

# NOWE Oblicza geografii

1 PODRĘCZNIK • LICEUM • TECHNIKUM  
ZAKRES PODSTAWOWY

NOWOŚĆ  
EDYCJA 2024

ZMIANY  
W PODSTAWACH  
2024



oznaczenia  
usuniętych  
treści

nowa  
era



# NOWE Oblicza geografii

**1** PODRĘCZNIK • LICEUM • TECHNIKUM  
ZAKRES PODSTAWOWY

ROMAN MALARZ  
MAREK WIĘCKOWSKI





# NOWE Oblicza geografii

Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania geografii, na podstawie opinii rzeczoznawców:

**prof. dr. hab. Marcina Wójcika, mgr. Krzysztofa Zielińskiego, dr Iwony Wandy Grygiel.**

Etap edukacyjny: III

Typ szkoły: liceum ogólnokształcące i technikum

**Rok dopuszczenia: 2024**

**Numer ewidencyjny w wykazie MEN: 1212/1/2024**

Podręcznik został opracowany na podstawie *Programu nauczania geografii w zakresie podstawowym dla liceum ogólnokształcącego i technikum – NOWE Oblicza geografii* autorstwa Ewy Marii Tuz, Barbary Dziedzic oraz Barbary Korbel.

Nabyta przez Ciebie publikacja jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy o przestrzeganie praw, jakie im przysługują. Zawartość publikacji możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym, ale nie umieszczaj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, to nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. Możesz skopiować część publikacji jedynie na własny użytek.

Szanujemy cudzą własność i prawo. Więcej na [www.legalnakultura.pl](http://www.legalnakultura.pl)



© Copyright by Nowa Era Sp. z o.o. 2024  
ISBN 978-83-267-4974-2

**Konsultacja merytoryczno-dydaktyczna:** dr Tomasz Rachwał.

**Koordinacja prac i redakcja merytoryczna:** Piotr Jaworski. **Redakcja merytoryczna:** Dariusz Ortman.

**Redakcja językowa:** Anna Lota, Agnieszka Szymanowska-Pancer.

**Współpraca redakcyjna:** Roksana Blech, Paulina Rosiak.

**Nadzór artystyczny:** Kaia Pichler. **Opieka graficzna:** Maciej Galiński, Marcin Oleksak.

**Projekt okładki:** Maciej Galiński. **Projekt graficzny:** Marek Błoszko, Sławomir Włodarczyk.

**Opracowanie graficzne:** Marek Błoszko, Elżbieta Buczkowska, Aleksandra Misiak, Krzysztof Mrawiński, Marek Nawrocki, Marcin Oleksak, Alicja Skupin-Podwojewska, Zuzanna Sri, Grażyna Truchlińska, Sławomir Włodarczyk, Jakub Woliński.

**Ilustracje:** Ewelina Baran, Elżbieta Buczkowska, Rafał Buczkowski, Marta Długokęcka, Natalia Helman, Wioleta Herczyńska, Ewa Kaletyn, Adam Klodecki, Laura Maziewska, Krzysztof Mrawiński, Marek Nawrocki, Marcin Oleksak, Joanna Ptak, Wojciech Sendal, Ewa Sowulewska.

**Mapy:** Zespół Kartograficzny Nowa Era. **Fotoserwis:** Bogdan Wańkowicz.

**Realizacja projektu graficznego:** Mariusz Trzaskalski.

Wydawnictwo dołożyło wszelkich starań, aby odnaleźć posiadaczy praw autorskich do wszystkich utworów zamieszczonych w podręczniku. Pozostałe osoby prosimy o kontakt z Wydawnictwem.

Nowa Era Sp. z o.o.

Aleje Jerozolimskie 146 D, 02-305 Warszawa

[www.nowaera.pl](http://www.nowaera.pl), e-mail: [nowaera@nowaera.pl](mailto:nowaera@nowaera.pl)

Centrum Kontaktu: 58 721 48 00

Druk i oprawa: Quad/Graphics Europe Sp. z o.o.

## O czym jest podręcznik?

W podręczniku *NOWE Oblicza geografii 1* znajdziesz ważne i ciekawe informacje dotyczące geografii fizycznej, m.in. wszechświata, atmosfery, zasobów wodnych Ziemi, a także wnętrza naszej planety i ukształtowania jej powierzchni. Dzięki tym wiadomościom odpowiesz na wiele pytań dotyczących środowiska, w którym żyjesz.

Gdzie płynie rzeka pięciu kolorów?

Czy na wszystkich pustyniach jest gorąco?

Dlaczego Pluton nie jest już planetą?

## Do czego służą poszczególne elementy podręcznika?

### Ważne na tej lekcji!

**Wypunktowanie głównych zagadnień i umiejętności** pomoże Ci ustalić, co w danym temacie jest najważniejsze.

### W Twoim regionie

Te **instrukcje** pomogą Ci analizować elementy środowiska geograficznego występujące w Twoim miejscu zamieszkania.

### Okiem geografa

W tym **elemencie** zjawiska i procesy omawiane w lekcji zostały zaprezentowane na wspaniałych fotografiach z najciekawszych miejsc na Ziemi.

### Czy wiesz, że...

Dzięki **ciekawostkom** zdobędziesz interesujące informacje związane z lekcją.

### Ćwiczenia

Wykonanie **poleceń** umieszczonych na końcu tematu pozwoli Ci utrwalić zdobytą wiedzę.

### Krok po kroku

Dzięki **samouczkom** opanujesz najważniejsze umiejętności geograficzne.

### Słowniczek

W tym elemencie wyjaśniono ważne **terminy**.

### Dane statystyczne

**Tabele z danymi statystycznymi** pozwolą Ci szybko sprawdzić i porównać wybrane informacje z zakresu geografii fizycznej.

## Podsumowanie

Na tych stronach znajdziesz **najważniejsze informacje** z danego rozdziału podane w przejrzystej formie. Dzięki nim uporządkujesz i utrwalisz zdobytą wiedzę.

## Sprawdź, czy potrafisz!

**Zadania** zamieszczone po każdym rozdziale umożliwią Ci doskonalenie umiejętności geograficznych oraz ułatwią powtarzanie wiedzy przed sprawdzianami. Pamiętaj, aby odpowiedzi zapisywać w zeszytach.



Spis treści

Geografia jako nauka ..... 5

I. Obraz Ziemi

1. Źródła informacji geograficznej ..... 8  
2. Mapa jako obraz Ziemi ..... 13  
3. Korzystamy z mapy ..... 18  
Podsumowanie ..... 24  
Sprawdź, czy potrafisz! ..... 25

II. Ziemia we wszechświecie

1. Wszechświat i Ziemia ..... 28  
2. Ruch obrotowy Ziemi ..... 36  
3. Ruch obiegowy Ziemi ..... 41  
Podsumowanie ..... 45  
Sprawdź, czy potrafisz! ..... 46

III. Atmosfera

1. Temperatura powietrza ..... 48  
2. Ciśnienie atmosferyczne ..... 53  
3. Opady atmosferyczne ..... 60  
4. Prognozowanie pogody ..... 65  
5. Klimaty na kuli ziemskiej ..... 69  
Podsumowanie ..... 76  
Sprawdź, czy potrafisz! ..... 77

IV. Hydrosfera

1. Zasoby wodne Ziemi. Wszechoccean ..... 80  
2. Wody powierzchniowe ..... 86  
3. Lodowce górskie i lądolody ..... 92  
Podsumowanie ..... 98  
Sprawdź, czy potrafisz! ..... 99

V. Litosfera. Procesy wewnętrzne

1. Skały. Budowa wnętrza Ziemi ..... 102  
2. Tektonika płyt litosfery ..... 109  
3. Plutonizm, wulkanizm i trzęsienia ziemi .... 115  
Podsumowanie ..... 122  
Sprawdź, czy potrafisz! ..... 123

VI. Litosfera. Procesy zewnętrzne

1. Wietrzenie. Procesy krasowe ..... 126  
2. Rzeźbotwórcza działalność rzek ..... 134  
3. Rzeźbotwórcza działalność lodowców  
górskich i lądolodów ..... 139  
4. Rzeźbotwórcza działalność morza ..... 144  
5. Rzeźbotwórcza działalność wiatru ..... 149  
Podsumowanie ..... 154  
Sprawdź, czy potrafisz! ..... 155

VII. Pedosfera i biosfera

1. Gleby na kuli ziemskiej ..... 158  
2. Szata roślinna na Ziemi ..... 164  
Podsumowanie ..... 169  
Sprawdź, czy potrafisz! ..... 170

Sprawdź, czy potrafisz! – klucz odpowiedzi ... 171  
Słowniczek ..... 174  
Dane statystyczne ..... 184  
Indeks ..... 188



Geografia jako nauka

Geografia jako nauka jest Ci znana już od szkoły podstawowej. Zapewne potrafisz wyjaśnić niektóre procesy zachodzące na Ziemi oraz wymienić charakterystyczne cechy jej krajobrazów. Z pewnością znasz też wiele terminów geograficznych.

Z zagadnieniami geografii masz do czynienia codziennie. Wiadomości, które są podawane w radiu, telewizji i internecie, dotyczą wydarzeń z różnych części świata. Z pewnością często sprawdzasz prognozę pogody i niemal każdego dnia możesz obserwować różnorodne zjawiska przyrodnicze, np. opady atmosferyczne czy wschody i zachody Słońca.

Czym się zajmuje geografia?

Wyraz *geōgraphía* pochodzi z języka greckiego i oznacza ‘opis Ziemi’. Od starożytności aż do połowy XIX w. geografia zajmowała się głównie opisywaniem świata. Z czasem,

w wyniku rozwoju nauki, w obrębie geografii wydzielano kolejne dyscypliny naukowe. Z tego powodu w odniesieniu do geografii zaczęto coraz częściej stosować określenie *nauki geograficzne*.

Obecnie ta dziedzina wiedzy zajmuje się przede wszystkim badaniem **środowiska geograficznego**. Składają się na nie:

- ▶ elementy środowiska przyrodniczego,
  - ▶ elementy powstałe w wyniku społecznej i gospodarczej działalności człowieka.
- Do najistotniejszych zadań współczesnej geografii należą m.in.:
- ▶ identyfikowanie oraz wyjaśnianie związków i zależności między elementami środowiska geograficznego,
  - ▶ prognozowanie wpływu działalności człowieka na środowisko,
  - ▶ opisywanie zjawisk i procesów, wyjaśnianie ich przyczyn oraz przewidywanie skutków, które mogą wywołać.

Sfery Ziemi

W trakcie powstawania naszej planety wykształciły się powiązane ze sobą i wzajemnie się przenikające sfery. Wyróżnia się pięć podstawowych sfer Ziemi:

- 1 litosferę – powłokę skalną,
- 2 hydrosferę – powłokę wodną,
- 3 atmosferę – powłokę gazową,
- 4 biosferę – powłokę organizmów,
- 5 pedosferę – powłokę glebową.

Dodatkowo na kuli ziemskiej wyróżnia się też antroposferę 6 – sferę życia i działalności człowieka.





## Podział nauk geograficznych

Ze względu na przedmiot badań geografie dzieli się na:

- ▶ **geografię fizyczną**, która bada naturalne procesy zachodzące na powierzchni Ziemi oraz w jej wnętrzu (przedmiotem zainteresowania tej dziedziny wiedzy są składniki środowiska przyrodniczego, np. skały, woda, powietrze i gleba),
  - ▶ **geografię społeczno-ekonomiczną**, która m.in. analizuje rozmieszczenie i zróżnicowanie ludności na Ziemi, opisuje różnorodne formy działalności gospodarczej oraz bada wpływ człowieka na środowisko przyrodnicze.
- Innym kryterium podziału geografii jest przestrzenny zakres badań. Na tej podstawie wyróżnia się:
- ▶ **geografię kompleksową**, zajmującą się środowiskiem geograficznym całościowo,



Odkrywanie, wyjaśnianie i opisywanie zjawisk oraz różnorodnych procesów przyrodniczych (np. powstawania wulkanów) to domena geografii fizycznej (fot. wulkan Fudzi).

- ▶ **geografię regionalną**, która analizuje zjawiska przyrodnicze i społeczno-gospodarcze występujące w poszczególnych regionach geograficznych.

Uproszczony podział nauk geograficznych



# I. Obraz Ziemi

1. Źródła informacji geograficznej
2. Mapa jako obraz Ziemi
3. Korzystamy z mapy





# 1 Źródła informacji geograficznej

## Ważne na tej lekcji!

- źródła informacji geograficznej i ich wykorzystywanie
- zastosowanie zdjęć satelitarnych
- obserwacje i pomiary prowadzone w terenie
- metody prezentacji danych liczbowych
- wykorzystanie narzędzi GIS

Dla większości z nas podstawowym źródłem informacji jest obecnie internet. Sprawdzamy w nim prognozy pogody, rozkłady jazdy i natężenie ruchu, szukamy treści przydatnych w szkole, czytamy o różnych miejscach na świecie oraz o współczesnych lub minionych wydarzeniach. Aby zdobyć informacje, sięgamy również do książek, czasopism i atlasów, a także oglądamy telewizję i słuchamy radia. Z jakich źródeł informacji warto korzystać na lekcjach geografii? Tego m.in. dowiesz się podczas tej lekcji.

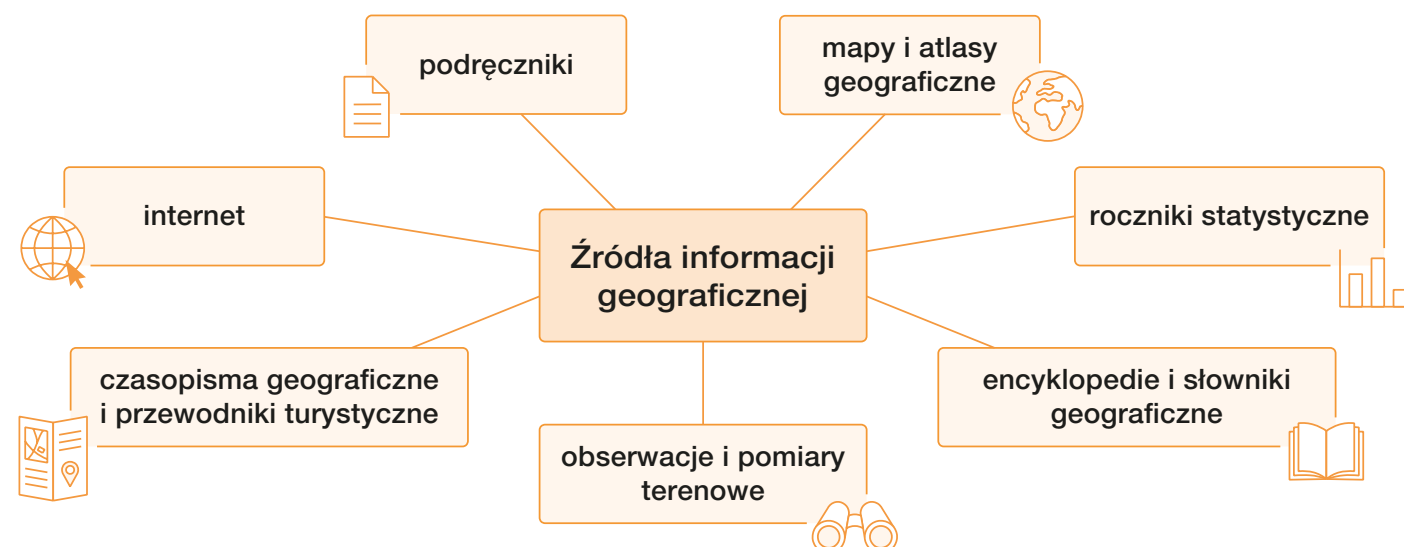
## Podstawowe źródła informacji geograficznej

Najczęściej wykorzystywanymi na lekcjach źródłami informacji geograficznej są **podręczniki**. Znajdują się w nich m.in. wiadomości dotyczące ruchów Ziemi i zróżnicowania sieci rzecznej na naszej planecie, a także opisy różnych zjawisk, np. tych, które zachodzą

w atmosferze. Na fotografiach zamieszczonych w podręczniku można zobaczyć, jak wyglądają wybrane obiekty geograficzne, a dzięki ilustracjom i schematom łatwiej zrozumieć charakter oraz przebieg różnych procesów.

Cennych informacji geograficznych dostarczają **atlasy geograficzne**, czyli zbiory map o różnej tematyce. Na tych mapach przedstawia się elementy środowiska geograficznego lub informacje dotyczące danego zagadnienia. Dzięki mapom można określić położenie obiektów, a także wskazać i porównać zasięg występowania zjawisk na wybranych obszarach.

Rzetelną wiedzę zawierają również **encyklopedie** oraz **słowniki geograficzne**. Znajdują się w nich rozmaite informacje dotyczące geografii fizycznej i geografii społeczno-ekonomicznej, a także definicje pojęć geograficznych.



Wiarygodnymi źródłami informacji geograficznej są **roczniki statystyczne**, w których umieszcza się różnorodne dane liczbowe. Z tych publikacji można się np. dowiedzieć, ile dzieci urodziło się w Polsce w danym roku lub ile wyprodukowano w niej wówczas samochodów. Najnowsze dane są dostępne w serwisach prowadzonych przez wyspecjalizowane instytucje. W Polsce taką instytucją jest np. Główny Urząd Statystyczny (GUS).



W serwisie GUS znajdują się dane dotyczące większości dziedzin naszego życia.

Wiedzę geograficzną można też czerpać z **czasopism geograficznych** i **przewodników turystycznych**. W czasopismach geograficznych zazwyczaj publikuje się najnowsze informacje ze świata nauki (np. aktualne wiadomości o zmianach klimatu). Z kolei przewodniki turystyczne zawierają wiele ciekawostek o wybranych zakątkach świata i przydają się zwłaszcza osobom planującym lub odbywającym podróż.

Powszechnie wykorzystywanym źródłem wiedzy geograficznej jest **internet**. W sieci znajdują się różnorodne informacje geograficzne, często ilustrowane animacjami czy fotografiami. Dzięki kamerom internetowym zainstalowanym w wielu miejscach na świecie można na monitorze swojego komputera obserwować, co aktualnie się tam dzieje (np. zobaczyć, jaka pogoda jest w górach). Niemal każde miejsce na Ziemi można też obejrzeć na **zdjęciach satelitarnych**. Ich przykłady zamieszczono poniżej.

## Co można zobaczyć na zdjęciach satelitarnych?

Oglądanie i porównywanie zdjęć satelitarnych danego miejsca zrobionych w różnym czasie pozwala dostrzec zmiany, które zaszły w jego środowisku geograficznym. Dzięki poniższym fotografiom widać, jak dynamicznie rozwija się Dubaj. Jeszcze w 1990 r. większość obszaru przedstawionego na zdjęciu stanowiła pustynia, a w 2023 r. ten teren był już niemal całkowicie zabudowany. Ponadto u wybrzeży miasta powstały sztuczne wyspy.





## Obserwacje i pomiary terenowe

Obserwacje terenowe to dobry sposób wykorzystania wiadomości zdobytych na lekcjach. Pozwalają spojrzeć na poszczególne elementy krajobrazu okiem geografa. Na przykład jezioro służące okolicznym mieszkańcom jako kąpielisko może okazać się jeziorem polodowcowym, a wzniesienie, z którego dzieci zjeżdżają zimą na sankach – wzniesieniem moreny czołowej. Ważnym uzupełnieniem obserwacji są pomiary terenowe. Dokonuje się ich przy użyciu różnych, mniej lub bardziej skomplikowanych przyrządów, np. termometru, barometru czy taśmy mierniczej.



Pomiary terenowe pozwalają np. poznać aktualną głębokość potoku i szerokość jego koryta, a także zbadać jakość płynącej w nim wody.

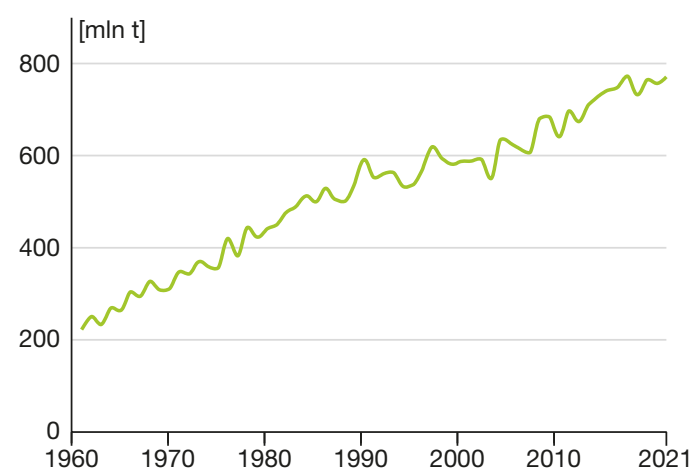
### Metody prezentacji danych liczbowych

Dane liczbowe, będące np. wynikiem przeprowadzonych pomiarów terenowych, najczęściej umieszcza się w **tabelach** i porządkuje zgodnie z określonymi kryteriami (informują o nich tytuły poszczególnych kolumn). Dzięki temu łatwiej odczytywać informacje oraz wyciągać wnioski. Na przykład w poniższej tabeli dane dla wybranych województw ułożono według malejącej liczby ludności.

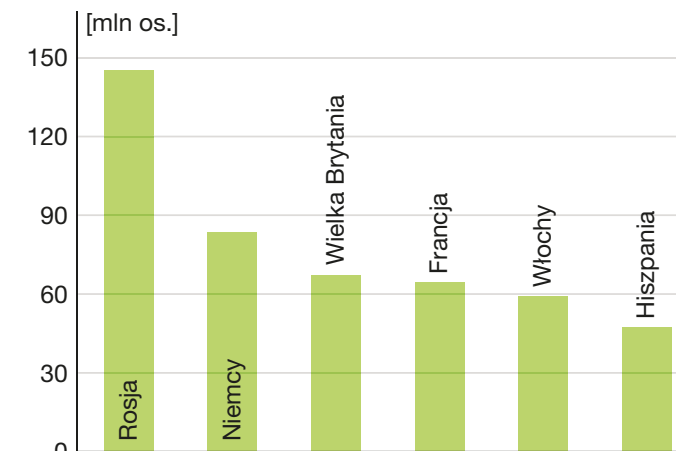
**Liczba ludności oraz powierzchnia wybranych województw w 2022 r.**

| Województwo | Liczba ludności [tys.] | Powierzchnia [km <sup>2</sup> ] |
|-------------|------------------------|---------------------------------|
| mazowieckie | 5512,8                 | 35 559                          |
| śląskie     | 4375,9                 | 12 334                          |
| łódzkie     | 2394,9                 | 18 218                          |
| pomorskie   | 2358,7                 | 18 336                          |
| lubelskie   | 2038,3                 | 25 122                          |
| podlaskie   | 1148,7                 | 20 187                          |

Na podstawie danych statystycznych można sporządzać **wykresy**. Najczęściej obrazują one wielkość wybranych zjawisk lub ich zmiany w czasie. Wykresy są zazwyczaj bardziej czytelne niż tabele, ponieważ przedstawiają ograniczoną liczbę informacji. Graficzną metodą wizualizacji danych są też **diagramy**. Prezentują one informacje za pomocą figur albo brył geometrycznych. Przykłady wykresów oraz diagramu kołowego znajdują się poniżej oraz na s. 11.



Wykres liniowy: zbiory pszenicy na świecie w latach 1961–2021.



Wykres słupkowy: liczba ludności w wybranych krajach Europy w 2021 r.

### GIS

GIS, czyli **systemy informacji geograficznej** (ang. *Geographical Information Systems*), to cyfrowe bazy danych zawierające informacje o rozmieszczeniu oraz cechach różnych obiektów zlokalizowanych na kuli ziemskiej. Służą do pozyskiwania, gromadzenia, analizowania i prezentowania danych geograficznych. Aby korzystać z tych zasobów, wystarczy mieć dostęp do komputera lub innego urządzenia połączonego z internetem. Dane są udostępniane za pomocą odpowiednich programów, np. Google Earth, a także w **geoportalach**.

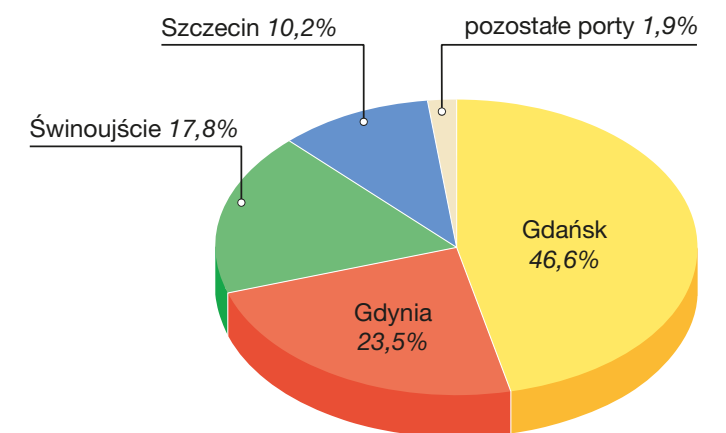


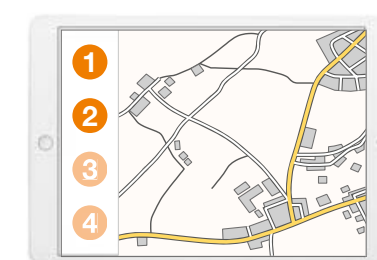
Diagram kołowy: udział morskich portów handlowych w obrotach ładunkowych w Polsce w 2021 r.



Geoportale zapewniają dostęp do danych przestrzennych. W Polsce te informacje można zdobyć np. za pośrednictwem strony [www.geoportal.gov.pl](http://www.geoportal.gov.pl).

## Prezentacja danych w GIS

W GIS dane przedstawia się w postaci warstw tematycznych. Każda z nich dotyczy jednego zagadnienia, np. sieci drogowej, obszarów leśnych czy zabudowy. Po wybraniu kilku takich warstw na komputerze lub na innym urządzeniu można wyświetlić cyfrową mapę danego obszaru.







Dzięki nawigacji samochodowej kierowcy znają swoje aktualne położenie i mogą wyznaczyć trasę do wybranego miejsca (np. z pominięciem korków).



Systemy informacji geograficznej są używane do koordynacji działań ratowniczych. Korzystają z nich np. centra powiadamiania ratunkowego.

### Wykorzystanie narzędzi GIS

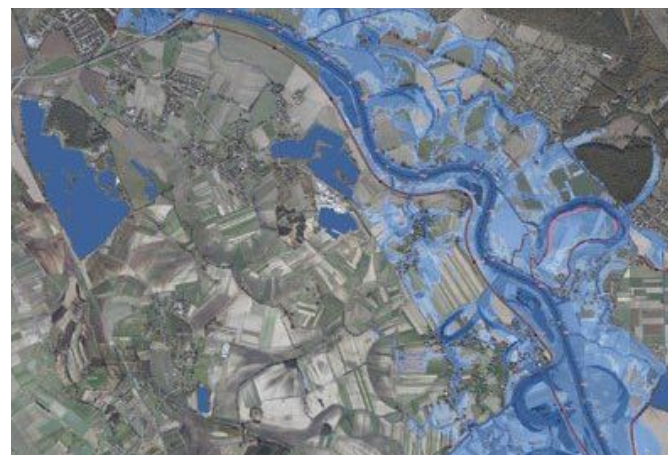
GIS to ogromne zasoby danych, które – ze względu na łatwy i szybki dostęp – mają wiele praktycznych zastosowań. Są powszechnie wykorzystywane np.:

- ▶ w nawigacji samochodowej,
- ▶ w turystyce krajoznawczej,
- ▶ do wyszukiwania połączeń komunikacyjnych,
- ▶ do lokalizowania różnych obiektów (np. ulic, sklepów, restauracji).

Ważną funkcją GIS jest wspomaganie działań służb ratunkowych – policji, pogotowia i straży pożarnej. Na przykład podczas pożaru lasu te systemy dostarczają informacji o drzewostanie, ukształtowaniu terenu, aktualnej prędkości i kierunku wiatru oraz rozmieszczeniu najbliższych hydrantów i zbiorników wodnych. Umożliwiają stworzenie symulacji rozprzestrzeniania się pożaru, a także ocenę stopnia zagrożenia dla okolicznej ludności.

Dane geograficzne udostępniane w ramach GIS mogą być szybko aktualizowane. Dzięki temu są one bardzo użyteczne również w działaniach na rzecz ochrony środowiska. Wykorzystuje się je m.in. do monitorowania:

- ▶ jakości powietrza,
- ▶ stopnia zanieczyszczenia wód,
- ▶ natężenia hałasu.



Na podstawie danych pochodzących z GIS tworzy się mapy zagrożenia powodziowego. Są one kluczowym elementem systemu osłony przeciwpowodziowej kraju.

### Ćwiczenia

1. Wymień źródła informacji, które możesz wykorzystać, aby opisać środowisko geograficzne najbliższej okolicy.
2. Przedstaw trzy wnioski z analizy wykresów i diagramu znajdujących się na s. 10–11.
3. Podaj dwa przykłady zastosowania geograficznych systemów informacyjnych (inne niż opisane w podręczniku).
4. Wyjaśnij, dlaczego GIS są bardziej przydatne do analizy zależności między elementami środowiska geograficznego niż tradycyjne mapy.

## 2 Mapa jako obraz Ziemi

### Ważne na tej lekcji!

- mapa i jej elementy
- skala mapy i jej znaczenie
- metody przedstawiania rzeźby terenu na mapach
- ilościowe metody prezentowania informacji geograficznych na mapach
- jakościowe metody prezentowania informacji geograficznych na mapach

Mapy są ważnym źródłem informacji – nie tylko o najbliższej okolicy, lecz także o różnych krajach, regionach i o całym świecie. Z każdej mapy można się dużo dowiedzieć, trzeba tylko umieć właściwie odczytywać przedstawione na niej informacje.

### Mapa i jej elementy

Mapa to obraz powierzchni Ziemi lub jej fragmentu przedstawiony na płaszczyźnie w odpowiednim pomniejszeniu. Każda mapa składa się z określonych elementów. Są to:

- ▶ treść mapy,
- ▶ legenda,
- ▶ skala,
- ▶ siatka kartograficzna (→ określanie współrzędnych geograficznych, *Krok po kroku*, s. 23).

### Treść mapy i legenda

Główną część mapy stanowi jej **treść**. Tworzą ją wszystkie obiekty przedstawione na mapie za pomocą odpowiednich znaków umownych nazywanych **sygnaturami**. Każda sygnatura użyta na mapie jest opisana w **legendzie**.

### Skala mapy

**Skala mapy** informuje o tym, ile razy pomniejszono fragment powierzchni Ziemi zaprezentowany na mapie. Na przykład zapis 1:100 000 oznacza, że odległość na mapie została pomniejszona 100 000 razy w stosunku

|  |                                         |
|--|-----------------------------------------|
|  | zabudowa mieszkaniowa;                  |
|  | zabudowa przemysłowa                    |
|  | las; łąki                               |
|  | drogi krajowe; drogi wojewódzkie        |
|  |                                         |
|  | koleje; stacje kolejowe                 |
|  | poczta; policja; informacja turystyczna |
|  | muzea; pomniki; kościoły                |
|  | zabytkowe drzewa; punkty widokowe       |
|  | granice parku narodowego                |
|  | poziomice                               |
|  | skałki; przełęcz; punkty wysokościowe   |
|  | znakowane szlaki turystyczne            |
|  | rzeki; wodospady                        |

Przykłady sygnatur stosowanych na mapach.

do odległości w terenie. Można też powiedzieć, że 1 cm na mapie odpowiada 100 000 cm w terenie.

Wyróżnia się następujące skale:

- ▶ skalę liczbową, np. 1:100 000,
- ▶ skalę mianowaną, np. 1 cm – 1 km,
- ▶ podziałkę liniową, np.



Zależnie od potrzeb możemy przekształcić daną skalę z jednej postaci w inną (→ przekształcanie skali, s. 14).

**Sygnatura** – znak graficzny użyty na mapie, informujący o lokalizacji i rodzaju danego obiektu lub zjawiska.



## Przekształcanie skali

### Krok po kroku

Przedstaw skalę 1:1 000 000 w formie mianowanej oraz w postaci podziałki liniowej.

- 1 Zamień skalę liczbową na skalę mianowaną.

#### Wskazówka

- Zapis 1:1 000 000 oznacza, że 1 cm na mapie odpowiada 1 000 000 cm w terenie.
- Pamiętaj, że 100 cm = 1 m, a 1000 m = 1 km.

#### Obliczenia:

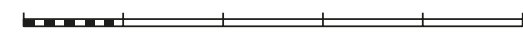
1 000 000 cm = 10 000 m = 10 km

**Odpowiedź:** Skala mianowana: 1 cm – 10 km.

- 2 Przedstaw skalę mianowaną w postaci podziałki liniowej.

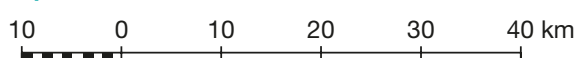
#### Wskazówka

- Narysuj linię i zaznacz na niej jednocentymetrowe odcinki (pięć lub więcej). Odcinek pierwszy od lewej podziel na 10 jednomilimetrowych części.



- Opisz linię w sposób, który wynika ze skali mianowanej.

#### Odpowiedź:



#### Rozwiąż samodzielnie

Przedstaw skalę 1:25 000 w formie mianowanej oraz w postaci podziałki liniowej.

Mapy zamieszczone poniżej pozwalają lepiej zrozumieć, jaki wpływ na treść mapy ma skala. Mapa znajdująca się po lewej stronie została sporządzona w skali 1:300 000. Przedstawia zdecydowanie większy obszar, ale prezentuje znacznie mniej szczegółowych informacji niż mapa zamieszczona po prawej stronie, którą wykonano w skali 1:30 000.

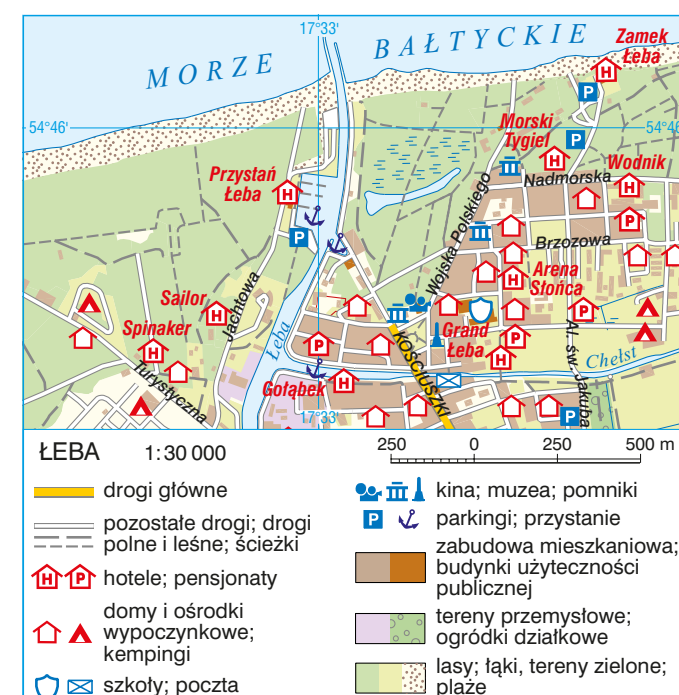
Na tej podstawie można stwierdzić, że skala jest wyznacznikiem **szczególności mapy**. Im mniejsza skala, tym bardziej uogólniona treść mapy.

Skala pozwala też wykonywać różne obliczenia. Dzięki niej można np. obliczać odległości w terenie (→ *Krok po kroku*, s. 15) oraz rzeczywistą powierzchnię terenu.

**Szczególność mapy** – liczba elementów pokazanych na mapie. Im więcej elementów, tym bardziej szczegółowa mapa.



Mapa okolic Łeby wykonana w skali 1:300 000.

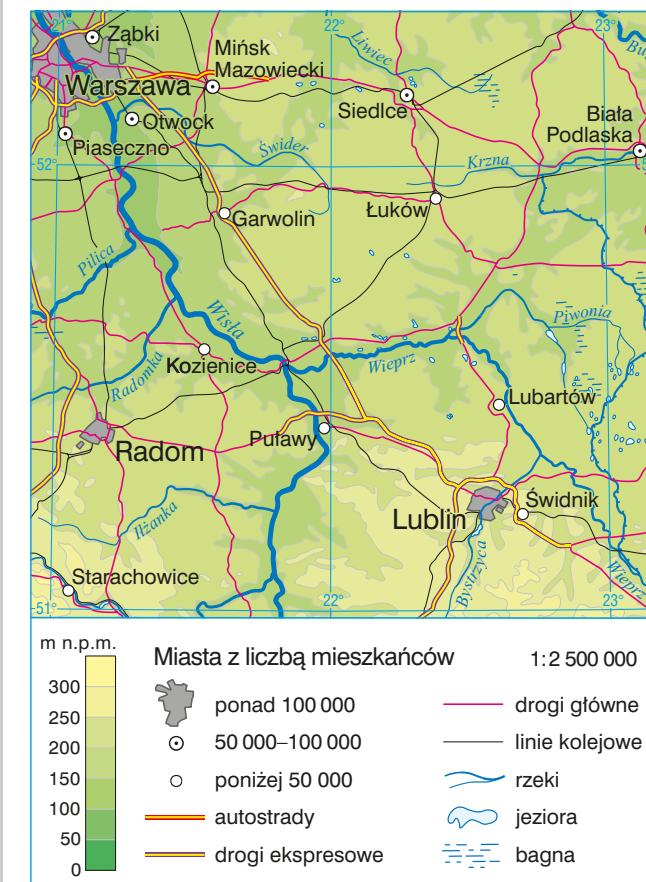


Mapa Łeby wykonana w skali 1:30 000.

## Obliczanie odległości w terenie

### Krok po kroku

Na podstawie mapy zamieszczonej poniżej oblicz odległość w linii prostej w terenie między Garwolinem a Lubartowem.



- 1 Zamień skalę liczbową na skalę mianowaną.

#### Obliczenia:

1 cm – 2 500 000 cm

1 cm – 25 000 m, czyli 1 cm – 25 km

**Odpowiedź:** 1 cm – 25 km

- 2 Zmierz linijką odległość między Garwolinem a Lubartowem na mapie.

**Odpowiedź:** Odległość na mapie wynosi 3,4 cm.

- 3 Pomnóż tę odległość przez skalę mianowaną.

3,4 · 25 km = 85 km

Możesz też ułożyć proporcję:

1 cm – 25 km

3,4 cm – x

$$x = \frac{3,4 \text{ cm} \cdot 25 \text{ km}}{1 \text{ cm}} = 85 \text{ km}$$

**Odpowiedź:** Odległość w terenie wynosi 85 km.

#### Rozwiąż samodzielnie

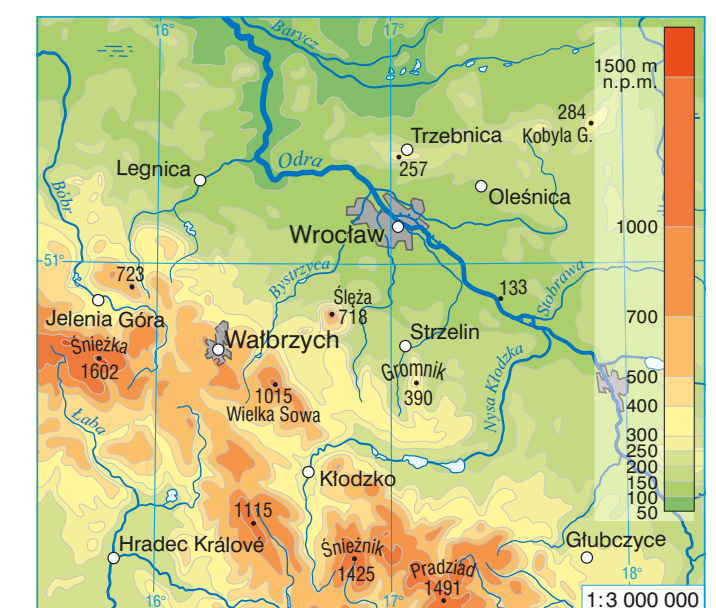
Oblicz odległość w linii prostej w terenie między Kozienicami a Łukowem.

## Metody przedstawiania rzeźby terenu na mapach

Na współczesnych mapach do przedstawiania rzeźby terenu najczęściej wykorzystuje się **metodę poziomcową**. Jej podstawowym elementem są **poziomice** nazywane też **izohipsami** – linie łączące punkty o tej samej wysokości nad poziomem morza. Mapy wykonane za pomocą tej metody umożliwiają np. określanie wysokości poszczególnych form terenu, pokazują ich kształt oraz nachylenie stoków.

Inna metoda przedstawiania rzeźby terenu polega na nałożeniu skali barw na mapę wykonaną metodą poziomcową. Jest to **metoda hipsometryczna**. Na mapach sporządzonych z jej wykorzystaniem tereny położone niżej najczęściej oznacza się odcieniami koloru zielonego, obszary leżące

wyżej – żółtego, pomarańczowego i czerwonego, a obszary wodne – odcieniami koloru niebieskiego.



Na mapach hipsometrycznych zróżnicowanie wysokości terenu prezentuje się za pomocą skali barw.



## Metody prezentowania informacji geograficznych na mapach

Informacje geograficzne przedstawia się na mapach za pomocą **metod ilościowych** oraz **metod jakościowych**. Wybór metody zależy m.in. od tematu mapy, jej przeznaczenia i skali.

Na przykład rozkład temperatury powietrza czy opadów atmosferycznych na Ziemi przedstawia się w inny sposób niż występowanie wulkanów lub rozmieszczenie upraw ryżu. Niekiedy do sporządzenia jednej mapy wykorzystuje się kilka metod prezentacji.

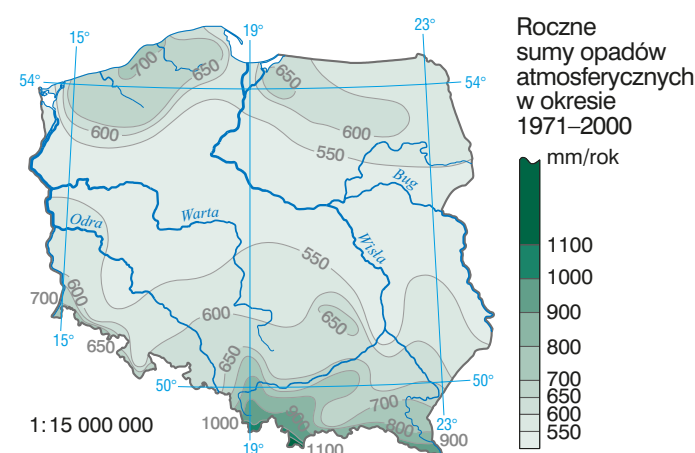
## Ilościowe metody prezentowania informacji geograficznych na mapach

Ilościowe metody prezentacji pozwalają odczytywać z map wielkość i natężenie określonych zjawisk. Do tej grupy zalicza się m.in. metodę izolinii, metodę kartogramu oraz metodę kartodiagramu.

### Metoda izolinii

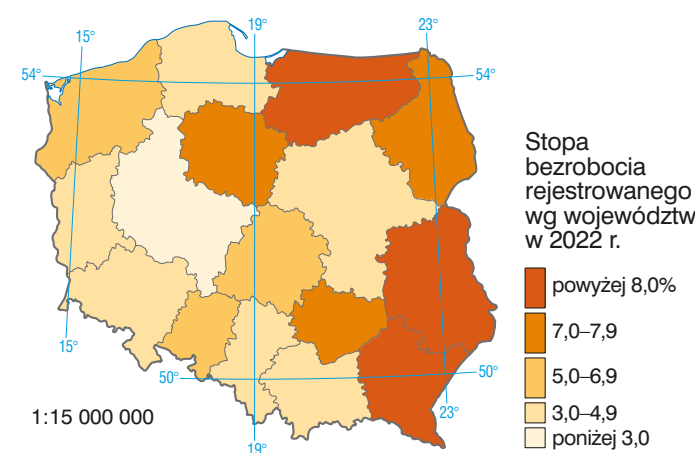
Metoda izolinii, jak wskazuje nazwa, wykorzystuje izolinie – linie łączące na mapie punkty o jednakowej wartości przedstawianego zjawiska. Izoliniami są izohipsy, o których była mowa na s. 15, a także np.:

- izotermy – linie łączące punkty o jednakowej wartości temperatury powietrza,
- izohiety – linie łączące punkty o jednakowej sumie opadów atmosferycznych, jak na mapie obok.



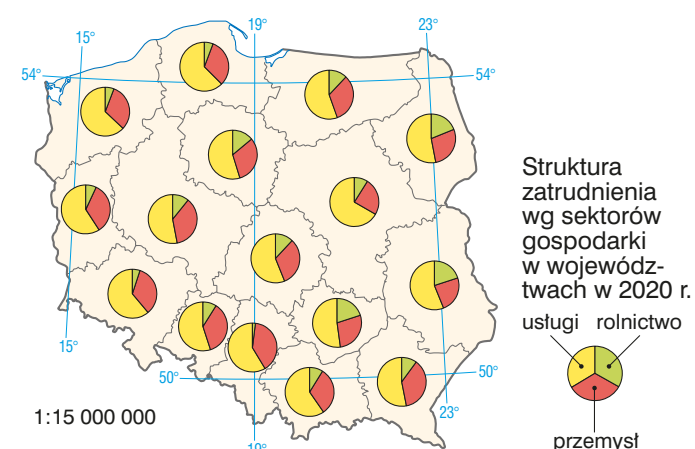
### Metoda kartogramu

Metoda kartogramu umożliwia zaprezentowanie (najczęściej za pomocą barw) natężenia danego zjawiska na określonym obszarze, np. w województwie. Przykładem zastosowania tej metody jest mapa przedstawiająca stopę bezrobocia rejestrowanego w województwach w Polsce.



### Metoda kartodiagramu

Metoda kartodiagramu polega na umieszczaniu na mapie wykresów lub diagramów (np. kołowych, słupkowych), zazwyczaj w obrębie określonych jednostek administracyjnych. Najczęściej pokazują one wielkość zjawiska, a czasem jego strukturę lub przebieg. Przykładem zastosowania tej metody jest mapa przedstawiająca strukturę zatrudnienia według sektorów gospodarki w poszczególnych województwach w Polsce.

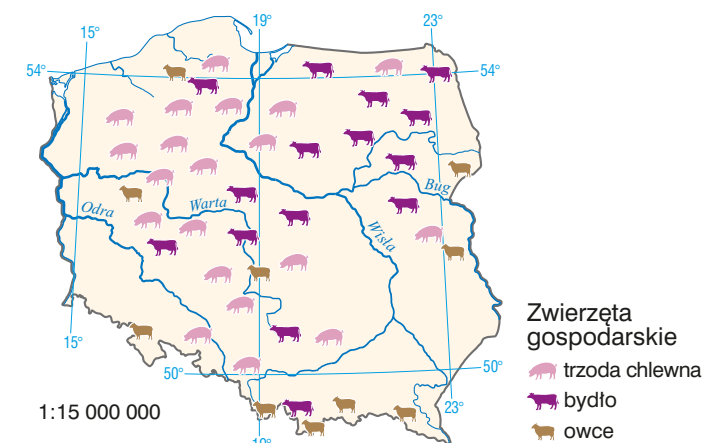


## Jakościowe metody prezentowania informacji geograficznych na mapach

Jakościowe metody prezentacji umożliwiają wykonywanie map, z których można odczytać, gdzie występują określone zjawiska i jakie jest rozmieszczenie obiektów. Do tych metod zalicza się m.in. metodę sygnaturową, metodę powierzchniową oraz metodę zasięgów.

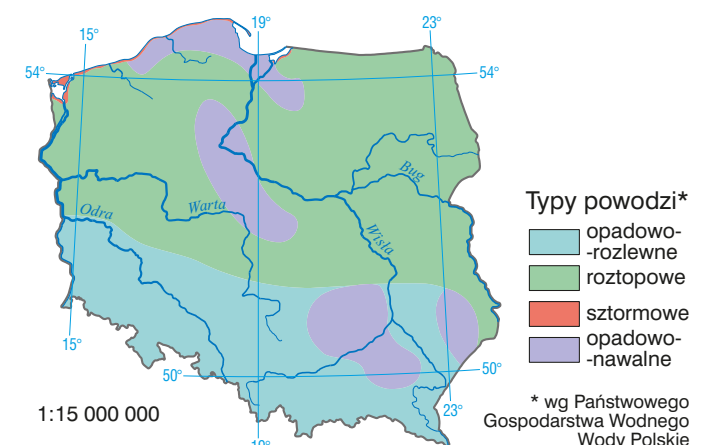
### Metoda sygnaturowa

Metoda sygnaturowa polega na oznaczaniu na mapie występowania danego zjawiska lub obiektu za pomocą sygnatur. Wyróżnia się sygnatury punktowe (np. figury geometryczne, litery albo małe ikony) oraz sygnatury liniowe (np. rzeki, drogi). Przykładem zastosowania tej metody jest mapa przedstawiająca rozmieszczenie zwierząt gospodarskich w Polsce.



### Metoda powierzchniowa

W metodzie powierzchniowej do oznaczania powierzchni wydzielonych na mapie najczęściej wykorzystuje się barwy charakteryzujące tylko jedno zjawisko. Ta metoda jest stosowana do przedstawiania zjawisk, które nie nakładają się na siebie. Przykładem jej wykorzystania stanowi mapa, która ukazuje typy powodzi przeważające w różnych częściach Polski.



### Metoda zasięgów

W metodzie zasięgów za pomocą linii lub barw zazwyczaj oznacza się obszar występowania danego zjawiska albo określonych obiektów, np. wybranych gatunków roślin lub zwierząt. Obszar ograniczony konturem oznacza, że dane zjawisko występuje tam w rozproszeniu. Metoda zasięgów pozwala przedstawić na mapie kilka nakładających się na siebie zjawisk.



### Ćwiczenia

1. Zamień skalę liczbową 1:30 000 000 na skalę mianowaną i narysuj w zeszycie podziałkę liniową.
2. Podaj przykład skali, w której mogłaby być sporządzona mapa zawierająca mniej szczegółów niż mapa w skali 1:100 000.
3. Wyjaśnij, czym się różni metoda sygnaturowa od metody kartodiagramu.



### 3 Korzystamy z mapy

#### Ważne na tej lekcji!

- powstawanie map
- rodzaje map
- czytanie mapy turystyczno-topograficznej

Z map można odczytać wiele informacji. Kartografowie sporządzają mapy na podstawie różnorodnych źródeł, m.in. planów miast, istniejących już map, zbiorów danych statystycznych oraz wyników obserwacji i pomiarów terenowych. Współcześnie do tworzenia map najczęściej wykorzystuje się **zdjęcia satelitarne** i **zdjęcia**

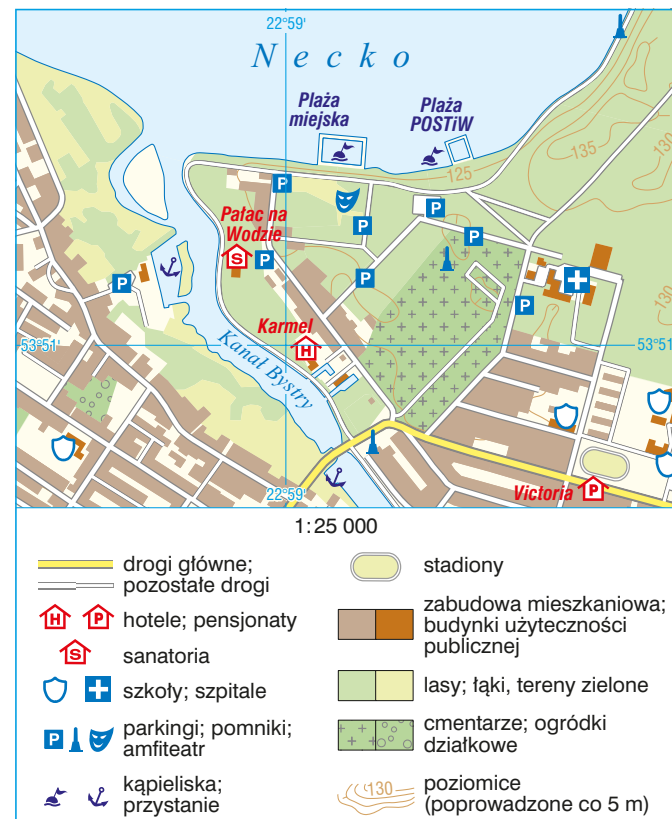
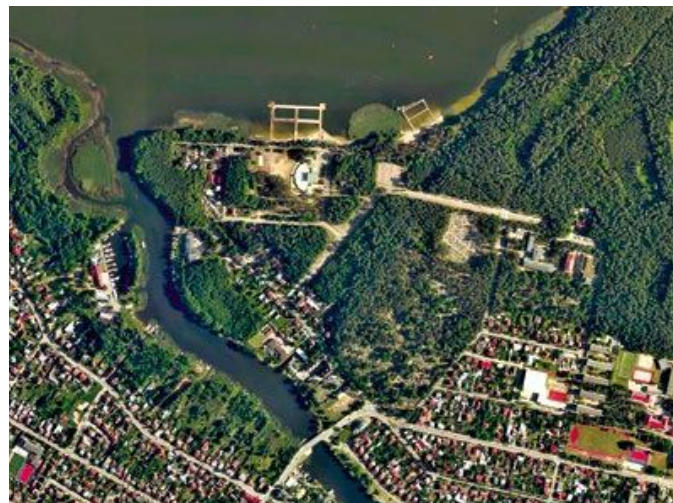
**lotnicze.** Dzięki nim można wykonać bardzo dokładną mapę niemal każdego obszaru na kuli ziemskiej.

#### Czy wiesz, że...

Najstarsza zachowana mapa pochodzi ze starożytnej Babilonii. Wykonano ją na glinianej tabliczce, prawdopodobnie w VIII lub VII w. p.n.e.

### Od zdjęcia lotniczego do mapy

Proces tworzenia map na podstawie zdjęć lotniczych wymaga odpowiedniego sprzętu, wiedzy kartograficznej i precyzji. Podczas lotu samolotem wykonuje się serię zdjęć danego obszaru. Na ich podstawie kartografowie rozpoznają poszczególne obiekty znajdujące się na powierzchni Ziemi. Następnie z bardzo dużą dokładnością nanoszą je na mapę za pomocą sygnatur.



**Znajdź na zdjęciu lotniczym drogę, most, kanał oraz las. Następnie odszukaj te obiekty na mapie obok.**

### Rodzaje map

Różnorodność źródeł i metod prezentacji danych powoduje, że istnieje wiele rodzajów map. Ich podziału najczęściej dokonuje się na podstawie zastosowanej skali lub prezentowanych treści.

#### Podział map ze względu na skalę

Ze względu na **skalę** wyróżnia się m.in. mapy topograficzne i mapy przeglądowe.

**Mapy topograficzne** przedstawiają niewielki obszar i zawierają wiele szczegółowych informacji. Są sporządzane w skalach większych niż 1:200 000.

**Mapy przeglądowe** obejmują rozległe obszary i zawierają mniej szczegółowych informacji niż mapy topograficzne. Wykonuje się je w skalach mniejszych niż 1:1 000 000.



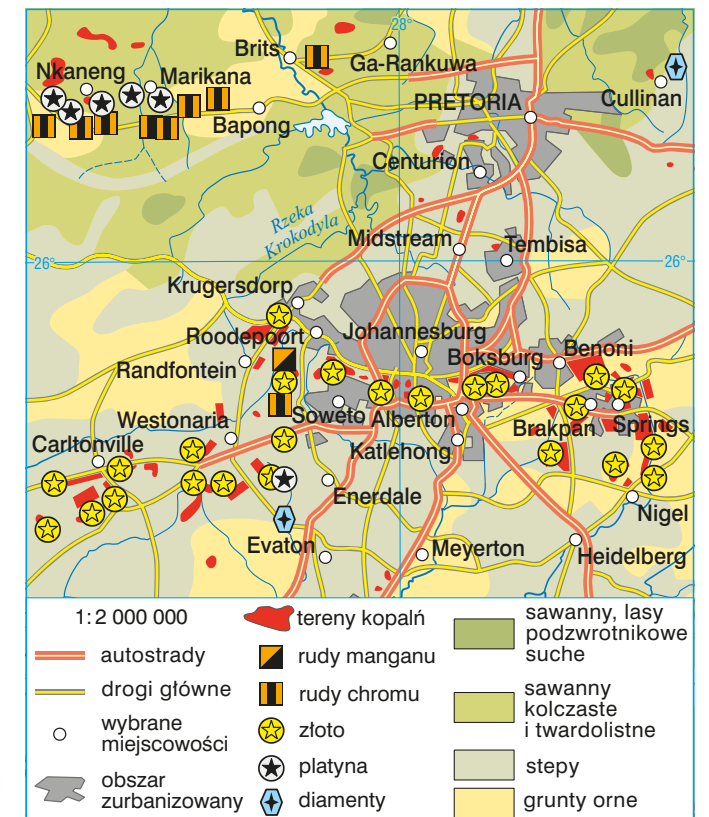
Fragment mapy przeglądowej Europy.

#### Podział map ze względu na treść

Ze względu na **treść** wyróżnia się mapy ogólnogeograficzne i mapy tematyczne.

**Mapy ogólnogeograficzne** prezentują ogólną charakterystykę środowiska geograficznego określonego obszaru, państwa lub kontynentu. Na tych mapach przedstawia się m.in. ukształtowanie powierzchni, rzeki, jeziora, lodowce, a także granice państw, główne drogi i ważniejsze miasta.

**Mapy tematyczne** przedstawiają jedno zagadnienie albo kilka zagadnień z zakresu geografii fizycznej lub geografii społeczno-ekonomicznej. Do tego typu map zalicza się np. mapy klimatyczne, mapy geologiczne, mapy gospodarcze oraz mapy turystyczno-topograficzne.



Fragment mapy gospodarczej Republiki Południowej Afryki.



Mapa turystyczno-topograficzna okolic Szczawnicy



Jak czytać mapę turystyczno-topograficzną?

Krok po kroku

Mapa turystyczno-topograficzna przedstawia ogólną charakterystykę rzeźby terenu oraz prezentuje wiele treści przydatnych m.in. podczas wycieczek. Są to przede wszystkim informacje dotyczące przebiegu szlaków turystycznych, a także lokalizacji kempingów, hoteli, pensjonatów, schronisk oraz miejsc i obiektów stanowiących atrakcje turystyczne.

Wyobraź sobie, że znajdujesz się w pensjonacie Kinga w Krościenku nad Dunajcem (pole B2 na mapie na s. 20) i planujesz wycieczkę. Chcesz wejść czerwonym szlakiem na Dzwonkówkę (C2) i zejść żółtym szlakiem do centrum Szczawnicy, w okolice punktu informacji turystycznej (C3). Następnie zamierzasz wędrować drogą lokalną na zachód, wzdłuż potoku Grajcarek, aż do przystani flisackiej nad Dunajcem (C3).

1 Wędrujesz z pensjonatu Kinga do Szczawnicy przez Dzwonkówkę. Długość tej trasy na mapie wynosi 23,6 cm. Oblicz jej długość w terenie.

Obliczenia:

Skala mapy: 1:50 000  
1 cm – 50 000 cm (500 m)  
Długość trasy na mapie: 23,6 cm  
1 cm – 500 m  
23,6 cm – x  
 $x = (23,6 \text{ cm} \cdot 500 \text{ m}) : 1 \text{ cm}$   
 $x = 11\,800 \text{ m} = 11,8 \text{ km}$

Odpowiedź: Długość trasy w terenie wynosi 11,8 km.

Rozwiąż samodzielnie

Długość Potoku Zagórskiego (BC2) na mapie wynosi 6 cm. Oblicz jego długość w terenie.

2 W dolnej części strony znajduje się fotografia zrobiona z drona lecącego nad Szczawnicą. Ustal, w którym kierunku geograficznym ją wykonano.

Odpowiedź: Fotografia została wykonana w kierunku południowo-zachodnim.

3 Podaj nazwy obiektów geograficznych zaznaczonych na fotografii literami A–D. Wybierz nazwy spośród podanych.

przystań flisacka w Szczawnicy, skała Kotuńka, skała Siedem Mnichów, szczyt Safronówka, szczyt Sokolica, wyspa Cypel

Odpowiedź:

A – przystań flisacka w Szczawnicy  
B – wyspa Cypel  
C – szczyt Sokolica  
D – skała Kotuńka





## Jak czytać mapę turystyczno-topograficzną? (cd.)

## Krok po kroku



## Rozwiąż samodzielnie



Powyższą fotografię zrobiono ze stoku Palenicy (C3). Ustal, w którym kierunku geograficznym została wykonana.

(przed mostem), a także kapliczkę wybudowaną tuż za mostem na Dunajcu. Z punktu widokowego na Dzwonkówce (983 m n.p.m.) można podziwiać panoramę Popradzkiego Parku Krajobrazowego.

## Rozwiąż samodzielnie



Podaj nazwy obiektów zaznaczonych na fotografii literami A–C. Wybierz nazwy spośród podanych.

- droga prowadząca w kierunku przystani flisackiej nad Dunajcem
- droga prowadząca w kierunku Muzeum Uzdrowiska Szczawnica
- Głęboki Potok
- potok Grajcarek
- punkt informacji turystycznej
- punkt GOPR

- 4 Wymień ciekawe miejsca i obiekty zlokalizowane wzdłuż trasy wiodącej z pensjonatu Kinga na Dzwonkówkę.

## Odpowiedź:

Podczas wędrowki z pensjonatu Kinga na Dzwonkówkę warto zwiedzić dwa kościoły, które znajdują się jeszcze w Krościenku nad Dunajcem

## Rozwiąż samodzielnie



Wymień ciekawe miejsca i obiekty zlokalizowane wzdłuż trasy wiodącej z Dzwonkówki do Szczawnicy.

- 5 W panoramie roztaczającej się z przystani flisackiej w Szczawnicy wyróżnia się Sokolica (B3). Oblicz wysokość względną jej szczytu w odniesieniu do przystani flisackiej leżącej na wysokości 426 m n.p.m.

## Odpowiedź:

Szczyt Sokolicy: 747 m n.p.m.  
Przystań flisacka: 426 m n.p.m.  
747 m n.p.m. – 426 m n.p.m. = 321 m

## Rozwiąż samodzielnie



Oblicz wysokość względną najwyższego wierzchołka Trzech Koron (A3) w odniesieniu do szczytu Sokolicy.

## Jak czytać mapę turystyczno-topograficzną? (cd.)

- 6 Podaj współrzędne geograficzne punktu początkowego wycieczki – pensjonatu Kinga.

## Wskazówka

**Współrzędne geograficzne** obiektów przedstawionych na mapie odczytuje się na podstawie **siatki kartograficznej** – układu południków i równoleżników. Południki pozwalają odczytać **długość geograficzną**, a równoleżniki – **szerokość geograficzną**.

- Sprawdź, co ile stopni i minut poprowadzono południki i równoleżniki na mapie. Południki i równoleżniki poprowadzono co 2'.
- Odczytaj wartość równoleżnika przebiegającego najbliżej pensjonatu Kinga. 49°27'
- Ustal, w którym kierunku rosną wartości równoleżników. Wartości równoleżników rosną w kierunku północnym, czyli przedstawiony obszar znajduje się na półkuli północnej (N).

- Podaj szerokość geograficzną pensjonatu Kinga. 20°25'N
- Odczytaj wartość południka przebiegającego najbliżej pensjonatu Kinga. 49°27'E
- Sprawdź, w którym kierunku rosną wartości południków. Wartości południków rosną w kierunku wschodnim, czyli przedstawiony obszar znajduje się na półkuli wschodniej (E).
- Podaj długość geograficzną pensjonatu Kinga. 49°27'E

**Odpowiedź:** Współrzędne geograficzne pensjonatu Kinga to 49°27'N, 20°25'E.

## Rozwiąż samodzielnie



Podaj współrzędne geograficzne szczytu Dzwonkówki.

## Określanie współrzędnych geograficznych za pomocą odbiornika GPS

GPS (ang. *Global Positioning System*) to system nawigacji satelitarnej wykorzystujący dane z satelitów nawigacyjnych, które krążą wokół naszej planety. Dzięki niemu odbiorniki na Ziemi mogą ustalić, jakie są współrzędne geograficzne i wysokość nad poziomem morza poszczególnych punktów.

Wyznaczanie współrzędnych geograficznych i tras ułatwiają aplikacje obsługujące mapy w smartfonach lub turystycznych odbiornikach GPS.



## Ćwiczenia

1. Na podstawie mapy turystyczno-topograficznej na s. 20 zaplanuj wycieczkę ze Szczawnicy do Krościenka nad Dunajcem prowadzącą innymi szlakami niż wycieczka opisana na s. 21.
2. Na podstawie dostępnej aplikacji obsługującej mapy (np. Mapy Google, OpenStreetMap) podaj współrzędne geograficzne Twojej miejscowości oraz przystani flisackiej w Szczawnicy. Następnie ustal odległość między tymi miejscami oraz podaj czas potrzebny na jej pokonanie rowerem i samochodem.



## Podsumowanie



■ **Geografia** to nauka opisująca świat. Bada zróżnicowanie przestrzenne Ziemi pod względem przyrodniczym i społeczno-gospodarczym. Dlatego w geografii wyodrębnia się dwie dziedziny:

- geografię fizyczną,
- geografię społeczno-ekonomiczną.

■ Najważniejszymi **źródłami informacji geograficznej** są: podręczniki, atlasy, roczniki statystyczne, encyklopedie i słowniki geograficzne, czasopisma geograficzne, przewodniki turystyczne, obserwacje i pomiary terenowe oraz internet.

■ Dane najczęściej przedstawia się w postaci **tabel**. Dane liczbowe są w nich uporządkowane według konkretnych kryteriów, dzięki czemu łatwo odczytać informacje oraz wyciągnąć wnioski.

■ Na podstawie danych statystycznych można sporządzać różne **wykresy** i **diagramy**.

■ **GIS** to **systemy informacji geograficznej** (ang. *Geographical Information Systems*). Służą do pozyskiwania, gromadzenia, analizowania oraz prezentowania danych geograficznych.

■ Dane GIS są powszechnie wykorzystywane np. w nawigacji samochodowej oraz do monitorowania jakości powietrza i stopnia zanieczyszczenia wód powierzchniowych. GIS wspomagają także pracę służb ratunkowych – policji, pogotowia i straży pożarnej.

■ **Mapa** to obraz powierzchni Ziemi lub jej fragmentu widziany z góry, przedstawiony na płaszczyźnie i w pomniejszeniu, czyli w skali.

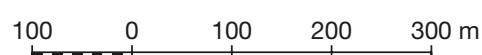
■ Każda mapa składa się z określonych elementów. Są to:

- treść mapy,
- legenda,
- siatka kartograficzna,
- skala.

■ Wszystkie obiekty przedstawia się na mapach za pomocą znaków umownych – **sygnatur**.

■ **Skala mapy** informuje, ile razy pomniejszono na mapie odległości w terenie. Wyróżnia się:

- skalę liczbową, np. 1:10 000,
- skalę mianowaną, np. 1 cm – 100 m,
- podziałkę liniową, np.



■ Skala jest wyznacznikiem **szczegółowości mapy**, czyli liczby pokazanych na niej elementów. Im jest ich więcej, tym mapa jest bardziej szczegółowa.

■ Do przedstawiania rzeźby terenu najczęściej stosuje się metodę poziomkową lub metodę hipsometryczną.

■ W **metodzie poziomkowej** wykorzystuje się poziomicę (izohipsy) – linie łączące punkty o tej samej wysokości nad poziomem morza.

■ **Metoda hipsometryczna** polega na nałożeniu skali barw na mapę wykonaną metodą poziomkową.

■ Informacje geograficzne mogą być prezentowane na mapach za pomocą:

- metod ilościowych,
- metod jakościowych.

■ **Metody ilościowe** to grupa metod, dzięki którym można odczytać z map wielkość i natężenie określonych zjawisk. Do tej grupy zalicza się m.in. metodę izolinii, metodę kartogramu oraz metodę kartodiagramu.

■ **Metody jakościowe** umożliwiają wykonywanie map, z których można odczytać występowanie określonych zjawisk, a także rozmieszczenie obiektów. Do tych metod zalicza się m.in. metodę sygnaturową, metodę powierzchniową oraz metodę zasięgów.

■ **Zdjęcia satelitarne** i **zdjęcia lotnicze** to ważne źródła informacji geograficznej. Dane, które się dzięki nim pozyskuje, są wykorzystywane do tworzenia różnych rodzajów map.

■ Podziału map najczęściej dokonuje się na podstawie skali lub treści.

■ Ze względu na **skalę** wyróżnia się m.in.:

- mapy topograficzne, prezentujące niewielki obszar w skali większej niż 1:200 000,
- mapy przeglądowe, prezentujące znaczne obszary w skali mniejszej niż 1:1 000 000.

■ W podziale ze względu na **treść** wyróżnia się:

- mapy ogólnogeograficzne, które przedstawiają środowisko geograficzne określonego fragmentu powierzchni Ziemi,
- mapy tematyczne, które przedstawiają jedno lub kilka zjawisk, np. zróżnicowanie klimatu czy występowanie surowców mineralnych.

## Sprawdź, czy potrafisz!

WYKONAJ W ZESZYCIE



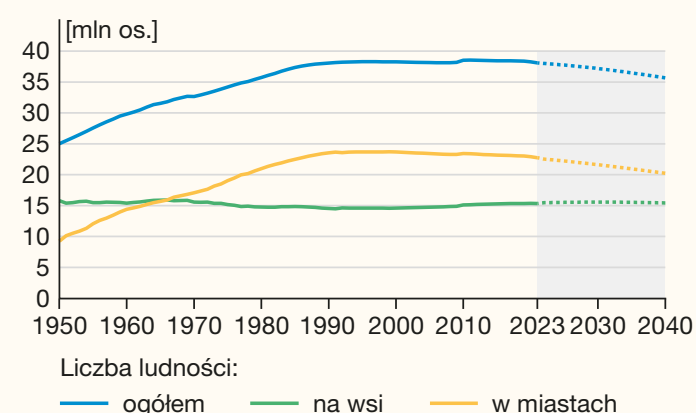
1 Spośród podanych przykładów źródeł informacji geograficznej wybierz trzy najbardziej przydatne podczas planowania wycieczek turystycznych. Zapisz ich nazwy w zeszycie.

*słownik geograficzny, rocznik statystyczny, obserwacja terenowa, przewodnik turystyczny, atlas geograficzny, mapa turystyczna*

2 Oceń, czy podane zdania są zgodne z prawdą. Przepisz do zeszytu zdania prawdziwe.

- A. W rocznikach statystycznych GUS można znaleźć m.in. informacje dotyczące sytuacji demograficznej w Polsce.
- B. Internet jest mało przydatnym źródłem informacji geograficznej.
- C. GIS ułatwiają m.in. koordynowanie działań ratowniczych.
- D. Dzięki zdjęciom satelitarnym można dostrzec zmiany, które zachodzą w środowisku geograficznym.
- E. Tabele przedstawiają zazwyczaj większą liczbę informacji niż wykresy, dlatego zwykle są od nich czytelniejsze.

3 Poniższy wykres przedstawia zmiany liczby ludności Polski w latach 1950–2023 i ich prognozę do 2040 r. Wybierz poprawne dokończenie zdania i przepisz całe zdanie do zeszytu.



Dane przedstawione na wykresie świadczą o tym, że

- A. liczba ludności Polski od 1950 r. nie uległa większym zmianom.
- B. w Polsce w 2023 r. na wsi mieszkało mniej osób niż w miastach.
- C. według prognoz do 2040 r. liczba ludności Polski się zwiększy.

4 Podaj dwa przykłady informacji, które można uzyskać dzięki GIS i wykorzystać w trakcie akcji ratowniczej w górach.

5 Przyporządkuj poniższym zagadnieniom najodpowiedniejsze metody prezentacji. Zapisz w zeszycie poprawne odpowiedzi.

- A. Wykres liniowy.
- B. Wykres kołowy.

- 1. Struktura użytkowania ziemi w Wielkiej Brytanii w 2022 r.
- 2. Lesistość w Polsce według województw w 2023 r.
- 3. Produkcja węgla kamiennego w Niemczech w latach 1990–2020.

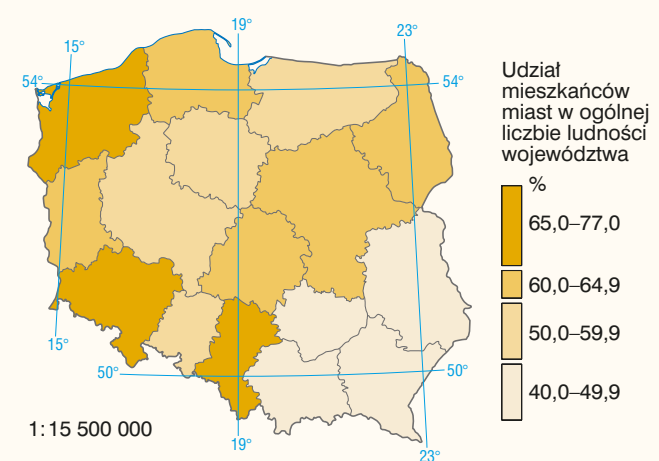
6 Przepisz do zeszytu poniższe zdania i uzupełnij je podanymi poniżej skalami.

*1:4 000 000, 1:75 000*

- A. Mapa wykonana w skali  $1:100\,000$  zawiera mniej szczegółowych informacji niż mapa sporządzona w skali 1:500 000.
- B. Mapę topograficzną można sporządzić np. w skali  $1:100\,000$ .

7 Odległość z Krakowa do Warszawy wynosi 320 km. Oblicz, ile wynosi ona na mapie w skali 1:2 000 000. Zapisz w zeszycie obliczenia oraz wynik.

8 Rozpoznaj metodę prezentowania informacji geograficznych wykorzystaną do sporządzenia poniższej mapy. Podaj dwa inne zagadnienia, do których przedstawienia można wykorzystać tę metodę.





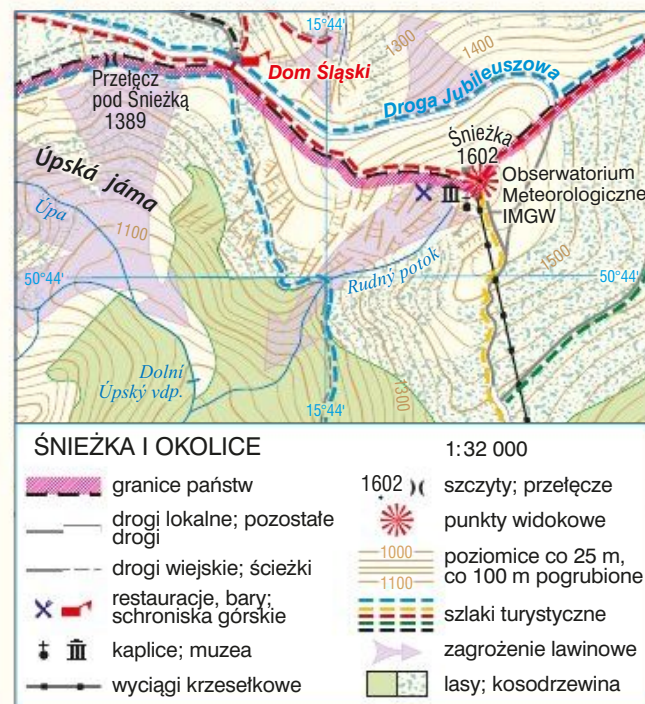
**9** Linia brzegowa naszego kraju ma 770 km. Oblicz skalę mapy, na której jej długość wynosi 7,7 cm. Zapisz w zeszycie obliczenia oraz wynik. Obliczoną skalę przedstaw w postaci liczbowej i w postaci mianowanej.

**10** Wyjaśnij, w jaki sposób zdjęcia lotnicze wykorzystuje się do tworzenia map. Zapisz odpowiedź w zeszycie.

**11** Podaj nazwy metod najodpowiedniejszych do przedstawienia poniższych zagadnień na mapach. Zapisz odpowiedź w zeszycie.

- A. Rozmieszczenie surowców mineralnych na świecie.
- B. Średnia roczna temperatura powietrza w Europie.
- C. Odsetek ludności miejskiej i wiejskiej w Polsce według województw.
- D. Rozmieszczenie stref roślinnych na kuli ziemskiej.

Zadania od 12 do 17 wykonaj na podstawie poniższej mapy turystycznej fragmentu Karkonoszy.



**12** Oblicz odległość w terenie w linii prostej między punktem widokowym na Śnieżce a schroniskiem Dom Śląski. Zapisz w zeszycie obliczenia oraz wynik.

**13** Oblicz wysokość względną Śnieżki w odniesieniu do Przełęczy pod Śnieżką. Zapisz w zeszycie obliczenia oraz wynik.

**14** Wymień jedną metodę ilościową i dwie metody jakościowe wykorzystane do zaprezentowania informacji geograficznych na mapie zamieszczonej obok.

**15** Wybierz poprawne dokończenia zdań. Przepisz całe zdania do zeszytu.

W okolicach Śnieżki Droga Jubileuszowa łączy się z drogą wiejską na wysokości ok.

- A. 1600 m n.p.m.
- B. 1500 m n.p.m.
- C. 1400 m n.p.m.
- D. 1300 m n.p.m.

Ze szczytu Śnieżki w kierunku południowym należy zejść szlakiem

- A. niebieskim.
- B. czerwonym.
- C. zielonym.
- D. żółtym.

Najbardziej strome zejście ze szczytu Śnieżki znakowanym szlakiem turystycznym prowadzi w kierunku

- A. południowym.
- B. północno-wschodnim.
- C. zachodnim.
- D. południowo-zachodnim.

**16** Podaj trzy przykłady informacji, które można odczytać z mapy obok i które są przydatne turystom. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

**17** Poniższa fotografia przedstawia krajobraz widziany ze schroniska Dom Śląski. Ustal, w którym kierunku geograficznym ją wykonano. Odpowiedź zapisz w zeszycie.



# II. Ziemia we wszechświecie

1. Wszechświat i Ziemia
2. Ruch obrotowy Ziemi
3. Ruch obiegowy Ziemi





# 1 Wszechświat i Ziemia

## Ważne na tej lekcji!

- budowa wszechświata
- ciała niebieskie tworzące Układ Słoneczny
- Ziemia jako planeta Układu Słonecznego
- gwiazdozbiory nieba północnego

Czym jest wszechświat i jak powstał? Jaką ma wielkość? Dlaczego gwiazdy świecą? Czy życie istnieje tylko na Ziemi? Na niektóre z tych i podobnych pytań naukowcom udało się znaleźć odpowiedź. Jednak wszechświat, nazywany też kosmosem, wciąż skrywa przed nami wiele fascynujących tajemnic.

## ■ Z czego składa się wszechświat?

**Wszechświat** to wszystko, co nas otacza, czyli przestrzeń kosmiczna wraz z wypełniającymi ją energią i materią. Astronomowie szacują, że jego średnica wynosi ok. 92 mld lat świetlnych. Przypuszcza się, że wszechświat powstał ok. 13,8 mld lat temu podczas gigantycznego wybuchu materii i energii,

nazywanego **Wielkim Wybuchem**. Od tego momentu wszystko we wszechświecie się od siebie oddala.

Naukowcy przyjmują, że podstawowymi jednostkami organizacji materii we wszechświecie są **galaktyki** – duże skupiska gwiazd wraz z materią międzygwiazdową (głównie z pyłem i gazem kosmicznym). Jednak ok. 95% masy wszechświata stanowią prawdopodobnie **ciemna energia** i **ciemna materia**. Są one niewidoczne dla ziemskich obserwatorów. Ich istnienie udowodniono jedynie pośrednio – dzięki obserwacji ruchu gwiazd.

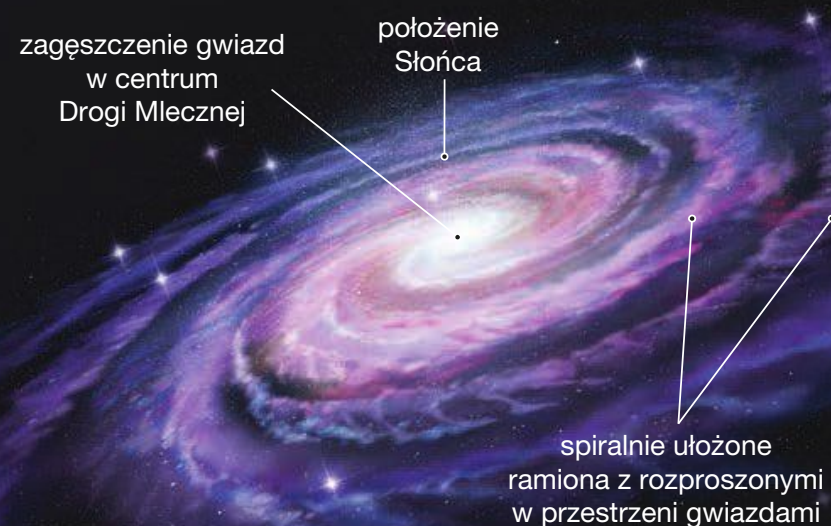
W skład naszej Galaktyki, zapisywanej wielką literą i nazywanej też **Drogą Mleczną**, wchodzi **Układ Słoneczny**.

**Rok świetlny** – odległość przebyta przez światło w próżni w ciągu roku.

**Gwiazda** – kuliste ciało niebieskie, które jest zbudowane z gazów (głównie z wodoru i helu) i które na skutek reakcji jądrowych zachodzących we wnętrzu świeci własnym światłem.

## Droga Mleczna

Droga Mleczna to zbiór niemal 400 mld gwiazd. Ma średnicę wynoszącą ok. 100 tys. lat świetlnych i kształt dysku z wieloma wychodzącymi ze środka ramionami. W jednym z takich ramion znajduje się Słońce.



## ■ Budowa Układu Słonecznego

Układ Słoneczny tworzą **gwiazda centralna**, czyli **Słońce**, oraz krążące wokół niej **planety**, planety karłowate, planetoidy, księżyce, komety i meteoroidy. Więcej informacji o budowie Słońca i planet znajduje się na infografice na następnych stronach.

## Planety karłowate

**Planety karłowate** mają kształt zbliżony do kuli. Od planet różnią się tym, że dzielą swoje orbity z innymi obiektami o podobnym rozmiarze. Do tej pory za planety karłowate uznano jedynie pięć ciał niebieskich. Jednym z nich jest Pluton.

## Planetoidy

**Planetoidy** to ciała niebieskie charakteryzujące się niewielkimi rozmiarami – ich średnica nie przekracza 1000 km. Dotychczas odkryto jedynie niewielką część planetoid krążących wokół Słońca, a ich całkowita liczba jest trudna do oszacowania. Większość spośród ponad 1,3 mln skatalogowanych planetoid (wg stanu na koniec 2023 r.) krąży wokół Słońca w **pasie głównym planetoid**, między orbitą Marsa a orbitą Jowisza. Wiele tych ciał niebieskich wchodzi też w skład pasa

**Planeta** – kuliste lub prawie kuliste ciało niebieskie, które krąży wokół gwiazdy, świeci światłem odbitym i nie dzieli swojej orbity z innym ciałem niebieskim o podobnym rozmiarze.



Pluton niegdyś był klasyfikowany jako planeta. Obecnie zalicza się go do planet karłowatych – nowo wyodrębnionej grupy obiektów.

zewnątrznego planetoid, zwanego **Pasem Kuipera**. Znajduje się on poza orbitą Neptuna (→ infografika, s. 30–31).

## Księżyce

**Księżyce** (satelity naturalne) to ciała niebieskie krążące wokół niektórych planet, planet karłowatych i planetoid. Spośród planet Układu Słonecznego najwięcej księżyców mają Saturn (145) i Jowisz (95). Z kolei Merkury i Wenus nie mają ich wcale. Jedyny naturalny satelita Ziemi – Księżyc – krąży wokół naszej planety w odległości ok. 384,4 tys. km.



Pierwszą odkrytą planetoidą była Ceres znajdująca się w pasie głównym planetoid. Obecnie uznaje się ją za planetę karłowatą.



Z Ziemi zawsze widać tę samą stronę Księżyca. Jest tak, ponieważ jego obieg wokół Ziemi i obrót wokół własnej osi trwają tyle samo – 27 dni, 7 godz. i 43 min.



# UKŁAD SŁONECZNY

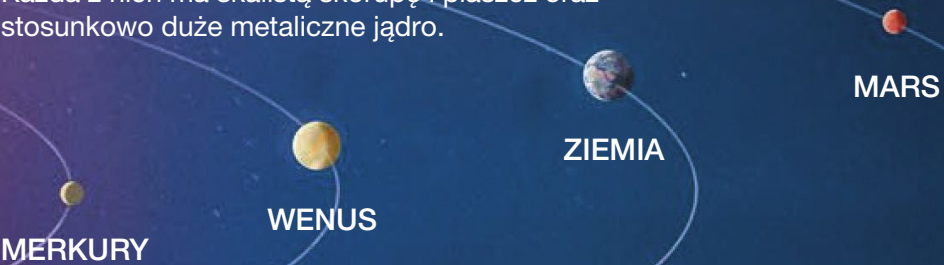
Centralnym obiektem Układu Słonecznego jest Słońce, wokół którego krążą planety oraz inne ciała niebieskie (np. planetoidy). Planety ze względu na wielkość i budowę dzieli się na planety grupy ziemskiej oraz planety olbrzymy. Do pierwszej grupy należą Merkury, Wenus, Ziemia i Mars, a do drugiej – Jowisz, Saturn, Uran i Neptun. Wszystkie planety obracają się wokół własnej osi i obiegają Słońce po eliptycznych drogach zwanych orbitami.

## SŁOŃCE

To największy obiekt Układu Słonecznego. Masa tej gwiazdy stanowi aż 99% masy całego układu. We wnętrzu Słońca zachodzą termojądrowe reakcje, w których wyniku wodór ulega przemianie w hel. Dzięki temu Słońce może emitować światło i ciepło.

## PLANETY GRUPY ZIEMSKIEJ

Są to planety podobne pod względem budowy do Ziemi. Każda z nich ma skalistą skorupę i płaszcz oraz stosunkowo duże metaliczne jądro.



## PAS GŁÓWNY PLANETOID

Westa to największa spośród znanych planetoid. Jej najdłuższa oś ma ponad 570 km. Westa obiega Słońce w pasie głównym planetoid.

## PAS KUIPERA

## PLANETY OLBRZYM

Te planety składają się głównie z gazów i lodu. Wszystkie mają pierścienie, jednak tylko pierścienie Saturna można względnie łatwo dostrzec z Ziemi.



## PLANETY UKŁADU SŁONECZNEGO

| Nazwa planety | Średnia odległość od Słońca [mln km] | Średnica [km] | Obieg wokół Słońca | Liczba księżyców | Obrót wokół własnej osi | Masa                    |
|---------------|--------------------------------------|---------------|--------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
| MERKURY       | 57,9                                 | 4 879         | 88 dni             | 0                | 58,7 dnia               | 0,06 M <sub>⊕</sub>     |
| WENUS         | 108,2                                | 12 104        | 224,7 dnia         | 0                | 243 dni                 | 0,82 M <sub>⊕</sub>     |
| ZIEMIA        | 149,6                                | 12 756        | 365,25 dnia        | 1                | 23 h 56 min             | 6 · 10 <sup>24</sup> kg |
| MARS          | 227,9                                | 6 792         | 687 dni            | 2                | 24 h 37 min             | 0,12 M <sub>⊕</sub>     |
| JOWISZ        | 778,6                                | 142 984       | 11,9 roku          | 95               | 9 h 55 min              | 317,8 M <sub>⊕</sub>    |
| SATURN        | 1433,5                               | 120 536       | 29,4 roku          | 145              | 10 h 39 min             | 95,2 M <sub>⊕</sub>     |
| URAN          | 2872,5                               | 51 118        | 83,8 roku          | 27               | 17 h 14 min             | 14,5 M <sub>⊕</sub>     |
| NEPTUN        | 4495,1                               | 49 538        | 163,7 roku         | 14               | 16 h 6 min              | 17,2 M <sub>⊕</sub>     |

M<sub>⊕</sub> = masa Ziemi





Niektóre komety pojawiają się w pobliżu Słońca i Ziemi okresowo, np. kometa Halleya – mniej więcej raz na 76 lat.

Komety

**Komety** to małe ciała niebieskie zbudowane z lodu wodnego, zamrożonych gazów i okruchów skał. Średnice ich jąder sięgają kilkudziesięciu kilometrów. Gdy kometa zbliża się do Słońca, rozgrzewa się, a z jej jądra uwalniają się gazy i pyły tworzące długi warkocz.

Meteoroidy

Najmniejszymi spośród obiektów tworzących Układ Słoneczny są **meteoroidy** – okruchy skalne o średnicy mniejszej niż 10 m. Większość meteoroidów docierających do Ziemi spala się w atmosferze. Pozostałe, nazywane **meteorytami**, uderzają o powierzchnię naszej planety i tworzą kratery.



Ziemię aż w 71% pokrywają morza i oceany. Widać to na licznych fotografiach wykonanych z kosmosu. Z tego powodu często nazywa się ją błękitną planetą.



Krater Wolfe Creek w Australii to jeden z najlepiej zachowanych kraterów meteorytowych na Ziemi. Utworzył go meteoryt o średnicy ok. 15 m.

Planeta Ziemia

Ziemia jest trzecią w kolejności oraz piątą pod względem rozmiarów planetą Układu Słonecznego. To jedyna znana obecnie planeta w kosmosie, na której istnieje życie. Ten fakt Ziemia zawdzięcza m.in. niezbyt gęstej atmosferze, odpowiedniej temperaturze powietrza przy powierzchni (ok. 15°C) oraz obecności wody w postaci ciekłej.

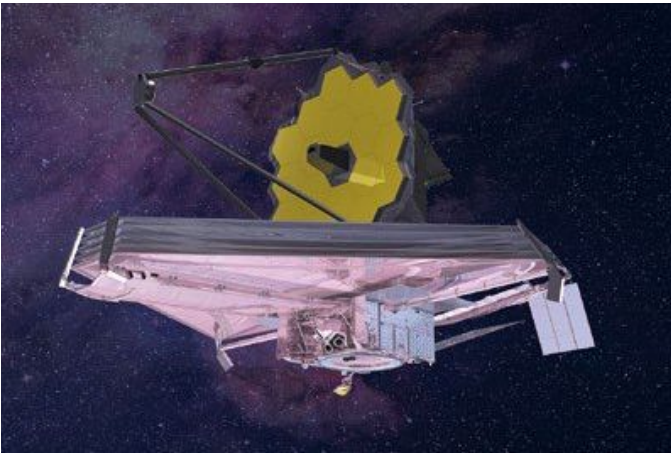
Nasza planeta oglądana z kosmosu wygląda jak ogromna błękitna kula okryta chmurami. Jednak dokładniejsze obserwacje i pomiary prowadzone zarówno z powierzchni Ziemi, jak i przez satelity dowodzą, że jej kształt nie jest aż tak regularny. Określa się go mianem **geoidy**.

Ważniejsze dane dotyczące Ziemi

| Cecha                                                                                                      | Wartość                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Powierzchnia Ziemi, w tym: <ul style="list-style-type: none"><li>• lądy</li><li>• morza i oceany</li></ul> | 510 mln km <sup>2</sup><br>149 mln km <sup>2</sup> (29%)<br>361 mln km <sup>2</sup> (71%) |
| Promień biegunowy                                                                                          | 6 357 km                                                                                  |
| Promień równikowy                                                                                          | 6 378 km                                                                                  |
| Średni promień                                                                                             | 6 371 km                                                                                  |
| Długość równika                                                                                            | 40 075 km                                                                                 |
| Długość południka                                                                                          | 20 004 km                                                                                 |
| Średnia temperatura powietrza przy powierzchni                                                             | 15°C                                                                                      |

Obserwowanie nieba

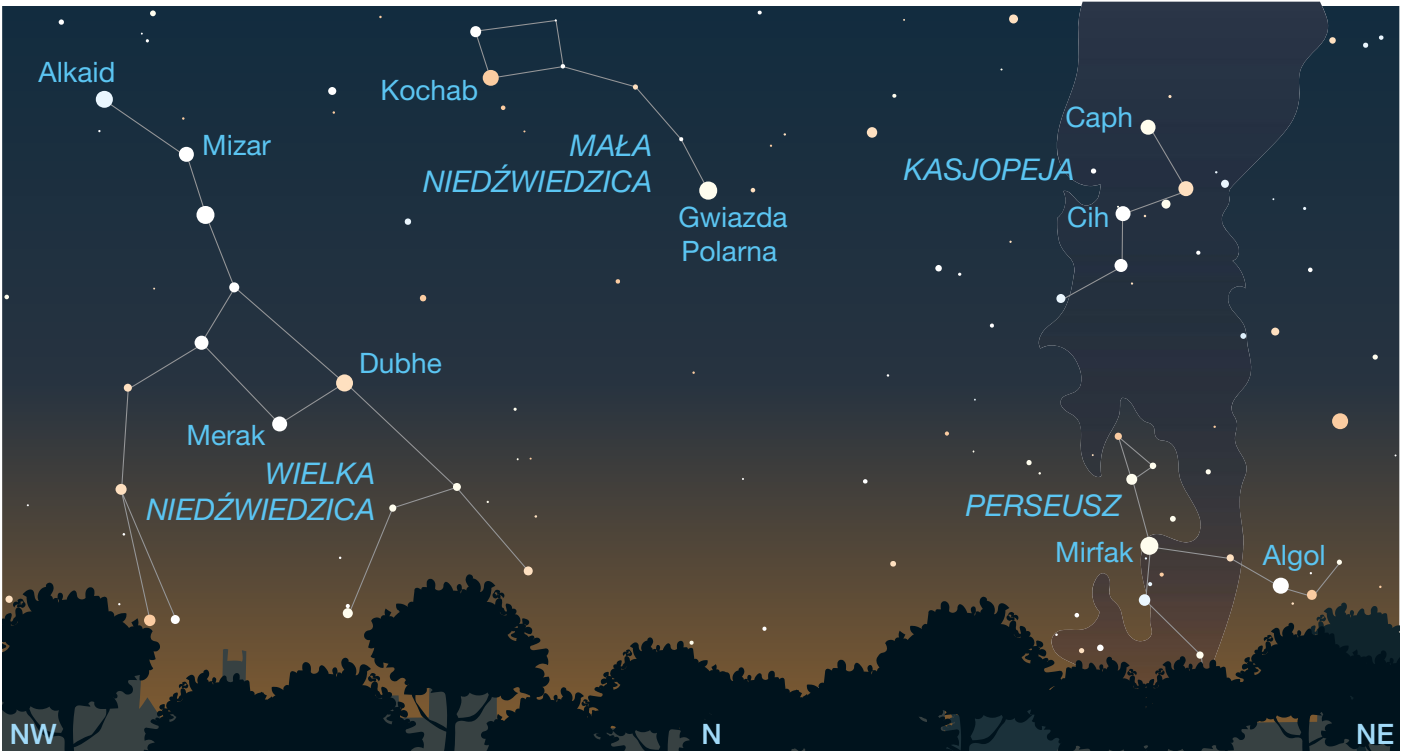
Obiekty widoczne na niebie od wieków wzbudzają w ludziach ogromną ciekawość. Już w starożytności gwiazdy łączono w gwiazdozbiory, czyli grupy gwiazd zajmujących pewien obszar nieba. To wtedy wyodrębniono gwiazdozbiory zodiakalne, takie jak Koziorożec, Strzelec i Baran. Początkowo obserwacje ciał niebieskich były prowadzone gołym okiem, jednak od XVII w. można w tym celu wykorzystywać teleskopy.



Obecnie odległe zakątki wszechświata obserwuje się dzięki teleskopom wyniesionym w przestrzeń kosmiczną. Jednym z nich jest Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba.

Gwiazdozbiory nieba północnego

Na niebie północnym, czyli oglądanym z półkuli północnej, można dostrzec tylko niektóre gwiazdozbiory, np. Małą Niedźwiedzicę czy Kasjopeję. Obserwację nieba warto rozpocząć od zlokalizowania charakterystycznego punktu, np. Gwiazdy Polarnej. Jest ona widoczna niemal dokładnie na północy. Podczas obserwacji należy też pamiętać, że niebo w różnych porach roku wygląda nieco inaczej.



Fragment nieba widzianego z obszaru Polski w połowie września ok. godziny 20.00 (kierunek północny).

Ćwiczenia

- 1. Wymień obiekty tworzące Układ Słoneczny.
- 2. U szereguj planety Układu Słonecznego, począwszy od tej, która ma największą średnicę.



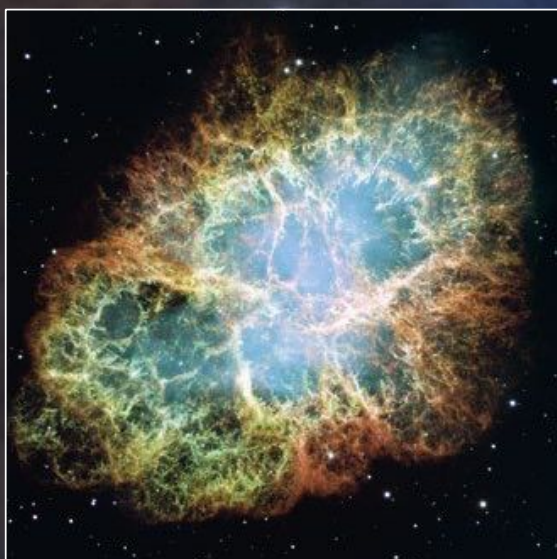


# Tajemniczy wszechświat

Człowiek od zawsze próbował zgłębiać tajemnice otaczającego go świata. Interesowało go zarówno najbliższe otoczenie, jak i to, co widział na niebie. Obecnie dzięki nowoczesnym przyrządom ludzie zagląдают zdecydowanie dalej niż kiedyś i odkrywają fascynujące zakątki kosmosu. Na podstawie zdjęć nadsyłanych przez sondy kosmiczne astronomowie tworzą mapy najpiękniejszych i najbardziej zaskakujących rejonów kosmosu. Są to m.in. galaktyki o różnorodnych kształtach oraz mgławice przybierające rozmaite formy i kolory.

## Mgławice – kosmiczne obłoki

Mgławice należą do najpiękniejszych obiektów we wszechświecie. Niektóre z nich są pozostałościami po gwiazdach, które przestały istnieć, inne zaś – miejscami narodzin kolejnych gwiazd. Jednym z przykładów jest mgławica Koński Łeb przypominająca kształtem głowę konia. Jasne punkty w tej mgławicy to młode gwiazdy, które dopiero się formują.



## Majestatyczna mgławica Krab

Mgławica Krab to kosmiczna piękność. Jest chętnie obserwowana i fotografowana przez astronomów z powodu nadzwyczajnych kolorów oraz niezwyklej struktur przypominających włókna. Znajduje się w gwiazdozborze Byka, w odległości ok. 6,3 tys. lat świetlnych od Ziemi. Jest pozostałością po supernowej – kosmicznej eksplozji, w której wyniku przestała istnieć gwiazda o masie 9–12 razy większej od Słońca. Mgławica Krab w porównaniu z innymi mgławicami jest dość mała. Jej średnica wynosi ok. 11 lat świetlnych.

## Wirująca galaktyka Wir

Galaktyki przybierają różnorodne kształty i rozmiary – od wielkich wirujących dysków po olbrzymie kule wypełnione miliardami gwiazd. Galaktyka Wir znajdująca się w gwiazdozborze Psów Gończych to przykład typowej galaktyki spiralnej. Swój kształt zawdzięcza dwóm majestatycznym, spiralnie ułożonym ramionom, które wychodzą z jasnego jądra galaktycznego.



## Świecący kapelusz na nocnym niebie

Ta niezwykła galaktyka znajduje się w gwiazdozborze Panny. Jej charakterystyczny ciemny pierścień pyłów i jasne jądro w centrum powodują, że jest podobna do tradycyjnego meksykańskiego nakrycia głowy. Stąd właśnie pochodzi nazwa tej galaktyki – Sombrero.



## 2

# Ruch obrotowy Ziemi

## Ważne na tej lekcji!

- cechy ruchu obrotowego Ziemi
- następstwa ruchu obrotowego Ziemi
- siła Coriolisa
- rodzaje czasu
- międzynarodowa linia zmiany daty

Ludzie obserwujący przed wiekami dzienną wędrówkę Słońca po niebie byli przekonani, że krąży ono wokół Ziemi. Dziś wiemy, że ta wędrówka jest jedną z konsekwencji ruchu naszej planety wokół własnej osi. Ten ruch, nazywany ruchem obrotowym, ma wyjątkowo duże znaczenie dla człowieka. Jego skutków doświadczamy codziennie.

## Cechy ruchu obrotowego Ziemi

Ruch obrotowy Ziemi, określany też mianem ruchu wirowego, odbywa się **z zachodu na wschód**. Pełny obrót Ziemi wokół własnej osi trwa **23 godziny, 56 minut i 4 sekundy**, czyli **dobę gwiazdową**. Podstawą rachuby czasu jest jednak średnia **doła słoneczna** trwająca **24 godziny**.

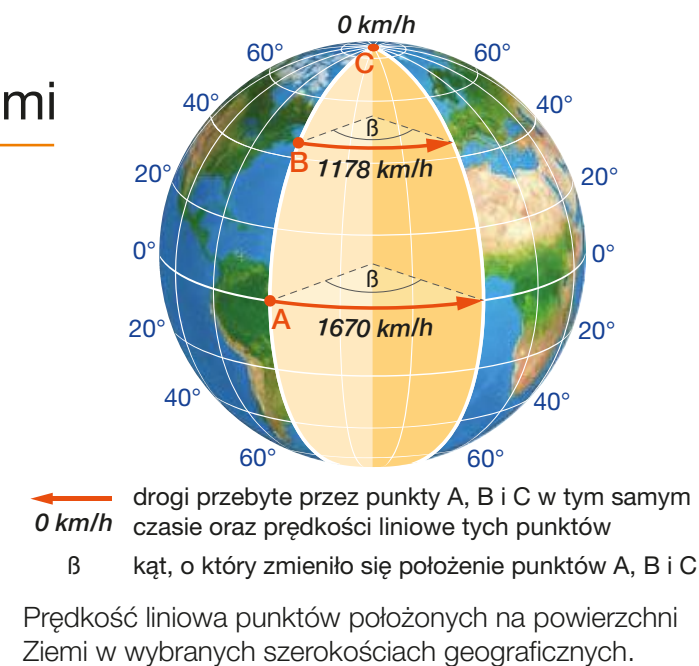
Wszystkie punkty i obiekty znajdujące się na powierzchni Ziemi obracają się wraz z nią. **Prędkość liniowa** tego ruchu zależy od szerokości geograficznej, a **prędkość kątowna** ruchu obrotowego wszędzie na Ziemi jest taka sama. Człowiek nie odczuwa prędkości towarzyszącej ruchowi obrotowemu, gdyż wraz z Ziemią obraca się cała atmosfera.

## Czy wiesz, że...

Ruch obrotowy wykonują też inne planety Układu Słonecznego. Najszybciej obraca się Jowisz. Wiruje on wokół własnej osi z prędkością ponad 45 tys. km/h, czyli niemal 30 razy szybciej niż Ziemia. Najwolniejszą z planet jest z kolei Wenus. Prędkość jej obrotu wynosi zaledwie 6,5 km/h (ponad 250 razy mniej niż prędkość obrotu Ziemi).

## Prędkość liniowa i prędkość kątowna ruchu obrotowego Ziemi

Punkty znajdujące się na równiku mają do przebycia największy dystans – 40 075 km. Dlatego poruszają się z największą prędkością liniową, wynoszącą aż 1670 km/h ( $40\,075\text{ km} : 24\text{ h} = 1670\text{ km/h}$ ). Prędkość liniowa maleje w miarę zbliżania się do biegunów. Tam jej wartość spada do 0 km/h. W przeciwieństwie do prędkości liniowej prędkość kątowna jest wszędzie taka sama. Każdy punkt na kuli ziemskiej w ciągu 24 godzin obraca się o 360°. Zatem w ciągu godziny jest to obrót o 15°.



## Następstwa ruchu obrotowego Ziemi

Najważniejszymi następstwami ruchu obrotowego Ziemi są:

- ▶ spłaszczenie biegunowe Ziemi,
- ▶ pozorna wędrówka ciał niebieskich po sklepieniu niebieskim,
- ▶ występowanie dnia i nocy,
- ▶ siła Coriolisa [wym. koriolisa],
- ▶ różnicowanie czasu na Ziemi.

## Spłaszczenie biegunowe Ziemi

**Spłaszczenie Ziemi przy biegunach** to efekt działania siły odśrodkowej, która powstaje w wyniku ruchu obrotowego naszej planety. Promień biegunowy Ziemi jest krótszy od jej promienia równikowego o ponad 21 km.

## Pozorna wędrówka ciał niebieskich

Dzienna wędrówka Słońca po niebie zaczyna się w momencie, w którym pojawia się ono nad horyzontem (wschód Słońca), a kończy wtedy, gdy za nim znika (zachód Słońca). Wiemy jednak, że jest to **wędrówka pozorna**, ponieważ w rzeczywistości to Ziemia obraca się wokół własnej osi. Podobną pozorną



Na nocnych zdjęciach wykonanych z długim czasem naświetlania widać, że jedynym ciałem niebieskim niezmieniającym swojej pozycji jest Gwiazda Polarna.

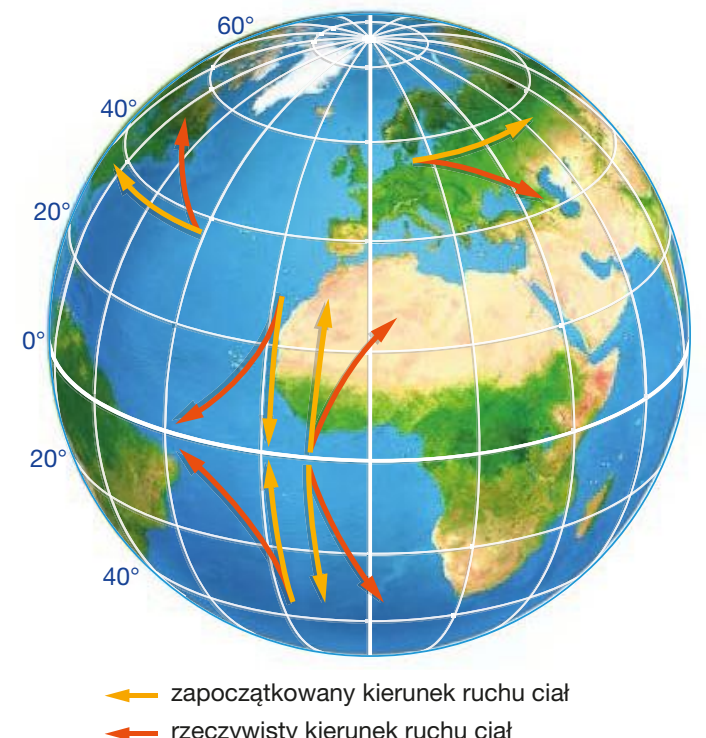
wędrówkę odbywają pozostałe gwiazdy (oprócz Gwiazdy Polarnej, położonej na prostej przechodzącej przez oś Ziemi). Można to dostrzec na powyższej fotografii.

## Występowanie dnia i nocy

Podczas obrotu Ziemi wokół własnej osi promienie słoneczne oświetlają kolejne fragmenty powierzchni naszej planety. Na oświetlonej przez Słońce części globu panuje wówczas dzień, a na pograżonej w mroku – noc.

## Siła Coriolisa

Siła Coriolisa sprawia, że kierunek ruchu ciał **na półkuli północnej** odchyła się **w prawą stronę** względem ich kierunku początkowego, a **na półkuli południowej** – **w lewą stronę**. Ta siła ma ogromne znaczenie przyrodnicze. Oddziałuje m.in. na kierunki prądów morskich i na kierunki wiatrów. Na przykład na półkuli północnej pasaty wieją z północnego wschodu zamiast z północy, a na półkuli południowej – z południowego wschodu zamiast z południa. Siła Coriolisa wpływa też na swobodnie spadające ciała. Na obu półkulach następuje wschodnie odchylenie kierunku spadania tych ciał.



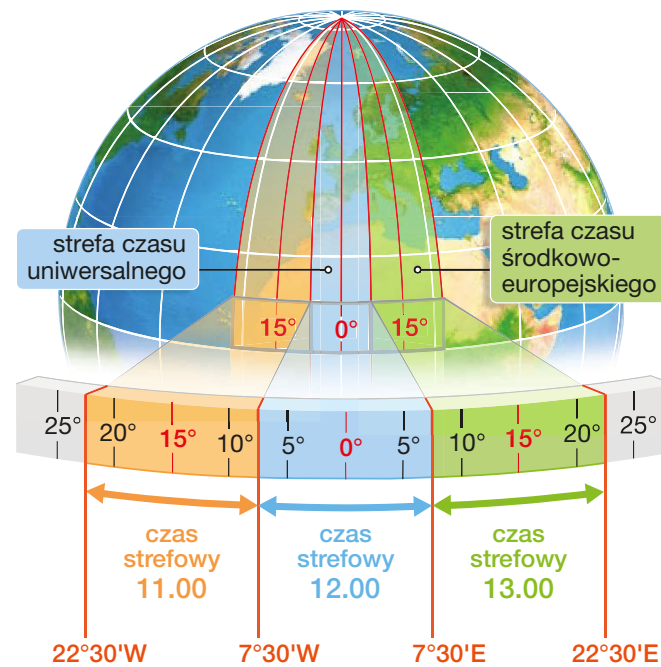


## Zróźnicowanie czasu na Ziemi

Czas oparty na pozornej wędrówce Słońca po niebie to **czas prawdziwy słoneczny**. Ustala się go dla danego miejsca na podstawie wysokości Słońca nad horyzontem. Moment górowania wyznacza godzinę 12.00. Jednakowy czas prawdziwy słoneczny występuje tylko w miejscach położonych na tym samym południku. Punkty leżące na wschód lub na zachód od niego mają inną wartość czasu prawdziwego słonecznego. Powszechne stosowanie tego czasu byłoby bardzo kłopotliwe (trudności dotyczyłyby np. ustalania rozkładu jazdy pociągów). Dlatego wprowadzono czas uniwersalny, czas strefowy oraz czas urzędowy.

Na całym świecie za podstawę rachuby czasu w ciągu doby przyjmuje się **czas uniwersalny**, określany angielskim skrótem UTC (ang. *Universal Time Coordinated*). Godzinę 12.00 tego czasu wyznacza moment górowania Słońca nad południkiem  $0^\circ$ .

**Czas strefowy** ustala się na podstawie umownego podziału kuli ziemskiej na 24 strefy. Każda strefa czasowa to pas



Ten sam czas strefowy obowiązuje na obszarze pomiędzy południkami położonymi 7°30' na wschód i 7°30' na zachód od środkowego południka danej strefy.

obejmujący  $15^\circ$  długości geograficznej ( $360^\circ : 24 = 15^\circ$ ). W kolejnych strefach znajdujących się na wschód dodaje się po godzinie, a w strefach leżących na zachód – po godzinie odejmuje. Tę zależność przedstawia powyższa ilustracja.

## Obliczanie czasu strefowego

Oblicz, która godzina czasu strefowego oraz który dzień tygodnia są w Los Angeles ( $118^{\circ}\text{W}$ ), jeśli w Warszawie ( $21^{\circ}\text{E}$ ) jest wtorek, godzina 20.00 czasu strefowego.

- 1** Odczytaj z mapy zamieszczonej na s. 39, w których strefach znajdują się wymienione miasta.

Warszawa: UTC + 1 h  
Los Angeles: UTC - 8 h

- 2** Oblicz, ile stref czasowych dzieli Warszawę od Los Angeles.

Warszawa i Los Angeles leżą na różnych półkulach (odpowiednio na półkuli wschodniej i na półkuli zachodniej), dlatego należy dodać do siebie strefy czasowe, w których znajdują się te miasta.

$$1 + 8 = 9$$

## Krok po kroku

- 3** Oblicz różnicę czasu strefowego między miastami oraz ustal, która godzina czasu strefowego i dzień tygodnia są w Los Angeles.

$$9 \text{ stref czasowych} \cdot 1 \text{ h} = 9 \text{ h}$$

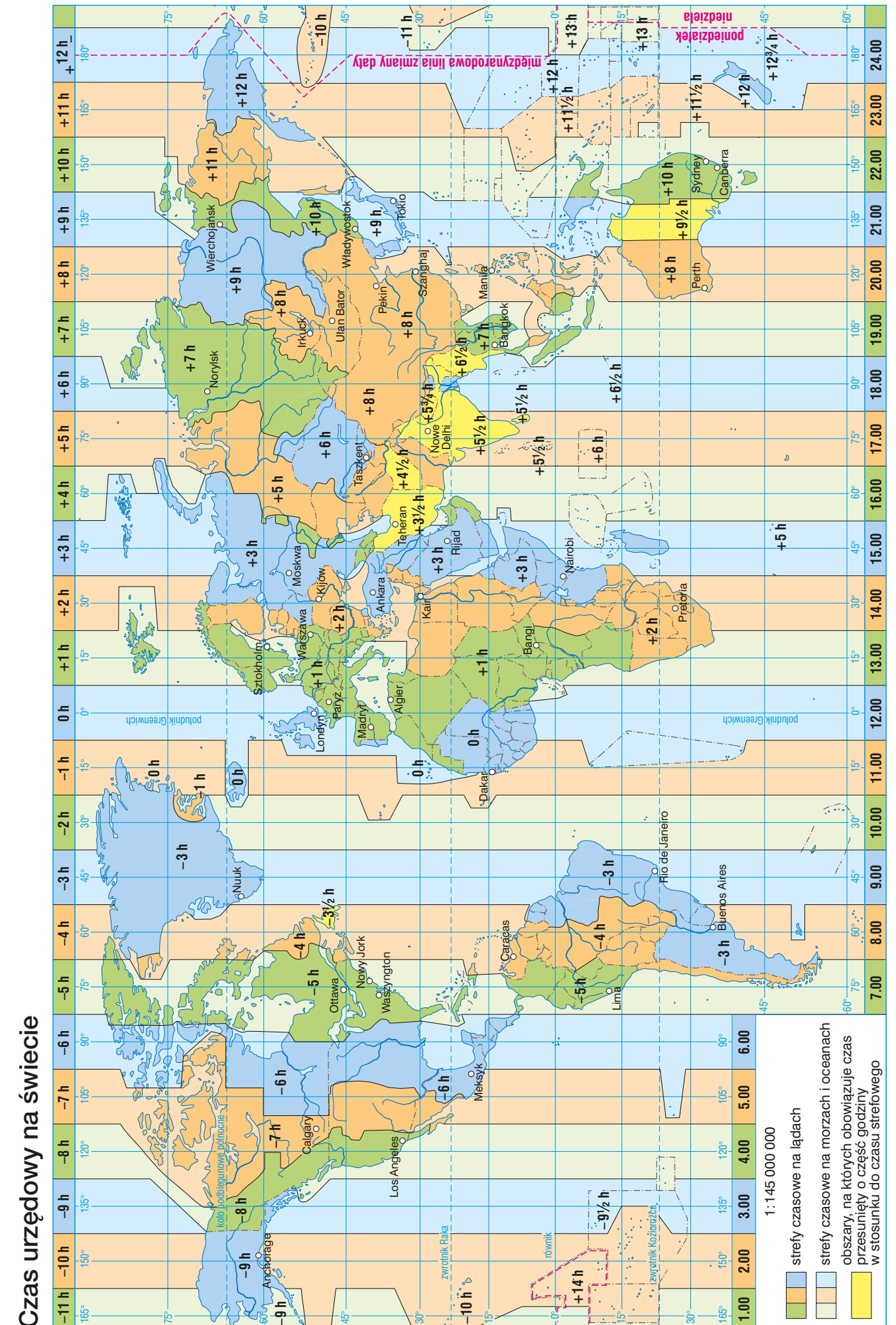
Różnica czasu strefowego między Los Angeles a Warszawą wynosi 9 h. Ponieważ Los Angeles leży na zachód od Warszawy, trzeba odjąć od czasu strefowego Warszawy 9 h.

$$20.00 - 9 \text{ h} = 11.00 \text{ (wtorek)}$$

**Odpowiedź:** W Los Angeles jest wtorek, godzina 11.00 czasu strefowego.

### Rozwiąż samodzielnie

Oblicz, która godzina czasu strefowego oraz który dzień tygodnia są w Bangkoku ( $118^{\circ}\text{E}$ ), jeśli w Buenos Aires ( $21^{\circ}\text{W}$ ) jest czwartek, godzina 18.00 czasu strefowego.

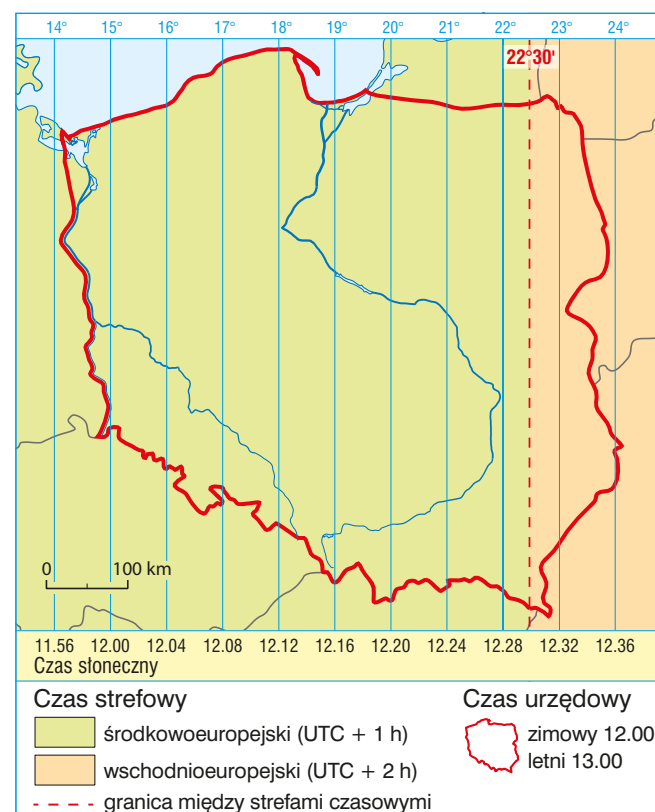


W górnej części mapy podano różnice między czasem danej strefy a czasem południka 0° (Greenwich), a w dolnej – godzinę w danej strefie, gdy w Londynie jest południe. Te dane dotyczą pory zimowej. Na większości obszaru Antarktydy obowiązuje czas południka 0°. Jednak niektóre stacje badawcze, np. niemiecka stacja Neumayer, przyjmują czas odpowiadający strefie czasowej właściwej dla swojego kraju.



## Czas słoneczny, czas strefowy i czas urzędowy w Polsce

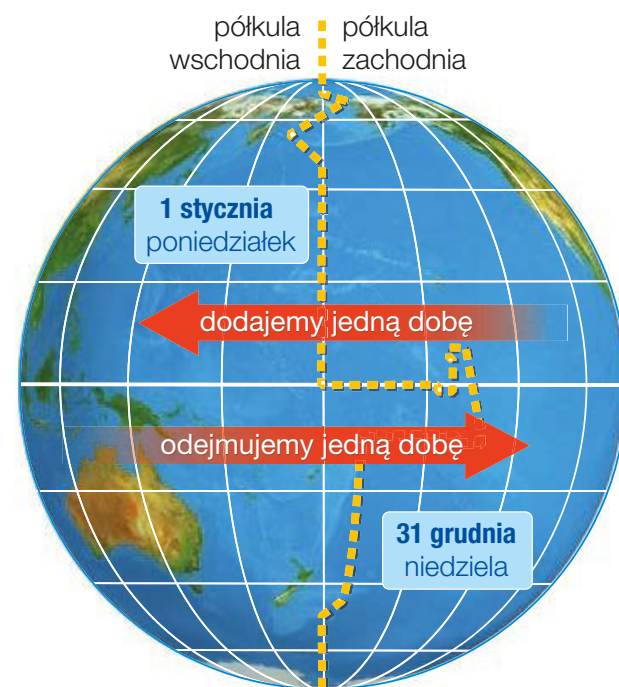
Przeważająca część terytorium naszego kraju znajduje się w strefie czasu środkowoeuropejskiego (UTC + 1 h). Jednak część wschodnia – rozciągająca się na wschód od południka 22°30'E – leży w strefie czasu wschodnioeuropejskiego (UTC + 2 h). Aby uniknąć niedogodności związanych z położeniem kraju w dwóch strefach czasowych, ustalono, że czasem urzędowym w Polsce będzie czas strefy środkowoeuropejskiej, który obowiązuje w większości krajów Unii Europejskiej. Ponadto zdecydowano, że w Polsce będzie obowiązywał czas letni i czas zimowy. Różnica między nimi wynosi godzinę.



Granice kolejnych stref czasowych przebiegają wzdłuż południków, ale nie pokrywają się z granicami poszczególnych krajów. Dlatego w wielu regionach i państwach wprowadzono **czas urzędowy**. Jest to umowny czas dostosowany do przebiegu granic państwowych lub wewnętrznych granic administracyjnych (→ mapa, s. 39). Czas urzędowy obowiązuje np. w Polsce.

### ■ Międzynarodowa linia zmiany daty

**Międzynarodowa linia zmiany daty** to umowna linia przebiegająca wzdłuż południka 180° lub w jego pobliżu. Po przekroczeniu tej linii z półkuli wschodniej na półkulę zachodnią należy odjąć jeden dzień, a podczas podróży w kierunku przeciwnym – dodać.



Przekraczanie międzynarodowej linii zmiany daty sprawia, że – zależnie od kierunku podróży – „traci się” jeden dzień lub się go „zyskuje”.

### Ćwiczenia

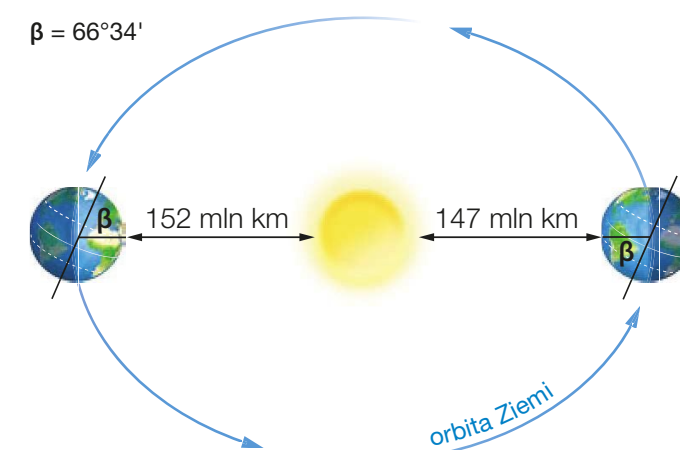
1. Wymień cztery cechy ruchu obrotowego Ziemi.
2. Podaj trzy przykłady skutków oddziaływania siły Coriolisa.
3. Wyjaśnij, dlaczego w codziennym życiu nie stosuje się czasu prawdziwego słonecznego.

## 3 Ruch obiegowy Ziemi

### Ważne na tej lekcji!

- cechy ruchu obiegowego Ziemi
- następstwa ruchu obiegowego Ziemi
- strefy oświetlenia Ziemi

Jeszcze w XVI w. panowało przekonanie, że Słońce i pozostałe ciała niebieskie krążą wokół Ziemi. Była to **teoria geocentryczna**. Dopiero **Mikołaj Kopernik** dokonał przełomu w myśleniu o wszechświecie – sformułował **teorię heliocentryczną**, zgodnie z którą to Ziemia i inne ciała niebieskie poruszają się wokół Słońca. Dlatego często mówi się, że tym odkryciem wstrzymał Słońce i ruszył Ziemię. Ruch, który wokół Słońca wykonują Ziemia oraz inne planety, nazywamy **ruchem obiegowym** (postępowym).



Odległość dzieląca Ziemię od Słońca zmienia się w ciągu roku. Te zmiany są jednak względnie małe.

### ■ Cechy ruchu obiegowego Ziemi

Pełny obieg Ziemi wokół Słońca trwa **365 dni, 5 godzin, 48 minut i 46 sekund**, czyli **rok**. Ten ruch odbywa się po orbicie eliptycznej, jednak – jak widać na powyższej ilustracji – Słońce nie znajduje się w środku tej elipsy.

W trakcie obiegu Ziemi wokół Słońca oś ziemską jest nachylona do płaszczyzny orbity pod stałym kątem  $66^\circ 34'$ . Takie ustawienie powoduje, że w ciągu roku zmienia się oświetlenie Ziemi. To oznacza, że wysokość Słońca nad horyzontem w poszczególnych regionach naszej planety jest inna. Wynosi ona od  $0^\circ$  do  $90^\circ$ .

Gdy Słońce **góruje** na wysokości  $90^\circ$ , mówimy, że **góruje w zenicie**, czyli dokładnie pionowo nad głowami obserwatorów. Zdarza się to jednak wyłącznie na obszarach położonych między zwrotnikiem Raka na półkuli północnej a zwrotnikiem Koziorożca na półkuli południowej.

**Górowanie** – moment w ciągu dnia, kiedy Słońce znajduje się najwyżej nad horyzontem.

### ■ Następstwa ruchu obiegowego Ziemi

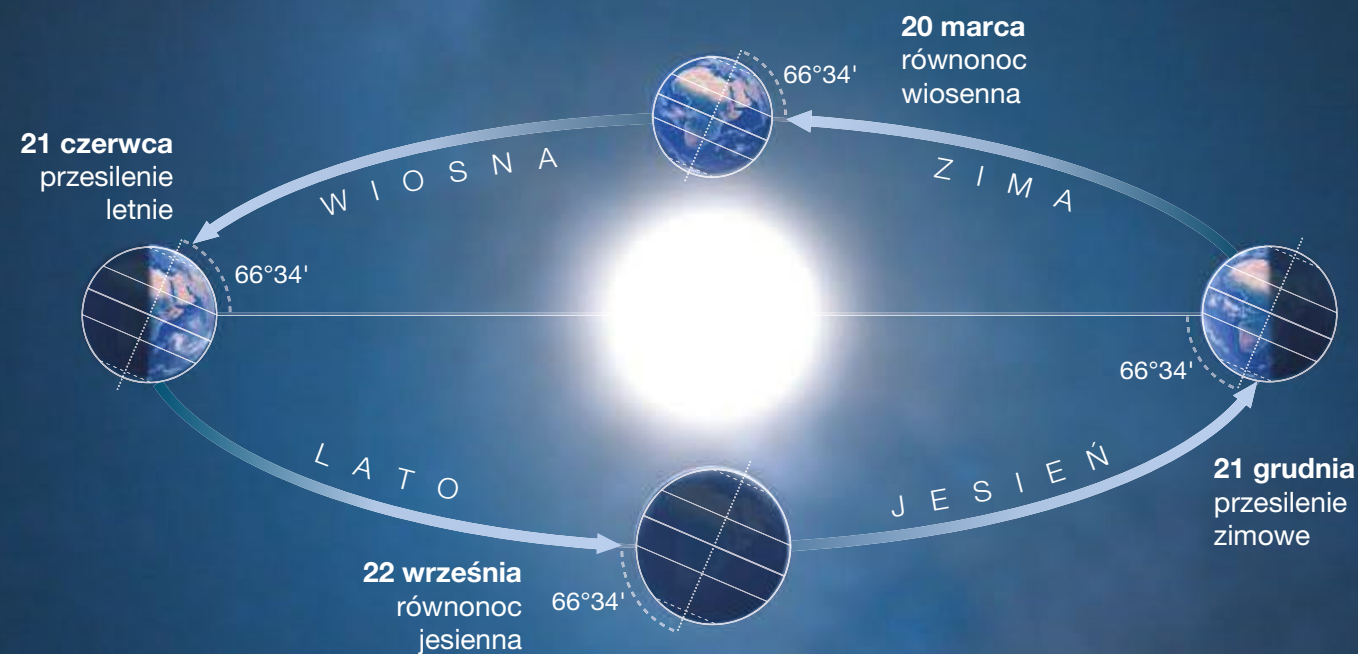
Podstawowym następstwem ruchu obiegowego Ziemi są cykliczne **zmiany oświetlenia** naszej planety. Ich przebieg przedstawiają ilustracje znajdujące się na s. 42. Widać na nich, że wraz ze zmianami oświetlenia następują **zmiany astronomicznych pór roku** – wiosny, lata, jesieni i zimy.

Dwa razy w roku – ok. 20 marca i ok. 22 września – Ziemia znajduje się w takim położeniu, że Słońce góruje w zenicie na równiku. Na kuli ziemskiej następuje wtedy zrównanie długości dnia i nocy, nazywane **równonocą wiosenną** (ok. 20 marca) albo **równonocą jesienną** (ok. 22 września). Około 21 czerwca Słońce góruje w zenicie na zwrotniku Raka. Jest to **przesilenie letnie**. Z kolei ok. 21 grudnia Słońce góruje w zenicie na zwrotniku Koziorożca. Trwa wtedy **przesilenie zimowe**.



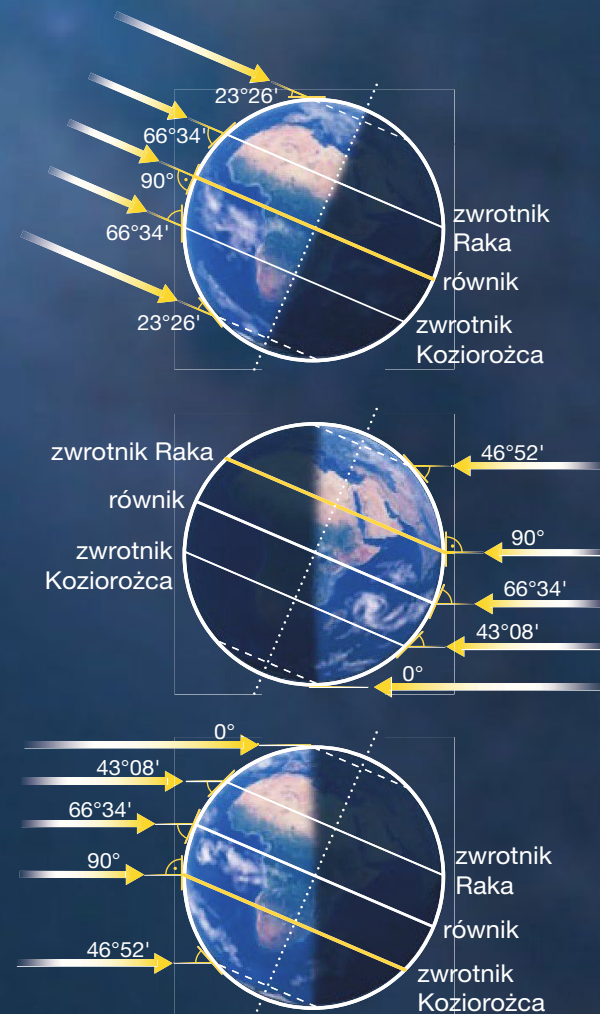
## Oświetlenie Ziemi w pierwszych dniach astronomicznych pór roku

Kąt nachylenia osi ziemskiej do płaszczyzny orbity przez cały rok wynosi  $66^{\circ}34'$ . To dlatego nasza planeta raz ma bardziej oświetloną półkulę północną, a raz – półkulę południową. Różnice w oświetleniu Ziemi powodują, że zmienia się intensywność ogrzewania jej powierzchni. Konsekwencją tego zjawiska jest występowanie pór roku.



### Równonoc wiosenna (20 marca\*) i równonoc jesienna (22 września\*)

Około 20 marca i 22 września Słońce góruje na równiku w zenicie. Obie półkule są wtedy oświetlone i ogrzane w jednakowym stopniu. 20 marca na półkuli północnej rozpoczyna się wiosna, a na półkuli południowej – jesień. 22 września sytuacja jest odwrotna. Na półkuli północnej rozpoczyna się jesień, a na półkuli południowej – wiosna.



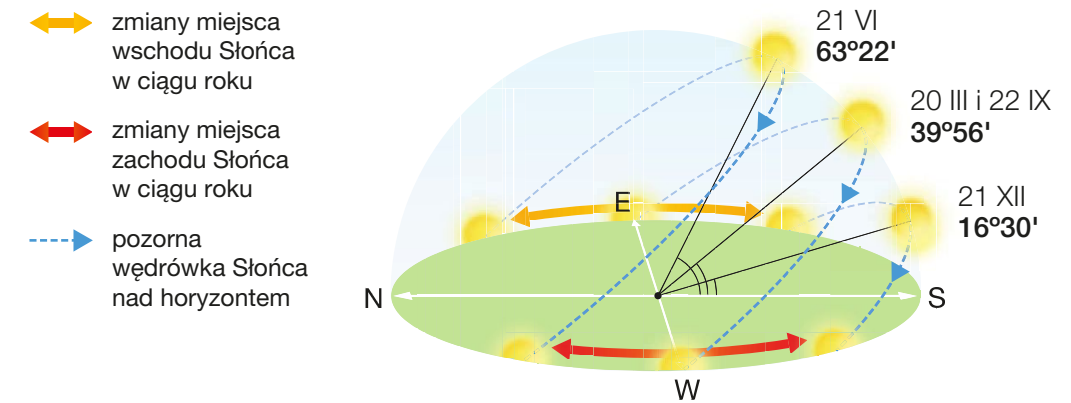
### Przesilenie letnie (21 czerwca\*)

Około 21 czerwca Słońce góruje w zenicie na zwrotniku Raka. Półkula północna jest wówczas oświetlona lepiej niż półkula południowa. Na półkuli północnej rozpoczyna się lato, a na półkuli południowej – zima.

### Przesilenie zimowe (21 grudnia\*)

Około 21 grudnia Słońce góruje w zenicie na zwrotniku Koziorożca. Półkula południowa jest wtedy oświetlona lepiej niż półkula północna. Na półkuli południowej rozpoczyna się lato, a na półkuli północnej – zima.

\* Dаты dni przesilenia i równonocy nie są stałe.



Zmiany miejsca wschodu i zachodu Słońca oraz zmiany wysokości górowania Słońca w Krakowie w różnych porach roku.

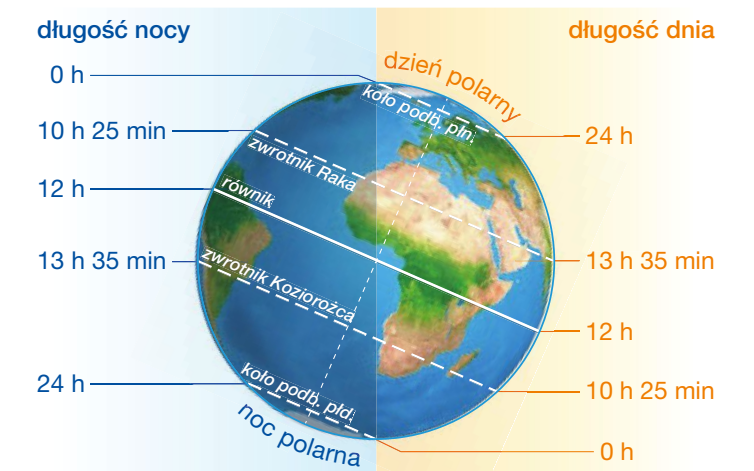
? Ustal, kiedy Słońce pokonuje najdłuższą pozorną drogę nad horyzontem, a kiedy – drogę najkrótszą.

Następstwem ruchu obiegowego Ziemi jest też **zmiana miejsca wschodu i zachodu Słońca na widnokręgu**. Na powyższej ilustracji widać, że latem (ok. 21 czerwca) Słońce wschodzi i zachodzi bliżej północy, a zimą (ok. 21 grudnia) – bliżej południa. W dniach równonocy wiosennej (ok. 20 marca) i jesienniej (ok. 22 września) wschód Słońca następuje dokładnie na wschodzie, natomiast zachód – dokładnie na zachodzie. Zmianom ulega również **wysokość górowania Słońca nad horyzontem**. W Krakowie Słońce góruje najwyższ w dniu przesilenia letniego (na wysokości  $63^{\circ}22'$ ), najniższ zaś – w dniu przesilenia zimowego (na wysokości  $16^{\circ}30'$ ).

Z powyższej ilustracji wynika także, że w ciągu roku zmienia się **długość trwania dnia i nocy**. Latem dzień jest długi. Najdłuższ trwa ok. 21 czerwca, wtedy też noc jest najkrótsza. Odwrotna sytuacja występuje ok. 21 grudnia – dzień jest wówczas najkrótszy, a noc – najdłuższa. Około 20 marca i 22 września na całej kuli ziemskiej dzień i noc trwają prawie tyle samo – ok. 12 godzin. Szczególnym miejscem jest równik. Tam długość dnia i nocy jest niemal jednakowa

przez cały rok. Im dalej od równika, tym różnice między długością dnia i nocy stają się większe. Na obszarach położonych za kołami podbiegunowymi występują zjawiska **dnia polarnego i nocy polarnej** (→ tabela, s. 184). Zmianę długości trwania dnia i nocy w wybranych miejscach na kuli ziemskiej można prześledzić na poniższej ilustracji.

Długość trwania dnia i wysokość górowania Słońca wpływają na ilość ciepła docierającego do poszczególnych części naszego globu. Na tej podstawie wyróżniono **strefy oświetlenia Ziemi**. Opisano je na s. 44.



Długość dnia i nocy w wybranych miejscach na Ziemi ok. 21 czerwca.

**Widnokrąg** – linia pozornego styku nieba z powierzchnią ziemi lub morza.

**Dzień polarny** – zjawisko, podczas którego Słońce nie zachodzi dłużej niż przez 24 godziny.

**Noc polarna** – zjawisko, podczas którego Słońce nie wschodzi dłużej niż przez 24 godziny.



## Strefy oświetlenia Ziemi

Na kuli ziemskiej wyróżniono pięć stref oświetlenia. Są to: strefa międzyzwrotnikowa, dwie strefy umiarkowane oraz dwie strefy podbiegunowe.

### Strefa międzyzwrotnikowa

- Jej granicami są zwrotnik Raka na północy i zwrotnik Koziorożca na południu.
- Tylko w tej strefie Słońce góruje w zenicie dwukrotnie w ciągu roku (oprócz zwrotników, gdzie góruje w zenicie tylko raz).
- Duża wysokość Słońca nad horyzontem i niewielkie różnice w długości dnia powodują, że do tej strefy dociera największa ilość energii cieplnej.
- Strefa międzyzwrotnikowa jest także nazywana strefą gorącą.

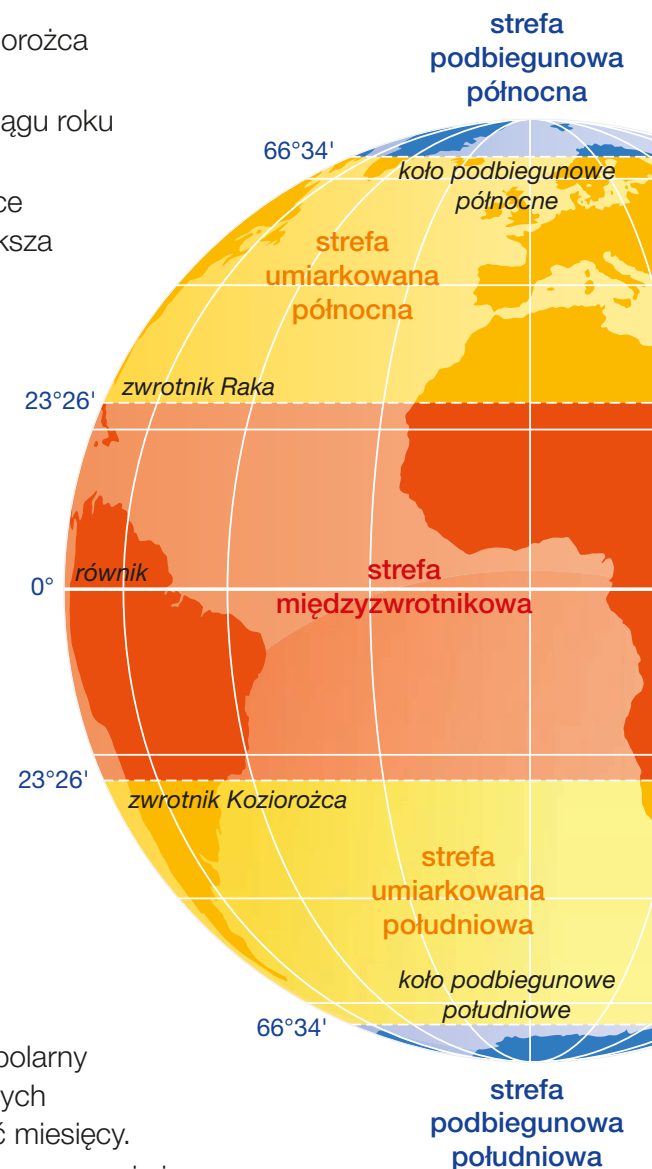
### Dwie strefy umiarkowane

- Rozciągają się między zwrotnikami a kołami podbiegunowymi.
- Latem dni są tam długie, a zimą – krótkie.
- W tych strefach wysokość górowania Słońca zmniejsza się od zwrotników, gdzie raz w roku góruje w zenicie, w kierunku kół podbiegunowych, na których raz w roku góruje na wysokości 0°.
- Różnice w ilości ciepła docierającego w ciągu roku do poszczególnych obszarów są bardzo duże.
- W tych strefach najwyraźniej zaznaczają się pory roku.

### Dwie strefy podbiegunowe

- Rozciągają się od kół podbiegunowych do biegunów.
- Na obszarach, które leżą w ich obrębie, występują dzień polarny i noc polarna. W miarę oddalania się od kół podbiegunowych te zjawiska trwają coraz dłużej, a na biegunach – aż sześć miesięcy.
- Dociera do nich najmniej energii cieplnej na Ziemi, dlatego nazywa się je strefami zimnymi.

**?** Na podstawie powyższej ilustracji oraz mapy stref klimatycznych znajdującej się na wklejce umieszczonej na końcu podręcznika wykaż związek między występowaniem stref oświetlenia Ziemi a rozmieszczeniem stref klimatycznych.



### Ćwiczenia

1. Przedstaw cechy ruchu obiegowego Ziemi.
2. Wymień następstwa ruchu obiegowego Ziemi.
3. Wyjaśnij, dlaczego pory roku najwyraźniej zaznaczają się w umiarkowanych strefach oświetlenia Ziemi.
4. Wykaż na trzech przykładach, że zmiany oświetlenia Ziemi w ciągu roku wpływają na działalność człowieka.

## Podsumowanie

- Wszechświat powstał ok. 13,8 mld lat temu podczas gigantycznego wybuchu materii i energii zwanego **Wielkim Wybuchem**.
- **Gwiazda** to kuliste ciało niebieskie zbudowane z gazów, świecące własnym światłem. Ogromne skupiska gwiazd nazywa się **galaktykami**.
- Układ Słoneczny znajduje się w jednym z ramion naszej **Galaktyki**, zwanej też Drogą Mleczną.
- **Układ Słoneczny** tworzą Słońce, osiem planet, a także mniejsze ciała niebieskie, takie jak planety karłowate, planetoidy, księżyce, komety, meteoroidy.
- **Planeta** to ciało niebieskie krążące wokół gwiazdy i świecące światłem odbitym. Cztery planety znajdujące się najbliżej Słońca to **planety grupy ziemskiej** (Merkury, Wenus, Ziemia i Mars). Cztery kolejne zalicza się do **planet olbrzymów** (Jowisz, Saturn, Uran i Neptun).
- **Ziemia** jest trzecią w kolejności od Słońca oraz piątą pod względem wielkości planetą Układu Słonecznego. Ma nieregularny kształt określany mianem **geoidy**. Ważniejsze dane dotyczące naszej planety to:
  - powierzchnia: 510 mln km<sup>2</sup>,
  - promień biegunowy: 6357 km,
  - promień równikowy: 6378 km,
  - długość równika: 40 075 km,
  - długość południka: 20 004 km.
- Obserwacje nieba najlepiej rozpocząć od zlokalizowania charakterystycznego punktu, np. Gwiazdy Polarnej. Podczas **obserwacji nieba północnego** można dostrzec tylko niektóre gwiazdozbiory, np. Małą Niedźwiedzicę z Gwiazdą Polarną i Kasjopeję.
- Ruch Ziemi wokół własnej osi to **ruch obrotowy**. Odbywa się on z zachodu na wschód. Pełny obrót Ziemi wokół własnej osi trwa 24 godziny (dobę).
- Do **następstw ruchu obrotowego** zalicza się:
  - spłaszczenie Ziemi przy biegunach,
  - pozorną wędrówkę Słońca i innych ciał niebieskich po niebie,
  - występowanie dnia i nocy,
  - występowanie siły Coriolisa,
  - zróżnicowanie czasu na Ziemi.
- W wyniku działania **siły Coriolisa** kierunek ruchu ciał na półkuli północnej odchyła się w prawą stronę, a na półkuli południowej – w lewą.

- Zjawiskami wynikającymi z oddziaływania siły Coriolisa są m.in.:
  - odchylenie kierunków wiatrów (np. pasatów),
  - odchylenie przebiegu prądów morskich,
  - wschodnie odchylenie kierunku swobodnie spadających ciał, zarówno na półkuli północnej, jak i na półkuli południowej.
- **Czas prawdziwy słoneczny** jest określany na podstawie górowania Słońca nad danym południkiem. Ze względów praktycznych stosuje się czas strefowy i czas urzędowy.
- **Czas strefowy** został ustalony na podstawie umownego podziału kuli ziemskiej na 24 strefy czasowe. W kolejnych strefach znajdujących się na wschód dodaje się po godzinie, a w strefach leżących na zachód – po godzinie odejmuje.
- **Czas urzędowy** to czas umowny dostosowany do przebiegu granic poszczególnych państw lub do wewnętrznych granic administracyjnych. W Polsce czasem urzędowym jest czas strefy środkowoeuropejskiej (UTC + 1 h). Czas urzędowy obejmuje czas letni i czas zimowy, które różnią się o godzinę.
- **Mikołaj Kopernik** jest twórcą **teorii heliocentrycznej**, zgodnie z którą Ziemia i inne ciała niebieskie poruszają się wokół Słońca.
- **Ruch obiegowy Ziemi** wokół Słońca odbywa się po eliptycznej orbicie. Pełny obieg trwa 365 dni, 5 godzin, 48 minut i 46 sekund, czyli rok.
- Różnice w **oświetleniu Ziemi** w ciągu roku powodują, że zmienia się intensywność ogrzewania jej powierzchni. Konsekwencją tego zjawiska jest m.in. występowanie astronomicznych pór roku.
- Następstwami **ruchu obiegowego Ziemi** są:
  - zmiana oświetlenia Ziemi w ciągu roku,
  - występowanie astronomicznych pór roku,
  - zmiana miejsca wschodu i zachodu Słońca na widnokręgu,
  - zmiana wysokości górowania Słońca nad horyzontem,
  - zmiana długości trwania dnia i nocy,
  - występowanie stref oświetlenia Ziemi.
- Wyróżniono pięć **stref oświetlenia Ziemi**. Są to:
  - strefa międzyzwrotnikowa,
  - dwie strefy umiarkowane,
  - dwie strefy podbiegunowe.



Sprawdź, czy potrafisz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

- 1 Oceń, czy podane zdania są zgodne z prawdą. Zapisz w zeszytcie zdania prawdziwe.
- A. Wszechświat to przestrzeń wraz z wypełniającymi ją energią i materią.
  - B. Skupiska gwiazd nazywamy planetoidami.
  - C. Galaktyka, w której znajduje się Układ Słoneczny, jest też nazywana Drogą Mleczną.
  - D. Gwiazda to ciało niebieskie świecące światłem odbitym.
- 2 Uzupełnij poniższe zdania, a następnie przepisz je do zeszytu.
- A. Odległość Ziemi od Słońca wynosi ok.  km.
  - B. Układ Słoneczny powstał ok.  lat temu.
  - C. Ziemski równik ma długość ok.  km.
- 3 Podaj dwa argumenty potwierdzające, że siła Coriolisa wywiera bardzo duży wpływ na środowisko przyrodnicze. Zapisz je w zeszytcie.
- 4 Na fotografii przedstawiającej Ziemię oznaczono literą X pewne miejsce. Wybierz poprawne dokończenie zdania i przepisz całe zdanie do zeszytu.

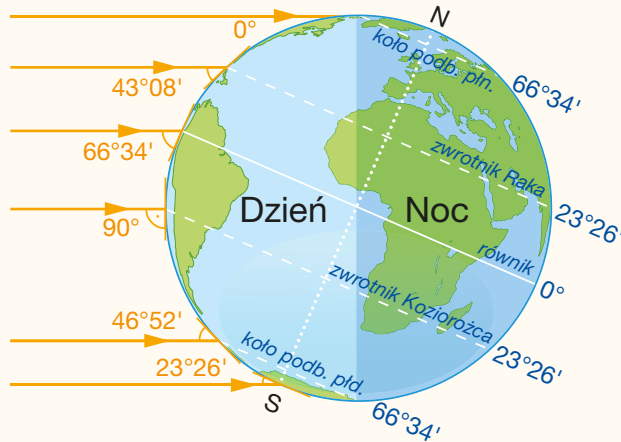


W miejscu oznaczonym na fotografii literą X

- A. niedawno nastąpił wschód Słońca.
- B. wkrótce nastąpi zachód Słońca.

- 5 Na podstawie mapy na s. 39 oblicz, która godzina czasu strefowego oraz który dzień tygodnia są w Limie (77°W), gdy w Sydney (151°E) jest niedziela, godzina 11.00 czasu strefowego.

- 6 Na podstawie ilustracji przedstawiającej oświetlenie Ziemi uzupełnij zdania, a następnie przepisz je do zeszytu.



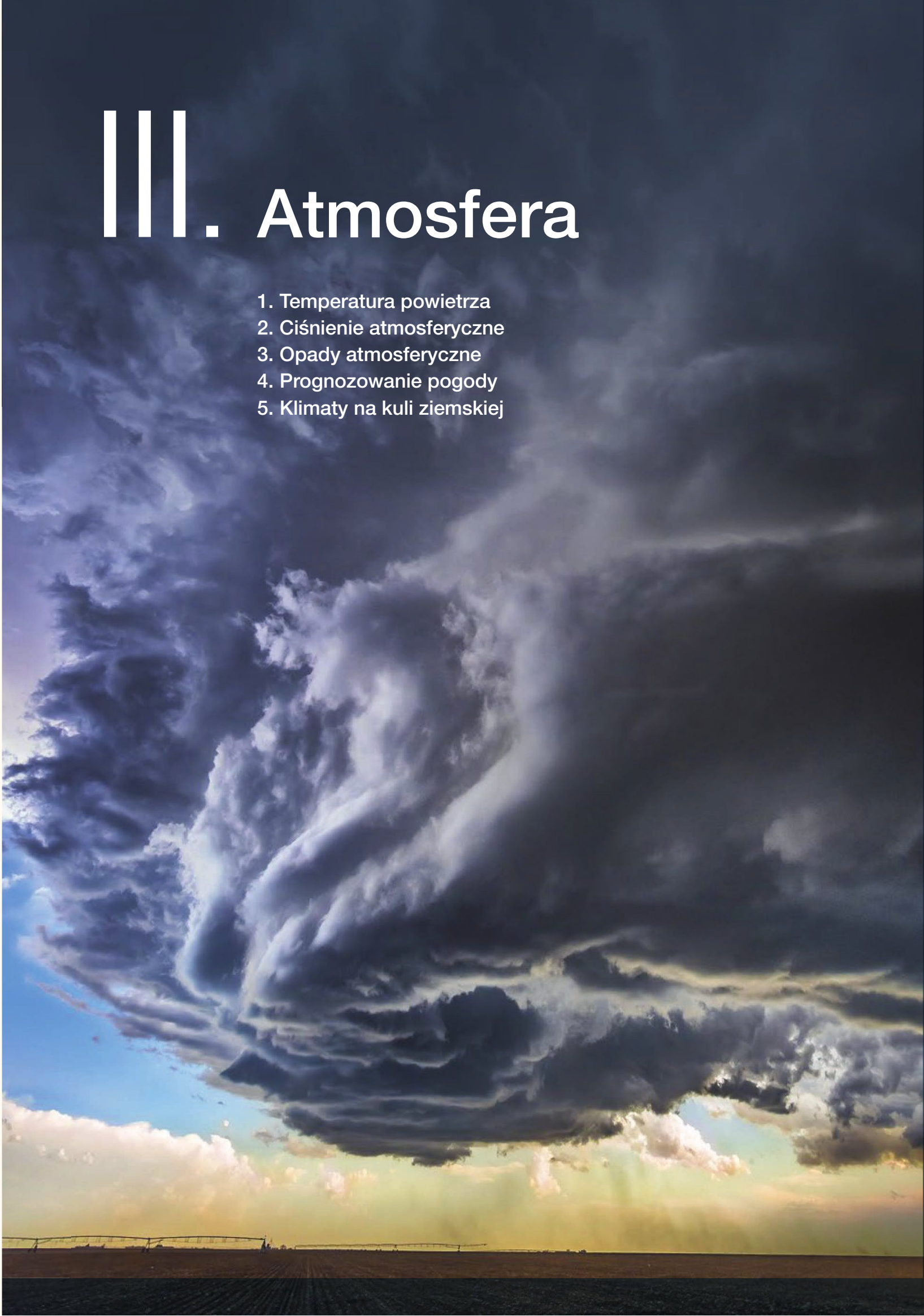
- A. Na ilustracji przedstawiono oświetlenie Ziemi w dniu .
  - B. Pora roku, która rozpoczyna się wówczas na półkuli południowej, to .
  - C. W przedstawionej sytuacji noc jest dłuższa niż dzień na półkuli .
  - D. Słońce góruje w zenicie na .
- 7 Przyporządkuj poniższym informacjom odpowiednie strefy oświetlenia. Zapisz w zeszytcie właściwe odpowiedzi.
- A. Dzień może trwać nawet 24 godziny.
  - B. Różnica w długości trwania dnia i nocy w ciągu roku jest nieznaczna.
  - C. Słońce przez cały rok góruje na niewielkiej wysokości.
  - D. Latem dni są znacznie dłuższe niż noce, a wartość temperatury powietrza jest wysoka.
- 8 Przerysuj tabelę do zeszytu, a następnie ją uzupełnij. Wpisz w odpowiednich rubrykach poniższe następstwa ruchów Ziemi.

| Następstwa ruchu obiegowego | Następstwa ruchu obrotowego |
|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="text"/>        | <input type="text"/>        |

zmiana miejsca wschodu Słońca  
na widnokręgu, występowanie dnia i nocy,  
występowanie astronomicznych pór roku,  
spłaszczenie biegunowe Ziemi, pozorna  
wędrówka gwiazd na niebie, występowanie  
stref oświetlenia Ziemi, zmiana długości  
trwania dnia i nocy, działanie siły Coriolisa

# III. Atmosfera

- 1. Temperatura powietrza
- 2. Ciśnienie atmosferyczne
- 3. Opady atmosferyczne
- 4. Prognozowanie pogody
- 5. Klimaty na kuli ziemskiej







# 1 Temperatura powietrza

## Ważne na tej lekcji!

- czynniki wpływające na zróżnicowanie temperatury powietrza na Ziemi
- rozkład temperatury powietrza na Ziemi
- przebieg temperatury powietrza w Twoim regionie

Każdy z nas odczuwa zmiany temperatury powietrza w ciągu doby i w ciągu roku. Bywa, że latem jest tak gorąco, że tęsknimy za przyjemnym chłodem zimy. Innym razem, gdy doskwierają mrozy, wspominamy upalne letnie dni. W jaki sposób powietrze się ogrzewa? Z czego wynikają różnice temperatury powietrza na Ziemi? Gdzie można znaleźć rzetelne informacje o przebiegu temperatury powietrza w danym regionie? Zaczniemy od odpowiedzi na pierwsze z postawionych pytań.

## Czynniki kształtujące temperaturę powietrza

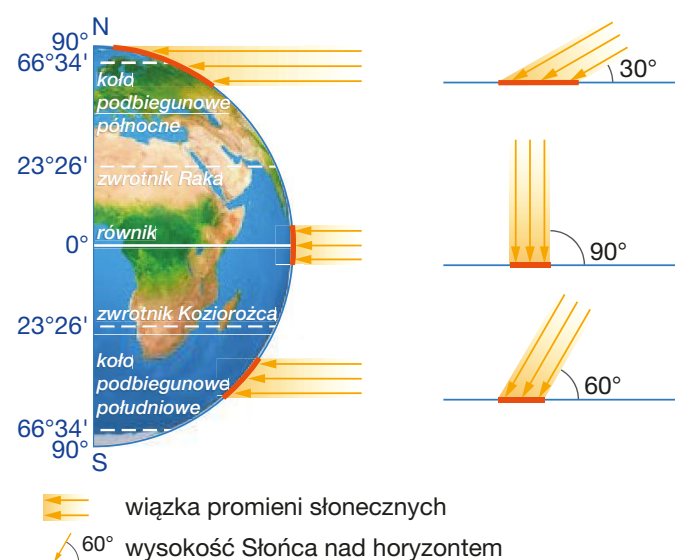
Głównym źródłem ciepła na naszej planecie jest promieniowanie słoneczne. Powierzchnia Ziemi najpierw pochłania część energii słonecznej, a następnie oddaje ją w formie energii cieplnej powietrzu. To właśnie w ten sposób powietrze się ogrzewa.

Czynniki wpływającymi na zróżnicowanie wartości temperatury powietrza na kuli ziemskiej są m.in.:

- ▶ szerokość geograficzna,
- ▶ wysokość nad poziomem morza,
- ▶ rzeźba terenu,
- ▶ prądy morskie,
- ▶ odległość od mórz i oceanów.

## Szerokość geograficzna

Wraz z szerokością geograficzną zmienia się wysokość Słońca nad horyzontem. Im mniejszy kąt padania promieni słonecznych, tym większa oświetlana i ogrzewana



Zależność między szerokością geograficzną a wielkością powierzchni ogrzewanej przez wiązkę promieni słonecznych.

przez nie powierzchnia. Na przykład wiązka promieni słonecznych padająca pod kątem 30° oświetla i ogrzewa dwa razy większy obszar niż taka sama wiązka padająca pod kątem 90°. Dlatego w okolicach równika temperatura powietrza przez cały rok jest wysoka, z kolei w okolicach biegunów – bardzo niska.

## Wysokość nad poziomem morza

Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza wartość temperatury powietrza obniża się średnio o 0,6°C co 100 m. Tę zależność łatwo zauważyć w górach. Podczas wspinaczki na górski szczyt wyraźnie odczuwa się coraz większy chłód. Dlatego wysoko w górach śnieg może się utrzymywać przez cały rok.

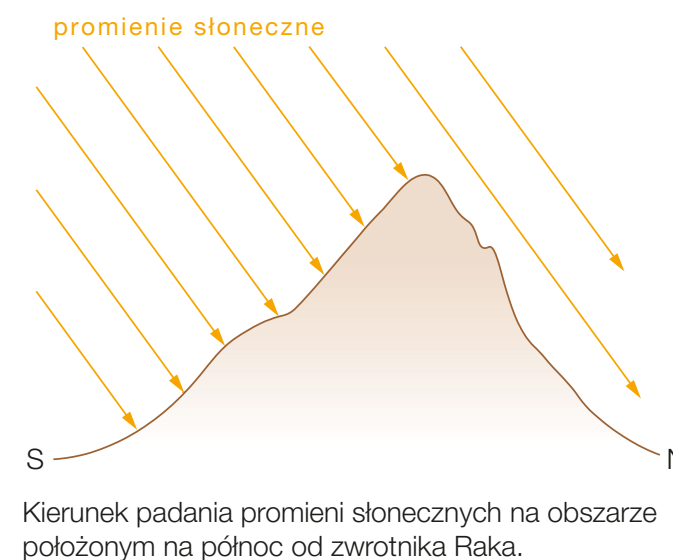
## Rzeźba terenu

Na obszarach położonych na północ od zwrotnika Raka stoki o **ekspozycji** południowej zawsze są ogrzewane bardziej niż stoki północne. Odwrotnie jest na południe od zwrotnika Koziorożca, gdzie lepiej są ogrzewane stoki o ekspozycji północnej.

## Prądy morskie

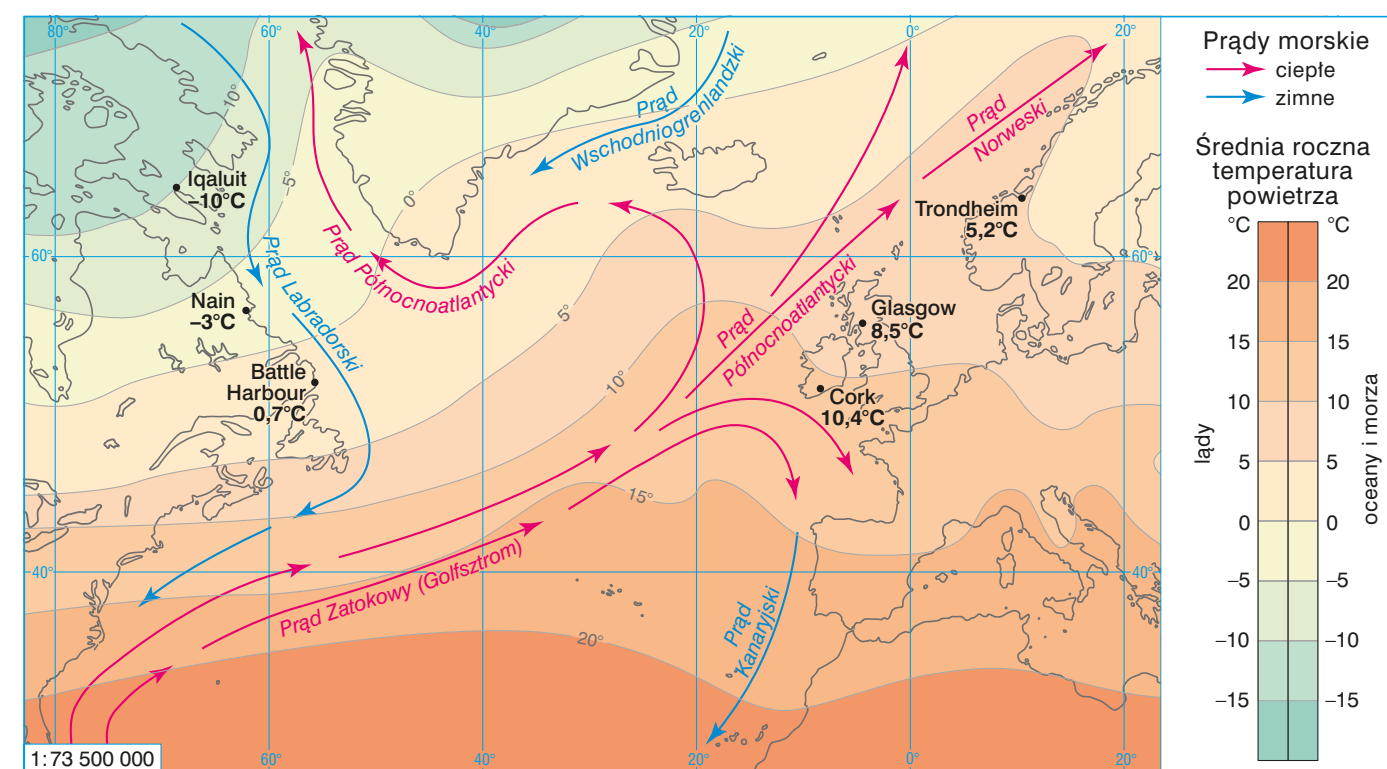
Ciepłe prądy morskie przyczyniają się do wzrostu temperatury powietrza, a prądy zimne – do jej obniżenia (→ prądy morskie, s. 82).

**Ekspozycja stoku** – położenie stoku względem kierunków geograficznych.



## Wpływ prądów morskich na temperaturę powietrza w zachodniej części Europy i we wschodniej Kanadzie

Zachodnie wybrzeże Europy oraz wschodnie wybrzeże Kanady leżą w podobnych szerokościach geograficznych. Na pierwszy z wymienionych obszarów oddziałują dwa ciepłe prądy morskie: Prąd Północnoatlantycki i Prąd Norweski, a na drugi oddziałuje zimny Prąd Labradorzski. Odmienny wpływ tych prądów na temperaturę powietrza na lądzie przejawia się zróżnicowaniem jej średnich rocznych wartości. U wybrzeży Europy są one znacznie wyższe niż na wschodnich wybrzeżach Kanady.



? Oblicz różnicę średniej rocznej temperatury powietrza między miastami położonymi w podobnych szerokościach geograficznych na wschodnim wybrzeżu Kanady i zachodnim wybrzeżu Europy.



## Odległość od mórz i oceanów

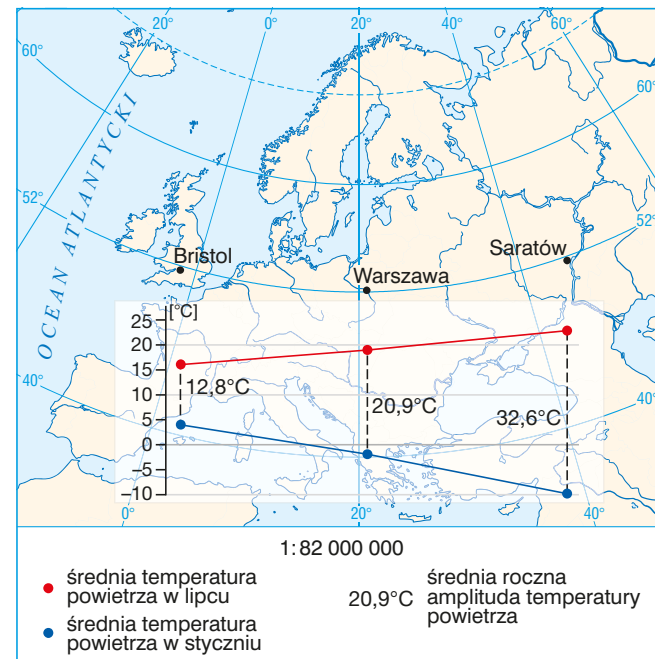
Na obszarach nadmorskich obserwuje się mniejsze wahania temperatury powietrza niż w głębi lądu. Dzieje się tak, ponieważ woda nagrzewa się i ochładza wolniej niż ląd. Ten fakt wpływa także na łagodniejszy przebieg zmian temperatury powietrza w ciągu roku. Nad morzem z reguły lato jest chłodniejsze niż w głębi lądu, natomiast zimą jest odwrotnie – w głębi lądu jest zimniej niż nad morzem. O tym, jaki wpływ na temperaturę powietrza ma odległość od mórz i oceanów, można się przekonać dzięki analizie mapy zamieszczonej obok. Zaznaczone na niej miasta leżą w podobnych szerokościach geograficznych. Widać jednak, że im dalej od oceanu, tym większa średnia roczna **amplituda temperatury powietrza**. Odległość od oceanu wpływa także na występowanie klimatu morskiego i klimatu kontynentalnego (→ typy klimatów, s. 71).

## Rozkład temperatury powietrza na Ziemi

Zróznicowanie temperatury powietrza na kuli ziemskiej jest ogromne. Dowodzą tego mapy zamieszczone na sąsiedniej stronie. Pierwsza przedstawia średnią temperaturę powietrza najcieplejszego miesiąca roku, a druga – najchłodniejszego miesiąca. Na podstawie tych map można sformułować kilka prawidłowości:

- ▶ na Ziemi występuje strefowość termiczna, która odpowiada strefom oświetlenia Ziemi. Najwyższa temperatura powietrza panuje na obszarach okołorównikowych i obniża się w kierunku biegunów;
- ▶ na lądach najwyższe wartości średniej temperatury powietrza w lipcu odnotowuje się w pobliżu zwrotnika Raka (powyżej 30°C), a w styczniu – w pobliżu zwrotnika Koziorożca (powyżej 25°C);

**Amplituda temperatury powietrza** – różnica między najwyższą a najniższą wartością temperatury powietrza w danym okresie, np. w ciągu miesiąca lub roku.



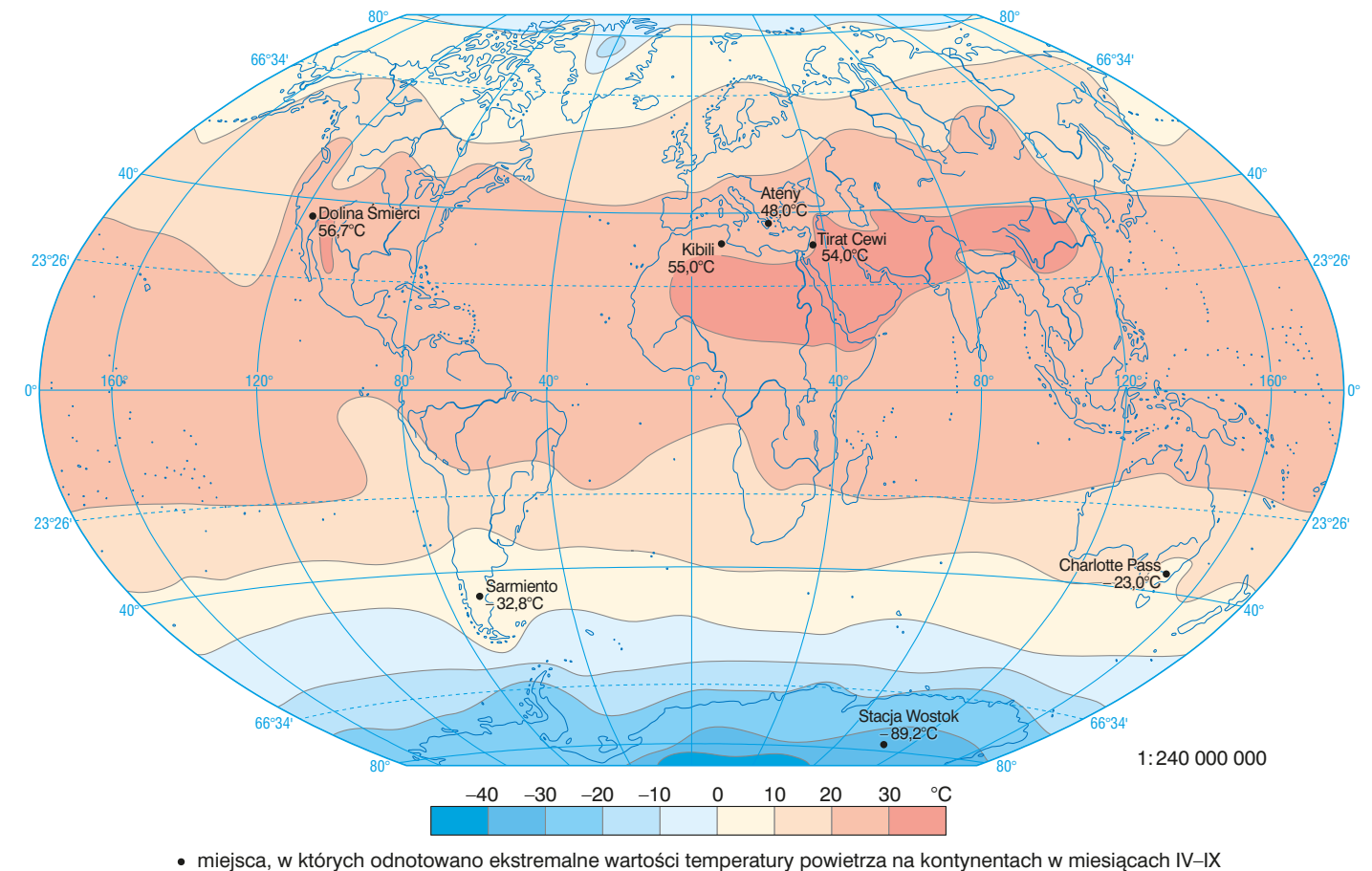
Zależność między średnią roczną amplitudą temperatury powietrza a odległością od Oceanu Atlantyckiego w miastach położonych w pobliżu równoleżnika 52°N.

- ▶ najniższe wartości temperatury powietrza występują na obszarach okołobiegunowych (średnia roczna temperatura wynosi ok. -23°C) oraz na północy Azji i Ameryki Północnej;
- ▶ najmniejsze wartości średniej rocznej amplitudy temperatury powietrza (ok. 2–3°C) w obrębie kontynentów występują na obszarach okołorównikowych, a największe (powyżej 60°C) – w głębi Azji i Ameryki Północnej, w okolicach koła podbiegunowego północnego.

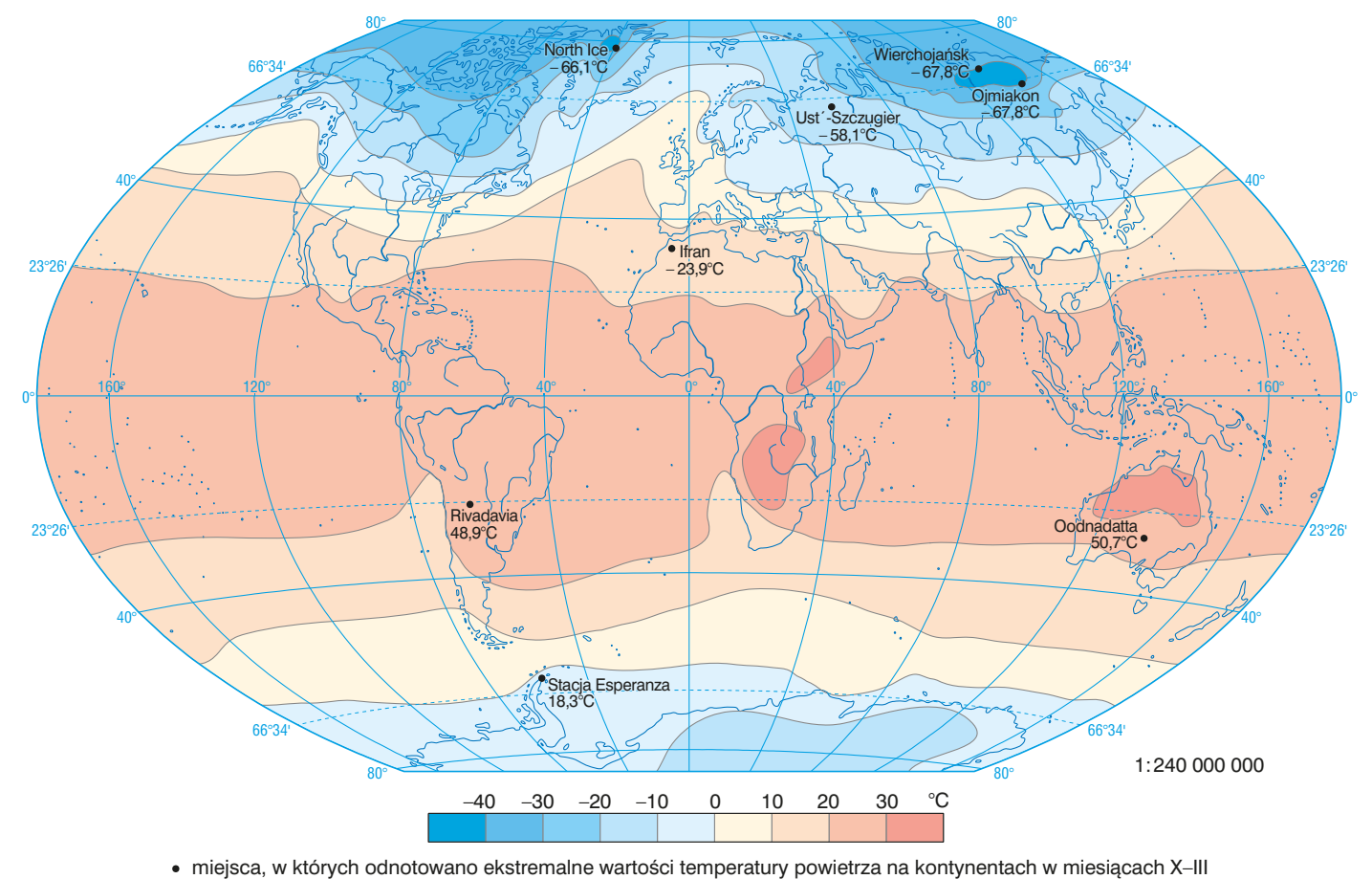
### Czy wiesz, że...

Najwyższą temperaturę powietrza na świecie zanotowano 10 lipca 1913 r. w Dolinie Śmierci w Stanach Zjednoczonych. Wynosiła ona 56,7°C. Z kolei najniższą temperaturę na naszym globie (-89,2°C) udało się odnotować 21 lipca 1983 r. w stacji Wostok na Antarktydzie. Największą wieloletnią amplitudę temperatury powietrza obliczono zaś dla rosyjskiego miasta Wierchojańsk. Temperatura powietrza w okresie obserwacji wynosiła tam od -68°C do 37°C, więc jej amplituda miała wartość 105°C.

## Temperatura powietrza w lipcu



## Temperatura powietrza w styczniu



? Podaj nazwy obszarów, na których w styczniu i w lipcu występują najwyższe i najniższe wartości średniej temperatury powietrza.





## Jak opisać przebieg temperatury powietrza w Twoim regionie w ciągu roku?

Aby opisać roczny przebieg temperatury powietrza w Twoim regionie, musisz zdobyć potrzebne dane meteorologiczne. Oto kilka wskazówek, gdzie je znaleźć i jak opracować.

### 1 Odszukaj stację meteorologiczną położoną najbliżej Twojego miejsca zamieszkania.

Skorzystaj z internetu. Na przykład na stronie <https://klimat.imgw.pl/pl/climate-normals/> zamieszczono tabelę przedstawiającą dane klimatyczne z kilkudziesięciu stacji meteorologicznych w Polsce. Do dalszej analizy wykorzystaj dane ze stacji położonej najbliżej Twojego miejsca zamieszkania.

### 2 Opracuj uzyskane dane meteorologiczne.

Analizowanie danych dotyczących przebiegu temperatury powietrza w ciągu roku będzie łatwiejsze, jeśli przedstawiś je w formie graficznej, np. na wykresie.

### 3 Opisz zmiany temperatury powietrza w ciągu roku.

Przeanalizuj rozkład temperatury powietrza w poszczególnych miesiącach w stacji meteorologicznej położonej najbliżej Twojej miejscowości.

#### Wskazówka

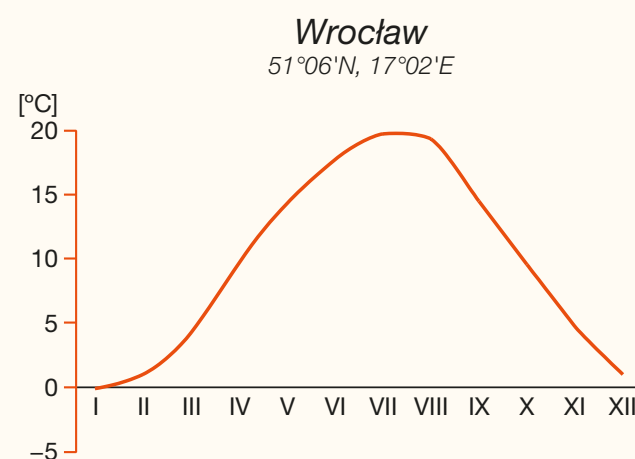
Odpowiedz na poniższe pytania.

- Czy w ciągu roku występują tylko dodatnie lub tylko ujemne średnie miesięczne wartości temperatury powietrza, czy to się zmienia?
- W których miesiącach odnotowuje się najwyższe wartości temperatury powietrza, a w których – wartości najniższe?
- Jaka jest wartość średniej rocznej temperatury powietrza?

- Jaka jest wartość średniej rocznej amplitudy temperatury powietrza?

#### Przykład

Opisz przebieg temperatury powietrza w ciągu roku we Wrocławiu.



Niemal przez cały rok średnia miesięczna temperatura powietrza we Wrocławiu jest dodatnia. Najwyższą wartość osiąga w lipcu i w sierpniu (powyżej 19°C), a najniższą – w styczniu (0°C). Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 9,7°C. Z kolei średnia roczna amplituda temperatury powietrza ma wartość 19,7°C.

**?** Opisz roczny przebieg temperatury powietrza w Twoim regionie w ciągu roku. Wykorzystaj zdobyte informacje.

### Ćwiczenia

1. Uzasadnij stwierdzenie, że największy wpływ na zróżnicowanie temperatury powietrza na Ziemi ma szerokość geograficzna.
2. Wyjaśnij, dlaczego latem nad morzem z reguły notuje się niższe wartości temperatury powietrza niż w głębi lądu.
3. Opisz związek między strefami oświetlenia Ziemi a rozkładem temperatury powietrza na kuli ziemskiej.
4. Ustal, gdzie na kuli ziemskiej występują najwyższe wartości średniej temperatury powietrza w lipcu, a gdzie – najniższe wartości średniej temperatury powietrza w styczniu.

## 2 Ciśnienie atmosferyczne

### Ważne na tej lekcji!

- ciśnienie atmosferyczne i jego zmiany
- układy baryczne
- rozkład ciśnienia atmosferycznego na Ziemi
- globalna cyrkulacja atmosferyczna
- cyrkulacja monsunowa

Zapewne nieraz zdarzyło Ci się słyszeć czyjeś narzekanie na ból głowy wywołany niskim lub wysokim ciśnieniem albo jego nagłymi zmianami. Nie ulega wątpliwości, że wartość ciśnienia atmosferycznego wpływa na samopoczucie wielu ludzi. Czym zatem jest ciśnienie atmosferyczne i co takiego zachodzi w przyrodzie, gdy ono się zmienia?

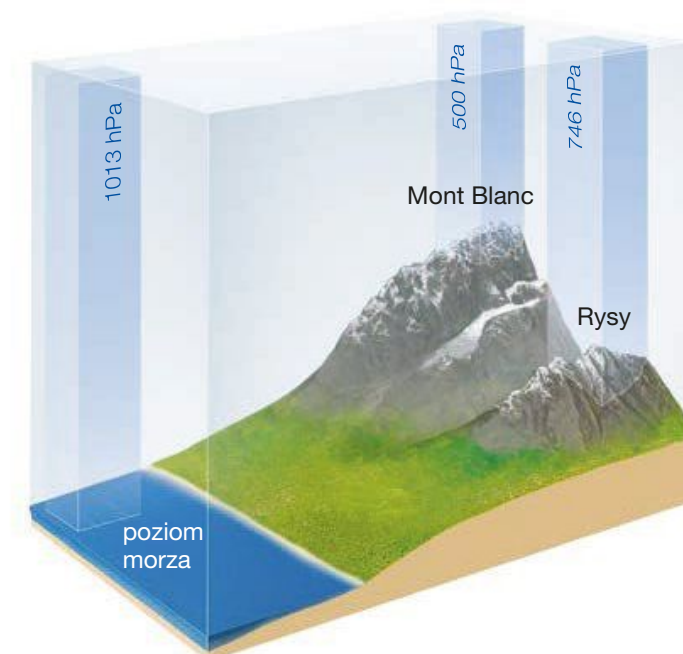
### ■ Ciśnienie atmosferyczne i jego zmiany

**Ciśnienie atmosferyczne** to nacisk, który powietrze wywiera na powierzchnię terenu. Przez długi czas ludzie uważali, że powietrze nic nie waży. Dopiero doświadczenia przeprowadzone przez fizyków w XVII w. wykazały, że ma ono określoną masę i naciska na podłoże. Średnia wartość ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza wynosi **1013 hektopaskali (hPa)**. To oznacza, że na 1 cm<sup>2</sup> każdej powierzchni (np. naszego ciała) naciska ciężar odpowiadający masie 1 kg. Ta wartość wydaje się bardzo duża, jednak organizm człowieka jest do tego przystosowany. Ciśnienie, które panuje w większości naszych tkanek, jest mniej więcej takie samo, jak to wokół nas.

#### Czy wiesz, że...

Powietrze jest bardzo ciężkie, choć na co dzień tego nie odczuwamy. Na powierzchnię ok. 1 m<sup>2</sup> (odpowiadającą powierzchni zajmowanej przez leżącego człowieka) naciska powietrze o masie aż 10 t. Ta wartość odpowiada w przybliżeniu ciężarowi dwóch słoni indyjskich.

Powietrze nie w każdym miejscu ma takie same właściwości. Wiedzą o tym doskonale np. wspinacze wysokogórscy. Im wyżej się wspinają, tym trudniej im się oddycha. Wynika to z faktu, że wraz z wysokością powietrze staje się coraz rzadsze. To z kolei oznacza, że wraz ze wzrostem wysokości maleje wartość ciśnienia atmosferycznego. Tę zależność można przeanalizować na poniższej ilustracji. Widać na niej, że gdy na poziomie morza ciśnienie wynosi 1013 hPa, to na wierzchołku najwyższej góry Europy – Mont Blanc – jest ono niemal dwukrotnie niższe. Przyjmuje się, że co 8 m ciśnienie obniża się mniej więcej o 1 hPa.



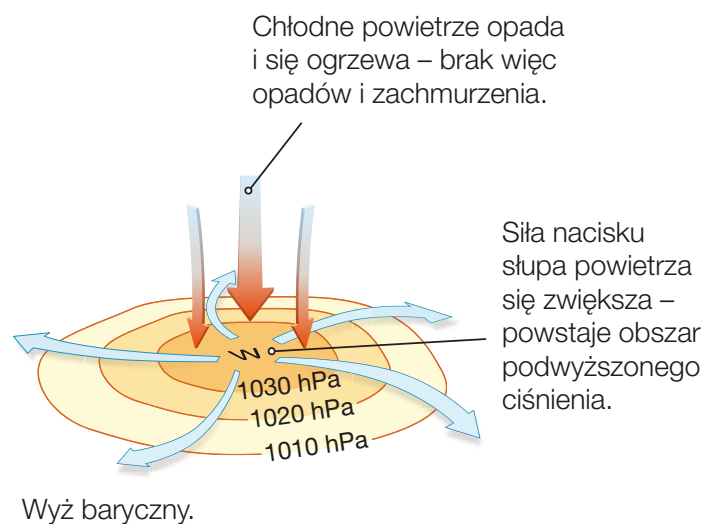
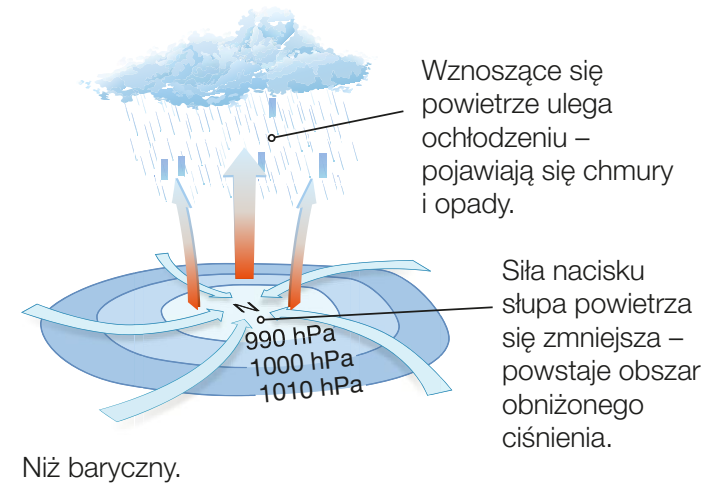
Ciśnienie atmosferyczne obniża się wraz ze wzrostem wysokości. Na przykład na Rysach (2499 m n.p.m.) jego średnia wartość wynosi niemal 750 hPa, a na Mont Blanc (4810 m n.p.m.) – ok. 500 hPa.



Ciśnienie atmosferyczne dość często się zmienia. W prognozach pogody mówi się wtedy np. o nadciągającym niżu (strefie niskiego ciśnienia) lub rozbudowującym się wyżu (strefie o podwyższonym ciśnieniu). Na przedstawianych w prognozach mapach przemieszczające się niży i wyży są prezentowane za pomocą **izobar**, które często mają owalny kształt. Są to **układy baryczne**. Wśród nich wyróżniamy dwa podstawowe typy:

► **niż baryczny** – układ baryczny, w którym ciśnienie atmosferyczne maleje w kierunku środka, a najniższą wartość osiąga w centrum. Niż baryczny na mapie jest oznaczany za pomocą zamkniętych izobar oraz litery N;

► **wyż baryczny** – układ baryczny, w którym ciśnienie atmosferyczne wzrasta w kierunku środka, a najwyższą wartość osiąga w centrum. Wyż baryczny na mapie jest oznaczany za pomocą zamkniętych izobar oraz litery W.



### Rozkład ciśnienia atmosferycznego na kuli ziemskiej

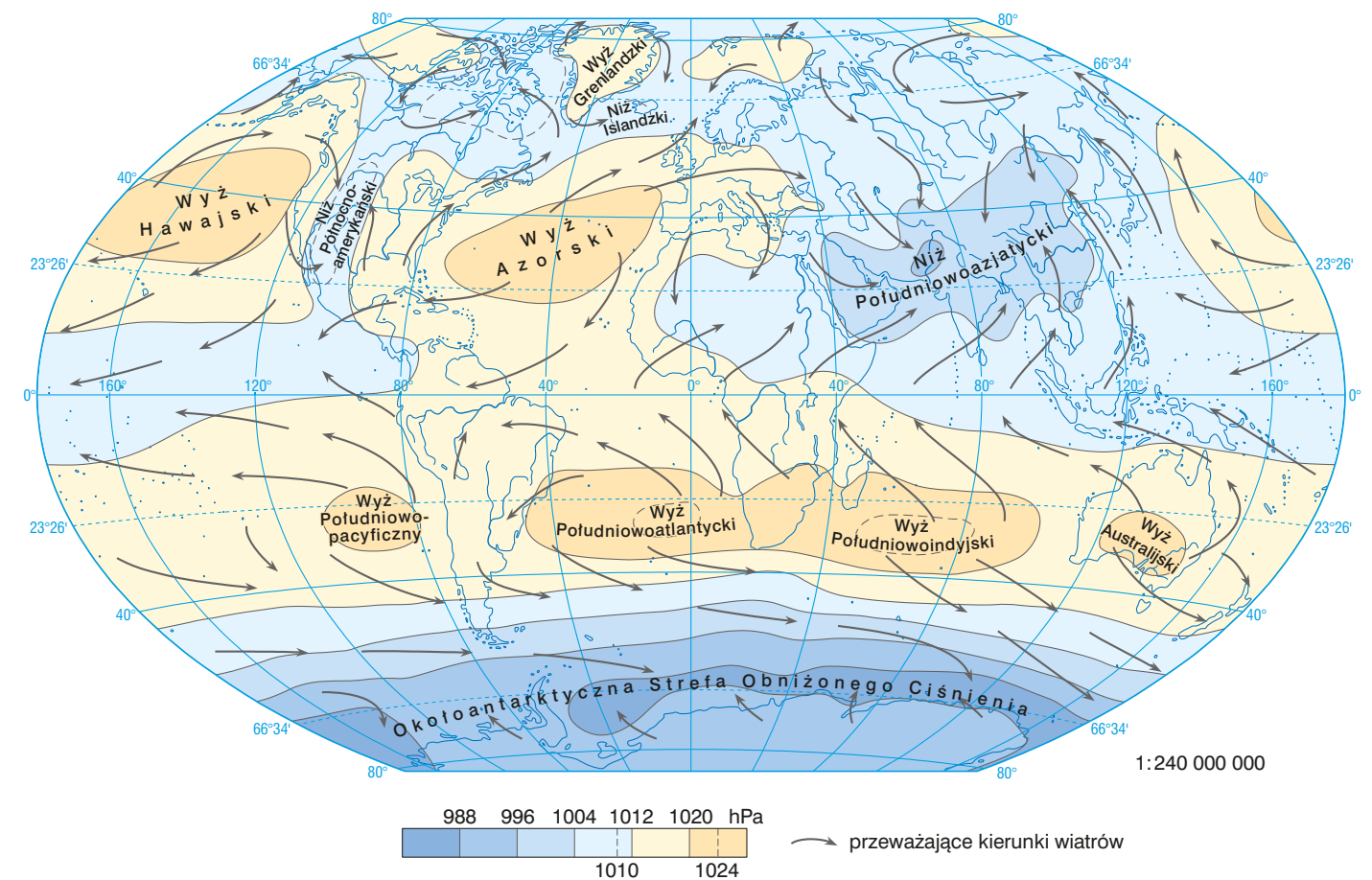
Ciśnienie atmosferyczne jest zróżnicowane przestrzennie. Jak widać na mapach na sąsiedniej stronie, w jego rozkładzie wyróżnia się strefy podwyższonego i obniżonego ciśnienia. Na podstawie tych map można także stwierdzić, że:

- najwyższe ciśnienie atmosferyczne występuje w strefie zwrotnikowej,
- w okolicach równika obniżone ciśnienie utrzymuje się przez cały rok,
- w umiarkowanych szerokościach geograficznych (w okolicach 60°N i 60°S) występują strefy obniżonego ciśnienia,
- ośrodki ciśnienia nad morzem są trwałe (całoroczne), a nad lądem ulegają sezonowym zmianom (latem nad lądem tworzą się niży, zimą zaś – wyży).

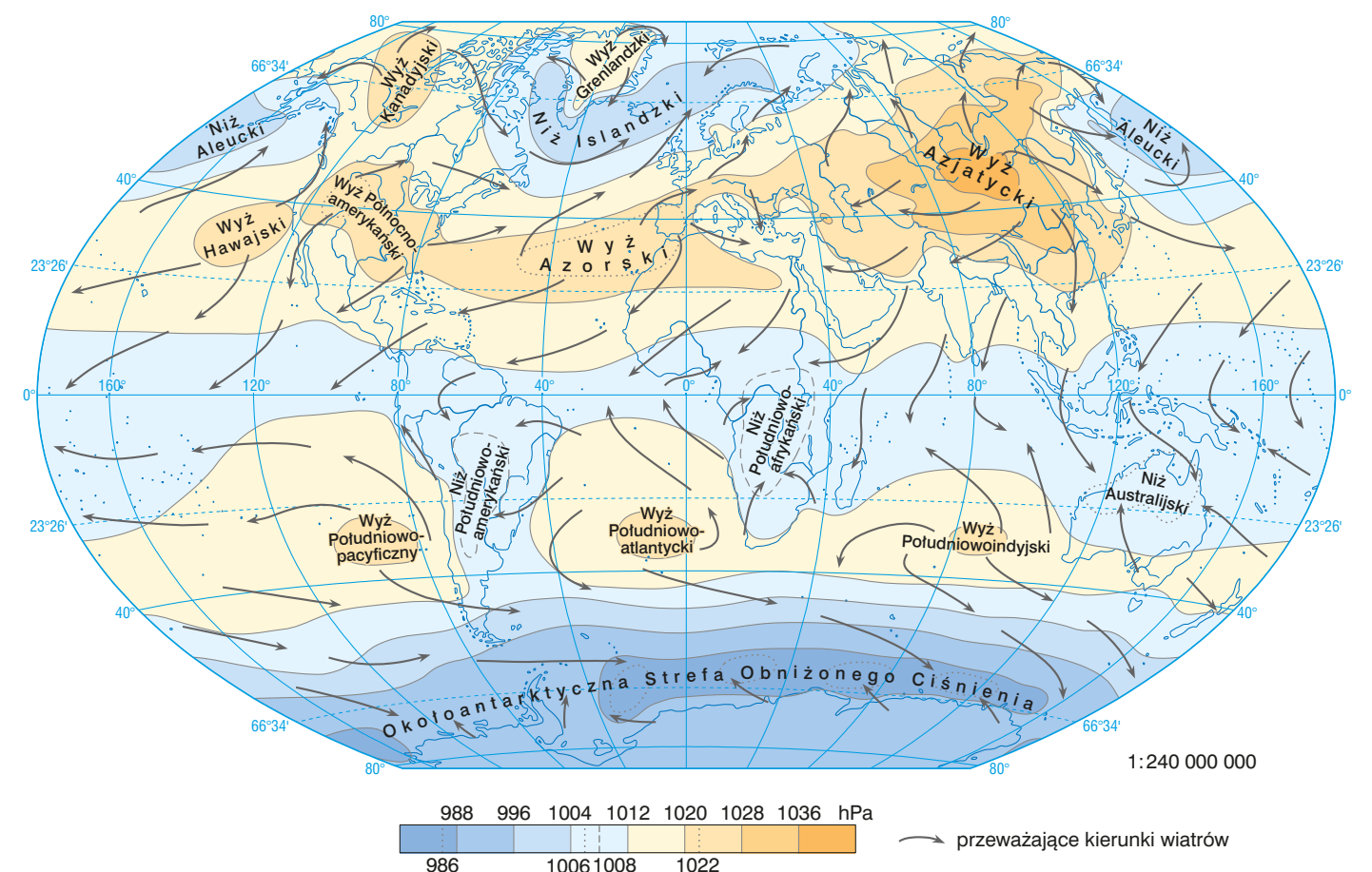
Zróżnicowanie ciśnienia atmosferycznego powoduje, że w dolnej części atmosfery powietrze przepływa z obszarów o wyższym ciśnieniu w kierunku obszarów o niższym ciśnieniu. Ten ruch powietrza – nazywany **wiatrem** – jest najczęściej poziomy. **Prędkość wiatru** zazwyczaj wyraża się w kilometrach na godzinę (km/h) lub w metrach na sekundę (m/s). Im większa jest różnica ciśnienia atmosferycznego, tym silniej wieje wiatr. Kierunek wiatru jest dodatkowo modyfikowany przez siłę Coriolisa. Sprawia ona, że wiatry na półkuli północnej ulegają odchyleniu w prawo, a na półkuli południowej – w lewo. Kierunek, z którego napływa powietrze, decyduje o nazwie wiatru. Dlatego np. wiatr wiejący z kierunku północnego jest nazywany wiatrem północnym.

**Izobary** – linie na mapie łączące punkty o jednakowej wartości ciśnienia atmosferycznego.

### Rozkład ciśnienia barycznego w lipcu wraz z przeważającymi wiatrami



### Rozkład ciśnienia barycznego w styczniu wraz z przeważającymi wiatrami

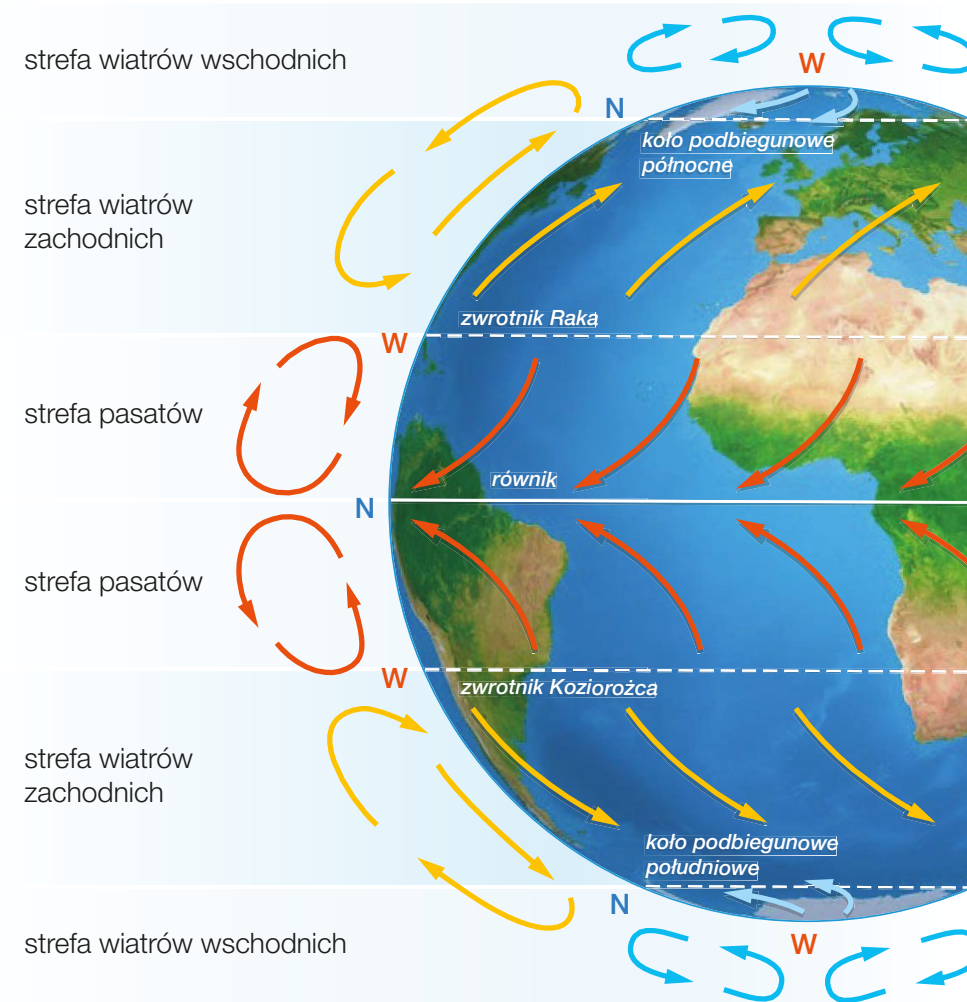


? Podaj nazwy układów barycznych, które występują na lądzie sezonowo.



# Globalna cyrkulacja atmosferyczna

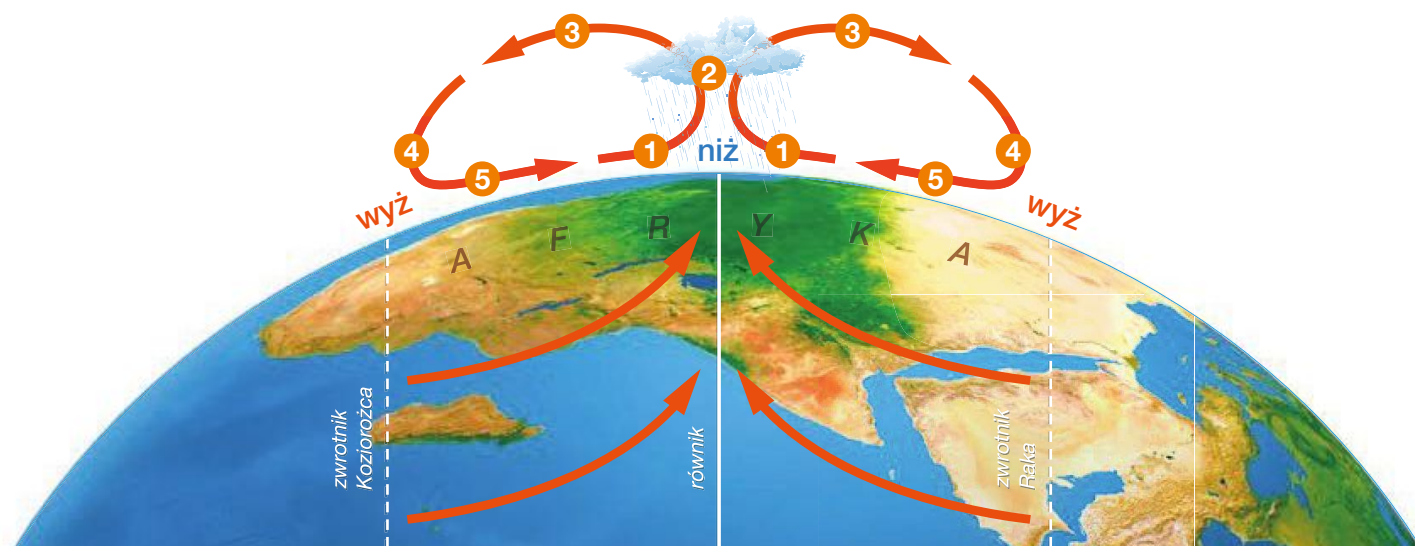
Krążenie powietrza na kuli ziemskiej określa się mianem globalnej cyrkulacji atmosferycznej. Wynika ona ze zróżnicowania ciśnienia atmosferycznego w różnych szerokościach geograficznych, czyli z występowania stref podwyższonego i obniżonego ciśnienia. Właśnie między tymi strefami na obu półkulach następuje ruch powietrza. Ten ruch przybiera postać stale wiejących wiatrów: pasatów, wiatrów zachodnich oraz wiatrów wschodnich.



**?** Podaj nazwy wiatrów stale wiejących od wyżów zwrotnikowych.

### Cyrkulacja powietrza w strefie międzyzwrotnikowej

- 1 W okolicach równika silnie nagrzane i wilgotne powietrze się unosi. Przy powierzchni Ziemi powstaje wówczas niż równikowy.
- 2 Stale wynoszone powietrze nad równikiem się ochładza. Powstają chmury, z których codziennie padają deszcze nazywane **deszczami zenitalnymi**.
- 3 Chłodne i suche powietrze przemieszcza się w kierunku zwrotników.
- 4 W okolicach zwrotników powietrze się zagęszcza i opada. Tworzą się wyże zwrotnikowe.
- 5 Różnica ciśnienia między wyżami zwrotnikowymi a niżem równikowym sprawia, że powietrze przepływa ku równikowi. Tak powstają **pasaty**. Siła Coriolisa powoduje, że pasaty ulegają odchyleniu. Na półkuli północnej wieją z północnego wschodu, a na półkuli południowej – z południowego wschodu.



## Cyrkulacja powietrza w strefach umiarkowanych

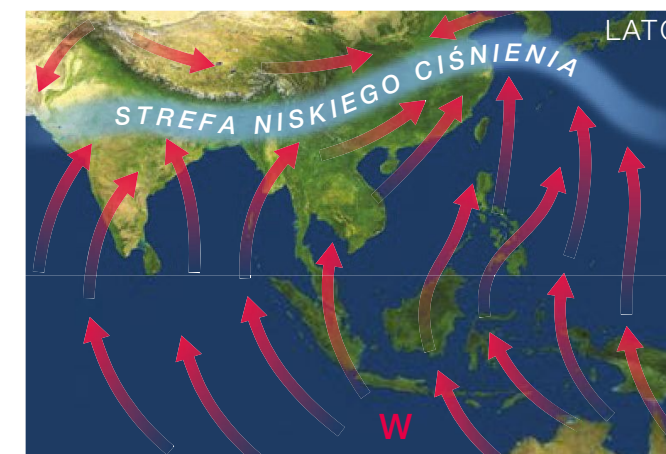
W umiarkowanych szerokościach geograficznych, w okolicach 60°N i 60°S, ciepłe powietrze przywiane znad zwrotników przez **wiatry zachodnie** miesza się z zimnym powietrzem pochodzącym znad biegunów. Zimne powietrze jest ciężkie, więc wypycha ciepłe lżejsze powietrze ku górze. W efekcie przy powierzchni tworzy się strefa obniżonego ciśnienia. Powstające w tej strefie niższe baryczne powoli przemieszczają się w kierunku wschodnim, dlatego często są nazywane niżami wędrownymi.

## Cyrkulacja powietrza w strefach okołobiegunowych

Nad obszarami okołobiegunowymi wychłodzone i cięższe powietrze osiada. W rezultacie tworzą się wyższe baryczne. Chłodne powietrze z wyżów biegunowych przemieszcza się w kierunku niżów występujących w umiarkowanych szerokościach geograficznych. Tak powstają **wiatry wschodnie**. W sąsiedztwie biegunów występują one dość często i osiągają duże prędkości. Na przykład na wybrzeżu Ziemi Adeli na Antarktydzie wiatr wieje zwykle ponad 340 dni w roku, a jego porywy niekiedy przekraczają 300 km/h.

## ■ Cyrkulacja monsunowa

W wielu regionach kuli ziemskiej globalną cyrkulację atmosfery modyfikuje cyrkulacja monsunowa. Jest ona efektem nierównomiernego nagrzewania się sąsiadujących ze sobą dużych obszarów oceanicznych i lądowych. W takich warunkach powstają



Monsun letni przenosi wilgotne powietrze znad Oceanu Indyjskiego w kierunku Azji. Powoduje duże zachmurzenie oraz obfite opady deszczu.



Monsun zimowy jest wiatrem chłodnym i suchym, przemieszczającym się znad Azji w stronę Oceanu Indyjskiego. Kształtuje suchą oraz słoneczną pogodę.

## Ćwiczenia

1. Sformułuj zależność między wartością ciśnienia atmosferycznego a wysokością nad poziomem morza.
2. Wyjaśnij, dlaczego niższe baryczne kształtują się nad ciepłym podłożem, a wyższe – nad podłożem zimnym.
3. Na podstawie map zamieszczonych na s. 55 przedstaw przestrzenne zróżnicowanie ciśnienia atmosferycznego na kuli ziemskiej.
4. Opisz w zeszycie mechanizm globalnej cyrkulacji atmosferycznej.
5. Omów sposób powstawania deszczów zenitalnych.



# Potęga wiatru

Różnice ciśnienia atmosferycznego powodują ruch powietrza, który nazywamy wiatrem. Czy potrafisz sobie wyobrazić wiatr wiejący z prędkością 360 km/h oraz szkody, które on powoduje? Wyrwane z fundamentów budynki, porozrzucone niczym zabawki samochody i, co najgorsze, ofiary w ludziach – taka siła to prawdziwy żywioł. Wiatry o dużej prędkości towarzyszą wielu ekstremalnym zjawiskom meteorologicznym, m.in. cyklonom tropikalnym oraz tornadom.

## W oku cyklonu

Cyklon tropikalny to ośrodek niskiego ciśnienia, który tworzy się w strefie międzyzwrotnikowej nad silnie nagrzanymi obszarami morskimi. Kształtem przypomina olbrzymi wir. Może się przemieszczać na odległość nawet kilku tysięcy kilometrów. Centralną część cyklonu tropikalnego stanowi oko cyklonu, w którym panuje bardzo niskie ciśnienie atmosferyczne (nawet poniżej 900 hPa). Wewnątrz oka cyklonu jest względna cisza, jednak wokół oka tworzą się bardzo silne wiatry wiejące z prędkością przekraczającą 300 km/h. Towarzyszą im burze oraz gwałtowne ulewę. Cyklony tropikalne mają wiele lokalnych nazw. W Ameryce Środkowej i Ameryce Północnej są określane mianem huraganów, w południowo-wschodniej i wschodniej Azji – tajfunów, a w północno-wschodniej Australii noszą nazwę willy-willy.



## Moc tornada

Tornado to potężny wir powietrza połączony z chmurą burzową. Znaczna różnica ciśnienia atmosferycznego między centrum a skrajem wiru wywołuje bardzo silny wiatr o prędkości przekraczającej nawet 400 km/h. Najwięcej tornad, bo ponad tysiąc rocznie, występuje w Stanach Zjednoczonych, głównie w Alei Tornad. To pas o szerokości ok. 650 km, który ciągnie się między Teksasem a Dakotą Południową. W tym pasie suche i chłodne powietrze z Gór Skalistych zderza się z ciepłym i wilgotnym powietrzem z Zatoki Meksykańskiej. W efekcie powstaje jeden z najbardziej nieposkromionych żywiołów.



## Fenomen fenu

Fen jest ciepłym, suchym i porywistym wiatrem. To jeden z ponad 2 tys. wiatrów lokalnych występujących na całym świecie. Powstaje w górach, gdzie powietrze po przebyciu bariery górskiej z dużą prędkością przemieszcza się w dół, ku dolinom. W Tatrach fen jest nazywany halnym. W ciągu roku pojawia się nawet kilkadziesiąt razy i czasami osiąga olbrzymią prędkość. Rekord porywów halnego – 288 km/h – padł w 1968 r. Zarejestrowano go w obserwatorium meteorologicznym na Kasprowym Wierchu.



Gwałtowny halny wyrządza czasem znaczne szkody: zrywa dachy domów oraz niszczy linie energetyczne. Potrafi też łamać drzewa jak zapalki i powalać lasy na znacznych obszarach.







### 3 Opady atmosferyczne

#### Ważne na tej lekcji!

- powstawanie opadów atmosferycznych
- czynniki wpływające na rozkład opadów atmosferycznych na Ziemi
- rozkład opadów atmosferycznych na Ziemi
- ✂ • przebieg opadów atmosferycznych w Twoim regionie

W ciągu roku możemy zaobserwować różne rodzaje opadów atmosferycznych. Latem mają one zwykle postać spadających kropli wody, czyli deszczu. Z kolei zimą najczęściej występują opady śniegu – lodowych kryształków o niepowtarzalnych kształtach. Czasem zdarza się też grad, czyli opad w postaci grudek lodu. Na różnicowanie wielkości opadów oraz na ich rozmieszczenie na kuli ziemskiej i rozkład w ciągu roku wpływa wiele czynników. Zanim je jednak poznamy, dowiedzmy się, jak powstają opady.

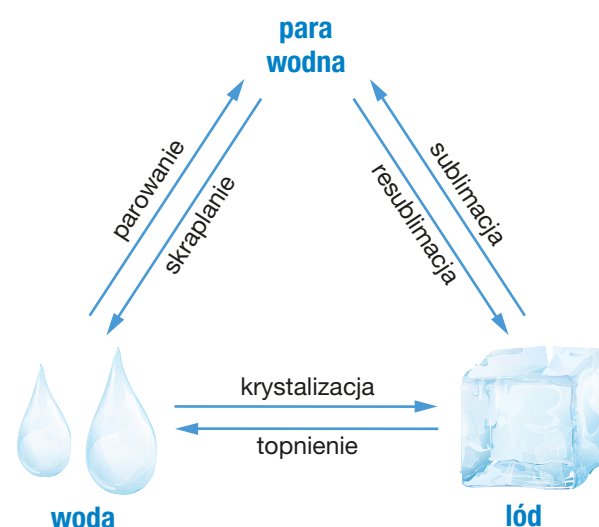
#### ■ Powstawanie opadów atmosferycznych

Powstawanie opadów atmosferycznych wiąże się ściśle z obecnością w powietrzu **pary wodnej**, czyli wody w stanie gazowym. Zawartość pary wodnej w powietrzu atmosferycznym określa się mianem **wilgotności powietrza**.

Na ilustracji obok przedstawiono stany skupienia wody i zachodzące między nimi przemiany. Jeśli temperatura powietrza jest dodatnia, to znajdująca się w powietrzu para wodna ulega skraplaniu, czyli **kondensacji**. Tworzą się wówczas krople wody. W ujemnej temperaturze zachodzi inny proces – **resublimacja**. W jej wyniku para wodna przemienia się w lód. Z tak powstałych

skupisk drobnych kropli wody i kryształków lodu tworzą się **chmury**. Czasami para wodna kondensuje przy gruncie. Powstaje wówczas **mgła** – zawiesina kropelek wody lub kryształków lodu, która sprawia, że widoczność jest mniejsza niż 1 km.

Znajdujące się w chmurach krople wody i kryształki lodu swobodnie się przemieszczają, zderzają ze sobą i łączą. To powoduje, że stają się coraz większe i cięższe. Gdy są zbyt ciężkie, by dalej unosić się w powietrzu, zaczynają spadać na powierzchnię ziemi jako **opad atmosferyczny**. Najczęściej ma on postać deszczu, śniegu lub gradu.



Woda to jedyna substancja występująca w przyrodzie w trzech stanach skupienia. Ich przemiana zachodzi przede wszystkim pod wpływem zmiany temperatury otoczenia.

**Kondensacja** – zmiana stanu skupienia substancji z gazowego w ciekły (np. pary wodnej w wodę).

**Resublimacja** – przejście substancji z gazowego stanu skupienia w stan stały (np. pary wodnej w lód).

**Chmura** – zbiór kropelek wody lub kryształków lodu (albo mieszanina jednych i drugich), swobodnie unoszący się w powietrzu.

#### ■ Czynniki wpływające na rozkład opadów atmosferycznych na Ziemi

Wielkość opadów atmosferycznych na Ziemi jest zróżnicowana. Na rozkład opadów wpływają m.in.:

- ▶ globalna cyrkulacja atmosferyczna,
- ▶ wysokość nad poziomem morza,
- ▶ rzeźba terenu,
- ▶ odległość od mórz i oceanów,
- ▶ prądy morskie.

#### Globalna cyrkulacja atmosferyczna

Globalna cyrkulacja atmosferyczna to czynnik, który w największym stopniu wpływa na rozmieszczenie opadów atmosferycznych na kuli ziemskiej. Jest tak, ponieważ występowanie opadów wiąże się z rozkładem układów niskiego i wysokiego ciśnienia atmosferycznego, a także z krążeniem powietrza między nimi. Na przykład układy niskiego ciśnienia charakterystyczne dla strefy równikowej i strefy umiarkowanej sprzyjają powstawaniu chmur i opadów atmosferycznych. Natomiast układy wysokiego ciśnienia

są typowe dla obszarów zwrotnikowych i okołobiegunowych. Odnotowuje się tam niewielkie sumy opadów (→ globalna cyrkulacja atmosferyczna, s. 56).

#### Wysokość nad poziomem morza

Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza temperatura powietrza obniża się średnio o 0,6°C co 100 m (→ wysokość nad poziomem morza a temperatura powietrza, s. 48). Takie warunki sprzyjają ochładzaniu się powietrza, skraplaniu pary wodnej i powstawaniu opadów. To właśnie dlatego w górach odnotowuje się wyższe sumy opadów niż na sąsiadujących z nimi terenach o mniejszej wysokości.

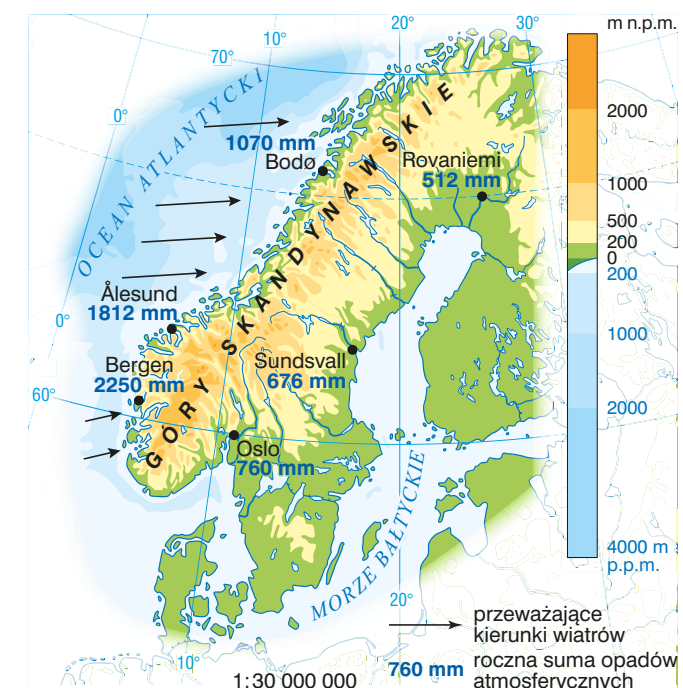
#### Rzeźba terenu

Na obszarach równinnych powietrze przepływa swobodnie, obszary górskie zaś stanowią dla powietrza naturalną barierę. Dlatego po obu stronach pasma górskiego najczęściej obserwuje się znaczne różnice w ilości opadów.

#### Wpływ rzeźby terenu na wielkość opadów atmosferycznych na Półwyspie Skandynawskim

W zachodniej części Półwyspu Skandynawskiego ciągną się Góry Skandynawskie. Utrudniają one przepływ ciepłych i wilgotnych mas powietrza znad Atlantyku. Góry wymuszają wznoszenie się powietrza i skraplanie się pary wodnej, dlatego po ich zachodniej stronie opadów jest zdecydowanie więcej niż po stronie wschodniej. W rezultacie na dowietrznych stokach Gór Skandynawskich roczna suma opadów atmosferycznych jest niemal trzykrotnie wyższa niż na stokach zawietrznych.

? Wyjaśnij, dlaczego najwyższe na świecie roczne sumy opadów atmosferycznych odnotowuje się na południowych stokach Himalajów.



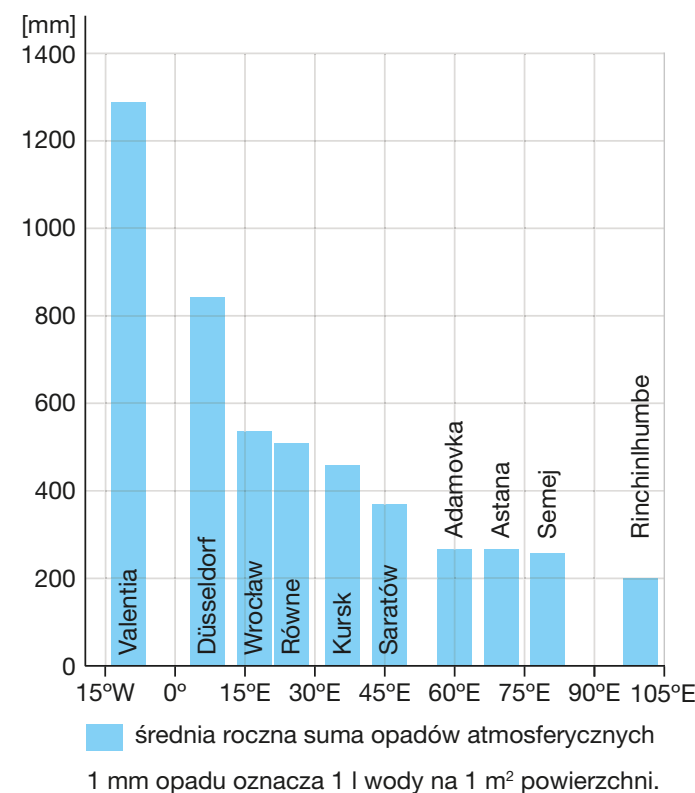


## Odległość od mórz i oceanów

W miarę oddalania się od mórz i oceanów wielkość opadów maleje. Na obszarach położonych w sąsiedztwie tych akwenów odnotowuje się wyższe sumy opadów niż w głębi lądu. Opisaną zależność można przeanalizować na znajdującym się obok wykresie. Przedstawia on wielkość opadów w europejskich i azjatyckich stacjach meteorologicznych położonych w coraz większej odległości od Oceanu Atlantyckiego.

## Prądy morskie

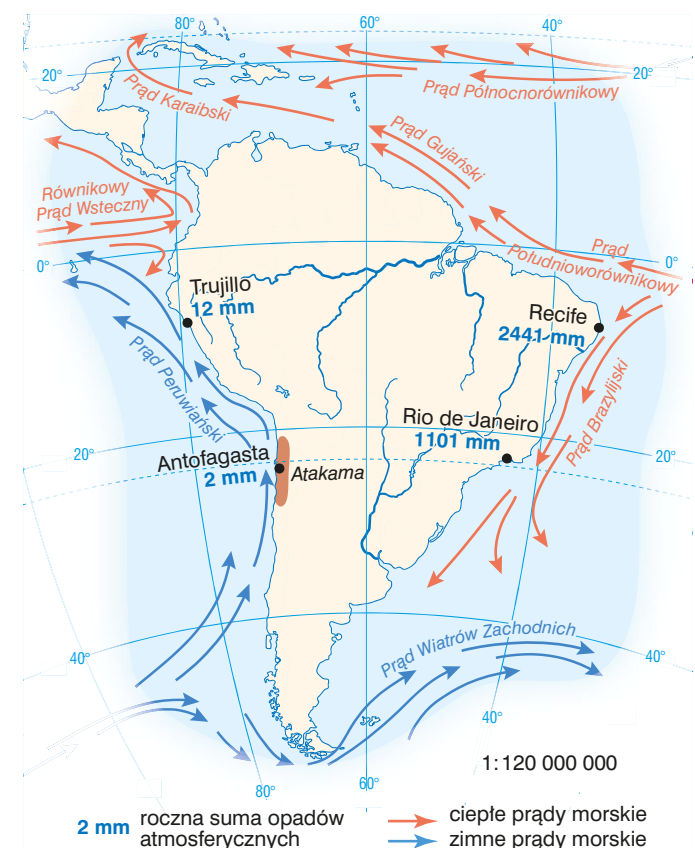
Ciepłe prądy morskie powodują wzrost wilgotności powietrza, a tym samym – większe opady atmosferyczne. Natomiast zimne prądy morskie przyczyniają się do obniżenia wilgotności powietrza i zmniejszenia opadów (→ prądy morskie, s. 82–84). Wpływ prądów morskich na wielkość opadów widać np. na poniższej mapie.



Im dalej od Oceanu Atlantyckiego, tym mniejsza średnia roczna suma opadów atmosferycznych w wybranych stacjach meteorologicznych w pobliżu równoleżnika 51°N.

## Wpływ prądów morskich na wielkość opadów atmosferycznych w Ameryce Południowej

Antofagasta i Rio de Janeiro znajdują się na podobnej wysokości nad poziomem morza (ok. 30–40 m n.p.m.) oraz na podobnej szerokości geograficznej. Można by się więc spodziewać, że warunki klimatyczne w tych miastach będą podobne. Tak jednak nie jest. W Rio de Janeiro odnotowuje się znacznie wyższe sumy opadów atmosferycznych. Decyduje o tym ciepły Prąd Brazylijski. Natomiast na niewielkie sumy opadów notowanych w Antofagastie wpływa zimny Prąd Peruwiański. Wskutek jego oddziaływania powstała pustynia Atakama.



**?** Wyjaśnij, jak prądy morskie wpływają na wielkość opadów atmosferycznych w Trujillo i Recife.

## Rozkład opadów atmosferycznych na Ziemi

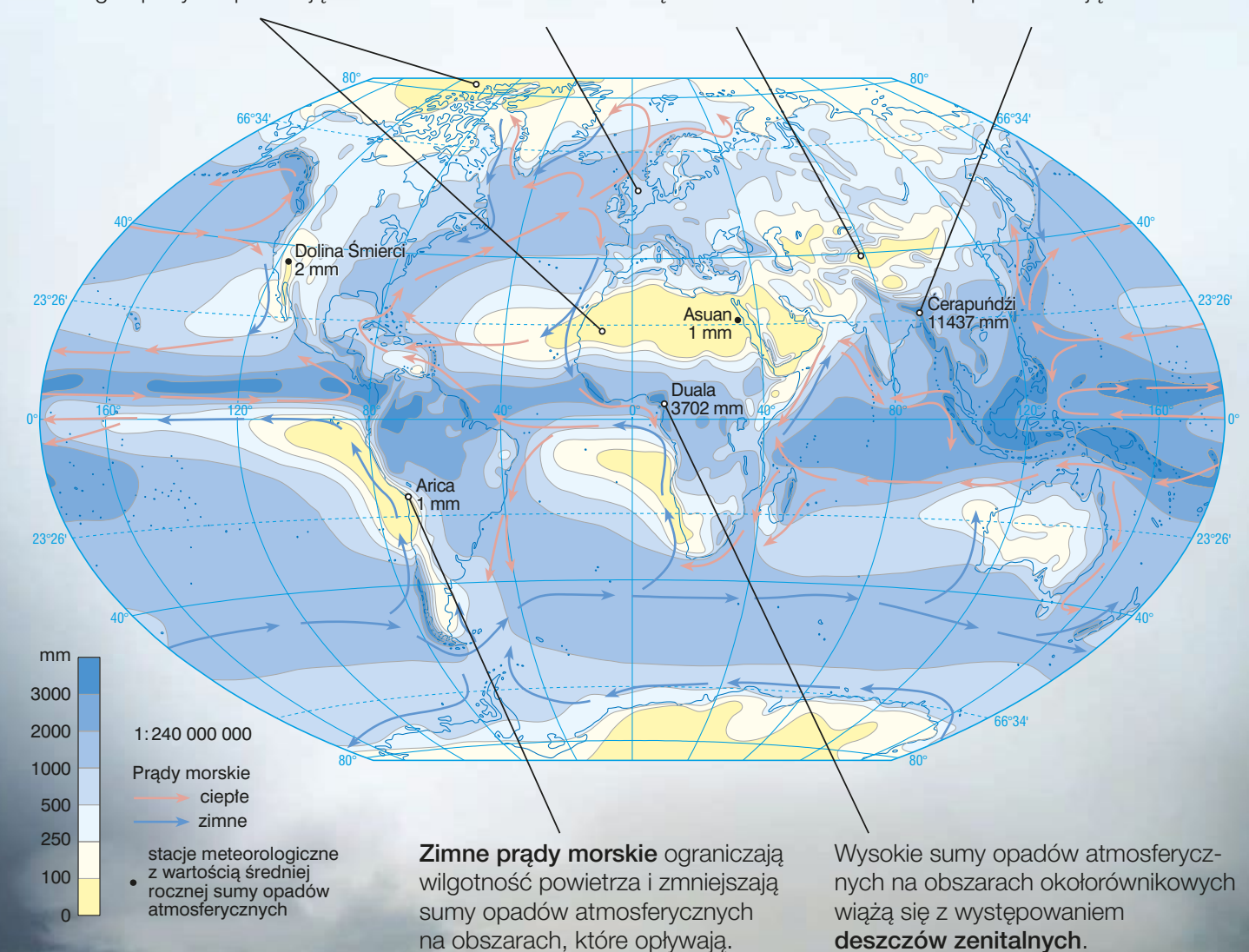
Opady atmosferyczne na Ziemi nie są rozłożone równomiernie. Najwyższe roczne sumy opadów odnotowuje się na obszarach objętych cyrkulacją monsunową, a najniższe – na obszarach okołozwrotnikowych oraz na wybrzeżach opływanych przez zimne prądy morskie.

W okolicach zwrotników oraz w strefach okołobiegunowych występują niewielkie opady. Ma to związek z **opadaniem chłodnego i suchego powietrza**, z którego opady nie powstają.

**Ciepłe prądy morskie** zwiększają wilgotność powietrza i sumy opadów atmosferycznych na opływanych przez siebie obszarach.

Góry stanowią barierę dla przemieszczających się mas powietrza. Dlatego po zawietrznej stronie pasm górskich powstaje **cień opadowy** i opady są niewielkie.

W Azji Południowo-Wschodniej, objętej **cyrkulacją monsunową**, roczne sumy opadów atmosferycznych są bardzo wysokie. Niekiedy przekraczają 11 000 mm.



Na obszarach górskich warunki sprzyjają kondensacji i resublimacji pary wodnej. Dlatego sumy opadów atmosferycznych są tam zwykle wysokie.





## Jak opisać przebieg opadów atmosferycznych w Twoim regionie w ciągu roku?

Aby opisać roczny przebieg opadów atmosferycznych w Twoim regionie, musisz zdobyć potrzebne dane meteorologiczne. Są one pozyskiwane i publikowane przez wyspecjalizowane instytucje, np. w Polsce przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. W znalezieniu i opracowaniu tych danych pomogą Ci poniższe wskazówki.

### 1 Odszukaj stację meteorologiczną położoną najbliżej Twojego miejsca zamieszkania.

Skorzystaj z internetu. Na przykład na stronie <https://klimat.imgw.pl/pl/climate-normals/> znajdziesz tabelę przedstawiającą dane klimatyczne z kilkudziesięciu stacji meteorologicznych w Polsce. Do dalszej analizy wykorzystaj dane ze stacji położonej najbliżej Twojego miejsca zamieszkania.

### 2 Opracuj uzyskane dane meteorologiczne.

Analizowanie danych dotyczących przebiegu opadów atmosferycznych w ciągu roku będzie łatwiejsze, jeśli przedstawiś je w formie graficznej, np. na wykresie.

### 3 Opisz wielkość opadów atmosferycznych w ciągu roku.

Przeanalizuj rozkład opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach w stacji meteorologicznej położonej najbliżej miejscowości, w której mieszkasz.

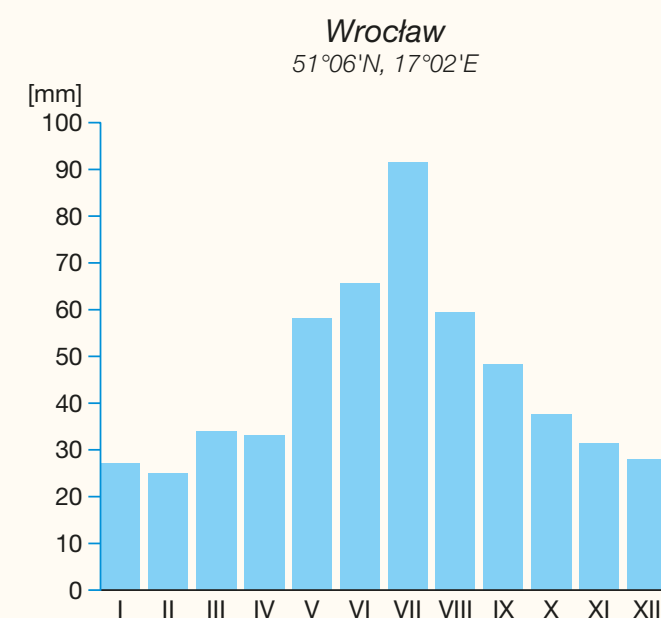
#### Wskazówka

Odpowiedz na poniższe pytania.

- Czy w każdym miesiącu występują opady atmosferyczne? Jakie wartości osiągają?
- W których miesiącach odnotowuje się najwyższe sumy opadów atmosferycznych, a w których – najniższe?
- Jaka jest wartość średniej rocznej sumy opadów atmosferycznych?

### Przykład

Opisz przebieg opadów atmosferycznych w ciągu roku we Wrocławiu.



We wszystkich miesiącach suma opadów atmosferycznych we Wrocławiu przekracza 20 mm. Najwyższe sumy opadów notuje się w czerwcu (65 mm) i w lipcu (91 mm), a najniższe – w lutym (26 mm) i w grudniu (28 mm). Średnia wartość rocznej sumy opadów atmosferycznych we Wrocławiu wynosi 541 mm.

**?** Opisz przebieg opadów atmosferycznych w Twoim regionie w ciągu roku. Wykorzystaj zdobyte informacje.

## Ćwiczenia

1. Wymień pięć czynników wpływających na zróżnicowanie wielkości opadów atmosferycznych na kuli ziemskiej.
2. Podaj po trzy przykłady obszarów o dużych i małych rocznych sumach opadów atmosferycznych.
3. Wyjaśnij, dlaczego na obszarach okołorównikowych odnotowuje się duże sumy opadów atmosferycznych, a na obszarach okołozwrotnikowych opady są niewielkie.

## 4 Prognozowanie pogody

### Ważne na tej lekcji!

- pogoda i jej elementy
- prognozowanie pogody
- przedstawianie stanu pogody oraz opracowywanie jej prognozy na podstawie analizy mapy synoptycznej i zdjęcia satelitarnego
- burze – gwałtowne zjawiska pogodowe

Opisanie pogody panującej w danej chwili na ogół nie sprawia nam kłopotu. Czasami stwierdzamy, że jest ciepło, innym razem – że wieje wiatr i pada deszcz. O wiele trudniej przewidzieć pogodę na kolejne dni, nawet z wykorzystaniem aplikacji w smartfonach oraz informacji zamieszczanych w specjalistycznych portalach internetowych. Czym zatem jest pogoda i jak się ją prognozuje?

### Pogoda i jej elementy

**Pogoda** to chwilowy stan atmosfery w danym miejscu. Aby opisać pogodę, należy przeprowadzić obserwacje i pomiary poszczególnych jej elementów. Najważniejsze z nich wymieniono i opisano w poniższej tabeli.



Pomiary i obserwacje elementów pogody prowadzi się m.in. w ogródkach meteorologicznych. Zwykle są one zlokalizowane na terenie stacji meteorologicznych.

### Elementy określające stan pogody

| Element pogody                               | Opis                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temperatura powietrza<br>(→ s. 48)           | Określa stan cieplny atmosfery. Mierzy się ją termometrem, zwykle wyskalowanym w stopniach Celsjusza (°C) lub stopniach Fahrenheita (°F).                                                                                                            |
| Cięnienie atmosferyczne<br>(→ s. 53–57)      | Opisuje nacisk wywierany przez słup powietrza na jednostkę powierzchni. Mierzy się je barometrem. Wartości ciśnienia podaje się w hektopaskalach (hPa).                                                                                              |
| Wiatr<br>(→ s. 54)                           | W jego opisie podaje się kierunek, z którego wieje (np. wiatr zachodni), oraz prędkość wyrażoną w metrach na sekundę (m/s) lub kilometrach na godzinę (km/h). Do pomiaru tych składowych służy wiatromierz.                                          |
| Wilgotność powietrza<br>(→ s. 60)            | Opisuje zawartość pary wodnej w powietrzu. Mierzy się ją higrometrem. Wyróżnia się wilgotność bezwzględną (g/m <sup>3</sup> ) i wilgotność względną (%).                                                                                             |
| Zachmurzenie<br>(→ powstawanie chmur, s. 60) | Określa stopień pokrycia nieba przez chmury. Obserwacji dokonuje się wizualnie. 0 oznacza niebo bezchmurne, a 8 – pełne zachmurzenie.                                                                                                                |
| Opady atmosferyczne<br>(→ s. 60–64)          | Opady to produkty kondensacji pary wodnej powstające w atmosferze i opadające na powierzchnię Ziemi (np. deszcz, śnieg). Mierzy się je za pomocą deszczomierza i podaje w milimetrach (1 mm opadu oznacza 1 l wody na 1 m <sup>2</sup> powierzchni). |
| Inne zjawiska atmosferyczne                  | Należą do nich m.in. burze, mgły, zawieje i zamiecie śnieżne.                                                                                                                                                                                        |



## Prognozowanie pogody

**Prognozowanie pogody** polega na przewidywaniu jej przebiegu na podstawie stanu poszczególnych elementów pogody oraz informacji o warunkach pogodowych w przeszłości. Aktualny stan pogody ustala się na podstawie danych pochodzących z obserwacji i pomiarów oraz z analizy **map i zdjęć satelitarnych**. Uzyskane w ten sposób informacje trafiają do biur pogody. Tam się je analizuje, przetwarza i publikuje, np. w postaci **map synoptycznych**.

W Polsce badaniem i prognozowaniem pogody zajmuje się Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW). Dysponuje on siecią pomiarową składającą się ze stacji oraz posterunków meteorologicznych.

Mimo coraz lepszych przyrządów pomiarowych i coraz precyzyjniejszych symulacji pogody aura wciąż potrafi zaskakiwać. Dotyczy to zwłaszcza trudnych do przewidzenia ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak potężne burze czy gwałtowne i porywiste wiatry.

## Jak przedstawić stan pogody i opracować jej prognozę na podstawie analizy mapy synoptycznej i zdjęcia satelitarnego?

### Krok po kroku

**Mapy synoptyczne** prezentują stan pogody w danej chwili na stosunkowo dużym obszarze, np. na kontynencie. Można z nich odczytać informacje dotyczące poszczególnych elementów pogody oraz zjawisk atmosferycznych, które są na nich przedstawiane za pomocą międzynarodowych oznaczeń meteorologicznych. Z kolei **zdjęcia satelitarne** pozwalają analizować stopień zachmurzenia.

Na podstawie mapy synoptycznej i zdjęcia satelitarnego z 13 marca 2023 r. przedstaw stan pogody w tamtym dniu w Polsce oraz opracuj prognozę pogody dla naszego kraju na 14 marca 2023 r.

- 1 Przyjrzyj się mapie synoptycznej zamieszczonej obok i przeczytaj jej legendę. Następnie przedstaw stan pogody w centralnej części Polski 13 marca 2023 r.

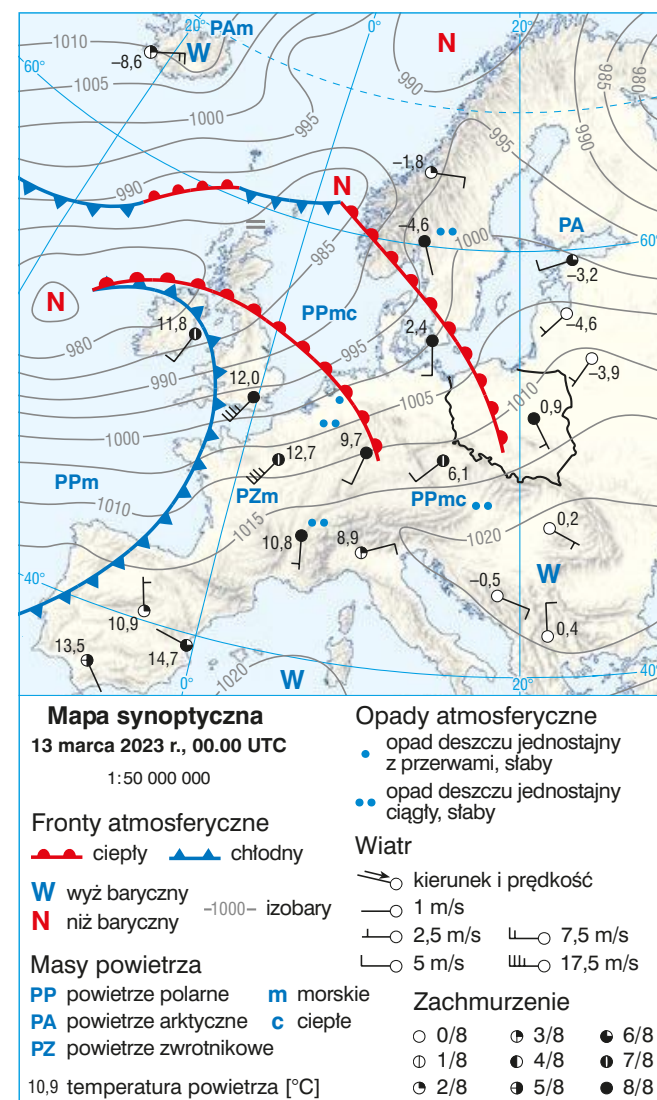
#### Wskazówka

Podczas analizy stanu pogody zwróć szczególną uwagę na oznaczenia dotyczące temperatury powietrza, ciśnienia atmosferycznego, stopnia zachmurzenia oraz kierunku i prędkości wiatru.

**Odpowiedź:** 13 marca 2023 r. w centralnej Polsce temperatura powietrza wynosiła 0,9°C, a ciśnienie atmosferyczne utrzymywało się na poziomie od ok. 1005 hPa do ok. 1015 hPa. Zachmurzenie było wówczas bardzo duże (8/8) i wiał słaby wiatr (ok. 2,5 m/s) z południowego wschodu.

### Rozwiąż samodzielnie

Na podstawie mapy synoptycznej zamieszczonej obok przedstaw stan pogody w południowej części Wielkiej Brytanii 13 marca 2023 r.



## Jak przedstawić stan pogody i opracować jej prognozę na podstawie analizy mapy synoptycznej i zdjęcia satelitarnego? (cd.)

### Krok po kroku

- 2 Przeanalizuj rozmieszczenie układów barycznych nad Polską (→ układy baryczne, s. 54).

**Odpowiedź:** 13 marca 2023 r. Polska znajdowała się między dwoma układami barycznymi: wyżem znad Półwyspu Bałkańskiego i niżem znad Morza Północnego.

- 3 Przyjrzyj się rozmieszczeniu mas powietrza nad Polską.

#### Wskazówka

**Masa powietrza** to ogromna ilość powietrza odznaczająca się określonymi właściwościami, np. podobną temperaturą czy wilgotnością. Nad Europą najczęściej występują:

- zimne masy powietrza arktycznego (PA),
- wilgotne lub suche masy powietrza polarne (PP),
- ciepłe masy powietrza zwrotnikowego (PZ).

**Odpowiedź:** 13 marca 2023 r. nad zachodnią Polską zalegało powietrze polarne morskie ciepłe (PPmc), a nad resztą kraju – powietrze arktyczne (PA).

- 4 Przeanalizuj układ frontów atmosferycznych nad Polską i ustal, jak oddziałują one na pogodę w naszym kraju.

#### Wskazówka

**Front atmosferyczny** to strefa przejściowa rozdzielająca masy powietrza o różnych właściwościach. Ze względu na temperaturę tych mas oraz sposób przemieszczania się frontów wyróżnia się:

- **front chłodny** – tworzy się wtedy, gdy nad obszar, nad którym zalega ciepłe powietrze, napływa powietrze chłodniejsze (temperatura powietrza się obniża, powstają gwałtowne opady i burze),
- **front ciepły** – powstaje wtedy, gdy nad obszar z zalegającym chłodnym powietrzem napływa powietrze cieplejsze (wzrasta wtedy temperatura powietrza i występują długotrwałe opady),
- **front zokludowany** – powstaje na skutek zetknięcia się frontu ciepłego z frontem chłodnym (występują wówczas długotrwałe opady, którym zazwyczaj towarzyszą burze).

**Odpowiedź:** Nad Polską znajdował się ciepły front atmosferyczny, który przyniósł długotrwałe opady deszczu.

- 5 Przyjrzyj się zdjęciu satelitarnemu i określ zachmurzenie nad obszarem Polski.



**Odpowiedź:** 13 marca chmury występowały nad całą Polską – przez nasz kraj przechodził ciepły front atmosferyczny.

- 6 Na podstawie mapy synoptycznej i zdjęcia satelitarnego opracuj prognozę pogody dla Polski na 14 marca 2023 r.

**Odpowiedź:** 14 marca Polska znajdzie się głównie pod wpływem wyżu barycznego znad Półwyspu Bałkańskiego. W całym kraju wzrośnie temperatura powietrza i zwiększy się prędkość wiatru wiejącego z południowego zachodu. Nad większością terytorium Polski będzie się utrzymywać duże zachmurzenie. Przewidywane są też jednostajne opady słabego deszczu.

### Rozwiąż samodzielnie

Na podstawie mapy synoptycznej na s. 66 i zdjęcia satelitarnego sformułuj prognozę pogody dla Francji na 14 marca 2023 r.





## ✂ Potęga zjawisk pogodowych – burze

Burze to spektakularne zjawiska pogodowe. Z jednej strony przerażają swoją gwałtownością i ogromem wyrządzonych szkód. Z drugiej jednak zachwycają pięknem i są chętnie uwieczniane przez fotografów.



Na Ziemi w każdej chwili szaleje ok. 2 tys. burz. Ich powstawanie wiąże się z rozwojem ogromnych, ciemnoszarych chmur kłębiastych (cumulonimbusów), które osiągają wysokość kilku kilometrów. Te chmury w dolnej części są zbudowane z kropelek wody, a w górnej – z kryształków lodu. Ich wierzchołki przypominają kształtem kowadło lub pióropusz.



Burzom często towarzyszą efektowne pioruny, czyli wyładowania elektryczne o bardzo dużym natężeniu. Widać je jako błyski światła przemierzające powietrze z prędkością ok. 100 tys. km/h i słyszać jako grzmoty porównywalne do dźwięku startującego samolotu odrzutowego.

W czasie burz zwykle występują ulewne deszcze, a czasem – nawet opady gradu. Grad to bryłki lodu o średnicy przekraczającej 0,5 cm. Mogą one spadać na ziemię z prędkością nawet 160 km/h i powodować znaczne straty materialne.



### Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, na czym polega prognozowanie pogody.
2. Wymień elementy pogody, które bierze się pod uwagę podczas opracowywania jej prognozy.
3. Podaj trzy przykłady działalności człowieka, których prowadzenie wymaga zapoznania się z prognozą pogody.
4. Na podstawie dostępnych źródeł oraz własnych materiałów (np. wykonanych fotografii) przygotuj prezentację o najciekawszym, Twoim zdaniem, zjawisku meteorologicznym. Wyjaśnij jego przyczyny i podaj skutki, które może ono wywołać.



## 5 Klimaty na kuli ziemskiej

### Ważne na tej lekcji!

- klimat i czynniki klimatotwórcze
- strefy klimatyczne i typy klimatów na kuli ziemskiej
- ✂ • klimat lokalny

Na Ziemi panują różne warunki klimatyczne. Na przykład na biegunach przez cały rok jest skrajnie zimno i wietrznie, a w okolicach równika – bardzo gorąco i wilgotno. Zanim dowiemy się, które czynniki wpływają na tak duże zróżnicowanie, przypomnijmy sobie, czym jest klimat.

### ■ Klimat i czynniki klimatotwórcze

**Klimat** to przebieg pogody na danym obszarze określony na podstawie wieloletnich obserwacji. Zróżnicowanie klimatyczne Ziemi wynika z oddziaływania **czynników klimatotwórczych**, wśród których wyróżnia się czynniki meteorologiczne i czynniki niemeteorologiczne.

**Czynnikami meteorologicznymi** mającymi największy wpływ na klimat są:

- ▶ rozmieszczenie ośrodków barycznych (→ ośrodki baryczne na kuli ziemskiej, s. 55),
- ▶ rodzaje napływających mas powietrza (→ masy powietrza, s. 67),
- ▶ rozkład frontów atmosferycznych (→ fronty atmosferyczne, s. 67).

Z kolei do **czynników niemeteorologicznych** należą:

- ▶ szerokość geograficzna,
- ▶ rozmieszczenie lądów i mórz,
- ▶ prądy morskie,
- ▶ wysokość nad poziomem morza,
- ▶ rzeźba terenu,
- ▶ pokrycie terenu.

### Niemeteorologiczne czynniki klimatotwórcze

| Czynnik klimatotwórczy              | Opis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                     |          |                                     |             |      |    |      |      |   |          |      |   |       |      |    |      |      |    |           |    |    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|-------------------------------------|-------------|------|----|------|------|---|----------|------|---|-------|------|----|------|------|----|-----------|----|----|
| Szerokość geograficzna<br>(→ s. 48) | <p>Szerokość geograficzna jest podstawowym czynnikiem klimatotwórczym. To ona decyduje o ilości energii słonecznej docierającej do powierzchni Ziemi, a także o rozkładzie temperatury powietrza. Na podstawie szerokości geograficznej wydzielono strefy klimatyczne na Ziemi.</p> <table><tr><th>Location</th><th>Latitude</th><th>Average Annual Air Temperature (°C)</th></tr><tr><td>Barentsburg</td><td>81°N</td><td>-5</td></tr><tr><td>Oulu</td><td>67°N</td><td>2</td></tr><tr><td>Warszawa</td><td>52°N</td><td>8</td></tr><tr><td>Ateny</td><td>38°N</td><td>18</td></tr><tr><td>Fada</td><td>18°N</td><td>25</td></tr><tr><td>Kisangani</td><td>0°</td><td>25</td></tr></table> <p>Średnia roczna temperatura powietrza rośnie wraz ze zmniejszaniem się szerokości geograficznej.</p> | Location                            | Latitude | Average Annual Air Temperature (°C) | Barentsburg | 81°N | -5 | Oulu | 67°N | 2 | Warszawa | 52°N | 8 | Ateny | 38°N | 18 | Fada | 18°N | 25 | Kisangani | 0° | 25 |
| Location                            | Latitude                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Average Annual Air Temperature (°C) |          |                                     |             |      |    |      |      |   |          |      |   |       |      |    |      |      |    |           |    |    |
| Barentsburg                         | 81°N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -5                                  |          |                                     |             |      |    |      |      |   |          |      |   |       |      |    |      |      |    |           |    |    |
| Oulu                                | 67°N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                                   |          |                                     |             |      |    |      |      |   |          |      |   |       |      |    |      |      |    |           |    |    |
| Warszawa                            | 52°N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8                                   |          |                                     |             |      |    |      |      |   |          |      |   |       |      |    |      |      |    |           |    |    |
| Ateny                               | 38°N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 18                                  |          |                                     |             |      |    |      |      |   |          |      |   |       |      |    |      |      |    |           |    |    |
| Fada                                | 18°N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 25                                  |          |                                     |             |      |    |      |      |   |          |      |   |       |      |    |      |      |    |           |    |    |
| Kisangani                           | 0°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 25                                  |          |                                     |             |      |    |      |      |   |          |      |   |       |      |    |      |      |    |           |    |    |



| Czynnik klimatotwórczy                           | Opis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                           |                                 |                                           |          |       |     |           |       |     |          |      |     |       |      |     |      |      |     |          |      |     |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|----------|-------|-----|-----------|-------|-----|----------|------|-----|-------|------|-----|------|------|-----|----------|------|-----|
| Rozmieszczenie lądów i mórz<br>(→ s. 50, 62)     | <p>Lądy nagrzewają się i ochładzają szybciej niż wody oceanów. W efekcie:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>temperatura powietrza nad obszarami lądowymi różni się od temperatury powietrza nad oceanami (w ciągu roku różnice temperatury powietrza na obszarach nadmorskich są mniejsze niż w głębi lądu),</li><li>nad lądami i oceanami odnotowuje się inne sumy opadów (na obszarach nadmorskich są one wyższe niż w głębi lądu),</li><li>nad lądami i oceanami powstają ośrodki baryczne o różnym ciśnieniu.</li></ul> <div><table><caption>Średnia roczna suma opadów atmosferycznych i amplituda temperatury</caption><tr><th>Miasto</th><th>Średnia roczna suma opadów [mm]</th><th>Średnia roczna amplituda temperatury [°C]</th></tr><tr><td>Valentia</td><td>~1400</td><td>~10</td></tr><tr><td>Rotterdam</td><td>~1000</td><td>~15</td></tr><tr><td>Warszawa</td><td>~800</td><td>~20</td></tr><tr><td>Kursk</td><td>~600</td><td>~25</td></tr><tr><td>Orsk</td><td>~400</td><td>~35</td></tr><tr><td>Pawłodar</td><td>~300</td><td>~38</td></tr></table><p>Im dalej od oceanu, tym średnie roczne amplitudy temperatury powietrza stają się większe, a średnie roczne sumy opadów – mniejsze.</p></div> | Miasto                                    | Średnia roczna suma opadów [mm] | Średnia roczna amplituda temperatury [°C] | Valentia | ~1400 | ~10 | Rotterdam | ~1000 | ~15 | Warszawa | ~800 | ~20 | Kursk | ~600 | ~25 | Orsk | ~400 | ~35 | Pawłodar | ~300 | ~38 |
| Miasto                                           | Średnia roczna suma opadów [mm]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Średnia roczna amplituda temperatury [°C] |                                 |                                           |          |       |     |           |       |     |          |      |     |       |      |     |      |      |     |          |      |     |
| Valentia                                         | ~1400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ~10                                       |                                 |                                           |          |       |     |           |       |     |          |      |     |       |      |     |      |      |     |          |      |     |
| Rotterdam                                        | ~1000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ~15                                       |                                 |                                           |          |       |     |           |       |     |          |      |     |       |      |     |      |      |     |          |      |     |
| Warszawa                                         | ~800                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ~20                                       |                                 |                                           |          |       |     |           |       |     |          |      |     |       |      |     |      |      |     |          |      |     |
| Kursk                                            | ~600                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ~25                                       |                                 |                                           |          |       |     |           |       |     |          |      |     |       |      |     |      |      |     |          |      |     |
| Orsk                                             | ~400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ~35                                       |                                 |                                           |          |       |     |           |       |     |          |      |     |       |      |     |      |      |     |          |      |     |
| Pawłodar                                         | ~300                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ~38                                       |                                 |                                           |          |       |     |           |       |     |          |      |     |       |      |     |      |      |     |          |      |     |
| Prądy morskie<br>(→ s. 49, 62)                   | Ciepłe prądy morskie przyczyniają się do wzrostu temperatury powietrza oraz ilości opadów atmosferycznych. Natomiast zimne prądy morskie powodują obniżenie temperatury powietrza i zmniejszenie ilości opadów.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |                                 |                                           |          |       |     |           |       |     |          |      |     |       |      |     |      |      |     |          |      |     |
| Wysokość nad poziomem morza<br>(→ s. 48, 53, 61) | <p>Wysokość nad poziomem morza oddziałuje na:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>temperaturę powietrza (wraz z wysokością obniża się ona średnio o 0,6°C co 100 m),</li><li>ciśnienie atmosferyczne (wraz z wysokością obniża się ono średnio o 1 hPa co 8 m),</li><li>wielkość opadów atmosferycznych (wraz z wysokością ich ilość się zwiększa).</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                           |                                 |                                           |          |       |     |           |       |     |          |      |     |       |      |     |      |      |     |          |      |     |
| Rzeźba terenu<br>(→ s. 49, 61)                   | <p>Rzeźba terenu powoduje, że:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>na obszarach położonych na północ od zwrotnika Raka stoki o ekspozycji południowej są zawsze ogrzewane bardziej niż te o ekspozycji północnej, z kolei na południe od zwrotnika Koziorożca jest odwrotnie,</li><li>na nizinach masy powietrza przepływają swobodnie,</li><li>na obszarach górskich przepływ mas powietrza jest utrudniony, co z kolei wpływa na różnice w wielkości opadów atmosferycznych po obu stronach danego pasma górskiego.</li></ul> <div><p>Przepływ mas powietrza w górach może być bardzo gwałtowny. Słoneczna pogoda po jednej stronie gór często w krótkim czasie zmienia się w deszczową i wietrzną.</p></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           |                                 |                                           |          |       |     |           |       |     |          |      |     |       |      |     |      |      |     |          |      |     |

■ Strefy klimatyczne

Duże zróżnicowanie klimatu na Ziemi stało się podstawą wydzielenia stref klimatycznych. W podziale najczęściej stosowanym w Polsce wyróżnia się:

- ▶ jedną strefę klimatów równikowych,
- ▶ dwie strefy klimatów zwrotnikowych,
- ▶ dwie strefy klimatów podzwrotnikowych,
- ▶ dwie strefy klimatów umiarkowanych,
- ▶ dwie strefy klimatów okołobiegunowych.

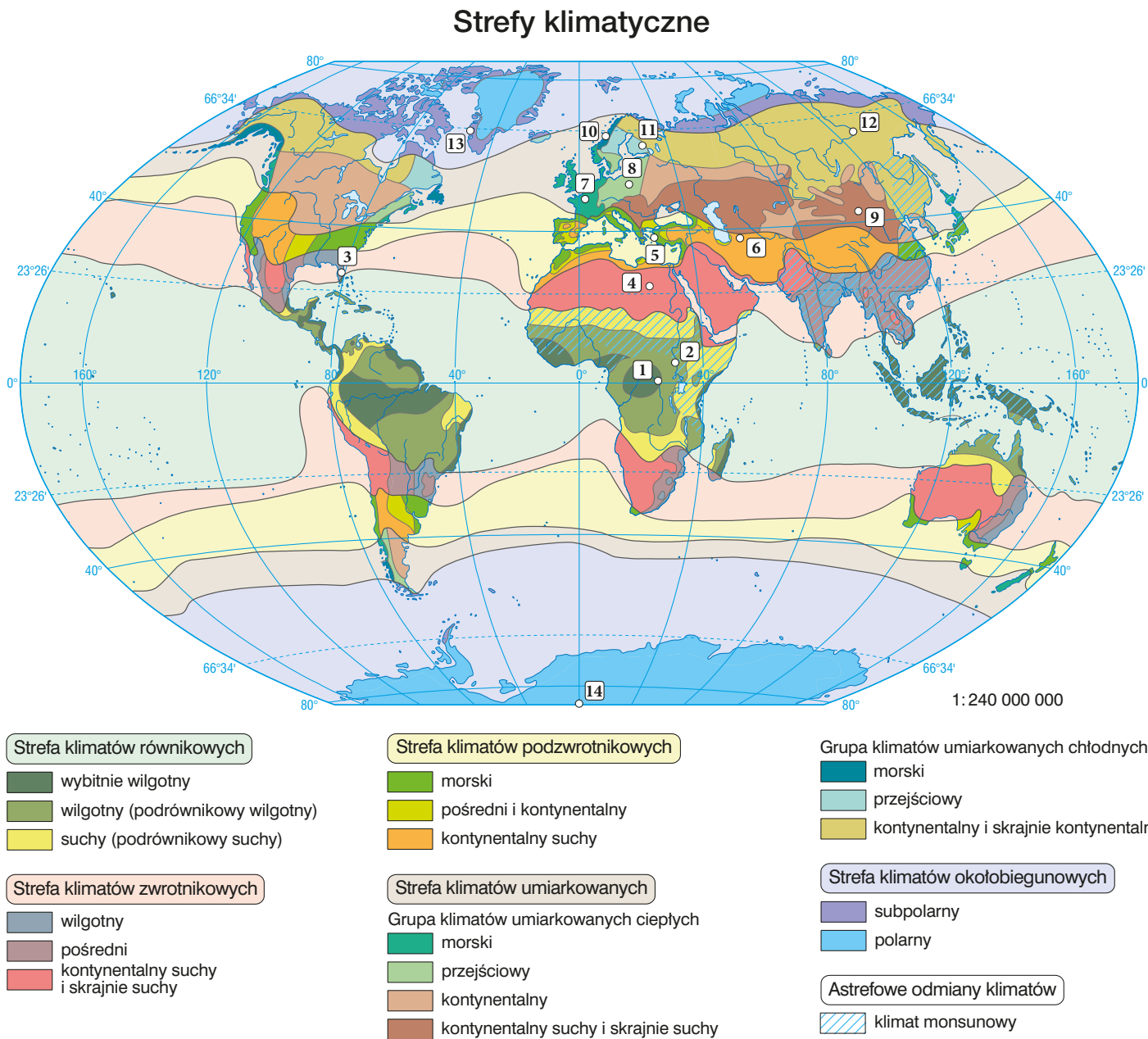
Jak widać na zamieszczonej poniżej mapie, wymienione strefy układają się niemal równoległe do równika. W obrębie każdej z tych stref wyróżniono typy klimatów.

Najbardziej charakterystycznymi z nich są:

- ▶ klimat morski,
- ▶ klimat kontynentalny.

Występują one prawie we wszystkich strefach klimatycznych na Ziemi.

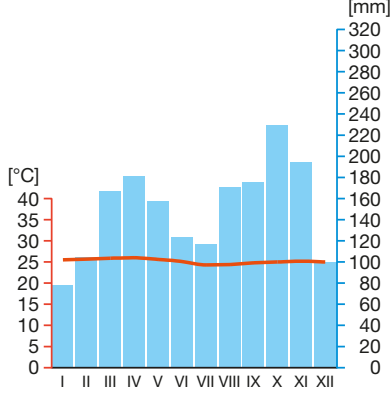
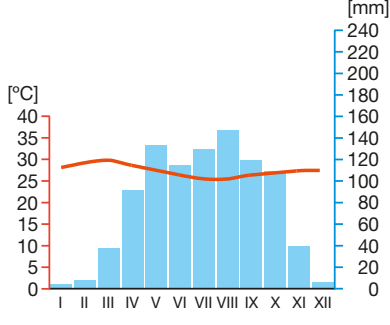
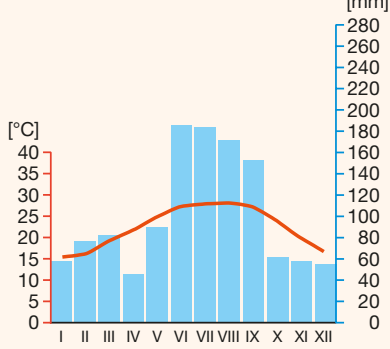
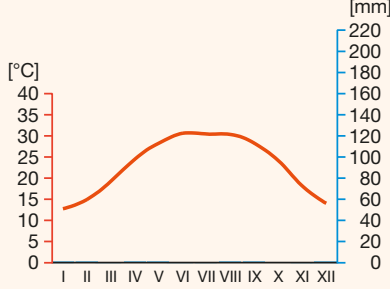
**Klimat morski** odznacza się dużymi, równomiernie rozłożonymi w ciągu roku opadami atmosferycznymi oraz niewielkimi dobowymi i rocznymi amplitudami temperatury powietrza. Do charakterystycznych cech **klimatu kontynentalnego** należą z kolei niewielkie roczne sumy opadów atmosferycznych oraz duże dobowe i roczne amplitudy temperatury powietrza.

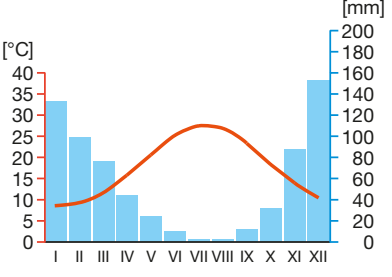
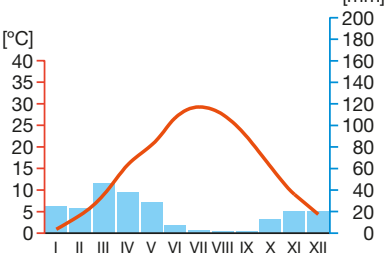
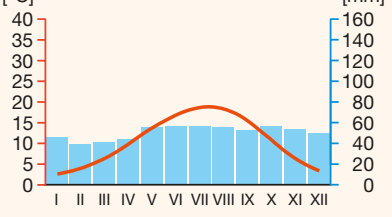
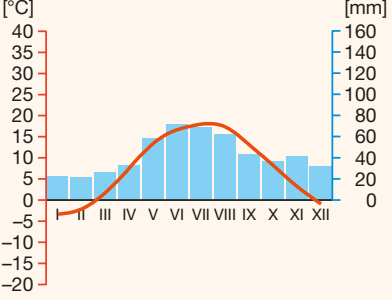
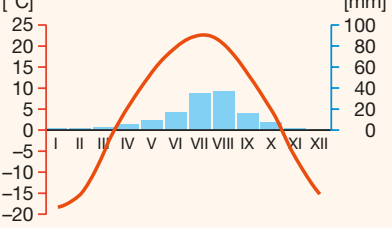


? Wymień trzy krainy geograficzne, w których występuje klimat monsunowy.



Strefy klimatyczne na Ziemi oraz wybrane typy klimatu

| Nazwa strefy                  | Typ klimatu                 | Charakterystyka                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Przykładowy klimatogram                                                                                                                             |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Strefa klimatów równikowych   | równikowy wybitnie wilgotny | <ul style="list-style-type: none"><li>• średnia roczna temperatura powietrza powyżej 20°C</li><li>• roczna amplituda temperatury powietrza poniżej 5°C</li><li>• roczna suma opadów atmosferycznych od 2000 mm do 3000 mm</li><li>• brak wyraźnej pory deszczowej</li></ul>                                                     | <div>1</div> <div><i>Kisangani</i><br/>(0°31'N, 25°12'E)</div>    |
|                               | podrównikowy wilgotny       | <ul style="list-style-type: none"><li>• średnia roczna temperatura powietrza powyżej 20°C</li><li>• średnia roczna amplituda temperatury powietrza poniżej 5°C</li><li>• roczna suma opadów atmosferycznych od 1000 mm do 2000 mm</li><li>• jedna pora deszczowa lub dwie pory deszczowe</li></ul>                              | <div>2</div> <div><i>Dżuba</i><br/>(4°51'N, 31°36'E)</div>       |
| Strefa klimatów zwrotnikowych | zwrotnikowy wilgotny        | <ul style="list-style-type: none"><li>• temperatura powietrza w lecie powyżej 25°C, w zimie do 20°C</li><li>• roczna suma opadów atmosferycznych od 1000 mm do 2000 mm</li><li>• opady głównie latem</li><li>• w odmianie monsunowej roczna suma opadów powyżej 2000 mm, najobfitsze opady latem, zimą sucho i ciepło</li></ul> | <div>3</div> <div><i>Orlando</i><br/>(28°53'N, 81°37'W)</div>   |
|                               | zwrotnikowy skrajnie suchy  | <ul style="list-style-type: none"><li>• duże dobowe amplitudy temperatury powietrza</li><li>• bardzo gorące lato</li><li>• opady występujące sporadycznie lub niewystępujące wcale</li></ul>                                                                                                                                    | <div>4</div> <div><i>Al-Kufra</i><br/>(24°14'N, 23°20'E)</div>  |

| Nazwa strefy                     | Typ klimatu                              | Charakterystyka                                                                                                                                                                                                                                                      | Przykładowy klimatogram                                                                                                                              |
|----------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Strefa klimatów podzwrotnikowych | podzwrotnikowy morski (śródziemnomorski) | <ul style="list-style-type: none"><li>• średnia roczna temperatura powietrza powyżej 15°C</li><li>• lato gorące, zima łagodna</li><li>• roczna suma opadów atmosferycznych od 500 mm do 900 mm</li><li>• opady deszczu głównie zimą</li></ul>                        | <div>5</div> <div><i>Izmir</i><br/>(38°26'N, 27°09'E)</div>       |
|                                  | podzwrotnikowy kontynentalny suchy       | <ul style="list-style-type: none"><li>• duże dobowe i roczne amplitudy temperatury powietrza</li><li>• lato bardzo gorące, zimą średnia miesięczna temperatura powietrza ok. 0°C</li><li>• niewielkie opady występujące zimą</li></ul>                               | <div>6</div> <div><i>Aszchabad</i><br/>(37°58'N, 58°20'E)</div>   |
| Strefa klimatów umiarkowanych    | umiarkowany ciepły morski                | <ul style="list-style-type: none"><li>• roczna amplituda temperatury powietrza poniżej 20°C</li><li>• lato chłodne, zima łagodna</li><li>• roczna suma opadów atmosferycznych od 600 mm do 1000 mm</li><li>• opady całoroczne z przewagą jesienno-zimowych</li></ul> | <div>7</div> <div><i>Paryż</i><br/>(48°52'N, 2°21'E)</div>      |
|                                  | umiarkowany ciepły przejściowy           | <ul style="list-style-type: none"><li>• duża zmienność stanów pogody w zależności od kierunku napływających mas powietrza</li><li>• roczna amplituda temperatury powietrza do 25°C</li><li>• opady całoroczne z przewagą w porze letniej, zimą – śnieg</li></ul>     | <div>8</div> <div><i>Warszawa</i><br/>(52°10'N, 21°02'E)</div>  |
|                                  | umiarkowany ciepły kontynentalny         | <ul style="list-style-type: none"><li>• roczna amplituda temperatury powietrza do 45°C</li><li>• upalne lato, mroźna zima</li><li>• niewielkie opady, głównie latem</li></ul>                                                                                        | <div>9</div> <div><i>Erenhot</i><br/>(43°39'N, 111°59'E)</div>  |



| Nazwa strefy                     | Typ klimatu                       | Charakterystyka                                                                                                                                                                                                                                         | Przykładowy klimatogram                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Strefa klimatów umiarkowanych    | umiarkowany chłodny morski        | <ul style="list-style-type: none"><li>• roczna amplituda temperatury powietrza do ok. 15°C</li><li>• chłodne lato, łagodna zima</li><li>• opady całoroczne z przewagą jesienno-zimowych, dochodzące do 1000 mm</li></ul>                                | <div>10</div> <div>Trondheim<br/>(63°20'N, 10°21'E)</div> |
|                                  | umiarkowany chłodny przejściowy   | <ul style="list-style-type: none"><li>• duża zmienność stanów pogody w zależności od kierunku napływających mas powietrza</li><li>• roczna amplituda temperatury powietrza powyżej 25°C</li><li>• opady całoroczne z przewagą w porze letniej</li></ul> | <div>11</div> <div>Joensuu<br/>(62°36'N, 29°46'E)</div>   |
|                                  | umiarkowany chłodny kontynentalny | <ul style="list-style-type: none"><li>• roczna amplituda temperatury powietrza ponad 45°C</li><li>• lato krótkie i chłodne, zima długa i mroźna</li><li>• roczna suma opadów atmosferycznych do 250 mm</li></ul>                                        | <div>12</div> <div>Jakuck<br/>(62°02'N, 129°44'E)</div>   |
| Strefa klimatów okołobiegunowych | subpolarny                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• średnia temperatura najcieplejszego miesiąca nieznacznie powyżej 0°C</li><li>• roczna suma opadów atmosferycznych do 250 mm</li><li>• opady głównie w postaci śniegu</li></ul>                                  | <div>13</div> <div>Nuuk<br/>(64°17'N, 51°45'W)</div>      |
|                                  | polarny                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• średnia temperatura powietrza najcieplejszego miesiąca poniżej 0°C</li><li>• roczna suma opadów atmosferycznych do 150 mm</li><li>• opady wyłącznie w postaci śniegu lub brak opadów</li></ul>                  | <div>14</div> <div>Amundsen-Scott<br/>(90°00'S)</div>     |



## Jakie czynniki wpływają na klimat lokalny?

Klimat lokalny to klimat charakteryzujący niewielki obszar. Może występować np. w małym mieście, w dolinie rzecznej i w górskiej kotlinie. Wyraźnie wpływają na niego czynniki lokalne.

### 1 Ustal, które czynniki oddziałują na klimat lokalny w Twoim miejscu zamieszkania.

#### Wskazówka

O tym, że na danym obszarze występuje klimat lokalny, decydują takie czynniki, jak:

- rzeźba terenu,
- wysokość nad poziomem morza,
- położenie względem większych zbiorników wodnych,
- pokrycie terenu (np. las, nawierzchnia dróg, gęstość zabudowy).

### 2 Wyjaśnij, jak poszczególne czynniki kształtują klimat lokalny w Twoim miejscu zamieszkania.

#### Wskazówki

- **Urozmaiconą rzeźbą terenu** modyfikuje warunki klimatyczne. W obniżeniach terenu często zalega zimniejsze powietrze, a wzniesienia są lepiej ogrzane i bardziej wystawione na działanie wiatru. Istotna jest również ekspozycja stoków. Na półkuli północnej (czyli wszędzie w Polsce) stoki o ekspozycji południowej są lepiej ogrzane niż stoki północne.
- Położenie **na określonej wysokości nad poziomem morza** wpływa m.in. na temperaturę powietrza (co 100 m spada średnio o 0,6°C) oraz na wielkość opadów atmosferycznych (ich ilość wraz z wysokością się zwiększa).
- Jeżeli mieszkasz **w sąsiedztwie większego zbiornika wodnego** (np. zatoki lub jeziora), to możesz zaobserwować różnice w tempie nagrzewania się wody i lądu. Te różnice widać nawet w ciągu doby. W dzień ląd nagrzewa się

szybciej, a woda – wolniej. Pojawia się bryza, czyli wiatr wiejący od wody w kierunku lądu. Nocą bryza zmienia kierunek – wieje od lądu ku wodzie.

- Jeśli mieszkasz **w pobliżu terenów leśnych**, możesz dostrzec mniejsze dobowe różnice temperatury powietrza, ale większą wilgotność.
- Jeżeli mieszkasz **w mieście**, możesz zauważyć, że w porównaniu z terenami podmiejskimi często notuje się w nim większe zachmurzenie i większą ilość opadów atmosferycznych, a średnia roczna temperatura powietrza jest o kilka stopni wyższa.



Wyższa temperatura powietrza w dużych miastach niż na otaczających je terenach wynika m.in. z nagrzewania się ulic i dachów.

**?** Przedstaw najważniejsze cechy klimatu lokalnego, który występuje w Twojej okolicy.

### Ćwiczenia

1. Podaj różnicę między klimatem a pogodą.
2. Ustal, jakie typy klimatu występują na Wyżynie Irańskiej, na Nowej Fundlandii oraz w Kotlinie Konga. Wymień najważniejsze cechy każdego z tych typów.
3. Porównaj klimat umiarkowany ciepły morski z klimatem umiarkowanym chłodnym kontynentalnym. Wykorzystaj informacje z klimatogramów dla Paryża oraz Jakucka.
4. Wyjaśnij, dlaczego w centrum Warszawy temperatura powietrza jest zwykle wyższa niż na obrzeżach tego miasta.







## Podsumowanie



- Najważniejszymi czynnikami kształtującymi **temperaturę powietrza** są: szerokość geograficzna, wysokość nad poziomem morza, rzeźba terenu, odległość od mórz i oceanów oraz prądy morskie.
- **Amplituda temperatury powietrza** to różnica między najwyższą a najniższą wartością temperatury powietrza w danym okresie (np. w roku).
- Najwyższe średnie wartości temperatury powietrza występują w strefie międzyzwrotnikowej, a najniższe – na obszarach okołobiegunowych oraz na północy Azji i Ameryki Północnej.
- **Ciśnienie atmosferyczne** to nacisk, który powietrze wywiera na powierzchnię Ziemi. Średnia wartość ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza wynosi 1013 hPa i obniża się przeciętnie o 1 hPa co 8 m.
- Dwa podstawowe **układy baryczne** to wyż baryczny i niż baryczny.
- W **wyżu barycznym** ciśnienie atmosferyczne wzrasta w kierunku środka układu i osiąga najwyższą wartość w centrum.
- W **niżu barycznym** ciśnienie atmosferyczne maleje w kierunku środka układu i osiąga najniższą wartość w centrum.
- Ciśnienie atmosferyczne jest **zróźnicowane przestrzennie**. W okolicach równika obniżone ciśnienie utrzymuje się przez cały rok. Najwyższe ciśnienie atmosferyczne występuje w strefie zwrotnikowej.
- **Wiatr** to ruch powietrza, zazwyczaj poziomy, z obszarów o wyższym ciśnieniu w kierunku obszarów o niższym ciśnieniu.
- **Globalna cyrkulacja atmosfery** to krążenie powietrza na kuli ziemskiej. Wynika ze zróźnicowania ciśnienia atmosferycznego w różnych szerokościach geograficznych.
- Na zróźnicowanie wielkości **opadów atmosferycznych** w poszczególnych regionach Ziemi wpływają: globalna cyrkulacja atmosferyczna, wysokość nad poziomem morza, rzeźba terenu, odległość od mórz i oceanów oraz prądy morskie.
- Najwyższe roczne sumy opadów notuje się na obszarach objętych cyrkulacją monsunową, a najniższe – w okolicach zwrotników i na wybrzeżach opływanych przez zimne prądy morskie.
- **Pogoda** to chwilowy stan atmosfery w danym miejscu.
- **Prognozowanie pogody** polega na przewidywaniu jej przebiegu na podstawie stanu poszczególnych elementów pogody oraz informacji o warunkach pogodowych, które występowały w przeszłości. W biurach pogody powstają **mapy synoptyczne** wykorzystujące dane pochodzące z obserwacji i pomiarów meteorologicznych oraz z analizy map i zdjęć satelitarnych.
- **Klimat** to przebieg pogody na danym obszarze określony na podstawie wieloletnich obserwacji.
- Zróźnicowanie klimatyczne Ziemi wynika z oddziaływania **czynników klimatotwórczych** (meteorologicznych i niemeteorologicznych).
- **Czynnikami meteorologicznymi** są np.:
  - rozmieszczenie ośrodków barycznych,
  - rodzaje napływających mas powietrza,
  - rozkład frontów atmosferycznych.
- Do **czynników niemeteorologicznych** należą:
  - szerokość geograficzna,
  - rozmieszczenie lądów i mórz,
  - prądy morskie,
  - wysokość nad poziomem morza,
  - rzeźba terenu,
  - pokrycie terenu.
- W podziale najczęściej stosowanym w Polsce wyróżnia się:
  - jedną strefę klimatów równikowych,
  - dwie strefy klimatów zwrotnikowych,
  - dwie strefy klimatów podzwrotnikowych,
  - dwie strefy klimatów umiarkowanych,
  - dwie strefy klimatów okołobiegunowych.
- W obrębie każdej strefy klimatycznej wyróżnia się **typy klimatów**, np. klimat morski i klimat kontynentalny.
- **Klimat morski** cechują duże, równomiernie rozłożone w ciągu roku opady atmosferyczne oraz niewielkie roczne amplitudy temperatury powietrza.
- **Klimat kontynentalny** charakteryzuje się niewielkimi rocznymi sumami opadów atmosferycznych oraz dużymi rocznymi amplitudami temperatury powietrza.
- **Klimat lokalny** występuje na niewielkim obszarze, np. w małym mieście, w dolinie rzecznej czy w górskiej kotlinie.

## Sprawdź, czy potrafisz!

WYKONAJ W ZESZYTCIE



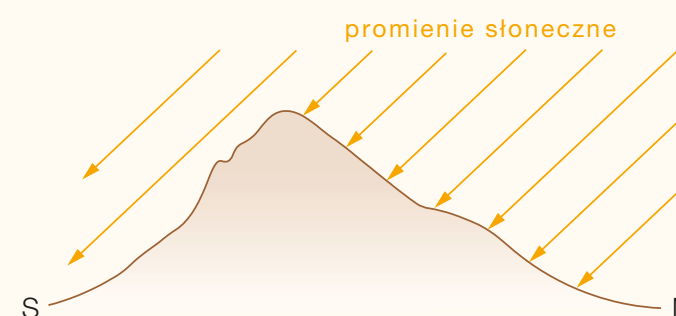
- 1 Spośród wymienionych czynników wybierz te, które wpływają na wartość temperatury powietrza na Ziemi. Przepisz właściwe wyrażenia do zeszytu.

wysokość nad poziomem morza,  
długość geograficzna, długość dnia i nocy,  
budowa geologiczna, rzeźba terenu,  
żyzność gleb, szerokość geograficzna,  
odległość od mórz i oceanów

- 2 Oceń, czy poniższe zdania są zgodne z prawdą. Następnie przepisz do zeszytu zdania prawdziwe.

- A. Na Ziemi występuje strefowość termiczna, która przejawia się spadkiem średniej temperatury powietrza od równika ku biegunom.  
B. Najniższe wartości średniej temperatury powietrza w lipcu występują na lądach w pobliżu zwrotnika Raka.  
C. Ciepłe prądy morskie przyczyniają się do wzrostu temperatury powietrza, natomiast zimne – do jej obniżenia.  
D. Najwyższe wartości średniej rocznej amplitudy temperatury powietrza w obrębie kontynentów występują na obszarach okołorównikowych.

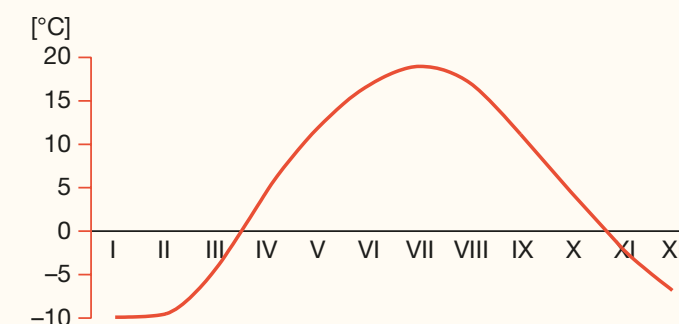
- 3 Na ilustracji przedstawiono wzniesienie oraz padające na niego promienie słoneczne. Wybierz poprawne dokończenie zdania i przepisz całe zdanie do zeszytu.



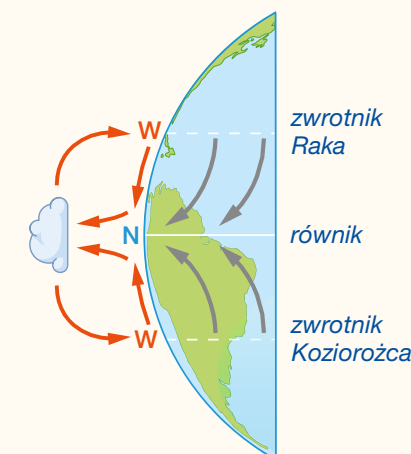
Kierunek padania promieni słonecznych wskazuje, że wzniesienie znajduje się  
A. na północ od zwrotnika Raka.  
B. na południe od zwrotnika Koziorożca.

- 4 Wyjaśnij, dlaczego na lądach najwyższe wartości średniej temperatury powietrza w styczniu odnotowuje się w pobliżu zwrotnika Koziorożca.

- 5 Na wykresie przedstawiono rozkład temperatury powietrza w miejscowości położonej w strefie klimatów umiarkowanych. Ustal, czy ta miejscowość znajduje się na wybrzeżu, czy w głębi lądu. Uzasadnij odpowiedź i zapisz ją w zeszytcie.



- 6 Na podstawie ilustracji przedstawiającej krążenie powietrza w strefie międzyzwrotnikowej wybierz poprawne uzupełnienia zdań. Następnie zapisz te zdania w zeszytcie.



- A. W okolicach równika powietrze przy powierzchni gruntu jest wychłodzone / silnie nagrzane.  
B. Powietrze nad równikiem nieustannie się wznosi, dlatego przy powierzchni Ziemi powstaje niż / wyż równikowy.  
C. W okolicach zwrotników na półkuli północnej i półkuli południowej powietrze opada, dlatego kształtują się tam nize / wyże zwrotnikowe.  
D. Różnica ciśnienia atmosferycznego między równikiem a zwrotnikami sprawia, że występują tam wiatry zachodnie / pasaty.

- 7 Wyjaśnij, dlaczego na nizinach ciśnienie atmosferyczne jest zwykle wyższe niż w górach.



8 Przyporządkuj poniższym nazwom procesów właściwe definicje. Zapisz poprawne odpowiedzi w zeszycie.

- A. Kondensacja.
- B. Resublimacja.
- C. Sublimacja.

- 1. Zmiana stanu skupienia substancji ze stałego w gazowy.
- 2. Zmiana stanu skupienia substancji z gazowego w ciekły.
- 3. Zmiana stanu skupienia substancji z ciekłego w gazowy.
- 4. Zmiana stanu skupienia substancji z gazowego w stały.

9 Na fotografiach przedstawiono dwa rodzaje chmur. Wskaż literę, którą oznaczono chmury towarzyszące powstawaniu burz. Opisz w zeszycie budowę tych chmur.



10 Spośród wymienionych obszarów wybierz te, na których odnotowuje się niewielkie roczne sumy opadów atmosferycznych.

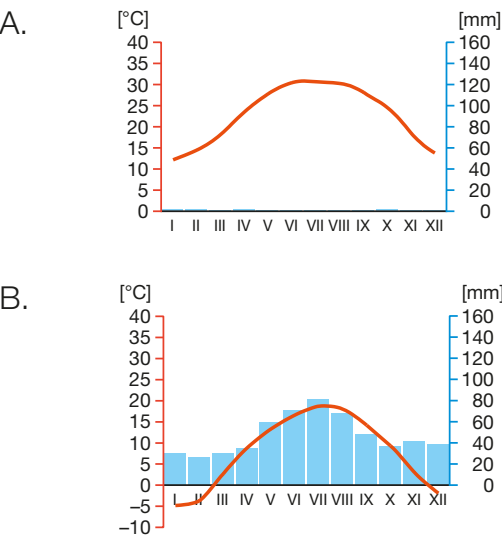
Atakama, Dolina Śmierci, Filipiny, Floryda, Grenlandia, Kotlina Kaszgarska, Kotlina Konga, Namib, Nizina Amazonki, Sahara, Sumatra

11 Wyjaśnij, na czym polega prognozowanie pogody.

12 Uzupełnij poniższe zdania, a następnie przepisz je do zeszytu.

- A. Nacisk słupa powietrza na jednostkę powierzchni to .
- B. Poziomy ruch powietrza z obszarów o wyższym ciśnieniu w kierunku obszarów o niższym ciśnieniu to .
- C. Produkty kondensacji pary wodnej powstające w atmosferze i opadające na powierzchnię Ziemi to .
- D. Element pogody określający stan cieplny atmosfery to .

13 Na klimatogramach przedstawiono średnie miesięczne wartości temperatury powietrza oraz średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych odnotowane w dwóch stacjach meteorologicznych. Wskaż literę, którą oznaczono klimatogram charakterystyczny dla strefy klimatów umiarkowanych. Następnie uzasadnij swój wybór dwoma argumentami i zapisz odpowiedź w zeszycie.



14 Przerysuj tabelę do zeszytu i uzupełnij ją literami A–D tak, aby przedstawiała cechy dwóch wskazanych typów klimatów.

- A. Średnia roczna temperatura powietrza przekracza 20°C.
- B. Opady występują głównie latem.
- C. Brak wyraźnej pory deszczowej.
- D. Temperatura powietrza latem przekracza 25°C, a zimą dochodzi do 20°C.

| Klimat równikowy<br>wybitnie wilgotny | Klimat zwrotnikowy<br>wilgotny |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| <input type="text"/>                  | <input type="text"/>           |

# IV. Hydrosfera

- 1. Zasoby wodne Ziemi. Wszechocean
- 2. Wody powierzchniowe
- 3. Lodowce górskie i lądolody







# 1 Zasoby wodne Ziemi. Wszechocean

## Ważne na tej lekcji!

- rodzaje i wielkość zasobów wodnych Ziemi
- fizykochemiczne cechy wód morskich
- mechanizm powstawania prądów morskich i ich układ
- wpływ prądów morskich na życie i gospodarkę człowieka
- zanieczyszczenie wód oceanicznych
- zasoby wodne w Twoim regionie

Ziemia widziana z kosmosu jest błękitną kulą. Swój kolor zawdzięcza zasobom wody zgromadzonym w oceanie światowym, nazywanym też wszechoceanem. Jednak woda występuje nie tylko na powierzchni naszej planety. Część jej zasobów znajduje się pod ziemią, a część – w atmosferze. Wszystkie te elementy tworzą wodną powłokę Ziemi, czyli **hydrosferę**.

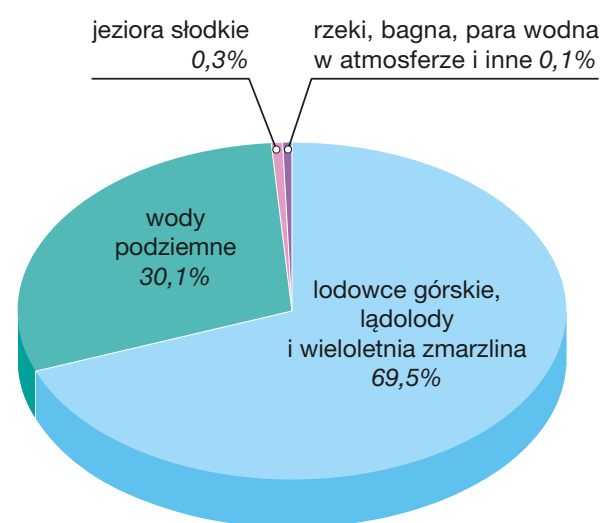
## Zasoby wody na Ziemi

Zasoby wodne Ziemi wynoszą ok. 1,4 mld km<sup>3</sup>. Aż 97,5% z nich stanowi **woda słona**. Znajduje się ona w morzach, oceanach i słonych jeziorach. Zasolona jest także część wód podziemnych. **Woda słodka**, tak ważna dla ludzkiego życia, to zaledwie 2,5% wszystkich zasobów hydrosfery. Nawet z tej niewielkiej części człowiek nie może jednak w pełni korzystać. Ponad 2/3 wody słodkiej występuje bowiem pod postacią śniegu i lodu na trudno dostępnych obszarach okołobiegunowych oraz w górach, a prawie 1/3 stanowią wody podziemne. Najłatwiej dostępna woda jest zgromadzona w jeziorach i rzekach, lecz jej udział w światowych zasobach słodkiej wody wynosi jedynie ok. 0,3%.

**Morze** – część oceanu przylegająca do kontynentu, oddzielona od otwartych wód oceanicznych łańcuchem wysp, półwyspem lub podwodnym progiem.

**Zatoka** – część oceanu, morza lub jeziora, która wcina się w ląd i odznacza się swobodną wymianą wód ze zbiornikiem wodnym.

**Cieśnina** – zwężenie powierzchni wodnej znajdujące się między lądami i łączące dwa akweny.



Zasoby wody słodkiej na Ziemi (procent objętości).

## Podział wszechoceanu

Wszechocean zajmuje aż 71% powierzchni Ziemi. Wyodrębniono w nim pięć oceanów:

- ▶ Ocean Spokojny (Pacyfik),
- ▶ Ocean Atlantycki (Atlantyk),
- ▶ Ocean Indyjski,
- ▶ Ocean Południowy,
- ▶ Ocean Arktyczny.

Granice między oceanami są umowne.

W obrębie wszechoceanu wyróżnia się także mniejsze części. Należą do nich m.in. **morza**, **zatok** i **cieśniny**.

## Fizykochemiczne cechy wód morskich

Fizykochemicznymi cechami wód morskich są m.in. temperatura oraz poziom zasolenia. Średnia roczna **temperatura** powierzchniowych wód wszechoceanu wynosi nieco ponad 17°C. Najwyższą temperaturę wody notuje się w akwenach położonych w strefie

równikowej (24–30°C), a najniższą – w zbiornikach wodnych leżących w strefie okołobiegunowej (ok. –1°C).

**Zasolenie** to zawartość soli w wodzie morskiej. Zwykle podaje się je w promilach (‰). Sól morska – chlorek sodu (NaCl) – stanowi prawie 78% wszystkich soli rozpuszczonych w wodach morskich.

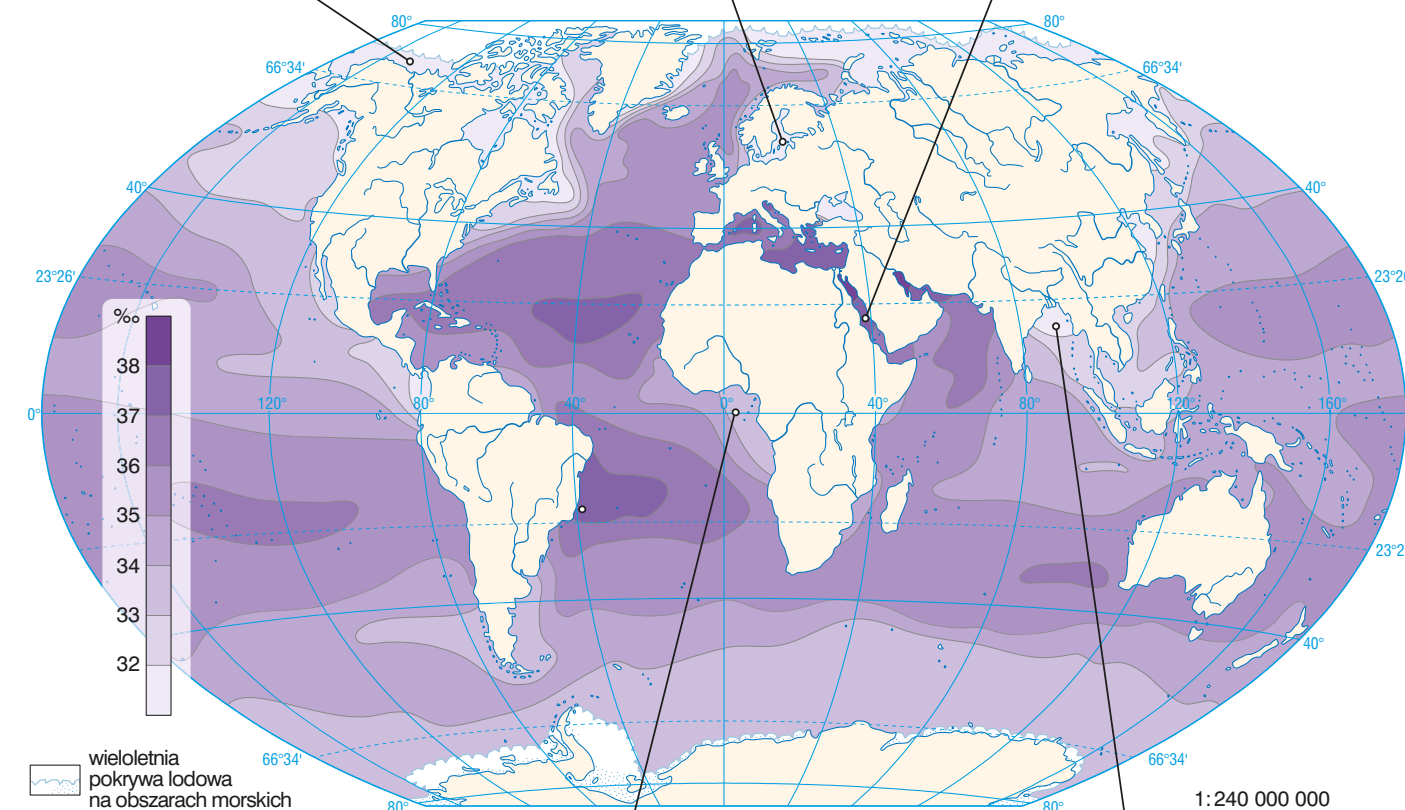
## Zróznicowanie zasolenia powierzchniowej warstwy wód oceanicznych

Średnie zasolenie powierzchniowych wód oceanów wynosi 35‰. Zależy głównie od ilości opadów atmosferycznych, intensywności parowania oraz ilości wody słodkiej dostarczanej przez rzeki i topniejące lody.

W wodach strefy okołobiegunowej poziom zasolenia jest niski (ok. 25‰). Wynika to z częstego zamarzania wody i niewielkiego parowania.

Małe zasolenie **morz śródładowych w wysokich szerokościach geograficznych** (czasem tylko kilka promili) wiąże się z niewielkim parowaniem, dużą ilością wody dostarczanej rzekami oraz utrudnioną wymianą wód z otwartym oceanem.

Najsilniej zasolone są **morza śródładowe w strefie zwrotnikowej** (niekiedy ponad 40‰), ponieważ uchodzi do nich niewiele rzek, a wymianę wody z oceanem utrudniają wąskie cieśniny. Na duże zasolenie wpływają też intensywne parowanie i niewielkie opady atmosferyczne.



W strefie równikowej średnie zasolenie powierzchniowej warstwy wód oceanicznych wynosi niewiele ponad 32‰. Jest to spowodowane wysokimi sumami opadów atmosferycznych.

Zasolenie morz i oceanów jest stosunkowo małe w **pobliżu ujść rzek** niosących dużą ilość słodkiej wody.



Ruchy wód morskich

Wody morskie znajdują się w ciągłym ruchu. Przejawia się on m.in. **falowaniem**, **pływami** oraz występowaniem prądów morskich.

**Prądy morskie** to poziome ruchy wody. Można je porównać do potężnych słonych rzek płynących w morzach i oceanach. Za ruch i kierunek prądów morskich odpowiadają przede wszystkim stale wiejące wiatry, np. pasaty w strefie międzyzwrotnikowej. Kierunek prądów morskich jest dodatkowo modyfikowany przez rozmieszczenie kontynentów, rzeźbę dna oceanu oraz siłę Coriolisa (→ siła Coriolisa, s. 37).

Wszystkie te czynniki powodują, że po obu stronach równika prądy morskie układają się w zamknięte **kręgi cyrkulacyjne**. Wyraźnie

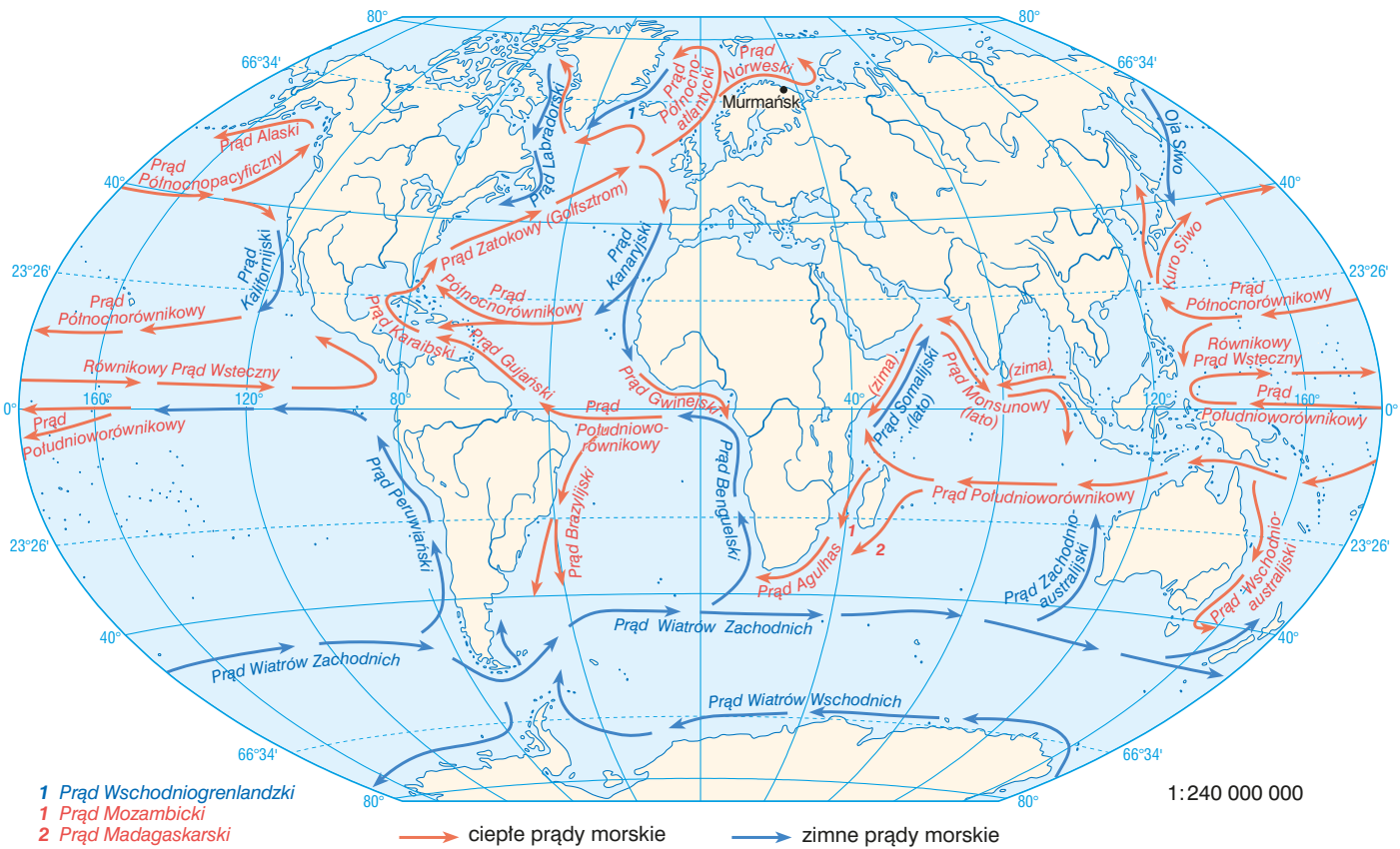
**Falowanie** – poziome ruchy wody morskiej wywoływane głównie przez wiatr.  
**Pływy** – zmiany poziomu wody morskiej (przyływy i odpływy) związane z przyciąganiem Księżyca i Słońca.

zaznaczają się one np. w Oceanie Atlantycznym i w Oceanie Spokojnym. Jeden z kręgów cyrkulacyjnych występujących w Atlantyku opisano i przedstawiono na ilustracji na sąsiedniej stronie.

Klasyfikacja prądów morskich ze względu na temperaturę wody

| Rodzaj prądów | Cechy                                                                                                                                                                        |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prądy ciepłe  | <ul style="list-style-type: none"><li>Niosą wody cieplejsze od wód, które je otaczają.</li><li>Najczęściej płyną od równika ku biegunom.</li></ul>                           |
| Prądy zimne   | <ul style="list-style-type: none"><li>Niosą wody zimniejsze od wód, które je otaczają.</li><li>Najczęściej płyną od wyższych szerokości geograficznych ku niższym.</li></ul> |

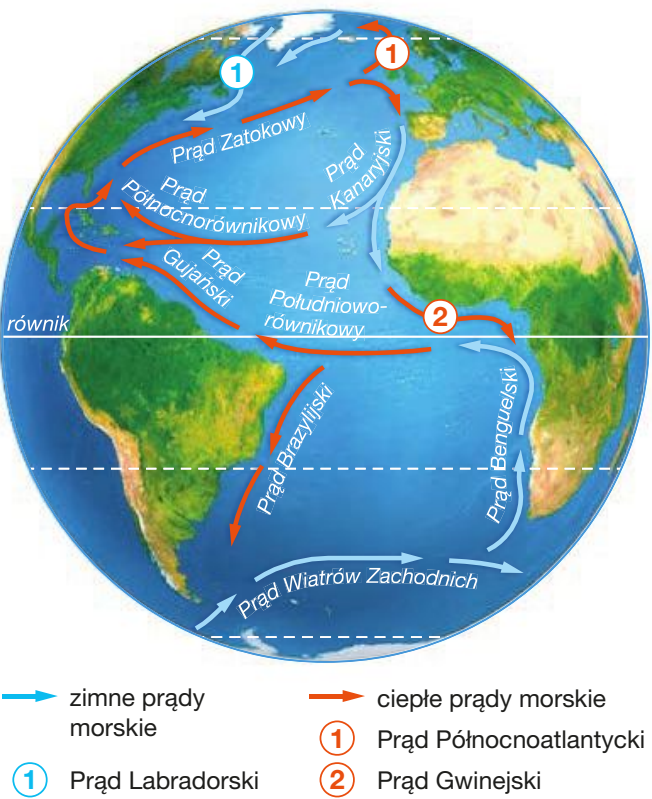
Prądy morskie na świecie



Podaj nazwy prądów morskich wpływających na klimat Ameryki Południowej i tych, które oddziałują na klimat Afryki.

Krążenie wód w północnej części Atlantyku

W północnej części Atlantyku, pod wpływem pasatów wiejących z północnego wschodu, wody morskie przemieszczają się na zachód, wzdłuż równika. Mają postać ciepłego Prądu Północnorównikowego. Dociera on do wybrzeży Ameryki Północnej i kieruje się na północ, już jako ciepły Prąd Zatokowy (Golfström). Wiatry zachodnie strefy umiarkowanej powodują, że wody tego prądu docierają do Europy. Tam rozdzielają się na dwa ramiona. W stronę Wysp Brytyjskich i Półwyspu Skandynawskiego zmierza ciepły Prąd Północnoatlantycki, a w stronę Afryki – zimny Prąd Kanaryjski. Wody tego drugiego ocieplają się pod wpływem pasatów wiejących z północnego wschodu i zasilają Prąd Północnorównikowy. W ten sposób jeden z wielu kręgów na Oceanie Atlantycznym się domyka.



Omów krążenie wód morskich w południowej części Oceanu Atlantycznego.

Wpływ prądów morskich na życie i gospodarkę człowieka

Podczas lekcji o klimacie była mowa o tym, że prądy morskie są jednym z ważniejszych czynników wpływających na warunki klimatyczne (→ czynniki klimatotwórcze, s. 69–70). Z tego powodu mają też duże znaczenie dla życia i gospodarowania człowieka.

Zimne prądy morskie przyczyniają się do obniżenia temperatury powietrza. Chłodniejsze powietrze zawiera stosunkowo mało pary wodnej, więc proces kondensacji, który w nim zachodzi, zazwyczaj nie powoduje powstawania chmur przynoszących opady. Dlatego na wielu wybrzeżach opływanych przez zimne prądy morskie **powstają pustynie** (→ pustynie, s. 151–153). W ten sposób utworzyły się np. pustynia Namib położona u wybrzeży południowo-zachodniej Afryki i przedstawiona na fotografii obok Atakama.

Ciepłe prądy morskie powodują wzrost temperatury powietrza oraz zwiększenie opadów, co zwykle sprzyja **rozwojowi rolnictwa**. W takich warunkach na wybrzeżach można uprawiać rośliny o większych wymaganiach klimatycznych.



Pustynia Atakama znajduje się na zachodnim wybrzeżu Ameryki Południowej. Wzdłuż tego obszaru przepływa zimny Prąd Peruwiański.



Ciepłe prądy morskie umożliwiają także **rozwój żeglugi** oraz **przemysłu stocznio-owego** na obszarach, które mogłyby się wydawać niedostępne. Takim przykładem jest Murmańsk – duże rosyjskie miasto leżące za kołem podbiegunowym północnym. Znajduje się ono w zasięgu oddziaływania ciepłego Prądu Norweskiego, który sprawia, że port w ogóle nie zamarza i może funkcjonować przez cały rok.

Na niektórych obszarach wody ciepłych prądów morskich mieszają się z wodami prądów zimnych. W takich warunkach powstają najwydajniejsze łowiska i najlepiej rozwija się **rybołówstwo**. Jednym z przykładów takich miejsc jest północna część Atlantyku, gdzie ciepłe wody Prądu Zatokowego i Prądu



Do najzasobniejszych łowisk świata należy północno-zachodnia część Oceanu Spokojnego. Mieszają się tam wody zimnego prądu Oja Siwo z wodami ciepłego prądu Kuro Siwo.

Północnoatlantyckiego mieszają się z zimnymi wodami Prądu Wschodniogrenlandzkiego i Prądu Labradorzkiego.

## Zanieczyszczenie wód oceanicznych

Najwięcej zanieczyszczeń wpływa do wszechoceanu rzekami. Niosą one m.in.:

- pestycydy i nawozy sztuczne stosowane w rolnictwie,
- ścieki komunalne i odpady przemysłowe,
- śmieci, zwłaszcza tworzywa sztuczne (np. plastikowe butelki, foliowe torby).

Istotnymi źródłami zanieczyszczeń wód oceanicznych są także:

- awarie zbiornikowców – statków przewożących m.in. ropę naftową i skroplony gaz ziemny,
- awarie platform wiertniczych, na których wydobywa się ropę naftową,
- rozwój rybołówstwa i transportu morskiego.



Pływające wyspy śmieci powstałe z odpadów rozprawdzanych przez prądy morskie po całym wszechoceanie składają się głównie z plastiku. Taka wyspa znajduje się np. na Morzu Karaibskim.



20 kwietnia 2010 r. u wybrzeży Stanów Zjednoczonych doszło do awarii platformy wiertniczej Deepwater Horizon. Plama ropy, która wtedy powstała, wypełniłaby po brzegi Zatokę Gdańską.



W Twoim regionie

## Jak opisać zasoby wodne w Twoim regionie?

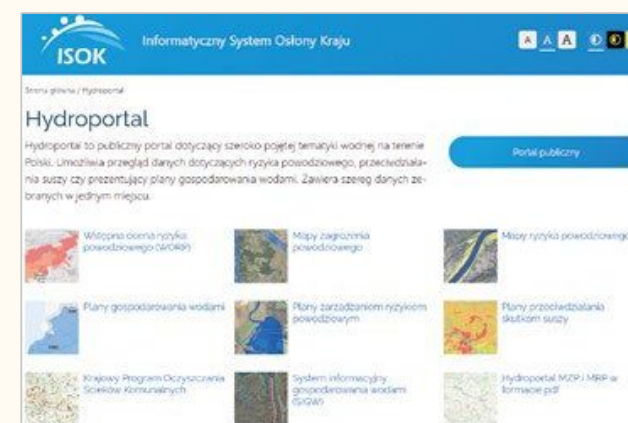
Aby opisać najważniejsze zasoby wodne występujące w Twoim regionie, musisz zdobyć potrzebne dane hydrologiczne. Wskazówki, gdzie je znaleźć i jak z nich korzystać, podano poniżej.

### 1 Określ położenie geograficzne Twojego regionu oraz zapoznaj się z cechami jego środowiska przyrodniczego.

Skorzystaj z map znajdujących się w atlasach geograficznych oraz w internecie, a także z opracowań publikowanych w wersji papierowej i elektronicznej.

### 2 Odszukaj dane hydrologiczne dotyczące wód powierzchniowych w Twoim regionie.

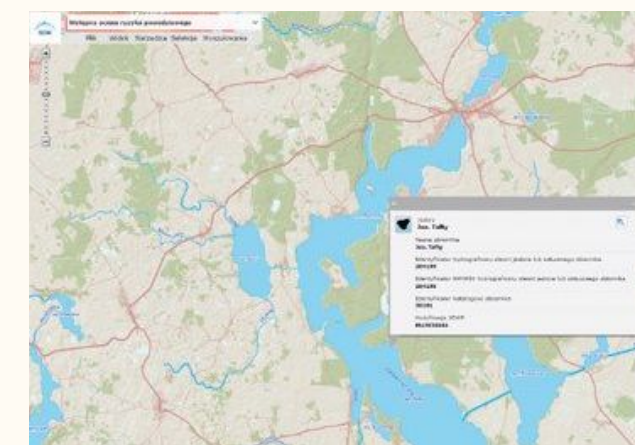
Wejdź na stronę internetową Hydroportalu: <https://www.isok.gov.pl/hydroportal.html>



Wybierz *Portal publiczny*, a w odpowiedzi na pytanie *Jaki profil użytkownika reprezentujesz?* kliknij *Obywatel*.

Gdy wyświetli się mapa, zaakceptuj regulamin. Odszukaj swój region i powiększ jego obszar do odpowiedniej skali. Podczas analizy mapy weź pod uwagę rozmieszczenie i rodzaje zasobów wodnych. Aby uzyskać szczegółowe dane hydrologiczne o rzekach i jeziorach, kliknij w górnym

panelu ikonę *Identyfikacja* , a następnie wybraną rzekę lub jezioro.



Jeżeli ilość znalezionych informacji jest niewystarczająca, skorzystaj z innych źródeł.

### Przykład

Opisz zasoby wodne występujące w okolicach Rynu.

Ryn jest położony na Pojezierzu Mazurskim. Największe jeziora znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie tego miasta to Jezioro Ryńskie (6,61 km<sup>2</sup>) i Tały (11,5 km<sup>2</sup>). Występują tam również liczne, choć niewielkie rzeki, a także tereny podmokłe.

**Zdobądź informacje o głównych zasobach wody w Twoim regionie. Wykorzystaj zdobytą wiedzę.**

### Ćwiczenia

1. Przedstaw strukturę zasobów wodnych Ziemi.
2. Podaj przyczyny małego zasolenia wody morskiej wokół Antarktydy oraz bardzo dużego zasolenia wód Morza Czerwonego.
3. Omów krążenie wód morskich w Oceanie Spokojnym.
4. Opisz inne niż wymienione w podręczniku przykłady wpływu prądów morskich na życie i działalność gospodarczą człowieka. Skorzystaj z dostępnych źródeł informacji.



## 2 Wody powierzchniowe

Ważne na tej lekcji!

- elementy rzeki i systemu rzecznego
- przyczyny zróżnicowania sieci rzecznej na Ziemi
- podstawowe typy jezior

Do podstawowych form wód powierzchniowych Ziemi należą rzeki i jeziora. Mimo że znajduje się w nich mniej niż 0,5% zasobów wody słodkiej naszej planety, są one

charakterystycznymi elementami krajobrazów wielu miejsc i odgrywają bardzo dużą rolę zarówno w codziennym życiu ludzi, jak i w gospodarce.

### System rzeczny i dorzecze

Rzekę najprościej można opisać jako wodę, która pod wpływem grawitacji płynie po powierzchni ziemi utworzonym przez siebie korytem. Ma swój początek, najczęściej źródło, i koniec – zwykle ujście. Rzeką główną wraz z dopływami tworzą system rzeczny (sieć rzeczna).

Dział wodny

Granica między dorzeczami lub zlewiskami. Przebiega zwykle wzdłuż najwyższych wzniesień okalających dorzecze lub zlewisko.

Dopływ

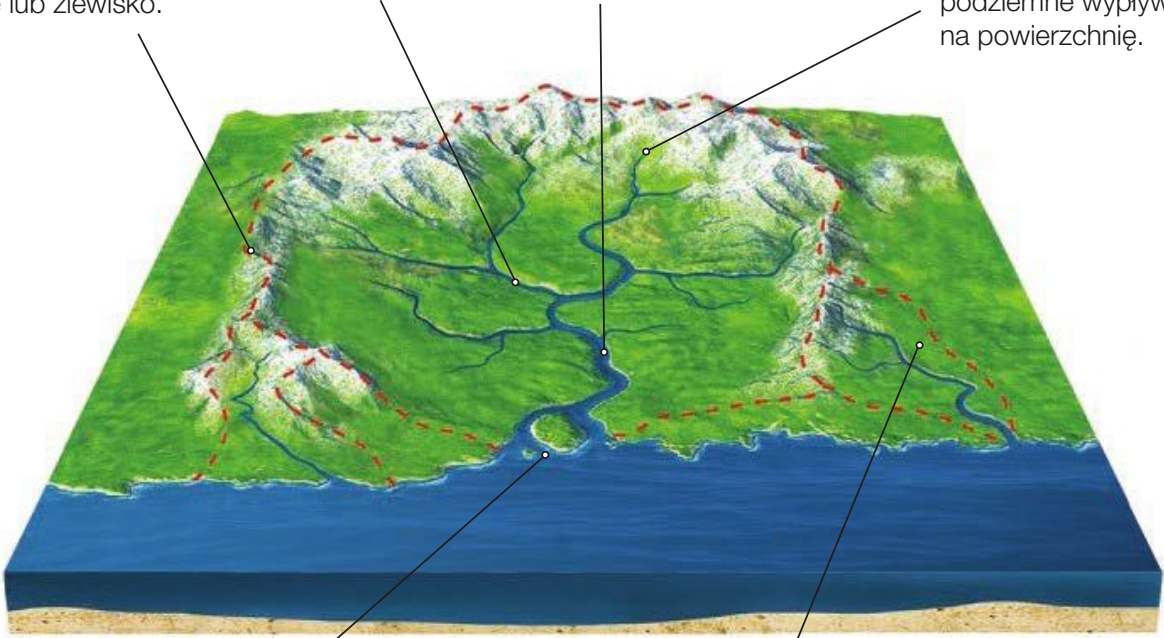
Rzeka uchodząca do rzeki głównej (np. Dunajec wpadający do Wisły).

Rzeka główna

Rzeka, która wpada bezpośrednio do morza lub do oceanu (np. Amazonka, Wisła).

Źródło

Miejsce, w którym wody podziemne wypływają na powierzchnię.



Ujście

Miejsce, w którym rzeka wpływa do innej rzeki lub do zbiornika wodnego. Niektóre rzeki kończą swój bieg w nietypowy sposób, np. w piaskach pustyni (np. Tarym na pustyni Takla Makan) albo na rozlewiskach (Okawango w kotlinie Kalahari).

Dorzecze

Obszar, z którego wody spływają do jednego systemu rzecznego. Kilka dorzeczy odprowadzających wody do wspólnego morza tworzy jego zlewisko.

### Zróżnicowanie sieci rzecznej na Ziemi

Sieć rzeczna na kuli ziemskiej jest bardzo zróżnicowana. Na niektórych obszarach płynie wiele rzek, a na innych nie ma ich wcale.

To zróżnicowanie wynika przede wszystkim z:

- ▶ warunków klimatycznych,
- ▶ ukształtowania powierzchni,
- ▶ budowy geologicznej podłoża.

Gęsta sieć rzeczna jest typowa dla obszarów, na których występują obfite opady, np. dla strefy klimatów równikowych. To tam znajdują się największe rzeki świata, np. Amazonka i Kongo. Duże opady odnotowuje się też w strefie klimatów umiarkowanych. Zasilają one m.in. rzeki, które swój początek zawdzięczają wodom topniejącego śniegu i lodu na obszarach górskich. Takimi rzekami są Missisipi z Missouri oraz Mackenzie

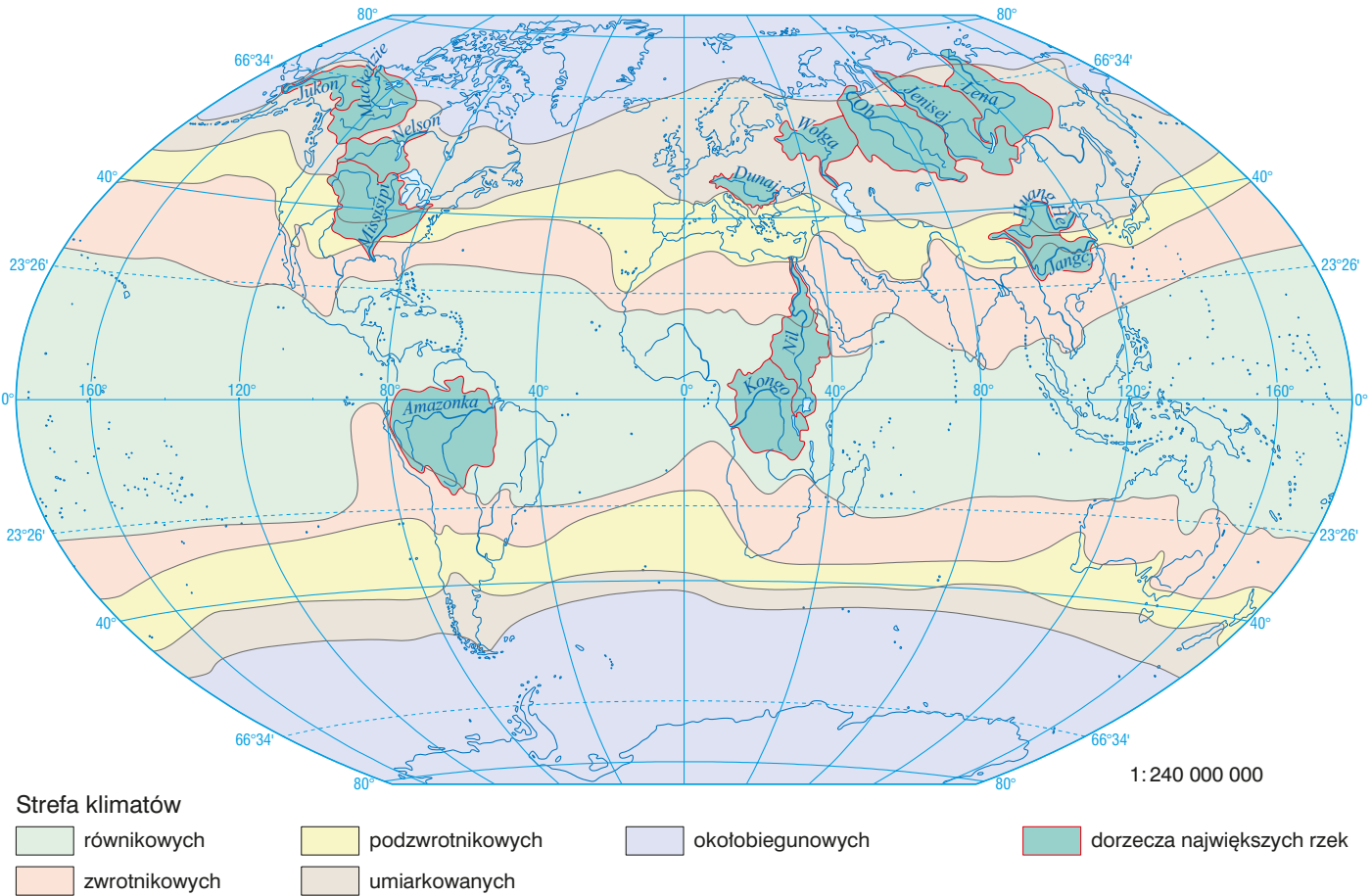
w Ameryce Północnej, a także Ob z Irtyszem, Jenisej i Lena w Azji.

Słabo wykształconą siecią rzeczną odznaczają się obszary leżące w suchych klimatach strefy zwrotnikowej i strefy podzwrotnikowej, gdzie przeważa parowanie wody, a opady są niewielkie. Do tych terenów należą m.in. środkowa Australia oraz północna Afryka.

### Klasyfikacja rzek ze względu na dostępność wody w ciągu roku

| Rodzaje rzek                 | Cechy                                                           |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Rzeki stałe                  | Woda występuje w nich przez cały rok.                           |
| Rzeki okresowe (periodyczne) | Woda występuje w nich regularnie, ale tylko w porze deszczowej. |
| Rzeki epizodyczne            | Są zasilane wodą sporadycznie, np. po dużych opadach deszczu.   |

### Dorzecza największych rzek



Podaj nazwę kontynentu, na którym szczególnie wyraźnie zaznacza się wpływ warunków klimatycznych na duże zróżnicowanie sieci rzecznej.



# Jeziora

Jezioro to naturalne zagłębienie terenu wypełnione wodą. Na podstawie sposobu powstania masy jeziornej wyróżnia się kilka typów jezior. Jeziora tektoniczne, reliktowe i wulkaniczne powstały wskutek procesów wewnętrznych (endogenicznych), a jeziora polodowcowe, przybrzeżne i krasowe – w wyniku procesów zewnętrznych (egzogenicznych).

## Jeziora tektoniczne

Jeziora tektoniczne należą do najgłębszych jezior na świecie. Niektóre z nich powstały w głębokich rowach tektonicznych. Takim zbiornikiem jest np. Bajkał – najgłębsze jezioro świata.



## Jeziora reliktowe

Jeziora reliktowe powstały w wyniku odcięcia części dawnych mórz przez powolne podnoszenie się skorupy ziemskiej lub obniżanie się poziomu morza. Przykładem jest największe jezioro na kuli ziemskiej – Morze Kaspjskie.



## Jeziora wulkaniczne

Jeziora wulkaniczne utworzyły się wskutek wypełnienia kraterów wygasłych wulkanów wodą opadową. Najczęściej mają owalny kształt. Przykładem jest jezioro Quilotoa [wym. kilatoa] w Ekwadorze.



## Jeziora polodowcowe

Powstawanie jezior polodowcowych wiąże się z działalnością lodowców. Do tej grupy należą jeziora rynnowe, np. Wigry (fot.), jeziora morenowe i oczka wytopiskowe. Pozostałością po działalności lodowców górskich są jeziora cyrkowe, które występują w górach.



## Jeziora przybrzeżne

Jeziora przybrzeżne powstają w wyniku odcięcia zatoki morskiej przez mierzęję. Są stosunkowo duże, ale niezbyt głębokie. Do tego typu jezior należą np. Łebsko, Gardno i Jamno (fot.) na Wybrzeżu Słowińskim.



## Jeziora krasowe

Jeziora krasowe występują w zagłębieniach powstałych w skałach wapiennych lub gipsowych. Przykładami takich jezior są Jeziora Plitwickie w Chorwacji.



## Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, dlaczego w Europie występują rzeki stałe.
2. Omów na przykładach zależność między siecią rzeczną a warunkami klimatycznymi.
3. Podaj po dwa przykłady poszczególnych typów jezior (inne niż wymienione w podręczniku).



# Różne oblicza rzek

Rzeki pojawiają się w wielu zakątkach naszej planety. Swoją wędrówkę najczęściej rozpoczynają w wysokich górach. Niektóre rzeki zachwycają feerią barw, inne wcinają się w skalne podłoże i tworzą głębokie wąwozy. Jeszcze inne płyną przez gęste lasy albo samotnie przemierzają pustynie.



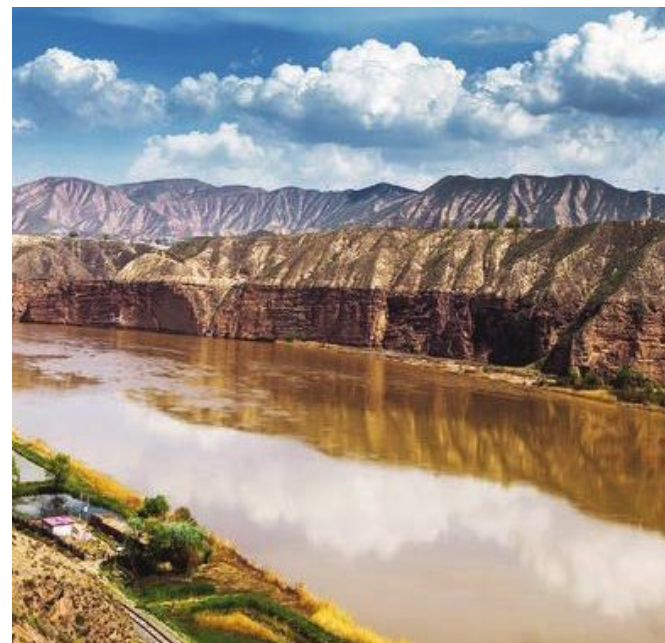
## Rajska rzeka

Caño Cristales przepływa przez park narodowy Serranía de la Macarena w Kolumbii. Mimo że ma zaledwie 100 km długości, jest uważana za jedną z najpiękniejszych rzek na świecie. Bywa nazywana rzeką pięciu kolorów, ponieważ zachwyca różnorodnością barw. Najlepiej podziwiać je między porą deszczową a porą suchą (zazwyczaj od września do listopada). Właśnie w tym czasie gwałtownie pojawiają się mchy i glony odpowiedzialne za niespotykaną grę kolorów wody.



## Huang He znaczy 'żółta rzeka'

Huang He jest drugą co do długości rzeką w Azji – ma prawie 5,5 tys. km. Przepływa przez Wyżynę Lessową zbudowaną z niezbyt zwięzłego lessu. Wody rzeki z łatwością rozcinają ten obszar i tworzą głębokie wąwozy. Jednocześnie wymywają ogromną ilość osadów, które nadają wodzie żółtawe zabarwienie. Huang He uchodzi do Morza Żółtego – ono również zawdzięcza rzece swą nazwę.



## Amazonka – królowa rzek

Amazonka płynie w Ameryce Południowej. To jedna z najdłuższych rzek świata – jej długość, zależnie od przyjętych kryteriów, wynosi od ok. 6,5 tys. km do ponad 7 tys. km. Na większości tego dystansu rzeka przedziera się przez bujne wilgotne lasy równikowe. Amazonka ma największe na świecie dorzecze. Jego powierzchnia przekracza 7 mln km². Także pod względem zasobności w wodę przewaga Amazonki jest bezdyskusyjna. Co sekundę wlewa ona do Atlantyku ponad 200 tys. m³ słodkiej wody.



## Nil – rzeka życia

Nil to najdłuższa rzeka Afryki. Ma 6671 km długości, czyli sześć razy więcej niż Wisła. Niektórzy badacze uważają, że istnienie Nilu to prawdziwy cud przyrody – rzeka przepływa bowiem przez trzy różne strefy klimatyczne, w tym – jako jedyna – przez Saharę. Tylko wąski pas doliny Nilu, niekiedy osiągający zaledwie 1 km szerokości, nadaje się do zamieszkania i zagospodarowania. Mimo to rzeka stała się podstawą rozwoju cywilizacji Egiptu.





### 3 Lodowce górskie i lądolody

#### Ważne na tej lekcji!

- lodowce oraz warunki i proces ich powstawania
- typy lodowców oraz ich występowanie na Ziemi
- wpływ zanikania pokrywy lodowej na obszarach okołobiegunowych na gospodarkę i życie mieszkańców tych regionów

**Lodowce** to trwale nagromadzony lód, który powstaje na obszarach lądowych z przeobrażenia dużej ilości śniegu. Zajmują ok. 11% powierzchni lądów, a zmagazynowana w nich woda stanowi niemal 70% zasobów wody słodkiej naszej planety. Lodowce występują na wszystkich kontynentach z wyjątkiem Australii. Ich obecność jest ściśle związana z warunkami klimatycznymi. To oznacza, że im niższa jest temperatura powietrza, tym większe jest prawdopodobieństwo powstawania lodowców.



Lodowce zajmują aż 98% powierzchni Antarktydy.

#### Warunki powstawania lodowców

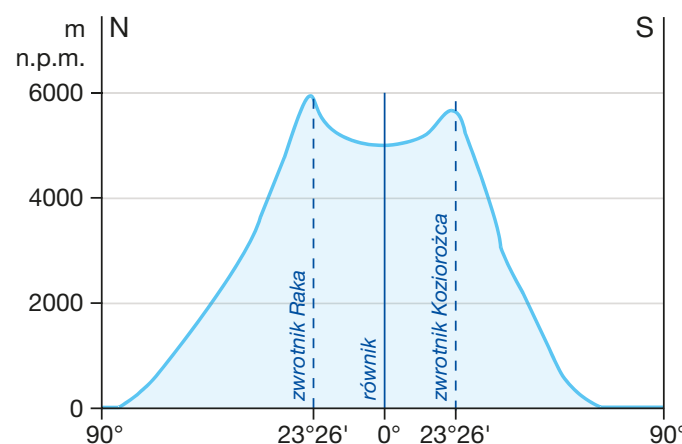
Aby lodowce mogły powstać, muszą zostać spełnione trzy warunki. Są to:

- **duże opady śniegu** stanowiącego budulec dla lodowców,
- **niskie wartości temperatury powietrza** (poniżej 0°C) utrzymujące się przez dłuższy czas i niepozwalające na stopienie nagromadzonego śniegu,
- **występowanie płaskich lub wklęsłych terenów** sprzyjających gromadzeniu się śniegu.

#### Granica wiecznego śniegu

Granica wiecznego śniegu to wysokość, powyżej której w ciągu roku więcej śniegu przybywa, niż ubywa. Dlatego tylko tam mogą tworzyć się lodowce. Przebieg tej granicy zmienia się wraz z szerokością geograficzną:

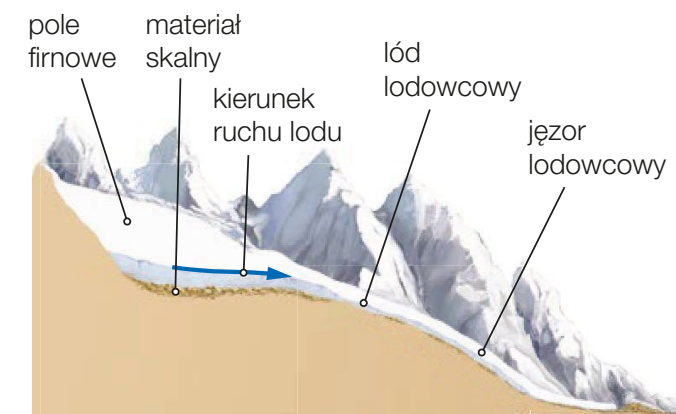
- na obszarach okołobiegunowych znajduje się ona najniżej – na poziomie morza,
- na zwrotnikach, z powodu wysokich wartości temperatury powietrza oraz niewielkich opadów, biegnie najwyżej (ok. 6000 m n.p.m.),
- na równiku, ze względu na duże opady, obniża się do ok. 4400–4900 m n.p.m.



Przebieg granicy wiecznego śniegu w różnych szerokościach geograficznych.

#### Powstawanie lodowców

Jak już napisano na poprzedniej stronie, lodowce powstają powyżej granicy wiecznego śniegu. Miejsca, w których gromadzi się śnieg, nazywamy **polami firnowymi**. Zalegający w polu firnowym śnieg przekształca się w **firn** (ziarnisty śnieg), a następnie – w **lód lodowcowy**. Pod naporem warstw leżących wyżej zaczyna się on przemieszczać w dół w postaci **jęzora lodowcowego**.



Przekrój podłużny lodowca górskiego.

#### Typy lodowców i ich występowanie

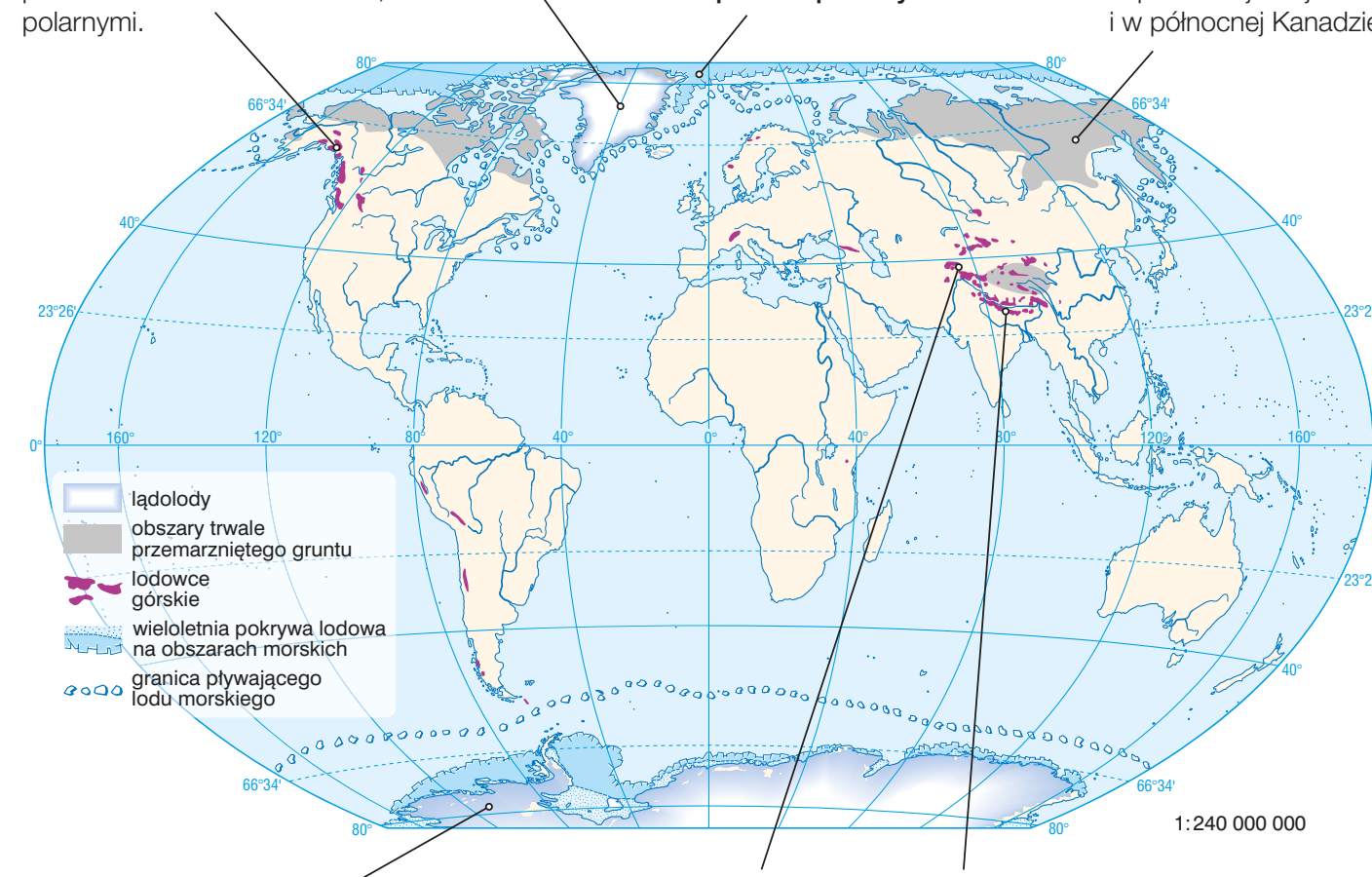
Wyróżnia się dwa główne typy lodowców: **lodowce kontynentalne**, nazywane **lądolodami**, oraz **lodowce górskie**. Lądolody przybierają postać czasz lodowych o powierzchni przekraczającej 1 mln km<sup>2</sup>. Lodowce górskie są znacznie mniejsze. Na kuli ziemskiej występują też obszary trwale przemarznętego gruntu – **wieloletnia zmarzlina**.

W Ameryce Północnej lodowce górskie zajmują ok. 75 tys. km<sup>2</sup>. To najwięcej na świecie poza obszarami polarnymi.

**Lądolód grenlandzki** zajmuje powierzchnię ok. 1,7 mln km<sup>2</sup>. Jego grubość sięga 3,5 km.

Ocean Arktyczny pokrywają ogromne polacie dyfuzującej wieloletniej pokrywy lodowej. Nazywamy ją **wielkim pakiem polarnym**.

**Wieloletnia zmarzlina** występuje na obszarach o surowym, zimnym klimacie, np. na Alasce, w północnej Rosji i w północnej Kanadzie.



**Lądolód antarktyczny** zajmuje powierzchnię ok. 14 mln km<sup>2</sup>, a jego grubość sięga 4,5 km.

Lodowiec Fedczenki w górach Pamir ma długość ok. 70 km. To najdłuższy lodowiec górski świata.

W Azji lodowce górskie zajmują powierzchnię ponad 30 tys. km<sup>2</sup>. Najwięcej z nich znajduje się w Himalajach.



## Skutki zaniku pokrywy lodowej

Badania naukowców dowodzą, że średnia temperatura powietrza na Ziemi powoli wzrasta. Skutki ocieplania się klimatu można obserwować m.in. na obszarach okołobiegunowych, zwłaszcza w Arktyce. Na podstawie wyników obserwacji satelitarnych prowadzonych od końca lat 70. XX w. stwierdzono, że zarówno powierzchnia, jak i objętość pokrywy lodowej na Oceanie Arktycznym drastycznie maleją. Zanikanie pokrywy lodowej w znacznym stopniu wpływa na środowisko przyrodnicze, gospodarkę, a także na życie mieszkańców tego obszaru.

### Zwierzęta Arktyki

Zanik pokrywy lodowej ma bezpośredni wpływ na życie wielu gatunków zwierząt. Dotyczy to m.in. niedźwiedzi polarnych, fok i morsów. Wraz z zachodzącymi zmianami te zwierzęta tracą naturalne siedliska życia, którymi są pływające kry lodowe. Dzięki takim krom niedźwiedzie polarne mogą polować na foki i się przemieszczać. Z kolei foki i morys odpoczywają na krach, polują na nich, a przede wszystkim rozmnażają się i wychowują młode.

### Arktyczna żegluga

Topnienie lodu morskiego w Oceanie Arktycznym powoduje, że tamtejsze szlaki morskie stają się coraz bardziej dostępne. Dzięki Przejściu Północno-Zachodniemu (u wybrzeży Kanady) i Przejściu Północno-Wschodniemu (u wybrzeży Europy i Azji) statki pokonują znacznie krótszą drogę między docelowymi portami. Na przykład trasa statku płynącego tym drugim szlakiem z Rotterdamu w Holandii do Jokohamy w Japonii wynosi 13,7 tys. km i jest zdecydowanie krótsza od tej, która przebiega przez Kanał Sueski i liczy niemal 21 tys. km.

### Bogactwa Arktyki

Zanikanie pokrywy lodowej w Arktyce powoduje, że wzrasta zainteresowanie występującymi tam bogactwami naturalnymi. Obszary Arktyki są zasobne w ropę naftową i gaz ziemny, a także w rudy żelaza, miedzi, złoto i w rzadko występujące metale (np. lantan, cer), które obecnie wykorzystuje się m.in. do produkcji smartfonów i elektroniki samochodowej. Coraz szybsze topnienie lodu sprawia, że dostęp do cennych złóż staje się łatwiejszy.



### Jak żyją mieszkańcy Arktyki?

Wraz z widocznymi zmianami w przyrodzie zmienia się też życie mieszkańców Arktyki. Dawniej ich głównymi źródłami utrzymania były rybołówstwo i polowania, jednak ocieplający się klimat wypiera zwierzęta na północ. Ludzie muszą pokonywać coraz większe dystanse w poszukiwaniu krewetek, ryb czy fok. Taka działalność przestaje być opłacalna, dlatego wiele osób porzuca dotychczasowy tryb życia i przenosi się do rozrastających się miast. Jednym z nich jest Nuuk – stolica Grenlandii.



### Ćwiczenia

1. Wymień trzy warunki niezbędne do powstania lodowców.
2. Wyjaśnij związek między granicą wiecznego śniegu a powstawaniem lodowców górskich i lądolodów.
3. Podaj dwa przykłady skutków zaniku pokrywy lodowej na obszarach okołobiegunowych (inne niż przywołane w lekcji).



## Piękno lodowej krainy

Biel po horyzont, która w słoneczny dzień aż razi w oczy. Jaskinie czekające na śmiałków chcących poznać sekrety lodowej krainy. Przeraźliwy huk odpadających fragmentów lodu. Oto wzbudzający lęk, ale też fascynujący świat lodowców. Można je obserwować w różnych częściach świata, m.in. na Islandii, Antarktydzie, Grenlandii i w Argentynie.

### Przezroczyste jaskinie na Islandii



Okolo 390 km jazdy na wschód od islandzkiej stolicy – Reykjavíku – znajduje się jeden z największych lodowców w Europie – Vatnajökull [wym. wahtnajokutl]. Zajmuje on obszar 7,8 tys. km<sup>2</sup>, co stanowi 7,5% powierzchni Islandii. W obrębie lodowca występują jaskinie lodowe, których przezroczyste ściany mają błękitne i turkusowe zabarwienie. Mimo że grubość lodu w tych jaskiniach dochodzi aż do 8 m, to mogą się one zapadać. Najbezpieczniej zwiedzać je późną jesienią.

### Lodowe klify na Antarktydzie



Leżący na Antarktydzie Lodowiec Szelfowy Rossa to największy lodowiec szelfowy świata. Tego typu lodowce są niemal płaskie, przy czym z jednej strony przylegają do lądolodów, a z drugiej swobodnie unoszą się na powierzchni wody. Lodowiec Szelfowy Rossa rozciąga się na ponad 470 tys. km<sup>2</sup> i opada do morza stromym urwiskiem – Barierą Lodową Rossa. Ma ona niemal 650 km długości i wysokość przekraczającą miejscami 50 m.

### Stopa Słonia na Grenlandii



Położony w północno-wschodniej części Grenlandii lodowiec Stopa Słonia zdecydowanie wyróżnia się z otoczenia. Gdy patrzy się na niego z góry, to jego jezor o szerokości aż 5,5 km przypomina właśnie odcisk stopy słonia. Taki kształt jest charakterystyczny dla lodowców piedmontowych. Kiedy ich jezory dotrą do rozległych równin, rozprzestrzeniają się na znaczną szerokość.

### Pomruki lodowca Perito Moreno



Na znajdującym się w Argentynie lodowcu Perito Moreno co chwilę można usłyszeć trzaski przesuwającego się lodu. Od czasu do czasu rozlega się także przenikliwy huk, który oznacza, że od lodowca oderwał się kolejny fragment lodu. Ten proces nosi nazwę cielenia się lodowca. Oderwane fragmenty mają niekiedy wielkość ciężarówki. Wynika to z faktu, że każdego dnia masy lodu przemieszczają się mniej więcej o 2 m, a wysokość czoła lodowca Perito Moreno dochodzi miejscami do 70 m.



## Podsumowanie



- **Hydrosfera** to wodna powłoka Ziemi. Tworzą ją wody powierzchniowe, podziemne i atmosferyczne.
- Aż 97,5% wody na Ziemi to **woda słona**. Znajduje się w morzach, oceanach, słonych wodach podziemnych i słonych jeziorach. Natomiast **woda słodka** stanowi zaledwie 2,5% zasobów wodnych.
- Woda słona tworząca **wszechocean** zajmuje aż 71% powierzchni Ziemi. Wydziela się pięć oceanów:
  - Ocean Spokojny (Pacyfik),
  - Ocean Atlantycki (Atlantyk),
  - Ocean Indyjski,
  - Ocean Południowy,
  - Ocean Arktyczny.
- **Zasolenie wód morskich** zwykle podaje się w promilach (‰). Jest to jednostka, która określa liczbę gramów soli rozpuszczonej w kilogramie wody.
- Zasolenie wód morskich zależy od ilości opadów atmosferycznych, intensywności parowania oraz ilości dopływających wód słodkich.
- Najwyższe zasolenie wód morskich występuje w **strefie zwrotnikowej** (niekiedy ponad 40‰). Najniższą wartość zasolenia odnotowuje się w akwenach położonych w **strefie okołobiegunowej** (ok. 25‰).
- **Prądy morskie** to poziome ruchy wody w morzach i oceanach. Wyróżnia się:
  - **prądy ciepłe**, które niosą wody cieplejsze od otaczającej je wody morskiej,
  - **prądy zimne**, które niosą wody zimniejsze od otaczającej je wody morskiej.
- Prądy ciepłe płyną od równika ku biegunom. Prądy zimne przemieszczają się w kierunku przeciwnym. Za ruch i kierunek prądów odpowiadają przede wszystkim **stałe wiejące wiatry**, a także siła Coriolisa i rozmieszczenie kontynentów.
- Prądy morskie mają wpływ na działalność człowieka. Płynące wzdłuż wybrzeży **ciepłe prądy morskie** ułatwiają rozwój rolnictwa. Natomiast na wybrzeżach, wzdłuż których płyną **zimne prądy morskie**, tworzą się pustynie. Ograniczają one osadnictwo i rozwój rolnictwa.

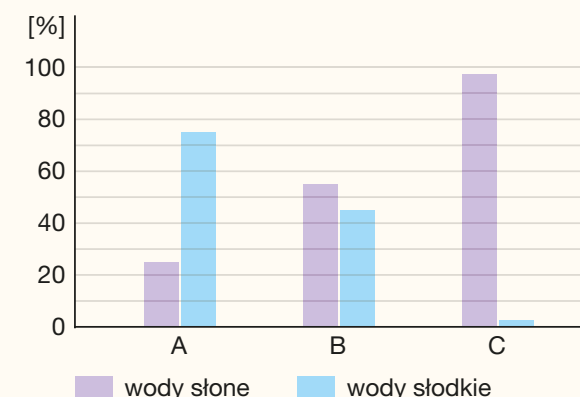
- Głównymi **źródłami zanieczyszczeń wód oceanicznych** są rzeki odprowadzające zanieczyszczenia z lądów, katastrofy statków i awarie na platformach wiertniczych.
- **Rzeka** to woda, która płynie po powierzchni lądu pod wpływem siły grawitacji. Wody rzek pochodzą z opadów deszczu, topnienia śniegu i lodowców górskich.
- **Rzeka główna** to rzeka bezpośrednio uchodząca do morza lub jeziora. Wraz z dopływami tworzy **system rzeczny**. Obszar, z którego wody spływają do jednego systemu rzecznej, jest nazywany **dorzeczem**.
- Zróżnicowanie sieci rzecznej na Ziemi wynika przede wszystkim z:
  - warunków klimatycznych,
  - ukształtowania powierzchni,
  - budowy geologicznej podłoża.
- Ze względu na dostępność wody w ciągu roku rzeki dzieli się na:
  - **stałe**, w których woda występuje przez cały rok,
  - **okresowe**, w których woda występuje regularnie, ale tylko w porze deszczowej,
  - **epizodyczne**, w których woda występuje sporadycznie (np. po dużych opadach deszczu).
- **Jeziora** to naturalne zagłębienia terenu wypełnione wodą. Wyróżnia się m.in. jeziora: polodowcowe, tektoniczne, krasowe i wulkaniczne.
- **Lodowce** stanowią trwałe nagromadzenie lodu powstającego na lądzie z przeobrażenia dużych ilości śniegu. Tworzą się powyżej **granicy wiecznego śniegu**.
- Przebieg granicy wiecznego śniegu ulega dużym zmianom zależnie od szerokości geograficznej. Tam, gdzie granica osiąga poziom morza, czyli na obszarach okołobiegunowych, powstają **lądolody**. Na pozostałych obszarach kuli ziemskiej tworzą się **lodowce górskie**.
- Współcześnie na Ziemi występują dwa lądolody. Większy znajduje się na **Antarktydzie**, a mniejszy – na **Grenlandii**.
- **Zanikanie pokrywy lodowej** w znacznym stopniu wpływa na środowisko przyrodnicze i gospodarkę obszarów okołobiegunowych, a także na życie ich mieszkańców.

## Sprawdź, czy potrafisz!

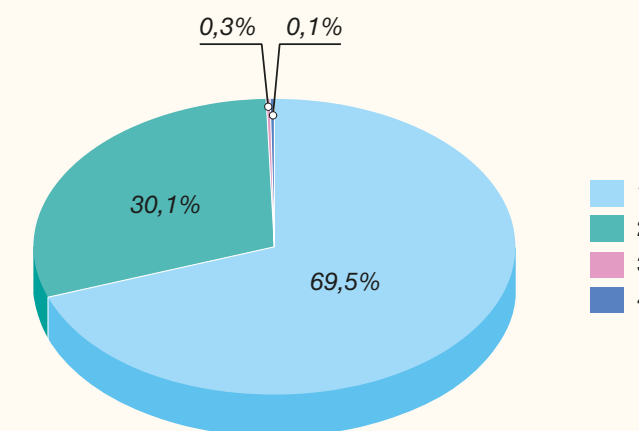
WYKONAJ W ZESZYCIE



- 1 Zapisz w zeszycie literę, którą oznaczono na poniższym wykresie poprawną strukturę zasobów wody na Ziemi.



- 2 Przyporządkuj wymienionym obiektom hydrologicznym numery, którymi oznaczono je w legendzie diagramu przedstawiającego strukturę zasobów wody słodkiej na Ziemi. Odpowiedź zapisz w zeszycie.



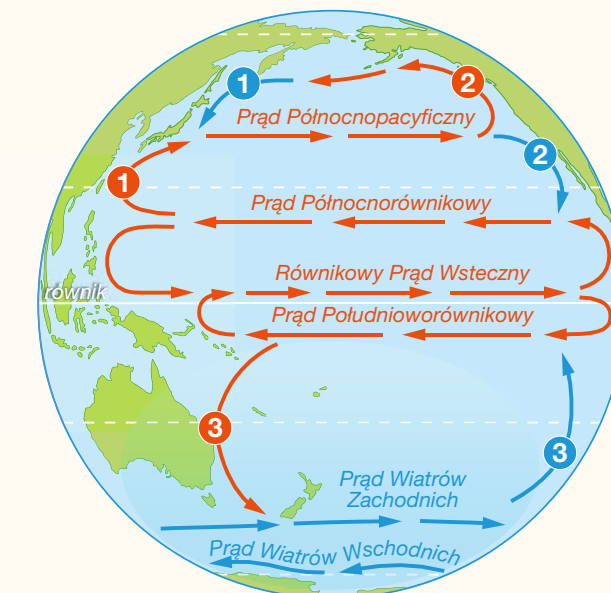
- A. Jeziora słodkie.  
B. Rzeki, bagna, woda w atmosferze, woda w glebie, woda biologiczna.  
C. Lodowce i lądolody.  
D. Wody podziemne.

- 3 Przepisz poniższe zdania do zeszytu i uzupełnij je właściwymi informacjami wybranymi spośród podanych.

największą, wysokim, najmniejszą, niskim

- A. W strefie zwrotnikowej zasolenie osiąga  wartość.  
B. W strefie okołobiegunowej zasolenie ma  wartość.  
C. Morza, które charakteryzuje słaba wymiana wód z oceanem i do których uchodzi wiele rzek, odznaczają się  zasoleniem.

- 4 Na podstawie poniższej ilustracji sformułuj prawidłowość dotyczącą krążenia prądów morskich w południowej części Oceanu Spokojnego. Odpowiedź zapisz w zeszycie.



- zimne prądy morskie      ciepłe prądy morskie  
1 Oja Siwo      1 Kuro Siwo  
2 Prąd Kalifornijski      2 Prąd Alaski  
3 Prąd Peruwiański      3 Prąd Wschodnio-australijski

- 5 Oceń, czy podane zdania są zgodne z prawdą. Przepisz do zeszytu zdania prawdziwe.

- A. Ciepłe prądy morskie przyczyniają się do zmniejszenia opadów atmosferycznych, a tym samym – do rozwoju rolnictwa.  
B. Ciepłe prądy morskie sprzyjają rozwojowi żeglugi i przemysłu stocznioowego na obszarach, które mogłyby się wydawać niedostępne.  
C. W miejscach mieszania się wód prądów zimnych i ciepłych powstają najzasobniejsze łowiska.  
D. Tam, gdzie wzdłuż wybrzeży płyną jedynie zimne prądy morskie, działalność rolnicza jest ograniczona.  
E. Prąd Labradorski, Prąd Peruwiański i Prąd Wiatrów Wschodnich to przykłady ciepłych prądów morskich.

- 6 Wymień cztery źródła zanieczyszczeń wód oceanicznych. Odpowiedź zapisz w zeszycie.



- 7 Wybierz poprawne dokończenie zdania i przepisz całe zdanie do zeszytu.

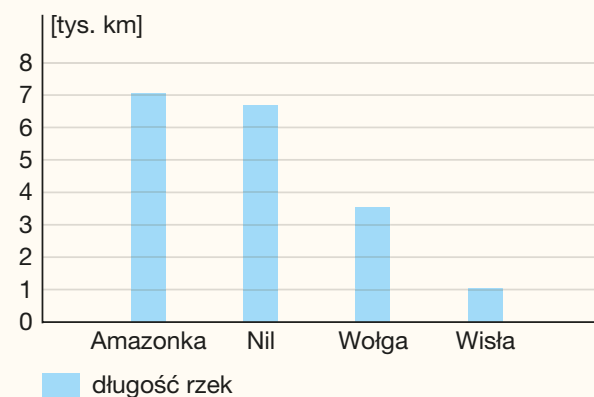
Dorzeczem nazywamy

- A. wiele rzek płynących po terenach nizinnych.
- B. granicę przebiegającą wzdłuż najwyższych wzniesień.
- C. obszar, z którego wody spływają do jednego systemu rzecznego.

- 8 Wybierz te spośród podanych zdań, które poprawnie opisują zróżnicowanie sieci rzecznej na Ziemi. Przepisz je do zeszytu.

- A. Czynnikiem, który w największym stopniu wpływa na zróżnicowanie sieci rzecznej na Ziemi, jest działalność gospodarcza człowieka.
- B. Gęsta sieć rzeczna jest charakterystyczna dla strefy klimatów równikowych.
- C. Słabo wykształconą siecią rzecznią odznaczają się obszary leżące w klimatach suchych stref zwrotnikowej i podzwrotnikowej.
- D. Wielkie rzeki Ameryki Północnej, takie jak Missisipi i Mackenzie, są zasilane jedynie opadami śniegu.
- E. Wiele azjatyckich rzek, takich jak Jenisej i Lena, zawdzięcza swój początek wodom pochodzącym z topniejących lodowców górskich.

- 9 Na podstawie wykresu przedstawiającego długość rzek, a także własnej wiedzy wybierz poprawne uzupełnienia zdań. Następnie przepisz całe zdania do zeszytu.



- A. Nil ma długość ponad 7000 km / 5000 km i przepływa przez trzy / cztery strefy klimatyczne.
- B. Amazonka jest niemal siedmiokrotnie dłuższa od Nilu / Wisły.
- C. Przedstawione na wykresie rzeki leżą w tej samej strefie klimatycznej / różnych strefach klimatycznych.

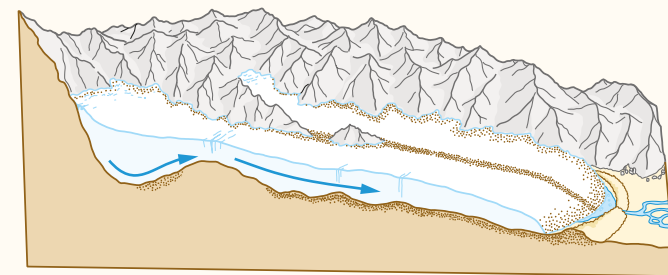
- 10 Zapisz w zeszycie nazwę typu jeziora przedstawionego na fotografii. Wyjaśnij, jak powstają jeziora tego typu.



- 11 Spośród wymienionych obszarów wybierz te, w których współcześnie występują lądolody. Zapisz nazwy tych obszarów w zeszycie.

*Australia, Antarktyda, Alaska, Grenlandia, Alpy*

- 12 Na poniższej ilustracji przedstawiono główne elementy lodowca. Przepisz znajdujący się pod nią tekst do zeszytu i uzupełnij go poprawnymi informacjami.



Lodowiec tworzy się w miejscu zwanym . Coraz większa masa zalegającego śniegu powoduje, że zamienia się on w firn, a następnie – w . Pod naporem warstw leżących wyżej lodowiec zaczyna się przemieszczać w dół w postaci .

- 13 Poniższa fotografia ilustruje jeden ze skutków zanikania pokrywy lodowej w Arktyce. Zapisz w zeszycie po dwa przykłady negatywnych i pozytywnych skutków tego zaniku.



# V. Litosfera. Procesy wewnętrzne

1. Skały. Budowa wnętrza Ziemi
2. Tektonika płyt litosfery
3. Plutonizm, wulkanizm i trzęsienia ziemi





1

# Skąły. Budowa wnętrza Ziemi

Ważne na tej lekcji!

- minerały i skały
- rodzaje skał
- gospodarcze zastosowanie skał
- budowa wnętrza Ziemi

Naukowcy od dawna próbują uzyskać jak najwięcej informacji o skałach występujących na powierzchni naszej planety i o budowie jej wnętrza. O ile jednak udało się odkryć oraz opisać tysiące skał, to kolejne warstwy Ziemi wciąż skrywają przed ludźmi wiele tajemnic.

Minerały i skały

Skały to naturalne skupiska jednego minerału lub wielu **minerałów** – podstawowych pierwiastków oraz związków chemicznych

tworzących skorupę ziemską. Minerały powstały w głębi Ziemi lub na jej powierzchni i mają określone właściwości chemiczne (np. skład) oraz fizyczne (np. twardość). Dotychczas poznano ok. 4 tys. minerałów, z czego tylko nieliczne budują skorupę ziemską. Te minerały określa się mianem **minerałów skałotwórczych**. Należą do nich m.in. mika, skaleń i kwarc. Pozostałe minerały występują rzadko, co powoduje, że są bardzo cenne. Część z nich, np. diamenty, szafiry i rubiny, to **kamienie szlachetne**.

## Klasyfikacja skał

Ze względu na pochodzenie skał (a więc na ich genezę) wyróżnia się skały magmowe, skały osadowe i skały metamorficzne (przeobrażone).

| Rodzaje skał                       |                          | Charakterystyka                                                                                                                                                      | Przykłady                                                          |
|------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Skały magmowe                      | głębinowe (plutoniczne)  | Powstają z magmy (gorącej masy roztopionych skał), która powoli krystalizuje głęboko pod powierzchnią ziemi.                                                         | granit, gabro                                                      |
|                                    | wylewne (wulkaniczne)    | Powstają z lawy, która w kontakcie z chłodnym powietrzem szybko zastyga na powierzchni ziemi.                                                                        | bazalt, andezyt                                                    |
| Skały osadowe                      | okruchowe                | Tworzą się w wyniku nagromadzenia w morzu lub na lądzie okruchów skalnych pochodzących z niszczenia innych skał. Mogą mieć postać luźnych ziaren lub skał zwięzłych. | skały luźne: piasek, żwir<br>skały zwięzłe: piaskowiec, zlepieniec |
|                                    | pochodzenia chemicznego  | Najczęściej powstają w płytkich zbiornikach wodnych na skutek wytrącania się różnych substancji z roztworów.                                                         | sól kamienna, gips                                                 |
|                                    | pochodzenia organicznego | Powstają z nagromadzenia szczątków roślinnych lub zwierzęcych.                                                                                                       | wapień, torf, węgiel kamienny                                      |
| Skały metamorficzne (przeobrażone) |                          | Tworzą się wtedy, gdy bardzo wysoka temperatura oraz ogromne ciśnienie oddziałują na istniejące już skały magmowe lub osadowe.                                       | gnejs, marmur                                                      |

## Rodzaje skał

Skały powstają w różnych miejscach oraz warunkach i z tego powodu mają odmienne cechy, m.in. barwę oraz twardość. Ze względu na pochodzenie wyróżnia się skały magmowe, skały osadowe oraz skały metamorficzne (przeobrażone).



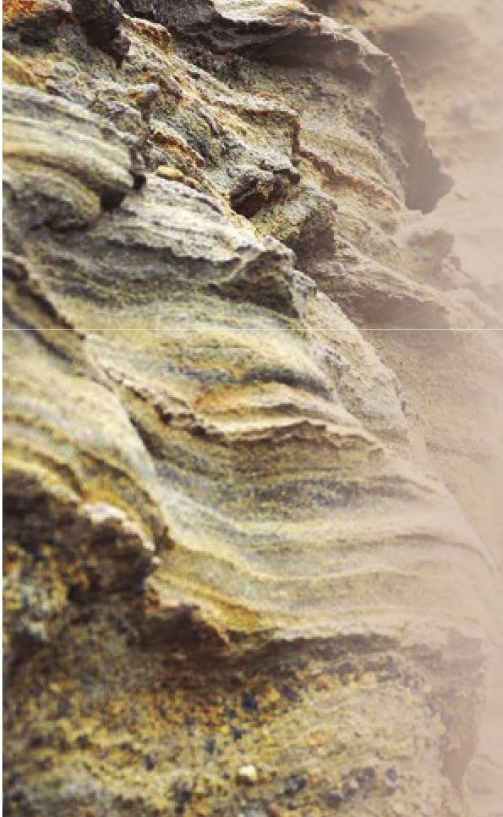
### Skały magmowe



**Granit** to przykład skały magmowej głębinowej. W jego budowie widać poszczególne minerały, np. jasnoszary kwarc.



**Bazalt** należy do skał magmowych wylewnych. Budują go mikroskopijne minerały o czarnej, szarej lub zielonej barwie.



### Skały osadowe



**Piasek** jest luźną skałą okruchową. Zazwyczaj tworzą go niewielkie ziarna kwarcu.



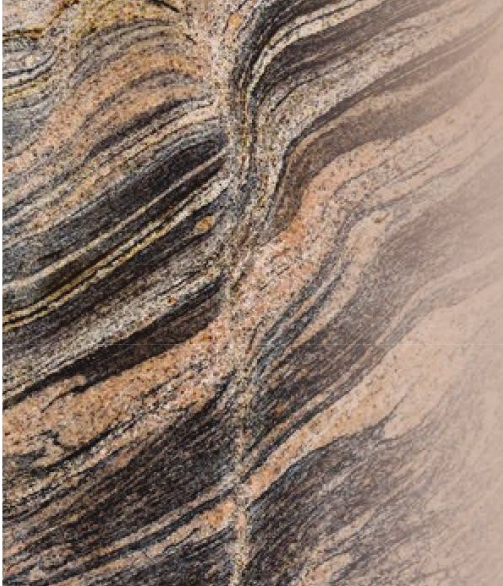
**Piaskowiec** to skała okruchowa zwięzła. Powstaje w wyniku scementowania ziaren piasku.



**Sól kamienna** jest skałą osadową pochodzenia chemicznego. Tworzy się wtedy, gdy woda odparowuje z mórz i słonych jezior.



**Wapień** to skała osadowa pochodzenia organicznego. Powstaje z nagromadzonych na dnie mórz muszli oraz wapiennych szkieletów zwierząt.



### Skały metamorficzne



**Marmur** powstaje z wapieni, które przeobrażają się pod wpływem bardzo wysokiej temperatury i dużego ciśnienia.



**Gnejs** jest efektem przeobrażania się granitu. Na powierzchni gnejsu występują ciemne smugi.



Gospodarcze zastosowanie skał

Skały mają ogromne znaczenie w gospodarce. Uzyskuje się z nich większość **surowców mineralnych**. Ze względu na zastosowanie surowce dzieli się na energetyczne, chemiczne, metaliczne i skalne. Szczegółowy podział tych surowców przedstawiono na schemacie obok.

Dziś trudno sobie wyobrazić funkcjonowanie gospodarki bez **surowców energetycznych**. Na przykład z ropy naftowej, węgla kamiennego czy gazu ziemnego uzyskuje się energię cieplną oraz energię elektryczną. Niektóre surowce, takie jak ropa czy węgiel kamienny, są jednocześnie cennymi **surowcami chemicznymi**. Z ropy naftowej wytwarza się np. benzynę i smary. W wyniku jej przetwarzania powstają też surowce wykorzystywane do budowy dróg oraz do produkcji tworzyw sztucznych (np. opakowań, opon), kosmetyków, lekarstw i materiałów wybuchowych. Z kolei substancje otrzymywane z przerobu węgla kamiennego stosuje się m.in. do produkcji tworzyw sztucznych, barwników i lekarstw. Wśród surowców chemicznych istotne znaczenie mają także sól kamienna i siarka. Tę pierwszą stosuje się np. w przemyśle spożywczym, przemyśle chemicznym

Podział surowców mineralnych ze względu na ich wykorzystanie

|                   |              |                                                                                           |
|-------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Surowce mineralne | energetyczne | węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropa naftowa, gaz ziemny                                |
|                   | metaliczne   | rudy żelaza, rudy miedzi, rudy cynku i ołowiu, metale szlachetne (złoto, srebro, platyna) |
|                   | chemiczne    | ropa naftowa, węgiel kamienny, węgiel brunatny, sól kamienna, siarka, fosforyty           |
|                   | skalne       | żwir, piasek, glina, granit, bazalt, gips, wapień, piaskowiec                             |

i do posypywania zimą nawierzchni dróg. Z drugiej produkuje się np. kwas siarkowy, nawozy mineralne, środki ochrony roślin, barwniki oraz wyroby farmaceutyczne.

Duże znaczenie w gospodarce mają również **surowce metaliczne**. Najczęściej są to **rudy**, czyli minerały lub skały zawierające związki metali. Na przykład rudy żelaza

wykorzystuje się do produkcji **stopów** żelaza z węglem: stali i żeliwa. Ze stali wytwarza się elementy konstrukcyjne, z których można budować tak imponujące budowle, jak widoczna na fotografii obok wieża Eiffla. Produktami stalowymi i żeliwnymi są też np. blachy, druty, śruby i rozmaite narzędzia. Miedź wykorzystuje się m.in. do produkcji urządzeń elektrycznych (np. silników) i elektronicznych (np. procesorów), kabli i przewodów elektrycznych, a także pokryć dachowych oraz instalacji grzewczych i wodociągowych. Ołów służy m.in. do produkcji baterii i akumulatorów, pokryć dachowych, blach, amunicji oraz farb. Cynk zaś bardzo dobrze chroni metalowe powierzchnie przed rdzewieniem.

W gospodarce znajdują zastosowanie również **surowce skalne**. Są one wykorzystywane przede wszystkim w budownictwie. Mogą być zarówno budulcem (np. piasek służy do wyrabiania zaprawy murarskiej), jak i surowcem do produkcji materiałów budowlanych (np. z wapieni wytwarza się cement). Surowce skalne są też stosowane przy produkcji szkła (piasek), płytek ceramicznych i wyrobów sanitarnych (głina), a także jako materiał rzeźbiarski (głina, gips, piaskowiec).



Wieża Eiffla została wybudowana w Paryżu w 1889 r. Składa się z ok. 18 tys. stalowych elementów.

Budowa wnętrza Ziemi

Wnętrze Ziemi obejmuje trzy główne warstwy. Są nimi:

- ▶ **jądro** składające się z jądra zewnętrznego i jądra wewnętrznego,
- ▶ **płaszcz Ziemi** zbudowany z płaszcza górnego i płaszcza dolnego,
- ▶ **skorupa ziemna**.

Warstwy Ziemi różnią się m.in. stanem skupienia materii, gęstością, temperaturą, ciśnieniem oraz miąższością.

Skorupa ziemna wraz z zewnętrzną częścią płaszcza górnego tworzą **litosferę**. Jej grubość waha się od ok. 10 km pod oceanami do ponad 100 km w obrębie kontynentów.

**Surowce mineralne** – skały i minerały pozyskiwane z Ziemi, a następnie przetwarzane na wyroby zaspokajające potrzeby człowieka lub wykorzystywane do produkcji innych towarów.

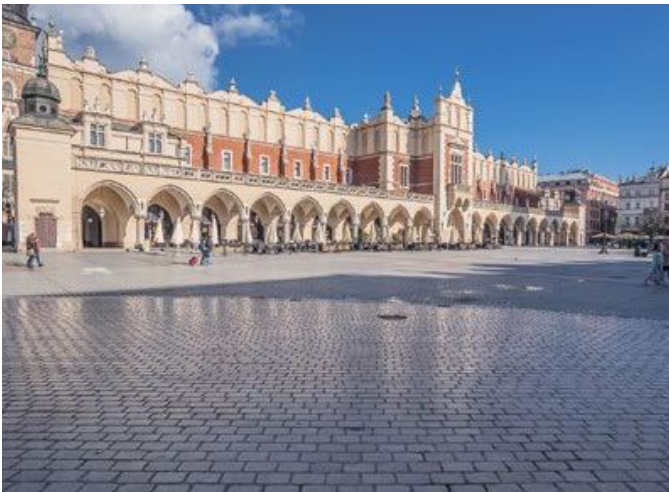


Z ropy naftowej uzyskuje się m.in. asfalt używany np. do budowy nawierzchni dróg.

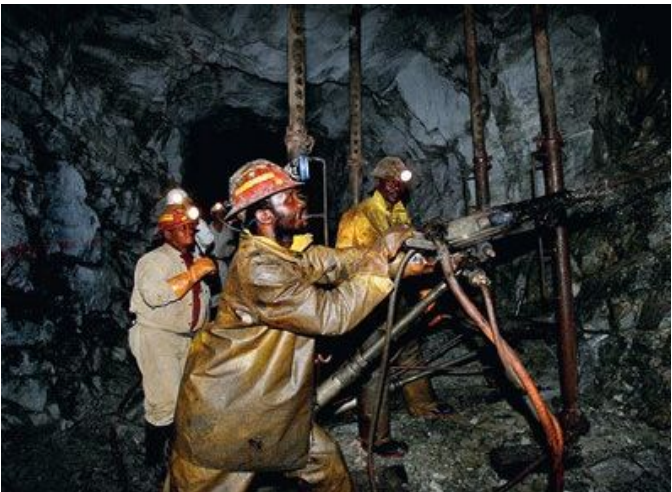


Siarka to jeden z surowców wykorzystywanych do wyrobu produktów gumowych, np. opon.

**Stop** – tworzywo powstające z połączenia metalu z innymi substancjami. Stopy są tworzone zwykle po to, aby poprawić wytrzymałość metalu.



Granity są wykorzystywane do budowy nawierzchni. Można je zobaczyć np. na Rynku Głównym w Krakowie.

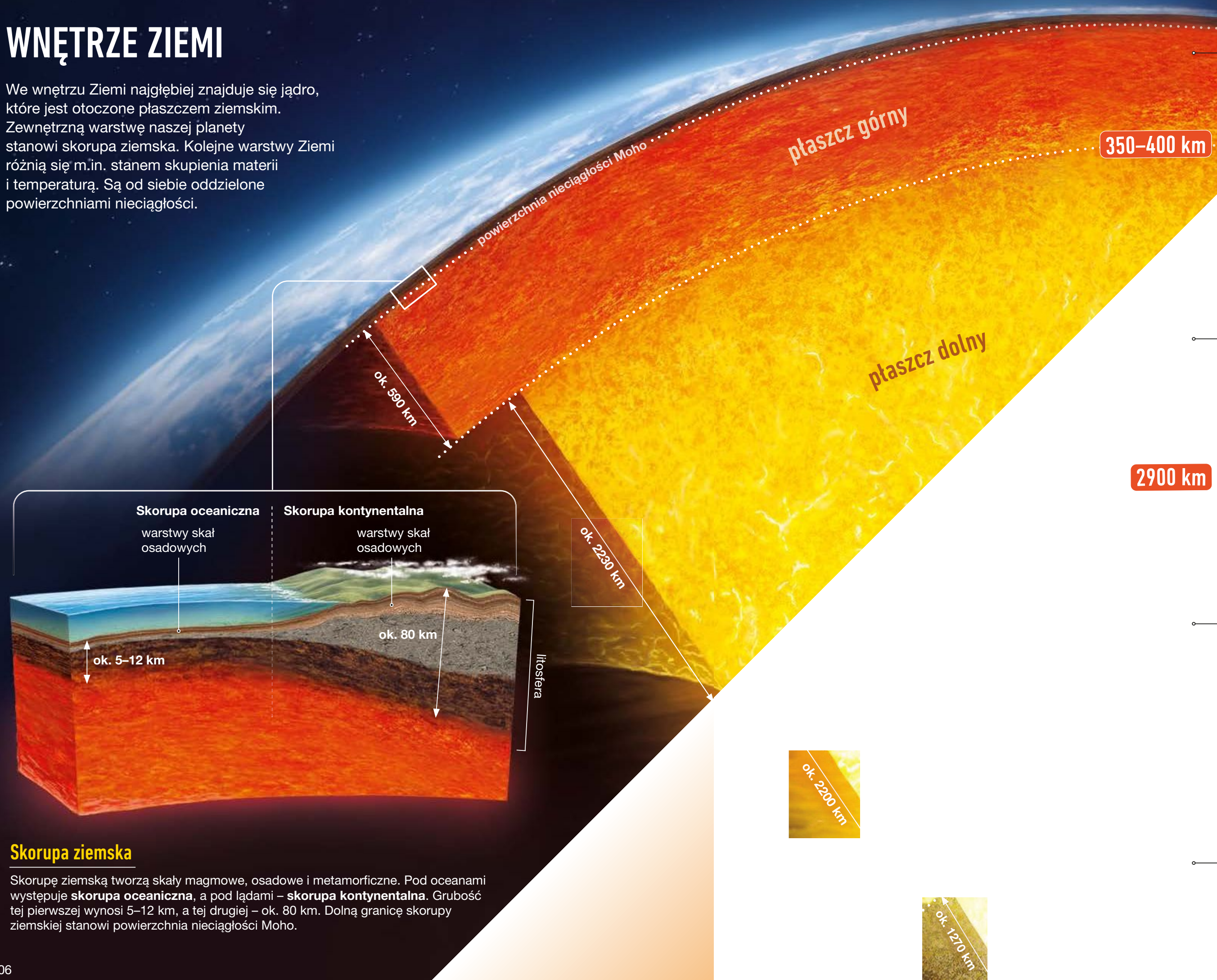


Najgłębiej – nieco ponad 4 km – udało się zejść człowiekowi w kopalni złota Mponeng (RPA).



# WNĘTRZE ZIEMI

We wnętrzu Ziemi najgłębiej znajduje się jądro, które jest otoczone płaszczem ziemskim. Zewnętrzną warstwę naszej planety stanowi skorupa ziemska. Kolejne warstwy Ziemi różnią się m.in. stanem skupienia materii i temperaturą. Są od siebie oddzielone powierzchniami nieciągłości.



## Skorupa ziemska

Skorupę ziemską tworzą skały magmowe, osadowe i metamorficzne. Pod oceanami występuje **skorupa oceaniczna**, a pod lądami – **skorupa kontynentalna**. Grubość tej pierwszej wynosi 5–12 km, a tej drugiej – ok. 80 km. Dolną granicę skorupy ziemskiej stanowi powierzchnia nieciągłości Moho.

## Płaszcz górny

Zewnętrzna część górnego płaszcza ziemskiego składa się z ciał stałych, znajdujących się w stanie trwałym.



# Badania wnętrza Ziemi

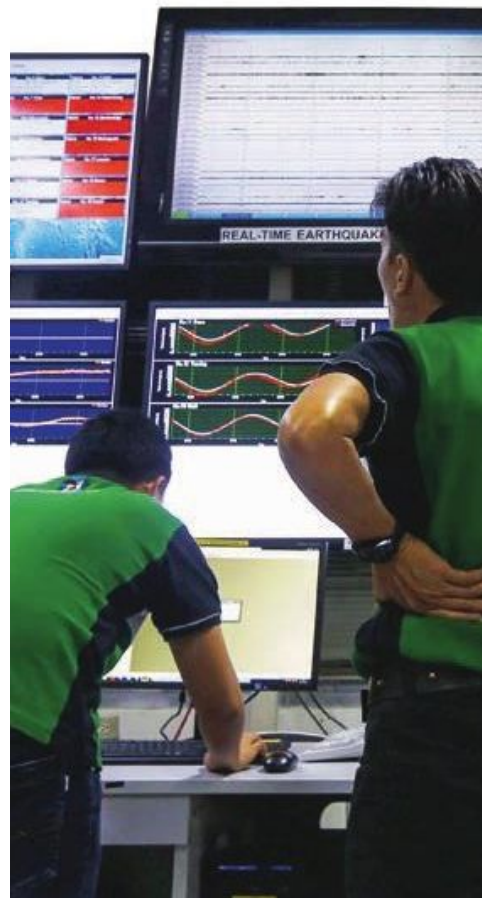
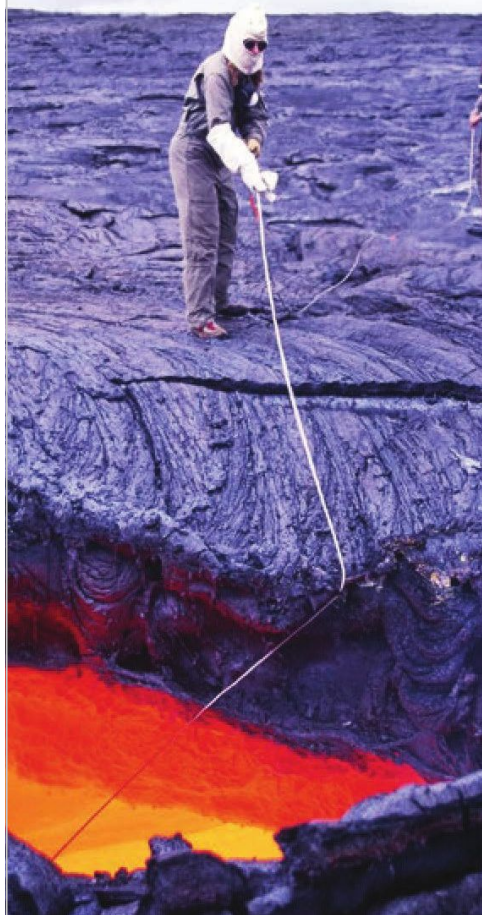
Prowadzenie badań wnętrza Ziemi nie jest proste. Wysoka temperatura i ogromne ciśnienie utrudniają poznawanie budowy wnętrza naszego globu **metodami bezpośrednimi**, np. poprzez badanie skał wydostających się na powierzchnię czy wykonywanie odwiertów. Dlatego najwięcej informacji na temat budowy wnętrza naszej planety dostarczają **metody pośrednie**, zwłaszcza badania przebiegu fal sejsmicznych.

Do bezpośrednich metod badania wnętrza Ziemi należy **badanie materiału skalnego, który wydostaje się na powierzchnię**, np. podczas erupcji wulkanicznych. Analiza takich próbek pozwala m.in. określić rodzaj skał występujących w głębi naszej planety oraz poznać zachodzące tam procesy.

**Wykonywanie odwiertów** to dość często stosowana metoda badania wnętrza Ziemi. Jednego z najgłębszych odwiertów – sięgającego 15 km – dokonano na rosyjskiej wyspie Sachalin. Ten wynik, choć imponujący, stanowi jednak niewielki odsetek długości średniego promienia ziemskiego.

Fale sejsmiczne mogą być wywoływane ruchami skorupy ziemskiej lub wzbudzone sztucznie. W zależności od ośrodka, przez który przepływają, rozchodzą się w różnym czasie, z różną prędkością i w innym kierunku.

**Analiza fal sejsmicznych** pozwala określić rodzaj i gęstość skał na danej głębokości kuli ziemskiej.



## Ćwiczenia

1. Podaj dwa przykłady skał powszechnie występujących w Twojej okolicy. Opisz krótko ich gospodarcze wykorzystanie.
2. Wyjaśnij, jaka jest różnica między litosferą a skorupą ziemską.
3. Wypisz w zeszycie najważniejsze cechy płaszcza Ziemi.
4. Omów różnice między jądrem wewnętrznym a jądrem zewnętrznym.

**Dowiedz się więcej**

## 2 Tektonika płyt litosfery

## Ważne na tej lekcji!

- płyty litosfery oraz ich ruch
- procesy wewnętrzne zachodzące w głębi Ziemi
- ruchy górotwórcze i typy gór
- ✂ • ruchy epejrogeniczne

Tektonika płyt litosfery to teoria wyjaśniająca budowę litosfery. Zgodnie z nią pozornie jednolita i nieruchoma litosfera w rzeczywistości przypomina ogromne ruchome puzzle. Elementami tej układanki są **płyty litosfery** – siedem dużych i kilkanaście mniejszych. Wśród nich wyróżnia się:

- ▶ **płyty oceaniczne** (np. płyta pacyficzna),
- ▶ **płyty kontynentalne** (np. płyta afrykańska).

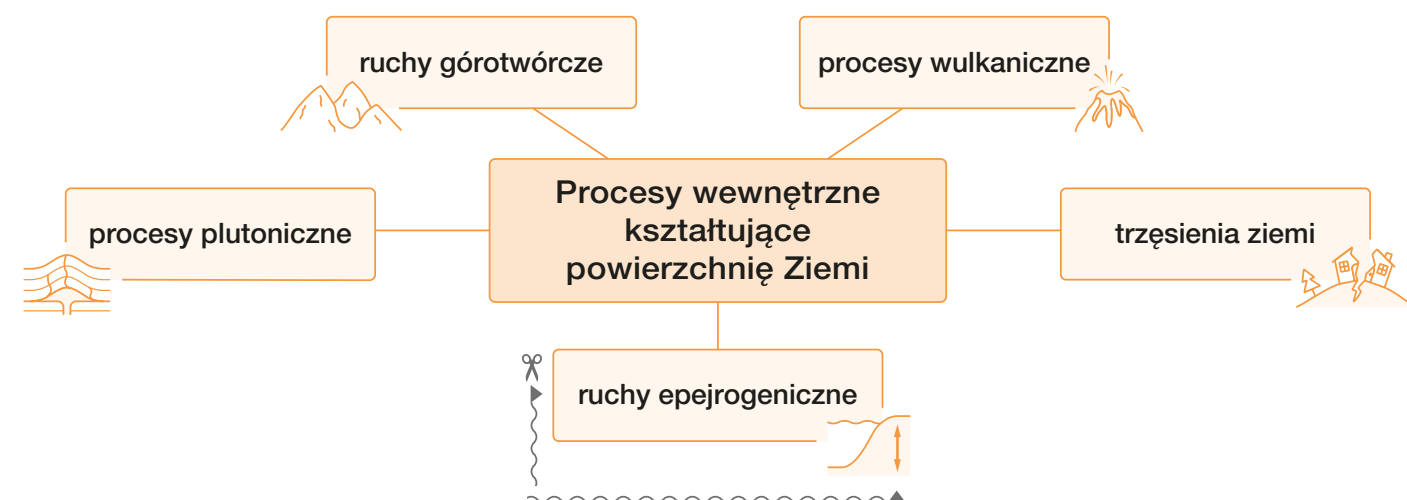
Płyty litosfery mogą się rozsuwać lub się do siebie zbliżać. Temu ruchowi towarzyszą różnorodne procesy wewnętrzne (endogeniczne), których źródłem jest energia cieplna wnętrza Ziemi i które mają ogromny wpływ na kształtowanie powierzchni naszej planety (→schemat, s. 110). Dlaczego płyty litosfery się poruszają i jakie są konsekwencje tych ruchów? Tego m.in. dowiesz się podczas tej lekcji.

## Phyty litosfery



**?** Podaj nazwy płyt litosfery, na których są położone Grenlandia, Tasmania oraz Polska.





### Ruch płyt litosfery

Szacuje się, że płyty litosfery przesuwają się w tempie od kilku do kilkunastu centymetrów na rok. Ciągły ruch płyt wywołują **prądy konwekcyjne**. Te strumienie magmy wędrują z głębi Ziemi i docierają aż do litosfery. Tam się rozdzielają i płyną na boki. Z czasem magma się ochładza i ponownie opada w głąb. Dlatego w niektórych miejscach płyty litosfery się rozsuwają, a w innych się do siebie zbliżają.

### Rozsuwanie się płyt litosfery – strefy spredingu

Płyty litosfery rozsuwają się tam, gdzie prądy konwekcyjne płyną w przeciwnych

kierunkach. Litosfera jest rozciągana, wskutek czego powstają w niej wąskie i długie pęknięcia zwane **ryftami**. Ryfty są na tyle głębokie, że wdziera się do nich magma pochodząca z płaszcza Ziemi.

Na powierzchni magma zmienia się w lawę. Z kolejnych, wypływających z głębi Ziemi i zastygających potoków lawy powstają nowe fragmenty dna oceanicznego. Jego rozrastanie się jest nazywane **spredingiem**. W efekcie tego procesu po obu stronach ryftu tworzą się rozległe podmorskie wzniesienia – **grzbiety śródoceaniczne**. Najdłuższy grzbiet śródoceaniczny na Ziemi – Grzbiet Śródatlantycki – biegnie dnem Atlantyku od Islandii aż po Antarktydę.

### Zbliżanie się płyt litosfery – strefy subdukcji

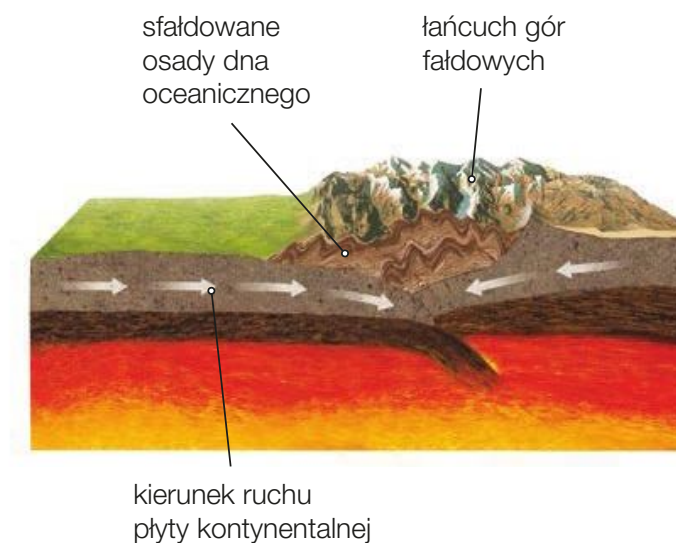
Tam, gdzie prądy konwekcyjne opadają w głąb płaszcza Ziemi, jedna płyta litosfery często podsuwa się pod drugą. Ten proces nazywamy **subdukcją**.

Najczęściej płyta oceaniczna podsuwa się pod płytę kontynentalną. Tę sytuację przedstawia poniższa ilustracja. Gdy płyta oceaniczna podsuwa się pod płytę kontynentalną, powstają:

- ▶ **rowy oceaniczne** (na dnie oceanu),
- ▶ **łańcuchy górskie** (na lądzie) lub **wyspy**.

Na przykład na granicy płyty południowoamerykańskiej i płyty Nazca utworzyły się Rów Atakamski oraz Andy. Podobne procesy nastąpiły na styku płyty filipińskiej i płyty eurazjatyckiej. Tam z kolei powstały Rów Filipiński oraz Archipelag Filipiński.

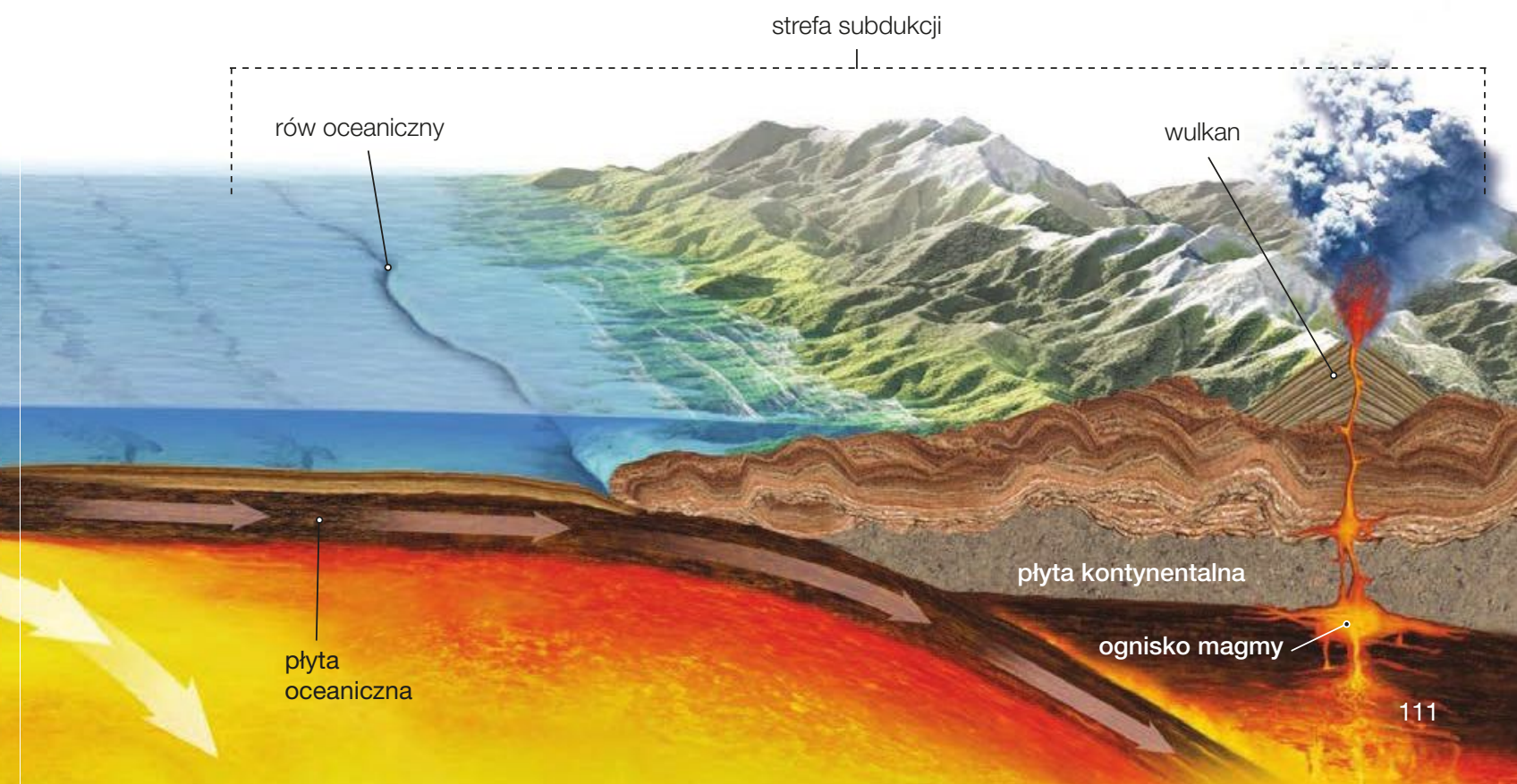
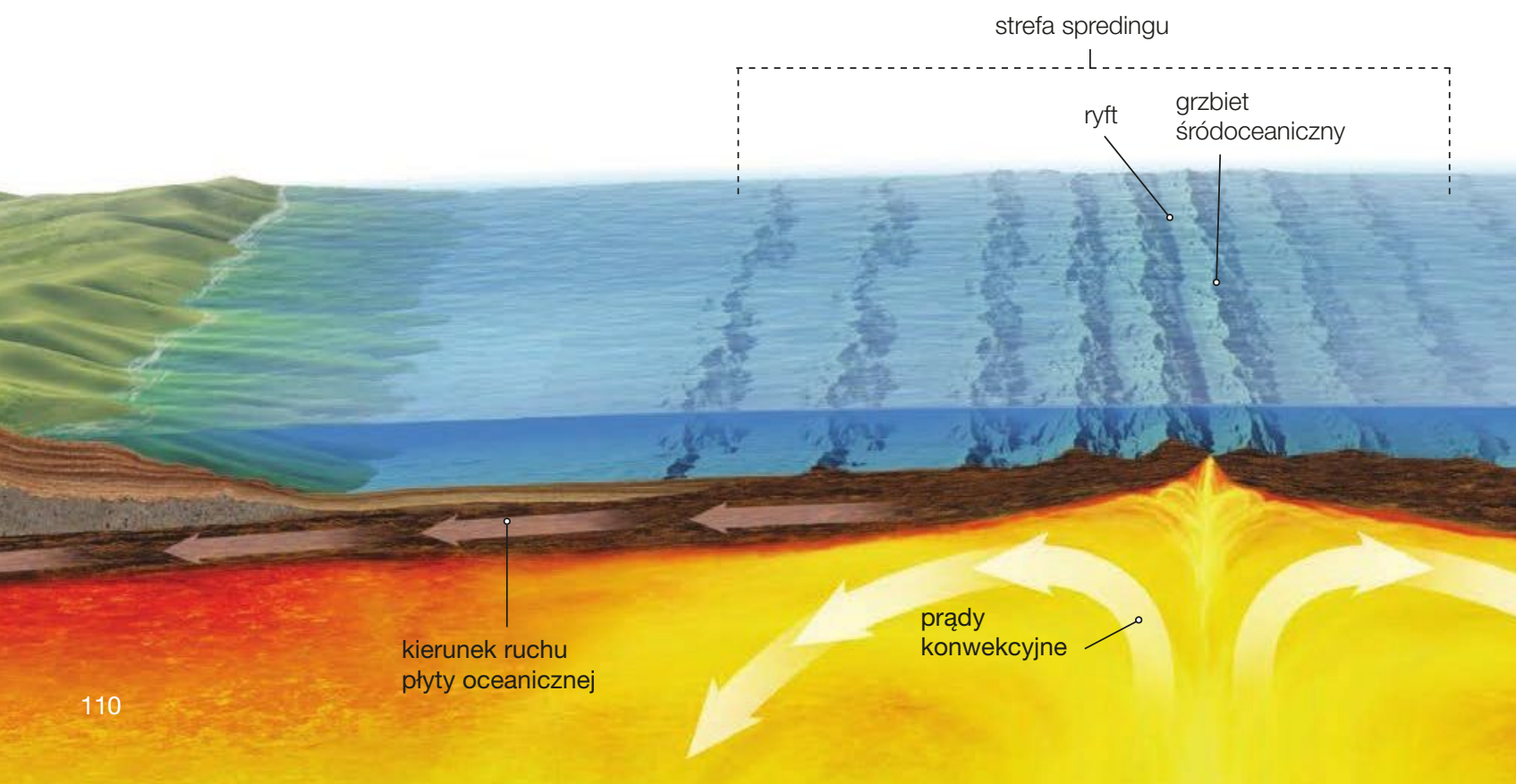
Gdy płyta oceaniczna podsuwa się pod inną płytę oceaniczną, oprócz rowu oceanicznego powstaje **łańcuch wysp wulkanicznych**. W taki sposób utworzyły się np. najgłębszy na kuli ziemskiej rów oceaniczny – Rów Mariański – oraz archipelag Mariany położony w zachodniej części Pacyfiku. W strefach subdukcji występują zjawiska wulkaniczne i trzęsienia ziemi.



Strefa kolizji.

### Zbliżanie się płyt litosfery – strefy kolizji

Strefy **kolizji** to miejsca, w których zderzają się ze sobą dwie płyty kontynentalne. Osady dna oceanicznego występujące między tymi płytami są fałdowane i wypiętrzane (→ góry fałdowe, s. 112). Widać to na ilustracji znajdującej się powyżej. Właśnie w takim procesie powstały np. łańcuchy górskie w południowej Europie (w wyniku zderzenia płyty afrykańskiej z płytą eurazjatycką) oraz Himalaje (jako efekt kolizji płyty indyjskiej z płytą eurazjatycką).





# Ruchy górotwórcze

Ruchy górotwórcze (orogenezy) to procesy związane z fałdowaniem oraz wypiętrzaniem warstw skalnych. W ich efekcie powstają góry. Ze względu na sposób, w jaki do tego dochodzi, wyróżniamy trzy typy gór:

- ▶ **góry fałdowe,**
- ▶ **góry zrębowe,**
- ▶ **góry wulkaniczne.**

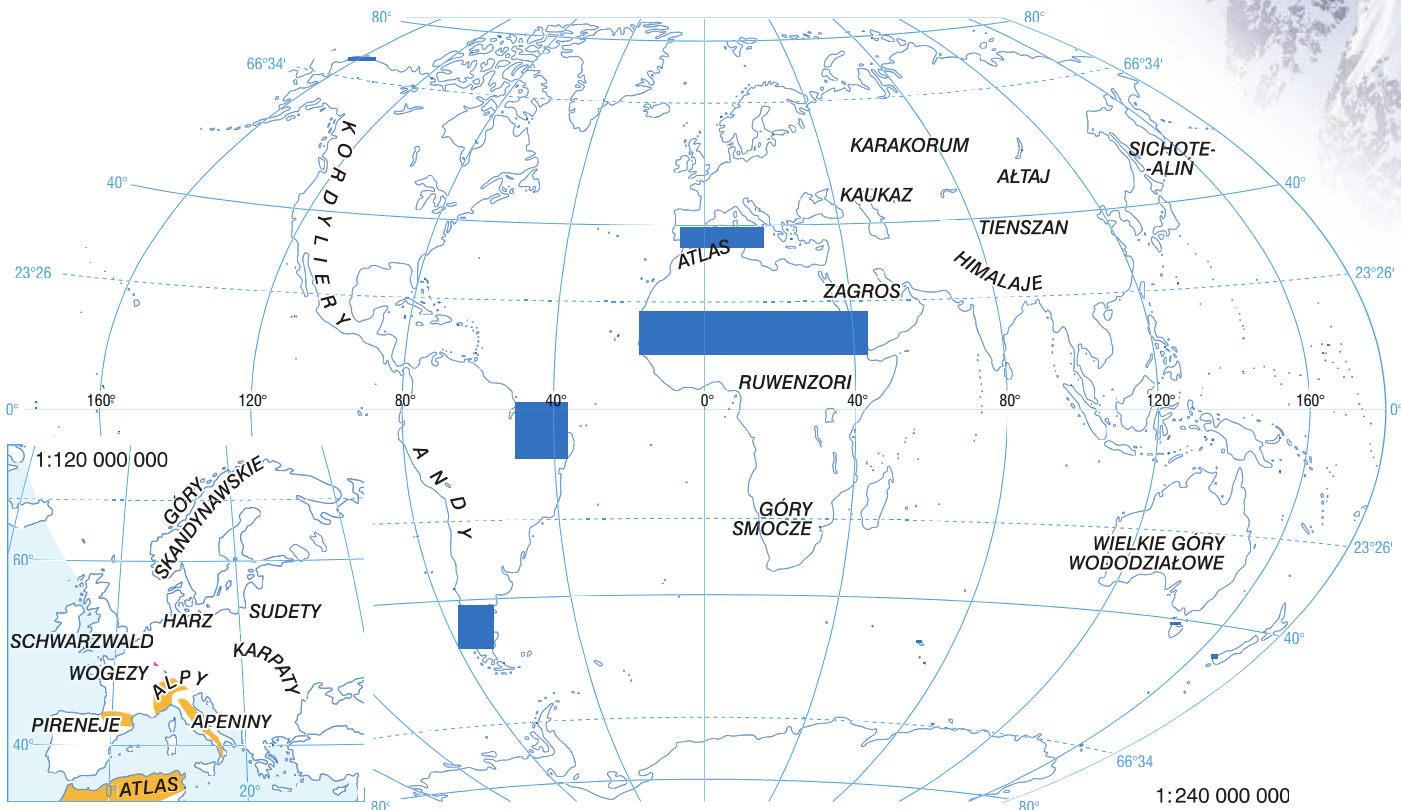
## Góry fałdowe

Większość łańcuchów górskich na Ziemi to geologicznie młode góry o budowie fałdowej. Góry fałdowe powstają:

- w wyniku **subdukcji płyty oceanicznej pod płytę kontynentalną,**
- jako efekt **kolizji dwóch płyt kontynentalnych.**

W przypadku subdukcji osady zgromadzone na powierzchni płyty oceanicznej najpierw są zdzierane na krawędzi płyty kontynentalnej, a później – fałdowane i wypiętrzane. Z kolei gdy następuje kolizja, to fałdowane i wypiętrzane są osady znajdujące się początkowo między dwiema płytami kontynentalnymi.

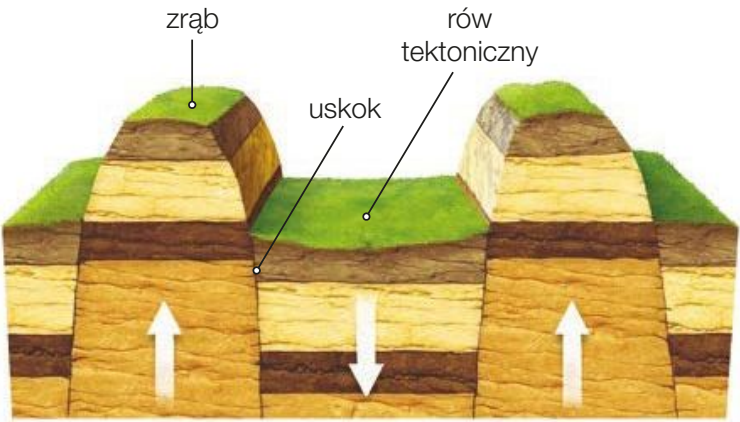
Najwyższe szczyty gór fałdowych, takich jak Alpy, są zwykle zbudowane z odpornych na niszczenie skał magmowych i metamorficznych.



Wybrane góry fałdowe i góry zrębowe na kuli ziemskiej.

## Góry zrębowe

Góry zrębowe powstają w wyniku **wypiętrzania się warstw skalnych wzdłuż uskoków**. Podczas tego procesu występujące w podłożu sztywne warstwy skalne nie są poddawane kolejnym fałdowaniom, lecz zostają potrzaskane, pękają i przesuwają się wzdłuż uskoków – nawet o setki kilometrów w poziomie i kilka kilometrów w pionie. Tworzą się wówczas zręby oraz rowy tektoniczne.



Przykładem gór zrębowych są Góry Smocze w Afryce. Osiągają one wysokość ponad 3000 m n.p.m.

## Góry wulkaniczne

Góry wulkaniczne wznoszą się na powierzchni lądów lub w postaci wysp wystając ponad powierzchnię oceanów. Występują na obszarach związanych z działalnością wulkaniczną, m.in. na granicach płyt litosfery. Powstają w wyniku **wypływanía lawy oraz wydostawania się innych materiałów pochodzenia wulkanicznego na powierzchnię**.



Przykładem gór wulkanicznych jest Kilimandżaro – najwyższy masyw Afryki.

? Na podstawie różnych źródeł informacji ustal, gdzie na terenie Polski powstawały góry wulkaniczne.





## Ruchy epejrogeniczne

Ruchy epejrogeniczne (lądowórcze) to bardzo powolne pionowe ruchy skorupy ziemskiej. Ich przyczyną jest przemieszczanie się magmy w litosferze, a skutkiem są zmiany przebiegu linii brzegowej. W wyniku tych ruchów lądy się obniżają lub wznoszą:

- gdy lądy się obniżają, mogą być zalewane przez morze – zachodzi **transgresja morza**,
- gdy lądy się wznoszą, morze wycofuje się z obszaru lądowego – następuje **regresja morza**.



Transgresja morza zachodzi współcześnie np. u wybrzeży Holandii, której zachodnia część obniża się średnio o 1 cm na każde 10 lat. Aby poradzić sobie z tym problemem, władze kraju przeznaczają miliony euro na budowę wałów przeciwpowodziowych, betonowych murów oraz przepompowni chroniących tereny przed zalaniem.

Wznoszenie się lądów można obecnie obserwować np. w pobliżu Zatoki Neapolitańskiej. O tym, że zmienił się tam poziom wód, świadczą ślady pozostawione przez morskie mięczaki na marmurowych kolumnach znajdujących się na starożytnym targowisku w miejscowości Pozzuoli [wym. poccuoli] koło Neapolu.



### Ćwiczenia

1. Podaj po trzy przykłady kontynentalnych i oceanicznych płyt litosfery.
2. Wyjaśnij, dlaczego płyty litosfery się poruszają.
3. Wymień dwie różnice między subdukcją a kolizją płyt litosfery.
4. Podaj nazwy łańcuchów górskich powstałych w wyniku subdukcji i znajdujących się na różnych kontynentach.



## 3 Plutonizm, wulkanizm i trzęsienia ziemi

### Ważne na tej lekcji!

- plutonizm i jego skutki
- wulkanizm i jego skutki
- rozmieszczenie wulkanów na kuli ziemskiej
- trzęsienia ziemi i ich skutki
- obszary sejsmiczne na kuli ziemskiej

Podczas poprzedniej lekcji była mowa o tym, jak ruchy górotwórcze oraz ruchy epejrogeniczne kształtują powierzchnię naszej planety. Te ruchy nie są jednak jedynymi procesami geologicznymi, których źródłem jest energia cieplna wnętrza Ziemi. Należą do nich także plutonizm, wulkanizm oraz trzęsienia ziemi. Niektóre z tych procesów zachodzą powoli i nie są odczuwane przez człowieka, a inne przebiegają gwałtownie i niosą za sobą katastrofalne skutki.

### Plutonizm

**Plutonizm** to wszystkie procesy geologiczne związane z powstawaniem, gromadzeniem się, przemieszczaniem oraz krystalizacją **magmy**. Procesy plutoniczne zachodzą

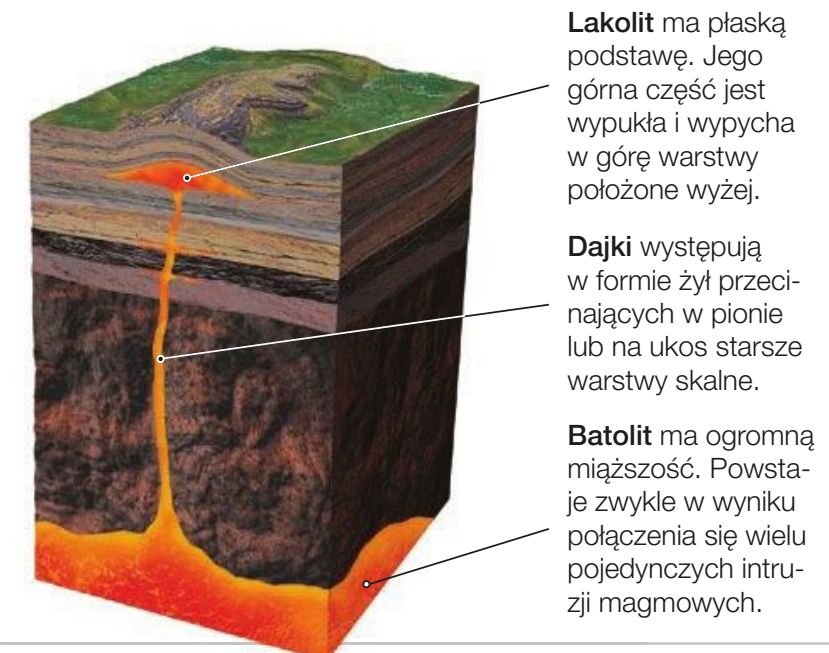
w głębi litosfery. Gorąca magma krąży we wnętrzu Ziemi. Gdy znajduje się bliżej powierzchni, ochładza się, krystalizuje i tworzy różnorodne formy nazywane **intruzjami magmowymi**. Przykłady intruzji przedstawiono na poniższej ilustracji.

### Wulkanizm

**Wulkanizm** obejmuje procesy geologiczne związane z wydobywaniem się magmy z głębi Ziemi. Magma wydostaje się na powierzchnię w trakcie **erupcji**. Staje się wówczas **ławą**. Dochodzi do tego w miejscach zwanych **wulkanami**. Więcej informacji o wulkanach oraz o wydobywających się z nich produktach wulkanicznych znajduje się na infografice na następnych stronach.

### Intruzje magmowe

Intruzje magmowe powstają na skutek wciskania się magmy w szczeliny, które znajdują się w miejscach pękania skał oraz między warstwami skalnymi. Te formy mogą się znajdować bardzo głęboko – nawet kilkadziesiąt kilometrów pod powierzchnią – i osiągać długość 2000 km. Intruzjami magmowymi są m.in. lakolity, dajki i batolity.



**Lakolit** ma płaską podstawę. Jego górna część jest wypukła i wypycha w górę warstwy położone wyżej.

**Dajki** występują w formie żył przecinających w pionie lub na ukos starsze warstwy skalne.

**Batolit** ma ogromną miąższość. Powstaje zwykle w wyniku połączenia się wielu pojedynczych intruzji magmowych.



# Wulkan

Wulkan to miejsce, z którego magma znajdująca się we wnętrzu naszej planety wydobywa się na powierzchnię już jako lava. Jak do tego dochodzi? Na początku magma gromadzi się pod ziemią w ogromnym zbiorniku – ognisku magmowym. Następnie pod dużym ciśnieniem jest wypierana ku górze przez komin wulkaniczny. Ten komin jest zakończony kraterem, przez który wydobywają się produkty wulkaniczne, takie jak lava, gazy i materiały piroklastyczne. Kolejne erupcje wulkanu z czasem powodują powstanie charakterystycznego stożka wulkanicznego.



Najwyższym czynnym wulkanem na kuli ziemskiej jest Lullillaco [wym. jujajako], którego wierzchołek sięga 6739 m n.p.m. Ta góra znajduje się w środkowej części Andów, na granicy Argentyny i Chile.

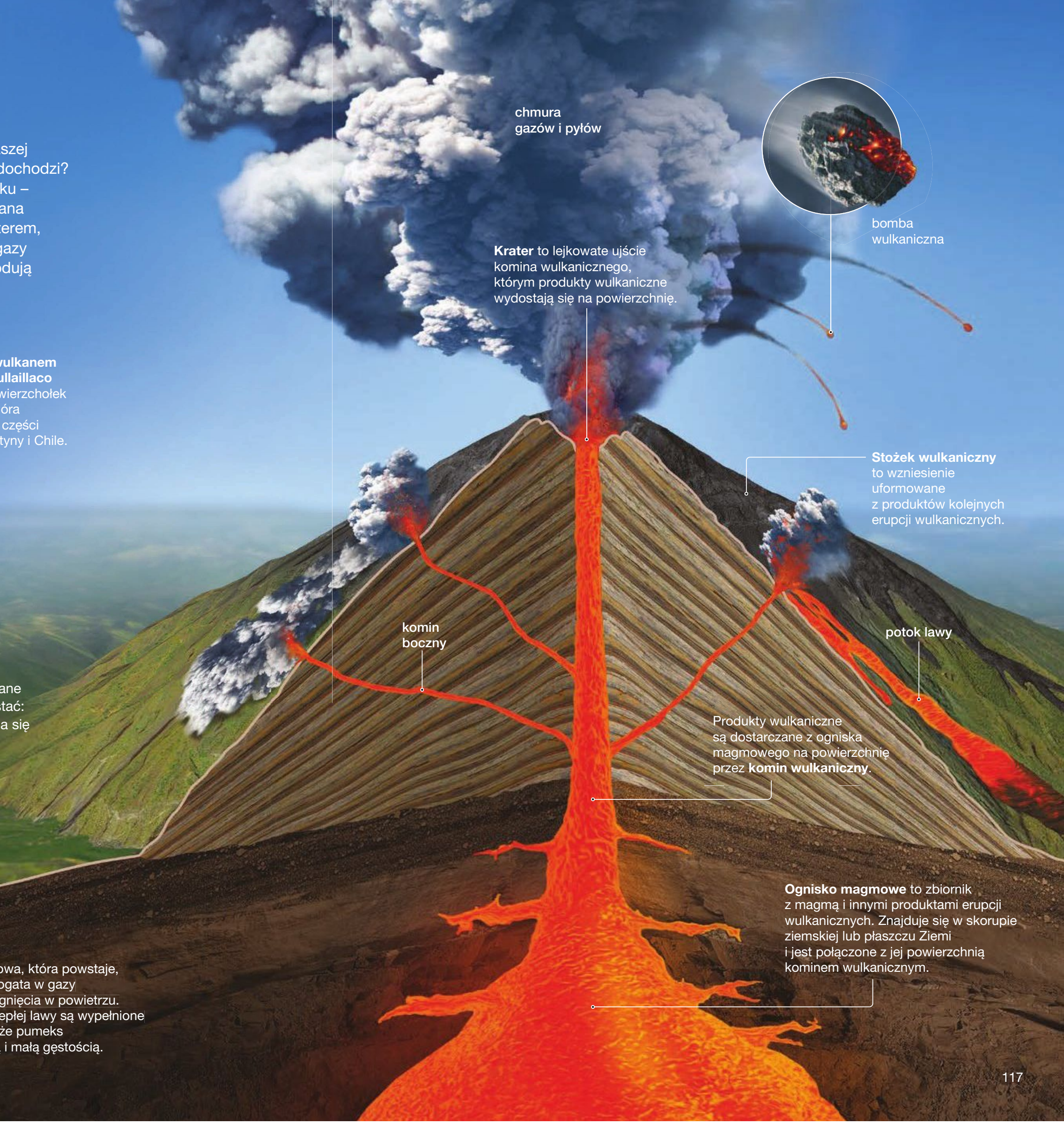
## Produkty erupcji wulkanicznych

Podczas erupcji, oprócz lawy, z wulkanów wydobywają się:

- ▶ **gazy**, głównie para wodna, dwutlenek węgla, siarkowodór i metan;
- ▶ **materiały piroklastyczne**, czyli fragmenty lawy różnej wielkości, wyrzucane w powietrze w czasie wybuchu wulkanu. Najczęściej przybierają one postać:
  - **bomb wulkanicznych** – dużych brył lawy, która podczas wydobywania się z komina wulkanicznego zastyga w powietrzu,
  - **lapilli** – okruchów skalnych, które powstają z rozdrobnionej lawy i mają wielkość ok. 6 cm,
  - **popiołów wulkanicznych** – drobnych okruchów skalnych o średnicy do 2 mm.



**Pumeks** to wulkaniczna skała magmowa, która powstaje, gdy wyrzucana z wulkanu lava jest bogata w gazy wydobywające się z niej w trakcie stygnięcia w powietrzu. Spadające na ziemię fragmenty zakrzepłej lawy są wypełnione drobnymi pęcherzykami, co sprawia, że pumeks charakteryzuje się dużą porowatością i małą gęstością.



chmura gazów i pyłów

**Krater** to lejkowate ujście komina wulkanicznego, którym produkty wulkaniczne wydostają się na powierzchnię.

bomba wulkaniczna

**Stożek wulkaniczny** to wzniesienie uformowane z produktów kolejnych erupcji wulkanicznych.

potok lawy

Produkty wulkaniczne są dostarczane z ogniska magmowego na powierzchnię przez **komin wulkaniczny**.

**Ognisko magmowe** to zbiornik z magmą i innymi produktami erupcji wulkanicznych. Znajduje się w skorupie ziemskiej lub płaszczu Ziemi i jest połączone z jej powierzchnią kominem wulkanicznym.



Klasyfikacja wulkanów

Wulkany można podzielić według różnych kryteriów. Jednym z nich jest przebieg erupcji oraz rodzaj wydobywających się produktów wulkanicznych. Na tej podstawie wydziela się:

- ▶ **wulkany eksplozywne**, których erupcje przebiegają gwałtownie,
- ▶ **wulkany efuzywne**, których erupcje mają spokojny przebieg,
- ▶ **stratowulkany**, których gwałtowne erupcje są przeplatane erupcjami o spokojnym przebiegu.

Występowanie wulkanów

Większość wulkanów powstała **na granicach płyt litosfery**:

- ▶ **w strefach spredingu** (np. Islandia, Wielkie Rowy Afrykańskie),
- ▶ **w strefach subdukcji** (np. zachodnie wybrzeża obu Ameryk, Filipiny, Japonia, Indonezja).

Na Ziemi istnieją też wulkany, które nie występują na granicach płyt litosfery, ale nad **plamami gorącymi**, czyli tam, gdzie gorąca magma przebiła się przez cienką skorupę oceaniczną.

Podział wulkanów ze względu na przebieg erupcji i rodzaj wydobywających się produktów wulkanicznych

| Wulkan eksplozywny                                                                                                                                                                                                                | Wulkan efuzywny                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Stratowulkan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Podczas erupcji wydobywają się materiały piroklastyczne oraz gazy.</li><li>• Stożek wulkaniczny ma niewielkie rozmiary i strome stoki.</li><li>• Przykład: Paricutín w Meksyku.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Podczas erupcji wydobywają się głównie gazy oraz mało lepka lava, która rozlewa się na dużej powierzchni.</li><li>• Stożek wulkaniczny jest bardzo rozległy i ma łagodne stoki.</li><li>• Przykłady: Mauna Kea, Mauna Loa i Kilauea na Hawajach.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Podczas gwałtownych erupcji wydobywają się lava i materiały piroklastyczne, a podczas spokojnych wypływa jedynie lava.</li><li>• Stożek wulkaniczny ma znaczne rozmiary. Jest wysoki, a jego stoki są strome.</li><li>• Przykłady: Etna, Wezuwiusz i Stromboli we Włoszech.</li></ul> |

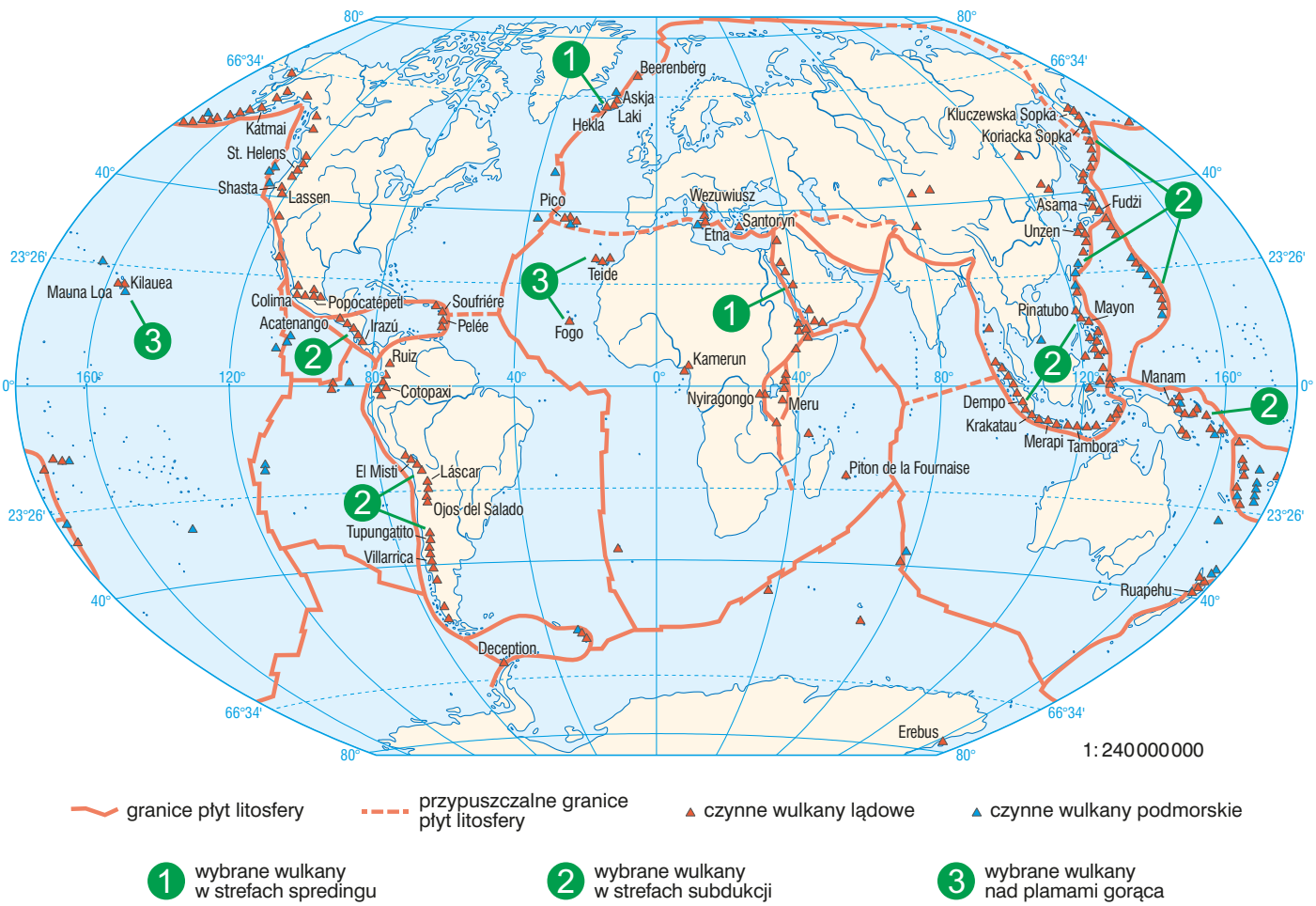


Wulkanem efuzywnym jest np. Kilauea na Hawajach.

W takich miejscach powstały np. wulkany na Hawajach oraz na Wyspach Kanaryjskich. Spośród kilku tysięcy wulkanów znajdujących się na kuli ziemskiej ok. 600 uważa się za czynne. Ich największe skupiska występują wokół wybrzeży Oceanu Spokojnego. Tworzą tam krąg zwany **Ognistym Pierścieniem Pacyfiku**. Na kontynencie europejskim czynne wulkany znajdują się:

- ▶ we Włoszech,
- ▶ w Grecji,
- ▶ na Islandii.

Rozmieszczenie wulkanów na kuli ziemskiej



Czym są trzęsienia ziemi?

**Trzęsienia ziemi** to drgania skorupy ziemskiej, które najczęściej są wywoływane nagłym przesuwaniem się ogromnych mas skalnych pod powierzchnią ziemi.

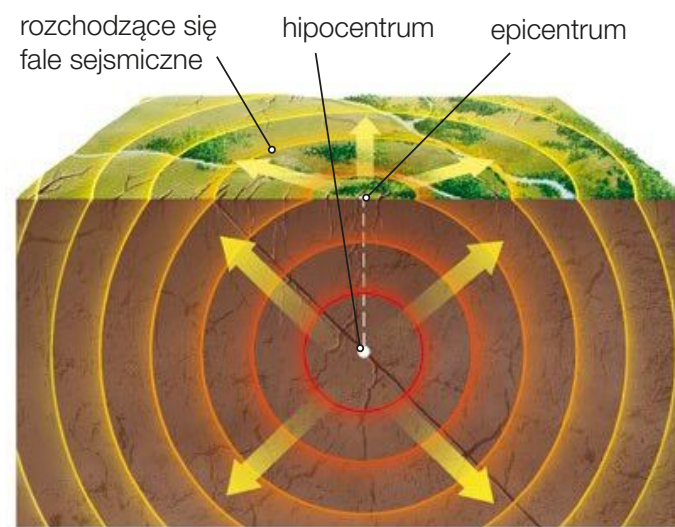
Przemieszczające się nieustannie płyty litosfery napierają na siebie i się ze sobą zdeuszają. Ten ruch trwa tak długo, aż siły tarcia występujące między płytami uniemożliwią im dalsze przesuwanie. Powstają wtedy potężne naprężenia. Po pewnym czasie zgromadzona energia staje się tak duża, że pokonuje siły tarcia. Wówczas masy skalne gwałtownie się przesuwają, a powstałe drgania rozchodzą się w postaci **fal sejsmicznych**. Te fale szybko docierają do powierzchni, gdzie są odczuwane jako gwałtowne wstrząsy. Wielkość trzęsień ziemi najczęściej określa się w **skali Richtera**. W praktyce w tej skali nie są notowane wstrząsy o magnitudzie większej niż 9,5.



Urządzeniami służącymi do rejestrowania trzęsień ziemi są sejsmografy.



Miejsce we wnętrzu Ziemi, z którego rozchodzą się fale sejsmiczne, to ognisko trzęsienia ziemi, czyli **hipocentrum**. Na powierzchni, bezpośrednio nad hipocentrum, znajduje się **epicentrum** (ośrodek trzęsienia ziemi). W tym miejscu wstrząsy są odczuwane najsilniej i najwcześniej. Rozmieszczenie hipocentrum oraz epicentrum, a także kierunki, w których rozchodzą się fale sejsmiczne, przedstawia ilustracja zamieszczona obok.



Hipocentrum trzęsienia ziemi może się znajdować nawet kilkaset kilometrów pod ziemią. Bezpośrednio nad nim, już na powierzchni, leży epicentrum.

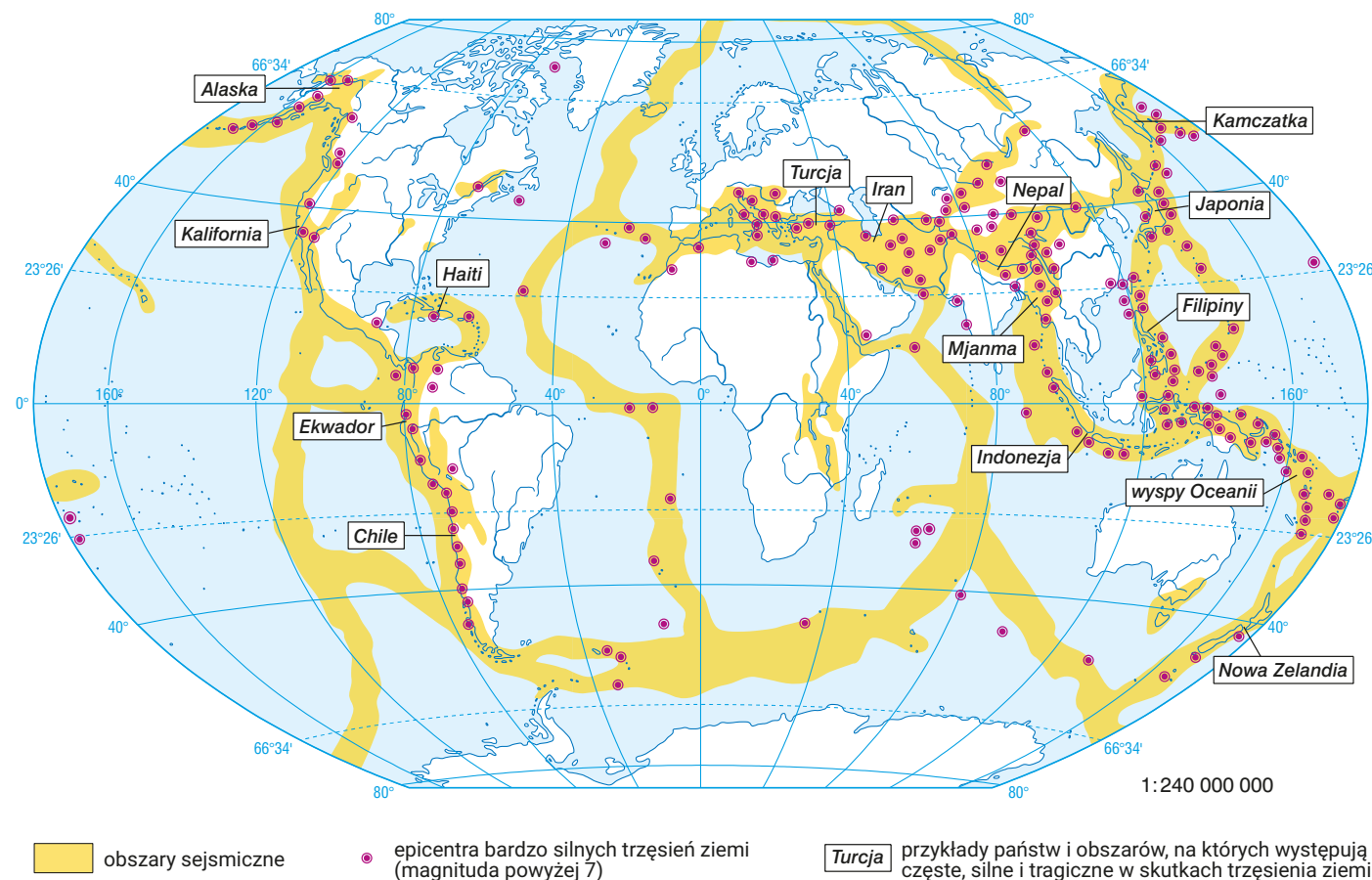
### Występowanie trzęsień ziemi

Do większości trzęsień ziemi dochodzi na granicach płyt litosfery. Są to **obszary sejsmiczne**, czyli takie, na których wstrząsy są częste i silne. Rozmieszczenie tych obszarów zaprezentowano na poniższej mapie. Wskazano na niej również przykłady państw i regionów, w których obrębie trzęsienia ziemi mają zwykle tragiczne skutki.

#### Czy wiesz, że...

W rankingu państw, w których w latach 1990–2022 odnotowano największą liczbę trzęsień ziemi, przodują kraje azjatyckie: Chiny (182 trzęsienia ziemi), Indonezja (161), Iran (108) oraz Japonia (94).

### Obszary sejsmiczne na kuli ziemskiej



## Skutki trzęsień ziemi

Trzęsienia ziemi to jedne z najtragiczniejszych w skutkach klęsk żywiołowych.

Ich następstwami są m.in.:

- ▶ **ofiary śmiertelne**, liczone nawet w setkach tysięcy osób,
- ▶ **zniszczenia** budynków, linii energetycznych, sieci komunikacyjnej oraz innych elementów infrastruktury,
- ▶ **tsunami**, czyli fale, które z ogromną siłą zalewają i niszczą obszary przybrzeżne.



Najsilniejsze odnotowane trzęsienie ziemi miało magnitudę 9,5 i wystąpiło w maju 1960 r. w Chile. Efektem wstrząsów było tsunami, które przemierzyło cały Pacyfik i uderzyło m.in. w Japonię i Hawaje (fot.).



W grudniu 2004 r. nastąpiło trzęsienie ziemi w pobliżu indonezyjskiej wyspy Sumatry. Przez tsunami, które wówczas powstało, zginęło lub zaginęło ponad 290 tys. osób.

W marcu 2011 r. doszło do najdroższej katastrofy naturalnej w historii świata. Tsunami wywołane trzęsieniem ziemi u wybrzeży japońskiej wyspy Honsiu spowodowało straty szacowane na ponad 235 mld USD. Dużą część tej kwoty stanowiły koszty związane z awarią elektrowni w Fukushima.



### Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, jak procesy plutoniczne i wulkaniczne kształtują powierzchnię Ziemi.
2. Podaj nazwy pięciu państw, w których występują czynne wulkany.
3. Omów zależność między trzęsieniami ziemi i występowaniem wulkanów a rozmieszczeniem płyt litosfery.





## Podsumowanie



- **Skąły** są zbudowane z jednego minerału lub z wielu minerałów.
- **Minerały** to podstawowe pierwiastki oraz związki chemiczne budujące skorupę ziemską.
- Ze względu na pochodzenie wyróżnia się skąły:
  - **magmowe** (w tym głębinowe i wylewne),
  - **osadowe** (w tym okruchowe, chemiczne i organiczne),
  - **metamorficzne** (przeobrażone).
- Ze względu na sposób wykorzystania surowce mineralne dzieli się na:
  - **energetyczne**, np. węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropa naftowa, gaz ziemny,
  - **metaliczne**, np. rudy żelaza, rudy miedzi, rudy cynku i ołowiu, złoto, srebro,
  - **chemiczne**, np. ropa naftowa, węgiel kamienny, sól kamienna, siarka,
  - **skalne**, np. żwir, piasek, glina, granit, wapień, gips, piaskowiec.
- W budowie wnętrza naszej planety wyróżnia się trzy główne warstwy:
  - **jądro Ziemi**, składające się z jądra zewnętrznego i jądra wewnętrznego,
  - **płaszcz Ziemi**, składający się z płaszcza górnego i płaszcza dolnego,
  - **skorupę ziemską**.
- Skorupa ziemską to zewnętrzna warstwa Ziemi. Wraz z zewnętrzną częścią płaszcza górnego tworzy **litosferę**.
- Budowę litosfery wyjaśnia teoria **tektoniki płyt litosfery**.
- Litosfera składa się z fragmentów nazywanych **plytami litosfery**. Wyróżnia się **plyty oceaniczne** i **plyty kontynentalne**.
- **Płyty litosfery** znajdują się w nieustannym ruchu, wywołanym przez **prądy konwekcyjne** (poruszającą się w płaszczu Ziemi magmę). W niektórych miejscach płyty litosfery się rozsuwają, a w innych się do siebie zbliżają.
- Rozsuwanie się płyt litosfery zachodzi tam, gdzie strumienie magmy docierają do litosfery, rozdzielają się i płyną na boki. Powstają wtedy **ryfty** – wąskie i długie pęknięcia, przez które lava wypływa na powierzchnię. W efekcie dno oceaniczne się rozrasta.
- Proces rozrastania się dna oceanicznego nosi nazwę **spreingu**.
- Po obu stronach ryftu tworzą się **grzbiety śródoceaniczne** (rozległe podmorskie wzniesienia).
- Proces podsuwania się jednych płyt pod inne to **subdukcja**. W jej wyniku powstają **rowy oceaniczne** oraz łańcuchy górskie (lub wyspy).
- Płyty kontynentalne zderzają się ze sobą w **strefach kolizji**. W tych miejscach osady dna oceanicznego występujące między płytami są **fałdowane** i **wypiętrzane**.
- **Procesy wewnętrzne** mają swe źródło we wnętrzu Ziemi. Zalicza się do nich:
  - ruchy górotwórcze,
  - ✂ • ruchy epejrogeniczne (łagodotwórcze),
  - plutonizm,
  - wulkanizm,
  - trzęsienia ziemi.
- **Ruchy górotwórcze** (orogenezy) to procesy związane z fałdowaniem oraz wypiętrzaniem warstw skalnych. W ich efekcie powstają góry. Ze względu na sposób, w jaki do tego dochodzi, wyróżnia się **góry fałdowe**, **góry zrębowe** i **góry wulkaniczne**.
- ✂ ■ **Ruchy epejrogeniczne** (łagodotwórcze) to bardzo powolne pionowe ruchy skorupy ziemskiej.
- **Plutonizm** to wszystkie procesy geologiczne związane z powstawaniem, gromadzeniem się, przemieszczaniem oraz krystalizacją magmy pod powierzchnią ziemi.
- **Intruzje magmowe** powstają w wyniku wciskania się magmy w pęknięcia i szczeliny skalne oraz między warstwy skał.
- **Wulkanizm** obejmuje procesy związane z wydobywaniem się magmy na powierzchnię ziemi.
- Ze względu na przebieg erupcji i rodzaj wydobywających się produktów wulkanicznych wyróżnia się **wulkany eksplozywne**, **wulkany efuzywne** i **stratowulkany**.
- **Trzęsienia ziemi** to drgania skorupy ziemskiej najczęściej wywoływane nagłym przesuwaniem się ogromnych mas skalnych. Dochodzi do nich pod powierzchnią ziemi. Silne wstrząsy są przyczyną śmierci wielu ludzi i ogromnych strat materialnych.
- Miejsce we wnętrzu Ziemi, z którego rozchodzą się fale sejsmiczne, to ognisko wstrząsów, czyli **hipocentrum**. Na powierzchni, bezpośrednio nad hipocentrum, znajduje się **epicentrum**.

## Sprawdź, czy potrafisz!

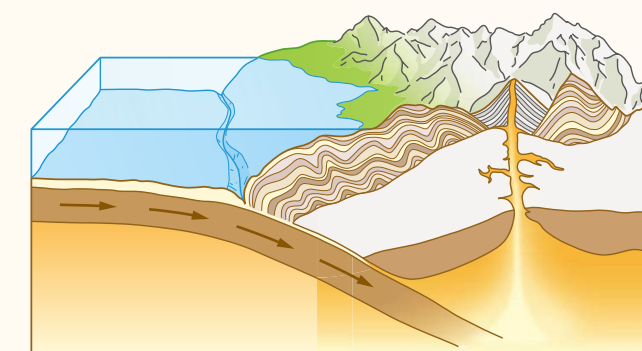
WYKONAJ W ZESZYTCIE



- 1 Wybierz poprawne dokończenie zdania, a następnie zapisz całe zdanie w zeszycie.  
Bazalt powstaje w wyniku  
A. szybkiego krzepnięcia lawy na powierzchni ziemi.  
B. powolnej krystalizacji magmy w głębi Ziemi.
- 2 Spośród wymienionych skał wybierz te, które są skałami osadowymi. Zapisz ich nazwy w zeszycie.  
*marmur, sól kamienna, gabra, żwir, wapień, andezyt, gips, granit, gnejs, piasek, węgiel kamienny*
- 3 Rozpoznaj skałę przedstawioną na fotografii. Zapisz w zeszycie jej nazwę i podaj przykład gospodarczego zastosowania.
- 6 Oceń, czy poniższe zdania są zgodne z prawdą. Następnie przepisz do zeszytu zdania prawdziwe.  
A. Litosfera jest zbudowana z płyt kontynentalnych i z płyt oceanicznych.  
B. Teoria tektoniki płyt litosfery zakłada, że te płyty się nie przemieszczają.  
C. Strumienie gorącej magmy przemieszczają się z głębi Ziemi, docierają aż do skorupy ziemskiej i wywołują powolny ruch płyt litosfery.  
D. Najgrubszą i najgorętszą warstwą we wnętrzu Ziemi jest jądro.
- 7 Na ilustracji przedstawiono strefę położoną na styku płyt litosfery. Wybierz poprawne dokończenia zdań i przepisz całe zdania do zeszytu.



- 4 Przyporządkuj każdemu surowcowi mineralnemu przykład jego gospodarczego wykorzystania. Zapisz w zeszycie właściwe odpowiedzi.  
A. Wapień.  
B. Węgiel brunatny.  
C. Rudy miedzi.  
1. Źródło energii cieplnej i elektrycznej.  
2. Produkcja nawozów mineralnych, środków ochrony roślin, barwników.  
3. Wytwarzanie cementu.  
4. Produkcja przewodów elektrycznych, pokryć dachowych, instalacji grzewczych.
- 5 Przepisz do zeszytu podpunkt, w którym wymieniono warstwy Ziemi, począwszy od tej, która znajduje się najgłębiej.  
A. Skorupa ziemską, płaszcz Ziemi, jądro Ziemi.  
B. Jądro Ziemi, płaszcz Ziemi, skorupa ziemską.  
C. Jądro Ziemi, skorupa ziemską, płaszcz Ziemi.



- W strefie przedstawionej na ilustracji płyty litosfery
- A. rozsuwają się.
  - B. zbliżają się do siebie.
- Na ilustracji przedstawiono strefę
- A. kolizji.
  - B. subdukcji.
  - C. spreingu.
- 8 Wybierz poprawne uzupełnienia zdań, a następnie zapisz te zdania w zeszycie.  
A. Długie, wąskie i bardzo głębokie pęknięcia w obrębie skorupy oceanicznej to *ryfty / podwodne wulkany*.  
B. W wyniku subdukcji w niektórych regionach świata tworzą się *góry zrębowe / rowy oceaniczne*.  
C. Rozległe podmorskie wzniesienia po obu stronach ryftu są nazywane *górami fałdowymi / grzbiętami śródoceanicznymi*.





Sprawdź, czy potrafisz!

9 Rozpoznaj typ gór przedstawiony na fotografii. Następnie przepisz do zeszytu te spośród informacji znajdujących się pod fotografią, które dotyczą tego typu gór.



- A. Takimi górami są m.in. Harz, Góry Smocze i Wielkie Góry Wododziałowe.
- B. Powstają w strefach kontaktu płyty oceanicznej z płytą kontynentalną.
- C. Przykładami takich gór są Himalaje, Andy i Kordyliery.
- D. Powstają w wyniku wypiętrzania się warstw skalnych wzdłuż uskoków.

✂ 10 Oceń, czy poniższe zdania są zgodne z prawdą. Następnie przepisz do zeszytu zdania prawdziwe.

- A. Ruchy epejrogeniczne, zwane także ruchami lądotwórczymi, to bardzo powolne pionowe ruchy skorupy ziemskiej.
- B. W wyniku ruchów epejrogenicznych następuje zanik płytkich mórz.
- C. Pionowe ruchy skorupy ziemskiej powodują, że przebieg linii brzegowej się nie zmienia.
- D. Współcześnie ruchy wznoszące można obserwować np. u wybrzeży Holandii.

11 Przerysuj tabelę do zeszytu. Wpisz w odpowiednich rubrykach poniższe informacje związane z plutonizmem i wulkanizmem.

*intruzje magmowe, materiały piroklastyczne, przemieszczanie się magmy wewnątrz Ziemi, wydobywanie się magmy na powierzchnię*

| Wulkanizm | Plutonizm |
|-----------|-----------|
| ?         | ?         |

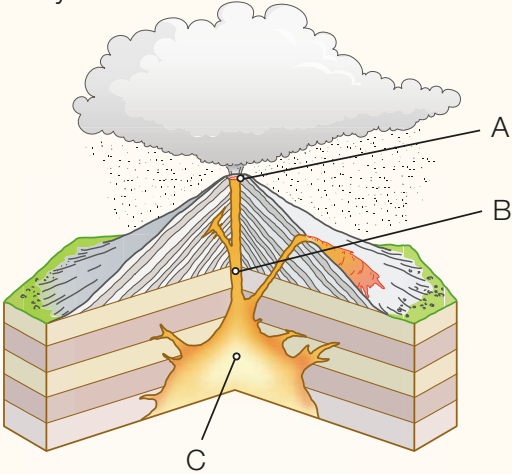
12 Zapisz w zeszycie nazwy dwóch wulkanów znajdujących się w Europie.

13 Uzasadnij występowanie wulkanów na Hawajach.

14 Przyporządkuj każdemu z podanych typów wulkanów odpowiednie cechy. Zapisz w zeszycie właściwe odpowiedzi.

- A. Wulkan eksplozywny.
- B. Wulkan efuzywny.
- 1. Erupcje mają zawsze gwałtowny przebieg.
- 2. Erupcje mają zawsze spokojny przebieg.
- 3. Podczas erupcji wydobywają się głównie gazy oraz mało lepka lava.
- 4. Podczas erupcji wydobywają się gazy i materiały piroklastyczne
- 5. Stożek ma niewielkie rozmiary i strome stoki.
- 6. Stożek jest rozległy i ma łagodne stoki.

15 Rozpoznaj elementy wulkanu oznaczone na ilustracji literami A–C. Opisz każdy z nich w zeszycie.



16 Spośród wymienionych obszarów wybierz te, które są aktywne sejsmicznie. Przepisz właściwe nazwy do zeszytu.

*Andy, środkowa Europa, Kalifornia, Karaiby, Grenlandia, Wyspy Japońskie, zachodnia Australia, Nowa Zelandia, Wyżyna Brazylijska, Zatoka Hudsona, Islandia, Półwysep Skandynawski*

17 Przepisz do zeszytu poniższe zdania i uzupełnij je brakującymi informacjami.

- A. Miejsce we wnętrzu Ziemi, z którego rozchodzą się fale sejsmiczne, to .
- B. Miejsce na powierzchni, gdzie wstrząsy są odczuwalne najwcześniej i najsilniej, to .
- C. Wielkość trzęsień ziemi określa się najczęściej w otwartej skali .

# VI. Litosfera. Procesy zewnętrzne

- 1. Wietrzenie. Procesy krasowe
- 2. Rzeźbotwórcza działalność rzek
- 3. Rzeźbotwórcza działalność lodowców górskich i lądolodów
- 4. Rzeźbotwórcza działalność morza
- 5. Rzeźbotwórcza działalność wiatru





# 1 Wietrzenie. Procesy krasowe

## Ważne na tej lekcji!

- procesy zewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi
- wietrzenie i jego rodzaje
- procesy krasowe
- formy krasu powierzchniowego i krasu podziemnego
- rzeźba krasowa

Góry, rozległe wyżyny czy niziny są nieustannie przekształcane w wyniku działania **procesów zewnętrznych** (egzogenicznych). W ich efekcie wzniesienia ulegają obniżaniu, a zagłębienia wypełniają się osadami. Głównymi procesami zewnętrznymi są:

- ▶ **erozja**, czyli niszczenie podłoża skalnego,
- ▶ **transport**, czyli przenoszenie materiału skalnego,
- ▶ **akumulacja**, która obejmuje osadzanie materiału skalnego.

Do czynników odpowiedzialnych za te procesy należą:

- ▶ lód przemieszczający się w lodowcach,
- ▶ woda pochodząca z topniejących lodowców,
- ▶ woda płynąca w rzekach,
- ▶ woda morska,
- ▶ wiatr.

## Wietrzenie i jego rodzaje

**Wietrzenie** to proces poprzedzający wiele innych zjawisk rzeźbotwórczych. Polega na niszczeniu skał pod wpływem zmian temperatury powietrza oraz oddziaływania wody i organizmów. Efektem wietrzenia jest **zwietrzelina** – zewnętrzna część skały o zmienionych właściwościach chemicznych lub fizycznych.

Wietrzenie zależy m.in. od warunków klimatycznych i rodzaju podłoża skalnego. Dlatego w różnych regionach Ziemi przebiega w innym tempie i w inny sposób. Wyróżnia się dwa główne typy wietrzenia:

- ▶ **wietrzenie fizyczne**,
- ▶ **wietrzenie chemiczne**.

Czasami, aby podkreślić udział roślin i zwierząt w niszczeniu podłoża skalnego, wyodrębnia się też **wietrzenie biologiczne**.



## Wietrzenie fizyczne

**Wietrzenie fizyczne**, nazywane też wietrzeniem mechanicznym, polega na kruszeniu się skał. Rozpad skał następuje pod wpływem:

- ▶ zmiany temperatury ich powierzchni,
- ▶ zmiany wilgotności skał,
- ▶ zmiany objętości wody lub innych substancji znajdujących się w próżniach skalnych.

Jednym z rodzajów wietrzenia fizycznego jest **wietrzenie termiczne**, określane również mianem wietrzenia insolacyjnego. Najintensywniej zachodzi ono na obszarach odznaczających się dużymi dobowymi wahaniami temperatury powietrza (np. na pustyniach, półpustyniach, stepach i terenach górskich). W ciągu dnia skały wystawione na działanie promieni słonecznych nagrzewają się i zwiększają swoją objętość. Z kolei nocą, gdy następuje znaczne ochłodzenie, skały się kurczą. Wskutek wielokrotnych zmian objętości zmniejsza się ich spoistość. Powstają pęknięcia, a zewnętrzne, cienkie fragmenty skał się oddzielają. Ten proces nosi nazwę **łuszczenia skał**. Jego skutki można zaobserwować na poniższej fotografii.

Innym rodzajem wietrzenia fizycznego jest **wietrzenie mrozowe**. Przebieg tego procesu przedstawiono na s. 128.

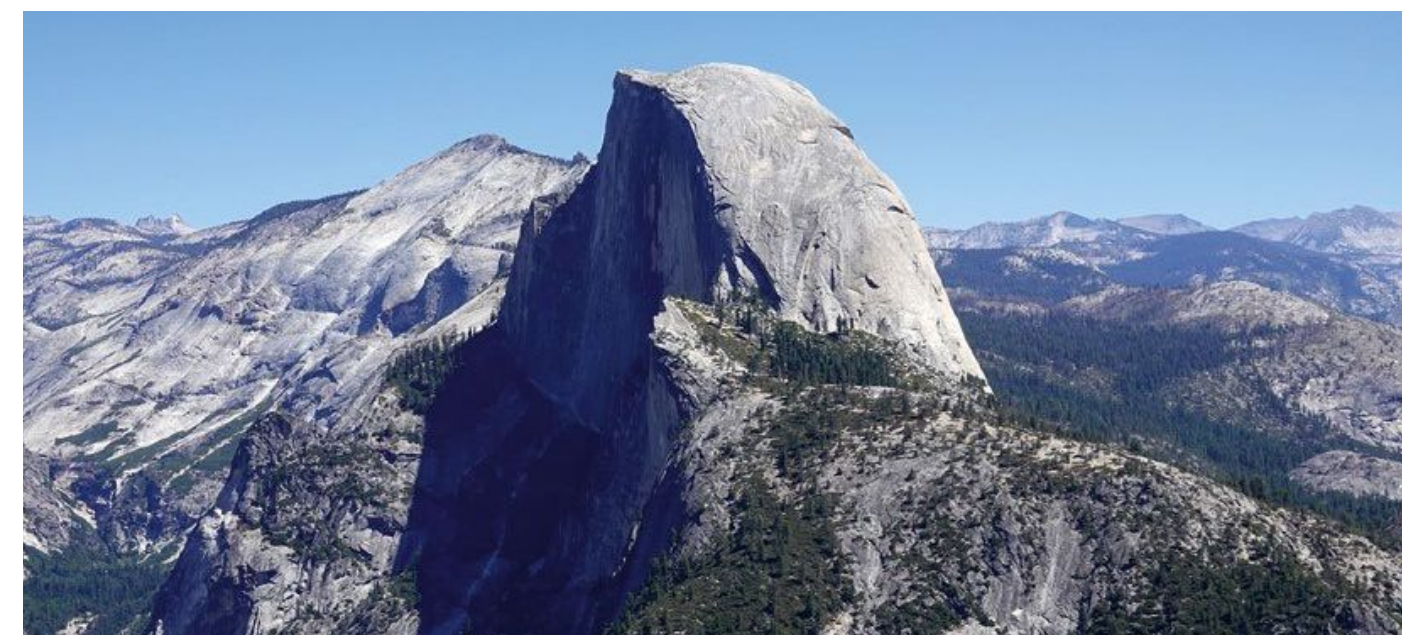


Czasem w wyniku wietrzenia powstają formy przypominające plastry miodu. Występują np. na kalifornijskim wybrzeżu Pacyfiku.

## Czy wiesz, że...

Substancją powodującą rozpad skał jest też sól, która przenika do porów i szczelin skalnych. W wyniku zmian temperatury i wilgotności kryształ soli zwiększają swoją objętość, przez co wywierają nacisk na ściany szczelin i rozpychają skałę. Ten rodzaj wietrzenia jest charakterystyczny m.in. dla:

- terenów, które odznaczają się gorącym i suchym klimatem (np. dla pustyni i półpustyni),
- obszarów nadmorskich, na których skały mają częsty kontakt ze słoną wodą.



Łuszczenie wygładza ostre krawędzie skał. Ten proces wpłynął m.in. na obecny wygląd formacji skalnej Half Dome w Parku Narodowym Yosemite.

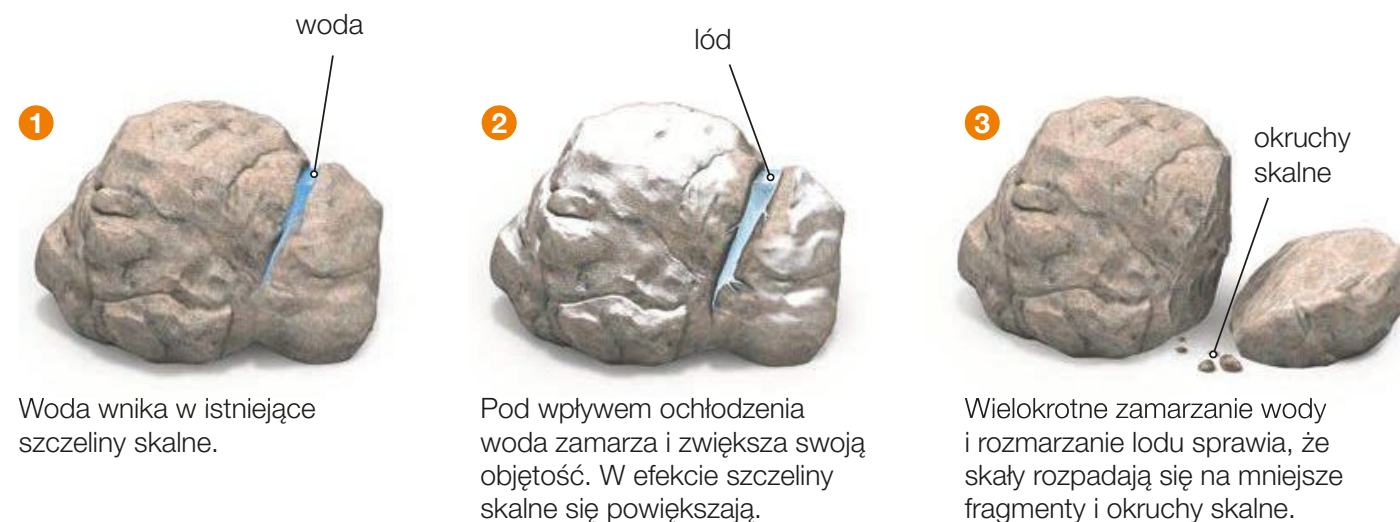


## Wietrzenie mrozowe

Wietrzenie mrozowe występuje na obszarach o chłodnym klimacie, gdzie temperatura powietrza oscyluje między wartościami ujemnymi a dodatnimi. Decydującą rolę w tym procesie odgrywa woda. Gdy zamarza w szczelinach skalnych, zwiększa swoją objętość. Powstały лёd rozpycha szczeliny i rozsadza skały na duże bloki. Wielkość spadku temperatury poniżej 0°C nie wpływa na intensywność wietrzenia. Liczy się za to częstotliwość zamarzania wody i topnienia lodu.



W wyniku wietrzenia mrozowego powstają rumowiska skalne zwane gołoborzami. W Polsce występują m.in. w Górach Świętokrzyskich i w Tatrach.



## Wietrzenie chemiczne

**Wietrzenie chemiczne** najintensywniej zachodzi w klimatach wilgotnych i gorących. W odróżnieniu od wietrzenia mechanicznego powoduje zmianę składu chemicznego skał.

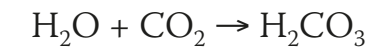
Główną rolę w tym wietrzeniu odgrywa **woda**, w której są rozpuszczone różne związki chemiczne, np. dwutlenek węgla i tlen. Taki roztwór oddziałuje na skały, z którymi ma kontakt – rozpuszcza część budujących je minerałów. Rodzajem wietrzenia chemicznego są **procesy krasowe**, nazywane również **krasowaniem**. Ich przyczyny, przebieg oraz rezultaty zostały opisane dokładniej na s. 129–131.



Kalcyt to przykład minerału, który bardzo łatwo ulega wietrzeniu chemicznemu.

## Procesy krasowe

**Procesy krasowe** polegają na rozpuszczaniu skał przez roztwór kwasu węglowego, czyli wodę zawierającą rozpuszczony dwutlenek węgla:



Najpodatniejsze na krasowienie są skały węglanowe, np. wapienie. Ich głównym składnikiem jest **węglan wapnia** ( $\text{CaCO}_3$ ). Ulega on rozpuszczaniu przez roztwór kwasu węglowego, w wyniku czego powstaje wodorowęglan wapnia:



W efekcie krasowienia zarówno na powierzchni ziemi, jak i pod ziemią powstają różnorodne formy krasowe.

## Formy krasu powierzchniowego

Do form krasowych powstających na powierzchni ziemi należą m.in.:

- ▶ żłobki krasowe,
- ▶ lejki krasowe,
- ▶ ponory,
- ▶ polja,
- ▶ ostańce krasowe.

Te formy zostały zaprezentowane na następnej stronie.

## Formy krasu podziemnego

Spośród form krasu podziemnego na szczególną uwagę zasługują **jaskinie**. Występują na różnych głębokościach i mogą być połączone **korytarzami**, a czasem – pionowymi **kominami krasowymi**. W wielu jaskiniach występuje bogata szata naciekowa. Jej charakterystycznymi formami są:

- ▶ **stalaktyty** – nacieki w kształcie zwisających sopli powstałe w miejscach, w których woda kapie ze stropu jaskini,
- ▶ **stalagmity** – nacieki w postaci słupków narastających od dna jaskini ku górze, utworzone na skutek wytrącania się węglanu wapnia z wody kapiącej ze stropu jaskini,
- ▶ **stalagnaty** – kolumny powstałe z połączenia stalaktytów i stalagmitów.

W różnych miejscach jaskini woda sączy się po nachylonej powierzchni ścian lub spływa wzdłuż skalnych krawędzi. Powstają wówczas **draperie naciekowe**, które przypominają wyglądem wiszące firanki.

Na obszarach krasowych występują duże zasoby wód podziemnych i niewielkie zasoby wód powierzchniowych. Rzeki różnej wielkości często znikają w otworach i szczelinach zwanych **ponorami**. Zdarza się też, że woda wypływa na powierzchnię w postaci źródeł krasowych – **wywierzyisk**.



Stalaktyty i stalagmity o różnych kształtach i rozmiarach to część bogatej szaty naciekowej jednej z najbardziej znanych jaskiń w Polsce – jaskini Raj w Górach Świętokrzyskich.



## Rzeźba krasowa

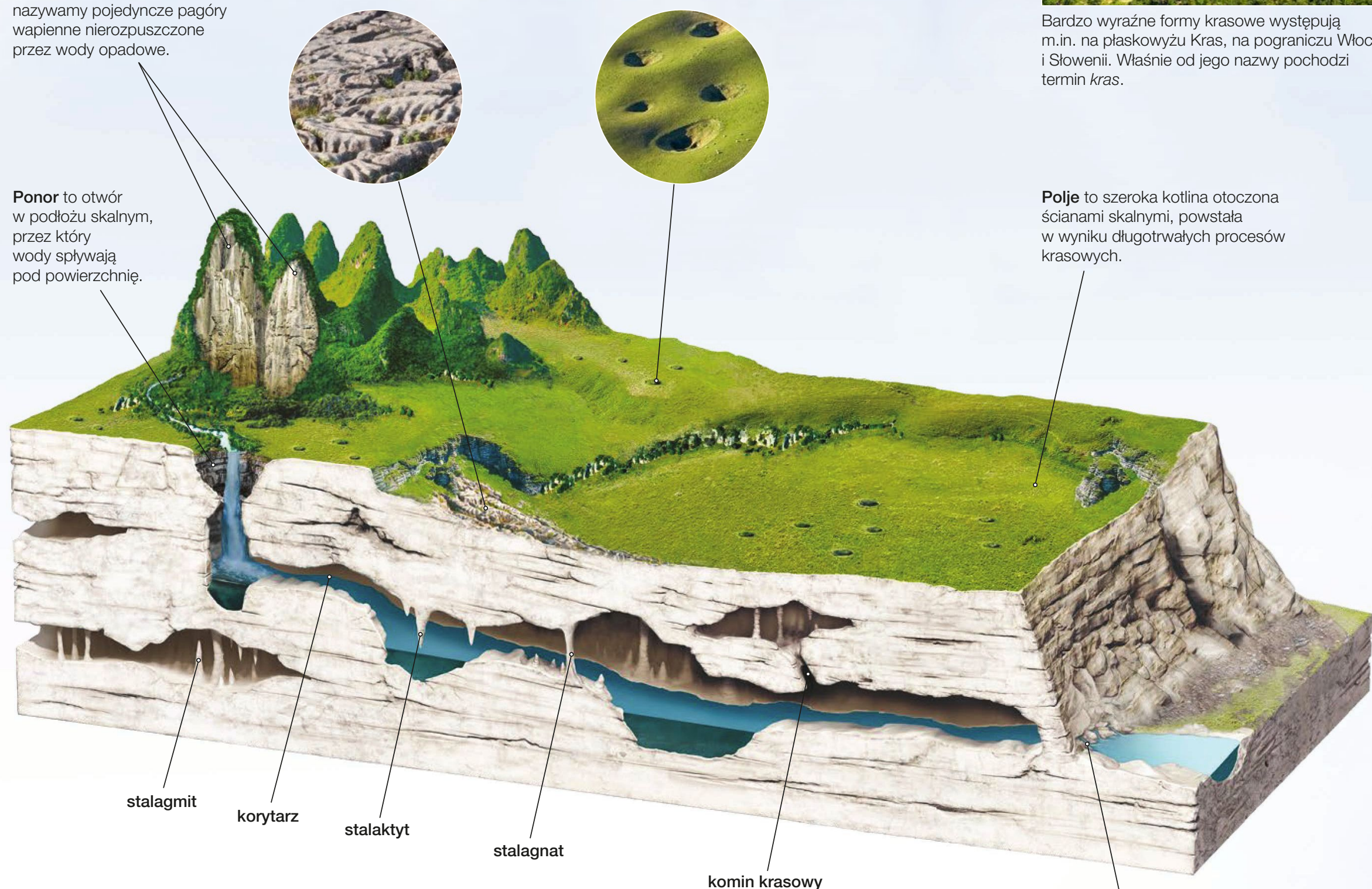
Woda opadowa oddziałuje na powierzchnię skał, a także – na skutek wsiąkania w liczne szczeliny – na ich podziemną część. W wyniku procesów krasowych powstają formy powierzchniowe i formy podziemne.

**Ostańcami krasowymi** nazywamy pojedyncze pagóry wapienne nierozpuszczone przez wody opadowe.

**Żłobki krasowe** mają postać podłużnych zagłębień, które utworzyła woda opadowa spływająca po pochyłej powierzchni skał.

**Lejki krasowe** to owalne zagłębienia powstałe pod wpływem intensywnego rozpuszczania skał na powierzchni lub zapadania się podziemnych komór.

**Ponor** to otwór w podłożu skalnym, przez który wody spływają pod powierzchnię.



Bardzo wyraźne formy krasowe występują m.in. na płaskowyżu Kras, na pograniczu Włoch i Słowenii. Właśnie od jego nazwy pochodzi termin *kras*.

**Polje** to szeroka kotlina otoczona ścianami skalnymi, powstała w wyniku długotrwałych procesów krasowych.



Rozwój systemów korzeniowych roślin sprawia, że szczeliny skalne poszerzają się nawet w litych skałach. Ten proces zachodzi w wielu miejscach kuli ziemskiej, np. na obszarach górskich w północnym Izraelu.

### Wietrzenie biologiczne

Wietrzenie powodowane przez rośliny i zwierzęta nazywamy **wietrzeniem biologicznym** (organicznym). Najintensywniej zachodzi ono na obszarach o ciepłym i wilgotnym klimacie, który sprzyja rozwojowi roślin i zwierząt. Organizmy przyczyniają się zarówno do fizycznego, jak i chemicznego niszczenia skał. Na przykład zwierzęta rozdrabniają podłoże skalne, kiedy po nim biegają, uderzają w nie kopytami lub ryją podziemne korytarze. Podobnie rozrastające się korzenie drzew powiększają pęknięcia w skałach i przyczyniają się do ich kruszenia (widać to na powyższej fotografii). Z kolei kwasy wydzielane przez systemy korzeniowe roślin oraz rozkładające się odchody zwierząt powodują rozpuszczanie skał.

### Ćwiczenia

1. Wymień zewnętrzne procesy kształtujące powierzchnię Ziemi.
2. Porównaj warunki, w których zachodzą łuszczenie skał oraz wietrzenie mrozowe. Opisz efekty obu tych procesów.
3. Podaj nazwy form krasu powierzchniowego oraz krasu podziemnego.
4. Podaj nazwy stref klimatycznych, w których najintensywniej zachodzą wietrzenie mrozowe oraz wietrzenie biologiczne.

? Podaj przykład krainy geograficznej w Polsce, na której obszarze powstała rzeźba krasowa.



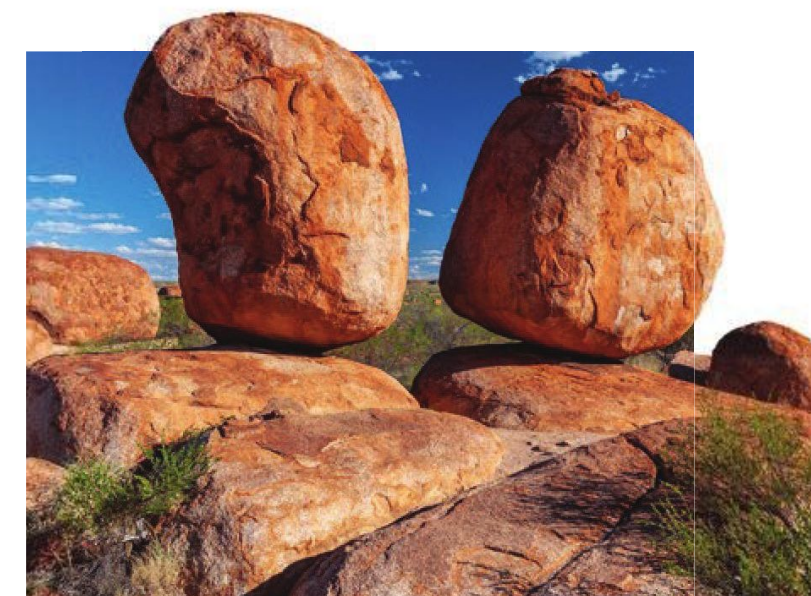
# Niezwykłe rzeźby natury

Procesy wietrzenia mogą znacząco zmieniać krajobraz. Widać to zwłaszcza na terenach zbudowanych z różnych rodzajów skał. Tam, gdzie występują skały charakteryzujące się mniejszą odpornością, wietrzenie przebiega znacznie szybciej. Powstają wówczas formy zwane ostańcami, które często przybierają niespotykane kształty, m.in. kopuły, wieże, iglice czy skalnych ścian. Ostańce można podziwiać np. niedaleko miasta Guilin w południowych Chinach, w Monument Valley w Stanach Zjednoczonych oraz w wielu regionach Australii.



## Wapienne wieże

Okolice miasta Guilin w południowych Chinach to jeden z najpiękniejszych przykładów krajobrazu krasowego. Niebywałego uroku temu miejscu nadają liczne ostańce krasowe. Wznoszą się one na wysokość nawet kilkuset metrów. W porośniętych zieloną roślinnością ścianach ostańców znajdują się wejścia do jaskiń, w których często występuje bogata szata naciekowa.



## Skalne kule

W środkowej części Australii – w rezerwacie Karlu Karlu zajmującym powierzchnię ponad 18 km<sup>2</sup> – znajdują się „porzrzucone” granitowe kule. To ciekawy przykład wietrzenia skał w warunkach gorącego i suchego klimatu (z różnicą temperatury powietrza między dniem a nocą wynoszącą ponad 30°C). Największe z tych form osiągają średnicę nawet 6 m. Swą czerwonawą barwę zawdzięczają związkom żelaza, które występują na tym obszarze w dużej ilości.



## Granitowa fala

Okolo 340 km na wschód od australijskiego miasta Perth znajduje się Wave Rock – licząca mniej więcej 60 mln lat formacja skalna przypominająca falę. Osobliwy kształt tej ogromnej granitowej skały (15 m wysokości, 100 m długości) jest efektem wietrzenia, erozji wodnej i erozji wietrznej. Szczegółowe badania mineralogiczne wykazały, że wiek niektórych kryształów budujących Wave Rock wynosi co najmniej 2,7 mld lat.



## Ogromne rękawiczki

Monument Valley to region położony w Stanach Zjednoczonych na granicy stanów Utah i Arizona. Indianie Nawaho nazywają to miejsce Doliną Skał. Obie te nazwy doskonale oddają charakter miejsca, ponieważ pustynne dno doliny urozmaicają monumentalne skalne wieże. Powstały one w czerwonym piaskowcu pod wpływem intensywnego wietrzenia. Wśród tych skał uwagę przykuwają 300-metrowe wieże, które kształtem przypominają rękawiczki z jednym palcem.





## 2 Rzeźbotwórcza działalność rzek

### Ważne na tej lekcji!

- górny, środkowy i dolny bieg rzeki
- procesy zachodzące w ramach rzeźbotwórczej działalności rzek
- formy powstające w wyniku działalności wód płynących
- typy ujść rzecznych

Płynąca woda jest jedną z najpotężniejszych sił kształtujących powierzchnię naszej planety. Każda, nawet najmniejsza rzeka rzeźbi podłoże, po którym płynie. I mimo że te zmiany z reguły zachodzą bardzo powoli, to w ich wyniku często powstają imponujące formy.

### Rzeźbotwórcza działalność wód płynących

Efekty rzeźbotwórczej działalności rzek widać na całej kuli ziemskiej. Ta działalność obejmuje przede wszystkim:

- ▶ żłobienie podłoża skalnego, po którym płynie woda, czyli **erozję**,
- ▶ przenoszenie przez wodę materiału skalnego, czyli **transport**,
- ▶ osadzanie materiału skalnego, czyli jego **akumulację**.

Erozja, transport i akumulacja przebiegają w poszczególnych częściach (biegach) rzeki

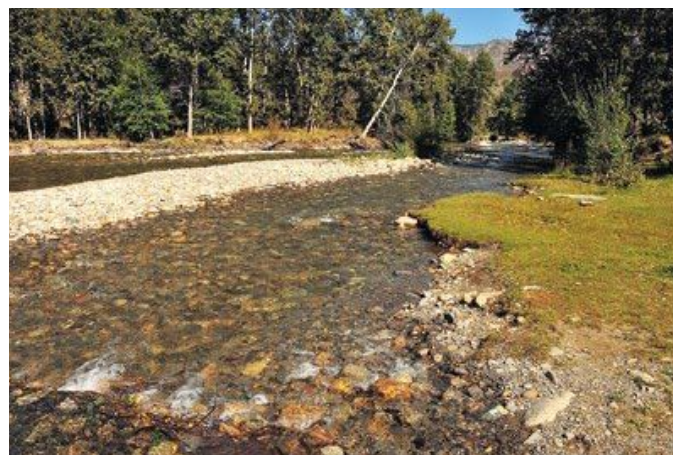


Jednym z najefektowniejszych przykładów wpływu działalności wody na podłoże skalne jest Wielki Kanion rzeki Kolorado.

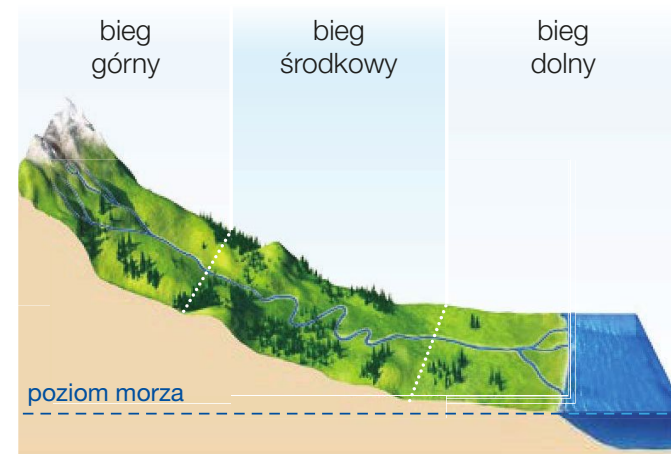
z różną intensywnością. Najczęściej wyróżnia się trzy odcinki rzeki:

- ▶ **bieg górny**,
- ▶ **bieg środkowy**,
- ▶ **bieg dolny**.

Ten podział został przedstawiony na poniższej ilustracji.



Rzeka transportuje i akumuluje materiał skalny pochodzący z erozji. Nazywamy go rumowiskiem rzeczonym.



Wyróżnianie poszczególnych odcinków (biegów) rzek wynika ze stopnia nachylenia terenu, po którym rzeki płyną.

### Górny bieg rzeki

Górny bieg rzeki zaczyna się w miejscu, w którym znajduje się jej **źródło**. Mimo że w górnym biegu wody jest niewiele, to ze względu na wyraźne różnice wysokości płynie ona szybko. Dzięki temu może transportować znaczną ilość materiału skalnego, który uderza w podłoże i silnie je żłobi. Zachodzi wtedy intensywna **erozja wgłębna**. W jej wyniku stopniowo pogłębia się dno i formuje **dolina V-kształtna** (→ erozja wgłębna, dolina V-kształtna, s. 136).

W niektórych fragmentach górnego odcinka podłoże może być zbudowane ze skał odporniejszych na żłobienie. W takich miejscach powstają progi skalne, a na nich – **wodospady**. Spadająca woda ma na tyle dużą siłę, że podcina próg i sprawia, że materiał w jego górnej części się obrywa. W efekcie próg skalny się cofa – zachodzi proces nazywany **erozją wsteczną**. Został on przedstawiony na ilustracjach obok.



Erozja wsteczna.

### Środkowy bieg rzeki

W środkowym odcinku rzeki woda niesie drobniejszy materiał niż w górnym, przez co intensywność erozji wgłębnej maleje. Dominującym procesem jest **erozja boczna**. Na skutek podcinania brzegów przez wodę tworzą się **meandry** i **starorzecza** (→ erozja boczna, meandry, starorzecza, s. 137).



Starorzecza to stosunkowo małe i płytkie jeziora będące fragmentami dawnych koryt rzecznych odciętych od głównego nurtu rzeki.

### Dolny bieg rzeki

W dolnym odcinku rzeka płynie najwolniej, a często – wręcz leniwie. Ponieważ jej siła erozyjna i transportowa maleje, znaczna część materiału skalnego ulega **akumulacji** (→ akumulacja, s. 137). Większość rzek kończy swój bieg ujściem (→ ujście rzeki, s. 86; typy ujść rzecznych, s. 138).



W wyniku akumulacji na rzekach powstają mielizny i łachy. Te nietrwale formy stopniowo przemieszczają się z prądem wzdłuż rzeki.



# Z BIEGIEM RZEKI

Z biegiem rzeki, od jej źródła do ujścia, stopniowo zmienia się charakter procesów rzeźbotwórczych. Ich intensywność zależy m.in. od spadku rzeki, wielkości przepływu i prędkości płynącej wody oraz od rodzaju podłoża.

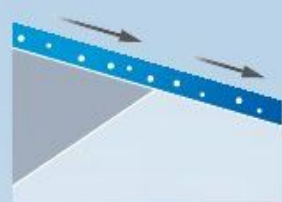
## 1 BIEG GÓRNY

W górnym odcinku rzeka ma duży spadek. Wody jest tam stosunkowo mało, ale płynie z dużą prędkością. Przeważa **erozja wgłębna**.



W **biegu górnym** dolina, którą płynie rzeka, ma wąskie dno i strome zbocza. Erozja wgłębna powoduje, że w przekroju wyraźnie widać **kształt litery V**.

### Etapy erozji wgłębnej



1

Duży spadek rzeki sprawia, że woda wymywa i transportuje znaczne ilości materiału skalnego o różnym rozmiarze.



2

Materiał skalny niesiony przez rzekę pogłębia te miejsca dna koryta, w których występują mniej odporne skały.



3

Na granicy skał o różnej odporności powstaje próg skalny. Na wysokich progach tworzą się **wodospady**.

## 2 BIEG ŚRODKOWY

W środkowym odcinku spadek rzeki jest mniejszy. Wzrasta za to ilość płynącej wody. W tej części przeważa **erozja boczna**, w której efekcie powstają meandry (zakola rzeczne) i starorzecza.



W **biegu środkowym** dolina, którą płynie rzeka, jest szersza niż w biegu górnym. Jej dno jest płaskie, a zbocza są łagodnie nachylone.

### Etapy powstawania meandrów



1

Woda płynąca w nurcie podmywa raz jeden, raz drugi brzeg rzeki.



2

Wskutek erozji brzegu i akumulacji materiału skalnego powstają meandry.



3

Erozja boczna prowadzi do przerwania meandrów. Rzeka prostuje swój bieg. Tworzą się starorzecza.

## 3 BIEG DOLNY

W dolnym odcinku rzeka płynie najwolniej, ale niesie najwięcej wody. Dominującym procesem jest **akumulacja materiału skalnego**. Największa ilość osadów rzecznych gromadzi się przy ujściu.



W **biegu dolnym** dolina rzeczna ma największą szerokość. Jej dno i otaczające ją tereny są niemal płaskie.

### Etapy powstawania delty



1

Duże ilości materiału skalnego niesionego przez rzekę gromadzą się u ujścia.



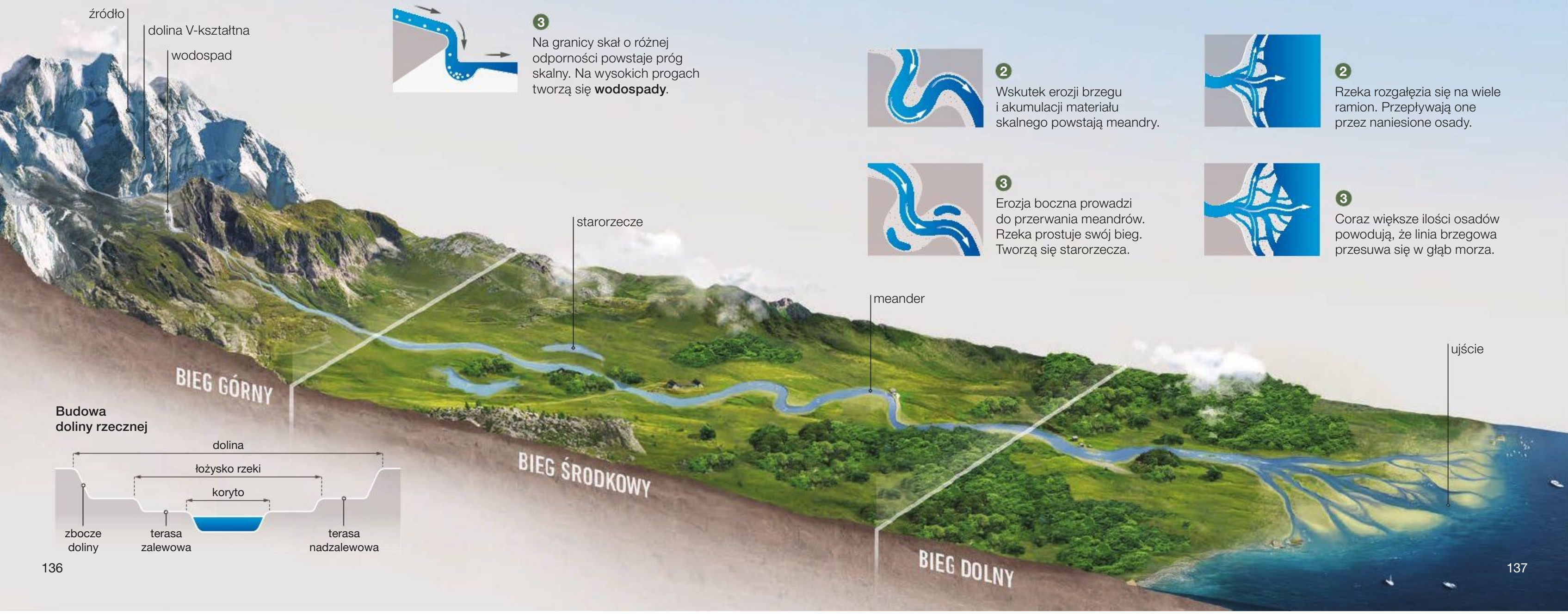
2

Rzeka rozgałęzia się na wiele ramion. Przepływają one przez naniesione osady.



3

Coraz większe ilości osadów powodują, że linia brzegowa przesuwa się w głąb morza.



Budowa doliny rzecznej





## Typy ujść rzecznych

Typ ujścia zależy m.in. od ilości materiału niesionego przez rzekę, wielkości pływów w akwenie, do którego ona wpada, oraz od siły i kierunku prądów przybrzeżnych. Wyróżnia się dwa typy ujść rzecznych: ujście deltowe (deltę) i ujście lejkowate (estuarium).

### Delta

Delta tworzy się tam, gdzie rzeka uchodzi do płytkiego zbiornika wodnego, w którym nie ma silnych prądów przybrzeżnych i gdzie nie obserwuje się wysokich pływów. W takich warunkach rzeka nanosi więcej materiału, niż mogą usunąć fale i prądy. Osady delty stanowią przeszkodę dla napływających wód rzecznych, dlatego rzeka rozgałęzia się na wiele ramion. Delty rzeczne mogą mieć różne kształty i rozmiary. Takie ujście mają m.in. Missisipi, Amazonka, Orinoko, Ganges, Eufrat z Tygrysem, Huang He, Niger, Nil, Wisła i Wołga.



Delta Nilu.



Delta Missisipi.

### Estuarium

Estuarium powstaje w miejscu, w którym rzeka wpada do akwenu odznaczającego się występowaniem dużych pływów i silnych prądów przybrzeżnych (albo jedną z tych cech). Wody morskie zabierają materiał akumulowany przez rzekę i wdzierają się w górę jej koryta, przez co stale je poszerzają. W estuarium słodkie wody rzeczne często mieszają się z wodami morskimi. Estuarium mają m.in. Rzeką Świętego Wawrzyńca, Parana z Urugwajem, Gambia, Garonna z Dordogne [wym. dordorń], Tag, Łaba, Tamiza, Sekwana i Loara.



Estuarium Loary.

### Ćwiczenia

1. Omów rzeźbotwórczą działalność rzeki w jej górnym, środkowym oraz dolnym biegu.
2. Wymień formy, które powstają w wyniku rzeźbotwórczej działalności rzek.
3. Wyjaśnij, dlaczego niektóre rzeki tworzą ujście deltowe, a inne – ujście lejkowate.

## 3

## Rzeźbotwórcza działalność lodowców górskich i lądolodów

### Ważne na tej lekcji!

- rzeźbotwórcza działalność lodowców górskich
- rzeźbotwórcza działalność lądolodów
- formy terenu powstające w wyniku działalności lodowców górskich i lądolodów
- krajobraz polodowcowy

Podczas poprzedniej lekcji była mowa o tym, że płynąca woda jest jedną z najważniejszych sił rzeźbiących powierzchnię Ziemi. Woda w postaci lodu również może znacznie przekształcać krajobraz. Lodowce, podobnie jak rzeki, niszczą podłoże skalne, transportują materiał skalny, a następnie go osadzają.

### Niszcząca działalność lodowców górskich

Niszcząca działalność lodowców górskich polega na:

- ▶ zdzieraniu materiału skalnego,
- ▶ wygładzaniu i polerowaniu podłoża,
- ▶ wrywaniu z podłoża okruchów i bloków skalnych.

Formami powstającymi w wyniku tej działalności są m.in. barańce, doliny U-kształtne i kotły lodowcowe (→ infografika, s. 140).

### Transportowa i budująca działalność lodowców górskich

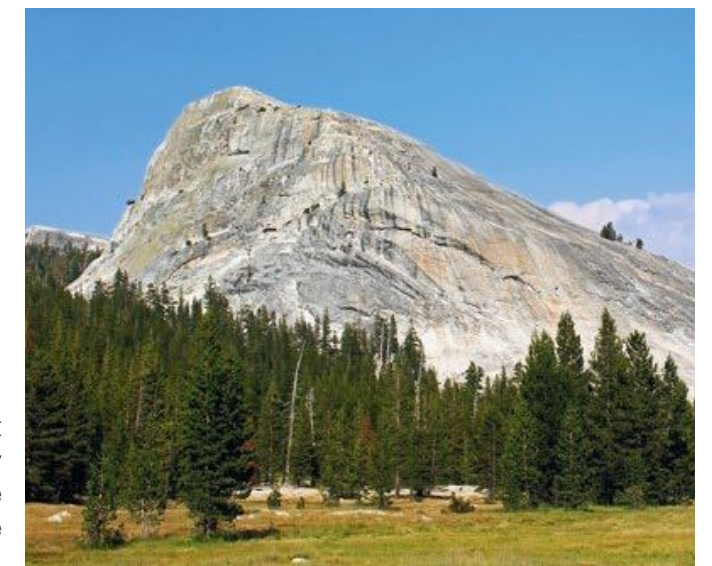
Narastające masy śniegu i lodu przemieszczają się pod wpływem grawitacji. Przesuwają się wraz z wtopionym materiałem skalnym nazywanym **moreną**. Ten materiał jest bardzo różnorodny – ma postać zarówno dużych głazów, jak i drobnych piasków. Zależnie od miejsca, w którym gromadzi się on w obrębie lodowca, po ustąpieniu lodu powstają różne typy moren:

- ▶ **morena czołowa** tworzy się przed jęzorem lodowca,
- ▶ **morena denna** osadza się przy dnie lodowca,
- ▶ **morena środkowa** powstaje w środkowej części jęzora lodowcowego,
- ▶ **morena boczna** jest usypywana wzdłuż boków jęzora lodowcowego.

### Barańce

Barańce (mutony) to wygładzone pagórki powstające w wyniku nierównomiernego wygładzania podłoża przez lodowiec. Od strony nasuwających się mas lodu mają łagodnie nachylone stoki, a od strony przeciwnej – strome.

Imponującym przykładem barańca jest Lemberg Dome. Podobnie jak pokazany na fotografii na s. 127 Half Dome znajduje się w Parku Narodowym Yosemite w Stanach Zjednoczonych.

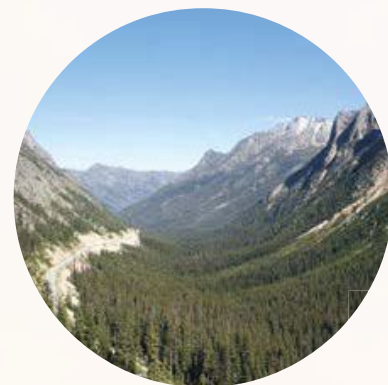




## Rzeźba polodowcowa na obszarach górskich

Na obszarach górskich, na których klimat i rzeźba terenu sprzyjają gromadzeniu się dużych ilości śniegu, występują lodowce górskie. Niosą one dużą ilość materiału skalnego, którym modelują dna i zbocza dolin górskich. Część tego materiału jest akumulowana w postaci moren. Wszystkie te procesy zachodzą obecnie m.in. w Alpach, Himalajach oraz Andach.

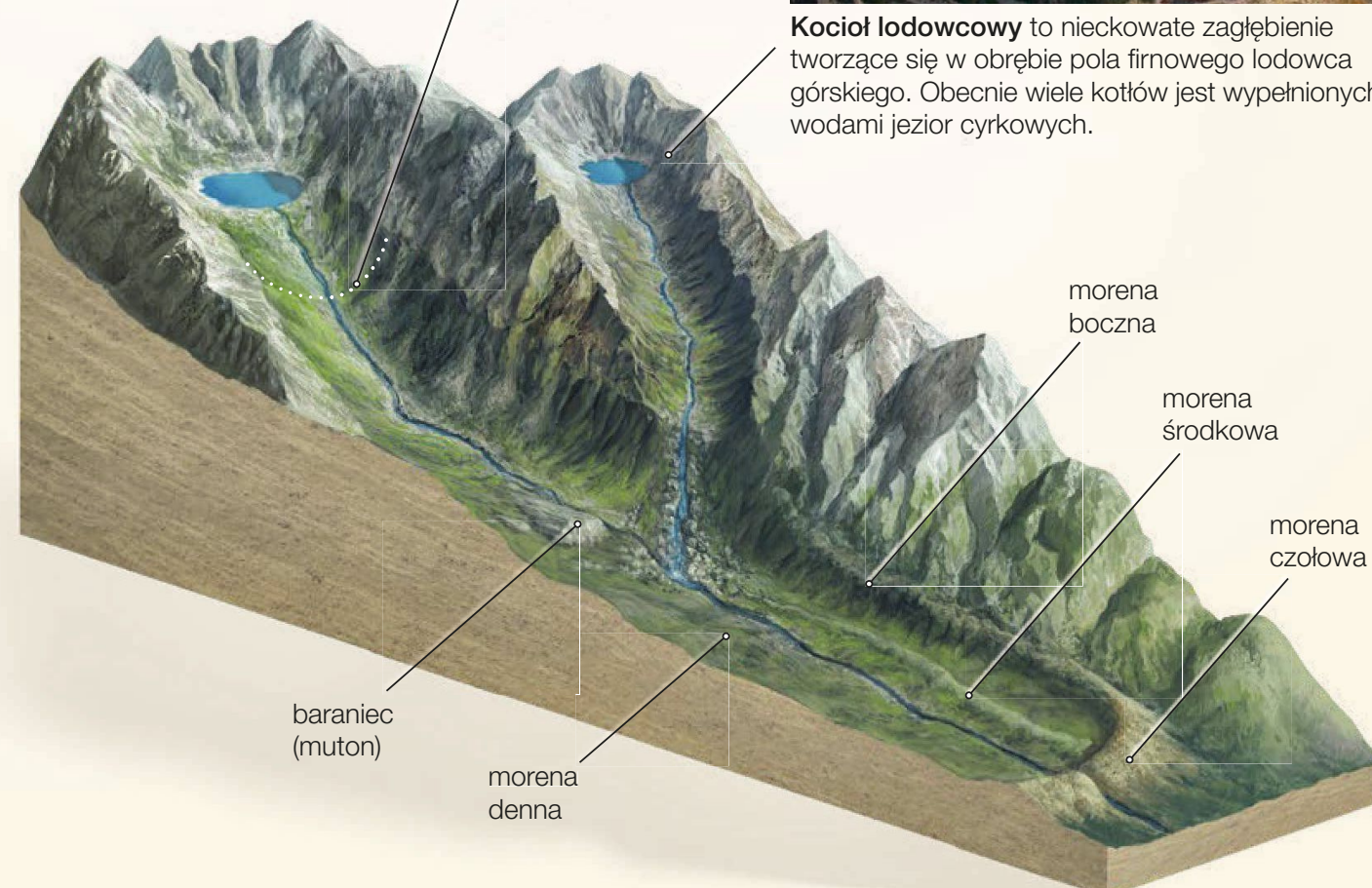
### Po zlodowaceniu



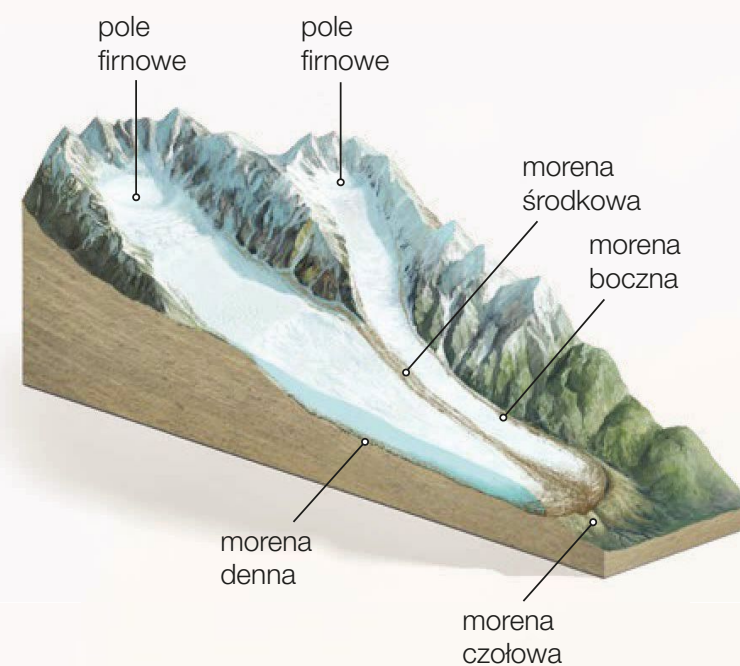
**Dolina U-kształtna** powstaje w wyniku pogłębiania się i poszerzania doliny rzecznej (V-kształtnej).



**Kocioł lodowcowy** to nieckowate zagłębienie tworzące się w obrębie pola firnowego lodowca górskiego. Obecnie wiele kottów jest wypełnionych wodami jezior cyrkowych.



### W czasie zlodowacenia



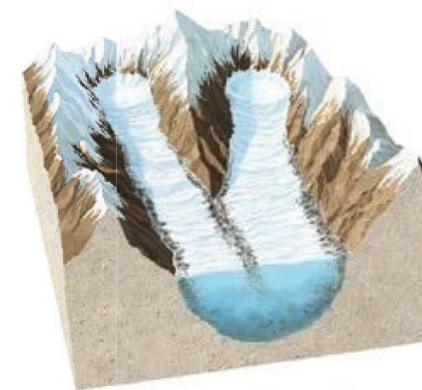
## Powstawanie doliny U-kształtnej

1



W wyniku erozji rzecznej powstaje dolina V-kształtna.

2



Lodowiec górski poszerza i pogłębia dolinę rzeczną.

3



Po wytopieniu się lodowca odsłania się dolina U-kształtna.



Podaj nazwy dwóch krain geograficznych w Polsce, w których powstały doliny U-kształtne.

### Rzeźbotwórcza działalność lądolodów

Lądolody, w odróżnieniu od stosunkowo niewielkich lodowców górskich, zajmują ogromne obszary. Współcześnie na Ziemi występują dwa lądolody – na **Antarktydzie** oraz na **Grenlandii** (→ rozmieszczenie lodowców górskich i lądolodów na kuli ziemskiej, s. 93). Ich łączna powierzchnia jest ponaddwukrotnie mniejsza od tej, którą masy lodu zajmowały w **plejstocenie**. Ówczesny zasięg lądolodu przedstawiono na ilustracji obok.

Pozostałością po lądolodzie plejstocenijskim jest **krajobraz polodowcowy** (→ krajobraz polodowcowy, s. 143). Charakteryzuje się obecnością licznych polodowcowych form terenu. Należą do nich:

- ▶ **formy glacialne**, które powstały w wyniku budującej lub niszczącej działalności lądolodu,
- ▶ **formy fluwioglacialne**, które utworzyły się w wyniku budującej lub niszczącej



Maksymalny zasięg lądolodu plejstocenijskiego na półkuli północnej.

działalności wód pochodzących z topniejącego lądolodu.

Więcej informacji dotyczących glacialnych i fluwioglacialnych form terenu znajduje się na s. 142–143.

**Plejstocen** – epoka czwartorzędu (najmłodszego okresu w dziejach Ziemi), która rozpoczęła się 2,6 mln lat temu, a skończyła – ok. 12 tys. lat temu. W plejstocen klimat wielokrotnie się ochładzał, co sprzyjało powstawaniu lądolodów.



## Glacialne formy terenu

Formami będącymi efektem budującej lub niszczącej działalności lądolodu są:

- ▶ **wzniesienia moreny czołowej**, które powstały przed czołem lądolodu pozostającego przez dłuższy czas w jednym miejscu,
- ▶ **powierzchnie moreny dennej**, czyli płaskie lub lekko faliste tereny utworzone w wyniku osadzania się materiału morenowego różnej grubości podczas topnienia lądolodu,
- ▶ **głazy narzutowe**, zwane też eratykami, czyli duże bloki skalne przetransportowane przez lądolód na odległość kilkuset kilometrów, np. z Półwyspu Skandynawskiego na tereny dzisiejszej Polski.



Największy glaz narzutowy Europy – Ehalkivi – leży na estońskim brzegu Morza Bałtyckiego. Obwód tego glazu wynosi niemal 50 m.

## Fluwioglacialne formy terenu

Na skutek budującej działalności wód fluwioglacialnych powstały np.:

- ▶ **sandry** – rozległe równiny utworzone w wyniku osadzania się żwirów i piasków naniesionych przez wody topniejącego lądolodu,
- ▶ **ozy**, czyli długie, wysokie, wąskie i kręte wały zbudowane głównie z piasków oraz ze żwirów naniesionych przez wodę, która płynęła w szczelinach i tunelach znajdujących się pod lądolodem.



Ozy mają zazwyczaj wysokość kilkunastu metrów, a ich długość może przekraczać 300 km. Tak imponujące formy występują np. w północnej Kanadzie.

Z kolei w wyniku niszczącej działalności wód pochodzących z topnienia lądolodu utworzyły się:

- ▶ **rynny podlodowcowe** – długie i wąskie zagłębienia powstałe wskutek żłobienia podłoża przez wody płynące pod lądolodem (wiele rynien wypełniło się wodą i stało się jeziorami rynnowymi),
- ▶ **pradoliny** – szerokie doliny wyżłobione przed czołem lądolodu przez wody wypływające z niego w wyniku topnienia lodu.



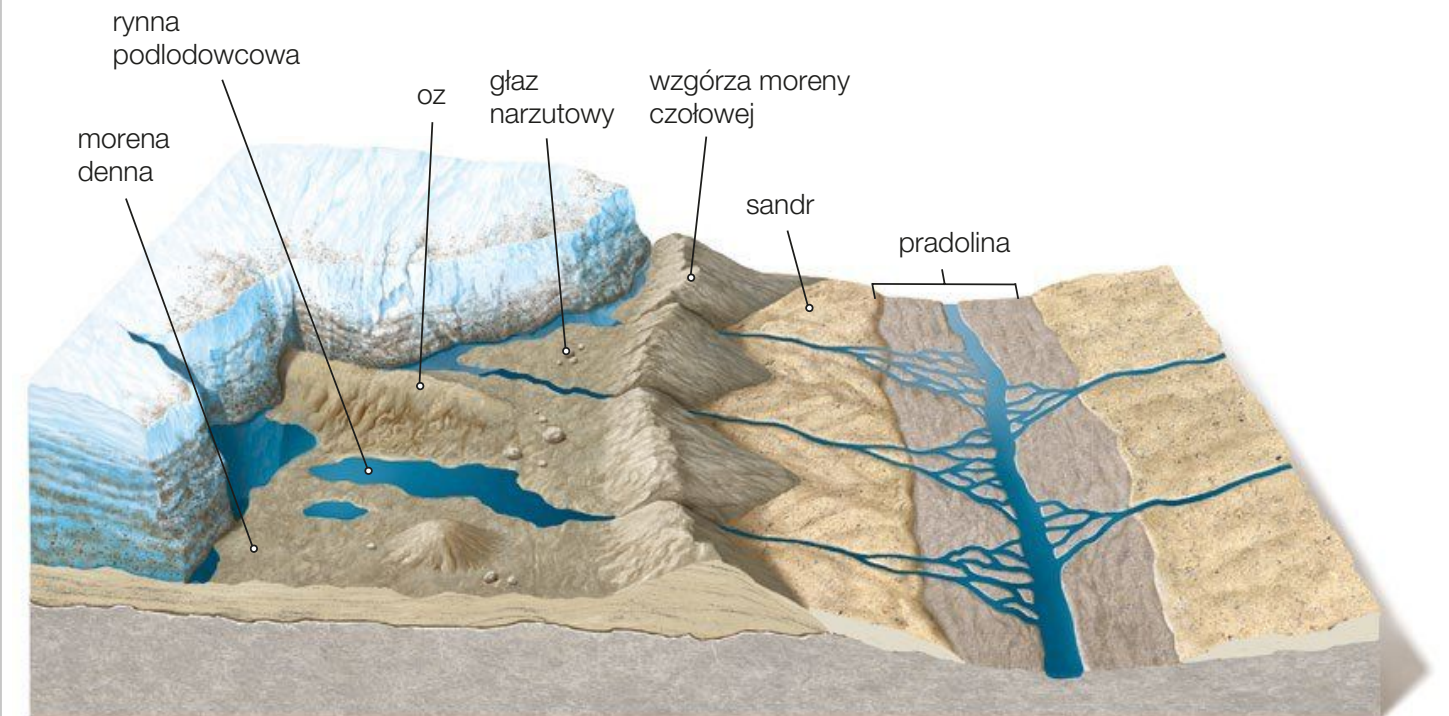
Jedną z największych pradoliny w Polsce jest Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka. Obecnie na niektórych odcinkach płyną nią Wisła, Noteć (fot.), Warta i Obrą.

## Krajobraz polodowcowy (krajobraz glacialny)

Krajobraz polodowcowy powstał w efekcie działalności lądolodu. Tworzą go lepiej lub gorzej zachowane formy polodowcowe, takie jak wzngrza moreny czołowej, równiny moreny dennej, równiny sandrowe i pradoliny.



Dobrze zachowane formy krajobrazu polodowcowego znajdują się m.in. na Pojezierzu Drawskim (wschodnia część województwa zachodniopomorskiego). Występują tam np. wzngrza morenowe przekraczające 200 m n.p.m. oraz liczne rynny podlodowcowe wypełnione wodami jezior.



? Podaj po dwie nazwy form terenu powstałych w wyniku niszczącej oraz budującej działalności lądolodu lub wód pochodzących z jego topnienia.

## Ćwiczenia

1. Podaj nazwy trzech form terenu powstających w wyniku niszczącej działalności lodowców górskich.
2. Wyjaśnij, jak powstaje dolina U-kształtna.
3. Wymień trzy łańcuchy górskie, które są położone na różnych kontynentach i w których obecnie występują lodowce górskie.



## 4

## Rzeźbotwórcza działalność morza

## Ważne na tej lekcji!

- niszcząca działalność morza
- budująca działalność morza
- formy terenu powstające w wyniku działalności morza
- typy wybrzeży

Rzeźbotwórcza działalność morza powoduje, że wygląd wybrzeża nieustannie się zmienia. Na wybrzeżach wysokich wyraźnie widać niszczącą działalność fal morskich. Z kolei piaszczyste, płaskie plaże, na których chętnie wypoczywają turyści, to wynik budującej działalności morza.

## ■ Niszcząca działalność morza

Niszczanie brzegów przez fale morskie to **abrazja**. Polega ona na kruszeniu oraz rozdrabnianiu materiału skalnego, z którego jest zbudowany brzeg. Poszczególne etapy tego procesu można prześledzić poniżej.



Kościół w Trzemeszynie został zbudowany na przełomie XIV i XV w. ok. 2 km od brzegu Bałtyku. W wyniku abrazji część świątyni runęła do morza. Obecnie można oglądać jedynie fragment jej ostatniej ściany.

## Niszczanie klifu

Fale morskie z ogromną siłą uderzają o stromy brzeg nazywany **klifem** ❶ i podcinają jego dolną część. Tworzą tam zagłębienie – **niszę abrazyjną**. Materiał skalny pochodzący z niszczenia klifu ściera dno i je wyrównuje, przez co powstaje **platforma abrazyjna** ❷. Z czasem, w wyniku pogłębiania niszy, nawis skalny się obrywa. W efekcie brzeg morski się cofa, a materiał skalny pochodzący z obrywania jest w dalszym ciągu rozkruszany przez fale i przenoszony w głąb morza. W ten sposób tworzy się **platforma akumulacyjna** zbudowana z rozdrobnionego materiału skalnego ❸.



## ■ Budująca działalność morza

Budującą działalność morza widać na niskich i płaskich wybrzeżach. Fale rozkruszają materiał skalny i wynoszą go w morze. Następnie prądy przybrzeżne przenoszą go wzdłuż brzegów i osadzają w innych miejscach wybrzeża. Z rozdrobnionego materiału skalnego wyrzuconego na brzeg przez fale powstają **plaże**, czyli płaskie, piaszczyste (czasem żwirowe lub kamieniste) odcinki wybrzeża. Rozrastają się one w tych miejscach, w których fale wyrzucają na brzeg więcej materiału, niż są w stanie później zabrać. Dlatego właśnie plaże nieustannie zmieniają swoje kształty i rozmiary.

W wyniku budującej działalności prądów przybrzeżnych powstają również **mierzeje**. Są to piaszczyste wały, które przrastają do lądu i z czasem odcinają wody zatok od otwartego morza. Kolejne etapy powstawania mierzei można prześledzić na ilustracjach znajdujących się obok.

## Czy wiesz, że...

Gdy mierzeja jest przyrośnięta do lądu tylko jednym końcem, nazywamy ją **kosą**. Na polskim wybrzeżu Morza Bałtyckiego najdłuższą spośród takich form jest Mierzeja Helska. Jej długość wynosi 35 km.

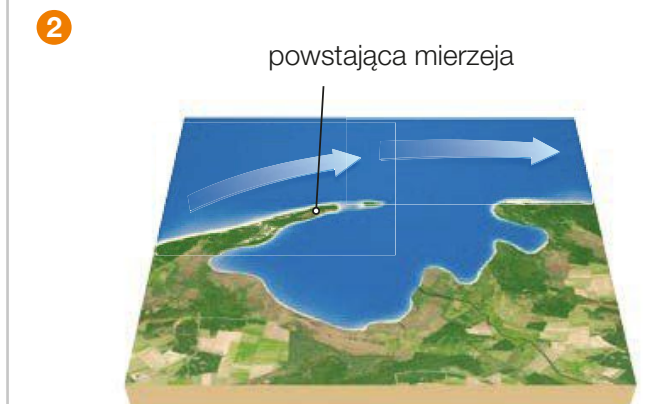


Na świecie istnieje wiele pięknych mierzei. Jedną z nich jest La Dune de Bouctouche [wym. la duń de buktusz] znajdująca się w prowincji Nowy Brunszwik we wschodniej części Kanady.

## Powstawanie mierzei



Prądy przybrzeżne nieustannie transportują materiał skalny.



Załamania linii brzegowej powodują, że prądy przybrzeżne płyną wolniej. Niesiony przez nie materiał skalny jest akumulowany.



Narastająca mierzeja z czasem może doprowadzić do zamknięcia zatoki i powstania jeziora przybrzeżnego.

**?** Odszukaj na mapie Polski trzy miejsca, w których utworzyły się mierzeje. Zapisz nazwy tych miejsc w zeszycie.

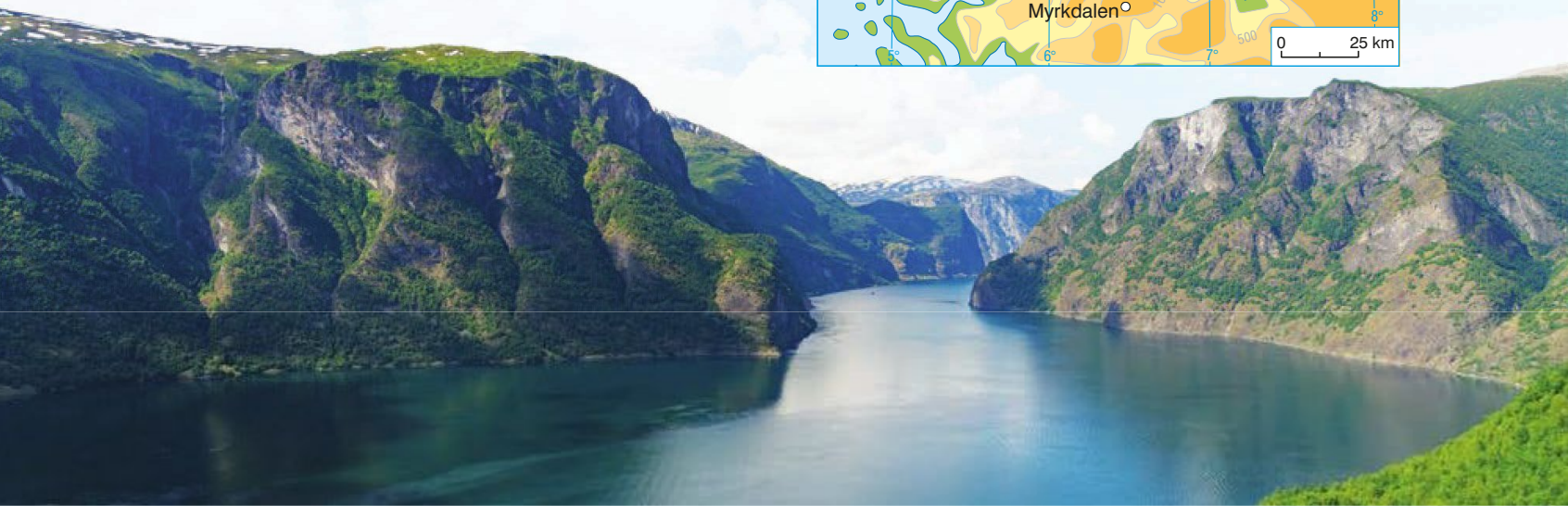
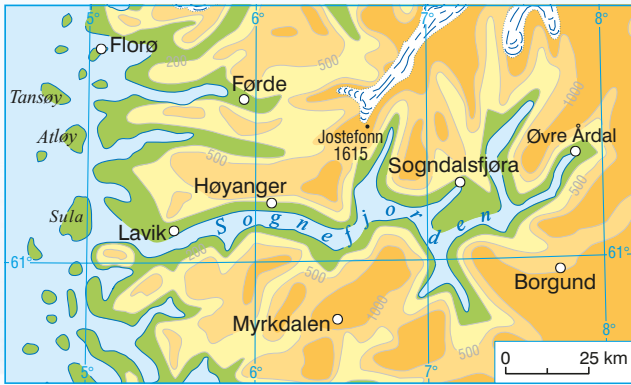


# Typy wybrzeży

Różnorodne procesy kształtujące brzegi morskie sprawiły, że krajobraz na styku morza i lądu jest bardzo zróżnicowany. Istnieje wiele typów wybrzeży. Ze względu na sposób powstawania wyróżnia się m.in. wybrzeża: fiordowe, szkiekowe (szerowe), riasowe, dalmatyńskie, zalewowo-mierzejowe i namorzynowe.

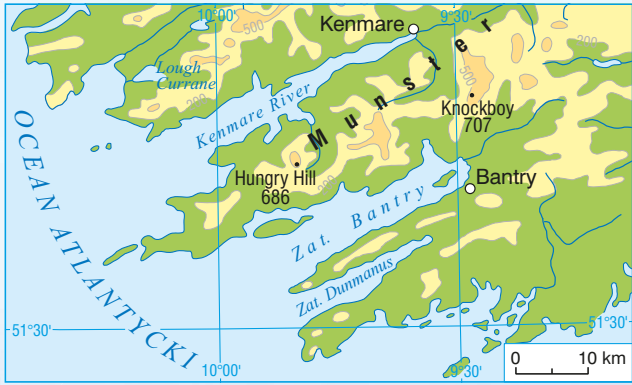
## Wybrzeża fiordowe

**Wybrzeża fiordowe** są skutkiem zalania przez morze dolin polodowcowych. Tak powstały fiordy, czyli głębokie, kręte i wąskie zatoki, które mogą się ciągnąć nawet przez kilkadziesiąt kilometrów. Wybrzeża fiordowe występują m.in. w Norwegii (fot.), Kanadzie, na Grenlandii i Alasce, a także w Chile i Nowej Zelandii.



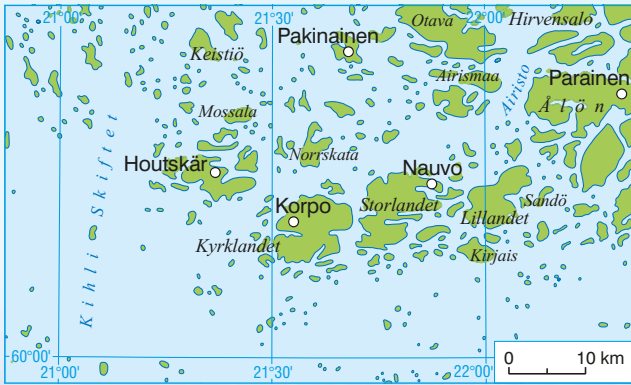
## Wybrzeża riasowe

**Wybrzeża riasowe** tworzą się w efekcie zalania dolin górskich rozmieszczonych prostopadle do linii brzegowej. Wtargnięcie morza na górzysty obszar powoduje, że grzbiety stają się półwyspami, a doliny – zatokami wcinającymi się głęboko w ląd. Takie wybrzeża występują np. w Portugalii, Hiszpanii, we Francji, w Wielkiej Brytanii i w zachodniej części Irlandii (fot.).



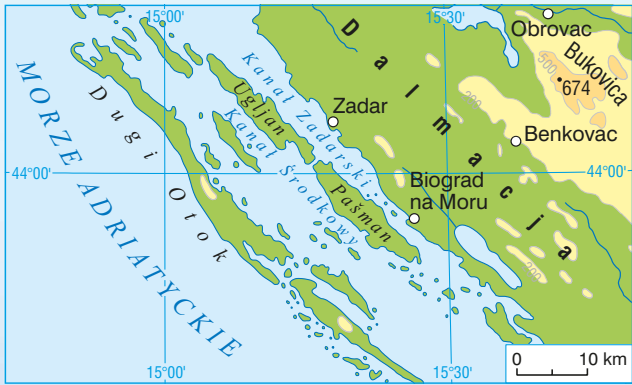
## Wybrzeża szkiekowe (szerowe)

Powstanie **wybrzeży szkiekowych** to efekt zalania przez morze obszarów polodowcowych z licznymi pagórkami o wygładzonych powierzchniach. Dla tych wybrzeży charakterystyczne są szkiery – niewielkie wyspy wystające ponad poziom wody. Występują one np. w Szwecji (fot.) i w Finlandii.



## Wybrzeża dalmatyńskie

**Wybrzeża dalmatyńskie** powstają w wyniku częściowego zalania grzbietów górskich przez morze. Charakteryzują się występowaniem podłużnych wysp i wąskich półwyspów oraz zatok ciągnących się równolegle do linii brzegowej. Taki typ wybrzeża występuje m.in. w Chorwacji (fot.).





## Wybrzeża zalewowo-mierzejowe

Wybrzeża zalewowo-mierzejowe powstają wtedy, gdy na skutek akumulacji materiału niesionego przez prądy przybrzeżne zatoka zostaje częściowo odcięta od otwartego morza. Taki typ wybrzeża występuje np. w Polsce (fot.).



## Wybrzeża namorzynowe

Wybrzeża namorzynowe powstają tam, gdzie roślinność jest przystosowana do życia w słonej wodzie oraz do występowania pływów. Roślinność namorzynowa ma charakterystyczne korzenie podporowe i oddechowe, które zatrzymują osady w trakcie przyływu. Takie wybrzeża występują na obszarach międzyzwrotnikowych, np. w Brazylii, Indonezji, północnej części Australii i we wschodniej części Afryki (fot.).

## Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, na czym polega niszcząca działalność morza.
2. Wymień dwie formy będące efektem akumulacyjnej działalności morza. Napisz w zeszycie, jak one powstają.
3. Omów różnice między wybrzeżem riasowym a wybrzeżem dalmatyńskim. Podaj po jednym przykładzie miejsca występowania każdego z tych typów wybrzeży.

## 5 Rzeźbotwórcza działalność wiatru

### Ważne na tej lekcji!

- niszcząca działalność wiatru
- budująca działalność wiatru
- formy terenu powstające w wyniku działalności wiatru
- rodzaje pustyni

Wiatr to kolejny – obok wody i lodu – czynnik modelujący powierzchnię Ziemi. Niszczącą, transportową i budującą działalność wiatru określa się mianem **procesów eolicznych**. Te procesy zachodzą intensywniej np. wtedy, gdy:

- ▶ wzrasta prędkość wiatru,
- ▶ podłoże ma niewielką wilgotność,
- ▶ roślinność jest uboga lub nie ma jej wcale,
- ▶ w podłożu znajdują się skały podatniejsze na wywiewanie.

Takie warunki panują m.in. na pustyniach i piaszczystych wybrzeżach morskich. Wiatr niszczy tam podłoże, transportuje materiał skalny oraz buduje różnorodne formy terenu. Niektóre spośród tych form mają fantastyczne kształty, inne zaś – imponującą wysokość.

### ■ Niszcząca działalność wiatru

Niszcząca działalność wiatru obejmuje dwa podstawowe procesy: deflację i korazję.



Bruk deflacyjny powstaje w wyniku wywiewania drobnego i lekkiego materiału skalnego. Występuje m.in. w wielu częściach pustyni Namib.

## Deflacja

**Deflacja** polega na wywiewaniu materiału skalnego z obszarów zbudowanych z luźnych skał. W jej wyniku powstają np.:

- ▶ **niecki deflacyjne** – rozległe zagłębienia utworzone w efekcie długotrwałego wywiewania pyłu i piasku,
- ▶ **bruk deflacyjny** – pokrywa składająca się z większych fragmentów skalnych, np. ze żwirów i z głazów.

## Korazja

**Korazja** polega na niszczeniu powierzchni skalnej przez okruchy skalne uderzające w nią z dużą siłą. W tym procesie powstają m.in.:

- ▶ **grzyby skalne** – formy o wąskiej podstawie i szerszej górnej części,
- ▶ **graniaki wiatrowe** – różnej wielkości skały o ściętych powierzchniach oraz wyraźne zaznaczonych krawędziach (graniach).



Podstawa grzyba skalnego jest wąska, gdyż korazja najintensywniej zachodzi tuż przy powierzchni. Takie formy znajdują się np. na Białej Pustyni w Egipcie.



## Budująca działalność wiatru

W budującej działalności wiatru największe znaczenie ma **akumulacja** materiału niesionego przez wiatr. Kiedy prędkość wiatru się zmniejsza, materiał osadza się w obniżeniach terenu oraz za różnymi przeszkodami (np. głazami, pagórkami). W wyniku akumulacji materiału skalnego powstają:

- ▶ **wydmy** – piaszczyste wzniesienia o łagodnie nachylonych stokach dowietrznych i stromych stokach zawietrznych,
- ▶ **ripplemarki** – piaszczyste grzbiety o wysokości kilku centymetrów, ułożone prostopadle do kierunku wiatru,
- ▶ **pokrywy lessowe** – obszary zbudowane z pyłu wywianego z terenów pozbawionych roślinności.

### Czy wiesz, że...

Sahara to największa pustynia gorąca na Ziemi. Jej powierzchnia wynosi 9 mln km<sup>2</sup>, czyli jest tylko nieznacznie mniejsza od Europy. Na tak wielkim obszarze występują różne rodzaje pustyń. Mają one swoje regionalne nazwy, np. pustynia kamienista to hamada, a piaszczysta – erg. Na Saharze, we wschodniej części Algierii, znajdują się również największe piaszczyste wydmy w Afryce. Osiągają długość ok. 5 km, a ich wysokość przekracza 400 m.



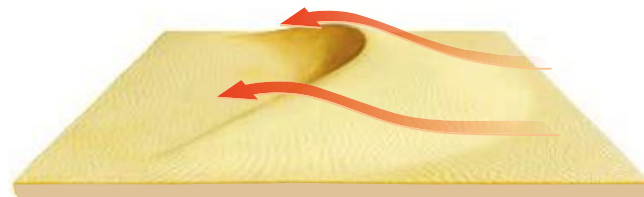
Na obszarach pokrytych lessiem często występują rozbudowane systemy wąwozów i parowów. Znajdują się one np. na Wyżynie Lessowej w Chinach.

## Rodzaje wydym

Wydmy powstają m.in. na piaszczystych pustyniach. Ich wygląd stale się zmienia, ponieważ wpływają na niego kierunek i prędkość wiatru, ilość piasku, wilgotność podłoża oraz stopień pokrycia roślinnością.

### Barchany

Barchany powstają na obszarach pustynnych, na których nie ma roślinności, a wiatr wieje przeważnie z jednego kierunku. Ramiona tych wydym są ułożone zgodnie z kierunkiem wiatru i poruszają się szybciej niż ich środkowe części.



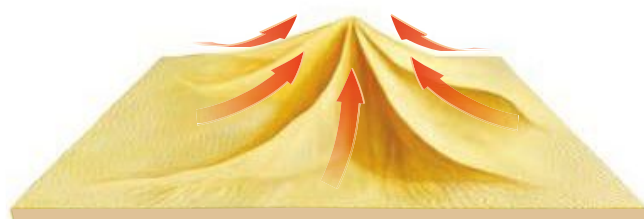
### Wydmy paraboliczne

Wydmy paraboliczne powstają na obszarach, na których większa wilgotność umożliwia rozwój skąpej roślinności. Wilgoć oraz kępy roślin powodują, że ramiona takich wydym przemieszczają się wolniej niż ich środkowe części.



### Wydmy gwiaździste

Wydmy gwiaździste powstają na obszarach, na których kierunek wiatru często się zmienia. Ramiona takich wydym mają charakterystyczny nieregularny kształt, a sama wydma widziana z góry przypomina kształtem gwiazdę.



## Rodzaje pustyń

Charakterystyczny dla obszarów pustynnych jest niedostatek wody. Występuje tam bardzo skąpa roślinność oraz często wieją wiatry. Nie oznacza to jednak, że wszystkie pustynie wyglądają tak samo. Różnorodność pustynnych krajobrazów wynika przede wszystkim z rzeźby terenu oraz materiału budującego podłoże.

### Pustynie piaszczyste

Na pustyniach piaszczystych występują wyraźnie ukształtowane wydmy. Przykładami takich pustyń są Pustynia Libijska i Wielki Erg Zachodni (północna Afryka), Ar-Rab al-Chali (Półwysep Arabski) i Kara-kum (Azja Środkowa).



### Pustynie ilaste

Powierzchnię pustyń ilastych tworzy stwardniały, popękany il. Występują one w Azji Środkowej, w Afryce (fragmenty Sahary i pustyni Namib) oraz w Ameryce Północnej (fragmenty pustyni Sonora).



### Pustynie żwirowe

Pustynie żwirowe są zbudowane ze żwirów oraz z dużych ziaren piasku. Występują np. w Australii (Pustynia Gibsona, Pustynia Simpsona) i w Stanach Zjednoczonych (pustynia Mojave).



### Pustynie kamieniste

Powierzchnię pustyń kamienistych tworzą nagie ostrokrawędziste skały. Ten rodzaj pustyń jest typowy np. dla Wyżyny Irańskiej oraz północnej Sahary (pustynia Al-Hamada al-Hamra).



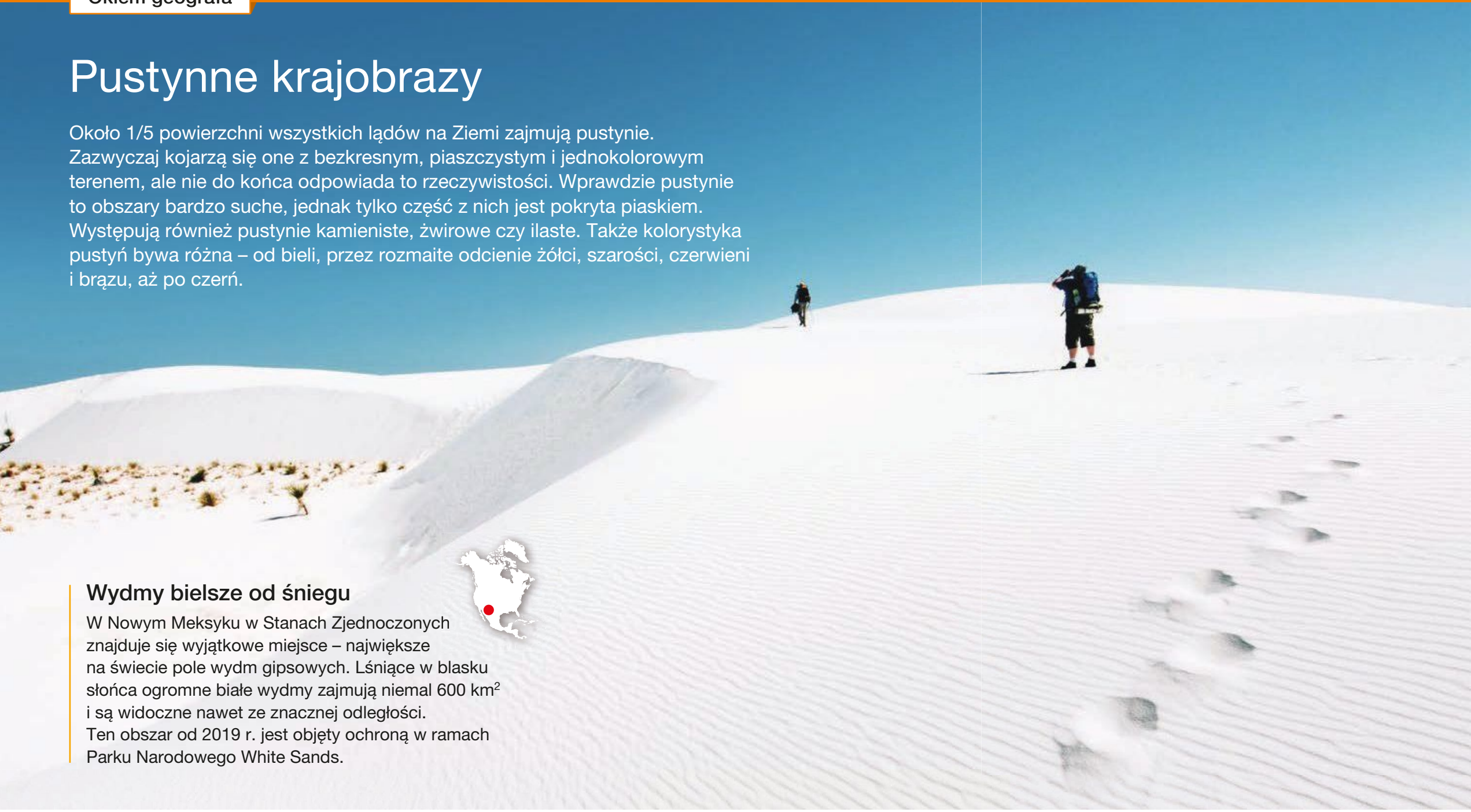
### Ćwiczenia

1. Podaj cztery czynniki wpływające na intensywność procesów eolicznych.
2. Wymień po dwie formy rzeźby terenu powstałe wskutek niszczącej oraz budującej działalności wiatru.
3. Wyjaśnij, czym się różni wydma paraboliczna od barchanu.



# Pustynne krajobrazy

Około 1/5 powierzchni wszystkich lądów na Ziemi zajmują pustynie. Zazwyczaj kojarzą się one z bezkresnym, piaszczystym i jednokolorowym terenem, ale nie do końca odpowiada to rzeczywistości. Wprawdzie pustynie to obszary bardzo suche, jednak tylko część z nich jest pokryta piaskiem. Występują również pustynie kamieniste, żwirowe czy ilaste. Także kolorystyka pustyni bywa różna – od bieli, przez rozmaite odcienie żółci, szarości, czerwieni i brązu, aż po czern.



## Wydm bielsze od śniegu

W Nowym Meksyku w Stanach Zjednoczonych znajduje się wyjątkowe miejsce – największe na świecie pole wydmy gipsowych. Lśniące w blasku słońca ogromne białe wydmy zajmują niemal 600 km<sup>2</sup> i są widoczne nawet ze znacznej odległości. Ten obszar od 2019 r. jest objęty ochroną w ramach Parku Narodowego White Sands.



## Pustynia jak malowana

Pustynia Pstra jest położona w Arizonie, na wschód od Wielkiego Kanionu rzeki Kolorado (Stany Zjednoczone). Próżno szukać na niej ogromnych piaszczystych pagórków, które najczęściej kojarzą się z pustynią. Dominuje tam górski krajobraz „pomalowany” w kolorowe pasy. W zależności od pory dnia pasy są szare, żółte, czerwone, brązowe, a nawet bordowe. Swoją charakterystyczny wygląd góry zawdzięczają przeplatającym się warstwom wielu skał, m.in. mułowców, łupków, piaskowców czy wapieni. Pochodzą one z różnych okresów geologicznych.



## Czarna Pustynia

Pustynne krajobrazy to nie tylko bezmiar złocistych piasków. W Egipcie, ok. 400 km na południowy zachód od Kairu, znajduje się Czarna Pustynia. Swoją nazwę zawdzięcza diabazowi – ciemnej magmowej skale wulkanicznej, która jest podobna do bazaltu. Diabaz buduje rozsiane po tym terenie stożki wulkaniczne, co nadaje pustyni wręcz księżycowy charakter.



## Wydm jak z bajki

Wydawać by się mogło, że monotony krajobraz piaszczystej pustyni nie może zachwycać. Nic bardziej mylnego. Przekonują się o tym turyści odwiedzający jedną z najstarszych i najsuchszych pustyni na świecie – Namib. Ciągnie się ona na długości 1400 km wzdłuż wybrzeża Atlantyku w Namibii (południowo-zachodnia Afryka). Na tej pustyni występują majestatyczne pomarańczowoczerwone wydmy, które stanowią ogromną atrakcję i są celem wielu wypraw.





## Podsumowanie



- **Procesy zewnętrzne** nieustannie przekształcają powierzchnię Ziemi. Zalicza się do nich wietrzenie, działalność rzek, lodowców górskich, lądolodów, morza oraz wiatru.
- Na skutek działalności czynników rzeźbotwórczych, np. wody, lodu i wiatru, następuje niszczenie podłoża skalnego – zachodzi **erozja**. Powstały materiał skalny jest **przenoszony** (transportowany), a następnie – **akumulowany**, czyli osadzany w różnych miejscach.
- **Wietrzenie** polega na niszczeniu skał pod wpływem zmian temperatury powietrza, działalności wody oraz organizmów. Wyróżnia się:
  - wietrzenie fizyczne – rozpad skał bez zmiany ich składu chemicznego,
  - wietrzenie chemiczne – proces prowadzący do zmiany składu chemicznego skały,
  - wietrzenie biologiczne – obejmujące mechaniczne i chemiczne oddziaływanie organizmów na skały.
- Przykładem wietrzenia fizycznego jest **wietrzenie mrozowe** zachodzące na skutek zamarzania i rozmrażania wody w szczelinach skalnych.
- Rozpuszczanie skał (np. wapieni) przez wody opadowe zawierające dwutlenek węgla to **krasowienie**. W jego efekcie powstają formy powierzchniowe i podziemne.
- Charakterystycznymi **formami krasu powierzchniowego** są żłobki krasowe, lejki krasowe, ponory, polja i ostańce krasowe.
- **Formami krasu podziemnego** są m.in. jaskinie, korytarze i kominy krasowe. W **jaskiniach** występują charakterystyczne formy szaty naciekowej, takie jak stalaktyty, stalagmity, stalagnaty i draperie naciekowe.
- **Wietrzenie biologiczne** najintensywniej zachodzi na obszarach o ciepłym i wilgotnym klimacie. Ten klimat sprzyja rozwojowi organizmów.
- Rzeźbotwórcza działalność rzek obejmuje przede wszystkim niszczenie podłoża skalnego, czyli **erozję**, oraz **transport** i **akumulację** materiału skalnego.
- W górnym odcinku rzeki zachodzi intensywna **erozja wgłębna**. W wyniku tego procesu pogłębia się dno koryta rzeczne i powstaje **dolina V-kształtna**.

- W środkowym odcinku rzeki dominującym procesem jest **erozja boczna**. Pod jej wpływem powstają m.in. zakola rzeczne, czyli **meandry**.
- W dolnym odcinku rzeka płynie najwolniej. Niesiony przez nią drobny materiał skalny osiada na dnie, czyli jest **akumulowany**.
- Wyróżnia się dwa typy ujść rzecznych:
  - **ujście deltowe** (delta),
  - **ujście lejkowate** (estuarium).
- Lodowce górskie i lądolody, podobnie jak rzeki, niszczą podłoże skalne, transportują materiał skalny, a następnie go osadzają.
- W wyniku działalności lodowców górskich powstają **moreny** (czołowa, denną, boczną), **kotły lodowcowe** (cyrki lodowcowe), **barańce** (muto-ny) oraz **doliny U-kształtne**.
- Pozostałością po lądolodzie plejstoceniowym jest **krajobraz polodowcowy**. Jego elementami są: rynny podlodowcowe, jeziora rynnowe, pradoliny, wzniesienia moreny czołowej, obszary moreny dennej, sandry, ozy i głazy narzutowe.
- Proces niszczenia brzegów przez fale morskie jest nazywany **abrazją**. W jej wyniku na wysokich brzegach tworzą się **klify**.
- Na skutek budującej działalności morza powstają m.in. **plaże** i **mierzeje**.
- Ze względu na sposób powstawania wyróżnia się m.in. **wybrzeża**:
  - fiordowe,
  - szkiełkowe (szerowe),
  - dalmatyńskie,
  - riasowe,
  - zalewowo-mierzejowe,
  - namorzynowe.
- **Deflacja** i **korazja** to przykłady niszczącej działalności wiatru. Wskutek deflacji powstają np. **niecki deflacyjne** i **bruk deflacyjny**, a w wyniku korazji tworzą się m.in. **grzyby skalne**.
- Na skutek budującej działalności wiatru powstają wydmy. Wyróżnia się m.in. **barchany**, **wydmy paraboliczne** oraz **wydmy gwiazdaste**.
- Różnorodność **pustynnych krajobrazów** wynika przede wszystkim z rzeźby terenu oraz materiału, z którego jest zbudowane podłoże. Najczęściej wyróżnia się cztery rodzaje pustyni: **piaszczyste**, **ilaste**, **żwirowe** i **kamieniste**.

## Sprawdź, czy potrafisz!

WYKONAJ W ZESZYCIE



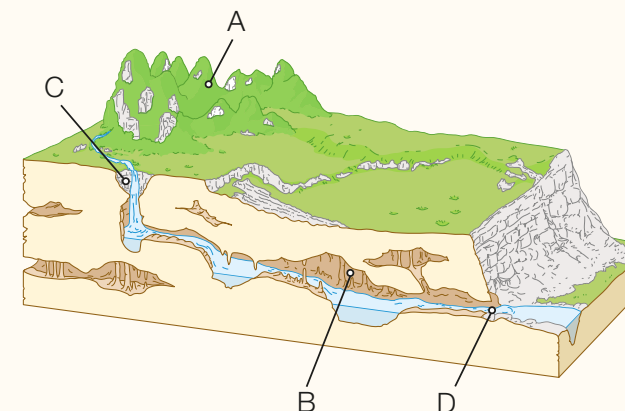
- 1 Rozpoznaj proces przedstawiony na ilustracji. Przepisz do zeszytu poniższe zdania i uzupełnij je właściwymi informacjami wybranymi spośród podanych.



chemicznego, fizycznego, umiarkowany, polarny, gołoborzami, brukiem deflacyjnym, Kotlinie Sandomierskiej, Tatrach

Proces przedstawiony na ilustracji jest przykładem wietrzenia . Sprzyja mu klimat . W wyniku tego procesu powstają rumowiska skalne nazywane . W Polsce znajdują się one m.in. w .

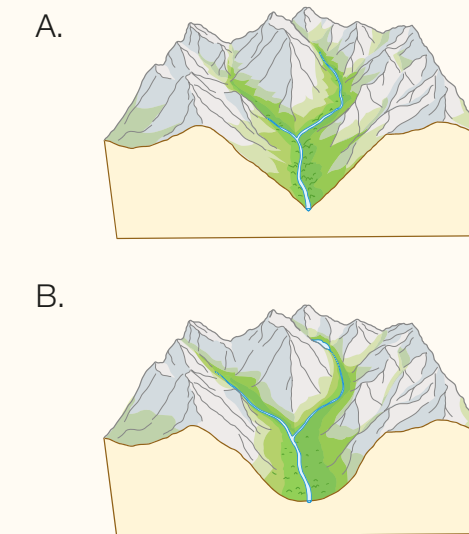
- 2 Ilustracja przedstawia wybrane formy krasowe (A–D). Zapisz w zeszycie nazwy tych form.



- 3 Przepisz do zeszytu poniższe zdania i uzupełnij je właściwymi informacjami.
- A. W górnym odcinku rzeki dominuje erozja .
- B. Na skutek erozji bocznej tworzą się zakola rzeczne nazywane .
- C. Gdy rzeka niosąca dużą ilość materiału skalnego uchodzi do płytkiego morza, powstaje ujście .
- 4 Dwie spośród wymienionych poniżej rzek mają ujście lejkowate. Przepisz ich nazwy do zeszytu.

Ganges, Loara, Nil, Tamiza, Wołga

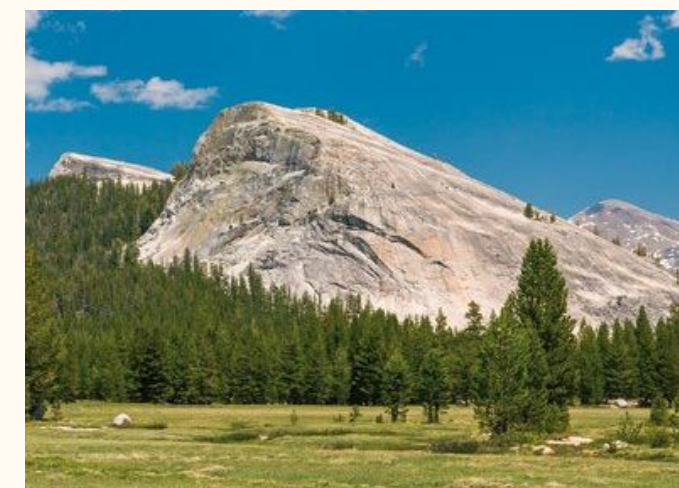
- 5 Na ilustracjach przedstawiono dwa typy dolin. Ustal, która z nich powstała w wyniku działalności lodowca górskiego. Opisz w zeszycie sposób jej powstawania.



- 6 Zapisz w zeszycie nazwy form rzeźby terenu powstałych w wyniku działalności lądolodu.

A. Sandr.  
B. Dolina U-kształtna.  
C. Dolina V-kształtna.  
D. Kocioł lodowcowy.  
E. Oz.  
F. Pradolina.

- 7 Fotografia przedstawia formę terenu powstałą w wyniku niszczącej działalności lodowca górskiego. Podaj nazwę tej formy i wyjaśnij, dlaczego stoki takich form są z jednej strony łagodnie nachylone, a z drugiej – strome.

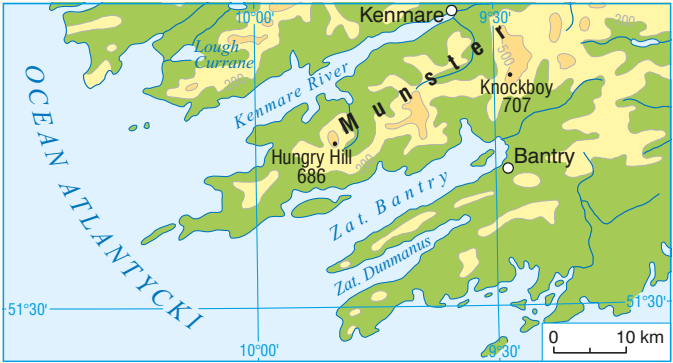




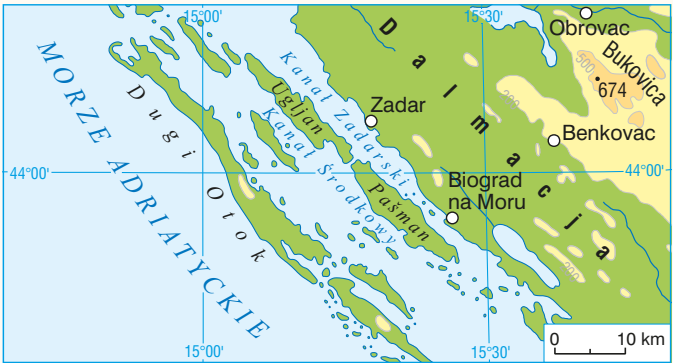
Sprawdź, czy potrafisz!

8 Zapisz w zeszycie nazwy typów wybrzeży przedstawionych na poniższych mapach. Następnie opisz różnice w sposobie ich powstawania.

A.



B.



9 Oceń, czy podane zdania są zgodne z prawdą. Przepisz do zeszytu zdania prawdziwe.

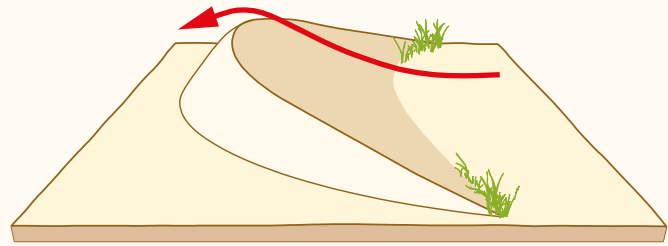
- A. Proces prowadzący do powstania mierzei to abrazja.
- B. Długie polodowcowe doliny zalane wodami morskimi są nazywane fiordami.
- C. Wybrzeża namorzynowe występują na obszarach międzyzwozniczych.

10 Przepisz do zeszytu poniższe zdania i uzupełnij je właściwymi informacjami wybranymi spośród podanych.

uboga, bogata, pył i piasek, żwir i głązy, nieckach deflacyjnych, bruku deflacyjnym

- A. Rzeźbotwórcza działalność wiatru najsilniej zaznacza się tam, gdzie szata roślinna jest .
- B. Najszybciej jest przewiewany materiał najdrobniejszy, czyli .
- C. Większe fragmenty skalne są widoczne w .

11 Rozpoznaj rodzaj wydmy przedstawiony na ilustracji. Następnie wybierz poprawne dokończenie zdania i przepisz to zdanie do zeszytu.



Takie wydmy jak przedstawiona na ilustracji występują głównie

- A. w strefie klimatów suchych i skrajnie suchych.
- B. na obszarach, na których wiatry wieją z różnych kierunków.
- C. na obszarach o zwiększonej wilgotności.

12 Fotografia przedstawia formę terenu utworzoną przez wiatr. Zapisz w zeszycie nazwę tej formy oraz wyjaśnij, na czym polega proces, w którego wyniku powstała.



13 Przerysuj tabelę do zeszytu. Następnie wpisz w odpowiednie rubryki poniższe nazwy form powstałych w wyniku działalności rzek, lodowców górskich, lądolodów, morza i wiatru.

klif, niecka deflacyjna, morena czołowa, delta rzeki, grzyb skalny, sandr, meander, mierzeja, wydma, pradolina

| Działalność budująca | Działalność niszcząca |
|----------------------|-----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/>  |

# VII. Pedosfera i biosfera

- 1. Gleby na kuli ziemskiej
- 2. Szata roślinna na Ziemi





# 1 Gleby na kuli ziemskiej

## Ważne na tej lekcji!

- gleba i jej powstawanie
- przebieg głównych procesów glebotwórczych
- czynniki glebotwórcze
- główne typy gleb na świecie
- czynniki warunkujące przebieg procesów glebotwórczych zachodzących w okolicy Twojej szkoły

Na kuli ziemskiej występują różne typy gleb. Dostarczają one wielu składników niezbędnych do rozwoju roślin, które z kolei stanowią podstawę wyżywienia ludzi i zwierząt. Z tego powodu gleby zalicza się do najcenniejszych bogactw naturalnych naszej planety. Czasem bywają nazywane fabryką życia, ponieważ według szacunków są miejscem bytowania ok. 1/4 wszystkich organizmów występujących na Ziemi. Warto się zatem zastanowić, czym jest gleba, jak powstaje oraz jakie typy gleb występują na Ziemi.

## Czym jest gleba?

**Gleba** to zewnętrzna warstwa litosfery. Może mieć grubość od kilkunastu centymetrów do kilku metrów. Składa się z cząstek mineralnych i organicznych, a także z wody i powietrza.

### Czy wiesz, że...

Spośród organizmów żyjących w glebie najliczniejszą grupę stanowią grzyby oraz bakterie. Badania naukowców dowodzą, że w 1 g gleby może występować nawet ok. 1 mln grzybów.

## Poziomy glebowe

Składniki mineralne i organiczne znajdujące się w glebie nieustannie się przemieszczają. W efekcie powstają **poziomy glebowe**, które różnią się miąższością, barwą, składem chemicznym oraz zawartością materii organicznej.

- 1 **Ściółka** to płytka warstwa słabo rozłożonych szczątków organicznych, np. liści i traw.
- 2 **Poziom próchniczny** powstaje z rozkładu szczątków roślinnych i zwierzęcych. Próchnica jest dla roślin źródłem cennych substancji odżywczych. Miąższość tego poziomu decyduje o żyzności gleby.
- 3 **Poziom wymywania** to warstwa, z której związki mineralne i organiczne są wypłukiwane przez wody opadowe.
- 4 **Poziom wmywania** jest najbogatszą w związki mineralne i organiczne warstwą gleby. Osadzają się w niej składniki wypłukane z wyższych poziomów.
- 5 **Zwietrzelina skały macierzystej** ma postać luźnych okruchów skalnych. Powstają one w wyniku wietrzenia.
- 6 **Skała macierzysta** to skała, która nie uległa procesom glebotwórczym.



## Procesy glebotwórcze

Gleba powstaje w wyniku długotrwałych procesów glebotwórczych. Najczęściej wyróżnia się trzy etapy powstawania gleby:

- ▶ wietrzenie podłoża skalnego,
- ▶ akumulację i przekształcanie materii organicznej,
- ▶ zaawansowane procesy glebotwórcze.

## Wietrzenie podłoża skalnego

W wyniku wietrzenia skały rozpadają się na coraz mniejsze okruchy. Zmienia się też skład chemiczny warstw skalnych leżących blisko powierzchni ziemi. Na tak przekształconym podłożu rozwijają się mikroorganizmy, mchy i porosty, które dostarczają glebie składników odżywczych.

## Akumulacja i przekształcanie materii organicznej

Z czasem w glebie pojawia się coraz więcej materii organicznej. Przekształcanie tej materii obejmuje:

- ▶ **humifikację** – proces rozkładu obumarłej materii organicznej pod wpływem bakterii i grzybów prowadzący do powstania **próchnicy**,

**Próchnica** – składnik organiczny gleby mający ciemną barwę. Powstaje ze szczątków roślin i zwierząt. Jest źródłem substancji odżywczych pobieranych przez rośliny.



W niektórych glebach, np. w czarnoziemach, grubość warstwy próchnicy może wynosić nawet 1 m.

- ▶ **mineralizację** – przemianę związków organicznych w proste związki mineralne (np. w CO<sub>2</sub>, wodę, amoniak).

## Zaawansowane procesy glebotwórcze

Przebieg zaawansowanych procesów glebotwórczych zależy od klimatu, warunków wodnych, roślinności i rodzaju podłoża skalnego (skały macierzystej). Zalicza się do nich m.in. bielicowanie, brunatnienie oraz płowienie.

**Bielicowanie** polega na wymywaniu w głąb gleby związków mineralnych (np. żelaza) i organicznych (np. próchnicy). W wyniku tego procesu powstaje jasny i ubogi w substancje odżywcze poziom wymywania, a pod nim – ciemny poziom wmywania.

**Brunatnienie** to stopniowy rozkład złożonych związków chemicznych zawierających glin i krzem (glinokrzemianów). W tym procesie są uwalniane żelazo i glin, których związki otaczają cząstki gleby i nadają im charakterystyczną brunatną barwę.

**Płowienie** polega na wymywaniu w głąb gleby składników ilastych. W efekcie powstaje jasny (płowy) poziom wymywania, a pod nim – ciemniejszy poziom wmywania.



Gleby, na których doszło do płowienia, mają średnią żyzność. Są one powszechnie użytkowane rolniczo.



Czynniki glebotwórcze

Czynniki glebotwórcze to elementy środowiska geograficznego wpływające na powstawanie gleby. Decydują one o przebiegu i rodzaju procesów glebotwórczych, a także o składzie mineralnym gleby oraz o rozwoju żyjących w niej organizmów. Te czynniki wymieniono na schemacie obok, a ich znaczenie omówiono w poniższej tabeli.



Znaczenie czynników glebotwórczych w procesie powstawania gleby

| Czynnik glebotwórczy  | Opis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klimat                | <ul style="list-style-type: none"><li>Klimat to najważniejszy czynnik glebotwórczy – wpływa na intensywność i rodzaj wietrzenia podłoża skalnego, a także na rozwój świata roślinnego i zwierzęcego.</li><li>Przykłady:<ul style="list-style-type: none"><li>w klimatach wilgotnych bujnie rozwijają się rośliny dostarczające materii organicznej, jednak znaczna ilość opadów atmosferycznych powoduje, że składniki gleby są stale wypłukiwane,</li><li>w klimatach zimnych rośliny słabo się rozwijają, więc w glebach występuje niewiele materii organicznej, która bardzo powoli się rozkłada.</li></ul></li></ul> |
| Skala macierzysta     | <ul style="list-style-type: none"><li>Skąły znajdujące się w podłożu decydują o intensywności i przebiegu wietrzenia oraz o tym, jakie minerały będą tworzyły glebę. Na przykład zwietrzelina pochodząca z rozpadu i rozkładu granitów dostarcza glebie innych związków mineralnych niż ta, która powstała z lessów czy wapieni. To z kolei wpływa na rodzaj szaty roślinnej.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                  |
| Rośliny i zwierzęta   | <ul style="list-style-type: none"><li>Liczba oraz rodzaj roślin i zwierząt bytujących w glebie decydują o ilości materii organicznej powstającej z ich szczątków. Te szczątki dostarczają glebie wielu cennych substancji.</li><li>Korzenie roślin stabilizują pokrywę glebową oraz zapobiegają wypłukiwaniu i wywiewaniu z niej cennych składników.</li><li>Zwierzęta żyjące w glebie (np. dżdżownice i krety) w trakcie rycia korytarzy spulchniają glebę oraz wspomagają odbywający się w niej ruch wody i powietrza.</li></ul>                                                                                       |
| Rzeźba terenu         | <ul style="list-style-type: none"><li>Rzeźba terenu decyduje o tym, czy na danym obszarze może się gromadzić luźny materiał skalny. Wpływa też na intensywność niszczenia gleby.</li><li>Gleby są najsilniej niszczone na obszarach górskich, na pozbawionych roślinności stokach o dużym nachyleniu.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Warunki wodne         | <ul style="list-style-type: none"><li>Woda umożliwia rozwój organizmów.</li><li>Warunki wodne mają wpływ na przemieszczanie się składników w glebie. Na przykład zbyt intensywne opady mogą wypłukiwać z gleby wartościowe składniki i prowadzić do jej niszczenia.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Działalność człowieka | <ul style="list-style-type: none"><li>Działalność człowieka może sprzyjać procesom glebotwórczym lub działać na glebę niekorzystnie.</li><li>Przykłady:<ul style="list-style-type: none"><li>w miastach, z powodu zabudowy kolejnych terenów, rozwój gleb jest praktycznie niemożliwy,</li><li>zmiana użytkowania gleby i sposób jej nawożenia powodują w niej zmiany chemiczne.</li></ul></li></ul>                                                                                                                                                                                                                     |
| Czas                  | <ul style="list-style-type: none"><li>Wiek gleby bardzo często decyduje o jej miąższości.</li><li>Przykłady:<ul style="list-style-type: none"><li>czerwone i czerwonożółte gleby ferralitowe charakterystyczne dla obszarów okołorównikowych tworzyły się wiele milionów lat i często mają kilka metrów głębokości,</li><li>gleby bielcowe występujące w klimacie umiarkowanym chłodnym powstawały kilkanaście tysięcy lat – ich głębokość z reguły nie przekracza 1,5 m.</li></ul></li></ul>                                                                                                                            |

Skutkiem oddziaływania czynników glebotwórczych, zwłaszcza zróżnicowania i zmienności klimatu oraz szaty roślinnej, jest występowanie na Ziemi rozmaitych typów gleb. Najczęściej wydziela się:

- gleby strefowe,
- gleby śródstrefowe,
- gleby niestrefowe.

Gleby strefowe

Charakterystyczną cechą **gleb strefowych** jest wyraźna zależność od klimatu na danym obszarze oraz od rosnącej tam roślinności. To oznacza, że w poszczególnych strefach klimatycznych, w których występuje określona szata roślinna, tworzą się konkretne typy gleb.

Charakterystyka wybranych typów gleb strefowych

| Typ gleby                                  | Charakterystyka                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Czerwone i czerwonożółte gleby ferralitowe | <ul style="list-style-type: none"><li>Występują w klimacie równikowym na obszarach, na których rosną wilgotne lasy równikowe.</li><li>Wyróżniają się czerwoną barwą.</li><li>Gorący i wilgotny klimat powoduje, że znajdująca się w nich materia organiczna szybko się rozkłada, a intensywne opady sprawiają, że związki organiczne są silnie wypłukiwane. Dlatego, pomimo bujnej roślinności, zawierają mało próchnicy i są trudne w uprawie.</li></ul> |
| Szaroziemy, buroziemy i gleby pustynne     | <ul style="list-style-type: none"><li>Są charakterystyczne dla klimatów zwrotnikowych i podzwrotnikowych, odznaczających się wysokimi wartościami temperatury powietrza i niewielkimi opadami atmosferycznymi.</li><li>Występują na podłożu piaszczystym, często zasolonym, co nie sprzyja rozwojowi rolnictwa.</li></ul>                                                                                                                                 |
| Czarnoziemy                                | <ul style="list-style-type: none"><li>Występują w klimacie umiarkowanym ciepłym, najczęściej na podłożu lessowym, przy znacznym udziale roślinności trawiastej.</li><li>Charakteryzują się bardzo grubym poziomem próchnicznym (do 1 m).</li></ul>                                                                                                                                                                                                        |
| Gleby brunatne i gleby płowe               | <ul style="list-style-type: none"><li>Występują w strefie klimatu umiarkowanego ciepłego, w miejscach porośniętych przez lasy liściaste, gdzie podłożem są gliny, piaski oraz pyły.</li><li>Ciemna barwa gleb brunatnych jest wynikiem procesu brunatnienia (→ brunatnienie, s. 159), a jasny kolor poziomu wymywania w glebach płowych – procesu płowienia (→ płowienie, s. 159).</li></ul>                                                              |
| Gleby bielcowe                             | <ul style="list-style-type: none"><li>Są charakterystyczne dla klimatu umiarkowanego chłodnego. Występują na obszarach, w których podłożu przeważają piaski i które są porośnięte lasami iglastymi.</li><li>Zawierają mało próchnicy, przez co ich żyzność jest niewielka.</li><li>Charakteryzują się bardzo jasną barwą poziomu wymywania, który powstał w procesie bielcowania (→ bielcowanie, s. 159).</li></ul>                                       |
| Gleby tundrowe                             | <ul style="list-style-type: none"><li>Występują na obszarach o klimacie subpolarnym.</li><li>Stale przemarznęte podłoże i skąpa roślinność powodują, że mają słabo wykształcony profil i rzadko się je uprawia.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                 |



Barwa czerwonych gleb ferralitowych jest efektem nagromadzenia się w nich związków żelaza i glinu.



Gleby bielcowe odznaczają się wyraźnym, jasnym poziomem wymywania i ciemnym poziomem wmywania.



## Gleby śródstrefowe

Rozwój **gleb śródstrefowych** zależy przede wszystkim od warunków lokalnych, takich jak rodzaj skał występujących w podłożu oraz jego wilgotność. Do tego typu gleb zalicza się m.in. rędziny, mady i czarne ziemie.

**Rędziny** powstają na podłożu skalnym zbudowanym np. z wapieni lub gipsów. Są żyzne, ale trudne w uprawie ze względu na liczne odłamki skalne znajdujące się w poziomie próchnicznym.

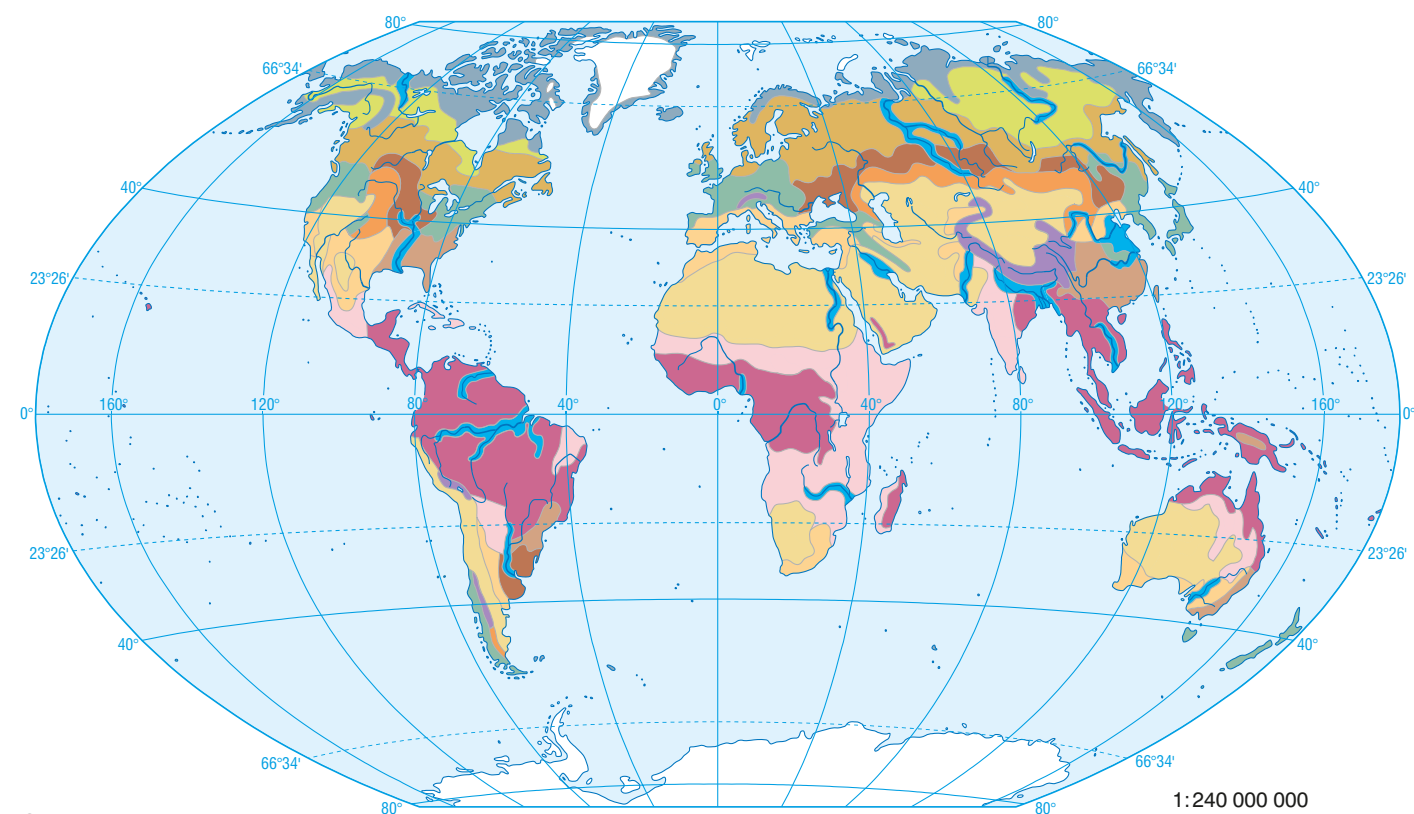
**Mady** występują w dolinach i deltach rzek. Powstają z osadów rzecznych bogatych w substancje odżywcze (np. z mułów, piasków i ze żwirów). Mady są zazwyczaj żyzne i intensywnie wykorzystywane rolniczo. Jednak istnieją też takie ich odmiany, które zawierają niewiele próchnicy lub które mają słabo wykształcony profil.

**Czarne ziemie** tworzą się przy udziale roślinności łąkowej na podłożu, które odznacza się dużą wilgotnością (np. na zarośniętych jeziorach). Mają gruby poziom próchniczny. Są glebami żyznymi, lecz trudnymi w uprawie.

## Gleby niestrefowe

W przypadku **gleb niestrefowych** wpływ klimatu czy szaty roślinnej jest niewielki. Najczęściej są to gleby o słabo wykształconych profilach oraz przekształcone w wyniku działalności człowieka. Do gleb niestrefowych należą m.in. **gleby górskie**. Występują one w górach, we wszystkich strefach klimatycznych. Zawierają odłamki skalne, a grubość warstwy próchnicznej jest w nich niewielka. Są to gleby bardzo trudne w uprawie, dlatego często wykorzystuje się je pod pastwiska.

## Rozmieszczenie gleb na kuli ziemskiej



### Gleby strefowe

- inicjalne gleby arktyczne i gleby tundrowe
- marzłociowe gleby tajgi
- gleby bielcowe i bielice
- gleby brunatne i gleby płowe
- czarnoziemy
- gleby kasztanowe

- czerwonoziemie i żółtoziemie
- gleby cynamonowe
- szaroziemie, buroziemie i gleby pustynne
- czerwone i czerwonożółte gleby ferralitowe
- gleby cynamonowoczerwone i czerwono-bure

### Gleby śródstrefowe i niestrefowe

- gleby górskie
- mady
- lodowce



## W Twoim regionie

## Jak przedstawić czynniki glebotwórcze oraz określić przebieg głównych procesów glebotwórczych zachodzących w okolicy Twojej szkoły?

Aby się dowiedzieć, jakie czynniki wpływają na gleby występujące w najbliższej okolicy oraz jakie zachodzą w nich procesy glebotwórcze, musisz zebrać odpowiednie informacje. Oto kilka potrzebnych wskazówek.

### 1 Zbierz informacje dotyczące najważniejszych elementów środowiska przyrodniczego okolic Twojej szkoły.

Odszukaj informacje o czynnikach wpływających na kształtowanie się gleb w okolicy Twojej szkoły. Są to przede wszystkim wiadomości dotyczące klimatu (strefa klimatyczna, typ klimatu), rodzaju skał przeważających w podłożu (np. piaski, gliny, wapienie) oraz typowej szaty roślinnej (np. lasy liściaste, lasy iglaste). Aby uzyskać te informacje, skorzystaj np. z atlasu geograficznego, podręcznika oraz internetu.

### 2 Wybierz teren do obserwacji profilu gleby w okolicy Twojej szkoły.

Znajdź miejsce, w którym jest widoczny profil glebowy (np. pobliska skarpa, większy wykop) z naturalną, typową dla okolicy roślinnością. W razie potrzeby wyrównaj profil łopatką lub innym narzędziem.

### 3 Opisz profil glebowy, a następnie rozpoznaj typ gleby występujący w okolicy Twojej szkoły.

Przeanalizuj poszczególne poziomy profilu glebowego. Zwróć uwagę zwłaszcza na:

- ich barwę,
- miąższość poszczególnych warstw,
- rodzaj występującego w nich materiału skalnego.

Na podstawie tych informacji określ typ gleby.

### Wskazówki

W Polsce najpowszechniej występują gleby bielcowe i gleby brunatne.

- W profilu gleby bielcowej drugi poziom od góry jest jasnoszary, a czasami – wręcz biały. Kolejny poziom ma znacznie ciemniejszą barwę. To oznacza, że w glebie zachodzi proces bielcowania.
- W profilu gleby brunatnej poniżej stosunkowo ciemnego poziomu próchnicznego występuje poziom o brunatnej barwie. To oznacza, że w glebie zachodzi proces brunatnienia.

### Przykład

Przykładowy opis czynników glebotwórczych i procesu glebotwórczego zachodzącego w glebie.

W okolicy szkoły przeważają gleby bielcowe. Powstały one w wyniku bielcowania, czyli wymywania związków mineralnych i organicznych w głąb gleby. Jest to proces typowy dla obszarów o klimacie umiarkowanym chłodnym, gdzie w podłożu znajdują się piaski, a roślinność stanowią przede wszystkim lasy iglaste.

**?** Przedstaw czynniki glebotwórcze oraz główne procesy glebotwórcze zachodzące w glebach w okolicy Twojej szkoły. Wykorzystaj zdobyte informacje.

## Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, czym jest próchnica.
2. Omów rolę warunków klimatycznych, szaty roślinnej i skały macierzystej w powstawaniu gleb.
3. Porównaj bielcowanie z brunatnieniem. Wymień typy gleb powstające w wyniku tych procesów.
4. Przedstaw najważniejsze cechy czarnoziemu, rędziny oraz gleby górskiej.
5. Podaj nazwy typów gleb przeważających na Nizinie Amazonki, na Półwyspie Arabskim oraz w Deltie Nilu.



**Ważne na tej lekcji!**

- strefy roślinne na kuli ziemskiej
- piętrowe zróżnicowanie roślinności

Roślinność kuli ziemskiej charakteryzuje się ogromną różnorodnością. Jest częścią **biosfery**, w której żyją wszystkie organizmy występujące na naszej planecie. Biosfera obejmuje dolną część atmosfery, górne warstwy litosfery oraz niemal całą hydrosferę.

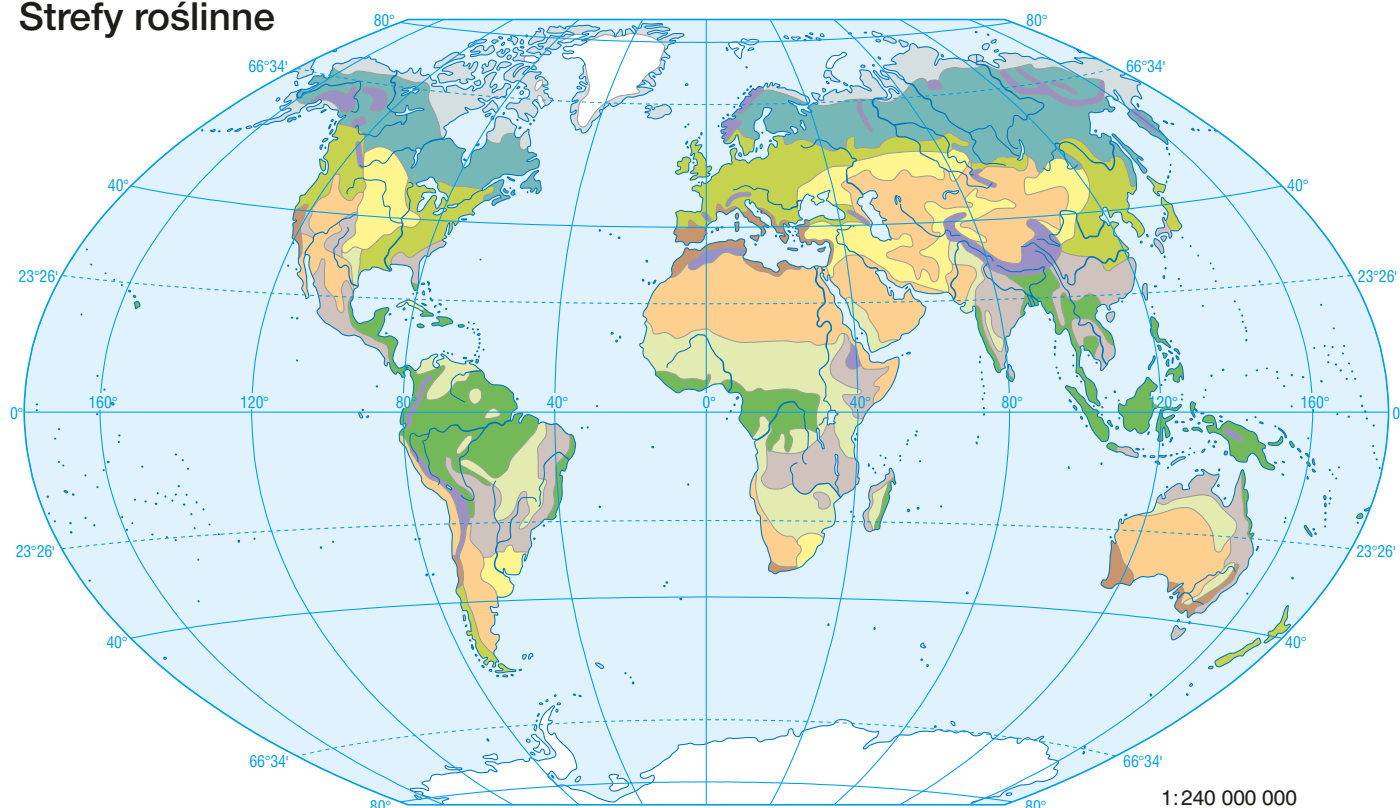
**Strefowe zróżnicowanie roślinności na Ziemi**

Rozmieszczenie roślinności na kuli ziemskiej nie jest przypadkowe – zależy przede wszystkim od warunków klimatycznych. Przyjrzyj się poniższej mapie. Zauważ, że położenie

stref roślinnych odpowiada rozmieszczeniu stref klimatycznych (→ strefy klimatyczne, s. 71) oraz występowaniu różnych typów gleb (→ rozmieszczenie gleb na kuli ziemskiej, s. 162). Strefy roślinne, podobnie jak strefy klimatyczne, układają się pasowo i w miarę symetrycznie na północ oraz na południe od równika.

**Czy wiesz, że...**

Szacuje się, że na Ziemi żyje od 10 mln do 30 mln gatunków organizmów. Niektórzy naukowcy uważają nawet, że jest to aż 100 mln.

**Strefy roślinne**

|  |                                              |  |                                     |  |                         |
|--|----------------------------------------------|--|-------------------------------------|--|-------------------------|
|  | pustynie lodowe                              |  | stepy                               |  | las podzwrotnikowe      |
|  | tundra                                       |  | roślinność typu śródziemnomorskiego |  | wilgotne lasy równikowe |
|  | lasy północne iglaste (tajga)                |  | pustynie i półpustynie              |  | roślinność wysokogórska |
|  | las liściaste i mieszane strefy umiarkowanej |  | sawanny                             |  |                         |

? Wymień trzy kontynenty, na których występują lasy północne iglaste.

**Strefy roślinne**

Rozmieszczenie stref roślinnych na Ziemi zależy od warunków klimatycznych. W każdej strefie występują charakterystyczne typy roślinności oraz gleb.

**Wilgotne lasy równikowe**

- ▶ **Klimat**
  - strefa klimatów równikowych, typ wybitnie wilgotny
  - przez cały rok wysoka temperatura powietrza oraz duże sumy opadów atmosferycznych
- ▶ **Roślinność**
  - gęste lasy odznaczające się ogromnym zróżnicowaniem gatunkowym (występują w nich m.in. mahoniowce i hebanowce)
  - w koronach drzewach **epifity**, czyli rośliny rosnące na innych roślinach (np. storczyki)
  - pnie drzew porośnięte lianami
  - na dnie lasów rośliny cieniulubne (np. krzewy, paprocie)
- ▶ **Gleby**
  - czerwonożółte gleby ferralitowe

**Sawanna**

- ▶ **Klimat**
  - strefa klimatów równikowych, typ wilgotny oraz suchy
  - przez cały rok wysoka temperatura powietrza
  - dwie pory roku – sucha i deszczowa
- ▶ **Roślinność**
  - przewaga roślin trawiastych
  - charakterystyczne pojedyncze drzewa, np. akacje o parasolowatym kształcie, rozłożyste baobaby
- ▶ **Gleby**
  - gleby cynamonowoczerwone
  - gleby czerwone

**Pustynie i półpustynie**

- ▶ **Klimat**
  - strefa klimatów zwrotnikowych (typ suchy i skrajnie suchy) oraz strefa klimatów podzwrotnikowych (typ kontynentalny suchy)
  - wysoka temperatura powietrza w dzień, a niska – w nocy
  - bardzo małe sumy opadów atmosferycznych
- ▶ **Roślinność**
  - bardzo uboga szata roślinna
  - występowanie **sukulentów** – roślin magazynujących wodę w liściach lub łodygach (np. kaktusów)
- ▶ **Gleby**
  - szaroziemie, buroziemie i gleby pustynne



## Roślinność typu śródziemnomorskiego

- ▶ **Klimat**
  - strefa klimatów podzwrotnikowych
  - gorące i suche lato oraz wilgotna i łagodna zima
- ▶ **Roślinność**
  - głównie wiecznie zielone zarośla (np. oleandry, mirta) w basenie Morza Śródziemnego nazywane **makią**
  - nieliczne drzewa (np. sosny pinie, dęby korkowe)
- ▶ **Gleby**
  - gleby cypranowe



## Tajga

- ▶ **Klimat**
  - strefa klimatów umiarkowanych chłodnych (tylko półkula północna)
  - krótkie i ciepłe lato oraz długa i mroźna zima
  - niewielkie opady
- ▶ **Roślinność**
  - las iglasty z przewagą świerka i modrzewia, a czasem z domieszką brzozy i topoli.
- ▶ **Gleby**
  - gleby bielcowe
  - marzłociowe gleby tajgi



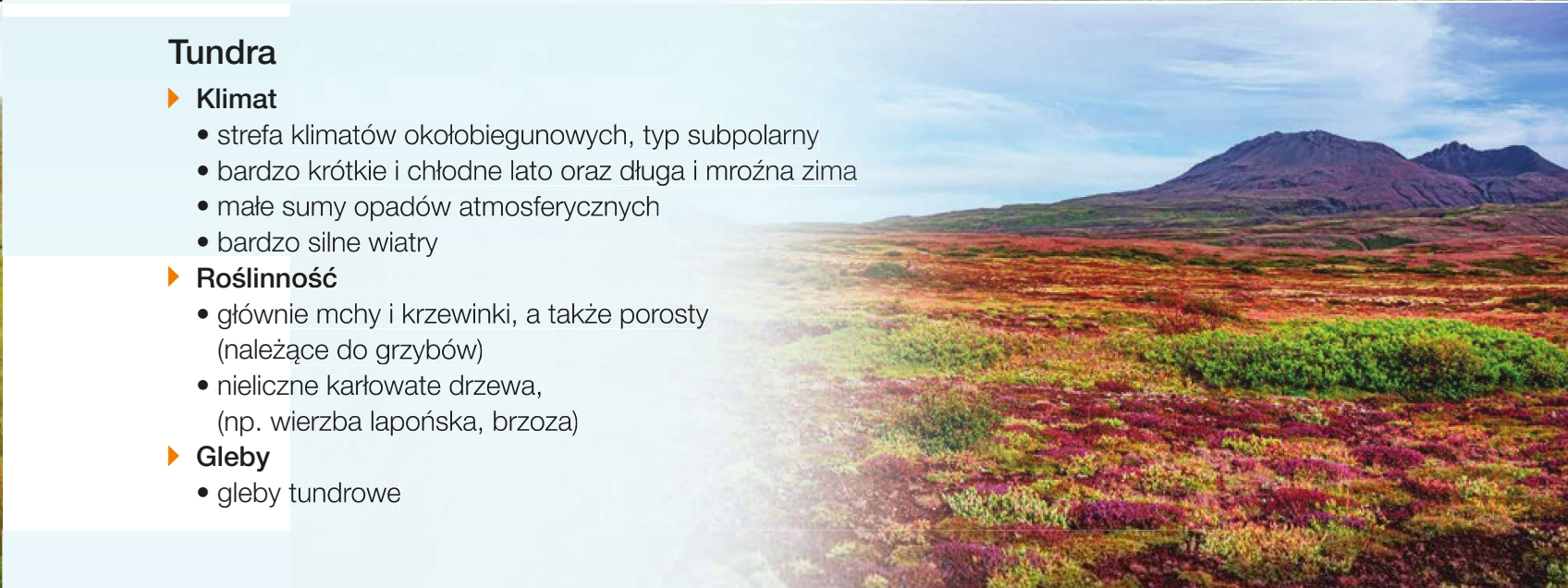
## Step

- ▶ **Klimat**
  - strefa klimatów umiarkowanych (typ ciepły kontynentalny) oraz strefa klimatów podzwrotnikowych (typ kontynentalny)
- ▶ **Roślinność**
  - przewaga roślinności trawiastej, roślin cebulowych i bylin
  - inne nazwy stepu:
    - **preria** (w Ameryce Północnej)
    - **pampa** (w Ameryce Południowej)
- ▶ **Gleby**
  - czarnoziem
  - gleby kasztanowe



## Tundra

- ▶ **Klimat**
  - strefa klimatów okołobiegunowych, typ subpolarny
  - bardzo krótkie i chłodne lato oraz długa i mroźna zima
  - małe sumy opadów atmosferycznych
  - bardzo silne wiatry
- ▶ **Roślinność**
  - głównie mchy i krzewinki, a także porosty (należące do grzybów)
  - nieliczne karłowate drzewa, (np. wierzba lapońska, brzoza)
- ▶ **Gleby**
  - gleby tundrowe



## Lasy liściaste i mieszane

- ▶ **Klimat**
  - strefa klimatów umiarkowanych ciepłych, typ morski i przejściowy
  - ciepłe lato i łagodna zima
  - opady rozłożone równomiernie w ciągu roku
- ▶ **Roślinność**
  - przewaga drzew liściastych (głównie buków, dębów, klonów i lip)
  - w lasach mieszanych również drzewa iglaste (np. sosny, świerki, modrzewie)
- ▶ **Gleby**
  - gleby brunatne i gleby płowe



## Pustynie lodowe

- ▶ **Klimat**
  - strefa klimatów okołobiegunowych, typ polarny
  - krótkie i chłodne lato oraz bardzo długa i mroźna zima
  - niewielkie sumy opadów atmosferycznych
  - bardzo silne wiatry
- ▶ **Roślinność**
  - na niepokrytych lodem skałach mchy i porosty
- ▶ **Gleby**
  - inicjalne gleby arktyczne





## ■ Piętrowe zróżnicowanie roślinności na Ziemi

Na obszarach górskich wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza zmienia się szata roślinna. Układa się ona w charakterystyczne **piętra**. Jest to wynik zmian warunków klimatycznych (spadku temperatury powietrza i wzrostu ilości opadów atmosferycznych) oraz glebowych. Najczęściej wyróżnia się następujące piętra roślinne:

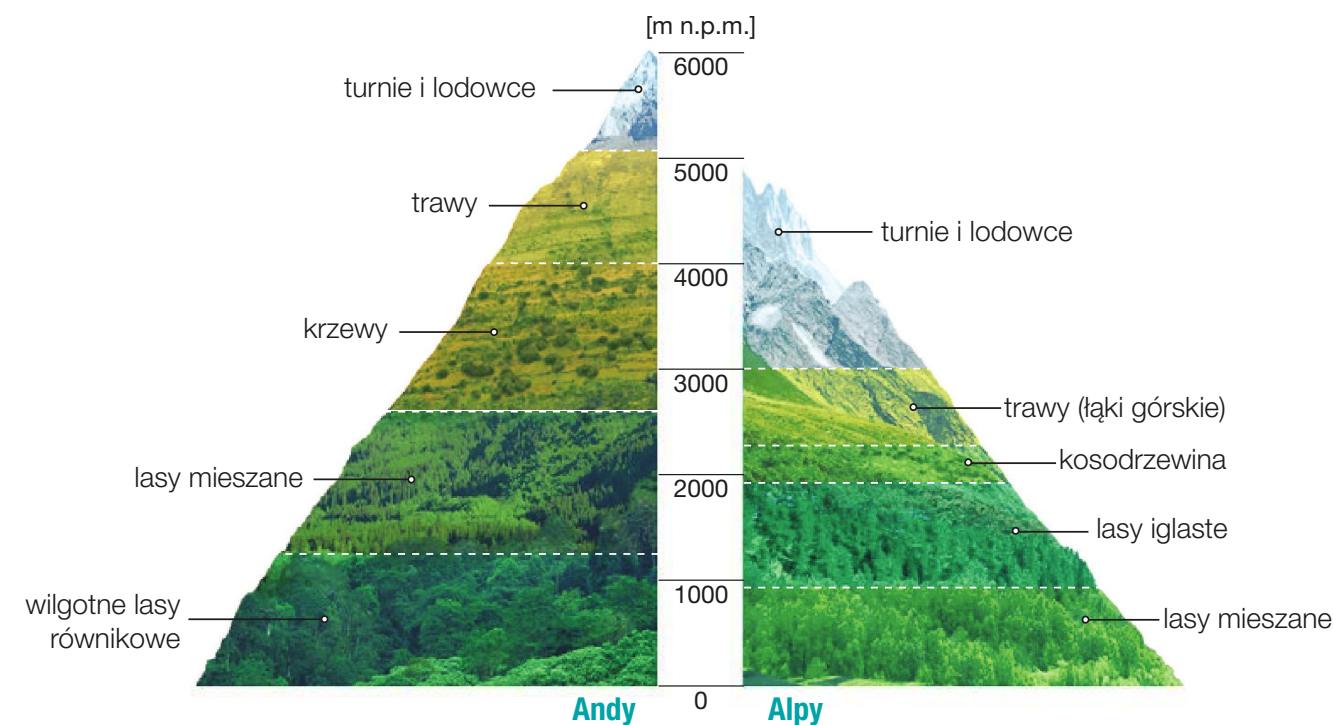
- ▶ **piętro lasów,**
- ▶ **piętro subalpejskie i alpejskie** (karłowate drzewa oraz łąki górskie),
- ▶ **piętro subniwalne i niwalne** (mchy i porosty oraz stale zalegający śnieg).

Najniższe piętro, lasy, odznacza się najwyższymi wartościami średniej temperatury powietrza. Warunki klimatyczne są tam zbliżone do tych, które panują na innych obszarach położonych w tych samych szerokościach

geograficznych. Z tego powodu w piętrze lasów występuje roślinność typowa dla danej strefy klimatycznej, np. w północnej części Andów rosną wilgotne lasy równikowe, a w Alpach – lasy mieszane. W piętrze niwalnym, które znajduje się najwyżej, warunki klimatyczne są najsurowsze.

Skład gatunkowy kolejnych pięter roślinnych w różnych częściach świata jest inny. Zależy on bowiem od lokalnych czynników, takich jak:

- ▶ położenie i przebieg pasma górskiego,
- ▶ budowa geologiczna (np. Tatry są zbudowane ze skał magmowych, osadowych oraz metamorficznych),
- ▶ ekspozycja stoków (np. na półkuli północnej stoki południowe są cieplejsze niż stoki północne),
- ▶ oddziaływanie prądów morskich (np. zimnego Prądu Peruwiańskiego na Andy).



Zróżnicowanie pięter roślinnych w Andach i Alpach.

### Ćwiczenia

1. Wyjaśnij, dlaczego na kuli ziemskiej występują strefy roślinne.
2. Przedstaw zależności między klimatem, glebami i roślinnością na obszarze Europy.
3. Podaj dwa podobieństwa i dwie różnice między pustyniami zwrotnikowymi a pustyniami lodowymi.
4. Wymień dwa czynniki wpływające na piętrowe zróżnicowanie roślinności w górach.

## Podsumowanie

- **Gleba** to zewnętrzna warstwa litosfery o grubości od kilkunastu centymetrów do nawet kilku metrów. Składa się z cząstek mineralnych, cząstek organicznych, wody i powietrza.
- Gleba powstaje w wyniku różnorodnych **procesów glebotwórczych**. Najczęściej wyróżnia się trzy etapy tworzenia się gleby:
  - wietrzenie podłoża skalnego,
  - akumulację i przekształcanie materii organicznej,
  - zaawansowane procesy glebotwórcze.
- Etap **akumulacji i przekształcania materii organicznej** obejmuje humifikację i mineralizację.
- **Humifikacja** to proces rozkładu materii organicznej pod wpływem bakterii i grzybów. W jego efekcie tworzy się **próchnica** – rozłożona substancja organiczna będąca źródłem składników odżywczych pobieranych przez rośliny.
- **Mineralizacją** określa się przemianę związków organicznych w proste związki mineralne (np. w dwutlenek węgla, wodę, amoniak).
- Do **zaawansowanych procesów glebotwórczych** zalicza się m.in. bielcowanie, brunatnienie oraz płowienie.
- **Bielcowanie** polega na wymywaniu w głąb gleby związków mineralnych (np. żelaza) i organicznych (np. próchnicy). Powstaje charakterystyczny jasnoszary poziom wymywania.
- **Brunatnienie** to stopniowy rozkład złożonych związków chemicznych zawierających glin i krzem (glinokrzemiany). W jego wyniku powstaje poziom o brunatnej barwie.
- **Płowienie** jest związane z wymywaniem w głąb gleby części ilastych. W efekcie powstaje jasny (płowy) poziom wymywania.
- W glebie występują **poziomy glebowe** różniące się miąższością, barwą, składem chemicznym i zawartością materii organicznej.
- **Czynniki glebotwórcze** to elementy środowiska geograficznego wpływające na powstawanie gleby. Zalicza się do nich:
  - klimat,
  - skałę macierzystą,
  - rośliny i zwierzęta,
  - rzeźbę terenu,
  - warunki wodne,
  - działalność człowieka,
  - czas.

- Na różnych obszarach kuli ziemskiej powstały rozmaite typy gleb. Najczęściej wydziela się:
  - gleby strefowe,
  - gleby śródstrefowe,
  - gleby niestrefowe.
- Charakterystyczną cechą **gleb strefowych** jest wyraźna zależność od **klimatu i roślinności**. Glebami strefowymi są m.in. czerwone i czerwonożółte gleby ferralitowe, szaroziemie, buroziemie i gleby pustynne, czarnoziemie, gleby brunatne i gleby płowe, gleby bielcowe oraz gleby tundrowe.
- Rozwój **gleb śródstrefowych** zależy od warunków klimatycznych i szaty roślinnej. Jednak te gleby są w dużym stopniu modyfikowane przez pozostałe czynniki glebotwórcze, np. warunki wodne. Do gleb śródstrefowych zalicza się m.in. mady, rędziny i czarne ziemie.
- **Gleby niestrefowe** mają najczęściej słabo wykształcony profil i są przekształcone w wyniku działalności człowieka. Do gleb niestrefowych należą m.in. gleby górskie.
- **Biosfera**, zwana też sferą życia, obejmuje organizmy występujące na naszej planecie.
- Rozmieszczenie **stref roślinnych** na Ziemi zależy od **warunków klimatycznych**. W każdej strefie występują charakterystyczne dla niej typy **roślinności** oraz rodzaje **gleb**.
- Strefy roślinne, podobnie jak strefy klimatyczne, układają się **pasowo**, w miarę symetrycznie na północ i na południe od równika.
- Główne **strefy roślinne** na Ziemi to:
  - wilgotne lasy równikowe,
  - sawanna,
  - pustynie i półpustynie,
  - roślinność typu śródziemnomorskiego,
  - step,
  - lasy liściaste i mieszane,
  - tajga,
  - tundra,
  - pustynie lodowe.
- W górach wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza zmienia się szata roślinna. Tworzy ona charakterystyczne **piętra roślinne**.
- Najczęściej wyróżnia się następujące piętra roślinne: **piętro lasów, piętro subalpejskie i alpejskie** oraz **piętro subniwalne i niwalne**.



## Sprawdź, czy potrafisz!

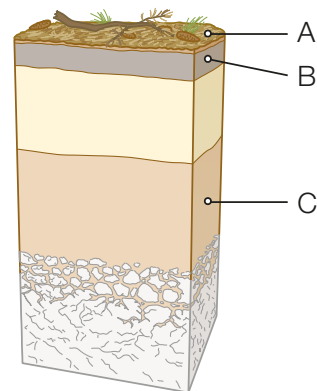
WYKONAJ W ZESZYCIE



- 1 Oceń, czy podane zdania są zgodne z prawdą. Zapisz w zeszytcie zdania prawdziwe.

- A. Gleba składa się z cząstek mineralnych i organicznych oraz z wody i powietrza.
- B. Aby powstała gleba, musi zająć wiele procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych.
- C. Gleba powstaje w bardzo krótkim czasie.
- D. W wyniku wielu skomplikowanych procesów glebotwórczych w glebie powstają poziomy glebowe.

- 2 Na poniższym profilu glebowym literami A, B i C oznaczono wybrane poziomy glebowe. Zapisz w zeszytcie literę, którą oznaczono poziom próchniczny. Następnie wyjaśnij wpływ tego poziomu na żyzność gleby.



- 3 Rozpoznaj glebę, której profil został przedstawiony poniżej. Zapisz w zeszytcie jej nazwę oraz nazwę procesu glebotwórczego, dzięki któremu powstała.



- 4 Wyjaśnij, czym się różni humifikacja od brunatnienia. Zapisz odpowiedź w zeszytcie.

- 5 Spośród wymienionych typów gleb wybierz te, które należą do gleb strefowych. Zapisz ich nazwy w zeszytcie.

*czerwone gleby ferralitowe, mady, buroziemy, czarne ziemie, czarnoziemy, rędziny, gleby pustynne, gleby górskie, gleby bielcowe, gleby płowe*

- 6 Wybierz poprawne dokończenia zdań. Następnie przepisz całe zdania do zeszytu.

- A. Rozmieszczenie poszczególnych stref roślinnych na Ziemi zależy od warunków klimatycznych / rzeźby terenu.
- B. Strefy roślinne, podobnie jak strefy klimatyczne, układają się pasowo, w miarę symetrycznie na północ i południe od równika / na wschód i zachód od południka zerowego.

- 7 Zapisz w zeszytcie nazwy stref roślinnych przedstawionych na poniższych fotografiach. Następnie podaj dwie różnice między tymi strefami.

A.



B.



- 8 Wymień cztery czynniki, od których zależy skład gatunkowy kolejnych pięter roślinnych występujących na obszarach górskich.

## Sprawdź, czy potrafisz! – klucz odpowiedzi



### Rozdział I

1. przewodnik turystyczny, atlas geograficzny, mapa turystyczna
2. Zdania prawdziwe: A, C, D.
3. B
4. Na przykład:
  - informacje o ukształtowaniu terenu,
  - informacje o aktualnych warunkach pogodowych.
5. A – 3, B – 1
6. A. 1:4 000 000, B. 1:75 000
7. Skala: 1:2 000 000  
1 cm – 20 km  
x cm – 320 km  
 $x = (1 \text{ cm} \cdot 320 \text{ km}) : 20 \text{ km} = 16 \text{ cm}$   
Odległość z Krakowa do Warszawy na mapie w skali 1:2 000 000 wynosi 16 cm.
8. Kartogram, np.:
  - gęstość zaludnienia wg województw w Polsce,
  - plony pszenicy wg województw w Polsce.
9. 1 cm – x cm  
7,7 cm – 770 km  
 $x = (1 \text{ cm} \cdot 770 \text{ km}) : 7,7 \text{ cm} = 10 000 000 \text{ cm}$   
Postać liczbowa: 1:10 000 000  
Postać mianowana: 1 cm – 100 km
10. Przykładowa odpowiedź: Na podstawie zdjęć lotniczych kartografowie rozpoznają obiekty geograficzne, a następnie z dużą dokładnością nanoszą je na mapę za pomocą sygnatur.
11. A. metoda sygnaturowa, B. metoda izolinii, C. metoda kartodiagramu, D. metoda powierzchniowa
12. Skala: 1:32 000  
1 cm – 320 m  
Odległość na mapie w linii prostej między punktem widokowym na Śnieżce a schroniskiem Dom Śląski wynosi 2,5 cm.  
 $x = (2,5 \text{ cm} \cdot 320 \text{ m}) : 1 \text{ cm} = 800 \text{ m}$   
Odległość w terenie w linii prostej między punktem widokowym na Śnieżce a schroniskiem Dom Śląski wynosi 880 m.
13. Szczyt Śnieżki: 1602 m n.p.m.  
Przełęcz pod Śnieżką: 1389 m n.p.m.  
1602 m n.p.m. – 1389 m n.p.m. = 213 m  
Wysokość względna Śnieżki w odniesieniu do Przełęczy pod Śnieżką wynosi 213 m.
14. Metoda ilościowa: metoda izolinii.  
Metody jakościowe: metoda sygnaturowa, metoda powierzchniowa.
15. W kolejnych zdaniach: B, D, C.
16. Na przykład:
  - przebieg szlaków turystycznych,
  - położenie restauracji, muzeów, schronisk,

– gęstość poziomicy (wskazująca na stopień trudności szlaków).

17. Fotografię wykonano w kierunku południowo-wschodnim.

### Rozdział II

1. Zdania prawdziwe: A, C.
2. A. 150 tys., B. 4,6 mld, C. 40 tys.
3. Przykładowe odpowiedzi:
  - Siła Coriolisa oddziałuje na kierunki wiatrów, np. na półkuli północnej pasaty wieją z północnego wschodu zamiast z północy, a na półkuli południowej – z południowego wschodu zamiast z południa.
  - Siła Coriolisa sprawia, że zmieniają się kierunki prądów morskich. Na półkuli północnej kierunek, w którym płyną, jest odchylany w prawą stronę względem kierunku początkowego, a na półkuli południowej – w lewą.
4. B
5. Sydney: UTC + 10 h  
Lima: UTC – 5 h  
 $10 + 5 = 15$   
Różnica czasu strefowego między Limą a Sydney: 15 h  
11.00 (niedziela) – 15 h = 20.00 (sobota)  
W Limie jest sobota, godzina 20.00 czasu strefowego.
6. A. 22 grudnia, B. lato, C. północnej, D. zwrotniku Koziorożca
7. A. strefy podbiegunowe, B. strefa międzyzwrotnikowa, C. strefy podbiegunowe, D. strefy umiarkowane
8. Następstwa ruchu obiegowego: zmiana miejsca wschodu Słońca na widnokręgu, występowanie astronomicznych pór roku, występowanie stref oświetlenia Ziemi, zmiana długości trwania dnia i nocy.  
Następstwa ruchu obrotowego: występowanie dnia i nocy, spłaszczenie biegunowe Ziemi, pozorna wędrówka gwiazd po sklepieniu niebieskim, działanie siły Coriolisa.

### Rozdział III

1. wysokość nad poziomem morza, rzeźba terenu, szerokość geograficzna, odległość od mórz i oceanów
2. Zdania prawdziwe: A, C.
3. B
4. Przykładowa odpowiedź: Na lądach najwyższe wartości średniej temperatury powietrza w styczniu odnotowuje się w pobliżu zwrotnika Koziorożca, ponieważ w tym czasie Słońce



góruje na największej wysokości na obszarach leżących stosunkowo blisko tego zwrotnika.

**5.** Przykładowa odpowiedź: Rozkład temperatury powietrza przedstawiony na wykresie wskazuje, że miejscowość, w której wykonano pomiary, znajduje się w głębi lądu. Świadczy o tym dość duża wartość rocznej amplitudy temperatury powietrza.

**6.** A. silnie nagrzane, B. niż, C. wyżej, D. pasaty

**7.** Ciśnienie atmosferyczne na nizinach jest zwykle wyższe niż w górach, ponieważ na niższych położonych obszarach powietrze wywiera większy nacisk na powierzchnię terenu (wysokość słupa powietrza jest tam niższa).

**8.** A – 2, B – 4, C – 1

**9.** A

Przykładowa odpowiedź: Chmury towarzyszące powstawaniu burz przedstawiono na fotografii A. Są to chmury kłębiaste (cumulonimbusy), które osiągają wysokość kilku kilometrów. W dolnej części są zbudowane z kropelek wody, a w górnej – z kryształków lodu. Ich wierzchołki przypominają kształtem kowadło lub pióropusz.

**10.** Atakama, Dolina Śmierci, Grenlandia, Kotlina Kaszgarska, Namib, Sahara

**11.** Przykładowa odpowiedź: Prognozowanie pogody polega na przewidywaniu jej przebiegu na podstawie aktualnego stanu elementów pogody oraz informacji o warunkach pogodowych występujących w przeszłości.

**12.** A. ciśnienie atmosferyczne, B. wiatr, C. opady, D. temperatura powietrza

**13.** B

Przykładowe argumenty:

- Na większości obszarów strefy klimatów umiarkowanych opady atmosferyczne występują przez cały rok.
- Na większości obszarów położonych w strefie klimatów umiarkowanych średnie miesięczne wartości temperatury powietrza w porze zimowej spadają poniżej 0°C.

**14.** Klimat równikowy wybitnie wilgotny:

- A. Średnia roczna temperatura powietrza przekracza 20°C.
- C. Brak wyraźnej pory deszczowej. Klimat zwrotnikowy wilgotny:
- B. Opady występują głównie latem.
- D. Temperatura powietrza latem przekracza 25°C, a zimą dochodzi do 20°C.

#### Rozdział IV

**1.** C

**2.** A – 3, B – 4, C – 1, D – 2

**3.** A. największą, B. najmniejszą, C. niskim

**4.** Przykładowa odpowiedź: Ciepły Prąd Południoworównikowy płynie na zachód wzdłuż

równika. Gdy dociera do wybrzeży Australii, jako ciepły Prąd Wschodnioaustralijski kieruje się na południe. Następnie jego wody zasilają zimny Prąd Wiatrów Zachodnich, który płynie na wschód. Część jego wód w postaci zimnego Prądu Peruwiańskiego kieruje się na północ.

**5.** Zdania prawdziwe: B, C, D.

**6.** Przykładowe odpowiedzi:

- rzeki niosące m.in. pestycydy, nawozy sztuczne, ścieki komunalne, odpady przemysłowe i śmieci,
- awarie zbiornikowców,
- awarie platform wiertniczych,
- rozwój rybołówstwa i transportu morskiego.

**7.** C

**8.** Zdania poprawnie opisujące zróżnicowanie sieci rzecznej na Ziemi: B, C, E.

**9.** A. 5000 km, trzy; B. Wisły; C. różnych strefach klimatycznych

**10.** jezioro wulkaniczne

Przykładowe wyjaśnienie: Jezioro wulkaniczne powstaje wskutek wypełnienia krateru wygasłego wulkanu wodą opadową.

**11.** Antarktyda, Grenlandia

**12.** Uzupełnione kolejno: polem firnowym, lód lodowcowy, jęzora lodowcowego.

**13.** Przykłady negatywnych skutków:

- Zanikanie naturalnych siedlisk życia wielu gatunków zwierząt (np. fok, niedźwiedzi polarnych).
- Przenoszenie się rdzennych mieszkańców Arktyki do miast i zatrącanie przez nich odrębności kulturowej.

Przykłady pozytywnych skutków:

- Większa dostępność szlaków morskich, a w związku z tym – skrócenie drogi między niektórymi portami.
- Łatwiejszy dostęp do złóż surowców mineralnych i większe możliwości ich eksploatacji.

#### Rozdział V

**1.** A

**2.** sól kamienna, żwir, wapień, gips, piasek, węgiel kamienny

**3.** sól kamienna

Przykłady gospodarczego zastosowania:

- w przemyśle spożywczym,
- w przemyśle chemicznym,
- do posypywania nawierzchni dróg zimą.

**4.** A – 3, B – 1, C – 4

**5.** B

**6.** Zdania prawdziwe: A, C.

**7.** W kolejnych zdaniach: B, B.

**8.** A. ryfty, B. rowy oceaniczne, C. grzbietami śródoceanicznymi

**9.** góry zrębowe

Poprawne informacje: A, D.

**10.** Zdania prawdziwe: A, B.

**11.** Wulkanizm: materiały piroklastyczne, wydobywanie się magmy na powierzchnię. Plutonizm: intruzje magmowe, przemieszczanie się magmy wewnątrz Ziemi.

**12.** Przykładowe odpowiedzi:

- Wezuwiusz
- Stromboli
- Etna
- Santoryn
- Hekla

**13.** Przykładowa odpowiedź: Powstanie wulkanów na Hawajach wynika z położenia tych wysp nad plamą gorącą, czyli w miejscu, w którym gorąca magma przebiła się przez cienką skorupę oceaniczną.

**14.** A – 1, 4, 5

B – 2, 3, 6

**15.** A. Krater – lejkowate ujście komina wulkanicznego, którym produkty wulkaniczne wydostają się na powierzchnię.

B. Komin wulkaniczny – kanał, którym produkty erupcji wulkanicznych są dostarczane z ogniska magmowego na powierzchnię.

C. Ognisko magmowe – zbiornik z magmą i innymi produktami erupcji wulkanicznych znajdujący się we wnętrzu Ziemi i połączony z jej powierzchnią kominem wulkanicznym.

**16.** Andy, Kalifornia, Karaiby, Wyspy Japońskie, Nowa Zelandia, Islandia

**17.** A. hipocentrum, B. epicentrum, C. Richtera

#### Rozdział VI

**1.** wietrzenie mrozowe

Uzupełnione kolejno: mrozowego, polarny, gołoborzami, Tatrach.

**2.** A. ostaniec krasowy, B. jaskinia, C. ponor, D. wywierzyisko

**3.** A. wgłębna, B. meandrami, C. deltowe

**4.** Loara, Tamiza

**5.** B

Przykładowa odpowiedź: Dolina przedstawiona na ilustracji B powstaje w wyniku spływania jęzora lodowcowego w dół doliny V-kształtnej. Jęzor lodowcowy stale żłobi podłoże, poszerza dolinę i ją pogłębia.

**6.** sandr, oz, pradolina

**7.** baraniec (muton)

Przykładowe wyjaśnienie: Kształt tej formy terenu to efekt nierównomiernego wygładzania podłoża przez lodowiec. Łagodnie nachylone stoki znajdują się od strony nasuwających się mas lodu, a strome – od strony przeciwnej.

**8.** A. wybrzeże riasowe, B. wybrzeże dalmatyńskie  
Przykładowa odpowiedź: Wybrzeża riasowe tworzą się w efekcie zalania przez wody morskie dolin górskich ułożonych prostopadle do linii brzegowej, a wybrzeża dalmatyńskie – w wyniku zalania grzbietów górskich ciągnących się równolegle do linii brzegowej.

**9.** Zdania prawdziwe: B, C.

**10.** A. uboga, B. pył i piasek, C. bruku deflacyjnym

**11.** wydma paraboliczna, C

**12.** grzyb skalny

Przykładowe wyjaśnienie: Grzyb skalny powstaje w wyniku korazji, czyli niszczenia powierzchni skalnej przez okrucy skał uderzające w nią z dużą siłą.

**13.** Działalność budująca: morena czołowa, delta rzeki, sandr, mierzeja, wydma.

Działalność niszcząca: klif, niecka deflacyjna, grzyb skalny, meander, pradolina.

#### Rozdział VII

**1.** Zdania prawdziwe: A, B, D.

**2.** B.

Przykładowe wyjaśnienie: Im grubszy poziom próchniczny, tym żyzniejsza gleba.

**3.** gleba bielkowa, bielcowanie

**4.** Przykładowa odpowiedź: Humifikacja to proces rozkładu materii organicznej pod wpływem bakterii i grzybów, a brunatnienie to stopniowy rozpad złożonych związków chemicznych zawierających glin i krzem.

**5.** czerwone gleby ferralitowe, buroziemie, czarnoziemie, gleby pustynne, gleby bielkowe, gleby płowe

**6.** A. warunków klimatycznych, B. na północ i na południe od równika

**7.** A. step, B. sawanna

Przykładowe odpowiedzi:

- Step występuje w strefie klimatów umiarkowanych, a sawanna rośnie w strefie klimatów równikowych.
- Na stepach przeważają trawy i nie ma drzew. Z kolei na sawannach oprócz traw rosną pojedyncze drzewa.
- Charakterystycznymi glebami dla stepów są czarnoziemie, a dla sawann – gleby cynamonowoczerwone i czerwobure.

**8.** Przykładowe odpowiedzi:

- położenie i przebieg pasma górskiego,
- budowa geologiczna,
- ekspozycja stoków,
- oddziaływanie prądów morskich.



# Słowniczek



## A

**Abrazja** – proces niszczenia brzegów przez fale morskie.

**Akumulacja materiału skalnego** – gromadzenie materiału skalnego np. przez wodę płynącą w rzece, wodę morską, lodowiec i wiatr.

**Amplituda temperatury powietrza** – różnica między najwyższą a najniższą wartością temperatury powietrza w danym okresie, np. w ciągu miesiąca lub roku.

**Atmosfera** – jedna z powłok Ziemi. Stanowi mieszaninę gazów nazywaną powietrzem atmosferycznym.

## B

**Baraniec (muton)** – asymetryczny pagórek powstający w wyniku nierównomiernego wygładzania podłoża przez lodowiec. Barańce mają łagodnie nachylone stoki od strony nasuwających się mas lodu, a strome – od strony przeciwnej.

**Barchan** – rodzaj wydmy powstający na obszarach pustynnych, na których nie ma roślinności, a wiatr wieje przeważnie z jednego kierunku. Ramiona barchanu są ułożone zgodnie z kierunkiem wiatru i poruszają się szybciej niż środkowa część.

**Batolit** – intruzja magmowa o ogromnej miąższości. Zwykle powstaje w wyniku połączenia wielu pojedynczych intruzji.

**Bielicowanie** – wymywanie w głąb gleby związków mineralnych (np. żelaza) i organicznych (np. próchnicy). W jego wyniku powstaje jasny i ubogi w substancje odżywcze poziom wymywania, a pod nim – ciemny poziom wmywania.

**Biosfera** – jedna z powłok Ziemi, nazywana też sferą życia. Obejmuje organizmy występujące na naszej planecie.

**Bomby wulkaniczne** – duże bryły lawy zastygające w powietrzu podczas wybuchu wulkanu.

**Brak deflacyjny** – pokrywa składająca się z większych fragmentów skalnych, np. ze żwirów i z głazów. Powstaje wskutek wywiewania drobniejszego materiału skalnego.

**Brunatnienie** – stopniowy rozpad złożonych związków chemicznych zawierających glin i krzem (glinokrzemianów). W wyniku tego procesu są uwalniane żelazo i glin, których związki otaczają cząstki gleby i nadają im charakterystyczną brunatną barwę.

## C

**Chmura** – zbiór kropel wody lub kryształków lodu (albo mieszanina jednych i drugich) swobodnie unoszący się w powietrzu.

**Cieśnina** – zwężenie powierzchni wodnej znajdujące się między ładami i łączące dwa akweny.

**Ciśnienie atmosferyczne** – nacisk, który powietrze wywiera na powierzchnię Ziemi. Średnia wartość ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza wynosi 1013 hektopaskali (hPa).

**Cyklon tropikalny** – ośrodek niskiego ciśnienia, który tworzy się w strefie międzyzwrotnikowej nad silnie nagrzanymi obszarami morskimi. Cyklon tropikalny kształtem przypomina olbrzymi wir.

**Cyrk lodowcowy** – zob. kocioł lodowcowy.

**Czas prawdziwy słoneczny** – czas oparty na pozornej wędrówce Słońca po niebie. Jest ustalany dla danego miejsca na podstawie wysokości Słońca nad horyzontem.

**Czas strefowy** – czas ustalany na podstawie umownego podziału kuli ziemskiej na 24 strefy czasowe. Każda strefa to pas obejmujący 15° długości geograficznej.

**Czas uniwersalny** – czas przyjmowany na całym świecie za podstawę rachuby i porównań czasu w ciągu doby. Godzinę 12.00 czasu uniwersalnego wyznacza moment górowania Słońca nad południkiem 0°.

**Czas urzędowy** – umowny czas dostosowany do przebiegu granic państwowych lub wewnętrznych granic administracyjnych.

**Czynniki glebotwórcze** – elementy środowiska geograficznego wpływające na powstawanie gleby. Zalicza się do nich: klimat, skałę macierzystą, rośliny i zwierzęta, rzeźbę terenu, warunki wodne, działalność człowieka oraz czas.

## D

**Dajka** – intruzja magmowa w formie żyły przecinającej w pionie lub na ukos starsze warstwy skalne.

**Deflacja** – proces polegający na wywiewaniu materiału skalnego z obszarów zbudowanych z luźnych skał.

**Delta rzeki** – zob. ujście deltowe.

**Deszcze zenitalne** – intensywne deszcze padające codziennie na obszarach okołorównikowych.

**Dolina U-kształtna** – dolina, której przekrój przypomina kształtem literę U. Powstaje w wyniku pogłębiania i poszerzania doliny rzecznej (V-kształtnej) przez lodowiec.

**Dolina V-kształtna** – dolina, której przekrój przypomina kształtem literę V. Powstaje w wyniku erozji wgłębnej zachodzącej w rzece.

**Dopływ** – rzeka uchodząca do rzeki głównej.

**Dorzecze** – obszar, z którego wody spływają do jednego systemu rzecznej.

**Draperie naciekowe** – formy krasu podziemnego, które wyglądem przypominają wiszące firanki.

**Droga Mleczna** – galaktyka, w której skład wchodzi Układ Słoneczny.

**Dział wodny** – granica między dorzeczami lub zlewiskami. Przebiega zwykle wzdłuż najwyższych wzniesień okalających dorzecze lub zlewisko.

**Dzień polarny** – zjawisko, podczas którego Słońce nie zachodzi dłużej niż przez 24 godziny.

## E

**Ekspozycja stoku** – położenie stoku względem kierunków świata.

**Epicentrum (ośrodek trzęsienia ziemi)** – miejsce na powierzchni ziemi, w którym wstrząsy są odczuwane najsilniej i najwcześniej.

**Epifity** – rośliny rosnące na innych roślinach (np. storczyki).

**Eratyk** – zob. gład narzutowy.

**Erozja** – niszczenie podłoża skalnego np. przez wodę płynącą w rzece, wodę morską, lodowiec lub wiatr.

**Erozja boczna** – niszczenie brzegów rzeki przez płynącą wodę. Erozja boczna przeważa w środkowym odcinku rzeki.

**Erozja wgłębna** – niszczenie (pogłębianie) dna rzeki przez płynącą wodę. Erozja wgłębna najintensywniej zachodzi w górnym odcinku rzeki. W jej wyniku powstają doliny V-kształtne.

**Erozja wsteczna** – rodzaj erozji rzecznej polegający na podcinaniu progów skalnych występujących w obrębie koryta rzecznej przez płynącą wodę. W efekcie erozji wstecznej próg skalny się cofa.

**Estuarium** – zob. ujście lejkowate.

## F

**Falowanie** – poziome ruchy wody morskiej wywołane głównie przez wiatr.

**Fen** – ciepły, suchy i porywisty wiatr lokalny. Powstaje w górach, gdy powietrze po przebyciu bariery górskiej z dużą prędkością przemieszcza się w dół, ku dolinom.

**Firn** – ziarnisty śnieg. Jedną z faz, które przechodzi lód znajdujący się w lodowcu (pomiędzy śniegiem a lodem lodowcowym).

**Front atmosferyczny** – strefa przejściowa, która rozdziela masy powietrza o różnych właściwościach.

## G

**Galaktyka** – duże skupisko gwiazd wraz z materią międzygwiazdową (głównie z pyłem i gazem kosmicznym).

**Geografia** – nauka opisująca świat. Bada różnicowanie przestrzenne Ziemi pod względem przyrodniczym i społeczno-gospodarczym.

**Geografia fizyczna** – dziedzina geografii zajmująca się badaniem naturalnych procesów, które zachodzą we wnętrzu Ziemi i na jej powierzchni.

**Geografia społeczno-ekonomiczna** – dziedzina geografii zajmująca się m.in. analizowaniem rozmieszczenia i różnicowania ludności na Ziemi, opisywaniem różnorodnych form działalności gospodarczej oraz ich wpływu na środowisko przyrodnicze.

**Geoportal** – portal internetowy zapewniający dostęp do danych przestrzennych. W Polsce można je zdobyć np. za pośrednictwem strony [www.geoportal.gov.pl](http://www.geoportal.gov.pl).



**GIS** – systemy informacji geograficznej (ang. *Geographical Information Systems*). Komputerowe bazy danych zawierające informacje o rozmieszczeniu oraz cechach obiektów występujących na Ziemi. Służą do pozyskiwania, gromadzenia, analizowania i prezentowania danych geograficznych.

**Gleba** – zewnętrzna warstwa litosfery. Może mieć grubość od kilkunastu centymetrów do kilku metrów. Składa się z cząstek mineralnych i organicznych, a także z wody i powietrza.

**Globalna cyrkulacja atmosfery** – krążenie powietrza na kuli ziemskiej. Wynika ze różnicowania ciśnienia atmosferycznego w różnych szerokościach geograficznych.

**Głaz narzutowy (eratyk)** – blok skalny przyniesiony przez lądolód z odległych terenów.

**Górowanie** – moment w ciągu dnia, kiedy Słońce znajduje się najwyżej nad horyzontem.

**Góry fałdowe** – góry powstające w wyniku subdukcji płyty oceanicznej pod płytę kontynentalną lub jako efekt kolizji dwóch płyt kontynentalnych. Górami fałdowymi są m.in. Himalaje, Alpy, Andy i Karpaty.

**Góry wulkaniczne** – góry powstające w wyniku wypływu lawy oraz wydostawania się innych materiałów pochodzenia wulkanicznego na powierzchnię.

**Góry zrębowe** – góry powstające w wyniku wypiętrzania się warstw skalnych wzdłuż uskóków. Górami zrębowymi są m.in. Góry Smocze, Harz i Schwarzwald.

**GPS** – system nawigacji satelitarnej (ang. *Global Positioning System*) wykorzystujący dane z satelitów nawigacyjnych, które krążą wokół Ziemi.

**Grad** – bryłki lodu, których średnica przekracza 0,5 cm.

**Graniak wiatrowy** – skała o ściętych powierzchniach oraz wyraźnie zaznaczonych krawędziach (graniach).

**Granica wiecznego śniegu** – wysokość, powyżej której w ciągu roku więcej śniegu przybywa, niż ubywa. Tylko tam mogą tworzyć się lodowce. Przebieg tej granicy zmienia się wraz z szerokością geograficzną.

**Grzbiet śródoceaniczny** – rozległe podmorskie wzniesienie tworzące się po obu stronach ryftu.

**Grzyb skalny** – forma terenu o wąskiej podstawie i szerszej górnej części. Powstaje w wyniku korazji.

**Gwiazda** – kuliste ciało niebieskie, które jest zbudowane z gazów (głównie z wodoru i helu) i które na skutek reakcji jądrowych zachodzących we wnętrzu świeci własnym światłem.

**Gwiazdozbiór** – grupa gwiazd zajmujących pewien obszar nieba.

## H

**Hipocentrum (ognisko trzęsienia ziemi)** – miejsce we wnętrzu Ziemi, z którego rozchodzą się fale sejsmiczne.

**Humifikacja** – proces rozkładu materii organicznej pod wpływem bakterii i grzybów prowadzący do powstania próchnicy.

**Hydrosfera** – wodna powłoka Ziemi. Tworzą ją wody powierzchniowe, podziemne i atmosferyczne.

## I

**Izobara** – linia na mapie łącząca punkty o jednakowej wartości ciśnienia atmosferycznego.

**Izohieta** – linia na mapie łącząca punkty o jednakowej sumie opadów atmosferycznych.

**Izohipsa (poziomica)** – linia na mapie łącząca punkty o tej samej wysokości nad poziomem morza.

**Izoterma** – linia na mapie łącząca punkty o jednakowej wartości temperatury powietrza.

## J

**Jednostka astronomiczna** – jedna z jednostek służących do opisywania odległości między obiektami we wszechświecie. Jedna jednostka astronomiczna (w skrócie J.A.) to średnia odległość między Ziemią a Słońcem, czyli ok. 149,5 mln km.

**Jezioro** – naturalne zagłębienie terenu wypełnione wodą.

**Jezioro cyrkowe** – jezioro, które powstało w wyniku wypełnienia wodą kotła (cyrku) lodowcowego.

**Jezioro krasowe** – jezioro, które utworzyło się w zagłębieniu powstałym w skałach wapiennych lub gipsowych.

**Jezioro polodowcowe** – jezioro, którego powstanie jest związane z działalnością lodowców górskich lub lądolodów.

**Jezioro przybrzeżne** – jezioro, które powstało w wyniku odcięcia zatoki morskiej przez mierzeję.

**Jezioro reliktowe** – jezioro, które powstało po odcięciu części dawnego morza wskutek powolnego podnoszenia się skorupy ziemskiej lub obniżania się poziomu morza.

**Jezioro tektoniczne** – jezioro, które powstało w zagłębieniu utworzonym w wyniku ruchów skorupy ziemskiej, np. w rowie tektonicznym.

**Jezioro wulkaniczne** – jezioro, które utworzyło się wskutek wypełnienia krateru wygasłego wulkanu wodą opadową.

**Jęzor lodowcowy** – wydłużona część lodowca górskiego przemieszczająca się w dół doliny górskiej.

## K

**Klif** – stromy, często pionowy i cofający się brzeg morski.

**Klimat** – przebieg pogody na danym obszarze określony na podstawie wieloletnich obserwacji.

**Klimat kontynentalny** – typ klimatu charakteryzujący się niewielkimi rocznymi sumami opadów atmosferycznych oraz dużymi rocznymi amplitudami temperatury powietrza.

**Klimat lokalny** – klimat występujący na niewielkim obszarze, np. w małym mieście.

**Klimat morski** – typ klimatu odznaczający się dużymi, równomiernie rozłożonymi w ciągu roku opadami atmosferycznymi oraz niewielkimi rocznymi amplitudami temperatury powietrza.

**Kocioł lodowcowy (cyrk lodowcowy)** – nieckowate zagłębienie tworzące się w obrębie pola firnowego lodowca górskiego, obecnie często wypełnione wodą.

**Kometa** – małe ciało niebieskie zbudowane z lodu, zamrożonych gazów oraz okruchów skał.

**Komin wulkaniczny** – kanał, którym produkty erupcji wulkanicznych są dostarczane z ogniska magmowego na powierzchnię.

**Kondensacja** – zmiana stanu skupienia substancji z gazowego w ciekły (np. pary wodnej w wodę).

**Korazja** – proces polegający na niszczeniu powierzchni skalnej przez okruchy skalne uderzające w nią z dużą siłą.

**Koryto rzeki** – element doliny rzecznej, którym płynie woda.

**Kosa** – mierzeja, która jest przyrośnięta do lądu tylko jednym końcem.

**Krasowienie** – rozpuszczanie skał (np. wapieni) przez wody opadowe zawierające dwutlenek węgla.

**Krater** – lejkowate ujęcie komina wulkanicznego, którym produkty wulkaniczne wydostają się na powierzchnię.

**Krystalizacja** – przejście substancji z ciekłego stanu skupienia w stan stały (np. wody w lód).

**Księżyc** – ciało niebieskie (naturalny satelita) krążące wokół planety, planety karłowatej lub planetoidy. Terminem Księżyc, zapisywanym wielką literą, określa się też naturalnego satelitę Ziemi.

## L

**Lakolit** – intruzja magmowa, której podstawa jest płaska, a górna część – wypukła.

**Lapille** – okruchy skalne, które powstają z rozdrobnionej lawy i mają wielkość ok. 6 cm.

**Lawa** – zob. magma.

**Lądolód (lodowiec kontynentalny)** – rodzaj lodowca zajmujący ogromną powierzchnię i tworzący olbrzymią, lekko wypukłą czaszę lodową.

**Lejek krasowy** – owalne zagłębienie powstałe pod wpływem intensywnego rozpuszczania skał (np. wapieni) na powierzchni lub zapadania się podziemnych komór.

**Litosfera** – skalna powłoka Ziemi, którą tworzą skorupa ziemską wraz z zewnętrzną częścią płaszcza górnego.

**Lodowiec** – trwałe nagromadzenie lodu powstającego na lądzie z przeobrażenia dużych ilości śniegu.

**Lodowiec górski** – rodzaj lodowca o stosunkowo małych rozmiarach (w porównaniu z lądolodem). Składa się z pola firnowego i jęzora lodowcowego.

**Lodowiec kontynentalny** – zob. lądolód.

**Lodowiec szelfowy** – lodowiec, który z jednej strony przylega do lądolodu, a z drugiej – swobodnie unosi się na powierzchni wody.



## Ł

**Łożysko rzeki** – element doliny rzecznej obejmujący koryto rzeki oraz terasy zalewowe.

## M

**Magma** – gorąca masa skalna znajdująca się w głębi Ziemi. Gdy wydostaje się na powierzchnię, ulega odgazowaniu i staje się lawą.

**Makia** – wiecznie zielone zarośla (np. oleandry, mirty) rosnące w basenie Morza Śródziemnego.

**Mapa** – obraz powierzchni Ziemi lub jej fragmentu przedstawiony na płaszczyźnie w odpowiednim pomniejszeniu.

**Mapa synoptyczna** – mapa prezentująca stan pogody w danej chwili na stosunkowo dużym obszarze, np. na kontynencie.

**Masa powietrza** – ogromna ilość powietrza odznaczająca się określonymi właściwościami, np. podobną temperaturą i wilgotnością.

**Materiały piroklastyczne** – fragmenty lawy różnej wielkości, wyrzucane w powietrze w czasie wybuchu wulkanu.

**Meander** – zakole rzeki powstające na skutek erozji bocznej.

**Meteoroidy** – okruchy skalne krążące w przestrzeni kosmicznej. Kiedy docierają do Ziemi, stają się meteorytami.

**Metoda hipsometryczna** – metoda przedstawiania rzeźby terenu. Polega na nałożeniu skali barw na mapę wykonaną metodą poziomicową.

**Metoda poziomicowa** – metoda przedstawiania rzeźby terenu, w której wykorzystuje się poziomicę.

**Mgła** – zawiesina kropelek wody lub kryształków lodu, której obecność powoduje, że widoczność jest mniejsza niż 1 km.

**Mierzeja** – piaszczysty wał, który przyrasta do lądu i odcina wody zatoki od otwartego morza. Powstaje z drobnego materiału skalnego nanoszonego przez prądy przybrzeżne.

**Międzynarodowa linia zmiany daty** – umowna linia przebiegająca wzdłuż południka 180° lub w jego pobliżu. Po jej przekroczeniu z półkuli wschodniej na półkulę zachodnią należy odjąć jeden dzień, a podczas podróży w kierunku przeciwnym – jeden dzień dodać.

**Mineralizacja** – proces przemiany związków organicznych w proste związki mineralne (np. w dwutlenek węgla, wodę, amoniak).

**Minerały** – pierwiastki lub związki chemiczne mające określone właściwości chemiczne (np. skład) oraz fizyczne (np. twardość). Powstają w głębi Ziemi lub na jej powierzchni. To z nich składają się skały.

**Minerały skałotwórcze** – minerały, które odgrywają znaczącą rolę w budowie skorupy ziemskiej. Jest ich zaledwie kilkadziesiąt. Do minerałów skałotwórczych należą m.in. mika, skałen, magnetyt, oliwin i kwarc.

**Monsun** – wiatr, który zmienia swój kierunek dwa razy w roku (monsun letni i monsun zimowy). Powstaje wskutek nierównomiernego nagrzewania się sąsiadujących ze sobą dużych obszarów oceanicznych i lądowych. Cyrkulacja monsunowa najwyraźniej zaznacza się w południowej i południowo-wschodniej części Azji.

**Morena** – materiał skalny (głazy, piaski, gliny) transportowany przez lodowiec i osadzany w różnych miejscach. Morena to również forma terenu zbudowana z materiału transportowanego przez lodowiec. Wyróżnia się morenę: czołową, denną, środkową i boczną.

**Morze** – część oceanu przylegająca do kontynentu, oddzielona od otwartych wód oceanicznych łańcuchem wysp, półwyspem lub podwodnym progiem.

**Muton** – zob. baraniec.

## N

**Niecka deflacyjna** – rozległe zagłębienie powstałe w efekcie długotrwałego wywiewania pyłu i piasku.

**Niż baryczny** – układ baryczny, w którym ciśnienie atmosferyczne maleje w kierunku środka, a najniższą wartość osiąga w centrum. Na mapach jest przedstawiany za pomocą zamkniętych izobar oraz litery N.

**Noc polarna** – zjawisko, podczas którego Słońce nie wschodzi dłużej niż przez 24 godziny.

## O

**Obszary asejsmiczne** – obszary, na których nie występują trzęsienia ziemi.

**Obszary pensejsmiczne** – obszary, na których trzęsienia ziemi występują sporadycznie, a ewentualne wstrząsy są słabe.

**Obszary sejsmiczne** – obszary, na których występują częste i silne trzęsienia ziemi.

**Ognisko magmowe** – zbiornik z magmą i innymi produktami erupcji wulkanicznych, znajdujący się w skorupie ziemskiej lub płaszczu Ziemi i połączony z jej powierzchnią kominem wulkanicznym.

**Ognisko trzęsienia ziemi** – zob. hipocentrum.

**Ognisty Pierścień Pacyfiku** – strefa występowania częstych trzęsień ziemi i erupcji wulkanicznych. Znajduje się na granicach płyt litosfery, których przebieg pokrywa się w przybliżeniu z wybrzeżami Oceanu Spokojnego.

**Orogenezy** – zob. ruchy górotwórcze.

**Ostaniec krasowy** – wapienny pagór wznoszący się ponad powierzchnię zrównaną przez procesy krasowe.

**Ośrodek trzęsienia ziemi** – zob. epicentrum.

**Oz** – długi, wysoki, wąski i kręty wał zbudowany z piasku i ze żwiru naniesionego przez wodę płynącą w tunelu pod lądolodem.

## P

**Pampa** – nazwa stepu używana w Ameryce Południowej.

**Parowanie** – przejście substancji z ciekłego stanu skupienia w stan gazowy (np. wody w parę wodną).

**Pas główny planetoid** – pas planetoid znajdujący się w Układzie Słonecznym między orbitą Marsa a orbitą Jowisza.

**Pas Kuipera** – pas planetoid, który znajduje się w Układzie Słonecznym poza orbitą Neptuna. Pas Kuipera jest też nazywany pasem zewnętrznym planetoid.

**Pasaty** – stałe wiatry wiejące od zwrotników w kierunku równika.

**Pedosfera** – glebowa powłoka Ziemi.

**Plama gorąca** – miejsce, w którym gorąca magma przebiła się przez cienką skorupę oceaniczną. Nad plamami gorąca mogą powstawać wulkany (np. na Hawajach).

**Planeta** – kuliste lub prawie kuliste ciało niebieskie, które krąży wokół gwiazdy, świeci światłem odbitym i nie dzieli swojej orbity z innym ciałem niebieskim o podobnym rozmiarze.

**Planeta karłowata** – ciało niebieskie o kształcie zbliżonym do kuli. Planety karłowate od planet różnią się tym, że dzielą swoje orbity z innymi obiektami o podobnym rozmiarze. Do tej pory za planety karłowate uznano jedynie pięć ciał niebieskich.

**Planetoida** – niewielkie ciało niebieskie, którego średnica nie przekracza 1000 km. Większość planetoid krąży wokół Słońca w pasie głównym planetoid, a część – w Pasie Kuipera.

**Planety grupy ziemskiej** – planety, które pod względem budowy są podobne do Ziemi. Każda z nich ma skalistą skorupę i płaszcz oraz stosunkowo duże metaliczne jądro. Do tej grupy należą Merkury, Wenus, Ziemia i Mars.

**Planety olbrzymy** – planety, które składają się głównie z gazów i lodu. Wszystkie mają pierścienie. Do tej grupy należą Jowisz, Saturn, Uran i Neptun.

**Plaża** – płaski, piaszczysty (czasem żwirowy lub kamienisty) odcinek wybrzeża, rozrastający się tam, gdzie fale wyrzucają na brzeg więcej materiału, niż są w stanie później zabrać.

**Plejstocen** – epoka czwartorzędu (najmłodszego okresu w dziejach Ziemi) rozpoczęta 2,6 mln lat temu i zakończona ok. 12 tys. lat temu. W plejstocenie klimat wielokrotnie się ochładzał, co sprzyjało powstawaniu lodowców i lądolodów.

**Plutonizm** – wszystkie procesy geologiczne związane z powstawaniem, gromadzeniem się, przemieszczaniem oraz krystalizacją magmy.

**Płowienie** – proces polegający na wymywaniu w głąb gleby składników ilastych. W jego wyniku powstaje jasny (płowy) poziom wymywania, a pod nim – ciemniejszy poziom wmywania.

**Pływy** – zmiany poziomu wody morskiej (przyprawy i odpływy) związane z przyciąganiem Księżyca i Słońca.

**Pogoda** – chwilowy stan atmosfery w danym miejscu i czasie.

**Pokrywa lessowa** – obszar zbudowany z pyłu wywianego z terenów pozbawionych roślinności.

**Pole firnowe** – miejsce położone powyżej granicy wiecznego śniegu, w którym gromadzi się śnieg przekształcający się stopniowo w lód lodowcowy.





**Polje** – szeroka kotlina otoczona ścianami skalnymi, powstała w wyniku długotrwałych procesów krasowych.

**Ponor** – otwór w podłożu skalnym, przez który wody na obszarze krasowym spływają pod powierzchnię.

**Popioły wulkaniczne** – drobne okruchy skalne wyrzucane podczas wybuchu wulkanu i mające średnicę do 2 mm.

**Poziomica** – zob. izohipsa.

**Poziomy glebowe** – warstwy gleby różniące się miąższością, barwą, składem chemicznym oraz zawartością materii organicznej.

**Pradolina** – szeroka dolina wyżłobiona przed czołem lądolodu przez wody wypływające z niego w wyniku topnienia lodu.

**Prąd ciepły** – prąd morski niosący wody cieplejsze od wód, które go otaczają.

**Prąd morski** – poziomy ruch wody morskiej.

**Prąd zimny** – prąd morski niosący wody zimniejsze od wód, które go otaczają.

**Prądy konwekcyjne** – powolne ruchy magmy, która porusza się w płaszczu Ziemi pod wpływem energii cieplnej.

**Preria** – określenie stepu stosowane w Ameryce Północnej.

**Procesy glebotwórcze** – procesy prowadzące do powstawania gleby. Najczęściej wyróżnia się trzy etapy powstawania gleby: wietrzenie podłoża skalnego, akumulację i przekształcanie materii organicznej oraz zaawansowane procesy glebotwórcze.

**Prognozowanie pogody** – przewidywanie przebiegu pogody na podstawie stanu poszczególnych jej elementów oraz informacji o warunkach pogodowych, które występowały w przeszłości.

**Próchnica** – składnik organiczny gleby mający ciemną barwę. Powstaje ze szczątków roślin i zwierząt. Jest źródłem substancji odżywczych pobieranych przez rośliny.

**Przesilenie letnie** – moment, w którym podczas ruchu obiegowego Ziemi Słońce góruje w zenicie na zwrotniku Raka. Przesilenie letnie następuje ok. 21 czerwca.

**Przesilenie zimowe** – moment, w którym podczas ruchu obiegowego Ziemi Słońce góruje

w zenicie na zwrotniku Koziorożca. Przesilenie zimowe następuje ok. 21 grudnia.

**Pumeks** – wulkaniczna skała magmowa charakteryzująca się dużą porowatością i małą gęstością. Powstaje, gdy lava bogata w gazy zastyga w trakcie wyrzucania z wulkanu.

**Pustynia ilasta** – pustynia, której powierzchnię tworzy stwardniały, popękany il.

**Pustynia kamienista** – pustynia, której powierzchnię tworzą nagie ostrokrawędziste skały.

**Pustynia lodowa** – formacja roślinna charakterystyczna dla strefy klimatów okołobiegunowych (typ polarny). Jediną roślinnością są tam mchy i porosty, które rosną na skałach niepokrytych lodem.

**Pustynia piaszczysta** – pustynia, na której występują wyraźnie ukształtowane piaszczyste wydmy.

**Pustynia żwirowa** – pustynia, która jest zbudowana ze żwirów oraz z dużych ziaren piasku.

## R

✂ **Regresja morza** – wycofywanie się morza z obszaru lądowego na skutek wznoszących ruchów epejrogenicznych.

**Resublimacja** – przejście substancji z gazowego stanu skupienia w stan stały (np. pary wodnej w lód).

**Ripplemarki** – piaszczyste grzbiety o wysokości kilku centymetrów, ułożone prostopadle do kierunku wiatru.

**Rok świetlny** – odległość przebyta przez światło w próżni w ciągu roku.

**Rów oceaniczny** – wąskie, podłużne obniżenie dna oceanu o znacznej głębokości.

**Równonoc** – moment, w którym podczas ruchu obiegowego Ziemi Słońce góruje w zenicie na równiku. Równonoc wiosenna następuje ok. 20 marca, równonoc jesienna zaś – ok. 22 września.

✂ **Ruchy epejrogeniczne (ruchy lądotwórcze)** – bardzo powolne pionowe ruchy skorupy ziemskiej.

**Ruchy górotwórcze (orogenezy)** – procesy związane z fałdowaniem oraz wypiętrzaniem warstw skalnych. W ich efekcie powstają góry.

✂ **Ruchy lądotwórcze** – zob. ruchy epejrogeniczne.

**Ryft** – wąskie i długie pęknięcie w litosferze, przez które lava wypływa na powierzchnię.

**Rynna podlodowcowa** – długie i wąskie zagłębienie wyżłobione w podłożu przez wody płynące pod lądolodem. Wiele rynien wypełniło się wodą i stało się jeziorami rynnowymi.

**Rzeka epizodyczna** – rzeka, która jest zasilana wodą sporadycznie, np. po dużych opadach deszczu.

**Rzeka główna** – rzeka, która wpada bezpośrednio do morza lub do oceanu.

**Rzeka okresowa** – rzeka, w której woda występuje regularnie, ale tylko w porze deszczowej.

**Rzeka stała** – rzeka, w której woda występuje przez cały rok.

## S

**Sandr** – rozległa równina utworzona w wyniku osadzania się żwirów i piasków nanoszonych przez wody topniejącego lądolodu.

**Sawanna** – formacja roślinna charakterystyczna dla strefy klimatów równikowych (dla typu podrównikowego wilgotnego i podrównikowego suchego). Na sawannie dominują trawy oraz pojedyncze drzewa (np. akacje, baobaby).

**Sejsmograf** – urządzenie służące do rejestrowania trzęsień ziemi.

**Siatka kartograficzna** – układ południków i równoleżników na mapie.

**Skala mapy** – element mapy informujący o tym, ile razy pomniejszono na mapie odległości w terenie.

**Skala Richtera** – skala używana do określania wielkości trzęsień ziemi. W praktyce w tej skali nie są notowane wstrząsy o magnitudzie większej niż 9,5.

**Skała** – naturalne skupisko jednego minerału lub wielu minerałów.

**Skały magmowe** – skały tworzące się w wyniku powolnej krystalizacji magmy głęboko pod powierzchnią ziemi (skały głębinowe) lub w wyniku zastygania lawy na powierzchni (skały wylewne).

**Skały metamorficzne** – skały tworzące się pod wpływem oddziaływania wysokiej temperatury oraz dużego ciśnienia na istniejące już skały magmowe lub osadowe.

**Skały osadowe** – skały, które powstają:

- w morzu lub na lądzie z nagromadzenia okruchów skalnych pochodzących z niszczenia innych skał (skały okruchowe),
- w płytkich zbiornikach wodnych na skutek wytrącania się różnych substancji z roztworów (skały pochodzenia chemicznego),
- z nagromadzenia szczątków roślinnych lub zwierzęcych (skały pochodzenia organicznego).

**Spreading** – proces polegający na rozrastaniu się dna oceanicznego.

**Stalagmit** – naciek w postaci słupka narastającego od dna jaskini ku górze, utworzony na skutek wytrącania się węglanu wapnia z wody kapiącej ze stropu jaskini.

**Stalagnat** – kolumna powstająca w jaskini z połączenia stalaktytu ze stalagmitem.

**Stalaktyt** – naciek w kształcie zwisającego sopła, powstały w miejscu, w którym woda kapie ze stropu jaskini.

**Starorzecze** – jezioro powstające w wyniku przerwania szyi meandra i oderwania meandra od głównego koryta rzeki.

**Step** – formacja roślinna charakterystyczna dla strefy klimatów umiarkowanych (typ ciepły kontynentalny) oraz strefy klimatów podzwrotnikowych (typ kontynentalny). Na stepie przeważają rośliny trawiaste, rośliny cebulkowe i byliny.

**Stop** – tworzywo powstające z połączenia metalu z innymi substancjami. Stopy są tworzone zwykle po to, aby poprawić wytrzymałość metalu.

**Stratowulkan** – wulkan, w którym gwałtowne erupcje są przeplatane erupcjami o spokojnym przebiegu. Podczas tych pierwszych wydobywają się lava i materiały piroklastyczne, a podczas drugich wypływa tylko lava.

**Subdukcja** – proces podsuwania się jednej płyty litosfery pod drugą.

**Sublimacja** – przejście substancji ze stałego stanu skupienia w stan gazowy (np. lodu w parę wodną).

**Sukulenty** – rośliny, które magazynują wodę w liściach lub łodygach (np. kaktusy).

**Surowce mineralne** – skały i minerały pozyskiwane z Ziemi, a następnie przetwarzane na wyroby zaspokajające potrzeby człowieka lub wykorzystywane do produkcji innych towarów.





**Sygnatura** – znak graficzny użyty na mapie i opisany w legendzie. Informuje o lokalizacji i rodzaju danego obiektu lub zjawiska.

**Szczegółowość mapy** – liczba elementów pokazanych na mapie. Im jest ich więcej, tym mapa jest bardziej szczegółowa.

## T

**Tajga** – formacja roślinna charakterystyczna dla strefy klimatów umiarkowanych chłodnych (tylko na półkuli północnej). Typową roślinnością tajgi są lasy iglaste z przewagą świerka i modrzewia, a czasem – z domieszką brzozy i topoli.

**Teoria heliocentryczna** – teoria sformułowana w 1543 r. przez Mikołaja Kopernika, zgodnie z którą Ziemia i inne znane wówczas planety krążą wokół Słońca.

**Teoria tektoniki płyt litosfery** – teoria wyjaśniająca budowę litosfery. Zgodnie z tą teorią litosfera dzieli się na mniejsze fragmenty zwane płytami litosfery.

**Terasa zalewowa** – płaski fragment doliny rzecznej, na który rozlewa się woda występująca z koryta w czasie wysokich stanów rzeki.

**Topnienie** – przejście substancji ze stałego stanu skupienia w stan ciekły (np. lodu w wodę).

**Tornado** – potężny wir powietrza sięgający powierzchni ziemi i połączony z chmurą burzową.

✂ **Transgresja morza** – zalewanie lądu przez morze na skutek obniżających ruchów epejrogenicznych.

**Treść mapy** – główna część mapy. Treść mapy tworzą wszystkie obiekty przedstawione za pomocą sygnatur.

**Trzęsienia ziemi** – drgania skorupy ziemskiej najczęściej wywoływane nagłym przesuwaniem się ogromnych mas skalnych.

**Tsunami** – fale, które z ogromną siłą zalewają i niszczą obszary przybrzeżne. Przyczyną powstawania tsunami są np. trzęsienia ziemi.

**Tundra** – formacja roślinna charakterystyczna dla strefy klimatów okołobiegunowych (typ subpolarny). W tundrze przeważają mchy, porosty i krzewinki. Występują też nieliczne karłowate drzewa (np. wierzbą lapońska, brzoza).

## U

**Ujście** – miejsce, w którym rzeka wpływa do innej rzeki lub do zbiornika wodnego.

**Ujście deltowe (delta rzeki)** – typ ujścia rzecznego. Powstaje, gdy rzeka uchodzi do płytkiego zbiornika wodnego, w którym nie występują silne prądy przybrzeżne i wysokie pływy.

**Ujście lejkowate (estuarium)** – typ ujścia rzeczno, które powstaje w miejscu, w którym rzeka wpada do akwenu odznaczającego się występowaniem dużych pływów i silnych prądów przybrzeżnych (albo jedną z tych cech).

**Uskok** – struktura tektoniczna, która powstała w wyniku przemieszczenia warstw skalnych wzdłuż pionowego lub pochylonego pęknięcia tych warstw.

## W

**Wiatr** – ruch powietrza, najczęściej poziomy, z obszarów o wyższym ciśnieniu atmosferycznym w kierunku obszarów o niższym ciśnieniu.

**Wiatry wschodnie** – stałe wiatry wiejące od biegunów w kierunku umiarkowanych szerokości geograficznych.

**Wiatry zachodnie** – stałe wiatry wiejące od zwrotników w kierunku umiarkowanych szerokości geograficznych.

**Widnokrąg** – linia pozornego styku nieba z powierzchnią ziemi lub morza.

**Wielki pak polarny** – ogromne połacie dryfującej wieloletniej pokrywy lodowej pokrywające Ocean Arktyczny.

**Wieloletnia zmarzlina** – obszary trwale przemrożonego gruntu.

**Wietrzenie** – proces polegający na niszczeniu skał pod wpływem zmian temperatury powietrza oraz oddziaływania wody i organizmów.

**Wietrzenie biologiczne (wietrzenie organiczne)** – wietrzenie powodowane mechanicznym i chemicznym oddziaływaniem roślin i zwierząt na skały.

**Wietrzenie chemiczne** – rozkład skał, którego wynikiem jest zmiana ich składu chemicznego. Główną rolę w wietrzeniu chemicznym odgrywa woda z rozpuszczonymi w niej związkami chemicznymi, np. dwutlenkiem węgla i tlenem.

**Wietrzenie fizyczne (wietrzenie mechaniczne)** – rozpad skał bez zmiany ich składu chemicznego.

**Wietrzenie insolacyjne** – zob. wietrzenie termiczne.

**Wietrzenie mechaniczne** – zob. wietrzenie fizyczne.

**Wietrzenie mrozowe** – rodzaj wietrzenia fizycznego. Zachodzi na skutek zamarzania i rozmrażania wody w szczelinach skalnych.

**Wietrzenie organiczne** – zob. wietrzenie biologiczne.

**Wietrzenie termiczne (wietrzenie insolacyjne)** – rodzaj wietrzenia fizycznego. Zachodzi w wyniku naprzemiennego nagrzewania i ochładzania się skał. W efekcie skały wielokrotnie zwiększają swoją objętość i się kurczą.

**Wilgotność powietrza** – zawartość pary wodnej w powietrzu atmosferycznym. Wyróżnia się wilgotność bezwzględną, podawaną w gramach na metr sześcienny ( $\text{g/m}^3$ ), i wilgotność względną, podawaną w procentach (%).

**Wodospad** – swobodny spadek wody w rzece na wyraźnie zaznaczonym progu skalnym.

**Współrzędne geograficzne** – współrzędne pozwalające określić położenie punktów na Ziemi. Składają się na nie szerokość geograficzna (odczytywana na podstawie równoleżników) i długość geograficzna (odczytywana na podstawie południków).

**Wulkan** – miejsce, w którym magma wydobywa się z wnętrza Ziemi na powierzchnię.

**Wulkan efuzywny** – wulkan, z którego podczas spokojnych erupcji wydobywa się jedynie mało lepka lava, która rozlewa się na dużej powierzchni.

**Wulkan eksplozywny** – wulkan, z którego podczas gwałtownych erupcji wydobywają się materiały piroklastyczne oraz gazy.

**Wulkanizm** – ogół procesów geologicznych związanych z wydobywaniem się magmy z głębi Ziemi.

**Wydma** – piaszczyste wzniesienie o łagodnie nachylonych stokach dowietrznych i stromych stokach zawietrznych.

**Wydma gwiazdzista** – rodzaj wydmy powstający na obszarach, na których kierunek wiatru często się zmienia. Ramiona wydmy gwiazdzistej mają charakterystyczny, nieregularny kształt, a sama wydma widziana z góry przypomina kształtem gwiazdę.

**Wydma paraboliczna** – rodzaj wydmy powstający na obszarach, na których większa wilgotność umożliwia rozwój skąpej roślinności. Ramiona takiej wydmy przemieszczają się wolniej niż jej środkowa część.

**Wywierzyisko** – źródło krasowe, którym wody podziemne wypływają na powierzchnię. Odnacza się dużą wydajnością.

**Wyż baryczny** – układ baryczny, w którym ciśnienie atmosferyczne wzrasta w kierunku środka, a najwyższą wartość osiąga w centrum. Na mapach jest przedstawiany za pomocą zamkniętych izobar oraz litery W.

## Z

**Zasolenie** – zawartość soli w wodzie morskiej (liczba gramów soli rozpuszczonej w kilogramie wody). Najczęściej podaje się ją w promilach (‰).

**Zatoka** – część oceanu, morza lub jeziora, która wcina się w ląd i odnacza się swobodną wymianą wód ze zbiornikiem wodnym.

**Zenit** – punkt na sklepieniu niebieskim znajdujący się bezpośrednio (pionowo) nad obserwatorem. Gdy Słońce góruje w zenicie, to znaczy, że jego wysokość nad horyzontem wynosi  $90^\circ$ .

**Zlewisko** – obszar obejmujący dorzecza odprowadzające wody do jednego morza lub oceanu.

**Zrąb** – wypiętrzona struktura tektoniczna, ograniczona z co najmniej dwóch stron uskokami.

**Zwietrzelnina** – zewnętrzna część skały o zmienionych właściwościach chemicznych lub fizycznych będąca efektem wietrzenia.

## Ż

**Źródło** – miejsce, w którym wody podziemne wypływają na powierzchnię.

## Ż

**Żłobek krasowy** – podłużne zagłębienie utworzone w wyniku spływania wody opadowej po pochylej powierzchni skał, np. wapiennych.



Dane statystyczne



Dane statystyczne z zakresu geografii fizycznej ogólnej

Planety Układu Słonecznego

| Planeta | Średnia odległość od Słońca [mln km] | Średnica [km] | Okres obiegu wokół Słońca | Liczba księżyców |
|---------|--------------------------------------|---------------|---------------------------|------------------|
| Merkury | 57,9                                 | 4 879         | 88 dni                    | 0                |
| Wenus   | 108,2                                | 12 104        | 225 dni                   | 0                |
| Ziemia  | 149,6                                | 12 756        | 365,25 dnia               | 1                |
| Mars    | 227,9                                | 6 792         | 687 dni                   | 2                |
| Jowisz  | 778,6                                | 142 984       | 11,9 roku                 | 95               |
| Saturn  | 1433,5                               | 120 536       | 29,4 roku                 | 145              |
| Uran    | 2872,5                               | 51 118        | 84 lata                   | 27               |
| Neptun  | 4495,1                               | 49 538        | 163,7 roku                | 14               |

Czas trwania dnia polarnego i nocy polarnej na półkuli północnej

| Szerokość geograficzna | Dzień polarny |         |            | Noc polarna |        |            |
|------------------------|---------------|---------|------------|-------------|--------|------------|
|                        | początek      | koniec  | liczba dni | początek    | koniec | liczba dni |
| 90°                    | 19 III        | 25 IX   | 189        | 25 IX       | 19 III | 176        |
| 86°                    | 30 III        | 15 IX   | 168        | 5 X         | 9 III  | 156        |
| 80°                    | 1 IV          | 29 VIII | 136        | 21 X        | 21 II  | 123        |
| 76°                    | 26 IV         | 18 VIII | 114        | 2 XI        | 10 II  | 99         |
| 68°                    | 26 V          | 17 VIII | 52         | 10 XII      | 3 I    | 25         |

Termiczne rekordy klimatyczne

| Rekord klimatyczny                                   | Wartość [°C] | Miejsce               | Data           |
|------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|----------------|
| Najwyższa temperatura powietrza na świecie           | 56,7         | Dolina Śmierci        | 10.07.1913     |
| Najniższa temperatura powietrza na świecie           | −89,2        | stacja Wostok         | 21.07.1983     |
| Najniższa temperatura powietrza na półkuli północnej | −67,8        | Ojmiakon              | zima 1938/1939 |
| Najwyższa temperatura na biegunie południowym        | −13,6        | stacja Amundsen–Scott | 1978           |

Podział najmłodszej ery w dziejach Ziemi

| Era                                 | Okres       | Epoka      | Orogeneza |
|-------------------------------------|-------------|------------|-----------|
| Kenozoik<br>(od 66 mln lat do dziś) | czwartorzęd | holocen    | alpejska  |
|                                     |             | plejstocen |           |
|                                     | neogen      |            |           |
|                                     | paleogen    |            |           |

Największe wyspy według kontynentów

| Wyspa            | Kontynent                | Powierzchnia [tys. km²] | Ocean/morze                        | Państwo                      |
|------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Borneo           | Azja                     | 748,2                   | Ocean Spokojny                     | Indonezja, Malezja, Brunei   |
| Sumatra          |                          | 443,1                   | Ocean Spokojny                     | Indonezja                    |
| Honsiu           |                          | 225,8                   | Ocean Spokojny                     | Japonia                      |
| Madagaskar       | Afryka                   | 587,7                   | Ocean Indyjski                     | Madagaskar                   |
| Grenlandia       | Ameryka Północna         | 2130,8                  | Ocean Atlantyczny                  | Dania                        |
| Ziemia Baffina   |                          | 507,4                   | Ocean Arktyczny                    | Kanada                       |
| Wyspa Wiktorii   |                          | 217,3                   | Ocean Arktyczny                    | Kanada                       |
| Ziemia Ognista   | Ameryka Południowa       | 48,0                    | Ocean Atlantyczny                  | Argentyna, Chile             |
| Nowa Gwinea      | Australia<br>(z Oceanią) | 785,8                   | Ocean Spokojny                     | Indonezja, Papua-Nowa Gwinea |
| Wyspa Południowa |                          | 145,8                   | Ocean Spokojny                     | Nowa Zelandia                |
| Wielka Brytania  | Europa                   | 209,3                   | Ocean Atlantyczny                  | Wielka Brytania              |
| Islandia         |                          | 101,8                   | Ocean Atlantyczny, Ocean Arktyczny | Islandia                     |
| Wyspa Aleksandra | Antarktyda               | 49,1                    | Morze Bellingshausena              | –                            |

Najwyższe szczyty górskie na poszczególnych kontynentach

| Szczyt                      | Kontynent                | Wysokość [m n.p.m.] | Masyw górski                       | Państwo                               |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Mount Everest (Czomolungma) | Azja                     | 8849                | Himalaje                           | Nepal, Chiny                          |
| K2 (Czogori)                |                          | 8611                | Karakorum                          | Pakistan, Chiny                       |
| Kanczendzonga               |                          | 8586                | Himalaje                           | Indie, Nepal                          |
| Aconcagua                   | Ameryka Południowa       | 6962                | Andy                               | Argentyna                             |
| Ojos del Salado             |                          | 6893                | Andy                               | Argentyna, Chile                      |
| Pissis                      |                          | 6795                | Andy                               | Argentyna                             |
| Denali                      | Ameryka Północna         | 6190                | Kordyliery (Alaska)                | Stany Zjednoczone                     |
| Logan                       |                          | 5966                | Kordyliery (Góry Świętego Eliasza) | Kanada                                |
| Orizaba                     |                          | 5636                | Kordyliera Wulkaniczna             | Meksyk                                |
| Kibo                        | Afryka                   | 5895                | Kilimandżaro                       | Tanzania                              |
| Batian                      |                          | 5199                | Kenia                              | Kenia                                 |
| Szczyt Małgorzaty           |                          | 5109                | Ruwenzori                          | Uganda, Demokratyczna Republika Konga |
| Masyw Vinsona               | Antarktyda               | 4892                | Góry Ellswortha                    | –                                     |
| Puncak Jaya                 | Australia<br>(z Oceanią) | 4884                | Góry Śnieżne                       | Indonezja, Papua-Nowa Gwinea          |
| Góra Kościuszki             |                          | 2228                | Alpy Australijskie                 | Australia                             |
| Mont Blanc                  | Europa                   | 4810                | Alpy                               | Francja, Włochy                       |



Najdłuższe rzeki na poszczególnych kontynentach

| Rzeka                | Kontynent          | Zlewisko                 | Państwo                                                           | Długość [km] | Powierzchnia dorzecza [tys. km²] |
|----------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------|
| Nil z Kagerą         | Afryka             | Morze Śródziemne         | Burundi, Rwanda, Tanzania, Uganda, Sudan Południowy, Sudan, Egipt | 6671         | 2870                             |
| Amazonka z Ukajali   | Ameryka Południowa | Ocean Atlantycki         | Peru, Brazylia                                                    | 6437 (7025)  | 7300                             |
| Jangcy               | Azja               | Morze Wschodniocchińskie | Chiny                                                             | 6380         | 1800                             |
| Missisipi z Missouri | Ameryka Północna   | Zatoka Meksykańska       | Stany Zjednoczone                                                 | 5970         | 3222                             |
| Wołga                | Europa             | Morze Kaspijskie         | Rosja                                                             | 3531         | 1380                             |
| Murray z Darling     | Australia          | Ocean Indyjski           | Australia                                                         | 3490         | 1160                             |

Największe jeziora na poszczególnych kontynentach

| Jezioro           | Kontynent          | Państwo                                           | Powierzchnia [tys. km²] | Pojemność [km³] | Maksymalna głębokość [m] | Wysokość lustra wody [m n.p.m.] |
|-------------------|--------------------|---------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------------|
| Morze Kaspijskie* | Azja               | Rosja, Iran Azerbejdżan, Kazachstan, Turkmenistan | 370,0                   | 78 200          | 1025                     | −28                             |
| Jezioro Górne     | Ameryka Północna   | Kanada, Stany Zjednoczone                         | 82,4                    | 12 100          | 406                      | 183                             |
| Jezioro Wiktorii  | Afryka             | Uganda, Kenia, Tanzania                           | 68,8                    | 2 760           | 84                       | 1134                            |
| Ładoga            | Europa             | Rosja                                             | 17,8                    | 838             | 230                      | 4,8                             |
| Maracaibo         | Ameryka Południowa | Wenezuela                                         | 16,3                    | 280             | 250                      | 0                               |
| Eyre*             | Australia          | Australia                                         | do 9,5                  | do 32           | do 20                    | do 20                           |

\* jezioro słone

Charakterystyka oceanów

| Ocean            | Powierzchnia [mln km²] | Udział w powierzchni wszechoceanu [%] | Średnia głębokość [m] | Maksymalna głębokość [m] |
|------------------|------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Ocean Spokojny   | 168,7                  | 46,4                                  | 4028                  | 10 916                   |
| Ocean Atlantycki | 85,1                   | 22,9                                  | 3926                  | 9 219                    |
| Ocean Indyjski   | 70,6                   | 20,4                                  | 3663                  | 7 450                    |
| Ocean Południowy | 22,0                   | 6,1                                   | 3270                  | 7 236                    |
| Ocean Arktyczny  | 15,6                   | 4,2                                   | 1225                  | 5 625                    |
| Wszechocean      | 362,0                  | 100,0                                 | 3711                  | 10 916                   |

Największe morza świata

| Morze                    | Ocean            | Powierzchnia [tys. km²] | Maksymalna głębokość [m] |
|--------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|
| Morze Sargassowe         | Ocean Atlantycki | 6000–7000               | 6 905                    |
| Morze Filipińskie        | Ocean Spokojny   | 5726                    | 10 497                   |
| Morze Koralowe           | Ocean Spokojny   | 4791                    | 9 103                    |
| Morze Arabskie           | Ocean Indyjski   | 4592                    | 5 875                    |
| Morze Południowochińskie | Ocean Spokojny   | 3537                    | 5 560                    |

Charakterystyka kontynentów

| Kontynent             | Powierzchnia [mln km²] | Udział w powierzchni lądowej Ziemi [%] | Średnia wysokość [m n.p.m.] |
|-----------------------|------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| Azja                  | 44,4                   | 29,8                                   | 990                         |
| Afryka                | 30,3                   | 20,3                                   | 657                         |
| Ameryka Północna      | 24,2                   | 16,2                                   | 780                         |
| Ameryka Południowa    | 17,8                   | 12,0                                   | 650                         |
| Antarktyda            | 13,2                   | 8,9                                    | 2030                        |
| Europa                | 10,5                   | 7,1                                    | 292                         |
| Australia (z Oceanią) | 8,5                    | 5,7                                    | 330                         |
| Łądy ogółem           | 149,0                  | 100,0                                  | 875                         |

Najwyższe wulkany na poszczególnych kontynentach

| Wulkan           | Kontynent             | Państwo                    | Wysokość [m n.p.m.] |
|------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|
| Ojos del Salado  | Ameryka Południowa    | Argentyna, Chile           | 6893                |
| Orizaba          | Ameryka Północna      | Meksyk                     | 5636                |
| Kluczevska Sopka | Azja                  | Rosja                      | 4750                |
| Meru             | Afryka                | Tanzania                   | 4565                |
| Mauna Kea        | Australia (z Oceanią) | Stany Zjednoczone (Hawaje) | 4205                |
| Erebus           | Antarktyda            | –                          | 3794                |
| Etna             | Europa                | Włochy                     | 3323                |

Największe pustynie świata

| Pustynia            | Kontynent          | Państwo/terytorium                                                                              | Powierzchnia [tys. km²] |
|---------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Sahara              | Afryka             | Algieria, Czad, Egipt, Libia, Mali, Maroko, Mauretania, Niger, Sahara Zachodnia, Sudan, Tunezja | 9100                    |
| Gobi                | Azja               | Chiny, Mongolia                                                                                 | 1300                    |
| Pustynia Patagońska | Ameryka Południowa | Argentyna, Chile                                                                                | 670                     |
| Ar-Rab al-Chali     | Azja               | Arabia Saudyjska, Jemen, Oman, Zjednoczone Emiraty Arabskie                                     | 650                     |
| Pustynia Syryjska   | Azja               | Arabia Saudyjska, Irak, Jordania, Syria                                                         | 492                     |
| Chihuahua           | Ameryka Północna   | Meksyk, Stany Zjednoczone                                                                       | 455                     |



## Indeks

**A**

abrazja 144, 154, 174  
akumulacja 126, 134, 135, 137, 148, 150, 154, 159, 169, 174  
amplituda temperatury powietrza 50, 52, 70–74, 76, 174  
atmosfera 5, 32, 36, 47–78, 80, 164, 174

**B**

baraniec 139, 154, 174  
barchan 150, 154, 174  
batolit 115, 174  
bielicowanie 159, 161, 163, 169, 174  
biosfera 5, 164, 169, 174  
bomby wulkaniczne 116, 117, 174  
bruk deflacyjny 149, 154, 174  
brunatnienie 159, 161, 163, 169, 174  
buroziemy 161, 162, 165, 169  
burza 58, 59, 65–68

**C**

chmury 32, 54, 56, 59–61, 65, 67, 68, 83, 174  
cieśnina 80, 81, 174  
ciśnienie atmosferyczne 53–59, 61, 65, 66, 174  
cyklon tropikalny 58, 174  
cyrk lodowcowy, zob. kocioł lodowcowy  
czarnoziemy 159, 161, 162, 166, 169  
czas 36, 38–40, 45  
– letni 40, 45  
– prawdziwy słoneczny 38, 40, 45, 174  
– strefowy 38–40, 45, 174  
– – środkowoeuropejski 40, 45  
– – wschodnioeuropejski 40  
– uniwersalny 38, 174  
– urzędowy 38, 40, 45, 174  
– zimowy 40, 45  
czynniki  
– glebotwórcze 160, 161, 163, 169, 174

– klimatotwórcze 69, 70, 76  
– – meteorologiczne 69, 76  
– – niemeteorologiczne 69, 70, 76

**D**

dajka 115, 174  
deflacja 149, 154, 174  
delta rzeki, zob. ujście deltowe  
deszcze zenitalne 56, 63, 174  
dolina 59, 75, 76, 91, 133, 135–137, 139–142, 146, 147, 154, 162  
– U-kształtna 139–141, 154, 175  
– V-kształtna 135, 136, 140, 141, 154, 175  
dopływ 86, 98, 175  
dorzecze 86, 87, 91, 98, 175  
draperie naciekowe 129, 154, 175  
Droga Mleczna 28, 45, 175  
dział wodny 86, 175  
dzień polarny 43, 44, 175

**E**

ekspozycja stoku 49, 75, 168, 175  
epicentrum 120, 122, 175, 178  
epifity 165, 175  
eratyk, zob. głaz narzutowy  
erozja 126, 132, 134–137, 141, 154, 175  
– boczna 135, 137, 154, 175  
– rzeczna 141  
– wgłębna 135, 136, 154, 175  
– wietrzna 132  
– wodna 132  
– wsteczna 135, 175  
erupcja 108, 111, 112, 116  
estuarium, zob. ujście lejkowate

**F**

fale  
– morskie 121, 138, 144, 145, 154  
– sejsmiczne 108, 119, 120, 122  
falowanie 82, 175  
fen 59, 175

firn 93, 175

front atmosferyczny 66, 67, 69, 76, 175

– chłodny 66, 67  
– ciepły 66, 67  
– zokludowany 67

**G**

galaktyka 28, 34, 35, 45, 175  
Galaktyka, zob. Droga Mleczna  
geografia 5, 6, 8, 19, 24, 175  
– fizyczna 6, 8, 19, 24, 175  
– społeczno-ekonomiczna 6, 8, 19, 24, 175  
geoportal 11, 175  
GIS 11, 12, 24, 175  
gleba 6, 157–167, 169, 175  
gleby  
– arktyczne 167  
– bielicowe 160–163, 167, 169  
– brunatne 161–163, 166, 169  
– cynamonowe 166  
– ferralitowe 160–162, 165, 169  
– górskie 162, 169  
– niestrefowe 161, 162, 169  
– płowe 161, 162, 166, 169  
– pustynne 161, 162, 165, 169  
– śródstrefowe 161, 162, 169  
– strefowe 161, 162, 169  
– tundrowe 161, 162, 167, 169  
globalna cyrkulacja atmosfery 56, 57, 61, 76, 175  
głaz narzutowy 142, 143, 154, 175, 175  
górowanie 38, 41, 43–45, 175  
góry 48, 53, 59, 61, 63, 70, 80, 89, 93, 111–113, 115, 122, 126, 128, 129, 162, 168, 169  
– fałdowe 111, 112, 122, 176  
– wulkaniczne 112, 113, 122, 176  
– zrębowe 112, 113, 122, 176  
GPS 23, 176  
grad 60, 68, 176  
graniak wiatrowy 149, 176  
granica wiecznego śniegu 92, 93, 98, 176  
grzbiet śródoceaniczny 110, 122, 176

grzyb skalny 149, 154, 176  
gwiazda 28, 29, 33–35, 37, 45, 176  
Gwiazda Polarna 33, 37, 45  
gwiazdozbiór 33–35, 45, 176

**H**

hipocentrum 120, 122, 176, 178  
humifikacja 159, 169, 176  
hydrosfera 5, 80, 98, 164, 176

**I**

intruzje magmowe 115, 122  
izobara 54, 66, 176  
izohieta 16, 176  
izohipsa 15, 16, 24, 176, 179  
izolinia 16, 24  
izoterma 16, 176

**J**

jaskinia 96, 97, 129, 133, 154  
jednostka astronomiczna 30, 176  
jezioro 10, 19, 75, 80, 85, 86, 88, 89, 98, 103, 135, 140, 142, 143, 145, 154, 162, 176  
– cyrkowe 89, 140, 176  
– krasowe 88, 89, 98, 176  
– morenowe 89  
– polodowcowe 88, 89, 98, 176  
– przybrzeżne 88, 89, 145, 176  
– reliktowe 88, 176  
– rynnowe 89, 142, 154  
– tektoniczne 88, 98, 176  
– wulkaniczne 88, 98, 176  
jęzor lodowcowy 93, 97, 139, 176

**K**

klif 96, 140, 148, 176  
klimat 6, 50, 69–76, 82, 94, 95, 127, 128, 133, 140, 141, 154, 159–163, 165–167, 169, 176  
– kontynentalny 50, 71, 73, 74, 76, 176  
– lokalny 75, 76, 177  
– monsunowy 71  
– morski 50, 71, 73, 74, 76, 177  
kocioł lodowcowy 139, 140, 154, 177  
kometa 29, 32, 45, 177

komin

– krasowy 129, 130, 154  
– wulkaniczny 116, 117, 177  
kondensacja 60, 63, 65, 83, 177  
korazja 149, 154, 177  
koryto rzeki 10, 86, 135, 136, 138, 154, 177  
kosa 145, 177  
krasowienie 128, 129, 154, 177  
krater 32, 88, 116, 117, 177  
krystalizacja 60, 102, 115, 122, 177  
księżyc (satelita naturalny) 29–31, 45, 177  
Księżyc 29, 82

**L**

lakolit 115, 177  
lapille 116, 177  
las 161, 163, 164, 166–169  
law 102, 110, 113, 115–118, 122, 177  
łódolód 80, 93, 97, 98, 141–143, 154, 177  
lejek krasowy 129, 130, 154, 177  
litosfera 5, 105, 107, 109, 110, 114, 115, 122, 158, 164, 169, 177  
lodowiec 19, 80, 89, 92, 93, 96–98, 126, 139–141, 154, 162, 168, 177  
– górski 89, 93, 98, 139–141, 154, 177  
– kontynentalny, zob. łódolód  
– szelfowy 97, 177

**Ł**

łożysko rzeki 136, 177

**M**

mady 162, 169  
magma 102, 110, 114–118, 122, 177  
makia 166, 177  
mapa 8, 11, 13–24, 38, 39, 50, 54, 62, 66, 67, 76, 85, 120, 164, 177  
– geologiczna 19  
– gospodarcza 19  
– hipsometryczna 15  
– klimatyczna 19, 71  
– ogólnogeograficzna 19, 24  
– przeglądowa 19, 24

– stref czasowych 38, 39  
– synoptyczna 66, 67, 76, 177  
– tematyczna 19, 24  
– topograficzna 19, 24  
– turystyczno-topograficzna 19–23  
– zagrożenia powodziowego 12

materiały piroklastyczne 116, 118, 177

meander 135, 137, 154, 177  
meteoroidy 29, 32, 45, 177  
meteoryty 32

metoda

– hipsometryczna 15, 24, 177  
– izolacji 16, 24  
– kartodiagramu 16, 24  
– kartogramu 16, 24  
– powierzchniowa 17, 24  
– poziomicowa 15, 24, 177  
– sygnaturowa 17, 24  
– zasięgów 17, 24

metody

– badania wnętrza Ziemi 108  
– ilościowe 16, 24  
– jakościowe 16, 17, 24

mgła 60, 65, 177

mgławica 34

mierzeja 89, 145, 148, 154, 178

międzynarodowa linia zmiany daty 40, 178

mineralizacja 159, 169, 178

minerały 100–102, 120, 125, 126, 160, 178

– skałotwórcze 102, 178

monsun 57, 63, 76, 178

morena 139, 140, 142, 143, 154, 178

– boczna 139, 140, 154

– czołowa 10, 139, 140, 142, 143, 154

– denna 139, 140, 142, 143, 154

– środkowa 139, 140

**N**

niecka deflacyjna 149, 154, 178  
nisza abrazyjna 144

niż baryczny 54, 55, 57, 66, 76, 178

noc polarna 43, 44, 178

**O**

obszary sejsmiczne 120, 178



ognisko  
– magmowe 111, 116, 117, 178  
– trzęsienia ziemi, zob. hipocentrum  
Ognisty Pierścień Pacyfiku 118, 178  
opady atmosferyczne 16, 54, 57, 60–68, 70–76, 81, 83, 87, 92, 98, 127, 160, 161, 165–168  
orogenezy, zob. ruchy górotwórcze  
ostaniec krasowy 129, 130, 132, 133, 154, 178  
ośrodek trzęsienia ziemi, zob. epicentrum  
oz 142, 143, 154, 178

**P**

pampa 166, 178  
parowanie 60, 81, 87, 98, 127, 178  
pas  
– główny planetoid 29, 30, 178  
– pas Kuipera (pas zewnętrzny planetoid) 29, 31, 178  
pasaty 37, 45, 56, 82, 83, 178  
pedosfera 5, 178  
plama gorąca 118, 119, 179  
planetoida 29, 30, 45, 179  
planety 29–32, 36, 45, 179  
– grupy ziemskiej 30, 31, 45, 179  
– karłowate 29, 45, 179  
– olbrzymy 30, 31, 45, 179  
platforma akumulacyjna 144  
plaża 144, 145, 154, 179  
plejstocen 141, 179  
plutonizm 115, 122, 179  
płowienie 159, 161, 169, 179  
płyty litosfery 109–111, 113, 118–120, 122  
pływy 84, 138, 148, 179  
pogoda 9, 54, 57, 65–67, 69, 70, 73, 74, 76, 179  
pokrywa lessowa 150, 179  
pole firnowe 95, 140, 179  
polje 129, 131, 154, 179  
południk 23, 32, 38–40, 45  
ponor 129, 130, 154, 179  
popioły wulkaniczne 116, 179  
powierzchnia nieciągłości  
– Moho 106  
– Wiecherta–Gutenberg 107

poziomica, zob. izohipsa  
poziomy glebowe 158, 169, 179  
półpustynia 127, 164, 165, 169  
pradolina 142, 143, 179  
prądy  
– konwekcyjne 107, 110, 111, 122, 179  
– morskie 37, 45, 48, 49, 61–63, 69, 70, 76, 82–84, 98, 168, 179  
preria 166, 179  
procesy glebotwórcze 159, 160, 163, 169, 179  
prognozowanie pogody 65–67, 76, 179  
próchnica 158, 159, 161, 162, 169, 179  
przesilenie  
– letnie 41, 42, 179  
– zimowe 41, 42, 179  
pumeks 116, 180  
pustynia 9, 62, 83, 86, 90, 98, 127, 149–154, 164, 165, 169  
– ilasta 151, 152, 154, 180  
– kamienista 150–152, 154, 180  
– lodowa 164, 167, 169, 180  
– piaszczysta 151, 153, 154, 180  
– żwirowa 151, 152, 154, 180

**R**

regresja morza 114, 180  
resublimacja 60, 63, 180  
rędziny 162, 169  
ripplemarki 150, 180  
rok świetlny (lata świetlne) 28, 34, 180  
roślinność typu śródziemnomorskiego 164, 166, 169  
rów  
– oceaniczny 111, 122, 180  
– tektoniczny 88, 113  
równoleżnik 23, 50, 62  
równonoc 180  
– jesienna 41–43, 180  
– wiosenna 41–43, 180  
ruch  
– obiegowy 41–45  
– obrotowy 36–40, 45  
ruchy  
– epejrogeniczne 110, 114, 115, 122, 180

– górotwórcze 110, 112, 113, 115, 122, 178, 180  
– lądowórcze, zob. ruchy epejrogeniczne  
ryft 110, 122, 180  
rynna podlodowcowa 142, 143, 154, 180  
rzeka 80, 81, 84–87, 90, 91, 98, 126, 129, 134–138, 153, 154, 162  
– epizodyczna 87, 98, 180  
– główna 86, 98, 180  
– okresowa 87, 98, 180  
– stała 87, 98, 180

**S**

sandr 142, 143, 154, 180  
sawanna 164, 165, 169, 180  
sejsmograf 119, 180  
siatka kartograficzna 13, 23, 24, 180  
siła Coriolisa 37, 45, 54, 56, 82, 98  
skała  
– mapy 13–16, 19, 21, 24, 180  
– Richtera 119, 180  
skała macierzysta 158–160, 169  
skały 6, 102–105, 108, 115, 122, 126–128, 130–133, 135, 136, 149, 151, 153, 154, 158–160, 162, 163, 167, 180  
– magmowe 102, 103, 112, 116, 122, 152, 168, 180  
– – głębinowe (plutoniczne) 102, 103, 122  
– – wylewne (wulkaniczne) 102, 103, 116, 122, 152  
– metamorficzne (przeobrażone) 102, 103, 112, 122, 168, 180  
– osadowe 102, 103, 111, 122, 168, 180  
– – okruczowe 102, 103, 122  
– – pochodzenia chemicznego 102, 103, 122  
– – pochodzenia organicznego 102, 103, 122  
– wapienne 89  
– węglanowe 129  
Słońce 5, 28–30, 32, 34, 36–38, 41–45, 48, 82  
spreding 110, 118, 119, 122, 180

stalagmit 129, 130, 154, 180  
stalagnat 129, 130, 154, 181  
stalaktyt 129, 130, 154, 181  
starorzecze 135–137, 181  
step 127, 164, 166, 169, 181  
stop 105, 181  
stratowulkan 118, 122, 181  
strefa  
– czasowa 38–40  
– klimatyczna 69, 71–74, 76, 91, 161–169  
– – okółbiegunowa 71, 74, 76, 167  
– – podzwrotnikowa 71, 73, 76, 87, 161, 166  
– – równikowa 71, 72, 76, 87, 165  
– – umiarkowana 71, 73, 74, 76, 87, 161, 166, 167  
– – zwrotnikowa 71–73, 76, 87, 161, 165  
– oświetlenia Ziemi 43–45, 50  
– roślinna 164–167  
subdukcja 111, 112, 118, 119, 122, 181  
sublimacja 60, 181  
sukulenty 165, 181  
surowce mineralne 104, 122, 181  
sygnatura 13, 17, 18, 181  
szaroziem 161, 162, 165, 169  
szczegółowość mapy 14, 24, 181

**T**

tajga 164, 167, 169, 181  
teoria  
– heliocentryczna 41, 45, 181  
– tektoniki płyt litosfery 109, 122, 181  
terasa  
– zalewowa 136, 181  
topnienie 60, 87, 94, 95, 98, 128, 142, 181  
tornado 58, 59, 181  
transgresja morza 114, 181  
treść mapy 13, 14, 24, 181  
trzęsienia ziemi 110, 111, 115, 119–122, 181  
tsunami 121, 181  
tundra 164, 167, 169, 181

**U**

ujście 181  
– deltowe 137, 138, 154, 162, 174, 181

– lejkowate 138, 154, 175, 181  
Układ Słoneczny 28–32, 36, 45  
uskok 113, 181

**W**

wiatr 12, 37, 45, 54–59, 61, 65–67, 75, 76, 82, 98, 126, 149–151, 154, 167, 182  
wiatry  
– wschodnie 56, 57, 182  
– zachodnie 56, 57, 83, 182  
widnokrąg 43, 45, 182  
wielki pak polarny 93, 182  
wieloletnia zmarzlina 93, 182  
wietrzenie 126–133, 154, 158–160, 169, 182  
– biologiczne (organiczne) 126, 131, 154, 182  
– chemiczne 126, 128, 154, 182  
– fizyczne (mechaniczne) 126, 127, 154, 182  
– mrozowe 127, 128, 154, 182  
– termiczne (insolacyjne) 127, 182  
wilgotne lasy równikowe 91, 161, 164, 165, 168, 169  
wilgotność powietrza 60, 62, 63, 65, 67, 70, 75, 150, 182  
wodospad 135, 136, 182  
współrzędne geograficzne 13, 23, 182  
wulkan 6, 88, 109, 113–117, 182  
– efuzywny 118, 122, 182  
– eksplozywny 118, 122, 182  
wulkanizm 110, 111, 113, 115–119, 122, 182  
wybrzeże 63, 76, 83, 98, 144–149, 154  
– dalmatyńskie 146, 147, 154  
– fiordowe 146, 154  
– namorzynowe 146, 148, 154  
– riasowe 146, 147, 154  
– szkierowe (szerowe) 146, 154  
– zalewowo-mierzejowe 146, 148, 154  
wydmy 150–154, 182  
– gwiaździste 150, 154, 183  
– paraboliczne 150, 154, 183  
wywierzyisko 129, 131, 183  
wyż baryczny 54, 55, 57, 66, 76, 183

**Z**

zasolenie 81, 98, 183  
zatoka 80, 89, 145–148, 183  
zenit 41, 42, 44, 183  
zlewisko 86, 183  
zrąb 113, 183  
zwietrzelina 126, 158, 160, 183

**Ż**

źródło 86, 131, 135, 136, 183

**Ł**

łobek krasowy 129, 130, 154, 183



Autorzy ilustracji:

**Ewelina Baran:** s. 118, 130–131; **Elżbieta Buczkowska:** s. 6, 10, 11 (GIS), 36, 37, 38, 40, 41, 43, 44, 48, 49, 52, 56, 57, 58–59 (nawigatory), 69, 70, 72, 73, 74, 77 (wzniesienie, wykres), 80, 83, 86, 90–91 (nawigatory), 92, 96–97 (nawigatory), 106–107, 111 (strefa kolizji), 113, 118, 120, 123, 124, 130–131, 132–133 (nawigatory), 134, 138 (nawigatory), 144, 150, 152–153 (nawigatory), 155 (dolina V-kształtna, dolina U-kształtna), 156, 158, 170; **Rafał Buczkowski:** s. 36, 37, 38, 40, 41, 43 (długość dnia i nocy), 48, 53, 56, 83, 86, 128, 130–131, 141 (zasięg łądolodu), 144, 145, 150 (barchan, wydma paraboliczna), 155 (wietrzenie); **Marta Długokęcka:** s. 49, 77 (wzniesienie), 158; **Natalia Helman:** s. 8, 10, 11 (wykresy), 25, 62, 64, 70, 72, 99 (wykres kołowy), 126; **Wioleta Herczyńska:** s. 54, 93, 130–131, 134; **Ewa Kaletyn:** s. 25; **Adam Klodecki:** s. 135; **Laura Maziewska:** s. 136 (etapy erozji wgłębnej, budowa doliny rzecznej), 137 (etapy powstawania meandrów, etapy powstawania delty); **Krzysztof Mrawiński:** s. 111 (strefa kolizji), 136–137 (ilustracja w tle i przekroje); **Marek Nawrocki:** s. 30–31, 33, 42; **Marcin Oleksak:** s. 30–31, 106 (skorupa ziemska), 110–111 (dół strony), 115, 116–117, 140, 141 (powstawanie doliny U-kształtnej), 143; **Joanna Ptak:** s. 46, 77 (pasaty), 99 (prądy morskie); **Wojciech Sendal:** s. 46, 77 (pasaty), 78, 99 (wykres słupkowy), 100, 155 (kras, dolina V-kształtna, dolina U-kształtna), 168, 170; **Ewa Sowulewska:** s. 54 (niż baryczny), 60, 99 (prądy morskie), 135, 150 (wydma gwiazdzista).

Autorzy projektów graficznych:

**Marek Błoszko:** 5, 28, 34–35, 42, 58–59, 63, 68, 90–91, 96–97, 108, 130–131, 132–133, 146–148, 152–153; **Elżbieta Buczkowska:** 106–107; **Aleksandra Misiak:** 121, 151; **Krzysztof Mrawiński:** 136–137; **Marek Nawrocki:** 30–31; **Marcin Oleksak:** 30–31, 140; **Alicja Skupin-Podwojewska:** 88–89, 94–95, 114, 165–167; **Zuzanna Sri:** 103, 112–113, 116–117.

Zdjęcia pochodzą ze zbiorów:

**BE&W:** Alamy Stock Photo/Lukas Jonaitis s. 68 (cumulonimbus), Alamy Stock Photo/Joe Benning s. 83, Alamy Stock Photo/Science History Images s. 84 (pożar na platformie), Alamy Stock Photo/agefotostock s. 103 (sól kamienna), Alamy Stock Photo/Siim Sepp s. 103 (gnejs), Alamy Stock Photo/agefotostock s. 114 (targowisko Pozzuoli, zbliżenie na kolumny), Alamy Stock Photo/jonnysek s. 123, Alamy Stock Photo/Christian Dietz s. 124, Łukasz Zandecki s. 128, Alamy Stock Photo/PHILMACDIPHOTOGRAPHY s. 130 (żłobki krasowe), Alamy Stock Photo/David Wall s. 130 (lejki krasowe), Alamy Stock Photo/Jan Niedzwiecki s. 140 (kocioł polodowcowy), Alamy Stock Photo/mauritius images GmbH s. 143, Alamy Stock Photo/All Canada Photos s. 145, Alamy Stock Photo/Rafał Cichawa s. 151 (pustynia ilarsta), Alamy Stock Photo/Martin Harvey s. 153 (pustynia Namib); **DEPOSITPHOTOS.COM:** pyty s. 131 (płaskowyż Kras); **EAST NEWS:** Reporter/Tomasz Jodłowski s. 12 (centrum powiadamiania ratunkowego), Reporter/Marcin Józefowicz s. 59 (wał chmur), Bios Photo/Jean-Philippe Delobelle s. 78 (cumulonimbus), Media Drum World/G. Brad Lewis s. 108 (pobieranie próbek lawy), AFP PHOTO/USGS Volcanoes s. 118; **FORUM:** Jerzy Pawleta s. 59 (zniszczenia po halnym), Reuters/Mike Hutchings s. 105 (kopalnia złota), Reuters/Sergei Karpukhin s. 108 (odwiert na Sachalinie), Magnum Photos/Steve McCurry s. 121 (zniszczenia po tsunami w Japonii), TT newsagency/César Gretser s. 121 (tsunami uderzające w Sumatrę), Ireneusz Sobieszczuk, Leszek Wroblewski s. 135 (łachy na Wiśle); **GETTY IMAGES:** iStock/JohannesBluemel Photography – okładka, iStock/acceleratorhams s. 5, Digital Vision/Klaus Vedfelt s. 7, E+/BlackJack3D s. 27, iStock/Gwengoat s. 29 (Ceres), Moment RF/Slworking/Kevin Key s. 37, 500px/Derek Burdeny s. 47, Roberto Machado Noa s. 58, Moment RF/Willoughby Owen s. 59 (tornado), iStock/Valerii Molodavkin s. 63, 500px Prime s. 68 (wyladowania atmosferyczne), Moment RF/MathieuRivrin s. 79, iStock/mariusz\_prusaczyk s. 89 (jezioro Wigry), iStock/Claudio Sieber s. 90, Westend61/Florian Kopp s. 91 (Amazonka), The Image Bank Unreleased/Holger Leue s. 94 (statek wycieczkowy w Arktyce), E+/Josef Friedhuber s. 94 (niedźwiedź polarny), 500px Plus/Geoffrey Whiteway s. 95 (platforma wiertnicza), Cavan Images RF s. 96–97 (jaskinia lodowa), Anadolu Agency/Sergey Anisimov s. 100 (platforma wiertnicza), iStock/Getty Images Plus/joebelanger s. 101, iStock/Getty Images Plus/Nisangha s. 114 (śluzy przeciwpowodziowe), iStock/Tono Balaguer s. 125, iStock/Bustitaway s. 133 (Monument Valley), iStock/Dave Logan s. 140 (dolina U-kształtna), iStock/ewg3D s. 144, Thinkstock/iStock s. 149 (grzyb skalny), Moment RF/Ratnakorn Piyasirisorost s. 152 (Czarna Pustynia), E+/ferrantraite s. 152–153 (Park Narodowy White Sands), iStock/gorsh13 s. 156, iStock/Pryakhin Mikhail s. 166 (step), iStock/poike s. 166 (makia), E+/Onfocus s. 167 (tajga); **INDIGO IMAGES:** Science Photo Library/Detlev Van Ravenswaay s. 32 (kometa), Blickwinkel/imagesandstories s. 84 (połów turczyka), Fotosearch LBRF/demerzel21 s. 88 (Bajkał), Minden Pictures/TUI DE ROY s. 97 (Bariera Lodowa Rossa), PantherMedia/Maurizio Bersanelli s. 116 (wulkan Llullaillaco), Fotosearch LBRF/billperry s. 153 (Pustynia Pstra); **NASA:** Earth Observatory/NASA images created by Jesse Allen s. 9 (Dubaj w 1990 r.), JPL-Caltech/UCAL/MPS/DLR/IDA s. 30 (planetoida Westa), ESA/CSA/Northrop Grumman s. 33, APOD.pl/Wissam Ayoub s. 34 (mgławica Koński Łeb), ESA/JPL/Arizona s. 34 (mgławica Krab), APOD.pl/AOXLumPugh s. 35 (galaktyka Wir), ESA/Hubble/Rogeria Bernal Andreo s. 35 (galaktyka Sombbrero), NASA Visible Earth/Jacques Descloîtres, MODIS Land Science Team s. 138 (delta Nilu), NASA Visible Earth/Jacques Descloîtres, MODIS Land Rapid Response Team, NASA/GSFC s. 138 (delta Missisipi); **POLSKA AGENCJA PRASOWA PAP:** EPA/ROLEX DELA PENA s. 108 (sejsmolodzy); **SENTINEL HUB/EO BROWSER** s. 9 (Dubaj w 2023 r.), s. 138 (estuarium Loary); **SHUTTERSTOCK:** Blue Planet Studio s. 6 (Fudzi), 21 Aerials s. 6 (Londyn), Solarisys s. 12 (nawigacja samochodowa), Sergey Dzyuba s. 21, Tadeusz Ibrom s. 22, Patryk Kosmider s. 26, Alex Mit s. 28, Elena11 s. 29 (Pluton), The Cuevax s. 29 (Księżyc), Aphelleon s. 30 (Słońce), Artsiom P s. 32 (Ziemia z kosmosu), Matt Deakin s. 32 (krater Wolfe Creek), Kirill Demchenko s. 46, NvL s. 68 (grad na trawie), adamada s. 68 (bryłki gradu), Foto-Migawki MD s. 70, Florin Cnejevici s. 75, Pavel\_Klimenko s. 78 (cumulus), mbrand85 s. 88 (jezioro Quilotoa), Julia Ashikmina s. 88 (Morze Kaspijskie), konradkerker s. 89 (jezioro Jamno), Mike Mareen s. 89 (Jeziora Plitwickie), Guosheng Wu s. 91 (Huang He), Jess Kraft s. 91 (Nil), Goinyk Production s. 92, xpixel s. 95 (miasto Nuuk), Goldilock Project s. 96 (Perito Moreno), Nicolaj Larsen s. 97 (lodowiec Stopa Słonia), Captain Anucha s. 100 (jezioro wulkaniczne), Yes058 Montree Nanta s. 103 (bazalt), photo\_jeongh s. 103 (granit), Bjoern Wylezich s. 103 (wapien), Sakdinon Kadchiangsaen s. 103 (piaskowiec), sumire8 s. 103 (piasek), Phongsak Meedaenphai s. 103 (marmur), Wirestock Creators s. 103 (lawa wulkaniczna), arikui35 s. 103 (pokłady pyłów wulkanicznych), horizonphoto s. 103 (gnejs), paparazzza s. 104 (kładzenie asfaltu), Nordroden s. 104 (produkcja opon), WDG Photo s. 105 (wieża Eiffla), MoLarjung s. 105 (Rynek Starego Miasta w Krakowie), Aleh Alisevich s. 112, ChrisVanLennepPhoto s. 113 (Góry Smocze), kavram s. 113 (Kilimandżaro), auralaura s. 114 (targowisko Pozzuoli), MKMKMK s. 116 (pumeks), Belish s. 119, Patricia Bouweraerts s. 127 (wybrzeże Pacyfiku), kuniiwa s. 127 (Yosemite National Park), Minakryn Ruslan s. 128 (kalcyt), Barbarajo s. 131 (korzenie drzew), Martin Helgemeir s. 132 (Wave Rock), aphotostory s. 132–133 (mogoty), Zoomtraveller s. 133 (skalne kule), LHBLLC s. 134 (Wielki Kanion), Alex Yellow s. 134 (rumowisko rzeczne), Gene and Muyu s. 139, Dainis Derics s. 142 (głaz narzutowy), uslatar s. 142 (Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka), Alex Polo s. 146 (wybrzeże fiordowe), Lasse Johansson s. 146 (wybrzeże skierowe), Irish Drone Photography s. 147 (wybrzeże riasowe), Klement Grgic s. 147 (wybrzeże dalmatyńskie), Sergej Onyshko s. 148 (namorzyny), Curioso.Photography s. 148 (Mierzeja Wiśłana), EcoPrint s. 149 (bruk deflacyjny), chinahbzyg s. 150, michel arnault s. 151 (pustynia piaszczysta), Yassmin Photo s. 151 (pustynia kamienista), Mieszko9 s. 151 (pustynia żwirowa), gnohz s. 155, Elena Arkadova s. 157, Sandra A. Dunlap s. 161 (gleba ferralitowa), sittitap s. 165 (wilgotny las równikowy), Maciej Czekajewski s. 165 (sawanna), TOP67 s. 165 (pustynia), VRstudio s. 166 (lasy liściaste i mieszane), Oleg Senkov s. 167 (tundra), Yegor Larin s. 167 (pustynia lodowa), Navachon s. 170 (sawanna), Sergey Sivkov s. 170 (step) **ORAZ** Andrzej Chomczyk/ Sztuka Kadru s. 10, Anna Olej-Kobus i Krzysztof Kobus/Travelphoto s. 129, Archiwum Nowej Ery s. 30 (Układ Słoneczny, kolaż planet), 31, AZON 2.0 zasobynauki.pl/Kolekcja Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu/Cezary Kabala s. 159 (czarnoziem, gleba płowa), 161 (bielica), Bogdan Wańkowicz s. 23 (GPS), 65 (ogródek meteorologiczny), Caroline Power Photography s. 84 (wyspa śmieci), Charlie Goobie/Flickr.com s. 142 (ozy), EUMETSAT/dane.sat4envi.imgw.pl s. 67, Główny Urząd Geodezji i Kartografii s. 18, Hydroportal ISOK – Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej s. 12 (mapa zagrożenia powodziowego), Marek Ostrowski/samper.pl s. 135 (starorzeczka), NOAA/NCEI/U.S. Geological Survey s. 121 (zniszczenia na Hawajach po trzęsieniu ziemi w 1960 r.).

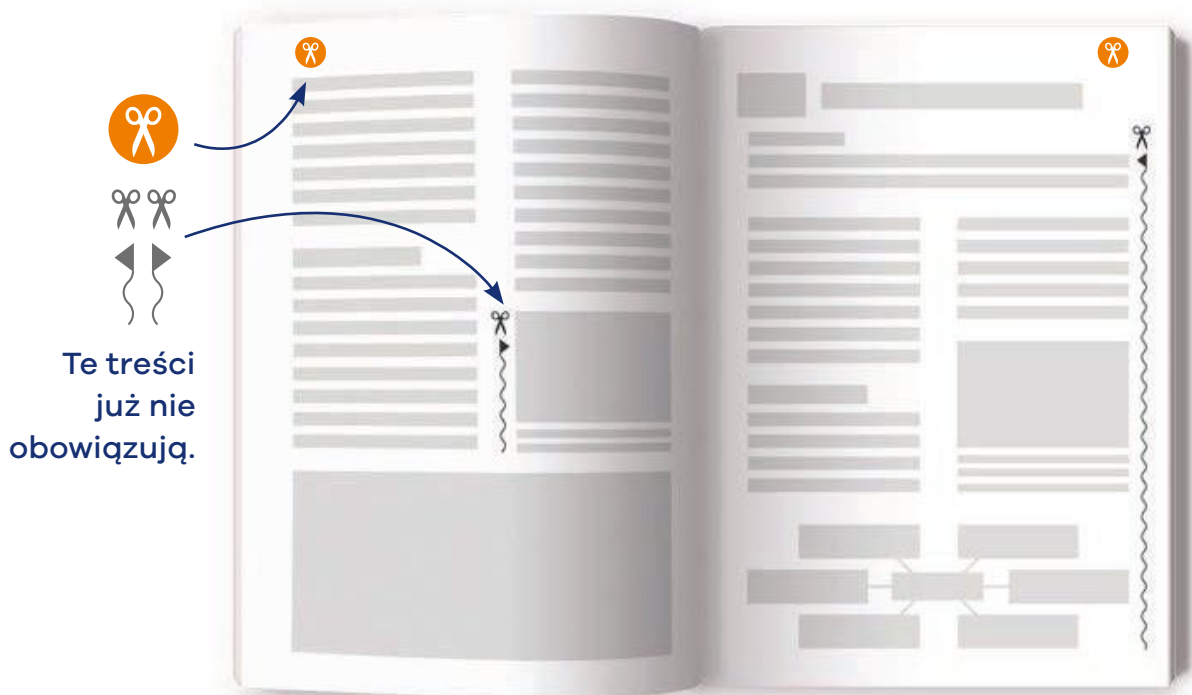


## Za co polubisz podręczniki **NOWE Oblicza geografii?**

- ★ małe porcje tekstu i wypunktowania
- ★ praktyczne samouczki *Krok po kroku*
- ★ infografiki pomagające zrozumieć zjawiska i procesy
- ★ podsumowania i ćwiczenia po każdym rozdziale
- ★ wklejka z dwiema dużymi mapami świata



**W podręczniku znajdziesz oznaczenia treści,  
które od września 2024 r. nie są już wymagane.**



Pomarańczowa ikona na górze strony wskazuje, że na tej stronie znajdują się treści, które nie są wymagane – oznaczono je szarą ikoną i falką.

Nowa Era Sp. z o.o.



[www.nowaera.pl](http://www.nowaera.pl)



[nowaera@nowaera.pl](mailto:nowaera@nowaera.pl)



Centrum Kontaktu: 58 721 48 00

ISBN 978-83-267-4974-2



9 788326 749742