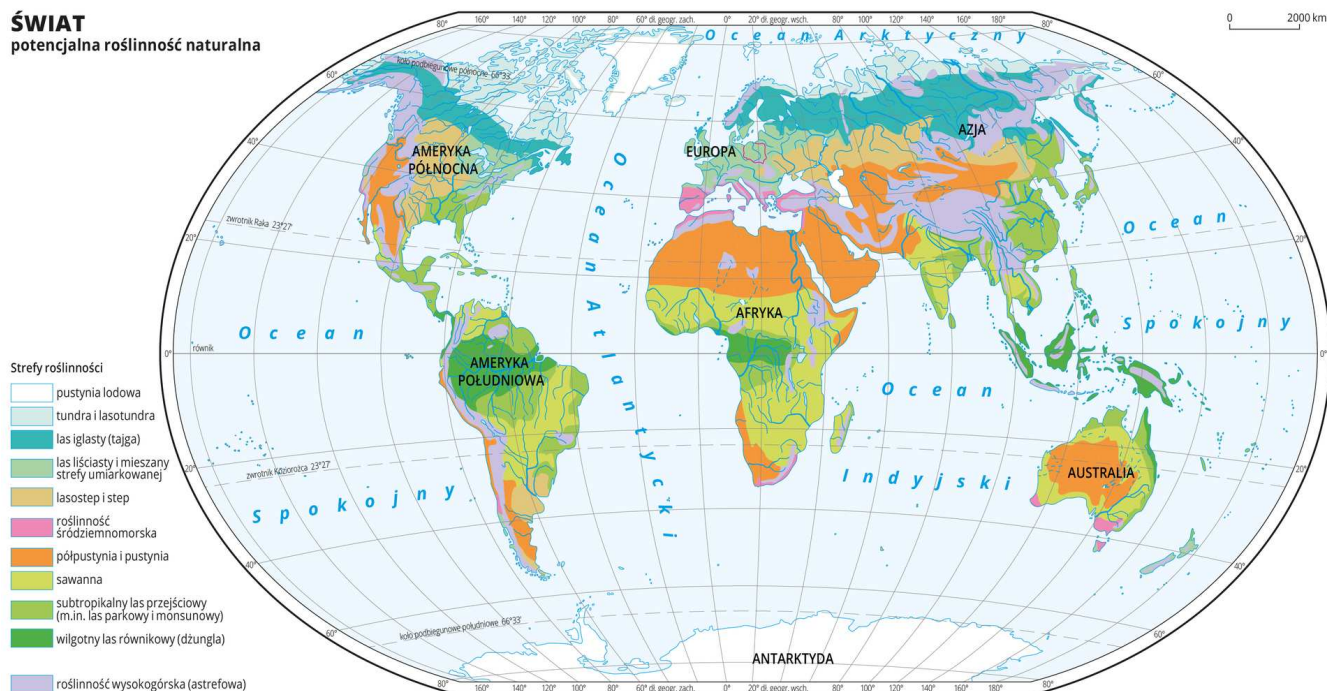
Charakterystyka stref roślinnych kuli ziemskiej

Nazwa strefy roślinnej	Główne cechy klimatu	Przykładowe rośliny	Przykładowe zwierzęta
Lasy równikowe	gorąco i wilgotno przez cały rok	palmy, storczyki, liany, bananowce, paprocie drzewiaste, namorzyny	goryle, hipopotamy, kolibry, kameleony, piranie, motyle
Sawanny	gorąco przez cały rok, ale dwie wyraźne pory roku: sucha i deszczowa	akacje, baobaby, eukaliptusy, kolczaste krzewy, trawy	słonie, żyrafy, antylopy, lwy, hieny, strusie, sępy, węże, szarańczaki, termity
Gorące pustynie i półpustynie	gorąco w ciągu dnia i chłodno w nocy, bardzo małe opady tylko latem	agawy, rozchodniki, kaktusy, aloesy, w oazach palmy daktylowe	wielbłądy, skoczki pustynne, jaszczurki, grzechotniki, skorpiony, mrówki, muchy
Roślinność śródziemnomorska (makia)	gorące suche lata i ciepłe deszczowe zimy	cedry, dęby karłowate, dzikie oliwki, pistacje, mirty, wrzośce, cyprisy, jałowce, wawrzyny, lawendy	daniele, muflony, jeżozwierz, nietoperze, flamingi, gekony, żółwie
Stepy i chłodne pustynie	gorące suche lata i mroźne zimy	trawy, piołuny, hiacynty, tulipany, czosnek	suhaki, osły, ryjówki, susły, bobaki, przepiórki, dropie, szarańcza

Nazwa strefy roślinnej	Główne cechy klimatu	Przykładowe rośliny	Przykładowe zwierzęta
Lasy liściaste i mieszane	ciepłe deszczowe lata i chłodne, wilgotne zimy	buki, dęby, klony, lipy, jesiony, sosny	żubry (bizony), sarny, jelenie, dziki, wilki, bociany, wróble
Tajga	krótkie ciepłe lata i mroźne zimy	sosny, świerki jodły, modrzewie, cisy, brzozy, olchy, jałowce, mchy	łośie, niedźwiedzie, wilki, lisy, gronostaje, sikorki, jemioluszki, komary
Tundra	bardzo krótkie chłodne lato i długa mroźna zima	brzozy karłowate, wierzby karłowate, wrzosa, borówki, chrobotek reniferowy	renifery, wilki, lisy polarne, zające bielaki, lemingi, myszołowy, pardwy, sowy śnieżne
Pustynia arktyczna i antarktyczna	mrozy przez cały rok, bardzo krótkie i chłodne lato tylko na obrzeżach	mchy, wątrobowce, bardzo rzadko trawy	Arktyka: niedźwiedzie polarne, morsy, foki
			Antarktyka: pingwiny, słonie morskie, foki

W wielu miejscach kuli ziemskiej spotykamy także astrefowe formacje roślinne. Odpowiadają one obszarom klimatów astrefowych, terenom o specyficznych właściwościach gleb lub powierzchniom przeobrażonym przez człowieka. Są to m.in.: roślinność wysokogórska, roślinność wodna i przybrzeżna oraz roślinność na obszarach silnie zmienionych przez ludzi.

ŚWIAT potencjalna roślinność naturalna



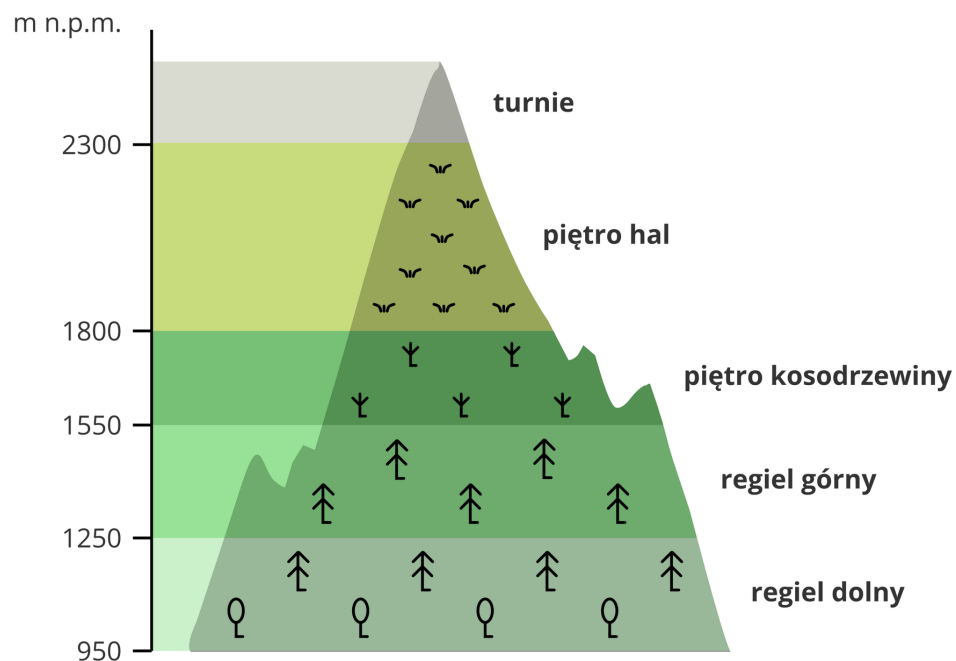
Strefy roślinne kuli ziemskiej

Ważne!

Zasięgi występowania zwierząt często różnią się od stref roślinnych i tylko niektóre gatunki są ściśle z nimi powiązane. Wiele gatunków zwierząt żyje w dwóch, a nawet kilku strefach. Całą Ziemię dzielimy na 4 królestwa zoogeograficzne (zwane też państwami zwierzęcymi), a te z kolei na krainy i dzielnice. Układ taki nie pokrywa się ani z podziałem na strefy klimatyczne czy roślinne, ani z podziałem na kontynenty. Jest to wynik ogromnych możliwości przemieszczania się wielu zwierząt oraz ich zdolności przystosowania się do odmiennych warunków środowiskowych.

Polecenie 2

- Wymień nazwy i scharakteryzuj główne formacje roślinne występujące na Ziemi w poszczególnych strefach roślinnych.
- Wskaż na mapie strefy roślinne Ziemi.
- Na podstawie schematu pięter roślinnych w Tatrach opisz, jak zmienia się średnia temperatura powietrza w kolejnych piętrach, i uzasadnij, gdzie znajduje się granica, powyżej której średnia temperatura roczna jest niższa od zera.



Źródło: Krzysztof Jaworski, OpenClips (<http://pixabay.com>), licencja: CC BY 3.0.

Warto wiedzieć

Piętrowość środowiska bywa czasem nazywana strefowością pionową z powodu ułożenia pięter w porządku przypominającym układ stref krajobrazowych (klimatyczno-glebowo-roślinnych). Poza obszarami pustynnymi i polarnymi, gdzie w górach prawie nie występuje piętrowość roślinna, w innych strefach, np. w strefie umiarkowanej, można znaleźć podobieństwa między **reglem dolnym** a strefą lasów liściastych i mieszanych, między **regłą górną** a strefą tajgi, między **piętre** **kosodrzewiny** i **halami** a tundrą oraz między **turniami** a obrzeżami lodowej pustyni.



Lodowce górskie występujące w Alpach, Himalajach i wielu innych wysokich górach świata w pewnym sensie odpowiadają lodowcom i lądolodom obszarów okołobiegunowych

Ważne!

Roślinność naturalna (odpowiednia dla stref roślinnych kuli ziemskiej) w wielu obszarach świata już niemal nie występuje. Zastąpiły ją rośliny uprawiane przez człowieka na różnych plantacjach, polach uprawnych, sadzone w ogrodach, parkach, na trawnikach oraz w specjalnie tworzonych lasach czy sadach.



Przykładem rośliny, którą ludzie obecnie uprawiają na ogromnych plantacjach na wszystkich kontynentach, jest kukurydza. Jeszcze kilkaset lat temu rosła dziko tylko na niewielkich obszarach w Ameryce Środkowej

Uwaga!

Zastępowanie naturalnej roślinności przez plantacje tworzone dla potrzeb ludzi grozi wyginięciem wielu gatunków roślin i zwierząt (co prowadzi do obniżenia bioróżnorodności), zniszczeniem gleb, zmianami stosunków wodnych, a nawet zmianami klimatu.



Dla celów gospodarczych wycina się ciągle nowe obszary tropikalnych dżungli i lasów całego świata, co grozi poważnymi konsekwencjami dla całej planety

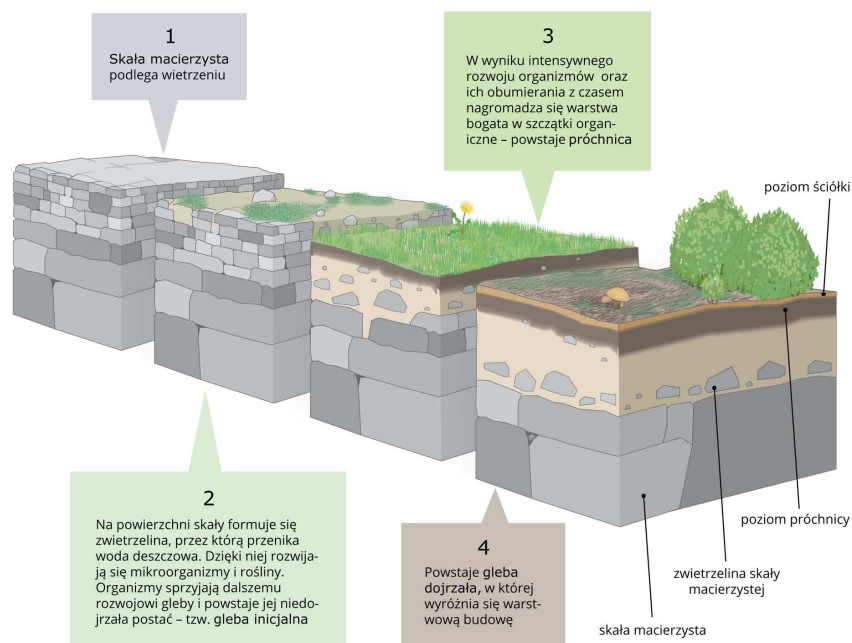
3. Gleba i jej główne typy. Rozmieszczenie typów gleb na Ziemi

Gleba to zewnętrzna warstwa skorupy ziemskiej, która poza cząstkami mineralnymi zawiera także wodę, powietrze, rozmaite organizmy glebowe oraz martwą materię pochodzenia organicznego, nazywaną **próchnicą**. Gleba powstaje w wyniku powolnego procesu glebotwórczego polegającego na przekształcaniu skały macierzystej w glebę i dalszym jej rozwoju. Proces ten zachodzi w dwóch etapach:

1. rozdrobnienie skały macierzystej lub nagromadzenie okruchów skalnych w wyniku działalności wody, wiatru, temperatury lub innych procesów;
2. przekształcenie materiału skalnego w glebę przy udziale organizmów glebowych; wytwarzają się wówczas charakterystyczne poziomy glebowe, począwszy od powierzchniowego z dużym udziałem próchnicy aż do skały macierzystej; te

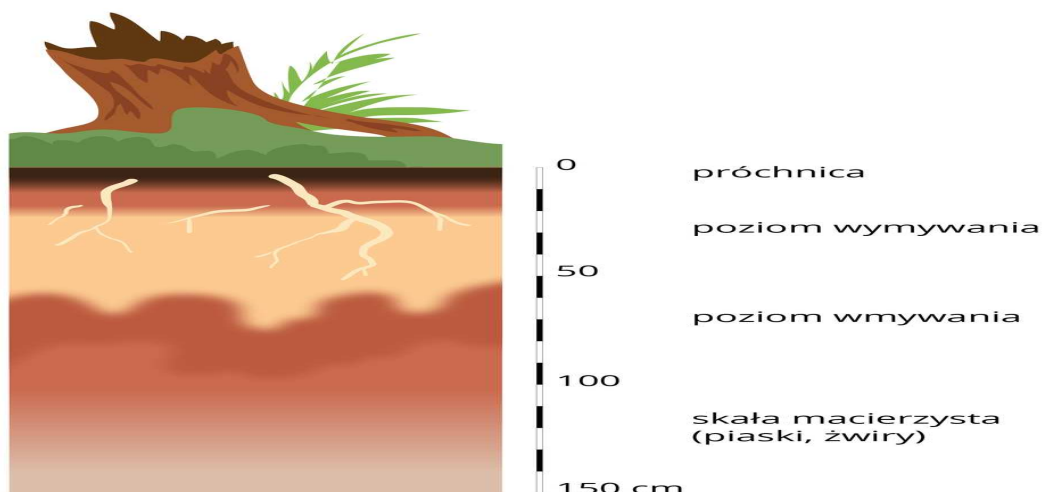
specyficzne dla każdego typu gleby poziomy tworzą tzw. **profil glebowy**.
 Głównymi czynnikami kształtującymi właściwości gleb są: klimat, woda, skała macierzysta, organizmy, rzeźba terenu oraz działalność człowieka.

Czynniki te nazywamy **czynnikami glebotwórczymi**.



Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.

profil gleby bielicej



Profil gleby bielicej

Zróznicowanie i strefowość klimatu, a wraz z nim stref roślinnych spowodowały, że powstały strefy klimatyczno-roślinno-glebowe z charakterystycznymi rodzajami gleb.

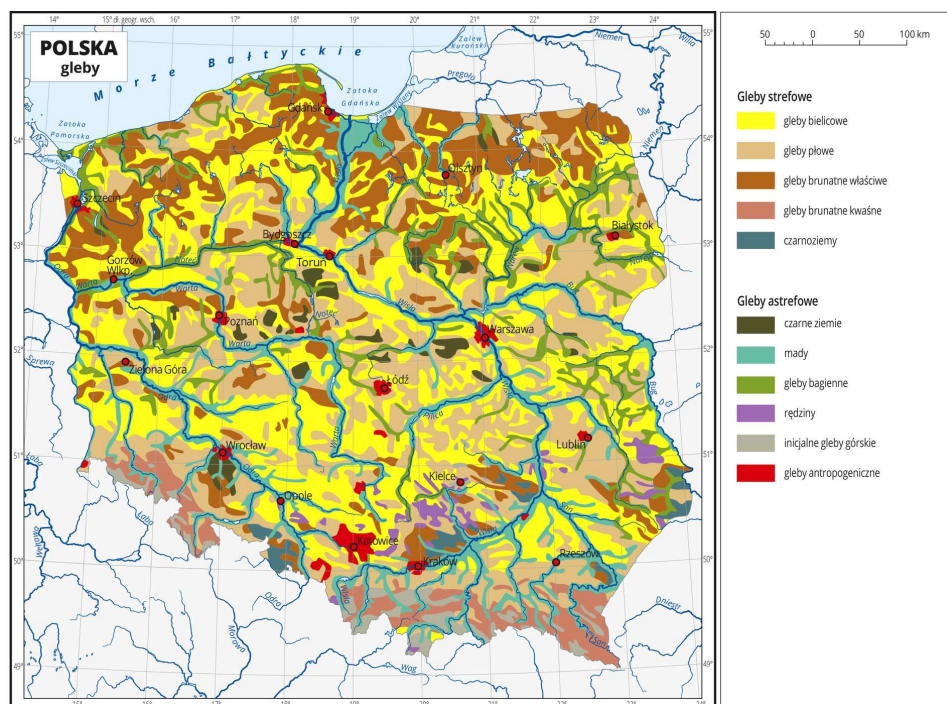
Rodzaje gleb strefowych w zależności od warunków klimatycznych

Strefa	Warunki klimatyczne	Przykładowe rodzaje gleb
równikowa	gorący klimat i opady ponad 100 mm na miesiąc	gleby ferralitowe (czerwono-żółte, bogate w żelazo, ubogie w próchnicę)
		gleby laterytowe (czerwone, bogate w glin, mangan i żelazo, ubogie w próchnicę)
tropikalna (podrównikowa)	letnia pora deszczowa i okres suszy	gleby cynamonowoczerwone i czerwonobure (bogate w glin i żelazo, ubogie w próchnicę)
zwrotnikowa	klimat suchy i skrajnie suchy	szaroziemny (ubogie w próchnicę, bliskie inicjalnym)
		pustynne gleby inicjalne
śródziemnomorska (podzwrotnikowa)	suche, gorące lata i łagodne deszczowe zimy	gleby cynamonowe (ze skał wapiennych, żyzne)
		terra rosa (gleba czerwona, ze skał wapiennych, bogata w glin i żelazo, uboga w próchnicę)
umiarkowana ciepła i wilgotna	ciepłe deszczowe lata i łagodne zimy	gleby brunatne (na glinach)
umiarkowana chłodna i wilgotna	ciepłe deszczowe lata i krótkie chłodne zimy	gleby bielcowe (na piaskach, ubogie w próchnicę)
		gleby brunatne (na glinach, bogate w próchnicę)
		gleby płowe (na piaskach, uboższe od brunatnych)
umiarkowana chłodna i sucha	ciepłe lata, suche i mroźne zimy	czarnoziemny (na lessach, bardzo bogate w próchnicę i bardzo żyzne)
		gleby kasztanowe (bardzo żyzne, zbyt suche)
		szaroziemny (ubogie gleby, bliskie inicjalnym)

Strefa	Warunki klimatyczne	Przykładowe rodzaje gleb
umiarkowana bardzo chłodna i wilgotna	krótkie ciepłe lata, długie mroźne zimy	gleby bielcowe (na piaskach, ubogie w próchnicę)
podbiegunowa	krótkie chłodne lata, długie i mroźne zimy	gleby tundrowe (słabo wykształcone)

Bez względu na strefę klimatyczno-roślinno-glebową występują gleby śródstrefowe. Przykładami ich są:

- **mady** – powstają podczas wylewów rzek w dolinach i deltach; są żyzne i bogate w próchnicę;
- **rędziny** – powstają na podłożu wapiennym, głównie w klimatach umiarkowanych; są zasobne w próchnicę, żyzne, ale trudne do uprawy;
- **czarne ziemie** – powstają na obszarach zanikających bagien i jezior; bogate w próchnicę, bardzo żyzne, ale trudne do uprawy;
- **gleby bagienne** – powstają na bagnach, osuszenie bagien zwiększa ich żyzność;
- **gleby górskie** – na ogół nie posiadają wykształconego profilu glebowego, mało żyzne.



Uproszczona mapa wybranych typów gleb w Polsce

Polecenie 3

Podaj 3 wybrane przykłady powiązań między klimatem, roślinnością a glebami kuli ziemskiej.

Ważne!

Powstawanie gleby trwa wiele lat. W zależności od klimatu i skał w podłożu warstwa gleby o grubości 1 cm może powstawać nawet przez 100–500 lat.

Podsumowanie

- Biosfera przenika się ze wszystkimi innymi sferami ziemskimi.
- Strefy oświetlenia Ziemi i związane z nimi strefy klimatyczne wpłynęły na ukształtowanie się stref roślinnych.
- Czynniki geograficzne powodują, że istnieją także astrefowe formacje roślinne.
- Zmienność warunków klimatycznych, wodnych i ukształtowania terenu wraz z wysokością powoduje, że w górach można wyróżnić piętra roślinne.
- Gleby na Ziemi są bardzo zróżnicowane i zależą głównie od klimatu, podłoża skalnego, organizmów i wody.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Dowiedz się z dowolnego źródła, np. atlasu geograficznego lub Internetu, jaki typ gleb najczęściej występuje w okolicach miejscowości, w której mieszkasz, i opisz czynniki glebotwórcze, które zadecydowały o powstaniu tych gleb.

Polecenie 4.2

Wymień kilka przykładów gleb strefowych i śródstrefowych w Europie.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [formacja roślinna](#)
 - [gleba](#)
 - [hale](#)
 - [kosodrzewina](#)
 - [okres wegetacyjny](#)
 - [próchnica](#)
 - [regiel dolny](#)

- regiel górny
- strefa roślinna
- turnie
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - Przyczyny zróżnicowania temperatury powietrza w różnych częściach świata
 - Opady i osady atmosferyczne
 - Czynniki klimatotwórcze
 - Strefy klimatyczne świata

Słowniczek

czynniki glebotwórcze

elementy środowiska przyrodniczego – klimat, wody, skała macierzysta, rzeźba terenu, organizmy oraz działalność człowieka mająca wpływ na powstawanie i rozwój gleb

formacja roślinna

typ roślinności charakterystyczny dla danego obszaru; rośliny wchodzące w skład formacji roślinnej mają podobne wymagania w stosunku do gleby i klimatu

gleba

zewnątrzna warstwa skorupy ziemskiej zawierająca cząstki mineralne, wodę, powietrze, organizmy glebowe oraz próchnicę

hale

łąki wysokogórskie w wysokich partiach polskich gór powyżej piętra kosodrzewiny; obszar, w którym występują, nazywany jest piętrem hal

kosodrzewina

gatunek drzewa (lub krzewu) iglastego, który tworzy piętro kosodrzewiny powyżej regła górnego

okres wegetacyjny

część roku, w której roślinność może się rozwijać dzięki dostatecznej ilości wilgoci, światła i ciepła; w Polsce jest to okres ze średnią dobową temperaturą powietrza powyżej 5°C

piętra roślinne (piętra klimatyczno-roślinne)

charakterystyczna dla wielu obszarów górskich zmienność roślinności wraz z wysokością nad poziomem morza, uwarunkowana występowaniem pięter klimatycznych

profil glebowy

pionowy przekrój przez glebę ukazujący jej budowę, rodzaj, grubość i wzajemny układ poziomów glebowych

próchnica

mieszanina szczątków organicznych w różnym stadium procesu rozkładu

regiel dolny

piętro lasów liściastych i mieszanych występujące w górach powyżej terenów uprawnych

regiel górny

piętro lasów iglastych występujące w górach powyżej regła dolnego

strefa roślinna

duży obszar z odrębną roślinnością przystosowaną do szczególnych warunków panujących w tej strefie

turnie

piętro w górach, powyżej piętra hal, obszar stromych ścian skalnych i głazów

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

W związku z bardzo zróżnicowanym [] na powierzchni Ziemi powstały strefy roślinne odpowiadające układowi stref []. W poszczególnych strefach roślinnych pojawiają się charakterystyczne formacje [], czyli typy zbiorowisk roślinnych o podobnych wymaganiach w stosunku do klimatu, wody, rzeźby terenu i gleby. Formacje roślinne w górach nazywamy [] roślinnymi.

roślinnych

skalne

klimatycznych

klimatyczne

kartograficzne

geograficznych

biologicznych

opadem

górami

klimatem

powietrzem

piętami

poziomami

magnetyzmem

odmianami

roślinne

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Powyżej jakiej średniej dobowej temperatury powietrza w klimacie umiarkowanym zaczyna się okres wegetacyjny?

☐ poniżej 5°C

☐ poniżej 0°C

☐ powyżej 5°C

☐ powyżej 0°C

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Formacje roślinne zależą od klimatu i dostępności wody oraz od terenu i gleb.

W związku z tym zmieniają się w zależności od strefy , a nawet od odmiany klimatu.

W każdej roślinnej występują charakterystyczne formacje oraz ich specyficzne, lokalne odmiany.

roślinne

geograficznej

biologicznej

zwierzęce

powierzchni

ukształtowania

wielkości

strefie

twórcze

fazie

klimatycznej

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wybierz te spośród wymienionych poniżej stref roślinnych, które występują w strefie międzyzwrotnikowej.

☐ tajga

☐ sawanny

☐ tundra

☐ stepy

☐ lasy równikowe

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Połącz w pary nazwy formacji roślinnych położonych coraz dalej od równika z odpowiednimi uproszczonymi opisami warunków klimatycznych, w których występują.

gorąco, występuje pora sucha i deszczowa	tajga
krótkie chłodne lata i długie mroźne zimy	sawanna
gorące suche lata i mroźne zimy	las równikowy
ciepłe lata i mroźne zimy	step
gorąco i wilgotno przez cały rok	tundra

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Oceń prawdziwość twierdzeń dotyczących budowy gleby.

	Prawda	Fałsz
Woda nigdy nie wchodzi w skład gleby.	☐	☐
Ważnym składnikiem gleby są fragmenty skały macierzystej.	☐	☐
Organizmy glebowe są składnikiem gleby.	☐	☐
Żadne gazy nie wchodzą w skład gleby.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Uzupełnij luki w tekście, przeciągając elementy.

Gleba powstaje w wyniku powolnego procesu polegającego na przekształcaniu skały w glebę.

Proces ten zachodzi w dwóch etapach:

1. skały macierzystej,
2. przekształcenie materiału skalnego w glebę przy udziale glebowych.

skałotwórczego

glebotwórczego

pierwotnej

składników

rozdrobnienie

organizmów

macierzystej

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Oceń prawdziwość twierdzeń dotyczących gleb astrefowych.

	Prawda	Fałsz
Gleby bielcowe zaliczamy do gleb astrefowych.	☐	☐
Rędziny powstają na skałach wapiennych.	☐	☐
Mady powstają w dolinach rzek i deltach.	☐	☐
Gleby bagienne są najbardziej żyznymi glebami na Ziemi.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Wody na Ziemi

Początki życia na Ziemi miały miejsce w oceanie. Dopiero po ok. 3 mld lat pierwsze organizmy wyszły na ląd. Woda wciąż jest jednak czynnikiem niezbędnym do życia dla każdego organizmu. Nawet nasze ciała w ok. 70% składają się właśnie z niej. Znaczenie wody na Ziemi jest naprawdę ogromne.



93% ziemskich zasobów hydrosfery to słone wody mórz i oceanów

Już wiesz

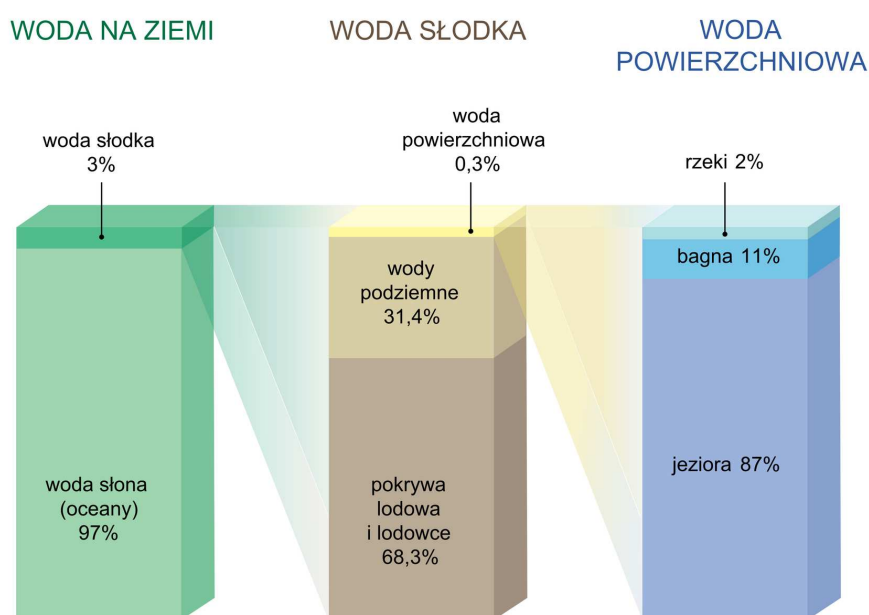
- że para wodna jest ważnym składnikiem ziemskiej atmosfery;
- jaki jest przebieg ogólnej cyrkulacji atmosfery i związane z tym zróżnicowanie opadów w różnych strefach klimatycznych i odmianach klimatu na Ziemi;
- jakie rodzaje opadów i osadów atmosferycznych występują w przyrodzie.

Nauczysz się

- wyjaśniać, czym jest hydrosfera;
- objaśniać przyczyny zróżnicowania przestrzennego występowania wód na Ziemi;
- przedstawiać poszczególne rodzaje wód – oceany, morza, rzeki, jeziora i wody podziemne;
- wyjaśniać wpływ dostępności wody na cywilizację ludzką w przeszłości, obecnie i w przyszłości.

1. Jakie są zasoby wody w przyrodzie?

Łączne zasoby wodne Ziemi oceniane są na niespełna 1,4 mld km³. Zdecydowana większość znajduje się w **morzach i oceanach**. Rośliny i zwierzęta w nich bytujące mają zatem wody pod dostatkiem. Warto jednak pamiętać, że stworzenia oceaniczne i morskie żyją w wodzie słonej, muszą więc radzić sobie z problemem usuwania nadmiaru soli. Z większymi trudnościami zmagają się organizmy lądowe. Zaledwie 3-3,5% zasobów wody występuje na lądach, a większość z nich to **lądolody, lodowce, wieczne śniegi i lód gruntowy** oraz **głębinowe wody podziemne**. Tylko mała część wód lądowych jest dostępna dla roślin, zwierząt i ludzi. Znajduje się w **jeziorach, rzekach, bagnach, glebie** i w **atmosferze** oraz w samych organizmach. Jednak nawet ta niewielka część zasobów wody rozmieszczona jest bardzo nierównomiernie. Duże zróżnicowanie warunków klimatycznych powoduje, że łatwy dostęp do niej spotykamy w obszarach okołorównikowych, a w porze deszczowej w obszarach o klimacie podrównikowym i monsunowym. Wystarczający dostęp do wody zapewniają także klimat podzwrotnikowy morski w porze zimowej oraz klimaty umiarkowane w odmianach morskich i przejściowych. Ogromne obszary kuli ziemskiej, znajdujące się głównie w zwrotnikowej strefie klimatycznej, pokrywają tereny pustynne i półpustynne, gdzie wody brakuje przez cały rok lub przez większą jego część. Podobnie dzieje się w porze suchej w klimatach podrównikowych, podzwrotnikowych i monsunowych. Terytoria o klimatach kontynentalnych w strefach podzwrotnikowej i umiarkowanej mają z reguły w roku dwa okresy suche. W strefach polarnych woda w postaci ciekłej niemal nie występuje.



Polecenie 1

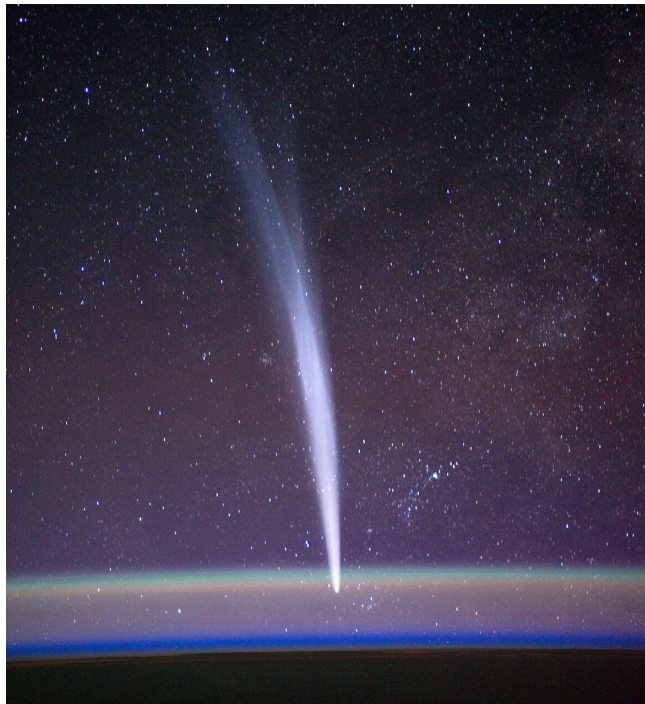
Zinterpretuj wykres przedstawiający zasoby wody na Ziemi i określ możliwe źródła słodkiej wody dla rolnictwa w sytuacji jej niedoboru w glebie i w rzekach.

Polecenie 2

Wybierz jeden z kontynentów i wskaż na nim te obszary, gdzie mamy do czynienia z nadmiarem wody, oraz te, gdzie występuje jej zbyt mało.

Ciekawostka

Geneza wody na Ziemi jest bardzo złożona. Część wydostała się wraz z magmą z głębi naszego globu, a część powstała na drodze połączenia wodoru z tlenem znajdującym się w atmosferze. Najwięcej wody dotarło do Ziemi w postaci okruchów zderzających się z naszą planetą komet i asteroid zbudowanych głównie z tego składnika. Trwało to miliardy lat.



Kometa Lovejoy sfotografowana ze znajdującej się na orbicie ziemskiej Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Fragmenty komet i asteroid wpadające w ziemską atmosferę są źródłem części zasobów wody na naszej planecie

Ważne!

Pomimo ogromnych zasobów wody pitnej na Ziemi jej bezmyślne zanieczyszczanie powoduje, że coraz silniej odczuwamy jej niedobór. Szczególnie wrażliwe na to są jeziora,

rzeki i płytko zalegające wody podziemne. Na nasze nieszczęście to właśnie one stanowią podstawowe źródło wody pitnej dla ludzi i zwierząt.



Odpady na brzegu Jeziora Maracaibo w Ameryce Południowej

Uwaga!

Bez wody człowiek może przeżyć kilka dni. Jednakże niektóre choroby przewodu pokarmowego, choroby wywołujące gorączkę, intensywny wysiłek, wysoka temperatura otoczenia i wiele różnych substancji spożywanych przez ludzi mogą spowodować głębokie odwodnienie i śmierć nawet w ciągu jednej doby.

2. Typy mórz i charakterystyka wód morskich

Wszechocean, czyli obszar połączonych ze sobą wszystkich oceanów i mórz, pokrywa ok. 71% powierzchni naszej planety. Dzięki połączeniu wód ich poziom jest zasadniczo taki sam. Różne czynniki mogą jednak powodować krótkotrwałe bądź okresowe zmiany tego poziomu na pewnej części wszechoceanu. Na Ziemi wydzielono 4 oceany, których granice tworzą lądy oraz umowne linie wytyczone przez człowieka.

Wyróżniamy:

- **Ocean Spokojny** (Pacyfik) obejmujący prawie połowę wszechoceanu,
- **Ocean Atlantycki** stanowiący ok. 25% wszechoceanu,
- **Ocean Indyjski** (ok. 21%),

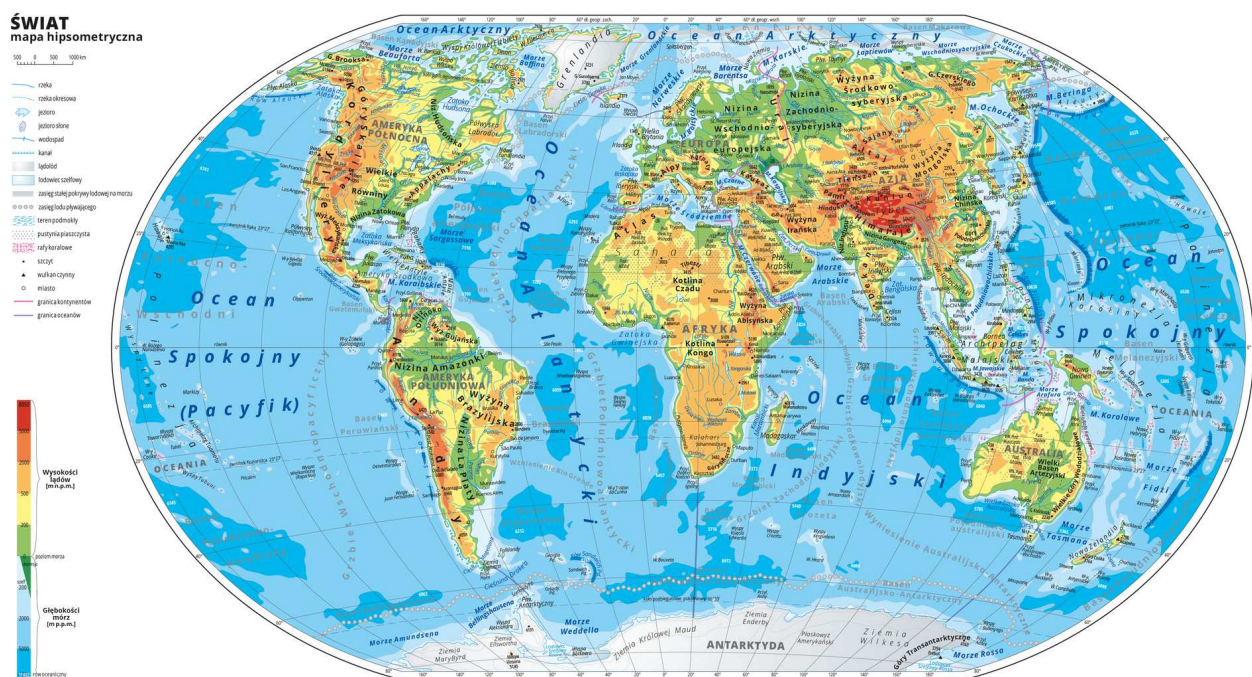
- **Ocean Arktyczny** (ok. 4%).

Są też klasyfikacje wyróżniające 3 (nie wydziela się wtedy Oceanu Arktycznego) lub 5 oceanów (wody wokół Antarktydy uważa się wówczas za **Ocean Południowy**).

Niektóre fragmenty oceanów zwyczajowo nazywamy morzami. Przeważnie wyróżnia się 5 głównych typów mórz:

- **morza otwarte** (bez wyraźnej granicy z oceanem),
- **morza przybrzeżne** (ograniczone lądem i archipelagami wysp lub półwyspami),
- **morza międzywyspowe** (otoczone wyspami),
- **morza śródziemne międzykontynentalne** (ograniczone brzegami dwóch kontynentów),
- **morza śródziemne wewnątrzkontynentalne** (otoczone lądami jednego kontynentu).

Fragmenty mórz z trzech stron otoczone lądem nazywamy **zatokami**, a zwężenia obszaru wodnego rozdzielające dwa obszary lądowe – **cieśninami**.



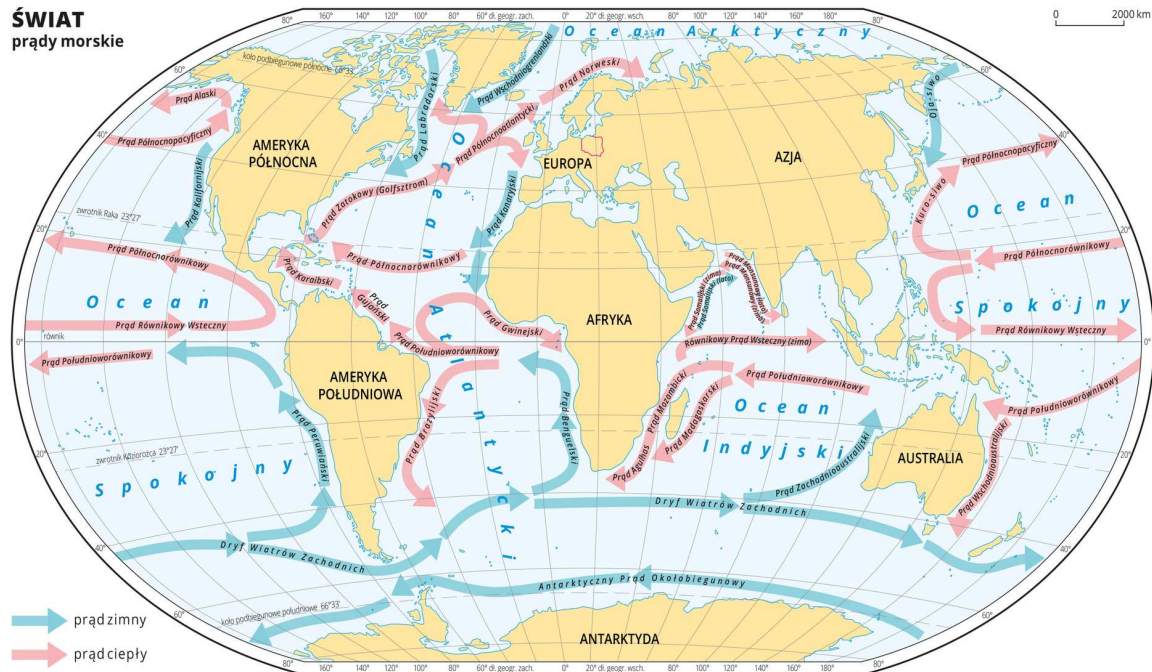
Źródło: Wydawnictwo Edukacyjne Wiking, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 3

Wskaż na mapie świata przykłady 5 różnych typów mórz.

Temperatura wszechoceanu poniżej 1,5 tys. m głębokości wynosi pomiędzy 1°C a 3°C. Wody powierzchniowe natomiast mogą mieć temperaturę od nieznacznie poniżej 0°C do ponad 30°C.

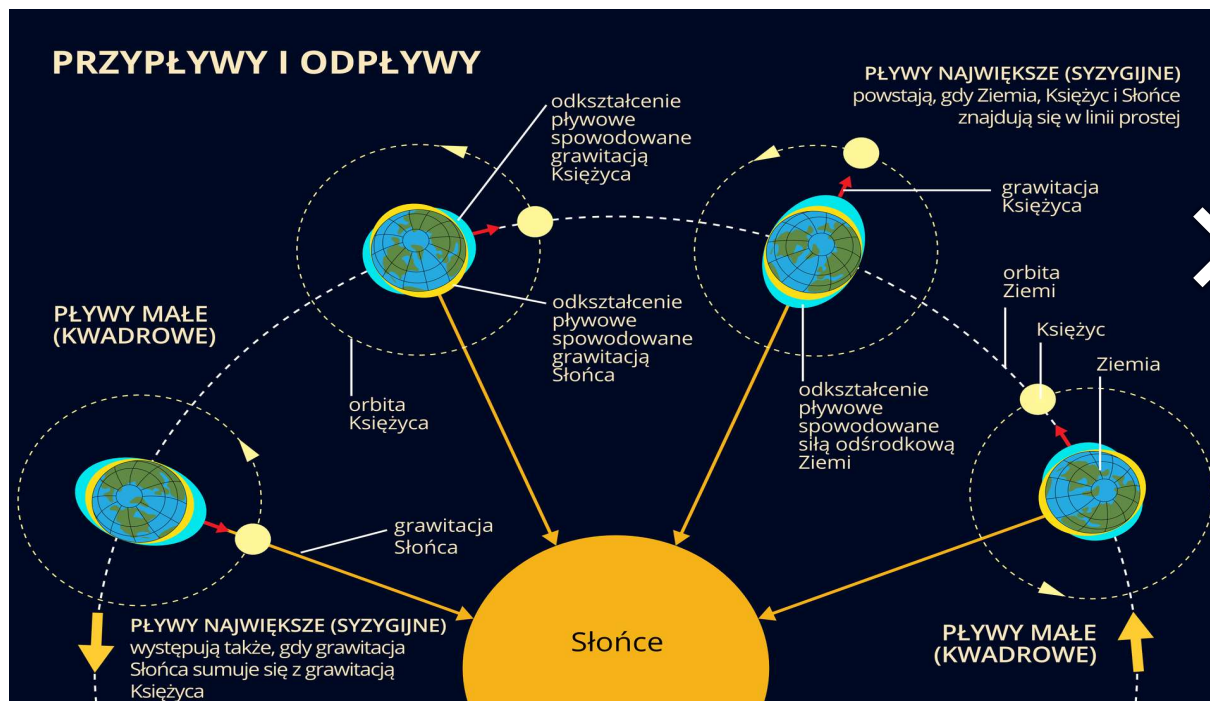
Średnie zasolenie oceanów waha się między 30‰ a 38‰ w zależności od szerokości geograficznej i klimatu. Zasolenie mórz jest bardziej zróżnicowane i waha się od 7–8‰ w Morzu Bałtyckim do 46‰ w Morzu Czerwonym. Wody oceanów i mórz podlegają różnym ruchom. Najważniejsze z nich to **pływy**, **prądy morskie** i **falowanie**.



Źródło: Wydawnictwo Edukacyjne Wiking, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 4

- Na mapie świata przedstawiającej prądy morskie wskaż Prąd Peruwiański oraz Prąd Brazylijski i oceń, jakie jest ich znaczenie dla klimatu Ameryki Południowej.
- Wskaż na mapie Prąd Wschodnioaustralijski oraz Prąd Zachodnioaustralijski i oceń, jakie jest ich znaczenie dla klimatu wybrzeży Australii.
- Przy odpowiedzi wykorzystaj także mapę stref klimatycznych świata i mapę stref roślinnych na kuli ziemskiej.



Siły grawitacji Księżyc i Słońca powodują cykliczny wzrost (przyływ) i spadek (odpływ) poziomu wody w morzach i oceanach

Polecenie 5

Wyjaśnij, jak mogą się przejawiać przypiły i odpływy na wybrzeżach mórz. Czy mogą mieć znaczenie dla portów morskich?

Polecenie 6

Wyjaśnij związek między klimatem a temperaturą i zasoleniem wód oceanicznych.

Ciekawostka

Duże, słone jeziora są niekiedy nazywane morzami. Określenie to z geograficznego punktu widzenia jest nieprawidłowe, ale ze względu na tradycję nie zostało zmienione. Przykładami takich jezior są Morze Kaspijskie oraz Morze Martwe.



Dzięki bardzo dużemu zasoleniu (220-360‰) człowiek zanurzony w Morzu Martwym utrzymuje się na powierzchni wody

Uwaga!

Trzęsienia ziemi i wybuchy wulkanów pod dnem oceanu oraz uderzenia wielkich meteorytów albo osunięcia skał mogą powodować powstanie wysokiej i śmiertelnie groźnej fali nazywanej **tsunami**.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Katastrofalne skutki fal tsunami

Animacja przedstawiająca powstawanie fal tsunami. Następnie pokaz slajdów ze skutkami fal tsunami w Indonezji i Japonii.

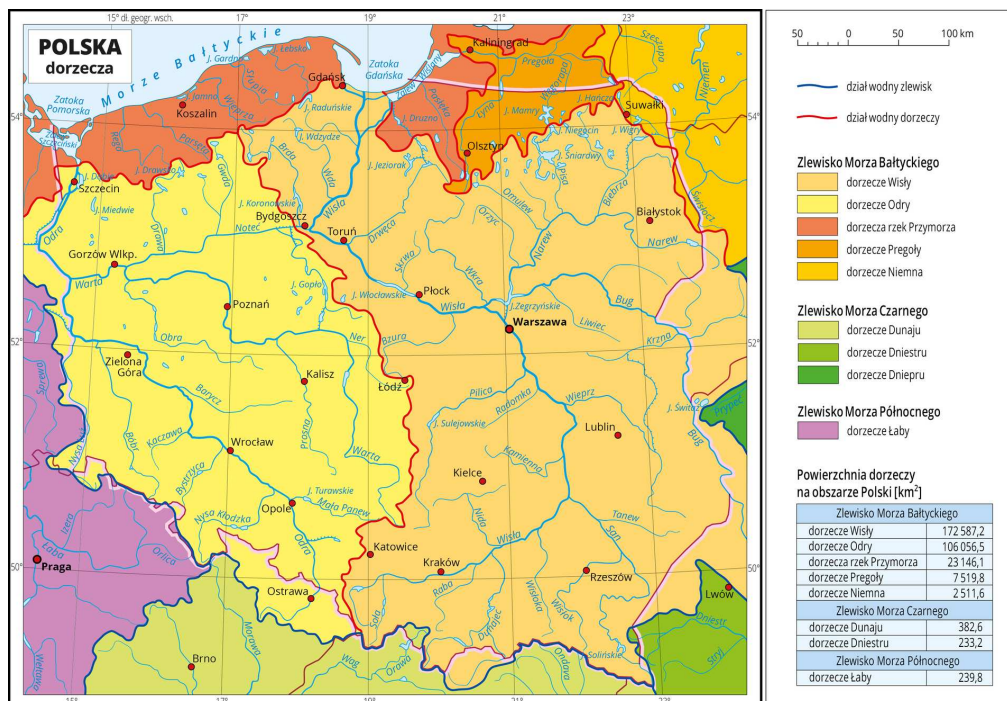
3. Rzeki świata

Wodę płynącą po powierzchni lądu pod wpływem siły grawitacji możemy nazwać strumieniem, strugą, potokiem, rzeką lub ogólnie ciekim. Trudno precyzyjnie i jednoznacznie określić różnice między nimi. Zasadniczo uznano, że większe obiekty, którymi płynie znaczna ilość wody, zasługują na miano **rzeki**. W Polsce umownie przyjęto, że z rzeką mamy do czynienia wówczas, gdy zasilają ją wody z obszaru zwanego **dorzeczem**. Dorzecze to teren o powierzchni co najmniej 100 km², z którego wody powierzchniowe wpadają do rzeki i jej dopływów aż do miejsca, gdzie ta rzeka wpada do innej rzeki, morza lub obszaru bezodpływowego.

Rzeka, która uchodzi do morza lub bezodpływowego jeziora, jest **rzeką główną**. Każda mniejsza rzeka lub strumień zasilające wybraną rzekę to jej **dopływ**. Umowna linia ograniczająca dorzecze nazywana jest **działem wodnym**. Obszar, z którego wszystkie rzeki główne wraz z dopływami wpadają do jednego morza (oceanu, jeziora bezodpływowego), to **zlewisko**. Miejsce, w którym rzeka wpada do większej rzeki, jeziora, morza lub oceanu, określamy mianem **ujścia**.

Rzeki zasilane są najczęściej wodami gruntowymi, deszczowymi, wodami z topniejących lodowców oraz z topniejącego śniegu. W strefie klimatów umiarkowanych rzeki zwykle zasilane są z dwóch lub nawet trzech źródeł.

Z punktu widzenia człowieka rzeki mają ogromne znaczenie. Stanowią źródło wody pitnej, ryb i wody niezbędnej dla różnych dziedzin gospodarki. Są szlakami transportowymi. Po spiętrzeniu wody rzeczne napędzają turbiny w elektrowniach wodnych wytwarzających prąd elektryczny. Dawniej rzeki pełniły również funkcję obronną. Obecnie nadal często wyznaczają granice państwowe, administracyjne lub granice krain geograficznych.



Dorzecza na terenie Polski

Polecenie 7

- Na zamieszczonej powyżej mapie wskaż: rzekę główną, dopływ, ujście, dział wodny i dorzecze.
- Wskaż fragmenty obszaru Polski, które nie leżą w dorzeczu Wisły i Odry.
- Wskaż fragmenty obszaru Polski, które leżą w zlewisku Morza Północnego oraz w zlewisku Morza Czarnego.

Ciekawostka

Najstarsze cywilizacje na Ziemi powstawały 5-6 tys. lat temu (a może nawet wcześniej) w dolinach wielkich rzek. Regularnie powtarzające się wylewy Tygrysu i Eufratu (Mezopotamia), Nilu (Egipt), Jangcy i Huang He (Chiny), Indusu (Cywilizacja doliny Indusu) oraz sprzyjający klimat umożliwiły rozwój rolnictwa, które zapewniało żywność dla tworzących się państw i kultur.

Polecenie 8

- Sprawdź w różnych źródłach, jakimi wodami zasilane są rzeki: Kongo, Ganges i Wisła.
- Wskaż na mapie świata przykłady rzek, których wody wykorzystywane są do nawadniania pól, produkcji energii elektrycznej oraz do celów transportowych.
- Wskaż na mapie świata obszary, na których rozwinęły się najstarsze cywilizacje. Sprawdź na mapach klimatycznych, czy na tych obszarach przez cały rok występują opady deszczu. Wyjaśnij, jaką korzyść mogli mieć ludzie żyjący w sąsiedztwie wielkich rzek.

Uwaga!

Charakter i rodzaj zasilania rzek powoduje, że na wielu zdarzają się gwałtowne wezbrania płynącej nimi wody. Jeżeli wody wylewają się z koryta, mamy wówczas do czynienia z powodzią. W Polsce zjawisko to występuje najczęściej na wiosnę, gdy przychodzi gwałtowne ocieplenie, w wyniku którego jeszcze stosunkowo gruba pokrywa śniegu ulega stopieniu, albo latem po szczególnie intensywnych i długotrwałych opadach.

Powódź we Wrocławiu spowodowana wezbraniem wód Odry w lipcu 1997 roku



4. Jeziora. Wody podziemne

Jezioro to naturalne, śródlądowe, pozbawione bezpośredniego kontaktu z morzem zagłębienie terenu wypełnione wodą. Umownie przyjmuje się, że jezioro ma powierzchnię przynajmniej 1 ha. Zbiorniki wody mniejsze od jezior nazywamy stawami. Jezioro musi mieć stały lub okresowy dopływ wody, aby parowanie z powierzchni i odpływ wody nie spowodowały jego całkowitego i definitywnego wyschnięcia. Geografowie stosują wiele podziałów jezior, biorąc pod uwagę m.in.: ich genezę (sposób powstania misy jeziornej), sposób zasilania w wodę, zawartość soli mineralnych, temperaturę wody, procesy biologiczne, etap rozwoju jeziora.

Wyróżniono ok. 20 typów genetycznych jezior. Najważniejsze z nich to:

- **jeziora tektoniczne** – ich misy powstały na skutek ruchów skorupy ziemskiej (np. Bajkał w Azji, Tanganika w Afryce);

- **jeziora polodowcowe** – zagłębienia, w których występują, są skutkiem działalności lądolodu lub lodowca; jest ich wiele rodzajów (np. Mamry na Mazurach, Morskie Oko w Tatrach);
- **jeziora wulkaniczne** – powstałe w zagłębieniach wytworzonych przez wulkany (np. w kraterze – Jezioro Kraterowe w Oregonie w Stanach Zjednoczonych); jest ich kilka rodzajów;
- **jeziora przybrzeżne** – powstałe na skutek „odcięcia” zatoki od morza przez mierzeję (np. Jezioro Łebsko w Słowińskim Parku Narodowym);
- **jeziora zakolowe (starorzecze)** – ich misy są fragmentami dawnych koryt rzek (np. Buzysko koło wsi Prostyń na Mazowszu);
- **jeziora meteorytowe** – zagłębienia, w których powstały, są wynikiem uderzeń dużych meteorytów lub małych planetoid (np. Siljan w Szwecji);
- **jeziora reliktowe** – pozostałości po większych zbiornikach wodnych, najczęściej morzach wewnątrzkontynentalnych (np. Morze Kaspijskie).

Niektóre jeziora leżą na obszarach bezodpływowych, co znaczy, że wody wpadające do nich już nigdy i nigdzie nie wypływają. Mogą jednak parować lub wsiąkać.

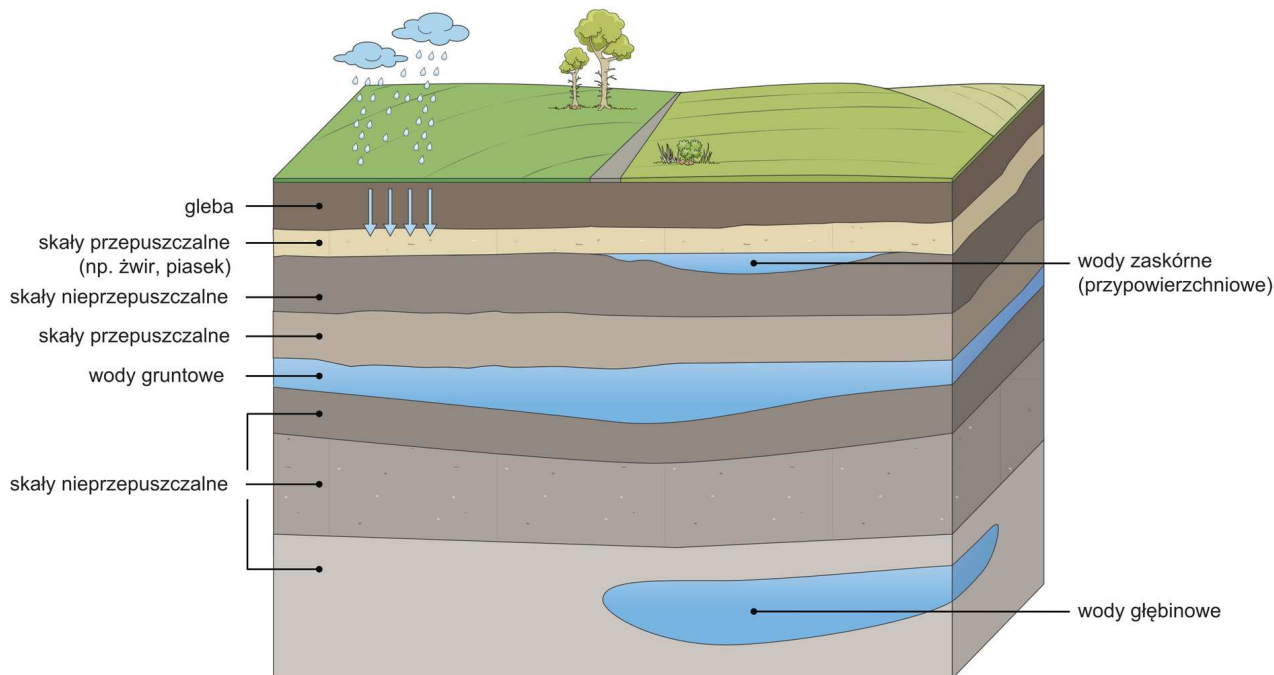
Uwaga!

Jeziora są bardzo narażone na zanieczyszczenie. Wymiana wody następuje w nich bardzo wolno, a proces samooczyszczania jest bardzo długi. Jakiegokolwiek zanieczyszczenia wpadające do jeziora pozostają w nim na długi czas.

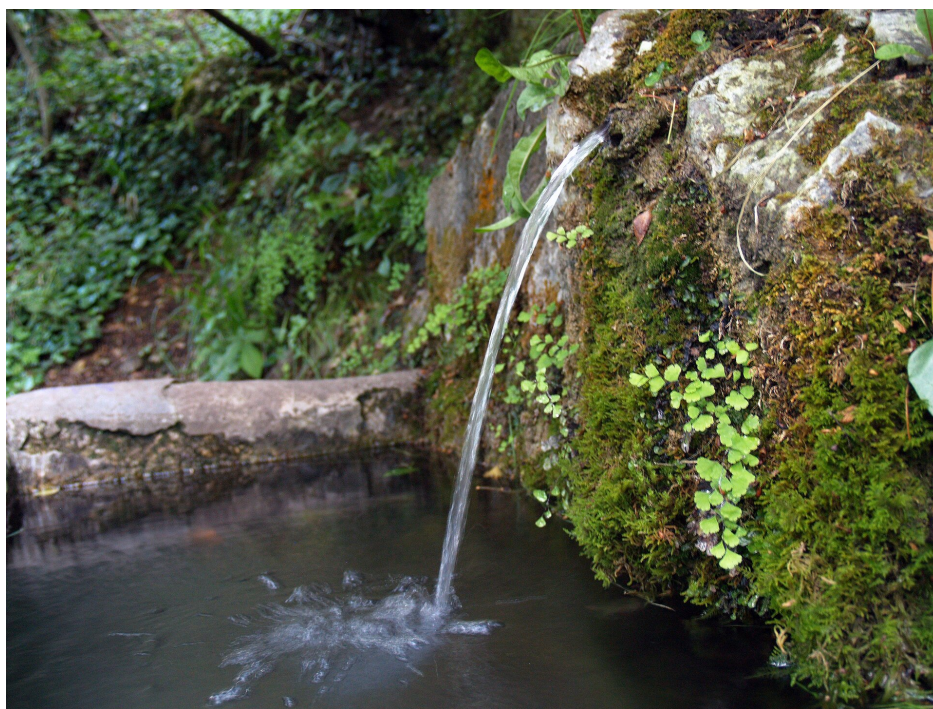
Polecenie 9

- Wskaż na mapie świata Morze Kaspijskie będące największym na świecie jeziorem pod względem powierzchni. Jest to jezioro reliktowe.
- Wskaż na mapie świata Jezioro Bajkał będące jeziorem o największej na świecie pojemności. Jest to jezioro tektoniczne.

Znacznie więcej wody niż w jeziorach i rzekach znajduje się w porach i szczelinach skał. Są to tak zwane **wody podziemne**. Pochodzą zwykle z przesiąkania wód opadowych do gleby, a następnie do coraz głębszych warstw skalnych. Tuż pod powierzchnią ziemi występują zanieczyszczone **wody zaskórne (przypowierzchniowe)**. Głębiej zalegają **wody gruntowe**, których temperatura zmienia się wraz z wahaniami sezonowymi na danym obszarze. Zwykle nadają się do picia. Jeszcze głębiej znajdują się **wody głębinowe**, których temperatura jest stała i równa średniej wieloletniej dla danego obszaru. Wody głębinowe często są zmineralizowane, a czasem podgrzane ciepłem Ziemi.



Schemat występowania poszczególnych rodzajów wód podziemnych



Miejsce, z którego wody podziemne samoczynnie wypływają na powierzchnię, nazywamy źródłem

Polecenie 10

Zastanów się i wyjaśnij, jak należy budować studnie, aby nie dostawały się do nich wody zaskórne tylko gruntowe.

Podsumowanie

- Woda jest niezbędna do życia wszystkim organizmom na naszej planecie.
- Większość zasobów wodnych Ziemi skupiona jest w oceanach i morzach.
- Zasoby wodne na powierzchni lądów są niewielkie i bardzo nierównomiernie rozmieszczone.
- Woda oceanów i mórz jest silnie zróżnicowana pod względem temperatury i zasolenia; podlega równocześnie różnym ruchom.
- Rzeki mają ogromne znaczenie dla człowieka, ale równocześnie stwarzają niebezpieczeństwo powodzi.
- Jeziora mają różne pochodzenie i są bardzo odmienne pod względem fizycznym, chemicznym i biologicznym.
- Wody podziemne stanowią największe zasoby wody słodkiej, nie licząc lodowców i lądolodów.

Praca domowa

Polecenie 11.1

Wskaż na mapie świata po jednej rzece i jednym jeziorze na każdym z kontynentów (poza Antarktydą). Opisz pochodzenie wód zasilających te rzeki oraz genezę jezior.

Polecenie 11.2

Wyjaśnij przyczyny występowania powodzi i susz w różnych strefach klimatycznych. Zaproponuj sposoby zapobiegania tym klęskom lub minimalizowania ich skutków.

Zobacz także

Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:

- [dopływ](#)
- [dorzecze](#)
- [dział wodny](#)
- [falowanie morza](#)
- [jezioro](#)
- [morze](#)
- [ocean](#)
- [pływy](#)
- [prądy morskie](#)
- [rzeka główna](#)

- wody głębinowe
- wody gruntowe
- wody podziemne
- wody zaskórne (przypowierzchniowe)
- zlewisko

Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:

- Opady i osady atmosferyczne

Słowniczek

dopływ

rzeka lub strumień (potok) uchodzące do większej rzeki

dorzecze

obszar, z którego wody spływają do jednej rzeki i jej dopływów

dział wodny

umowna granica oddzielająca sąsiednie dorzecza

falowanie morza

ruch cząstek wody powodowany najczęściej siłą wiatru

jezioro

naturalne, śródlądowe, pozbawione bezpośredniego kontaktu z morzem zagłębienie terenu o powierzchni przynajmniej 1 ha, wypełnione wodą

morze

naturalny zbiornik wodny, mniej lub bardziej wyraźnie oddzielony od oceanu brzegami kontynentu, wyspami lub półwyspami

ocean

wielka część hydrosfery stanowiąca odrębny fragment wszechoceanu; najczęściej wyróżnia się 4 oceany, ale są też klasyfikacje wyróżniające 3 (nie wydziela się wtedy

Oceanu Arktycznego) lub 5 oceanów (wody wokół Antarktydy uważa się wówczas za Ocean Południowy)

pływy

regularnie powtarzające się ruchy poziomu wody w morzu lub w oceanie wywołane siłami przyciągania Księżyca i Słońca

prądy morskie

stałe ruchy wody w oceanach wywołane wiatrami, a zmodyfikowane przez ruch obrotowy Ziemi i siłę Coriolisa

rzeka główna

rzeka, która uchodzi do oceanu, morza lub jeziora bezodpływowego

ujście

miejsce, w którym rzeka kończy swój bieg, wpadając do innej rzeki, jeziora lub morza

wody głębinowe

wody podziemne występujące głęboko pod powierzchnią ziemi, mocno odizolowane od wód powierzchniowych, często zmineralizowane

wody gruntowe

wody podziemne niepodlegające bezpośrednim wpływom czynników atmosferycznych; wody te podlegają zmianom temperatury w zależności od pór roku; gdy są przefiltrowane, zwykle nadają się do celów spożywczych

wody podziemne

wody w szczelinach skał i komorach podziemnych znajdujących się na różnych głębokościach

wody zaskórne (przypowierzchniowe)

wody podziemne występujące płytko pod powierzchnią gruntu; cechują się dobową zmiennością temperatury i zanieczyszczeniem, przez co nie nadają się do celów spożywczych

zlewisko

obszar, z którego wody powierzchniowe i podziemne spływają do jednego morza lub oceanu

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Znaczne obszary kuli ziemskiej pokrywają , gdzie wody brakuje przez cały rok lub przez większą jego część. Także w klimatach podrównikowych w porze zwykle brakuje wody. W odmianie kontynentalnej klimatów podzwrotnikowych i umiarkowanych występują zwykle okresy suche w ciągu roku. W strefach polarnych woda w postaci niemal nie występuje.

wyłącznie

cztery

lodu

dwa

trzy

stałej

namorzyny

dżungle

suchej

ciekłej

pustynie

roku

popołudniowej

śniegu

obszary monsunowe

wilgotnej

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Połącz w pary opis przyczyny dostępności słodkiej wody z nazwą obszaru, gdzie zjawisko takie występuje.

strefa podzwrotnikowa

monsun letni

Azja Południowa i Południowo-Wschodnia

opady deszczu latem i śniegu zimą

strefa umiarkowana, klimaty morskie i przejściowe

obfite opady deszczu w półroczu zimowym

strefa międzyzwrotnikowa

deszcze zenitalne

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Połącz w pary nazwę typu morza z prezentującym go przykładem.

Morze Czerwone	morze otwarte
Morze Jawajskie	morze śródziemne wewnętrzkontynentalne
Morze Arabskie	morze śródziemne międzykontynentalne
Morze Bałtyckie	morze międzywyspowe
Morze Japońskie	morze przybrzeżne

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Spośród wymienionych poniżej ruchów wód oceanicznych i morskich wybierz te, które są wynikiem sił grawitacyjnych Księżyca i Słońca.

☐ fale morskie

☐ prądy morskie

☐ przyływy

☐ tsunami

☐ odpływy

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Uzupełnij puste miejsca.

Rzeka, która uchodzi do morza lub bezodpływowego jeziora, nazywana jest rzeką

. Każda mniejsza rzeka zasilająca tę rzekę jest jej . Linia

ograniczająca dorzecze nazywana jest wodnym. Obszar, z którego wszystkie rzeki główne wpadają do jednego morza, nazywamy .

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Wybierz właściwe odpowiedzi opisujące znaczenie rzek dla gospodarki człowieka.

☐ źródło wody pitnej dla ludzi i zwierząt oraz do nawadniania pól

☐ szlaki transportowe

☐ unikanie zagrożenia powodzią

☐ źródło surowców dla przemysłu petrochemicznego

☐ granice stref klimatycznych

☐ napędzanie turbin elektrycznych

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Spośród wymienionych poniżej typów genetycznych jezior wybierz ten najczęściej spotykany w Polsce.

☐ jeziora meteorytowe

☐ jeziora reliktowe

☐ jeziora wulkaniczne

☐ jeziora polodowcowe

☐ jeziora tektoniczne

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

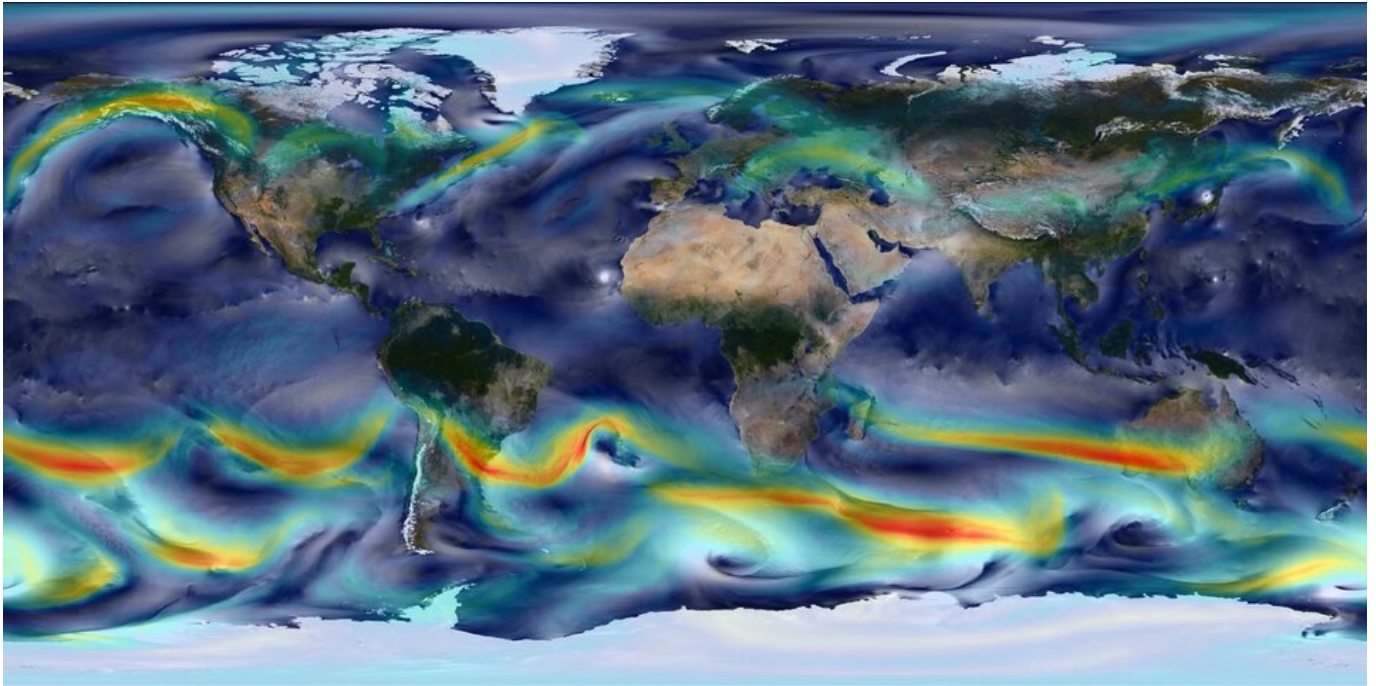
Oceń prawdziwość opinii o wodach podziemnych.

	Prawda	Falsz
Wody zaskórne są przeważnie zanieczyszczone.	☐	☐
Wody gruntowe nieznacznie zmieniają temperaturę w ciągu roku.	☐	☐
Wody zaskórne nie są dostępne dla roślin.	☐	☐
Wody głębinowe nie mogą być zmineralizowane.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Klimat i wody na Ziemi. Podsumowanie

Życie na Ziemi – planecie, na której mieszkasz – rozwinęło się m.in. dzięki jej zasobom wodnym. Zjawiska zachodzące w hydrosferze i atmosferze czynią nasze istnienie ciekawym, choć czasami też niebezpiecznym. Człowiek próbuje zrozumieć i wykorzystać siły przyrody – wiatr i deszcz, czerpie z bogactw mórz, jezior i rzek. Powtórz razem z nami podstawowe informacje o klimacie i wodach naszej planety.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

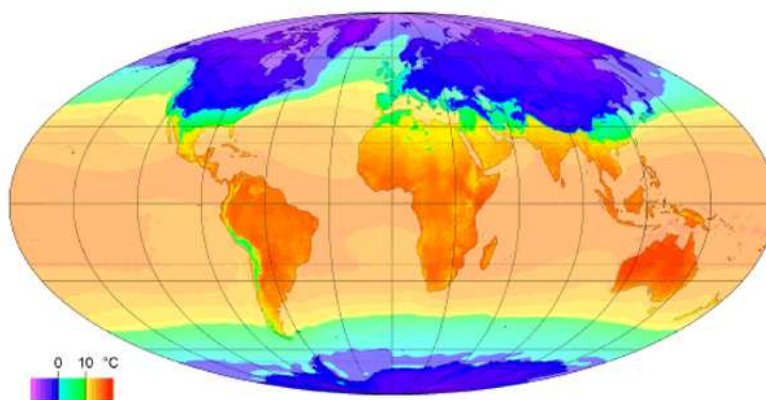
Ogólny obraz wiatrów wiejących na kuli ziemskiej (od 1 września 2006 roku do 10 kwietnia 2007 roku). Kolorem białym oznaczone zostały wiatry wiejące przy powierzchni Ziemi (ich prędkość waha się od 0 m/s do 40 m/s), natomiast kolory od niebieskiego poprzez żółty do czerwonego to wiatry wiejące w wyższych partiach atmosfery (o prędkości 0-175 m/s)

Film przedstawia ogólny obraz wiatrów na Ziemi. Na tle mapy krajobrazowej Ziemi przesuwały się masy powietrza. Kolorem białym oznaczone zostały wiatry wiejące przy powierzchni Ziemi, natomiast kolory od niebieskiego poprzez żółty do czerwonego to wiatry wiejące w wyższych partiach atmosfery.

1. Zróżnicowanie temperatury powietrza na świecie

Atmosfera to mieszanina gazów i różnorodnych domieszek otaczająca wodną i skalną powierzchnię Ziemi powłoką o grubości 1500-2000 km. Temperatura powietrza zmienia się w kolejnych warstwach atmosfery w bardzo szerokich granicach. Nas, ludzi żyjących na Ziemi, bezpośrednio dotyczą jedynie zmiany temperatury powietrza w dolnych warstwach troposfery, przy powierzchni Ziemi, oraz jej zmienność w ciągu doby i w ciągu roku.

styczeń



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

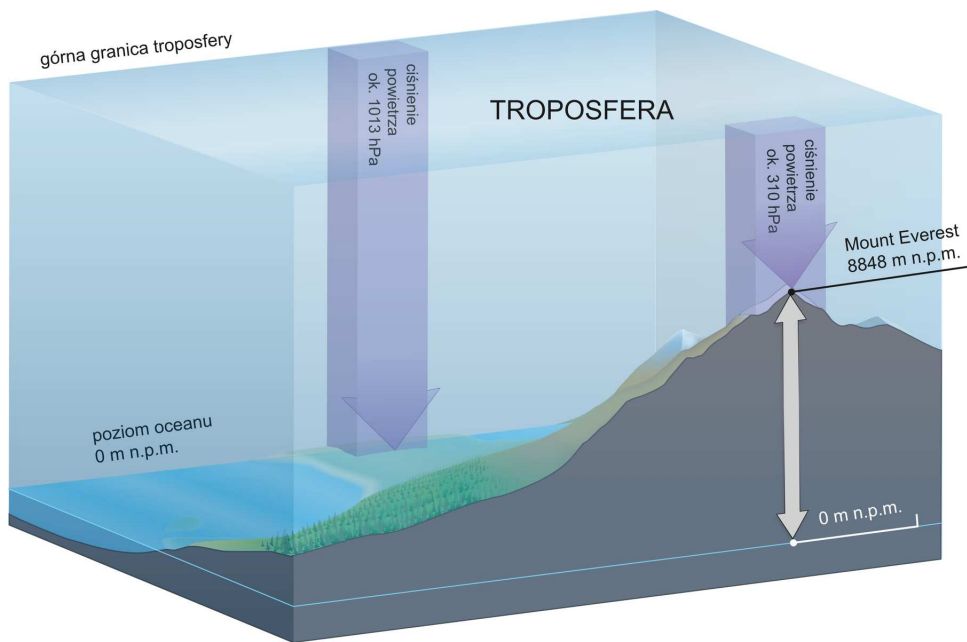
Zmiany średniej miesięcznej temperatury na Ziemi w ciągu roku

Film jest pokazem dwudziestu czterech slajdów. Każdy slajd to mapa świata. Na mapie przedstawiono temperaturę powietrza w kolejnych miesiącach. Kolor czerwony temperatury wysokie. Kolor niebieski temperatury niskie. Slajdy zmieniają się co dwie sekundy. Od stycznia do grudnia, potem cykl powtarza się drugi raz. W miesiącach letnich przeważa kolor czerwony, pomarańczowy. W miesiącach zimowych na północy i południu pojawiają się obszary w kolorze niebieskim.

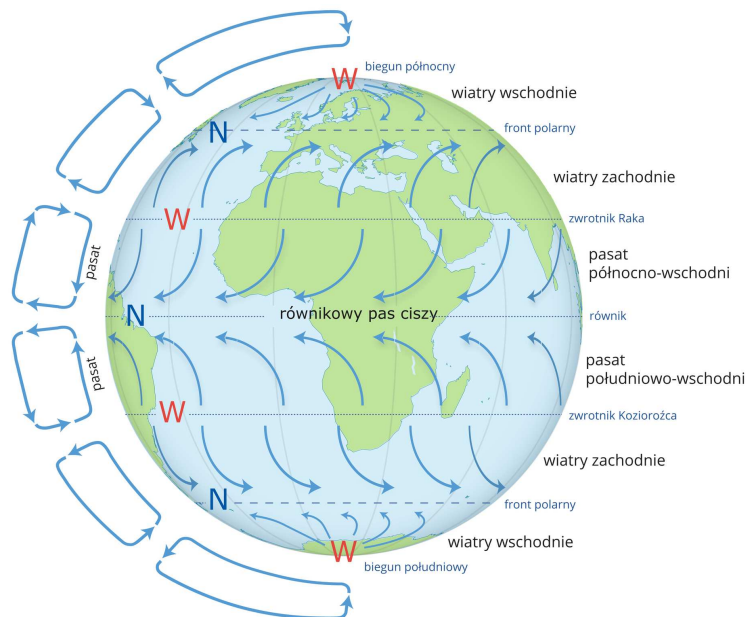
2. Powstawanie wiatrów

Ciśnienie atmosferyczne to stosunek siły, z jaką słup powietrza naciska na powierzchnię Ziemi, do powierzchni, na jaką naciska. Różnice ciśnienia atmosferycznego i różnice wysokości terenu występują na Ziemi bardzo powszechnie. Wszędzie pojawiają się wiatry – poziome ruchy powietrza z miejsc o wyższym ciśnieniu do miejsc o ciśnieniu atmosferycznym niższym. Mogą mieć charakter stały, okresowo zmienny lub lokalny. Wiatry

stałe to pasaty i antypasaty oraz wiatry zachodnie i wschodnie. Wiatrem okresowo zmiennym jest monsun. Do wiatrów lokalnych zaliczamy na przykład bryzę lub fen.



Wartość ciśnienia atmosferycznego zależy od wysokości nad poziomem morza



Globalna cyrkulacja atmosfery w dniach równonocy

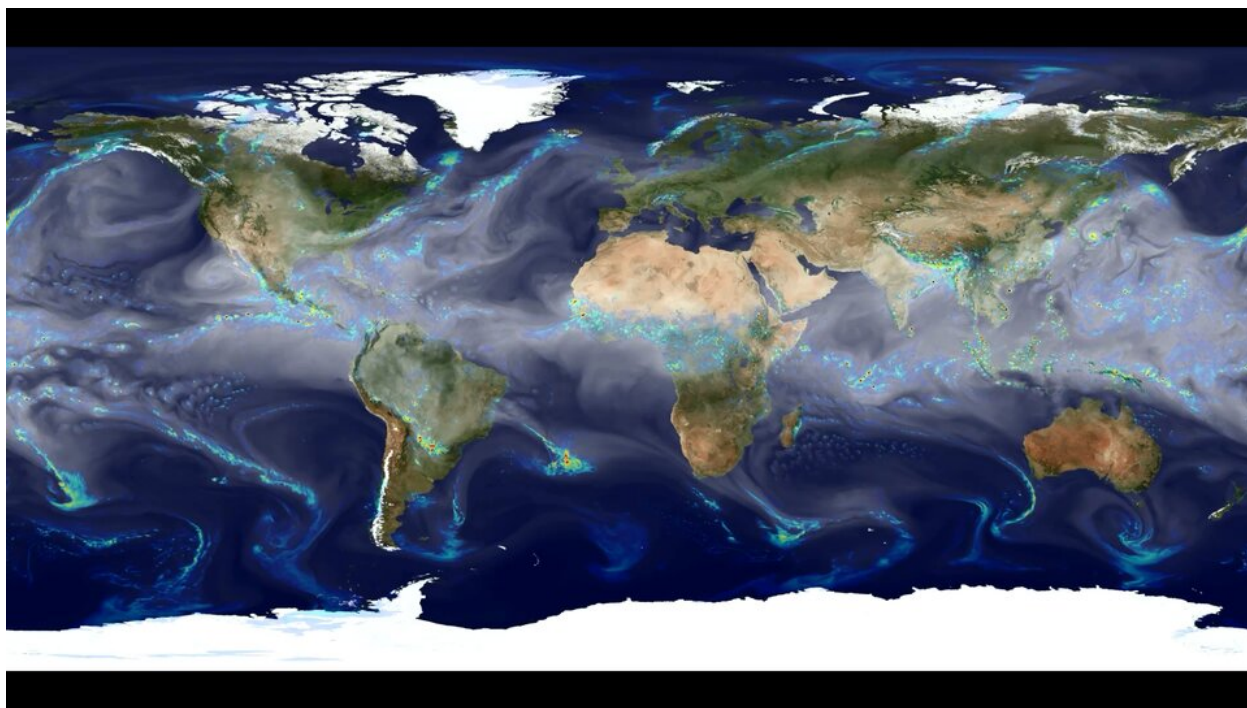
3. Opady i osady atmosferyczne

Powietrze atmosferyczne w najniższych, przy powierzchniowych warstwach zawiera pewne ilości pary wodnej. W odpowiednich warunkach atmosferycznych powstają opady (deszcz, mżawka, śnieg, krupa śnieżna, grad) i osady atmosferyczne (rosa, gołoledź, szron,

szadź).

Czynniki wpływające na wielkość opadów na Ziemi to:

- ogólna cyrkulacja atmosfery,
- szerokość geograficzna,
- obecność monsunów bez względu na szerokość geograficzną,
- ukształtowanie terenu,
- bliskość wielkich zbiorników wodnych,
- prądy morskie i oceaniczne.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

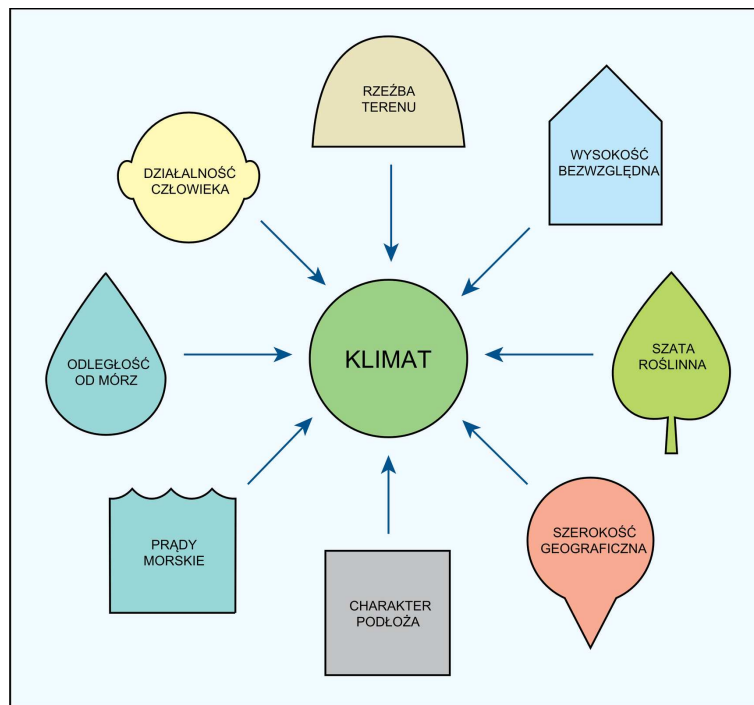
Obraz Ziemi pokazujący wilgotność i występowanie opadów (od 1 września 2006 roku do 10 kwietnia 2007 roku). Kolorem białym oznaczona została zawartość pary wodnej w powietrzu, natomiast kolory od niebieskiego poprzez żółty do czerwonego to opady (od 0 mm do 15 mm na godzinę). Kolor czerwony odpowiada tym najintensywniejszym

Film przedstawia wilgotność i występowanie opadów na Ziemi. Na tle mapy krajobrazowej Ziemi przesuwają się wilgotne masy powietrza. Kolorem białym oznaczona została zawartość pary wodnej w powietrzu, natomiast kolory od niebieskiego poprzez żółty do czerwonego to opady. Kolor czerwony to opady intensywne.

4. Czynniki klimatotwórcze

Klimat jest ogółem zjawisk pogodowych na danym obszarze, ustalany na podstawie obserwacji prowadzonych w okresie nie krótszym niż 30 lat. Na kuli ziemskiej jest on silnie

zróżnicowany. Wyróżniono 3 grupy czynników klimatotwórczych różnicujące klimat naszej planety: **czynniki strefowe**, zależne od szerokości geograficznej (globalna cyrkulacja atmosfery, nasłonecznienie), **czynniki astrefowe** (rozkład lądów i mórz, prądy morskie i oceaniczne, wysokość nad poziomem morza i rzeźba terenu) oraz **czynniki wynikające z działalności człowieka**.



Czynniki kształtujące klimat

5. Strefy klimatyczne świata

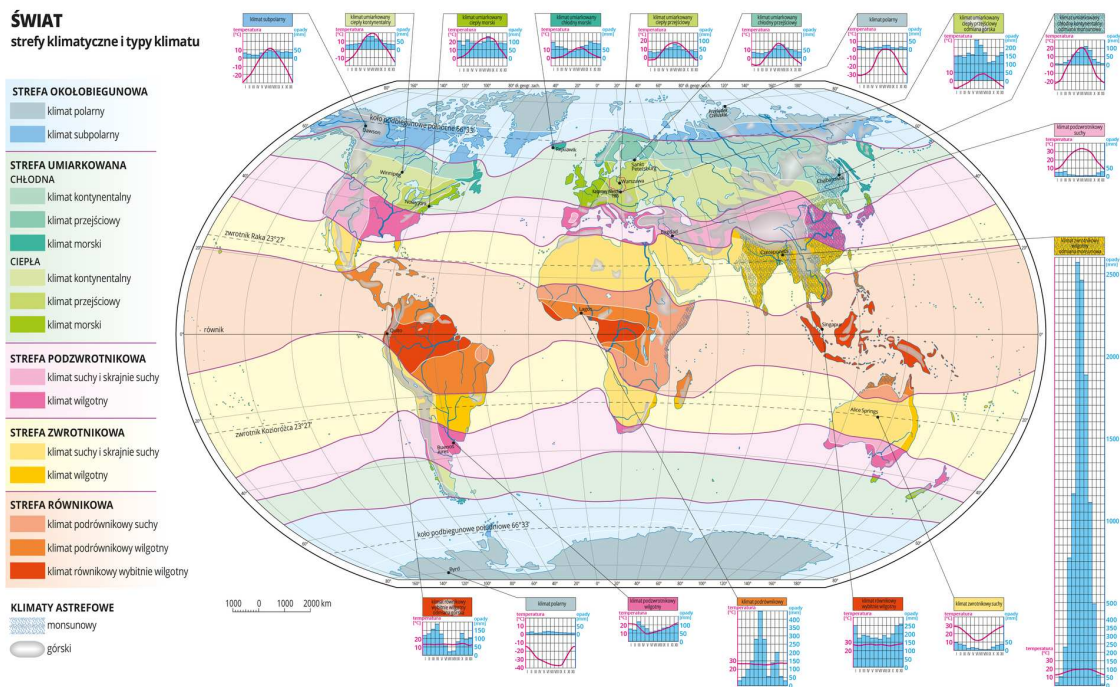
Klimat na kuli ziemskiej jest bardzo zróżnicowany. Trudno znaleźć obszary, na których byłby identyczny. Wyznaczono jednak **strefy klimatyczne**. Najczęściej stosuje się podział na 5 stref klimatycznych. Są to występujące na obu półkulach:

- **strefa klimatów równikowych** – średnie miesięczne temperatury wahają się od 24°C do 28°C; ruchy wstępujące wilgotnego powietrza prowadzą do wysokich opadów występujących w godzinach popołudniowych i nasilających się w czasie wiosennego i jesiennego zenitalnego górowania Słońca; wysoka wilgotność powietrza i zachmurzenia utrudniają utratę ciepła przez powierzchnię Ziemi, stąd niewielkie amplitudy temperatury; roczne amplitudy na nizinach nie przekraczają 5°C;
- **strefa klimatów zwrotnikowych** – pogoda kształtowana jest przez suche i gorące masy powietrza zwrotnikowego; temperatury są wysokie; średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca wynosi powyżej 10°C; w strefie tej występują duże dobowe amplitudy temperatury powietrza; przeważają układy wysokiego ciśnienia i ruchy zstępujące powietrza, co powoduje inwersyjny rozkład temperatur, który hamuje

rozwój konwekcji, zachmurzenia i opadów; temperatury w ciągu dnia są bardzo wysokie – najwyższe na całej kuli ziemskiej; w nocy następuje silne wychłodzenie; średnie roczne temperatury powietrza wynoszą 24–27°C;

- **strefa klimatów podzwrotnikowych** – klimat tej strefy tworzony jest przez powietrze zwrotnikowe latem i polarne zimą; lata są słoneczne, gorące bez opadów, zimy łagodne, bez mrozu i śniegu; średnia temperatura roczna powyżej 10°C, a temperatura najchłodniejszego miesiąca wynosi 0–10°C;
- **strefa klimatów umiarkowanych (ciepła i chłodna)** – klimaty tej strefy są wynikiem cyrkulacji zachodniej pod wpływem polarnych, arktycznych i zwrotnikowych mas powietrza; występują częste zmiany pogody, układy niskiego ciśnienia; roczna suma opadów – 700 mm; średnia roczna temperatura powietrza – od 0°C do 10°C; występują cztery pory roku, w odmianie ciepłej krótka i chłodna zima, a w odmianie chłodnej zima dłuższa i mroźna;
- **strefa klimatów okołobiegunowych** – klimat kształtowany jest pod wpływem różnic w nasłonecznieniu i oświetleniu letniego długiego dnia polarne i długiej zimowej nocy polarnej; przeważają opady śniegu i są niewielkie; średnia roczna temperatura powietrza poniżej 0°C.

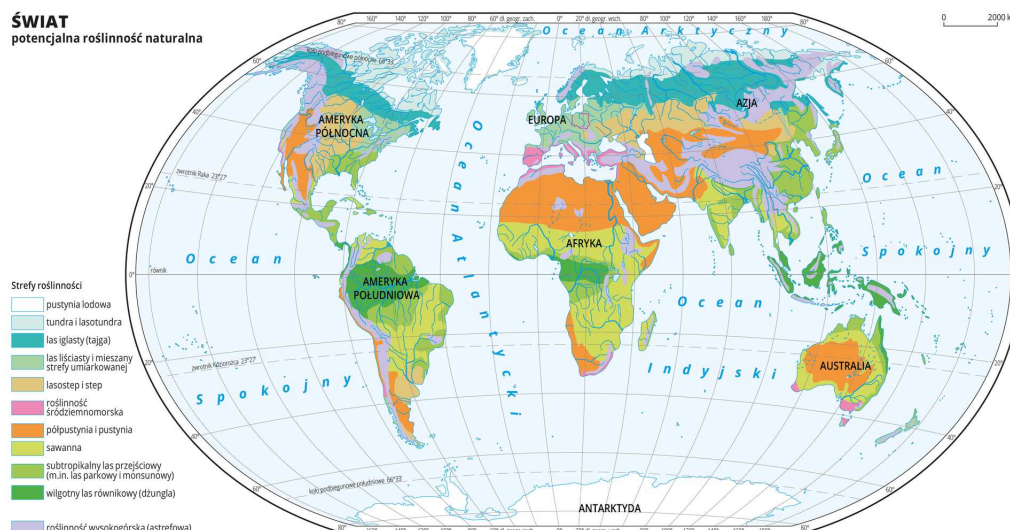
W poszczególnych strefach klimatycznych Ziemi występują **typy klimatu** z przewagą cech morskich (oceanicznych), z cechami kontynentalnymi i przejściowymi, bardziej wilgotne, suche lub skrajnie suche. Wyróżniane są też klimaty astrefowe. Najważniejsze z nich to klimaty górskie i monsunowe.



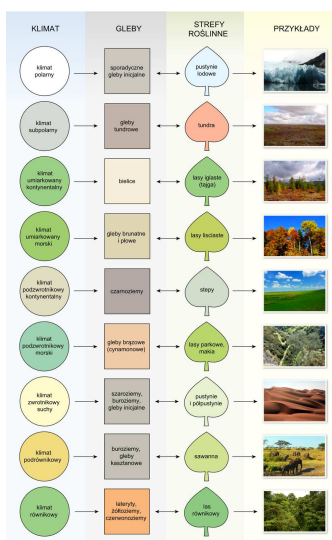
Źródło: Wydawnictwo Edukacyjne Wiking.

6. Wpływ klimatu na bioróżnorodność i zróżnicowanie gleb

Strefy oświetlenia Ziemi zdecydowały o wyodrębnieniu stref klimatycznych, które z kolei wpłynęły na tworzenie stref roślinnych (las równikowy, sawanna, gorące pustynie i półpustynie, stepy i chłodne pustynie, lasy liściaste i mieszane, tajga, tundra), a te na powstanie stref glebowych. Na Ziemi można zatem wyróżnić **strefy klimatyczno-roślinno-glebowe**.



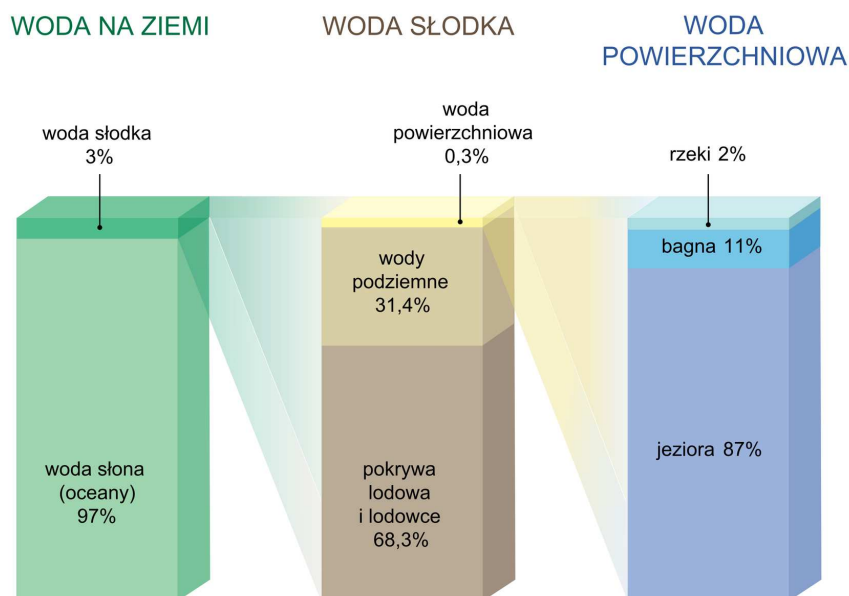
Strefy roślinne kuli ziemskiej



Związek klimatu z glebami i roślinnością na Ziemi

7. Wody na Ziemi

Woda jest niezbędna do życia wszystkich organizmów naszej planety. Zdecydowana większość jej zasobów znajduje się w oceanach i morzach. Są one jednak rozmieszczone bardzo nierównomiernie. WszechOcean to obszar wszystkich oceanów i mórz. Istnieją 4 oceany: Ocean Spokojny (Pacyfik), Ocean Atlantycki, Ocean Indyjski i Arktyczny. Rzeki to wody płynące po powierzchni Ziemi. Jeziora to naturalne, śródlądowe, pozbawione bezpośredniego kontaktu z morzem zagłębienia terenu wypełnione wodą. Znacznie więcej wody niż w jeziorach i rzekach znajduje się w porach i szczelinach skał. Są to wody podziemne.



Zasoby wodne



Typy mórz

Zadania

Pamiętam i rozumiem

1. Wyjaśnij pojęcia: atmosfera, ciśnienie atmosferyczne, wiatr, wyż baryczny, biosfera, gleba, hydrosfera, rzeka, wszechocean, morze, jezioro.
2. Podaj procentowy skład powietrza.
3. Od czego zależy temperatura powietrza na Ziemi?
4. Omów mechanizm powstawania wiatru. Wymień przykłady wiatrów stałych i powiedz, do jakiego rodzaju wiatrów zaliczamy bryzę.
5. Wyszukaj w „Atlasie chmur” i opisz następujące rodzaje chmur: cumulus, cirrus, cumulonimbus, stratus.



Źródło: King of Hearts (<http://commons.wikimedia.org>), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.



Źródło: Piano Piano! (<https://www.flickr.com>), licencja: CC BY 2.0.



Źródło: Simon A. Eugster (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.



Źródło: followtheseinstructions (<http://www.flickr.com>), licencja: CC BY-SA 2.0.



Źródło: The Great Cloudwatcher (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.



Źródło: eblaster (<https://www.flickr.com>), licencja: CC BY 2.0.



Źródło: Nicholas A. Tonelli (<http://www.flickr.com>), licencja: CC BY 2.0.



Źródło: The Great Cloudwatcher (<http://commons.wikimedia.org>), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.



Źródło: Nicholas A.Tonelli (<http://www.flickr.com>), licencja: CC BY 2.0.

6. Wyjaśnij, co to są: śnieg, rosa, grad, szron i szadź. Wskaż je na poniższych ilustracjach.



Źródło: KOMUnews (<https://www.flickr.com>), licencja: CC BY 2.0.



Źródło: Richard Bartz, <http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 2.5.



Źródło: Axel Kristinsson(<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY 2.0.



Źródło: Michał Augustyniak(<https://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY 4.0.



Źródło: yellowcloud (<https://www.flickr.com>), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 2.0.

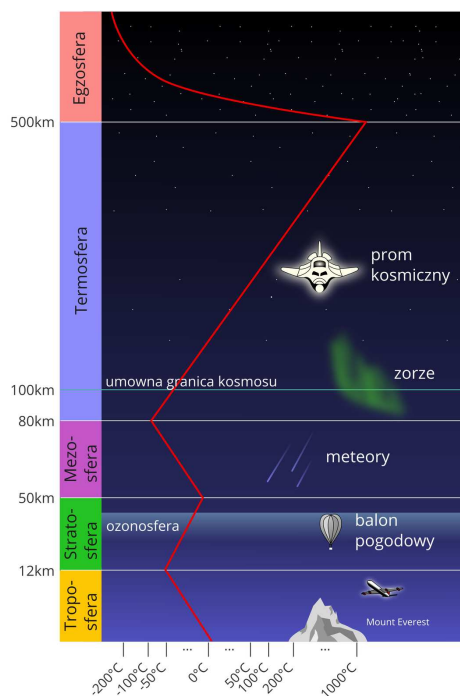
7. Wymień czynniki klimatotwórcze:

1. strefowe,
2. astrefowe.

8. Wymień po trzy przykłady gleb strefowych i astrefowych.

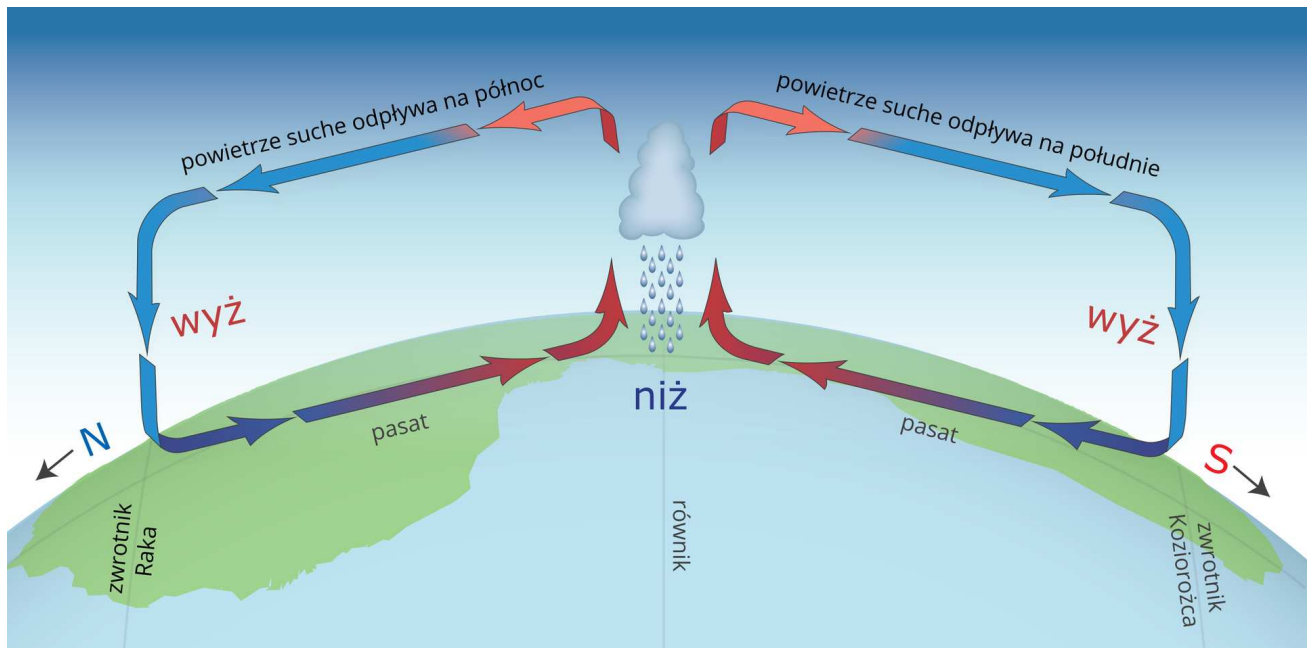
Czytam i interpretuję

1. Na podstawie przedstawionego schematu omów budowę atmosfery.



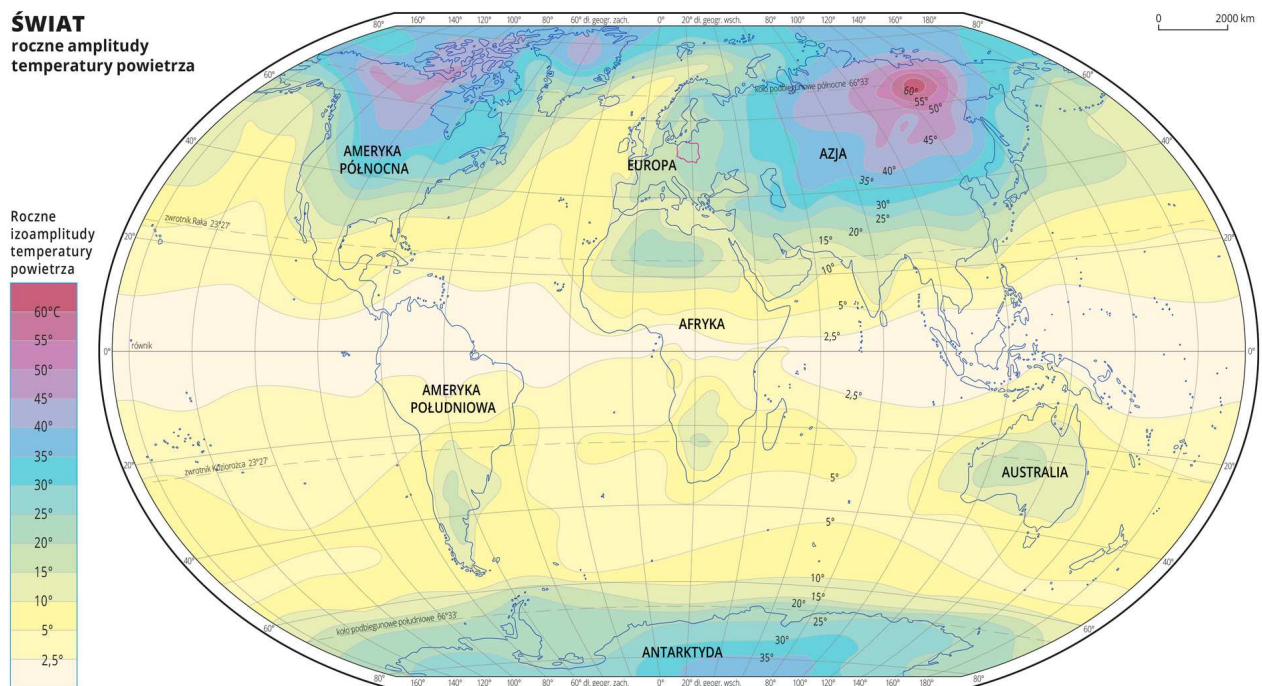
Budowa atmosfery ziemskiej

2. Opisz cyrkulację atmosferyczną w strefie międzyzwrotnikowej.



Cyrkulacja pasatowa

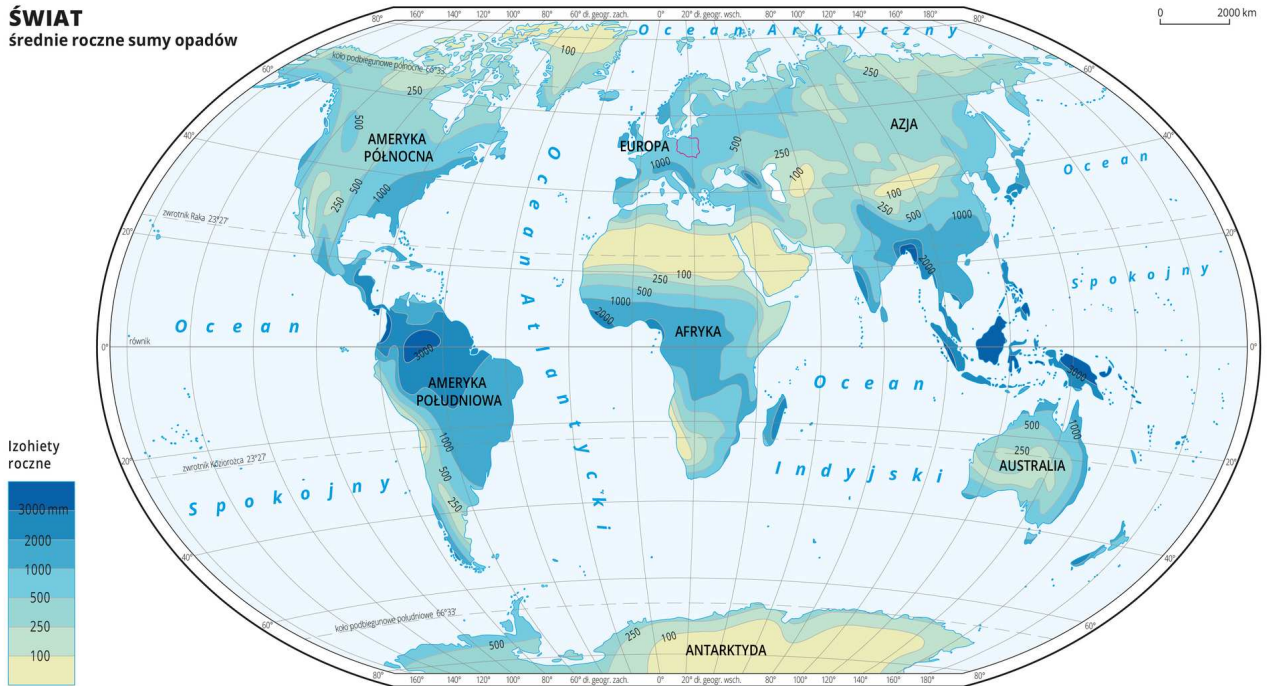
3. Wskaż obszary o największych rocznych amplitudach temperatury na Ziemi. Wyjaśnij przyczyny tak dużych różnic temperatury w ciągu roku w tych miejscach.



Rozkład rocznych amplitud temperatury powietrza na Ziemi

4. Wskaż obszary o najwyższych i najniższych sumach opadów na Ziemi. Do wskazanych obszarów przyporządkuj przyczyny występowania lub braku opadów (ogólna cyrkulacja atmosfery, szerokość geograficzna, cyrkulacja monsunowa, ukształtowanie terenu, bliskość wielkich zbiorników wodnych, prądy morskie i oceaniczne).

ŚWIAT
średnie roczne sumy opadów



Mapa rozkładu rocznych sum opadów atmosferycznych na Ziemi

5. Do podanych opisów przyporządkuj strefę klimatyczną.

- A. Występują bardzo duże dobowe i roczne amplitudy temperatury, małe lub bardzo małe opady.
 - B. Przez cały rok temperatura przekracza 20°C , wysokie opady występują niemal codziennie przez cały rok.
 - C. Średnia roczna temperatura spada znacznie poniżej 0°C , występują niewielkie opady (głównie śniegu).
- a. strefa okołobiegunowa
 - b. strefa umiarkowana
 - c. strefa podzwrotnikowa
 - d. strefa zwrotnikowa
 - e. strefa równikowa

1. Nazwij widoczne na fotografiach formacje roślinne.



Źródło: Liam Quinn (<https://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 2.0.



Źródło: Bjørn Christian Tørrissen (<https://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.



Tajga – obok wilgotnych lasów równikowych największa formacja leśna na Ziemi

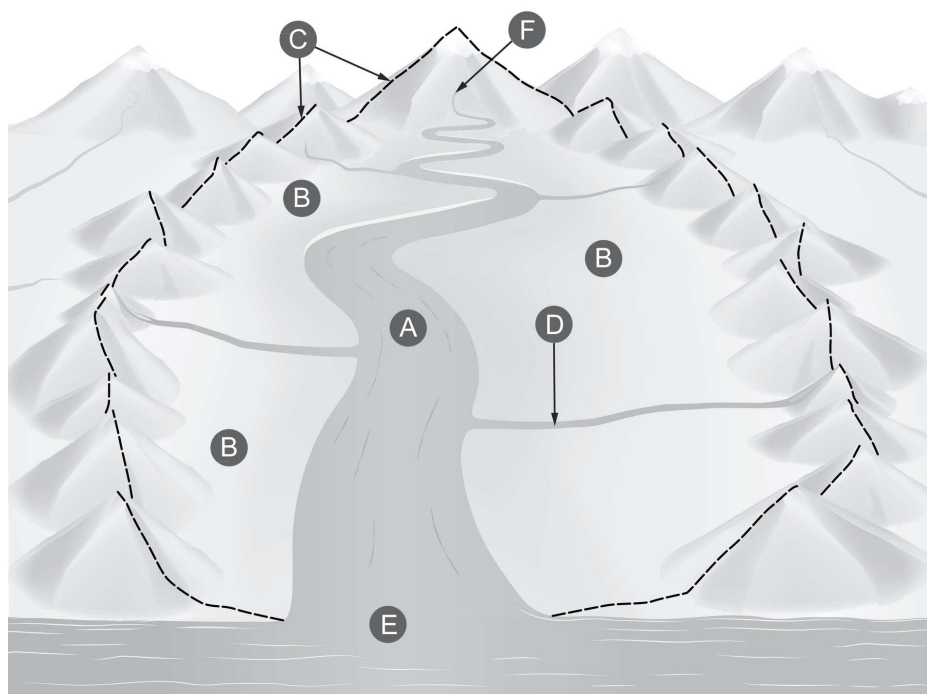


Źródło: Shizhao (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.



Źródło: Vytautas Šėrys (<https://www.flickr.com>), licencja: CC BY 2.0.

2. Rozpoznaj na schemacie zaznaczone literami elementy.



Źródło: Olga Mikos, Roman Nowacki, licencja: CC BY 3.0.

3. Na podstawie fragmentu mapy rozpoznaj typ morza i opisz go.



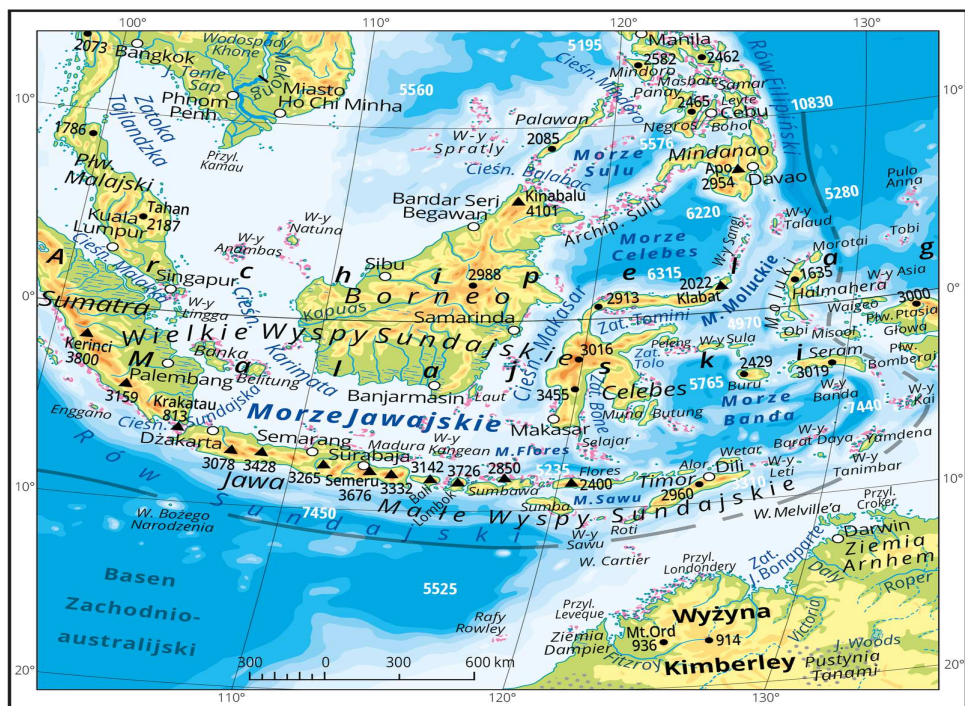
Morze Bałtyckie



Morze Czerwone



Morze Japońskie



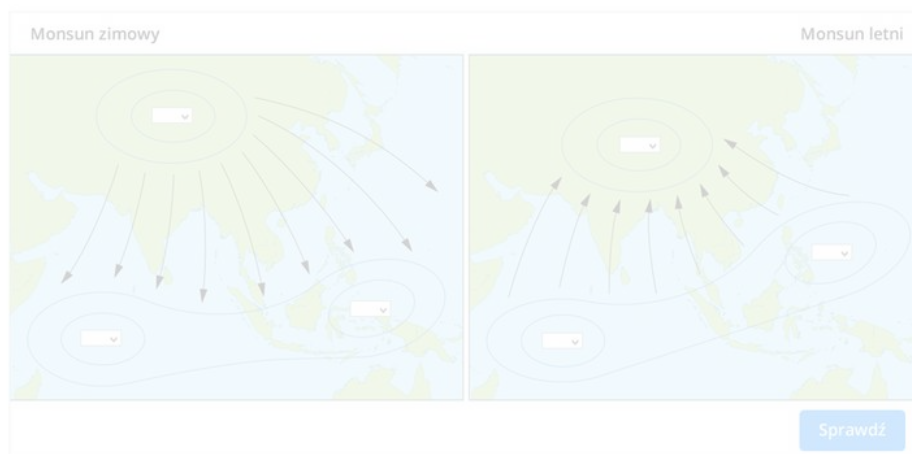
Morze Jawajskie



Morze Północne

Rozwiązuję problemy

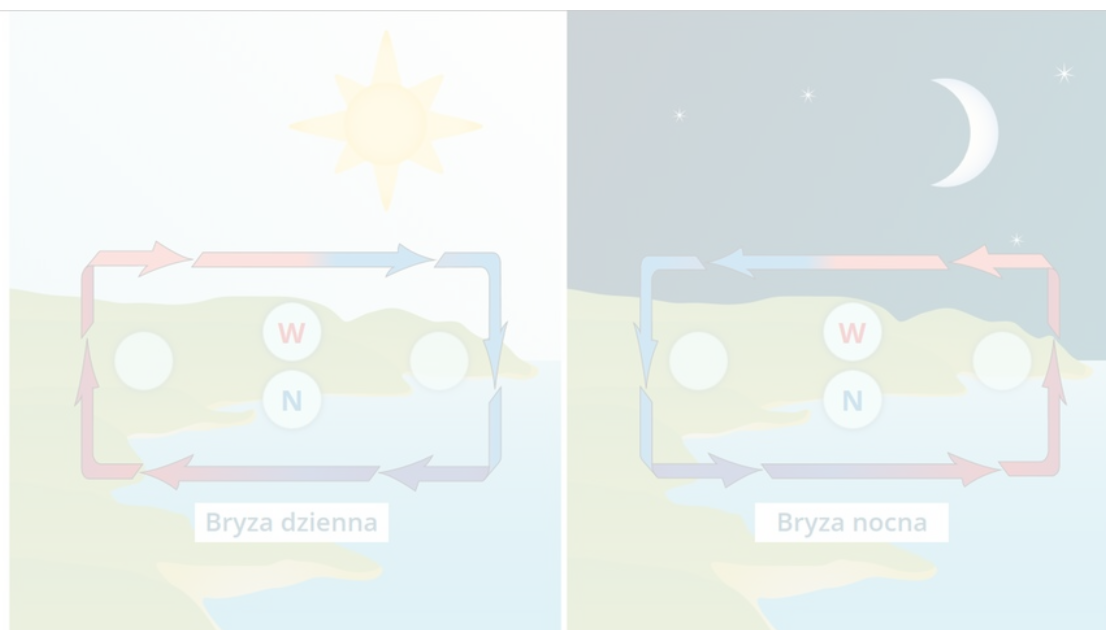
1. Uzupełnij schemat powstawania monsunu. W odpowiednie miejsca wpisz nazwy ośrodków barycznych. Objasnij mechanizm powstawania monsunu zimowego i letniego.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1Gqox8Oa>

Monsun zimowy i letni

2. Uzupełnij schemat powstawania bryzy. W odpowiednie miejsca wstaw symbole ośrodków barycznych. Objasnij mechanizm powstawania bryzy dziennej i nocnej.



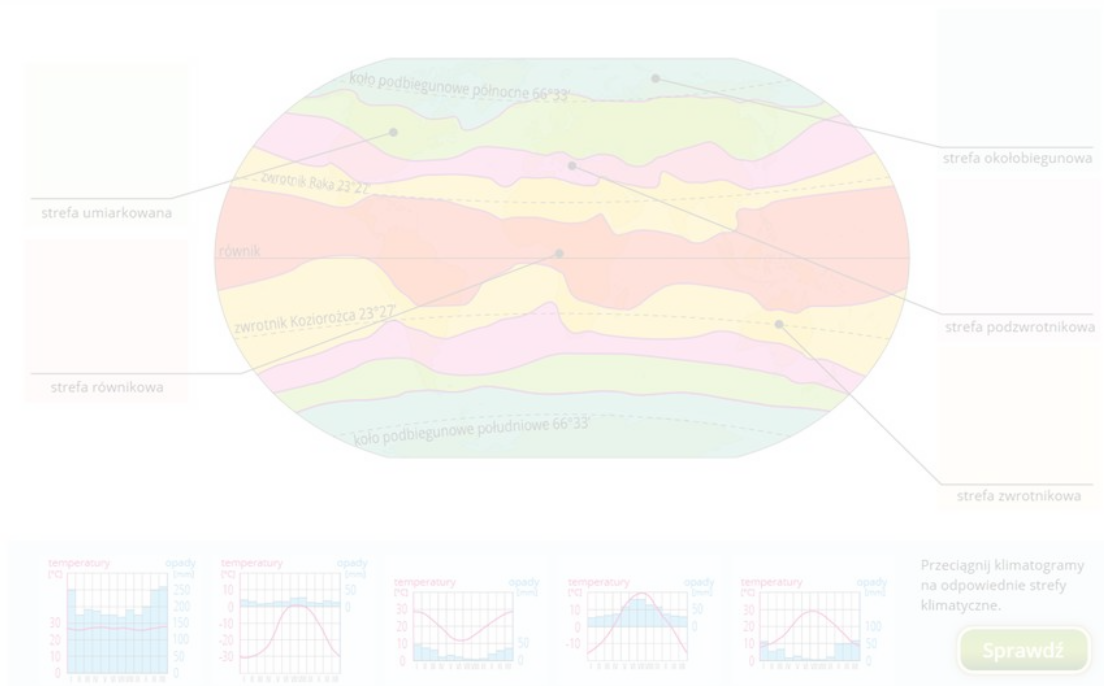
Przeciagnij oznaczenia niskiego (N) i wysokiego (W) ciśnienia w odpowiednie miejsca na schematach przedstawiających dzienną i nocną bryzę, a następnie sprawdź poprawność ustawienia.

[sprawdź](#)

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1Gqox8Oa>

Bryza dzienna i nocna

- Wyjaśnij, dlaczego w Azji Południowo-Wschodniej występują bardzo wysokie opady, pomimo że obszar ten leży w strefie klimatów zwrotnikowych.
- Oblicz temperaturę powietrza w Karpaczu Dolnym (480 m n.p.m.), gdy na Śnieżce (1602 m n.p.m.) temperatura powietrza wynosi 5°C.
- Przedstawione klimatogramy przyporządkuj do stref klimatycznych i na przykładzie tych klimatogramów opisz charakterystyczne cechy klimatu występującego w danym miejscu strefy klimatycznej.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1Gqox8Oa>

Strefy klimatyczne i klimatogramy

6. Na podstawie dostępnych map uzupełnij tabelę, wybierając z listy formację roślinną pasującą do danego miejsca. W ostatniej kolumnie uzupełnij z listy czynnik wpływający na zmiany w roślinności, która została wymieniona w danym wierszu tabeli. Po uzupełnieniu tabeli pomyśl i odpowiedz, dla jakich klimatów charakterystyczne są dane rodzaje roślinności.

A	Kotlina Kongo	wybrzeże Morza Śródziemnego	Syberia	
	wybierz...	wybierz...	wybierz...	wybierz...
B	Polska	Ukraina	Mongolia	
	wybierz...	wybierz...	wybierz...	wybierz...
C	Polska	Polska	Polska	
	regiel dolny	wybierz...	wybierz...	wybierz...

sprawdź

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1Gqox8Oa>

Klimat i roślinność

Projekt badawczy

Projekt badawczy – miejska wyspa ciepła

Autor: Beata Sienkiewicz	Tytuł projektu	Miejska wyspa ciepła
	Temat projektu	Wzrost temperatury powietrza wraz ze zbliżaniem się do centrum miasta
	Badana hipoteza	Temperatura w centrum miasta jest wyższa niż na jego obrzeżach
	Materiały źródłowe	Dział: III. Klimat i wody na Ziemi Lekcja: Czynniki klimatotwórcze
Uczeń	Co dokładnie mam zamiar zrobić, by sprawdzić, czy hipoteza jest prawdziwa?	Dokonać pomiaru temperatury powietrza w różnych częściach miasta
	Co trzeba przygotować, by zweryfikować hipotezę?	Dokonać wyboru 3-4 miejsc w różnych odległościach od centrum miasta; ustalić wysokość, na której mierzona będzie temperatura
	Co będę obserwować (mierzyć)?	Minimum raz dziennie o ustalonej przez grupę godzinie należy termometrem zewnętrznym dokonywać pomiaru temperatury powietrza
	Czas trwania (ile czasu potrzeba, by wykonać projekt)	Minimum 7 dni

Wyniki i wnioski z projektu badawczego

Źródło: Beata Sienkiewicz, licencja: CC BY 3.0.

Test sprawdzający do działu III. Klimat i wody na Ziemi

Test sprawdzający

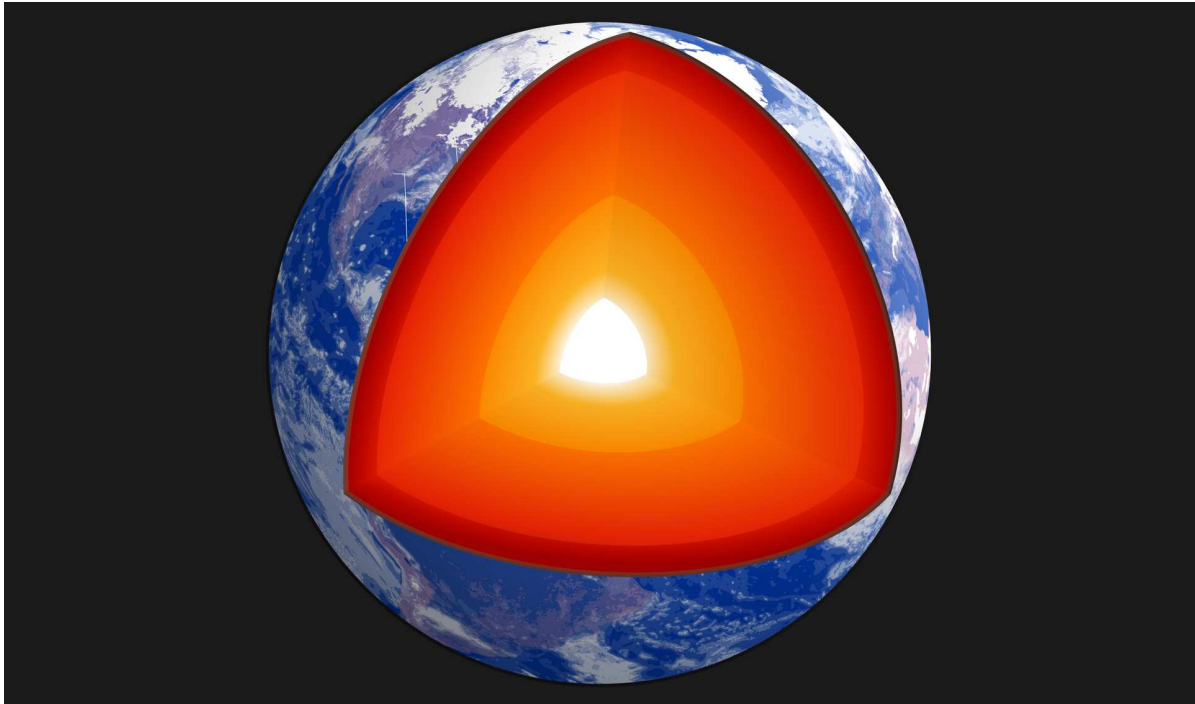
Źródło: Beata Sienkiewicz, licencja: CC BY 3.0.

Klucz testu

Źródło: Beata Sienkiewicz, licencja: CC BY 3.0.

Budowa wnętrza Ziemi

Najgłębsze wiercenia geologiczne sięgają 12–13 km. Promień naszej planety ma średnio 6371 km, co oznacza, że przewiercono do tej pory mniej niż 0,2% drogi do środka Ziemi i pozostało jeszcze ponad 99,8%. Pomimo tego i tak dużo wiemy o wewnętrznej budowie naszego globu.



Na wewnętrzną budowę Ziemi składa się kilka różniących się od siebie pod względem fizycznym i chemicznym warstw

Już wiesz

- jakie są rozmiary Ziemi;
- z jakich sfer składa się Ziemia;
- co to jest litosfera.

Nauczysz się

- opisywać metody badania wnętrza Ziemi;
- odczytywać schemat budowy Ziemi;
- rozróżniać niektóre skały i minerały;
- określać znaczenie surowców mineralnych.

1. Skąd czerpiemy wiedzę o budowie Ziemi?

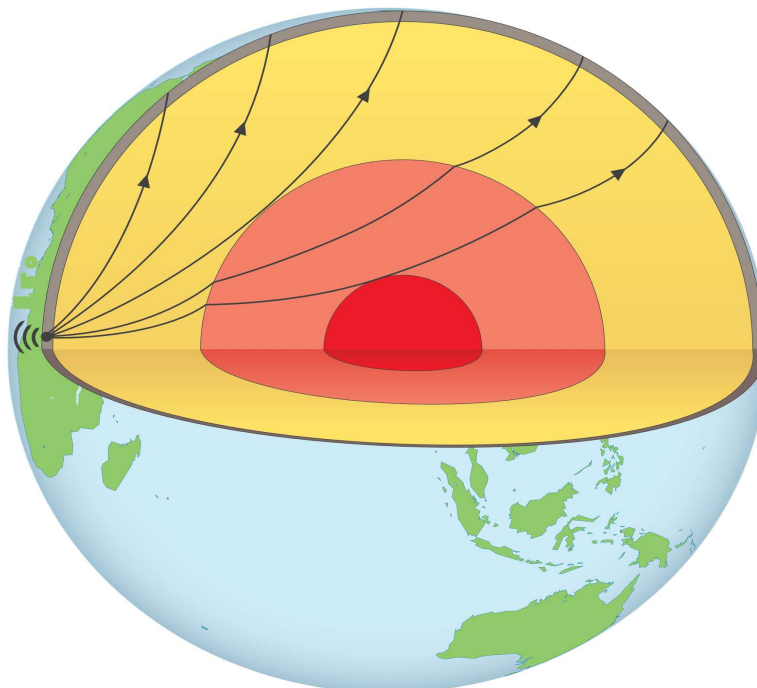
Trudno dokładnie opisać budowę wnętrza Ziemi i kształtujące ją procesy. Zajmuje się tym nauka zwana [geologią](#). Wiercenia, zwłaszcza te najgłębsze, dają nam mnóstwo informacji, ale tylko o budowie górnej części [skorupy ziemskiej](#). Pozwalają wydobyć skały i zbadać je oraz zmierzyć ciśnienie i temperaturę panujące poniżej powierzchni Ziemi. Niemało wiadomości dostarczają też głębinowe kopalnie i naturalne odkrywki skał. Jednak ze względu na szybko rosnące ciśnienie i temperaturę trudno wykonać znacznie głębsze odwierty i szyby kopalniane. Do zbadania głębiej leżących skał i jeszcze głębszych warstw Ziemi nie wystarczą jednak tradycyjne metody geologiczne. Dyscypliną, która do badania Ziemi wykorzystuje metody stosowane w fizyce, jest [geofizyka](#). Najwięcej danych **geofizycy** uzyskują na podstawie analizy przebiegu [fal sejsmicznych](#) powstających w wyniku naturalnych wstrząsów wywołanych trzęsieniami ziemi, a czasem specjalnie (w celach badawczych) przeprowadzanych wybuchów lub stosowania maszyn wytwarzających silne wibracje.

Fale sejsmiczne, przechodząc przez skały o różnej gęstości i innych właściwościach fizycznych, mogą zwalniać, przyspieszać, odbijać się, załamywać lub nawet zanikać. Analiza tych zmian pozwala wnioskować o strukturze wnętrza Ziemi. Na podstawie badań udało się stwierdzić, że nasza planeta najprawdopodobniej jest zbudowana z kilku warstw o odmiennym składzie chemicznym i różnych właściwościach fizycznych.

Wraz z głębokością wzrasta temperatura i ciśnienie. W górnych warstwach skorupy ziemskiej wraz ze wzrostem głębokości o 33 m temperatura wzrasta o 1°C, co określa się mianem [stopnia geotermicznego](#). Podana tu wartość jest średnia i w zależności od budowy geologicznej temperatura może miejscami rosnąć znacznie szybciej lub wolniej.

Ważnych informacji o budowie Ziemi dostarczają także badania wieku względnego i bezwzględnego skał.

ognisko
trzęsienia
ziemi



Silne trzęsienia ziemi generują fale sejsmiczne. Ich odczyt w różnych miejscach na powierzchni Ziemi oraz analiza pozwalają na określenie, z jakich warstw zbudowane jest wnętrze naszej planety

Polecenie 1

W dostępnych źródłach poszukaj informacji o silnych trzęsieniach ziemi. Dowiedz się również, w jakiej odległości od obszaru objętego trzęsieniem ziemi możliwe było zarejestrowanie wówczas fal sejsmicznych.

Ważne!

W naukach o Ziemi stosuje się zasadę **aktualizmu geologicznego**. Według jej założeń czynniki oraz procesy chemiczne i fizyczne wpływające na skorupę ziemską w przeszłości były takie same lub w znaczącym stopniu zbliżone do występujących obecnie, co pozwala na podstawie współczesnych obserwacji określać przebieg dawnych procesów geologicznych.

2. Warstwy tworzące Ziemię

W wyniku badań geologicznych stwierdzono, że nasza planeta składa się z następujących warstw (licząc od powierzchni):

- **skorupa ziemska** – najbardziej zróżnicowana warstwa o grubości od kilku kilometrów pod oceanami do kilkudziesięciu kilometrów w obrębie kontynentów; skorupa kontynentalna zbudowana jest z grubej warstwy granitów i innych głębinowych skał magmowych przykrytych skałami osadowymi i zalega na cienkiej warstwie bazaltów; skorupa oceaniczna to głównie bazalty przykrywane stopniowo skałami osadowymi; skorupę ziemską od niżej położonych warstw Ziemi oddziela powierzchnia, na której wyraźnie zmienia się przebieg fal sejsmicznych; jest ona nazywana **powierzchnią nieciągłości** Moho (od nazwiska chorwackiego geofizyka **A. Mohorovičića**);
- **plaszcz ziemski** – warstwa poniżej skorupy ziemskiej o grubości 2,8–2,9 tys. km i temperaturze wzrastającej stopniowo do 4,5–5 tys. stopni Celsjusza; skały najwyższej części płaszcza są sztywne, ale głębiej przechodzą w stan półpłynny; płaszcz zwykle dzielony jest na stykający się ze skorupą płaszcz zewnętrzny (górny) oraz położone niżej warstwy płaszcza wewnętrznego (dolnego);
- **jądro Ziemi** – poniżej dolnej granicy płaszcza, czyli od głębokości 2,9 tys. km aż do środka naszej planety, znajdują się warstwy nazywane jądrem Ziemi, którego promień wynosi ok. 3,5 tys. km, a temperatura sięga 6 tys. stopni Celsjusza; na skutek bardzo wysokiego ciśnienia wewnętrzna część jądra (nazywana jądrem wewnętrznym) jest ciałem stałym, skryształizowanym; pozostała część (tzw. jądro zewnętrzne) jest prawdopodobnie w stanie ciekłym; kolejne warstwy od sąsiednich oddzielają powierzchnie nieciągłości.

Skorupa ziemska wraz ze sztywną (skalną) górną częścią płaszcza tworzy **litosferę**. Ma ona grubość od kilku km pod grzbietami śródoceanicznymi do ok. 120 km pod lądami i dzieli się na olbrzymie bloki zwane **płytami litosfery**.



Poszczególne warstwy Ziemi i temperatura w nich panująca

Polecenie 2

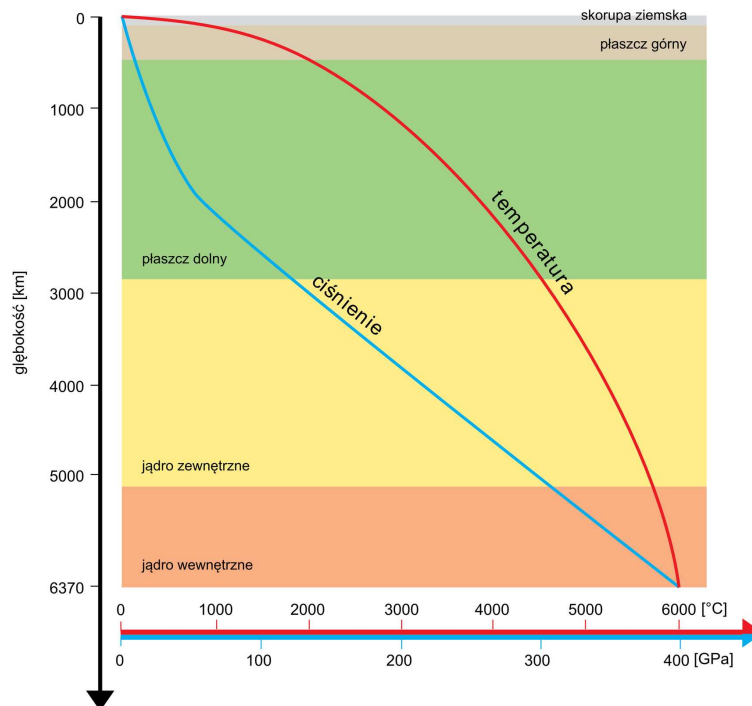
Przeanalizuj schemat budowy wnętrza Ziemi i oceń, do jakiej głębokości istnieją warunki sprzyjające istotom żywym.

Ciekawostka

Średnica jądra Ziemi jest większa od średnicy Merkurego, a nawet Marsa!

Ważne!

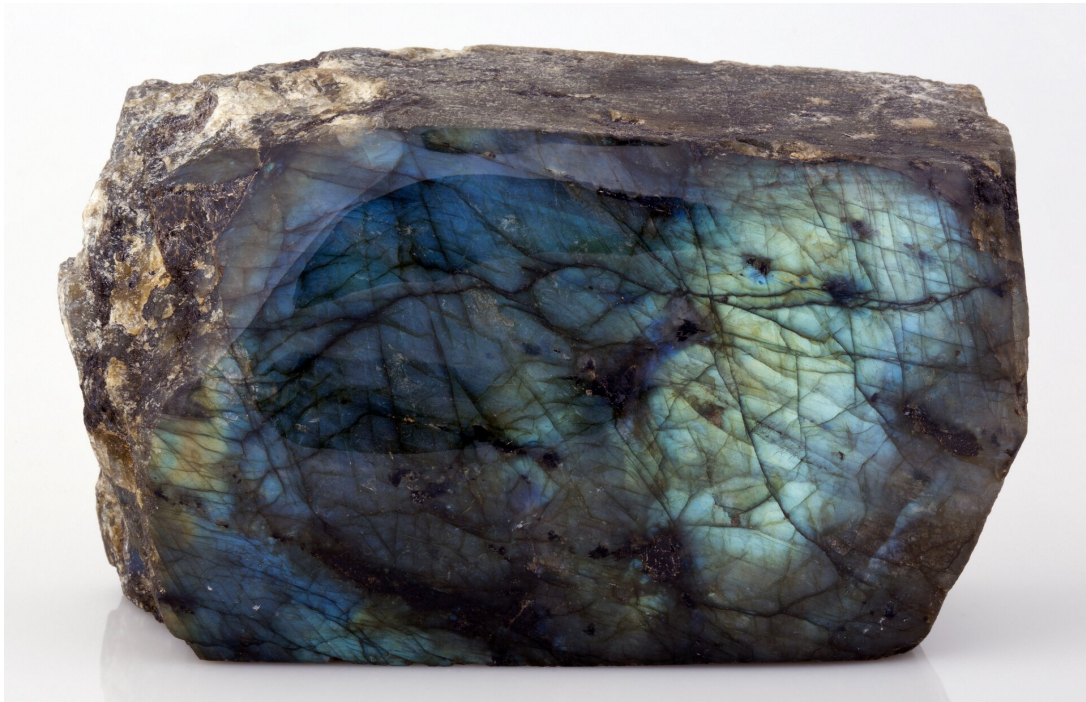
W trakcie przesuwania się do wnętrza Ziemi wraz ze zwiększającą się głębokością rośnie ciśnienie. Oczywiście nie mamy możliwości go zmierzyć, ale ocenia się, że na głębokości ok. 1,8-2,2 tys. km ciśnienie może być już prawie milion razy większe niż ciśnienie atmosferyczne, a w samym środku nawet 3,5-4 mln razy większe.



Ciśnienie i temperatura we wnętrzu Ziemi zmieniają się wraz z głębokością. 1 GPa = 10 000 000 hPa, dla porównania przeciętne ciśnienie atmosferyczne wynosi ok. 1000 hPa

3. Minerale i skały skorupy ziemskiej

Najmniejsze naturalne, niepodzielne składniki skorupy ziemskiej, utworzone w wyniku naturalnych procesów geologicznych, nazwane zostały **minerałami**. Każdy z nich ma charakterystyczne właściwości fizyczne i chemiczne. Większość minerałów posiada także specyficzną budowę krystaliczną. Znanych jest ponad 3 tys. minerałów. Najliczniej w litosferze występują: plagioklasy, ortoklasy, pirokseny i amfibole, kwarc, magnetyt, mika oraz kalcyt.



Labradora – minerał z grupy plagioklazów

Naturalne skupiska jednego lub wielu minerałów, powstałe w wyniku określonych procesów geologicznych (magmatyzmu, metamorfizmu, sedymentacji i innych) tworzą **skały** będące podstawowym składnikiem skorupy ziemskiej. Skałami nazywamy też naturalne nagromadzenia okruchów innych skał lub szczątków pochodzenia organicznego. Niektóre z nich znalazły zastosowanie w energetyce, innych gałęziach przemysłu, a także w budownictwie, dzięki czemu nazwano je **surowcami mineralnymi**.

Skały powstają w wyniku rozmaitych procesów, których podział wraz z przykładami został przedstawiony w tabeli poniżej.

Podział skał ze względu na ich genezę

Grupy skał wyróżnione ze względu na proces skałotwórczy	Grupy skał wyróżnione ze względu na warunki ich powstawania	Przykłady skał
SKAŁY MAGMOWE Krystalizacja magmy lub lawy	skały magmowe głębinowe (o budowie jawnokrystalicznej)	granit
		sjenit
	skały magmowe wylewne (o budowie skrytokrystalicznej)	bazalt
		andezyt
SKAŁY OSADOWE Osadzanie się na lądzie lub na dnie zbiorników wodnych szczątków organizmów, rozkruszonych bądź rozpuszczonych innych skał	skały osadowe okruchowe	piasek
		zlepieniec
	skały osadowe pochodzenia organicznego	wapień
		węgiel kamienny

Grupy skał wyróżnione ze względu na proces skałotwórczy	Grupy skał wyróżnione ze względu na warunki ich powstawania	Przykłady skał
SKAŁY METAMORFICZNE Przeobrażanie w głębi Ziemi pod wpływem wysokiego ciśnienia i temperatury wcześniej istniejących skał	skały osadowe pochodzenia chemicznego	sól kamienna
		gips
	skały metamorfizmu regionalnego – powstają na wielkich obszarach (nawet tysiące km ²), z największej ilości rodzajów skał wyjściowych	gnejs
		łupek serycytowy
	skały metamorfizmu kontaktowego – powstają na styku magmy wdzierającej się w skały powstałe wcześniej	marmur
		kwarcyt

Skały, które tworzą skorupę ziemską, można podzielić także ze względu na ich **spoistość**, czyli stopień powiązania poszczególnych jej składników mineralnych. Wyróżniamy wówczas trzy grupy:

- **skały lite** – ich ziarna są ze sobą silnie zespolone (np. granit, piaskowiec, marmur);
- **skały zwarte** – ich ziarna są ze sobą mocno powiązane ze względu na silne rozdrobnienie na małe drobiny i ich sprasowanie (np. glina, ił);
- **skały luźne** – ich ziarna nie są ze sobą związane (np. piasek, żwir).

Polecenie 3

Wymień kilka przykładów skał, które występują naturalnie w miejscu twojego zamieszkania.

Polecenie 4

Wyjaśnij, dlaczego niektóre skały znalazły zastosowanie w gospodarce i do czego się je wykorzystuje. Wymień kilka spośród nich.

Ciekawostka

Niektóre kryształy rzadkich minerałów lub skały mają szczególne walory. Są bardzo cenne lub bardzo efektowne, dlatego zyskały mało precyzyjne określenie **kamieni szlachetnych**. Wykorzystuje się je między innymi do wyrobu biżuterii i przedmiotów ozdobnych.



Brylant to oszlifowany kryształ najtwardszego z minerałów – diamentu, który jest czystym węglem

Podsumowanie

- Wnętrze Ziemi możemy poznawać tylko pośrednio, ponieważ ze względu na wysokie ciśnienie i wysoką temperaturę nie ma możliwości przeprowadzania bezpośrednich badań.
- Ziemia zbudowana jest z leżącego w środku jądra, otaczającego go płaszcza i cienkiej warstwy skorupy ziemskiej na zewnątrz.
- Minerały są najmniejszymi naturalnymi składnikami skorupy ziemskiej.
- Skały są naturalnymi skupiskami minerałów, okruchów skalnych lub substancji pochodzenia organicznego.
- Niektóre skały znalazły praktyczne zastosowania i są wydobywane jako surowce mineralne.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Uważnie rozejrzyj się w swoim otoczeniu (mieszkanie, dom, inne budynki, bruk, pomniki, nagrobki itp.). Czasami do budowy lub wykończenia rozmaitych konstrukcji wykorzystywane są naturalne skały o przydatnych człowiekowi właściwościach. Zrób listę napotkanych skał wraz z ich zastosowaniami i pożytecznymi właściwościami.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka i biogramami:
 - [Andrija Mohorovičić](#)
 - [fale sejsmiczne](#)
 - [geofizyka](#)
 - [geologia](#)
 - [jądro Ziemi](#)
 - [minerał](#)
 - [płaszcz ziemski](#)
 - [płyty litosfery](#)
 - [powierzchnia nieciągłości](#)
 - [skała](#)
 - [skorupa ziemska](#)
 - [stopień geotermiczny](#)
 - [surowce mineralne](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Geografia jako nauka](#)
 - [Miejsce Ziemi we Wszechświecie. Kształt i wymiary Ziemi](#)

Słowniczek

fale sejsmiczne

drgania rozchodzące się we wnętrzu Ziemi spowodowane trzęsieniami ziemi, wybuchami lub wywołane za pomocą specjalnych maszyn

geofizyka

jedna z nauk o Ziemi zajmująca się badaniami Ziemi za pomocą metod stosowanych w fizyce

geologia

jedna z nauk o Ziemi zajmująca się budową i historią Ziemi oraz procesami zachodzącymi w jej wnętrzu

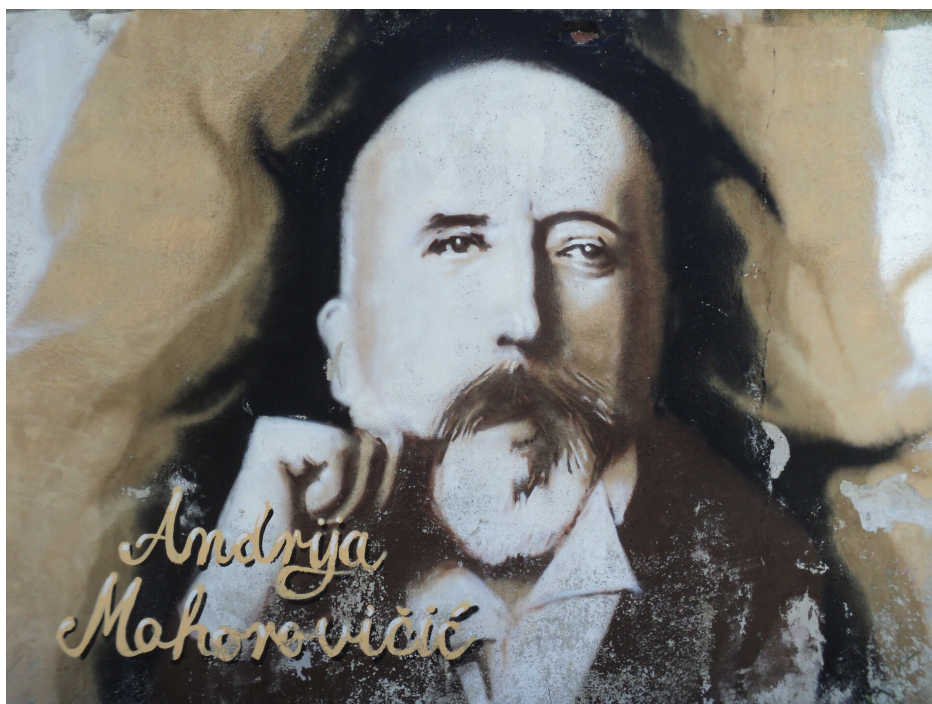
jądro Ziemi

najbardziej wewnętrzna część naszej planety; obecnie uważa się, że jądro ma średnicę ok. 3,5 tys. km i jest stopem żelaza i niklu; prawdopodobnie jądro wewnętrzne ma

konsystencję stałą, a zewnętrzne ciekłą

minerał

pierwiastek, związek chemiczny lub ich mieszanina o określonym składzie chemicznym i uporządkowanej strukturze, zwykle krystalicznej; jest najmniejszą częścią litosfery, utworzoną w wyniku procesów geologicznych



Portret graffiti Andriji Mohorovičića w Osijeku

Andrija Mohorovičić

23.01.1857–18.12.1936

Chorwacki meteorolog, sejsmolog i geofizyk, który odkrył i opisał strefę nieciągłości między skorupą ziemską i płaszczem ziemskim.

płaszcz ziemski

warstwa o grubości ok. 2,9 tys. km między [skorupą ziemską](#) a [jądrem Ziemi](#)

płyty litosfery

wielkie fragmenty skorupy ziemskiej wraz ze sztywnymi partiami zewnętrznego płaszcza (o średniej grubości ok. 50–120 km) poruszające się na plastycznym [płaszczu ziemskim](#)

powierzchnia nieciągłości

cienka strefa we wnętrzu Ziemi, w której występuje wyraźne przerwanie spójności utworów skalnych i która jest granicą warstw o różnych cechach fizycznych, powodująca załamanie, odbicie lub zmianę prędkości fal sejsmicznych

skała

naturalne skupisko jednego lub wielu minerałów

skorupa ziemska

górna, sztywna część litosfery o grubości od dziesięciu do kilkudziesięciu kilometrów, zbudowana z minerałów i skał

stopień geotermiczny

głębokość (mierzona w metrach), na której temperatura wzrasta o 1°C w stosunku do punktu początkowego; różni się w zależności od miejsca i głębokości; średnia wartość stopnia geotermicznego w skali globalnej wynosi 33 m, zaś dla Polski 47,2 m (do głębokości 5000 m)

surowce mineralne

skały lub minerały naturalnie występujące w środowisku, wydobywane przez człowieka dla celów gospodarczych

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Informacji o budowie dostarczają odwierty geologiczne, kopalnie i naturalne odkrywki skał. Do zbadania głębiej leżących warstw Ziemi musiała zastosować inne metody. Najwięcej informacji uzyskujemy na podstawie analizy przebiegu fal powstających w wyniku wstrząsów wywołanych ziemi.

geologia

troposfery

światlnych

hydrologia

morskich

pomiarami

sejsmicznych

osuwaniem się

meteorologia

przyptywami

klimatologia

głębin morskich

wnętrza Ziemi

radiowych

trzęsieniami

powierzchni Ziemi

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wybierz czynniki fizyczne, które szybko rosną wraz ze wzrostem głębokości.

☐ wilgotność

☐ temperatura

☐ ciśnienie

☐ zachmurzenie

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Jądro Ziemi zaczyna się poniżej dolnej granicy płaszcza, czyli od głębokości km aż do środka naszej planety. Jądro ma promień ok. km i temperaturę sięgającą stopni Celsjusza. W wyniku bardzo wysokiego wewnętrzna część jądra jest prawdopodobnie ciałem stałym.

6371

3,14

mrozu

6 tys.

ciśnienia

6371

3,5 tys.

12 tys.

10-50

2,9 tys.

1 tys.

nagrzania

3 tys.

1 tys.

29 tys.

opadu

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Połącz w pary poszczególne nazwy warstw Ziemi z ich skróconą charakterystyką.

Ma kilkadziesiąt kilometrów grubości,
zbudowana jest głównie z granitów.

jądro Ziemi

Cienka warstwa bazaltów (około 10 km)
powoli przykrywana skałami
osadowymi.

skorupa oceaniczna

Ma około 2,9 tys. km grubości,
temperatura rośnie wraz z głębokością
nawet do 5 tys. stopni Celsjusza.

skorupa kontynentalna

Temperatura sięga 6 tys. stopni
Celsjusza, a ogromne ciśnienie
powoduje, że wewnętrzna część i tak
jest ciałem stałym.

płaszcz ziemski

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wybierz poprawną nazwę powierzchni nieciągłości oddzielającej skorupę ziemską od płaszczu.

☐ powierzchnia nieciągłości tropopauzy

☐ powierzchnia nieciągłości płaszczu ziemskiego

☐ powierzchnia nieciągłości Ziemi

☐ powierzchnia nieciągłości Moho

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Uzupełnij puste miejsca.

Minerały to najmniejsze naturalne składniki [] ziemskiej. Każdy minerał ma charakterystyczne właściwości [] i chemiczne. Większość minerałów ma także specyficzną budowę []. Znamy ponad [] różnych minerałów.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Oceń prawdziwość opinii o podziale genetycznym skał.

	Prawda	Fałsz
Tylko skały osadowe pochodzenia chemicznego zawierają związki chemiczne.	☐	☐
Skały magmowe mogą powstawać także z krzepnącej lawy.	☐	☐
Skały metamorficzne powstają ze skał magmowych i osadowych.	☐	☐
Osadów pochodzących ze szczątków organicznych nie wolno zaliczać do skał.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Połącz w pary nazwy skał/minerałów uważanych za surowce mineralne z informacjami o ich możliwych zastosowaniach.

produkcja szkła i materiałów budowlanych	diament
wyrób biżuterii i materiałów ściernych	piasek
przemysł chemiczny i artykuł spożywczy	węgiel kamienny
do produkcji energii	sól kamienna

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Płytkowa budowa litosfery. Ruchy górotwórcze

Dlaczego zachodnie wybrzeża Afryki pasują do wschodnich wybrzeży Ameryki Południowej? Dlaczego zachodnie wybrzeża Madagaskaru wyglądają, jakby oderwano tę wyspę od Afryki? Wyjaśnienie tych zagadek dręczyło świat nauki aż do stworzenia teorii płyt litosfery.



Rewolucyjna hipoteza dryfu kontynentów powstała na podstawie analizy podobieństwa kształtu fragmentów ich linii brzegowych

Już wiesz

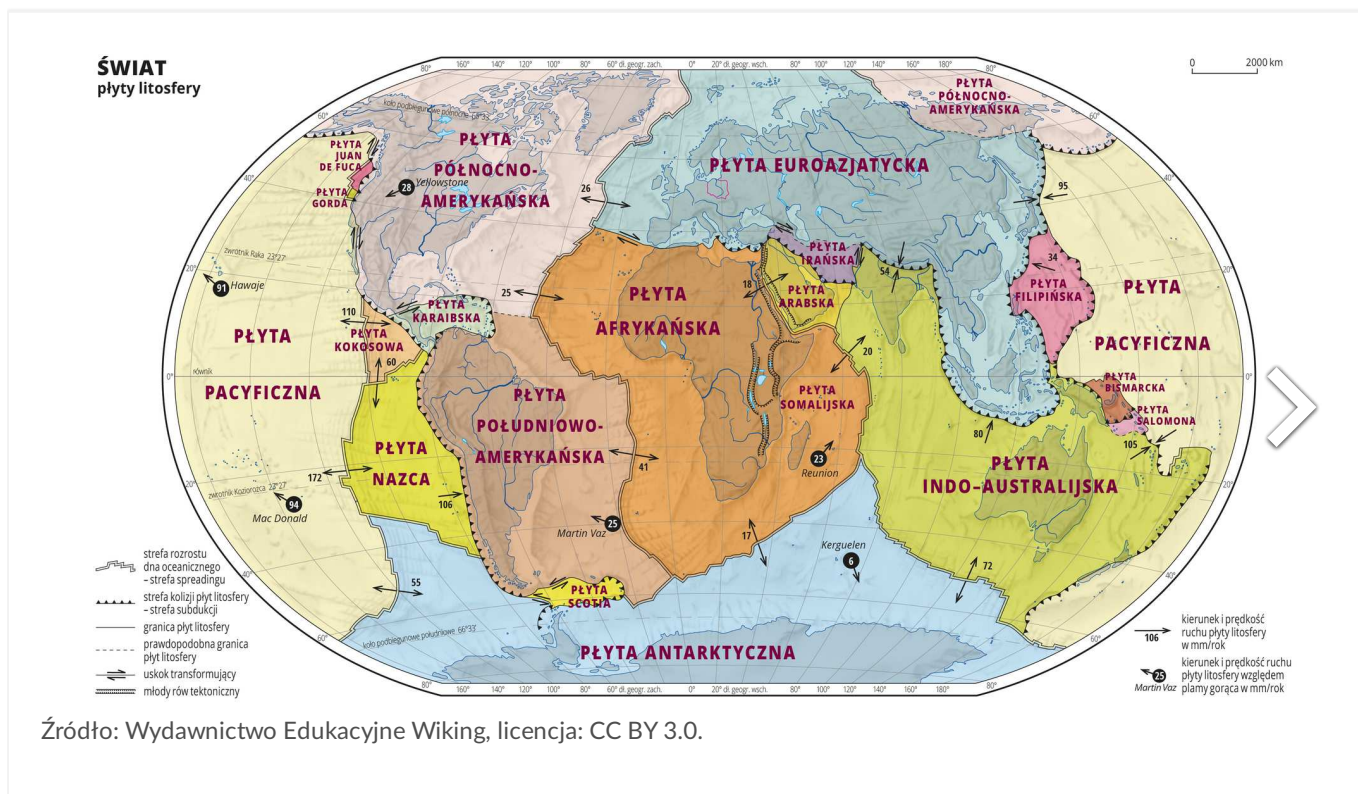
- co to jest i z czego się składa litosfera;
- jaka jest wewnętrzna budowa Ziemi;
- że płaszcz ziemski jest półpłynny, a litosfera sztywna.

Nauczysz się

- wyróżniać na Ziemi główne płyty litosfery;
- wyjaśniać zależności między poruszającymi się płytami litosfery;
- wykazywać związek między tektoniką płyt litosfery a budową powierzchni Ziemi i dna oceanów;
- rozróżniać typy gór.

1. Jak zbudowana jest skorupa ziemska?

Geologia od początków swego istnienia stawiała pytania o to, jak powstawały góry, dlaczego wulkany wybuchają, co powoduje trzęsienia ziemi. Niewiele ponad 100 lat temu, w 1912 roku, zrodziła się rewolucyjna hipoteza **dryfu kontynentów**, nazywana obecnie, od nazwiska swego twórcy, **teorią Wegenera**. Nie potrafił on wówczas wyjaśnić przyczyny powolnego ruchu płyt kontynentalnych i oceanicznych, ale koncepcja ta wraz z upływem czasu zdobywała coraz szersze uznanie. Dopiero badania dna oceanicznego prowadzone kilkadziesiąt lat później pozwoliły potwierdzić trafność hipotezy Wegenera i rozwinąć ją w naukową **teorię tektoniki płyt litosfery**. Teoria ta daje odpowiedzi na większość pytań stawianych przez współczesną geologię. Zakłada, że litosfera dzieli się na ogromne płyty, które pokrywają całą planetę i unoszą się na plastycznym płaszczu ziemskim. Mogą się one rozsuwać, tworząc miejsca zwane strefą **spreadingu (rozrostu)**. Jeżeli dwie płyty zderzają się ze sobą, to zwykle jedna z nich (przeważnie oceaniczna) wsuwa się pod drugą (najczęściej lądową), a linię takiej kolizji nazywamy strefą **subdukcji**. Płyty litosfery mogą także przemieszczać się równolegle względem siebie wzdłuż linii **uskoków**.



Polecenie 1

Z mapy tektonicznej świata odczytaj nazwy największych płyt litosfery.

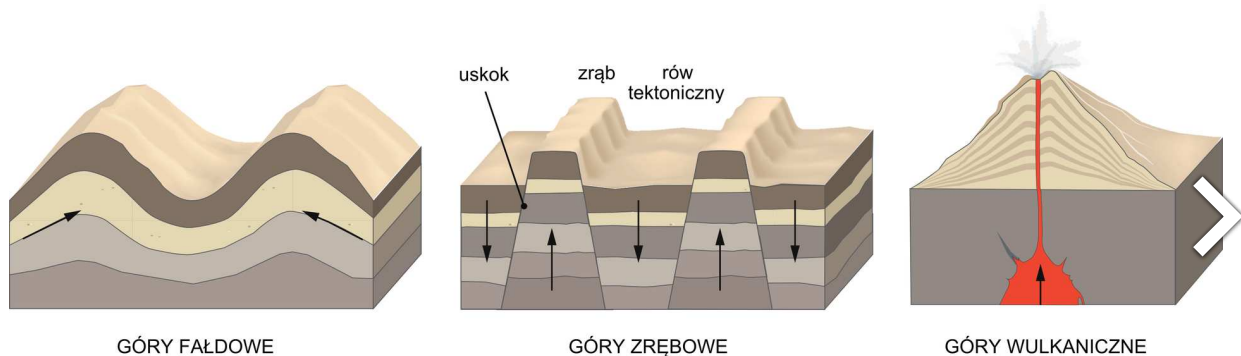
2. Czy ruch płyt litosfery wpływa na powierzchnię naszej planety?

Główną przyczyną ruchu płyt litosfery są **prądy konwekcyjne** w płaszczu ziemskim. Unoszące się z wnętrza Ziemi masy rozgrzanej materii po dotarciu do sztywnych płyt litosfery rozpływają się na boki, rozrywając i rozsuwając sąsiadujące płyty. Najczęściej są to relatywnie cieńsze płyty oceaniczne. Następuje wówczas **spreading**, na dnie oceanu pojawia się **dolina ryftowa**, a po obu jej stronach, symetrycznie formuje się grzbiet oceaniczny. Powstaje nowe dno oceaniczne.

Ziemia ma swój stały kształt i rozmiary, więc jeżeli w jednym miejscu tworzy się nowa skorupa ziemska, w innym musi jej ubywać. Dzieje się to w strefach **subdukcji**, gdzie dwie sąsiednie płyty litosfery zbliżają się do siebie. Jedna z nich wsuwa się pod drugą i jest wciągana w głąb płaszcza. Efektem tego są inne zjawiska. Na dnie oceanu pojawiają się rowy oceaniczne, a na powierzchni wypiętrzają góry. Masy skalne, zgniatane i wypiętrzane w wyniku kolizji dwóch płyt litosfery, plastycznie wyginają się i powstają **góry fałdowe**.

Proces ten nazywamy **orogenezą**, inaczej **ruchami górotwórczymi**. Gdy masyw lądowy jest sztywny i odporny na fałdowanie, to podczas wspomnianych ruchów górotwórczych i towarzyszących im naprężeń zostaje pocięty **uskokami**. Niektóre fragmenty ulegają wyniesieniu (**zrąb**) lub obniżeniu (**rów**), a teren przekształca się w **góry zrębowe**.

Pod wpływem powolnego ruchu mas płaszcza ziemskiego w niektórych obszarach zachodzą także ruchy wypiętrzające lub obniżające skorupę ziemską na wielkich powierzchniach, zwane **ruchami epejrogenicznymi**. W sąsiedztwie stref spreadingu, subdukcji i wielkich uskoku tektonicznych często spotyka się wulkany tworzące nieraz bardzo wysokie góry. Występują tu też silne trzęsienia ziemi. Oba te zjawiska stwarzają poważne zagrożenie dla mieszkających tam ludzi.



Schematy powstawania gór fałdowych, zrębowych i gór pochodzenia wulkanicznego

Polecenie 2

Wskaż na mapie świata strefy spreadingu i strefy subdukcji.

Polecenie 3

Na schematycznym rysunku wyjaśnij proces powstawania doliny ryftowej i grzbietu oceanicznego oraz proces powstawania rowu oceanicznego.

Ciekawostka

Zjawisko spreadingu i tworzenia się doliny ryftowej występuje przeważnie w dnie oceanu, ale może mieć także miejsce na płycie kontynentalnej. Współcześnie zjawisko takie obserwujemy we wschodniej Afryce.



Tworząca się dolina ryftowa we wschodniej Afryce

Ciekawostka

Subdukcja przebiega zwykle w miejscach, gdzie cienka płyta oceaniczna wsuwa się pod grubą płytę kontynentalną. Możliwa jest także subdukcja dwóch płyt lądowych, a na powierzchni występuje wówczas zgniatanie obu płyt i tworzą się wysokie góry. Himalaje powstały w miejscu kolizji lądowej płyty euroazjatyckiej i lądowego fragmentu płyty indoaustralijskiej. Subdukcja może zachodzić także na granicy płyt oceanicznych.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Subdukcja w strefie kolizji dwóch płyt kontynentalnych jest przyczyną powstania Himalajów

Animacja przedstawiająca kolizję dwóch płyt kontynentalnych, czego wynikiem jest powstanie Himalajów.

Ciekawostka

Najlepiej znaną strefą równoległego przemieszczania się dwóch płyt litosfery jest tak zwany uskok San Andreas w południowej Kalifornii (USA), przy którym dwie płyty przesuwają się w tempie kilku centymetrów rocznie, co owocuje częstymi, czasem katastrofalnymi w skutkach, trzęsieniami Ziemi w zachodniej części Ameryki Północnej.



Uskok San Andreas w Kalifornii na granicy dwóch przesuwających się płyt litosfery

Podsumowanie

- Teoria tektoniki płyt litosfery, wywodząca się z teorii Wegenera, tłumaczy większość zjawisk geologicznych w litosferze.
- Litosfera pęka, jest rozciągana i rozbudowuje się w strefach spreadingu.
- W strefach subdukcji następuje zderzenie płyt litosfery; jedna z nich jest wchłaniana w głąb płaszcza ziemskiego.
- Ruch płyt litosfery powoduje powstawanie gór fałdowych, gór zrębowych, ryftów, grzbietów oceanicznych i rowów oceanicznych.

- W sąsiedztwie stref spreadingu, subdukcji i wielkich uskoków tektonicznych najsilniej zachodzą zjawiska wulkaniczne i najczęściej występują trzęsienia ziemi.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Wskaż na mapie świata obszary tworzenia się gór w strefie subdukcji płyt oceanicznych pod płyty kontynentalne. Wskaż także góry tworzące się w strefie kolizji dwóch płyt kontynentalnych.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka i biogramem:
 - [Alfred Wegener](#)
 - [dolina ryftowa](#)
 - [dryf kontynentów](#)
 - [góry fałdowe](#)
 - [góry zrębowe](#)
 - [rów tektoniczny](#)
 - [ruchy epejrogeniczne](#)
 - [spreading](#)
 - [subdukcja](#)
 - [teoria tektoniki płyt litosfery](#)
 - [teoria Wegenera](#)
 - [uskok](#)
 - [zrąb tektoniczny](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Budowa wnętrza Ziemi](#)

Słowniczek

dolina ryftowa

ryft to podłużne obniżenie terenu długości setek lub nawet tysięcy kilometrów, leżące wzdłuż szczeliny powstającej wskutek [spreadingu](#)

dryf kontynentów

ruch kontynentów względem siebie i względem powierzchni globu pod wpływem ruchu płyt litosfery, który wywołany jest prądami konwekcyjnymi w płaszczu Ziemi

góry fałdowe

góry zbudowane ze skał, które przeszły proces fałdowania w wyniku ruchu płyt litosfery i zostały wypiętrzone podczas procesów górotwórczych

góry zrębowe

góry powstałe w efekcie naprężeń w skorupie ziemskiej spowodowanych ruchami płyt litosfery; ruchy te doprowadziły do pękania i przemieszczania się mas skalnych

orogeneza (ruchy górotwórcze)

proces tektoniczny wynikający z kolizji płyt litosfery, prowadzący do tworzenia się wielkich struktur tektonicznych, m.in. gór takich, jak Alpy, Karpaty czy Himalaje

prądy konwekcyjne

powolne ruchy mas skalnych w płaszczu Ziemi, spowodowane ciepłem pochodzącym z jądra naszej planety

rów (rów tektoniczny)

obniżenie terenu ograniczone co najmniej dwoma uskokami, ciągnące się na długości dziesiątek, a nawet setek kilometrów, powstałe w wyniku ruchów górotwórczych

ruchy epejrogeniczne

powolne ruchy wznoszące lub obniżające duże fragmenty skorupy ziemskiej; ruchy te nie powodują wyraźnych deformacji ani fałdowania skał

spreading

proces rozsuwania się płyt litosfery i tworzenia nowych powierzchni skorupy ziemskiej, najczęściej w dnie oceanicznym

subdukcja

proces wciągania fragmentów płyt litosfery w głąb płaszcza ziemskiego; zwykle jest to wciąganie płyty oceanicznej pod kontynentalną

teoria tektoniki płyt litosfery

teoria, która tłumaczy przyczyny i skutki ruchu płyt litosfery, w tym także zjawisko dryfu kontynentów

teoria Wegenera

inna nazwa teorii **dryfu kontynentów**

uskok

deformacja mas skalnych powstająca w wyniku pionowego lub poziomego przesunięcia masywu skalnego wzdłuż rozdzielającej je płaszczyzny



Źródło: N.N. (<http://commons.wikimedia.org>), public domain.

Alfred Wegener

1.11.1880–1930

Alfred Wegener był niemieckim geofizykiem, astronomem i meteorologiem. Na podstawie podobieństwa kształtu fragmentów linii brzegowych kontynentów przedstawił hipotezę dryfu kontynentów. Słusznie zakładał, że kontynenty przesuwają się po półpłynnym podłożu magmowym.

zrąb (zrąb tektoniczny)

podłużne wypiętrzenie mas skalnych ograniczone co najmniej dwoma uskokami, powstałe w wyniku ruchów górotwórczych

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij tekst.

Teoria tektoniki [] litosfery daje odpowiedzi na większość pytań stawianych przez współczesną []. Zakłada, że [] dzieli się na ogromne płyty, które pokrywają całą planetę i unoszą się na półpłynnym [] ziemskim.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Autorem teorii dryfu kontynentów, która stanowiła podstawę dla teorii płyt litosfery, był niemiecki geofizyk. Wskaż jego nazwisko.

☐ Thomas Alva Edison

☐ Mikołaj Kopernik

☐ Alfred Wegener

☐ Albert Einstein

☐ Izaak Newton

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wybierz dwa najważniejsze procesy zachodzące na granicy płyt litosfery.

☐ diageneza

☐ metamorfoza

☐ przeobrażenie

☐ fotosynteza

☐ transformacja

☐ rekonstrukcja

☐ spreading

☐ subdukcja

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uzupełnij zdania.

Proces zgniatania i wypiętrzania mas skalnych, gdy są jeszcze w miarę plastyczne, powoduje powstanie gór . Gdy masy skalne są sztywne i odporne na fałdowanie, to w wyniku ruchów górotwórczych i towarzyszących im naprężeń powstają góry . Niektóre ich fragmenty ulegają wyniesieniu i powstaje , a inne obniżeniu, w wyniku czego powstaje .

szczyt

zrąb tektoniczny

rów oceaniczny

fałd

wulkaniczne

fałdowe

dolina ryftowa

wysokich

zrębowe

wulkanicznych

zrębowych

Karpaty

rów tektoniczny

niż baryczny

uskok

fałdowych

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Oceń prawdziwość przedstawionych poniżej stwierdzeń.

	Prawda	Falsz
Dolina ryftowa towarzyszy strefie spreadingu.	☐	☐
Rowy oceaniczne mogą występować w strefach subdukcji.	☐	☐
Grzbiety oceaniczne towarzyszą strefie subdukcji.	☐	☐
Wulkany i trzęsienia ziemi występują tylko w górach zrębowych.	☐	☐
Góry fałdowe mają pochodzenie wulkaniczne.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Który typ gór powstaje, gdy ruch płyt litosfery spowoduje spękanie i wypiętrzenie sztywnych masywów skalnych?

☐ góry niskie

☐ góry zrębowe

☐ góry skaliste

☐ góry wulkaniczne

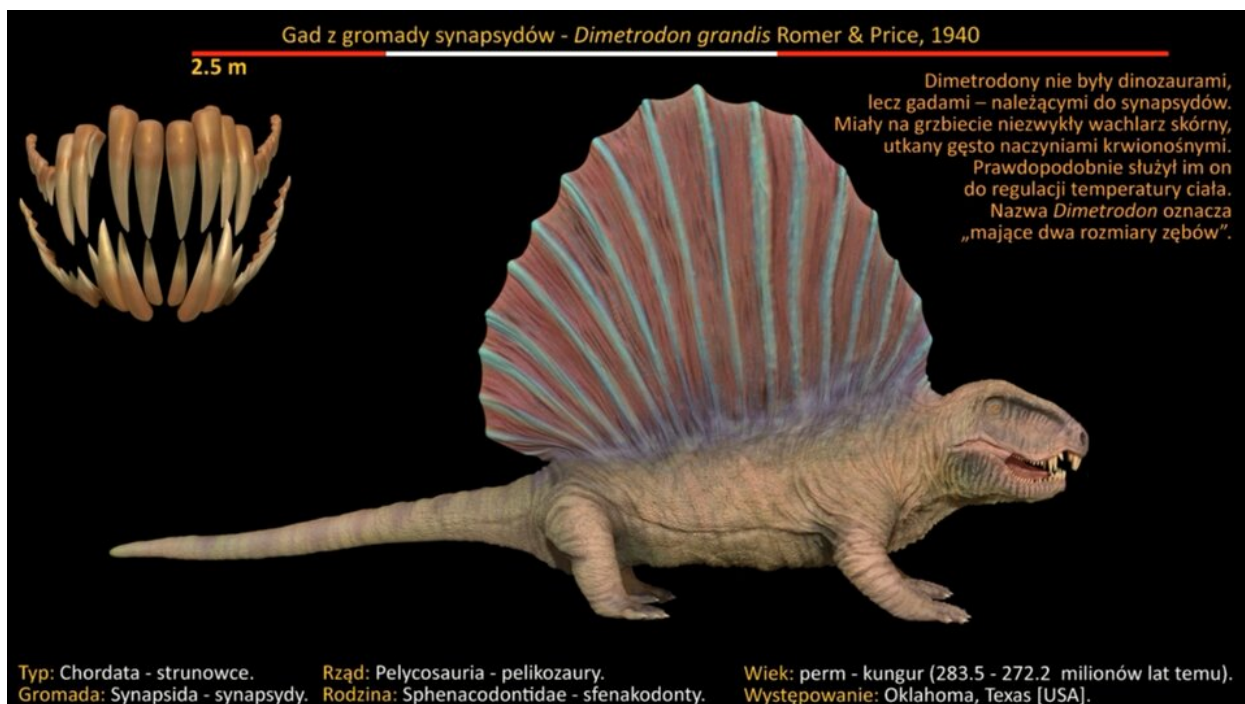
☐ góry wysokie

☐ góry fałdowe

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Jak poznano dzieje Ziemi?

Gdyby dzieje Ziemi porównać do doby, a teraz byłaby północ, to licząc w tej skali, pierwsze istoty człowiekowate pojawiły się ok. godziny 23.58, a *Homo sapiens* ok. 23.59 i 58 sekund. Bezpośrednio mogliśmy obserwować tylko ułamek ostatniej sekundy dziejów Ziemi. O tym, co było wcześniej, dowiadujemy się dzięki nauce zwanej geologią.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Dimetrodon – jak wiele innych podobnych mu gatunków gadów starał się na różne sposoby osiągnąć stałocieplność. Udało się to dopiero niektórym gadom ssakokształtnym (terapsydom). Zapoczątkowały one drogę ewolucyjną, która nieuchronnie doprowadziła do powstania ssaków

Animacja przedstawiająca Dimetrodona. Na czarnym tle trójwymiarowy obracający się obraz gada. Wyglądem przypomina jaszczurkę. Jest brązowy. Ma długą, wąską czaszkę o silnych szczękach. Na grzbiecie ma wielki "żagiel", powstały z niezwykle długich wyrostków kręgowych. Żagiel w kolorze różowym, wyrostki zielone.

Już wiesz

- jakie jest miejsce Ziemi w kosmosie;
- z jakich warstw zbudowana jest kula ziemską;
- jak zbudowana jest litosfera i jakie procesy ją kształtują.

Nauczysz się

- odczytywać i interpretować tabelę stratygraficzną dziejów Ziemi;
- odróżniać wiek względny od bezwzględnego skał;
- objaśniać znaczenie skamieniałości w badaniu dziejów życia na Ziemi;

- wyjaśniać znaczenie najważniejszych wydarzeń w dziejach Ziemi.

1. Podział dziejów Ziemi

Obecne obliczenia wykazują, że wiek Ziemi wynosi ok. 4,6 mld lat. Analiza ułożenia warstw skalnych oraz ich późniejszych deformacji pozwala wskazać, które skały lub procesy są najstarsze. Podczas badań trudno ustalić, ile lat ma dana skała, ale można stwierdzić, od których jest starsza, a od których młodsza. Rodzaj skały daje informację na temat warunków, w jakich powstawała. Jeżeli znajdują się w niej szczątki dawnych roślin lub zwierząt, czyli **skamieniałości**, to jej wiek ograniczymy do okresu, kiedy te organizmy żyły na Ziemi. W ten sposób określa się tzw. **wiek względny** skał. Badając zawartość pierwiastków promieniotwórczych (**metody radiometryczne**), można obliczyć, ile lat upłynęło od powstania skały, czyli wyznaczyć jej **wiek bezwzględny**.

Dzięki równoczesnemu zastosowaniu wszystkich metod określania wieku skał udało się stworzyć **tabelę stratygraficzną** obejmującą całe dzieje Ziemi. Najważniejsze wydarzenia pozwoliły wyróżnić tzw. jednostki geochronologiczne. Do ustalania czasu geologicznego najczęściej używanymi jednostkami są **ery** trwające dziesiątki i setki milionów lat. Wchodzą one w skład **eonów** – najdłuższych jednostek trwających od pół miliarda do kilku miliardów lat. Mniej znaczące, ale nadal bardzo istotne wydarzenia geologiczne widoczne w skałach umożliwiły podział ery na **okresy geologiczne**.

Geologia zna i stosuje znacznie bardziej szczegółowe podziały dziejów Ziemi. Po wynalezieniu metod radiometrycznych możliwe stało się uzupełnienie tabeli stratygraficznej o czas trwania poszczególnych er, okresów i ich fragmentów.

Jak sterta starych gazet może być modelem warstw skalnych?

Obserwacja 1

Zrozumienie, co to jest wiek względny i bezwzględny skał.

Co będzie potrzebne

- kilka lub kilkanaście starych gazet,
- ołówek i kredka.

Instrukcja

1. Ułóż stertę gazet. Na samym spodzie połóż najstarszą, a na górze tę najnowszą.
2. Po ułożeniu czterech gazet umieść na nich kredkę, a na następnych pięciu zostaw ołówek.
3. Pozostałe gazety ułóż według zalecanej kolejności. Niech tak powstały model posłuży ci jako pomoc w odpowiedzi na poniższe pytania.



Źródło: Roman Nowacki, licencja: CC BY 3.0.

Jak myślisz?

- Jeśli gazety odkładane byłyby na stercie każda w dniu publikacji, to ołówek tkwiłby w tym stosie dłużej niż kredka, czy odwrotnie?
- Sprawdź teraz daty na gazetach. Kiedy dokładnie (podaj datę) została umieszczona kredka, a kiedy ołówek na stercie?
- Wyobraź sobie, że gazety to warstwy skał osadowych, a kredka i ołówek to skamieniałości. Co możesz powiedzieć o „wieku” kredki i ołówka, zanim sprawdzisz daty publikacji poszczególnych gazet?

Podsumowanie: Analizując ułożenie warstw skalnych, możemy dojść do wniosku, które skały są starsze, a które młodsze, czyli możemy określić ich **wiek względny**. Jeśli poznamy konkretny wiek skały, w której pozostały skamieniałe organizmy, możemy określić **wiek bezwzględny** tych skamieniałości.

Eon	Era	Okres	Epoka	Datowanie bezwzględne
fanerozoik	kenozoik	czwartorzęd	holocen	11,7 tys.
			plejstocen	2,6 mln
		neogen		23 mln
		paleogen		66 mln
	mezozoik	kreda		145 mln
		jura		201 mln
		trias		252 mln
	paleozoik	perm		299 mln
		karbon		359 mln
		dewon		419 mln
		sylur		443 mln
		ordowik		485 mln
		kambr		541 mln
proteozoik	prekambr*			4,6 mld
archaik				

*Prekambr nie jest ani eonem, ani erą, ani okresem, ani także epoką; jest natomiast bardzo często stosowaną nieformalną jednostką chronologiczną dziejów Ziemi, obejmującą czas od powstania Ziemi do początku okresu kambryjskiego.

Źródło: Roman Nowacki, Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 1

Narysuj wykres kołowy przedstawiający całe dzieje Ziemi i podziel go na prekambr oraz ery w sposób proporcjonalny do czasu ich trwania.

Wskazówka

Oblicz, ile procent całych dziejów Ziemi trwała każda z er. Zrób to w następujący sposób: czas trwania ery w mln lat podziel przez 4600 mln i wynik pomnóż przez 100%. Każdy 1% zamień na 3,6° na wykresie kołowym.

Ciekawostka

Najstarsze skały zostały znalezione w Kanadzie i liczą sobie 4,28 mld lat. Tymczasem w Australii i RPA udało się wydobyć najstarsze znane minerały, które pojawiły się na naszej planecie 4,4 mld lat temu. Wiek Ziemi obliczono na 4,6 mld lat, co czyni obydwa znaleziska bliskimi momentu powstania Ziemi.

Ważne!

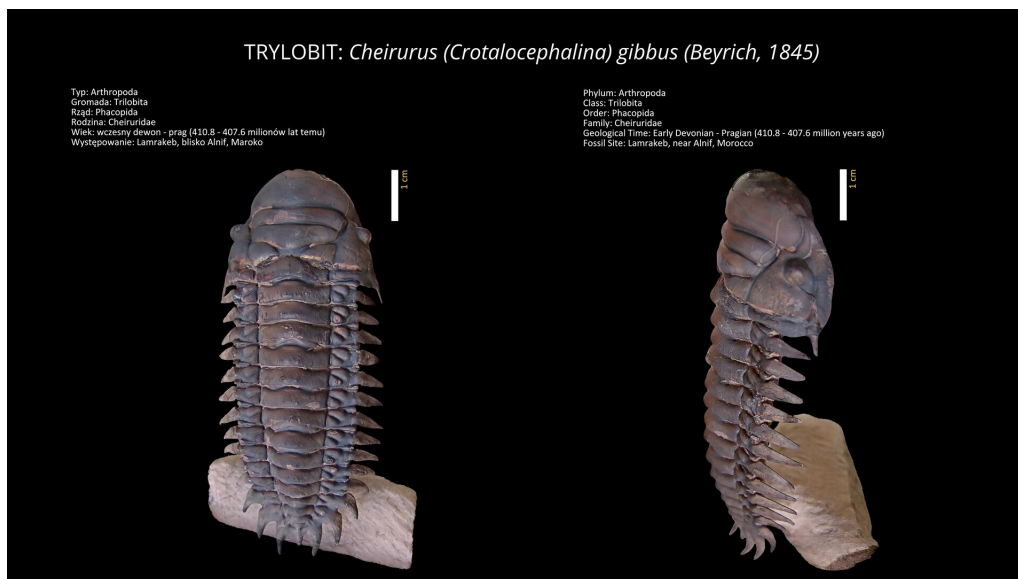
Nazwy jednostek geochronologicznych zostały utworzone z greckich słów, dlatego brzmią dość obco. Po przetłumaczeniu na język polski stają się jednak jasne i zrozumiałe.

Archaik oznacza najstarszy, przestarzały, **proterozoik** to początki życia, a **paleozoik** – stare życie. **Mezozoik** to średnie, środkowe życie, natomiast **kenozoik** oznacza nowe życie.

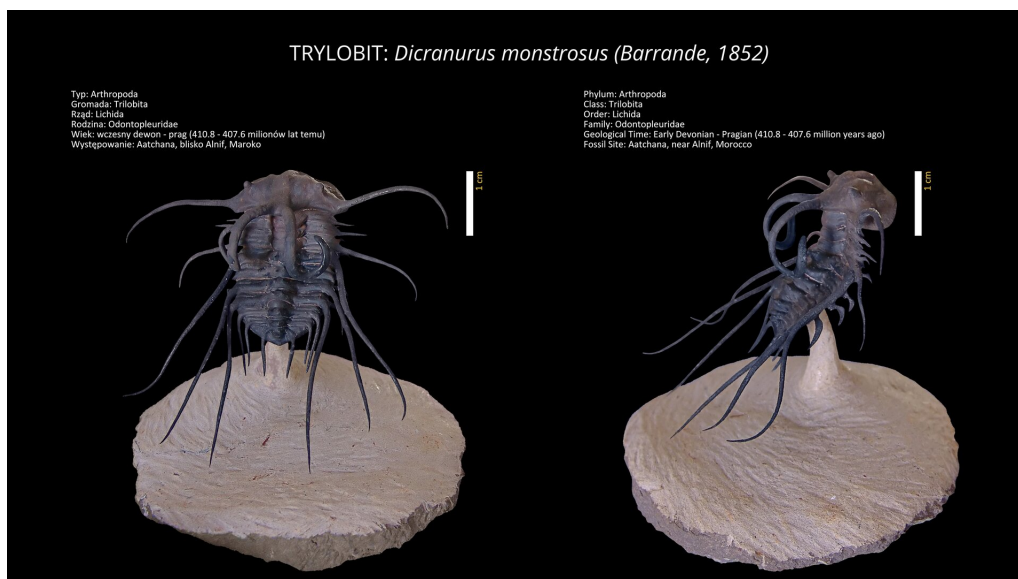
2. Co to jest skamieniałość?

Jedną z metod badania dziejów Ziemi jest poznanie ewolucji organizmów. Danych dostarcza tutaj **paleontologia**, która zajmuje się poszukiwaniami, analizami i porównywaniem szczątków oraz śladów działalności życiowej różnych organizmów zachowanych w osadach skorupy ziemskiej. W sprzyjających okolicznościach obumarłe szczątki organizmów oraz ślady ich działalności życiowej mogły zostać pokryte warstwami różnych osadów, które spowalniały ich rozkład. W dalszych procesach następowały: stopniowa **mineralizacja**, czyli rozkład substancji (szczątków) organicznych do prostych stałych związków nieorganicznych, i **fosylizacja (skamienienie)** twardych części ciała, np. skorup i muszli. Mówimy wtedy, że szczątki organizmów uległy skamienieniu, a osad zmienił się w litą skałę. Utrwalone w skałach pnie, liście lub nasiona roślin oraz skorupy, muszle, kości, a czasem odlewy miękkich tkanek zwierząt nazywamy **skamieniałościami**. Zachowują one zazwyczaj wiele szczegółów budowy anatomicznej danego organizmu.

Dla paleontologów najcenniejsze są skamieniałości powstałe z organizmów, które żyły w dość krótkim czasie i występowały na znacznych obszarach, czyli tzw. **skamieniałości przewodnie**. Znaleźnienie ich pozwala precyzyjnie określić względny wiek skał, w których występują. Mamy wówczas pewność, że badane skały nie mogły powstać wcześniej niż zawarte w nich skamieniałości. Skoro wszystkie trylobity (niewielkie kopalne zwierzęta morskie) wymarły wraz z końcem permu i zarazem ery paleozoicznej, to w młodszych skałach na pewno ich już nie znajdziemy. Tak samo jest z amonitami lub plezjozaurami, które wymarły wraz z końcem okresu kredowego i zarazem ery mezozoicznej.



Źródło: Andrzej Boczarowski, edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.



Skamieniałości mogą być nadzwyczaj dobrze zachowane, jak w przypadku tego trylobita



Źródło: Andrzej Boczarowski, edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

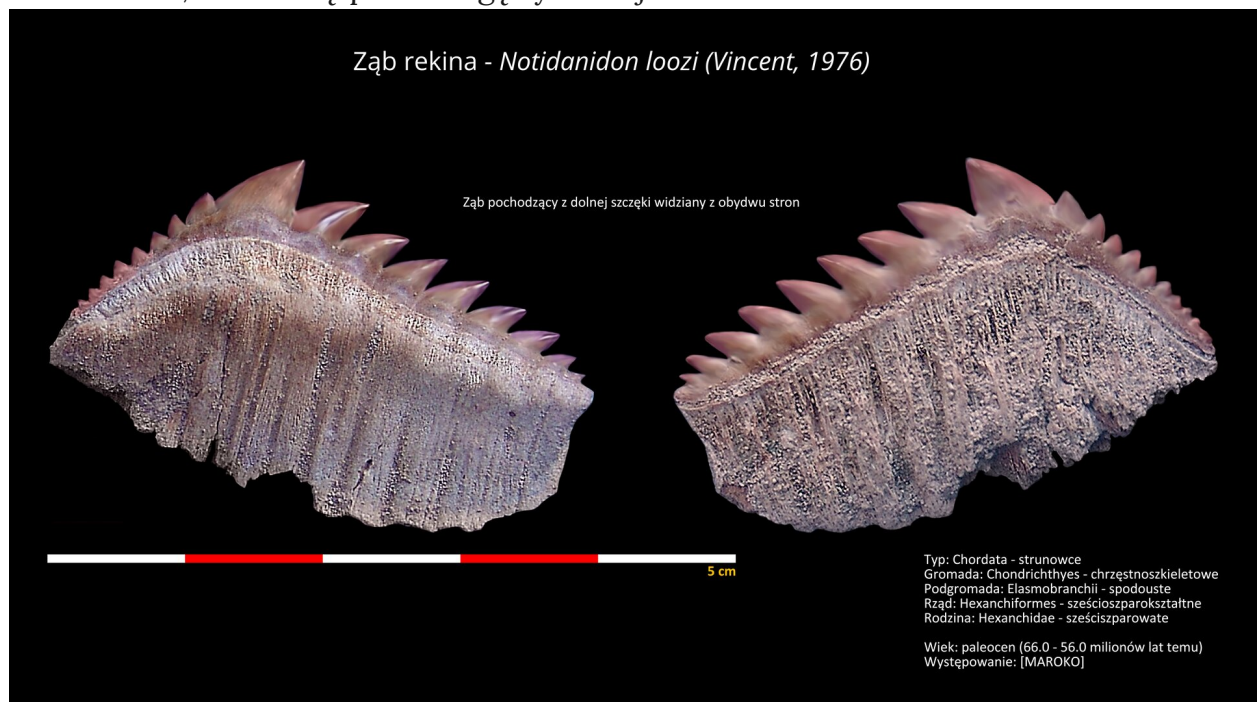
Oglądając okazy skamieniałości, ich fotografie w albumach albo w Internecie, spróbuj nauczyć się rozpoznawać niektóre skamieniałości przewodnie: trylobity, amonity oraz skamieniałości paproci, lepidodendronów, koralowców, gąbek, muszli ślimaków, skamieniałych małży, ryb lub innych organizmów.

Ciekawostka

Naukowcy bardzo chętnie wykorzystują skamieniałości do tego, by ustalić szczegóły pierwotnego środowiska życia organizmów kopalnych. Przykładowo, jeżeli w osadach reprezentujących rafy znajdziemy liczne koralowce, muszle tropikalnych ślimaków i małży, to wiemy, że mamy do czynienia z morskim, tropikalnym środowiskiem płytkowodnym o głębokości do 50 m, wysokiej przejrzystości wód, dobrym natlenieniu i pełnym zasoleniu. Dlaczego? Ponieważ organizmy budujące rafy koralowe mogą istnieć tylko w takich warunkach. Podobnie, jeżeli znajdziemy pokłady węgla, to wiemy, że musiały one powstać w środowisku lądowym, gęsto porośniętym roślinnością.

Ciekawostka

Najtwardszą część szkieletów kręgowców stanowią zęby, zbudowane z fosforanu wapnia. Często są jedyną pozostałością po zerodowanych starszych osadach. W ten sposób starsze skamieniałości czasem mogą występować w młodszych osadach. Ustalając wiek takich osadów, bierze się pod uwagę tylko najmłodsze skamieniałości.



Notidanidon – zęby rekinów i innych kręgowców są jedną z najlepiej zachowujących się części ich ciał

3. Wydarzenia, które ukształtowały geologiczną historię Ziemi

Im dalej w przeszłość geologiczną, tym mniej wiemy o środowisku, procesach i zjawiskach, jakie wówczas występowały. Dzięki długoletnim badaniom i coraz lepszym metodom naukowcom udało się poznać główne wydarzenia geologicznej historii Ziemi.

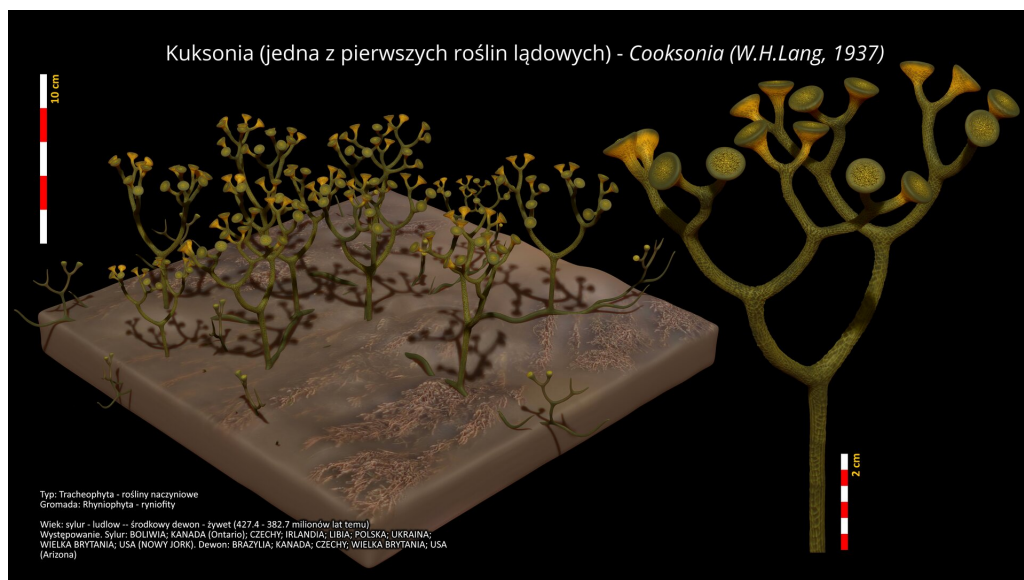


Spirala czasu geologicznego przedstawia zmiany zachodzące na naszej planecie od momentu jej powstania do czasów współczesnych

- W najwcześniejszej jednostce czasu geologicznego – **archaiku** trwającym do 2,5 mld lat temu – kształtowała się skorupa ziemska, atmosfera oraz hydrosfera. Powstały także fundamenty wszystkich kontynentów.
- W **proterozoiku**, trwającym od 2,5 mld do ok. 540 mln lat temu, pojawiły się pierwsze prymitywne formy życia w oceanach.
- W obu tych erach miało miejsce wiele orogenez, czyli ruchów górotwórczych. Łańcuchy górskie wypiętrzone w ich efekcie uległy jednak zniszczeniu wskutek procesów erozji.
- W **erze paleozoicznej**, trwającej od ok. 540 mln lat temu do ok. 250 mln lat temu, wystąpiły dwie orogenezy, które pozostawiły ślady widoczne do dziś w postaci łańcuchów starych, silnie zerodowanych gór. Pod koniec **syluru** i na początku **dewonu** zaznaczyła swoje działanie **orogeneza kaledońska**, dzięki której doszło między innymi do wypiętrzenia niektórych rejonów Gór Świętokrzyskich. W **karbonie** i **permie** zachodziła **orogeneza hercyńska**, która w Polsce jest odpowiedzialna za geologiczne ukształtowanie się Sudetów, ale także sfałdowanie wcześniej utworzonych Gór Świętokrzyskich. W paleozoiku ewoluowały organizmy. Pojawiły się ryby oraz pierwsze płazy, które z oceanów wyszły na ląd. Szybko wykształciły się z nich gady. Na granicy er

paleozoicznej i mezozoicznej wskutek gigantycznej erupcji wulkanicznej i licznych zmian klimatycznych wymarło ponad 90% wszystkich organizmów.

- W **erze mezozoicznej**, trwającej od ok. 250 mln lat temu do 66 mln lat temu, intensywnie zachodził proces ruchu płyt litosfery i rozpadły się pierwotne masywy lądowe. Gady opanowały wszystkie środowiska, a w końcu pojawiły się pierwsze ptaki i ssaki. Prawdopodobnie uderzenie ogromnej asteroidy 66 mln lat temu spowodowało zagładę 75% wszystkich organizmów, w tym wielkich dinozaurów, gadów morskich, amonitów i wielu innych grup.
- **Era kenozoiczna**, trwająca od 66 mln lat temu do dziś, zdominowana jest przez ruchy górotwórcze **orogenezy alpejskiej** (w Polsce powstają Karpaty). W erze tej przeważają ssaki i ptaki. Poważne i wielokrotne zmiany klimatyczne bardzo zmodyfikowały obraz naszej planety. W najmłodszym okresie kenozoiku, czwartorzędzie, występują naprzemiennie okresy **złodowaceń** i **interglacjałów**, pojawił się też człowiek *Homo sapiens*.



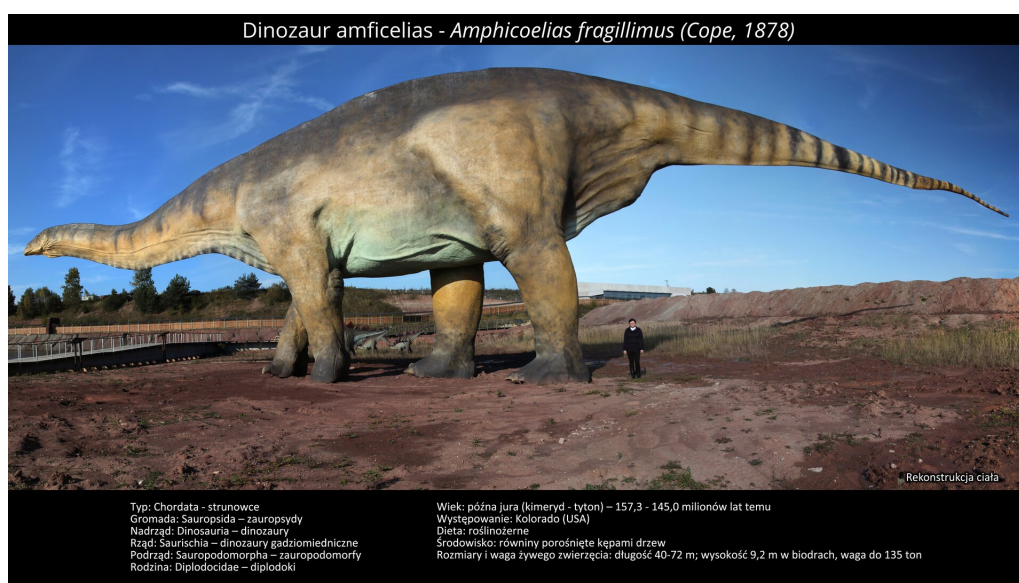
Kuksonie – jedne z pierwszych roślin lądowych, żyły na bagnistych brzegach ówczesnych akwenów



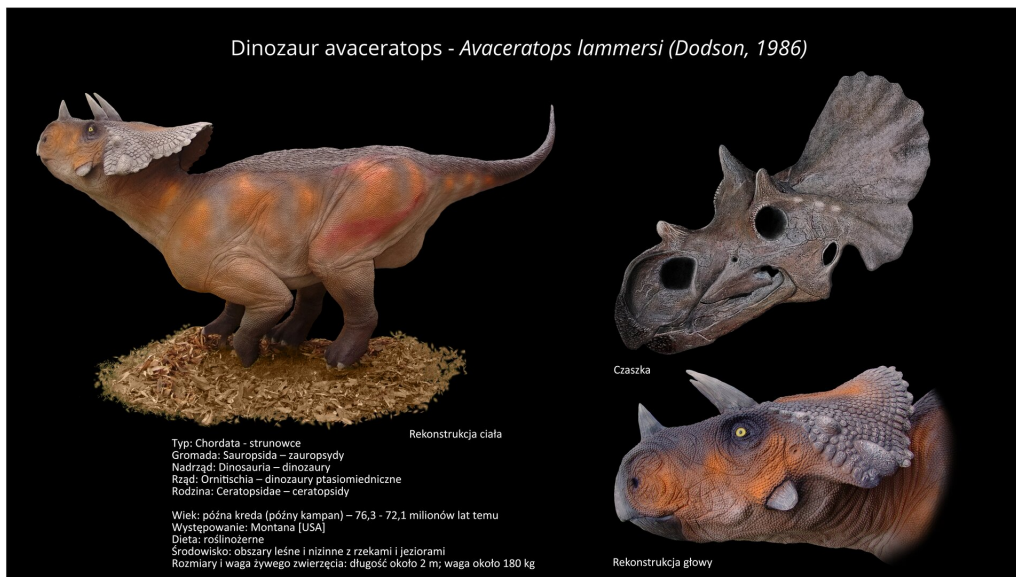
Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Źródło: Andrzej Boczarowski, edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Animacja ukazująca Tiktaalik – skamieniałość ryby o cechach upodabniających ją do współczesnych czworonożnych płazów. Na brązowej podstawie skamieniały szkielet. Pysk wydłużony płaski, oczy blisko osadzone, zachowane łuki skrzelowe. Masywne żebra, przednie płetwy mocne i rozrośnięte. Na górze podziałka. Wielkość szkieletu około siedemdziesiąt centymetrów.



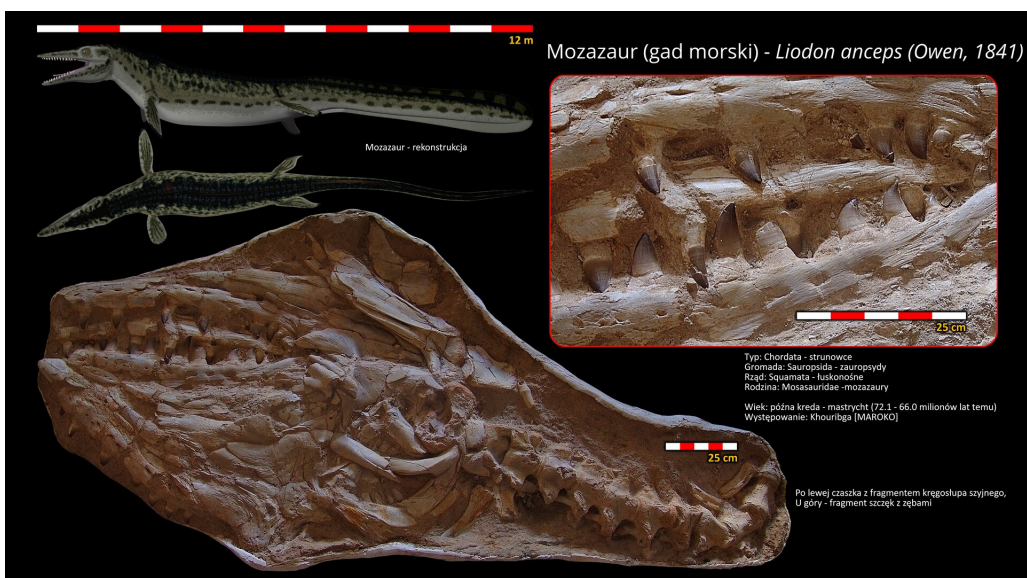
Amphicoelias – najdłuższe zwierzę lądowe, jego długość dochodziła do 72 m. Na fotografii przedstawiono rekonstrukcję nieco mniejszego osobnika (60 m długości), wykonaną na podstawie własnych odkryć przez pracowników JuraParku w Krasiejowie koło Strzelce Opolskich



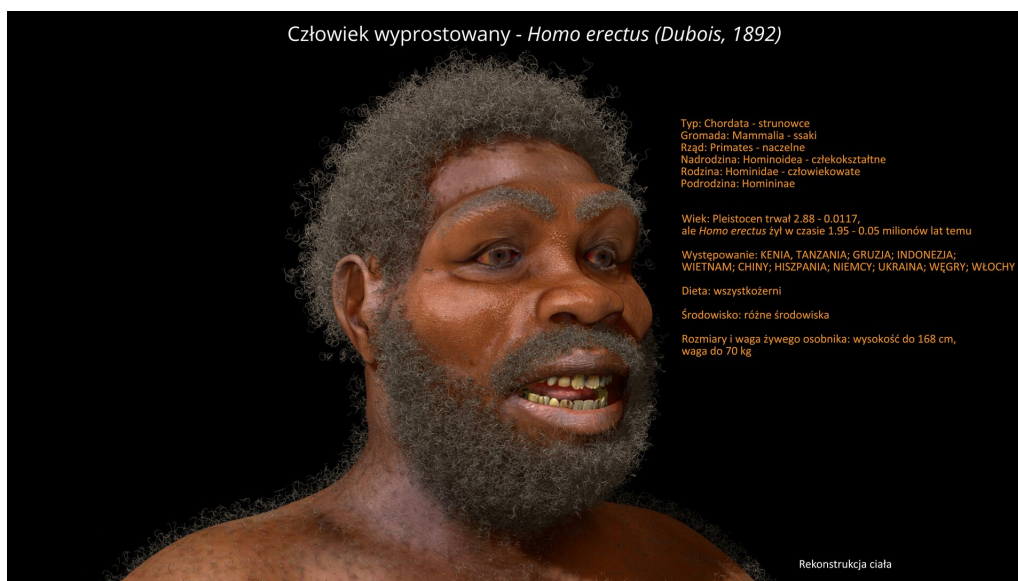
Avaceratops – jeden z najmniejszych dinozaurów rogatych. Na fotografii przedstawiono rekonstrukcję wykonaną przez pracowników JuraParku w Krasiejowie



Saichania – jeden z najbardziej opancerzonych dinozaurów; duża, kostna buława na końcu ogona mogła służyć do obrony przed drapieżnikami. Rekonstrukcja pochodzi z JuraParku w Solcu Kujawskim



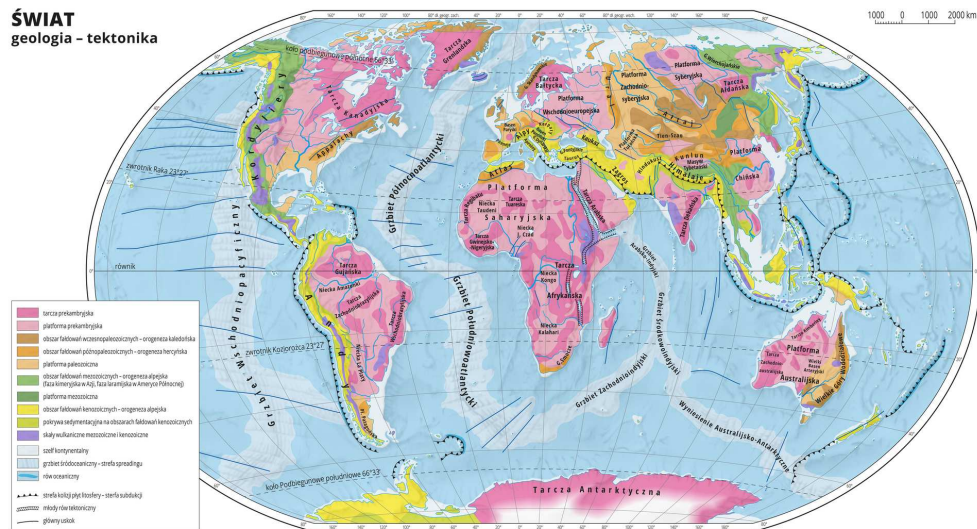
Liodon – jeden z największych morskich drapieżników ery mezozoicznej. Pamiętaj, że wielkie gady morskie nie były dinozaurami



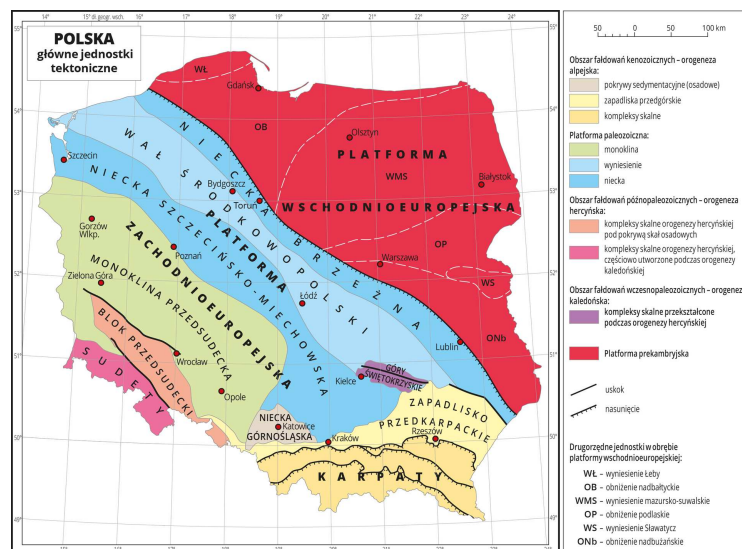
Homo erectus – rekonstrukcja głowy wykonana przez dra Andrzeja Boczarowskiego na podstawie znaleziska w Chinach (Zhoukoudian). Skamieniałe szczątki praludzi możemy znaleźć tylko w utworach skalnych pochodzących z najmłodszej ery – kenozoiku. Rekonstrukcja pochodzi z Parku Nauki i Ewolucji Człowieka w Krasiejowie

Polecenie 3

Na mapie geologicznej świata i na mapie geologicznej Polski wskaż góry pochodzące z orogenezy kaledońskiej, góry orogenezy hercyńskiej i góry powstające w orogenezie alpejskiej.



Mapa geologiczna świata

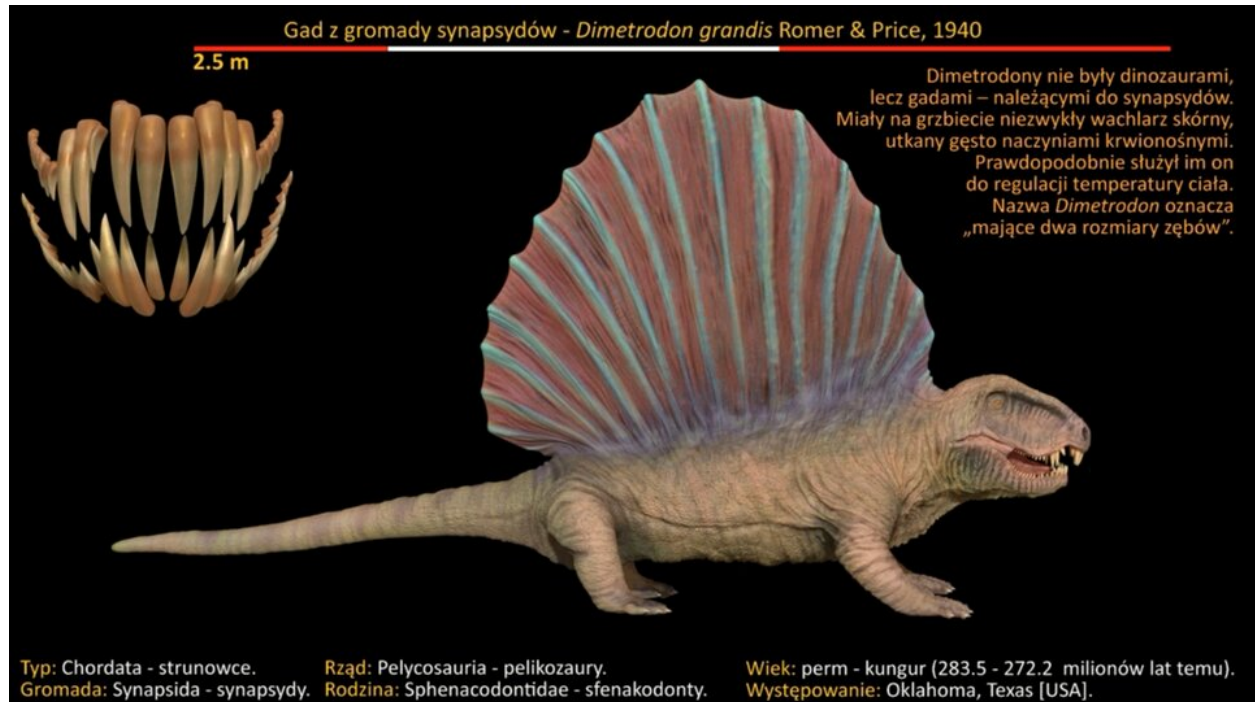


Mapa geologiczna Polski

Ciekawostka

Katastrofa naturalna na granicy er paleozoicznej i mezozoicznej jest bardzo zagadkowa. Na Syberii doszło do całej serii gigantycznych erupcji wulkanicznych, w wyniku których obszar o powierzchni co najmniej 2 mln km² został pokryty zwartą powłoką lawy o grubości przekraczającej miejscami 4 km. Dlatego katastrofa ta, największa w dziejach życia na Ziemi, została nazwana „matką wszystkich katastrof”. Niewiele grup kręgowców

ją przetrwało. Jedną z nich były gady ssakokształtne, z których później (w triasie) powstały właściwe ssaki.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Dimetrodon – jak wiele innych podobnych mu gatunków gadów starał się na różne sposoby osiągnąć stałocieplność. Udało się to dopiero niektórym gadom ssakokształtnym (terapsydom). Zapoczątkowały one drogę ewolucyjną, która nieuchronnie doprowadziła do powstania ssaków

Animacja przedstawiająca Dimetrodona. Na czarnym tle trójwymiarowy obracający się obraz gada. Wyglądem przypomina jaszczurkę. Jest brązowy. Ma długą, wąską czaszkę o silnych szczękach. Na grzbiecie ma wielki "żagiel", powstały z niezwykle długich wyrostków kręgowych. Żagiel w kolorze różowym, wyrostki zielone.

Dla zainteresowanych



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DzTZFjFgV>

Źródło: PANORAMIX, licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

- Istnieje wiele metod określania wieku względnego skał; jedną z nich jest analiza ułożenia warstw skalnych względem siebie.
- Metody radiometryczne pozwalają ustalić wiek bezwzględny skał i skamieniałości.
- Tabela stratygraficzna w zwięzły sposób pokazuje dzieje Ziemi.
- Paleontologia bazuje na badaniach skamieniałości, a zwłaszcza skamieniałości przewodnich.
- Historia Ziemi to powtarzające się orogenezy, ruchy litosfery, zmiany klimatu i ciągły rozwój życia przerywany krótkimi okresami masowego wymierania.

Praca domowa

Polecenie 4.1

*Korzystając z dowolnych źródeł (książek, atlasów, Internetu), wyszukaj informacje na temat tego, jakie warstwy geologiczne znajdują się w podłożu miejsca, w którym mieszkasz. Dowiedz się o budowie geologicznej do głębokości przynajmniej 1 tys. m i ustal, jakie rodzaje skał zalegają pod twoimi stopami i w jakim czasie powstawały.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - eon
 - era
 - metody radiometryczne
 - okres geologiczny
 - paleontologia
 - skamieniałości
 - skamieniałości przewodnie
 - tabela stratygraficzna
 - wiek bezwzględny
 - wiek względny
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - Budowa wnętrza Ziemi
 - Płytkowa budowa litosfery. Ruchy górotwórcze

Słowniczek

eon

najwyższa jednostka podziału czasu geologicznego; dzieli się na ery

era

jednostka czasu geologicznego; jest częścią eonu i dzieli się na okresy

metody radiometryczne

stosowane są do wyznaczania bezwzględnego wieku skał, skamieniałości i minerałów; do analiz wykorzystują zjawisko rozpadu promieniotwórczego niektórych pierwiastków

okres geologiczny

jednostka czasu geologicznego niższa rangą od ery

paleontologia

nauka zajmująca się badaniem szczątków organicznych zachowanych w postaci skamieniałości oraz śladów działalności życiowej organizmów zawartych w osadach skorupy ziemskiej

skamieniałości

szczątki kopalnych organizmów zachowane w osadach skorupy ziemskiej; pierwotne tkanki organiczne oraz części twarde ciał (muszle, skorupy, szkielety) często ulegają skamienieniu wskutek procesów fosylizacji

skamieniałości przewodnie

skamieniałości charakteryzujące się krótkim czasem występowania (a więc małym zasięgiem stratygraficznym) i szerokim rozprzestrzenieniem geograficznym; na ich podstawie wyznacza się wiek względny

tabela stratygraficzna

tabela prezentująca dzieje Ziemi na podstawie następstwa procesów i warstw skalnych w podziale na eony, ery, okresy, a często także krótsze jednostki czasu geologicznego; skonstruowana jest tak, że na górze są najmłodsze jednostki czasu, a na dole najstarsze; takie ułożenie naśladuje ułożenie warstw skalnych oraz liniową kolejność dziejów Ziemi, czyli od najstarszych do najmłodszych

wiek bezwzględny

wiek obiektu geologicznego lub wydarzenia liczony w latach (tysiącach, milionach i miliardach) od momentu powstania obiektu lub zjawiska do dzisiaj

wiek względny

ustala wiek obiektów lub wydarzeń geologicznych w odniesieniu do innych; pozwala na określenie, które elementy są starsze, a które młodsze, lecz nie pozwala na precyzyjne określenie ich wieku w latach

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij tekst.

Ułożenie osadów i ich późniejsze deformacje pozwalają określić, które lub procesy są starsze. Typ skały niesie informacje o , w jakich powstawała.

Znajdujące się w skałach dawnych roślin lub zwierząt pozwalają ograniczyć wiek skały do okresu, kiedy te organizmy żyły na .

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wybierz metodę badań, która pozwala na określenie wieku bezwzględnego skał.

☐ metoda kalendarzowa

☐ metoda z wykorzystaniem skamieniałości przewodnich

☐ metoda radiometryczna

☐ metoda topograficzna

☐ metoda kartograficzna

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Spośród podanych terminów wybierz te, które są nazwami er w dziejach Ziemi.

☐ dewon

☐ neogen

☐ karbon

☐ jura

☐ trias

☐ litosfera

☐ perm

☐ paleogen

☐ sylur

☐ ordowik

☐ kambr

☐ paleozoik

☐ kreda

☐ paleogen

☐ mezozoik

☐ kenozoik

☐



czwartorzęd

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Spośród podanych terminów wybierz te, które są nazwami okresów ery paleozoicznej w aktualnym podziale czasu geologicznego.

☐ proterozoik

☐ jura

☐ sylur

☐ trias

☐ teren

☐ ordowik

☐ neogen

☐ karbon

☐ czwartorzęd

☐ tlen

☐ perm

☐ mezozoik

☐ dewon

☐ archaik

☐ prekamb

☐ kambr

☐ paleogen

☐ kreda

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Przyporządkuj nazwę okresu do nazwy odpowiedniej ery.

era mezozoiczna

neogen

czwartorzęd

paleogen

jura

kreda

trias

era kenozoiczna

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Uzupełnij tekst sformułowaniami z listy.

Zmineralizowane resztki lub ślady działalności życiowej organizmów nazywamy

Skamieniałości przewodnie służą do określania skał. Trylobity są skamieniałościami

ery paleozoicznej. Amonity nie występują w skałach młodszych niż .

Skamieniałości praludzi i ludzi możemy szukać tylko w osadach ery .

wieku

jurajskie

pozostałościami

magmowymi

przewodniczącymi

paleozoicznej

orogenezami

mineralizacji

kredowe

skamieniałościami

mezozoicznej

roślinnymi

triasowe

permskie

archaicznej

odbitkami

przewodnimi

kenozoicznej

metamorfozy

składu chemicznego

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Oceń prawdziwość zamieszczonych poniżej poglądów dotyczących wydarzeń geologicznych w dziejach Ziemi.

	Prawda	Fałsz
Pierwsze organizmy pojawiły się w proterozoiku.	☐	☐
W erze kenozoicznej świat opanowały ssaki.	☐	☐
W erze paleozoicznej dinozaury opanowały wszystkie lądy.	☐	☐
W okresie karbońskim trwała orogeneza alpejska.	☐	☐
Pod koniec jury wyginęły wszystkie wielkie dinozaury.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Jakie procesy wywołują zjawiska wulkaniczne i trzęsienia ziemi?

Jest takie miejsce na Ziemi, gdzie można kręcić filmy fantastyczno-naukowe lub baśnie, gdzie ośnieżone szczyty sąsiadują z morzem, gdzie dymią stożki wulkaniczne otoczone lasami drzewiastych paproci, a gorące źródła biją wśród czarnych wydm wulkanicznego piasku. Ten piękny zakątek to wyspy Nowej Zelandii.



Nowa Zelandia

Już wiesz

- jaka jest wewnętrzna budowa Ziemi;
- jakie można wyróżnić podstawowe rodzaje skał i minerałów;
- jakie są przyczyny i konsekwencje płytowej budowy skorupy ziemskiej.

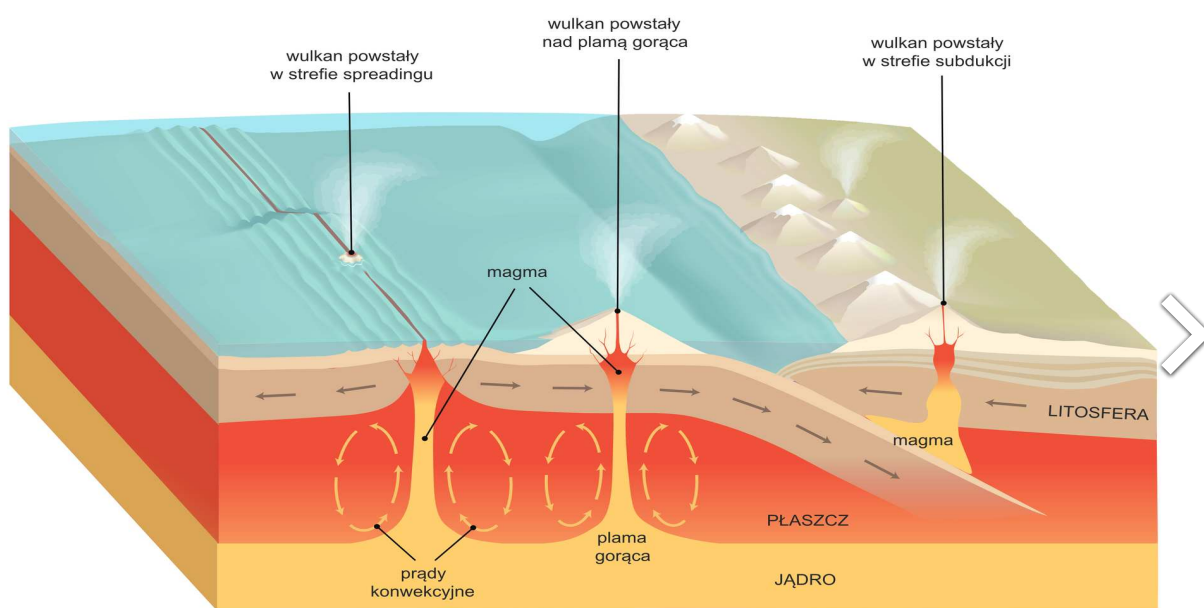
Nauczysz się

- wyjaśniać, co to są wulkany i jak powstają;
- odczytywać z mapy, gdzie na Ziemi rozmieszczone są wulkany;
- wyjaśniać przyczyny powstawania, rozmieszczenie geograficzne i konsekwencje trzęsień ziemi.

1. Co to jest wulkan i jak jest zbudowany?

Zjawiska wulkaniczne powstają w wyniku wysokiego ciśnienia materii znajdującej się głęboko pod powierzchnią Ziemi, w skorupie lub płaszczu Ziemi. Powstaje tam **magma** – gorąca, stopiona masa skał, z dużą ilością wody i gazów. Ciśnienie to powoduje wydobywanie się na powierzchnię stałych, ciekłych i gazowych produktów wulkanicznych. Przez szczeliny i otwory w skorupie ziemskiej wylewa się roztopiona masa skalna, czyli **lawa**, a do atmosfery wyrzucane są gazy i popioły wulkaniczne. Miejsce, w którym na powierzchnię kontynentów lub na dno morza punktowo wydobywa się lava i inne produkty wulkaniczne, jest nazywane **wulkanem**. Od ciśnienia gazów oraz temperatury i lepkości lawy zależy przebieg erupcji oraz kształt stożków wulkanicznych.

Wulkany, z których wydostaje się gęsta lava, dużo gazów oraz popiołów, przybierają zwykle kształt wysokich **stożków**, dlatego nazywamy je **wulkanami stożkowymi**. Ich erupcje są gwałtowne i niebezpieczne dla ludzi. Łagodne, powolne erupcje rzadkiej lawy z małą ilością gazów wulkanicznych tworzą płaskie **wulkany tarczowe**. Wulkany powstają najczęściej w strefach subdukcji i wówczas magma formuje się ze stopionych skał pogrążających się płyt litosfery. Wiele wulkanów występuje również w strefach spreadingu (zarówno na lądzie, jak i na dnie oceanicznym), a wylewająca się z nich lava pochodzi z płaszcza ziemskiego. Wulkany spotyka się także daleko od granic płyt litosfery, ale w ich obrębie. Kształtują się one nad tzw. plamami gorącymi (ang. *hot spot*), czyli miejscami, gdzie prądy konwekcyjne w płaszczu ziemskim dostarczają tak wiele ciepła, że potrafi ono przetopić litosferę i umożliwić wędrówkę magmy ku powierzchni Ziemi. Jedną z największych plam gorących mieści się pod terenem Parku Narodowego Yellowstone w USA.



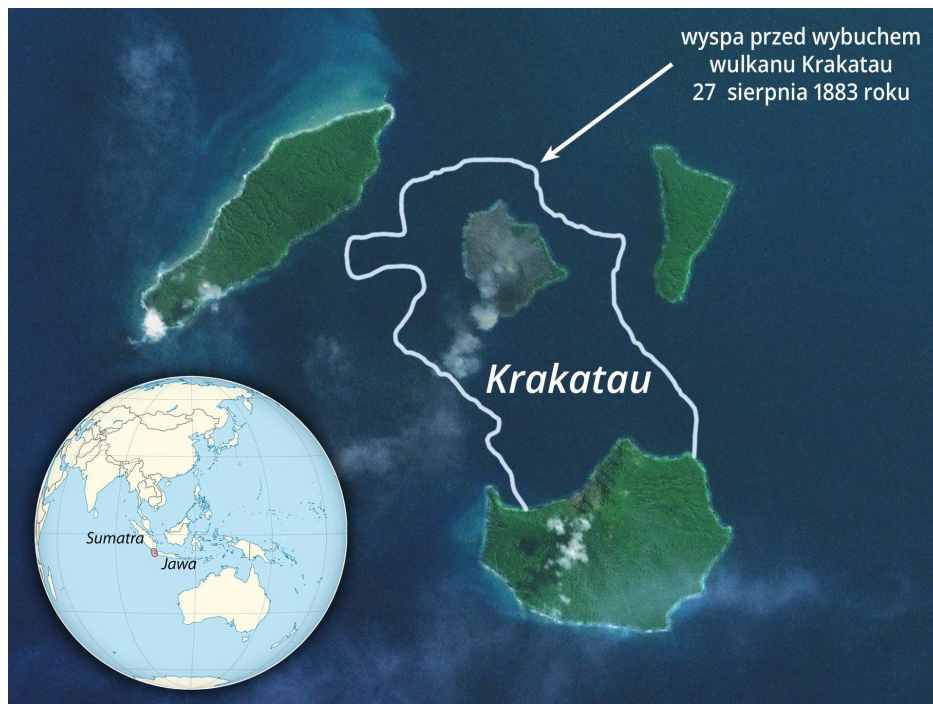
Wulkany powstają w strefach subdukcji, w strefach spreadingu i nad tzw. plamami gorącymi

Polecenie 1

Opisz budowę wulkanu stożkowego. Wymień kilka produktów erupcji wulkanicznej.

Ciekawostka

27 sierpnia 1883 roku miała miejsce jedna z największych erupcji w dziejach ludzkości. Wulkan Krakatau na małej wyspie w Indonezji (pomiędzy Jawą a Sumatrą) wyrzucił 20–40 km³ popiołów i skał na wysokość 55 km, niszcząc $\frac{2}{3}$ wyspy. Wybuch było słychać i widać w odległości kilku tysięcy kilometrów. Zginęło kilkadziesiąt tysięcy ludzi.



Na skutek wybuchu wulkanu Krakatau w 1883 roku z powierzchni Ziemi zniknęło 2/3 wyspy

Ważne!

Gleby powstające na podłożu z popiołów wulkanicznych są bardzo żyzne i w ciepłym klimacie chętnie uprawiane przez rolników. W rezultacie okolice wulkanów w obszarach o dogodnym klimacie charakteryzują się gęstym zaludnieniem.

Uwaga!

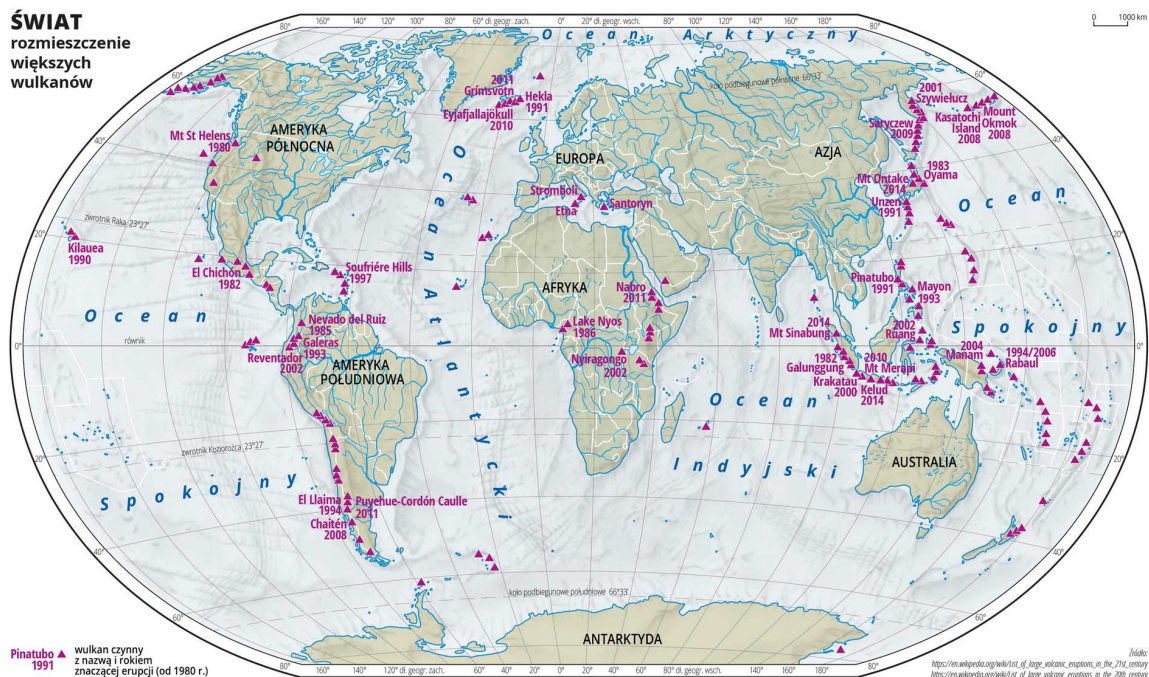
Gwałtowne erupcje wulkanów, zwłaszcza wulkanów stożkowych, są bardzo niebezpieczne dla ludzi. Potoki lawy, popiół i bomby wulkaniczne, a najbardziej tzw. spływy piroklastyczne, czyli lawiny gorących gazów, popiołów i materiału skalnego schodzące z ogromną prędkością w dół stoków wulkanu, potrafią zabić setki, tysiące, a nawet dziesiątki tysięcy ludzi.



Widoczny spływ piroklastyczny na zboczach wulkanu Mayon na Filipinach

2. Gdzie można natrafić na wulkany na kuli ziemskiej? Zjawiska powulkaniczne

Większość czynnych wulkanów kuli ziemskiej znajduje się w ogromnym pierścieniu obejmującym niemal cały Ocean Spokojny. Jest on związany ze strefami subdukcji i spreadingu. Do strefy tej zaliczamy wulkany zachodnich wybrzeży Ameryki Południowej i Ameryki Północnej, wschodnie wybrzeża Azji, a szczególnie archipelagi Aleutów, Kuryłów, Wysp Japońskich, Filipin i Indonezji aż po Nową Gwineę, archipelagi Oceanii i Nową Zelandię. Nazywamy go **pacyficznym pierścieniem ognia**. Występuje tam ok. 90% wszystkich czynnych wulkanów na Ziemi. Znacznie mniej wulkanów jest na terenach aktywnych wulkanicznie w Europie (głównie na Islandii i na Morzu Śródziemnym), Afryce (Ryft Wschodnioafrykański i Wyspy Kanaryjskie), na Hawajach i w górach Kaukazu. Pojedyncze występują także w innych miejscach kuli ziemskiej. Wygasłe wulkany, czyli niewykazujące już żadnej aktywności, spotkać można w wielu zakątkach świata, także w Polsce.



Mapa z rozmieszczeniem na Ziemi większych czynnych wulkanów

W obszarach aktywnych wulkanicznie oraz tam, gdzie wulkany niedawno wygasły, można obserwować wiele zjawisk towarzyszących. Szczególnie efektowne są **gejzery**, czyli rodzaj gorących źródeł, z których co pewien czas gwałtownie wydobywa się wrząca woda z parą wodną, osiągając wysokość nawet kilkudziesięciu metrów. Często występują również gorące wody podziemne (wody termalne) oraz gorące źródła, w których woda bez udziału wysokiego ciśnienia spokojnie wypływa na powierzchnię. W wielu miejscach z ciągle gorącego wnętrza Ziemi wydostają się gazy. W zależności od ich lokalizacji, temperatury i składu chemicznego noszą różne nazwy. Na przykład wyziewy gazów o wysokiej lub bardzo wysokiej temperaturze nazywane są **fumarolami**.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Wybuch gejzeru na Islandii

Nierówna powierzchnia lądu, spod ziemi wybija silny strumień wody. Zachodzące słońce, woda mieni się kolorami pomarańczowymi. Kolejne ujęcie. Nierówna powierzchnia, dookoła ludzie z aparatami fotograficznymi. W tle góry. Spod ziemi wybija silny strumień wody.



Fumarole w Narodowym Parku Yellowstone w Stanach Zjednoczonych

Polecenie 2

Przeanalizuj mapy płyt litosfery oraz mapy występowania wulkanów i stwierz, czy jest między nimi związek.

Polecenie 3

Wyszukaj w Internecie lub w czasopismach popularno-naukowych informacje o niedawnych wybuchach wulkanów i ich konsekwencjach.

Ciekawostka

Zjawiska powulkaniczne, a zwłaszcza fumarole, są bardzo nietrwałe. Ubocznym skutkiem wybuchu wulkanu Navarupta w 1912 roku było powstanie na Alasce niezwykłego obszaru o powierzchni 100 km² wypełnionego lawą i popiołami. Z powodu niezliczonej liczby fumaroli został on nazwany Doliną Dziesięciu Tysięcy Dymów. Dziś fumarole nie są już tak częste i sukcesywnie zanikają. Przyczyną tego zjawiska jest spadek aktywności wulkanicznej na tym obszarze.



Obraz Doliny Dziesięciu Tysięcy Dymów sprzed ponad 100 lat



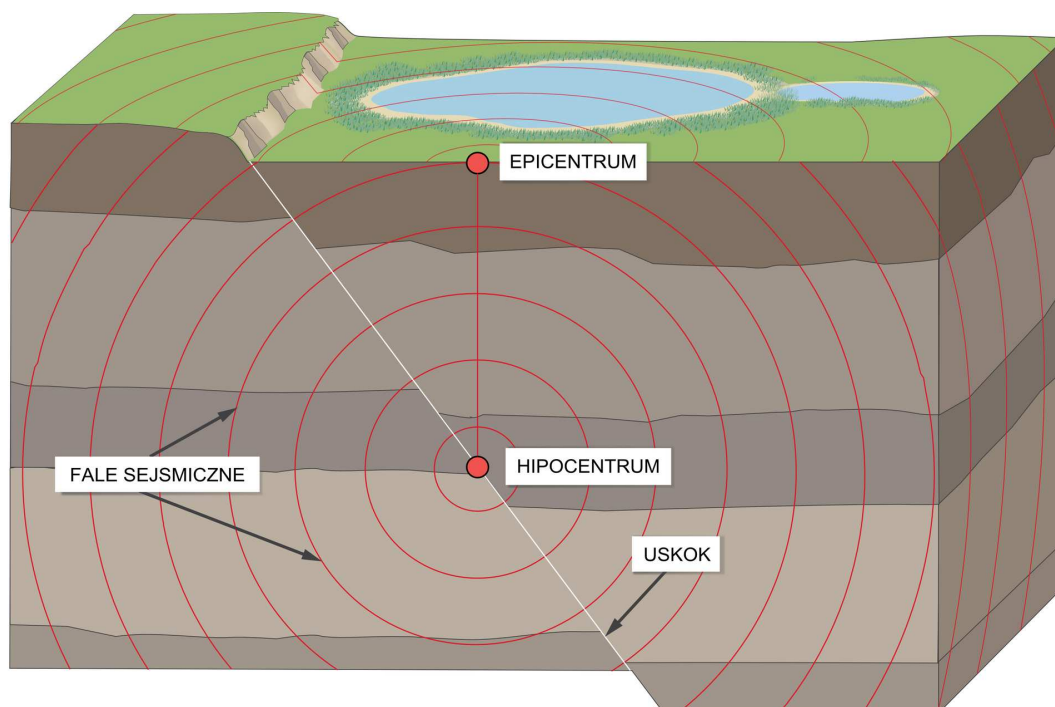
Uwaga!

Woda i para wodna w gejzerach mają temperaturę znacznie wyższą niż 100°C, są więc potencjalnie niebezpieczne dla obserwatorów. Nie wolno zbliżać się do gejzeru na odległość mniejszą niż wyznaczona dla punktów widokowych.

3. Rozmieszczenie trzęsień ziemi

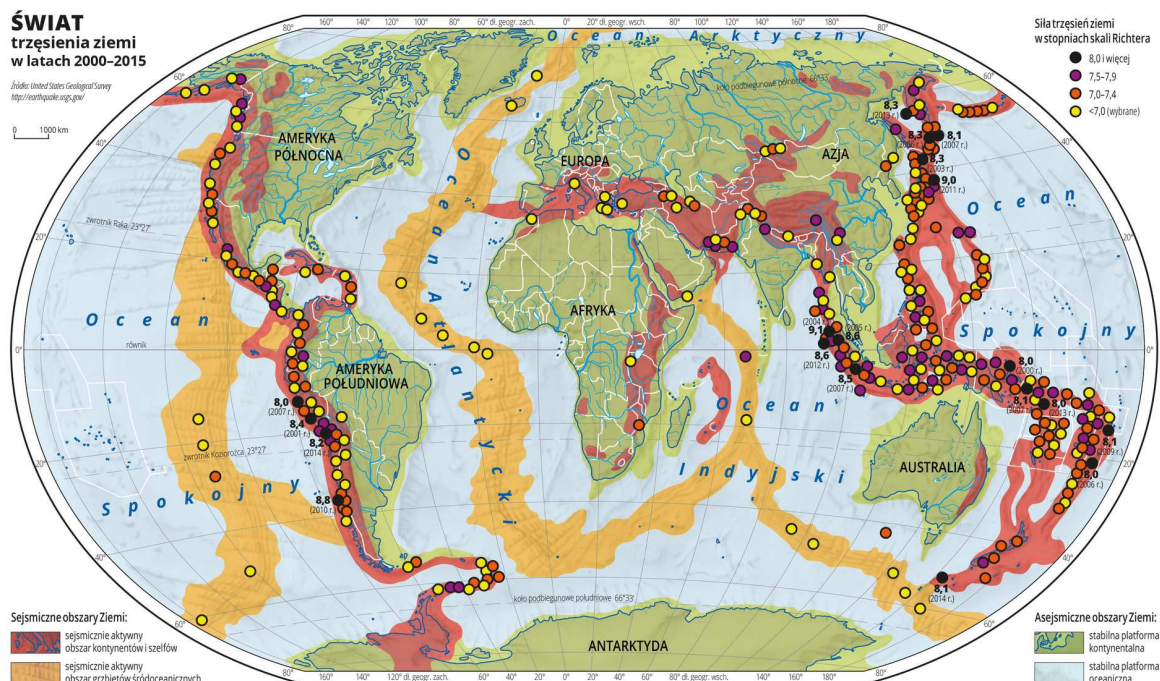
Trzęsienia ziemi to drgania skorupy ziemskiej. Te, które rozchodzą się wewnątrz Ziemi, nazywamy falami sejsmicznymi. Z reguły są następstwem rozładowywania naprężeń wynikających z ruchu płyt litosfery. Do częstych przyczyn trzęsień ziemi zalicza się także wybuchy wulkanów. Ponadto może do nich dochodzić na skutek zapadania się stropów jaskiń albo wyrobisk w kopalniach (tzw. łąpania), a także (bardzo rzadko) upadku relatywnie dużych meteorytów. Największe i najsilniejsze trzęsienia ziemi powstają

w strefach kontaktu płyt litosfery. Przede wszystkim występują one w strefach subdukcji i przesuwania się płyt litosfery wzdłuż uskoku, często w okolicach czynnych wulkanów oraz w strefach spreadingu. Źródło rozchodzenia się fal sejsmicznych zostało nazwane ogniskiem albo **hipocentrum** trzęsienia ziemi. Może ono znajdować się na różnej głębokości, nawet kilkaset kilometrów. Miejsce położone na powierzchni Ziemi, bezpośrednio ponad hipocentrum, to **epicentrum**. W nim właśnie wstrząsy odczuwane są najwcześniej i są najsilniejsze. Wielkość trzęsień ziemi określa się m.in. za pomocą **skali Richtera**. Na przykład trzęsienie ziemi o sile 2,0 to delikatne wstrząsy odczuwane tylko przez sejsmografy, występujące setki tysięcy razy na Ziemi w ciągu roku. Natomiast trzęsienie o mocy ok. 9,0 to katastrofalne w skutkach, niszczące całe miasta na wielkiej powierzchni (tysiące km²) wstrząsy, występujące dosyć rzadko – raz na kilka, kilkanaście lat. Trzęsienia ziemi spotyka się na całej powierzchni kuli ziemskiej, ale ich oddziaływanie jest bardzo zróżnicowane geograficznie.



Epicentrum trzęsienia ziemi znajduje się na powierzchni Ziemi bezpośrednio nad hipocentrum

Na obszarach starych, sztywnych tarcz kontynentalnych i starych gór trzęsienia ziemi występują bardzo rzadko i są słabe. Nazywamy je **obszarami asejsmicznymi**. Ich przeciwieństwo stanowią **obszary sejsmiczne**, czyli takie, gdzie występuje 90% wszystkich trzęsień ziemi, w tym wszystkie najsilniejsze. Obszary sejsmiczne w bardzo dużym stopniu pokrywają się ze strefami kolizji płyt litosfery.



Źródło: Wydawnictwo Edukacyjne Wiking, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 4

Wyszukaj w Internecie lub w czasopismach popularno-naukowych informacje o niedawnych trzęsieniach ziemi i ich skutkach.

Polecenie 5

Znajdź informacje na temat rozwiązań stosowanych przez ludzi w sytuacjach podanych poniżej i spróbuj ocenić ich skuteczność:

- Jakie działania można podjąć, gdy budynek grozi zawaleniem?
- Jak zapobiegać niszczycielskim falom zalewającym wybrzeże?
- Jak przygotować ludzi do przetrwania godzin lub dni po trzęsieniu ziemi bez wody, elektryczności, żywności, leków i Internetu?

Uwaga!

Katastrofalne trzęsienia ziemi pod dnem oceanów, a jednocześnie w pobliżu wysp lub kontynentów mogą powodować zniszczenia będące efektem zarówno wstrząsów, jak i wywołanych trzęsieniem potężnych fal tsunami. W 2011 roku u wybrzeży japońskiej wyspy Honsiu miało miejsce tragiczne w skutkach trzęsienie ziemi. Duże zniszczenia

przyniosło samo trzęsienie. Większe jednak były te spowodowane przez falę tsunami, którą ono wywołało. Dodatkowo, w wyniku obu kataklizmów doszło do uszkodzenia elektrowni jądrowej Fukushima, eksplozji i skażenia promieniotwórczego powietrza, wody oraz terenu wokół elektrowni.

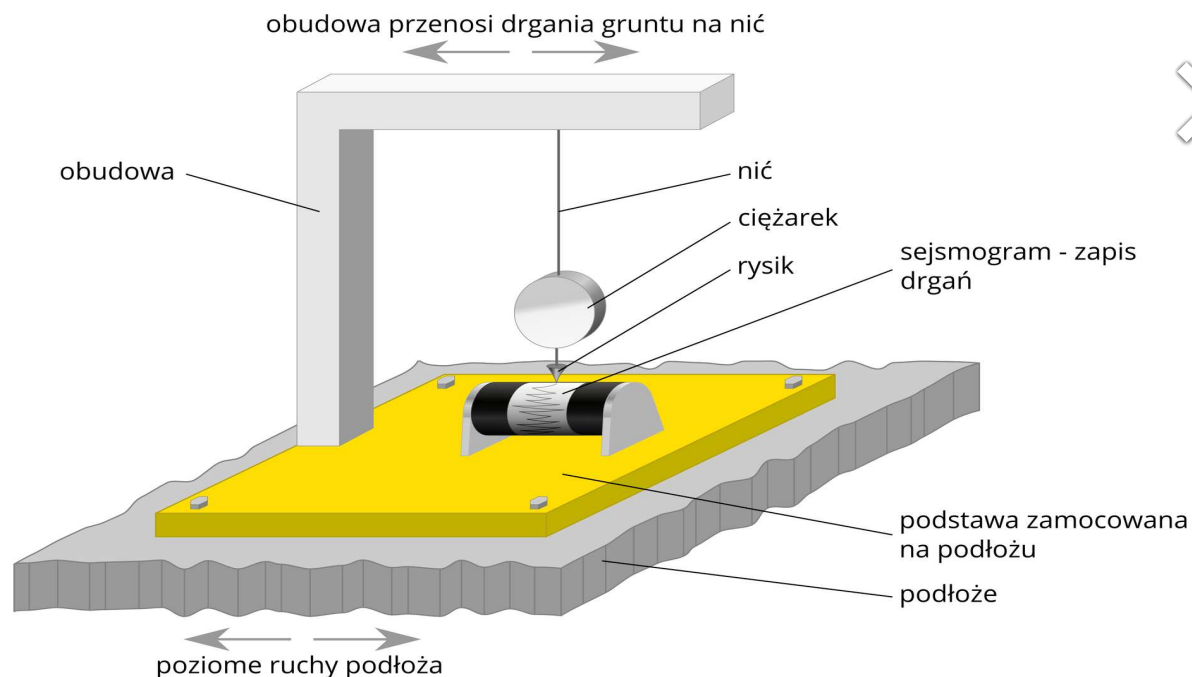


Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Katastrofalne skutki fal tsunami

Animacja przedstawiająca powstawanie fal tsunami. Następnie pokaz slajdów ze skutkami fal tsunami w Indonezji i Japonii.

Praktycznie wszystkie trzęsienia ziemi są odnotowywane przez stacje sejsmologiczne rozsiane po całym świecie. Do ich zapisu służą specjalistyczne urządzenia, tzw. [sejsmografy](#).



Konstrukcja i zasada działania sejsmografu

Podsumowanie

- Wulkan jest miejscem, gdzie magma z wnętrza Ziemi wydostaje się na powierzchnię w postaci lawy, popiołów i gazów wulkanicznych.
- Wulkany powstają w strefach spreadingu, subdukcji i rzadziej we wnętrzach płyt litosfery.
- W zależności od charakteru magmy zachodzą różne rodzaje erupcji wulkanicznych, a w ich efekcie powstają różne wulkany.
- Najwięcej czynnych wulkanów funkcjonuje wokół Pacyfiku.
- W sąsiedztwie wulkanów oraz w obszarach, gdzie wulkany już wygasły, występują gorące źródła, fumarole i gejzery.
- Trzęsienia ziemi występują najczęściej w strefach kolizji płyt litosfery.

Praca domowa

Polecenie 6.1

Na mapach lub w Internecie znajdź nazwy najwyższych czynnych wulkanów każdego z kontynentów.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [epicentrum](#)
 - [fumarola](#)
 - [gejzer](#)
 - [hipocentrum](#)
 - [lawa](#)
 - [magma](#)
 - [sejsmograf](#)
 - [wulkan](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Budowa wnętrza Ziemi](#)
 - [Płytowa budowa litosfery. Ruchy górotwórcze](#)
 - [Jak poznano dzieje Ziemi?](#)

Słowniczek

epicentrum

miejsce na powierzchni Ziemi leżące dokładnie nad ogniskiem trzęsienia ziemi

fumarola

miejsce, gdzie gorące gazy wulkaniczne wydostają się na powierzchnię

gejzer

szczególny rodzaj gorącego źródła związanego ze zjawiskami wulkanicznymi, które okresowo wyrzuca gorącą wodę i parę wodną

hipocentrum

ognisko trzęsienia ziemi leżące na głębokości od kilku do kilkudziesięciu kilometrów od jej powierzchni

lawa

roztopione, ciekłe skały wypływające na powierzchnię Ziemi w miejscach aktywności wulkanicznej

magma

stopione gorące masy skalne zmieszane z wodą i różnymi gazami

sejsmograf

urządzenie służące do odczytu i rejestracji trzęsień ziemi

skala Richtera

jedna ze skal używanych do określania siły trzęsień ziemi

wulkan

miejsce na powierzchni Ziemi, w którym z jej głębi wydostają się: lawa, gazy i popioły wulkaniczne

Zadania

Ćwiczenie 1

Wybierz poprawną nazwę mieszaniny stopionych skał oraz innych ciekłych i gazowych produktów wulkanicznych we wnętrzu Ziemi.

☐ jądro Ziemi

☐ skorupa ziemska

☐ lawa

☐ litosfera

☐ spływ piroklastyczny

☐ magma

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wybierz nazwy dwóch stref, w których najczęściej powstają wulkany.

☐ strefa metamorfozy

☐ strefa tropopauzy

☐ strefa subdukcji

☐ strefa Moho

☐ strefa przybrzeżna

☐ strefa spreadingu

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij tekst.

Kształt stożków wulkanicznych zależy od [] gazów, temperatury i lepkości lawy. Wulkany, z których wydobywa się gęsta [] i dużo gazów oraz popiołów, nazywamy wulkanami [] albo eksplozywnymi. Gdy erupcja jest łagodna i powolna, to z rzadkiej lawy z małą ilością [] wulkanicznych tworzą się płaskie wulkany [], zwane także efuzywnymi.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uzupełnij z listy.

Większość wulkanów występuje w ogromnym pierścieniu obejmującym niemal cały Ocean

. Do strefy tej zaliczamy wulkany wybrzeży Ameryki Południowej i Ameryki oraz archipelagi wysp leżących u wybrzeży Azji. Strefę tę nazywamy pacyficznym pierścieniem .

litosfery

Zachodniej

zachodnich

północnych

Atlantycki

Wschodniej

wschodnich

Spokojny

ognia

wschodnich

wody

zachodnich

Północnej

Indyjski

północnych

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących zjawisk z obszarów wulkanicznych.

	Prawda	Fałsz
Wulkany powstają wyłącznie na lądzie.	☐	☐
Gejzery wyrzucają gorącą wodę i parę wodną.	☐	☐
Gejzery wyrzucają magmę.	☐	☐
Fumarole to miejsca, gdzie na powierzchnię wydostają się wody termalne.	☐	☐
Fumarole to miejsca, gdzie na powierzchnię wydostają się gazy pochodzenia wulkanicznego.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

W której sferze Ziemi rozchodzą się drgania odbierane jako trzęsienia ziemi?

☐ w atmosferze

☐ w troposferze

☐ w skorupie ziemskiej

☐ w pedosferze

☐ w jądrze

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Wybierz obszary, w których najczęściej występują trzęsienia ziemi.

☐ dna oceanów

☐ strefy równoległego przemieszczania płyt

☐ obszary okołobiegunowe

☐ lasy równikowe

☐ strefy subdukcji

☐ Europa Środkowa

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Uzupełnij tekst.

Na obszarach starych tarcz kontynentalnych trzęsienia ziemi występują bardzo

i są słabe. Nazywamy je obszarami . Ich przeciwieństwem są obszary , które pokrywają się w bardzo dużym stopniu ze strefami kolizji litosfery.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Wietrzenie skał

Twardy granit krystalizuje w głębokich warstwach litosfery, a procesy wewnętrzne mogą go wypiętrzyć w ogromne góry. Zewnętrzne siły kruszą bloki skalne, w wyniku czego powstają mniejsze kamienie, potem żwir i w końcu coraz drobniejszy piasek. Przyjrzyjmy się, jak natura zmienia potężne skały w pył.



Materiał skalny, który odpadł od stromego stoku górskiego w wyniku procesu wietrzenia gromadzi się u podnóża tworząc tzw. stożek piargowy

Już wiesz

- jaka jest wewnętrzna budowa Ziemi;
- jakie są najważniejsze minerały;
- jakie są rodzaje skał i w jakich warunkach powstają;
- jakie były ważniejsze wydarzenia w dziejach Ziemi.

Nauczysz się

- definiować i opisywać procesy wietrzenia;
- rozróżniać typy wietrzenia;
- dostrzegać, jak niebezpieczne mogą być powierzchniowe ruchy masowe.

1. Co powoduje rozpad skał zwany wietrzeniem?

Proces rozpadu skał prowadzący do zmian ich własności chemicznych lub fizycznych nazywamy **wietrzeniem**. Materiał skalny będący produktem tego procesu to **zwietrzelina**. Ze względu na czynniki powodujące proces wietrzenia oraz charakter zmian zachodzących w skałach wyróżniono trzy typy wietrzenia skał.

Wietrzenie fizyczne

Wietrzenie fizyczne, zwane także mechanicznym, zachodzi wówczas, gdy skały rozpadają się na drobniejsze fragmenty pod wpływem:

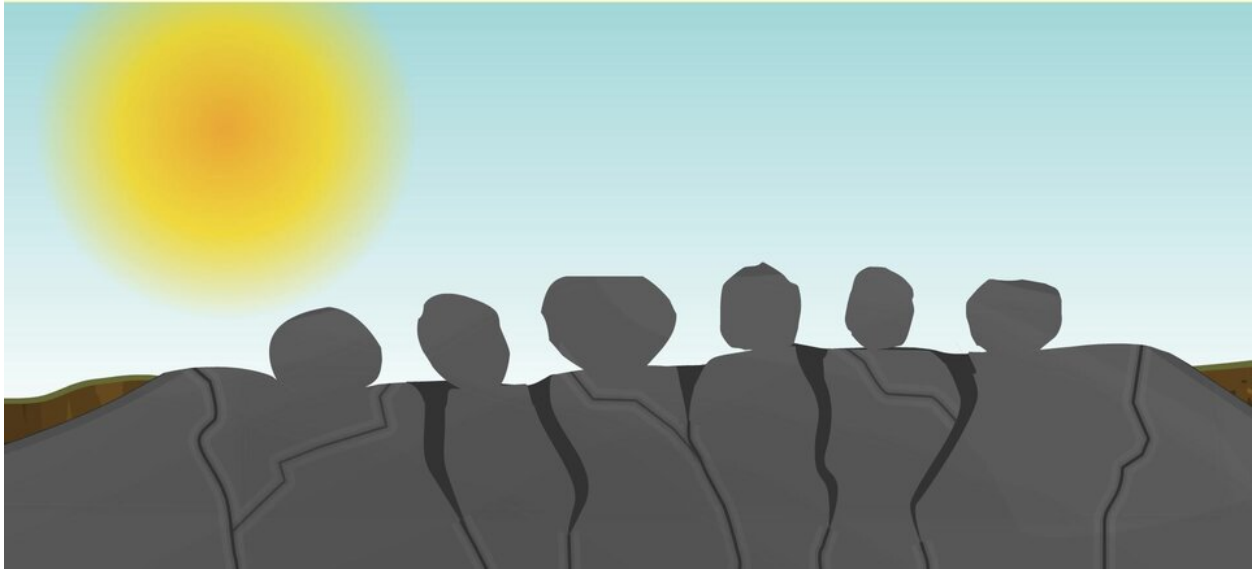
- powtarzających się zmian temperatury,
- zmian objętości zamarzającej wody,
- wzrostu objętości skał ilastych po nasączeniu ich wodą,
- wzrostu kryształów w szczelinach.

W trakcie tego procesu nie zmienia się skład chemiczny skały. W Polsce rumowiska dużych bloków skalnych powstałych poprzez wietrzenie fizyczne nazywamy **gołoborzami**.



Kuliste granitowe gązy w Devils Marbles (Australia) powstały pod wpływem wielkich wahań temperatury w klimacie gorącym i suchym

pod wpływem dalszego wietrzenia wywołanego przez wielkie wahania temperatury powstają wielkie kuliste głazy



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Mechanizm powstania olbrzymich, kulistych głazów Devils Marbles

Animacja prezentująca przeobrażanie się rzeźby terenu i mechanizm powstania olbrzymich, kulistych głazów Devils Marbles

Gołoborze na zboczu Łysej Góry powstało na skutek działania odmiany wietrzenia fizycznego – tzw. wietrzenia mrozowego na piaskowce kwarcytowe, powodując ich rozpad na drobne, ostro zakończone bloki

Wietrzenie chemiczne

Wietrzenie chemiczne zachodzi, gdy skały ulegają zmianom składu chemicznego, mineralogicznego, zmianom spistości albo stanu skupienia. Procesy takie występują pod wpływem:

- rozpuszczania,
- uwadniania,
- utleniania,
- innych reakcji chemicznych.

Zespół form powstających w wyniku działania nawet lekko zakwaszonej wody na skały rozpuszczalne (zwłaszcza węglanowe) określamy mianem **krasu**. Jest to przykład wietrzenia chemicznego.

Proces krasowienia polega na rozpuszczaniu i wymywaniu skał węglanowych (wapieni, dolomitów, gipsu, kredy, soli kamiennej i innych) przez wody zawierające dwutlenek węgla, poszerzaniu szczelin i spękań w skale oraz wytrącaniu związków wapnia (głównie aragonitu i kalcytu) i osadzaniu ich na powierzchni skały w postaci nacieków.



Nawet słabo zakwaszona woda rozpuszcza niektóre rodzaje skał (np. wapienie), poszerzając szczeliny aż do wytworzenia się jaskiń. Przykład jaskini krasowej z południowej Francji



Mogoty – ostańce krasowe – wapienne skały, które nie zostały rozpuszczone przez wodę; forma krasu powierzchniowego. Na zdjęciu ostańce nad rzeką Li w południowych Chinach – przykład tzw. krasu wieżowego



Stalaktyty, stalagmity i stalagnaty w Domicy, największej jaskini Krasu Słowacko-Węgierskiego



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D7hpoeA45>

Jaskinia Raj – wapienna jaskinia krasowa położona w Górach Świętokrzyskich, bogata w różnorodne formy krasu podziemnego

Wietrzenie biologiczne

Wietrzenie biologiczne następuje w wyniku mechanicznego lub chemicznego oddziaływania na skały, ale za pośrednictwem organizmów. Przykłady mechanicznego rozdrabniania skał to:

- wzrost korzeni roślin,
- wzrost pędów roślin,

- pęcznienie kiełkujących nasion,
- kopanie nor przez zwierzęta.

Chemiczna odmiana wietrzenia biologicznego to rozkład skał na skutek działania:

- kwasów i innych związków chemicznych wytwarzanych przez rośliny,
- różnych związków chemicznych wytwarzanych przez grzyby,
- związków chemicznych wytwarzanych przez zwierzęta,
- substancji chemicznych powstających z rozkładu martwych szczątków organizmów.



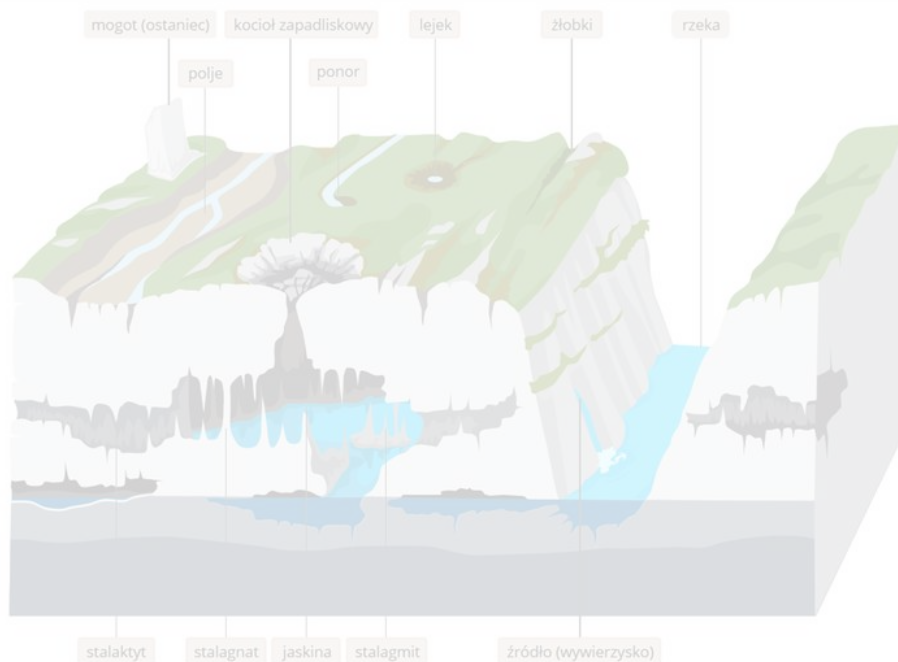
Drzewo swymi korzeniami może rozsadzić skałę

Polecenie 1

Opisz typy wietrzenia, jakie zachodzą w okolicy twojego miejsca zamieszkania.

Polecenie 2

Na podstawie zamieszczonej poniżej ilustracji opisz najważniejsze formy krasu powierzchniowego i podziemnego.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D7hpoeA45>

Przykładowe formy krasu powierzchniowego i podziemnego

Ciekawostka

Słowo *kras* pochodzi od nazwy Wyżyny Kras w Słowenii, gdzie wykształciły się niemal wszystkie formy rzeźby krasowej w klasycznej postaci.



Jaskinie Szkocjańskie – zespół jaskiń na słoweńskim Krasie wpisany na listę światowego dziedzictwa kulturalnego i przyrodniczego UNESCO

Ważne!

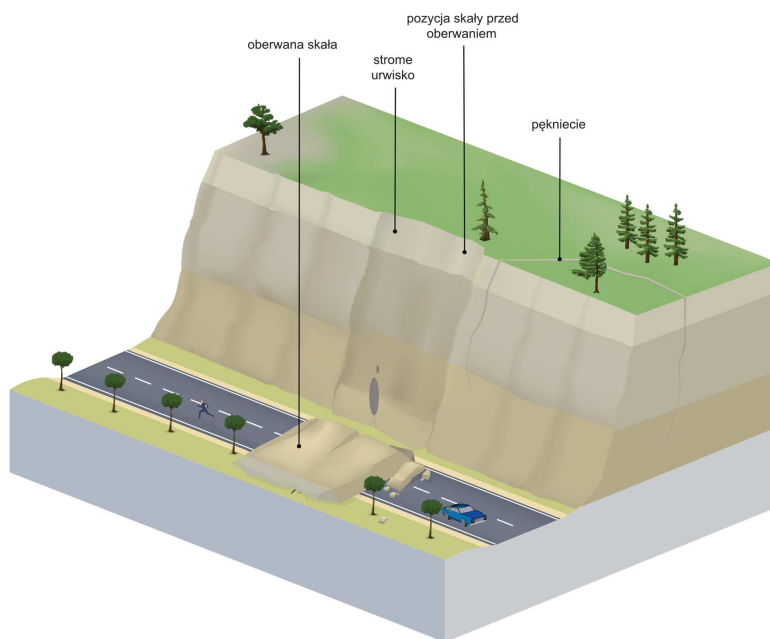
W tym samym miejscu mogą zachodzić równocześnie różne typy wietrzenia tej samej skały. W zależności od warunków zazwyczaj przeważa jeden z nich.

2. Co to są powierzchniowe ruchy masowe?

Powierzchniowe **ruchy masowe** mogą wystąpić w każdym miejscu, gdzie teren jest nachylony, czyli na większej części powierzchni lądów. Luźne masy skał oraz produkty wietrzenia mogą przemieszczać się w dół stoku pod wpływem siły ciężkości. Aby powstało przemieszczenie, muszą się pojawić czynniki naruszające wcześniejszą równowagę stoku. Mogą to być przyczyny naturalne, np. wstrząsy sejsmiczne, deszcz, śnieg, wietrzenie albo podcięcie stoku przez rzekę. Niektóre z ruchów wynikają także z działalności człowieka: z obciążania stoków rozmaitymi budowlami albo podcinania nachylonych form terenu przez budowane drogi, tory itp.

W stromych górach lub na niektórych wybrzeżach skały przemieszczają się w dół raptownie, chwilami nawet w powietrzu, bez kontaktu z podłożem (**osypywanie**, **odpadanie**, **obryw**). Na mniej nachylonych stokach powierzchniowa warstwa zwietrzałych skał może zsuwać się bardzo powoli (**spółzywanie**) albo gwałtownie, gdy pojawiają się silne opady deszczu (**spływ błotny**). Często występuje także zjawisko ruchu masowego nazywanego **osuwiskiem**. Może do niego dojść, gdy duża masa zwietrzliny lub skał osunie się nagle po powierzchni poślizgu. Osuwająca się warstwa ma grubość sięgającą kilku metrów, znaczną powierzchnię i masę milionów ton.

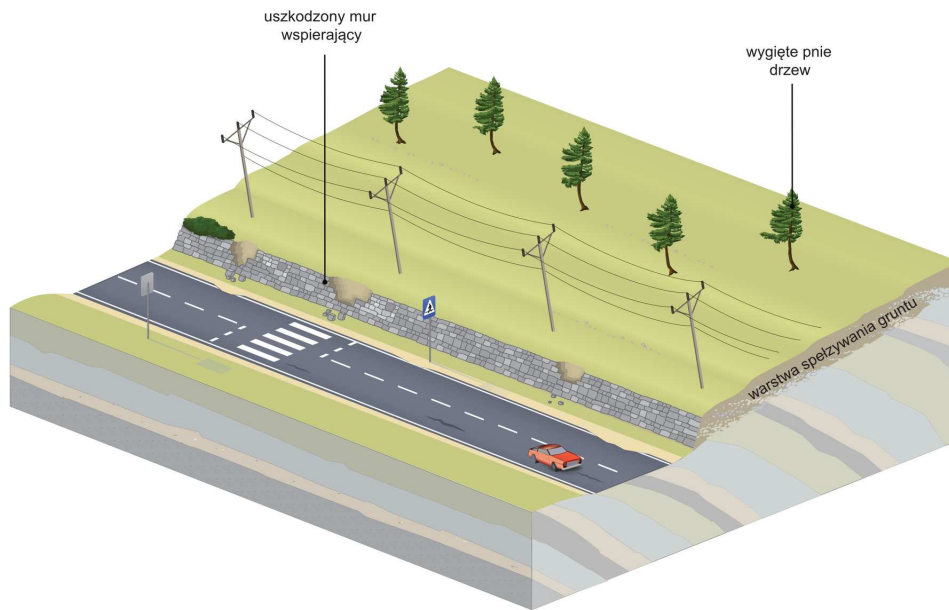
Budowa geologiczna Karpat szczególnie sprzyja powstawaniu ruchów masowych. Zabudowa, szlaki komunikacyjne, niszczenie szaty roślinnej i eksploatacja kamieniołomów osłabiają spistość górskich zboczy. W takim terenie obfite opady i nasiąkanie nimi grubych warstw gruntu powodują gwałtowny wzrost liczby lawin błotnych i innych procesów stokowych, czym stwarzają poważne zagrożenie dla życia oraz działalności człowieka. Zdecydowana większość osuwisk w Polsce, aż 95%, występuje właśnie w Karpatach, ale pojawiają się one także w innych miejscach, np. na stromych, kilkudziesięciometrowych zboczach dolin Wisły, Bugu czy Narwi.



Obryw to gwałtowne oderwanie się mas skalnych od stromego, urwistego stoku



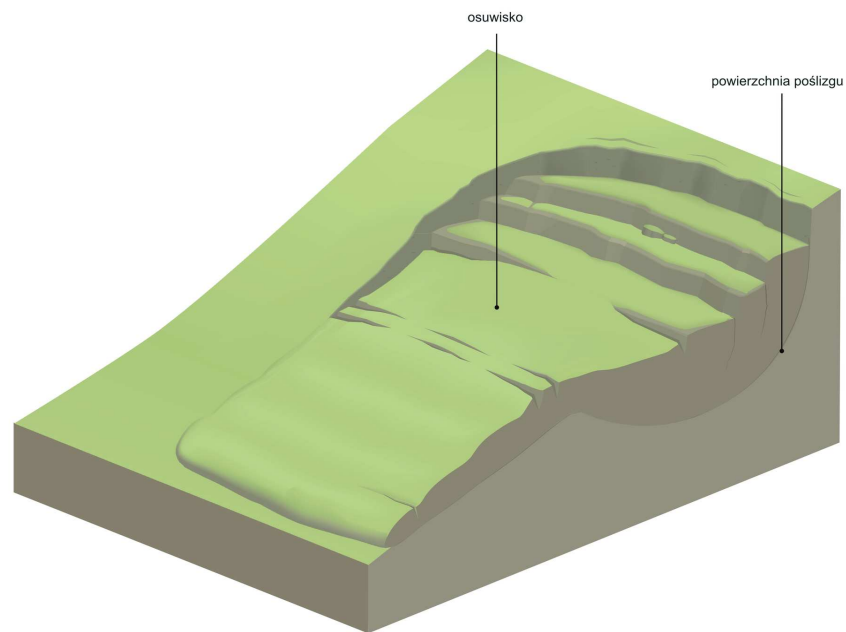
Obrywy to śmiertelne niebezpieczeństwo dla podróżnych w rejonie górskich urwisk



Spółzwywanie to bardzo powolne grawitacyjne przesuwanie się osadów i zwietrzliny w dół stoku



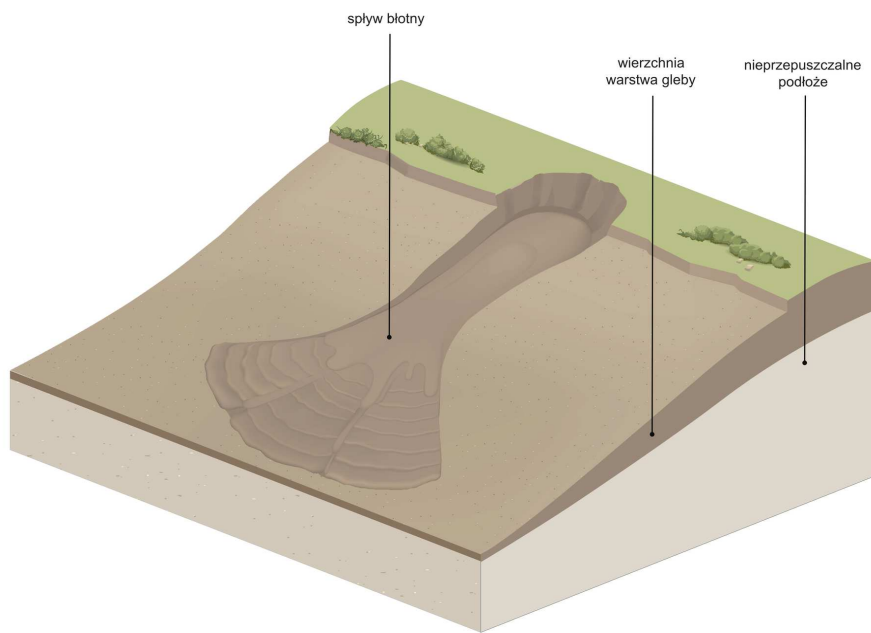
Widoczne, zsuwające się „fale” gruntu na stoku góry to wynik spółzwywania



Osuwisko to raptowne przemieszczenie się znacznej masy gruntu w dół stoku pod wpływem siły ciężkości. Osuwiska mogą być efektem działania sił przyrody lub działalności człowieka



Osuwisko powstałe podczas trzęsienia ziemi w Salwadorze w 2001 roku



Spływ błotny to gwałtowne przemieszczenie się wielkich mas płynnego gruntu (błota) w dół stoku



Katastrofalne skutki spływu błotnego

Polecenie 3

Wyjaśnij, w jaki sposób czynniki naturalne powodują ruchy masowe.

Ciekawostka

Ruchy masowe są uzależnione od budowy geologicznej, ukształtowania terenu i warunków klimatycznych. Ryzyko występowania ruchów masowych, głównie tych

katastrofalnych, jak osuwiska, obrywy i lawiny błotne, jest barierą zagospodarowania terenu zwłaszcza pod zabudowę. Zamieszczony poniżej rysunek wykonany na podstawie fotografii pokazuje, że podobne głazy co pewien czas odpadają z wysokich stoków sąsiadującej góry.



Katastrofa w Tramin an der Weinstrasse w Tyrolu Południowym (Włochy) – 21 stycznia 2014 roku. Mniejszy głaz (na drugim planie), odpadając od stoku góry i tocząc się w dół, zniszczył zabudowania gospodarcze, ale ilustracja pokazuje, że wiele lat wcześniej podobną drogę odbył także większy głaz (na pierwszym planie)

Uwaga!

Dosyć często w Karpatach (ale także w innych miejscach) można zobaczyć napis informujący, że zbliżamy się do osuwiska i wstęp na jakiś oznakowany obszar jest wzbroniony. Nie wolno lekceważyć takich ostrzeżeń. Nie wiadomo, czy ciężar ciała nawet jednego człowieka nie spowoduje gwałtownego ruchu skał.

Podsumowanie

- Pod wpływem czynników zewnętrznych skały zmieniają swoje własności chemiczne i fizyczne.
- W zależności od przeważających czynników wyróżniamy typy wietrzenia: fizyczne, chemiczne i biologiczne.
- Siła ciężkości, nachylenie terenu, zjawiska naturalne i działania człowieka mogą powodować powierzchniowe ruchy masowe.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Wymień i scharakteryzuj trzy podstawowe typy wietrzenia.

Polecenie 4.2

Wykaż związek między warunkami klimatycznymi i typem skał a intensywnością procesów wietrzenia.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [gołoborza](#)
 - [kras](#)
 - [obryw](#)
 - [odpadanie](#)
 - [osuwisko](#)
 - [osypywanie](#)
 - [ruchy masowe](#)
 - [spęływanie gruntu](#)
 - [spływ błotny](#)
 - [wietrzenie](#)
 - [wietrzenie biologiczne](#)
 - [wietrzenie chemiczne](#)
 - [wietrzenie fizyczne](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Budowa wnętrza Ziemi](#)
 - [Płytowa budowa litosfery. Ruchy górotwórcze](#)
 - [Jak poznano dzieje Ziemi?](#)
 - [Jakie procesy wywołują zjawiska wulkaniczne i trzęsienia ziemi?](#)

Słowniczek

gołoborza

nieporośnięte roślinnością stoki gór pokryte rumoszem skalnym powstałym z rozpadu litych skał pod wpływem dużych skoków temperatury

kras

ogół procesów i form związanych z niszczeniem skał rozpuszczalnych (najczęściej węglanowych, gipsów i soli) przez wodę oraz tworzeniem zjawisk i form powierzchniowych i podziemnych
obryw, odpadanie i osypywanie

zjawiska polegające na odłączaniu się od skały podłoża całych pakietów, pojedynczych głazów i drobnych ziaren i przemieszczanie się ich w dół bardzo stromych stoków
osuwisko

gwałtowne przemieszczenie się znacznych mas zwietrzliny lub skał w dół stoku po powierzchni poślizgu pod wpływem siły ciężkości
ruchy masowe

przemieszczanie się mas skalnych lub zwietrzliny pod wpływem siły ciężkości
spęływanie gruntu

proces powolnego grawitacyjnego przemieszczania się powierzchniowej warstwy zwietrzliny wraz z glebą i niekiedy roślinnością
spływ błotny (lawina błotna)

gwałtowny spływ pokrywy zwietrzelinowej silnie nasączonej wodą, np. po ulewach lub roztopach
wietrzenie

proces rozluźniania, kruszenia i chemicznej przemiany składników litych skał w luźne osady lub przeprowadzenie ich do roztworu w wyniku rozpuszczania; w efekcie tych procesów pierwotna skała ulega degradacji – niszczeniu
wietrzenie biologiczne

proces wietrzenia powodowany przez organizmy
wietrzenie chemiczne

proces chemiczny doprowadzający do rozkładu skały; możliwe procesy to rozpuszczanie, utlenianie, uwęglanowanie, uwodnienie lub hydroliza
wietrzenie fizyczne (mechaniczne)

proces rozdrabniania skały na mniejsze okruchy bez zmian ich własności chemicznych, na skutek zmian temperatury i nasłonecznienia, wzrostu objętości zamarzającej wody, wzrostu kryształów i pęcznienia minerałów ilastych pod wpływem wilgoci

Zadania

Ćwiczenie 1

Dokończ stwierdzenie. Za wietrzenie fizyczne odpowiedzialne są między innymi

☐ związki chemiczne wytwarzane przez zwierzęta.

☐ powtarzające się zmiany temperatury.

☐ powtarzające się zmiany zachmurzenia.

☐ zmiany w wegetacji roślin.

☐ utlenianie się osadów.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

W zależności od czynników wywołujących proces wyróżniamy trzy typy wietrzenia. Wybierz je z niżej wymienionych.

☐ wietrzenie skalne

☐ wietrzenie geograficzne

☐ wietrzenie fizyczne (mechaniczne)

☐ wietrzenie rozdrabniające

☐ wietrzenie biologiczne

☐ wietrzenie chemiczne

☐ wietrzenie geologiczne

☐ wietrzenie wiatrowe

☐ wietrzenie całkowite

☐ wietrzenie mineralne

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Oceń prawdziwość zamieszczonych poniżej stwierdzeń dotyczących przyczyn wietrzenia biologicznego.

	Prawda	Fałsz
Odchody zwierząt mogą zmieniać skład chemiczny skał.	☐	☐
Drzewa mogą swoimi korzeniami kruszyć skały.	☐	☐
Kiełkujące nasiona pęcznieją i mogą kruszyć skały.	☐	☐
Zmiany temperatury skał są przyczyną wietrzenia biologicznego.	☐	☐
Wietrzenie biologiczne nie zachodzi latem.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uzupełnij z listy.

Ruchy masowe występują tam, gdzie teren jest . Luźne masy skał oraz produkty mogą przemieszczać się w stoku pod wpływem siły ciężkości. Aby powstało osuwisko, konieczne jest pojawienie się czynników naruszających wcześniejszą stoku. Mogą to być przyczyny naturalne, np. wstrząsy deszcz, śnieg, wietrzenie albo stoku przez rzekę. Mogą one wynikać także z działalności człowieka, który stawia budowle.

poziomy

atmosferyczne

płaszczka ziemi

wietrzenia

na stoku

w dolinie

wyrównanie

płaski

bok

podcięcie

równowagę

sejsmiczne

dół

symetrię

klasyczne

górze

nachylony

zasypanie

przeciwagę

metamorfozy

na równinie

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Połącz w pary opisy warunków, w jakich zachodzą wybrane ruchy masowe, i ich nazwy.

gwałtowne przemieszczenie się małych ziaren skalnych na stromych stokach

osuwisko

powolne przemieszczanie się cienkiej warstwy zwietrzliny na średnio nachylonych stokach

obryw

gwałtowne oderwanie się dużych mas skalnych od stromych stoków

spętywanie

gwałtowne przemieszczenie się skał i zwietrzliny po płaszczyźnie poślizgu

osypywanie

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Z jakiego materiału składa się i jak się przemieszcza sływ błotny?

☐ Z lawy, która przemieszcza się gwałtownie.

☐ Ze zwietrzliny, która przemieszcza się powoli.

☐ Z zawiesiny zawierającej mieszaninę cząstek osadów mineralnych i organicznych, która przemieszcza się powoli.

☐ Z magmy i wody, które przemieszczają się gwałtownie.

☐ Ze zwietrzliny i wody, które przemieszczają się gwałtownie.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Jak wiatr wpływa na rzeźbę powierzchni Ziemi?

Wiatr nie jest w stanie bezpośrednim podmuchem kruszyć twardych skał ani poruszyć ciężkich głazów, a mimo to należy do najważniejszych czynników zewnętrznych kształtujących powierzchnię Ziemi. Przez cały czas wszędzie coś niszczy, transportuje lub buduje.



Grzyby skalne na algierskiej Saharze w fantazyjnym kształcie przypominającym słonia

Już wiesz

- w jaki sposób promieniowanie Słońca wpływa na zmiany ciśnienia atmosferycznego;
- jak powstaje wiatr;
- w jakich częściach Ziemi powstały pustynie;
- jaki wpływ na skały mają procesy wietrzenia.

Nauczysz się

- rozróżniać procesy wywołane rzeźbotwórczą działalnością wiatru;
- rozróżniać efekty działalności wiatru;
- wyjaśniać różnice między wpływem wiatru na rzeźbę w klimacie skrajnie suchym a jego działalnością w klimacie wilgotnym.

1. Niszcząca i budująca działalność wiatru

Niszcząca siła wiatru polega na wywiewaniu drobnego materiału zwietrzelinowego lub na szlifowaniu powierzchni skał przez piasek niesiony wiatrem. Tylko wyjątkowo silny wiatr jest w stanie oderwać drobne fragmenty kruchych skał. Uderzając drobnymi ziarnami unoszonego piasku, może za to uszkadzać nawet twarde skały. Proces ten jest jednak bardzo powolny. Ogromną rolę w kształtowaniu terenu odgrywa więc przede wszystkim siła transportowa i budująca wiatru. Wiejąc niemal bez przerwy, wiatr potrafi przenosić i odkładać w innych miejscach spore ilości rozdrobnionych ziaren skalnych. Jednak, aby zaszły te procesy, powinny równocześnie wystąpić następujące czynniki:

- wiejący wiatr musi być wystarczająco silny;
- skały w podłożu muszą być silnie rozdrobnione;
- podłoże nie może być mokre ani pokryte obfitą roślinnością.

Przez większą część doby i przez niemal cały rok warunki te spełnione są na pustyniach i tam właśnie działalność rzeźbotwórcza wiatru objawia się najsilniej. Pustynie gorące istnieją przede wszystkim w strefach wysokiego ciśnienia atmosferycznego w strefach zwrotnikowych, gdzie cyrkulacja atmosferyczna powoduje, że opady są ekstremalnie niskie. Pustynie powstają także w strefach podzwrotnikowych i umiarkowanych na obszarach, gdzie oddalenie od zbiorników wodnych i ukształtowanie terenu przyczyniają się do wykształcenia skrajnie kontynentalnych cech klimatu i związanych z tym niskich opadów. W zależności od charakteru podłoża wyróżnia się trzy główne typy pustyni:

- **erg** (pustynia piaszczysta),
- **serir** (pustynia żwirowa),
- **hamada** (pustynia kamienista).



Pustynia piaszczysta (erg) na Saharze w południowej Algierii



Pustynia żwirowa (serir) w centralnej Australii (lokalna nazwa tego typu pustyni to gibber)



Pustynia kamienista (hamada) na jednej z Wysp Zielonego Przylądka

Wiatr przekształca również powierzchnię Ziemi na piaszczystych wybrzeżach mórz i oceanów, na zaoranych powierzchniach pól uprawnych, w kopalniach odkrywkowych i na przedpolu lodowców i lądolodów, ale tylko wtedy, gdy występująca tam powierzchniowa warstwa gleb i zwietrzeliny jest sucha. Procesy związane z działalnością wiatru nazywamy [procesami eolicznymi](#).

Polecenie 1

Wskaż na mapie świata przynajmniej po jednej pustyni w Azji, Afryce, Australii, Ameryce Północnej i Ameryce Południowej.

Ciekawostka

Europa jest jedynym kontynentem niemal zupełnie pozbawionym pustyń. Zwyczajowo niewielki obszar piasków na granicy Wyżyny Śląskiej i Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej nazywa się Pustynią Błędowską, choć zarówno roczna suma opadów, jak i coraz bujniej wkraczająca roślinność dowodzą, że tak naprawdę nie jest to prawdziwa pustynia. Występowanie warstwy piasków o miąższości ok. 60 m jest spowodowane działalnością człowieka – odwodnieniem terenu i wycięciem lasów.



2. Jak powstają zagłębienia terenu i wypukłe wydmy?

Wywiewanie drobnego materiału skalnego przez wiatr nosi nazwę **deflacji**. Tam, gdzie skały są sypkie albo zwietrzelina składa się z bardzo drobnych ziaren, jest sucho i nie ma pokrywy roślinnej, mogą powstawać rozległe zagłębienia deflacyjne. Gdy dno zagłębienia deflacyjnego na pustyni dosięgnie poziomu wód podziemnych, to w miejscu tym może powstać **oaza**.



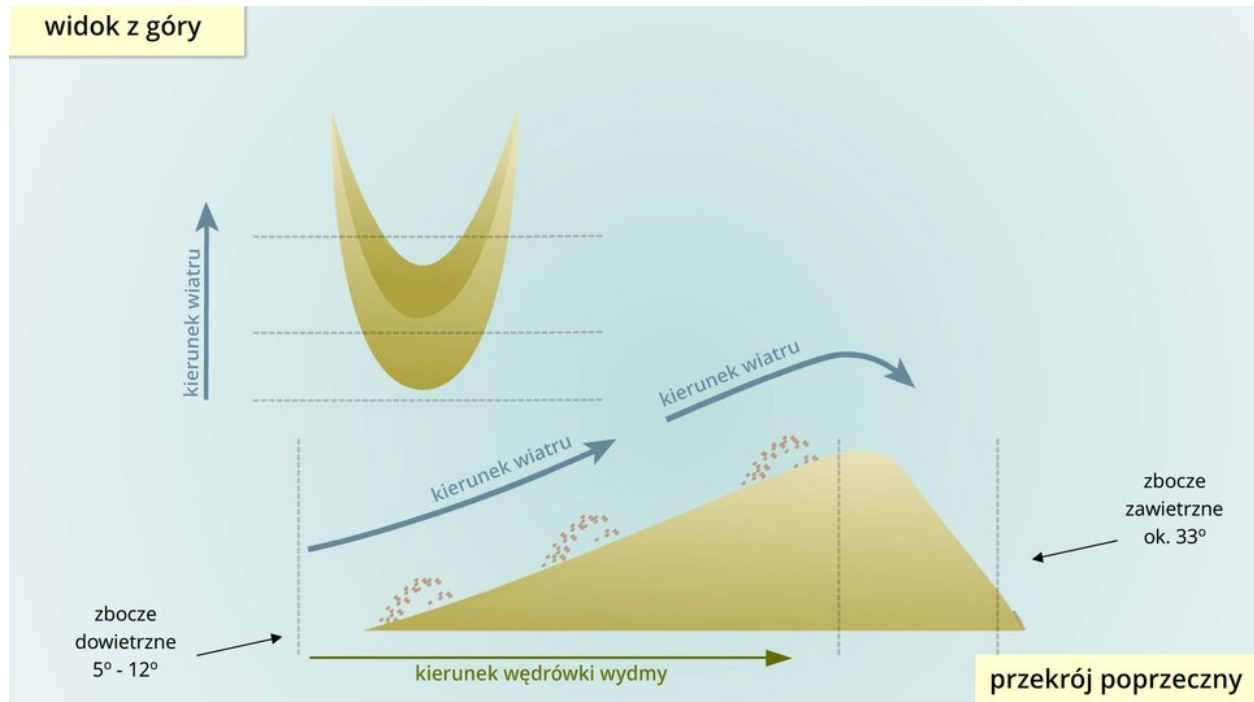
Huacachina – oaza na pustyni Atakama w południowym Peru



Saharyjska oaza na południu Maroka

Wywiewany piasek może być przenoszony nawet na znaczne odległości. W miejscach, gdzie wiatr słabnie i spada jego siła transportowa, piasek osadza się, tworząc pagórki nazywane **wydmy**. Ich długi stok dowietrzny (czyli ten wystawiony na wiatr) wznosi się łagodnie. Każde ziarenko piasku toczony jest po nim pod górę aż do krawędzi, poza którą stacza się pod wpływem siły ciężkości w dół po krótkim i stromym stoku zawietrznym (czyli osłoniętym od wiatru). W klimacie skrajnie suchym wiatr szybciej przesypuje niższe, boczne części wydmy, gdzie znajduje się mniej piasku, niż centralne – najwyższe. Wydma przybiera więc kształt podobny do „sierpa” Księżycy z ramionami wysuniętymi w kierunku, w którym

się porusza. Nazywa się je **barchanami**. W klimatach umiarkowanych, o wyższych opadach, boczne ramiona wydmy są często porośnięte przez roślinność, natomiast centralna część jest ruchoma, ponieważ jest zbudowana z suchszego i luźniejszego piasku i nie jest unieruchamiana przez rośliny. Wydma kształtem przypomina wówczas „sierp” Księżyca, ale ramiona ma skierowane do tyłu w stosunku do kierunku ruchu wydmy. Takie struktury nazywamy **wydmi parabolicznymi**.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Schemat budowy barchanu

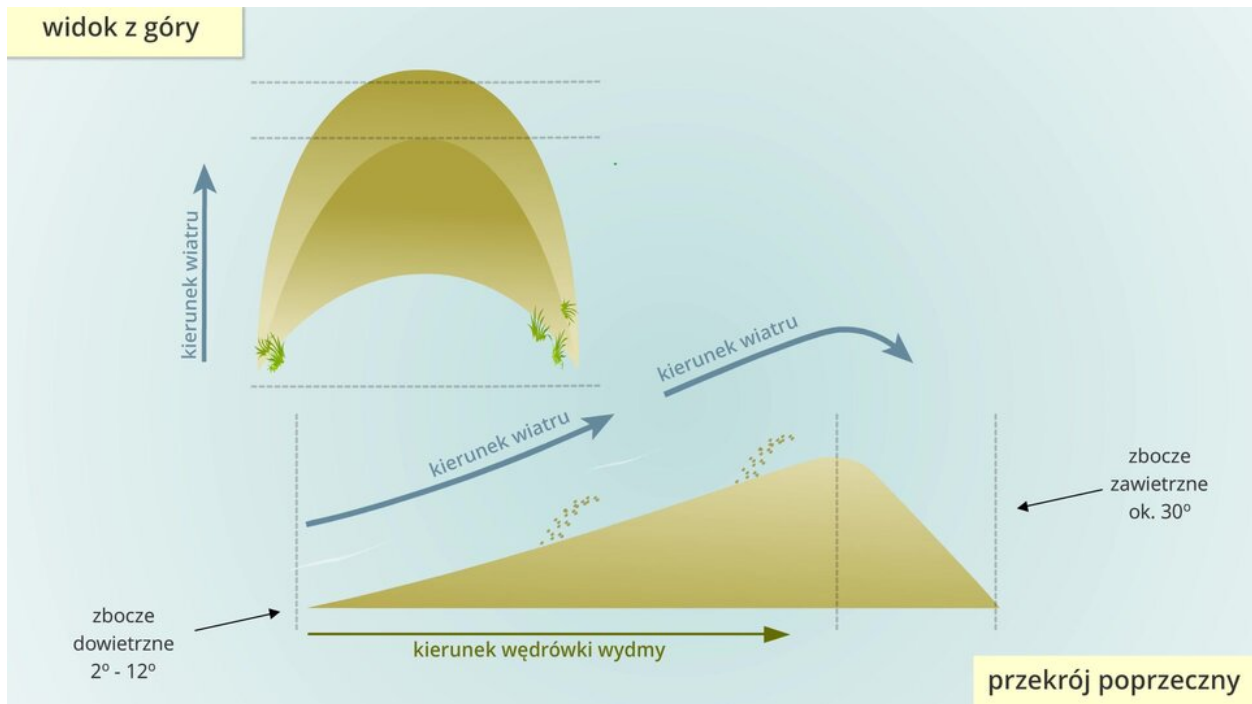
Animacja przedstawiająca przesuwanie się wydmy. Piasek jest zwiewany wzdłuż zbocza (łagodnego), którego linia się przesuwu w prawo, a jednocześnie usypuje się nowa warstwa zbocza stromego, zawietrznego i w ten sposób wydma się przesuwa jako całość



Olbrzymie barchany na pustyni Namib



Barchany pustyni Ar-Rab al-Chali leżącej na Półwyspie Arabskim widziane z kosmosu



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Schemat budowy wydmy parabolicznej

Animacja przedstawia przesuwanie się wydmy parabolicznej. Na rysunku przekrój poprzeczny przez wydmę i widok z góry. Zaznaczony stok dowieczny, łagodny i zawietrzny, stromy. Strzałkami zaznaczony kierunek wiatru i przesuwających się po stoku łagodnym ziarenek piasku.



Olbrzymia wydma paraboliczna w pobliżu miasta Iquique w północnym Chile utworzona przez wiatry wiejące od Oceanu Spokojnego



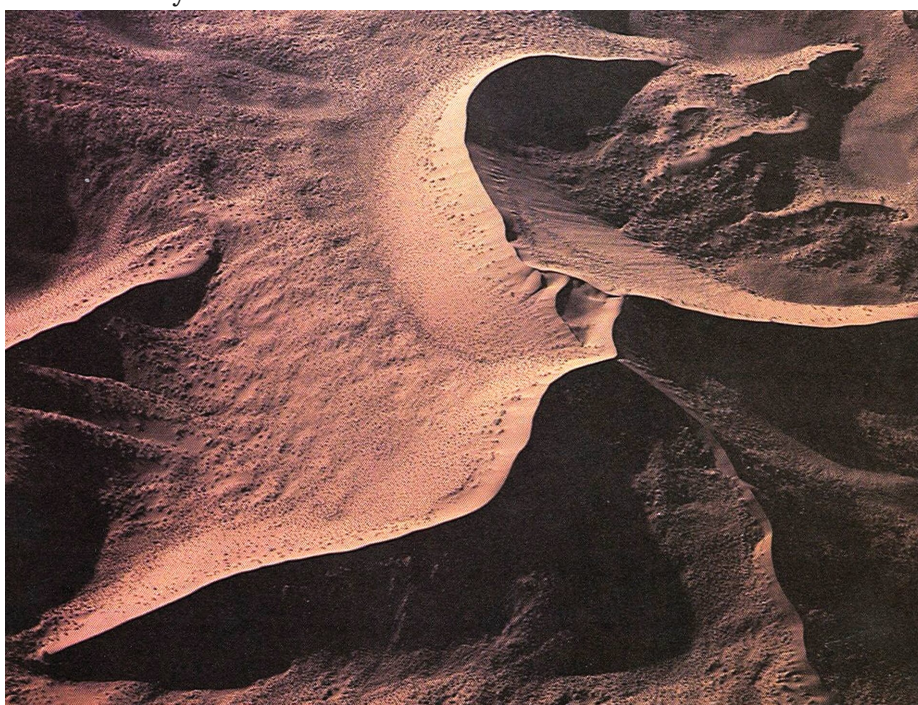
Wielka wydma Piłata – największa wydma paraboliczna w Europie utworzona przez wiatry wiejące z nad Zatoki Biskajskiej (Francja)

Polecenie 2

Przedstaw wpływ szaty roślinnej na proces deflacji i na proces przemieszczania się wydmy parabolicznych.

Ciekawostka

Poza barchanami i wydmami parabolicznymi można spotkać także wydmy o bardzo zróżnicowanych kształtach, np. **wydmy gwiaździste**. Powstają one na terenach, gdzie wiatry wieją z wielu różnych kierunków.



Wydmy gwiazdziste tworzą się na obszarach o zmiennych kierunkach wiatrów

Ciekawostka

Pył to ziarenka drobniejsze niż ziarna piasku. Wiatr może przenosić je na duże odległości. Grube warstwy pyłu, pochodzące głównie z obszarów pustynnych i peryglacjalnych (leżących na przedpolach lądolodów), przeniesione i osadzone przez wiatr nazywamy [lessem](#).



Obszar o największej na świecie akumulacji lessu – Wyżyna Lessowa we wschodnich Chinach

3. Co to jest korazja?

Wiatr w zależności od prędkości może unosić większe lub mniejsze ziarna piasku i pyłu. Może tymi ziarnami uderzać w skały i powoli je szlifować, żłobić, wygładzać i zarysowywać. Proces taki nazywamy [korazją](#). Im bliżej powierzchni Ziemi, tym wiatr unosi więcej piasku, a proces korazji jest silniejszy. W związku z tym skały wystające ponad powierzchnię pustyni ulegają największym zniszczeniom w swojej dolnej części. W efekcie powstają rozmaite, nieraz bardzo fantazyjne, formy skalne. Skały, które w górnej części mają większą średnicę niż w dolnej, nazywane są [grzybami skalnymi](#).



Grzyb skalny na pustyni w środkowym Egipcie



Grzyby skalne na algierskiej Saharze w fantazyjnym kształcie przypominającym słonia

Poza formowaniem grzybów skalnych korazja przyczynia się do powstania wielu innych form rzeźby terenu, np.

- **bruzd eolicznych** – długich nawet na setki metrów i głębokości od kilku centymetrów do kilku metrów;
- **wygładów eolicznych** – form o dużych, niezwykle gładkich powierzchniach;
- **grzbietów skalnych** – nazywanych także **jardangami**, w postaci wąskich, stromych żeber skalnych oddzielonych bruzdami;

- **graniaków** – odłamków skalnych, które zostały oszlifowane przez piasek niesiony przez wiatr



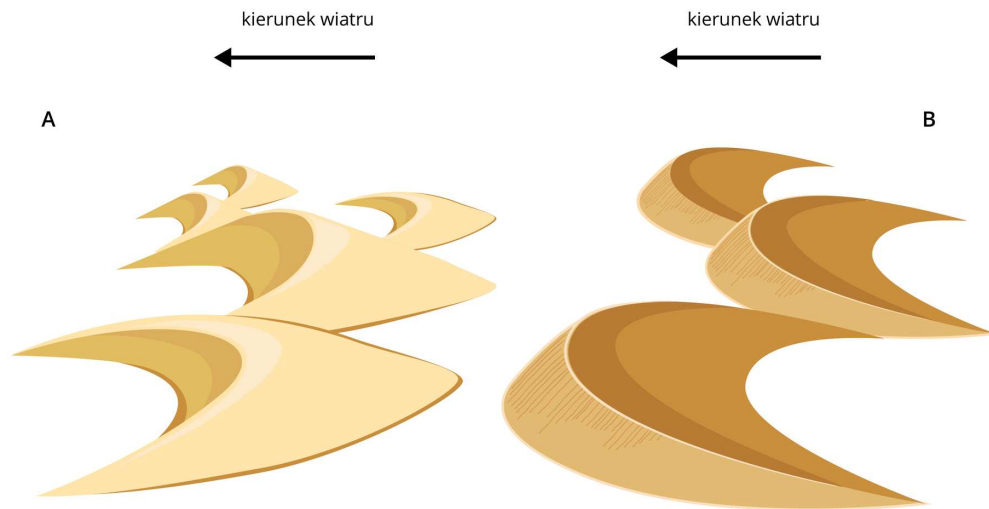
Jardangi w Parku Narodowym Dunhuang Yardang w zachodnich Chinach



Graniaki wiatrowe

Polecenie 3

Podaj nazwy i opisz warunki powstawania dwóch rodzajów wydmy widocznych na ilustracji poniżej.



Dwa rodzaje wydmy powstających w innych warunkach

Podsumowanie

- Wiatr może przejawiać działalność niszczącą, transportującą i budującą.
- Procesy eoliczne najsilniej zachodzą na pustyniach.
- Wyróżniamy pustynie piaszczyste – ergi, pustynie żwirowe – seriry i pustynie kamieniste – hamady.
- Deflacja jest procesem wywiewania drobnych ziaren piasku i pyłu.
- W klimacie suchym powstają wydmy zwane barchanami, a w klimacie wilgotnym wydmy paraboliczne.
- Korazja jest procesem niszczenia skał przez ziarna piasku unoszone z wiatrem.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Wyjaśnij termin deflacja i określ inne procesy wiążące się z nią.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [barchan](#)
 - [bruzda eoliczna](#)
 - [deflacja](#)
 - [erg](#)
 - [graniak](#)
 - [grzbiet skalny \(jardang\)](#)
 - [grzyb skalny](#)
 - [hamada](#)
 - [korazja](#)
 - [less](#)
 - [oaza](#)
 - [procesy eoliczne](#)
 - [serir](#)
 - [wydma](#)
 - [wydma paraboliczna](#)
 - [wygląd eoliczny](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Przyczyny zróżnicowania temperatury powietrza w różnych częściach świata](#)
 - [Jak powstaje wiatr?](#)
 - [Strefy klimatyczne świata](#)
 - [Wietrzenie skał](#)

Słowniczek

barchan

ruchoma wydma częsta na obszarach suchych pustyń piaszczystych, w kształcie półksiężyca, o ramionach skierowanych zgodnie z kierunkiem przesypywania się wydmy i wyprzedzających jej centralną część

bruzda eoliczna

podłużne zagłębienie w skałach podłoża o kierunku zgodnym z kierunkiem przeważających wiatrów, wywołane przez [korazję](#)

deflacja

proces wywiewania drobnego materiału skalnego

erg

pustynia piaszczysta z wielką ilością lotnego piasku i wyraźnie ukształtowanymi wydrami; nazwa pochodzenia arabskiego

graniak

fragment litej skały posiadający ostre krawędzie i kilka gładkich powierzchni oszlifowanych przez ziarna piasku niesione przez wiatr

grzbiet skalny (jardang)

podłużny grzbiet skalny oddzielający bruzdy korazyjne o kierunku zgodnym z kierunkiem przeważających wiatrów, wytworzony w skutek [korazji](#)

grzyb skalny

ostaniec skalny o szerszej górnej części i węższej podstawie, wytworzony przez długotrwałe oddziaływanie [korazji](#)

hamada

pustynia kamienista; najczęściej jest to równina pokryta odłamami i okruchami skalnymi, pozbawiona gleby i roślinności; nazwa pochodzenia arabskiego

jardang

patrz [grzbiet skalny](#)

korazja

proces szlifowania powierzchni skał za pomocą ziaren piasku przenoszonego przez wiatr

less

skała osadowa zbudowana z ziaren pyłu przeniesionego z obszarów pustynnych lub peryglacjalnych (leżących na przedpolach lądolodów) i osadzonego przez wiatr

oaza

teren pokryty bujną roślinnością, otoczony pustynią; rozwój roślinności możliwy jest na skutek dostępności wód podziemnych, położonych płytko pod powierzchnią gruntu

procesy eoliczne

wszystkie rodzaje oddziaływania wiatru na rzeźbę terenu; ich rozwój uwarunkowany jest obecnością wystarczająco silnych wiatrów, mocnym rozdrobnieniem skał podłoża, ubóstwem szaty roślinnej i suchym klimatem

serir

pustynia żwirowa; nazwa pochodzenia arabskiego

wydma

wzniesienie zbudowane z piasku przyniesionego przez wiatr

wydma paraboliczna

ruchoma wydma występująca na obszarach o wilgotnym klimacie, przyjmująca kształt półksiężyca o ramionach skierowanych przeciwnie do kierunku przesypywania się wydmy i pozostających w tyle za jej centralną częścią
wygląd eoliczny

powierzchnia skalna wygładzona, wyszlifowana w wyniku [korazji](#)

Zadania

Ćwiczenie 1

Wybierz trzy warunki konieczne dla intensywnego przebiegu procesów eolicznych.

☐ występowanie lasu równikowego

☐ suche podłoże

☐ subdukcja

☐ rozdrobniony materiał skalny

☐ górzysty teren

☐ deszcze zenitalne

☐ ciśnienie atmosferyczne

☐ skały pochodzenia wulkanicznego

☐ brak zwartej pokrywy roślinnej

☐ siła Coriolisa

Ćwiczenie 2

Przyporządkuj nazwy wybranych pustyń do nazw części kontynentów, na których leżą.

południowa Australia	Wielka Pustynia Wiktorii
południowo-zachodnia Azja	Sahara
środkowa Azja	Gobi
zachodnie wybrzeże Ameryki Południowej	Atakama
południowo-zachodnia Afryka	Pustynia Ar-Rab al-Chali
północna Afryka	Namib

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Oceń prawdziwość stwierdzeń charakteryzujących miejsca, gdzie może zachodzić intensywna działalność eoliczna.

	Prawda	Fałsz
Deflacja może zachodzić na suchych zaoranych polach.	☐	☐
Deflacja może zachodzić na pustyniach piaszczystych.	☐	☐
Deflacja może zachodzić na powierzchni oceanów.	☐	☐
Korazja zachodzi na powierzchni przedmiotów metalowych w klimacie wilgotnym.	☐	☐
Korazja zachodzi na obszarach pustynnych.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Wybierz nazwę formy terenu powstającej na skutek intensywnego wywiewania przez wiatr drobnego materiału skalnego.

☐ rów tektoniczny

☐ zagłębienie deflacyjne

☐ zagłębienie eoliczne

☐ depresja

☐ nizina eoliczna

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wybierz cechy charakteryzujące wygląd i warunki występowania barchanu.

☐ ramiona wydmy wyprzedzają jej centralną część

☐ klimat suchy

☐ klimat wilgotny

☐ bujna roślinność

☐ ramiona wydmy pozostają z tyłu

☐ stok zawietrzny długi i słabo nachylony

☐ klimat równikowy

☐ stok zawietrzny krótki i stromy

☐ stok dowietrzny krótki i stromy

☐ stok dowietrzny długi i słabo nachylony

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Wybierz cechy charakteryzujące warunki powstawania i wygląd wydmy parabolicznej.

- ☐ stok zawietrzny krótki i stromy
- ☐ stok dowietrzny długi i słabo nachylony
- ☐ ramiona wydmy poruszają się szybciej niż jej centralna część
- ☐ klimat skrajnie suchy
- ☐ stok dowietrzny krótki i stromy
- ☐ całkowity brak roślinności
- ☐ klimat równikowy
- ☐ ramiona wydmy pozostają z tyłu za jej centralną częścią
- ☐ stok zawietrzny długi i słabo nachylony
- ☐ klimat umiarkowany wilgotny

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Uzupełnij tekst.

Wiatr może unoszonymi ziarnami piasku uderzać w [] i powoli je szlifować, żłobić, wygładzać i zarysowywać. Proces taki nazywamy []. Im bliżej powierzchni Ziemi, tym [] unoszonego z wiatrem piasku i proces korazji silniejszy. W związku z tym skały wystające ponad powierzchnię pustyni są najintensywniej niszczone w [] części.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących niszczącej i budującej działalności wiatru.

	Prawda	Fałsz
Grzyby skalne powstają wyłącznie w lasach.	☐	☐
Grzyby skalne powstają na skutek niszczącej działalności wiatru.	☐	☐
Grzyby skalne powstają na skutek budującej działalności wiatru.	☐	☐
Barchany są wynikiem budującej działalności wiatru.	☐	☐
Barchany są przejawem korazji.	☐	☐
Wydmy paraboliczne są wynikiem niszczącej działalności wiatru.	☐	☐
Wydmy paraboliczne powstają w wyniku korazji.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Jak rzeki i morza przekształcają powierzchnię Ziemi?

Przysłowie mówiące, że kropla drąży skałę, ma przede wszystkim znaczenie przenośne, ale można je także rozumieć dosłownie. Pojedyncza kropla spływa po twardej skale, nie czyniąc jej pozornie szkody, ale miliony kropel przez miliony lat zniszczą nawet ogromne góry. Dowiedz się, jak to się dzieje.



Meandrująca rzeka Wda na Pojezierzu Pomorskim. Widoczne starorzecze

Już wiesz

- jak zbudowane jest wnętrze Ziemi;
- jak działają siły wewnętrzne Ziemi kształtujące jej powierzchnię;
- w jaki sposób działają ruchy masowe kształtujące powierzchnię naszej planety;
- jak wiatr wpływa na rzeźbę terenu.

Nauczysz się

- opisywać niszczącą, transportującą i budującą działalność rzek i mórz;
- rozróżniać zmiany rzeźbotwórczej działalności rzek w zależności od odcinka ich biegu;
- interpretować efekty erozji rzecznej, poczynawszy od źródeł aż do ujścia;
- rozróżniać typy ujść rzecznych;
- wymieniać typy wybrzeży morskich.

1. Niszcząca, transportująca i budująca działalność rzek i mórz

Poruszająca się woda potrafi mechanicznie niszczyć skały. Proces taki nazywamy **erozją**. Przenoszone przez wodę fragmenty skał uderzają w dno i brzegi, niszcząc je bardziej niż sama woda. Początkowo ostrokrawędziste odłamy skał są wygładzane i zaokrąglane, tworząc otoczaki, potem żwir, piasek i w końcu jeszcze drobniejsze ziarna. Woda może transportować rozdrobnione fragmenty skał na ogromne odległości, odkładać je gdzieś po drodze lub na końcu swego biegu, co nazywamy **akumulacją**.

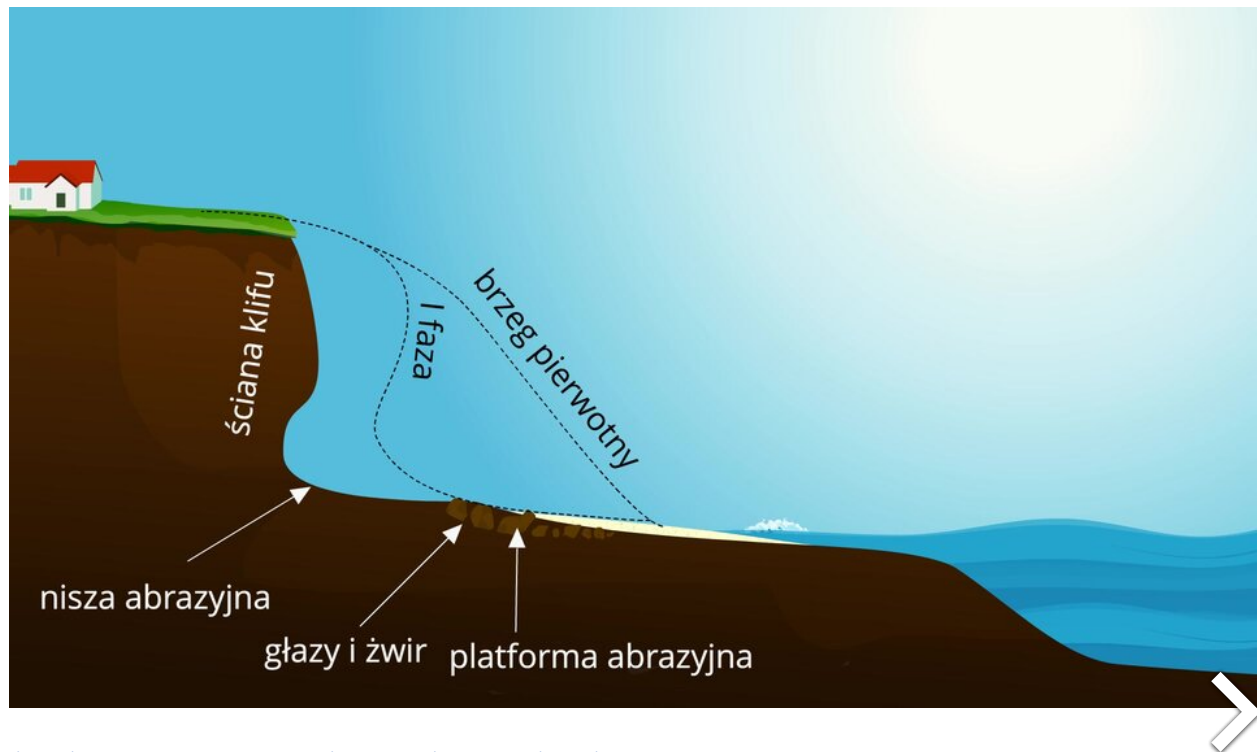
Niemal każda rzeka rozpoczyna swój bieg w **źródle** (lub w źródłach), a kończy w ujściu rzeczonym do morza, jeziora lub innej rzeki. Istnieją także nieliczne wyjątki. Niektóre rzeki nie mają precyzyjnie określonego źródła. Wypływają z jaskiń, bagien lub jezior. Inne nie posiadają właściwego ujścia, znikając pozornie w systemie jaskiń lub wsiąkając w piaski pustyni. Często jednak jaskinie czy jeziora są w rzeczywistości zasilane ze źródeł, a znikające w nich wody wypływają wiele kilometrów dalej jako ukształtowana już rzeka.



Wielki Kanion (Grand Canyon) powstał w wyniku działalności erozyjnej rzeki Kolorado trwającej miliony lat

Także falująca woda mórz i oceanów potrafi przekształcać rzeźbę terenów przybrzeżnych. Fale nieustannie uderzają w przybrzeżne skały, coraz silniej je rozdrabniając, akumulując piasek i żwir na nabrzeżu, tworząc plażę. W czasie przypływu lub sztormu zalewają plażę i docierają do brzegu, niszcząc go i powodując powstawanie wysokich **klifów**. Proces ten

nazywamy **abrazją**. Materiał ze zniszczonego brzegu może być transportowany przez prądy morskie, które opływając wybrzeże, akumulują go w innym miejscu.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Schemat powstawania klifu

Animacja przedstawia miejsce, gdzie ląd nie schodzi łagodnie do morza, ale tworzy nad nim wyniosłość, fale morskie podcinają i niszczą brzeg. Ściany zbudowane z litych, twardych skał niszczone są przez fale, które niosą materiał skalny, i jednocześnie wdzierają się w istniejące w skałach szczeliny. Sprężają znajdujące się tam powietrze, co powoduje ich rozrywanie. Skały mniej odporne, jak np. gliny, rozmywane są przez nacierające fale. W efekcie powstaje stromy brzeg zwany klifem. U jego podstawy wytwarza się pod wpływem działalności fal morskich zagłębienie – nisza abrazyjna, która pogłębiając się doprowadza do obrywania coraz to dalszych fragmentów brzegu. Z czasem pomiędzy morzem a ścianą klifu tworzy się z płaska powierzchnia – platforma brzegowa, zwana abrazyjną – na której fale rozdrabniają i przemieszczają materiał z niszczonego klifu w stronę morza.

Polecenie 1

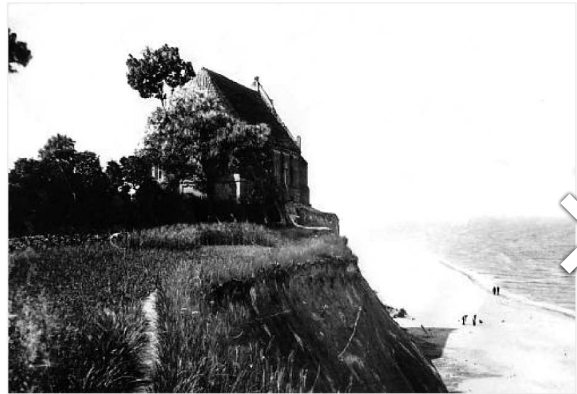
Opisz jakiekolwiek znane ci źródło rzeki. Zwróć uwagę na miejsce, gdzie się znajduje, otoczenie, ukształtowanie terenu, temperaturę i jakość wody.

Ciekawostka

We wsi Trzęsacz na Pomorzu Zachodnim ok. 600 lat temu wybudowano kościół. Postawiono go w pozornie bezpiecznej odległości niemal 2 km od klifowego brzegu. Procesy abrazyjne niszczyły jednak ciągle wysoki brzeg. W 1874 roku morze było już tak blisko, że kościół zamknięto. W 1901 roku zawaliła się północna ściana. Pomimo licznych prób powstrzymania abrazji brzeg nadal się cofa i obecnie zostały tylko fragmenty południowej ściany.



Kościół w Trzęsaczu w 1870 roku



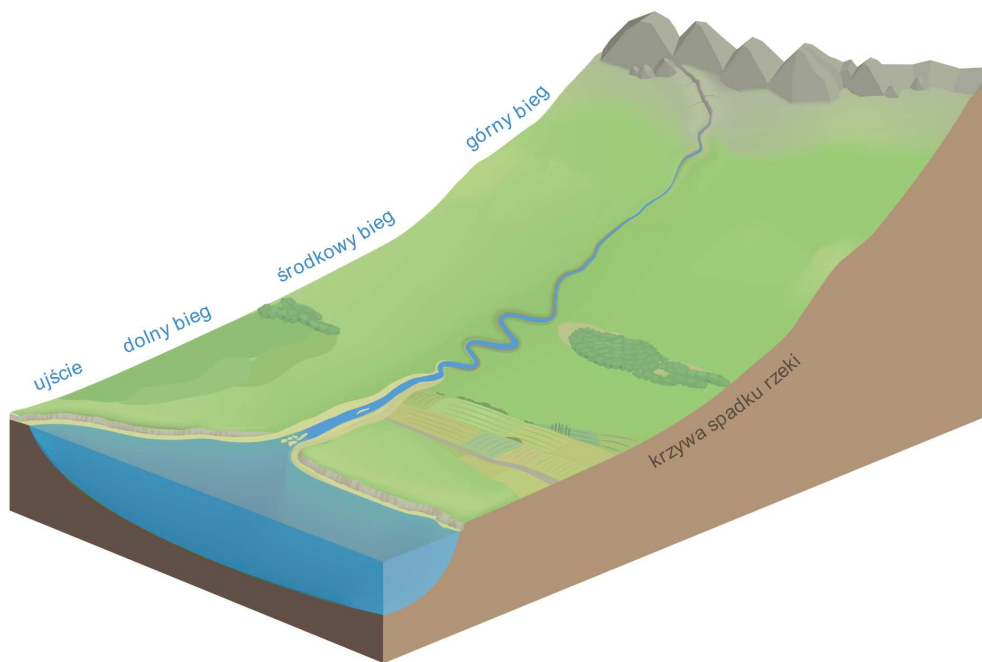
2. Odcinki biegu rzeki i ich charakterystyka

Bieg większości rzek dzieli się na trzy odcinki.

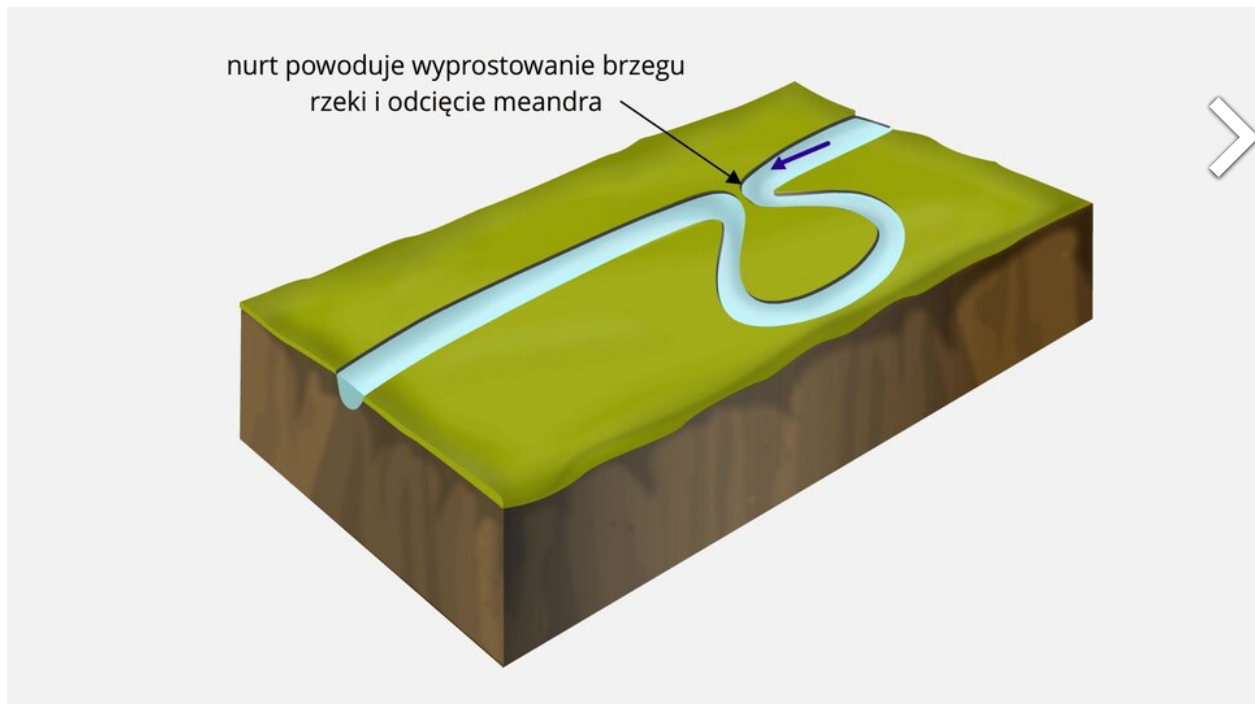
- W górnym biegu rzeki często płyną w terenie górzystym lub wyżynnym. Dzięki dużym różnicom wysokości woda płynie ze znaczną prędkością i ma dużą siłę erozyjną. Dominuje tam **erozja wgłębna**, na skutek której tworzą się coraz głębsze doliny, i **erozja wsteczna** powodująca cofanie się źródeł oraz przesuwanie progów wodospadów w górę rzeki. Erodowany przez wodę materiał skalny jest obtaczany, rozdrabniany i transportowany.
- W środkowym biegu rzeka zwykle płynie wolniej i dzięki dopływom ma więcej wody. Niszczenie koryta przez nią zmienia swój charakter na **erozję boczną**, przez co rzeka znacznie poszerza swoją dolinę i transportuje drobniejszy materiał. Proces ten polega na podcinaniu lub podmywaniu brzegów, co jest spowodowane nierównomiernym nurtem rzeczny. Woda podmywa brzegi wklęsłe, natomiast na brzegu wypukłym odkłada posegregowany materiał: żwir i gruby piasek, tworząc odsypy. Efekty tego procesu to m.in. obrywanie się materiału skalnego i ziemnego, przesunięcie ściany

brzegu oraz dostawa nowego rumowiska do koryta rzeki. Proces ten prowadzi do tworzenia **meandrów**. Meandry po pewnym czasie odcinają się od rzeki, która przy wysokich stanach wód prostuje swój bieg, i powstają niewielkie, płytkie, szybko zarastające jeziora zwane **starorzeczami**.

- W dolnym biegu, a zwłaszcza u ujścia do morza lub jeziora, rzeka nie ma już siły erozyjnej, stopniowo traci zdolność transportu materiału i akumuluje go we własnym korycie, przy ujściu lub na dnie zbiornika, do którego wpada. Dlatego charakterystycznym elementem koryt rzecznych w dolnym jej biegu są piaszczyste łachy (ławice rzeczne).



Bieg większości rzek można podzielić na trzy charakterystyczne odcinki: górny, środkowy i dolny



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Rozwój meandra (zakola) rzeki i powstanie starorzecza

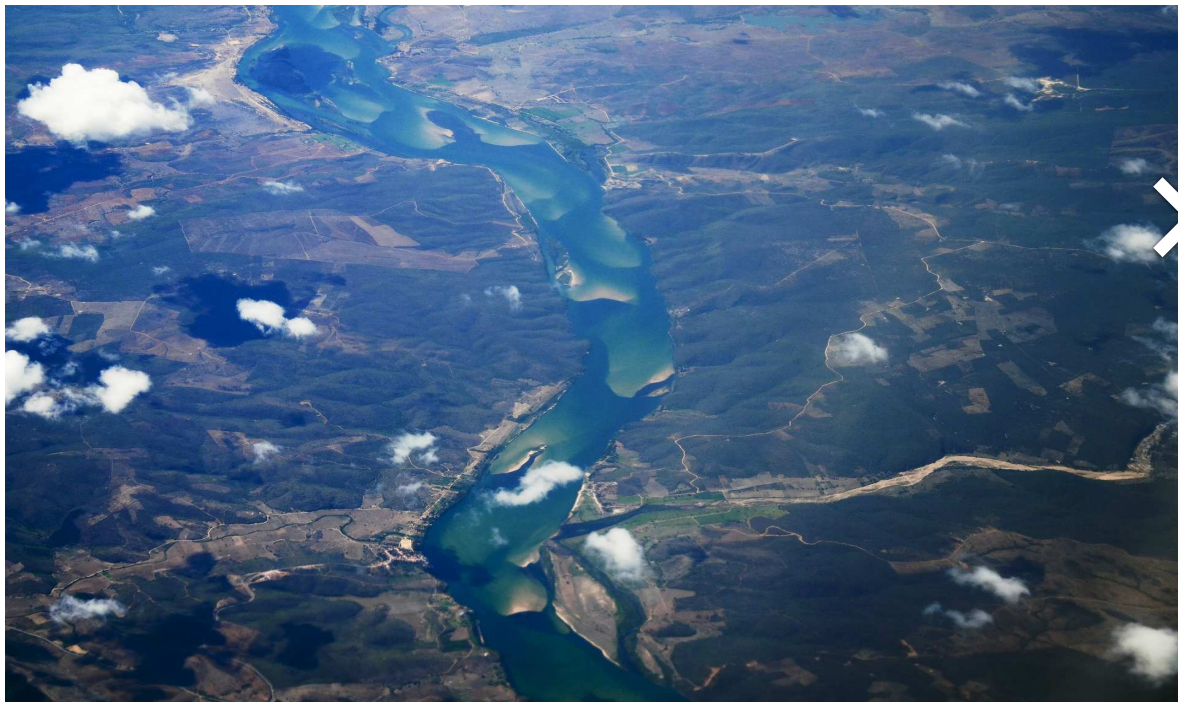
Animacja przedstawiająca rozwój meandra (zakola) rzeki i powstanie starorzecza.

Polecenie 2

Uzasadnij sens nazwy „starorzecze”. W jakiej części Polski możemy spotkać takie obiekty hydrograficzne? Dlaczego akurat tam?

Ciekawostka

Nie każda rzeka ma taki sam charakter kolejnych odcinków swojego biegu. Wszystko zależy od usytuowania źródeł. Jeżeli źródła znajdują się na rozległych płaskowyżach graniczących z morzem, to w górnym biegu rzeka płynie powoli, a jej nurt przyspiesza dopiero w dolnym biegu.



Leniwie płynąca rzeka São Francisco po Płaskowyżu Atlantyckim w Brazylii na wysokości ok. 500 m n.p.m.

3. Typy ujść rzecznych

Rzeka może uchodzić do innej, stając się wówczas jej dopływem. Transportowany materiał skalny zabierany jest wówczas przez rzekę główną. Gdy ujście znajduje się na brzegu morza lub jeziora, to rzeka w takim miejscu traci zdolności transportowania osadów i cały materiał podlega akumulacji. Gdy morze (lub jezioro) jest tam płytkie i nie ma silnych prądów przybrzeżnych ani wysokich pływów, to przynoszony przez rzekę materiał skalny jest akumulowany przy brzegu zbiornika i stopniowo zasypuje ujście, budując stożek napływowy nazywany [delta](#).



Delta Nilu – zdjęcie satelitarne

W niektórych miejscach rzeki uchodzą do głębokiego, otwartego morza. Dodatkowo w takich miejscach często występują silne prądy morskie oraz wysokie pływy. Przynoszone przez rzekę osady wynoszone są na pełne morze i osadzone w głębinach daleko od brzegu. Ujście rzeki nie ulega zasypywaniu, a jej koryto poszerza się nie przez erozję rzeczną, ale dzięki powtarzającym się, sięgającym nieraz daleko w górę rzeki przypływom i odpływom. Przykławy i odpływy działają erozyjnie i powodują poszerzenie ujścia, jednocześnie uniemożliwiając akumulację materiału niesionego przez rzekę. Stosownie do kształtu otrzymały one polską nazwę [ujść lejkowatych](#) lub międzynarodową [estuariów](#) – od łacińskiego słowa *aestuarium* oznaczającego pierwotnie drogę morską. W wielu przypadkach charakter ujścia rzeki stanowi formę pośrednią między deltą a estuarium.



Estuarium rzeki Colne, Wielka Brytania

Polecenie 3

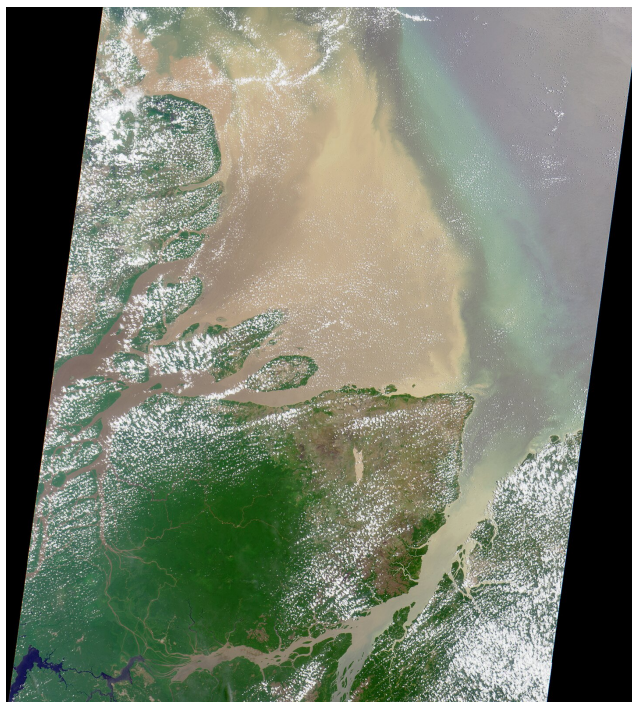
Na podstawie mapy Polski oceń, jakiego typu ujścia mają najważniejsze polskie rzeki: Wisła i Odra. Opisz czynniki wpływające na charakter tych ujść.

Ciekawostka

Pojęcia geograficzne „delta rzeczna” albo „ujście deltowate” pochodzą od kształtu tego typu ujścia przypominającego grecką literę Δ (delta).

Ciekawostka

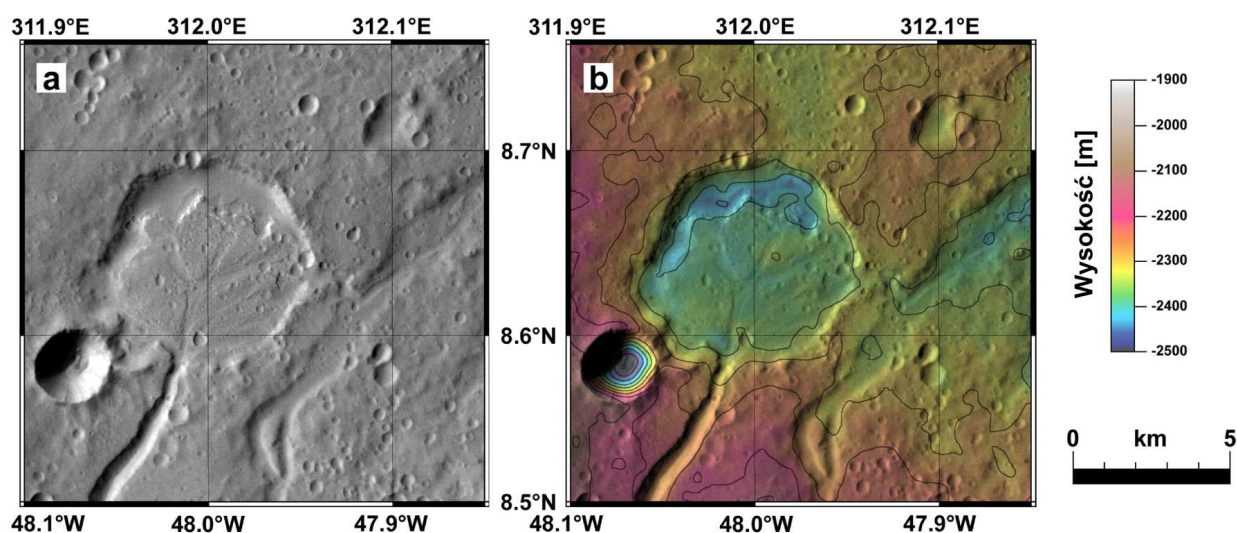
Maksymalny przepływ Amazonki mierzony przy ujściu do Oceanu Atlantyckiego osiąga 300 tys. m³ wody na sekundę. Co roku rzeka dostarcza do swojej delty ok. 2 mld ton osadów.



Tysiące ton osadów niesionych przez Amazonkę jest osadzanych w jej delcie i daleko, nawet kilkaset kilometrów od brzegu, w Oceanie Atlantyckim

Ciekawostka

Delty odkryto także na Marsie. Kiedy Mars był młodą planetą, posiadał morza i rzeki. Wpływy wody (4 mld lat temu) usypywały delty z osadów planety, np. Delta Nanedi.



Delta Nanedi na Marsie. Powstała 4 mld lat temu, kiedy na Marsie istniały jeszcze rzeki

Ważne!

Usypiane przez rzeki delty z czasem wysychają, a wypełniające je osady rzeczne pozwalają na wytworzenie bardzo żyznych gleb nazywanych małami. Podobny proces zachodzi w samych dolinach rzecznych, które okresowo zalewają wezbrane wody niosące żyzne osady. Doliny i delty wielkich rzek często są intensywnie uprawiane przez rolników

i gęsto zamieszkane. W takich właśnie miejscach powstawały pierwsze cywilizacje rolnicze.

4. Jak powstają różne typy wybrzeży?

Wiele czynników wpływa na charakter wąskiego pasa lądów, sąsiadującego z linią brzegową, czyli wybrzeża. Do najważniejszych należą: wielkość falowania i związana z nią działalność niszcząca i akumulująca, intensywność pływów morskich, siła i kierunek prądów morskich, budowa geologiczna, ruchy epejrogeniczne i **izostatyczne**, roślinność porastająca wybrzeże i wiele innych. Niektóre wybrzeża w wyniku rozmaitych procesów narastają, inne cofają się.

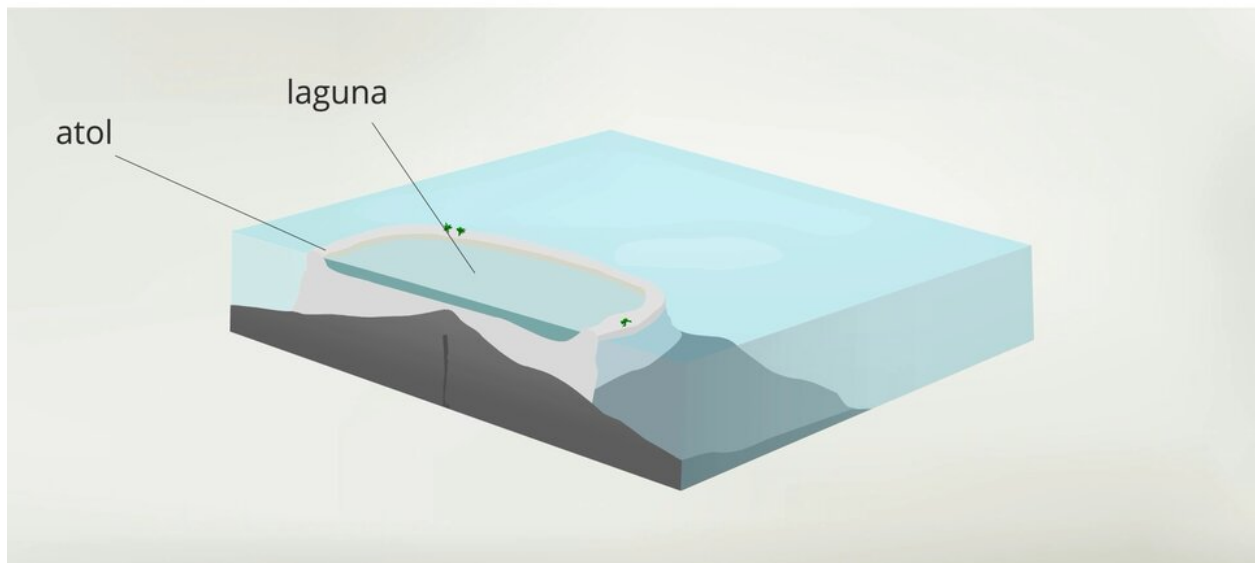
Typy wybrzeży morskich

Nazwa typu wybrzeża	Geneza	Charakterystyka	Przykładowe miejsca występowania
MIERZEJOWE	budowane przez prądy przybrzeżne i fale	wąskie piaszczyste półwyspy odcinające zatoki od morza i przekształcające je w zalewy lub jeziora	południowe wybrzeże Bałtyku
DELTOWE	budowane głównie przez rzeki	obszary w kształcie trójkąta lub wachlarza rozrastającego się w głąb morza lub narastającego w górę rzeki (delty wstecznej)	delty wielkich rzek: Amazonka, Nil, Ganges i Brahmaputra, Missisipi, Dunaj, Wołga i inne
LAGUNOWE	piaszczyste wały budowane przez prądy morskie i przypływy	wąskie pasy morza (laguny) odcinane od otwartego morza piaszczystymi wałami (lido)	północne wybrzeża Adriatyku, południowe wybrzeża Stanów Zjednoczonych (nad Zatoką Meksykańską)

Nazwa typu wybrzeża	Geneza	Charakterystyka	Przykładowe miejsca występowania
NAMORZYNOWE	utworzone dzięki akumulacji osadów morskich przez rozrastające się korzenie roślin tworzących lasy namorzynowe	trudne do przebycia, bagniste, gęste, splątane lasy obejmujące płaskie brzegi zalewane przypływem	liczne płaskie wybrzeża w strefie międzyzwrotnikowej o wilgotnym klimacie
RAFOWE (KORALOWE)	powstałe w wyniku rozrastania się organizmów rafotwórczych, np. koralowców powiększających rafy	płaskie wyspy rafowe, często w postaci pierścienia lądu, tzw. atolu, otaczającego płytką lagunę	płytke, ciepłe i słone wybrzeża w strefie międzyzwrotnikowej
SZKIEROWE	powstałe poprzez częściowe zatonienie terenu, na którym występują pagórki (mutony, barańce) o powierzchni wygładzonej przez lodowiec	setki małych płaskich wysepek poprzedzielanych płytkimi cieśninami	wybrzeża Finlandii, Szkocji i Alaski
FIORDOWE	powstałe poprzez zatonienie (najczęściej w wyniku podnoszenia się poziomu morza po stopieniu lodowców) dolnych części żłobów (dolin) lodowcowych	długie wąskie zatoki o głębokości nawet ponad 1 tys. m i stromych brzegach, wchodzące w ląd na dziesiątki, a nawet setki kilometrów	Norwegia, Szkocja, Grenlandia, Alaska, Nowa Zelandia

Nazwa typu wybrzeża	Geneza	Charakterystyka	Przykładowe miejsca występowania
RIASOWE	powstałe w skutek zalania dolin między równoległymi grzbiecami góorskimi, usytuowanymi poprzecznie do linii brzegowej	długie kręte zatoki od strony morza i równie długie i kręte półwyspy od strony lądu	Irlandia, Zachodnia Francja, Portugalia
DALMATYŃSKIE	powstałe na skutek zatopienia dolin górskich leżących równoległe do wybrzeża	długie wyspy równoległe do brzegu	Chorwacja, Kalifornia
KLIFOWE	utworzone w wyniku niszczenia wysokiego brzegu przez fale morskie (abrazja)	wysokie strome brzegi nazywane klifami, podcinane przez fale tworzące nisze abrazyjne u podstawy brzegu i usypujące platformy abrazyjne w dnie morza równoległe do brzegu	Normandia, Wielka Brytania, południowe wybrzeże Bałtyku na Wolinie i w okolicach Trzęsacza, Rozewia i Pucka

Wyspa wulkaniczna ulega całkowitemu zanurzeniu pod wodą, na powierzchni powstaje wyspa - **atol**, otaczająca **lagunę** znajdującą się wewnątrz.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Atol tworzy się dzięki przyrastaniu rafy koralowej wokół wyspy wulkanicznej. Stożek wulkaniczny ulega zniszczeniu i z biegiem czasu się zanurza, a coraz wyższa rafa tworzy wyspę w postaci „obwarzanka”

Animacja przedstawia widok wyspy wulkanicznej, na której zaczynają wokół osadzać się koralowce, tworząc rafę. Wyspa wulkaniczna ulega niszczeniu oraz zapadaniu się pod wpływem ciężaru rafy. Wyspa wulkaniczna ulega całkowitemu zanurzeniu pod wodą. Na powierzchni pozostaje wyspa – atol, otaczająca lagunę znajdującą się wewnątrz.

Polecenie 4

Wymień znane ci typy wybrzeży spotykane na polskim brzegu Bałtyku. Wyjaśnij, co je łączy, a czym się różnią.

Ciekawostka

Działalność człowieka może znacząco przeobrażać niewielkie fragmenty wybrzeży. Ludzie, budując porty, falochrony, zapory i inne budowle, zmieniają charakter wybrzeży.

Podsumowanie

- Rzeki erodują skały podłoża, transportują materiał i akumulują go w innych miejscach.

- Falujące wody mórz i oceanów niszczą brzegi, transportują materiał skalny i akumulują go w nowych miejscach.
- Bieg rzek przeważnie dzieli się na trzy odcinki: górny, środkowy i dolny, różniące się przebiegiem procesów erozji i akumulacji.
- Dwa główne typy ujść rzecznych to ujścia deltowe i lejkowate.
- W zależności od ukształtowania dna morza i brzegów lądu, procesów geologicznych, prądów morskich i obecności niektórych organizmów wyróżniamy wiele typów wybrzeży.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Nie korzystając z ilustracji znajdujących się w lekcji, za pomocą serii 5-10 rysunków ukazać schematycznie proces tworzenia się starorzecza.

Polecenie 5.2

Wskaż na mapie świata po 5 rzek posiadających ujście deltowe i lejkowate.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [abrazja](#)
 - [akumulacja](#)
 - [delta](#)
 - [erozja](#)
 - [erozja boczna](#)
 - [erozja wgłębna](#)
 - [erozja wsteczna](#)
 - [estuarium](#)
 - [izostazja](#)
 - [klif](#)
 - [meander](#)
 - [starorzecze](#)
 - [ujście rzeczne](#)
 - [ujście lejkowate](#)
 - [źródło](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Wody na Ziemi](#)
 - [Budowa wnętrza Ziemi](#)

Słowniczek

abrazja

proces niszczenia brzegów przez falującą wodę

akumulacja

proces gromadzenia osadów w wyniku działalności wody, wiatru lub lodowca

delta

ujście rzeki w postaci dwóch lub więcej odnóg na obszarze usypanym z osadów przyniesionych przez rzekę

erozja

procesy niszczenia skorupy ziemskiej, polegające na żłobieniu i rozcinaniu powierzchni przez wody, lodowce i wiatr, połączone z usuwaniem powstających produktów niszczenia

erozja boczna

niszczenie brzegów rzek w wyniku nierównomiernej prędkości przepływu wody

erozja wgłębna

wcinanie się rzek w podłoże na skutek niszczenia dna za pomocą niesionego materiału skalnego; doliny rzeczne tego typu mają w przekroju poprzecznym kształt litery „V”

erozja wsteczna

przesuwanie się źródeł rzeki oraz progów i załomów skalnych w kierunku przeciwnym niż kierunek biegu rzeki; erozja wsteczna powoduje wydłużanie się doliny w górę rzeki

estuarium (ujście lejkowate)

poszerzone przez pływy morskie ujście rzeki uchodzącej do głębokiego morza

izostazja

proces zachodzący na granicy litosfery i astenosfery (płynnej warstwy podścielającej twardą litosferę), polegający na grawitacyjnej stabilizacji górotworu; astenosfera jest plastyczna i jeśli zostanie obciążona na przykład pokrywą lądolodu lub dużą masą skał litosfery, ugnie się grawitacyjnie pod ich ciężarem; odwrotnie dzieje się podczas zmniejszania się ciężaru górotworu na przykład podczas jego erozji albo po stopnieniu lądolodu; takie zjawisko zachodzi obecnie w Skandynawii, która po niedawnym ustąpieniu lądolodu podnosi się

klif

wysoka, stroma, czasem nawet pionowa ściana brzegu morskiego, ukształtowana w wyniku abrazji

meander

fragment koryta rzeki o kształcie przypominającym zakole, łuk lub pętlę, utworzony w wyniku erozji bocznej

starorzecze

jezioro leżące w dolinie rzecznej, powstałe w wyniku odcięcia pętli [meandra](#)

ujście lejkowate

patrz [estuarium](#)

źródło

naturalny i samoczynny wypływ wód podziemnych na powierzchnię

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij poszczególne zdania, wybierając poprawne sformułowanie z listy.

Woda w rzece mechanicznie niszczy skały, a proces ten nazywamy . Przenoszone przez wodę fragmenty skał uderzają w dno i , niszcząc je bardziej niż sama woda. Ostrokrawędziste odłamy skał są wygładzane i zaokrąglane, przez co powstają , potem żwir, piasek i w końcu jeszcze drobniejsze osady. Rozdrobnione fragmenty skał woda potrafi na ogromne odległości. Osadzenie materiału na dnie rzeki, jeziora lub morza nazywamy .

ujście

osuwiska

agregacją

abrazją

transportować

ściany

akumulacją

otoczek

brzegi

deflacją

przesypywać

martwiaki

przelewać

erozją

asocjacją

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wybierz pojęcia powiązane z niszczącym działaniem fal na brzeg morza.

☐ erozja brzeżna

☐ klif

☐ kras

☐ deflacja

☐ źródło

☐ wymycie

☐ wodospad

☐ abrazja

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Oceń prawdziwość stwierdzeń charakteryzujących procesy w kolejnych odcinkach biegu rzeki.

	Prawda	Fałsz
W górnym biegu rzeki dominuje erozja wgłębna.	☐	☐
W dolnym biegu rzeki dominuje akumulacja.	☐	☐
W górnym biegu rzeki nie występuje transport materiału skalnego.	☐	☐
W środkowym biegu rzeki nie występuje ani erozja ani transport.	☐	☐
W środkowym biegu rzeki nie występuje akumulacja.	☐	☐
W dolnym biegu rzeki nie występuje akumulacja.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

W którym z odcinków biegu rzeki najczęściej wykształcają się meandry?

☐ w źródle

☐ w środkowym

☐ w delcie

☐ w depresji

☐ w ujściu

☐ w górnym

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wybierz warunki konieczne do tego, by powstała delta.

☐ niewielkie pływy

☐ silny prąd morski

☐ silna abrazja

☐ wyschnięte koryto rzeki

☐ słabe prądy morskie lub ich brak

☐ płytki brzeg morza

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Wskaż warunki sprzyjające powstaniu lejkowatego ujścia rzeki.

☐ silna deflacja

☐ duża akumulacja w ujściu rzeki

☐ silne prądy morskie

☐ wysokie pływy

☐ głębokie morze

☐ wysokie opady

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7

Oceń prawdziwość zdań będących opisami wybranych typów wybrzeży morskich.

	Prawda	Fałsz
Wybrzeża klifowe są wysokie.	☐	☐
Mierzeje powstają dzięki przybrzeżnym prądom morskim.	☐	☐
Wybrzeża fiordowe występują tylko w Norwegii.	☐	☐
Wybrzeże dalmatyńskie składa się z wysp leżących prostopadle do brzegu.	☐	☐
Wybrzeża namorzynowe powstają ze szczątków zwierząt zwanych namorzynami.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Jaki typ wybrzeża powstaje na ciepłych morzach w wyniku działalności niewielkich organizmów morskich prowadzących osiadły tryb życia?

☐ szkierowe

☐ amonitowe

☐ estuariowe

☐ rafowe

☐ riasowe

☐ palmowe

☐ deltowe

☐ lagunowe

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Jak lodowce i lądolody przekształcają powierzchnię Ziemi?

Zdecydowana większość terenu dzisiejszej Polski przeszła przynajmniej jedno zlodowacenie. Oznacza to, że na niemal całym obszarze naszego kraju na powierzchni ziemi spoczywała warstwa lodu grubości dziesiątek, setek, a nawet tysięcy metrów. Czy taka masa lodu mogła zostawić jakieś ślady?



Morena czołowa w U-kształtnej dolinie polodowcowej na Nowej Zelandii

Już wiesz

- jak Ziemia jest oświetlona przez Słońce;
- jaki jest rozkład klimatów na Ziemi;
- jak przebiegały geologiczne dzieje Ziemi.

Nauczysz się

- opisywać warunki, w jakich tworzą się lodowce i lądolody;
- wyjaśniać, jak lodowce kształtują podłoże skalne;
- wymieniać przyczyny aktualnego rozmieszczenia lodowców na Ziemi;
- przedstawiać konsekwencje zlodowaceń.

1. W jakich warunkach powstają lodowce i lądolody?

W miejscach, gdzie średnia roczna temperatura powietrza jest niższa od 0°C, występują opady śniegu i jednocześnie powierzchnia terenu jest niemal płaska lub wręcz wklęsła, tworzą się lodowce lub lądolody. Umowną linię, powyżej której opad śniegu w ciągu roku jest wyższy niż jego ubytek w wyniku topnienia i parowania, a więc w której panują warunki sprzyjające powstaniu lodowców, nazywamy **granicą wiecznego (wieloletniego) śniegu**.

Na obszarach znajdujących się ponad tą granicą pokrywa śnieżna zalega latem, a zimą jest zasilana nowymi opadami. Z roku na rok pokrywa śnieżna staje się więc coraz grubsza. Warstwa śniegu pod własnym ciężarem ulega sprasowaniu i zmienia się stopniowo w ziarnisty lód, czyli **firn**, a w końcu w lód lodowcowy. Obszar, gdzie proces ten zachodzi, nazywamy **polem firnowym**. Najczęściej pole firnowe tworzy się w górnych odcinkach dolin lub u podnóża szczytów górskich. Gdy lodu jest już bardzo dużo, to pod ciśnieniem wyższych warstw staje się on częściowo plastyczny i zaczyna spływać poniżej granicy wiecznego śniegu w postaci **jęzorów lodowcowych**. Pole firnowe i wypływający z niego jęzor to **lodowiec górski**.

[Film dostępny na portalu epodreczniki.pl](#)

Warunki powstawania i schemat budowy lodowca górskiego

Animacja przedstawia powstawanie lodowca górskiego. Widoczna granica wiecznego śniegu. Pokazane powstanie lodu lodowcowego w polu firnowym. Lód lodowcowy wylewa się z pola firnowego w postaci jęzora. Opisane pole firnowe i jęzor lodowcowy.

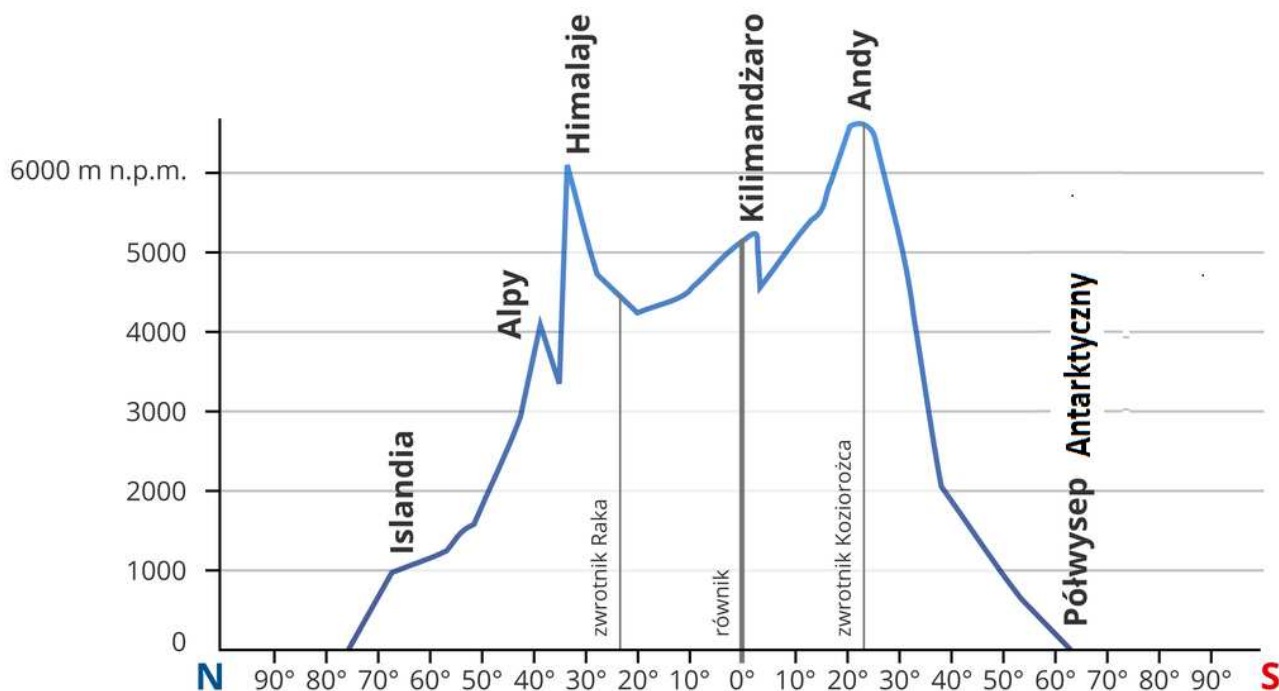


Najdłuższy górski lodowiec Alp – Aletsch (Szwajcaria) o długości 23,6 km i miejscami grubości 700 m

W odpowiednich warunkach klimatycznych (niska temperatura, przewaga opadu śniegu w ciągu roku nad jego ubytkiem w wyniku topnienia i parowania) i na obszarze o sprzyjającym ukształtowaniu terenu (wklęsłym lub równinnym) może dojść do połączenia wielu lodowców w olbrzymi masyw zwany **lądolodem**. Lądolody mogą pokrywać niemal cały

kontynent lub znaczną jego część. W plejstocenie (2,6 mln–11,7 tys. lat temu) ogromne obszary półkuli północnej były wielokrotnie pokrywane lądolodami.

Obecnie granica wiecznego śniegu na terenach polarnych przebiega na wysokości ok. 200–1000 m n.p.m., tylko na Grenlandii i Antarktydzie schodzi do poziomu morza, w strefie umiarkowanej występuje na wysokości ok. 800–3200 m n.p.m., w strefie zwrotnikowej i w Himalajach 5000–6000 m n.p.m., zaś na równiku obniża się do ok. 4500–5000 m n.p.m.



Granica wiecznego śniegu

Granica wiecznego śniegu w zależności od szerokości geograficznej

Polecenie 1

Na podstawie zamieszczonego powyżej wykresu wyjaśnij współczesny przebieg granicy wiecznego śniegu na Ziemi.

Polecenie 2

Najwyższe szczyty Tatr mają średnią roczną temperaturę powietrza poniżej 0°C (np. Kasprowy Wierch – 0,7°). Często występują tam opady śniegu. Jednak obecnie w Tatrach nie spotyka się lodowców. Wyjaśnij, jaki warunek konieczny do powstania lodowca nie jest tam spełniony.

Ciekawostka

W czasie zlodowaceń plejstocenijskich w polskich górach powstawały lodowce górskie. Ich ślady można zaobserwować zarówno w Tatrach, jak i w Karkonoszach. Jednym

z takich śladów są doliny górskie w kształcie litery „U” i cyrki lodowcowe, które po ustąpieniu lodowca zostają zwykle zajęte przez górskie jeziora cyrkowe, np. w Tatrach to Morskie Oko i Czarny Staw. Formy terenu będące efektem rzeźbotwórczego działania lodowców górskich szerzej opisano w następnym rozdziale.



Tatrzańska Dolina Pięciu Stawów Polskich nosi wyraźne ślady przekształcenia przez lodowiec górski. W miejscu stawów były pola firmowe, z których przez widoczny próg wylewał się jezior lodowcowy do Doliny Roztoki

Ważne!

W plejstocenie wielokrotnie powtarzał się cykl olbrzymich zmian klimatu. Na półkuli północnej rozrastały się ogromne lądolody obejmujące znaczną część Europy, Azji i Ameryki Północnej. Zlodowacenia były przerywane okresami cieplejszymi (interglacjami), podczas których lądolody topniały. Badania naukowe pozwalają przypuszczać, że obecnie kończy się właśnie taki interglacjał i za kilka tysięcy lat może rozpocząć się kolejne zlodowacenie.

2. Gdzie współcześnie występują lodowce i lądolody?

Współcześnie istnieją na Ziemi dwa wielkie lądolody. Pokrywają one niemal całą **Antarktydę** i większą część **Grenlandii** – największej wyspy kuli ziemskiej. Lodowce górskie występują powyżej granicy wiecznego śniegu w górach wszystkich kontynentów

z wyjątkiem kontynentalnej Australii (ale są na sąsiednich wyspach Nowej Zelandii, a nawet na Nowej Gwinei leżącej bardzo blisko równika).



Największy lądolód na świecie pokrywający cały kontynent leżący wokół południowego bieguna – Antarktydę

W wyniku działalności lodowców i lądolodów, które w przeszłości zajmowały znacznie większy obszar, powstało bardzo wiele różnorodnych form terenu. Spływający lodowiec eroduje podłoże. Proces ten nazywamy [egzaracją](#). Gdy jezior lodowca wkracza w dolinę górską, utworzoną przez erozję rzeczną, to dolina ma początkowo kształt litery „V”, ale po przejściu lodowca zostaje poszerzona, jej dno zaokrąglone, a ściany stają się niemal pionowe i w efekcie przybiera kształt litery „U”. W miejscu pola firnowego powstaje tzw. [cyrk lodowcowy](#) – zagłębienie otoczone z trzech stron ścianami skalnymi, zamknięte przez próg (rygiel) skalny znajdujący się w miejscu, w którym lód z pola firnowego przechodził w jezior lodowcowy. Materiał skalny wleczony w dnie lodowca szlifuje, wygładza i niszczy dno doliny. Transport materiału skalnego odbywa się w całej objętości lodu. Materiał wynoszony przez lodowiec jest akumulowany przed czołem lub po bokach lodowca w postaci wielkich zwałów przemieszanych głazów, okruchów skalnych, piasku i iłu, nazywanych [gliną morenową](#) lub [gliną zwałową](#). Wzniesienia powstające na skutek akumulacji lodowcowej to [moreny](#). Wyróżnia się wiele ich odmian. Pomiedzy morenami powstają [jeziora polodowcowe](#)

Na przedpole topniejącego lądolodu wypłukiwane są piaski i żwiry, które tworzą rozległe stożki napływowe, tzw. [sandry](#). Zespoły sandrów formują **równiny sandrowe**.

W zależności od warunków powstawania, kształtu obiektów i materiału, z jakiego są zbudowane, wyróżnia się ponadto dziesiątki różnych innych polodowcowych form krajobrazu. Szerzej zostaną one omówione na lekcji „Wpływ zlodowaceń na rzeźbę Polski”.



Cyrk lodowcowy wypełniony przez jezioro cyrkowe w Parku Narodowym Północnych Gór Kaskadowych (Stany Zjednoczone)

Polecenie 3

Na mapach poszczególnych kontynentów odszukaj lodowce górskie.

Ciekawostka

Poza istniejącymi obecnie lądolodami Antarktydy i Grenlandii istnieją też zdecydowanie mniejsze, ale dosyć rozległe pokrywy lodowe, które trudno uznać za klasyczne lodowce górskie, więc uważa się je za pozostałości dawnych lądolodów. Występują one w Norwegii, na Islandii, na wielu wyspach Arktyki oraz w Patagonii (Ameryka Południowa).

Podsumowanie

- Linia, powyżej której panują warunki do powstania lodowców, nazywana jest granicą wiecznego lub wieloletniego śniegu.
- Znaczne obszary półkuli północnej wielokrotnie ulegały zlodowaceniui.
- Obecnie na Ziemi istnieją dwa wielkie lądolody i setki lodowców górskich.
- Lodowce niszczą podłoże skalne, transportują i akumulują materiał skalny.

- Po ustąpieniu lądolodu lub lodowca na powierzchni pozostają bardzo różnorodne formy jego niszczącej i budującej działalności, m.in. cyrki lodowcowe, ukształtne doliny polodowcowe, wzgórza morenowe, sandry i równiny sandrowe, jeziora polodowcowe.

Praca domowa

Polecenie 4.1

Wyjaśnij, dlaczego tereny po ustąpieniu lodowca są bardzo atrakcyjne turystycznie.

Zobacz także

- Zapoznaj się z następującymi hasłami ze słowniczka:
 - [cyrk lodowcowy](#)
 - [egzaracja](#)
 - [firn](#)
 - [głina morenowa \(głina zwałowa\)](#)
 - [granica wiecznego śniegu](#)
 - [jezioro polodowcowe](#)
 - [lądolód](#)
 - [morena](#)
 - [pole firnowe](#)
 - [sandry](#)
- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Strefy klimatyczne świata](#)
 - [Opady i osady atmosferyczne](#)
 - [Wody na Ziemi](#)
 - [Wietrzenie skał](#)
 - Wpływ zlodowaceń na rzeźbę Polski (link będzie uzupełniony po dodaniu treści z kl. 2)

Słowniczek

cyrk lodowcowy (kocioł lodowcowy)

zagłębienie w kształcie misy, otoczone z trzech stron stromymi ścianami skalnymi; kiedyś było wypełnione śniegiem, firnem i lodem lodowcowym; po ustąpieniu lodowca często taka misa erozyjna zostaje zajęta przez jezioro nazywane cyrkowym

egzaracja

niszcząca działalność lodowca polegająca na szlifowaniu podłoża i wyrywaniu z niego fragmentów skał

firn

forma przejściowa między śniegiem a lodem, powstająca na skutek częściowego topienia i ponownego zamarzania śniegu oraz ciśnienia, jakie wywierają jego nadległe warstwy

glina morenowa (zwałowa, lodowcowa)

przemieszany materiał skalny o różnej wielkości ziaren, pochodzący z akumulacji lodowcowej

glina zwałowa

patrz [glina morenowa](#)

granica wiecznego (wieloletniego) śniegu

umowna linia, powyżej której w ciągu roku więcej śniegu przybywa, niż topnieje

jezioro polodowcowe

każdy z wielu typów jezior, które znajdują się w obniżeniach terenu powstałych w wyniku działalności lodowców lub lądolodów

kocioł lodowcowy

patrz [cyrk lodowcowy](#)

lądolód

rozległa pokrywa lodowa zajmująca znaczną część lądu, a nawet cały kontynent

morena

każdy rodzaj materiału skalnego transportowanego i akumulowanego przez lodowiec

pole firnowe

część lodowca znajdująca się powyżej granicy wiecznego śniegu, gdzie więcej śniegu przybywa, niż topnieje

sandry

stożki napływowe złożone z piasków i żwirów wypłukanych przez wody polodowcowe na przedpolu topniejącego lodowca

Zadania

Ćwiczenie 1

Uzupełnij zdania, wybierając odpowiednie sformułowania z listy.

W miejscach, gdzie średnia temperatura jest niższa od 0°C, występują obfite opady , a powierzchnia jest niemal płaska lub wręcz wklęsła, tworzą się lub lądolody. Umowną linię, powyżej której panują warunki sprzyjające powstaniu lodowca, nazywamy wiecznego śniegu. Z roku na rok warstwa śniegu staje się tam grubsza, stopniowo przemienia się w , a w końcu w lód lodowcowy.

filmowce wodospady gradu lodowce śniegu deszczu firn deszczowce
lód atmosferyczny firnowce śniegowce lód śniegowy śnieg dobową
roczną miesięczną zakresem meteorytów popiołu wulkanicznego granicą
firnu tygodniową obszarem strefą

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Wskaż podstawowe elementy lodowca górskiego.

☐ lądolód

☐ pole firnowe

☐ jezior lodowcowy

☐ opad atmosferyczny

☐ granica wiecznego śniegu

☐ jezioro polodowcowe

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3

Wybierz odpowiedź wyjaśniającą, dlaczego granica wiecznego śniegu na równiku przebiega niżej niż na zwrotnikach.

- ☐ Dlatego, że na równiku nie ma pól firnowych.
- ☐ Dlatego, że na równiku pada śnieg, a na zwrotnikach deszcz.
- ☐ Dlatego, że opady na równiku są wyższe niż na zwrotnikach.
- ☐ Dlatego, że na równiku jest cieplej niż na zwrotnikach.
- ☐ Dlatego, że opady na równiku są niższe niż na zwrotnikach.

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Uzupełnij zdania, wybierając odpowiednie słowa z listy.

Lodowiec eroduje podłoże. Proces ten nazywamy . Po przejściu lodowca górską zostaje poszerzona, jej dno zaokrąglone, a ściany stają się niemal i w efekcie przybiera kształt litery „U”. W miejscu pola powstaje tzw. lodowcowy.

lodowe	morenowego	równina	uprawnego	ekstrakcją	lądolód	egzaracją	
wyżyna	cyrk	estymacją	erudycją	firnowego	poziome	szczyt	pionowe
magnetycznego	depresja	morenowe	dolina	wąwóz			

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Wybierz składniki gliny zwałowej.

☐ muł

☐ magma

☐ okruchy skalne

☐ piasek

☐ lód

☐ egzaracja

☐ firn

☐ lawa

☐ ił

☐ głązy

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Oceń prawdziwość zamieszczonych poniżej stwierdzeń.

	Prawda	Fałsz
Lodowce nie mogą się zsuwać poniżej granicy wiecznego śniegu.	☐	☐
Lodowce występują w górach Nowej Zelandii.	☐	☐
Lodowców nie ma w Afryce, ponieważ jest tam za ciepło.	☐	☐
Lądolody występują tylko na półkuli południowej.	☐	☐
Lodowców nigdy nie było w Polsce, ponieważ nikt ich nie pamięta.	☐	☐

Źródło: Andrzej Boczarowski, licencja: CC BY 3.0.

Czynniki i procesy rzeźbotwórcze Ziemi.

Podsumowanie

Ziemia zbudowana jest z koncentrycznych warstw – skorupy, płaszcza i jądra. Każda z nich ma inne charakterystyczne cechy fizyczne i chemiczne. Niejednorodność warstw tłumaczy wiele zjawisk, np. wybuchy wulkanów czy trzęsienia ziemi. Długa historia naszej planety zapisana została w skałach, na których podstawie możemy dowiedzieć się, gdzie kiedyś istniały pustynie, wulkany czy morza. Powierzchnia globu ulega ciągłym przemianom. Zachodzą one głównie w wyniku procesów naturalnych, które przekształcały oblicze Ziemi, jeszcze zanim pojawił się człowiek, i które będą to robić nawet po zniknięciu ludzi.



Spirala czasu geologicznego przedstawia zmiany zachodzące na naszej planecie od momentu jej powstania do czasów współczesnych

1. Budowa wnętrza Ziemi

Nie znamy dokładnej budowy wnętrza Ziemi. Najgłębsze **wiercenia geologiczne** sięgają tylko 12-13 km głębokości i dostarczają informacji o budowie skorupy ziemskiej. Do zbadania głębiej leżących skał i warstw wykorzystuje się na przykład **analizę przebiegu fal sejsmicznych**. Wiedzę na temat struktury Ziemi można też czerpać z **badania wieku względnego i bezwzględnego skał**. W wyniku studiów geologicznych stwierdzono, że nasza planeta składa się z następujących warstw: **skorupa ziemska, płaszcz ziemski i jądro**

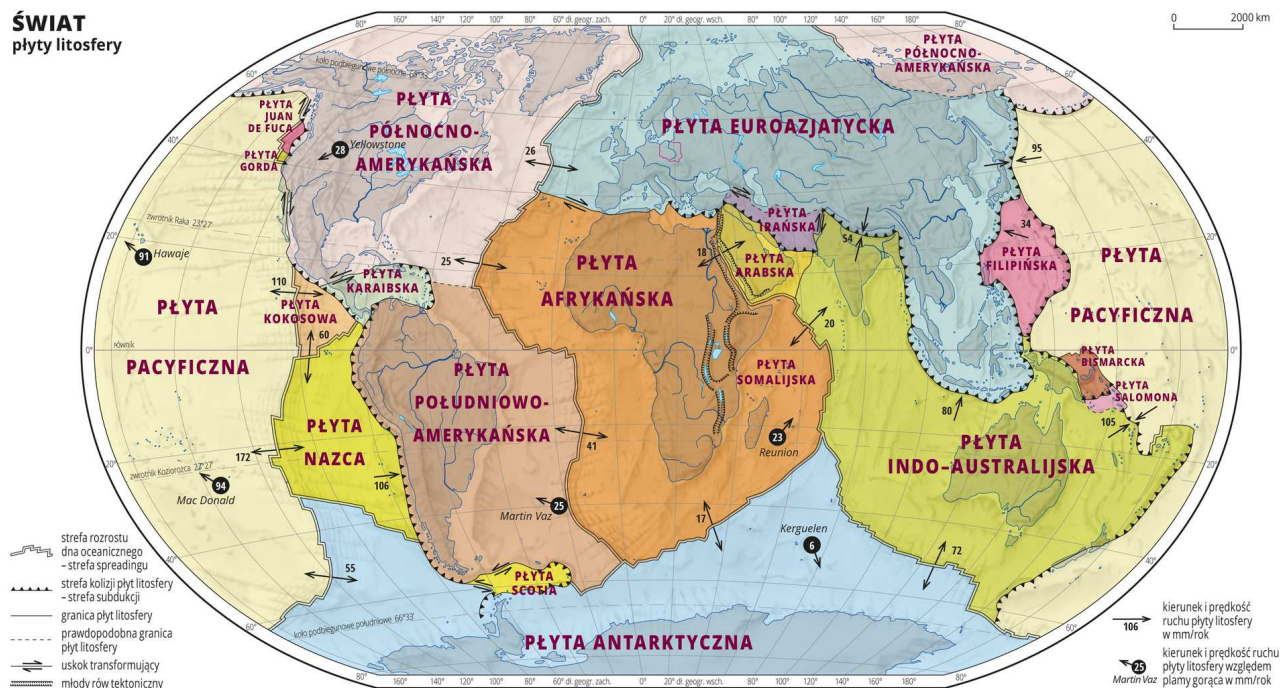
Ziemi. Skorupa ziemiska wraz ze skalną górną częścią płaszcza tworzy **litosferę**. **Minerały** to najmniejsze komponenty skorupy ziemskiej. Naturalne skupiska jednego lub wielu minerałów formują **skały**. Można je podzielić na trzy podstawowe grupy: **skały magmowe**, **skały osadowe** i **skały metamorficzne**.



Poszczególne warstwy Ziemi i temperatura w nich panująca

2. Płytkowa budowa litosfery. Ruchy górotwórcze

Teoria tektoniki płyt litosfery wyjaśnia przyczyny istnienia gór, wybuchów wulkanów i występowania trzęsień ziemi. Litosfera dzieli się na ogromne płyty, które pokrywają całą planetę i unoszą się na plastycznym płaszczu ziemskim. Płyty mogą się rozsuwać (**strefa spreadingu**) lub ze sobą zderzać (**strefa subdukcji**). Ponadto przemieszczają się równolegle względem siebie wzdłuż linii **uskoków**. Masy skalne zgniatane i wypiętrzane w wyniku kolizji dwóch płyt litosfery plastycznie wyginają się i powstają **góry fałdowe**. Proces ten nazywamy **orogenezą**, inaczej **ruchami górotwórczymi**. Gdy masyw lądowy jest sztywny i odporny na fałdowanie, to na skutek wspomnianych ruchów górotwórczych i towarzyszących im naprężeń zostaje pocięty uskoki i obszar przekształca się w **góry zrębowe**.



Źródło: Wydawnictwo Edukacyjne Wiking, licencja: CC BY 3.0.

3. Dzieje Ziemi

Wiek Ziemi wynosi ok. **4,6 mld lat**. W wyniku analizy ułożenia warstw skalnych można określić wiek skał (skała starsza, skała młodsza). Rodzaj skały to zarazem informacja na temat warunków, w jakich powstawała. W niektórych można znaleźć szczątki dawnych roślin lub zwierząt, tzw. **skamieniałości**. Te powstałe z organizmów, które żyły w dość krótkim czasie i występowały powszechnie na znacznych obszarach, to **skamieniałości przewodnie**. Na ich podstawie można ustalić **wiek względny** skał. Badając zawartość pierwiastków promieniotwórczych, wyznacza się **wiek bezwzględny** skał. Najczęściej używanymi do uzgodnienia czasu geologicznego jednostkami są **ery**. Wchodzą one w skład **eonów**. Istotne wydarzenia geologiczne widoczne w skałach umożliwiły podział er na **okresy geologiczne**. W **archaiku** kształtowała się skorupa ziemska, atmosfera oraz hydrosfera. Powstały także fundamenty wszystkich kontynentów.

W **erze paleozoicznej** wystąpiły dwie orogenezy. **Orogeneza kaledońska** – na terenie Polski nastąpiło wypiętrzenie części Gór Świętokrzyskich i Sudetów, w Europie uformowały się m.in. Góry Kaledońskie, Grampian i Góry Skandynawskie. W **orogenezie hercyńskiej** ukształtowały się m.in. Sudety, a także przeobrażone zostały Góry Świętokrzyskie na terenie Polski, w Europie m.in. Wogezy, Rudawy, Schwarzwald, Harz, Góry Kantabryjskie i Iberyjskie. W **erze mezozoicznej** intensywnie zachodził proces ruchu płyt litosfery i rozpadły się pierwotne masywy lądowe. **Era kenozoiczna** zdominowana jest przez ruchy

górotwórcze **orogenezy alpejskiej** (powstały Karpaty i Alpy). Koniec kenozoiku przyniósł między innymi **złodowacenia**.

Eon	Era	Okres	Epoka	Datowanie bezwzględne
fanerozoik	kenozoik	czwartorzęd	holocen	11,7 tys.
			plejstocen	2,6 mln
		neogen		23 mln
		paleogen		66 mln
	mezozoik	kreda		145 mln
		jura		201 mln
		trias		252 mln
	paleozoik	perm		299 mln
		karbon		359 mln
		dewon		419 mln
		sylur		443 mln
		ordowik		485 mln
kambr		541 mln		
proteozoik	prekambr*			4 6 mld
archaik				

*Prekambr nie jest ani eonem, ani erą, ani okresem, ani także epoką; jest natomiast bardzo często stosowaną nieformalną jednostką chronologiczną dziejów Ziemi, obejmującą czas od powstania Ziemi do początku okresu kambryjskiego.

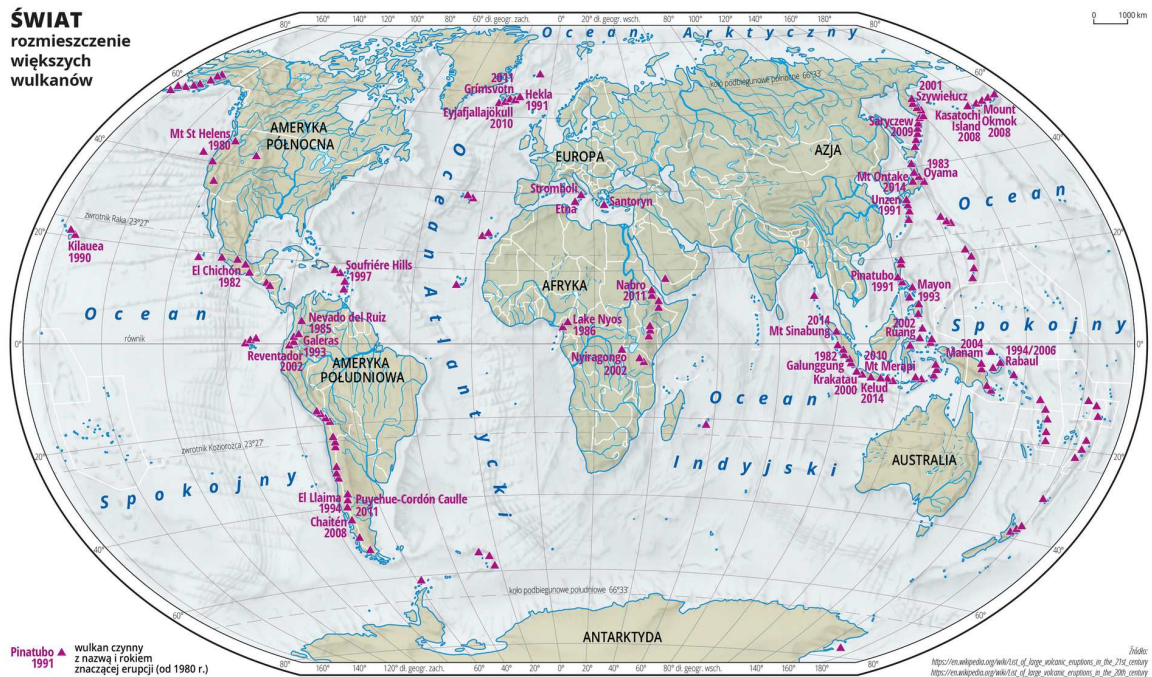
Źródło: Roman Nowacki, Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

4. Wulkanizm i trzęsienia ziemi

Wulkanizm i trzęsienia ziemi są zjawiskami dobrze znanymi wielu mieszkańcom naszej planety. Większość czynnych wulkanów kuli ziemskiej znajduje się w **pacyficznym pierścieniu ognia**. Wulkany występują również w Europie, w Afryce, na Hawajach i w górach Kaukazu.

Miejsce, w którym na powierzchnię kontynentów lub na dno morza punktowo wydobywa się lava i inne produkty wulkaniczne, nazywamy **wulkanem**. **Magma** to gorące, znajdujące się pod powierzchnią ziemi, roztopione skały z domieszką dużej ilości wody i gazów. **Lawa** to wylewająca się na powierzchnię roztopiona masa skalna. Wyróżniamy wulkany **stożkowe** i **tarczowe**.

Największe i najsilniejsze **trzęsienia ziemi** (czyli drgania skorupy ziemskiej) powstają w strefach kontaktu płyt litosfery. Źródło rozchodzenia się fal sejsmicznych zostało nazwane **hipocentrum**. Miejsce położone bezpośrednio nad nim na powierzchni Ziemi to **epicentrum**.

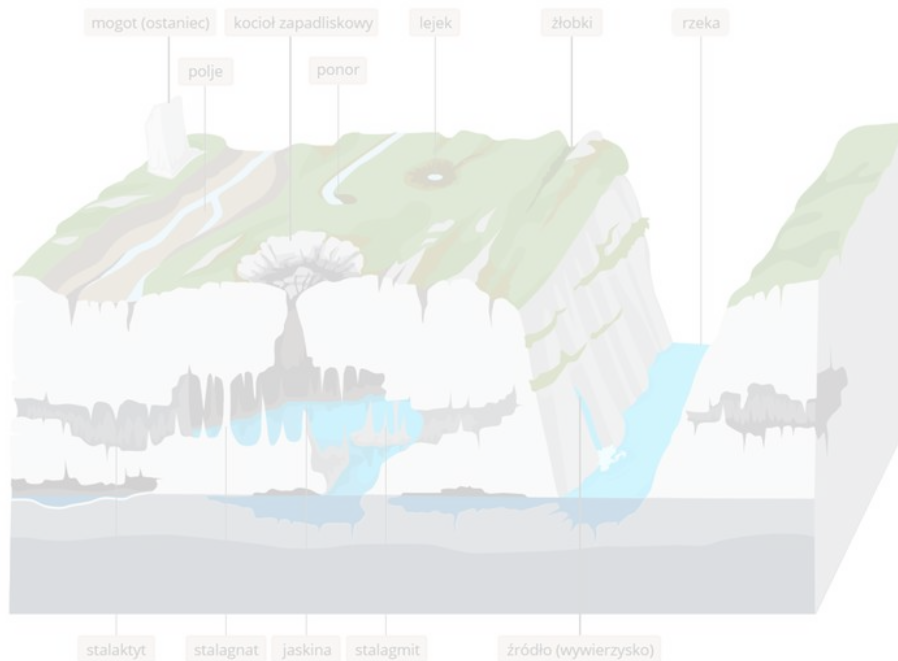


Mapa z rozmieszczeniem na Ziemi większych czynnych wulkanów

5. Wietrzenie skał

Wietrzenie skał to proces chemicznego lub fizycznego ich rozpadu. Wyróżniono wietrzenie **fizyczne** (mechaniczne), **chemiczne** (np. kras) i **biologiczne**. Każdy typ wietrzenia skał zachodzi w specyficznych warunkach klimatycznych. **Zjawiska krasowe** to wszystkie procesy i formy, zarówno powierzchniowe, jak i podziemne, występujące w obszarach zbudowanych ze skał rozpuszczalnych (wapieni, dolomitów, gipsu, kredy, soli).

Ruchy masowe pojawiają się na większości obszarów lądowych. Luźne masy skał oraz produkty wietrzenia (zwietrzelina) mogą przemieszczać się w dół stoku pod wpływem siły ciężkości. Ruchy masowe to m.in.: **osypywanie**, **odpadanie**, **obryw**, **spółzywanie**.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D9COSDG5q>

Przykładowe formy krasu powierzchniowego i podziemnego

6. Rzeźbotwórcza działalność wiatru

Wiatr może przejawiać działalność niszczącą, transportującą i budującą. Aby te procesy mogły zachodzić, muszą jednak wystąpić równocześnie następujące warunki:

- musi wiać wystarczająco silny wiatr;
- skały w podłożu muszą być silnie rozdrobnione;
- podłoże nie może być mokre;
- podłoże nie może być pokryte obfitą roślinnością.

Warunki te spełnione są na pustyniach prawie przez cały rok i tam działalność rzeźbotwórcza wiatru jest najsilniejsza. Wyróżnia się trzy główne typy pustyni: **erg** (pustynia piaszczysta), **serir** (pustynia żwirowa), **hamada** (pustynia skalista). Wywiewanie drobnego materiału skalnego przez wiatr nazywane jest **deflacją**. Wywiewany piasek może być przenoszony nawet na znaczne odległości. Usypane w ten sposób pagórki nazywane są **wydmami** (np. **barchany** czy **wydmamy paraboliczne**). Niesionymi przez siebie ziarnami piasku wiatr może uderzać w skały, szlifować je, żłobić, wygładzać i zarysowywać – to **korazja**. Bliżej powierzchni Ziemi proces korazji jest najsilniejszy. Powstają rozmaite, bardzo fantazyjne formy skalne, np. **grzyby skalne**, **jardangi** czy **graniaki**.



Olbrzymie barchany na pustyni Namib



Olbrzymia wydma paraboliczna w pobliżu miasta Iquique w północnym Chile utworzona przez wiatry wiejące od Oceanu Spokojnego

7. Rzeźbotwórcza działalność rzek i mórz

Poruszająca się woda potrafi mechanicznie niszczyć skały. Zjawisko to nazywamy **erozją**. W górnym biegu rzeki dominuje **erozja wgłębna** i **erozja wsteczna**, w środkowym biegu –

erozja boczna i mogą tworzyć się tam meandry. W dolnym biegu, a zwłaszcza u ujścia do morza lub jeziora, rzeka nie ma już siły erozyjnej, stopniowo traci zdolność transportu materiału i go osadza – to **akumulacja**. Wyróżniamy dwa typy ujść rzeki: **ujścia lejkowate** i **delty**.

Morze lub ocean mają silny wpływ na wąski pas lądu zwany **wybrzeżem**. Fale nieustannie poruszają mniejszymi fragmentami skał na brzegu, coraz silniej je rozdrabniają, tworząc plażę. Proces ten nazywamy **abrazją**. Niektóre wybrzeża w wyniku rozmaitych procesów narastają, a inne cofają się. W zależności od ukształtowania dna morza i brzegów lądu, procesów geologicznych, prądów morskich i niektórych organizmów wyróżniamy wiele typów wybrzeży. Najbardziej znane to: **fiordowe**, **klifowe**, **dalmatyńskie**, **mierzejowe**, **lagunowe** czy **szkierowe**.



Meandrująca rzeka Wda na Pojezierzu Pomorskim. Widoczne starorzecze



Delta Nilu – zdjęcie satelitarne



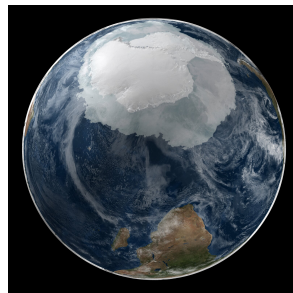
Wybrzeże klifowe – Dover, Wielka Brytania

8. Rzeźbotwórcza działalność lodowców i lądolodów

Na Ziemi wiele obszarów jest pokrytych **lodowcami góorskimi** i **lądolodami**, które tworzą się w odpowiednich warunkach klimatycznych i w miejscach o sprzyjającym ukształtowaniu powierzchni. Lądolody pokrywają niemal całą **Antarktydę** i większą część **Grenlandii**. Lodowce formują się powyżej **granicy wiecznego śniegu** w górach wszystkich kontynentów z wyjątkiem Australii. W wyniku niszczącej i budującej działalności lodowców powstaje wiele form polodowcowych, np. **cyrk lodowcowy**, **moreny**, **sandry** czy **jeziora polodowcowe**.



Najdłuższy górski lodowiec Alp – Aletsch (Szwajcaria) o długości 23,6 km i miejscami grubości 700 m

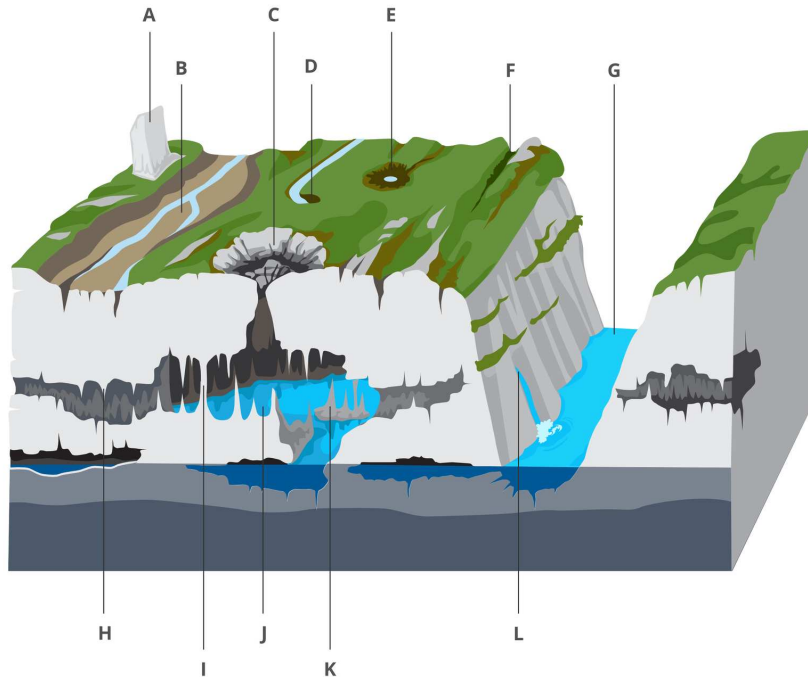


Największy lądolód na świecie pokrywający cały kontynent leżący wokół południowego bieguna – Antarktydę

Zadania

Pamiętam i rozumiem

1. Wymień warstwy wnętrza Ziemi.
2. Wyjaśnij pojęcia: litosfera, minerał, tektonika płyt litosfery, skamieniałości przewodnie, wulkan, epicentrum, serir, kras, erozja, lądolód.
3. Od czego zależy występowanie lodowców i lądolodów na Ziemi?
4. Omów mechanizm powstawania klifu. Wymień przykłady znanych ci wybrzeży klifowych na świecie.
5. Wyjaśnij pojęcia: stalagmit, stalaktyt, stalagnat, mogot, polje. Wskaż odpowiadające im elementy na poniższym schemacie.



Źródło: Tomorrow sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

6. Wymień ery występujące w podziale dziejów Ziemi. Przyporządkuj podane okresy geologiczne do jednej z nich: trias, jura i kreda.
7. Wymień 3 formy powstałe w wyniku procesów eolicznych zachodzących na naszej planecie.

Czytam i interpretuję

1. Wśród przedstawionych na zdjęciach skamieniałości rozpoznaj skamieniałości przewodnie.



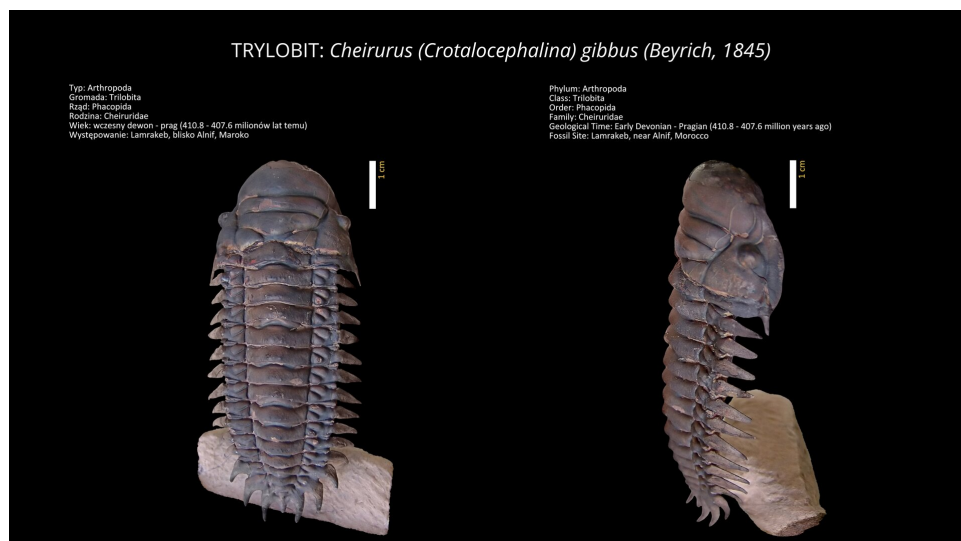
Źródło: Andrzej Boczarowski, edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.



Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

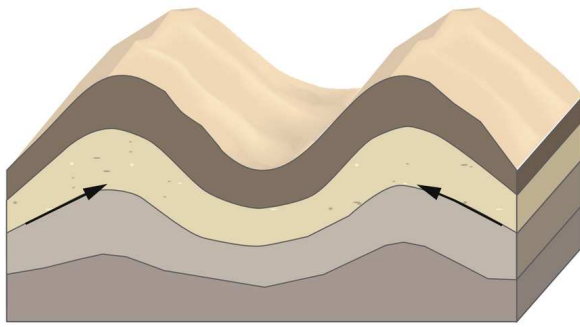
Źródło: Andrzej Boczarowski, edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Animacja ukazująca Tiktaalik – skamieniałość ryby o cechach upodabniających ją do współczesnych czworonożnych płazów. Na brązowej podstawie skamieniały szkielet. Pysk wydłużony płaski, oczy blisko osadzone, zachowane łuki skrzelowe. Masywne żebra, przednie płetwy mocne i rozrośnięte. Na górze podziałka. Wielkość szkieletu około siedemdziesiąt centymetrów.

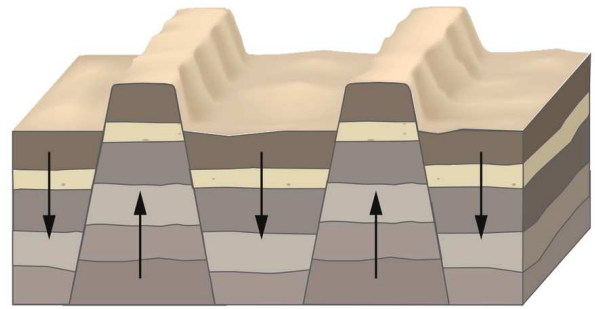


Źródło: Andrzej Boczarowski, edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

2. Nazwij typy gór przedstawione na schemacie i krótko scharakteryzuj sposób ich powstawania.



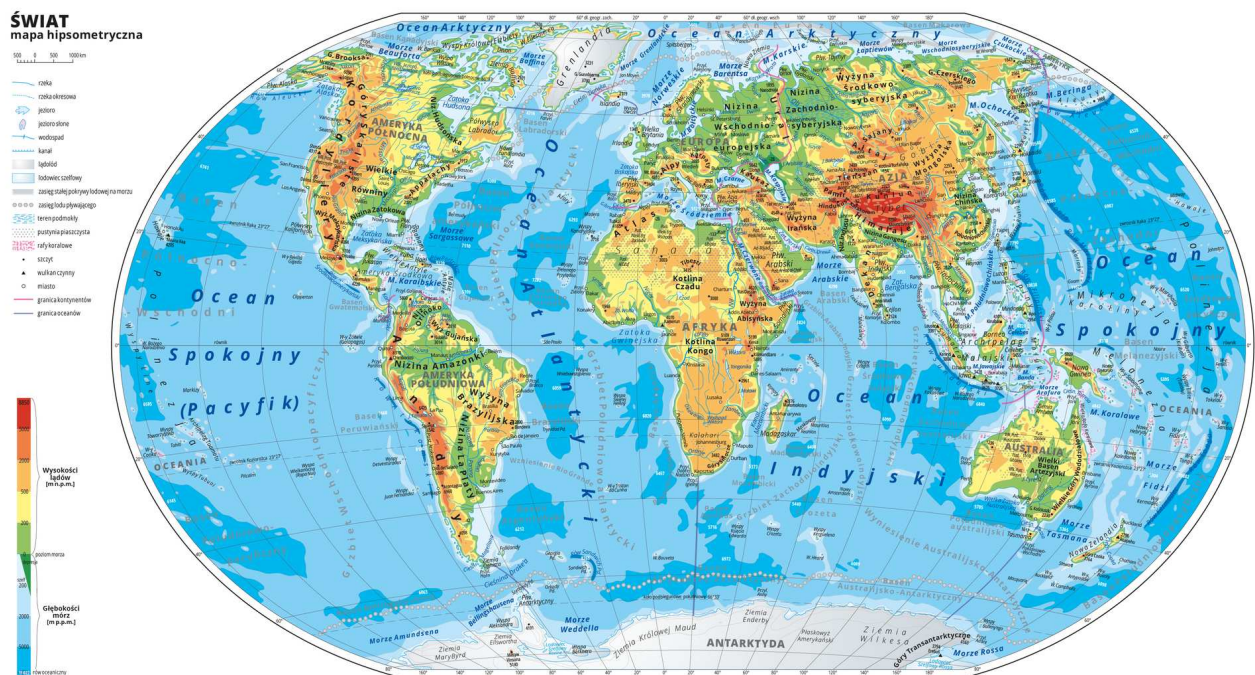
A



B

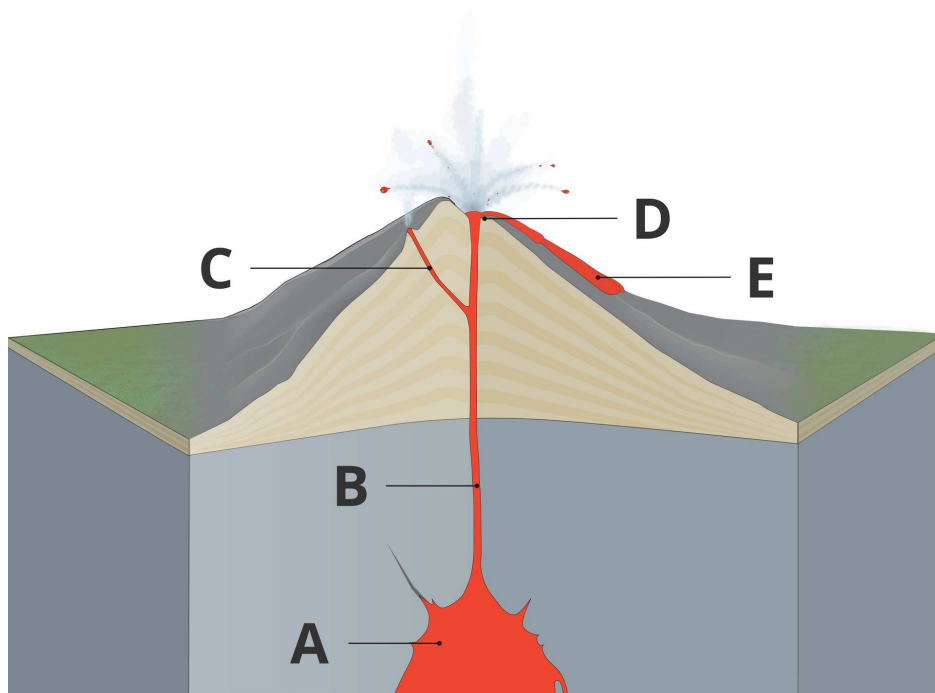
Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.

3. Wskaż obszary na Ziemi, na których dochodzi do wybuchów wulkanów i trzęsień ziemi.



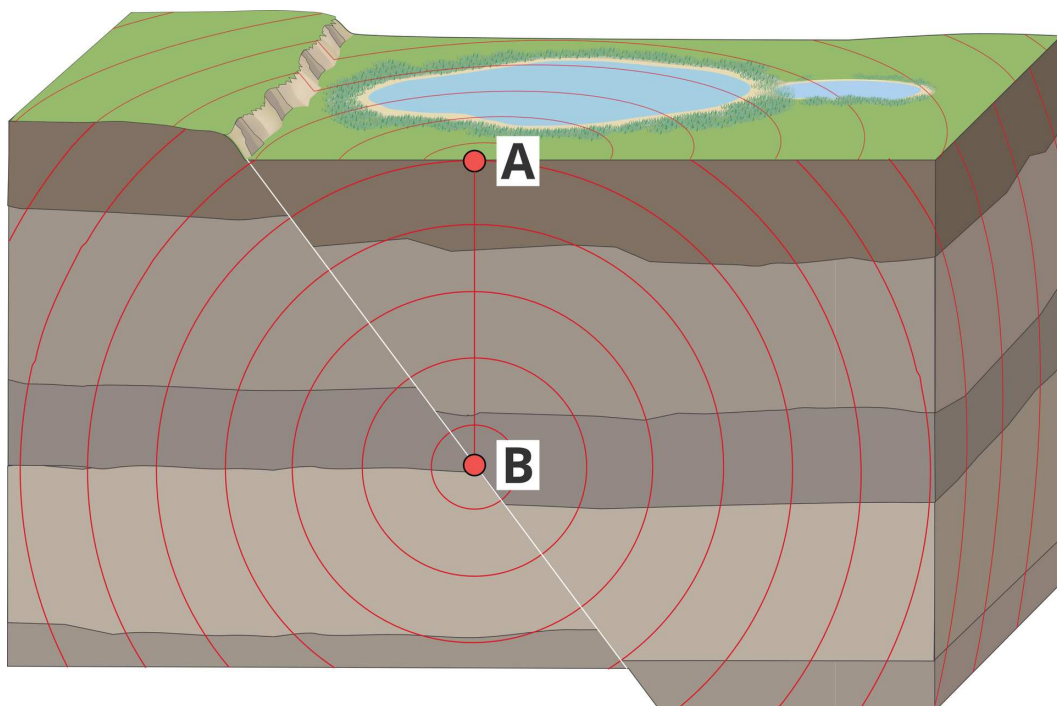
Źródło: Wydawnictwo Edukacyjne Wiking, licencja: CC BY 3.0.

4. Wybierz z listy prawidłowe nazwy elementów wulkanu: komin wulkaniczny, krater, potok lawy, komin boczny, ognisko magmy i przypisz je do odpowiedniej litery na schemacie. Wyjaśnij, czym się różni komin boczny od głównego komina wulkanicznego.



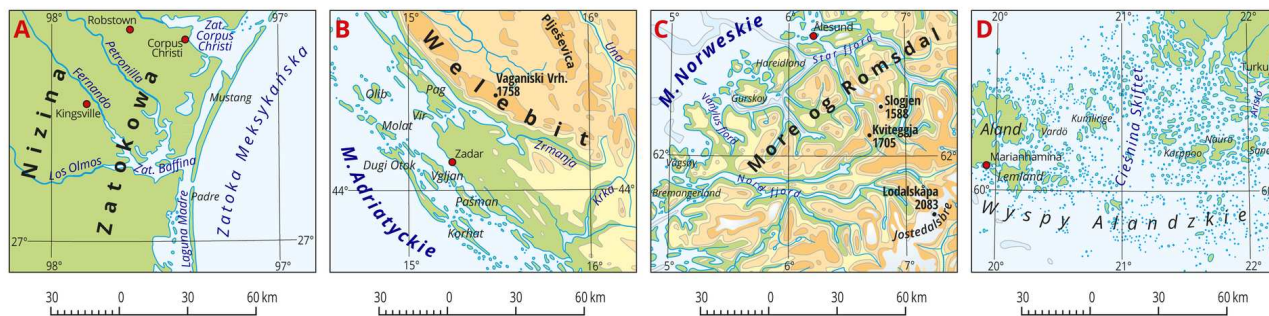
Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.

5. Wskaż na schemacie epicentrum i hipocentrum, a następnie wyjaśnij te pojęcia.



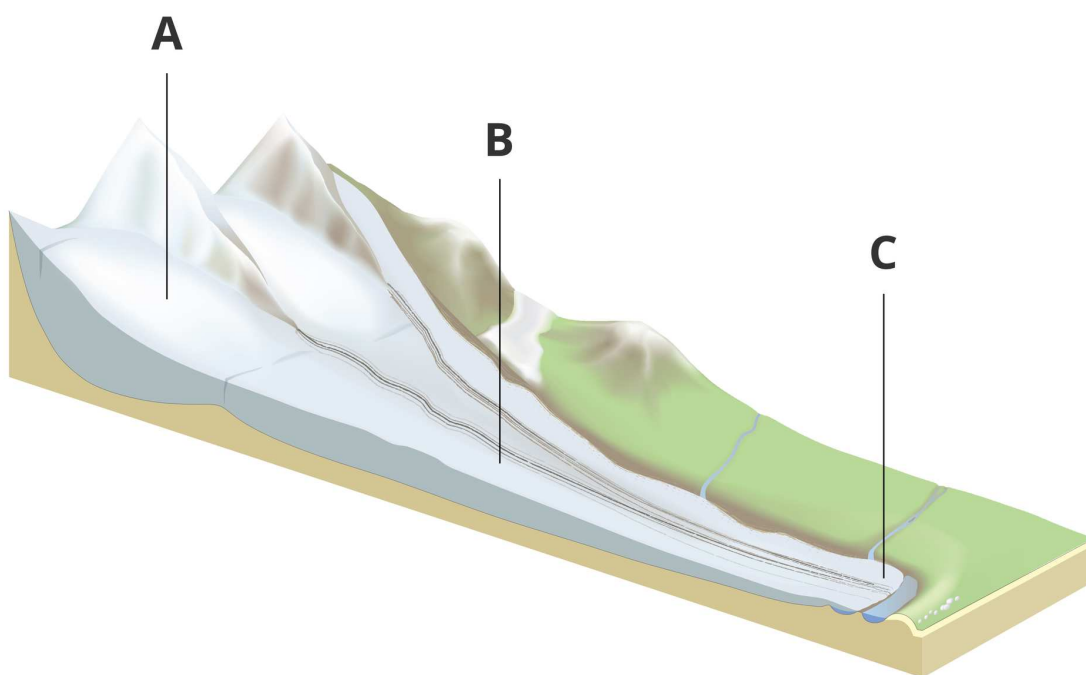
Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.

6. Nazwij widoczne na mapach typy wybrzeży.



Źródło: Wydawnictwo Edukacyjne Wiking, licencja: CC BY 3.0.

7. Do zaznaczonych na schemacie elementów lodowca dobierz prawidłowy opis: czoło lodowca, pole firnowe, jezior lodowcowe.



Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.

8. Rozwiąż poniższe zadanie.

Ćwiczenie 1

Przyporządkuj nazwy form do typu wietrzenia, w wyniku którego formy te powstały.

wietrzenie fizyczne

polje

wywierzysko

stalaktyty

jeziora krasowe

zwietrzelina

zwietrzelina

ostańce wapienne (mogoty)

zwietrzelina

gołoborza

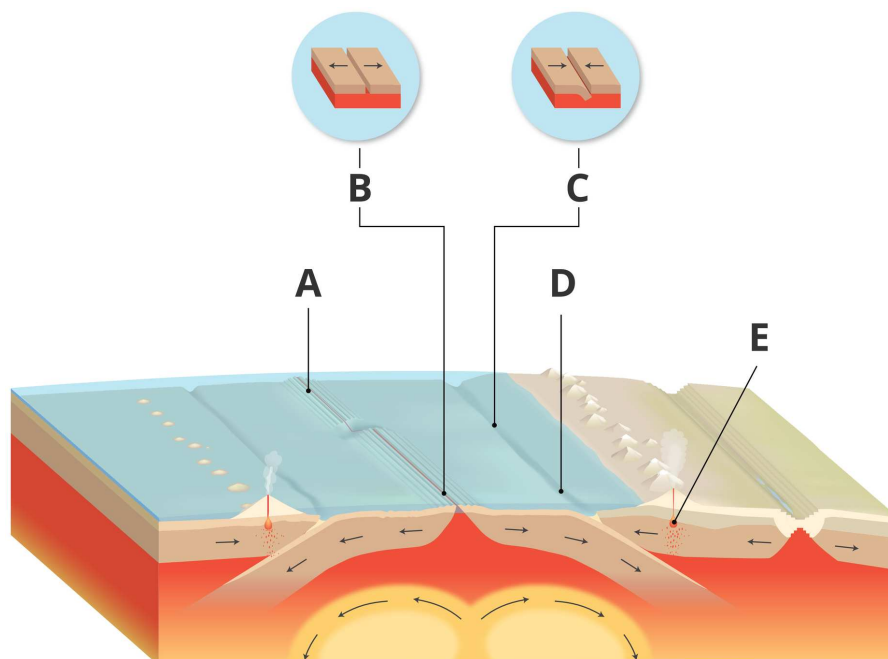
wietrzenie chemiczne

wietrzenie biologiczne

Źródło: Beata Sienkiewicz, licencja: CC BY 3.0.

Rozwiązuję problemy

1. Przyporządkuj następujące określenia: spreading, subdukcja, rów oceaniczny, grzbiet oceaniczny, ognisko magmowe odpowiednim literom na rysunku. Odpowiedz, w której ze stref, spreadingu czy subdukcji, powstaje grzbiet oceaniczny, a w której rów oceaniczny. Objasnij mechanizm ich powstawania.



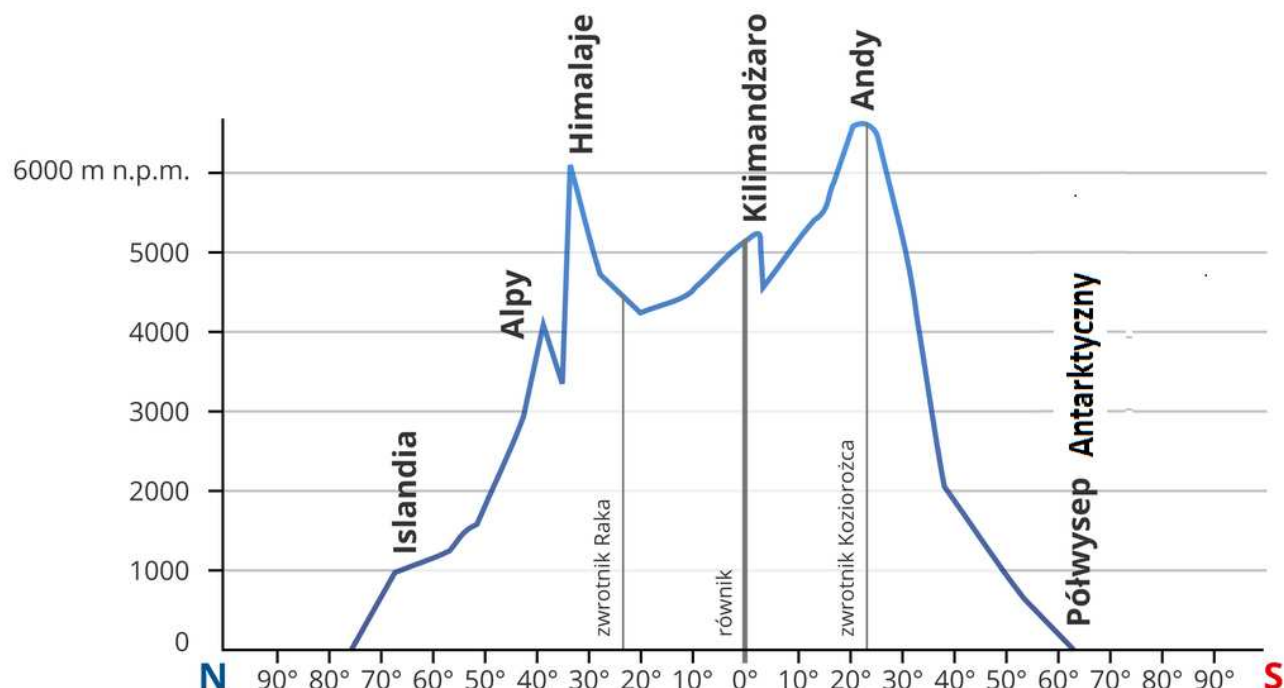
Źródło: Olga Mikos, licencja: CC BY 3.0.

2. W podanych zestawach (A, B, C) skał wybierz te, które do tego zestawu nie pasują ze względu na genezę. Swoją odpowiedź uzasadnij.

Zadanie

A	kwarcyt	łupek	gips
B	torf	wapień	marmur
C	bazalt	węgiel kamienny	granit

3. Wyjaśnij, dlaczego wietrzenie chemiczne najintensywniej zachodzi w klimacie gorącym i wilgotnym, a wietrzenie fizyczne zachodzi w tym klimacie najslabiej.
4. Wykorzystując informacje zapisane na rysunku i własną wiedzę, odpowiedz na pytania:



Granica wiecznego śniegu w zależności od szerokości geograficznej

1. Dlaczego w okolicach zwrotnika Koziorożca na półkuli południowej granica wiecznego śniegu jest wyżej niż w okolicach zwrotnika Raka na półkuli północnej?
2. W jakich szerokościach geograficznych granica wiecznego śniegu przebiega na poziomie morza?
3. Dlaczego granica wiecznego śniegu w obszarach równikowych przebiega na ok. 5 tys. m n.p.m, w okolicach zwrotników na półkuli północnej na ok. 6 tys. m n.p.m., a na południowej na ok. 7 tys. m n.p.m.?

Projekt badawczy

Projekt badawczy – poznajemy skały

Autor: Beata Sienkiewicz	Tytuł projektu	Poznajemy skały
	Temat projektu	Skały wokół nas
	Badana hipoteza	Czy w moim najbliższym otoczeniu znajdę przykłady zastosowania skał? Próba wskazania skały najpowszechniej wykorzystywanej

	Materiały źródłowe	Dział: IV. Czynniki i procesy rzeźbotwórcze Lekcja: Budowa wnętrza Ziemi Pomocne książki: <i>Kieszonkowy atlas skał i minerałów</i>, Monica Price, Kevin Walsh, Solis, Warszawa 2010 Strona internetowa z mapą geologiczną, która może posłużyć do ewentualnego ustalenia, gdzie w najbliższej okolicy dana skała występuje w formie naturalnej: http://m.bazagis.pgi.gov.pl/cbdg/#/main
Uczeń	Co dokładnie mam zamiar zrobić, by sprawdzić, czy hipoteza jest prawdziwa?	Obserwacja najbliższego otoczenia – okolicy szkoły, miejsca zamieszkania, miasta pod kątem zastosowania skał
	Co trzeba przygotować, by zweryfikować hipotezę?	Wskazać 10 miejsc, w których w różny sposób zastosowano skały. Wybrane miejsca należy sfotografować
	Co będę obserwować (mierzyć)?	Skały w wybranych 10 miejscach
	Czas trwania (ile czasu potrzeba, by wykonać projekt)	Minimum 5 dni

Wyniki i wnioski z projektu badawczego

Źródło: Beata Sienkiewicz, licencja: CC BY 3.0.

Test sprawdzający do działu IV. Czynniki i procesy rzeźbotwórcze Ziemi

Test sprawdzający

Źródło: Beata Sienkiewicz, licencja: CC BY 3.0.

Klucz testu

Źródło: Beata Sienkiewicz, licencja: CC BY 3.0.