

Geografia

ZAKRES PODSTAWOWY



Scenariusz MCM 2024



Wszystkie treści dostępne
i darmowe do pobrania

1

Podręcznik dla szkół ponadpodstawowych

Zbigniew Zaniewicz

Geografia

Podręcznik dla **szkół ponadpodstawowych**

1

ZAKRES PODSTAWOWY

 **OPERON**
Edukacja jest podróżą

2024

Projekt okładki: Paweł Kwacz
Redaktor prowadzący: Sylwia Urbańska
Redakcja językowa: Marlena Dobrowolska
Redakcja graficzna i skład: Roman Osiński
Korekta: Eliza Perkowska

Zdjęcia:

CEN/Felix Baumgartner, NASA/A. Dimai, R. Volcan, A. Zardini, NASA/ESA, NASA/ESA/JPL-Caltech, NASA/GSFC/JPL/MISR Team, NASA/JPL-Caltech, NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA, NASA/JPL/Cornell, NASA/Nick Risinger (Photopic Sky Survey), NASA/Robert Gendler, NASA/WMAP Science Team, NOAA/CIRA, Zvonimir Athletic/Shutterstock, Gervasio S. _ Eureka_89/Shutterstock, Vivvi Smak/Shutterstock, Shutterstock, Wikipedia/Alf van Beem/CC0 1.0, Wikipedia/Mirko Junge/CC BY-SA 3.0, Wikipedia/Jerzy Opióła/CC BY-SA 4.0

OPERON Sp. z o.o. oświadcza, że z należytą starannością podjął wszelkie działania zmierzające do powiadomienia podmiotów majątkowych praw autorskich do utworów słownych i fotograficznych wykorzystanych w podręczniku o zamiarze ich publikacji celem uzyskania od twórców lub ich następców prawnych wymaganej zgody za przysługującym wynagrodzeniem w stosownej wysokości. Osoby, których prawa w sposób niezawiniony przez wydawnictwo zostały naruszone, prosimy o bezpośredni kontakt z wydawcą.

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 w zakresie podstawowym na poziomie szkoły ponadpodstawowej, na podstawie opinii rzeczoznawców: prof. Mirosławy Czerny, dr inż. Joanny Bałach-Frankiewicz, dr Gabrieli Olszowskiej.

Etap edukacyjny: III

Typ szkoły: szkoła ponadpodstawowa

Zakres kształcenia: podstawowy

Rok dopuszczenia: 2019

© Copyright by OPERON Sp. z o.o. & Zbigniew Zaniewicz

Gdynia 2019

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie w całości lub we fragmentach bez zgody wydawcy zabronione.

N6836

Wydawca:

OPERON Sp. z o.o.

81-212 Gdynia, ul. Hutnicza 3

tel. centrali 58 679 00 00

e-mail: info@operon.pl

www.operon.pl

ISBN 978-83-7879-946-7

07/24/XXI/O80

Spis treści

Wstęp	6
I. Źródła informacji geograficznej	
1. Źródła informacji geograficznej	10
2. Mapa i jej elementy	17
3. Metody przedstawiania zjawisk na mapach	30
Podsumowanie przed sprawdzianem	37
II. Ziemia we Wszechświecie	
1. Ziemia we Wszechświecie	42
2. Ruch obrotowy Ziemi	51
3. Ruch obiegowy Ziemi	59
Podsumowanie przed sprawdzianem	69
III. Atmosfera	
1. Obieg ciepła w atmosferze – temperatura powietrza	74
2. Opady i osady atmosferyczne	86
3. Ciśnienie atmosferyczne – cyrkulacja globalna	93
4. Prognozowanie pogody. Mapa synoptyczna	99
5. Klimaty kuli ziemskiej	107
Podsumowanie przed sprawdzianem	117
IV. Hydrosfera	
1. Woda na Ziemi. Właściwości wód morskich	124
2. Rzeki	134
3. Lodowce i lądolody	140
Podsumowanie przed sprawdzianem	148

V. Litosfera

1. Budowa wnętrza Ziemi	152
2. Minerale i skały	156
3. Procesy wewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi.....	165
4. Procesy zewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi: ruchy masowe i działalność wiatru	173
5. Procesy zewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi przy udziale wody..	181
Podsumowanie przed sprawdzianem.....	189

VI. Pedosfera i biosfera

1. Procesy glebotwórcze i typy gleb	196
2. Roślinność na Ziemi. Strefy klimatyczno-roślinno-glebowe	202
Podsumowanie przed sprawdzianem.....	210
Indeks	214



1. Źródła informacji geograficznej

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz geografę jako naukę oraz źródła informacji geograficznej;
- dowiesz się, jakie są sposoby pozyskiwania informacji o otaczającym nas świecie;
- uzasadnisz, że na co dzień korzystasz z przetworzonych informacji geograficznych zamieszczonych w różnych środkach przekazu.

1.1. Geografia jako nauka interdyscyplinarna

Ziemia i jej poszczególne elementy są przedmiotem badań wielu dziedzin naukowych.

Geografia (gr. *geographia* – opis Ziemi) to nauka, która zajmuje się badaniem i opisem środowiska przyrodniczego, jego przestrzennym zróżnicowaniem oraz związkami zachodzącymi między tym środowiskiem a życiem i działalnością człowieka.

podstawowe działy geografii

Ze względu na szeroki zakres badań geografii zaliczamy ją zarówno do **nauk przyrodniczych**, jak i do **nauk społeczno-ekonomicznych**.



Ryc. 1.1. Podział nauk geograficznych.



geografia to nauka
interdyscyplinarna

Łatwo dostrzec, że geografia jest **nauką interdyscyplinarną**.

Nauka interdyscyplinarna – nauka korzystająca z dorobku innych nauk i silnie z nimi powiązana.

Na przykład na lekcjach biologii poznajesz zwierzęta i rośliny, których rozmieszczenie bada **zoogeografia**; przyciąganie ziemskie analizowane na fizyce przejawia się w ruchach mas Ziemi będących przedmiotem zainteresowania geografii; skład chemiczny skał i minerałów ma ważne znaczenie dla procesów rzeźbotwórczych na powierzchni Ziemi.

1.2. Metody pozyskiwania informacji

Szeroki zakres tematyczny geografii sprawia, że zajmujący się nią naukowcy potrzebują dużego zasobu informacji na temat otaczającej nas przestrzeni. Metody zbierania informacji geograficznych dzieli się zazwyczaj na dwie grupy: **metody terenowe** (pozyskują informacje bezpośrednio z otaczającego nas środowiska geograficznego) oraz **metody kameralne** (przetwarzają i opracowują informacje zebrane z różnych źródeł, np. zebrane w trakcie badań terenowych, pozyskane ze źródeł statystycznych czy kartograficznych).

pozyskiwanie
informacji
geograficznych

Tab. 1.1. Metody pozyskiwania informacji

Metody terenowe	Metody kameralne
obserwacja – uważne i celowe spostrzeganie zachodzących wokół nas zjawisk, np. stanów pogody, zmian spowodowanych gospodarczą działalnością człowieka	opis – pisemna lub słowna prezentacja wyników pozyskanych w trakcie badań, np. opis środowiska geograficznego danego państwa
pomiar – ustalenie wielkości, miary jakiegoś zjawiska, np. pomiar temperatury powietrza, głębokości jeziora	metoda kartograficzna – tworzenie map i planów na podstawie badań w terenie lub na podstawie zdjęć lotniczych i satelitarnych
wywiad (rozmowa) – zbieranie informacji od ludzi na temat zjawisk i obiektów, często stosowany w geografii społeczno-ekonomicznej przy zastosowaniu różnych ankiet czy kwestionariuszy, np. ankiet na temat stanu zdrowia społeczności danego miasta	metoda statystyczna – interpretacja danych statystycznych, np. obliczanie średnich wartości, udziałów procentowych, obliczanie wskaźników (wskaźnik przyrostu rzeczywistego itp.)
zdjęcia – zastosowanie metody fotografii tradycyjnej z powierzchni Ziemi (np. zdjęcia roślin, lodowców), lotniczych i satelitarnych (np. fotografowanie miast w celu sporządzenia map czy określenia zmian w środowisku), a także fotografii rentgenowskiej i na podczerwień oraz nakładania warstwicznego	metody audiowizualne – to analiza nagrań dźwiękowych, filmów, zawartości stron internetowych, programów radiowych i telewizyjnych

1.3. Źródła informacji geograficznej

W poznawaniu świata pomagają różnego rodzaju **prelekcje, seminaria, warsztaty, pokazy, doświadczenia** czy **wykłady** prezentowane przez nauczycieli, naukowców czy podróżników. Współczesny nauczyciel zarządza wiedzą, wskazuje uczniowi, w jaki sposób osiągnąć cele i nabywać umiejętności. Czyni to z zastosowaniem technologii informacyjnej, ale jako człowiek służy również radą i kompleksowym oglądem wiedzy geograficznej. Praca na lekcji jest wspomagana podręcznikiem. W podręcznikach



znajdują się najważniejsze i ściśle określone informacje obejmujące zakres geografii fizycznej i społeczno-ekonomicznej. Niezbędne w nauce przedmiotu są również **mapy** i **atlasy** – zawierają odwzorowanie przestrzennego rozmieszczenia zjawisk. Źródła takich informacji stanowią również **zdjęcia lotnicze** i **satelitarne**, będące często podstawą tworzenia map. Tradycyjnymi źródłami wiedzy są **encyklopedie**, czyli zbiory informacji ze wszystkich dziedzin wiedzy, **słowniki** tłumaczące znaczenie wyrazów czy **leksykony** zawierające wiedzę uporządkowaną w formie haseł wraz z ich podstawowym tłumaczeniem. Zestawienia liczbowe zjawisk otaczającego nas świata znajdują się w **rocznikach statystycznych**. Informacje na temat bieżących wydarzeń w kraju i na świecie można czerpać z **gazet**, **radia** i **telewizji**, choć są to media rzadziej wykorzystywane niż internet. W zależności od zasięgu tych mediów znajdują się w nich wiadomości zarówno na temat lokalnych społeczności, jak i całego kraju czy świata. Współczesną wiedzę prezentują liczne **czasopisma naukowe** i **popularnonaukowe**.

Najpowszechniejszym i najnowocześniejszym źródłem wiedzy jest **internet**. To globalne narzędzie wymiany informacji dostarcza informacji na każdy temat. Należy jednak pamiętać, że nie wszystkie wiadomości opublikowane w sieci są prawdziwe. Każdy człowiek korzystający z internetu może w nim umieścić informacje, dlatego należy je starannie weryfikować i korzystać ze sprawdzonych źródeł lub pomocy kompetentnych osób.

różnorodność
źródeł informacji

Źródła informacji geograficznej to na przykład:

- nauczyciel, podręcznik,
- mapy, atlasy,
- zdjęcia satelitarne, lotnicze,
- encyklopedie, słowniki, leksykony,
- roczniki statystyczne,
- gazety, radio, telewizja,
- czasopisma naukowe, popularnonaukowe,
- internet.

1.4. Określanie położenia na Ziemi za pomocą GPS

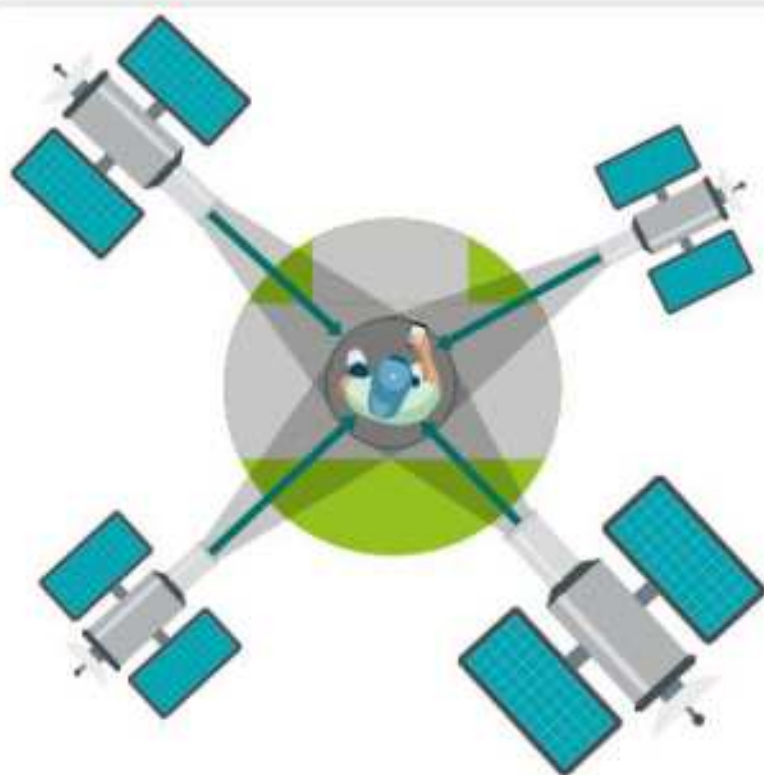
Z **GPS** korzystamy w codziennym życiu. Używamy map w aplikacjach na urządzenia przenośne, na przykład na telefon, w transporcie, ratownictwie, geodezji, a także wyznaczając trasy turystyczne. Uważany za jedno z najważniejszych wynalazków XX wieku GPS wywodzi się z systemów wojskowych.

GPS – system
lokalizacji
obiektów

GPS (*Global Positioning System*, czytaj: global pozyszynin system), czyli Globalny System Nawigacyjny, jest nazwany też systemem pozycjonowania czy lokalizacji.

Działanie GPS opiera się na trzech segmentach:

- kosmicznym – złożonym przynajmniej z 24 sztucznych satelitów okrążających Ziemię dwukrotnie w ciągu doby po precyzyjnie określonych orbitach na wysokości ponad 20 000 km; wysyłają one sygnały w kierunku Ziemi;
- naziemnym – złożonym ze stacji naziemnych, które obsługują i kontrolują działanie tego systemu w różnych częściach świata;
- użytkowników – mających odbiorniki naziemne.



Ryc. 1.2. Zasada działania GPS opiera się na odbieraniu sygnałów wysyłanych przez satelity do odbiornika i ustalaniu jego pozycji.



Ryc. 1.3. Współczesne odbiorniki GPS oprócz podawania współrzędnych geograficznych lokalizują obiekty na dokładnych mapach.

Aby precyzyjnie określić położenie, odbiornik GPS musi być widoczny dla satelitów i odbierać sygnał przynajmniej trzech z nich. Zatem gdy przebywamy w środku dużych budynków, w dolinach górskich pokrytych lasem lub w pobliżu innych dużych obiektów mogących utrudnić odbiór sygnału – nie określimy swojego położenia.

Krok po kroku

Ustalenie współrzędnych geograficznych za pomocą odbiornika GPS

Rozwiązanie:

1. Przed wybraniem się w teren najlepiej zakupić mapę mającą układ współrzędnych (siatka kartograficzna z opisanymi w ramce współrzędnymi). Wiele map zawiera informacje, że są dostosowane do współpracy z urządzeniami GPS. Najczęściej mapy turystyczne są wykonywane w skalach 1 : 25 000 lub 1 : 50 000, ale warto zaopatrzyć się w dokładne mapy topograficzne w skali przykładowo 1 : 10 000.
2. Zapoznajmy się z urządzeniem GPS, które mamy do dyspozycji. Urządzenia pracują w różnych układach współrzędnych (np. współrzędnych geograficznych, współrzędnych prostokątnych z różnym układem odniesienia). My przyjmujemy układ współrzędnych geograficznych i taki ustawiamy w naszym odbiorniku.





3. Przedstawiane przez nasz odbiornik współrzędne będą miały postać np.:

N 51° 02.804'	co oznacza szerokość geograficzną północną, czyli na północ od równika 0° (N – półkula północna, 51 stopni, 2 minuty, 0,804 minuty)
E 021° 22.140'	co oznacza długość geograficzną wschodnią, czyli na wschód od południka 0° przebiegającego przez Greenwich (półkula wschodnia, 21 stopni, 22 minuty i 0,140 minuty)

4. Odszukujemy nasze położenie na papierowej mapie.

1.5. Przetwarzanie i gromadzenie informacji geograficznej

Pozyskane informacje o otaczającym nas świecie należy **przetworzyć** w celu ukazania charakterystyki jakiegoś obszaru, zjawiska lub procesu. Najczęściej przetwarzane informacje prezentuje się w postaci:

- **graficznej**, np. mapy, wykresy, profile,
- **statystycznej**, np. tabele, opracowania statystyczne,
- **opisowej**, np. podręczniki, prace naukowe i inne publikacje.

Zdobyte i przetworzone informacje gromadzi się w różny sposób. Można je zbierać w **tradycyjny** sposób – jako indywidualne zasoby książek, czasopism, roczników, publikacji czy map. Znacznie większe zasoby mają biblioteki, gdzie dane gromadzi się również w **nowoczesnej**, elektronicznej postaci. Zasoby biblioteczne są skatalogowane (zarówno tradycyjnie, jak i elektronicznie), co znacznie ułatwia dostęp do nich.

cyfryzacja

Rozwój cyfryzacji pomaga w gromadzeniu i przechowywaniu danych:

- w postaci komputerowych baz danych, najczęściej na dyskach twardych,
- na serwerach internetowych,
- w bankach danych, uporządkowanych i udostępnianych w internecie,
- na urządzeniach pamięci masowej, kartach pamięci, dyskach optycznych (płytkach CD, DVD itp.),
- w intranecie, extranecie,
- w chmurach obliczeniowych (tzw. *cloud computing*, czytaj: kład komputer), czyli uzyskiwanego przez internet dostępu do usługi przechowywania danych na innych komputerach.

1.6. GIS jako cyfrowa metoda prezentacji danych

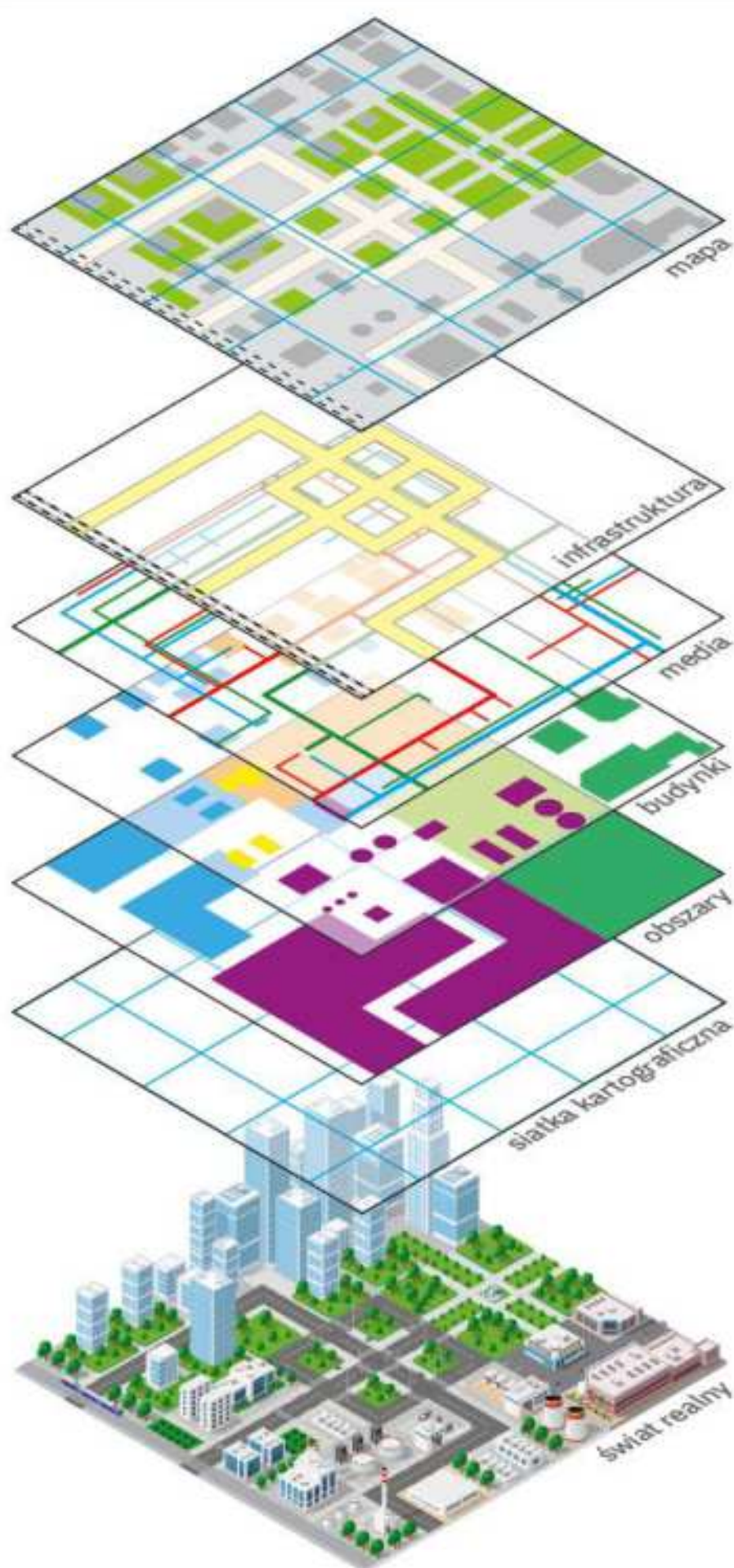
GIS (*Geographic Information System*, czytaj: dziografik informejszyn system) – System Informacji Geograficznej, to system informacyjny służący wprowadzaniu, gromadzeniu, przetwarzaniu oraz wizualizacji danych geograficznych.

Zebrane i wprowadzone dane są przetwarzane przez komputery używające odpowiedniego oprogramowania, dzięki którym tworzy się tzw. warstwy tematyczne. Każda warstwa to jakieś konkretne zagadnienie, na przykład podział administracyjny, sieć rzeczna, rzeźba terenu, sieć komunikacyjna, sieć osadnicza. Warstwy można kolejno nakładać na siebie, tworząc w ten sposób cyfrowe mapy danego ob-

warstwy tematyczne



szaru. Służą one dalszym analizom środowiska geograficznego zarówno w układzie przestrzennym, jak i czasowym.



Warstwy tematyczne obejmują dane tego samego typu dotyczące jednego zagadnienia, np. infrastruktury.

Dowolnie wybrane warstwy tematyczne można na siebie nakładać – w ten sposób tworzy się nową mapę.

Stworzone w ten sposób mapy służą przeprowadzaniu analiz i wyciąganiu nowych wniosków.

Mapy utworzone za pomocą GIS obejmują różne powierzchnie i różne ramy czasowe.

Powstałe mapy są cyfrowo przetworzonym obrazem świata realnego.

Ryc. 1.4. Warstwy tematyczne.



ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Podane zjawiska przyporządkuj konkretnym naukom geograficznym, a nauki geograficzne przyporządkuj do geografii fizycznej lub społeczno-ekonomicznej.

a) pomiary opadu deszczu	A. geografia rolnictwa	1. geografia fizyczna
b) obliczanie wskaźnika urbanizacji	B. pedologia	
c) erozja skał	C. meteorologia	2. geografia społeczno-ekonomiczna
d) rozmieszczenie chowu bydła w Polsce	D. geografia ludności	
e) procesy glebotwórcze	E. geomorfologia	
2. Podaj trzy przykłady wykorzystania GPS w planowaniu zabudowy miast Polski.
3. Oceń prawdziwość podanych zdań.
 - a) W trakcie gromadzenia danych system GIS korzysta między innymi z pozycjonowania obiektów na powierzchni Ziemi, jakie daje GPS.
 - b) Współczesne odbiorniki GPS lokalizują dokładnie obiekt i przedstawiają jego położenie na mapach cyfrowych.
 - c) GPS wykorzystuje system nadajników naziemnych, które śledzą i wyznaczają położenie obiektu.

PODSUMOWANIE LEKCJI

s. 11

Geografia to nauka interdyscyplinarna, czyli korzystająca z dorobku innych nauk.

s. 11

Informacje geograficzne pozyskuje się w terenie i w wyniku późniejszego opracowania zdobytych informacji.

s. 12

Różnorodność źródeł informacji geograficznej prowadzi do łatwego ich pozyskania, ale stwarza również problem ich weryfikacji.

s. 12

GPS to system lokalizacji obiektów na powierzchni Ziemi oparty na sygnałach odbieranych ze sztucznych satelitów.

s. 14

Cyfryzacja umożliwia gromadzenie danych i dostęp do nich z poziomu komputera, tabletu czy smartfona.

s. 14

GIS opiera się na tworzeniu warstw obejmujących określone tematy. Warstwy tematyczne można na siebie dowolnie nakładać, tworząc nowe wizualizacje.



2. Mapa i jej elementy

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz mapę jako źródło informacji geograficznej;
- wskażesz przydatność fotografii i zdjęć satelitarnych w tworzeniu map oraz w pozyskiwaniu informacji o środowisku geograficznym;
- nauczysz się czytania treści różnych map;
- dowiesz się, jakie są typy map oraz ich przeznaczenie.

2.1. Od zdjęcia do mapy

Mapy towarzyszą naszemu codziennemu życiu. Lokalizujemy obiekty, sprawdzamy stan pogody w Polsce lub na świecie, wytyczamy trasy wycieczek itp. Mapy służą zatem różnym celom – stąd wiele ich rodzajów.

Najczęściej mapy tworzy się, wykorzystując badania terenowe – mierzy się odległości między obiektami oraz wysokości nad poziom morza, oblicza powierzchnię terenu, nanosi obiekty przyrodnicze i pozaprzyrodnicze.

Mapa jest obrazem powierzchni Ziemi (lub jej części) przedstawionym na płaszczyźnie, w odpowiednim odwzorowaniu, skali, za pomocą umownych znaków kartograficznych ilustrujących treść.

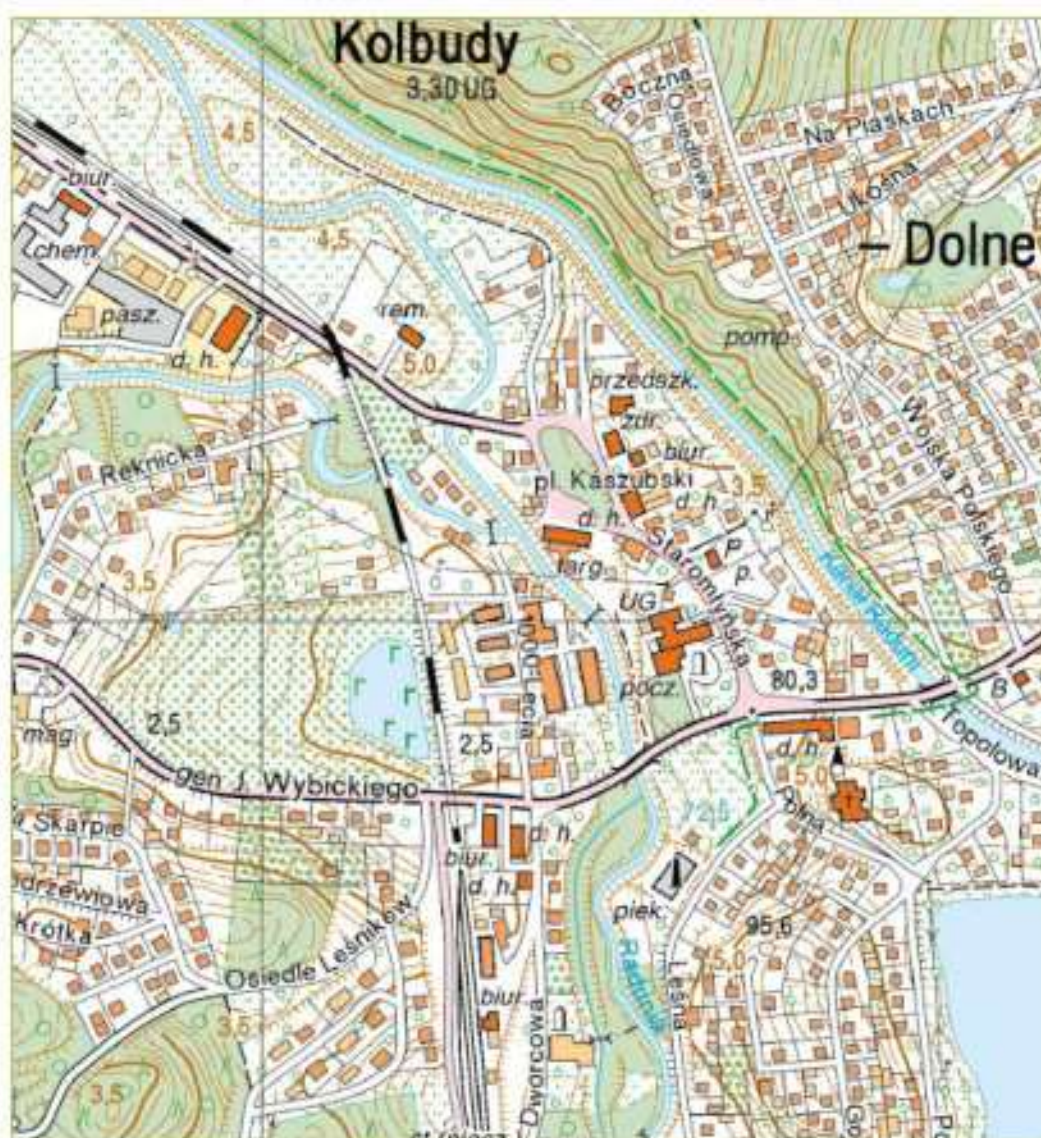
Współcześnie jednak do tworzenia map wykorzystuje się zdjęcia lotnicze lub zdjęcia satelitarne.

Fotografie lotnicze robione z pokładu samolotu, śmigłowca lub balonu obejmują mniejsze tereny niż te robione z pokładu sztucznego satelity. Zdjęcia satelitarne często wykonuje się w różnych zakresach promieniowania, aby ukazać specyfikę pokrycia terenu lub odkryć nowe złoża surowców mineralnych. Zdjęcia od map różni brak znaków umownych, stąd ich trudniejsza interpretacja.

Ryc. 2.1. Zdjęcie satelitarne obszaru z okolic Gdyni.

wykorzystanie
zdjęć lotniczych
i satelitarnych do
tworzenia map





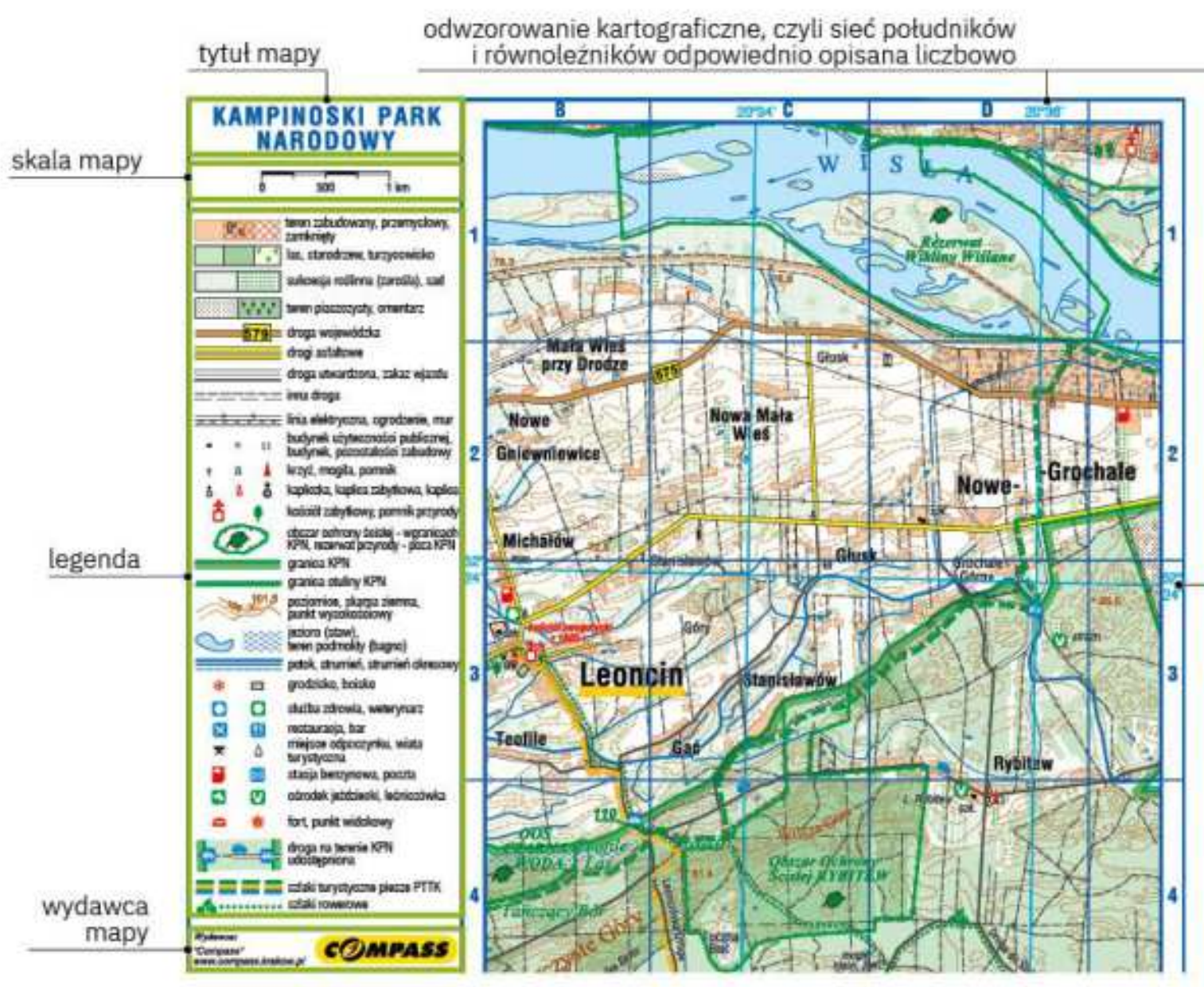
Ryc. 2.2. Zdjęcie lotnicze oraz mapa topograficzna okolic Kolbud.



2.2. Elementy mapy

Każda mapa ma swój **tytuł**, podaną **skalę**, **odzworowanie kartograficzne** (czyli sposób, w jaki siatka wybranych południków i równoleżników zawarta na globusie została przedstawiona na płaszczyźnie) oraz **legendę**, w której umieszczono szereg umownych znaków kartograficznych ilustrujących treść.

elementy mapy



Ryc. 2.3. Mapa turystyczna Kampinoskiego Parku Narodowego – okolic Leoncina. Zwróć uwagę, że na mapach turystycznych często opisuje się pola numerami i cyframi. Ma to usprawnić poszukiwanie obiektów, których indeks zazwyczaj zostaje umieszczony na drugiej stronie mapy.

Skala mapy wyraża **stosunek odległości liniowej na mapie do odległości rzeczywistej w terenie**. Przedstawiana jest zazwyczaj w postaci ułamka, na przykład 1 : 100 000, gdzie pierwsza liczba (licznik) ukazuje wymiar na mapie, a druga (mianownik) informuje, ile razy została zmniejszona rzeczywista odległość. W Polsce używamy systemu metrycznego (centymetr, metr, kilometr), zatem skalę 1 : 100 000 odczytujemy jako: 1 centymetr na mapie odpowiada 100 000 centymetrom w rzeczywistości. Trudno nam wyobrazić sobie 100 000 cm, ale wiemy, że 100 000 cm odpowiada 1000 metrom, a 1000 metrów to 1 km.

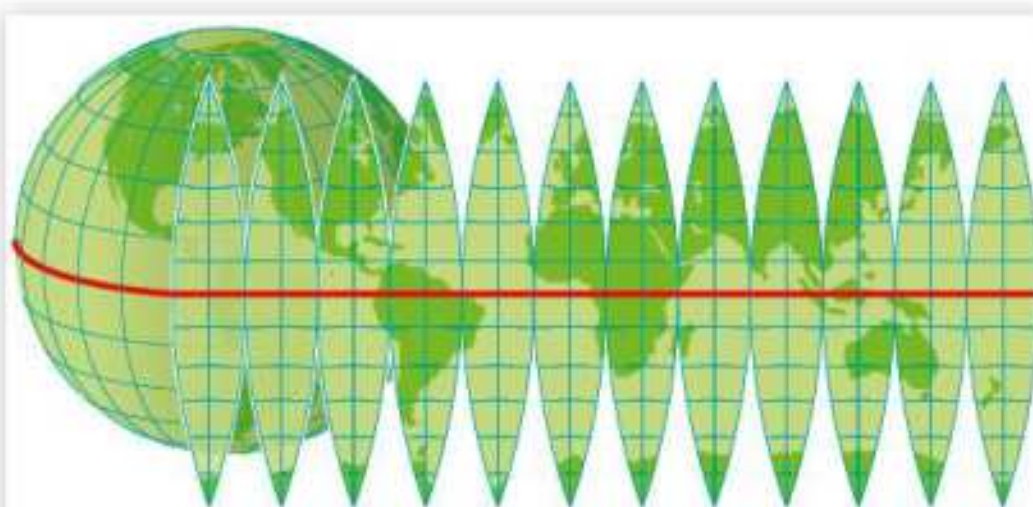
skala mapy



Ryc. 2.4. Rodzaje skal.

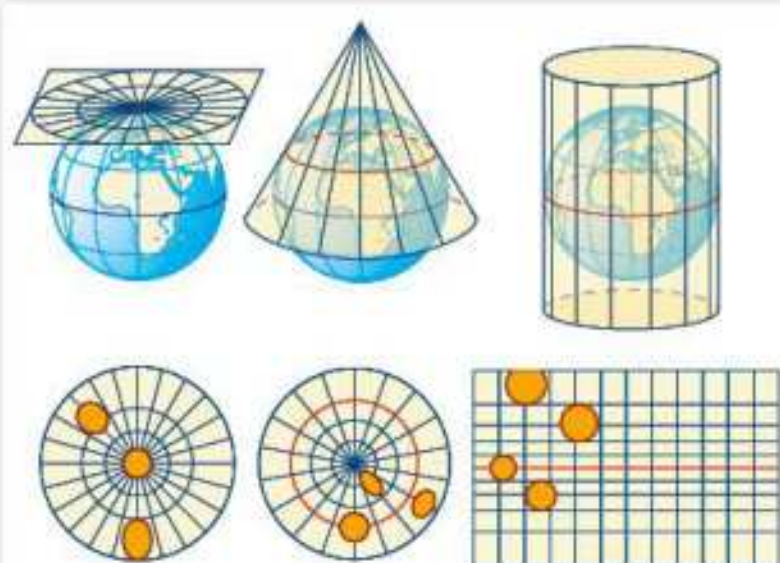
odwzorowania kartograficzne

Odwzorowanie kartograficzne to inaczej sposób przeniesienia układu wybranych południków i równoleżników (tzw. siatki geograficznej) z powierzchni kuli ziemskiej na płaszczyznę.



Ryc. 2.5. Rozwinięcie powierzchni kuli na płaszczyźnie.

Układ powstałych na powierzchni płaskiej wybranych południków i równoleżników nosi nazwę siatki kartograficznej. Na modelu kuli ziemskiej, jakim jest **globus**, powierzchnie, odległości oraz kąty są wiernie zachowane. Przy odwzorowaniu ich na powierzchni płaskiej dochodzi do wielu zniekształceń (kąty, odległości, powierzchni), przy czym na każdej mapie przynajmniej jeden z tych elementów ulega zniekształceniu.



Ryc. 2.6. Zniekształcenia siatek kartograficznych.

Ze względu na rodzaj powierzchni, na którą rzutuje się siatkę geograficzną, wyróżnia się odwzorowania:

- płaskie (azymutalne),
- stożkowe,
- walcowe.

Powstają one przez przeniesienie (rzutowanie) siatki geograficznej na powierzchnię płaską lub na boczną powierzchnię stożka lub walca, co generuje zniekształcenia – tym większe, im dalej od punktu lub linii styczności siatki geograficznej z powierzchnią, na którą jest rzutowana siatka geograficzna.

Tworzy się również odwzorowania umowne (pochodne), które zazwyczaj zniekształcają przeniesione z siatki geograficznej kąty, odległości i powierzchnie. Są one jednak bardziej czytelne lub wygodniejsze w ukazaniu zjawisk globalnych.



legenda mapy

Legenda mapy to przedstawienie treści mapy za pomocą znaków umownych. Najczęściej przedstawia się na mapach:

- rzeźbę powierzchni za pomocą **barw** i/lub **linii** (poziomic) określających wysokość nad poziomem morza;
- drogi, granice państw, województw, parków narodowych za pomocą **znaków liniowych**;
- stacje paliw, przystanki autobusowe, kościoły itp. za pomocą **znaków punktowych**;
- lasy, parki, tereny przemysłowe itp. za pomocą **znaków powierzchniowych**.

2.3. Rodzaje map i ich zastosowanie

Różnorodność map wynika z wielości przedstawianych na nich tematów. Najczęściej mapy dzieli się ze względu na skalę oraz treść.

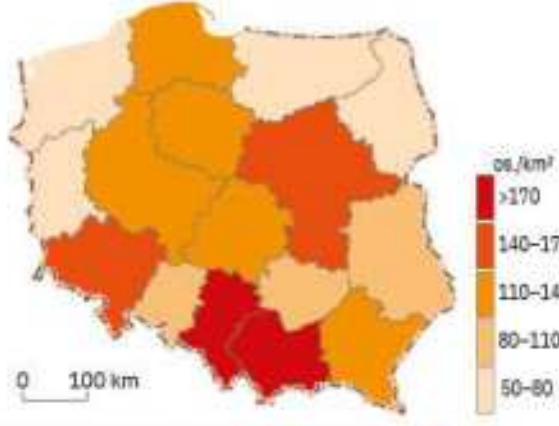
różnorodność map

Tab. 2.1. Podział map ze względu na skalę

Typ mapy	Skala	Cechy map i ich zastosowanie	Przykład mapy
mapy topograficzne (wielkoskalowe)	większe niż 1 : 200 000	Bardzo dokładne, ukazują szczegółowo elementy przyrodnicze, takie jak: rzeźba terenu, sieć wodna, szata roślinna, oraz pozaprzyrodnicze, jak: sieć komunikacyjna, zabudowa, zabytki, przez co najczęściej mają zastosowanie w turystyce.	fragment mapy Gór Sowich 1 : 50 000 0 500m
mapy topograficzno-przeglądowe (średnioskalowe)	od 1 : 200 000 do 1 : 1 000 000	Mniej dokładne, przez co najczęściej stosuje się je do przedstawienia cech fizyczno-geograficznych czy społeczno-gospodarczych jakiegoś regionu, są typowe również dla map w atlasach samochodowych.	fragment mapy Trójmiasta 1 : 400 000 0 3 6 km
mapy przeglądowe (małoskalowe)	mniejsze niż 1 : 1 000 000	Przedstawiają duże obszary Ziemi: całe państwa, kontynenty lub świat; służą celom edukacyjnym.	Współczynnik urbanizacji na świecie brak danych 0 20 40 60 80 100% 1 : 800 000 000 0 4000 km



Tab. 2.2. Podział map ze względu na treść

Typ mapy		Cechy map i zastosowanie	Przykład mapy
mapy ogólnogeograficzne		Dają ogólny obraz terenu, przedstawiając zarówno obiekty fizycznogeograficzne (np. ukształtowanie terenu, lasy), jak i społeczno-gospodarcze (np. drogi, duże miasta); głównie stosowane w celach edukacyjnych.	 Mapa fizyczna Polski
mapy tematyczne	przyrodnicze	Ukazują elementy naturalne, takie jak: budowa geologiczna, klimaty, sieć rzeczna, zasoby naturalne czy szata roślinna; są stosowane np.: w rolnictwie (mapy gleb), prognozach pogody, transporcie wodnym (wahania poziomu wód rzek).	 Rozkład średnich rocznych sum opadów w Polsce
	społeczno-gospodarcze	Przedstawiają różne przejawy działalności człowieka, np.: rozmieszczenie ludności, uprawy roślin, gospodarcze wykorzystanie obszarów; są stosowane np. w planowaniu przestrzennego zagospodarowania terenów.	 Mapa gęstości zaludnienia Polski według województw

Należy pamiętać, że oprócz znaczenia praktycznego mapy mają ogromne znaczenie naukowe i poznawcze. Stosuje się je nie tylko w geografii, lecz także w innych naukach, na przykład w biologii – przedstawia się na mapach rozmieszczenie drzew na danym obszarze, w historii – rozmieszczenie pól bitew i szlaki przemarszu wojsk, w podstawach przedsiębiorczości – wskaźnik inflacji w danych krajach, czy nawet w językoznawstwie, pokazując zasięg zjawisk językowych. Duże znaczenie mapy mają w wojsku – są niezbędne w zapewnieniu bezpieczeństwa każdego państwa.

2.4. Czytanie i interpretacja treści mapy



Mapa jest głównym źródłem informacji geograficznej, dlatego bardzo ważna jest umiejętność jej czytania i interpretacji. Podstawą naszej pracy będzie fragment mapy turystycznej Beskidu Żywieckiego – okolic Zawoi.





interpretacja
treści mapy

Krok po kroku

Przeliczanie skali mapy

Przedstaw podaną na mapie skalę w innych postaciach.

Rozwiązanie:

1. Na mapach są stosowane różnego rodzaju skale. Odszukaj skalę na przedstawionej mapie – znajduje się ona w lewym, górnym rogu legendy. Zwróć uwagę, że ta skala ma postać **liniową**.
2. Za pomocą linijki określ postać mianowaną i liczbową. Przyłóż linijkę do początku skali liniowej. Odczytaj wartość 1 cm. Okazuje się, że 1 cm na mapie odpowiada 500 metrom w rzeczywistości. Możesz zatem zapisać **skalę mianowaną**:
 $1 \text{ cm} - 500 \text{ m}$ lub $1 \text{ cm} - 0,5 \text{ km}$
3. Teraz oblicz skalę **liczbową**. Powinna ona pokazywać, ilu centymetrom w rzeczywistości odpowiada 1 cm na mapie. Zapisz:
 $1 \text{ cm} - 500 \text{ m}$, co odpowiada $1 \text{ cm} - 50\,000 \text{ cm}$ (bo $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$)
Skalę liczbową zapisz zatem jako $1 : 50\,000$.



Krok po kroku

Obliczanie odległości

Oblicz odległość w linii prostej między szczytem Patria (C2) a szczytem Mokry Kozub (B4).

Rozwiązanie:

1. Jeśli znasz skalę z mapy turystycznej, bez większych błędów określisz odległość między dowolnymi obiektami.
2. Do tych pomiarów jest potrzebna linijka lub krocze. Zmierz odległość w linii prostej między podanymi szczytami. Pomiar wynosi 8,2 cm.
3. Wiesz, że skala mapy wynosi $1 \text{ cm} - 500 \text{ m}$. Stwórz zatem proporcję:
 $1 \text{ cm} - 0,5 \text{ km}$
 $8,2 \text{ cm} - x \text{ km}$
4. Oblicz:
 $x = (8,2 \text{ cm} \times 0,5 \text{ km}) : 1 \text{ cm} = 4,1 \text{ km}$
Odpowiedź: Odległość w linii prostej między szczytami wynosi 4,1 km.



Krok po kroku



Obliczanie wysokości, na jakiej jest położony obiekt

Oblicz, na jakiej wysokości leży dolna stacja wyciągu krzesełkowego na Mosorny Groń (E4).

Rozwiązanie:

1. Mapy turystyczne pozwalają również dokładnie określić wysokość, na jakiej jest położony obiekt. Część najwyższych szczytów, przełęcze, poziom lustra wody w jeziorach mają podane dokładne wysokości. Wysokość pozostałych obiektów można odczytać dzięki poziomicom.
2. W legendzie jest podana informacja, że poziomice poprowadzono co 10 metrów. Nie na każdej mapie tak jest. Na dokładnych mapach przedstawiających mało urozmaicony teren mogą one być poprowadzone co 1 metr, a na terenach wysokogórskich – nawet co 50 metrów.
3. Zauważ, że poziomice co 50 metrów są pogrubione. Znacznie ułatwi to obliczenia. Zlokalizuj dolną stację kolejki. Położona jest ona obok parkingu i hotelu. Znajduje się na drugiej poziomicie położonej poniżej poziomic grubej przechodzącej zgodnie z drogą utwardzoną. Odczytaj wysokość, na jakiej przebiega ta pogrubiona poziomica – najłatwiej będzie od szczytu Mosorny Groń. Ma on wysokość 1047 m n.p.m. Zatem pierwsza gruba poziomica będzie miała wysokość 1000 m n.p.m. Policz każdą następną poziomice jako 50 metrów niższą. 5 grubych poziomicy daje 250 metrów, więc $1000 \text{ m n.p.m.} - 250 \text{ m} = 750 \text{ m n.p.m.}$ Pamiętaj o odjęciu jeszcze 20 metrów, gdyż stacja jest położona dwie cieńsze poziomice poniżej. Zatem wysokość dolnej stacji wynosi 730 m n.p.m.

Odpowiedź: Dolna stacja wyciągu krzesełkowego na Mosorny Groń jest położona na wysokości 730 m n.p.m.

Krok po kroku



Obliczanie długości rzeczywistej przy uwzględnieniu nachylenia stoku

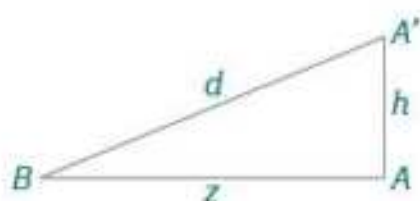
Oblicz rzeczywistą długość wyciągu krzesełkowego na Mosorny Groń (E4–E3), uwzględniając nachylenie stoku.

Rozwiązanie:

1. Obliczyliśmy już odległość między dwoma punktami, przyjmując, że punkty leżą na powierzchni płaskiej. W rzeczywistości jednak na Ziemi powierzchnia rzadko bywa płaska. Stąd konieczność obliczania rzeczywistej długości terenu przy uwzględnieniu nachylenia stoku.



2. Skorzystaj z twierdzenia Pitagorasa, zgodnie z którym:



z – odległość między punktami A i B zmierzona na mapie

h – różnica wysokości między punktami A i A'

d – odległość rzeczywista (na przekątnej) między punktami A' i B

$$d^2 = z^2 + h^2, \text{ czyli } d = \sqrt{z^2 + h^2}$$

3. Najpierw wyznacz wysokości, na jakich leżą punkty A i B . Wysokość punktu B , czyli wysokość dolnej stacji wyciągu, już znasz, wynosi ona 730 m n.p.m. Wysokość punktu A (szczyt Mosorny Groń) odczytasz z mapy: 1047 m n.p.m.

4. Następnie oblicz różnicę wysokości między punktami A i A' , czyli h :

$$1047 \text{ m n.p.m.} - 730 \text{ m n.p.m.} = 317 \text{ m}$$

5. W kolejnym kroku oblicz wartość z . Dokonaj pomiaru na mapie. Odległość ta wynosi 2,3 cm.

Skala mapy wynosi 1 cm – 500 m, zatem ułóż proporcję:

$$1 \text{ cm} - 500 \text{ m}$$

$$2,3 \text{ cm} - z \text{ m}$$

$$z = (2,3 \text{ cm} \times 500 \text{ m}) : 1 \text{ cm} = 1150 \text{ m}$$

6. Znasz wartości h i z , więc oblicz rzeczywistą długość trasy przy uwzględnieniu nachylenia terenu:

$$d^2 = (1150 \text{ m})^2 + (317 \text{ m})^2$$

$$d^2 = 1\,322\,500 \text{ m}^2 + 100\,489 \text{ m}^2$$

$$d^2 = \sqrt{1\,422\,989}$$

$$\text{po zaokrągleniu: } d \approx 1193 \text{ m}$$

Odpowiedź: Rzeczywista długość stoku na Mosorny Groń obliczona z uwzględnieniem nachylenia stoku wynosi w przybliżeniu 1193 m.

Krok po kroku

Obliczanie powierzchni na mapie

Oblicz rzeczywistą powierzchnię działki budowlanej, która na mapie ma kształt prostokąta o boku krótszym 2 mm i dłuższym 4 mm. Pole działki przedstaw w hektarach.

Rozwiązanie:

1. Mapa pozwala na obliczenie nie tylko długości i wysokości, lecz także powierzchni. Umiejętność obliczenia powierzchni działki, lasu czy innych obiektów jest kluczowa przy zakupie ziemi czy podejmowaniu inwestycji gospodarczych.



2. Oblicz długości poszczególnych boków w rzeczywistości. Ułóż proporcje dla boku krótszego i dłuższego:

bok krótszy a :

1 cm – 500 m

0,2 cm – x

$x = (0,2 \text{ cm} \times 500 \text{ m}) : 1 \text{ cm} = 100 \text{ m}$

bok dłuższy b :

1 cm – 500 m

0,4 cm – x

$x = (0,4 \text{ cm} \times 500 \text{ m}) : 1 \text{ cm} = 200 \text{ m}$

3. Pole prostokąta wyraża się wzorem: $P = a \times b$.

Podstaw otrzymane wartości:

$$P = 100 \text{ m} \times 200 \text{ m} = 20\,000 \text{ m}^2$$

Otrzymany wynik to pole działki wyrażone w metrach kwadratowych.

4. Wynik należy przedstawić w hektarach. Musisz pamiętać, że:

$$1 \text{ a (ar)} = 10 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ ha (hektar)} = 100 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 10\,000 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ km}^2 \text{ (kilometr kwadratowy)} = 1000 \text{ m} \times 1000 \text{ m} = 1\,000\,000 \text{ m}^2$$

Czyli 20 000 m² to 2 ha.

Odpowiedź: Pole działki ma w rzeczywistości 2 ha.

Krok po kroku

Lokalizowanie obiektów przedstawionych na mapie

Zdjęcie przedstawia wyciąg krzesełkowy na Mosorny Groń. W którą stronę świata był skierowany obiektyw aparatu?





1. Na mapie z łatwością można zlokalizować obiekty lub też zorientować ich położenie względem kierunków świata.
2. Arkusze mapy zazwyczaj są zorientowane zgodnie z kierunkami świata. Górna ramka mapy jest przypisana kierunkowi N (północ). W innych przypadkach na mapie dodaje się różę wiatrów lub zaznacza strzałką kierunek północny.



Róża wiatrów wskazuje kierunki świata. Mapy zazwyczaj orientuje się w kierunku północnym (N – north).

3. Ustal, w jakim kierunku na mapie przebiega wyciąg krzeselkowy na Mosorny Groń. Od dolnej stacji do górnej przebiega w kierunku NE (północny wschód). Następnie ustal, w jakim kierunku ustawione są stacje widoczne na zdjęciu: stacja dolna (dół zdjęcia) i górna (góra zdjęcia). Zatem obiektyw aparatu ustawiono zgodnie z przebiegiem wyciągu krzeselkowego – na NE.

Odpowiedź: Obiektyw aparatu umieszczonego na dronie był skierowany na północny wschód.

Krok po kroku

Zaplanowanie trasy wycieczki

Opisz trasę wycieczki z przystanku autobusowego Podryzowane (D3) do przystanku autobusowego szkoła Górnik (D2), uwzględniając szlaki turystyczne, kierunki marszu oraz mijane po drodze obiekty.

1. Wszystkie wykonane wcześniej zadania przygotowują do dobrego zaplanowania wycieczki. Potrafisz obliczyć długość trasy wycieczki, wskazać, w jakim kierunku będziesz się poruszać, jakie pokonasz odległości oraz jakie obiekty będziesz mijać po drodze.
2. Odszukaj na mapie punkt początkowy i końcowy trasy. Zwróć uwagę, że trasa przebiega przez dwa szlaki turystyczne: żółty, przebiegający przez Mosorny Groń, i niebieski, przebiegający na znacznej długości wzdłuż Mosornego Potoku.



3. Żółty szlak na krótkim odcinku przebiega w kierunku północnym, a później wschodnim i południowo-wschodnim. Niebieski szlak biegnie za to na krótkich odcinkach na północ, a w większości w kierunku północno-zachodnim.
4. Najważniejsze obiekty mijane po drodze to: Mosorny Groń z wyciągiem i stacją górną wyciągu oraz restauracją, wodospad na Mosornym Potoku, wiata turystyczna i piwiarnia.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Wyszukaj informacje na temat generalizacji treści mapy. Jaka jest zależność między skalą a treścią mapy?
2. Wymień problemy, jakie mogą napotykać kartografowie przy przenoszeniu siatki geograficznej na płaszczyznę.
3. Uzasadnij, że umiejętność czytania i interpretacji treści mapy jest przydatna w życiu każdego człowieka.
4. Wskaż największą skalę wśród podanych.
 - a) 1 cm – 1 000 km
 - b) 1 : 500 000
 - c) 
 - d) 1 cm – 30 m
 - e) 1 : 55 000 000

PODSUMOWANIE LEKCJI

Podstawą do wykonywania map są często zdjęcia satelitarne lub lotnicze.

s. 17

Mapa zawiera tytuł, skalę, siatkę kartograficzną charakterystyczną dla danego odwzorowania, a treść jest opisana za pomocą umownych znaków kartograficznych zawartych w legendzie.

s. 19

Różnorodność map wynika z wielości przedstawianych na nich tematów oraz zastosowania różnych skal.

s. 21

Interpretacja mapy pozwala zorientować się w przestrzeni geograficznej, planować trasy, porządkować rozwój społeczno-gospodarczy na danym obszarze.

s. 24



3. Metody przedstawiania zjawisk na mapach

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz metody prezentacji cech jakościowych i ilościowych oraz różnice między nimi;
- nauczysz się interpretować tabele, wykresy i diagramy;
- dowiesz się, jak prowadzić badania geograficzne.

3.1. Przyczyny stosowania różnych metod prezentacji zjawisk na mapach

Na mapach można przedstawić nieskończenie wiele problemów i zjawisk zachodzących na Ziemi i w całym Wszechświecie. Zjawiska te mogą dotyczyć zarówno elementów środowiska przyrodniczego, jak i procesów społeczno-gospodarczych związanych z działalnością człowieka. Do przedstawienia tych zjawisk stosuje się różnego rodzaju techniki graficzne zwane metodami kartograficznymi. W zależności od tego, co ma przedstawiać mapa, wyróżnia się dwie główne metody prezentacji cech:

- **jakościowe** – wskazujące, jakie zjawisko (**co?**) i **gdzie** zachodzi;
- **ilościowe** – wskazujące **ile** – jak wielkie jest dane zjawisko lub jego natężenie i **gdzie** ono zachodzi.

Uzupełnieniem metod stosowanych na mapach są tabele, wykresy i diagramy.

3.2. Metody prezentacji cech jakościowych

Ta grupa metod informuje o tym, czy na badanym obszarze zachodzi dane zjawisko. Do najważniejszych metod jakościowych zalicza się: **sygnaturową**, **zasięgów**, **powierzchniową**.

metody
jakościowe

Metody prezentacji cech jakościowych

Metoda sygnaturowa



Dane zjawisko ilustruje się **sygnaturami** (np. obrazek samochodu ilustruje występowanie fabryki samochodów), **figurami geometrycznymi** (np. sześcioboki ilustrują wydobycie węgla kamiennego, kwadraty – rud żelaza), **literami** (np. U – ukraińska mniejszość narodowa, N – niemiecka), **liniami** (np. rzeki, drogi, koleje).

- węgiel kamienny
- węgiel brunatny
- ▲ ropa naftowa
- gaz ziemny

Wydobycie wybranych surowców mineralnych w Polsce.



Metoda zasięgów



Za pomocą linii przedstawione jest najdalsze występowanie danego zjawiska. Linia może być **ciągła, przerywana** lub w postaci ciągu **kropek**. Tą metodą można ukazać zasięgi zachodzące na siebie, np. zasięg zlodowaceń w Polsce.

zlodowacenie:
 — Wisły (północnopolskie)
 — Odry (środkowopolskie)
 — Sanu (południowopolskie)

Zasięgi zlodowaceń w Polsce.

Metoda powierzchniowa



Obszar występowania zjawiska oznacza się za pomocą **barwy** lub **szrafu** (czyli zakreskowanego pola o różnym zagęszczeniu kresek). Oznaczone powierzchnie nie zachodzą na siebie. Ta metoda najczęściej jest stosowana do przedstawiania podziałów politycznych świata lub podziałów administracyjnych (tutaj barwy mogą się powtarzać) lub do obszarów występowania różnych typów gleb, budowy geologicznej (na nich barwy się nie powtarzają).

Mapa administracyjna Polski.

3.3. Metody prezentacji cech ilościowych

Podstawą do tworzenia map ilustrujących cechy ilościowe są dane statystyczne. Dzięki tym mapom można poznać przestrzenne zróżnicowanie wielkości lub natężenia danego zjawiska. Do najczęściej stosowanych metod należą: kropkowa, izolinii, kartodiagramu i kartogramu.

Metody prezentacji cech ilościowych

metody ilościowe

Metoda kropkowa



Przedstawia rozmieszczenie i wielkość zjawiska za pomocą **kropek**. Wielkość kropki odpowiada konkretnej liczbie (tzw. waga kropki). Ta metoda jest stosowana najczęściej dla ukazania rozmieszczenia ludności czy chowu zwierząt.

Rozmieszczenie ludności w Australii.



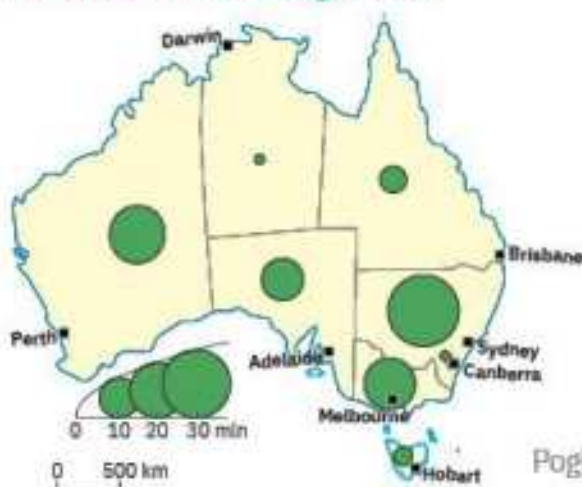
Metoda izolinii



Stosuje się ją do przedstawienia zjawisk ciągłych, ale zmiennych w przestrzeni. **Izolinie** łączą na mapie punkty o tej samej wartości; najczęściej stosowanymi izoliniami są: **izohipsy** (poziomice) łączące punkty o jednakowych wartościach wysokości n.p.m., **izobaty** – głębokości, **izotermy** – temperatury powietrza, **izohiety** – sum opadów, **izobary** – ciśnienia, **izohaliny** – zasolenia.

Rozkład rocznych sum opadów w Australii.

Metoda kartodiagramu



Polega na umieszczeniu **diagramu** na mapie. Usytuowanie diagramu odpowiada lokalizacji danego zjawiska, przy czym odnosi się on zazwyczaj do jednostki powierzchni (kontynentu, państwa, województwa itp.). Diagramy mogą być różnego rodzaju (np. słupkowe lub kołowe) i pokazywać jedno lub kilka zjawisk równocześnie. Stosowane są głównie do pokazania wielkości wymiany handlowej, pogłowia zwierząt czy wielkości produkcji przemysłowej.

Pogłowie owiec w Australii.

Metoda kartogramu



Przedstawia intensywność zjawiska w odniesieniu do jednostek powierzchni (kontynenty, kraje, województwa itp.). Najczęściej stosuje się kilka przedziałów intensywności zjawiska przy wykorzystaniu barwy lub szrafu. Im większe natężenie **barwy** lub **szrafu**, tym intensywniej zachodzi dane zjawisko. Dzięki umieszczonym obok mapy, opisanym przedziałom można odczytać wielkość zjawiska. Stosowane są m.in. do ukazania gęstości zaludnienia, średnich plonów zbóż z 1 ha czy natężenia zanieczyszczenia poszczególnych komponentów środowiska.

Gęstość zaludnienia w Australii.

3.4. Inne sposoby prezentacji danych o zjawiskach geograficznych

tabele, wykresy
i diagramy

Zebrane i opracowane dane statystyczne przedstawia się za pomocą **tabel**, **wykresów** i **diagramów**. Stanowią one często uzupełnienie map, ale również ważne źródło informacji geograficznej.



Inne sposoby prezentacji danych o zjawiskach geograficznych

Tabele statystyczne

TABL. 6 (136). UCZĄCY SIĘ NOWOŻYTNICH JĘZYKÓW OBCYCH W SZKOLACH WYŻSZYCH^a
STUDENTS STUDYING MODERN FOREIGN LANGUAGES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS^a

Języki obce	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18	Foreign languages
	w tys.	in thous.	w % ogółu studentów in % of total students		
OGÓŁEM	578,4	582,8	45,1	45,3	TOTAL
Angielski	505,9	481,8	38,4	39,5	English
Francuski	11,0	10,2	0,9	0,8	French
Hiszpański	15,0	14,0	1,2	1,1	Spanish
Niemiecki	54,5	48,7	4,2	4,0	German
Rosyjski	17,3	14,4	1,3	1,2	Russian
Włoski	6,6	5,7	0,5	0,5	Italian
Inne	18,3	15,7	1,4	1,3	Others

^a W formie obowiązkowego lekturatu; dane podaje się bez studentów cudzoziemców; w podziale według języków obcych jedna osoba może być wykazana więcej niż jeden raz.

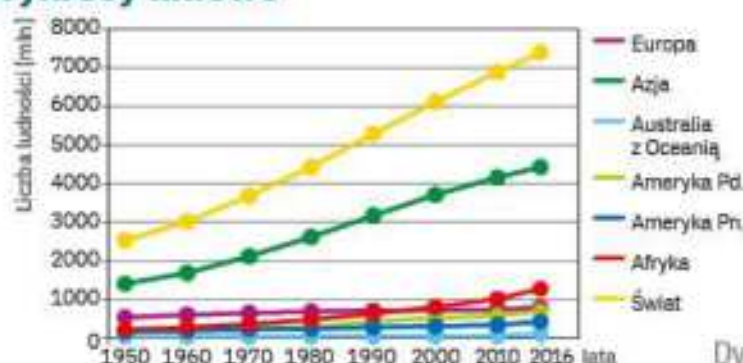
^a As obligatory language course; data exclude foreign students; in the division by foreign languages one person may be indicated more than once.

Źródło: Mały Rocznik Statystyczny 2018, GUS

Tabele statystyczne zawierają najczęściej dane zbierane przez urzędy statystyczne, urzędy jednostek administracyjnych, ośrodki naukowe, organizacje pozarządowe. Przed skorzystaniem z danych umieszczonych w tabeli zwróć uwagę na następujące elementy:

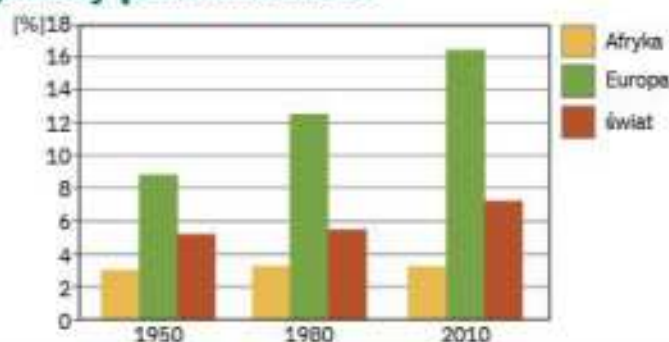
- tytuł tabeli
- informacje zawarte w nagłówkach tabeli
- wyszczególnienia zawarte w wierszach tabeli
- datę utworzenia tabeli (aktualność danych)
- przypisy
- wydawcę (twórcę tabeli), aby ocenić wiarygodność danych.

Wykresy liniowe



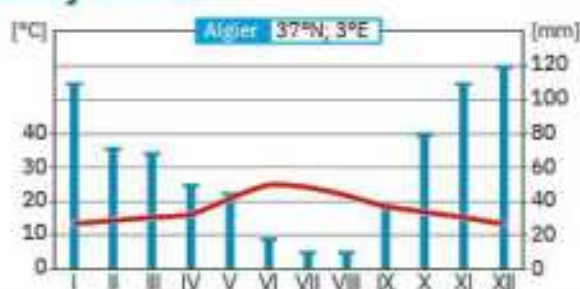
Dynamika zmian liczby ludności według kontynentów.

Wykresy porównawcze



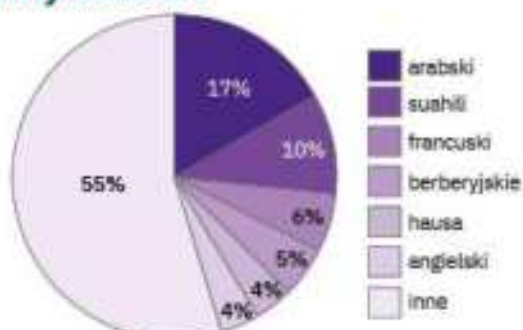
Udział ludności powyżej 65. roku życia na wybranych kontynentach i na świecie w wybranych latach.

Wykresy złożone



Klimatogram dla Algieru.

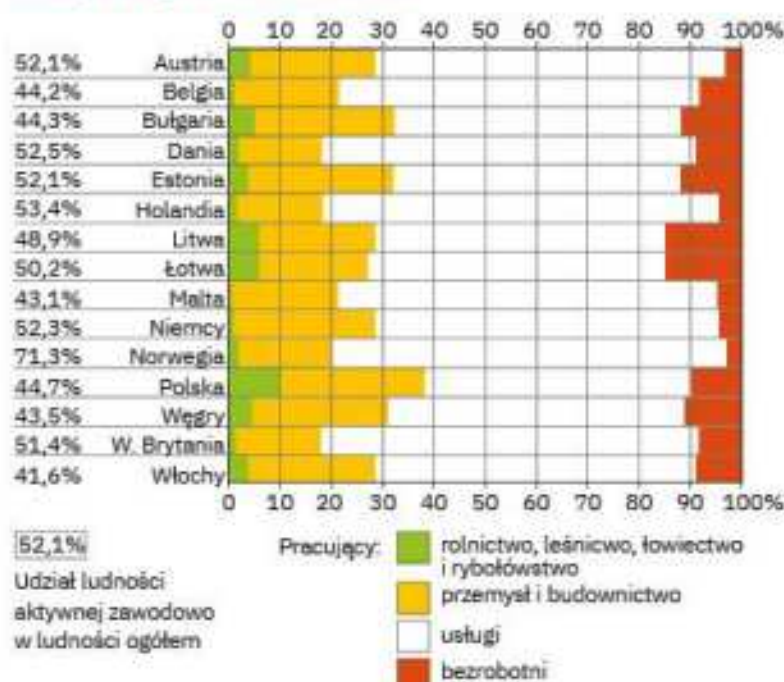
Diagramy kołowe



Dominujące języki w Afryce.



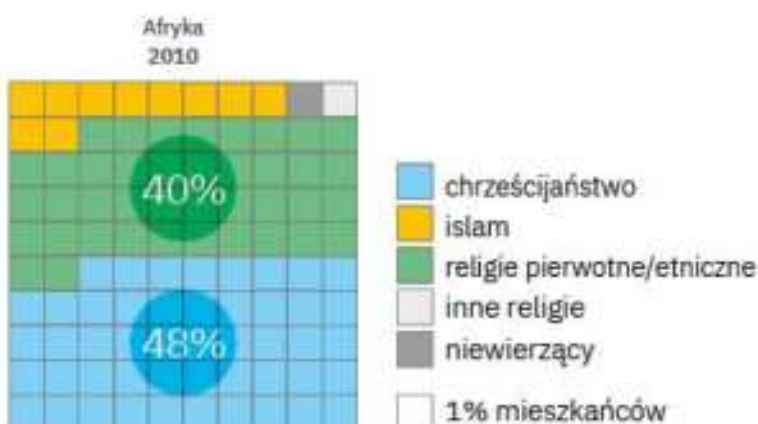
Diagramy strukturalne



Najczęściej stosuje się w nich słupki (ustawione pionowo lub poziomo). Opisane wartości na osi wyraża się w procentach. Zastosowane barwy lub tekstury pozwalają odczytać wielkość danego zjawiska.

Ludność aktywna zawodowo w wybranych państwach w 2011 r.

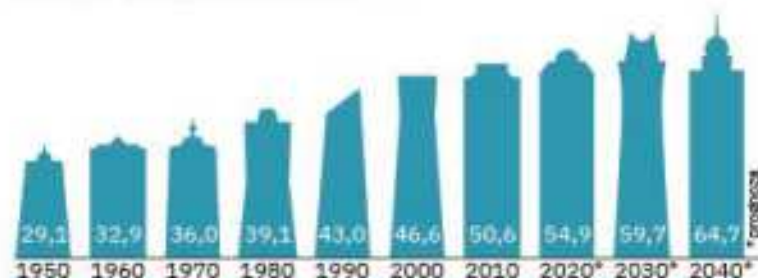
Diagramy segmentowe



Najczęściej przedstawione są w postaci kwadratu lub prostokąta złożonego ze 100 małych kwadratów, z których każdy odpowiada 1% wartości danego zjawiska.

Religie Afryki.

Diagramy obrazkowe



Stosuje się w nich schematyczny rysunek przedstawiający dane zjawisko. Im większy rysunek, tym wartość tego zjawiska jest większa. Może odnosić się zarówno do liczb bezwzględnych, jak i do wartości procentowych.

Odsetek ludności mieszkającej w miastach.

3.5. Pozyskiwanie danych dzięki prowadzonym badaniom geograficznym

Wszystkie opisane powyżej metody kartograficznej prezentacji zjawisk są efektem prowadzonych badań geograficznych. To uzyskane w trakcie tych badań dane posłużyły do ich przetworzenia i wizualizacji. **Obserwacje i pomiary**, dzięki którym pozyskuje się dane, mogą być prowadzone w sposób **bezpośredni** (zbieranie danych w terenie) oraz **pośredni** (interpretacja zdjęć, map, filmów itp.).

obserwacje
i pomiary



pozyskiwanie
danych

obserwacje
i pomiary
w terenie

Prowadzenie badań geograficznych odbywa się w trzech etapach:

Etap 1. **Prace kameralne** – przygotowują do poznania problemu, zjawiska. Na tym etapie stawiamy sobie cele, dobieramy odpowiednie metody pracy, tworzymy plan i harmonogram działań. Korzystamy z dostępnej literatury i multimediiów, aby jak najlepiej przygotować się do badań.

Etap 2. **Prace terenowe** – najważniejszy etap prac, ponieważ pozyskujemy w ich trakcie nowe dane i informacje. Jeżeli prowadzimy badania na temat środowiska przyrodniczego, będą nam potrzebne przyrządy, takie jak: taśma miernicza, szpadel, urządzenie pozycjonujące nasze położenie (GPS), aparat fotograficzny. Przy badaniach społeczno-gospodarczych posługujemy się wywiadami, ankietami czy opisem.

Etap 3. **Prace końcowe** – czyli opracowanie danych zebranych w terenie. Może się odbywać jako badania laboratoryjne w przypadku konieczności oznaczenia np. odczynu (pH) gleby, analizy wielkości ziaren skał osadowych. W przypadku geografii społeczno-gospodarczej analizuje się i opracowuje dane statystyczne. Następnie należy przygotować część graficzną naszych badań (tabele, wykresy, mapy). Współcześnie wykonuje się to przy użyciu komputera i odpowiednich programów. Na koniec porównujemy nasze badania z informacjami pozyskanymi z literatury geograficznej i wyciągamy wnioski końcowe.



Ryc. 3.1. Główne etapy przeprowadzania prac badawczych.



ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

- Wybierz metodę kartograficznej prezentacji zjawisk do opracowania następujących map:
 - Podział polityczny Afryki,
 - Chów trzody chlewnej w Azji,
 - Temperatury stycznia w Polsce,
 - Gęstość zaludnienia w Polsce według powiatów,
 - Wielkość produkcji stali w krajach europejskich w 2019 r.
- Na podstawie wykresu ilustrującego dynamikę zmian liczby ludności świata w latach 1950–2016, zamieszczonego w rozdziale (s. 33), odpowiedz na pytania i wykonaj polecenia.
 - Na którym kontynencie w 2016 r. zamieszkiwała największa liczba ludności?
 - Jaki kontynent osiągnął największą dynamikę wzrostu liczby ludności w latach 1980–2010?
 - Porównaj dynamikę wzrostu ludności w Europie w odniesieniu do dynamiki wzrostu liczby ludności Ameryki Południowej.
- Ułóż w zeszycie ciąg ilustrujący pozyskiwanie danych dzięki prowadzonym badaniom geograficznym.
 - Wykopanie odkrywki ukazującej profil glebowy.
 - Zapoznanie się z literaturą na temat gleb.
 - Wykonanie wykresu ilustrującego zawartość wody w poszczególnych poziomach gleby.
 - Pobranie próbek z poszczególnych warstw profilu glebowego.
 - Oznaczenie zawartości wody w poszczególnych poziomach gleby.



PODSUMOWANIE LEKCJI

- | | |
|-------|---|
| s. 30 | Obiekty i zjawiska przedstawia się na mapach za pomocą metod jakościowych i ilościowych. |
| s. 30 | Metody jakościowe wskazują, co i gdzie się znajduje, ilościowe – jak wielkie jest zjawisko i gdzie występuje. |
| s. 30 | Najczęściej stosowanymi metodami jakościowymi są: sygnaturowa, zasięgów i powierzchniowa. |
| s. 30 | Najczęściej stosowanymi metodami ilościowymi są: kropkowa, izolinii, kartodiagramu i kartogramu. |
| s. 32 | Uzupełnienie map stanowią wykresy i diagramy. |
| s. 34 | Obserwacje i pomiary w terenie wykonuje się przed pozyskaniem i opracowaniem danych. |



PODSUMOWANIE PRZED SPRAWDZIANEM

- **Geografia** jest nauką interdyscyplinarną, należącą do nauk przyrodniczych i społecznych. Zajmuje się badaniem i opisem środowiska przyrodniczego, jego przestrzennym zróżnicowaniem oraz związkami, jakie zachodzą między tym środowiskiem a życiem i działalnością człowieka. s. 11

- **Podstawowe działy geografii:** s. 10
 - Geografia fizyczna** – przedmiotem jej badań jest środowisko przyrodnicze. Należą do niej m.in.: geomorfologia, klimatologia i meteorologia, oceanologia, pedologia, biogeografia.
 - Geografia społeczno-gospodarcza** (nazywana też społeczno-ekonomiczną) – zajmuje się badaniem przestrzennego zróżnicowania życia społecznego i gospodarczego oraz relacją człowiek – środowisko. Należą do niej geografia: ludności, osadnictwa, rolnictwa, przemysłu, usług, kultury, polityczna.

- **Metody pozyskiwania informacji** dzielą się na **terenowe** (obserwacja, pomiar, wywiad, zdjęcia) oraz **kameralne** (opis, metody kartograficzne, metody statystyczne i metody audiowizualne). s. 11

- **Źródła informacji geograficznej** stanowią: ludzie, badania terenowe, czasopisma, książki i atlasy, internet, radio, telewizja. s. 12

- **GPS** to system pozycjonowania osób czy obiektów, opiera się na urządzeniach odbierających sygnał nadawany z satelitów. s. 12

- **GIS** jest systemem informacji geograficznej polegającym na zbieraniu informacji, przetwarzaniu ich i odpowiedniej wizualizacji. Opiera się na nakładanych na siebie warstwach tematycznych. s. 14

- **Mapa** to obraz powierzchni Ziemi, nieba lub ciała niebieskiego przedstawiony na płaszczyźnie, w odpowiednim odwzorowaniu kartograficznym, przy użyciu odpowiedniej dla danej mapy skali. s. 17

- **Elementami mapy** są: tytuł, legenda i treść, odwzorowanie kartograficzne, skala, opis pozaramkowy, np. wydawca mapy czy dane uzupełniające (wykresy, tabele). s. 19

- **Odwzorowanie kartograficzne** jest sposobem przedstawienia siatki geograficznej na płaszczyźnie (płaszczyznowe, azymutalne), bocznej powierzchni stożka (stożkowe) lub walca (walcowe). Podczas przekształcania matematycznego tych odwzorowań mogą powstać siatki umowne (pochodne). s. 20

- **Mapy dzieli się** ze względu na skalę lub treść. s. 21
 - Podział ze względu na **skale**:
 - większe niż 1 : 200 000 – topograficzne (wielkoskalowe)
 - od 1 : 200 000 do 1 : 1 000 000 – topograficzno-przeglądowe (średnioskalowe)
 - mniejsze niż 1 : 1 000 000 – przeglądowe (małoskalowe)
 - Podział map ze względu na **treść**:
 - ogólnogeograficzne – przedstawiają ogólny obraz Ziemi lub jej fragmentu (np. mapy topograficzne)
 - tematyczne – ukazują konkretne zjawisko lub przestrzeń geograficzną (np. mapa gleb)

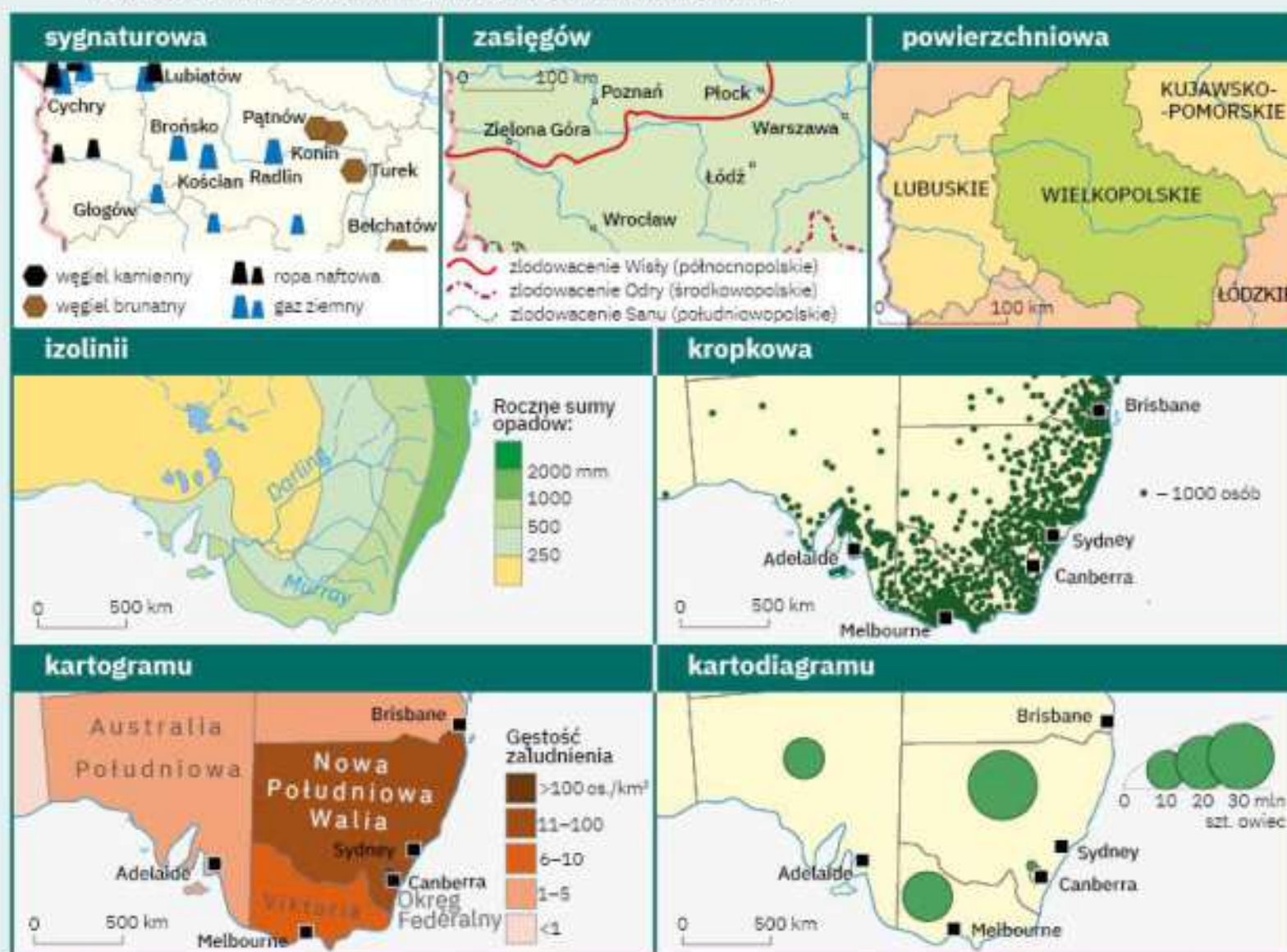
- **Skala** określa stosunek odległości na mapie do odległości rzeczywistej w terenie. Wyróżnia się skale: s. 19
 - liczbową, np. 1 : 500 000
 - mianowaną, np. 1 cm – 5 km (lub zapis 1 cm → 5 km)
 - liniową (podziałkę)  0 5 km
 - polewą, np. 1 cm² – 25 km² (lub zapis 1 cm² → 25 km²)

- Inne sposoby prezentacji danych o zjawiskach geograficznych to **tabele statystyczne**, różnego rodzaju **wykresy** (np. liniowe, porównawcze, złożone) i **diagramy** (kołowe, strukturalne, segmentowe i obrazkowe). s. 32



s. 30

- **Kartograficzne metody prezentacji zjawisk** stosuje się, aby przedstawić różne zjawiska geograficzne na mapie. Wyróżniamy metody jakościowe (np. sygnaturowa, zasięgów, powierzchniowa) i metody ilościowe (kropkowa, izolinii, kartodiagramu i kartogramu).



s. 35

- **Pozyskiwanie danych** dzięki prowadzonym **badaniom geograficznym** odbywa się w trzech etapach:
 - **Prace kameralne** – przygotowują do badań, polegają na zaplanowaniu czynności i zgromadzeniu informacji na dany temat.
 - **Prace terenowe** – w ich trakcie gromadzi się nowe dane przy zastosowaniu różnych metod w zależności od tego, jakie środowisko – przyrodnicze czy społeczno-gospodarcze – jest badane.
 - **Prace końcowe** – polegają na opracowaniu zebranych danych oraz na przedstawieniu wyników badań i wniosków.

SPRAWDŹ, CZY UMIESZ!

1. Podane nauki geograficzne przyporządkuj do geografii fizycznej lub społeczno-ekonomicznej.

A. geografia rolnictwa	C. geografia gleb
B. geomorfologia	D. geografia osadnictwa
2. Do podanych zdań przedstawiających metody pozyskiwania informacji dobierz odpowiednie określenia wybrane z podanych poniżej.

pomiar, metoda kartograficzna, obserwacja, wywiad

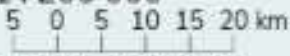
 - A. Ta metoda polega na zbieraniu informacji od ludzi w formie ankiet.
 - B. W tej metodzie interpretuje się dane statystyczne i tworzy się wskaźniki.
 - C. Istotą tej metody jest uważne i celowe spostrzeganie zachodzących wokół nas zjawisk.
 - D. Metoda ta opiera się na ustalaniu wielkości lub natężenia badanych zjawisk.



3. Wymień dwie różnice między GPS a GIS.

4. Przedstaw skalę 1 : 3 500 000 w postaci skali mianowanej, liniowej i połowej.

5. U szereguj podane skale od najmniejszej do największej.

- A. 1 cm – 800 km
- B. 1 : 200 000
- C.  5 0 5 10 15 20 km
- D. 1 cm² – 900 km²

6. Rzeczywista odległość między dwoma punktami wynosi 15 km.

Oblicz, jaki odcinek stanowi ta odległość na mapie w skali 1 : 50 000. Zapisz obliczenia.

7. Długość drogi zmierzona na mapie w skali 1 : 50 000 wynosi 16 cm.

Oblicz i podaj skalę liczbową mapy, na której ta odległość wynosi 4 cm. Zapisz obliczenia.

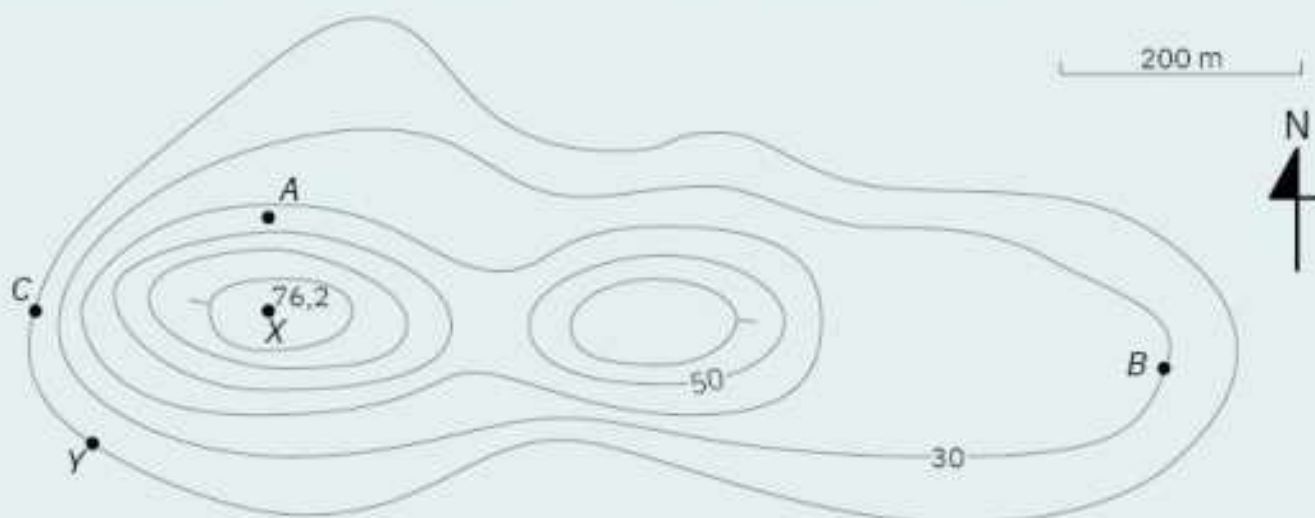
8. Powierzchnia jeziora wynosi w rzeczywistości 12,5 ha.

Oblicz powierzchnię tego jeziora na mapie w skali 1 : 20 000. Zapisz obliczenia.

9. Kolej linowa dociera na szczyt mierzący 3225 m n.p.m. Dolna stacja kolejki znajduje się na wysokości 2175 m n.p.m. Odległość między tymi punktami na mapie w skali 1 : 30 000 wynosi 3,5 cm.

Oblicz rzeczywistą długość tej kolejki. Zapisz obliczenia.

10. Na podstawie analizy rysunku poziomicowego oceń prawdziwość zdań.



- a) Cięcie poziomicowe przeprowadzono co 5 metrów.
- b) Niższy szczyt ma wysokość powyżej 60 m, ale mniej niż 70 m n.p.m.
- c) Wysokość względna punktu A względem punktu B wynosi 35 m.
- d) Między punktem C a X znajduje się stok łagodny.
- e) Turysta poruszający się z punktu Y do punktu X przemieszcza się w kierunku północno-wschodnim (NE).

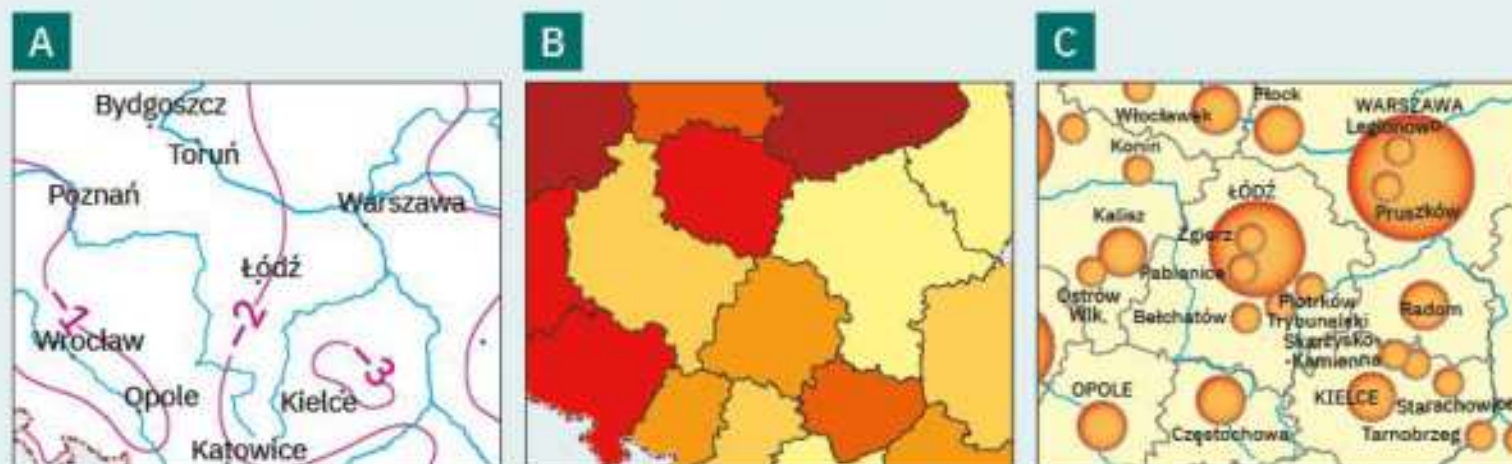
11. Podaj nazwy izolinii, jakie zastosujesz do przedstawienia:

- a) wysokości nad poziomem morza,
- b) ciśnienia powietrza,
- c) głębokości zbiornika morskiego,
- d) temperatury powietrza.

12. Wskaż dwa podobieństwa i dwie różnice między kartodiagramem a kartogramem.



13. Rozpoznaj i podpisz metody kartograficznej prezentacji zjawisk.



14. Zadania wykonaj na podstawie załączonego wykresu.



a) Podkreśl nazwę typu wykresu przedstawionego powyżej.

liniowy, złożony, porównawczy

b) Odczytaj maksymalną i minimalną temperaturę powietrza w ciągu roku w Warszawie oraz oblicz roczną amplitudę temperatury powietrza.

15. Przyporządkuj poszczególnym etapom prowadzenia badań geograficznych rodzaj prac oraz podejmowane w ich czasie działania. Przerysuj tabelę do zeszytu i ją uzupełnij.

Rodzaj prac

- A. Prace terenowe
- B. Prace końcowe
- C. Prace kameralne

Podejmowane działania

- a) badania laboratoryjne
- b) stworzenie harmonogramu pracy
- c) wykonywanie zdjęć
- d) przeprowadzenie ankiety
- e) analiza składu chemicznego skał
- f) dobór metod badawczych

Etap	Rodzaj prac	Podejmowane działania
Etap 1		
Etap 2		
Etap 3		



II. Ziemia we Wszechświecie

- ▶ 1. Ziemia we Wszechświecie
- ▶ 2. Ruch obrotowy Ziemi
- ▶ 3. Ruch obiegowy Ziemi



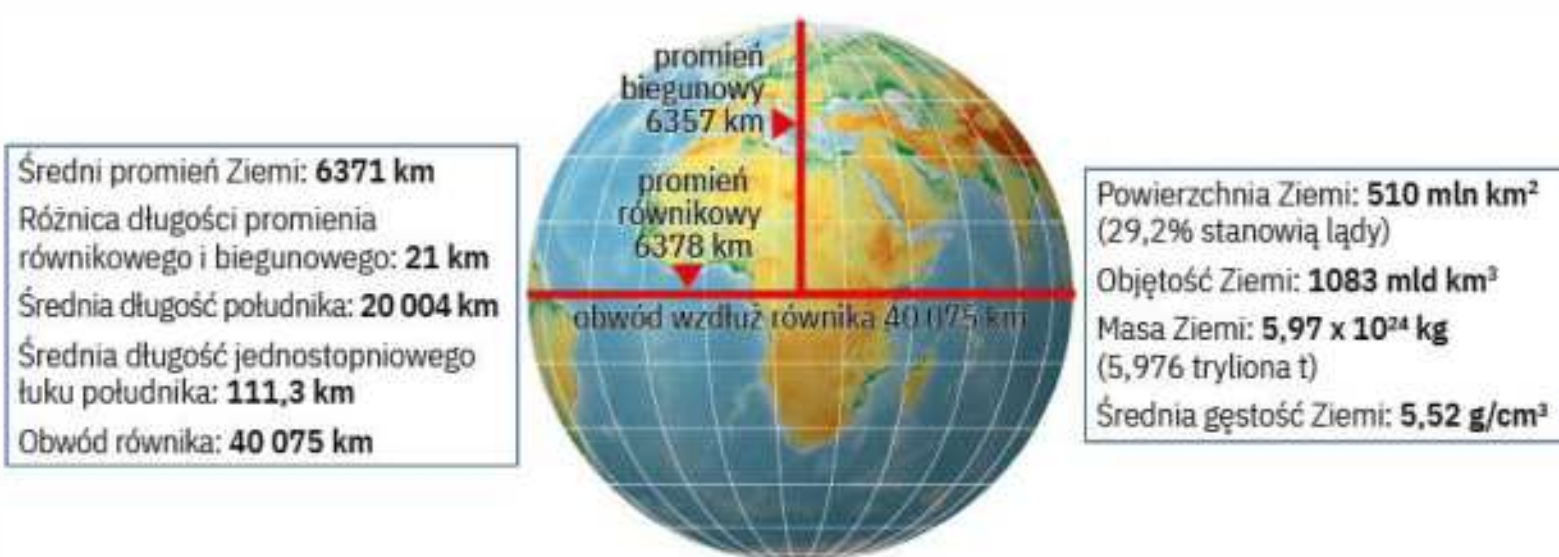
1. Ziemia we Wszechświecie

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz cechy Ziemi jako planety;
- porównasz cechy Ziemi z innymi planetami Układu Słonecznego;
- scharakteryzujesz ciała niebieskie budujące Układ Słoneczny;
- ocenisz złożoność i stan poznania Wszechświata.

1.1. Ziemia jako planeta

Spośród ośmiu planet Układu Słonecznego Ziemia jest trzecią w kolejności od Słońca. Pod względem wielkości zajmuje czwarte miejsce w tym układzie. Jest jednak jedyną, na której rozwinęło się życie. Nazywa się ją Niebieską (Błękitną) Planetą ze względu na kolor widoczny z kosmosu, jaki nadają jej morza i oceany.



Ryc. 1.1. Wymiary Ziemi.

magnetosfera

Wokół naszej planety rozciąga się pole magnetyczne zwane **magnetosferą**. Za wytworzenie pola magnetycznego Ziemi odpowiada najprawdopodobniej jej gorące jądro otoczone płynnym jądrem zewnętrznym. Ruch płynnego płaszcza wokół twardego jądra zbudowanego głównie z żelaza powoduje wytwarzanie prądu (podobnie jak w prądnicach), a w efekcie wytworzenie pola magnetycznego. Linie tego pola zbiegają się w dwóch punktach na powierzchni – są to tzw. bieguny magnetyczne. Magnetosfera chroni przed wiatrem słonecznym, który mógłby zniszczyć wszelkie formy życia.

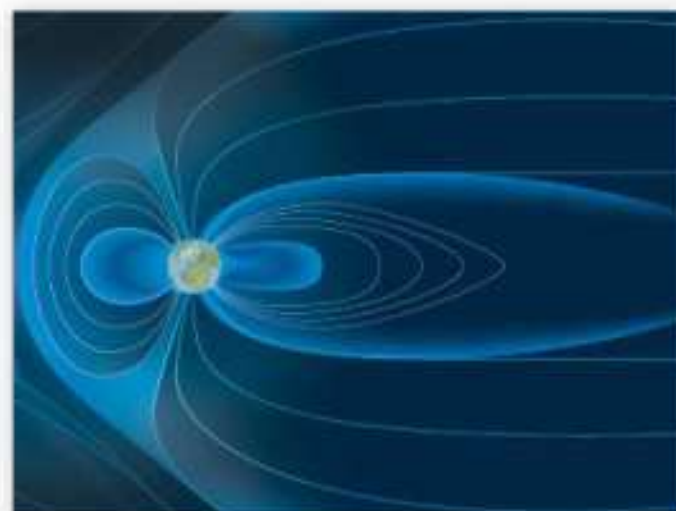
Wiatr słoneczny – strumień naładowanych cząstek, głównie protonów i elektronów, docierający ze Słońca do Ziemi.



Część cząstek zostaje odepchnięta w przestrzeń kosmiczną, a inne zostają przechwycone przez pasy Van Allena, z których dostają się w okolice biegunów. Dzięki temu możemy obserwować powstawanie w tych okolicach wielobarwnych **zórz polarnych**.

Do cech Ziemi należą:

- atmosfera złożona głównie z azotu i tlenu,
- występowanie wody w różnych stanach skupienia,
- powszechnie występujące życie,
- istnienie pola magnetycznego chroniącego życie na Ziemi,
- wiek szacowany na 4,6 mld lat.

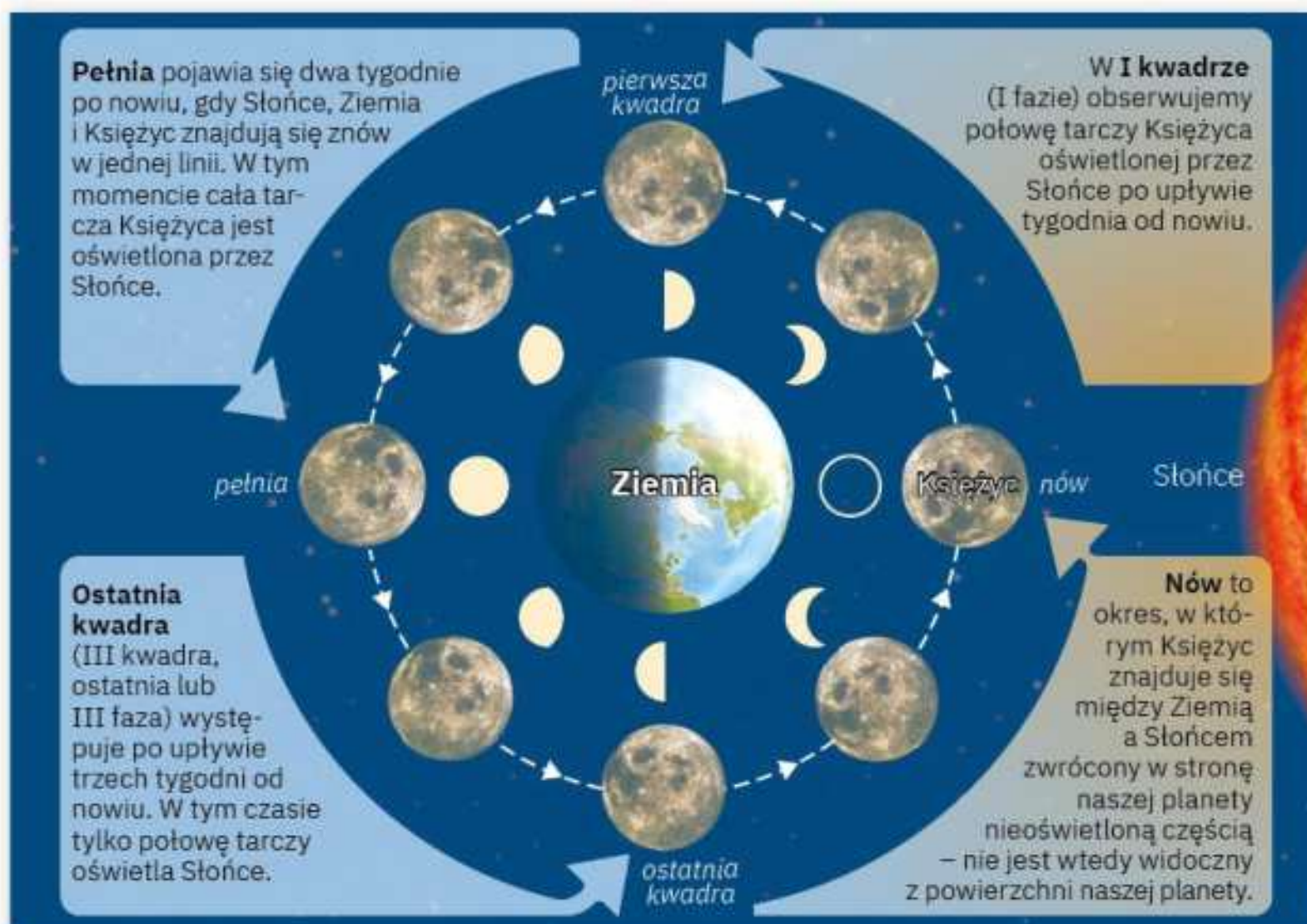


Ryc. 1.2. Pole magnetyczne Ziemi.

1.2. Księżyc – naturalny satelita Ziemi

Naturalnym, skalistym satelitą Ziemi jest **Księżyc**. Okrąża naszą planetę w średniej odległości 384 400 km. Przyjmuje się, że Księżyc powstał mniej więcej 4 miliardy lat temu w wyniku kolizji Ziemi z inną planetą zwaną Theą. Czas obrotu naszego naturalnego satelity wokół własnej osi odpowiada czasowi obiegu wokół Ziemi. To sprawia, że Księżyc jest zwrócony do Ziemi tą samą stroną – widzimy tę samą półkulę Srebrnego Globu (to tzw. synchroniczna rotacja).

Księżyc



Ryc. 1.3. Fazy Księżyca (widok z Ziemi).



Okres, w jakim Księżyc obiega Ziemię, określa się jako **synodyczny**. To okres, jaki upływa między tymi samymi fazami Księżyca (np. od nowiu do nowiu) trwający ok. 29,5 dnia. Należy pamiętać, że w czasie obrotu Księżyca wokół Ziemi obraca się ona wokół Słońca. Dlatego okres obiegu Księżyca wokół Ziemi do tego samego miejsca na sferze niebieskiej jest krótszy i wynosi ok. 27,32 dnia – to tzw. miesiąc **syderyczny** (gwiazdowy).

Cechy Księżyca to:

- promień liczący nieco więcej niż 1/4 promienia Ziemi (1737 km), masa – 1/81 masy Ziemi,
- temperatura na powierzchni wynosząca od +140°C do –190°C,
- przyciąganie grawitacyjne około sześć razy mniejsze niż na Ziemi,
- różne oświetlenie w czasie ruchu wokół Ziemi – z Ziemi widzimy to jako fazy Księżyca,
- średnia odległość od Ziemi licząca 384 400 km.

1.3. Układ Słoneczny

Ziemia jest jedną z planet Układu Słonecznego, który uformował się ok. 4,6 mld lat temu.

Układ Słoneczny to zespół planet i innych ciał niebieskich krążących wokół Słońca.

Układ Słoneczny tworzą: Słońce, osiem planet wraz z ich Księżycami, planety karłowate, pas planetoid, pas Kuipera, komety oraz drobne ciała niebieskie, pyły i gaz międzyplanetarny. Za granicę Układu Słonecznego najczęściej uważa się **Obłok Oorta** będący zbiorowiskiem małych ciał – komet. Obłok ten rozciąga się kuliście wokół Słońca do odległości ok. 200 tysięcy au (jednostka astronomiczna).

Obłok Oorta

Odległości w kosmosie:

- **jednostka astronomiczna** (au) – średnia odległość Ziemi od Słońca, która wynosi prawie 150 mln km; używa się jej głównie do określania odległości w Układzie Słonecznym;
- **rok świetlny** – odległość, jaką światło przebywa w próżni w ciągu jednego roku (9,5 biliona kilometrów);
- **parsek** (pc) jest to odległość, przy której roczna **paralaksa** (kąt, o jaki gwiazda pozornie przesunie się na sferze niebieskiej podczas półrocznej wędrówki Ziemi dookoła Słońca) równa się 1 sekundzie (1") łuku; 1 pc = 206 265 au, odległość 1 pc światło przebiega w czasie 3,26 lat.

jednostka
astronomiczna

Planeta karłowata to obiekt pośredni między planetami a planetoidami, krążący po stabilnej orbicie wokół Słońca. Taka planeta ma na tyle dużą masę, że przybiera kształt kulisty, a zarazem na tyle małą, że na swojej orbicie wokół Słońca nie usunęła innych obiektów o podobnych rozmiarach. Nie może być satelitą innej planety.



Ryc. 1.4. Krater Barringera powstał ok. 50 tysięcy lat temu w wyniku uderzenia meteorytu o średnicy ok. 50 metrów. Jego głębokość wynosi 170 metrów, a średnica – 1200 metrów.

W przestrzeni Układu Słonecznego możemy jeszcze spotkać takie obiekty, jak meteoroidy czy komety. W wyniku zderzania się planetoid lub planetoid z planetami powstają okruchy zwane **meteoroidami**. Przemierzając przestrzeń kosmiczną, mogą wpaść w atmosferę, na przykład Ziemi. Wówczas ulegają spaleni, dając efekt „spadających gwiazd”, czyli **meteorów**. Docierające do powierzchni Ziemi meteoroidy nazywamy **meteorytami**. Corocznie na powierzchnię naszej planety spada ich kilka tysięcy. Są to głównie obiekty skaliste, ale również zbudowane z żelaza, niklu czy innych minerałów. Największe z nich, uderzając w powierzchnię planety, tworzą krater meteorytowy, jak Chubb (czytaj: czab) na Labradorze (Kanada) o średnicy 3400 m i 500 m głębokości czy Krater Barringera znajdujący się w Arizonie (USA).



Ryc. 1.5. Długookresowa kometa Hale’a-Boopa była najjaśniejszym obiektem na niebie w latach 1996–1997. Wykształciła dwa warkocze: niebieski – gazowy, prosty, skierowany w przeciwną stronę niż Słońce – oraz żółty – złożony z pyłów, zakrzywiony, położony wzdłuż trajektorii komety.



Słońce to centrum Układu Słonecznego, a zarazem najbliższa nam gwiazda (tzw. żółty karzeł) i stanowi 99,87% jego całej masy. Zbudowane jest m.in. w 72% z wodoru i 26% z helu. Źródłem energii w Słońcu są reakcje termojądrowej przemiany wodoru w hel zachodzące w jądrze gwiazdy. Słońce wiruje wokół własnej osi, a jeden pełny obrót trwa 25,4 dnia. Średnica Słońca wynosi ok. 1 392 000 km (jest 109 razy większa od średnicy Ziemi), a masa 2×10^{30} kg (jest 333 razy większa od masy Ziemi). Średnia temperatura panująca na jego powierzchni to ponad 5500°C (temperatura jądra osiąga 15 000 000°C).

Najbliższa Słońcu planeta to **Merkury**. Występują na nim największe wahania temperatur od -180°C do +430°C w zależności od tego, czy półkula jest oświetlona przez Słońce, czy nie. Powierzchnię ma skalistą, z licznymi kraterami, ponieważ szczątkowa – cienka i rozrzedzona atmosfera nie chroni tej planety przed uderzeniami meteoroidów. Niewielka grawitacja (tylko 38% grawitacji Ziemi) powoduje, że emitowane gazy uciekają w przestrzeń kosmiczną lub są rozpraszane przez wiatr słoneczny.

Kolejna planeta od Słońca – **Wenus** – to najgorętsza planeta, na której temperatury w okolicach równika dochodzą do 460°C. Spowodowane jest to bliskością Słońca i gęstą atmosferą zbudowaną w 96% z CO₂ (to zjawisko efektu cieplarnianego). Ciśnienie powietrza jest tu ponad 80 razy większe niż na naszej planecie. Na Wenus zachodzą zjawiska wulkaniczne. Ta planeta jest również zwana Gwiazdą Poranną (Jutrzenką), gdyż staje się widoczna na niebie ok. 3 godzin przed wschodem Słońca, albo Gwiazdą Wieczorną – widoczna jest również po zachodzie Słońca.

Za Wenus znajduje się **Ziemia**, jedyna planeta, na której rozwinęło się życie i na której powierzchni woda występuje w stanie ciekłym. Atmosfera naszej planety składa się głównie z azotu (78%) i tlenu (21%). Ziemia to największa wśród planet skalistych. Jej wnętrze jest aktywne sejsmicznie i powoduje liczne trzęsienia ziemi, wybuchy wulkanów i ruchy górotwórcze. Wyróżnia się z pozostałych planet także nazwą, która nie pochodzi od imienia rzymskiego boga.

Czwarta planeta od Słońca – **Mars** – jest nazywany czerwoną planetą ze względu na zabarwienie tlenków żelaza zawartych w skorupie. Ma bardzo urozmaiconą powierzchnię (szczyty o wys. 25 km, kaniony o gł. do 5 km i dł. 5 tys. km). Występują na nim duże wahania temperatur dobowych, od ok. 20°C w dzień do -90°C w nocy. Powoduje to powstanie silnych wiatrów dochodzących nawet do 300 km/h. Atmosfera Marsa jest rzadka i cienka, dominuje w niej tlenek węgla (IV) (95%). Stwierdzono na tej planecie obecność wody, głównie w postaci czap okołobiegunowych, ale również w postaci ciekłej.

Obłok Oorta

orbity planet

Słońce

pas Kuipera

wewnętrzny Obłok Oorta

Ceres

Planety grupy ziemskiej (wewnętrzne, skaliste) charakteryzują się niewielkimi rozmiarami. Mają skalistą powierzchnię, warstwową budowę wewnętrzną, znaczną gęstość skał oraz metaliczne jądra. Trzy z nich mają wyraźną atmosferę.

Merkury
4840
0,06
57,91/0,39
87,97
56,65 dnia
–

Wenus
12 230
0,82
108,21/ 0,72
224,70
243,01 dnia*
–

Ziemia
12 756
1
150/1
365,26
23,93 godz.
1

Mars
6800
0,11
227,95/1,52
686,96
24,62 godz.
2

Jowisz
14 2796
318
778,40/ 5,20
4333,29 (11,87 lat)
9,92 godz.
79



Największa i najcięższa planeta w Układzie Słonecznym to **Jowisz**. Zbudowany jest głównie z wodoru (86%) oraz helu (13%). Ten gazowy olbrzym ma skaliste jądro otoczone metaliczną powłoką. Wyróżnia go najszybszy spośród planet ruch obrotowy generujący olbrzymie pole magnetyczne, ponad 20 000 razy silniejsze od ziemskiego. Ruch ten powoduje również silne spłaszczenie planety przy biegunach. Na jego powierzchni obserwujemy wielką Czerwoną Plamę, która jest wielkim cyklonem. Prędkość wiatrów dochodzi w niej do 550 km/h. Charakterystyczne, ułożone równoleżnikowo pasy na planecie to chmury przemieszczane przez silne wiatry. Jowisz ma największą liczbę księżyców.

Saturna otaczają charakterystyczne, dobrze widoczne pierścienie zbudowane z różnej wielkości kawałków lodu i skał (od 1 cm do 100 m). Średnica układu pierścieni wynosi 250 tysięcy kilometrów, a ich grubość to tylko 1,5 kilometra. Oddziela je charakterystyczna Przerwa Cassiniego, w której znajduje się jeden z księżyców tej planety. Saturn jest zbudowany głównie z wodoru (93%) i helu (6%). Na jego powierzchni występują pasy chmur, w których wiatry osiągają ponad 500 km/h. Temperatura tych powierzchniowych warstw wynosi ok. 165°C. Na tej planecie występują wielkie wybuchy gazów, które przebiegają się przez ocean ciekłego wodoru, tworząc białe plamy na powierzchni. Saturn ma liczne księżyce.

Kolejną planetą Układu Słonecznego jest **Uran**. Ma on charakterystyczną jasnoniebieską barwę powstałą dzięki metanowi, który pochłania część czerwoną widma słonecznego. To jedyna planeta w naszym układzie, której oś obrotu znajduje się w płaszczyźnie jego orbity. Nachylenie osi obrotu powoduje ciekawy układ stref klimatycznych i pół roku, na przykład trwającą przez 42 lata porę letnią na południowym biegunie. Średnia temperatura warstw przypowierzchniowych wynosi ok. -230°C i nie wykazuje dużego zróżnicowania między półkulą oświetloną i nieoświetloną przez Słońce. Pod powłoką chmur kryje się prawdopodobnie skaliste jądro otoczone grubą warstwą lodu, amoniaku i metanu. Urana również otaczają pierścienie.

Neptun także zawdzięcza swoją barwę metanowi znajdującemu się w atmosferze (2%). Oprócz niego główny budulec planety stanowi wodór (ok. 84%) i hel (niecałe 12%). Na tej planecie wieją rekordowo silne wiatry osiągające prędkość nawet 2500 km/h, będące skutkiem silnych różnic temperatur między dolnymi a górnymi warstwami powietrza (temperatura powierzchni wynosi -220°C). Planeta ma system pierścieni, jednak nie są one kompletne – nie tworzą zamkniętych okręgów, lecz koliste łuki. Wielka Ciemna Plama na powierzchni Neptuna to ogromna burza stale okrążająca planetę.



Pas Kuipera znajdujący się poza orbitą Neptuna w odległości od 30 do 50 au jest zbiorem niewielkich obiektów, podobnie jak w pasie głównym planetoid. Obiekty w tym pasie są zbudowane głównie z lodu wodnego oraz zamrożonego metanu i amoniaku. Najbardziej znane obiekty Pasa Kuipera to tzw. **planety karłowate**: Pluton (mający trzy satelity, przy czym największy z nich – Charon – jest tylko 2 razy mniejszy od Plutona), Haumea (ma pierścienie), Makemake i Eris. Od 2006 r. Plutona zalicza się do planet karłowatych.

Pluton



Planety grupy jowiszowej (zewewnętrzne, gazowe olbrzymy) cechują się znaczną wielkością, małą gęstością i grubą atmosferą. Wszystkie mają pierścienie i dużą liczbę księżyców.

Planeta	
średnica [km]	
masa w stosunku do masy Ziemi	
średnia odległość od Słońca w [mln km/j.a.]	
obieg wokół Słońca [dni]	
obrót wokół własnej osi	
liczba satelitów	

Saturn	
120 660	
95	
1423,62/9,52	
10756,20 (29,46 lat)	
10,66 godz.	
62	

Uran	
52 400	
14,5	
2866,14/19,16	
30707,49 (84 lata)	
17,24 godz.*	
27	

Neptun	
50 460	
17,2	
4498,60/30,07	
60223,35 (164,8 lata)	
16,11 godz.	
14	

* ruch obrotowy tej planety odbywa się w kierunku przeciwnym niż pozostałych



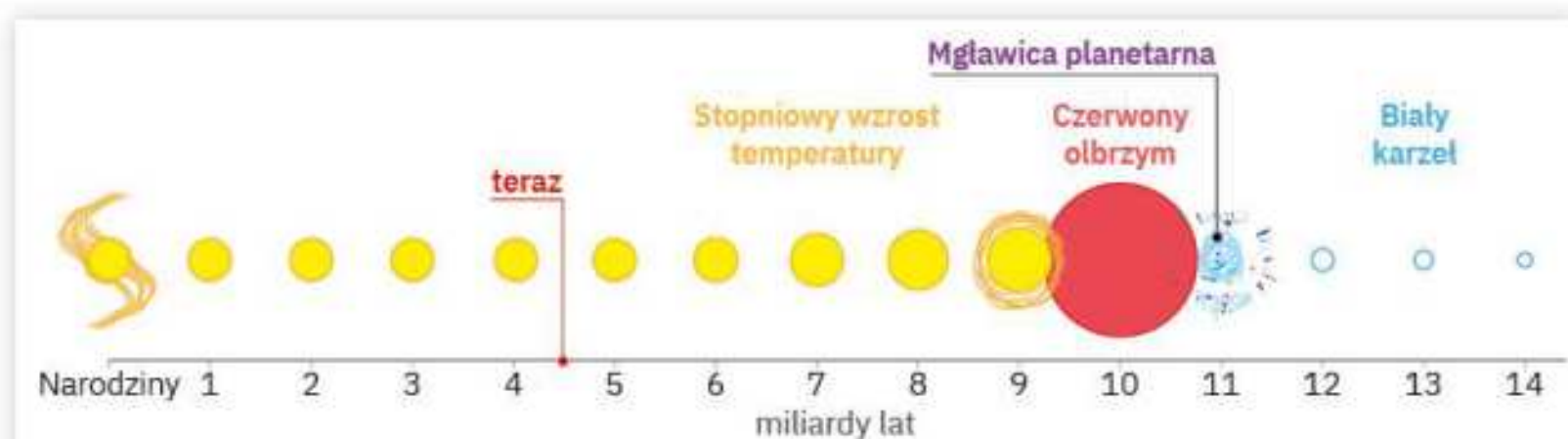
Na granicach Układu Słonecznego w Obłoku Oorta grupują się **kometry**. To obiekty zbudowane z lodu, odłamków skalnych, pyłu i zestalonych gazów. Niektóre z tych obiektów wytrącają się z obłoku przez oddziaływania grawitacyjne innych ciał, przez co zmieniają swoje tory ruchu i mogą się przemieszczać do centrum Układu Słonecznego, okrążając Słońce po wydłużonej elipsie. Orbity komet są bardzo wydłużone. W miarę zbliżania się do Słońca kometa staje się coraz jaśniejsza, a ciepło naszej gwiazdy powoduje sublimację lodu i zestalonych gazów. Najpierw wokół jądra pojawia się tzw. głowa komety, a pod wpływem oddziaływania strumienia wiatru słonecznego pojawia się warkocz (ogon) komety. Warkocz zawsze jest zwrócony w kierunku przeciwnym do Słońca. W historii ludzkości zarejestrowano ponad 710 komet, które pojawiły się na niebie ponad 2 tysiące razy. Około 200 z nich występuje okresowo. Najbardziej znana jest kometa Halleya, która powraca w okolice Słońca co 76 lat. Jej kolejne pojawienie przewidywane jest na 2061 rok. Inną znaną jest kometa Hale'a-Boppa pojawiająca się raz na 2500 lat.

1.4. Ziemia we Wszechświecie

Najbliższą Ziemi gwiazdą, nie licząc Słońca, jest Proxima Centauri oddalona o 4,2 lat świetlnych. Inne gwiazdy, jak Syriusz, Vega czy Gwiazda Bernarda, leżą w odległości 15–20 lat świetlnych.

ewolucja gwiazd

Gwiazdy przechodzą cykl ewolucji, starzenia się. Pierwszy etap ewolucji gwiazd to powstanie **protogwiazdy** w wyniku zagęszczania się materii obłoków pyłowo-gazowych wypełniających galaktyki. Przyczynę zagęszczania materii stanowi na przykład promieniowanie elektromagnetyczne spowodowane wybuchem innej gwiazdy, co prowadzi do ruchu materii i jej zagęszczenia. W zależności od masy początkowej protogwiazdy jej ewolucja może przebiegać różnymi szlakami. Dla przykładu Słońce jest obecnie **żółtym karłem** wypalającym wodór już od 4,6 mld lat. Gdy osiągnie wiek 10 miliardów lat, nastąpi wypalenie paliwa. Wielokrotnie zwiększy wtedy swoje rozmiary, przechodząc w stadium **czerwonego olbrzyma**. Wraz z upływem czasu czerwony olbrzym odrzuci zewnętrzne warstwy gazu i utworzy **mgławicę planetarną**. W jej środku pozostanie jedynie gorące jądro określane mianem **białego karła**.



Ryc. 1.6. Cykl gwiazdy.

Gwiazdy często są powiązane grawitacyjnie z innymi gwiazdami, tworząc układy podwójne lub gromady gwiazd. Nie są jednorodnie rozmieszczone we Wszechświecie, ale na ogół zgrupowane w **galaktyki** liczące setki miliardów gwiazd. Układ Słoneczny należy do galaktyki **Drogi Mlecznej**, która jest **galaktyką spiralną**.

galaktyka spiralna



1. Ziemia



2. System Słoneczny



3. Otoczenie Słońca



4. Galaktyka Drogi Mlecznej



5. Grupa Lokalna



6. Supergromada w Pannie



7. Supergromada Lokalna



8. Znany Wszechświat



Ryc. 1.7. Położenie Ziemi (na podstawie opracowania Andrew Z. Colvina).



Galaktyki tworzą skupiska zwane **gromadami galaktyk**, w których mogą znajdować się ich tysiące. Dla przykładu Droga Mleczna tworzy wraz z ponad 30 innymi galaktykami **Lokalną Grupę Galaktyk**. W obserwowanych granicach Wszechświata są widoczne największe skupiska **Lokalnych Supergromad**. Nasza Lokalna Grupa Galaktyk należy do Supergromady w Pannie składającej się z ok. 100 gromad i grup lokalnych. Widzialny Wszechświat jest ograniczony – wynika to z faktu, że światło lub inne sygnały są w stanie dotrzeć do obserwatora na Ziemi z okresu nie wcześniejszego niż początek **Wielkiego Wybuchu**.

Wszechświat jest zbudowany z **materii zwykłej** (barionowej), która emituje światło. Widzimy obiekty astronomiczne wraz z przestrzenią, w której się znajdują. Jednak stanowi ona zaledwie 5% całego Wszechświata. Zdecydowanie więcej, gdyż aż 68%, stanowi **ciemna energia**, dzięki której Wszechświat rozszerza się coraz szybciej. Pozostałe 27% stanowi materia nieemitująca i nieodbijająca światła, tzw. **ciemna materia**. O jej istnieniu wiemy dzięki jej grawitacyjnemu oddziaływaniu na galaktyki, które otacza. Gdyby nie ona, to siła odśrodkowa wirujących galaktyk powodowałaby wypadanie gwiazd poza ich obręb.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Wyjaśnij, dlaczego mówimy, że planety, księżyce i komety świecą światłem odbitym.
2. Podaj trzy różnice między planetami typu ziemskiego i gazowymi olbrzymami.
3. Wymień jednostki, jakie zastosujesz do zmierzenia odległości między:
 - a) Supergromadą w Pannie a Supergromadą Lwa,
 - b) gwiazdami Galaktyki Drogi Mlecznej,
 - c) planetami Układu Słonecznego,
 - d) galaktykami w Grupie Lokalnej.
4. Uzasadnij, dlaczego nie przy każdej pełni Księżyca dochodzi do powstania zjawiska zaćmienia Słońca.
5. Wykaż ogrom i złożoność Wszechświata. Swoje rozważania rozpocznij od omówienia Ziemi jako planety, a następnie przejdź do granic znanego współcześnie Kosmosu.



PODSUMOWANIE LEKCJI

s. 42

Życie na Ziemi jest możliwe dzięki magnetosferze, która chroni je przed szkodliwym promieniowaniem kosmicznym.

s. 43

Księżyc to naturalny satelita Ziemi, zawsze do niej zwrócony jedną stroną.

s. 48

W Układzie Słonecznym wyróżniamy grupę planet wewnętrznych i zewnętrznych. Różnią się one np.: wielkością, składem chemicznym, gęstością, liczbą księżyców.

s. 48

Planetoidy znajdują się w Głównym Pasie Planetoid i w Pasie Kuipera. Najbardziej znane planety karłowate znajdują się w obrębie Pasa Kuipera.

s. 44

Obłok Oorta to zbiorowisko komet. Niektóre z nich mogą zostać grawitacyjnie wytrącone i przemieszczać się w głąb Układu Słonecznego.

s. 48

Obecnie Słońce jest żółtym karłem. W swoim cyklu będzie przechodziło etap czerwonego olbrzyma, mgławicy kometarnej i białego karla.

s. 48

Galaktyka Drogi Mlecznej, do której należy Układ Słoneczny, jest typem galaktyki spiralnej.



2. Ruch obrotowy Ziemi

NA TEJ LEKCJI:

- przedstawisz zjawisko Wielkiego Wybuchu;
- poznasz cechy ruchu obrotowego Ziemi;
- wyjaśnisz następstwa ruchu obrotowego;
- dokonasz rachuby czasu na Ziemi.

2.1. Teoria powstania Wszechświata

Ziemia jako planeta Układu Słonecznego wykonuje kilka ruchów. Będąc częścią Galaktyki, wraz z całym Układem Słonecznym wykonuje ruch wokół jej centrum. Pamiętać należy, że galaktyki również poruszają się we Wszechświecie od momentu jego powstania określanego jako Big Bang.

Wiek Wszechświata szacuje się na 13,7 miliarda lat. Przypuszcza się, że powstał on z nieskończonego małego punktu zwanego pierwotną (punktową) osobliwością. W punkcie tym istniała bardzo duża gęstość i temperatura. Najbardziej burzliwe i dynamiczne były pierwsze minuty **Wielkiego Wybuchu** (Big Bang), kiedy to istniała tylko energia, a potem tworzyły się pierwsze jądra pierwiastków. W miarę upływu czasu zaczęła pojawiać się materia, formowały się galaktyki, a w nich – pierwsze gwiazdy i planety. Dowodem na prawdziwość teorii rozszerzającego się Wszechświata jest istnienie promieniowania zwanego kosmicznym mikrofalowym **promienianiem tła** (promieniowaniem reliktowym), uznawanego przez naukowców za pozostałość po wybuchu.

teoria Wielkiego
Wybuchu

2.2. Charakterystyka ruchu obrotowego Ziemi

Największy wpływ na nasze codzienne życie mają **ruch obrotowy Ziemi**, który nasza planeta wykonuje wokół własnej osi, oraz **ruch obiegowy Ziemi**, który wykonuje wokół Słońca. Ruch obrotowy nazywany również wirowym to ruch wokół własnej osi odbywający się z **zachodu na wschód**. To ruch dający wrażenie pozornego przemieszczania się Słońca i innych ciał niebieskich po sferze niebieskiej. Przecięcie osi ziemskiej z powierzchnią naszej planety wyznacza bieguny Ziemi. Oś ta jest nachylona do płaszczyzny orbity pod kątem $66^{\circ}34'$. W czasie pełnego obrotu wokół osi wszystkie miejsca na kuli ziemskiej (poza biegunami, które są punktami) zakreślają okrąg w płaszczyźnie prostopadłej do osi obrotu.

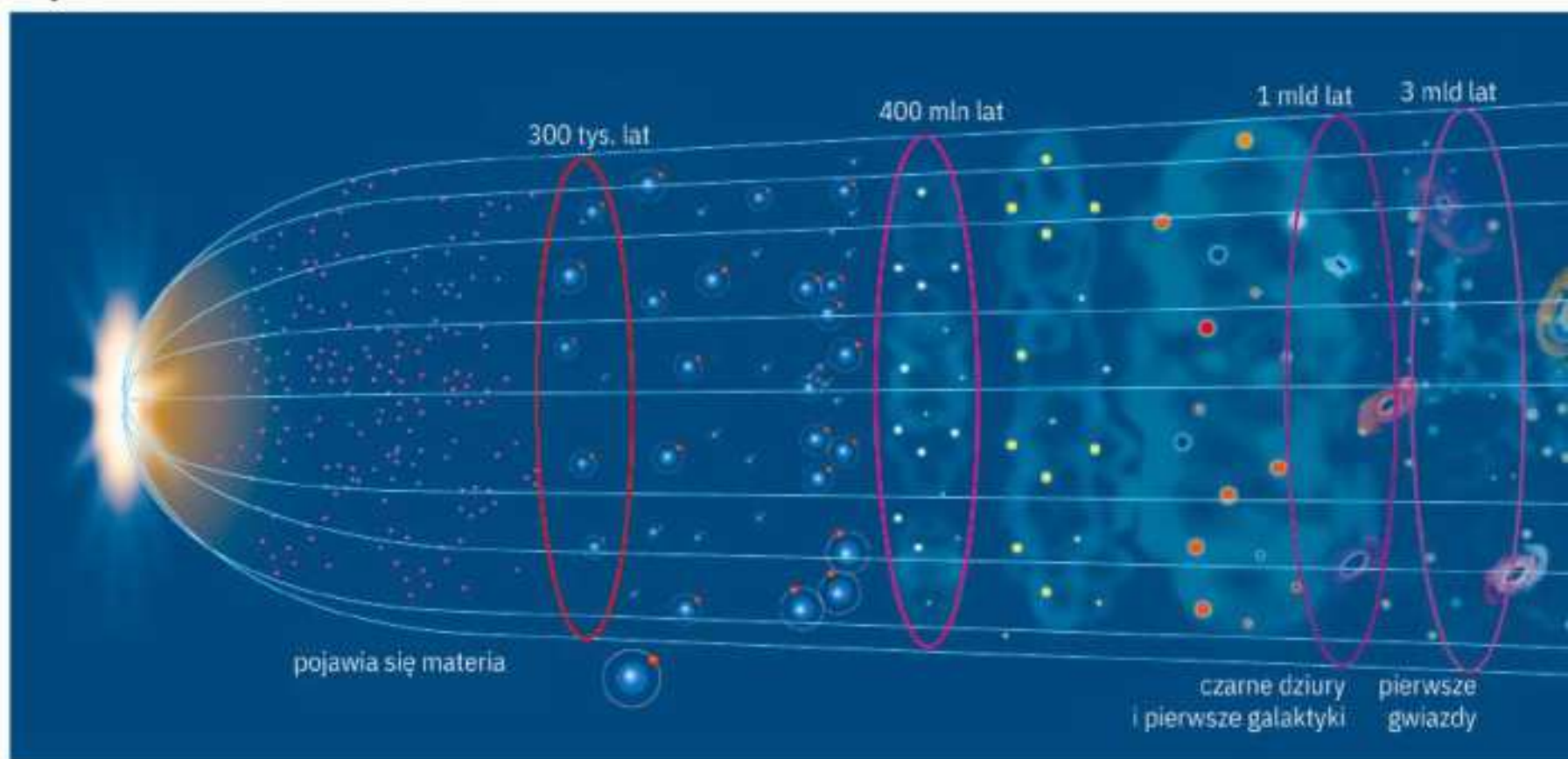
ruchy Ziemi

Pełen obrót mierzony względem gwiazd wynosi 23 h 56 min 24 s i jest nazywany **dobą gwiazdową**. Natomiast czas między kolejnymi górowaniami w danym punkcie to **doła słoneczna** i wynosi ona 24 h.

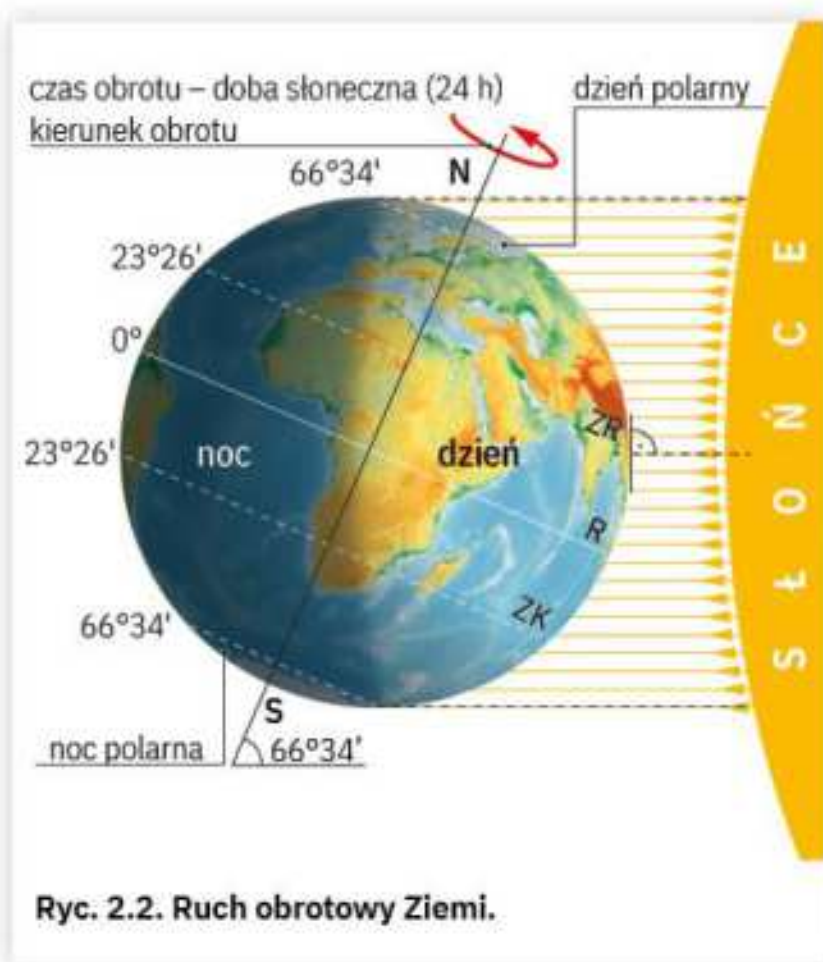
ruch obrotowy



Ryc. 2.1. Powstanie Wszechświata.



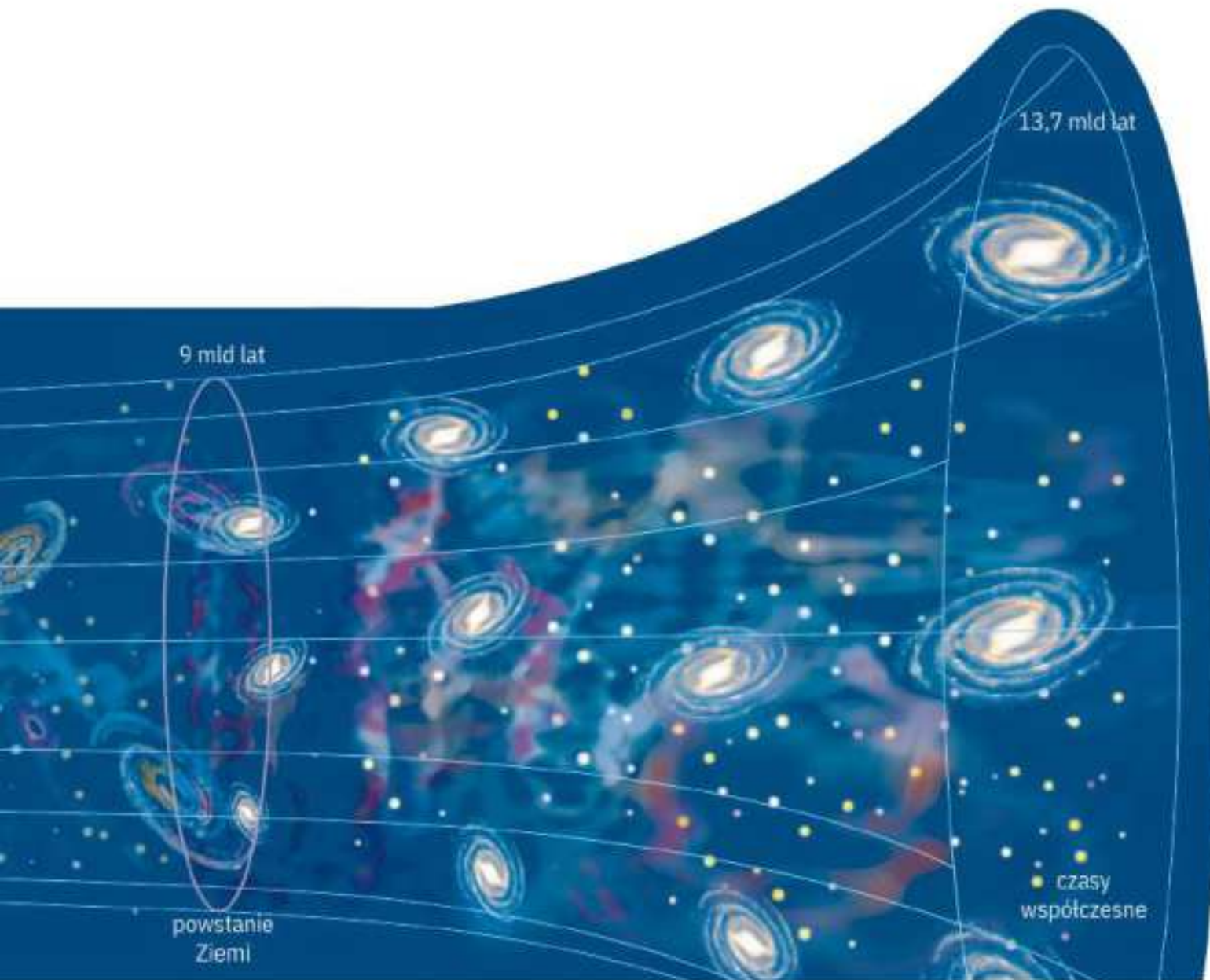
Doba gwiazdowa – czas, jaki mija pomiędzy kolejnymi górowaniami gwiazdy.



Dowodów na istnienie ruchu obrotowego Ziemi dostarczono już w starożytności. Były to między innymi obserwacja ruchów ciał niebieskich i przeprowadzane doświadczenia fizyczne na powierzchni Ziemi.

2.3. Następstwa ruchu obrotowego

Dobowy ruch sfery niebieskiej jest ruchem pozornym. Ulegamy złudzeniu, że Słońce w ciągu dnia, a gwiazdy w ciągu nocy odbywają ruch po sferze niebieskiej ze wschodu na zachód. W ciągu dnia obserwujemy zmiany wysokości Słońca nad horyzontem: wschodzi, w południe góruje i zachodzi. Wpływa to na temperaturę na Ziemi i warunki pogodowe. Słońce jest najjaśniejszą gwiazdą na niebie w ciągu dnia, zatem swoim światłem przyćmiewa inne gwiazdy, których nie widzimy.



Big Bang

Na nocnym niebie gwiazdy również wykonują pozorne ruchy ze wschodu na zachód. Ich tory widzimy jako współśrodkowe okręgi zataczone wokół osi przechodzącej przez bieguny. Na półkuli północnej najbliżej północnego bieguna niebieskiego leży **Gwiazda Polarna**, a na półkuli południowej najbliżej południowego bieguna niebieskiego znajduje się **Krzyż Południa**.

pozorny ruch sfery niebieskiej

Z następstwem dnia i nocy wiąże się ściśle aktywność ludzka. Gdy Słońce znajduje się nad horyzontem, mówimy, że jest dzień, a gdy znajduje się poniżej linii horyzontu – noc. Aktywność ludzka jest ściśle związana z następstwem dnia i nocy. Aby ją przedłużyć w nocy, używamy sztucznego oświetlenia.

występowanie dnia i nocy



Ryc. 2.3. Długotrwałe naświetlenie zdjęć w ciągu nocy pozwala zapisać **widome tory gwiazd** jako część okręgu (łuki kół).



Ryc. 2.4. Na zdjęciu widoczna jest **granica między dniem i nocą** zwana terminatorem.



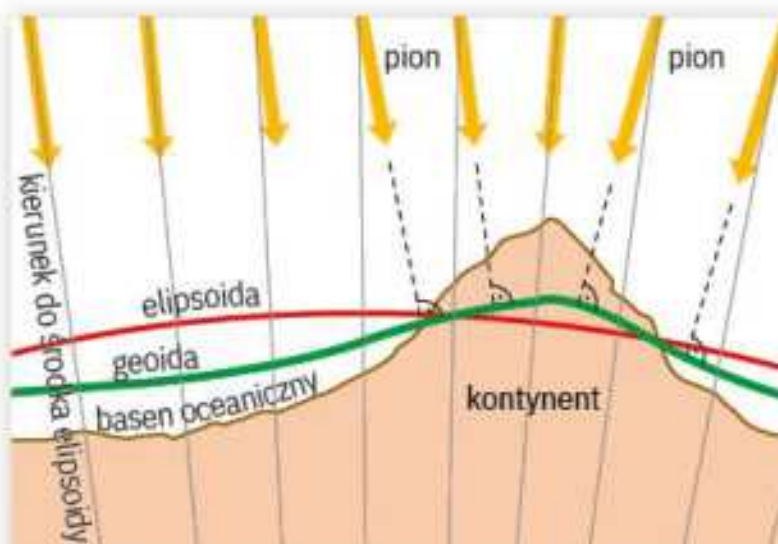
Splaszczanie Ziemi przy biegunach powoduje siła odśrodkowa działająca na obracającą się wokół własnej osi Ziemię. Siła ta jest największa przy równiku, a najmniejsza przy biegunach. Różnica długości między średnim promieniem równikowym a średnim promieniem biegunowym wynosi około 21 km. Przekłada się to na siłę ciężenia, która jest mniejsza na równiku (gdyż jest dalej od środka Ziemi). Taką splaszczoną przy biegunach bryłę, jaką jest Ziemia, nazywamy **elipsoidą**.

siła Coriolisa

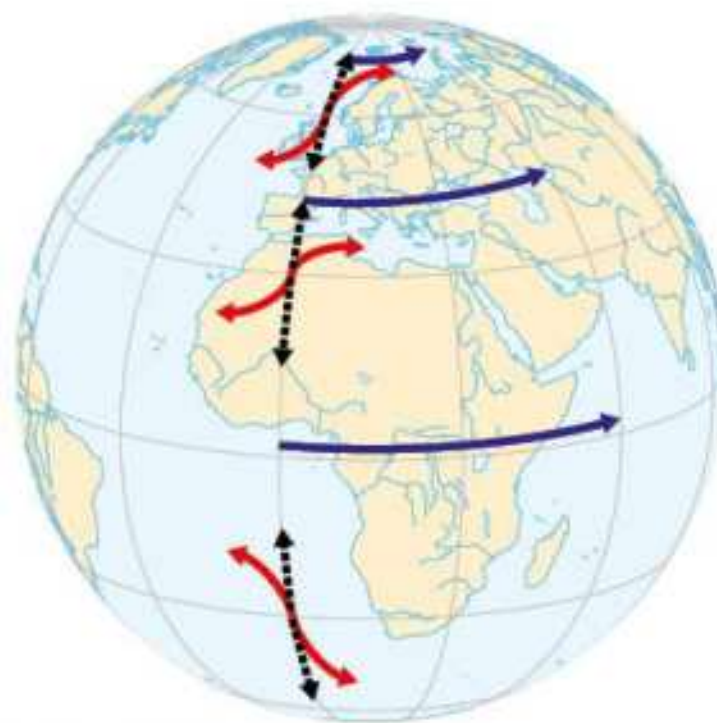
Siła Coriolisa zawdzięcza swoje istnienie różnicy prędkości liniowych między punktami położonymi na różnych szerokościach geograficznych na Ziemi. Największą prędkość liniową mają obiekty znajdujące się na równiku. Równik jest najdłuższym równoleżnikiem, zatem punkty poruszają się tam z największą prędkością (1667 km/h). W miarę zbliżania się do biegunów wartości te maleją do zera. Siła Coriolisa oddziałuje na ciała swobodnie poruszające się (np. cząstki powietrza, wody, pociski). Na półkuli północnej ciała przemieszczające się z obszarów o większej prędkości liniowej do niższej odchylają się w **prawo** (w kierunku NE). Również w prawo odchylają się ciała poruszające się na tej półkuli z szerokości wyższych ku niższym (w kierunku SW). Na półkuli południowej poruszające się ciała odchylają się w **lewo** (z niższych szerokości ku wyższym SE, a z wyższych ku niższym NW).

Przyrodnicze konsekwencje działania tej siły przejawiają się między innymi w:

- odchyleniu kierunku wiania wiatrów, np. pasatów; na półkuli północnej wieją one w kierunku południowo-zachodnim, a na półkuli południowej – w kierunku północno-zachodnim;
- odchyleniu kierunków przepływu prądów morskich;



Ryc. 2.5. Elipsoida obrotowa to bryła powstała przez obrót elipsy wokół krótszej osi. Ale to **geoida**, teoretyczna powierzchnia, jest najbliższa faktycznemu kształtowi Ziemi. Jest to bryła, w której w każdym miejscu jej powierzchnia jest prostopadła do kierunku działania siły ciężkości.



--- kierunek ruchu zapoczątkowanego
 → kierunek rzeczywisty
 → droga punktów położonych na różnych szerokościach geograficznych, przebyta przez nie w tym samym czasie

Ryc. 2.6. Schemat działania siły Coriolisa.



- nierównomiernym podcinaniu brzegów rzek: na półkuli północnej mocniej niszczono są prawe brzegi, a na półkuli południowej – lewe.

Rachuba czasu na Ziemi wynika z pełnego obrotu Ziemi wokół własnej osi (360°). Okres obrotu przyjęto jako 24 godziny. Na tej podstawie łatwo obliczyć, że:

24 h – 360°	360° – 24 h
1 h – 15°	15° – 1 h
4 min – 1°	1° – 4 min
1 min – $15'$	$1'$ – 4 s

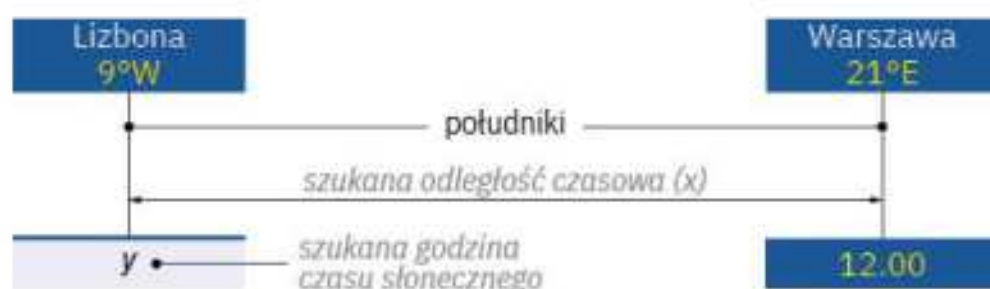
Czas oparty na pozornym ruchu Słońca na niebie jest nazywany **czasem słonecznym** (lokalnym, miejscowym, niebieskim). Służył do określania czasu w przeszłości, o czym świadczą liczne zegary słoneczne. Posługiwanie się nim było jednak bardzo niewygodne, w szczególności gdy szybko rozwijał się transport kolejowy. Warto zauważyć, że na obszarze Polski różnica między zachodnimi a wschodnimi krańcami wynosi ponad 40 minut.

Dla potrzeb edukacyjnych wciąż używamy czasu słonecznego, ponieważ pozwala nam dokonać rachuby czasu – obliczać różnicę czasu słonecznego między miejscowościami oraz długość geograficzną.

Krok po kroku

Obliczanie różnicy czasu słonecznego

W Warszawie położonej na 21° długości geograficznej wschodniej (E) Słońce góruje (czyli jest południe słoneczne, godzina 12.00 czasu słonecznego). Oblicz, która godzina tego samego czasu jest w Lizbonie położonej na 9° długości geograficznej zachodniej (W).



Rozwiązanie:

1. Obliczamy różnicę długości geograficznej.

Sprawdź, czy podane długości geograficzne, na których leżą obie miejscowości, znajdują się na jednej półkuli względem południka 0° , czy leżą na dwóch. Aby obliczyć różnicę długości geograficznej dla miejscowości leżących na jednej półkuli, należy od wartości wyższej odjąć niższą. Natomiast gdy miejscowości leżą na dwóch półkulach – wartości długości geograficznej dodajemy do siebie. W tym zadaniu miejscowości leżą na dwóch półkulach, zatem wartości dodajemy do siebie:

$$21^\circ + 9^\circ = 30^\circ$$



2. Obliczamy różnicę czasu między miejscowościami.

Uzyskaną różnicę długości geograficznej dwóch miejscowości przelicz na czas. Wiesz, że obrót Ziemi o 1° trwa 4 minuty. Zatem:

$$30^\circ \times 4 \text{ min} = 120 \text{ min} = 2 \text{ h}$$

3. Obliczamy czas w podanej miejscowości.

Znasz już różnicę czasu między dwoma miejscowościami. Godzina 12.00 jest w Warszawie. Lizbona leży na zachód od Warszawy. Pamiętaj, że Ziemia obraca się z zachodu na wschód, czyli w miejscowościach na zachód od Warszawy Słońce jeszcze nie górowało – jest czas wcześniejszy. Obliczoną wartość 2 godzin odejmij od godziny 12.00.

$$12.00 - 2 \text{ h} = 10.00$$

Odpowiedź: W Lizbonie jest godzina 10.00 czasu słonecznego.



Krok po kroku

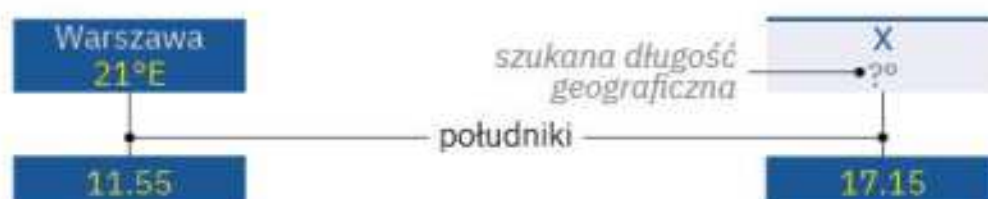
Obliczanie długości geograficznej punktu, jeżeli podana jest różnica czasu między danymi punktami

Podaj długość geograficzną miejscowości X, w której jest godzina 17.15 czasu słonecznego, podczas gdy w Warszawie jest godzina 11.55 tego samego dnia.

Rozwiązanie:

1. Określamy kierunek, w jakim leży miejscowość X w stosunku do Warszawy.

W miejscowości X jest czas późniejszy niż w Warszawie, co oznacza, że miejscowość ta leży na wschód od stolicy Polski.



2. Obliczamy różnicę czasu między miejscowościami.

Wśród danych są godziny w obu miejscowościach. Oblicz różnicę czasu między tymi miejscowościami, odejmując od wartości większej wartość mniejszą.

$$17.15 - 11.55 = 5 \text{ h } 20 \text{ min}$$

3. Zamieniamy obliczony czas na minuty.

$$(5 \times 60 \text{ min}) + 20 \text{ min} = 320 \text{ minut}$$

4. Obliczamy różnicę długości geograficznej między dwiema miejscowościami.

Ponieważ wiemy, że obrót Ziemi o 1° trwa 4 minuty, układamy proporcję:



$1^\circ - 4 \text{ min}$

$x^\circ - 320 \text{ min}$

$$x = (1^\circ \times 320 \text{ min}) : 4 \text{ min} = 80^\circ$$

5. Obliczamy długość geograficzną miejscowości X.

Wiemy już, że miejscowość leży na wschód od Warszawy. Dodaj do długości geograficznej Warszawy otrzymaną różnicę długości geograficznej.

$$21^\circ + 80^\circ = 101^\circ$$

Ponieważ miejscowość leży na tej samej półkuli, określ jej kierunek, zapisując E (wschód).

Odpowiedź: Długość geograficzna miejscowości X wynosi 101°E .

Konieczność ciągłego regulowania zegarów podczas podróży była podstawą wyznaczania **czasu uniwersalnego** (UT). To średni czas słoneczny dla południka 0° przechodzącego przez Królewskie Obserwatorium Astronomiczne w Greenwich (czytaj: grinicz). Jako że jest on kontrolowany przez Sekcję Czasu w Paryżu specjalnymi zegarami atomowymi, nazywa się go czasem uniwersalnym kontrolowanym (UTC). Zatem godzinę 12.00 UTC wyznacza moment górowania Słońca nad południkiem 0° .

Wraz z wprowadzeniem czasu uniwersalnego podzielono Ziemię na 24 **strefy czasowe**. Każda strefa ma rozciągłość 15° i obowiązuje na niej jednakowy czas. Południk 0° jest środkowym południkiem strefy czasu uniwersalnego rozciągającym się od $7^\circ 30'\text{W}$ do $7^\circ 30'\text{E}$. Środki kolejnych stref to wielokrotności 15° .

podział Ziemi
na strefy czasowe



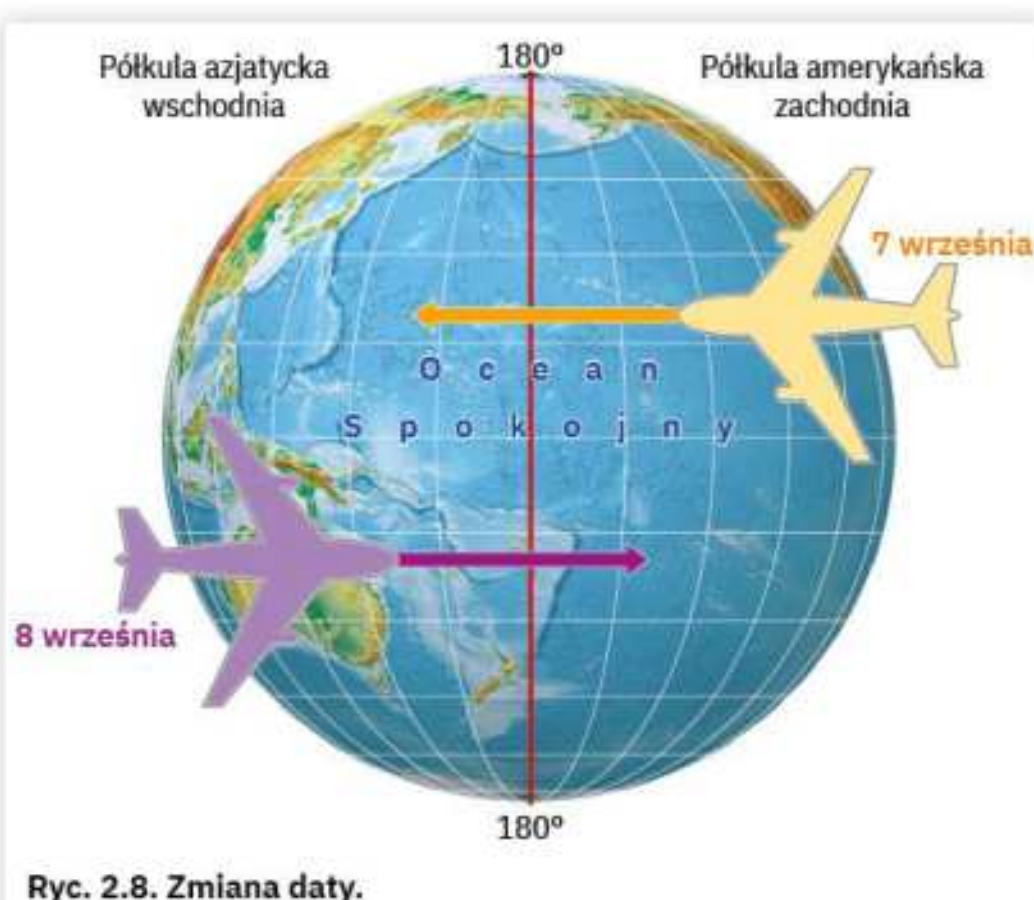
Ryc. 2.7. Strefy czasowe.



Granice stref czasowych na morzach i oceanach przebiegają jako linie proste, zgodne z przebiegiem południków. Natomiast na lądach zostały dopasowane do przebiegu terytoriów i granic państwowych. Taki ustalony dla terytorium całego państwa czas nazywa się **czasem urzędowym**. Na terenie dużych państw, jak Rosja czy USA, wyróżnia się kilka stref czasowych.

Zadanie

Zwróć uwagę na czas strefowy w Indiach. Jakie problemy społeczne lub gospodarcze może przynosić ustalenie czasu urzędowego na terytorium tak rozległego państwa?



Ryc. 2.8. Zmiana daty.

Linia zmiany daty jest umowną międzynarodową linią przebiegającą wzdłuż południka 180° z odchyleniami na wschód lub zachód w rejonach wysp należących do jednego państwa.

Przekraczając tę granicę, np. samolotem, ze wschodu na zachód, tracimy jeden dzień (np. sobota staje się niedzielą). Gdy przemieszczamy się w odwrotnym kierunku – zyskujemy jedną dobę (np. niedziela staje się sobotą).

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Przedstaw przynajmniej jedną, inną od Big Bangu, teorię na temat powstania Wszechświata.
2. Lot z Władywostoku ($43^\circ 09'N$, $131^\circ 53'E$) do Pekinu ($39^\circ 55'N$, $116^\circ 23'E$) trwał 2 godziny 40 minut. Samolot wystartował o godzinie 22.30 czasu miejscowego. Oblicz w zeszycie godzinę i podaj datę lądowania samolotu w Pekinie według czasu miejscowego.
3. Które stwierdzenia dotyczące oddziaływania siły Coriolisa są prawdziwe?
 - a) Tor pocisku wystrzelonego na wschód wzdłuż równoleżnika $52^\circ N$ nie zostanie w żadnym kierunku odchylony.
 - b) Tor pocisku wystrzelonego na półkuli południowej w kierunku równika zostanie odchylony na północny zachód.
 - c) Tor pocisku wystrzelonego z punktu leżącego na zwrotniku Raka w kierunku północy ulegnie odchyleniu na prawo.
4. Odszukaj skrajne punkty Polski leżące na wschód i zachód, a następnie oblicz w zeszycie różnicę czasu słonecznego między tymi punktami.



5. Odszukaj na mapie długość geograficzną miejscowości, w której jest położona twoja szkoła. Oblicz w zeszycie godzinę czasu strefowego na południku 0° , gdy w Polsce jest godzina 14.00 czasu letniego.
6. Znajdź w dostępnych źródłach informacji tytuł utworu literackiego wraz z autorem, którego akcja wykorzystuje motyw zgubienia dnia lub jego zyskania ze względu na kierunek podróży i wyjaśnij zaistniałą sytuację.

PODSUMOWANIE LEKCJI

Teoria Wielkiego Wybuchu przedstawia Wszechświat jako powiększającą się przestrzeń od czasu istnienia punktu zwanego osobliwością.

s. 51

Najważniejsze ruchy Ziemi regulujące rytm naszego życia to ruch obrotowy i ruch obiegowy.

s. 51

Ruch obrotowy odbywa się z zachodu na wschód, czyli przeciwnie do widomego ruchu Słońca i gwiazd po sferze niebieskiej.

s. 51

Następstwa ruchu obrotowego to: pozorny ruch sfery niebieskiej wokół Ziemi, zjawisko występowania dnia i nocy, spłaszczenie Ziemi przy biegunach, siła Coriolisa, doba jako jednostka czasu.

s. 53

Siła Coriolisa wpływa na tory ruchu ciał swobodnie poruszających się, jak wiatr czy prądy morskie.

s. 54

Konsekwencjami ruchu wprowadzonymi przez człowieka dla ułatwienia codziennego życia są: podział Ziemi na strefy czasowe oraz wprowadzenie linii zmiany daty.

s. 57

3. Ruch obiegowy Ziemi

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz pojęcie ekliptyki i cechy ruchu obiegowego Ziemi;
- przedstawiś konsekwencje ruchu obiegowego;
- przeprowadzisz obserwację nieba na półkuli północnej.

3.1. Charakterystyka ruchu obiegowego Ziemi

Ziemia, jak pozostałe planety, krąży wokół Słońca po orbicie w kształcie **elipsy**. Słońce znajduje się w jednym z ognisk tej elipsy, co jest przyczyną zmiennej odległości Ziemi od naszej gwiazdy. W momencie **peryhelium** (punkcie przysłonecznym) znajduje się około 2 stycznia, gdy zbliża się do Słońca na odległość 147 mln kilometrów. Najdalej – w **aphelium** (punkt odsloneczny) – znajduje się około 4 lipca, osiągając odległość 152 mln kilometrów. Zmienna jest także prędkość obrotu Ziemi po orbicie – najszybciej (30,3 km/s) porusza się, będąc najbliżej Słońca, a najwolniej (29,3 km/s), będąc najdalej od niego. Drogę wokół Słońca pokonuje w ciągu 365 dni 5 godzin 48 minut i 46 sekund.

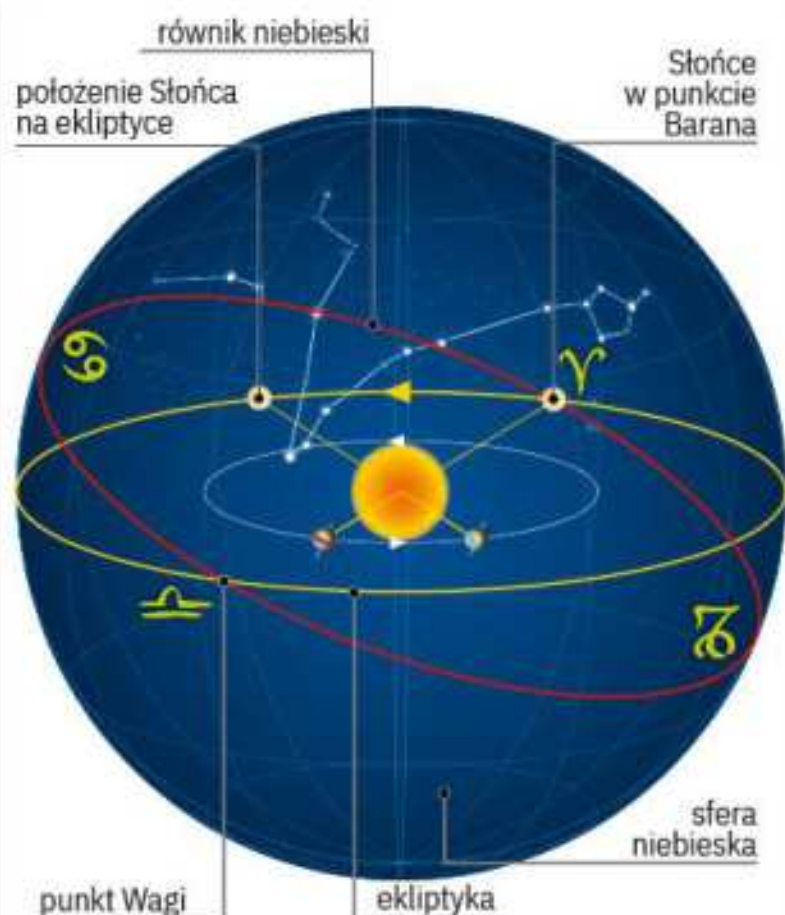
orbita w kształcie elipsy



Ryc. 3.1. Ruch obiegowy Ziemi. Słońce obserwowane z Ziemi występuje na tle różnych gwiazdozbiorów.

nachylenie
osi Ziemi

Oś Ziemi w czasie ruchu wokół Słońca jest nachylona do płaszczyzny orbity pod stałym kątem $66^{\circ}34'$ i w tym samym kierunku.



Ryc. 3.2. Pozorny ruch Słońca po ekliptyce obserwowany z Ziemi.

3.2. Następstwa ruchu obiegowego

Pozorny ruch Słońca po ekliptyce

Ziemia porusza się wokół Słońca po orbicie. Płaszczyzna tej orbity przedłużona do sfery niebieskiej nosi nazwę **ekliptyki**. Obserwując Słońce z Ziemi, widzimy, że w ciągu roku jego położenie zmienia się na tle dwunastu gwiazdozbiorów (pas zodiakalny). Oś obrotu Ziemi jest nachylona do płaszczyzny ekliptyki pod kątem $66^{\circ}34'$, zatem płaszczyzna równika niebieskiego jest nachylona do ekliptyki pod kątem $23^{\circ}26'$. Na przecięciu równika niebieskiego z ekliptyką Słońce jest widoczne dwa razy: 21 III w równonoc wiosenną (na tle gwiazdozbioru Barana) i 23 IX w równonoc jesienną (na tle gwiazdozbioru Wagi). W dniu przesilenia letniego 22 VI (gwiazdozbiór Raka) i przesilenia zimowego (gwiazdozbiór Koziorożca) Słońce osiąga skrajne położenie względem równika niebieskiego.



Strefy oświetlenia Ziemi – stałe nachylenie osi Ziemi do płaszczyzny orbity sprawia, że w ciągu roku nasza planeta jest różnie oświetlona i ogrzana.

Strefy zimne (okołobiegunowe)

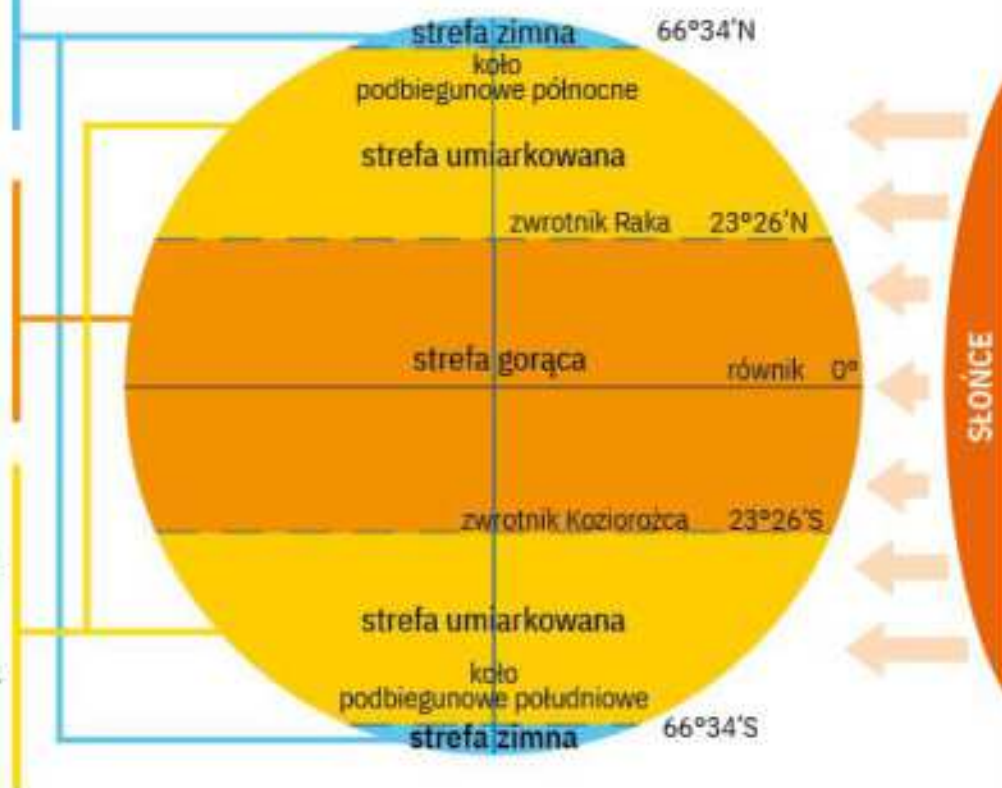
rozciągają się między biegunami a kołami podbiegunowymi. Występuje w nich zjawisko dnia i nocy polarnych, które są tym dłuższe, im bliżej biegunów. To najchłodniejsze strefy.

Strefa gorąca (międzyzwrotnikowa)

jest położona między zwrotnikami. W tej strefie przynajmniej raz w roku Słońce góruje w zenicie. To najcieplejsza strefa.

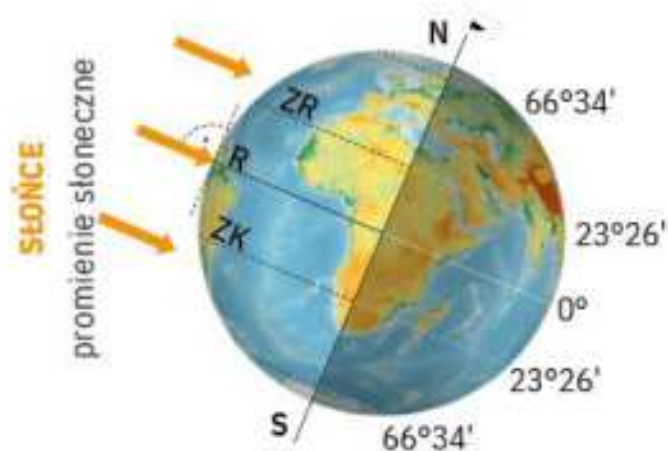
Strefy umiarkowane

leżą między kołami podbiegunowymi a zwrotnikami. W tych strefach występują największe różnice w kącie padania promieni słonecznych od 0° na kołach podbiegunowych do 90° przy zwrotnikach. To strefy o największych rocznych wahaniach temperatury.



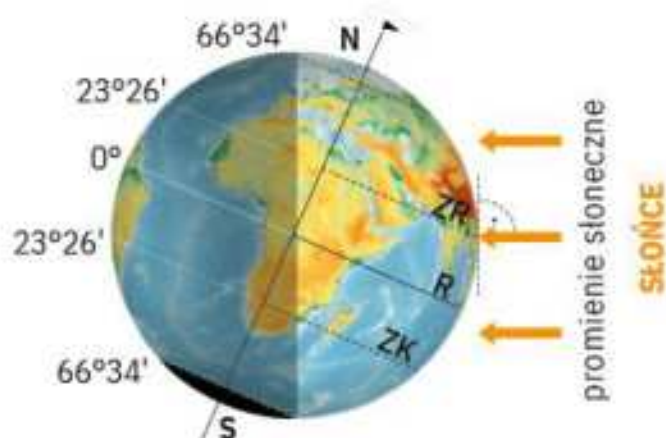
Ryc. 3.3. Strefy oświetlenia Ziemi.

Występowanie pór roku wiąże się z docieraniem do Ziemi różnej ilości ciepła. Wpływa to na zróżnicowanie klimatyczne Ziemi i wydzielenie czterech astronomicznych pór roku.



21 III i 23 IX równonoc

Promienie słoneczne padają w południe pod kątem prostym na równik (Słońce góruje w zenicie). Im dalej na północ i południe, tym kąt padania promieni słonecznych staje się coraz mniejszy, osiągając granicę horyzontu na biegunach. Dzień i noc trwają wszędzie na Ziemi po 12 godzin. Dnia 21 III na półkuli północnej zaczyna się wiosna, a na południowej – jesień. Odwrotnie jest 23 IX – na półkuli północnej zaczyna się jesień, a na południowej – wiosna.

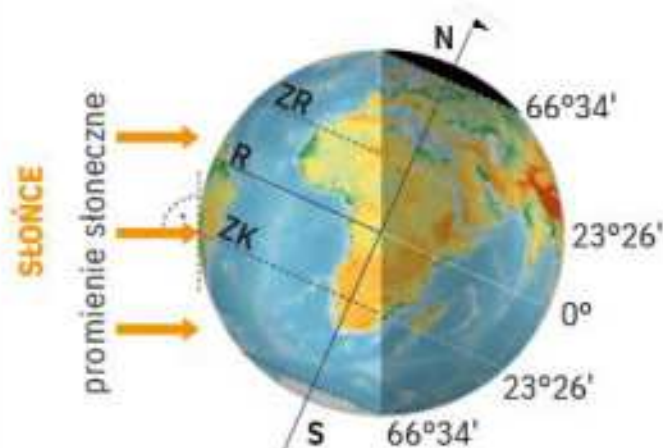


22 VI przesilenie letnie

Promienie słoneczne padają pod kątem 90° na zwrotnik Raka. Półkula północna jest lepiej oświetlona od południowej. Za kołem podbiegunowym północnym mamy do czynienia ze zjawiskiem dnia polarnego (im dalej na północ, tym dłuższy dzień), a za kołem podbiegunowym południowym – nocy polarnej (im dalej na południe, tym krótszy dzień). Na półkuli północnej rozpoczyna się lato, na południowej – zima.

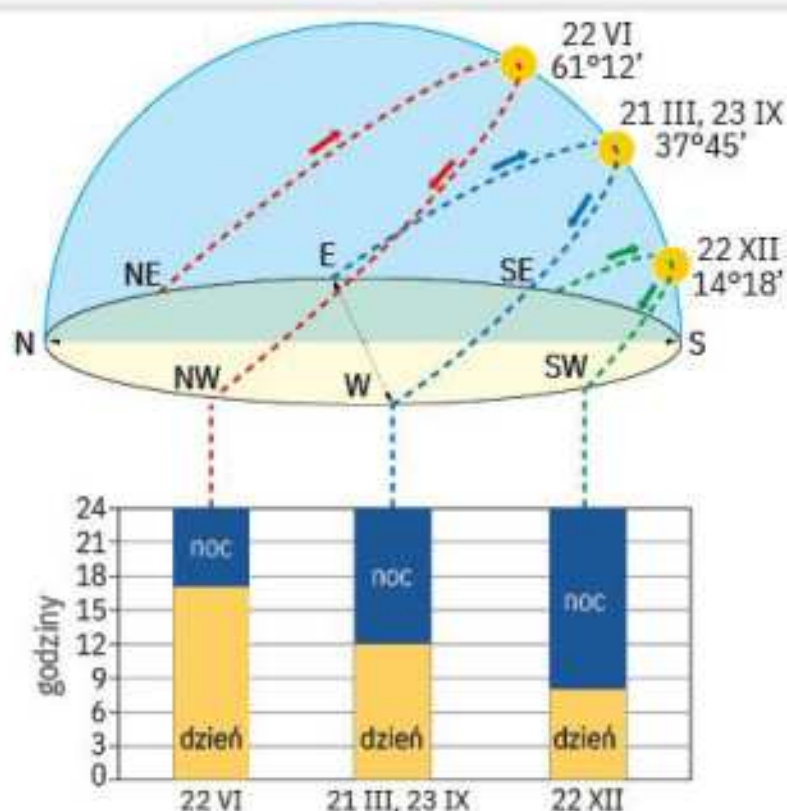


22 XII przesilenie zimowe



Promienie słoneczne padają pod kątem prostym na zwrotnik Koziorożca. Półkula południowa jest lepiej oświetlona od północnej. Za kołem podbiegunowym północnym występuje zjawisko nocy polarnej, a za kołem podbiegunowym południowym – dnia polarnego. Im bardziej na północ, tym dzień coraz krótszy. Im bardziej na południe – tym coraz dłuższy. Na półkuli północnej rozpoczyna się zima, na półkuli południowej – lato.

Ryc. 3.4. Równonoc oraz przesilenie letnie i zimowe.



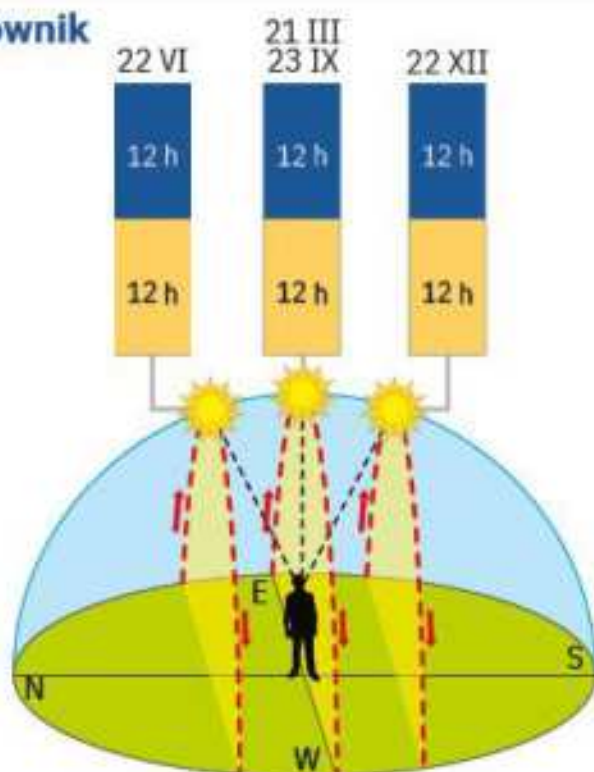
Ryc. 3.5. Zmiana miejsca wschodu i zachodu Słońca oraz długości trwania dnia i nocy w Warszawie (52°15' N) w pierwszych dniach astronomicznych pór roku.

Zmiana wysokości górowania Słońca nad horyzontem oraz zmienna długość trwania dnia i nocy

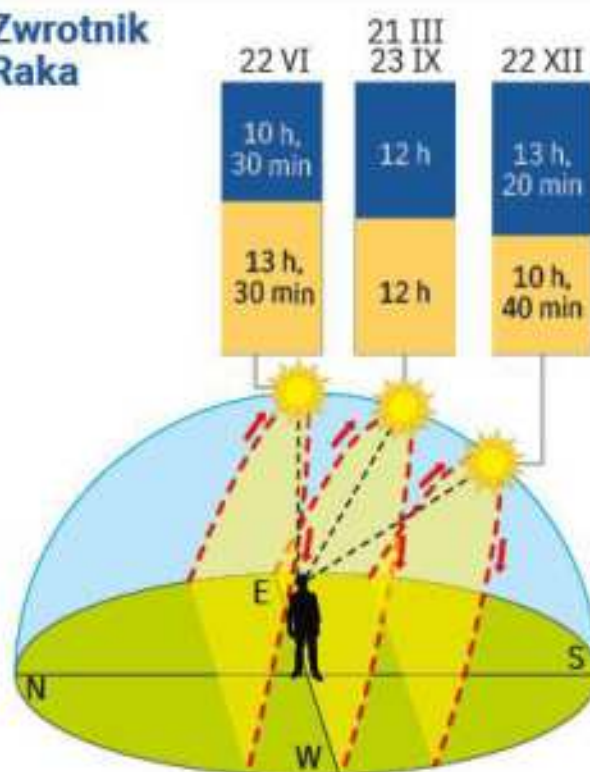
Odmienne położenie Ziemi w czasie ruchu po orbicie sprawia, że każdego dnia pozorna droga Słońca po sferze niebieskiej ulega zmianie. Prześledźmy to na przykładzie Polski: w czasie równonocy wiosennej dzień i noc w Polsce trwają po 12 godzin. Każdy następny dzień staje się coraz dłuższy, a Słońce góruje coraz wyżej na niebie. Zmienia się również miejsce wschodu Słońca (przesuwa się ono na północny wschód) oraz zachodu Słońca (przesuwa się ono na północny zachód). Taka sytuacja trwa do przesilenia letniego, w którym dzień jest najdłuższy (średnio w Polsce wynosi 16 godzin 40 minut), a Słońce góruje najwyżej. Następane dni stają się coraz

krótsze. W dniu równonocy jesiennej czas trwania dnia i nocy się wyrównuje. Od tego dnia to noce stają się coraz dłuższe, a Słońce każdego dnia góruje coraz niżej. Przesuwa się również punkt wschodu Słońca (w kierunku południowego wschodu) i jego zachodu (w kierunku południowego zachodu). W czasie przesilenia zimowego dzień jest najkrótszy (średnio w Polsce trwa 7 godzin 20 minut), a Słońce góruje najniżej. Kolejne dni stają się coraz dłuższe do momentu, aż Ziemia znów znajdzie się w punkcie równonocy wiosennej.

W innych szerokościach geograficznych dobowe pozorne drogi Słońca oraz długość dnia i nocy wyglądają inaczej. Należy zwrócić uwagę, że na biegunach w czasie trwania dnia polarnego nie ma górowania – przez całą dobę Słońce ma taką samą wysokość kątową.

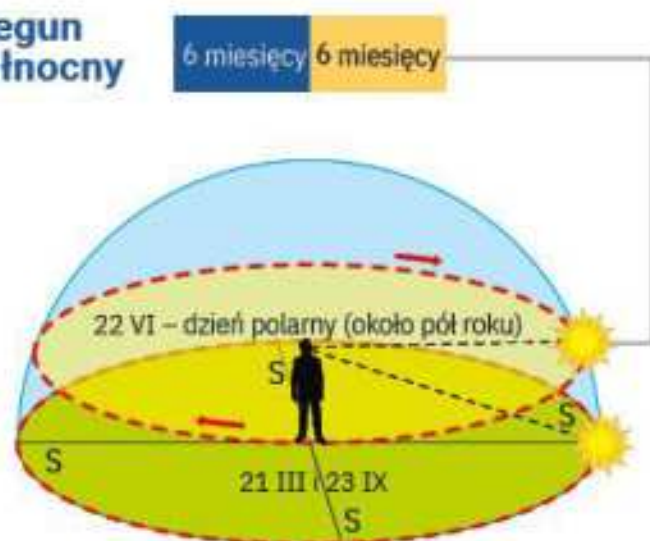
**Równik**

Słońce góruje w zenicie 21 III i 23 IX. Minimalne wysokości $66^{\circ}34'$ osiąga w czasie przesilenia letniego i zimowego.

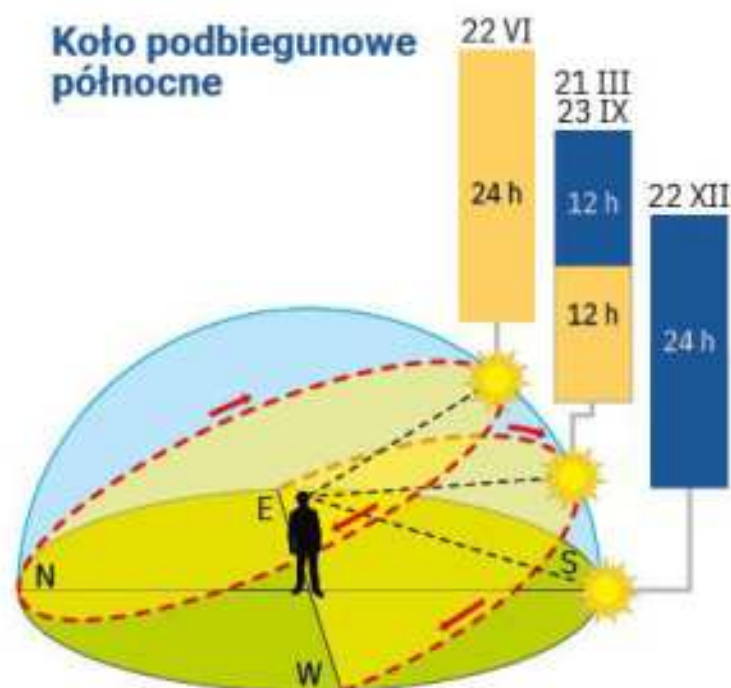
Zwrotnik Raka

Słońce góruje w zenicie 22 VI. Najniższą wysokość górowania $43^{\circ}08'$ osiąga 22 XII.

długość trwania nocy długość trwania dnia

Biegun północny

W czasie dnia polarnego Słońce jest widoczne nad widnokresem na tej samej wysokości. Najwyżej znajduje się na $23^{\circ}26'$ w dniu 22 VI, najniżej na 0° w dniach 21 III i 23 IX. Po tej dacie nie wznosi się nad widnokrąg (noc polarna).

Koło podbiegunowe północne

Słońce góruje 22 VI na wysokości $46^{\circ}52'$. Najniższą wartość górowania 0° osiąga 22 XII.

Ryc. 3.6. Dobowe pozorne drogi Słońca oraz długość trwania dnia i nocy na wybranych szerokościach geograficznych.

Rok jako podstawowa jednostka czasu wynika bezpośrednio z ruchu Ziemi wokół Słońca. Problemy z konstrukcją kalendarza wynikają z różnicy trwania roku gwiazdowego i roku zwrotnikowego oraz z tego, że nie trwają one dokładną liczbę pełnych dni. **Rok gwiazdowy** to czas między dwoma jednakowymi położeniami Ziemi



względem Słońca i gwiazd. Trwa około 365 dni 6 godzin 9 minut i 9 sekund. **Rok zwrotnikowy** to czas, jaki mija między kolejnymi przejściami Słońca przez punkt równonocy wiosennej. Trwa krócej niż rok gwiazdowy – 365 dni 5 godzin 48 minut i 46 sekund. Podstawą utworzenia kalendarza juliańskiego i gregoriańskiego jest rok zwrotnikowy.

Kalendarz juliański został utworzony na polecenie Juliusza Cezara. Rok w nim trwał 365 dni i 6 godzin (365,25 dnia) i był dłuższy od roku zwrotnikowego o 11 minut i 14 sekund. Rok zwykły dzielił się na 12 miesięcy i liczył 365 dni. Co czwarty rok był przestępny – liczył 366 dni. Różnica między kalendarzem juliańskim a rokiem zwrotnikowym – choć niewielka – w ciągu 128 lat dawała całą dobę.

Kalendarz gregoriański został wprowadzony przez papieża Grzegorza XIII, ponieważ pod koniec XVI w. różnica między kalendarzem juliańskim a rokiem zwrotnikowym wyniosła już 10 dni. Lata zwykłe trwają w nim również 365 dni, a przestępne – 366 dni. Lata przestępne są wyrażone liczbą podzielną przez 4, ale lata wyrażone pełnymi setkami są latami zwykłymi (np. 1700, 1800, 1900, 2100), chyba że wyrażające je liczby są podzielne przez 400. Rok 1600 czy 2000 były zatem latami przestępnymi.

kalendarz
gregoriański

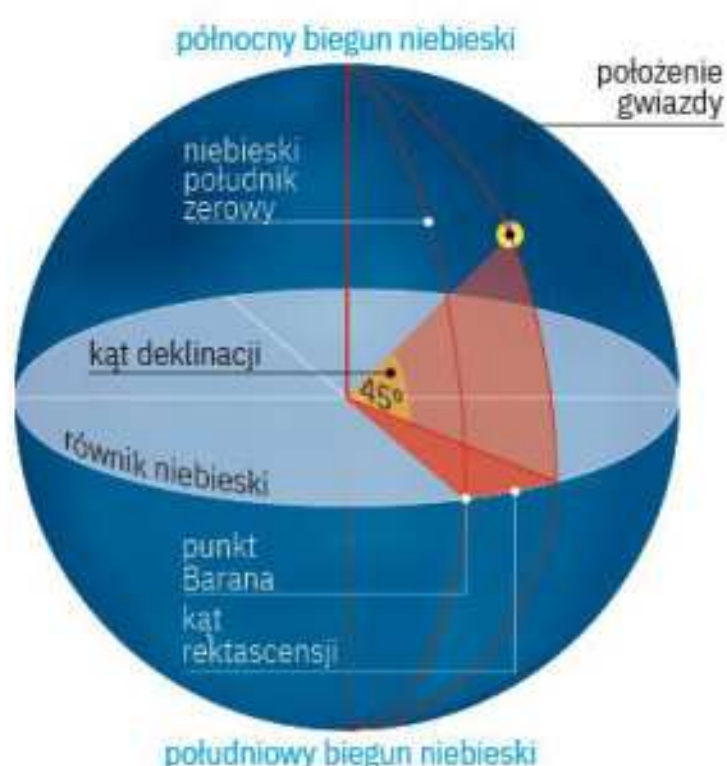
3.3. Obserwacja nieba

Obserwując niebo w bezchmurną noc z dala od świateł wielkich miast, odnosi się mylne wrażenie, że nad naszymi głowami znajduje się ciemna półkula, na której w tej samej odległości zawieszono są gwiazdy i inne obiekty astronomiczne. Tę widoczną z danego miejsca część nieba nazywamy **sklepieniem niebieskim**. Jest ono częścią **sfery niebieskiej**, która rozciąga się wokół całej Ziemi. Widoczną część sfery niebieskiej dla obserwatora od tej niewidocznej oddziela **horyzont**.

sfera niebieska



Ryc. 3.7. Strefa niebieska.



Ryc. 3.8. Oznaczanie położenia gwiazdy.



Deklinacja – kąt między kierunkiem przeprowadzonym na daną gwiazdę a równikiem niebieskim.

Rektascensja – kąt dwuścienny między płaszczyzną koła wielkiego przechodzącą przez punkt równonocy wiosennej a płaszczyzną koła wielkiego przechodzącego przez daną gwiazdę.

Na tej wyobrażonej sferze niebieskiej możemy odwzorować elementy siatki geograficznej. Zatem południki ziemskie odtworzone na sferze niebieskiej będą nosiły nazwę południków niebieskich, równik – równika niebieskiego, biegun północny – niebieskiego bieguna północnego, a biegun południowy – niebieskiego bieguna południowego. Pionowo nad głową obserwatora będzie znajdował się **zenit**, czyli najwyższy punkt na sferze niebieskiej danego miejsca obserwacji, a po przeciwległej stronie Ziemi (niewidocznej dla obserwatora) – **nadir**, czyli najniższy punkt na sferze niebieskiej dla danego miejsca obserwacji.

Na opisanej w ten sposób sferze niebieskiej możemy wyznaczyć położenie gwiazd i galaktyk w taki sam sposób, jak określa się położenie geograficzne obiektów na globusie ziemskim.

wyznaczenie
położenia gwiazd

Krok po kroku

Przeprowadzenie obserwacji nieba północnego

obserwacja gwiazd

1. Przygotuj atlas nieba lub obrotową mapę nieba i w miarę możliwości lornetkę lub teleskop. Możesz również zainstalować aplikacje na telefon, które będą pomocne w obserwacji.



Obrotowa mapa nieba pozwala ustawić datę i godzinę obserwacji.

2. Obserwacje przeprowadź w nocy, poza obszarami zabudowanymi, w taki sposób, aby rozproszone światła latarni nie przeszkadzały w obserwacjach. Pamiętaj o bezpieczeństwie – prowadź obserwacje w grupie, najlepiej pod opieką osób dorosłych.



3. Przyzwyczaj wzrok do ciemności. Trwa to około 20 minut. Po upływie tego czasu będziesz dobrze rozróżniać obiekty jaśniejsze i ciemniejsze.
4. Odszukaj w atlasie lub na mapie charakterystyczne obiekty, takie jak: Gwiazda Polarna, Wielka i Mała Niedźwiedzica (Wielki i Mały Wóz), planety: Jowisz, Saturn, Mars czy Wenus.
5. Używaj lornetki lub teleskopu. Przez lornetkę dokładniej dostrzeżesz wiele ciekawych obiektów astronomicznych, jak galaktyki w Andromedzie czy Mgławicę Oriona. Teleskop natomiast jako bardziej zaawansowane narzędzie pozwoli na automatyczną rejestrację obserwacji, ułatwi lokalizację i śledzenie obiektów astronomicznych.
6. Na nocnym niebie możesz również przeprowadzić proste pomiary kątowe, wykorzystując swoją dłoń.

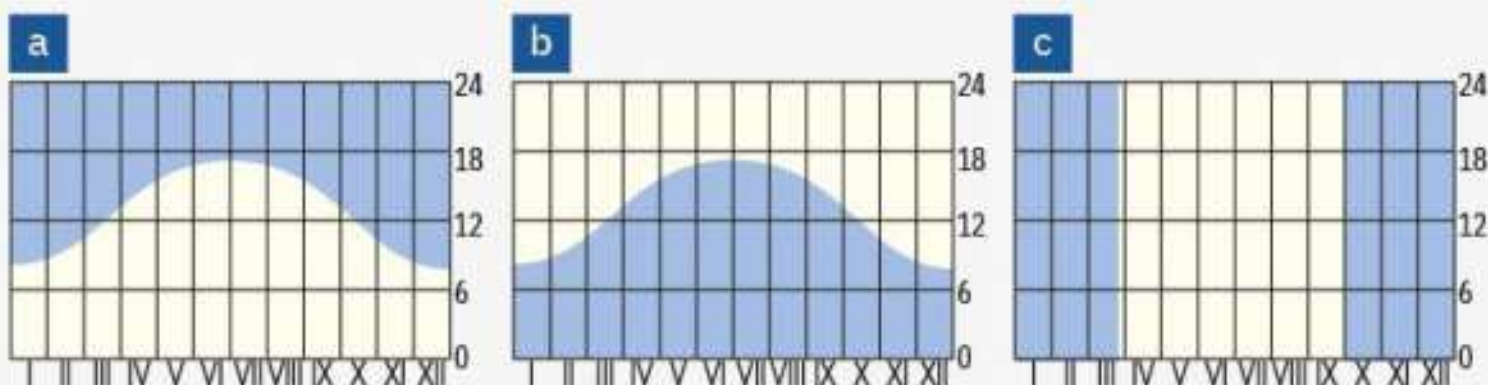


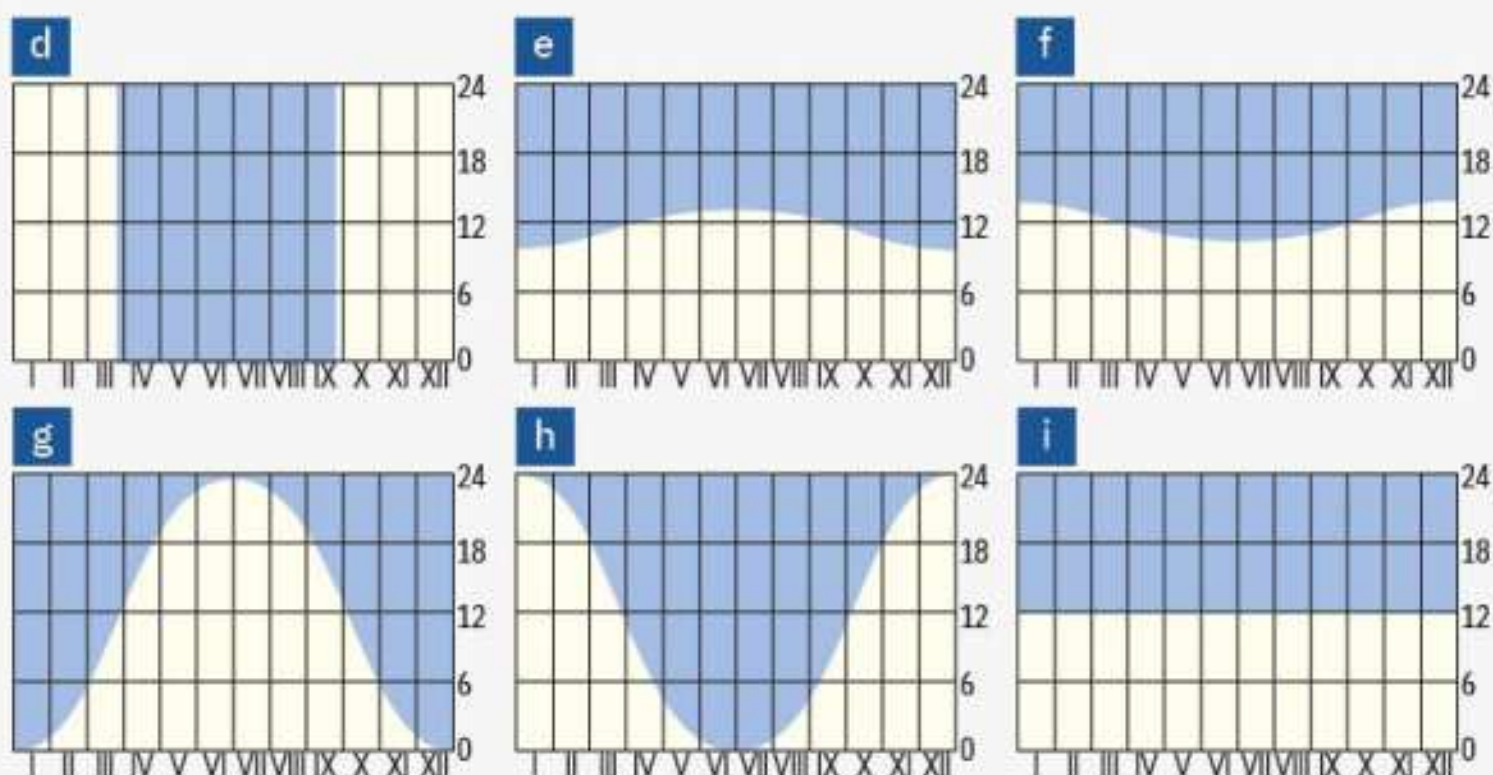
Ryc. 3.9. Palec zasłania obszar nieba o szerokości około 1° .

Ryc. 3.10. Zaciśniętą pięścią zasłonicie obszar nieba o szerokości około 10° .

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Na rysunkach przedstawiono długości trwania dnia i nocy w ciągu roku na różnych szerokościach geograficznych (a–i).





a) Wskaż szerokości geograficzne, na których występuje zjawisko dnia polarnego.

b) Przyporządkuj podanym szerokościom odpowiedni rysunek.

biegun północny, koło podbiegunowe północne, 50°N, zwrotnik Raka, równik, zwrotnik Koziorożca, 50°S, koło podbiegunowe południowe, biegun południowy

2. Wskaż lata przestępne.

1900, 1945, 1966, 1980, 1996, 1999, 2000, 2020

3. Podaj trzy przykłady wpływu długości dnia i nocy na aktywność i zdrowie ludzi.

4. Określ, w jakich szerokościach geograficznych:

a) przynajmniej raz w roku Słońce góruje w zenicie;

b) przynajmniej raz w roku Słońce nie zachodzi za horyzont przez całą dobę;

c) występują cztery pory roku.

5. Uzasadnij, jaki wpływ na zróżnicowanie kąta padania promieni w ciągu roku na kuli ziemskiej ma stałe nachylenie osi ziemskiej w tym samym kierunku i pod tym samym kątem.

PODSUMOWANIE LEKCJI

Ruch obiegowy Ziemi wokół Słońca odbywa się po orbicie w kształcie elipsy. Odwzorowanie tej orbity na sferze niebieskiej (czyli koło wielkie przechodzące przez orbitę w nieskończoność do sfery niebieskiej) nosi nazwę ekliptyki.

W czasie ruchu obiegowego oś ziemska jest stałe nachylona do płaszczyzny ekliptyki pod tym samym kątem ($66^{\circ}34'$) i w tym samym kierunku.

Następstwa ruchu obiegowego Ziemi to: pozorny ruch Słońca po ekliptyce, istnienie stref oświetlenia i ogrzania Ziemi, występowanie pór roku, występowanie dnia i nocy polarnej, zmiana wysokości górowania Słońca nad horyzontem, zmiana miejsca wschodu i zachodu Słońca w ciągu roku, zmienna długość trwania dnia i nocy, rok jako jednostka czasu i istnienie kalendarza.

s. 59

s. 60

s. 60



s. 64

W kalendarzu gregoriańskim lata zwykle trwają 365 dni, a przestępne – 366 dni. Liczby oznaczające lata przestępne są podzielne przez 4. Lata wyrażone pełnymi setkami to lata zwykłe, chyba że są podzielne przez 400.

s. 65

Położenie gwiazd na sferze niebieskiej określa się w taki sam sposób, jak położenie geograficzne obiektów na globusie.

s. 65



Obserwacje prowadzimy poza obszarem miast, w miejscach nieoświetlonych, ponieważ rozproszone światło latarni sprawia, że gwiazdy nie są widoczne.



PODSUMOWANIE PRZED SPRAWDZIANEM

- **Ziemia** to trzecia planeta Układu Słonecznego, czwarta pod względem wielkości. Jest jedyną, na której rozwinęło się życie. Było to możliwe między innymi dzięki **magnetosferze**, która chroni naszą planetę przed wiatrem słonecznym zgubnym dla organizmów żywych. s. 42
- **Księżyc** jest naturalnym satelitą Ziemi. Czas jego obrotu wokół naszej planety odpowiada czasowi obiegu wokół Ziemi, dlatego z Ziemi zawsze widzimy jego jedną stronę. s. 43
- Dla oznaczania odległości obiektów znajdujących się w Układzie Słonecznym stosuje się **jednostkę astronomiczną**. Dla oznaczenia odległości między gwiazdami w galaktyce używa się miary **roku świetlnego** lub **parseka** (miliparseka, kiloparseka). Do określenia odległości między grupami galaktyk czy supergromadami lokalnymi stosuje się jednostkę **parsek** (megaparsek, gigaparsek). s. 44
- **Układ Słoneczny** to układ planetarny uformowany ok. 4,6 mld lat temu, w którego skład wchodzi: s. 46
 - **Słońce** – stanowiące 99,9% masy całego Układu, zbudowane w większości z wodoru (72%) i helu (26%); jest źródłem energii pochodzącej z przemian termojądrowych;
 - **8 planet**, w tym **4 typu ziemskiego** (zwane wewnętrznymi, położone bliżej Słońca, mniejsze, skaliste, nie mają księżyców lub mają maksymalnie dwa) i **4 typu jowiszowego** (zwane zewnętrznymi lub gazowymi olbrzymami, położone dalej od Słońca, duże, gazowe, posiadają pierścienie i od kilkunastu do kilkudziesięciu księżyców);
 - **pas główny planetoid** – skalistych, metalicznych lub lodowych odłamków krążących między orbitą Marsa a Jowisza; najbardziej znane obiekty tego pasa to Ceres, Ida, Eros;
 - **Pas Kuipera** – znajduje się poza orbitą Neptuna, zbudowany głównie z planetoid oraz **planet karłowatych**, jak Pluton, Eris, Haumea;
 - **meteoroidy** – okruchy skalne powstałe w wyniku zderzeń planetoid ze sobą lub z innymi ciałami niebieskimi; meteoroidy, które weszły w atmosferę planety i spalają się w niej, to **meteory**, a te, które docierają do powierzchni planet, to **meteoryty**;
 - **komety** – lodowo-skalne obiekty wytrącane przez siły grawitacji z **Obłoku Oorta**; w miarę zbliżania się do Słońca lodowe jądro zaczyna sublimować, tworząc charakterystyczny warkocz komety zwrócony w stronę odsloneczną.
- **Ziemia** wraz z innymi planetami tworzy → **System Słoneczny**, który łącznie z innymi gwiazdami ze swego → **Otoczenia Słońca** wchodzi w skład → **Galaktyki Drogi Mlecznej**, która wraz najbliższymi galaktykami tworzy → **Grupę Lokalną**, która wspólnie z innymi grupami lokalnymi tworzy → **Supergromadę Lokalną**, która razem z innymi supergromadami tworzy → znany **Wszechświat**. s. 46
- **Ewolucja gwiazd** typu Słońce odbywa się etapami: s. 48

narodziny protogwiazdy → żółty karzeł → czerwony olbrzym → mgławica planetarna → biały karzeł

Konsekwencje ruchu Ziemi:

obrotowego

- pozorny ruch sfery niebieskiej wokół Ziemi
- zjawisko występowania dnia i nocy
- spłaszczenie Ziemi przy biegunach
- siła Coriolisa
- doba jako jednostka czasu

obiegowego

- pozorny ruch Słońca po ekliptyce
- istnienie stref oświetlenia i ogrzania Ziemi
- występowanie pór roku
- występowanie dnia i nocy polarnej
- zmiana wysokości górowania Słońca nad horyzontem
- zmiana miejsca wschodu i zachodu Słońca w ciągu roku
- zmienna długość trwania dnia i nocy
- rok jako jednostka czasu i istnienie kalendarza

- **Big Bang**, czyli teoria Wielkiego Wybuchu, tłumaczy powstanie Wszechświata z nieskończenie małego punktu do obecnych rozmiarów, przy czym cały Wszechświat wciąż się rozszerza. s. 53
- **Sfera niebieska** to wyobrażona sfera rozciągająca się wokół obserwatora na Ziemi. Ziemskie współrzędne geograficzne odwzorowane na sferze niebieskiej noszą nazwę współrzędnych niebieskich. s. 64



SPRAWDŹ, CZY UMIESZ!

- Na podstawie opisu rozpoznaj planetę Układu Słonecznego.
 - Nazywana jest czerwoną planetą ze względu na kolor tlenków żelaza zawartych w skorupie.
 - Na powierzchni tej planety obserwujemy Wielką Czerwoną Plamę będącą wielkim cyklonem o prędkościach wiatru przekraczających 550 km/h.
 - To najgorętsza planeta Układu z temperaturami ponad 450°C.
 - Oś obrotu tej planety znajduje się w płaszczyźnie jej orbity.

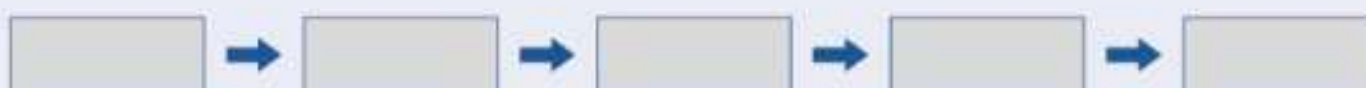
- Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród 1.–3. oraz A–C.

Granicą Układu Słonecznego jest Obłok Oort, który jest skupiskiem

1. planet karłowatych,		A. kometa Halleya.
2. komet,	a najbardziej znanym jego obiektem jest	B. Ceres.
3. planetoid,		C. Pluton.

- Ułóż w kolejności od najwcześniejszego etapu ewolucyjnego Słońca.

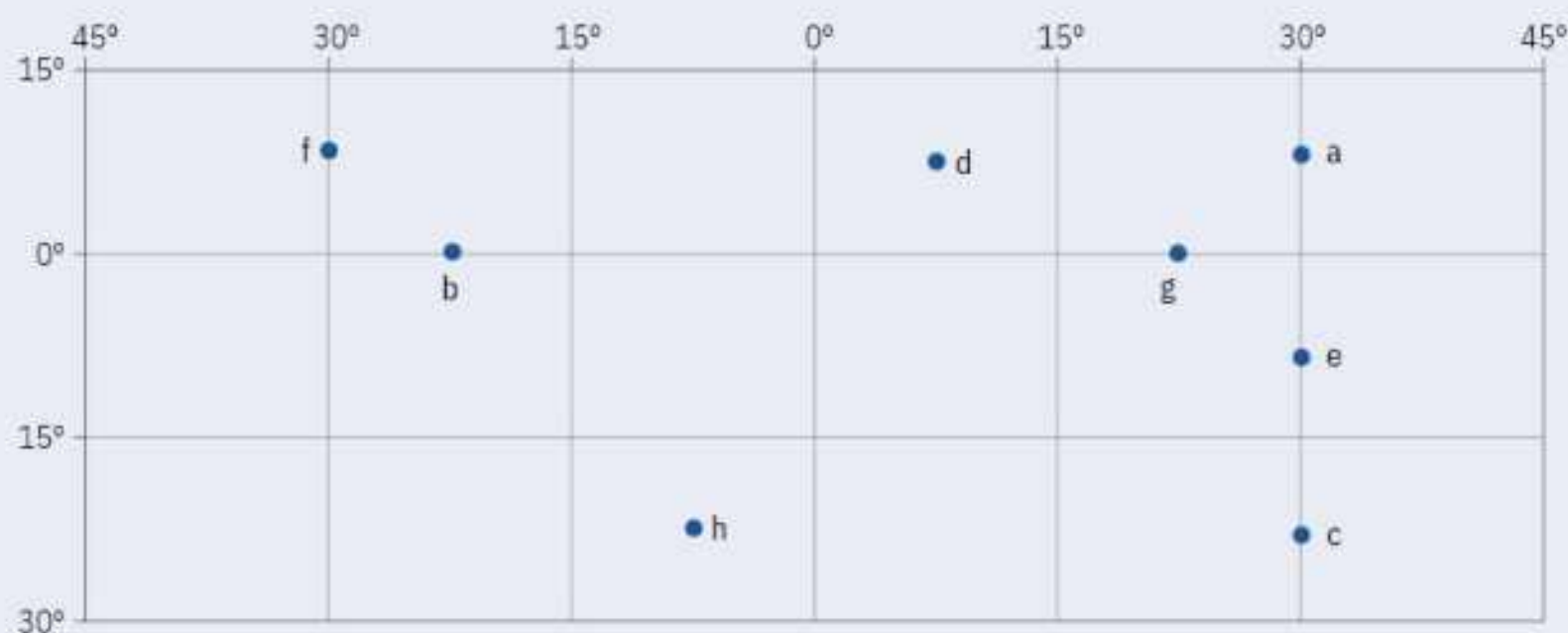
- czerwony olbrzym
- żółty karzeł
- protogwiazda
- mgławica planetarna
- biały karzeł



- Wskaż różnicę między:

- meteorem a meteorytem,
- planetą a planetoidą,
- zenitem a nadirem.

- Zadanie wykonaj na podstawie załączonego schematu. Odpowiedzi zapisz w zeszycie.



- Wskaż punkty:

- w których jest ten sam czas słoneczny,
- w których dzień i noc trwają po 12 godzin,
- leżące na półkuli południowej.



5.2. Dla punktu c narysuj tor i kierunek, w jakim przemieszczałby się pocisk wystrzelony z tego punktu w kierunku północnym.

6. Poniżej zamieszczono fotografię nocnego nieba.



6.1. Podaj nazwę ruchu, który jest przyczyną takiego poruszania się ciał niebieskich.

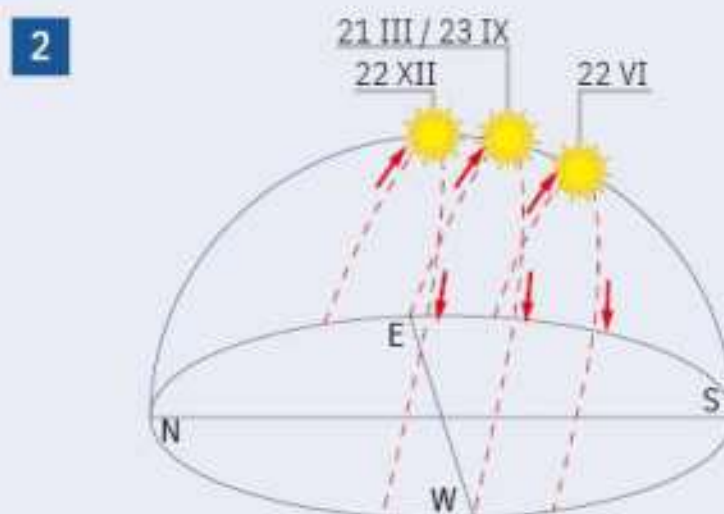
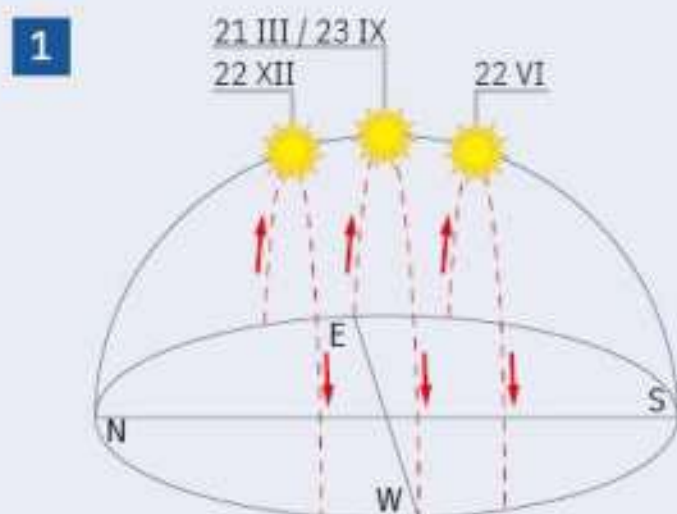
6.2. Zdjęcie przedstawia sytuację z półkuli północnej. Wybierz nazwę gwiazdy, która znajduje się w centrum zakreślanych łuków.

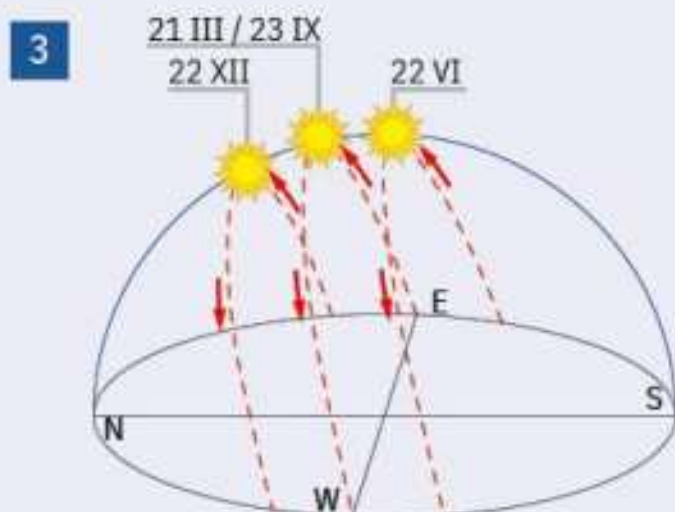
Proxima Centauri, Syriusz, Krzyż Południa, Słońce, Gwiazda Polarna

7. Określ, która godzina czasu uniwersalnego (UCT) musi być na południku 0° , aby na półkuli zachodniej Ziemi była noc, a na półkuli wschodniej – dzień. Przyjmij datę równonocy wiosennej lub jesiennej.

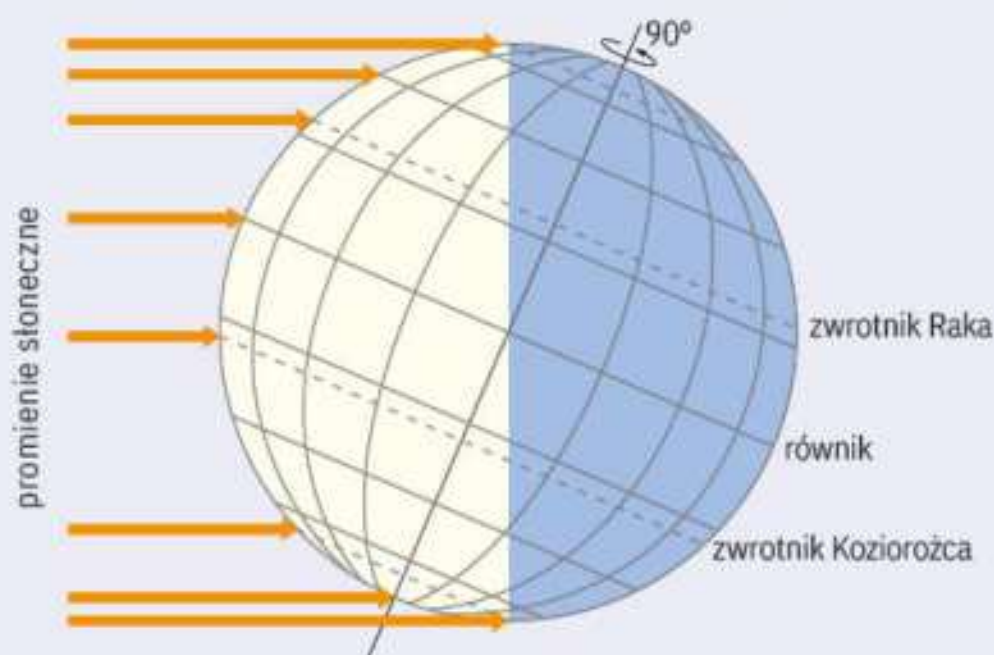
8. Oblicz godzinę czasu słonecznego w Warszawie ($54^\circ 12' N$, $21^\circ 00' E$), jeśli Słońce góruje w Kairze ($30^\circ 00' N$, $31^\circ 17' E$). Zapisz w zeszycie obliczenia.

9. Zadanie rozwiąż na podstawie załączonych ilustracji przedstawiających widoczne drogi Słońca na niebie w wybranych miejscach na Ziemi.





- 9.1.** Wybierz ilustrację, która przedstawia widomy ruch Słońca nad horyzontem w miejscowości położonej na półkuli południowej.
- 9.2.** Wskaż, na których ilustracjach przedstawiono górowanie Słońca w zenicie przynajmniej raz w roku.
- 9.3.** Podaj cyfrę oznaczającą ilustrację, na której zaznaczono najdłuższy i najkrótszy dzień.
- 10.** Na rycinie przedstawiono oświetlenie Ziemi w wybranym dniu roku.



Uzupełnij zdania określeniami dotyczącymi oświetlenia Ziemi przedstawionego na ilustracji. Wybierz je z nawiasów. Zapisz zdania w zeszycie.

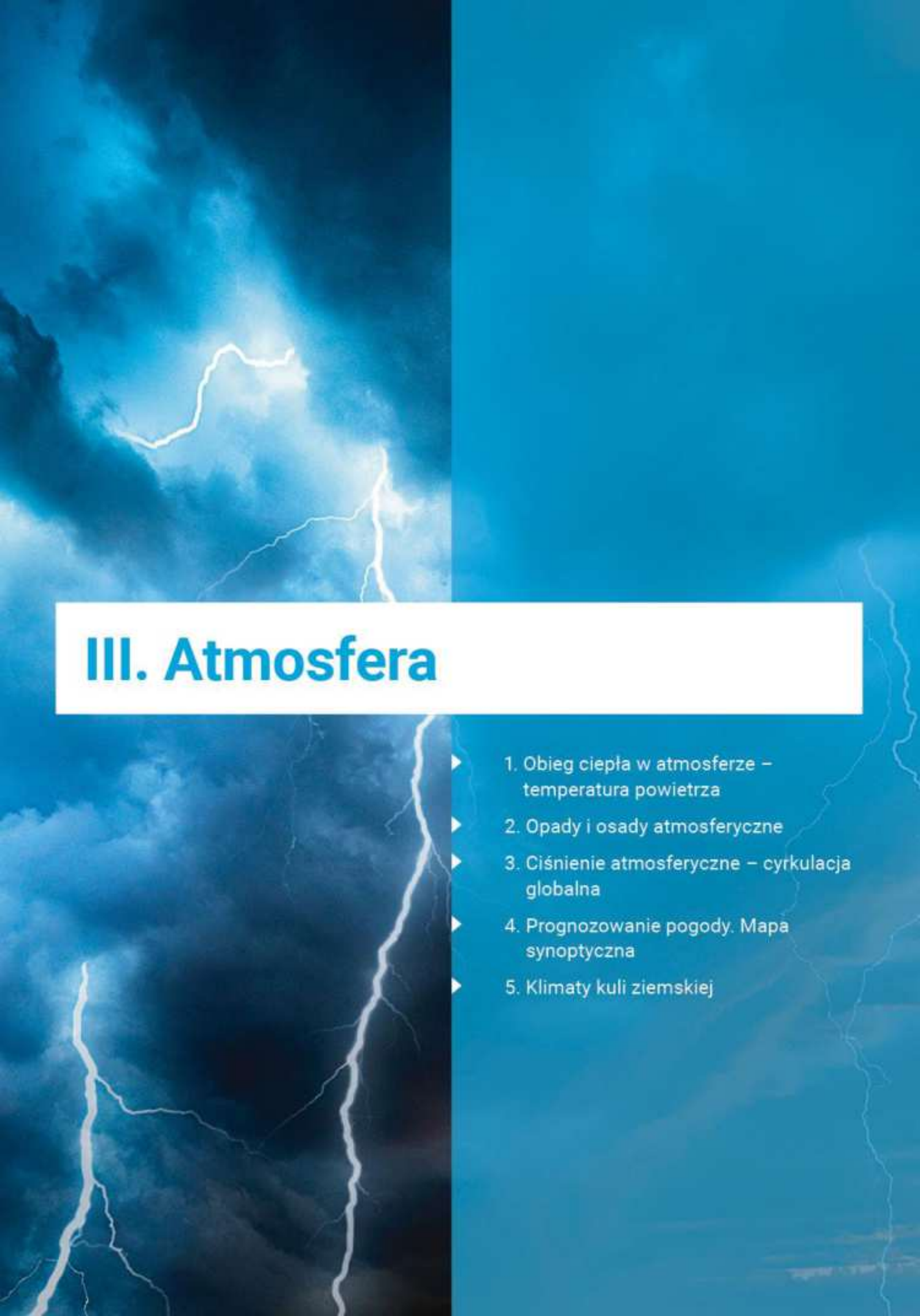
Dzień jest krótszy od nocy na półkuli (północnej/południowej).

Lato panuje na półkuli (północnej/południowej).

Promienie słoneczne padają w południe pod kątem 90° na (równiku/zwrotniku Koziorożca).

Zjawisko nocy polarnej występuje na półkuli (północnej/południowej).

Tak wygląda oświetlenie Ziemi w dniu (22 VI/22 XII).



III. Atmosfera

- ▶ 1. Obieg ciepła w atmosferze – temperatura powietrza
- ▶ 2. Opady i osady atmosferyczne
- ▶ 3. Ciśnienie atmosferyczne – cyrkulacja globalna
- ▶ 4. Prognozowanie pogody. Mapa synoptyczna
- ▶ 5. Klimaty kuli ziemskiej



1. Obieg ciepła w atmosferze – temperatura powietrza

NA TEJ LEKCJI:

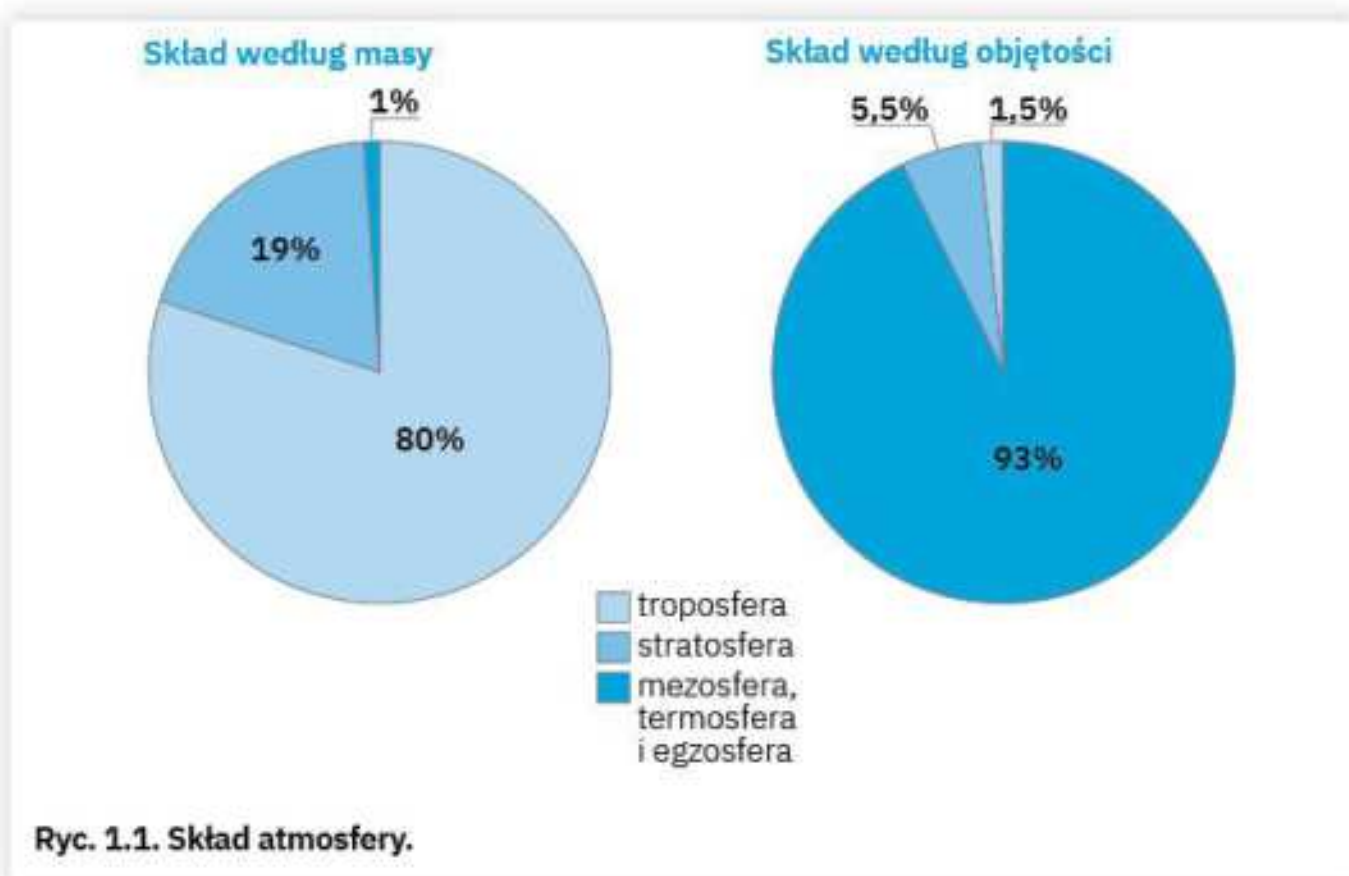
- poznasz pojęcie atmosfery oraz omówisz jej skład chemiczny;
- wykażesz związek między strefami oświetlenia Ziemi a temperaturą w nich panującą;
- dokonasz analizy mapy ukazującej rozkład temperatury powietrza na powierzchni Ziemi;
- wymienisz czynniki wpływające na rozkład temperatury na powierzchni Ziemi oraz wskażesz ich konkretne przykłady.

1.1. Budowa i skład atmosfery

skład atmosfery

Atmosfera jest powłoką gazową otaczającą Ziemię. Składa się z mieszaniny gazów zwanej **powietrzem** oraz z drobnych cząstek stałych i ciekłych, czyli **aerozoli**.

Atmosfera (z gr. *atmos* – para, powietrze, *sphaira* – kula) powłoka gazowa otaczająca Ziemię lub inne ciało niebieskie.



Wśród gazów najwięcej jest azotu (ok. 78%), tlenu (ok. 21%) i argonu (ok. 1%). Pozostałe gazy, jak tlenek węgla (IV), metan, hel, wodór występują w niewielkich ilościach.



Część gazów zachowuje stały udział w jego całkowitej objętości, to znaczy, że ich odsetek nie zmienia się wraz ze wzrostem wysokości czy w zależności od miejsca na Ziemi. Nazywamy je **stałymi składnikami** powietrza i należą do nich: azot, tlen, argon oraz hel, wodór, metan, neon, krypton. Te gazy, których zawartość zmienia się w czasie i przestrzeni, nazywamy **zmiennymi składnikami** powietrza. Należą do nich: ozon, para wodna, tlenek węgla (IV), tlenek siarki (IV), tlenek azotu (IV).

Gęstość gazów zmienia się wraz z wysokością. W wyniku grawitacyjnego oddziaływania Ziemi powietrze skupia się w dolnych warstwach atmosfery. Aż 50% ogólnej masy atmosfery skupia się na wysokości do 5 km, a 99% – do wysokości 35 km. Powyżej atmosfera jest bardzo rozrzedzona, a ostatnia jej warstwa rozpościera się ponad 600 km od jej powierzchni.

Naukami badającymi atmosferę są meteorologia, zajmująca się zjawiskami pogodowymi i prognozowaniem pogody, oraz klimatologia, która bada klimat wraz z jego przestrzennym i czasowym zróżnicowaniem.



Ryc. 1.2. Felix Baumgartner (czytaj: feliks baumgartner) wykonuje **skok ze stratosfery** z wysokości około 29 kilometrów nad powierzchnią Ziemi (2012 r.).

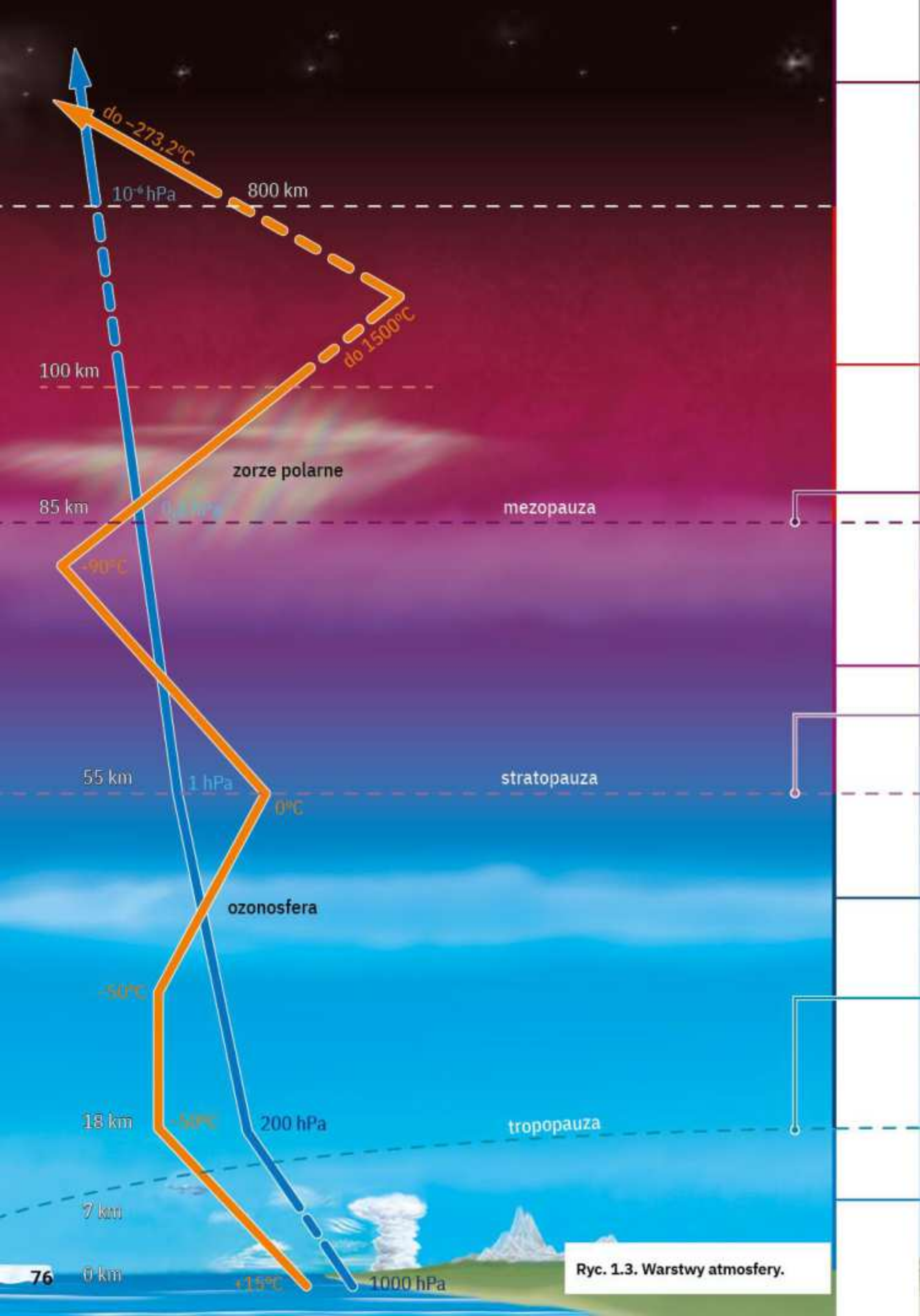
Wskutek ciągłego mieszania się gazów skład chemiczny dolnych warstw atmosfery, do wysokości około 80 km, jest w zasadzie stały. Powyżej następuje zmiana składu wraz z wysokością. Azot i tlen będąc gazami cięższymi i o większej gęstości, zalegają niżej. Natomiast gazy lżejsze, jak wodór, unoszą się wyżej.

Atmosfera ma budowę warstwową. Każda z warstw wykazuje inne właściwości fizyczne. Różni się temperaturą i ciśnieniem powietrza. Ma również odmienny skład chemiczny powietrza, na przykład inną zawartość ozonu. Głównym kryterium wyznaczania granic poszczególnych warstw atmosfery jest temperatura.

Skład chemiczny atmosfery ziemskiej od momentu uformowania się naszej planety, czyli około 4,6 mld lat temu, ulegał dużym zmianom. Pierwotna atmosfera była beztlenowa i składała się przede wszystkim z metanu, amoniaku, azotu, pary wodnej i wodoru. Po raz pierwszy tlen pojawił się około 3,5 mld lat temu jako efekt procesu fotosyntezy, produkowany przez pierwsze, pionierskie organizmy – sinice. Stał się on później podstawą rozwoju życia organicznego na naszej planecie.

Zadanie

Wyjaśnij, dlaczego człowiek nie mógłby przeżyć bez odpowiedniego skafandra na wysokości górnych granic troposfery i wyższych warstw atmosfery.



Ryc. 1.3. Warstwy atmosfery.

Budowa atmosfery

główne warstwy
atmosfery

Egzosfera

- To górna granica trudna do określenia; czasami przyjmuje się 1500 km jako tzw. meteorologiczną granicę atmosfery.
- Zwana jest strefą rozpraszania, ponieważ poruszające się z dużą prędkością, nieliczne cząsteczki gazów przy zderzeniach mogą uciekać w przestrzeń kosmiczną.
- Na granicy z przestrzenią kosmiczną temperatura spada do -273°C .

Termosfera

- Sięga do wysokości ok. 800 km.
- W związku z silnym oddziaływaniem promieniowania słonecznego temperatura rośnie wraz z wysokością i osiąga w tej strefie nawet do 1500°C .
- Powietrze jest bardzo rozrzedzone, przy górnej granicy ciśnienie osiąga wartość 10^{-6} hPa.
- W dolnej części wyróżnia się **jonosferę**, czyli warstwę zjonizowanych gazów powstających pod wpływem promieniowania kosmicznego oraz ultrafioletowego promieniowania słonecznego; jonosfera odbija, ale również pochłania i załamuje fale radiowe; w niej również występują **zorze polarne**, czyli efektowne zjawiska występujące w postaci fal, draperii (firan) lub łukowo o różnej barwie (czerwonej, zielono-żółtej, błękitnej lub srebrnej); zorze polarne występują w strefach okołobiegunowych i są silnie związane z przechwytywaniem cząstek wiatru słonecznego przez magnetosferę.
- Krąży w niej większość sztucznych satelitów i stacji naukowych.

Mezopauza

- Jest warstwą przejściową między mezosferą a termosferą.
- Jej grubość nie przekracza 5 km.

Mezosfera

- Sięga do wysokości ok. 85 km.
- Charakteryzuje ją spadek temperatury wraz z wysokością od 0°C do -90°C , co prowadzi do intensywnych ruchów pionowych powietrza i silnych turbulencji.
- Ciśnienie spada do 0,1 hPa w jej górnej części.

Stratopauza

- Stanowi warstwę przejściową między stratosferą a mezosferą.
- Jej grubość nie przekracza 5 km.

Stratosfera

- Sięga do wysokości ok. 50–55 km.
- Temperatura rośnie wraz z wysokością od -50°C (bieguny) lub -80°C (równik) do 0°C przy górnej granicy.
- Na wysokości 20–35 km znajduje się tzw. **ozonosfera** (warstwa ozonowa O_3) zawierająca trójcząsteczkowy tlen; warstwa ta pochłania promieniowanie słoneczne – głównie nadfioletowe i rentgenowskie, co jest przyczyną szybkiego wzrostu temperatury w tej strefie.
- W jej dolnej części występują silne poziome ruchy powietrza nazywane **prądami strumieniowymi** o prędkościach dochodzących do ponad 250 km/h.
- Skupia około 20% masy atmosfery i niewielkie ilości wody.

Tropopauza

- Stanowi warstwę przejściową między troposferą a stratosferą.
- Jej grubość nie przekracza 2 km.

Troposfera

- Przylega bezpośrednio do powierzchni Ziemi, zatem bardzo silnie ulega oddziaływaniu jej podłoża.
- Ma zmienną granicę spowodowaną zróżnicowaniem ogrzania Ziemi; nad równikiem jest najgrubsza i sięga do 18 km, ponieważ ciepłe, lżejsze powietrze unosi się wysoko dzięki prądom konwekcyjnym (wznoszącym); nad biegunami sięga do 7 km ze względu na chłodne, cięższe powietrze i brak prądów wznoszących.
- Zachodzi w niej większość zjawisk pogodowych.
- Gromadzi ok. 80% ogólnej masy atmosfery oraz prawie całą parę wodną i zanieczyszczenia atmosferyczne.
- Następuje w niej spadek temperatury wraz ze wzrostem wysokości, średnio o $0,6^{\circ}\text{C}$ na każde 100 m; przy górnej granicy osiąga wartość ok. -70°C , a nad równikiem waha się od -45°C latem do -70°C zimą.
- Wraz ze wzrostem wysokości następuje w niej spadek ciśnienia atmosferycznego średnio o ok. 11,5 hPa na 100 m; wartość spadku od ok. 1000 hPa przy powierzchni do 200 hPa przy górnej granicy.

ruchy powietrza



1.2. Znaczenie atmosfery dla życia na Ziemi

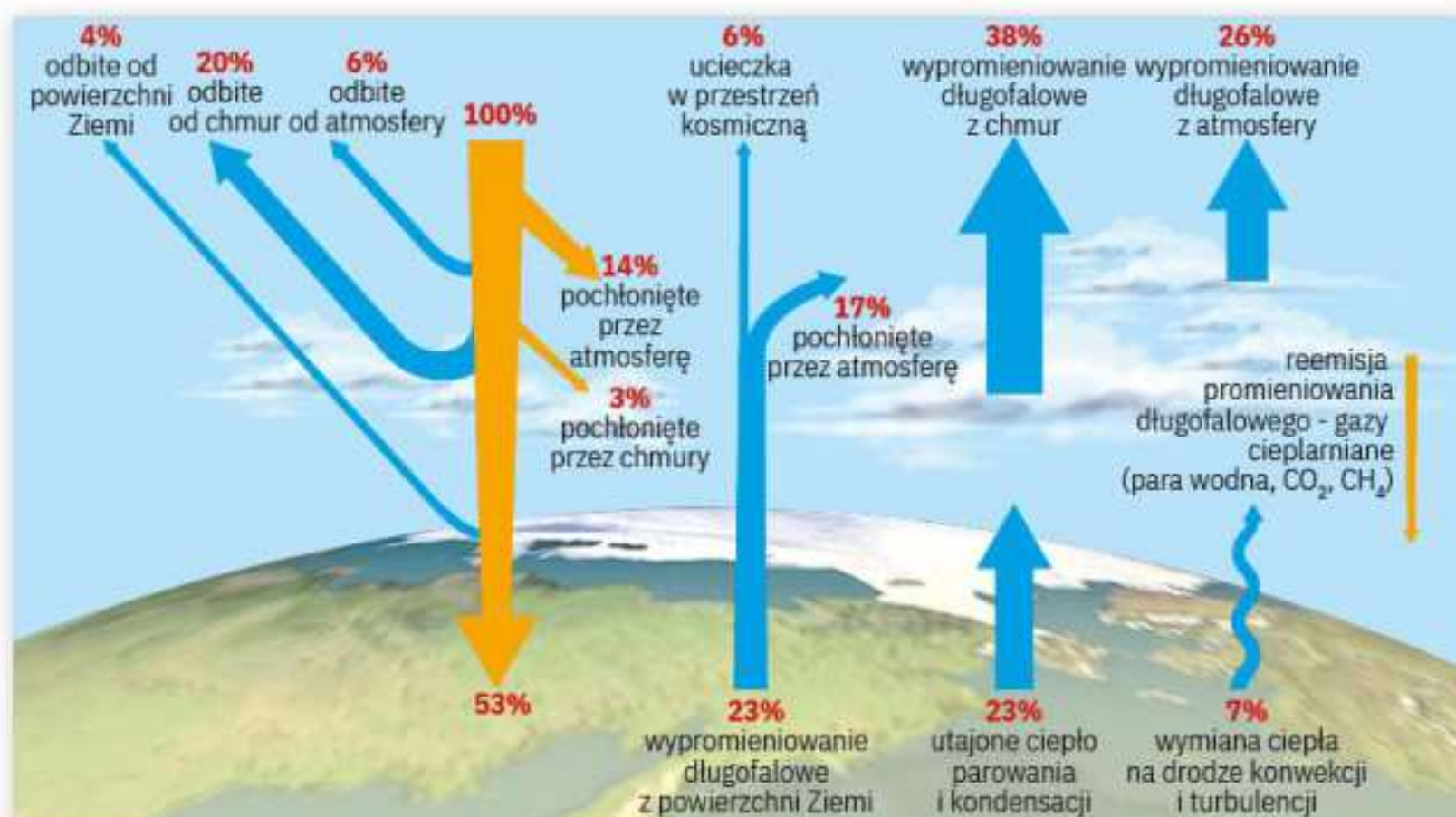
Atmosfera to podstawa życia na Ziemi. Jest **źródłem tlenu** niezbędnego w procesach życiowych większości organizmów na Ziemi. Stanowi również najważniejszą **powłokę ochronną** naszej planety. Zabezpiecza ją przed różnego rodzaju szkodliwym promieniowaniem pochodzącym z kosmosu: promieniowaniem ultrafioletowym, strumieniem protonów, elektronów i ciężkich jąder atomowych powstałych podczas wybuchów na Słońcu czy eksplozji supernowych. Dzięki efektowi cieplarnianemu, jaki dają gazy zawarte w powietrzu, temperatura na naszej planecie jest znacznie wyższa niż na większości pozostałych planetach. Średnia temperatura powietrza na Ziemi wynosi 15°C , a bez atmosfery wynosiłaby około -18°C . Mniejsze są także różnice temperatur między dniem i nocą, na przykład pochmurne noce są znacznie cieplejsze od tych bezchmurnych. Atmosfera **przenosi** również **parę wodną** w różne miejsca Ziemi, dając opady nawet na obszarach zupełnie pozbawionych wód powierzchniowych. **Przenosi** też **ciepło, wyrównuje temperaturę** między różnymi obszarami naszej planety. Działa także na procesy rzeźbotwórcze, czego przykładem jest rzeźbienie dolin rzecznych przez rzeki zasilane opadami deszczu.

Powłoka gazowa chroni naszą planetę przed większością meteoroidów. Tylko największe docierają do jej powierzchni jako meteoryty, pozostałe ulegają spaleni w atmosferze.

1.3. Bilans cieplny Ziemi

bilans cieplny

Głównym źródłem energii docierającej do powierzchni Ziemi jest Słońce. Znaczna część tej energii odbija się od chmur, pochłaniana przez gazy (np. CO_2 , parę wodną) lub rozpraszana przez atmosferę. Do powierzchni Ziemi dociera 57% promieniowania słonecznego, z czego 4% zostaje odbite od jej powierzchni, a pozostała część zostaje pochłonięta przez podłoże.



Ryc. 1.4. Bilans cieplny Ziemi i atmosfery.



Promieniowanie docierające do powierzchni Ziemi jest **promieniowaniem krótkofalowym**. Pod jego wpływem nagrzana zostaje powierzchniowa warstwa litosfery i jako **promieniowanie długofalowe**, ciepłe, zostaje przekazane dolnym warstwom atmosfery.

Albedo – stosunek ilości promieniowania odbitego do ilości promieniowania padającego na określoną powierzchnię. Jego wielkość jest uzależniona od rodzaju podłoża, a w szczególności od jego barwy. Niskie albedo mają powierzchnie ciemne, np. czarnoziemny bez pokrywy roślinnej odbijają tylko 10% promieniowania. Pozostałą część pochłaniają, ale oddają dużo ciepła do otoczenia. Z kolei duże albedo ma świeży śnieg. Aż 90% promieniowania zostaje odbite.

1.4. Czynniki kształtujące temperaturę powietrza na Ziemi

Temperatura powietrza jest jednym z **elementów pogody** i **klimatu** określającym stopień nagrzania atmosfery. Najczęściej posługujemy się **temperaturą aktualną**, czyli taką, jaką stwierdzamy w danym miejscu i czasie przy jednorazowym odczycie. Wykonywane systematycznie pomiary pozwalają obliczyć **temperatury dobowe, miesięczne, roczne** czy wieloletnie. W Polsce odczytujemy temperaturę powietrza za pomocą skali Celsjusza.

Tab. 1.1. Porównanie temperatury w różnych skalach

Zjawisko	Skala Kelvina	Skala Celsjusza	Skala Fahrenheita
zero bezwzględne	0	-273,15	-459,67
zero w skali Fahrenheita	255,37	-17,78	0
zamarzanie wody	273,15	0	32
wrzenie wody	373,15	100	212

Pogoda – fizyczny stan atmosfery w danej chwili i w danym miejscu.

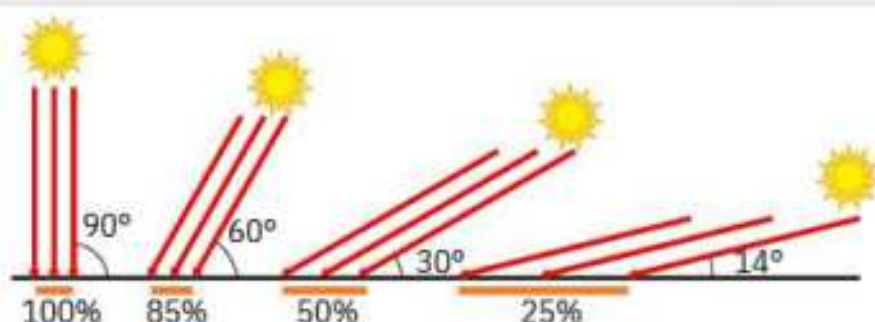
Klimat – charakterystyczny dla danego miejsca przebieg stanów pogody wyznaczony na podstawie obserwacji wieloletnich.

czynniki
kształtujące
temperaturę

Czynniki kształtujące temperaturę powietrza na Ziemi

Szerokość geograficzna

Im wyższa szerokość geograficzna, tym mniej ciepła dociera do powierzchni Ziemi, ponieważ jest mniejszy kąt padania promieni słonecznych. Ta sama wiązka promieniowania musi ogrzać większą powierzchnię.

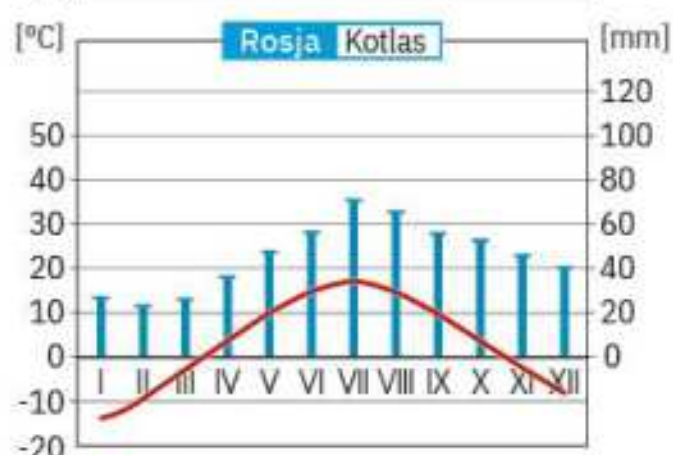
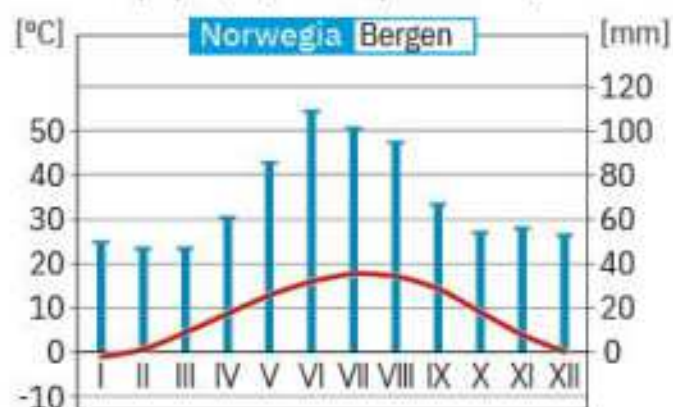


Kąt padania promieni słonecznych w różnych szerokościach geograficznych. Im większe natężenie promieniowania, tym jednostka powierzchni jest lepiej ogrzana.



Rozkład lądów i mórz (odległość od mórz i oceanów)

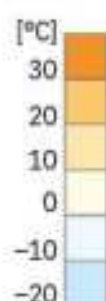
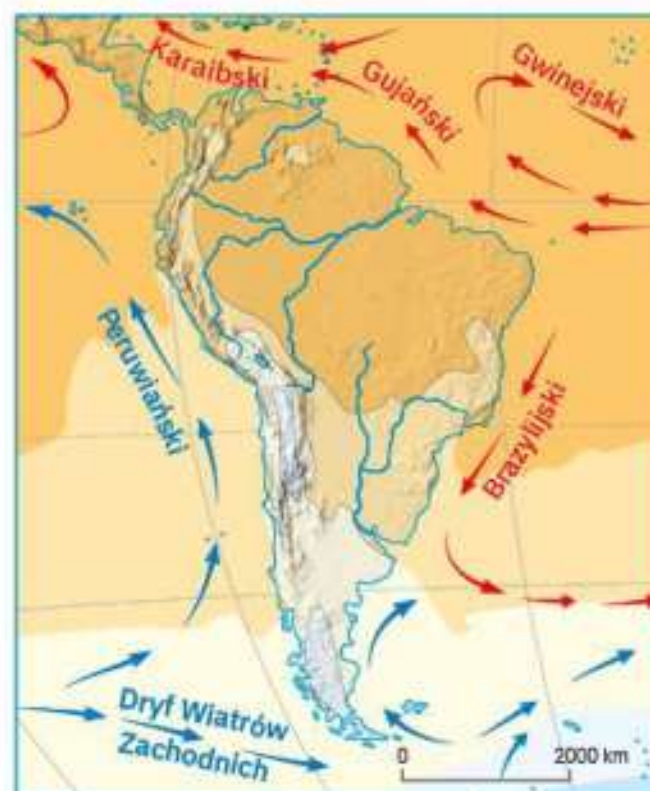
Ląd ogrzewa się szybko, ale płytko, zatem szybko oddaje ciepło. Woda nagrzewa się wolniej niż ląd, ale dłużej magazynuje ciepło. Zatem obszary położone blisko mórz i oceanów będą cieplejsze zimą, a chłodniejsze latem.



Porównanie dwóch klimatogramów miejscowości znajdujących się w podobnych szerokościach geograficznych wskazuje na różnice termiczne. Bergen leży nad Morzem Norweskim (Norwegia), a Kotlas na Nizinie Wschodnioeuropejskiej (Rosja).

Prądy morskie

Ciepłe prądy morskie podnoszą średnią temperaturę danego obszaru, a zimne ją obniżają.



→ prądy ciepłe
→ prądy zimne

Temperaturę powietrza na zachodnim wybrzeżu Ameryki Południowej obniża zimny Prąd Peruwiański, a wschodniego – podwyższa ciepły Prąd Brazylijski.

Wysokość nad poziomem morza

Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza temperatura powietrza obniża się. Przyjmuje się spadek temperatury powietrza wilgotnego o $0,6^{\circ}\text{C}$ na każde 100 metrów, a suchego – 1°C na 100 metrów.

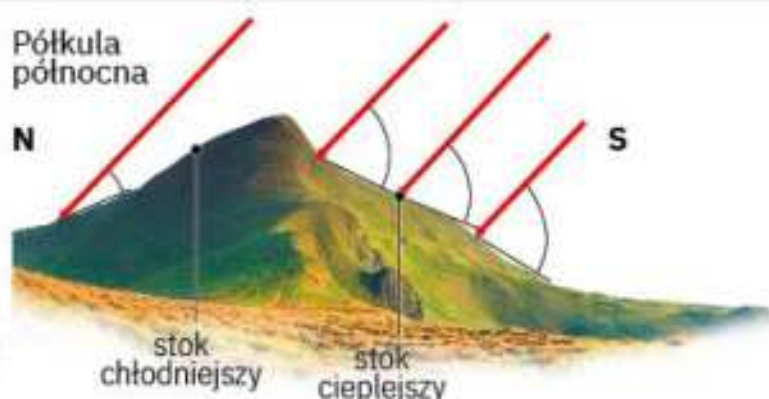
Spadek temperatury powietrza wraz z wysokością powoduje powstanie piętrowości klimatycznej, która warunkuje piętrowość roślinną.



Rzeźba terenu i ekspozycja stoku

Układ pasm górskich, nachylenie stoków oraz ich ekspozycja na promieniowanie słoneczne sprawiają, że otrzymują one różną ilość promieniowania słonecznego. Na przykład stoki o ekspozycji południowej położone na półkuli północnej są cieplejsze.

Większy kąt padania promieni słonecznych na stoki o ekspozycji dosłonecznej sprawia, że są one cieplejsze.





Barwa i rodzaj terenu

Ciemne podłoże pochłania więcej promieniowania słonecznego, przez co bardziej się nagrzewa (albedo).



Ciemnozielona roślinność pochłania więcej promieniowania słonecznego. Śnieg odbija nawet 90% promieniowania.

Szata roślinna

Wpływa na zmniejszenie wahań (amplitudy) temperatury dobowej oraz wahań średnich rocznych temperatur powietrza miesiąca, np. lasy w lecie dają cień, zatem jest w nich chłodniej niż na łąkach.

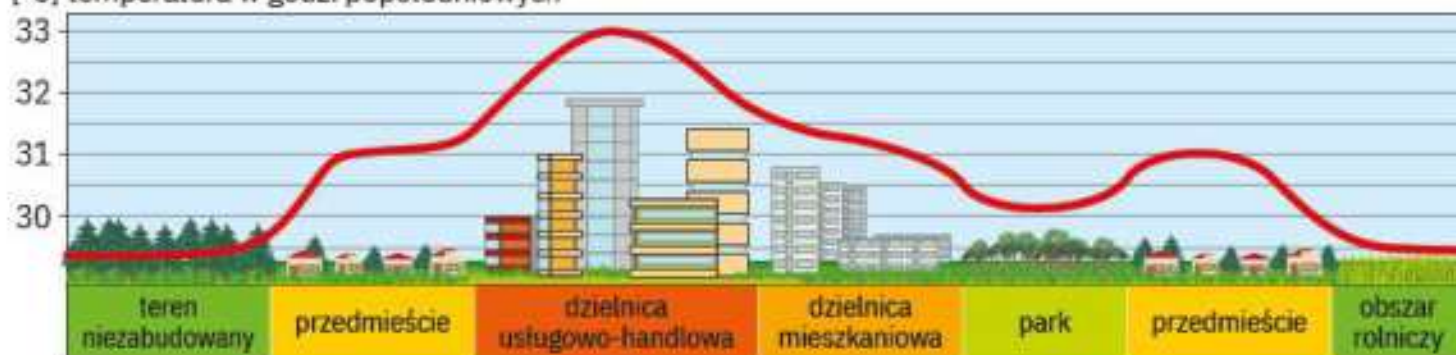


Wiosną w lasach, gdzie jest cień, dłużej zalega pokrywa śniegowa.

Działalność człowieka

Emisja gazów cieplarnianych do atmosfery powoduje powolny wzrost temperatury globalnej. Duże miasta o gęstej zabudowie mają wyższą średnią temperaturę roczną – zabudowa hamuje przepływ wiatru, ogrzewane budynki oddają ciepło do atmosfery. To tzw. miejska wyspa ciepła.

[°C] temperatura w godz. popołudniowych



Badania wykazały, że temperatura wewnątrz dużych miast może być nawet o kilka stopni wyższa niż na obszarach położonych poza miastem.

Analizując przebieg średnich rocznych temperatur stycznia i lipca na świecie, dostrzegamy kilka prawidłowości:

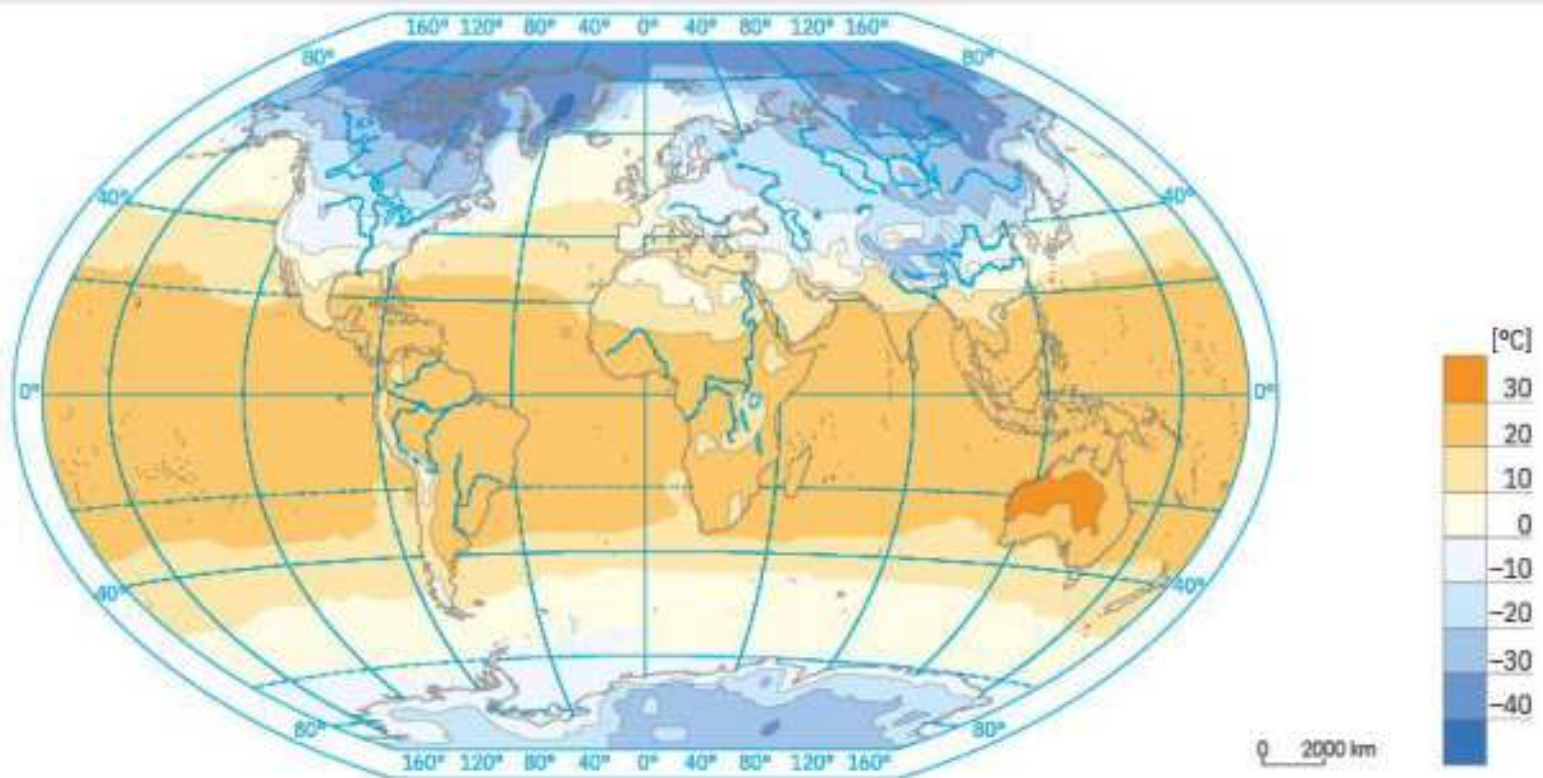
- izotermi układają się równoleżnikowo, na co decydujący wpływ ma kąt padania promieni słonecznych (im bliżej równika, tym cieplej);
- najniższe i najwyższe temperatury występują na obszarach lądowych (duże roczne wahania średnich temperatur najcieplejszego i najchłodniejszego miesiąca świadczą o kontynentalizmie klimatu);

kontynentalizm

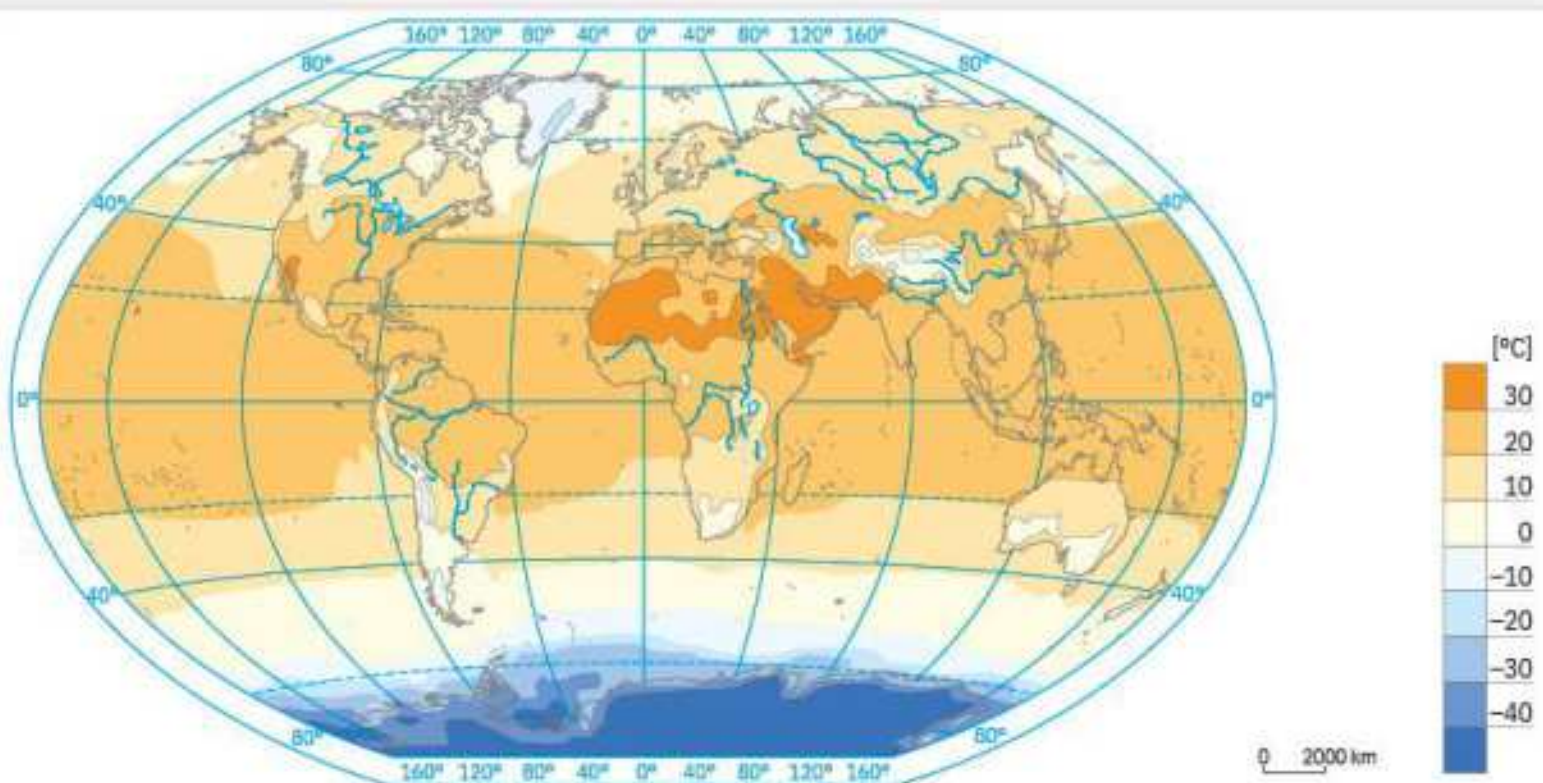


III. ATMOSFERA

- temperatury są niższe tam, gdzie występują góry;
- przy wybrzeżach morskich izotermie mocno wyginają się na północ lub południe w zależności od termiki prądu morskiego;
- półkula południowa ze względu na większe obszary oceaniczne w porównaniu do półkuli północnej jest cieplejsza;
- na obszarach podbiegunowych pokrywa śnieżna odbija światło, co powoduje dodatkowe obniżenie temperatury powietrza.



Ryc. 1.5. Temperatura powietrza atmosferycznego w styczniu.



Ryc. 1.6. Temperatura powietrza atmosferycznego w lipcu.



1.5. Dobowe i roczne amplitudy temperatury powietrza

Podczas obserwacji pogody zauważamy, że temperatura w ciągu doby się zmienia. Najczęściej jest ona najniższa tuż przed wschodem Słońca, a najwyższa – po upływie 1–2 godzin od jego górowania. Różnicę między najwyższą a najniższą temperaturą w ciągu doby nazywamy **amplitudą dobową** temperatury powietrza. Określając typ klimatu danego obszaru, podajemy średnią temperaturę najcieplejszego i najchłodniejszego miesiąca, a na ich podstawie obliczamy **roczną amplitudę** temperatury.

amplituda
temperatury

Roczna amplituda temperatury rośnie w miarę przesuwania się od równika w kierunku biegunów oraz w miarę przesuwania się w głąb lądu, a maleje wraz ze wzrostem wysokości bezwzględnej oraz wzrostem wilgotności.

Roczna amplituda temperatury powietrza to wskaźnik ukazujący cechy kontynentalne klimatu (kontynentalizm klimatu). Im jest wyższa, tym klimat jest bardziej kontynentalny (lądowy).

kontynentalizm

Krok po kroku

Obliczanie średniej rocznej temperatury powietrza i rocznej amplitudy temperatury powietrza

Średnie miesięczne temperatury powietrza dla Warszawy

Średnia miesięczna temp. powietrza (°C)											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-1,9	-1,0	2,7	8,6	14,2	16,8	19,0	18,3	13,4	8,5	3,1	-0,7

<http://www.pogodynka.pl/polska/daneklimatyczne/>

Rozwiązanie:

- Średnią roczną temperaturę powietrza obliczysz, dodając wartości temperatur wszystkich miesięcy i dzieląc wynik przez liczbę miesięcy.

$$T_{\text{średnia roczna}} = \frac{(-1,9) + (-1,0) + (2,7) + (8,6) + (14,2) + (16,8) + (19,0) + (18,3) + (13,4) + (8,5) + (3,1) + (-0,7)}{12} \text{ °C}$$

$$T_{\text{średnia roczna}} = 8,5 \text{ °C}$$

- Aby obliczyć roczną amplitudę temperatury powietrza, odszukaj i odczytaj najwyższą średnią temperaturę powietrza (19°C) oraz najniższą średnią temperaturę powietrza (-1,9°C). Następnie odejmij od najwyższej wartości tę najniższą.

$$A_{\text{roczna}} = 19 - (-1,9) = 20,9 \text{ °C}$$



1.6. Piękno, potęga i groza – temperatura powietrza

Temperatura powietrza jest jednym z głównych czynników warunkujących życie człowieka na naszej planecie. Stanowi element klimatu sprzyjający osadnictwu lub je hamujący. Zbyt wysokie temperatury przy braku opadów mogą prowadzić do wysychania gleb, powstania zjawiska głodu, a przy długotrwałym oddziaływaniu – nawet zamienić obszary wcześniej zagospodarowane w jałowe pustkowia. Zbyt niskie temperatury nie pozwalają na uprawę roślin. Pustynie lodowe urzekają pięknem, ale nie nadają się do trwałego zamieszkania. W średnich szerokościach geograficznych północnych problemem są często pojawiające się przymrozki, które są niebezpieczne dla upraw szczególnie wiosną. Ich pojawienie powoduje zniszczenie delikatnych kwiatów, a przez to zmniejszenie plonów. Z kolei wysokie temperatury w połączeniu z dużymi opadami atmosferycznymi warunkują powstanie najbardziej zróżnicowanych biologicznie środowisk na świecie. Bujna roślinność jest siedliskiem życia wielu zwierząt.



Ryc. 1.7. Na obszarach wysychających jezior powstają charakterystyczne **spękania skał ilastych**.



Ryc. 1.8. Pływające **góry lodowe** zachwycają pięknem, ale są niebezpieczne dla żeglugi morskiej.



Ryc. 1.9. Wysokie temperatury w powiązaniu z dużymi opadami przyczyniają się do powstawania **bujnych**, atrakcyjnych wizualnie **zbiorowisk roślinnych**.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Uzasadnij, dlaczego mieszkańcy obszarów, na których jest gorąco, często malują swoje domy na biał.
2. Przedstaw znaczenie prądu morskiego zwanego Gólsztromem na temperaturę powietrza Europy.



3. Wskaż, który stok – północny czy południowy – jest lepszą lokalizacją dla:
 - a) plantacji winogron we Włoszech,
 - b) stoku narciarskiego w Górach Śnieżnych w Australii.
 Uzasadnij swój wybór.
4. Wyjaśnij przyczynę niewielkich różnic średnich temperatur najcieplejszego i najzimniejszego miesiąca roku w miejscowości położonej nad morzem w umiarkowanych szerokościach geograficznych.
5. Uzasadnij, dlaczego wybierając się latem na wysokie szczyty Alp, należy ciepło się ubrać.

PODSUMOWANIE LEKCJI

Atmosfera jest powłoką gazową otaczającą Ziemię. Składa się głównie z azotu, tlenu i argonu. Ma tendencję skupiania się przy powierzchni planety, co wiąże się z siłami grawitacji.

s. 74

Bilans cieplny informuje nas o ilości energii docierającej do powierzchni Ziemi i ilości ciepła wyemitowanego przez naszą planetę. Promieniowanie krótkofalowe docierające ze Słońca ogrzewa naszą planetę i jako promieniowanie długofalowe ciepłe jest rozprawdane po całej atmosferze lub wyemitowane w przestrzeń kosmiczną.

s. 78

Ruchy powietrza, takie jak wiatr, konwekcja czy turbulencje, są odpowiedzialne za przepływ ciepła w atmosferze.

s. 77

Na rozkład temperatury powietrza na Ziemi wpływają następujące czynniki: szerokość geograficzna (kąt padania promieni słonecznych), rozkład lądów i mórz, prądy morskie, wysokość nad poziomem morza, rzeźba terenu, barwa i rodzaj podłoża, pokrycie terenu szatą roślinną oraz działalność człowieka.

s. 79

- Im bliżej równika, tym cieplej.
- Im wyżej nad poziomem morza, tym chłodniej.
- Im dalej od oceanu, tym chłodniej w zimie, a cieplej w lecie.
- Zimne prądy obniżają, a ciepłe podwyższają temperaturę powietrza na wybrzeżach.

Duże roczne wahania średnich temperatur najcieplejszego i najchłodniejszego miesiąca świadczą o kontynentalizmie klimatu.

s. 81,
s. 83



2. Opady i osady atmosferyczne

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz czynniki decydujące o wielkości opadów na Ziemi;
- przedstawisz genezę różnych typów opadów atmosferycznych;
- dokonasz analizy mapy ukazującej rozkład opadów na powierzchni Ziemi.

2.1. Czynniki wpływające na wielkość opadów na Ziemi

czynniki
klimatotwórcze

Opady atmosferyczne, podobnie jak temperatura powietrza, są składnikiem pogody i klimatu. Zatem wszystkie czynniki, jakie wpływają na temperaturę i opady, to **czynniki klimatotwórcze**.

O zawartości pary wodnej w powietrzu, a przez to wielkości opadów w poszczególnych miejscach, decyduje **parowanie**. Zachodzi ono z powierzchni zbiorników wodnych, lądów oraz lodowców. Największe parowanie następuje z powierzchni wód, stąd zawartość pary wodnej nad morzami i oceanami jest zazwyczaj największa. Parowanie bezpośrednio z powierzchni lodowców i lądolodów nazywamy **sublimacją**. Parowanie z powierzchni roślin nazywamy **transpiracją**.

Zawartość pary wodnej w powietrzu, czyli **wilgotność bezwzględna powietrza**

(wyrażana w g/m^3), bezpośrednio wiąże się z jego temperaturą – wzrasta wraz ze wzrostem temperatury powietrza. Określenie procentowej zawartości pary wodnej w powietrzu nazywa się **wilgotnością względną**.

rodzaje opadów
atmosferycznych

Tab. 2.1. Bilans cieplny Ziemi i atmosfery

Temperatura powietrza (w $^{\circ}\text{C}$)	Maksymalna zawartość pary wodnej (w g/m^3)
-30	0,5
-20	1,1
-10	2,4
0	4,8
10	9,3
20	17,1
30	30,0

Źródło: A. Woś, *Meteorologia dla geografów*, Warszawa 1996.

Opady atmosferyczne to ciekłe lub stałe produkty kondensacji pary wodnej spadające z chmur na powierzchnię ziemi. Należą do nich:

- **deszcz** – opad kropeł wody o średnicy większej niż 0,5 mm;
- **mżawka** – opad kropeł wody o średnicy mniejszej niż 0,5 mm;
- **śnieg** – opad płatków zbudowanych z kryształków lodu mających niepowtarzalny kształt regularnych sześcioramiennych gwiazdek;
- **krupy śnieżne** – białe, nieprzezroczyste, kruche ziarna lodu o średnicy do 5 mm przypominające zbity w kulkę śnieg;
- **grad** – opad bryłek lodu o średnicy większej niż 5 mm powstający w chmurach burzowych.



etapy
powstawania
opadów

W przypadku obniżania temperatury powietrza dochodzi do **kondensacji** pary wodnej, czyli przejścia pary wodnej w stan ciekły (skroplenie) lub stały (resublimacja). Obniżanie temperatury sprawia, że powietrze staje się nasycone parą wodną (wilgotność względna wynosi wtedy 100%). Temperaturę, w której przy danym ciśnieniu dochodzi do nasycenia parą wodną, nazywamy **punktem rosy**. Od tego momentu przy dalszym obniżaniu temperatury i w obecności **jąderek kondensacji** (aerозole, sole pochodzenia morskiego, zanieczyszczenia antropogeniczne) dochodzi do skroplenia pary wodnej zawartej w powietrzu. W ten sposób powstają **opady atmosferyczne**.

2.2. Czynniki kształtujące opady na Ziemi

Na wielkość i intensywność opadów na Ziemi wpływają te same czynniki, jakie kształtują temperaturę powietrza na Ziemi. To temperatura i jej zmiany warunkują procesy prowadzące do kondensacji pary wodnej, powstania chmur, a z nich – opadów.

czynniki
kształtujące opady

Czynniki kształtujące opady na Ziemi

Szerokość geograficzna

W najcieplejszych obszarach na Ziemi, np. na równiku, gdy Słońce góruje w zenicie, silnie nagrzewa się grunt, a od niego ogrzewa się powietrze. Ciepłe, lżejsze powietrze przemieszcza się ku górze. Im wyżej w troposferze, tym jest coraz chłodniej. Wznosząc się, powietrze ochładza się stopniowo, co prowadzi do przekroczenia punktu rosy, kondensacji pary wodnej, powstania chmur i opadów, określanych jako **opady konwekcyjne**.

Ruchy konwekcyjne powodują wznoszenie się ogrzanych mas powietrza, ich schładzanie się wraz z wysokością, a po przekroczeniu punktu rosy powstanie opadu.



Rozkład lądów i mórz (odległość od mórz i oceanów)

Im bliżej oceanów i mórz, tym więcej pary wodnej jest przenoszona na obszary lądowe. Ponadto oceany są latem chłodniejsze, a lądy – cieplejsze. Masy powietrza chłodnego przemieszczają się w głąb lądu, wypierając powietrze ciepłe ku górze. Unosząc się, ulegają ochłodzeniu, a para wodna zawarta w powietrzu – skropleniu. To typ opadów frontalnych, które tworzą się również w sytuacji, gdy ciepłe powietrze nasuwa się na chłodniejsze.

Opad frontalny tworzy się w strefie frontów atmosferycznych, czyli na granicy zetknięcia się mas powietrza o różnych cechach termicznych. Powietrze ciepłe jako lżejsze wznosi się ponad masę powietrza chłodnego, cięższego – ochładza się, po osiągnięciu punktu rosy tworzy chmury, z których może powstać opad.



Wysokość nad poziomem morza

Masy powietrza podczas przekraczania przeszkody górskiej (orograficznej) wznoszą się po stoku ku górze, ochładzają się, a po osiągnięciu punktu rosy tworzą chmury. Z takich chmur powstaje **opad orograficzny**.

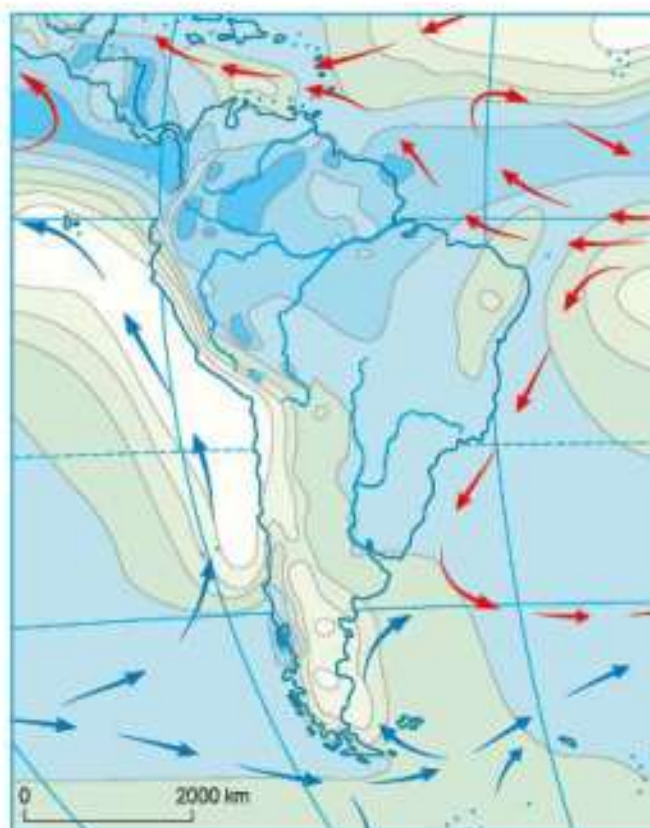
Opady orograficzne powstają po stronie stoków dowiejtrnych. Stoki zawietrzne są bardziej suche, ponieważ masy powietrza po przejściu przez szczyt opadają po stoku i się ogrzewają.





Prądy morskie

Zimne prądy morskie powodują zmniejszenie ilości opadów, ponieważ ochładzają wybrzeże, hamują konwekcję lub sprawiają, że masy powietrza ciepłego napływające z tych cieplejszych obszarów skraplają się nad powierzchnią prądu. Nad ląd docierają zatem masy powietrza pozbawione wilgoci. Ciepłe prądy morskie zwiększają ilość opadów: ocieplają wybrzeże, niosą dużo wilgotnego powietrza, które po dotarciu na ląd może dać opady.



W sąsiedztwie zimnych prądów morskich powstają nad lądami najczęściej pustynie (Prąd Peruwiański przyczynił się do powstania pustyni Atakama). Ciepłe prądy zwiększają ilość opadów (Prąd Brazylijski zwiększa opady na wschodnim wybrzeżu Brazylii i Argentyny).

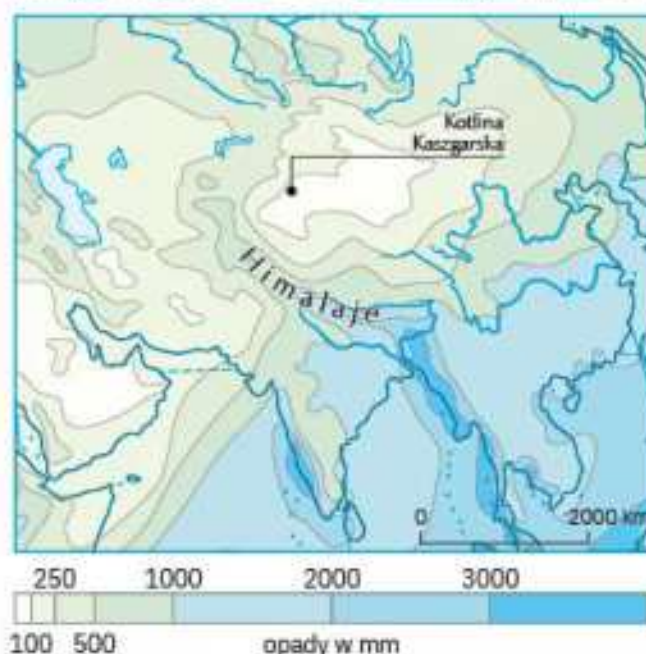
Działalność człowieka

Na obszarach intensywnej działalności przemysłowej lub nad obszarami dużych miast do atmosfery są emitowane zanieczyszczenia, jak pyły, aerozole, spaliny samochodowe, które pełnią funkcję jąder kondensacji. Zwiększają zamglenie, zachmurzenie i opady.

Cząsteczki zanieczyszczeń emitowanych między innymi przez działalność przemysłową są jądrami kondensacji przyspieszającymi powstawanie opadów.

Rzeźba terenu i ekspozycja stoku

Pasma górskie ułożone równolegle do wybrzeża hamują napływ wilgotnych mas powietrza w głąb lądu. Otoczone górami kotliny leżą w tzw. cieniu opadowym – deszcze spadły na stokach dowieznych, a dalej docierają masy powietrza cieplejszego, ale już suchego.



Bariera orograficzna Himalajów od południa, a od północy gór Tien-Szan i Alatau sprawiają, że Kotlina Kaszgarska i Tybet są jednymi z najbardziej suchych miejsc na Ziemi.

Szata roślinna

Lasy magazynują wodę. Parowanie z powierzchni roślin sprawia, że woda powoli jest oddawana do atmosfery. Nad obszarami leśnymi występuje wilgotniejsze powietrze, co może prowadzić do większych opadów w tym miejscu.



Nad lasami często unoszą się mgły i chmury, szczególnie po opadach. Z tych chmur mogą powstać kolejne opady.





rozmieszczenie
opadów na Ziemi

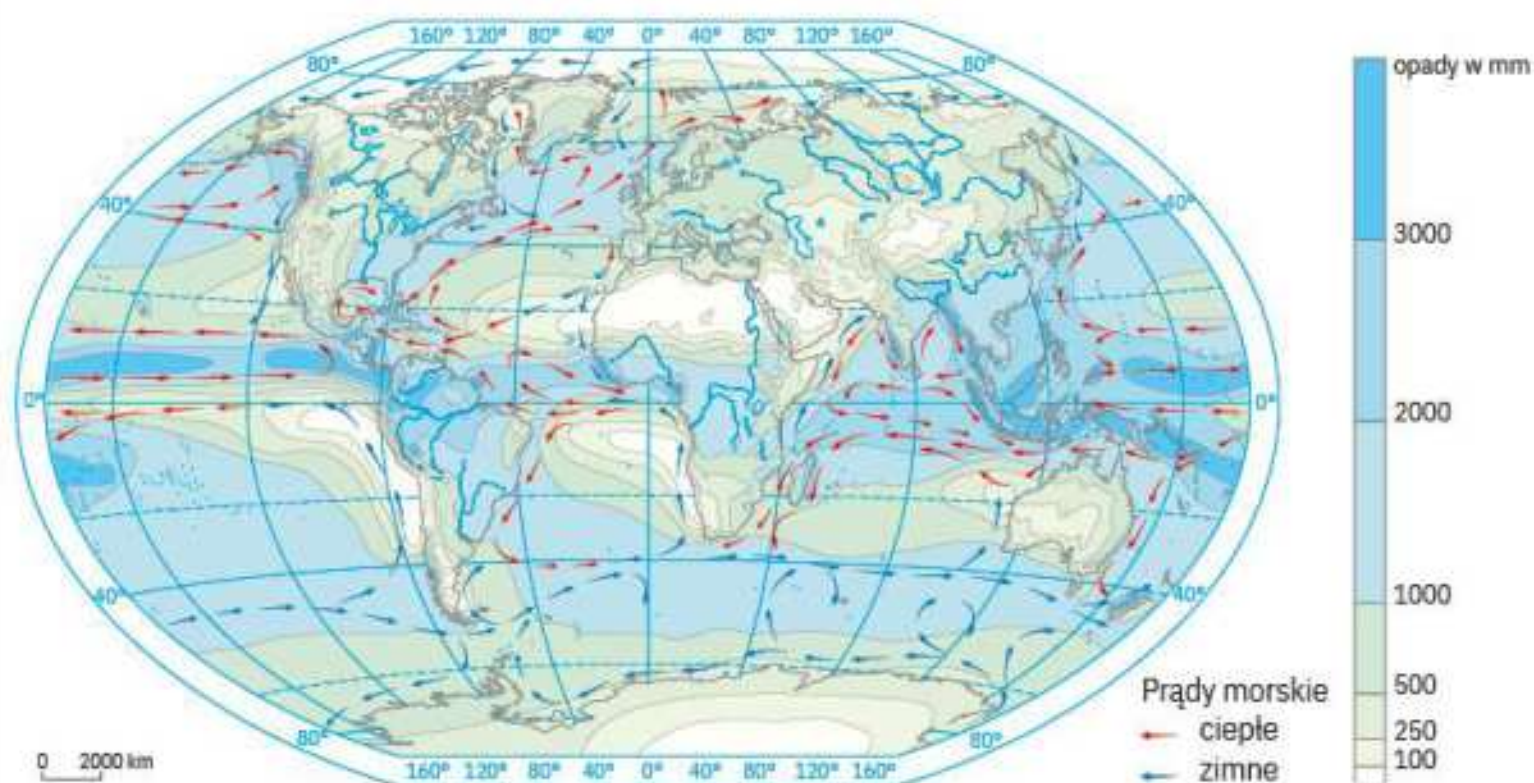
2.3. Rozmieszczenie opadów na Ziemi

Rozmieszczenie opadów na świecie jest nierównomierne. Największe opady, wynoszące ponad 2000 mm rocznie, występują:

- w strefie okołorównikowej, co jest związane z prądami konwekcyjnymi, a te – z zenitalnym górowaniem Słońca; obfite **deszcze zenitalne** padają tu codziennie tuż po południu słonecznym;
- na obszarach górskich, np. w Himalajach, które stanowią barierę górska dla napływających z południa monsunów letnich niosących duże ilości wilgoci; wznoszące się nad barierą orograficzną masy powietrza dają obfite opady;
- na obszarach górskich położonych w sąsiedztwie ciepłych prądów morskich, jak Góry Skandynawskie, ciepły Prąd Norweski powoduje powstanie wilgotnych mas powietrza, które napływając nad barierę górska, powodują opady.

Najniższe opady, wynoszące poniżej 100 mm rocznie, są charakterystyczne dla obszarów:

- zwrotnikowych, nad które globalna cyrkulacja przynosi suche masy powietrza; płynące w górnych warstwach troposfery powietrze znad równika opada przy zwrotnikach, ogrzewa się i przyczynia się do powstania obszarów pustynnych, np. Sahara;
- wybrzeży, gdzie płyną zimne prądy morskie, takie jak Benguelski, Peruwiański;
- kotlin śródgórskich i obszarów znacznie oddalonych od mórz i oceanów, jak pustynia Gobi;
- okołobiegunowych, co jest związane z niskimi temperaturami i małą pojemnością powietrza; przy niskich temperaturach (często poniżej -60°C) w powietrzu mieści się niewiele wilgoci.



Ryc. 2.1. Rozkład rocznych sum opadów na kuli ziemskiej.



Cirrus (Ci)

– pierzaste – pojedyncze, cienkie, o delikatnej budowie mającej postać nitek lub klaczków, białe; są zbudowane z kryształków lodu, nie zmniejszają dopływu promieniowania słonecznego; nie dają opadów, ale często zapowiadają zmianę pogody



Cirro-cumulus (Cc)

– pierzasto-kłębiaste – przypominają drobne, białe i prawie przezroczyste kłębki, zmarszczki, „ości rybie”; są zbudowane z kryształków lodu; nie dają opadów, ale zwiastują ich nadejście



Cirro-stratus (Cs)

– pierzasto-warstwowe – pokrywają całe niebo lub znaczną jego część cieniutką, białawą zasłoną; są zbudowane z kryształków lodu; nie zacierają konturów Słońca; dają zjawisko halo, czyli pierścieni wokół Słońca lub Księżyca spowodowany załamaniem promieni świetlnych na kryształkach lodu; nie dają opadów

Chmury piętra wysokiego



Alto-cumulus (Ac)

– średnie kłębiaste – biała lub szara ławica chmur zbudowana z kłębow, baranków (większych od Cc); są zbudowane głównie z kropelek wody, a przy niskich temperaturach również z kryształków lodu; nie dają opadów, ale zapowiadają zmianę pogody



Alto-stratus (As)

– średnie warstwowe – szara lub niebieskawoszara i miejscami biała ławica chmur, przez które prześwituje Słońce; pokrywają całe niebo; są zbudowane z kropelek wody i kryształków lodu; zimą dają opad drobnego śniegu

Chmury piętra średniego



Stratus (St)

– warstwowe – niska, mogąca się wznosić kilkadziesiąt metrów nad powierzchnią ziemi chmura; szara, jednolita, mglista, pokrywa całe niebo; jest zbudowana z kropeł wody, rzadziej kryształków lodu; daje opad mżawki, krupy lodowej, drobnego śniegu i słupków lodowych



Chmury piętra niskiego



Nimbo-stratus (Ns)

– warstwowe deszczowe – warstwa chmur o znacznej grubości, nawet do kilku kilometrów, ciemnoszara, najczęściej jednolita warstwa, może być postrzępiona u podstawy; w dolnej części jest zbudowana z kropeł wody, a w górnej – najczęściej z lodu; daje obfite i długotrwałe opady



Strato-cumulus (Sc)

– warstwowe kłębiaste – ławice lub warstwy szarych bądź białawych chmur o wyraźnej, kłębiastej budowie; często tworzą charakterystyczne pomarszczone walce; są zbudowane z kropeł wody, płatków śniegu lub kryształków lodu; dają słaby opad deszczu, śniegu lub krup śnieżnych

rodzaje chmur



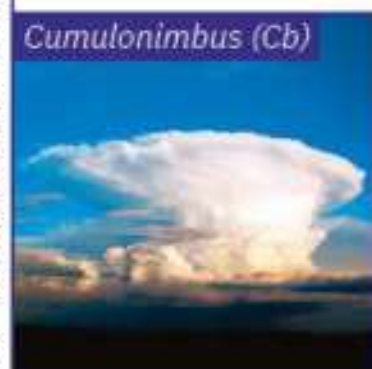
Cumulus (Cu)

Chmury kilku pięter

– kłębiaste – tworzą wyraźne kłęby, tzw. baranki, czasami o ciemnej podstawie; mogą występować pojedynczo lub w ławicach oddzielonych od siebie; są zbudowane z kropelek wody, zazwyczaj nie dają opadów, a towarzyszy im ładna pogoda

Chmury o budowie pionowej

– kłębiaste burzowe – pojedyncza, silnie rozbudowana w pionie chmura, w postaci ogromnych kłębow, kalafiorów, często w górnej części przyjmuje kształt kowadła lub pióropusza; barwę ma od białej do ciemnoszarej u podstawy; daje krótkie, obfite, gwałtowne ulewy połączone z silnym wiatrem (przed burzą) i wyładowaniami atmosferycznymi; może dać opad gradu, często towarzyszy im tęcza



Cumulo-nimbus (Cb)



Zadanie

Wskaż i omów jedną chmurę, która jest charakterystyczna dla dobrej pogody, oraz jedną, której obecność zapowiada pogorszenie się warunków pogodowych.

2.4. Piękno, potęga i groza – opady i osady atmosferyczne

Różnorodne opady atmosferyczne powstają z chmur. Chmury przybierają różny kształt i występują na różnych wysokościach. Wyróżniamy chmury **piętra niskiego, średniego, wysokiego** oraz o budowie **pionowej**, czyli takie, które mają silnie wypiętrzoną budowę i występują w kilku piętrach. Ze względu na kształt chmury dzielimy na **warstwowe, kłębiaste i pierzaste**.

Produktami kondensacji pary wodnej są również **osady atmosferyczne**. Powstają na wychłodzonej powierzchni Ziemi lub na powierzchni wychłodzonych przedmiotów, gdy napłynie nad nie wilgotne, cieplejsze powietrze.

Rosa – ma postać kropeł wody osadzających się na różnych powierzchniach; tworzy się przy dodatnich temperaturach, bezchmurnej i bezwietrznej pogodzie w wyniku wychładzania się powierzchni poniżej punktu rosy.

Szron – ma postać kryształków lodu osadzających się na przedmiotach; tworzy się tak samo jak rosa, tylko w temperaturach poniżej zera.

Szadź – ma postać lodowych szczotek na powierzchni przedmiotów; tworzy się w czasie mrozów, gdy przedmioty ulegną wychłodzeniu poniżej 0° , a nad dany obszar napłynie wilgotne powietrze; lodowe igły tworzą się w kierunku, z którego napływa wilgotne powietrze.

Gołoledź – ma postać warstwy jednorodnego, przezroczystego lodu; tworzy się na powierzchniach wychłodzonych poniżej zera, gdy po mroźnej i suchej pogodzie przychodzi nagle ocieplenie przynoszące opady deszczu, a deszcz ten od razu zamarza w kontakcie z tymi przedmiotami.

piękne i groźne
opady i osady
atmosferyczne

Szczególnym rodzajem kondensacji pary wodnej są **mgły**. Jest to zawiesina bardzo drobnych cząsteczek, która dotyka podstawę powierzchni terenu i ogranicza widoczność do odległości 1 kilometra.

Opady i osady atmosferyczne są zjawiskami niezbędnymi człowiekowi i środowisku przyrodniczemu, ponieważ utrzymują funkcje życiowe organizmów na Ziemi. Niektóre chmury, choć wyglądają pięknie, powodują niebezpieczne sytuacje. Chmura *cumulonimbus* może spowodować gwałtowne burze z wyładowaniami atmosferycznymi i opadami gradu. Długotrwałe opady z chmur *stratus* czy *nimbostratus* nie-
rzadko kończą się katastrofalnymi powodziami.



Ryc. 2.2. Gołoledź pokrywa lodem wszystkie wychłodzone przedmioty, w tym drogi i auta. Liczba wypadków samochodowych w czasie gołoledzi zwiększa się kilkakrotnie.



Warstwa lodu pokrywająca drzewa wygląda ciekawie, jednak już na drogach gołoledź jest niezwykle niebezpieczna dla pieszych i kierowców. Podobnie mgły – sprawiają, że doliny górskie prezentują się malowniczo, ale dla kierowców czy pilotów stanowią jedno z największych zagrożeń.



Ryc. 2.3. Bryłki **gradu** niszczą auta, domy i mogą prowadzić do śmierci ludzi.



Ryc. 2.4. Spowijająca ulice **mgła** jest znacznym utrudnieniem dla komunikacji, szczególnie lotniczej.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Na podstawie dostępnych źródeł informacji geograficznej wyjaśnij, do czego służy higrometr.
2. Uzasadnij, dlaczego tak ważne w procesie kondensacji pary wodnej są jądra kondensacji.
3. Wykaż, że ułożenie pasm górskich Kordylierów i Andów znacząco wpływa na rozkład opadów na kontynentach, na których się znajdują.
4. Pogrupuj chmury na dające opad i takie, które opadu nie dają.
5. Podaj trzy negatywne przykłady wpływu opadów i osadów na życie i gospodarczą działalność człowieka.

PODSUMOWANIE LEKCJI

s. 86

Wszystkie czynniki wpływające m.in. na temperaturę, opady czy wiatr to czynniki klimatotwórcze.

s. 87

Powstanie opadów zachodzi w następujących etapach:

obniżanie temperatury → osiągnięcie punktu rosy → kondensacja pary wodnej przy udziale jąder kondensacji → para wodna ulega skropleniu → opad

s. 86

Opady atmosferyczne występują w postaci stałej (śnieg, krupy śnieżne, grad) i ciekłej (deszcz, mżawka).

s. 89

Czynniki klimatotwórcze sprawiają, że rozmieszczenie opadów na świecie nie jest równomierne. Z obszarami o opadach powyżej 2000 mm (np. w miejscach występowania deszczów zenitalnych czy monsunowych) kontrastują obszary o opadach poniżej 100 mm (np. obszary pustyń zwrotnikowych czy pustyń położonych w głębi lądów).

s. 91

Opady i osady atmosferyczne można postrzegać jako zjawiska piękne, których obserwacja sprawia przyjemność (np. atrakcyjne kształty chmury, tęcza, zjawisko halo, krajobrazy ozdobione szronem), ale również groźne (np. wyladowania atmosferyczne, opady gradu, gołoledź).

s. 90

Chmury dzielimy ze względu na wysokość, na jakiej się tworzą, oraz na ich kształt.



3. Ciśnienie atmosferyczne – cyrkulacja globalna

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz pojęcie ciśnienia, układy baryczne i ich pasowy układ;
- przedstawisz ogólną cyrkulację atmosfery na kuli ziemskiej;
- wykażesz zaburzenia w ogólnej cyrkulacji, np. cyrkulację monsunową, cyklony czy tornada;
- na podstawie fotografii rozpoznasz różne rodzaje wiatrów.

3.1. Ciśnienie atmosferyczne

Powietrze atmosferyczne jest bezbarwne, dostrzegamy jednak jego ruch, kiedy wieje wiatr. Poruszające się gałęzie drzew, wzbijane tumany pyłu czy ruch fal morskich to właśnie efekt działania wiatru. Powietrze jest w ciągłym ruchu, a przyczyna jego dynamiki tkwi w różnicy **ciśnienia atmosferycznego**.

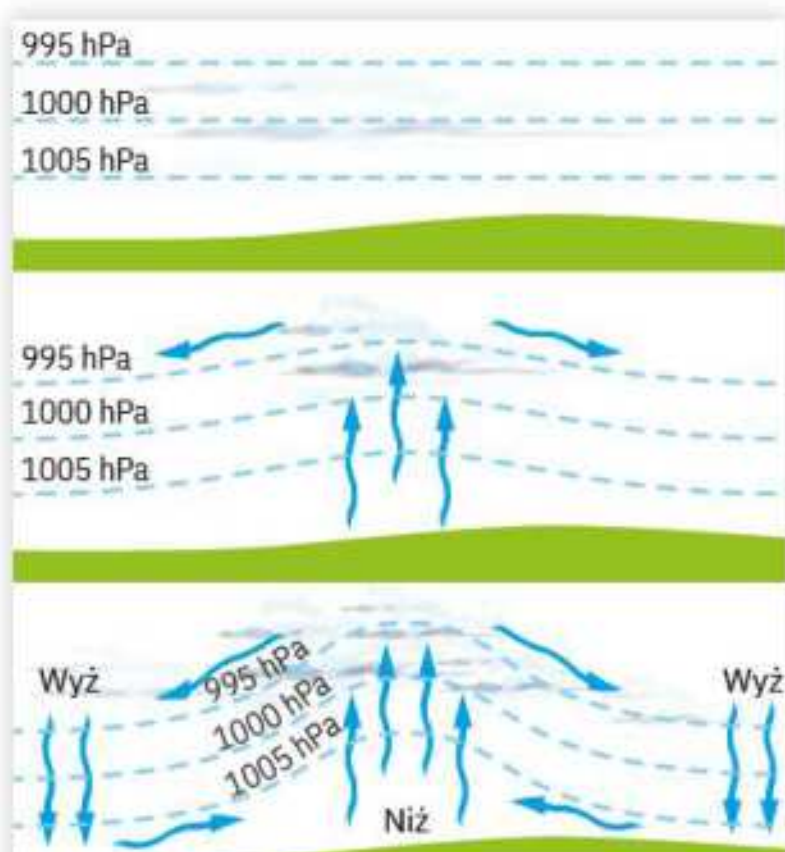
Ciśnienie atmosferyczne – nacisk słupa powietrza na jednostkę powierzchni Ziemi. Jego miarą jest hektopaskal.

ciśnienie
atmosferyczne

Przyjmuje się, że **ciśnienie normalne** ma wartość 1013,25 hPa w temperaturze 0°C na poziomie morza na 45° równoleżniku. Zatem aby porównać ciśnienie w różnych miejscach, należy je **zredukować** do poziomu morza. Przyjmuje się, że w średnich szerokościach geograficznych ciśnienie spada o 1 hPa na każde 8 metrów. Na mapie linia łącząca miejsca z takim samym ciśnieniem to **izobara**.

3.2. Układy baryczne

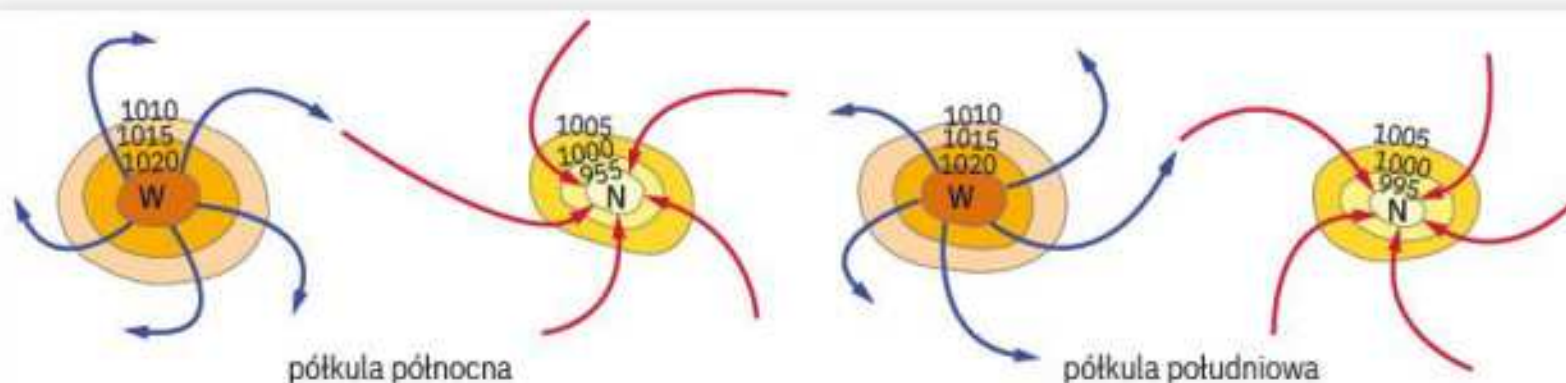
W związku z **nierównomiernym nagrzewaniem** się powierzchni Ziemi tworzą się nad nią różne układy baryczne. Jeżeli na przykład jakiś obszar Ziemi zostaje nagrzany do wyższej temperatury niż obszary sąsiednie, to rozgrzana powierzchnia przekazuje większą ilość ciepła do powietrza. Ogrzane powietrze jako lżejsze unosi się, co powoduje rozprężenie powietrza (zmniejszenie liczby cząsteczek w m³ powietrza) i zmniej-



Ryc. 3.1. Mechanizm powstawania **wyżu barycznego** (antycyklonu) i **niżu barycznego** (cyklonu). Wiatry wieją zawsze z wyżu do **niżu barycznego**.

wyże i niżej
baryczne

szenie jego nacisku na powierzchnię Ziemi. W takim miejscu tworzy się **układ niżowy** (niż atmosferyczny). Gdy w górnej części troposfery powietrze przemieści się nad sąsiednie, chłodniejsze obszary, to nastąpi wzrost jego ciężaru, czyli sprężenie (zwiększenie liczby cząsteczek w m^3 powietrza). W ten sposób powstanie **wyż atmosferyczny**. Skutkiem różnicy ciśnienia w ośrodkach barycznych jest **wiatr**. Wieje on zawsze z wyżów do niżów atmosferycznych.



Ryc. 3.2. Kierunki ruchu mas powietrza w ośrodkach barycznych są odchylane przez siłę Coriolisa (czytaj: koryolisa) w prawo na półkuli północnej, a w lewo na półkuli południowej.

3.3. Globalna cyrkulacja atmosfery

komórki
cyrkulacyjne

Krążenie powietrza wokół Ziemi spowodowane zróżnicowaniem ciśnienia przy jej powierzchni nazywamy **globalną cyrkulacją atmosfery**. Na każdej z półkul (północnej i południowej) występują po trzy komórki cyrkulacyjne: **Hadleya** (międzyzwrotnikowa), **Ferrela** (między zwrotnikami a kołami podbiegunowymi) i **polarna** (okołobiegunowa). Globalną cyrkulację należy rozpatrywać od komórki Hadleya, ponieważ to obszar okołorównikowy jest najbardziej ogrzany pasem na świecie.

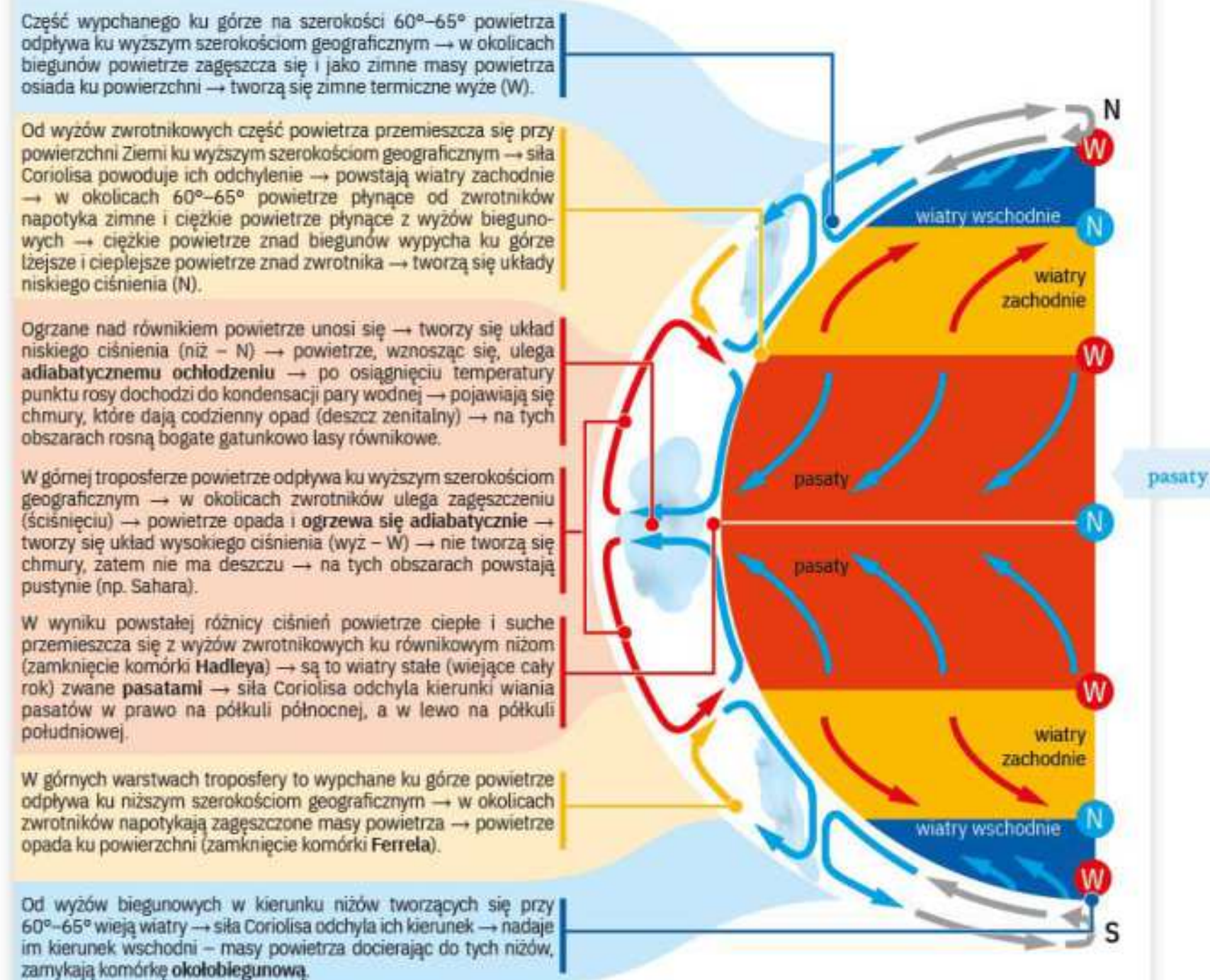
Przemiany adiabatyczne zachodzą podczas pionowych ruchów powietrza. Są to przemiany termiczne, jakim ulega powietrze w trakcie sprężania lub rozprężania (bez wymiany ciepła z otoczeniem). **Gradient wilgotnoadiabatyczny** to miara ochładzania lub ogrzewania powietrza wilgotnego wynosząca $0,6^{\circ}\text{C}$ na 100 metrów. **Gradient suchoadiabatyczny** to miara ochładzania lub ogrzewania powietrza suchego wynosząca 1°C na 100 metrów.

3.4. Cyrkulacja sezonowa i dobowa

Na Ziemi istnieją wiatry, które zmieniają kierunki wiania w cyklu okresowym. Przyczyną ich powstawania są różnice w nagrzewaniu się powierzchni lądowych i morskich.

monsun

Wiatrem zmieniającym swój kierunek w cyklu lato-zima jest **monsun**. W lecie ląd nagrzewa się szybciej, a ogrzane od lądu powietrze unosi się ku górze, tworząc układ niskiego ciśnienia. Nad chłodniejszym po zimie i wolniej nagrzewającym się oceanem tworzy się wyż. **Monson letni** wieje zatem znad oceanu nad ląd, przynosząc obfite opady. Odwrotną sytuację mamy w zimie. Nad ogrzonym



Ryc. 3.3. Globalna cyrkulacja atmosfery.

w czasie lata i wolniej oddającym ciepło oceanem tworzy się niż, a nad szybko wychładzającym się lądem – wyż. **Monsun zimowy** wieje więc znad lądu w kierunku oceanu. Te wiatry tworzą się na skutek kontaktu wielkiego obszaru lądowego (Azja jest największym kontynentem) i oceanu, dlatego występują przede wszystkim w południowej i wschodniej części Azji.

monsun i bryza to wiatry sezonowe

W podobny sposób powstaje **bryza**. Jednak ona zmienia swój kierunek wiania w rytmie dobowym. W ciągu dnia silnie nagrzewa się ląd i nad nim tworzy się niż. Nad wychłodzonym w nocy morzem – w ciągu dnia tworzy się wyż. **Bryza dzienna** wieje z morza nad ląd. Z sytuacją odwrotną mamy do czynienia w nocy. Nad szybko wychładzającym się lądem tworzy się wyż, a nad ogrzanym w ciągu dnia oceanem – niż. **Bryza nocna** wieje z lądu nad morze. Bryzę odczuwa się głównie latem.



Tab. 3.1. Porównanie monsunu i bryzy

Podobieństwa	Różnice
• ta sama przyczyna powstania (różnice w nagrzewaniu się lądu i morza) • oba są czasowo zmienne • monsun letni wieje w kierunku lądu, tak jak bryza dzienna, monsun zimowy wieje w kierunku morza, tak jak bryza nocna	• monsun zmienia kierunek dwa razy w ciągu roku, bryza – w ciągu doby • monsun przynosi obfite deszcze (czasami katastrofalne powodzie), na kilka miesięcy zmienia pogodę, bryza tylko łagodzi upały w dzień • monsun sięga setki kilometrów w głąb kontynentu (regionalny), bryza oddziałuje tylko w wąskim pasie wybrzeża (lokalny) • monsun powstaje w wyniku różnicy nagrzewania wielkiego kontynentu z oceanem, bryza może się tworzyć również nad morzami czy dużymi jeziorami

3.5. Wiatry lokalne – piękno, potęga i groza

Różnice ciśnienia atmosferycznego doprowadzają do powstania wielu różnych wiatrów. Wśród najważniejszych należy wymienić: cyklony, tornada oraz fen, w Polsce zwany wiatrem halnym.

cyklon



Ryc. 3.4. Cyklony tropikalne tworzą potężne wiry powietrza. Oglądane z pokładu stacji kosmicznej cechują się niezwykłym pięknem.

Cyklony tropikalne (występujące w Azji Południowej, np. w Indiach) zwane również **huraganami** (w rejonie Zatoki Meksykańskiej) lub **tajfunami** (we wschodniej Azji, np. w Japonii) tworzą się w strefie międzyzwrotnikowej nad obszarami oceanicznymi, gdzie wody osiągną temperaturę powyżej 26°C. Powstają wówczas ośrodki niskiego ciśnienia, które mogą przekształcić się w ogromne wiry powietrza o średnicy często przekraczającej 300 km. W centrum cyklonu znajduje się tzw. oko cyklonu. Panuje w nim bardzo niskie ciśnienie, prawie całkowity brak wiatru i prawie bezchmurne niebo. Wokół cyklonu wieją

bardzo silne wiatry (o prędkości ponad 100 km/h), tworzą się burzowe i kłębiaste chmury dające obfite opady. Po dotarciu nad ląd cyklon sieje ogromne spustoszenie, szczególnie w strefie wybrzeży, gdzie kilkumetrowe fale zalewają obszary zagospodarowane przez ludzi. Powoduje ofiary w ludziach i ogromne straty w gospodarce. Nad lądem szybko zanika, ponieważ energii dostarcza mu ciepła woda oceanów, której brak nad lądem.

Tornada powstają w wyniku zderzenia ciepłych i wilgotnych mas powietrza z masami powietrza chłodnymi i suchymi. U podstawy potężnych chmur *cumulonimbus* formują się zwężające ku dołowi leje. Wewnątrz leja panuje nawet o 100 hPa niższe ciśnienie niż na zewnątrz. Średnice lejów trąb powietrznych najczęściej sięgają od kilkudziesięciu do kilkuset metrów. Wiatry mogą w nich dochodzić do



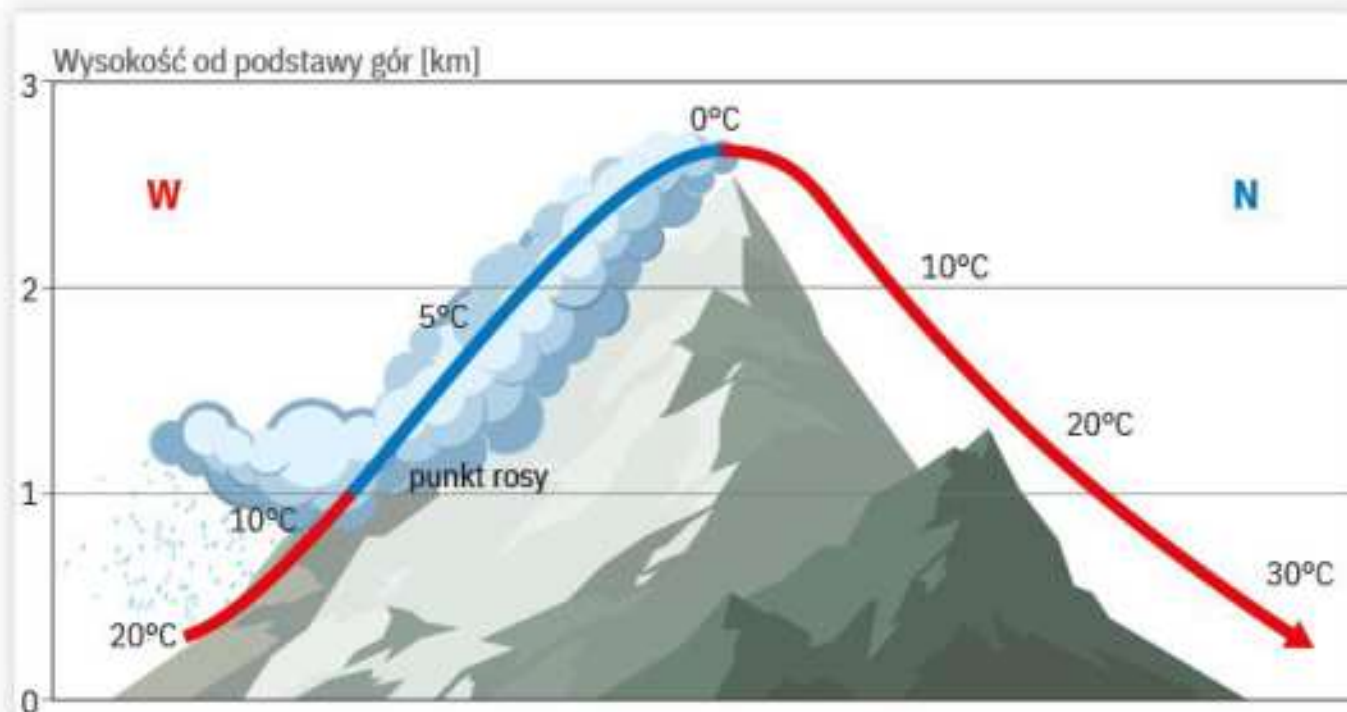
prędkości 400 km/h, dlatego tornada powodują ogromne zniszczenia. Najczęściej występują nad środkową częścią Stanów Zjednoczonych (od Teksasu do Iowa), ponieważ to tutaj ścierają się wilgotne i ciepłe masy powietrza wędrujące znad Zatoki Meksykańskiej z zimnymi i suchymi masami powietrza nadciągającymi znad obszarów okołobiegunowych. Południkowy przebieg wielkich form terenu ułatwia napływ mas powietrza o różnych właściwościach, ich zderzanie się i dynamiczne mieszanie.



Ryc. 3.5. Łowcy **tornad**, oczarowani tymi zjawiskowymi wiatrami, przemierzają tysiące kilometrów, aby uwiecznić te dynamiczne wiry. Niektórzy swoją fascynację przypłacają życiem.

Znanym lokalnym wiatrem w Polsce jest **halny** (fen). Powstaje w wyniku zróżnicowania ciśnienia atmosferycznego po dwóch stronach pasma górskiego. Od strony dowietrznej tworzy się wyż, a po zawietrznej – niż. Dochodzi do wymuszonego ruchu powietrza ku górze w celu pokonania bariery górskiej. Po stronie dowietrznej unoszące się powietrze ulega ochłodzeniu wilgotnoadiabaticznemu (spadek temperatury powietrza o $0,6^{\circ}\text{C}$ na każde 100 m wysokości), co powoduje przekroczenie temperatury punktu rosy i powstanie chmur dających obfite opady. Po drugiej stronie powietrze gwałtownie opada jako suche, ogrzewa się suchoadiabatycznie (wzrost temperatury powietrza o 1°C na 100 m). Halny jest więc wiatrem porywistym, suchym i ciepłym. Powoduje szybkie topnienie śniegu, co jest niekorzystne w sezonie narciarskim.

fen (halny)

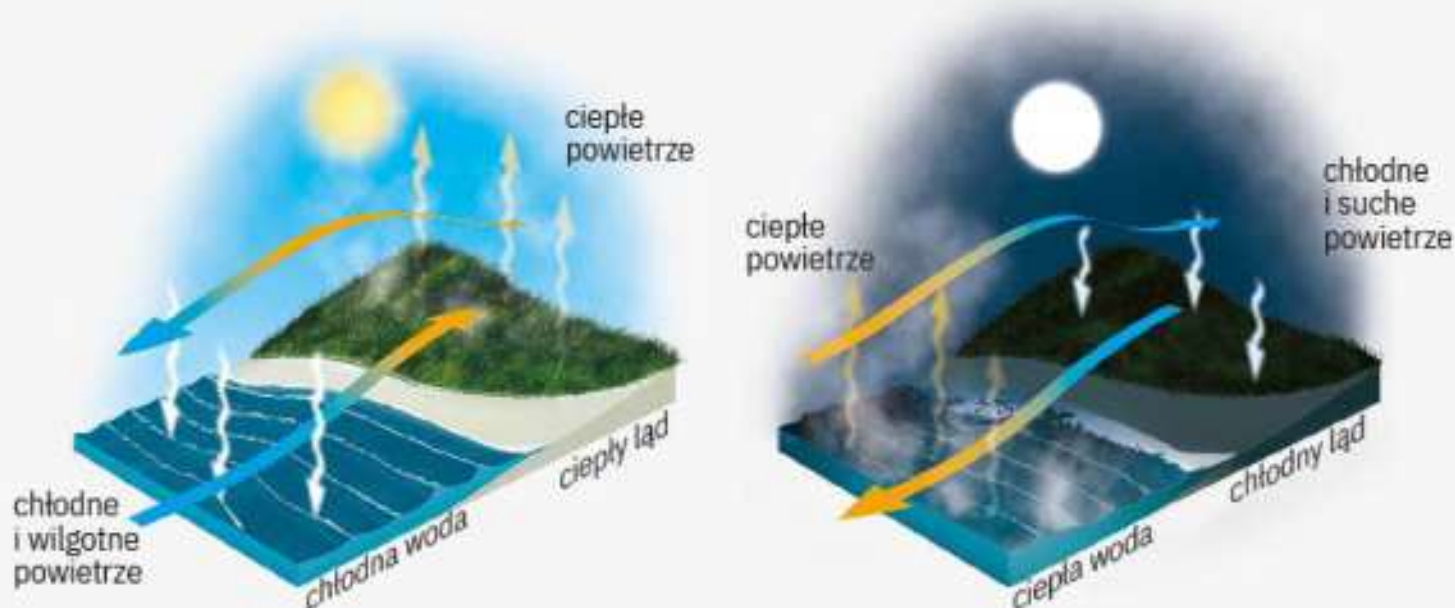


Ryc. 3.6. Fen jest wiatrem ciepłym i suchym. W zimie sprawia, że śnieg sublimuje i topnieje. Szybko znikająca pokrywa śnieżna uniemożliwia uprawianie sportów zimowych, a właściciele wyciągów narciarskich naraża na duże straty finansowe.



ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Na rysunku przedstawiono jeden z wiatrów. Podaj jego nazwę i wskaż dwie różnice między tym wiatrem a wiatrem o podobnej genezie.



2. Określ, w jakim kierunku geograficznym, uwzględniając siłę Coriolisa, wirują cyklony tropikalne na półkuli północnej, a w jakim – na półkuli południowej.
3. W dostępnych źródłach wyszukaj informację na temat tego, w jaki sposób rybacy wypływający na łodziach żaglowych wykorzystywali i wykorzystują bryzę w czasie wypływania i powrotu z połowów.
4. Wyjaśnij, co należy zrobić, aby poprawnie porównać zmierzone ciśnienie atmosferyczne w Zakopanem, Warszawie i Gdańsku (pomiar wykonano w tym samym czasie).
5. Uzasadnij, że zróżnicowanie oświetlenia i ogrzania powierzchni Ziemi jest motorem napędzającym ogólną cyrkulację atmosfery na kuli ziemskiej.

PODSUMOWANIE LEKCJI

s. 93

Ciśnienie atmosferyczne to nacisk, jaki wywiera słup powietrza na każdą jednostkę powierzchni Ziemi.

s. 94

Różnice ciśnień powodują powstanie wyżów i niżów barycznych. Efektem wyrównywania różnicy ciśnień jest wiatr, który wieje zawsze z wyżów do niżów barycznych.

s. 94

Globalna cyrkulacja atmosfery odbywa się w trzech komórkach cyrkulacyjnych Hadleya, Ferrela i polarnej. Siła Coriolisa powoduje odchylenie kierunków wiania wiatrów w prawo na półkuli północnej, a w lewo na półkuli południowej.

s. 95

Pasaty są wiatrami stałymi, które tworzą się w komórce międzyzwrotnikowej. Wieją od wyżów zwrotnikowych ku równikowi. Są ciepłe i suche.

s. 95

Monsun i bryza to wiatry sezonowe powstające na skutek różnicy w nagrzewaniu się lądu i morza.

s. 96

Cyklony to potężne wiry powietrzne o średnicy dochodzącej do kilkuset kilometrów. Powstają nad ciepłymi oceanami.

s. 97

Halny (fen) to wiatr powstający podczas przechodzenia powietrza przez pasmo górskie. To porywisty, gwałtowny, suchy i ciepły wiatr.



4. Prognozowanie pogody. Mapa synoptyczna

NA TEJ LEKCJI:

- uzasadnisz, dlaczego prognozowanie pogody jest ważne dla życia i gospodarczej działalności człowieka;
- poznasz, w jaki sposób prowadzi się pomiary meteorologiczne;
- nauczysz się czytać i interpretować mapę synoptyczną;
- będziesz przewidywać zmiany pogody na podstawie własnych obserwacji.

4.1. Od pomiaru do prognozy

Prognoza pogody to określenie przyszłego, najbardziej prawdopodobnego stanu pogody w danym miejscu lub obszarze na podstawie jej stanu obecnego i znajomości praw rządzących procesami atmosferycznymi. Ma ona ogromne znaczenie w życiu codziennym człowieka i działalności gospodarczej. Od tego jest uzależniony sposób ubierania się czy przygotowania się do wyjazdów turystycznych. Również rolnictwo, a szczególnie uprawy roślin, jest ściśle uzależnione od stanów pogody. Podobnie jest z komunikacją – starty i lądowania samolotów w czasie mgły są ogromnie utrudnione, a gołoledź czy intensywne opady śniegu powodują paraliż komunikacji lądowej.

Aby usprawnić system komunikacji światowej – zależny od pogody – utworzono w 1950 roku **Światową Organizację Meteorologiczną**, której członkiem od samego początku jest Polska. Dzięki tej organizacji pomiary meteorologiczne są na wszystkich obszarach spójne. Państwa członkowskie wymieniają się zbieranymi informacjami i prognozami oraz odpowiednio wcześniej powiadamiają mieszkańców o przewidywanych niebezpieczeństwach.

Pomiarów stanu atmosfery dokonuje się poprzez stacje naziemne, aerologiczne (np. balony meteorologiczne), stacje na samolotach, radarowe, stacje odbioru danych satelitarnych, urządzenia pomiarowe umieszczane na bojach zakotwiczonych i bojach dryfujących na morzu, a także na statkach i platformach morskich. W stacjach naziemnych podstawowe przyrządy do pomiaru temperatury i wilgotności powietrza są umieszczone w **klatce meteorologicznej**. Jest to drewniana szafka o żaluzjowych ścianach, pomalowana na biało, z drzwiczkami skierowanymi na północ. Klatkę umieszcza się na wysokości 2 metrów nad poziomem gruntu w tzw. ogródku meteorologicznym znajdującym się na terenie wyrównanym i porośniętym trawą. Na terenie ogródka najczęściej umieszcza się także inne przyrządy pomiarowe.

prognozowanie
pogody

klatka
meteorologiczna

Zadanie

Na podstawie posiadanych informacji na temat temperatury, ciśnienia i wiatru wyjaśnij, dlaczego klatka meteorologiczna musi znajdować się ok. 2 metry ponad powierzchnią gruntu.



Ryc. 4.1. Ogródek meteorologiczny.

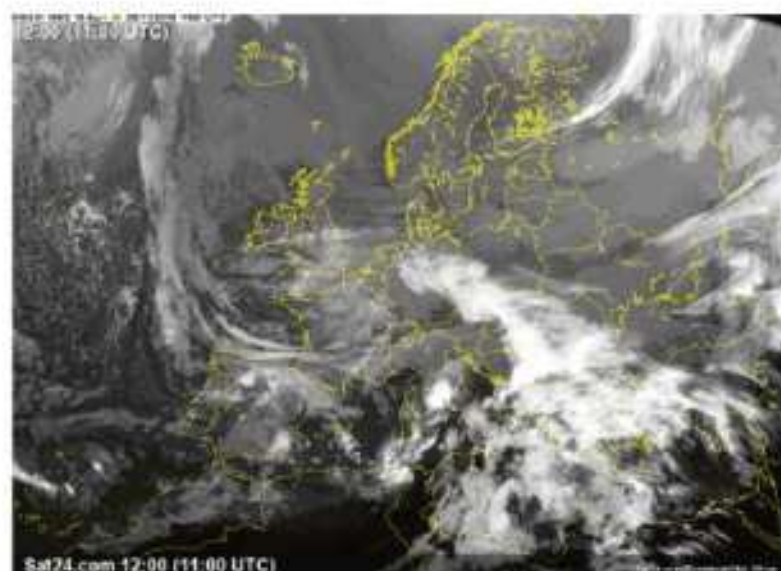
W stacjach meteorologicznych pomiarów dokonuje się co trzy godziny, poczynając od północy (o godz.: 0.00, 3.00, 6.00, 9.00, 12.00, 15.00, 18.00, 21.00 czasu UTC na całym świecie). Na stacjach, w których pomiarów dokonuje się automatycznie, obserwacje są prowadzone co godzinę przez całą dobę. Natomiast na posterunkach meteorologicznych i stacjach niższego rzędu przyrządy pomiarowe odczytuje się trzy razy w ciągu doby (o 6.00, 12.00, 18.00). Na posterunkach meteorologicznych wyposażonych w systemy automatyczne pomiary są przeprowadzane automatycznie (np. co 10 min). Zapisywane są one w pamięci komputera serwisowego i przekazywane do ośrodków monitorowania pogody.

Uzyskane dane z pomiarów i obserwacji meteorologicznych służą synoptykom do tworzenia **map synoptycznych**. Mapy te przedstawiają aktualne warunki synoptyczne panujące na danym obszarze. Analiza tych danych pozwala na opracowanie **prognozy pogody**, czyli przedstawienie przewidywanych zmian, jakie mogą nastąpić w pogodzie w najbliższym czasie.



Przy tworzeniu map pogody wykorzystuje się współcześnie **zdjęcia satelitarne**. Odczytuje się z nich rozmieszczenie frontów atmosferycznych, kierunek ich przemieszczania się czy informacje o tworzących się chmurach.

Na zdjęciach satelitarnych dobrze widoczne są chmury. Tworzą się one zazwyczaj na frontach atmosferycznych. Zestawienie następujących po sobie zdjęć pozwala synoptykom na wskazanie kierunków przemieszczania się frontów atmosferycznych i prognozowanie zmian.



Ryc. 4.2. Zdjęcie satelitarne chmur nad Europą.

Prognozy dzielimy ze względu na czas, dla którego tworzy się prognozy, na:

- natychmiastowe tworzone na okres do 2 godzin,
- ultrakrótkoterminowe obejmujące 2–12 godzin,
- krótkoterminowe na czas 12–72 godzin,
- średnioterminowe na zakres 72–240 godzin,
- długoterminowe dotyczące ponad 10 dni.

prognoza pogody

Współczesne prognozy krótkoterminowe sprawdzają się w około 90%. Dłuższe niż na 3 dni mają sprawdzalność rzędu 70%.

4.2. Analiza mapy synoptycznej

W Polsce organizacją służby hydrologiczno-meteorologicznej zajmuje się Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMI GW). Posługuje się on przy podawaniu prognozy pogody i analizie mapy synoptycznej następującymi określeniami:

Zachmurzenie – oznacza stopień pokrycia nieba przez chmury; określany jest przy użyciu skali oktantowej (0–8).

Często stosuje się też skalę od 0–10, gdzie 0 oznacza niebo bezchmurne, 5 – zachmurzenie umiarkowane, a 10 to całkowite zachmurzenie. **Do opisowej charakterystyki zachmurzenia stosuje się następujące terminy:**

- **przejaśnienia** – chwilami występują małe przerwy w jednolitej warstwie zachmurzenia dużego;
- **większe przejaśnienia** – zachmurzenie duże maleje okresami do umiarkowanego;
- **rozpogodzenia** – zachmurzenie duże maleje okresami do zachmurzenia małego lub bezchmurnego nieba.

Tab. 4.1. Skala zachmurzenia

Skala	Zachmurzenie
0/8 pokrycia nieba	bezchmurnie
1/8 do 2/8	zachmurzenie małe
3/8 do 5/8	zachmurzenie umiarkowane
6/8 do 7/8	zachmurzenie duże
8/8	zachmurzenie całkowite



Wysokość opadu – grubość warstwy wody pochodzącej z opadów, jaka powstałaby na poziomej powierzchni podłoża; wyraża się w mm/dobę lub litr/m^2 (deszcz) oraz w cm/dobę (śnieg).

Tab. 4.2. Wysokość opadu

Deszcz (mm/dobę)	Śnieg (cm/dobę)	Wysokość opadu
0,1–5,0	0,1–2,5	mała
5,1–10,0	2,6–5,0	umiarkowana
10,0–20,0	5,1–10,0	dość duża
>20,0	>10,0	duża

Natężenie (intensywność) opadu – wysokość opadu przypadająca na jednostkę czasu; wyraża się w mm/h (deszcz) lub w cm/h (śnieg).

Tab. 4.3. Natężenie (intensywność) opadu

Deszcz (mm/h)	Śnieg (cm/h)	Natężenie opadu
0,0–2,0	0,0–1,0	słabe
2,1–5,0	1,1–3,0	umiarkowane
5,1–10,0	5,1–10,0	silne
10,1–20,0	–	deszcz ulewny
>20,1	–	deszcz nawalny, silna ulewa

Prędkość wiatru – poziomy ruch powietrza względem powierzchni Ziemi; podaje się ją w m/s lub km/h.

Tab. 4.4. Prędkość wiatru

Prędkość wiatru m/s	Prędkość wiatru w km/h	Wiatr
0,0–0,2	<1	cisza
0,3–3,9	1,0–13,9	słaby
4,0–6,9	14,0–24,9	umiarkowany
7,0–10,9	25,0–39,9	dość silny
11,0–13,9	40,0–49,9	silny
14,0–19,9	50,0–75,9	bardzo silny
20,0–29,9	76,0–117,9	wichura
>30	>118	huragan

Stosowane określenia dotyczące **zmienności w czasie i przestrzeni** prognozowanych elementów pogody to:

- okresami – przy powtarzalności zjawiska w okresie ważności prognozy zjawisko występuje z przerwami;
- przejściowo – w pewnym okresie w czasie ważności prognozy;
- stopniowo – przy zmianach równomiernych w określonym czasie.

Analizując mapę pogody, możemy odczytać **aktualną pogodę** na danym obszarze. Mając jednak wiedzę na temat procesów i zjawisk zachodzących w troposferze oraz



danych umieszczonych na mapie synoptycznej, można przygotować **krótkoterminową prognozę pogody**. Oprócz przedstawionych wcześniej elementów pogody, takich jak: zachmurzenie, wielkość i natężenie opadów, prędkość i kierunek wiatru, określamy również: temperaturę powietrza, wysokość ciśnienia atmosferycznego i kierunek przemieszczania się układów barycznych, przebieg i kierunek przemieszczania się frontów atmosferycznych, określenie cech mas powietrza zalegających na danym obszarze (np. morskie, lądowe) oraz innych zjawisk atmosferycznych.

Fronty atmosferyczne to granice między masami powietrza o różnych właściwościach.

fronty
atmosferyczne

Tab. 4.5. Fronty atmosferyczne

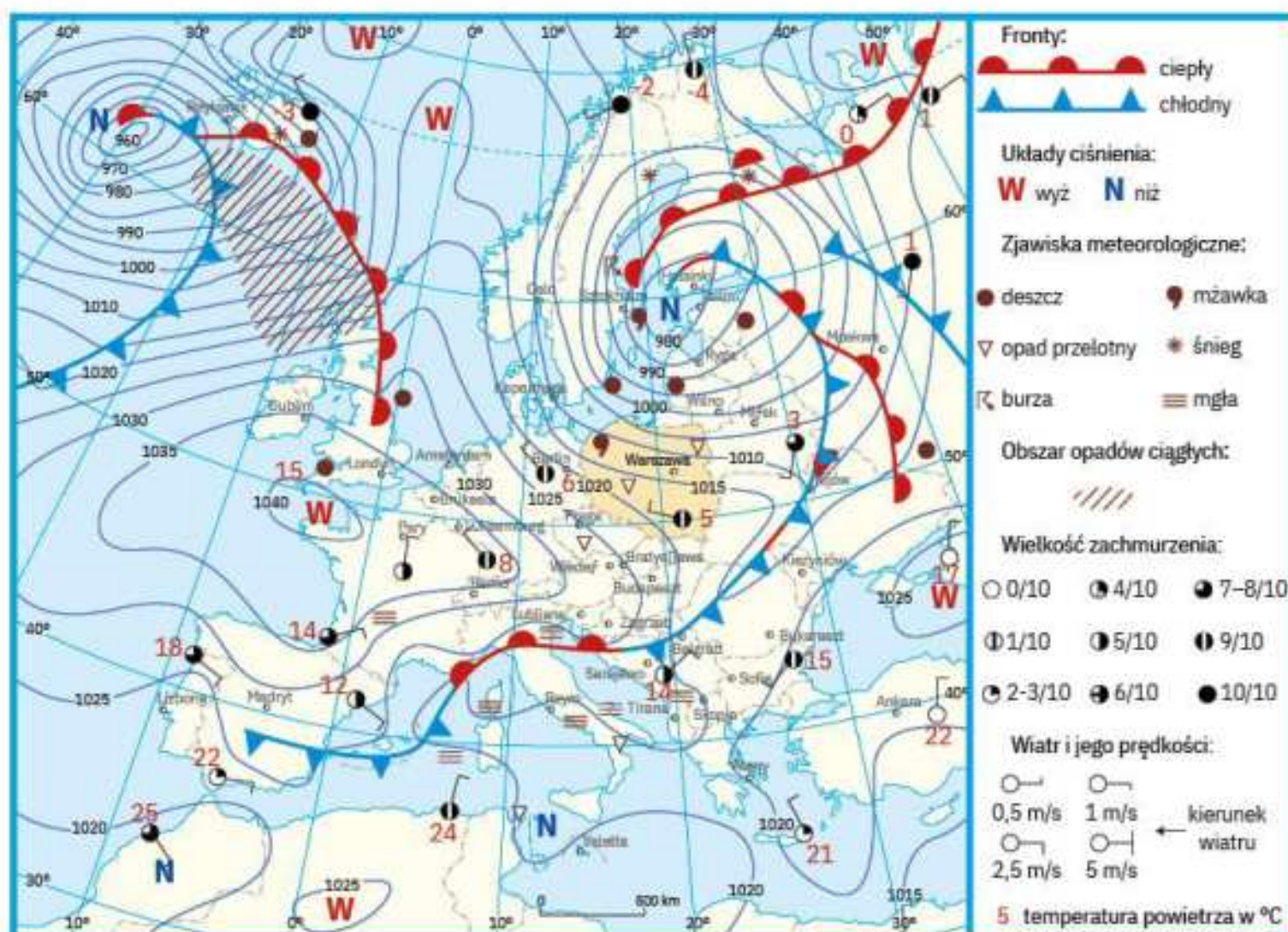
Rodzaj frontu	Schemat frontu	Oznaczenie na mapie synoptycznej
Ciepley – tworzy się, gdy przesuwa się masa powietrza ciepłego (lżejszego) napotyka na swej drodze masę chłodniejszą (cięższą). Wówczas to lżejsze powietrze unosi się nad cięższym.		
Chłodny (zimny) – tworzy się, gdy masa przesuwanego się powietrza chłodnego (cięższego) wypiera masę powietrza ciepłego (lżejszego).		
Zokludowany – tworzy się, gdy front zimny (przemierzający się zazwyczaj szybciej) dogoni front ciepły. Powietrze ciepłe zostaje wyparte ku górze i nie styka się z powierzchnią Ziemi.		

Krok po kroku

Analiza mapy synoptycznej. Prognozowanie pogody

analiza mapy
synoptycznej

Na podstawie mapy synoptycznej przedstaw stan pogody w danej chwili w Warszawie oraz podaj, jakie zmiany nastąpią w pogodzie w tym mieście w najbliższym czasie.



1. Odszukaj na mapie Warszawę, a następnie zwróć uwagę na oznaczenia, które zastosowano w legendzie mapy.
2. Dla Warszawy nie podano konkretnych informacji na temat stanu pogody. Możesz odczytać je z okolicznych miejscowości lub obszarów.
3. Zaczynij od przedstawienia temperatury powietrza. Temperatura wynosi: w Berlinie 6°C, na południu Polski 5°C, w okolicach Mińska 3°C, a na północy Europy -2°C. Możesz zatem wyciągnąć wniosek, że w miarę przesuwania się w kierunku północno-wschodnim, temperatura powietrza spada. Przypomnij sobie zasadę interpolacji. W Warszawie jest zatem ok. 4°C.
4. Określ wielkość ciśnienia atmosferycznego. Izobary są poprowadzone co 5 hPa. Na południe od Warszawy przebiega izobara 1015 hPa, a na północ - 1010 hPa. Na północy jest rozbudowany rozległy układ niżowy. Zatem w kierunku północnym ciśnienie spada. Zgodnie z zasadą interpolacji ciśnienie w Warszawie wynosi około 1013 hPa.



5. Na podstawie mapy bez problemu określisz wielkość zachmurzenia. Zwróć uwagę, że nie zastosowano tutaj skali oktanowej, tylko skalę dziesiętną. Na południu Polski zachmurzenie wynosi 9/10, a w miarę przesuwania się na północ rośnie do pełnego (10/10). W Warszawie jest zatem zachmurzenie całkowite.
6. Kierunek i prędkość wiatru określ, porównując kierunek wiatru w Berlinie, na południu Polski i w okolicach Mińska. Zwróć uwagę, że linia prowadząca do kółka wskazuje na to, skąd i dokąd wieje wiatr – wiedząc, skąd wieje, określisz kierunek wiatru. Kierunki te najczęściej nawiązują również do przebiegu izobar. Kierunek wiania wiatru jest zatem taki sam, jak na południu Polski – zachodni. Jego prędkość to ok. 2,5 m/s.
7. Wyszukaj inne zjawiska atmosferyczne, które pojawiły się w danym momencie w Warszawie. W mieście występują przelotne opady.
8. W celu prognozowania pogody zwróć uwagę na rozkład układów barycznych, przebieg frontów atmosferycznych i kierunki wiatrów. Na zachodzie rozbudował się wyż atmosferyczny, a nad Morzem Bałtyckim – niż atmosferyczny. Wieje wiatr zachodni. Nad Europą wschodnią przebiega front chłodny przemieszczający się na wschód (kierunek wskazuje ułożenie trójkątów na froncie). Nad Wielką Brytanią powstał front ciepły przemieszczający się na wschód.

Zmiany, jakie nastąpią w pogodzie w Warszawie, to:

- temperatura → wzrośnie
- ciśnienie atmosferyczne → wzrośnie
- zachmurzenie → zmniejszy się
- wiatr → zmieni kierunek i spadnie siła wiatru
- opady atmosferyczne → zmniejszą się i/lub ustąpią.

Tab. 4.6. Zmiana pogody po przejściu frontu atmosferycznego

	chłodnego	ciepłego
Ciśnienie atmosferyczne	najpierw spadnie, potem wzrośnie	stopniowo spada
Prędkość wiatru	wzrasta do porywistego w momencie przechodzenia frontu	początkowo wzrasta, po przejściu frontu maleje
Temperatura	spadnie	wzrasta
Opad	pojawi się z chmur <i>cumulonimbus</i> , mogą powstać opady gradu	jednostajny, długotrwały pojawiający się wraz ze wzrostem zachmurzenia, po przejściu frontu zanika

4.3. Prognozowanie pogody na podstawie własnych obserwacji

Prognozę pogody można także sporządzić samodzielnie na podstawie obserwacji stanów atmosfery oraz prostych, ale regularnych pomiarów temperatury. Obserwowane zjawiska prowadzą do opisywanych na następnej stronie zmian.



O pogorszeniu pogody świadczy:

- szybszy wzrost temperatury powietrza wieczorem,
- pojawienie się chmur *cirrus*,
- pomarańczowe niebo po zachodzie Słońca,
- czerwona tarcza Księżyca → możliwość pojawienia się silnego wiatru, zmiana pogody,
- wzrost siły wiatru pod wieczór i w nocy,
- Słońce wschodzące nad ławicą chmur,
- bardzo dobra słyszalność dźwięku,
- spadek temperatury powietrza w miesiącach letnich, wzrost w miesiącach zimowych.

Pogodę deszczową zapowiadają:

- szybki wzrost temperatury i wilgotności powietrza latem → opady i burze latem,
- białawe niebo w ciągu dnia → nadciągające opady,
- czerwone niebo o wschodzie Słońca → nadejście opadów,
- szybko przesuwające się po niebie chmury kłębiaste → opady o dużym natężeniu lub burza,
- rozbudowane chmury *cumulonimbus* → gwałtowny wiatr, burze, intensywne, ale krótkie opady, grad.

Poprawę pogody zwiastują:

- wzrost temperatury powietrza w miesiącach letnich, a spadek w miesiącach zimowych,
- wschód Słońca na czystym niebie,
- zachód Słońca przy różowym niebie (również zachmurzonym),
- złotawa barwa nieba po zachodzie Słońca,
- słaba słyszalność dźwięku,
- pionowa smuga dymu unosząca się ku górze,
- zanikanie wieczorem chmur kłębiastych,
- obfita rosa rano i wieczorem,
- mgła opadająca nad ranem,
- jasny, czysty wschodzący Księżyc,
- silne i regularne bryzy latem.

W przypadku, gdy mamy możliwość systematycznego pomiaru ciśnienia i obserwujemy:

- regularny spadek ciśnienia – następuje pogorszenie pogody,
- stały wzrost ciśnienia – następuje poprawa pogody.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Wskaż różnicę między termometrem a termografem oraz między barometrem a barografem.
2. Na podstawie własnych obserwacji opisz aktualny stan pogody. Jakie mogą nastąpić w niej zmiany w najbliższym czasie? Zastosuj terminologię stosowaną w IMiGW.
3. Uzasadnij, że zasada interpolacji przy interpretacji treści mapy synoptycznej jest ważna przy określaniu stanów pogody mniejszych miejscowości.
4. Wyjaśnij, dlaczego znajomość kierunku przemieszczania się frontów atmosferycznych jest tak ważna.



5. Jaka będzie pogoda następnego dnia, jeżeli zimą temperatura powietrza spada, zwiększa się ciśnienie atmosferyczne, jest słaba słyszalność dźwięku, a dym nad kominami unosi się pionowo?
6. Na podstawie dostępnych stron internetowych (np. <http://pogodynka.pl/>; <https://www.accuweather.com>; <https://www.weatheronline.pl/>) przedstaw zmiany w pogodzie, jakie nastąpią w ciągu najbliższych 24 godzin w miejscowości, w której znajduje się twoja szkoła.

PODSUMOWANIE LEKCJI

Prognozowanie pogody to określenie stanu atmosfery w przyszłości. Prognozowanie pogody służy naszemu codziennemu życiu, jak również gospodarczej działalności człowieka.

s. 99

Pomiarów stanu atmosfery dokonuje się zarówno na ziemi, wodzie, jak i w powietrzu. Do pomiarów na lądzie służą przyrządy umieszczone w klatce meteorologicznej, np.: termometr (termograf), barometr (barograf), higrometr (higrograf).

s. 99

Mapy synoptyczne ukazują aktualny stan pogody. Na jej podstawie prognozujemy stany pogody.

s. 100

Najczęściej korzystamy z prognozy krótkoterminowej o wysokim prawdopodobieństwie sprawdzalności. Im prognoza dłuższa, tym sprawdzalność pogody mniejsza.

s. 101

Analizując mapę synoptyczną kontynentu i chcąc prognozować pogodę dla danej miejscowości na podstawie tej mapy, należy odnieść się do stanów pogody na obszarach sąsiadujących z daną miejscowością.

s. 104

Znajomość przebiegu i przemieszczania się frontów atmosferycznych jest ważna dla synoptyków, ponieważ informuje ich o zmianach stanów pogody.

s. 103

Na podstawie własnych obserwacji stanów atmosfery i pomiarów temperatury powietrza można prognozować zmiany pogody.

s. 106

5. Klimaty kuli ziemskiej

NA TEJ LEKCJI:

- utrwalisz wiadomości na temat czynników kształtujących klimat na Ziemi;
- poznasz strefy i typy klimatów na kuli ziemskiej;
- rozpoznasz daną strefę klimatyczną i typ klimatu na podstawie klimatogramu;
- przedstawisz cechy klimatu regionu, w którym mieszkasz.



5.1. Czynniki klimatotwórcze

Klimat na Ziemi jest kształtowany przez współdziałanie trzech głównych procesów klimatycznych: obiegu ciepła, cyrkulacji mas powietrza i krążenia wody. O czynni-



kach kształtujących **temperaturę** mas powietrza Ziemi oraz warunkujących wielkość **opadów** w poszczególnych miejscach naszej planety była już mowa w poprzednich rozdziałach. Tymi **czynnikami klimatotwórczymi** są:

- **szerokość geograficzna** – warunkuje dopływ energii słonecznej do powierzchni Ziemi;
- **rozkład lądów i oceanów** – kształtuje morskie i lądowe typy klimatów;
- **ukształtowanie powierzchni** – wpływa na spadek temperatury wraz z wysokością, ale również ułatwia lub utrudnia napływ mas powietrza nad dane obszary;
- **prądy morskie** (ciepłe lub zimne) – modyfikują przebieg temperatur i wielkość opadów na obszarach przybrzeżnych;
- **rodzaj podłoża i szata roślinna** – kształtuje albedo, a przez to rozkład temperatur i opadów;
- **działalność człowieka** – powoduje np. powstanie specyficznego klimatu miejskiego.

Czynniki, które są powiązane z szerokością geograficzną, układem szaty roślinnej i typem podłoża (np. gleby), nazywamy czynnikami **strefowymi**. Pozostałe, jak rozkład lądów i oceanów, przebieg pasm górskich, prądy morskie czy działalność człowieka, to czynniki **astrefowe** zaburzające regularny przebieg stref klimatycznych warunkowanych dopływem energii słonecznej do powierzchni Ziemi.

5.2. Strefy i typy klimatów

Na mapie świata ilustrującej klimaty kuli ziemskiej widzimy, że układają się one strefowo, tworząc równoległe pasy po obu stronach równika. U wybrzeży mórz i oceanów oraz tam, gdzie występują rozległe pasma górskie, obserwujemy wyraźne odstępstwa od równoleżnikowego układu stref klimatycznych. W ten właśnie sposób czynniki astrefowe modyfikują ich przebieg.

Strefa klimatyczna – pas z charakterystycznym dla niego układem elementów klimatu, jak temperatura powietrza, opad, ciśnienie atmosferyczne.

Typ klimatu – występuje w obrębie strefy klimatycznej, został wydzielony na podstawie zróżnicowania wielkości i przebiegu opadów atmosferycznych.

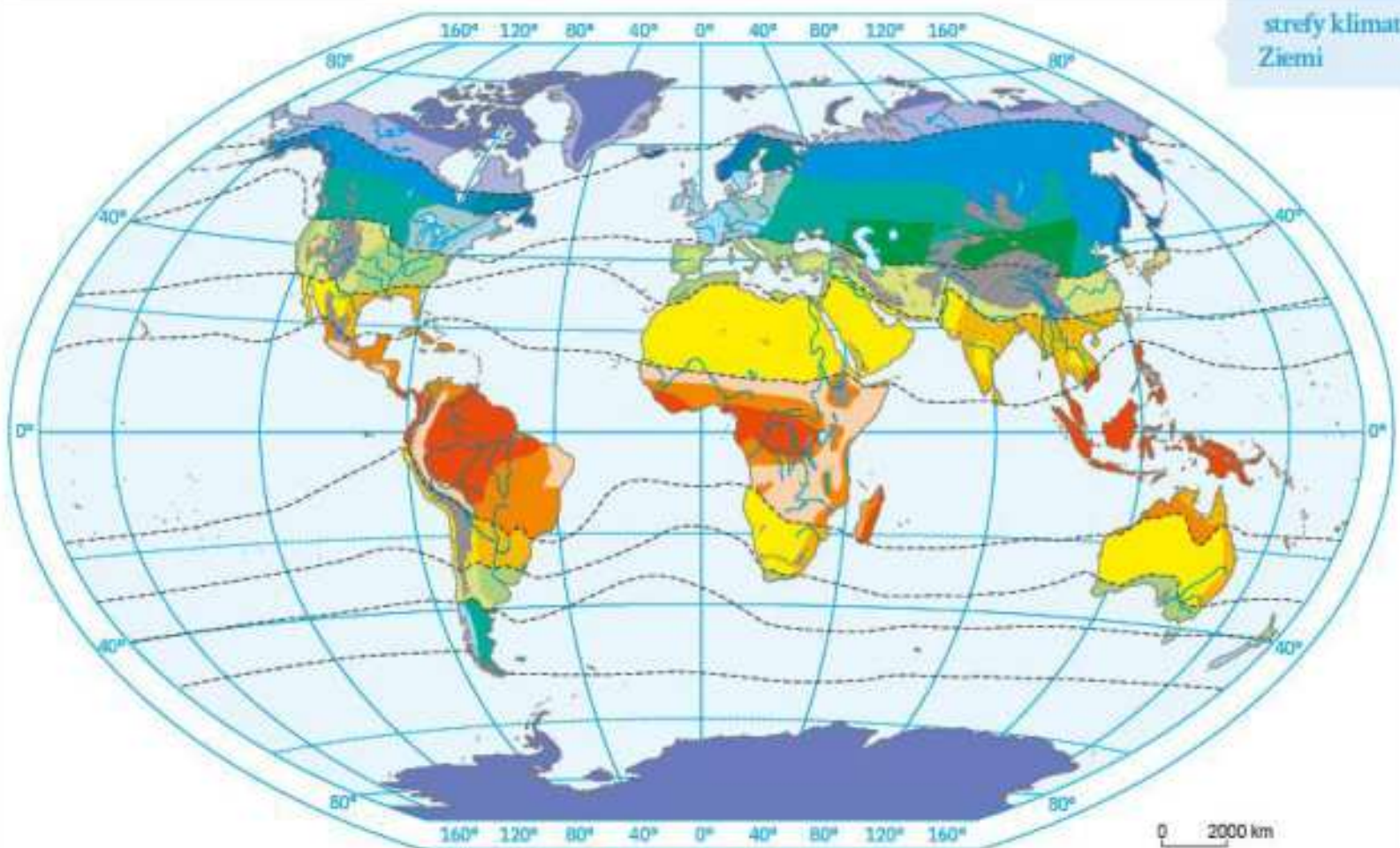
Klimatogram – złożony wykres wskazujący średnie temperatury miesięcy i średnie opady atmosferyczne w poszczególnych miesiącach.

Podstawą utworzenia omawianej klasyfikacji klimatycznej (utworzonej przez Wincentego Okołowicza) są wielkość i przebieg temperatury powietrza oraz wielkość i okres występowania opadów atmosferycznych.



Jak czytać klimatogram?

klimatogram



Strefa klimatów równikowych
 równikowy (wybitnie wilgotny)
 podrównikowy wilgotny
 podrównikowy suchy

Strefa klimatów zwrotnikowych
 wilgotny/odmiana monsunowa
 suchy

Strefa klimatów podzwrotnikowych
 morski (wilgotny)
 kontynentalny (suchy)

Strefa klimatów umiarkowanych
 ciepły morski
 ciepły przejściowy
 ciepły kontynentalny (suchy)
 ciepły kontynentalny (skrajnie suchy)
 chłodny morski
 chłodny przejściowy
 chłodny kontynentalny

Strefa klimatów okołobiegunowych
 subpolarny
 polarny

Klimaty astrefowe
 klimat górski i wyzynny

Ryc. 5.1. Strefy klimatyczne świata (wg W. Okołowicza).



Strefa klimatów równikowych

temperatura powietrza:

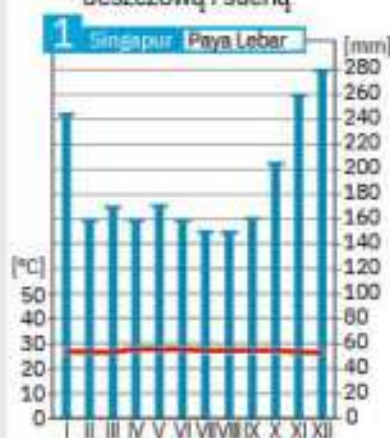
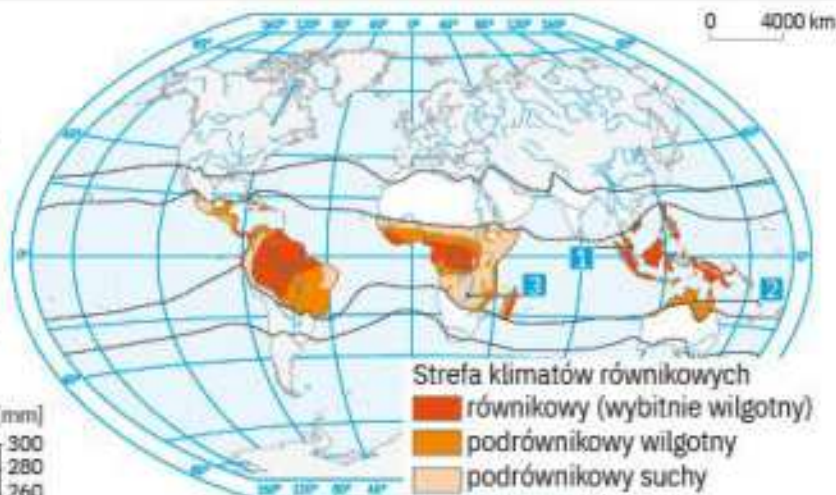
- średnia roczna powyżej 20°C
- mała amplituda temperatury rosnąca w miarę zbliżania się do zwrotników (2°C–10°C)

opady:

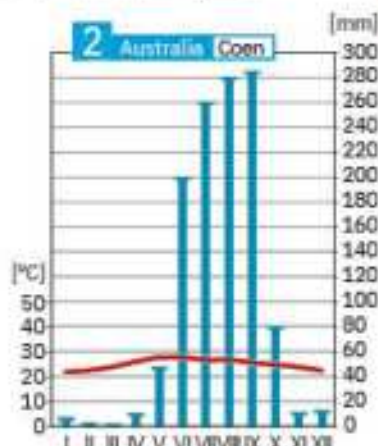
- największe opady przy zenitalnym położeniu Słońca; im dalej od równika, tym mniejsza ilość opadów

pory roku:

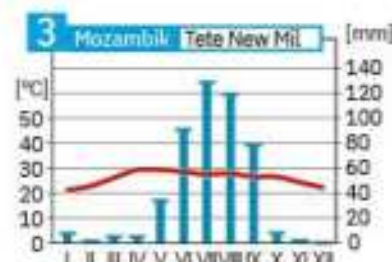
- wyznaczone na podstawie rocznego przebiegu temperatury; od całorocznych opadów zenitalnych po wyraźną porę deszczową i suchą



wilgotny – średnia roczna temperatura powyżej 20°C; roczna amplituda temperatury poniżej 5°C; całoroczne opady powyżej 2000 mm



podrównikowy wilgotny – średnia roczna temperatura powyżej 20°C; roczna amplituda temperatury poniżej 10°C; opady poniżej 2000 mm ograniczone do jednej lub dwóch pór deszczowych



podrównikowy suchy – średnia roczna temperatura powyżej 20°C; roczna amplituda temperatury poniżej 10°C; opady 500–1000 mm ograniczone do jednej pory deszczowej

Strefa klimatów zwrotnikowych

temperatura powietrza:

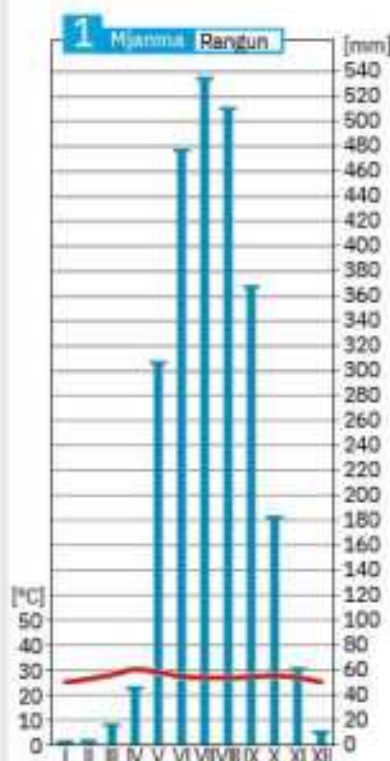
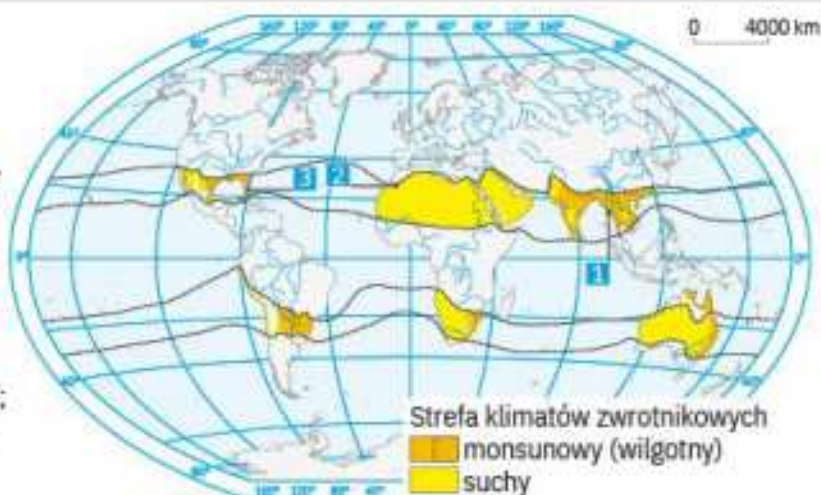
- średnia roczna powyżej 20°C, ale średnia najchłodniejszych miesięcy ponad 10°C, a najcieplejszych powyżej 30°C
- duże dobowe amplitudy temperatury

opady:

- pojawiają się w półroczu letnim, w klimatach suchych; sporadycznie lub ich brak

pory roku:

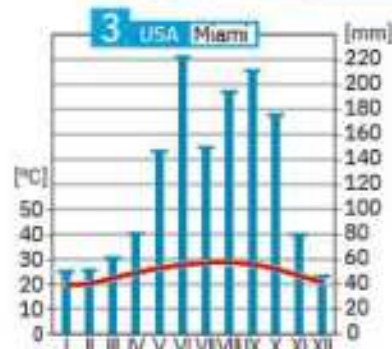
- w klimacie wilgotnym i odmianie monsunowej wyznaczone opadami, w klimatach suchych temperaturą



zwrotnikowy pośredni – odmiana monsunowa – brak opadów w miesiącach zimowych (monsun zimowy) i obfite opady letnie – ponad 2000 mm (najobfitsze opady związane z monsunem letnim)



zwrotnikowy suchy i skrajnie suchy – sporadyczne opady (nawet raz na kilka lat), duże dobowe amplitudy temperatury (nawet do 30°C)



zwrotnikowy wilgotny (morski) – ciepłe zimy i mniejsze opady; duże opady letnie związane z napływem morskich mas powietrza (1000–2000 mm)



Strefa klimatów podzwrotnikowych

temperatura powietrza:

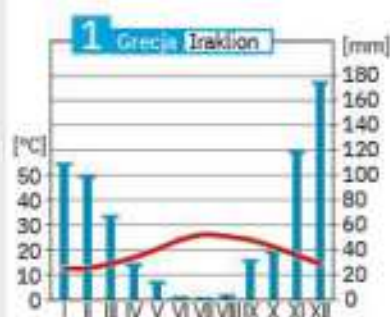
- średnia roczna 10°C – 20°C , średnia najchłodniejszego miesiąca od 10°C w klimatach morskich, a około 0°C i poniżej w klimatach kontynentalnych

opady:

- pojawiają się w półroczu chłodnym (w odmianach monsunowych latem)

pory roku:

- określone rocznym przebiegiem temperatury i opadów



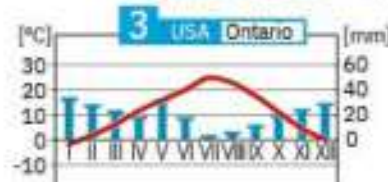
podzwrotnikowy morski (śródziemnomorski)

– średnia roczna temperatura ponad 15°C , gorące lata i łagodne zimy (temperatura nie spada poniżej 10°C); roczna suma opadów od 500–900 mm, opady przeważają zimą



podzwrotnikowy pośredni (i kontynentalny suchy)

– lata bardzo gorące (ponad 30°C), zimy z temperaturami od 10°C do 0°C , z dużymi dobowymi i rocznymi wahaniami temperatury, niewielkimi opadami (głównie zimą)



podzwrotnikowy kontynentalny (skrajnie suchy)

– bardzo gorące lata (ponad 30°C) i zimy z temperaturą najchłodniejszego miesiąca poniżej 0°C ; duże dobowe i roczne wahania temperatury, opadów brak lub są niewielkie

Strefa klimatów umiarkowanych ciepłych

temperatura powietrza:

- średnia roczna temperatura od 0°C do 10°C
- roczne amplitudy temperatury wzrastają wraz z przesuwaniem się w głąb kontynentu

opady:

- całoroczne z przewagą letnich

pory roku:

- określone przebiegiem temperatury, wyraźnie zaznaczone cztery pory roku



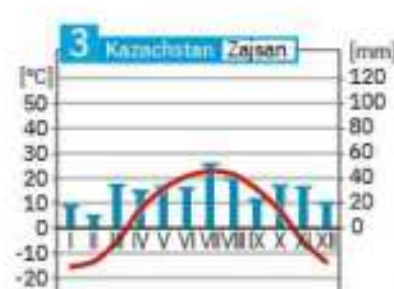
umiarkowany ciepły morski

– lata chłodne z temperaturą najcieplejszego miesiąca powyżej 15°C i ciepłymi zimami z temperaturą najchłodniejszego miesiąca do 0°C , niewielkie amplitudy roczne, nieprzekraczające 20°C , opady całoroczne wyrównane lub z przewagą jesienno-zimowych pomiędzy 500–1000 mm



umiarkowany ciepły przejściowy

– duża zmienność pogody w zależności od kierunku napływu masy powietrza, temperatura najcieplejszego miesiąca ok. 20°C , najchłodniejszego między 0°C a -10°C , amplitudy roczne przekraczają 20°C , opady w wysokości 600–800 mm rocznie z przewagą w lecie



umiarkowany ciepły kontynentalny

– gorące lata, średnia temperatura najcieplejszego miesiąca powyżej 20°C , a najchłodniejszego poniżej -10°C , duże roczne amplitudy temperatury dochodzące do 45°C , opady niewielkie, 300–500 mm rocznie z przewagą w lecie



Strefa klimatów umiarkowanych chłodnych

temperatura powietrza:

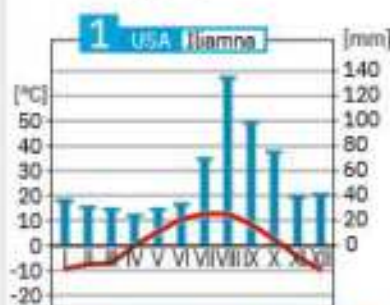
- średnia roczna temperatura wynosi od 0°C do 10°C
- roczne amplitudy temperatur wzrastają wraz z przesuwaniem się w głąb kontynentu

opady:

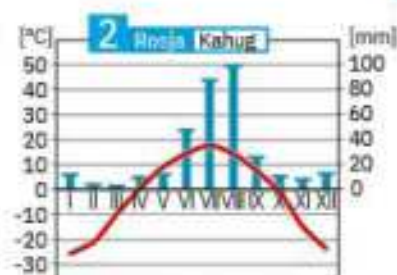
- całoroczne z przewagą letnich

pory roku:

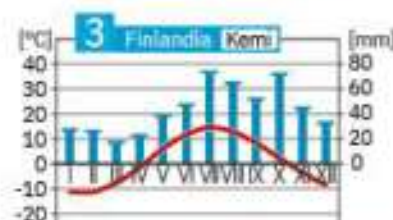
- określone przebiegiem temperatury, wyraźnie zaznaczone cztery pory roku



umiarkowany chłodny morski – średnia temperatura najcieplejszego miesiąca poniżej 15°C (chłodne lata), średnia najchłodniejszego – poniżej 0°C (łagodna zima), roczna amplituda temperatury około 15°C, opady całoroczne 500–1000 mm



umiarkowany chłodny kontynentalny – ze średnimi temperaturami najcieplejszego miesiąca do 20°C (krótkie i ciepłe lato), a najchłodniejszego do -25°C (długie, mroźne zimy), duże roczne amplitudy temperatur przekraczające 45°C, opady niewielkie do 300 mm rocznie z przewagą w lecie



umiarkowany chłodny przejściowy – duża zmienność pogody w zależności od kierunku napływu masy powietrza, temperatura najcieplejszego miesiąca powyżej 15°C, najchłodniejszego – poniżej -10°C, amplitudy roczne temperatury przekraczają 25°C, opady całoroczne 600–800 mm z przewagą letnich

Zadanie

Dokonaj analizy klimatogramów ukazujących typy klimatów w Europie. Zapisz wnioski dotyczące zmian amplitudy temperatury oraz wielkości opadów w miarę przesuwania się w głąb kontynentu.

Strefa klimatów okołobiegunowych

temperatura powietrza:

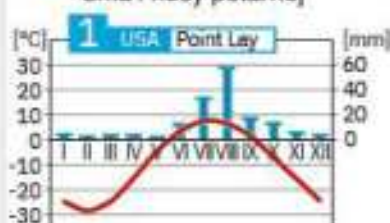
- średnia roczna poniżej 0°C
- średnia najcieplejszego miesiąca poniżej 10°C
- wysokie roczne amplitudy temperatury powietrza (powyżej 30°C)

opady:

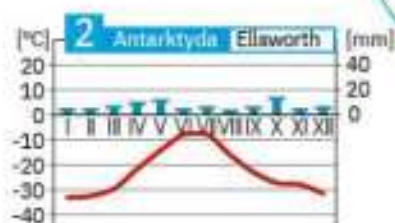
- niewielkie, głównie w postaci śniegu

pory roku:

- określone rocznym przebiegiem temperatury oraz długością dnia i nocy polarnej



subpolarny – temperatura najcieplejszego miesiąca od 10°C do 0°C, roczna suma opadów do 250 mm



polarny – temperatura najcieplejszego miesiąca poniżej 0°C, opady do 150 mm rocznie tylko w postaci śnieżnej (lub brak opadów)

5.3. Klimaty astrefowe – klimat górski i klimaty lokalne

We wszystkich strefach klimatycznych występują góry. Na ich obszarze tworzy się specyficzny **klimat górski** będący przykładem **klimatu astrefowego**. Charakterystyczną cechą klimatu górskiego jest jego piętrowość klimatyczna odznaczająca się spadkiem temperatury i ciśnienia w miarę wzrostu wysokości. Wraz ze spadkiem



temperatury następuje wzrost opadów. Dzieje się tak, ponieważ obniżanie temperatury prowadzi do przekroczenia punktu rosy, kondensacji pary wodnej zawartej w powietrzu i w efekcie powstania opadów. Opady powstają najczęściej po stronie dowietrznej gór, co jest związane z unoszeniem się mas powietrza nad naturalną barierą orograficzną. W najwyższych górach ponad pułapem deszczowych chmur piętra niskiego obserwujemy zjawisko **inwersji opadowej**, czyli zmniejszania się opadów wraz z wysokością. W kotlinach śródgórskich może dojść do zjawiska gravitacyjnego spływu cięższych, chłodnych mas powietrza i wyparcia ku górze mas cieplejszych. Mówimy wtedy o zjawisku **inwersji termicznej**, gdyż następuje odwrócenie zwykłego układu i wraz ze wzrostem wysokości temperatura powietrza rośnie.

inwersja

Inwersja (łac. *inversio* – odwrócenie) – zmiana zwykłego układu na odwrotny, zmiana pewnych cech na cechy im przeciwne.



Ryc. 5.2. Charakterystyczne dla inwersji termicznej są **mgły zaścielające doliny i kotliny górskie**. Opadające z wyższych partii gór masy zimnego, cięższego powietrza wypychają ku górze masy powietrza cieplejszego, lżejszego. Opadające masy powietrza zimnego powodują przekroczenie punktu rosy w położonych niżej obszarach, skroplenie pary wodnej zawartej w powietrzu i powstanie mgieł.

Klimat górskich kotlin, dolin otoczonych szczytami góorskimi ma specyficzne cechy, dlatego często jest nazywany **klimatem lokalnym** (miejscowym, mikroklimatem). Klimat lokalny obejmuje zatem niewielki obszar ograniczony od kilkudziesięciu metrów kwadratowych do kilkudziesięciu kilometrów kwadratowych. Kształtuje się on pod wyraźnym wpływem czynnika lokalnego, takiego jak rodzaj podłoża, jego pokrycie czy działalność człowieka. Mówimy zatem o klimacie lokalnym dla obszarów łąk, pól, lasów, bagien, jezior czy miast.



Ryc. 5.3. Śródleśne łąki cechują się większymi dobowymi wahaniami temperatury niż obszary leśne, ponieważ szybciej nagrzewają się w ciągu dnia, a w nocy prędzej wypromieniowują ciepło.



Ryc. 5.4. Jeziora naturalne i sztuczne zbiorniki wodne zmieniają klimat lokalny otoczenia. Lata są tutaj trochę chłodniejsze, a zimy – cieplejsze. Mniejsze są również dobowe wahania temperatury. Częściej występują nad nimi mgły, zwiększona jest wilgotność powietrza.



Ryc. 5.5. Duże miasta cechują się cieplejszym klimatem niż obszary wiejskie położone na tych samych szerokościach geograficznych. Miejskie wyspy ciepła mają średnią temperaturę roczną nawet o 2°C wyższą od obszarów przyległych. Ciepło emitowane przez zakłady przemysłowe, ogrzewanie domów, samochody powoduje, że notuje się tutaj więcej dni upalnych, mniej dni z przymrozkiem, ale również zwiększone zachmurzenie i opady.



wpływ czynników
lokalnych na
kształtowanie się
klimatu

5.4. Klimat regionu, w którym żyję

Strefowe rozmieszczenie klimatów na kuli ziemskiej oraz różnorodność typów klimatów przekłada się na zróżnicowanie klimatyczne poszczególnych kontynentów i dużych powierzchniowo państw. Jednak i mniejsze państwa, jak Polska, również wykazują zróżnicowanie przestrzenne warunków klimatycznych. Nasz kraj leży w strefie klimatów umiarkowanych ciepłych z typem klimatu przejściowym. Położone na południu góry (Karpaty i Sudety) oraz na północy Morze Bałtyckie wywierają silny wpływ na zróżnicowanie regionalne klimatu. Nakładają się na to jeszcze wpływy Oceanu Atlantyckiego od zachodu i kontynentu azjatyckiego ze wschodu.

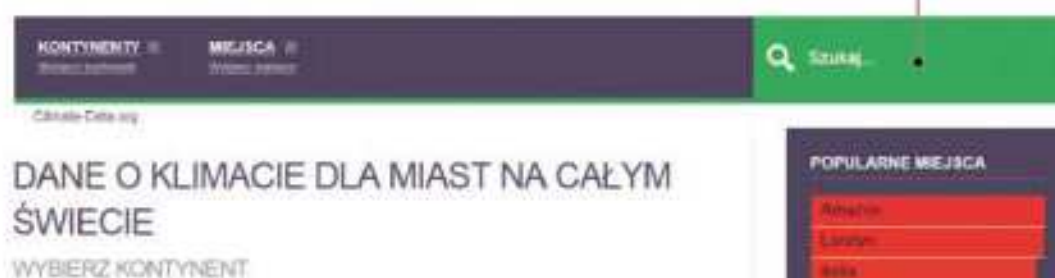
Krok po kroku

Opis elementów klimatu w regionie, w którym żyję

1. Odszukaj region geograficzny, na którego obszarze znajduje się twoja miejscowość.
2. Wymień cechy położenia twojego regionu. Zwróć uwagę na czynniki, które wpływają na kształtowanie lokalnych warunków klimatycznych regionu, w którym żyjesz.
3. Wpisz w przeglądarce internetowej: <https://pl.climate-data.org>.
Przejdź na stronę. W górnej części po prawej stronie znajduje się wyszukiwarka. Wpisz w niej nazwę miasta, w którym znajduje się twoja szkoła (lub największego miasta w regionie, w którym mieszkasz).

W tym miejscu wpisz nazwę miasta w swoim regionie.

CLIMATE-DATA.ORG

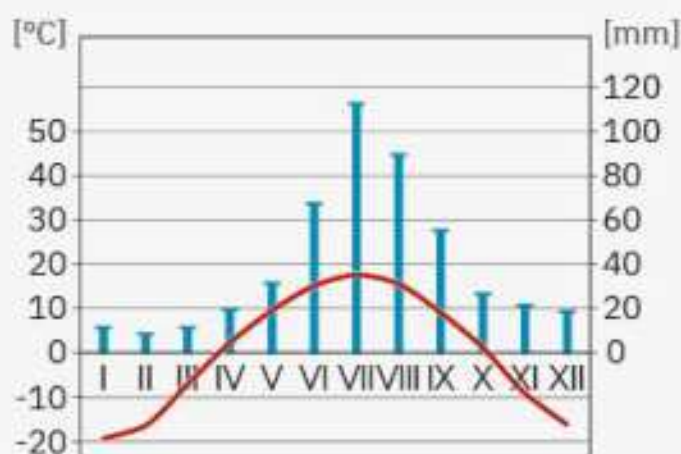




4. Dokonaj analizy klimatogramu. Oblicz średnią roczną temperaturę powietrza. Zwróć uwagę na miesiące o najwyższej średniej i najniższej temperaturze. Oblicz roczną amplitudę temperatur powietrza. Takie same czynności wykonaj dla opadów atmosferycznych (średnie roczne, opady maksymalne, opady minimalne, suma roczna opadów).
5. Wykaż, jakie czynniki lokalne mogą modyfikować elementy klimatu w regionie, w którym żyjesz.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. W dostępnych źródłach wiedzy geograficznej wyszukaj informację na temat Wincentego Okołowicza. Przygotuj krótką notatkę w zeszycie.
2. Zachodnie i wschodnie wybrzeże Australii opływają prądy morskie. Odszukaj je na mapie, określ ich termikę oraz przedstaw ich wpływ na kształtowanie klimatów wybrzeży tego kontynentu.
3. Niżej przedstawiono klimatogram dla jednej z miejscowości na świecie.



Wykonaj polecenia w zeszycie.

- a) Podaj średnią temperaturę najcieplejszego i najchłodniejszego miesiąca. Oblicz średnią roczną temperaturę powietrza oraz roczną amplitudę temperatur.
- b) Oblicz średnie miesięczne sumy opadów w danej miejscowości.
- c) Określ strefę klimatyczną i typ klimatu przedstawiony na klimatogramie.
- d) Dopasuj miejscowość do prezentowanego klimatogramu.

Warszawa, New Delhi, Kair, Irkuck, Lagos

4. Wymień trzy cechy klimatów górskich.
5. Uzasadnij, że mikroklimat bagien i mokradel znacznie różni się od mikroklimatu łąk. Podaj trzy cechy mikroklimatu bagien.
6. Wykaż, że klimat równikowy wybitnie wilgotny nie jest sprzyjający dla życia i działalności człowieka. Podaj dwa inne typy klimatów, które również utrudniają osadnictwo.



PODSUMOWANIE LEKCJI

- s. 108 Czynniki klimatotwórcze to takie, które wpływają na elementy pogody (temperaturę i opady). Do najważniejszych należą: szerokość geograficzna, rozkład lądów i oceanów, ukształtowanie powierzchni, prądy morskie, rodzaj podłoża i szata roślinna, działalność człowieka.
- s. 109 Strefy klimatyczne wykazują powiązanie z kątem padania promieni słonecznych (szerokość geograficzna). Wyróżniamy pięć stref klimatycznych: równikową, zwrotnikową, podzwrotnikową, umiarkowaną i okołobiegunową.
- s. 110 Typy klimatów odnoszą się najczęściej do wpływu oceanu i kontynentu. Wyróżnia się typy morskie (oceaniczne), przejściowe i lądowe. Na ww. zróżnicowanie nakłada się jeszcze cyrkulacja monsunowa.
- s. 109 Odczytanie cech klimatu jest możliwe dzięki klimatogramom, czyli wykresom złożonym, wskazującym średnie temperatury miesięcy i miesięczne sumy opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach.
- s. 112 Klimaty górskie, zbiorników wodnych czy miejskie to przykłady klimatów astrefowych i regionalnych bądź lokalnych.
- s. 113 Inwersja jest inaczej odwróceniem normalnie występujących cech, np. wskutek inwersji temperatury odczytywane wartości temperatur rosną wraz z wysokością (zamiast spadać).
- s. 114 W różnych państwach zauważamy wpływ wielu czynników lokalnych kształtujących pogodę. W Polsce są to np. góry, morze oraz odległość od mórz i oceanów.



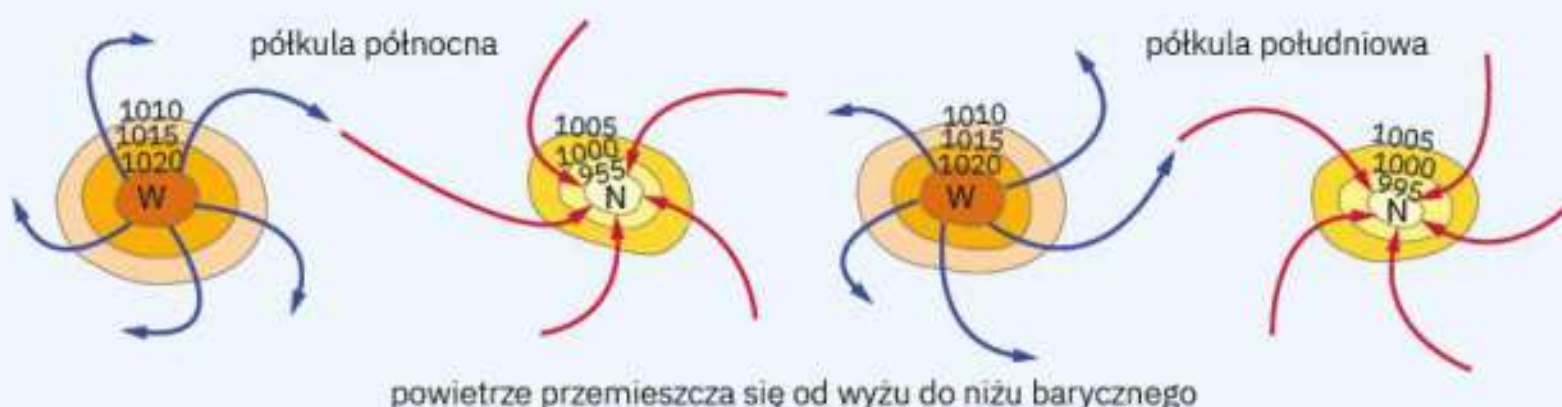
PODSUMOWANIE PRZED SPRAWDZIANEM

- **Atmosfera** to mieszanina gazów zwanych powietrzem otaczająca Ziemię. Dominuje w niej azot (ok. 78%), tlen (ok. 21%), argon (ok. 1%). W wyniku grawitacyjnego oddziaływania planety powietrze skupia się w dolnych warstwach. s. 74
- Główne warstwy atmosfery to: s. 77
 - **troposfera** – następuje w niej spadek temperatury wraz z wysokością do ok. -70°C ; zachodzą w niej zjawiska pogodowe; skupia większość masy atmosfery;
 - **stratosfera** – temperatura rośnie wraz z wysokością do 0°C , zawiera ozonosferę chroniącą Ziemię przed promieniowaniem ultrafioletowym, w jej dolnej części wieją prądy strumieniowe;
 - **mezosfera** – temperatura spada wraz z wysokością do -90°C , co prowadzi do silnych turbulencji;
 - **termosfera** – mocno rozrzedzona, temperatury wzrasta do 1500°C , znajduje się w niej jonosfera, występują zorze polarne; krąży w niej większość satelitów;
 - **egzosfera** – tak zwana strefa rozpraszania gazów, pojawiają się w niej nieliczne cząstki gazów, na granicy z przestrzenią kosmiczną -273°C .
- **Źródłem energii docierającej do Ziemi jest Słońce.** Do powierzchni naszej planety dociera nieco ponad połowa promieniowania słonecznego (część zostaje odbita od atmosfery, chmur, rozproszona w atmosferze). Docierające promieniowanie krótkofalowe nagrzewa powierzchnię planety, zamienia się w ciepło, czyli promieniowanie długofalowe. s. 78
- Czynniki kształtujące temperaturę i opady na Ziemi to **czynniki klimatotwórcze**. s. 79,
s. 87

Czynnik klimatotwórczy	Wpływ na temperaturę na Ziemi	Wpływ na opady na Ziemi
szerokość geograficzna	im wyższa szerokość geograficzna, tym chłodniej, bo zmniejsza się kąt padania promieni słonecznych	największe opady występują w strefie międzyzwrotnikowej przy zenitalnym położeniu Słońca
rozkład lądów i mórz	lądy nagrzewają się szybciej, ale też szybciej tracą ciepło, zatem oceany nagrzewają się wolno, ale też wolniej oddają ciepło; obszary nadmorskie są więc cieplejsze zimą, a chłodniejsze latem	im bliżej oceanów i mórz, tym większe opady
prądy morskie	ciepłe prądy morskie podnoszą średnią temperaturę danego obszaru, a zimne ją obniżają	zimne prądy zmniejszają wartość opadów, ciepłe – zwiększają
wysokość nad poziomem morza	wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza temperatura powietrza obniża się; przyjmuje się spadek powietrza wilgotnego o $0,6^{\circ}\text{C}$ na każde 100 metrów, a suchego – o 1°C na 100 metrów	im wyżej, tym większe opady (powyżej granicy chmur niskich – inwersja opadowa)
rzeźba terenu i ekspozycja stoku	układ pasm górskich i rodzaj ekspozycji stoku wpływają na ilość energii docierającej do Ziemi	stoki dowietrzne otrzymują większe ilości opadów, zawietrzne – mniejsze
barwa terenu i pokrycie terenu	ciemniejsze podłoże szybciej się nagrzewa, pokrycie lasami zmniejsza amplitudy temperatur powietrza	las magazynują wodę, zwiększają wilgotność, mogą prowadzić do zwiększenia opadów
działalność człowieka	działalność człowieka wpływa na zwiększenie średniej rocznej temperatury szczególnie na obszarach wielkich miast	emisja jąder kondensacji do atmosfery powoduje zwiększenie opadów



- s. 83 • **Roczna amplituda temperatury** jako wskaźnik kontynentalizmu rośnie w miarę przesuwania się od równika w kierunku biegunów oraz w miarę przesuwania się w głąb lądu. Maleje wraz ze wzrostem wysokości bezwzględnej i wzrostem wilgotności.
- s. 87 • **Kondensacja pary wodnej** zachodzi przy obniżaniu temperatury powietrza, gdy dochodzi do przekroczenia punktu rosy i w obecności jąder kondensacji skrapla się para wodna i powstają opady.
- s. 89 • Najniższe **opady** występują w strefach zwrotnikowych, co jest związane z opadaniem mas powietrza z górnych warstw troposfery, które ogrzewają się adiabatycznie (po adiabadzie suchej wynoszącej 1°C na 100 m). Niewielkie opady występują również w obszarach okołobiegunowych ze względu na małą pojemność pary wodnej mas powietrza o niskiej temperaturze. Kotliny śródgórskie położone w głębi dużych kontynentów oraz obszary nadmorskie oblewane przez zimne prądy morskie to również obszary o najniższych opadach.
- s. 90 • **Chmury** grupują się w piętrach. Te występujące w piętrze niskim zazwyczaj dają opady atmosferyczne, występujące w piętrze wysokim – nie dają tych opadów. Chmura *cumulonimbus* silnie wypiętrzona pionowo daje często gwałtowne burze z wyładowaniami atmosferycznymi i krótkotrwałymi, ale intensywnymi opadami deszczu lub gradu.
- s. 91 • **Osad atmosferyczny** w postaci gołoledzi jest szczególnie niebezpieczny dla transportu lądowego.
- s. 93 • **Ciśnienie atmosferyczne** to nacisk słupa atmosfery na jednostkę powierzchni. Ciśnienie normalne ma wartość 1013,25 hPa na poziomie morza, w temperaturze 0°C w średnich szerokościach geograficznych.
- s. 94 • Nierównomierne nagrzewanie prowadzi do powstania różnych układów **ciśnienia** (inaczej barycznych). W niżach barycznych ciśnienie spada w miarę zbliżania się do centrum niżu, w wyżach – rośnie. Siła Coriolisa powoduje odchylenie kierunku wiania wiatrów w prawo na półkuli północnej, w lewo na półkuli południowej.

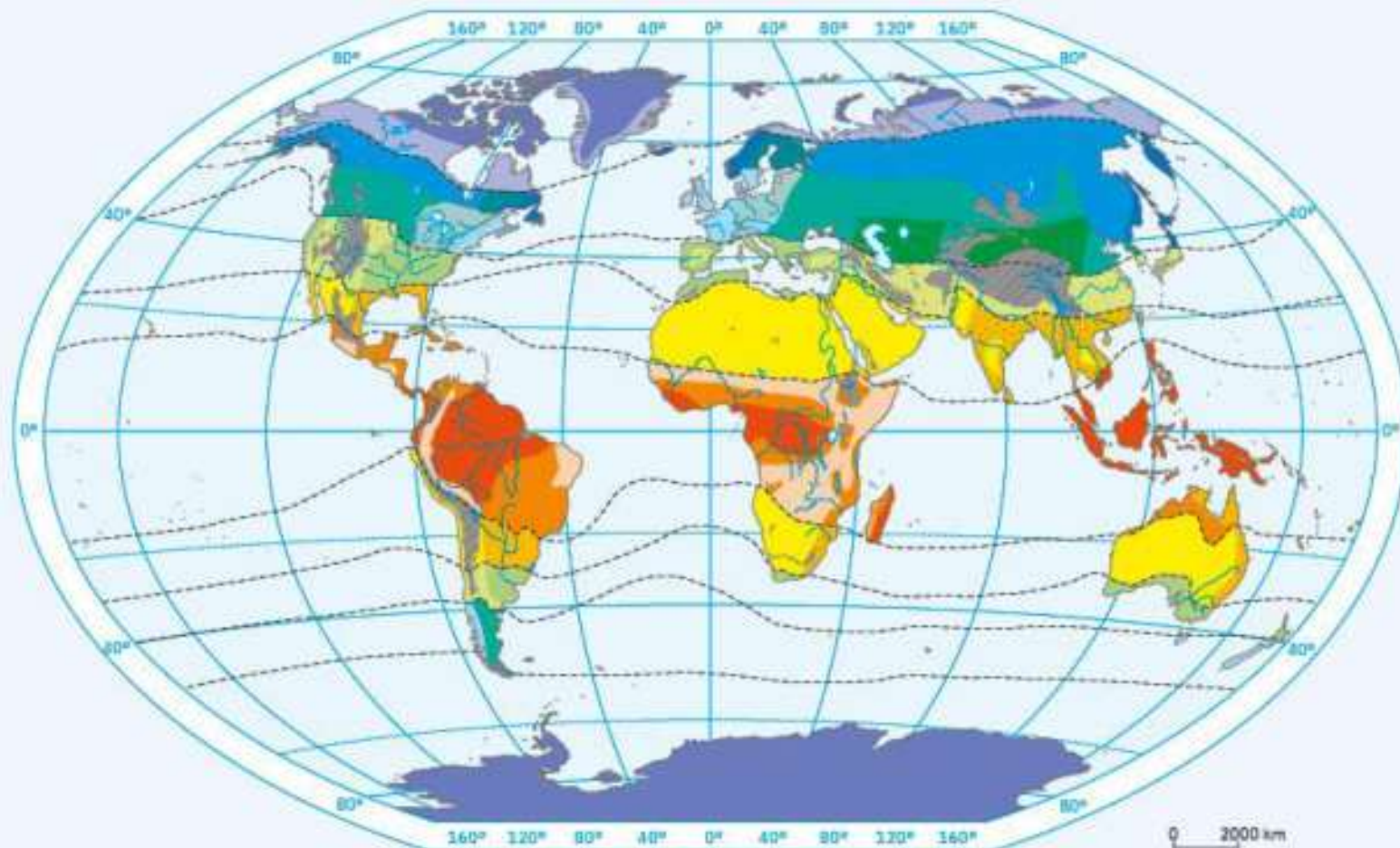


- s. 94 • Globalna **cyrkulacja atmosfery** odbywa się w trzech komórkach:
 - Hadleya (międzyzwrotnikowa), w której unoszące się masy powietrza nad równikiem dają opady zenitalne, a opadające nad zwrotnikami masy powietrza suchego prowadzą do powstania pustyń;
 - Ferrela (między zwrotnikami a kołami podbiegunowymi), prowadzi do powstania wiatrów zachodnich w średnich szerokościach geograficznych;
 - polarnej (okołobiegunowej) z wiatrami wschodnimi wiejącymi od wyżów biegunowych.
- s. 95 • **Wiatrami** o zasięgu regionalnym lub lokalnym są:
 - monsun – o cyklu sezonowym (lato – zima), powstaje w wyniku nierównomiernego nagrzewania lądu i wody;
 - bryza o cyklu dobowym (dzień – noc) o takiej samej genezie jak monsuny;
 - cyklon tropikalny – tworzy się nad ciepłym oceanem, wir powietrza o dużej średnicy;
 - tornado – wir powietrza występujący w wyniku mieszania się mas powietrza o różnych właściwościach;
 - fen (halny) – pojawia się przy przejściu mas powietrza przez barierę górską.
- s. 100 • **Mapy synoptyczne** powstają w celu tworzenia map pogody i przewidywania pogody. Zaznaczamy na nich różne elementy pogody, takie jak: temperatura, ciśnienie atmosferyczne, opady atmosferyczne, fronty atmosferyczne i inne zjawiska pogodowe.



- **Strefy klimatyczne** to pasy na powierzchni Ziemi z charakterystycznym układem elementów klimatu, np.: temperatura powietrza, opad, ciśnienie atmosferyczne.

s. 109



Strefa klimatów równikowych
 ■ równikowy (wybitnie wilgotny)
 ■ podrównikowy wilgotny
 ■ podrównikowy suchy

Strefa klimatów zwrotnikowych
 ■ wilgotny/odmiana monsunowa
 ■ suchy

Strefa klimatów podzwrotnikowych
 ■ morski (wilgotny)
 ■ kontynentalny (suchy)

Strefa klimatów umiarkowanych
 ■ ciepły morski
 ■ ciepły przejściowy
 ■ ciepły kontynentalny (suchy)
 ■ ciepły kontynentalny (skrajnie suchy)
 ■ chłodny morski
 ■ chłodny przejściowy
 ■ chłodny kontynentalny

Strefa klimatów okołobiegunowych
 ■ subpolarny
 ■ polarny

Klimaty astrefowe
 ■ klimat górski i wyżynny

- W każdej ze stref występują **klimaty astrefowe** związane z obecnością np. gór, lasów, jezior czy działalnością człowieka.

s. 112

SPRAWDŹ, CZY UMIESZ!

1. Przyporządkuj podanym wartościom procentowym nazwy gazów, z których składa się atmosfera.

a) 1% b) 78% c) 21%
 A. azot B. argon C. tlen

2. U szereguj podane powierzchnie według albedo – od najmniejszego do największego.

A. trawa B. piasek C. śnieg D. węgiel kamienny

3. Uzupełnij zdania określeniami podanymi w nawiasach. Poprawny tekst zapisz w zeszycie.

- a) Prąd Norweski opływający Europę Zachodnią (obniża/podnosi) średnią roczną temperaturę powietrza na wybrzeżach.
 b) Turysta wchodzący w ciągu dnia na szczyt Rysów ze schroniska nad Morskim Okiem odczuwa, że im wyżej, tym temperatura powietrza (rośnie/maleje).
 c) W miarę przesuwania się w głąb kontynentu azjatyckiego roczne amplitudy temperatur (maleją/rosną).
 d) Stoki o ekspozycji północnej na półkuli południowej otrzymują (więcej/mniej) promieniowania słonecznego.
 e) Latem w lasach amplitudy dobowe temperatur powietrza są (mniejsze/większe) niż na łąkach otaczających lasy.



4. W stacji meteorologicznej zanotowano następujące temperatury dobowe:

godz. 0.00 (-2°C), godz. 3.00 (-4°C), godz. 6.00 (-5°C), godz. 9.00 (-2°C), godz. 12.00 ($+3^{\circ}\text{C}$),
godz. 15.00 ($+4^{\circ}\text{C}$), godz. 18.00 ($+1^{\circ}\text{C}$), godz. 21.00 (-1°C).

Oblicz dobową amplitudę temperatury powietrza w stacji meteorologicznej. Zapisz w zeszycie obliczenia.

5. Podaj różnicę między:

a) deszczem a mżawką,

b) rosą a szronem,

c) chmurą a mgłą.

6. Rozpoznaj przedstawione niżej rodzaje chmur. Następnie przerysuj tabelę do zeszytu i uzupełnij ją, wykorzystując informacje podane poniżej.



Nazwa chmury	Numer fotografii	Skrót nazwy łacińskiej	Piętro chmur	Opad
<i>Cirrus</i>				
		<i>St</i>		
	1			

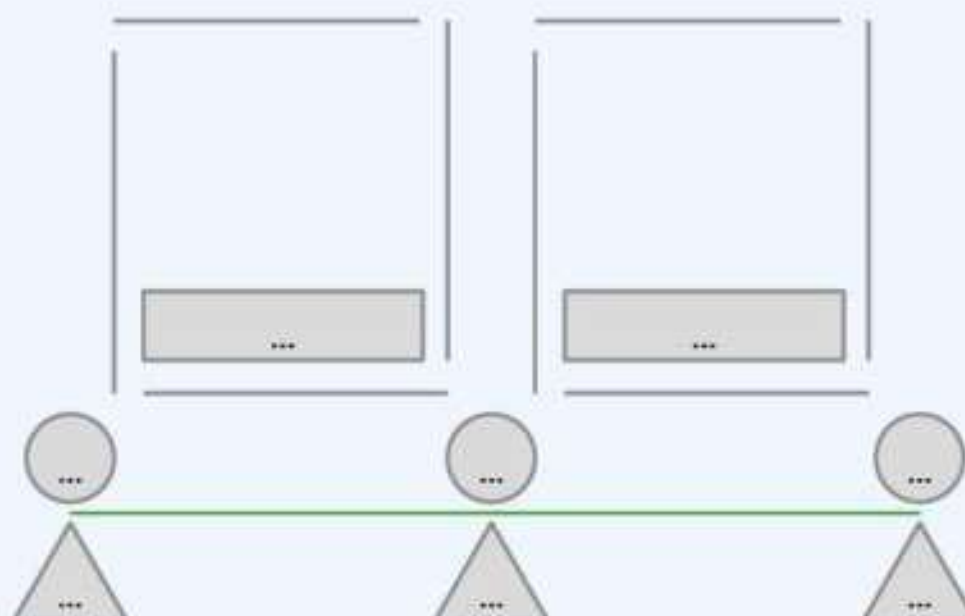
Nazwy chmur: *altostratus*, *cumulus*, *cumulonimbus*, *stratus*

skrót nazwy łacińskiej: *Cb*, *As*, *Ci*, *Ns*

piętro chmur: niskie, średnie, wysokie, kilka pięter

opady: nie daje opadu, daje opad, daje opad sporadyczny

7. Przerysuj do zeszytu schemat ilustrujący krążenie mas powietrza w strefie międzyzwrotnikowej. Następnie wykonaj polecenia.



a) Wpisz szerokości geograficzne w pola oznaczone trójkątami.

b) Wpisz układy baryczne w pola oznaczone kółkami.

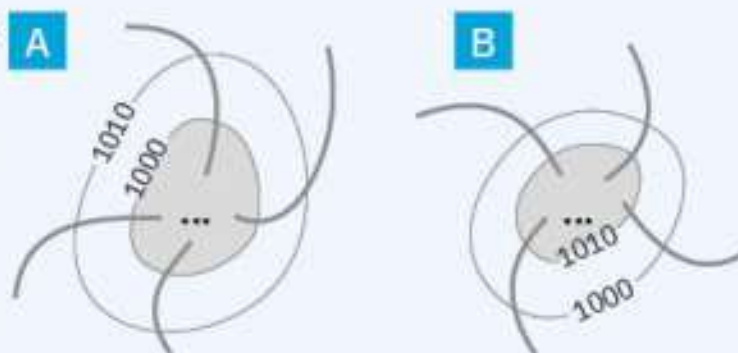
c) Zaznacz strzałką kierunek ruchu mas.

d) Wpisz nazwy wiatrów w pola oznaczone prostokątami.



8. Przerysuj do zeszytu ryciny ilustrujące kierunek mas powietrza na półkuli południowej. Wykonaj polecenia.

- W odpowiednie miejsca na rysunku wpisz W – wyż baryczny, N – niż baryczny.
- Zaznacz strzałkami kierunki ruchu mas powietrza, uwzględniając siłę Coriolisa.
- Wskaż układ baryczny (niż lub wyż baryczny) charakterystyczny dla obszarów równikowych.



9. Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź 1. lub 2. oraz A lub B.

Charakterystyczny dla Azji Południowej wiatr wiejący w cyklu sezonowym to:

1. monsun.

Przynosi on

A. duże opady latem.

2. bryza.

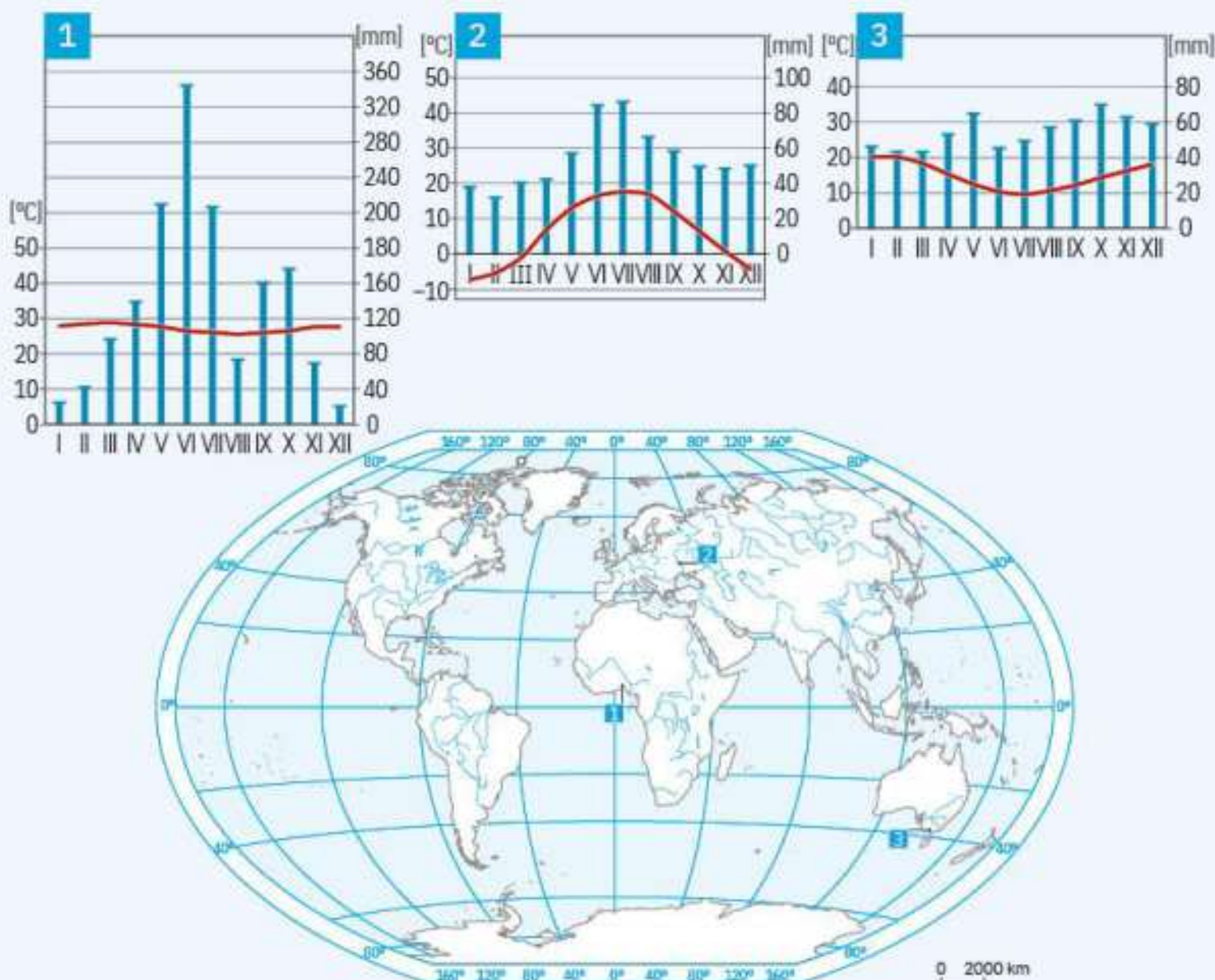
B. złagodzenie upałów w dzień.

10. Przyporządkuj oznaczeniom z mapy synoptycznej odpowiadające im zjawiska.



deszcz, szron, mgła, śnieg, burza, mżawka

11. Poniżej przedstawiono klimatogramy dla wybranych miast świata oraz mapę konturową świata z zaznaczonymi miastami.





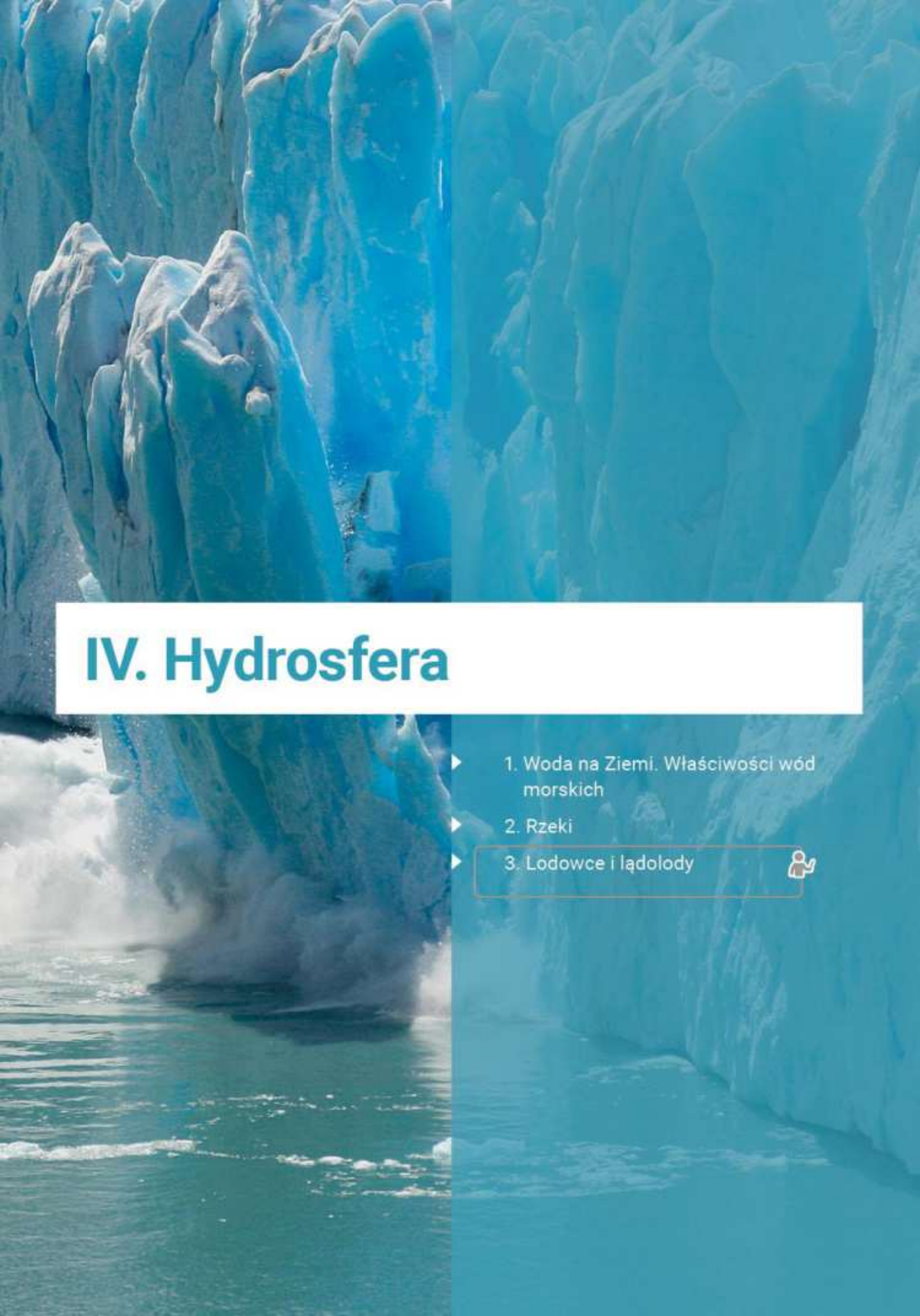
Przerysuj do zeszytu tabelę i uzupełnij ją określeniami wybranymi spośród podanych.

Numer klimatogramu	Oznaczenie na mapie	Nazwa miasta	Strefa klimatyczna	Typ klimatu
1.				
2.				
3.				

miasta: **A.** Melbourne, **B.** Anchorage, **C.** Lagos, **D.** Ajn Salih (Algieria), **E.** Kijów

strefa klimatyczna: **a)** równikowa, **b)** zwrotnikowa, **c)** podzwrotnikowa, **d)** umiarkowana, **e)** okołobiegunowa

typ klimatu: **I.** wilgotny, **II.** skrajnie suchy, **III.** kontynentalny, **IV.** morski



IV. Hydrosfera

- ▶ 1. Woda na Ziemi. Właściwości wód morskich
- ▶ 2. Rzeki
- ▶ 3. Lodowce i lądolody





1. Woda na Ziemi. Właściwości wód morskich

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz właściwości wody;
- rozpoznasz problematykę wielkości zasobów wody słodkiej na Ziemi;
- przedstawisz obieg wody w przyrodzie;
- uzasadnisz zróżnicowanie fizykochemiczne wód morskich;
- ocenisz znaczenie ruchu wód morskich dla życia i działalności gospodarczej człowieka.

1.1. Właściwości wody i jej zasoby na Ziemi

hydrosfera

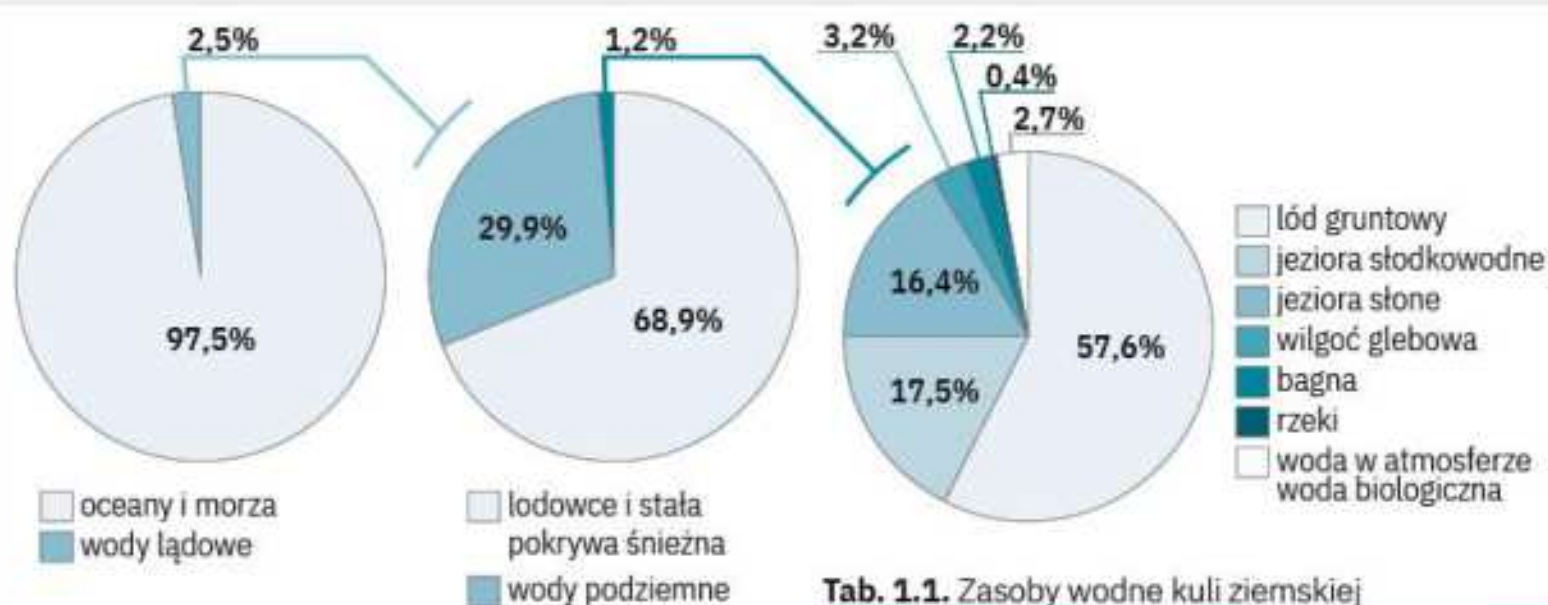
Hydrosfera to wodna powłoka kuli ziemskiej, w której skład wchodzi morza i oceany, wody zgromadzone w lodowcach i lądolodach, wieloletniej zmarzlinie, wody powierzchniowe rzek i jezior, bagien, mokradł, wody podziemne oraz wody zawarte w atmosferze i organizmach żywych.

właściwości wody

Właściwości wody (H_2O) można opisać następująco:

- występuje w trzech stanach skupienia;
- zamarza w temperaturze $0^{\circ}C$, wrze w $100^{\circ}C$ (przy ciśnieniu atmosferycznym 1013,25 hPa);
- jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem substancji mineralnych;
- ma wysokie ciepło właściwe, co umożliwia przepływ energii;
- w temperaturach od $100^{\circ}C$ do $4^{\circ}C$ zmniejsza swoją objętość, od $4^{\circ}C$ do $0^{\circ}C$ zwiększa, a poniżej $0^{\circ}C$ zamarza, zwiększając objętość o ok. 9%;
- stanowi główny składnik organizmów żywych.

zasoby wód słodkich



Ryc. 1.1. Zasoby wodne kuli ziemskiej.

Tab. 1.1. Zasoby wodne kuli ziemskiej

Zasoby wodne kuli ziemskiej w tys. km ³	
zasoby całkowite	1 384 984
zasoby wód słodkich	35 029

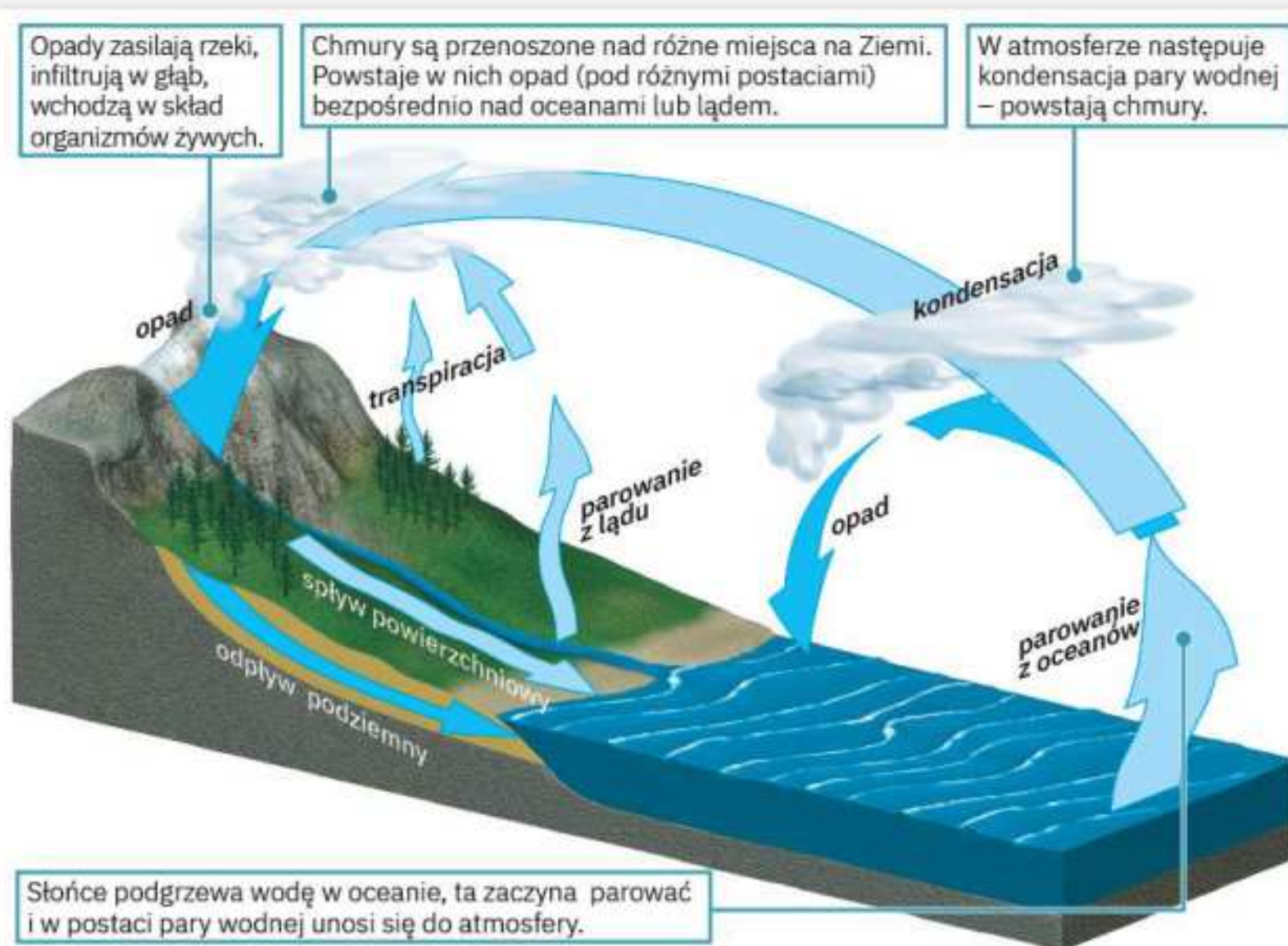


Zasoby całkowite wody na naszej planecie wynoszą 1 385 984 510 km³. Zdecydowana większość tej sumy to wody mórz i oceanów oraz woda uwięziona w lodowcach i lądolodach.

1.2. Obieg wody w przyrodzie

Wody hydrosfery są w ciągłym ruchu, którego przyczyną są energia słoneczna i siła grawitacji ziemskiej. Zjawisko przemieszczania się wody między atmosferą, hydrosferą, litosferą i biosferą nosi nazwę **cyklu hydrologicznego**. W ciągu roku w tym ruchu biorą udział niewielkie ilości wody (poniżej 0,05% całkowitej objętości wody). Nie ma punktu początkowego w obiegu, ale jego analizę zazwyczaj rozpoczyna się od oceanu.

obieg wody
w przyrodzie



Ryc. 1.2. Krążenie wody w przyrodzie.

Infiltracja – przesiąkanie wody w podłoże, uwarunkowane zdolnością niektórych skal do przepuszczania wody.

Transpiracja – parowanie wody z powierzchni roślin i organizmów żywych.

Sublimacja – przejście substancji ze stanu stałego w lotny, np. lodu w parę wodną.

Resublimacja – przejście substancji ze stanu lotnego w stan stały, np. pary wodnej w lód.



Część wód biorących udział w obiegu zostaje czasowo zatrzymana (wyłączona) z obiegu. To tzw. **retencja**. Może być ona:

- powierzchniowa: jeziora, śnieg, lodowce i lądolody, bagna i mokradła,
- podziemna: wody podziemne, wieloletnia zmarzlina.

Na niektórych obszarach opady występują częściej, a na niektórych opadów brak przez długi czas. Przeważa tam proces parowania, co prowadzi do powstania obszarów pustynnych. Ilościowe zestawienie przychodów i ubytków wody na danym obszarze w czasie roku hydrologicznego nazywamy **bilansem wodnym**. W Polsce rok hydrologiczny trwa od listopada do końca października kolejnego roku.

bilans wodny

Bilans wodny jest zestawieniem przychodów i ubytków wody na określonym obszarze.

$$P = H + E + \Delta R$$

P – opady atmosferyczne

H – odpływ całkowity z lądów do oceanów

E – parowanie z lądów

ΔR – retencja (wody czasowo zatrzymane)

Bilans wodny przyjmuje wartości **dodatnie** tam, gdzie opady przeważają nad odpływem i parowaniem. Są to na przykład:

- obszary w strefie równikowej (np. Nizina Amazonki, Kotlina Konga, Archipelag Malajski);
- tereny leżące w pobliżu mórz, gdzie płyną ciepłe prądy morskie (np. zachodnia część Gór Skandynawskich);
- obszary o utrudnionym odpływie ze względu na obecność skał nieprzepuszczalnych lub wieloletniej zmarzliny (np. Nizina Zachodniosyberyjska);
- strefy okołobiegunowe (np. Grenlandia, Antarktyda), na których niskie opady rekompensuje niskie parowanie.

Bilans ten przyjmuje również wartości **ujemne** na obszarach, na których parowanie lub odpływ przeważają nad opadami. Są to na przykład:

- obszary zwrotnikowe (np. Sahara, Kalahari, Półwysep Arabski, zachodnia i środkowa Australia);
- tereny leżące na obszarach mórz, obok których przepływają zimne prądy morskie (np. pustynie Atakama, Namib);
- obszary oddalone w znaczny sposób od mórz i oceanów (np. pustynia Gobi, Nizina Turańska);
- obszary leżące w tzw. cieniu opadowym (np. Wielka Kotlina, Kotlina Kaszgarska).

1.3. Oceany i morza

Największe zasoby wody na Ziemi gromadzą się w oceanach i morzach. Na półkuli północnej stanowią one 61% powierzchni, a na półkuli południowej – 81%.



Wszechocean – wody wszystkich mórz i oceanów.

Wszechocean dzieli się na pięć **oceanów**: Spokojny (Pacyfik), Atlantycki, Indyjski, Arktyczny i Południowy (Antarktyczny).

Tab. 1.2. Powierzchnia oceanów na Ziemi

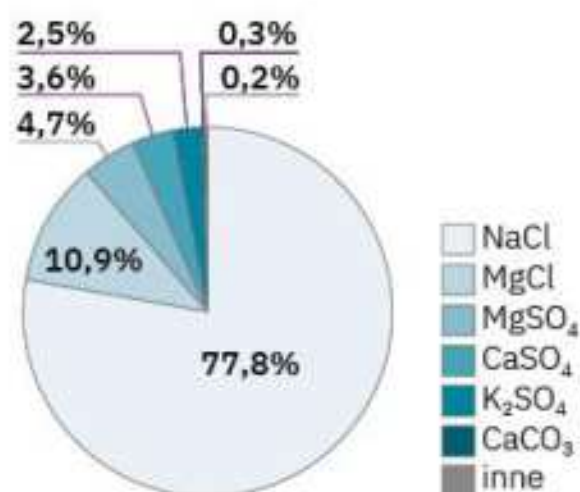
Wyszczególnienie	w mln km ²	W odsetkach	
		powierzchni kuli ziemskiej	powierzchni oceanów
Oceany	361,3	70,8	100,0
Arktyczny	14,7	2,9	4,1
Atlantycki	89,0	17,4	24,6
Indyjski	73,6	14,4	20,4
Południowy	20,3	4,0	5,6
Spokojny	163,7	32,1	45,3

wody zgromadzone w oceanach

Źródło: Mały Rocznik Statystyczny Polski 2017, GUS, 2018.

Częściami oceanów są **morza**, które przylegają do kontynentów i najczęściej są oddzielone od oceanów półwypsami, wyspami, archipelagami wysp (morza **przybrzeżne**, np. Morze Ochockie), podmorskimi progami (morza **otwarte**, np. Morze Arabskie), są położone między wyspami (morza **międzywyspowe**, np. Morze Jawajskie) lub między kontynentami (morza **międzykontynentalne**, np. Morze Czerwone), a także w obrębie kontynentu (morza **wewnątrzkontynentalne**, np. Morze Bałtyckie). Czasami nazwy mórz nadaje się dużym jeziorom, jak w przypadku Morza Kaspijskiego i Morza Martwego. Nie mają one jednak bezpośredniego połączenia z wszechoceanem.

1.4. Właściwości wody morskiej – zasolenie i temperatura



Ryc. 1.3. Zawartość soli w wodzie morskiej.

Woda morska ma słonawogorzki smak. Wpływają na to rozpuszczone w niej sole, gazy oraz inne związki chemiczne. Wśród rozpuszczonych soli przeważa chlorek sodu (77,8%) oraz chlorek magnezu (10,9%). Te związki łatwo rozpuszczają się w wodzie, dlatego szybciej są wypłukiwane ze skał (lub zwietrzeliny), które miały kontakt z wodami morskimi oraz wodami rzek wpadających do mórz.

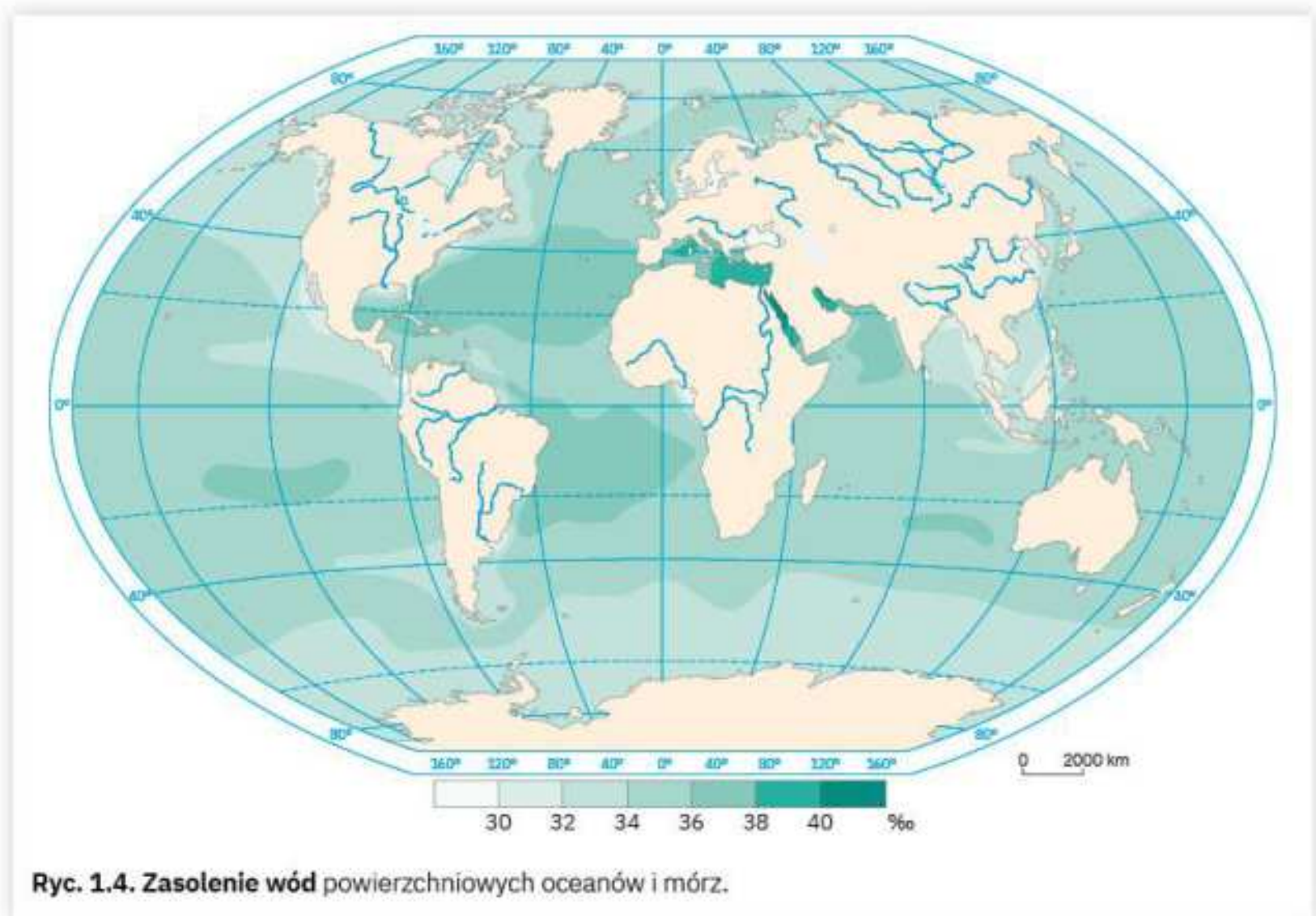
Średnie **zasolenie wód oceanicznych** wynosi 35‰ (czyli 35 g soli na 1 kg wody morskiej). Jednak przestrzenne zasolenie wód powierzchniowych wykazuje duże zróżnicowanie.

sól morska



Wpływa na nie:

- temperatura powietrza oddziałująca na intensywność parowania;
- wielkość opadów atmosferycznych;
- ilość dopływającej wody słodkiej z rzek, lodowców i topniejących śniegów;
- stopień zamknięcia na wody wszechoceanu, co reguluje wymianę wód między morzem a oceanem.

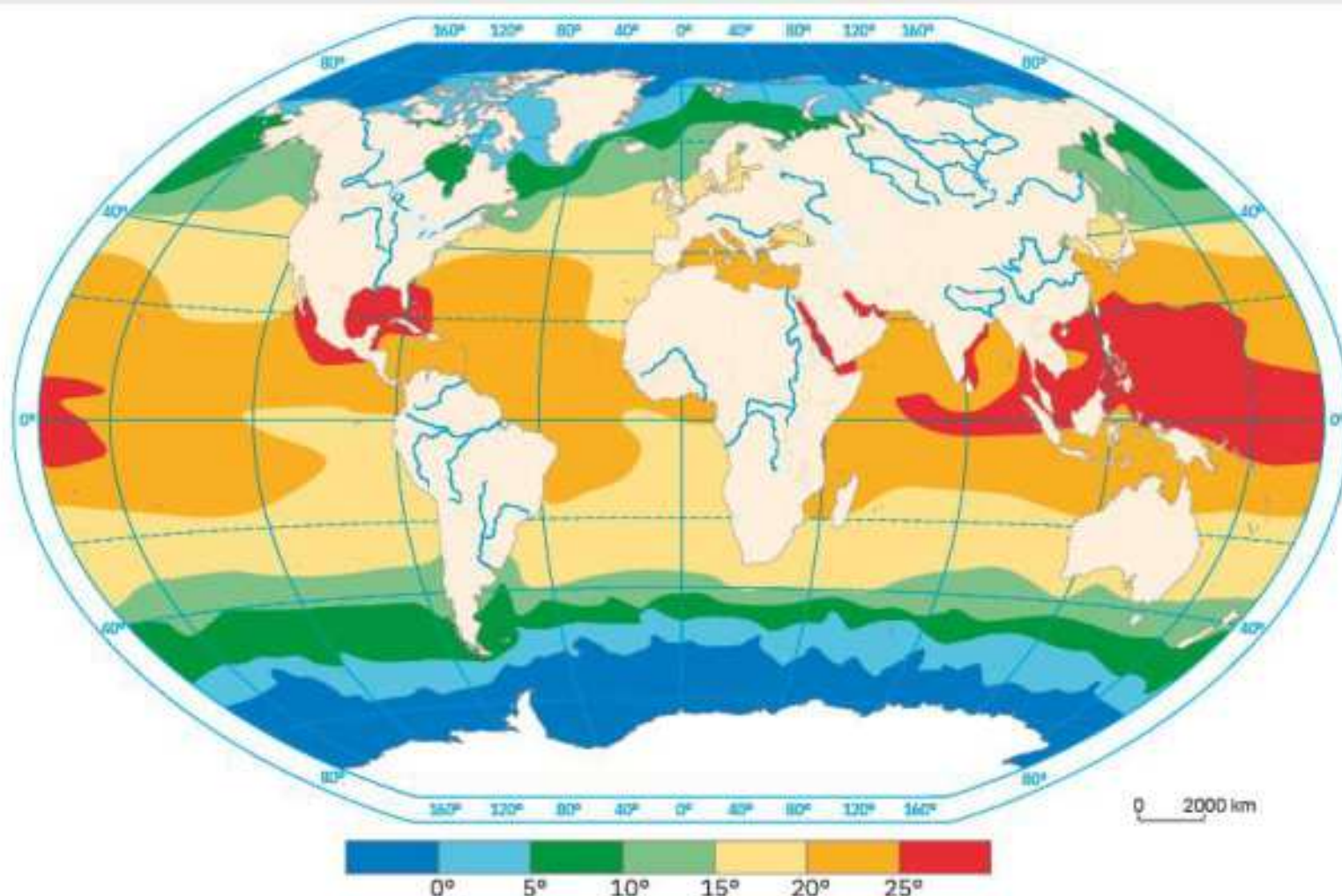


zasolenie wód

Największe **zasolenie** wód powierzchniowych oceanów występuje w okolicach zwrotników (36–38‰). Decyduje o tym intensywne parowanie wywołane wysokimi temperaturami i suchością mas powietrza. W okolicach równika jest niższe (34–36‰), ponieważ występują tu opady deszczy zenitalnych, które wysładzają wodę. Najmniejsze zasolenie ma woda w okolicach biegunów (30–32‰), za co odpowiada niewielkie parowanie, a duży dopływ wód słodkich pochodzących z topniejącego lodu oraz pokrywy śnieżnej.

Największe różnice w zasoleniu wód powierzchniowych występują między morzami o ograniczonej wymianie wód z wszechoceanem położonymi w różnych klimatach, na przykład Morzem Bałtyckim (średnio 7‰) a Morzem Czerwonym (ok. 46‰).

Temperatura powierzchniowych wód oceanicznych wykazuje silny związek z szerokością geograficzną. Im bliżej biegunów, tym coraz chłodniej. Duże zmiany temperatury są spowodowane termiką prądów morskich i izolacją akwenów. Dla przykładu temperatura w Zatoce Perskiej dochodzi do 35°C.



Ryc. 1.5. Średnia roczna temperatura powierzchniowych wód oceanicznych.

1.5. Ruchy wody morskiej

Wody wszechoceanu pozostają w ciągłym ruchu. Jego przyczynami są procesy zmierzające do ujednolicenia temperatury, zasolenia oraz poziomu wód, które zależą od:

- różnicowania temperatury jako konsekwencji dopływu energii słonecznej do powierzchni Ziemi;
- siły grawitacyjnej Słońca i Księżycy;
- wpływu siły Coriolisa na kierunki przepływu np. prądów morskich;
- rozmieszczenia lądów, głębokości i stopnia izolacji mórz;
- podziemnych trzęsień ziemi, wybuchów wulkanów i osuwisk, osunięcia się mas lodu i upadku meteorytów;
- działalności człowieka (np. budowa tam, zmiany kształtu nadbrzeży).

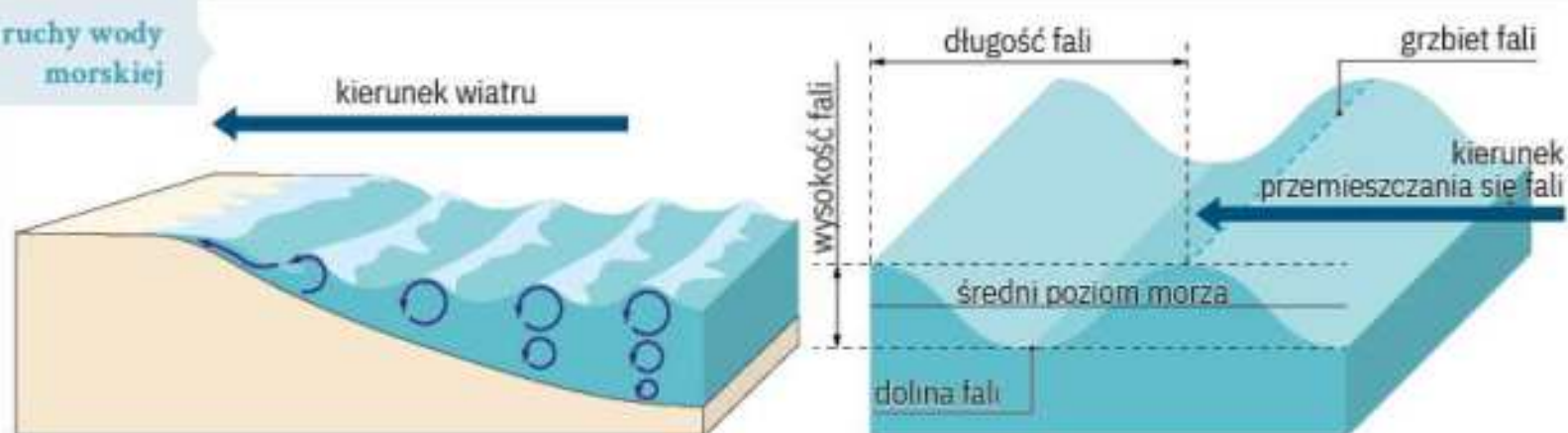
Falowanie

Najpowszechniej występującym ruchem wody jest **falowanie**. To zjawisko powstaje wskutek działania wiatru uderzającego o powierzchnię mórz. Wywołuje ono rytmiczny ruch pionowy (wznoszenie i opadanie wody), w którego obrębie odbywa się oscylacyjny ruch cząsteczek wody. Przemieszczanie się grzbietów fal występuje tylko przy wybrzeżach.

Wielkość fal zależy od siły wiatru (im silniejszy, tym większe fale) oraz od wielkości akwenów morskich (im większy, tym większe fale). Przeciętna wysokość fal na otwartych oceanach wynosi 5–6 m, a ich długość to 50–100 m. Fale sztormowe mogą osiągać wysokość ponad 20 m.



ruchy wody morskiej

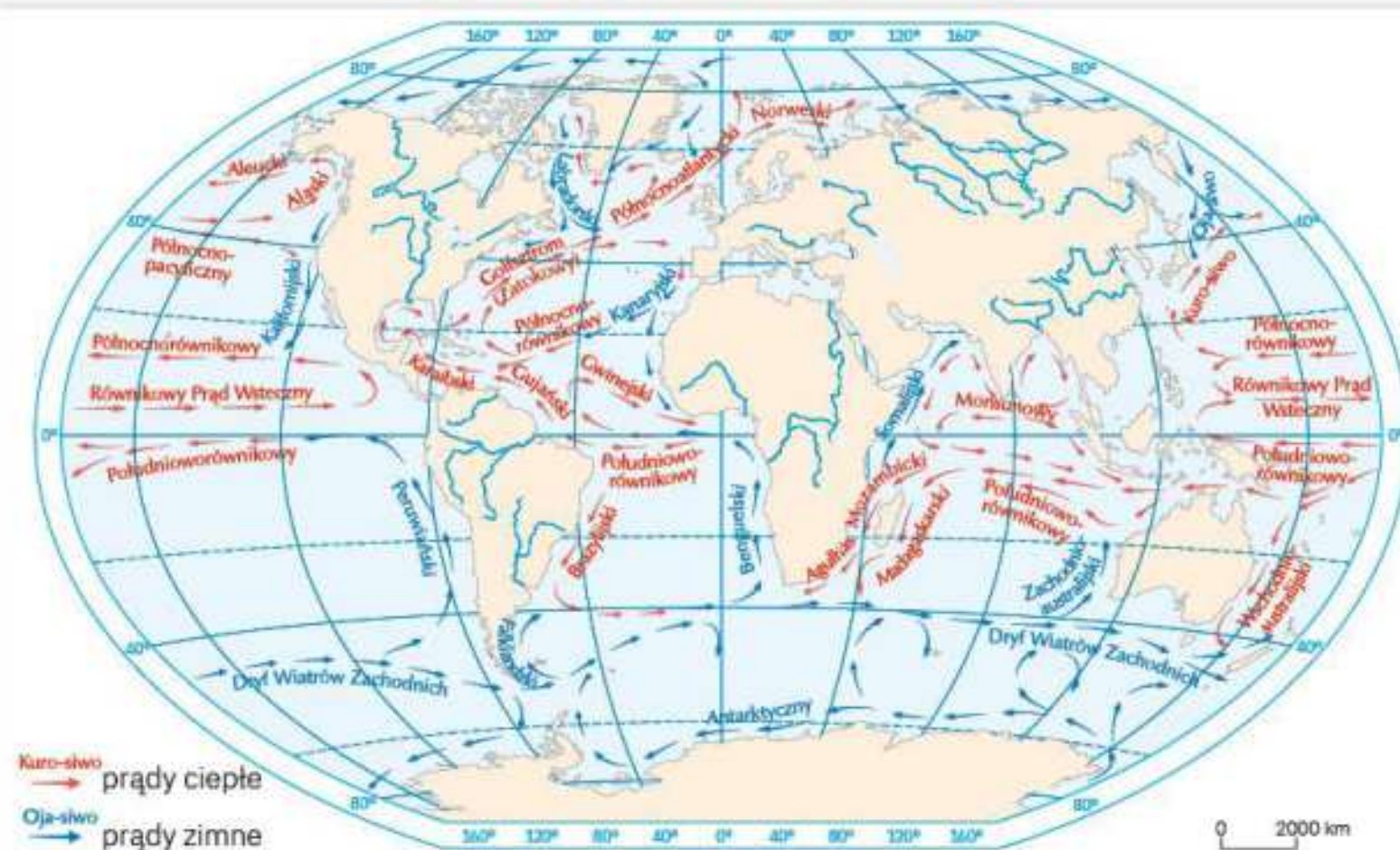


- Na otwartym oceanie fale mają zazwyczaj duże długości (do kilkuset metrów) i są wysokie na kilka metrów.
- W miarę przesuwania się w kierunku brzegu maleje długość fali, a rośnie jej wysokość.
- Jeśli wysokość fal jest większa niż odległość do dna, następuje ich załamanie i spiętrzanie się, fale tracą prędkość.
- Na końcu fala uderza o brzeg.

Ryc. 1.6. Ruch cząsteczek wody w trakcie falowania.

Prądy morskie

Inny rodzaj ruchu wody to **prądy morskie**. Wywołane są występowaniem stałych wiatrów oraz zróżnicowaniem temperatury, zasolenia, gęstości i poziomu wód morskich. Te „słone rzeki” sięgają najczęściej do głębokości ok. 200 m (tzw. prądy powierzchniowe) i poruszają się z prędkością do 10 km/h.



Ryc. 1.7. Prądy morskie na świecie.

Ze względu na termikę wyróżniamy **prądy morskie ciepłe** (gdy wody niesione przez prąd są cieplejsze od wód je otaczających) i **zimne** (gdy wody niesione przez prąd są zimniejsze od wód je otaczających).

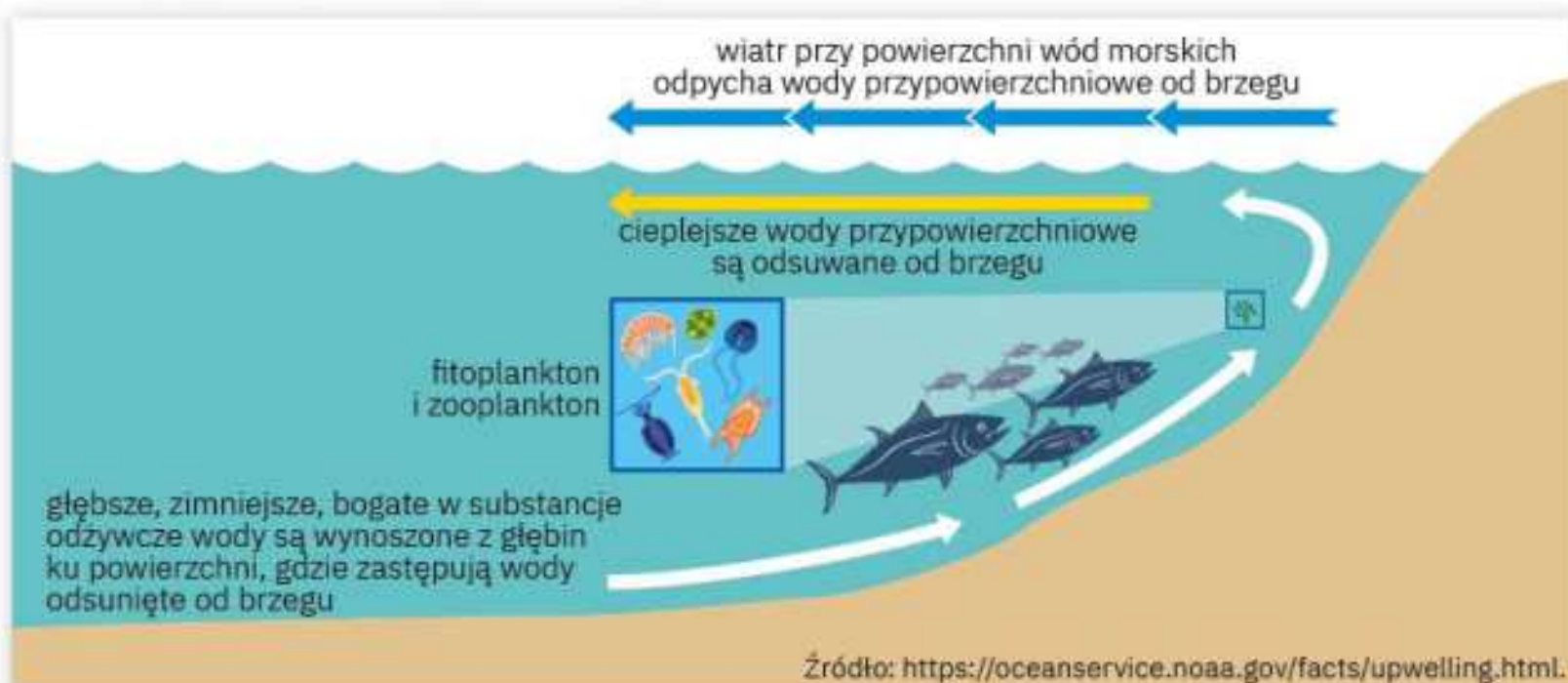


wpływ prądów
morskich na życie
i gospodarkę
człowieka

Prądy morskie mają ogromny wpływ na życie i działalność człowieka. Wśród najważniejszych przykładów tego oddziaływania należy wymienić:

- kształtowanie elementów klimatu: zimne prądy ochładzają obszary przyległe i zmniejszają opady (np. powstanie pustyni Namib u południowo zachodnich wybrzeży Ameryki Południowej), ciepłe prądy ogrzewają obszary przyległe i zwiększają opady (np. Prąd Północnoatlantycki i Norweski jako przedłużenie Prądu Zatokowego – czyli Golsztromu – podwyższając temperaturę powietrza w Europie, tworząc tzw. termiczne uprzywilejowanie, zwiększające m.in. opady w Górach Skandynawskich);
- dzięki ciepłym wodom Prądu Północnoatlantyckiego i Norweskiego nie zamarzają wody portów położonych na Półwyspie Skandynawskim (np. w Narwiku położonym poza kołem podbiegunowym);
- mieszanie się wód prądów morskich zimnych z ciepłymi sprzyja tworzeniu się zasobnych w tlen i duże ilości substancji odżywczych obszarów, co przyczynia się do intensywnego rozwoju planktonu i powstania zasobnych łowisk (np. ławica labradorska powstała wskutek mieszania się wód Prądu Labradorskiego z Prądem Zatokowym).

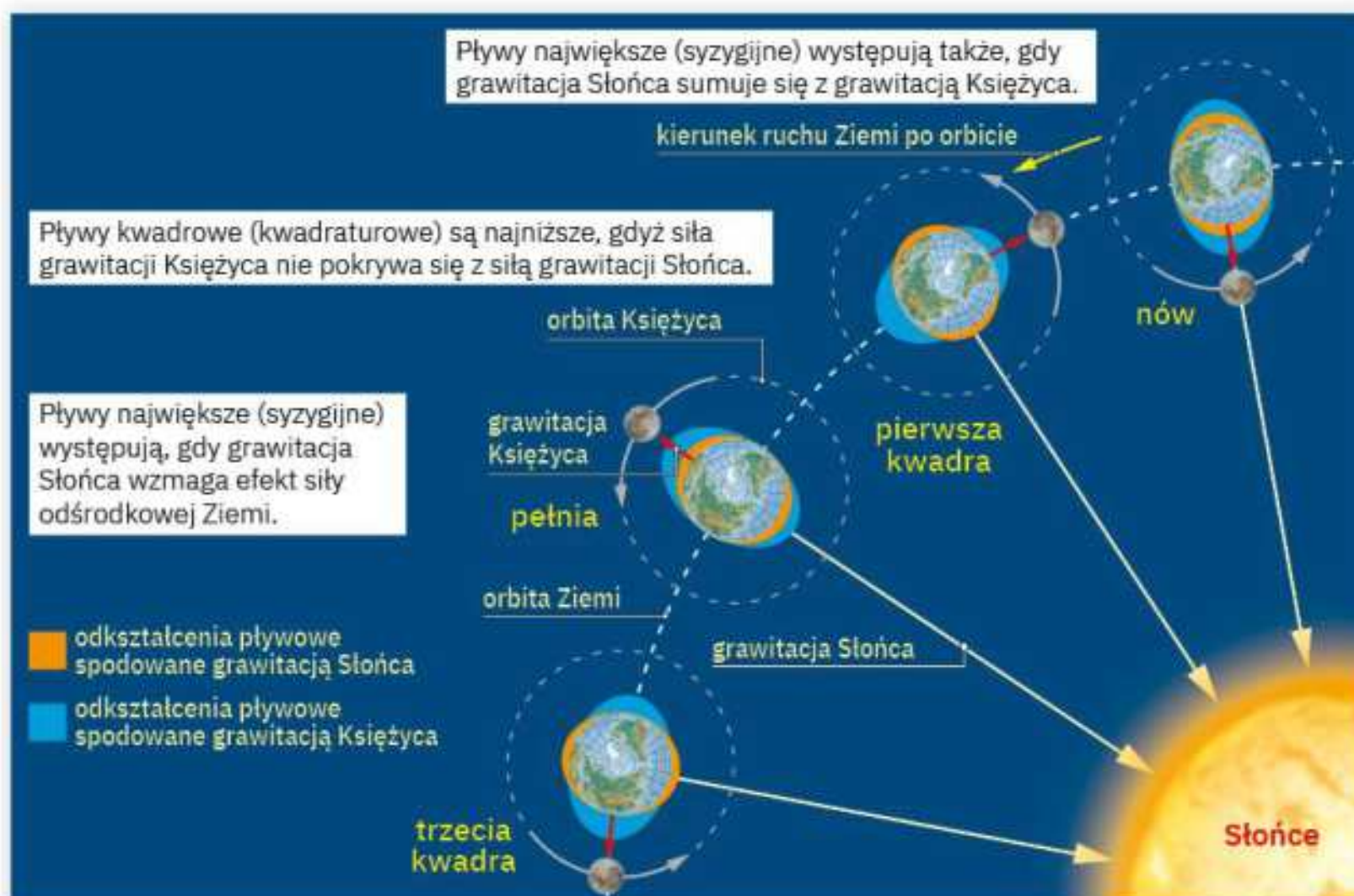
Specyficznymi prądami są prądy głębinowe prowadzące do powstania tzw. **upwellingu**, czyli wynoszenia wód głębinowych na powierzchnię. Stałe wiatry (pasaty) odpychają wody powierzchniowe mórz i oceanów od brzegów kontynentów. Na to miejsce powoli (ok. 1 cm/dobę) napływają bogate w substancje odżywcze wody głębinowe. Dzięki temu zjawisku mogą rozwinąć się bogate łowiska, na przykład w okolicy wybrzeży Peru czy północnego Chile.



Ryc. 1.8. Upwelling.

Pływy morskie

Pływy morskie to ruchy wody polegające na rytmicznym podnoszeniu się i opadaniu wód powierzchniowych mórz i oceanów. Powstają w wyniku wzajemnego przyciągania się Ziemi, Słońca i Księżycy. Pomimo że Księżyc ma mniejszą masę niż Słońce, to znajduje się bliżej naszej planety, oddziałuje silniej. Powoduje zatem większe przyciąganie i większe fale pływowe.



Ryc. 1.9. Pływy.

Fale pływów powstają rytmicznie, co pół doby księżycowej, czyli co 12 godzin i 26 minut, a największa pojawia się tam, gdzie Księżyc góruje. W związku z ruchem obrotowym Ziemi fale pływów przemieszczają się ze wschodu na zachód.

Wielkość pływów zależy od wzajemnego położenia Słońca i Księżyca względem Ziemi. Gdy ciała te znajdują się w jednej linii (w czasie nowiu i pełni), przyciąganie Słońca i Księżyca się sumuje. To prowadzi do powstania najwyższych pływów zwanych **syzygijnymi**. Najmniejsze są w pierwszej i ostatniej kwadrze Księżyca, ponieważ grawitacje Księżyca i Słońca działają rozłącznie. Te pływy noszą nazwę pływów **kwadrowych** lub **kwadraturowych**. Z kolei największe pływy występują w Zatoce Fundy w Kanadzie, gdzie amplitudy wahań pływów osiągają wysokości nawet powyżej 20 m (w kanale La Manche – do 16 m, w Morzu Śródziemnym – ok. 50 cm, w Morzu Bałtyckim – kilka centymetrów). Zatem wielkość pływów zależy nie tylko od obecności zatok czy cieśnin, w których może dojść do spiętrzenia wody, lecz także od wielkości zbiornika morskiego i jego głębokości.

Pływy utrudniają żeglugę w portach morskich, gdyż w czasie odpływu poziom wody znacznie się obniża lub wycofuje się ona całkowicie. Obszarów czasowo zalewanych nie wykorzystuje się w rolnictwie, ponieważ podłoże jest zasolone i trwale nawilgocone. Dzięki odpływom można pozyskać energię elektryczną w elektrowniach pływowych (np. na rzece Rance we Francji), a także zbierać małże i skorupiaki.



Ryc. 1.10. W czasie **odpływów** żegluga w obszarach, z których wycofało się morze, nie jest możliwa.



Ryc. 1.11. Elektrownia pływowa Rance (Francja) rocznie produkuje 550 GWh energii, wykorzystując pływy. Służy zamyka się przy najwyższej wartości pływów, a otwiera przy najmniejszej wartości odpływów. Przepływająca woda napędza wtedy turbiny.

Jedne z najbardziej niszczących fal to **tsunami**. Powstają najczęściej w wyniku gwałtownych podmorskich trzęsień ziemi (zachodzą przy pionowym przesunięciu płyt), podwodnych wybuchów wulkanów lub osunięcia się do wody ogromnych mas lądu lub lodu. Tworzy się wówczas niewidzialna na otwartym oceanie fala (o wysokości do 1 m) o dużej długości (ponad 150 km), która przemieszcza się z ogromną prędkością (do 900 km/h). W momencie dotarcia do strefy brzegowej wysokość fali gwałtownie wzrasta na skutek wyhamowania jej czoła. Przy brzegu może osiągnąć nawet kilkadziesiąt metrów wysokości. Woda wkracza głęboko w ląd i niszczy wszystko na swojej drodze.



Ryc. 1.12. Schemat powstawania **fali tsunami** na przykładzie zjawiska odnotowanego 11 marca 2011 r. w Japonii.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Podaj trzy pozytywne i trzy negatywne przykłady wpływu wody na środowisko przyrodnicze na Ziemi.
2. Korzystając ze źródeł informacji geograficznej, przedstaw hipotezy wyjaśniające pochodzenie wody na Ziemi.



3. Uzasadnij wpływ temperatury wody morskiej na turystyczne wykorzystanie obszarów nadmorskich.
4. Oceń znaczenie prądów morskich dla żeglugi oceanicznej oraz działalności gospodarczej człowieka.

PODSUMOWANIE LEKCJI

- s. 124 Woda to podstawowy składnik życia na Ziemi. Dzięki swoim właściwościom przenosi ciepło, rozpuszcza minerały, jest czynnikiem rzeźbotwórczym.
- s. 124 Zasoby wód słodkich stanowią niewielki odsetek wszystkich wód na naszej planecie.
- s. 125 W obiegu wody w przyrodzie bierze udział niewielka ilość wody.
- s. 126 Bilans wodny określany dla poszczególnych obszarów może być dodatni lub ujemny.
- s. 127 Oceany i morza gromadzą największe ilości wód. Największym oceanem jest Spokojny, a najmniejszym – Arktyczny.
- s. 127 Sól morska pochodzi z minerałów znajdujących się w skałach, rozpuszczonych przez wody morskie, a także wody rzek wpływających do oceanów.
- s. 128 Zasolenie wód powierzchniowych wykazuje zróżnicowanie wynikające z wielkości parowania. Największe jest w okolicach zwrotników, a najmniejsze – w obszarach okołobiegunowych.
- s. 131 Zarówno prądy morskie zimne, jak i ciepłe kształtują życie i gospodarkę człowieka. Inne ruchy wody również wpływają na nasze życie. Niektóre z nich, jak tsunami, mogą być niszczące i powodować śmierć ludzi.

2. Rzeki

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz elementy sieci rzecznej;
- przedstawisz charakterystykę sieci rzecznej poszczególnych kontynentów;
- ocenisz przyrodnicze i gospodarcze znaczenie rzek.

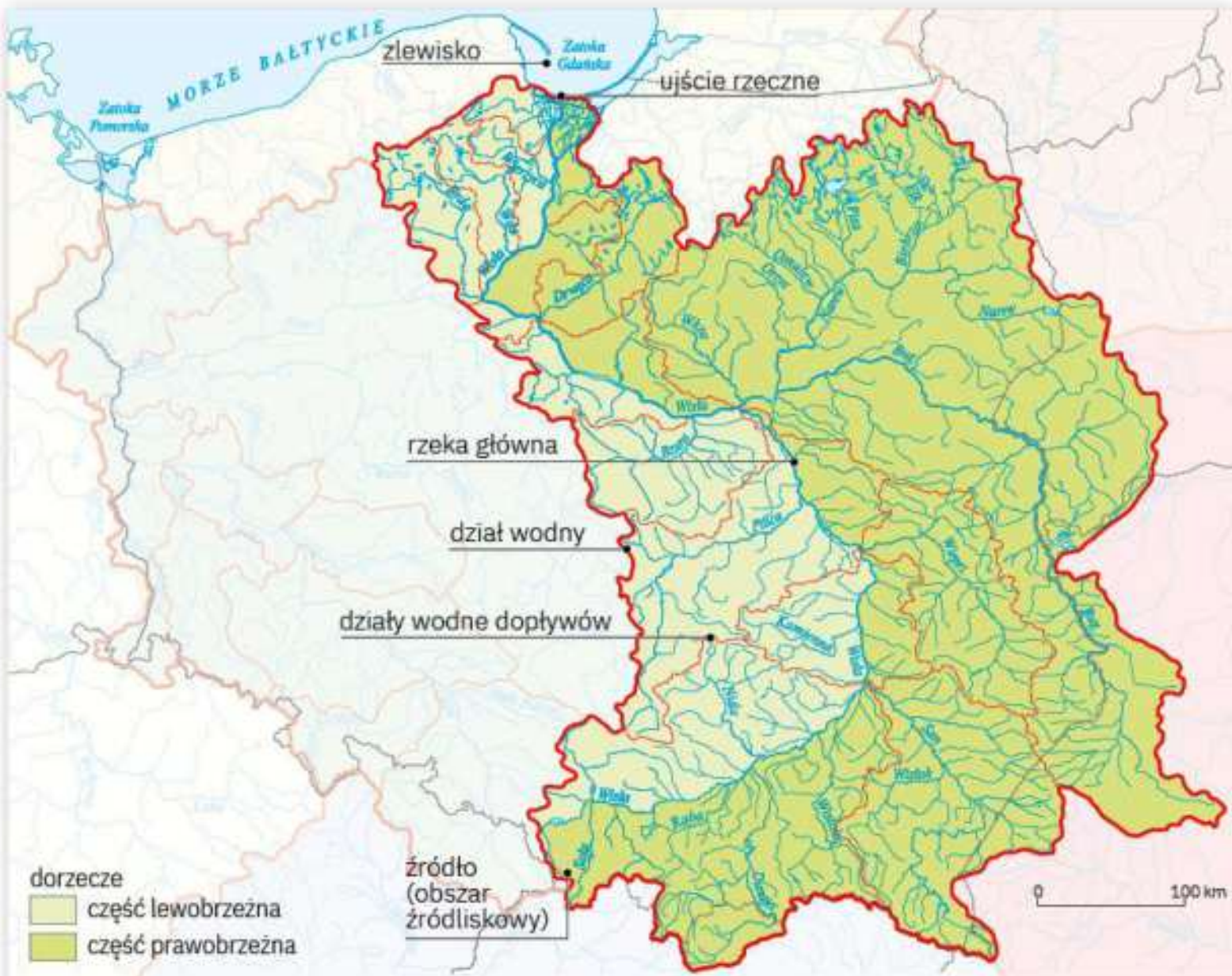
2.1. System rzeczny

Na powierzchni kontynentów znajdują się **wody płynące**, zwane **ciekami**, a także wody stojące w postaci jezior, bagien i mokradeł.

Ciek wodny – powierzchniowa struga wodna płynąca naturalnym korytem pod wpływem siły grawitacji.



Przykładami małych cieków wodnych są strumienie i potoki. Większe ciek wodne określamy mianem **rzek**.



Ryc. 2.1. Aby ustalić **prawy i lewy brzeg rzeki**, należy stanąć twarzą w kierunku, w którym płynie rzeka. Wtedy po naszej prawej stronie będzie brzeg prawy, po lewej – lewy.

Rzeka główna wraz ze swoimi dopływami tworzy **system rzeczny**. Najczęściej bierze początek w górach, na wyżynach lub obszarach wyniesionych w miejscach zwanych źródłami lub obszarami źródłiskowymi. Uchodzi ona bezpośrednio do morza, jeziora lub obszaru bezodpływowego. Obszar, z którego wody spływają do danej rzeki, nazywamy **dorzeczem**. Natomiast obszar, z którego wody spływają do danego zbiornika (np. morza, oceanu), określamy jako **zlewisko**. Granica oddzielająca dorzecza lub zlewiska to **dział wodny**. Jeśli system rzeczny odprowadza swoje wody do jezior niemających bezpośredniego połączenia z wszechoceanem, to całe zlewisko tego jeziora nazywamy **obszarem bezodpływowym** (np. zlewisko Jeziora Aralskiego, Morza Kaspijskiego). Niektóre rzeki kończą swój bieg wewnątrz kontynentów, tworząc obszary bezodpływowe w postaci bagien i mokradeł (np. bagna Okawango w Afryce).

system rzeczny



rzeki stałe,
okresowe
i epizodyczne

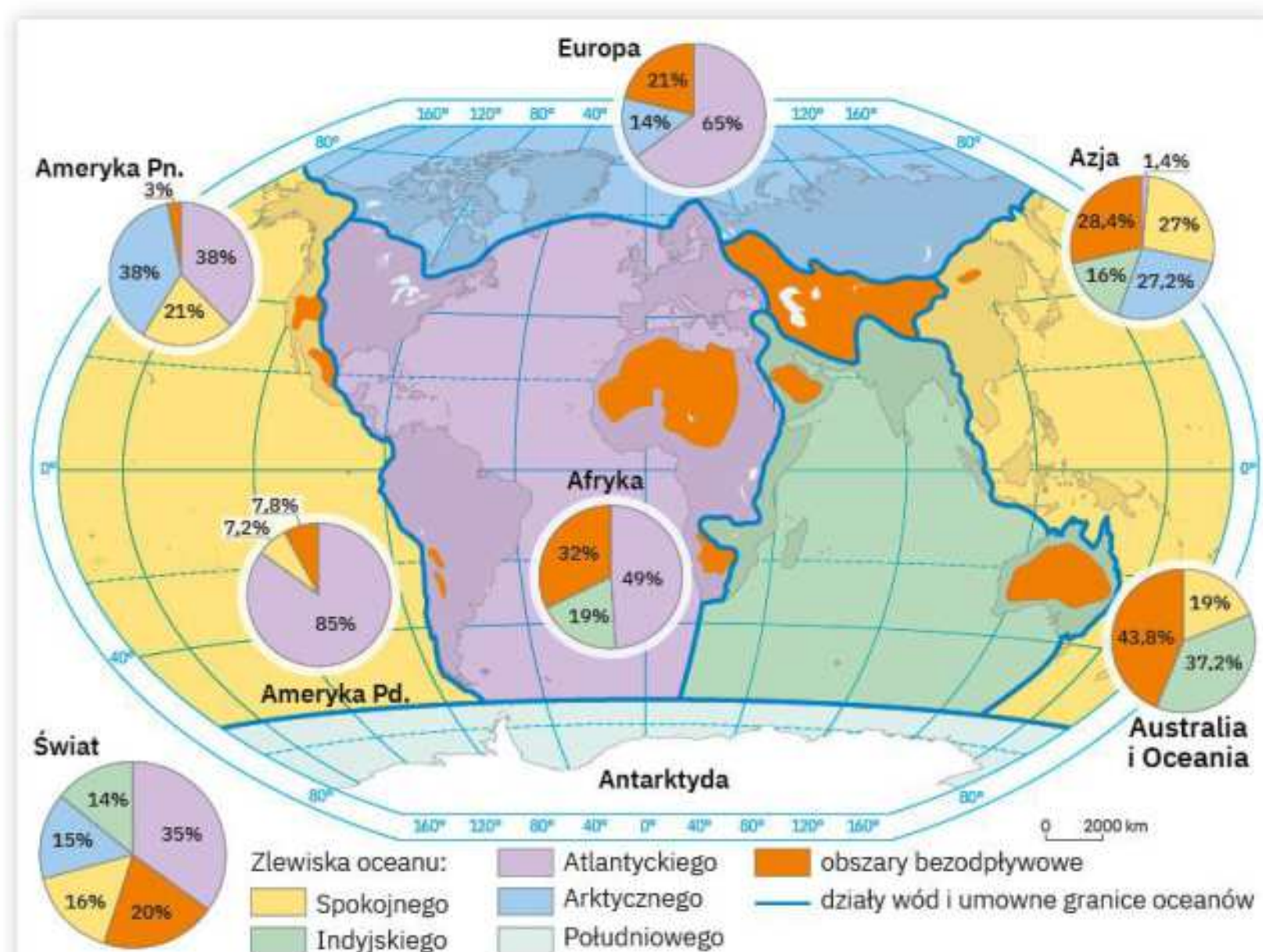
Ilość wody, jaką prowadzi rzeka, określa się na podstawie **przepływu** – objętości wody przepływającej przez koryto rzeczne w badanym miejscu rzeki w stosunku do jednostki czasu. W zależności od wielkości cieku stosuje się następujące jednostki: l/s (litr na sekundę), m³/s, km/rok.

Wysokość poziomu wody w rzece najczęściej zależy od klimatu. Rzeki prowadzące wodę przez cały rok, na przykład Amazonka, Wisła, nazywamy **stałymi** (permanentnymi). Te, które prowadzą wodę przez kilka miesięcy w roku, jak Diamantina (Australia) czy Wadi Dara (Maroko), to rzeki **okresowe** (periodyczne). Na obszarach najbardziej suchych, gdzie opady mogą pojawiać się raz na kilka lat (np. na pustyni Namib), występują rzeki **chwilowe** (epizodyczne).

2.2. Zróżnicowanie sieci rzecznej kontynentów

zlewiska oceanów

Wydawać by się mogło, że największe zlewisko powinien mieć największy z oceanów – Spokojny. Jednak położenie pasm górskich i ich przebieg spowodowały, że to Ocean Atlantycki ma największe zlewisko. Do niego spływają rzeki z większości obszarów Europy, Afryki, Ameryki Północnej i Południowej.



Ryc. 2.2. Zlewiska oceanów i obszary bezodpływowe na Ziemi.



Zadanie

Wymień największe obszary bezodpływowe poszczególnych kontynentów.

Poszczególne kontynenty wykazują duże zróżnicowanie gęstości i układu sieci rzecznej. Wpływ na to mają głównie klimat, rzeźba i budowa geologiczna.

Rzeki **Europy** charakteryzują się dużą gęstością, ale są stosunkowo krótkie. Wynika to z silnego rozczłonkowania lądu i występowania klimatu umiarkowanego na większości powierzchni tego kontynentu. Największe systemy rzeczne, jak Wołga czy Dniepr, znajdują się w jej wschodniej części.

Dla **Azji** charakterystyczny jest promienisty układ sieci rzecznej spowodowany obecnością gór i wyżyn w jej centralnej części. To ogromny obszar bezodpływowy z takimi rzekami, jak Syr-daria czy Amu-daria. Potężne, zasobne w wody i mające rozległe dorzecza rzeki syberyjskie płyną w północnej części kontynentu (np. Jenisej, Ob z Irtyszem, Lena). Najdłuższe rzeki azjatyckie płyną w części wschodniej (np. Jangcy, Huang He). W części południowej kontynentu rzeki są znacznie krótsze (np. Indus, Brahmaputra, Mekong) lub występują jako rzeki okresowe i epizodyczne (na Półwyspie Arabskim).

W **Afryce** układ wyżyn i kotlin wpłynął na powstanie dużych powierzchni obszarów bezodpływowych (prawie 1/3 powierzchni kontynentu). W Kotlinie Konga występuje koncentryczny (dośrodkowy) układ sieci rzecznej. Najdłuższa rzeka kontynentu – Nil – przepływa przez trzy strefy klimatyczne, w tym najsuchszą – zwrotnikową.

W **Ameryce Północnej** na układ sieci rzecznej wpływa południkowy przebieg pasm górskich. We wschodniej części występują długie rzeki, jak Missisipi z Missouri i Mackenzie. Prowadzą one w większości wody na północ i południe. Rzeki części zachodniej (Kolumbia, Kolorado, Jukon) są znacznie krótsze i prowadzą wody переваżnie w kierunku zachodnim.

W **Ameryce Południowej** przebieg pasma górskiego Andów przyczynił się do powstania krótkich rzek w jej części zachodniej i potężnych systemów rzecznych Amazonki i Parany w części wschodniej. Nazywana królową rzek – Amazonka – wyróżnia się największą powierzchnią dorzecza i największym przepływem. Wraz z rzeką Ukajali stanowi najdłuższy ciek wodny na świecie.

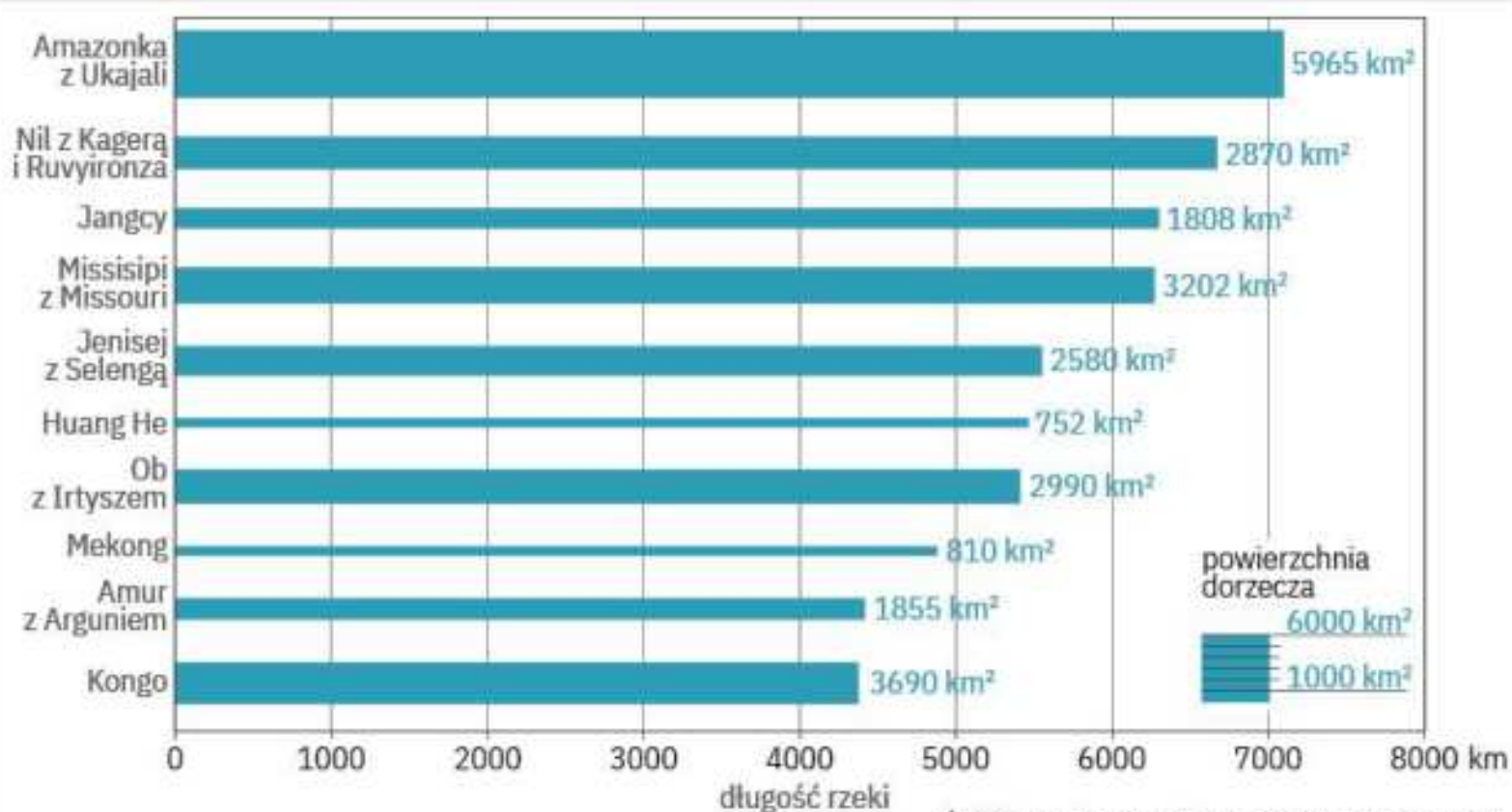
Australia to kontynent najuboższy w wody powierzchniowe. Wpływa na to klimat (na większości obszaru zwrotnikowy) oraz układ pasm górskich. Wielkie Góry Wododziałowe są granicą, która sprawia, że na północy i zachodzie znajdują się stałe i krótkie rzeki, a na zachód od nich znacznie większe, jak Murray-Darling. W części centralnej i zachodniej występują głównie rzeki okresowe i epizodyczne.

Rzeki na **Antarktydzie** nie występują. Mogą pojawić się rzeki płynące na powierzchni lodu lub wewnątrz oraz pod lądolodem w momencie topnienia lodu. Ze względu na niskie temperatury nie wykształciła się tutaj sieć rzeczna jak na innych lądach.

Zadanie

Wykaż wkład Polaków Piotra Chmielińskiego i Jacka Pałkiewicza w ustalenie źródeł Amazonki i określenie długości tej rzeki.

zróżnicowanie
sieci rzecznej na
poszczególnych
kontynentach



Ryc. 2.3. Najdłuższe rzeki świata.

2.3. Znaczenie rzek

znaczenie rzek

Rzeki już od starożytności miały dla ludzi wielkie znaczenie. Najstarsze cywilizacje: egipska, mezopotamska czy chińska rozwijały się nad wielkimi rzekami. Te duże cieki były źródłem wody pitnej oraz wody dla działalności gospodarczej – najpierw w rolnictwie, a później w przemyśle. Dawały także pożywienie (ryby) i nanosiły osady, na których rozwijały się żyzne gleby (mady). Stanowiły również drogi transportowe (np. spławiano nimi drewno). Współcześnie na rzekach buduje się zapory w celu spiętrzenia wód i wykorzystania ich spadku do produkcji energii elektrycznej. Powstałe zbiorniki odgrywają również rolę retencyjną – chronią niżej położone obszary przed powodzią. Są również atrakcją turystyczną i obszarem rekreacyjnym dla ludzi.



Ryc. 2.4. Analiza mapy satelitarnej wskazuje, że Nil jest źródłem życia dla ludzi zamieszkujących jego dolinę i deltę.



Rzeki mogą być również żywiołem niszczącym życie i dorobek ludzki. Katastrofalne powodzie niweczą osiągnięcia społeczności żyjących w dolinach rzecznych.



Ryc. 2.5. Jedną z największych budowli hydrotechnicznych na świecie jest **Zapora Trzech Przełomów** na rzece Jangcy w Chinach. Zbiornik jej towarzyszący ma pojemność ok. 40 km³ i jest głównie wykorzystywany jako źródło energii i zbiornik przeciwpowodziowy.



Ryc. 2.6. Rzeki służą do **żeglugi śródlądowej**. W niektórych miejscach dzięki nim powstały wielkie systemy komunikacyjne.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Przedstaw i porównaj sieć rzeczną poszczególnych stref klimatycznych.
2. Porównaj powierzchnię Oceanu Arktycznego i Spokojnego oraz zlewiska tych oceanów. Zapisz w zeszyte wnioski oraz wyjaśnij przyczyny wpływające na wielkość ich zlewisk.
3. Wykaż, że rzeki są darem i niebezpiecznym żywiołem dla życia oraz gospodarki człowieka.
4. Uzasadnij, dlaczego wciąż naukowcy mają problem z ustaleniem, która rzeka jest najdłuższa na świecie.
5. Wyjaśnij, jaka jest zależność wysokości poziomu wód rzek na świecie od klimatu.

PODSUMOWANIE LEKCJI

System rzeczny to rzeka wraz z jej dopływami. Obszar, z którego wody są odprowadzane do jednej rzeki, nazywamy dorzeczem. Dorzecza są od siebie oddzielone działami wodnymi.

s. 135

Rzeki, które prowadzą wodę przez cały rok, są nazywane stałymi, te, które prowadzą wodę tylko w czasie pory deszczowej – okresowymi, a płynące sporadycznie, gdy pojawi się opad – chwilowymi.

s. 136

Największe zlewisko ma Ocean Atlantycki, co jest konsekwencją rzeźby terenu, dzięki której dorzecza rzek wpływających do oceanu mają ogromne powierzchnie.

s. 136

Sieć rzeczna poszczególnych kontynentów jest silnie związana z budową geologiczną, rzeźbą terenu i klimatem. W Europie rzeki są stosunkowo krótkie, w Azji mają układ promienisty, w Afryce – często koncentryczny, w Ameryce Północnej i Południowej odwzorowują południkowy układ form rzecznych, najuboższe są w Australii, a na Antarktydzie – nie występują.

s. 137

Rzeki dostarczają pożywienia i są źródłem wody pitnej i używanej w celach gospodarczych. Stanowią obiekty turystyczne i rekreacyjne. Wykorzystuje się je w komunikacji – tworzą szlaki żeglowne. Ponadto rzeki są źródłem energii (elektrownie przepływowe na rzekach).

s. 138



3. Lodowce i lądolody

NA TEJ LEKCJI:

- wyjaśnisz proces powstawania lodowców na powierzchni Ziemi;
- wskażesz miejsca występowania lodowców na naszej planecie;
- wykażesz, w jaki sposób zanikająca pokrywa lodowa wpływa na gospodarkę, życie i tożsamość kulturową mieszkańców obszarów okołobiegunowych;
- wyjaśnisz zróżnicowanie rodzajów i wielkości zasobów wód we własnym regionie.



3.1. Obszary występowania lodowców na Ziemi

Pokrywą lodową na świecie tworzą lodowce i lądolody. **Lodowce** mają mniejszy zasięg i tworzą się zazwyczaj w górach i na wyżynach. Duże ich skupiska znajdują się w:

występowanie
lodowców

- Europie (Alpy, Góry Skandynawskie i Islandia);
- Azji (Himalaje, Karakorum, Hindukusz, Pamir, Tien-Szan, Kunlun, Kaukaz, Wyżyna Tybetańska);
- Ameryce Północnej (Góry Alaska, Nadbrzeżne, wyspy, np. Ziemia Baffina czy Wyspy Archipelagu Arktycznego);
- Ameryce Południowej (Andy).

Niewielkie i zanikające lodowce występują w Afryce (Masyw Kilimandżaro) i na Nowej Gwinei (Puncak Jaya).

lądolody
Antarktydy
i Grenlandii

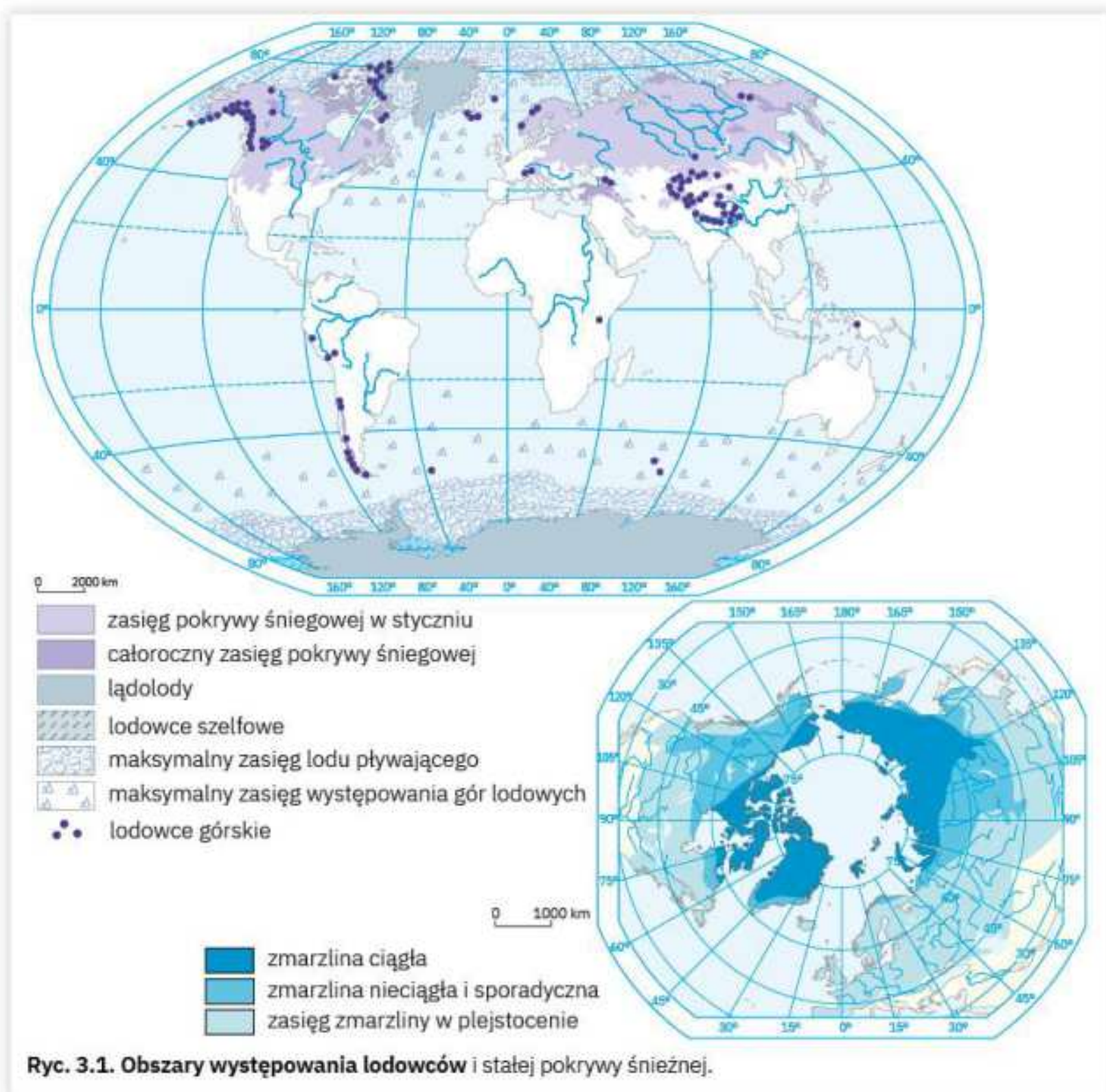
Lądolody to wielkie pokrywy lodowe o grubości dochodzącej nawet do 4,8 km. Współcześnie na Ziemi występują dwa lądolody: największy, zajmujący Antarktydę, i pokrywający największą wyspę na naszej planecie – Grenlandię.

Współcześnie lodowce na Ziemi zajmują 11% powierzchni lądów, z czego około 98% wszystkich obszarów zlodowaconych zawierają lądolody Antarktydy i Grenlandii.

Uzupełnieniem **kriosfery** jest stała pokrywa śnieżna, obszar zajęty przez wieloletnią zmarzlinę oraz lód pływający.

Kriosfera – część hydrosfery zajmująca wody w postaci stałej.

Wieloletnia zmarzlina (wieczna marzłość) – warstwa gruntu o różnej miąższości, która przez długi czas jest zamrożona, w szczelinach i porach skalnych zawiera wieloletni lód gruntowy.

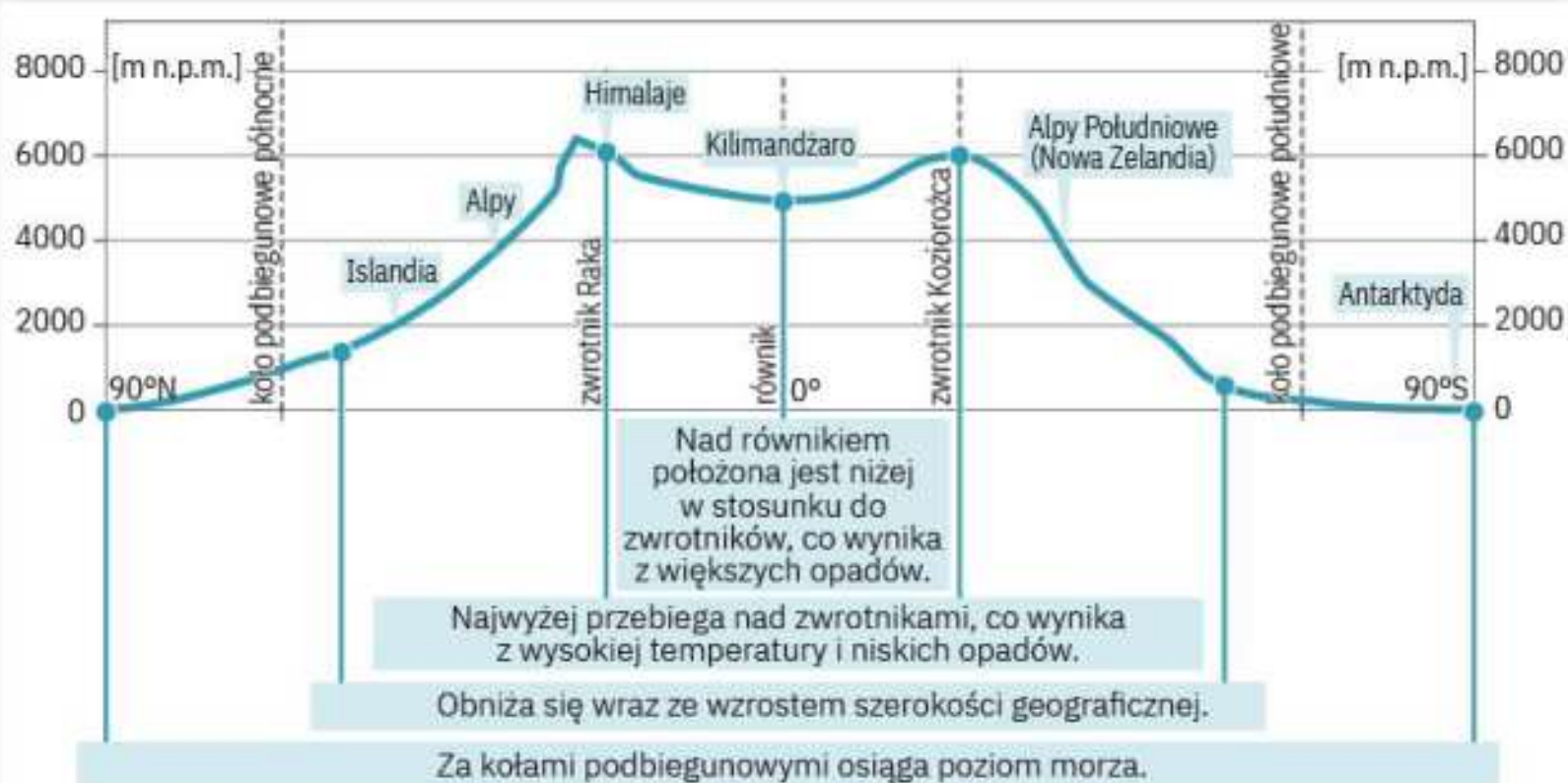


3.2. Powstawanie lodowców

Lodowce powstają powyżej **granicy wieloletniego śniegu** (wiecznego śniegu), czyli powyżej linii, gdzie więcej śniegu w ciągu roku przybywa niż ubywa w wyniku topnienia i sublimacji. Przebieg tej granicy zależy od wielkości opadów śnieżnych i warunków termicznych (średnia temperatura roczna poniżej 0°C) oraz warunków orograficznych, jak ukształtowanie powierzchni terenu, ekspozycja i nachylenie zbocza.

granica wiecznego śniegu

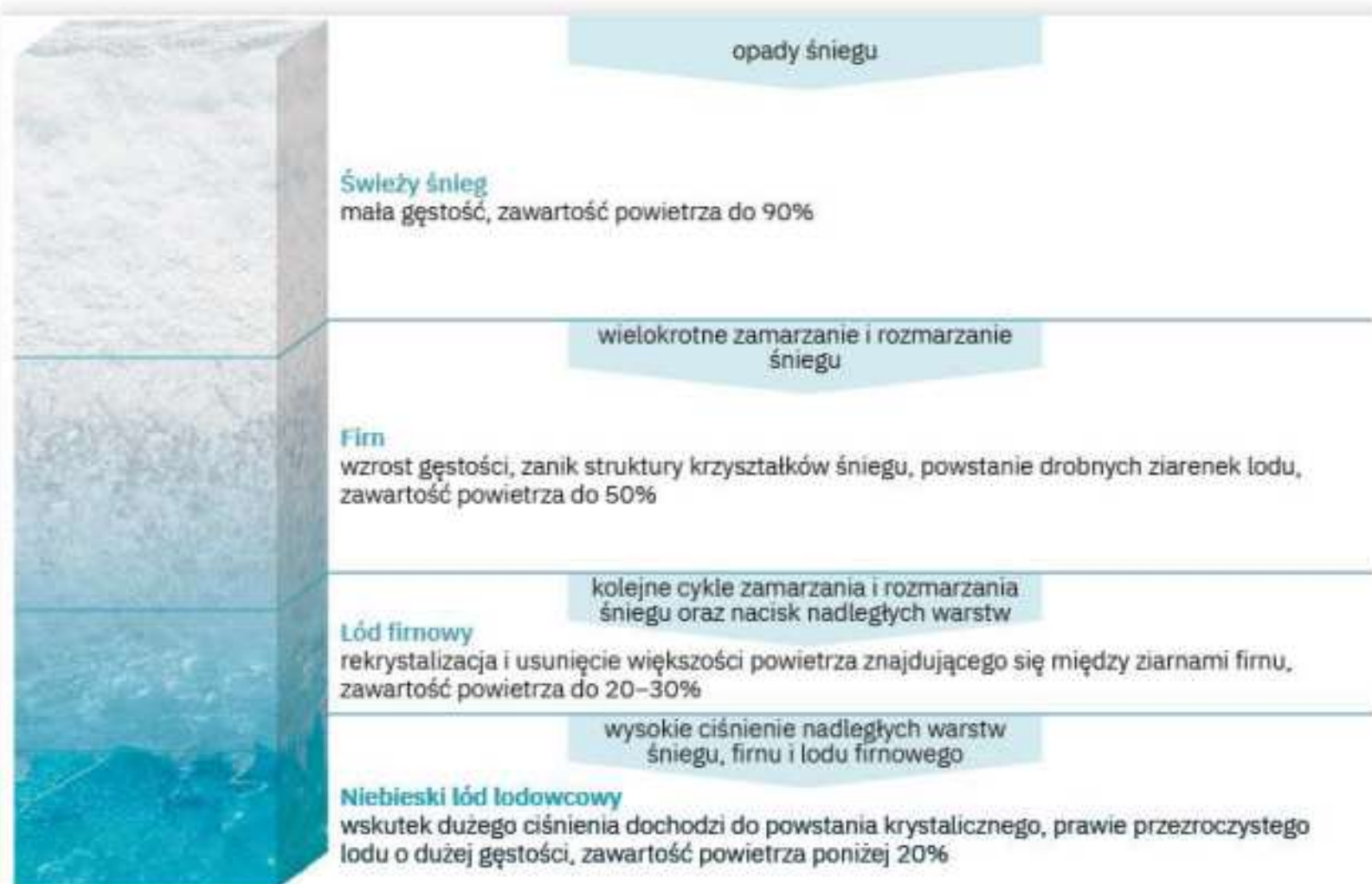
Przebieg wysokości granicy wieloletniego śniegu jest na kuli ziemskiej zróżnicowany. Na równiku wznosi się na wysokości około 5000 m n.p.m., co jest związane z dużymi opadami. Najwyżej, około 6000 m n.p.m., granica ta znajduje się nad zwrotnikami, co wynika z suchości klimatu (małe opady, wysokie temperatury). W miarę oddalania się od zwrotników wysokość tej granicy obniża się, by osiągnąć poziom morza za kołami podbiegunowymi.



Ryc. 3.2. Wysokość granicy wieloletniego śniegu w zależności od szerokości geograficznej.

lód lodowcowy

Czynnikami sprzyjającymi powstawaniu lodowców są obfite opady śniegu i możliwość ich gromadzenia się na płaskich powierzchniach, co prowadzi do przemiany (diagenezy) śniegu w lód lodowcowy.



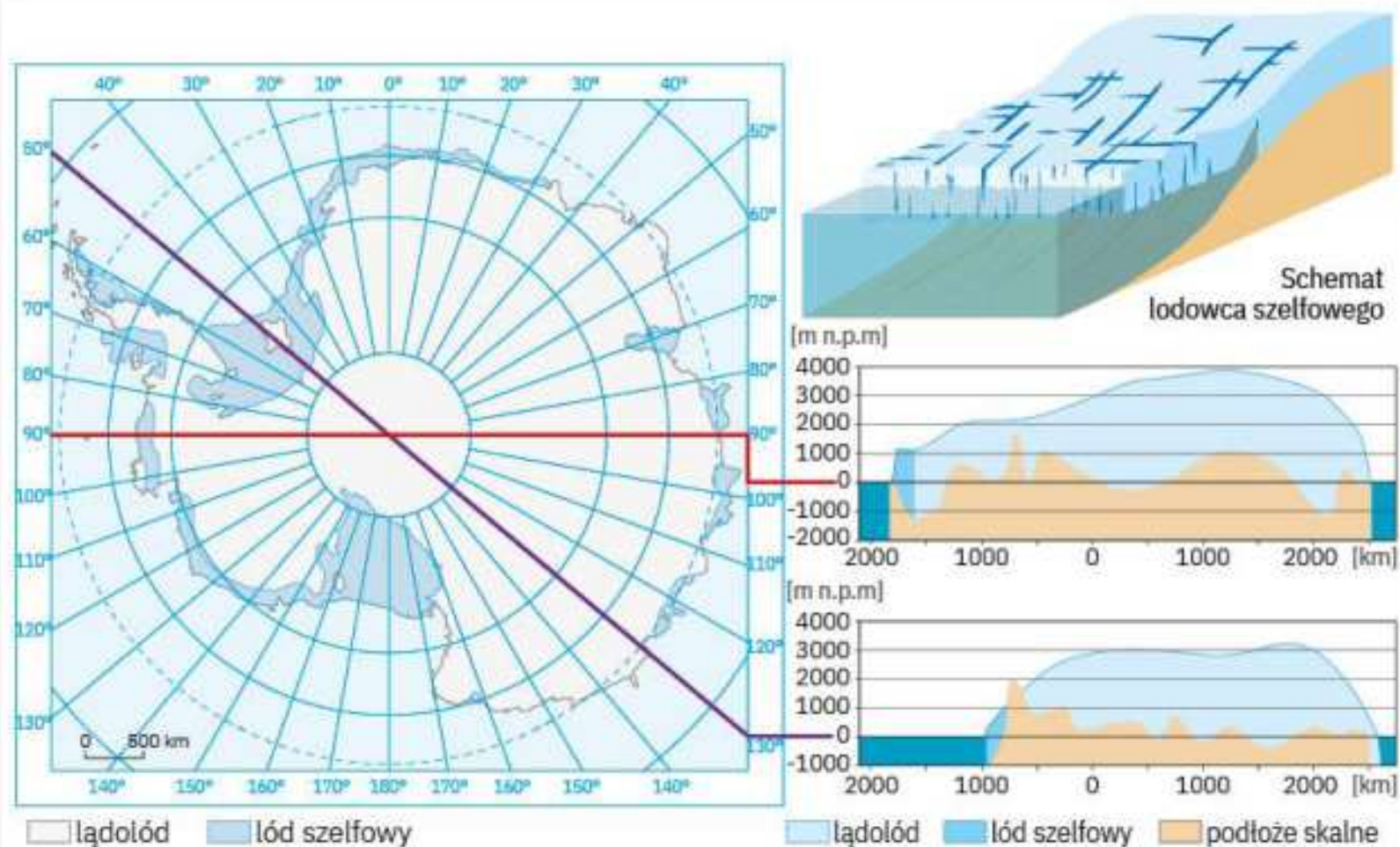
Ryc. 3.3. Przekrój przez lodowiec.



kształt lodowców

Lodowce dzielą się na **lądołody** i **lodowce górskie**, które przyjmują różne kształty, wielkość i grubość. Wpływ na to mają przede wszystkim ukształtowanie powierzchni terenu, wielkość opadów i temperatura powietrza.

Łądołody kontynentalne występują w postaci wielkich czasz przykrywających znaczne obszary i poruszających się w różnych kierunkach.



Ryc. 3.4. Lodowce szelfowe.

Często masy lodu spływają do otaczających lądołód mórz i oceanów. Tworzą w ten sposób pływającą pokrywę lodową zwaną **lodowcem szelfowym**. Lodowce szelfowe są zakończone urwistymi klifami lodowymi zwanymi barierą lodową. Od klifów lodowych odrywają się wielkie bryły lodowe (zjawisko tzw. cielenia lodowców), które dryfują po powierzchni oceanu w postaci **gór lodowych**.

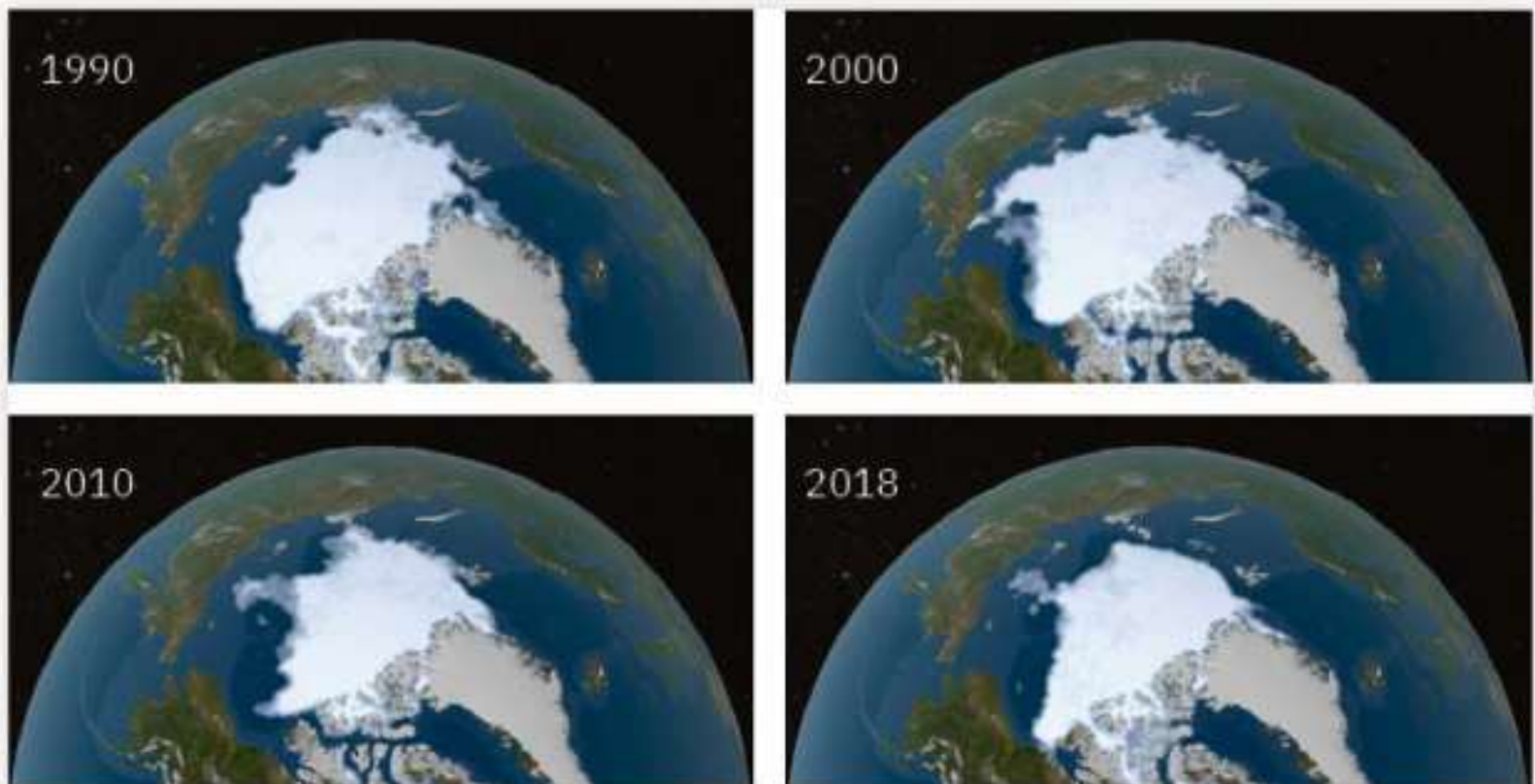
3.3. Konsekwencje zanikania pokrywy lodowej na świecie

globalne ocieplenie

Zjawisko **globalnego ocieplenia** prowadzi do zanikania pokrywy lodowej na świecie. Zmniejsza się zasięg lodu pływającego Arktyki, cofają się czoła lodowców górskich, a lądołody Antarktydy i Grenlandii stają się coraz cieńsze. Obserwacje satelitarne potwierdzają jednoznacznie zachodzące procesy, ukazując jednocześnie rosnącą dynamikę zanikania lądołodów. Pokrywa śnieżna i lodowa z dużym albedo potrafi odbić nawet 90% promieniowania słonecznego. Wycofująca się z powierzchni wód wszechoceanu pokrywa lodowa powoduje, że woda nagrzewa się szybciej. To samo dzieje się w przypadku ustępujących lodowców na konty-



nentach – nagrzewają się one szybciej. Do atmosfery trafia zatem większa ilość ciepła, przyspieszając proces ogrzewania się atmosfery oraz proces topnienia lodowców i lądolodów (tzw. sprzężenie zwrotne).



Ryc. 3.5. Pomiary zasięgu i grubości lodu pływającego Arktyki wskazują jednoznacznie na zanik powierzchni i grubości tej pokrywy.

konsekwencje
zanikania pokrywy
lodowej na Ziemi

Zanik pokrywy lodowej będzie mieć bardzo znaczące i różnorodne następstwa. Wśród **negatywnych** konsekwencji najczęściej wymienia się:

- wzrost poziomu mórz i oceanów, który doprowadzi do zalania obszarów przybrzeżnych zamieszkiwanych przez ludzi i likwidacji wielu państw znajdujących się na wyspach o niewielkich wysokościach nad poziomem morza;
- wzrost poziomu wszechoceanu, co przyspiesza procesy erozyjne na wybrzeżach, przez co wybrzeża klifowe będą cofać się znacznie szybciej, a wiele plaż zostanie rozmytych;
- zagrożenie egzystencji wielu zwierząt polarnych, na przykład niedźwiedzi polarnych, które do polowań wykorzystują pływające kry lodowe;
- kres kultury i tradycyjnego sposobu życia Eskimosów korzystających z zasobów tego regionu;
- zanik lodowców górskich, przez który do wielu rzek przestanie doływać woda, a w konsekwencji zabraknie wody pitnej i dla celów gospodarczych;
- zanik pokrywy wieloletniej zmarzliny, który prowadzi do uwolnienia do atmosfery metanu – jednego z głównych gazów cieplarnianych;
- rozmarzanie gruntu, co skutkuje niszczeniem dróg, domów, rurociągów transportujących ropę naftową i gaz ziemny z obszarów Syberii czy Alaski.

Z drugiej strony zanik pokrywy lodowej Arktyki może mieć **pozytywne** następstwa ekonomiczne:

- nastąpi otwarcie północnej drogi wodnej, co skróci czas transportu między portami północnych regionów Ameryki Północnej, Europy i Azji;



- pojawi się możliwości eksploatacji bogactw Arktyki, w tym złóż gazu i ropy naftowej (szacuje się, że na tym obszarze znajduje się 1/4 nieodkrytych światowych zasobów tych surowców).



Ryc. 3.6. Rozmarzanie wieloletniej zmarzliny znacznie utrudnia komunikację lądową. Twardy, zamrożony wcześniej grunt staje się grząski, zatem nie jest możliwy przejazd samochodów, rozmarznięty grunt nie utrzymuje domów i podpór gazociągów i powoduje ich zapadanie się.



Ryc. 3.7. Uwięziony pod pokrywą lodową i wieloletnią zmarzliną metan trafia do atmosfery, przez co powoduje przyspieszenie efektu cieplarnianego.



Ryc. 3.8. Do polowań i prawidłowego wychowania potomstwa niedźwiedzie polarne potrzebują lodu pływającego. Zanik pokrywy prowadzi do zmniejszenia się populacji tego gatunku.

3.4. Rodzaje i zasoby wodne mojego regionu

Współcześnie w Polsce nie występują ani lodowce i lądolody, ani wieloletnia zmarzlina. Każdego roku mamy jednak do czynienia ze stałą pokrywą śnieżną. Długość jej zalegania różni się znacznie w poszczególnych częściach kraju. Najkrócej (poniżej 100 dni) warstwa śnieżna utrzymuje się na zachodzie kraju, najdłużej (ponad 140 dni) na Pojezierzu Suwalskim. W Beskidach śnieg leży ponad 150 dni, a w najwyższych partiach Sudetów i Tatr – ponad 200 dni.

Zasoby i rodzaje pozostałych wód również różnią się znacznie na obszarze Polski. Na obszarze polskich **pobrzeży** dominuje wpływ Morza Bałtyckiego o małym zasoleniu, na którym pokrywa lodowa występuje krótko lub wcale. Dominują tutaj jeziora przybrzeżne, a rzeki mają duży spadek i są zasobne w wodę. Najwięcej wód powierzchniowych znajduje się na **pojezierzach**. To wody w postaci licznych jezior polodowcowych (w tym największe powierzchniowo Jezioro Śniardwy i najgłębsze Jezioro Hańcza), ale również gęsta sieć rzeczna czy zasobne wody podziemne, w tym

regionalne
zróżnicowanie
występowania
zasobów wodnych
w Polsce



geotermalne i mineralne. Ważną rolę w kształtowaniu zasobów wodnych kraju odgrywają obszary podmokłe, bagna i mokradła. Największą powierzchnię zajmują bagna w **Kotlinie Biebrzańskiej**. Duże ich powierzchnie znajdują się także na **Równinie Kurpiowskiej**, **Polesiu Lubelskim**, pasie pobrzeży czy dolinach rzecznych. Na obszarze **górkim** występują duże opady, jednak ze względu na duże nachylenie stoków – wody spływają szybko do koryt rzecznych.

Na obszarze naszego kraju pojawiają się również wody subartezyjskie. W **Nieccie Łódzkiej** i **Nieccie Mazowieckiej** są one wykorzystywane gospodarczo.

Polska należy do krajów o ograniczonych zasobach wodnych. Pod względem potencjału wodnego w przeliczeniu na jednego mieszkańca zajmujemy jedno z ostatnich miejsc w Europie. Obszary deficytu wód obejmują między innymi:

- **Wyżynę Śląską** i obszary wokół **Łodzi**, ponieważ są to obszary położone na dziale wodnym (mała gęstość rzek) o dużym zużyciu wody dla przemysłu i gospodarki komunalnej;
- **Pojezierze Wielkopolskie** (w tym głównie Pojezierze Kujawskie) ze względu na zjawisko cienia opadowego (napływające znad Bałtyku masy powietrza wznoszą się na wzniesieniach pojezierzy i tutaj dają większy opad; wędrujące dalej na południe masy powietrza ogrzewają się adiabatycznie i dają mniejsze opady);
- **Wyżynę Lubelską** i **Nizinę Południowopodlaską** zagrożone deficytem wody dla rolnictwa.



Ryc. 3.9. Bagna Biebrzańskie to zasobny w wodę obszar w Polsce. Wody te są jednak biologicznie zanieczyszczone i w większości nie nadają się do gospodarczego wykorzystania.



Ryc. 3.10. Przemysłowy krajobraz Wyżyny Śląskiej i Krakowsko-Częstochowskiej jest charakterystyczny dla miejsc o deficycie wodnym dla gospodarczej działalności człowieka.



Ryc. 3.11. Wykorzystanie wód w wysoko rozwiniętych gospodarstwach towarowych w województwie wielkopolskim zwiększa deficyt wody dla rolnictwa.



Warto pamiętać, że obszary miejskie ze względu na dużą koncentrację ludzi borykają się z deficytem wód powierzchniowych i podziemnych. Przyczyną tego stanu jest duże zanieczyszczenie wód i wysoki ich pobór przez gospodarkę komunalną, przemysł i rolnictwo.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

- Wyjaśnij przyczyny zróżnicowania wysokości przebiegu granicy wieloletniego śniegu w strefie międzyzwrotnikowej.
- Dokończ zdania i zapisz je w zeszycie.
 - Im dalej na północ i południe od zwrotników, tym granica wieloletniego śniegu przebiega coraz ...
 - Im głębiej wykonamy odwiert w lodowcu, tym zawartość powietrza w jego poszczególnych warstwach będzie coraz ...
- Uzasadnij, że lądolody istotnie wpływają na wielkość lodu pływającego po powierzchni mórz i oceanów.
- Przedstaw charakterystykę oraz wykorzystanie rodzajów wód znajdujących się w regionie, w którym mieszkasz.

PODSUMOWANIE LEKCJI

Lodowce i lądolody tworzą się na obszarach, na których występują niskie temperatury i opady w postaci śniegu.

s. 140

Zdecydowana większość pokrywy lodowej skupia się w lądolodach Antarktydy i Grenlandii.

s. 140

Lodowce powstają powyżej granicy wieloletniego śniegu, której przebieg zależy od temperatury powietrza i wielkości opadów.

s. 141

Przemiana śniegu w lód lodowcowy odbywa się pod wpływem ciśnienia nadległych warstw śniegu, firnu i lodu firnowego.

s. 142

Lodowce przyjmują różny kształt, co jest uwarunkowane głównie rzeźbą terenu, wielkością opadów i temperaturą.

s. 143

Globalne ocieplenie wywiera największy wpływ na zanikanie obszarów zlodzonych na świecie.

s. 143

Podniesienie poziomu mórz i oceanów oraz wymieranie gatunków fauny i flory obszarów okołobiegunowych to najpoważniejsze konsekwencje zanikania pokrywy lodowej na świecie.

s. 144

Duże regionalne zróżnicowanie rodzajów i zasobów wodnych w Polsce wynika ze zróżnicowania rzeźby terenu i budowy geologicznej oraz warunków klimatycznych.

s. 145





PODSUMOWANIE PRZED SPRAWDZIANEM

- s. 124 • **Hydrosfera** to wodna powłoka Ziemi, w skład której wchodzi wody zgromadzone w oceanach i morzach, lodowcach i lądolodach, wieloletniej zmarzlinie, rzekach, jeziorach, bagnach, mokradłach, wodach podziemnych, atmosferze i w żywych organizmach.
- s. 125 • Woda bierze udział w **cyklu hydrologicznym** odbywającym się pod wpływem grawitacji i energii słonecznej. Przenoszona jest między oceanem, atmosferą i lądem. Zmienia swój stan skupienia, może zasilać rzeki i jeziora, infiltrować w głąb podłoża, wchodzić w skład organizmów żywych.
- s. 126 • Ujemny **bilans wodny** mają obszary pustyń zwrotnikowych, położonych w sąsiedztwie zimnych prądów morskich leżących w dużej odległości od mórz i oceanów, a dodatni – tereny położone w strefie okołorównikowej, w sąsiedztwie ciepłych prądów morskich, w miejscach o utrudnionym odpływie i małym parowaniu.
- s. 127 • Na Ziemi wyróżniamy pięć **oceanów**, z których największy jest Ocean Spokojny, a najmniejszy – Ocean Arktyczny. Częściami oceanów są morza. W zależności od sposobu kontaktu z wszechoceanem i położenia w stosunku do lądów wyróżniamy morza: przybrzeżne, otwarte, międzywyspowe, międzykontynentalne i wewnątrzkontynentalne.
- s. 127 • Wody wszechoceanu są **słone**. Dominuje w nich chlorek sodu. Największe zasolenie wód powierzchniowych występuje w okolicach zwrotników, na co wpływa duże parowanie i suchość klimatu. Niższe zasolenie jest nad równikiem ze względu na występujący wpływ deszczów zenitalnych, a najniższe – na obszarach okołobiegunowych ze względu na małe parowanie i występujący wpływ topniejących lądolodów.

- s. 130 • **Ruchy wody morskiej**

Nazwa ruchu wody morskiej	Przyczyna	Charakterystyka	Skutek
prądy morskie	różnice temperatury, zasolenia, gęstości wód	Ciepłe prądy morskie płyną ku wyższym szerokościom, a zimne – ku niższym.	Ciepłe prądy, np. Prąd Zatokowy, ogrzewają obszary przyległe i zwiększają ilość opadów. Zimne, jak Prąd Peruwiański, ochładzają tereny przybrzeżne i zmniejszają ilość opadów, prowadząc do powstania pustyń nadbrzeżnych.
upwelling	stałe wiatry pasaty	Wynosi ku powierzchni zasobne w substancje odżywcze wody głębinowe.	Powstają bogate łowiska.
plywy	przyciąganie Słońca i Księżyca	Sprawiają, że wody morskie cyklicznie podnoszą się i opadają.	Utrudniają żeglugę.
tsunami	podmorskie trzęsienia ziemi i wybuchy wulkanów	Fala o dużej długości szybko przemieszcza się i spiętrza się u wybrzeży.	W wyniku jej działania dochodzi do zniszczenia budynków i infrastruktury oraz śmierci ludzi.

- s. 135 • **System rzeczny** – rzeka wraz ze swoimi dopływami.
Dorzecze – obszar, z którego wody spływają do jednej rzeki.
Zlewisko – obszar, z którego wody spływają do danego morza lub oceanu.
Dział wodny – linia oddzielająca dorzecza.
Obszar bezodpływowy – obszar, z którego odprowadzane wody nie wpływają do wszechoceanu, jezior lub bagien.



- Rzeki **Europy** są stosunkowo krótkie i mają dużą gęstość.
W **Azji** rzeki mają promienisty układ, są długie i mają rozległe dorzecza.
Rzeki **Afryki** spływają do licznych obszarów bezodpływowych, często mają układ koncentryczny.
Charakterystyczne dla **Ameryki Północnej i Południowej** są rzeki krótkie w zachodniej, a długie w centralnej i wschodniej części kontynentu.
Australia ma ubogą sieć rzeczną, znajdującą się głównie po wschodniej części Gór Wododziałowych.
Na **Antarktydzie** brak sieci rzecznej. s. 137
- Rzeki **dostarczają wody pitnej**, wody dla działalności przemysłowej i rolniczej, stanowią **szlaki komunikacyjne i atrakcję turystyczną**. Budowane na rzekach **elektrownie przepływowe służą do produkcji energii**. s. 138
- **Lodowce** tworzą się powyżej granicy wieloletniego śniegu, czyli tam, gdzie temperatura średnia roczna wynosi poniżej 0°C i występują duże opady śniegu. Poza tym musi się pojawić płaski teren, aby śnieg mógł się gromadzić i przekształcać w lód lodowcowy. s. 140
- **Granica wieloletniego śniegu** najwyżej przebiega nad zwrotnikami (suchość klimatu i wysokie temperatury), obniża się przy równiku (gorąco, ale wilgotno), spada do poziomu morza w obszarach okołobiegunowych (niskie temperatury, opady w postaci śniegu). s. 141
- **Przemiana śniegu w lód**: śnieg → firn → lód firnowy → lód lodowcowy s. 142
- **Lądolody** zajmują Antarktydę i Grenlandię. Mają dużą miąższość dochodzącą do kilku kilometrów. Przemieszczają się z centralnej części ku wybrzeżom, gdzie tworzą lodowce szelfowe zakończone barierą lodową. Bryły lodu odrywające się od bariery lodowej tworzą góry lodowe. s. 140
- Pokrywa lodowa zanika wskutek **procesu globalnego ocieplenia**.
Konsekwencje zaniku pokrywy lodowej to:
– wzrost poziomu mórz i oceanów oraz przyspieszenie erozji w obrębie wybrzeży;
– wymieranie niektórych gatunków fauny i flory;
– przedostanie się do atmosfery większej ilości metanu;
– zniszczona infrastruktura transportowa oraz budynki powstałe na obszarze wieloletniej zmarzliny;
– otwarcie nowych dróg komunikacji morskiej;
– nowe możliwości eksploatacji surowców mineralnych. s. 143

SPRAWDŹ, CZY UMIESZ!

1. Wskaż poprawne cechy wody.

- A. Jest dobrym rozpuszczalnikiem.
- B. Występuje w dwóch stanach skupienia.
- C. W temperaturze 100°C ma największą objętość.
- D. W postaci stałej unosi się na powierzchni wody w stanie ciekłym.

2. Podane obszary pogrupuj według wartości bilansu wodnego. Przerysuj tabelę do zeszytu i ją uzupełnij.

Kotlina Kaszgarska, Kotlina Konga, Wielka Kotlina, Nizina Turańska, Archipelag Malajski, Grenlandia

Obszary o bilansie wodnym	
dodatnim	ujemnym



3. Przyporządkuj do podanych opisów mórz (a–d) odpowiedni typ morza (1.–5.)

- a) położone między archipelagami wysp
- b) położone w obrębie kontynentu, oddzielone wąskimi cieśninami od wszechoceanu
- c) szeroko połączone z wszechoceanem, oddzielone od niego podziemnym progiem
- d) oddzielone od oceanu półwyspami lub wyspami, znajdują się u wybrzeży kontynentu

1. przybrzeżne, 2. otwarte, 3. międzywyspowe, 4. międzykontynentalne, 5. wewnątrzkontynentalne

4. Określ wielkość zasolenia (niska lub wysoka) Morza Bałtyckiego i podaj trzy przyczyny, które na to wpływają.

5. Oceń prawdziwość poniższych informacji. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F, jeśli zdanie jest fałszywe.

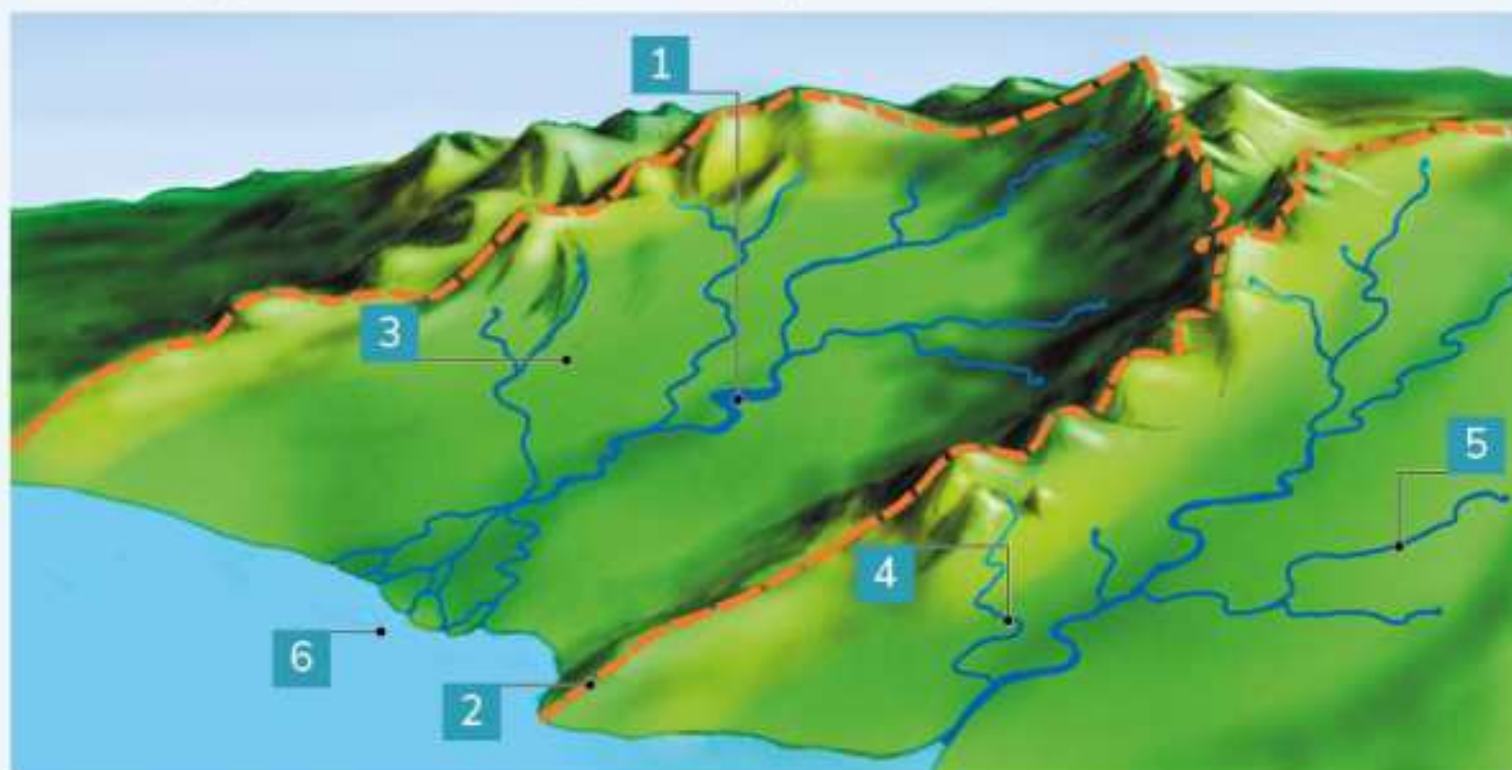
1.	W obszarach równikowych zasolenie wód powierzchniowych wszechoceanu jest większe niż w obszarach zwrotnikowych.	P	F
2.	Zasolenie wód powierzchniowych wszechoceanu w obszarach okołorównikowych jest większe niż w obszarach okołobiegunowych.	P	F
3.	Średnie zasolenie wód wszechoceanu wynosi 3,5‰.	P	F
4.	Prądy morskie w znaczny sposób wpływają na rozmieszczenie temperatury wód wszechoceanu.	P	F
5.	Im wyższe szerokości geograficzne, tym wyższa temperatura wód powierzchniowych wszechoceanu.	P	F

6. Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród 1.–3. oraz spośród A–C.

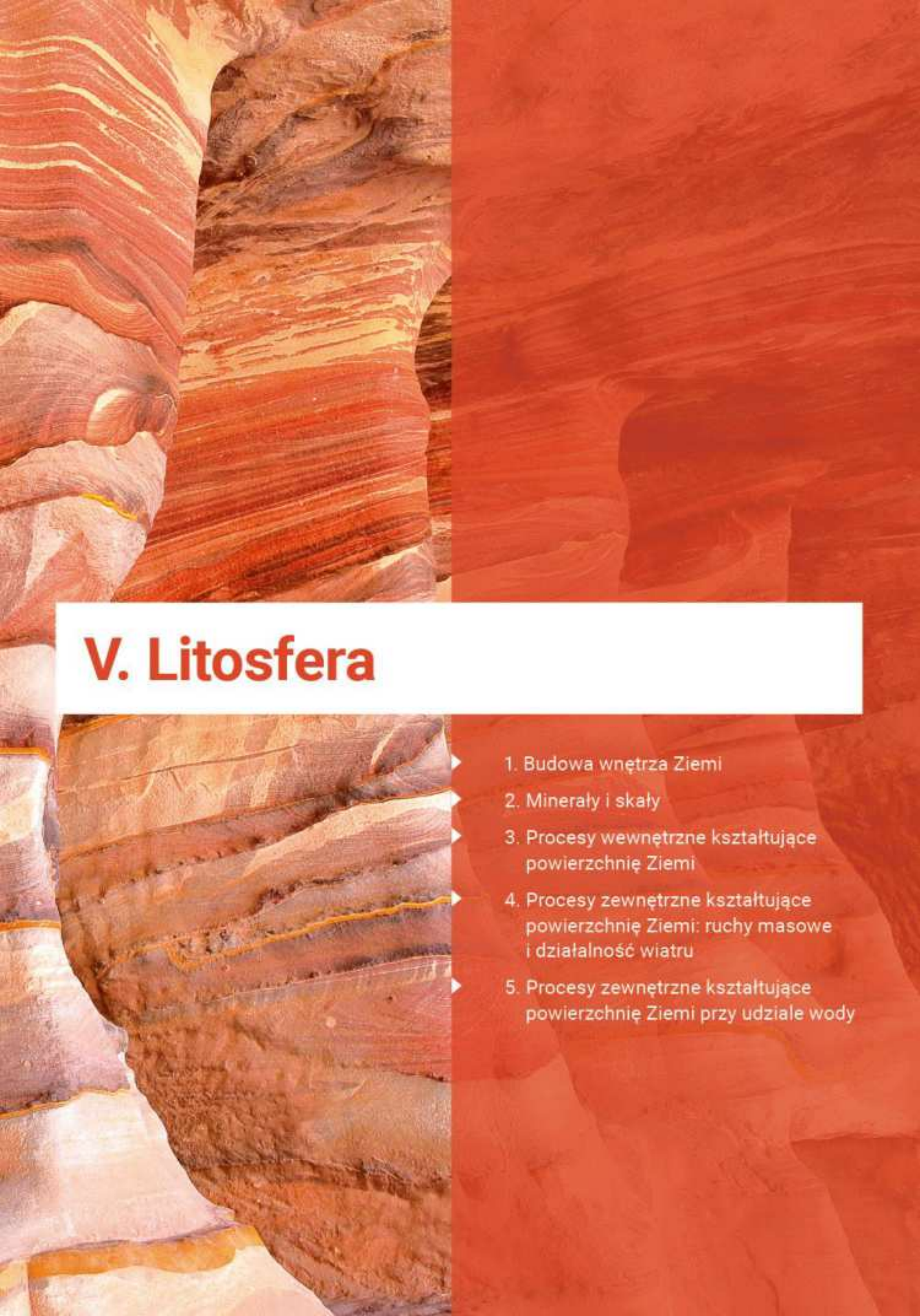
Tsunami to fala spiętrzająca się u wybrzeży oceanu powstała w wyniku

1.	różnic ciśnienia atmosferycznego,	która powoduje	A.	rytmiczne wznoszenie i opadanie poziomu wód.
2.	przyciągania Księżyca i Słońca,		B.	śmierć osób i zniszczenie mienia.
3.	podmorskich trzęsień ziemi,		C.	zwiększone opady u wybrzeży.

7. Na ilustracji przedstawiono elementy sieci rzecznej oznaczone cyframi.



Przyporządkuj do oznaczonych elementów sieci rzecznej odpowiednie określenia. Wybierz spośród podanych.
dopływ prawobrzeżny, dopływ lewobrzeżny, dorzecze, dział wodny, rzeka główna, ujście rzeczne



V. Litosfera

- 
- 1. Budowa wnętrza Ziemi
 - 2. Minerale i skały
 - 3. Procesy wewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi
 - 4. Procesy zewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi: ruchy masowe i działalność wiatru
 - 5. Procesy zewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi przy udziale wody

NA TEJ LEKCJI:

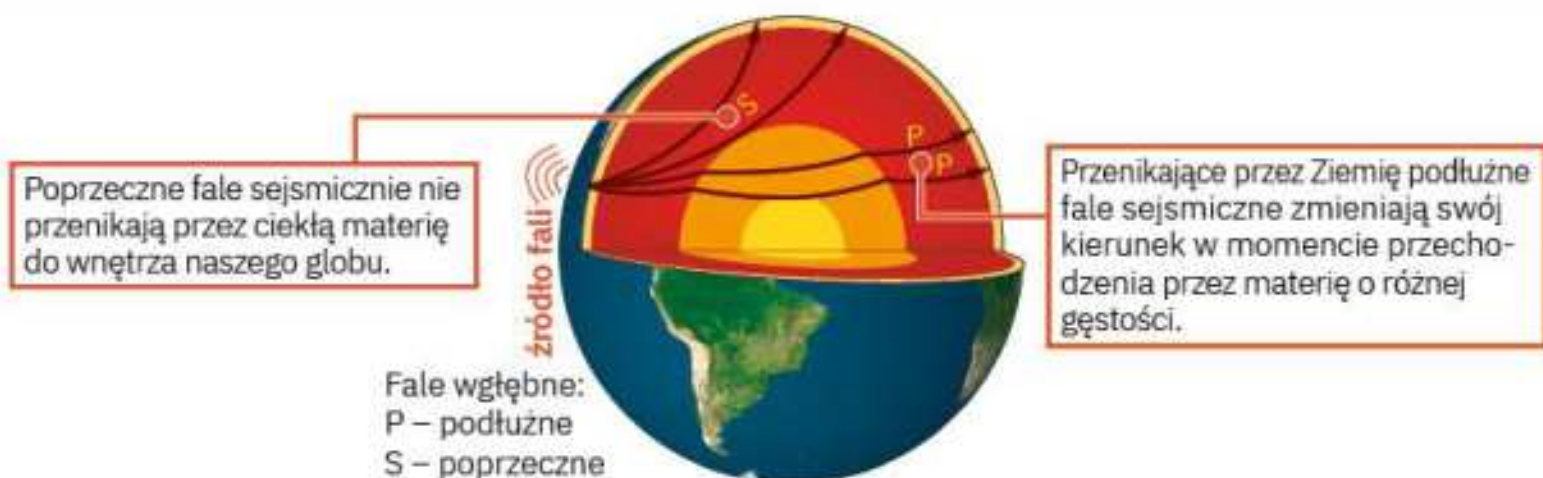
- poznasz metody badania wnętrza Ziemi;
- podasz charakterystyczne cechy warstw budujących wnętrze Ziemi;
- uzasadnisz wpływ wybranych procesów endogenicznych i egzogenicznych na kształtowanie rzeźby powierzchni Ziemi.

metody
bezpośrednie
i pośrednie

Poznanie wnętrza Ziemi jest znacznie trudniejsze niż poznanie innych sfer budujących naszą planetę. Wpływają na to wysokie temperatury i ogromne ciśnienie wzrastające w miarę przesuwania się w głąb kuli ziemskiej. Te czynniki nie pozwalają wysłać na znaczne głębokości misji badawczych czy sond. Najgłębsze kopalnie wydobywające złoto położone w Republice Południowej Afryki sięgają niewiele ponad 4 km, a najgłębszy odwiert wykonany na wyspie Sachalin w obrębie szelfu pacyficznego na Morzu Ochockim wyniósł 12 km 345 m. Środek Ziemi znajduje się na głębokości 6371 km, zatem dzięki kopalniom i wierceniom poznaliśmy jedynie niewielki jej wycinek.

Metody badawcze ułatwiające poznanie wnętrza Ziemi dzieli się na:

- **bezpośrednie** – polegające na tworzeniu nowych lub obserwacji istniejących odkrywek geologicznych, obserwacji warstw skalnych w kopalniach, wierceniach geologicznych na lądzie oraz w dnie wszechoceanu, badaniu skał wydobywających się na powierzchnię Ziemi w wyniku wybuchów wulkanów;
- **pośrednie** – polegające na badaniu fal sejsmicznych powstałych w naturalny sposób lub generowanych sztucznie przez człowieka, badaniu przewodnictwa elektrycznego skał i innych właściwości fizycznych materiałów budujących wnętrze Ziemi, badaniu ziemskiego pola magnetycznego, analizie zdjęć satelitarnych.



Ryc. 1.1. Rozchodzenie się fal sejsmicznych wewnątrz Ziemi.



Wykorzystanie fal sejsmicznych do badania wnętrza Ziemi

Geofizycy zajmują się analizowaniem prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych między stacjami badawczymi rozmieszczonymi w różnych częściach Ziemi. Wykorzystują w swoich badaniach różnice w prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych w ośrodkach o różnej gęstości – inaczej rozchodzą się w ciałach sztywnych, inaczej w plastycznych czy płynnych. Zmierzone prędkości pozwalają określić rodzaj i gęstość skał budujących wewnątrz naszej planety.

1.2. Wzrost temperatury i ciśnienia wraz z głębokością

Wraz z głębokością we wnętrzu Ziemi wzrasta temperatura. O szybkości tego wzrostu informuje **stopień geotermiczny**. Wskazuje on liczbę metrów, o którą należy się przesunąć w głąb Ziemi, aby temperatura wzrosła o 1°C . Średnia wartość stopnia geotermicznego wynosi dla skorupy ziemskiej 33 m. Jest ona jednak różna dla poszczególnych miejsc na kuli ziemskiej. Najmniejsza jest w rejonach aktywnego wulkanizmu, gdzie co kilka metrów temperatura może wzrastać o 1°C . W obrębie starych, sztywnych tarcz kontynentalnych ten wzrost jest znacznie wolniejszy.

stopień
geotermiczny

Tab. 1.1. Stopień geotermiczny w wybranych miejscach na Ziemi

Miejsce	Stopień geotermiczny w m
Larderello (Włochy, rejon działalności wulkanicznej)	1,5
Santoryn (Grecja)	7,5
Saporro (Japonia)	21,7
Sosnowiec (Polska)	33,6
Pas de Calais (Francja)	55,0
Krzemianka k. Suwałk (Polska)	94,3
Krzywy Róg (Ukraina)	112,5
Moncze Tundra (Płw. Kolski Rosja)	170,7
Niger na pn.-zach. od miasta Téra	200,0

Na podstawie: *Tablice geograficzne*, Adamantan, Warszawa 2004.

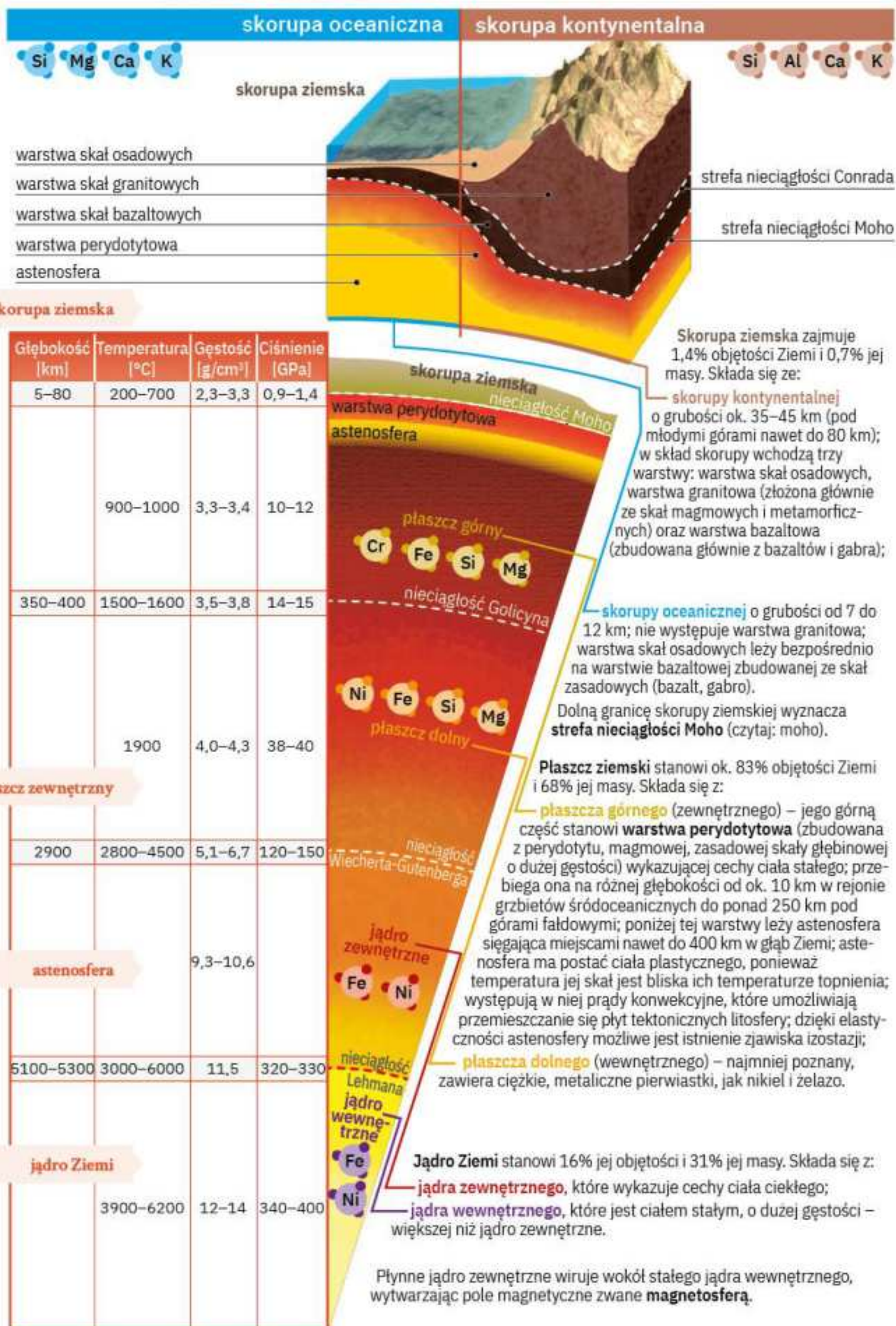
Zadanie

Średni stopień geotermiczny wynosi 1°C na 33 m. Oblicz średni gradient geotermiczny, czyli zmianę temperatury na każde 100 m głębokości.

Podane wartości temperatury i ciśnienia mają wartość szacunkową, ponieważ nie można ich stwierdzić eksperymentalnie. Szacuje się, że w jądrze Ziemi panuje temperatura 6000°C oraz ciśnienie 400 GPa (gigapaskali).

1.3. Budowa wnętrza Ziemi

Analiza prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych pozwoliła ustalić, że budowa wewnętrzna Ziemi jest różnorodna i warstwowa. Warstwy różnią właściwościami, takimi jak: temperatura, ciśnienie, gęstość, skład chemiczny i stan skupienia materii.





Litosfera – składa się ze skorupy ziemskiej wraz z warstwą perydotytową. Jej grubość waha się od ok. 10 km pod grzbietami oceanicznymi do ok. 250 km w obrębie gór fałdowych i starych platform prekambryjskich.

Strefa nieciągłości – powierzchnia lub wąska strefa w głębi Ziemi, która stanowi granicę ośrodków o różnych własnościach fizycznych; przechodząc przez taką granicę, fale sejsmiczne znacznie zmieniają swoją prędkość.

Izostazja – stan równowagi grawitacyjnej między litosferą a płaszczem górnym polegający na tym, że części sztywnej litosfery unoszą się („plywają”) na elastycznej astenosferze. Im większy ciężar bloków litosfery, tym głębiej są one zanurzone w astenosferę.

Poznanie budowy wnętrza Ziemi jest bardzo ważne z punktu widzenia procesów kształtujących rzeźbę powierzchni naszej planety. Ruchy magmy pod skorupą ziemską, w jej obrębie oraz wydostająca się na powierzchnię lava kształtują ogół procesów zwanych **endogenicznymi**. Są to na przykład ruchy magmy powodujące powstanie powolnych ruchów **epejrogenicznych** wynoszących rozległe obszary, ruchy **izostatyczne** związane z zachowaniem równowagi grawitacyjnej płyt unoszących się na plastycznej astenosferze, ruchy **plutoniczne** zachodzące pod wpływem ruchu magmy w obrębie płyt litosfery czy ruchy **orogeniczne** prowadzące do powstania gór fałdowych. Ruchy te najczęściej wynoszą nowe części litosfery ku górze. Przeciwstawiają się im procesy zewnętrzne zwane **egzogenicznymi**. Dominują wśród nich procesy **denudacyjne** prowadzące do obniżenia powierzchni Ziemi wskutek różnego rodzaju **wietrzeń, ruchów grawitacyjnych** związanych z przyciąganiem ziemskim, działalnością **wiatru** i różnego rodzaju wód: **płynących, morskich, lodowców i lądolodów** czy **zjawisk krasowych**.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

- Wybierz metodę badawczą do określenia:
 - skal budujących okolicę, w której mieszkasz;
 - poznania zasobów mineralnych wydobywanych na skalę przemysłową;
 - stanu skupienia płaszcza wewnętrznego Ziemi.
- Wyjaśnij różnicę w budowie skorupy kontynentalnej i oceanicznej.
- Oceń stopień poznania wnętrza Ziemi przez współczesnych badaczy. Uzasadnij swoją ocenę odpowiednimi argumentami.

PODSUMOWANIE LEKCJI

Budowę wnętrza Ziemi poznajemy na podstawie badań bezpośrednich (np. wiercenia) oraz pośrednich (np. badania fal sejsmicznych).

s. 152

Stopień geotermiczny informuje, co ile metrów w głąb Ziemi temperatura wzrasta o 1°C.

s. 153

Skorupa ziemska składa się ze skorupy oceanicznej i kontynentalnej, którą charakteryzuje warstwa granitowa.

s. 154



- s. 154 Astenosfera to warstwa plastyczna umożliwiającą przesuwanie się po niej płyt litosfery. W jej obrębie przemieszczają się prądy konwekcyjne magmy.
- s. 154 W płaszczu zewnętrznym przemieszczają się prądy konwekcyjne magmy.
- s. 154 Jądro zewnętrzne ma postać płynną, a wewnętrzne – stałą. Ciało płynne poruszając się wokół ciała stałego, wytwarza pole magnetyczne.

2. Minerale i skały

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz minerały i ich cechy;
- przedstawisz podział skał ze względu na genezę;
- rozpoznasz wybrane typy skał;
- wykażesz przydatność skał i ich gospodarcze zastosowanie.

2.1. Cechy minerałów

minerały

Skorupa ziemna oddziela nas od gorącego wnętrza Ziemi, co umożliwia rozwój życia na jej powierzchni i kształtowanie naszej cywilizacji. Najmniejsze powstałe w naturalny sposób składniki skorupy ziemskiej nazywamy **minerałami**. Najczęściej mają one budowę krystaliczną. Oznacza to, że atomy są ułożone w nich w uporządkowany sposób. Minerale mają określony skład chemiczny oraz właściwości fizyczne, przez co są zróżnicowane chemicznie i fizycznie.

Ze względu na różnice składu chemicznego wyróżniamy:

- **substancje proste** – zbudowane z jednego pierwiastka (w stanie wolnym), np. platyna, złoto, siarka, diament, grafit, żelazo, miedź;
- **substancje złożone** (związki chemiczne) – zbudowane z wielu pierwiastków, głównie krzemianów, glinokrzemianów, tlenków czy węglanów, jak kwarc, kalcyt, halit.



Ryc. 2.1. Talk to najmniej twardy minerał w skali Mohsa. Sproszkowany służy np. do osuszania skóry.



W opisie cech fizycznych minerału uwzględnia się:

- **twardość** – możliwość zarysowania go innym minerałem; jest wyrażana w 10-stopniowej skali Mohsa (czytaj: mosa; 1 – talk, 10 – diament);
- **barwę i przezroczystość** – kolor i możliwość przepuszczania światła;
- **gęstość** – określa stosunek wagi danego minerału do jego objętości;
- **ryse** – określa kolor minerału po sproszkowaniu;
- **połysk** – sposób, w jaki minerał odbija światło;
- **tupliwość** – określa zdolność do pękania wzdłuż tzw. płaszczyzn tupliwości.



Ryc. 2.2. Diament jest jedną z postaci węgla. To najtwardszy naturalny minerał występujący na Ziemi.



Ryc. 2.3. Rubin, podobnie jak diament, jest używany w jubilerstwie. Rubiny zalicza się do kamieni szlachetnych i rzadko spotyka w przyrodzie.

Większość minerałów ma strukturę kryształu. Oznacza to, że ich kryształy tworzą regularną sieć przestrzenną. Mogą występować w postaci słupków, pręcików czy igieł. Kryształy mają różną wielkość – niektóre można dostrzec tylko pod mikroskopem, a inne mierzą nawet kilka metrów.

2.2. Podział skał i ich rozpoznawanie

Spośród około 4000 minerałów znanych obecnie większość występuje bardzo rzadko. Jedynie 250 z nich zalicza się do tak zwanych minerałów skałotwórczych. Są to przede wszystkim minerały takie jak: kwarc, skalenie, miki, amfibole i pirokseny, oliwin, kaolin.

Naturalne skupiska jednego lub wielu minerałów tworzą **skałę**.

podział skał
ze względu na genezę





Najwcześniej na Ziemi powstały **skały magmowe**. Po ich rozkruszeniu wyodrębniły się niektóre **skały osadowe**, a pod wpływem ciśnienia i działania wysokich temperatur (na już istniejące skały) wytworzyły się **skały przeobrażone**.

Skały magmowe

skały magmowe

Skały magmowe powstają na skutek zastygania magmy. Ze względu na miejsce, w którym dochodzi do zastygania magmy, dzielimy je na: skały głębinowe, wylewne.

Tab. 2.1. Skały magmowe

Skaly głębinowe (plutoniczne)	Skaly wylewne (wulkaniczne)
Powstają głęboko pod powierzchnią Ziemi ze stygnącej i krzepnącej powoli magmy. Minerale mają czas na krystalizację, więc ich budowa jest jawnokrystaliczna , co widać gołym okiem.	Powstają podczas stygnięcia magmy (nazywanej lawą) na powierzchni Ziemi. Odbywa się to szybko, zatem kryształy nie mają czasu wykrystalizować. Skały mają budowę skrytokrystaliczną , niewidoczną gołym okiem.
Przykłady skał:	Przykłady skał:
	
Granit – wyraźnie widać główne minerały: kwarc (szary), mika (czarny), skałen (biały lub różowy).	Bazalt – barwa czarna, kryształy mikroskopijne, niewidoczne gołym okiem (głównie plagioklaz i piroksen).
	
Gabro – pirokseny i plagioklasy tworzą wyraźne, grube ziarna.	Andezyt – mają różną barwę: szarą, brunatną, zieloną lub czarną, skład: plagioklasy, biotyt, pirokseny i amfibole.

Niekiedy do utworzenia skały magmowej dochodzi dwuetapowo. Powolna krystalizacja rozpoczyna się pod powierzchnią Ziemi i tam tworzą się pierwsze kryształy (prakryształy). Następnie magma zostaje wyrzucona na powierzchnię Ziemi, gdzie krzepnie bardzo szybko, tworząc „ciasto skalne”. Mówimy wtedy o skałach mających budowę porfirową. Przykładami takich skał są porfir i melafir.



Ryc. 2.5. Porfir – ma czerwoną lub brunatną barwę; widoczne sĄ kryształy skaleni i kwarcu.



Ryc. 2.6. Melafir – szaro-fioletowa lub czerwono-brunatna, ciasto skalne zbudowane ze skaleni i minerałów nieprzezroczystych oraz wtórnie wypełnionych pustek, np. kalcytem.

Skąły magmowe mogą powstawać również w wyniku wniknięcia magmy w wolne przestrzenie (szczeliny) między warstwami skalnymi. Mówimy wtedy o powstaniu skał żyłowych (intruzyjnych). Przykładami sĄ diabaz i pegmatyt.



Ryc. 2.7. Diabaz.



Ryc. 2.8. Pegmatyt.

Dla skał magmowych stosuje się często klasyfikację opartą na **składzie chemicznym** magmy. Zawartość procentowa krzemionki (SiO_2) w magmie (czy lawie) pozwala wyróżnić skały: kwaśne (ponad 63% krzemionki), obojętne (od 63–53%), zasadowe (53–45%), ultrazasadowe lub skrajnie zasadowe (poniżej 45% krzemionki).

Lawa – magma, która wydostała się na powierzchnię Ziemi.

Zadanie

Wskaż podobieństwo i różnicę między magmą a lawą.

Skąły osadowe

Skąły osadowe tworzą się w wyniku nagromadzenia się materiału skalnego (sedymentacji) utworzonego wskutek zniszczenia innych skał (skały osadowe okruchowe), wytrącenia się związków chemicznych z roztworów (skały osadowe pochodzenia chemicznego) oraz szczątków roślin lub zwierząt (skały osadowe pochodzenia organicznego).

Skąły osadowe okruchowe powstają w wyniku sedymentacji okruchów skał o różnej wielkości. Luźne okruchy skał mogą ulec diagenезie, tworząc skały lite. Kryterium podziału skał okruchowych jest średnica ziaren.

skały osadowe

skały osadowe
okruchowe



Sedymentacja – to gromadzenie, osadzanie się materiału w jakimś miejscu.

Diageneza – to procesy prowadzące do przeobrażenia luźnego materiału osadowego w skałę litą (spoiłą), najczęściej w wyniku nacisku nadległych mas skalnych.



Zadanie

Znajdź w dostępnych źródłach informacje na temat roli lepiszcza w procesie diagenezy skał okruchowych. Jakiego mogą być rodzaje lepiszcza?

skały osadowe
pochodzenia
organicznego

Skały osadowe pochodzenia organicznego powstają w wyniku osadzenia różnego materiału organicznego:

- pochodzenia **roślinnego** – materiał bez dostępu tlenu ulegał procesowi uwęglania, np. drzewiaste paprocie, skrzypy z okresu karbonu rosnące w wilgot-



- nym i ciepłym klimacie zostały zasypane przez materiał skalny naniesiony przez rzekę); są to np.: torf, węgiel brunatny, węgiel kamienny, antracyt;
- ze szczątków organizmów **zwierzęcych**, w skład których wchodził węgiel wapnia (CaCO_3), powstały różnego rodzaju wapienie: z muszli – wapienie muszlowe, ze szczątków liliowców – wapienie krynoidowe, ze szczątków koralowców – wapienie koralowe; wapień wzbogacony węglanem magnezu nazywamy dolomitem;
 - szczątki zwierząt o **krzemionkowym** szkielecie utworzyły skały krzemionkowe, np.: z pancerzyków okrzemek powstała ziemia okrzemkowa, ze skorupki promienic – radiolaryty, ze szkieletów gąbek – opoki.

Skały osadowe pochodzenia chemicznego powstały najczęściej w wyniku wytrącania się substancji mineralnych w procesie odparowywania ze słonych jezior lub wody morskiej. Najszybciej wytrącają się trudno rozpuszczalne dolomit, gips i anhydryt, następnie – sól kamienna, a na końcu – sole potasowe i potasowo-magnezowe. Z gipsu przy udziale bakterii siarkowych powstaje siarka.

skały osadowe
pochodzenia
chemicznego

Skały metamorficzne

Skały metamorficzne, zwane inaczej przeobrażonymi, powstały w wyniku przemiany skał już istniejących. Przekształcenie skał może odbywać się pod wpływem:

- temperatury – w sąsiedztwie lub w wyniku zetknięcia się skały z magmą to tzw. **metamorfizm kontaktowy** (termiczny);
- nacisku mas skalnych – gdy skały zostają przeniesione w głąb Ziemi w wyniku np. ruchów górotwórczych, zachodzi tzw. **metamorfizm dynamiczny** (dyslokacyjny);
- podwyższonej temperatury i ciśnienia – w wyniku pogrążania się skał w głąb litosfery, na rozległych obszarach dochodzących nawet do wielu tysięcy kilometrów, zachodzi tzw. **metamorfizm regionalny**.

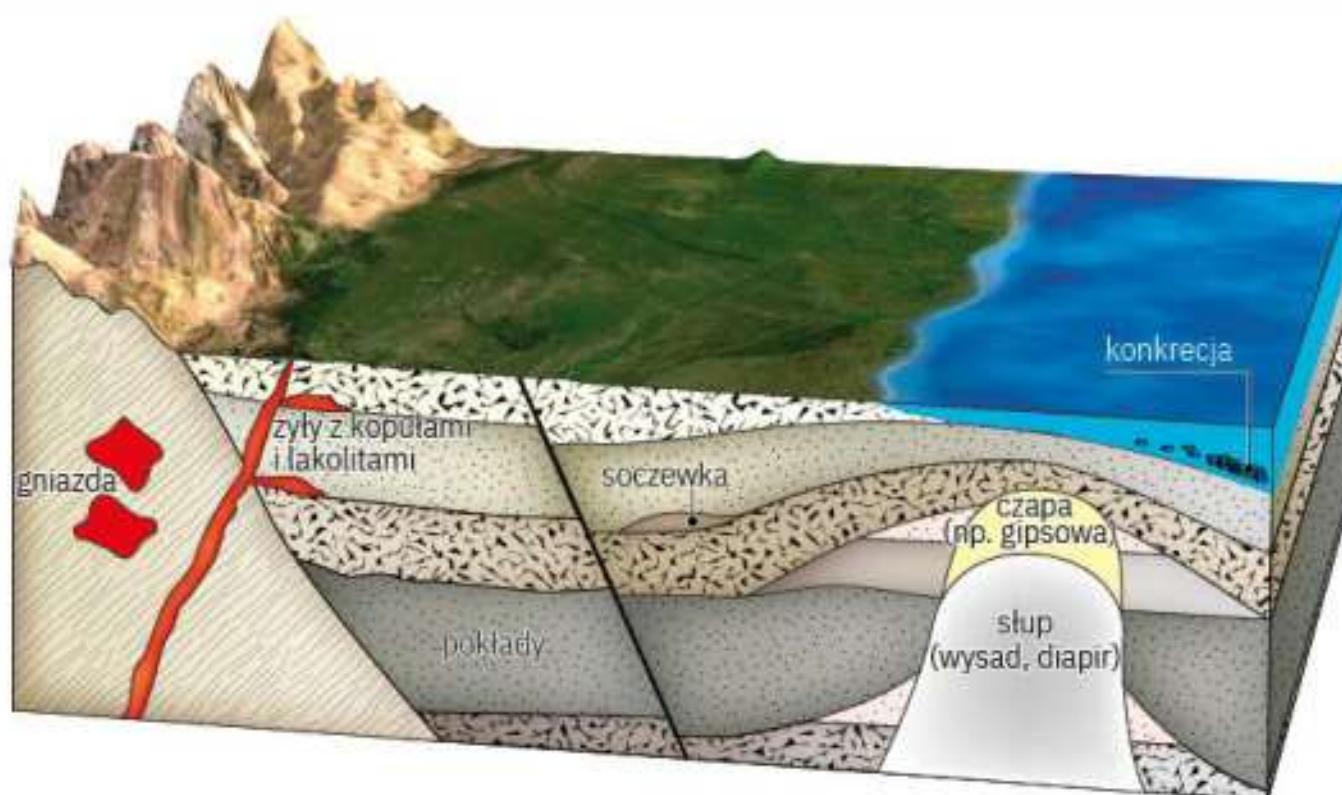
skały
metamorficzne



2.3. Surowce mineralne i ich zastosowanie

złóże mineralne

Minerały i skały występujące w litosferze mają praktyczne zastosowanie w życiu i gospodarce człowieka. Naturalne nagromadzenie minerałów użytecznych (kopalin) w ilości nadającej się do eksploatacji nazywamy **złożem**. Złoża występują najczęściej w formie **gniazd**, **żył** (głównie skały magmowe i metamorficzne), **pokładów**, **soczewek**, **konkrecji** i **słupów** (głównie skały osadowe i niektóre metamorficzne).



Ryc. 2.11. Podstawowe formy złóż mineralnych.

Ze względu na zastosowanie skały dzieli się na: energetyczne, metaliczne, chemiczne, budowlane, szklarskie i ceramiczne. Niektóre z nich (np. ropa naftowa) znajdują zastosowanie w różnych sektorach gospodarki.

Do surowców energetycznych zaliczamy: torf, węgiel brunatny, węgiel kamienny, ropę naftową, gaz ziemny, rudy uranu. Surowce te służą do produkcji ciepła oraz energii elektrycznej w elektrowniach ciepłych lub jądrowych (uran).

wykorzystanie
skal i minerałów

Zastosowanie kruszców i rud metali:

- rudy żelaza są wykorzystywane do produkcji stali, z której wyrabia się elementy metalowe, jak blachy, śruby, belki konstrukcyjne;
- z rud miedzi pozyskuje się miedź do produkcji przewodów elektrycznych, rur, pokrycia dachów, elementów elektronicznych;
- boksyty służą do wytwarzania aluminium, które jest lekkim metalem, dlatego używa się go w środkach transportu samolotowego i samochodowego, wytwarza się z niego przewody elektryczne, opakowania (puszki);
- rudy cynku i ołowiu – cynkiem jako surowcem antykorozyjnym pokrywa się inne metale; ołów jest używany w akumulatorach samochodowych, jako domieszka do farb i lakierów; stop miedzi i cynku to mosiądz służący do produkcji elementów ozdobnych czy np. armatury łazienkowej;



- nikiel jest stosowany w produkcji części do samolotów, np. silników;
- tytan, wanad, chrom, mangan służą jako domieszki do uszlachetniania i utwardzania stali;
- złoto, srebro, platyna (metale szlachetne) wykorzystuje się do wyrobu biżuterii, monet oraz stosuje się je w przemyśle elektronicznym.

Surowce chemiczne to również niektóre z surowców energetycznych:

- z ropy naftowej produkuje się benzynę i oleje napędowe oraz tworzywa sztuczne;
- węgiel kamienny znajduje zastosowanie w przemyśle karbochemicznym do produkcji np. smoły;
- siarka jest wykorzystywana do produkcji kwasu siarkowego oraz w produkcji kosmetyków;
- sól kamienna służy jako przyprawa, dodatek do środków czyszczących (proszki, pasty), w drogownictwie zimą do rozpuszczania lodu.

Surowce budowlane wykorzystuje się do budowy domów i dróg:

- piasek jest używany do produkcji zaprawy murarskiej;
- wapień i margle służą do produkcji cementu;
- granity i bazalty są stosowane jako podsypka do budowy dróg, wypełniacz przy produkcji mas bitumicznych służących do budowy dróg;
- gips służy do wygładzania ścian, produkcji płyt gipsowych, ma także szerokie zastosowanie w medycynie.

Surowce szklarskie i ceramiczne:

- kaolin służy do produkcji wyrobów porcelanowych;
- gliny i ity są wykorzystywane do produkcji wyrobów ceramicznych, dachówek, cegieł;
- piasków kwarcowych używa się do wyrobu szkła.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Wskaż podobieństwo i różnicę między minerałem a skałą.
2. Przerysuj schemat do zeszytu. W odpowiednich miejscach wpisz przykłady skał. Wybierz z podanych poniżej.



*bazalt, gips, gnejs, granit, marmur, piaskowiec, sól kamienna,
wapień, węgiel kamienny, żwir*



3. Podaj dwie cechy fizyczne skał, dzięki którym odróżnisz:
 - a) granit od bazaltu,
 - b) piasek od ilowca,
 - c) torf od węgla kamiennego.
4. Uzasadnij, dlaczego granity i marmury mają tak szerokie zastosowanie w budownictwie komunalnym i sakralnym.
5. Podaj, w jakich formach skupienia złóż występują najczęściej podane skały:
 - a) węgiel kamienny,
 - b) sól kamienna,
 - c) rudy żelaza.

PODSUMOWANIE LEKCJI

- s. 156 Mineraly to najmniejsze, powstałe w naturalny sposób składniki skorupy ziemskiej; wchodzi w skład skał.
- s. 158 Skały magmowe powstają z zastygającej magmy: głębinowe stygną powoli w głębi Ziemi i mają budowę jawnokrystaliczną; wylewne stygną szybko i mają budowę skrytokrystaliczną. Skały o budowie porfirowej tworzyły się dwuetapowo, stąd prakryształy tkwią w tzw. cieście skalnym.
- s. 159 Skały osadowe okruchowe tworzą się w wyniku sedymentacji i formują skały luźne. W wyniku diagenety luźne skały ulegają przeobrażeniu i spajają się. Skały okruchowe dzielimy ze względu na wielkość ziaren.
- s. 160 Skały osadowe pochodzenia organicznego tworzą się z osadzania materiału roślinnego lub zwierzęcego.
- s. 161 Skały osadowe pochodzenia chemicznego powstają najczęściej w wyniku wytrącenia substancji mineralnych z roztworów.
- s. 161 Skały metamorficzne powstają wskutek przeobrażenia przez działanie wysokich temperatur i/lub wysokiego ciśnienia nadległych mas skalnych oraz pogrążania się skał w głąb litosfery.
- s. 162 Złoże mineralne to nagromadzenie minerałów w takiej ilości, że oplaca się ich przemysłowa eksploatacja.
- s. 162 Skały i minerały są powszechnie wykorzystywane w działalności gospodarczej człowieka do wytwarzania energii, w przemyśle ciężkim, chemicznym czy jako surowce budowlane.



3. Procesy wewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi

NA TEJ LEKCJI:

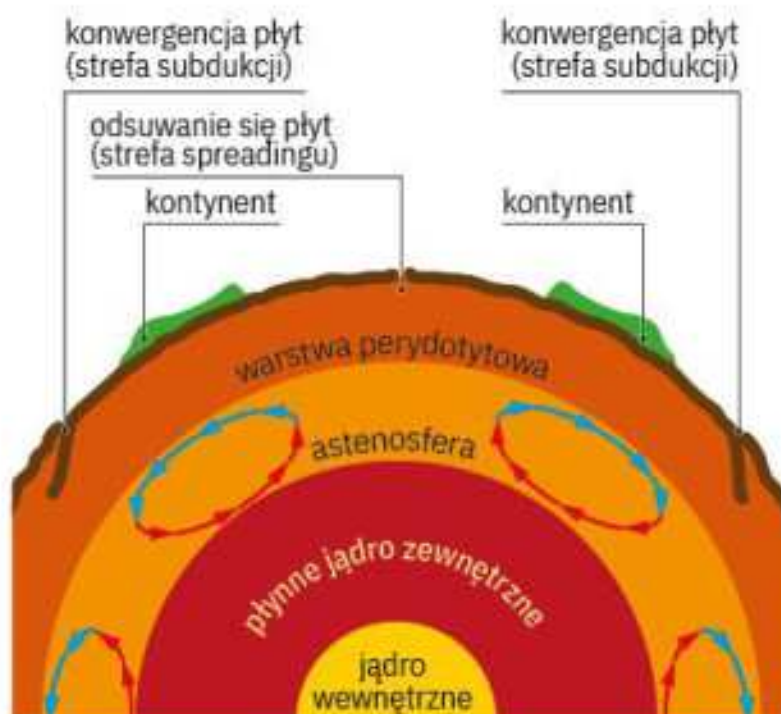
- poznasz teorię tektoniki płyt litosfery;
- uzasadnisz występowanie ruchów epejrogenicznych i orogenicznych;
- przedstawiś zjawiska towarzyszące ruchom płyt litosfery, jak plutonizm, wulkanizm, trzęsienia ziemi;
- ocenisz wpływ zjawisk występujących na krawędziach płyt litosfery dla życia i gospodarki człowieka.

3.1. Płyty litosfery

Obserwując zarys granic kontynentów, wyraźnie widzimy, że wschodnie wybrzeże kontynentu Ameryki Południowej wykazuje duże podobieństwo do zachodnich granic Afryki. Badania struktur geologicznych leżących na obu wybrzeżach wykazały podobieństwa typów skał i skamieniałości sięgających początków ery paleozoicznej. Skłoniło to naukowców do stwierdzenia, że kontynenty były kiedyś połączone, ale wskutek działania pewnych sił uległy one rozerwaniu i przemieszczeniu. W ten sposób narodziła się **teoria tektoniki płyt litosfery**. Zakłada ona, że litosfera jest zbudowana z przemieszczających się względem siebie płyt poruszających się po astenosferze. Siłą poruszającą te płyty są **prądy konwekcyjne** magmy przemieszczające się w obrębie astenosfery. Prądy te powstają, ponieważ ciepło wnętrza Ziemi podgrzewa magmę znajdującą się w astenosferze. Magma przemieszcza się ku

teoria tektoniki
płyt litosfery

ryfty



Ryc. 3.1. Prądy konwekcyjne w płaszczu ziemskim.

górze, dociera do płyt litosfery i przetapia część płyt, tworząc tzw. **ryfty** w strefach rozbieżności. Część magmy w ryftach wypływa na powierzchnię i zastyga, budując nowe części litosfery. W ten sposób płyty są od siebie odsuwane. Jednak pozostałe części magmy poruszają się pod płytami i je przesuwają. W niektórych miejscach dochodzi do nachodzenia płyt na siebie. Są to **strefy zbieżności płyt**. Tutaj może dojść do podsuwania się jednej płyty pod drugą lub do ich **kolizji**. Magma przesuwająca się pod płytami zanurza się coraz

głębiej. Im głębiej, tym coraz cieplej – magma znów zostaje ogrzana ciepłem Ziemi i unosi się – proces się powtarza.

Płyty litosfery są w nieustannym ruchu. Poruszają się z różną prędkością, średnio około 3 cm na rok. Najszybciej odsuwają się od siebie takie płyty, jak Nazca i płyta pacyficzna – ponad 10 cm na rok. Najwolniej przesuwa się płyta afrykańska, w niektórych częściach poniżej 1 cm na rok.

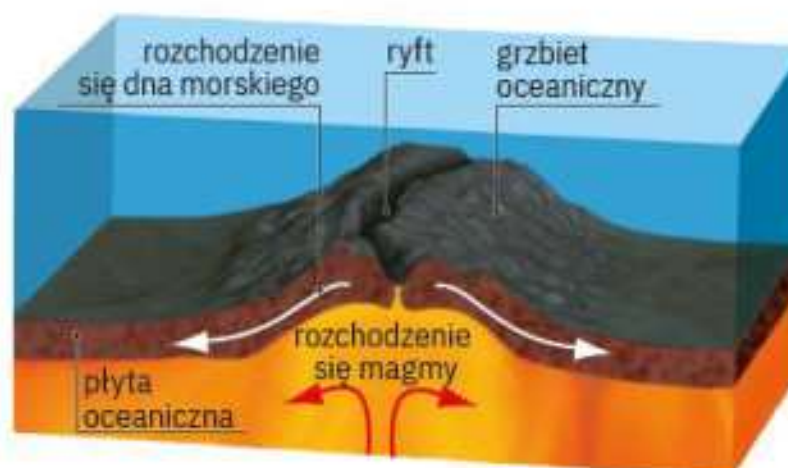


Ryc. 3.2. Płyty litosfery.

3.2. Granice zbieżne i rozbieżne płyt litosfery

Badania naukowców doprowadziły do wydzielenia siedmiu wielkich płyt i kilku mniejszych. Wśród nich wyróżnia się płyty: oceaniczne (np. płyta pacyficzna), kontynentalne (np. płyta irańska) i oceaniczno-kontynentalne (np. płyta euroazjatycka). Granice płyt przebiegają głównie w obrębie dna oceanów. To na brzegach dochodzi najczęściej do zjawisk wulkanicznych i trzęsień ziemi.

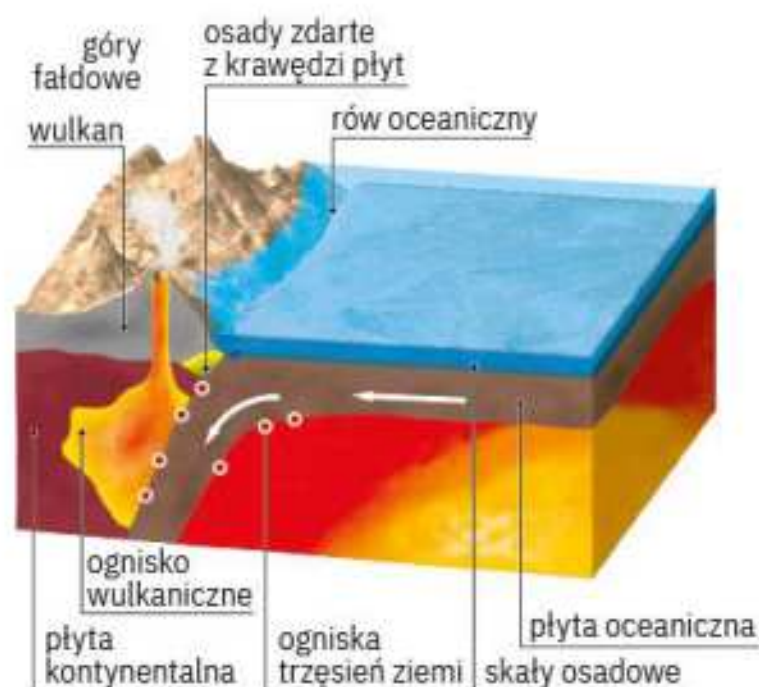
Wyodrębniono dwa podstawowe typy granic litosfery: **rozbieżną** (płyty są rozsuwane) i **zbieżną** (płyty nasuwają się na siebie).



Ryc. 3.3. Strefa spreadingu.

strefy rozbieżne
i zbieżne płyt
litosfery

Strefa rozbieżna, ryftowa (spreadingu) – w tym miejscu następuje rozrost płyt prowadzący do ich oddalania się od siebie. Płyty rozdziela szczelina zwana **ryftem**. Wydobywa się z niej lava bazaltowa pochodząca z ognisk magmowych znajdujących się pod litosferą nad wznoszącymi się prądami konwekcyjnymi magmy. Wypływająca lava tworzy podmorskie wzniesienia nazywane **grzbietami oceanicznymi**. Strefy rozrostu płyt występują najczęściej tam, gdzie skorupa ziemska jest najcieńsza, czyli w obrębie płyt oceanicznych. Rzadziej występują w obrębie płyt kontynentalnych, na przykład Wielki Rów Afrykański na płycie afrykańskiej.

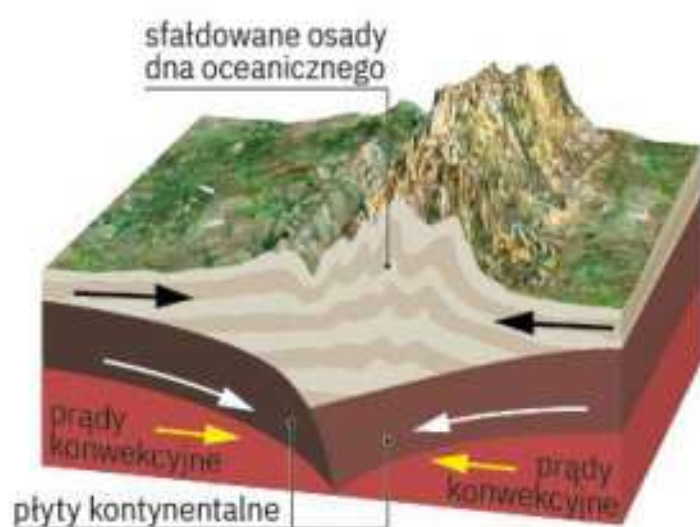


Ryc. 3.4. Strefa subdukcji.

Strefa zbieżna, subdukcji – tworzy się w miejscach podsuwania cieńszej płyty oceanicznej o dużej gęstości pod grubszą, ale lżejszą płytę kontynentalną. Pograżająca się płyta litosfery ulega stopniowemu stopnieniu pod wpływem wysokiej temperatury i ciepła tarcia. Pojawiają się ogniska magmy, która przenika przez pęknięcia i szczeliny w płycie kontynentalnej, wywołując zjawiska plutoniczne i wulkaniczne. Nacisk warstw skalnych i wysokie temperatury doprowadzają do procesów przeobrażania skał. Przesuwanie się płyt powoduje

strefa subdukcji

powstawanie naprężeń i prowadzi do trzęsień ziemi. Zgromadzone na powierzchni płyty oceanicznej osady zostają zdarte na krawędzi płyty kontynentalnej, sfałdowane i wypiętrzone w postaci **gór fałdowych**, tak powstały na przykład Andy.



Ryc. 3.5. Strefa kolizji.

Strefa zbieżna, kolizji – tworzy się w miejscu, gdzie płyty kontynentalne nachodzą na siebie, ale ze względu na małą gęstość skał nie zagłębiają się w płaszczu ziemskim. Dochodzi do sfałdowania i wypiętrzenia osadów morskich znajdujących się między płytami. W taki sposób powstały Himalaje, Kaukaz i Alpy. Wskutek silnych nacisków i powstałych naprężeń dochodzi na tym obszarze do licznych i silnych trzęsień ziemi.

strefa kolizji

W obrębie krawędzi płyt litosfery znajdują się **uskoki transformacyjne**. Wzdłuż nich płyty przesuwają się równolegle względem siebie. Przebiegają one najczęściej prostopadle do ryftu, rzadziej ukośnie, co zależy od tempa tworzenia nowej skorupy kontynentalnej.

góry fałdowe,
zrębowe
i wulkaniczne

3.3. Ruchy orogeniczne i epejrogeniczne

Przesuwaniem płyt litosfery można wyjaśnić powstawanie gór. **Ruchy orogeniczne** (górotwórcze) tworzą góry **fałdowe**, **zrębowe** i **wulkaniczne**.



Tworzą się wskutek nacisków bocznych na osady zgromadzone na dnie oceanów lub wskutek zderzenia osadów z płyty oceanicznej w procesie subdukcji, osady fałdują się i zostają wypiętrzone.



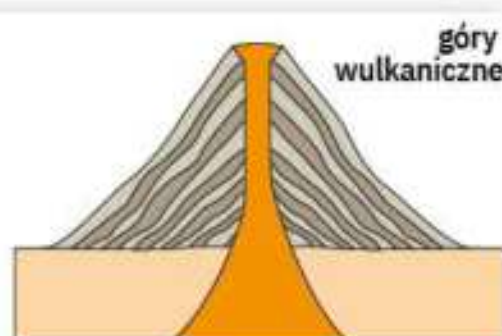
Tatry.



Naprężenia w skorupie ziemskiej wywołane ruchami płyt litosfery doprowadzają do powstania pęknięć – uskoków, wzdłuż których przesuwają się masy skalne. Skąły nie ulegają sfałdowaniu, a tylko przesunięciu.



Sudety – Góry Stołowe.



Powstają w wyniku wypływu lawy oraz wyrzucania materiału piroklastycznego na powierzchnię Ziemi na granicach płyt litosfery.



Aktywny wulkan na Bali.

Ryc. 3.6. Rodzaje gór.

transgresje
i regresje mórz

Przemieszczanie się magmy pod płytami litosfery oraz naprężenia związane ze ścisaniem płyt w strefach ich kolizji prowadzą również do powolnych, długotrwałych pionowych ruchów skorupy ziemskiej zwanych **ruchami epejrogenicznymi** (lądotwórczymi). Obejmują one zazwyczaj ogromne powierzchnie, jednak nie prowadzą do większych przekształceń warstw skalnych. Jeśli takie ruchy doprowadzą do obniżenia skorupy ziemskiej, wówczas morze wkracza na obszar lądowy – następuje **transgresja morza**. Jeśli następują ruchy wznoszące lądów, dochodzi do cofania się morza – następuje **regresja morza**.

3.4. Zjawiska zachodzące na granicach płyt litosfery

zjawiska
plutoniczne
i wulkaniczne

Przemieszczająca się w astenosferze magma może przetapiać płyty litosfery, gromadzić się w niej, krystalizować i poruszać w różnych kierunkach. Jeżeli te procesy zachodzą we wnętrzu ziemi, nazywamy je **plutonizmem**, a jeżeli na powierzchni Ziemi – **wulkanizmem**.

Magma – ciekły stop skalny zbudowany głównie z krzemionki, tlenków glinu, żelaza, magnezu i wapnia.

Plutonizm

Magma pod powierzchnią litosfery powoli przemieszcza się i krystalizuje w obrębie powstałych wcześniej skał, tworząc **intruzje**. W wyniku tego procesu dochodzi do deformacji warstw skalnych i ich przeobrażenia – najczęściej termicznego.



Część z intruzji przemieszcza się zgodnie z układem warstw skalnych (sille, lakolity, lopolity), a część – niezgodnie (batolity, dajki). Procesy plutoniczne nie mają bezpośredniego wpływu na życie człowieka.

Zgodne intruzje magmowe:

lakolity

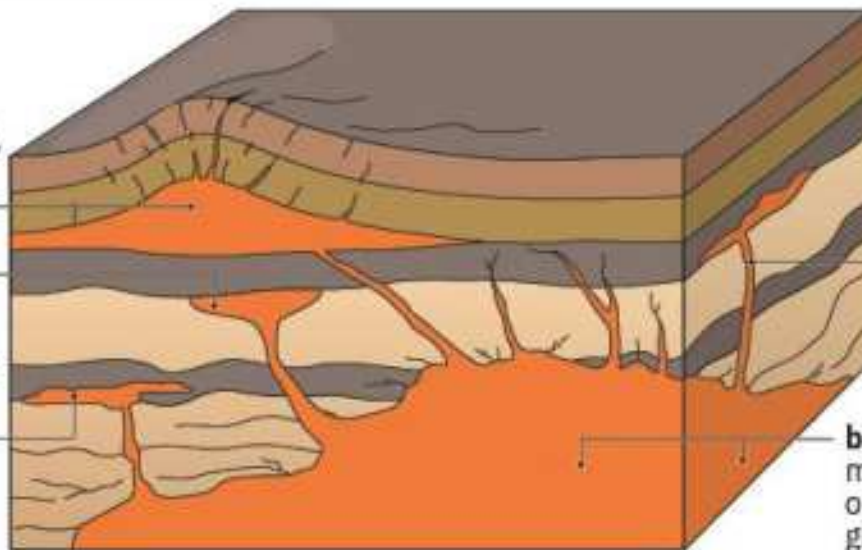
mają kształt grzyba (soczewki), wypychają ku górze warstwy położone nad nimi

lopolity

przypominają odwrócony grzyb (odwróconą soczewkę), zaburzą warstwy leżące niżej

sille

żyły wnikające między dwie warstwy skalne, ułożone do nich równolegle



Niezgodne intruzje magmowe:

dajki
żyły przecinające warstwy skalne

batolit

mają duże rozmiary o nieustalonych granicach dolnych

Ryc. 3.7. Typy intruzji plutonicznych (magmatycznych).

Zadanie

Jaka intruzja magmowa w widoczny sposób może wpływać na zmianę powierzchni Ziemi?

budowa wulkanu

Elementy budowy wulkanu:

krater

zagłębienie na końcu komina wulkanicznego będące miejscem ujścia produktów wybuchu wulkanu

stożek wulkaniczny

wzniesienie zbudowane z produktów wybuchu wulkanu

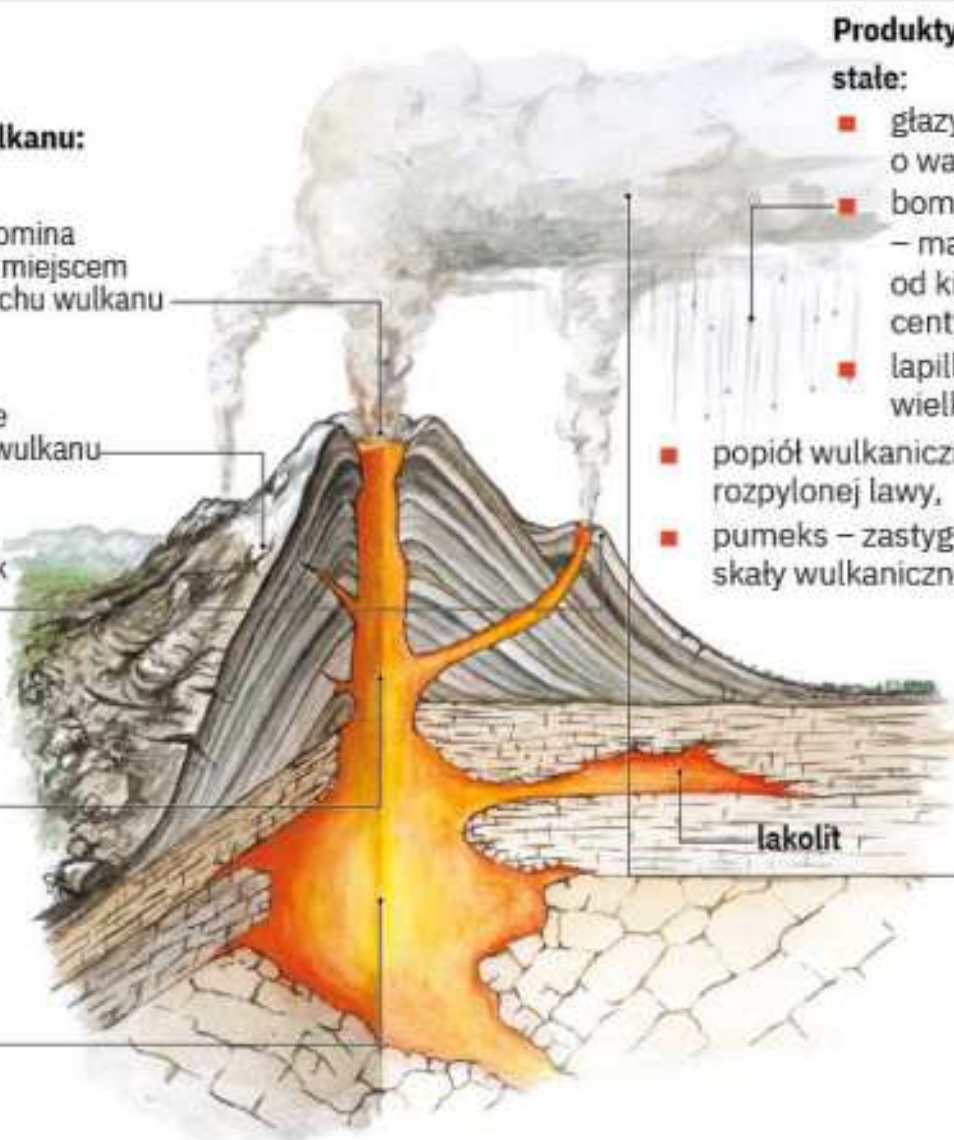
stożek pasożytniczy

mniejszy, boczny stożek wulkaniczny

komina wulkaniczny

kanal, którym produkty erupcji wulkanicznej przedostają się na powierzchnię ziemi

ognisko magmowe (komora magmowa) – zbiornik magmy stanowiący źródło materiału dla erupcji wulkanicznej



Produkty erupcji wulkanicznej:

stałe:

- głazy i bloki skalne o wadze do kilku ton
- bomby wulkaniczne – materiał skalny od kilku do kilkudziesięciu centymetrów
- lapille – odłamki lawy wielkości orzecha (do 6 cm)
- popiół wulkaniczny – drobne cząsteczki rozpylonej lawy,
- pumeks – zastygłe fragmenty porowatej skały wulkanicznej

ciekłe:

- lava zasadowa
- lava pośrednia
- lava kwaśna

gazowe:

- para wodna
- tlenek węgla (IV)
- tlenek siarki (IV)
- metan
- siarkowodór
- azot, chlor

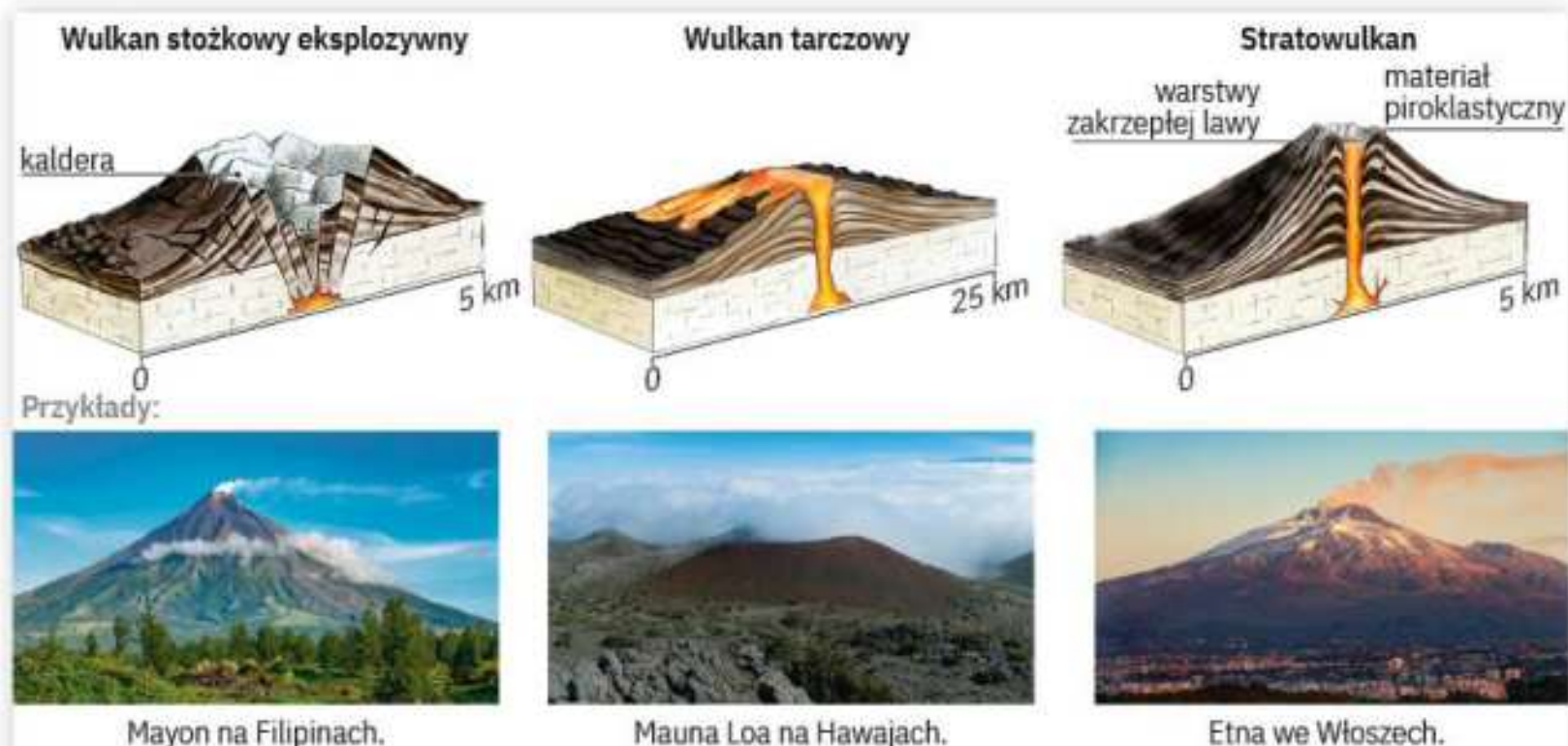
Ryc. 3.8. Elementy budowy wulkanu i produkty erupcji wulkanicznych.

Wulkanizm

Wydostawanie się magmy na powierzchnię Ziemi należy do procesów wulkanicznych. Magma przemieszcza się z ogniska magmowego ku górze poprzez **komin wulkaniczny**. Następnie wydostaje się na powierzchnię kraterem lub szczeliną. Od tego momentu nazywana jest **lawą**.

typy wulkanów

Erupcje wulkanów mają różną siłę. Jednymi z najbardziej gwałtownych są wybuchy wulkanów **eksplozywnych (stożkowych)**. Te wulkany mają kwaśną, szybko zastygającą lawę, która zatyka komin wulkaniczny. Gromadzące się w zatkanym kominie gazy z dużą siłą wyrzucają materiał **piroklastyczny**, czyli popioły, lapille, bomby wulkaniczne, bloki skalne i gazy. W porównaniu z innymi typami wulkanów jest ich niewiele. Występują głównie w strefach subdukcji. Charakteryzują się wysokimi stożkami i małą średnicą – zatem ich stoki są mocno nachylone. Najłagodniejszy przebieg mają erupcje wulkanów **efuzywnych (tarczowych)**. Wyrzucają one tylko płynną, szybko rozlewającą się lawę zasadową. Dlatego ich stożki wyróżniają się niewielkim nachyleniem oraz łagodnymi, bardzo rozległymi stokami. Najwięcej na świecie jest **stratowulkanów** (wulkanów mieszanych). Wyrzucają one na przemian lawę kwaśną i materiał piroklastyczny w postaci gwałtownych erupcji. Ich stożki są zbudowane z występujących na przemian warstw lawy oraz warstw pyłów i popiołów.



Ryc. 3.9. Typy wulkanów – podział ze względu na kształt wulkanów i rodzaj erupcji.

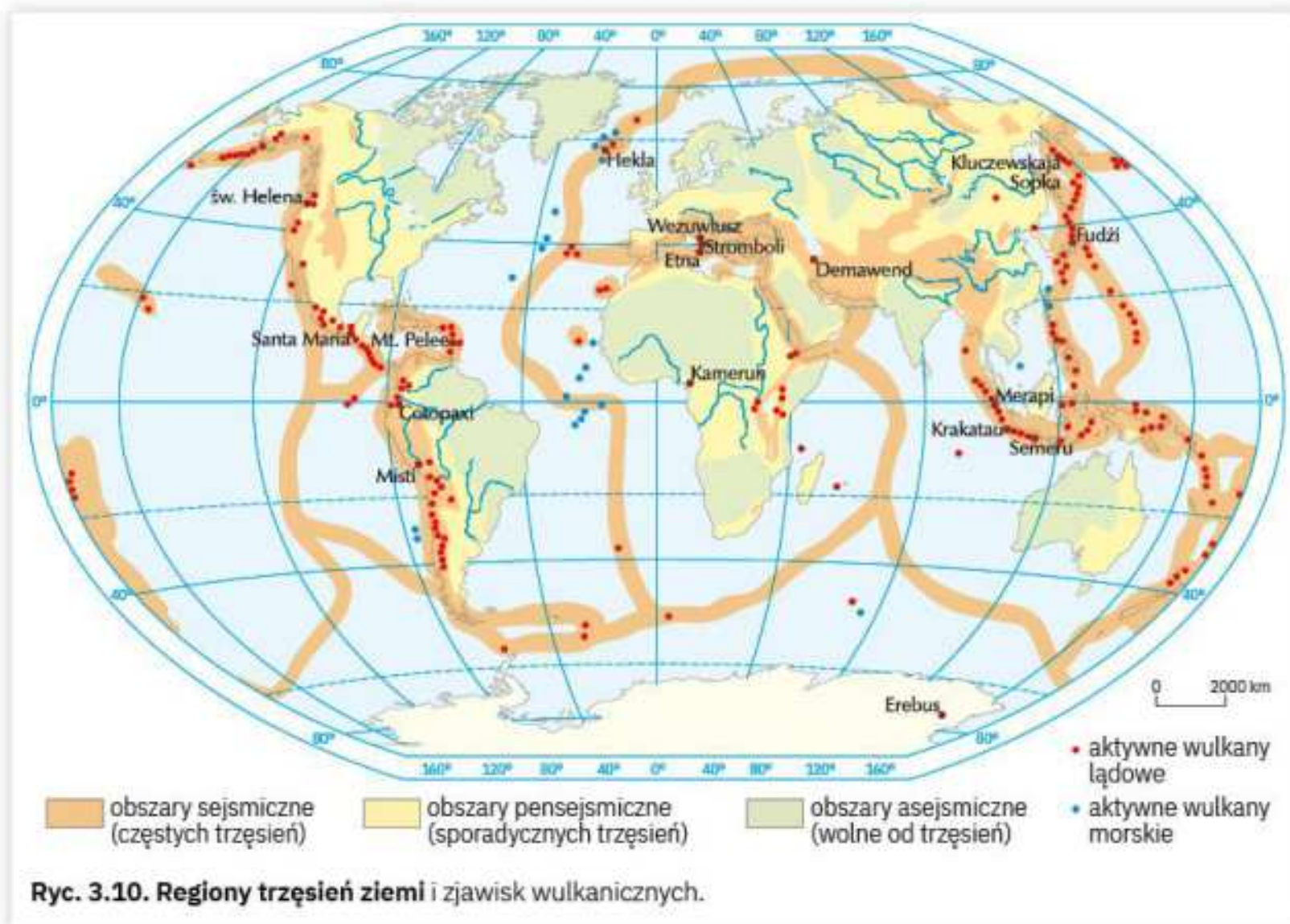
Trzęsienia ziemi

Występowanie wulkanów pokrywa się w większości z rozmieszczeniem trzęsień ziemi. Trzęsienia ziemi to drgania skorupy ziemskiej wywołane nagłym przemieszczeniem się mas skalnych. Rozpoczyna się w miejscu we wnętrzu Ziemi zwanym **hipocentrum**. Stamtąd fale sejsmiczne rozchodzą się we wszystkich kierunkach. Miejsce na powierzchni Ziemi znajdujące się bezpośrednio nad hipocentrum, do

trzęsienia ziemi

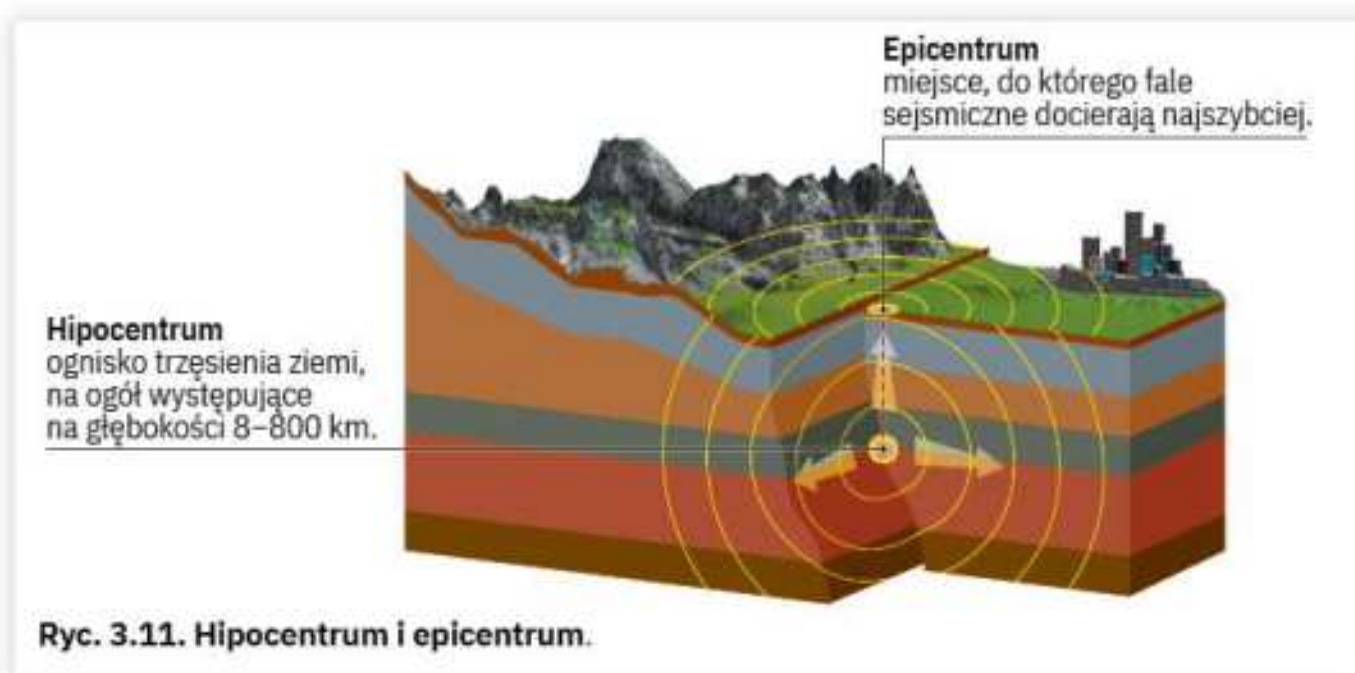


którego fale sejsmiczne docierają najszybciej, określa się mianem **epicentrum**. Tutaj odczuwalna siła trzęsień jest największa, co przekłada się na wielkość zniszczeń i liczbę ofiar.



Zadanie

Porównaj obszary występowania trzęsień ziemi oraz występowania wulkanów z mapą ilustrującą przebieg granic płyt litosfery. Zapisz wniosek.



Do skutków trzęsień ziemi należą:

- ofiary w ludziach,
- ogromne zniszczenia mienia i infrastruktury,
- zmiany w ukształtowaniu powierzchni Ziemi,
- lawiny i osunięcia warstw skalnych na lądach i dnach mórz,
- powstanie fal tsunami, które zwiększają liczbę ofiar i straty materialne.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Uzasadnij, dlaczego w obrębie ryftów dochodzi często do wylewów szczelinowych lawy.
2. Na podstawie teorii tektoniki płyt litosfery wyjaśnij powstawanie gór:
a) faldowych, b) zrębowych, c) wulkanicznych.
3. W jaki sposób intruzje magmowe wpływają na tworzenie się skal? Podaj kilka przykładów skal utworzonych w wyniku zachodzenia procesów plutonicznych.
4. Korzystając z mapy ilustrującej rozmieszczenie wulkanów i trzęsień ziemi, wyjaśnij, dlaczego:
a) na obszarach wulkanicznych, np. na Jawie, ludzie chętnie się osiedlają;
b) na wybrzeżach Oceanu Indyjskiego w 2001 roku zginęło około 350 tys. osób;
c) osadnictwo jest bezpieczniejsze na obszarach asejsmicznych niż na sejsmicznych.
5. Wyszukaj w dostępnych źródłach informacje na temat skali Richtera i Mercallego mierzących trzęsienia ziemi. Porównaj je i ustal, w jaki sposób zostały stworzone, do jakich zniszczeń dochodzi w wyniku drgań wyrażonych w poszczególnych stopniach w tych skalach.

PODSUMOWANIE LEKCJI

Teoria tektoniki płyt litosfery tłumaczy powstawanie gór, występowanie trzęsień ziemi oraz powstawanie wulkanów.

Na granicach rozbieżnych płyt litosfery powstają ryfty, którymi wypływa magma i jako zastygająca lawa tworzy nowe części litosfery.



W strefach subdukcji dochodzi do zdzierania i sfaldowania osadów znajdujących się w obrębie płyty oceanicznej – tak powstały Andy. Przy kolizji dwóch płyt materiał osadowy znajdujący się między nimi ulega sfaldowaniu i wyciśnięciu jako góry – tak powstały Himalaje.

s. 167

Ruchy płyt litosfery doprowadzają do powstania gór faldowych, zrębowych i wulkanicznych.

s. 168

Skutkiem ruchów epejrogenicznych są transgresje i regresje mórz.

s. 168

Ruchy magmy prowadzą do powstania zjawisk plutonicznych i wulkanicznych.

s. 168

Wulkany eksplozywne i stratowulkany wybuchają gwałtownie, efuzywne – łagodnie.

s. 170

4. Procesy zewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi: ruchy masowe i działalność wiatru

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz proces wietrzenia i czynniki wpływające na jego wielkość;
- przedstawisz genezę ruchów masowych, podasz ich wpływ na gospodarkę człowieka;
- scharakteryzujesz czynniki wpływające na działalność wiatru;
- wykażesz, że procesy eoliczne mogą powodować powstanie zarówno form erozyjnych, jak i akumulacyjnych;
- wskażesz różnice między różnymi typami pustyń oraz między różnymi typami wydm.

4.1. Wietrzenie

Rzeźba powierzchni Ziemi ulega ciągłym zmianom. Oprócz procesów wewnętrznych (**endogenicznych**), które prowadzą do powstania gór, na skały działają procesy zewnętrzne (**egzogeniczne**) najczęściej prowadzące do **erozji** (zniszczenia) podłoża, **transportu** rozluźnionego materiału i jego **akumulacji** (osadzenia).

procesy
egzogeniczne

Ogół procesów prowadzących do rozpadu skał nazywamy **wietrzeniem**. Może ono prowadzić tylko do rozkruszenia materiału skalnego, ale może jednocześnie powodować zmiany składu chemicznego rozkruszonych skał.

wietrzenie

W wyniku wietrzenia powstaje **zwietrzelina**, którą najczęściej transportuje siła grawitacji ziemskiej, wiatr czy woda. Powstanie zwietrzeliny stanowi również pierwszy etap w procesie tworzenia się gleb.

4.2. Rodzaje wietrzenia

Dynamika procesu wietrzenia zależy od wielu czynników. Decydującą rolę odgrywa rodzaj skał, klimat oraz związane z tym temperatura i obecność wody, jak również żyjące w obrębie skał organizmy żywe. W zależności od działającego na skały czynnika wyróżniamy wietrzenie fizyczne, chemiczne i biologiczne.

Wietrzenie fizyczne

wietrzenie
fizyczne

Wietrzenie **fizyczne** (mechaniczne) prowadzi do mechanicznego rozpadu skał bez zmian ich właściwości chemicznych. Może się odbywać poprzez następujące typy wietrzenia:

- **zamróz** – zamarzająca w szczelinach skalnych woda zwiększa swoją objętość i rozkrusza skały; im częściej woda zamarza i rozmarza, tym proces zachodzi szybciej;
- **insolację** – nagrzewające się w ciągu dnia od promieni słonecznych skały zwiększają swoją objętość, a wychładzając się, zmniejszają swoją objętość; rozszerzanie się i kurczenie wierzchniej warstwy skały prowadzi do łuszczenia się skał.



Ryc. 4.1. Zamarzająca woda prowadzi do rozpadu skał na bloki i powstania rumowisk skalnych zwanych gołoborzami.



Ryc. 4.2. Skały mają słabe przewodnictwo ciepła. Dlatego wierzchnie warstwy skał rozszerzają się i kurczą, a przez to dochodzi do ich łuszczenia.

Wietrzenie chemiczne

wietrzenie
chemiczne

Wietrzenie **chemiczne** prowadzi do zmiany właściwości chemicznych skały pod wpływem reakcji z wodą i rozpuszczonych w niej związków chemicznych lub pod wpływem działania powietrza atmosferycznego (np. tlenu). Wietrzenie chemiczne zachodzi w postaci następujących typów wietrzenia:

- **rozpuszczanie** – pod wpływem wody minerały tworzą roztwór; łatwo rozpuszczalne są np. sól kamienna, kalcyt, dolomit;
- **utlenianie** – pierwiastki i związki chemiczne łączą się z tlenem atmosferycznym, tworząc nowe związki i zmieniając barwę, np. siarczki przechodzą w siarczany;
- **uwodnienie** – polega na przyłączeniu cząstek wody do minerału, np. anhydryt po przyłączeniu wody tworzy gips;
- **uwęglanowanie** – pod wpływem wody zawierającej tlenek węgla (IV) rozpuszczają się skały zawierające np. węglan wapnia.



Ryc. 4.3. Rozpuszczanie soli jest zjawiskiem procesu wietrzenia chemicznego zachodzącym w taki sam sposób, jak rozpuszczanie soli w wodzie w trakcie przygotowania posiłków.



Ryc. 4.4. Wypłukiwanie węglanu wapnia ze skał wapiennych prowadzi do powstania wielu bruzd.

Wietrzenie biologiczne

Wietrzenie **biologiczne** prowadzi do mechanicznego rozkładu skał, a także do zmian chemicznych w ich składzie. Odbywa się to poprzez:

- **działanie roślin** – korzenie roślin wnikają w szczeliny skalne i powoli je rozsadzają; ponadto korzenie wytwarzają kwasy organiczne, które zmieniają skład chemiczny skał i minerałów;
- **działanie zwierząt** – stada zwierząt w trakcie migracji doprowadzają do mechanicznego rozkruszenia skał; niektóre ze zwierząt ryjących, np. krety, ułatwiają dostęp wody do skał i przyspieszają procesy wietrzenia chemicznego i fizycznego; wydzieliny i odchody zwierząt prowadzą do zmian chemicznych skał.

wietrzenie
biologiczne



Ryc. 4.5. Korzenie roślin mechanicznie rozkruszają skały, a kwasy organiczne wydzielane przez korzenie doprowadzają do zmian składu chemicznego skał.



Ryc. 4.6. Zwierzęta migrujące w wielkich grupach rozkruszają skały kopytami. Wydzieliny zwierzęce (np. mocz zawierający amoniak) i odchody wpływają na zmiany chemiczne skał.

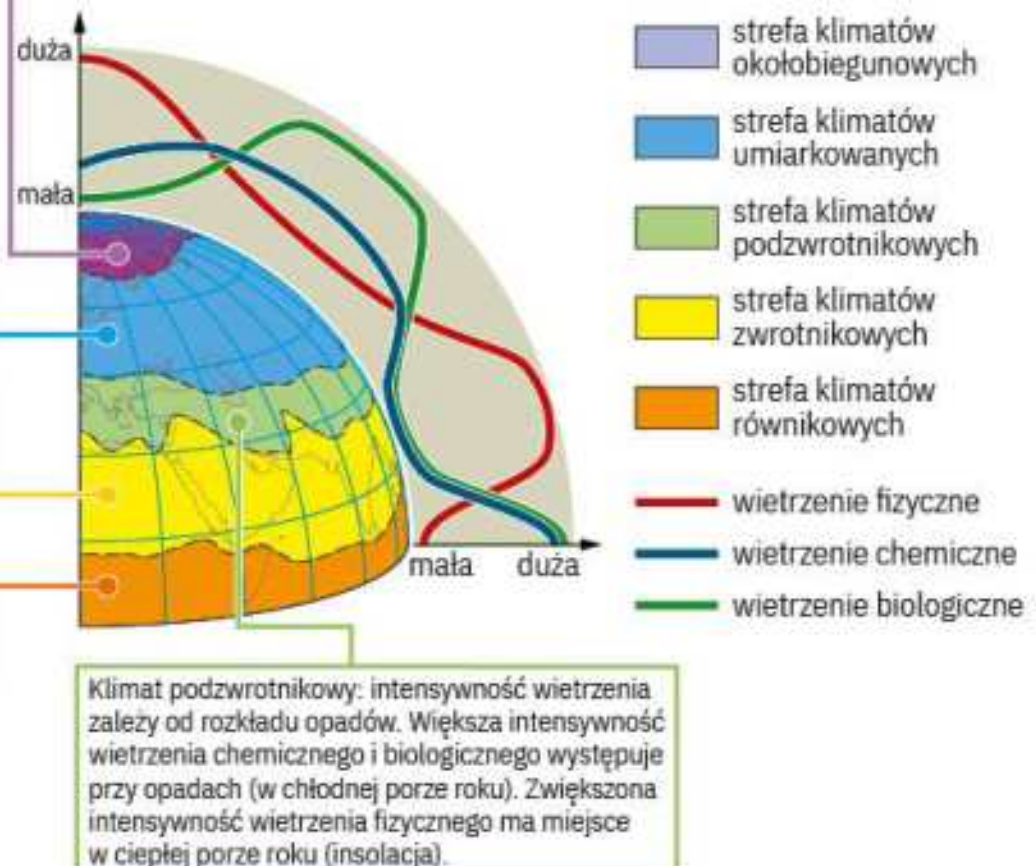
Człowiek również oddziałuje na wietrzenie skał. Przykładami takiego wpływu są między innymi silne nawożenie pól, które prowadzi do zmiany składu chemicznego skał, wydobywanie kopalin powodujące odstonięcie skał i zwiększenie ich podatności na niszczenie czy oddziaływanie kwaśnych opadów na skały.

W klimatach okołobiegunowych najintensywniejsze jest wietrzenie fizyczne związane z zamrozem. Niewielkie jest wietrzenie chemiczne, ponieważ woda jest głównie w stanie stałym. Ubogi świat roślin i zwierząt sprawia, że wietrzenie biologiczne jest znikome.

Klimat umiarkowany: największe jest wietrzenie biologiczne związane z bogatą roślinnością i światem zwierząt. Wietrzenie chemiczne zachodzi głównie latem w porze najintensywniejszych opadów, a fizyczne w zimie, gdy proces zamrozu prowadzi do rozkruszania skał.

Klimat gorący suchy: największe jest wietrzenie fizyczne związane z insolacją, znikome wietrzenie chemiczne ze względu na brak wody i wietrzenie biologiczne ze względu na ubogą roślinność.

Klimat równikowy: wilgotny i gorący sprawia, że zachodzą w nim najintensywniej procesy wietrzenia chemicznego związane z dużą ilością wody oraz wietrzenia biologicznego związane z bujnie rozwiniętą roślinnością i zróżnicowanym światem zwierzęcym. Niewielkie wietrzenie fizyczne ze względu na brak zamrozu i szatę roślinną, która osłania skały przed promieniowaniem słonecznym.



Ryc. 4.7. Intensywność wietrzenia zależy od klimatu.

Zadanie

Omów intensywność wietrzenia fizycznego w zależności od klimatu. Jakie elementy klimatu wpływają na tę intensywność? W podobny sposób scharakteryzuj wietrzenie chemiczne i biologiczne.

4.3. Ruchy masowe

ruchy masowe

Procesami zmieniającymi rzeźbę powierzchni Ziemi są ruchy masowe. Powodują one przemieszczanie się mas skalnych na stokach pod wpływem działania sił grawitacji.

Intensywność tych procesów jest uzależniona od:

- nachylenia stoku,
- rodzaju zwietrzliny i jej miąższości,
- ułożenia warstw skalnych,
- rodzaju skał i ich zwięzłości,
- nasączenia wodą,
- pokrycia szatą roślinną,
- działalności gospodarczej człowieka.

Grawitacyjne ruchy masowe należy odróżnić od **sptukiwania**, czyli procesu przemieszczania się w dół stoku zwietrzliny pod wpływem wody opadowej i roztopowej. Oba te procesy prowadzą do obniżania form powierzchni terenu i noszą nazwę **denudacji**.



Rodzaje grawitacyjnych ruchów masowych

Odpadanie

Polega na odspajaniu się od stromych skał, urwisk pojedynczych fragmentów skał, okruchów i ich przemieszczeniu w dół stoku. Wzdłuż toru przesuwającego się materiału skalnego tworzą się rynny zwane **żlebami**. U wylotu żlebu okruchy skalne gromadzą się w postaci stożków usypiskowych (**piargów**).



Obrywanie

To nagłe oderwanie się od mocno nachylonych (pionowych) stoków dużych mas skalnych. Oberwany materiał gromadzi się u podnóża stoku. W miejscu obrywu powstaje najczęściej **nisza skalna**, a u podnóża stoku – bezładne **zwałowisko skalne**.



Osuwanie

Polega na ześlizgiwaniu się mas skalnych po stoku pod wpływem siły ciężkości. Może być to dynamiczny proces trwający kilka sekund, ale również wolniejszy, trwający kilka dni. W miejscu osunięcia się ziemi tworzy się **nisza osuwiskowa**, a u podnóża stoku – **jęzor osuwiskowy**. Do powstawania osuwisk przyczyniają się np.: nasaczenie stoku wodą lub zabudowa ludzka, prowadząca do jego obciążenia i osunięcia, podcięcie stoku przez rzekę lub przez budowę dróg, co zwiększa stromość stoku i prowadzi do jego osunięcia, trzęsienia ziemi, które naruszają spójność skał.



Spęływanie

To rozległe, ale bardzo powolne zsuwanie się zwietrzeli, warstw skalnych lub gleby na stokach o małym nachyleniu. Oprócz siły grawitacji dużą rolę w intensywności tego procesu odgrywa nasaczenie skał lub gruntu wodą. Zwiększa się wtedy ciężar powierzchniowej warstwy, a zmniejsza tarcie między warstwami skalnymi. Trudno zauważyć ten ruch ze względu na jego powolne tempo. O jego istnieniu świadczą pochylone drzewa, płoty i słupy energetyczne oraz charakterystyczne pomarszczenia gruntu, jęzory i loby.



4.4. Niszcząca i budująca działalność wiatru

Rzeźba powierzchni Ziemi jest kształtowana również przez wiatr. Całość procesów rzeźbotwórczych wywoływanych wiatrem określa się jako działalność **eoliczną**.

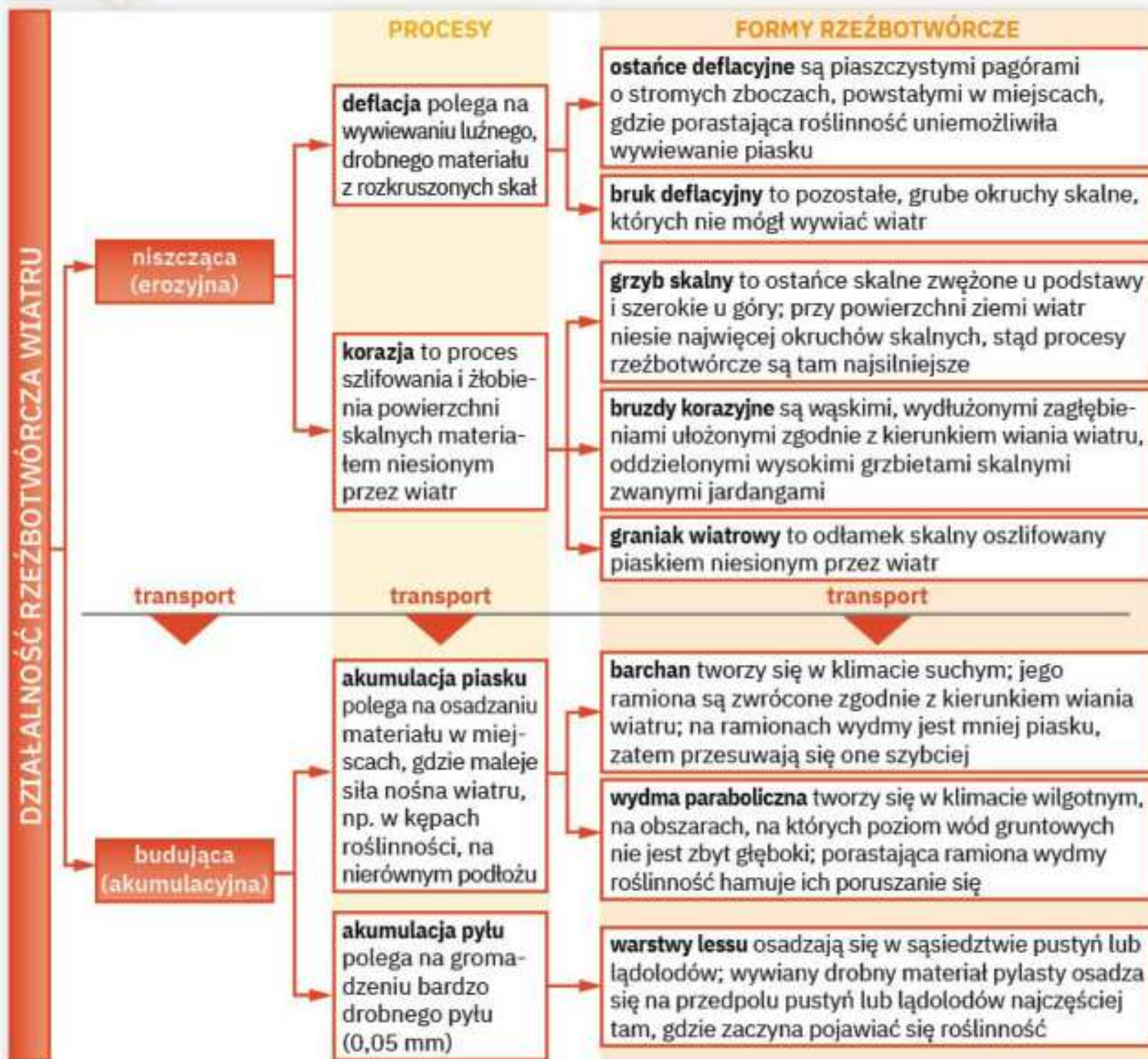
działalność
eoliczna

Intensywność tych procesów zależy od:

- charakteru podłoża: stopnia zwięzłości skał, jego nachylenia oraz nawilgoceń (woda wiąże ziarna mineralne),
- siły i porywistości wiatru, częstości jego występowania oraz kierunków wiania,
- stopnia pokrycia terenu roślinnością: im jest mniejsze, tym intensywność się zwiększa,
- działalności człowieka, np. wycinania lasów, osuszania terenów.

niszcząca i budująca
działalność wiatru

Wiatr, podobnie jak inne czynniki rzeźbotwórcze, może niszczyć skały, transportować powstałą w wyniku erozji zwietrzelinę oraz ją gromadzić.



Ryc. 4.8. Działalność rzeźbotwórcza wiatru.

formy powstałe
w wyniku
działalności wiatru



Ryc. 4.9. Ostaniec deflacyjny.

Ryc. 4.10. Grzyb skalny.

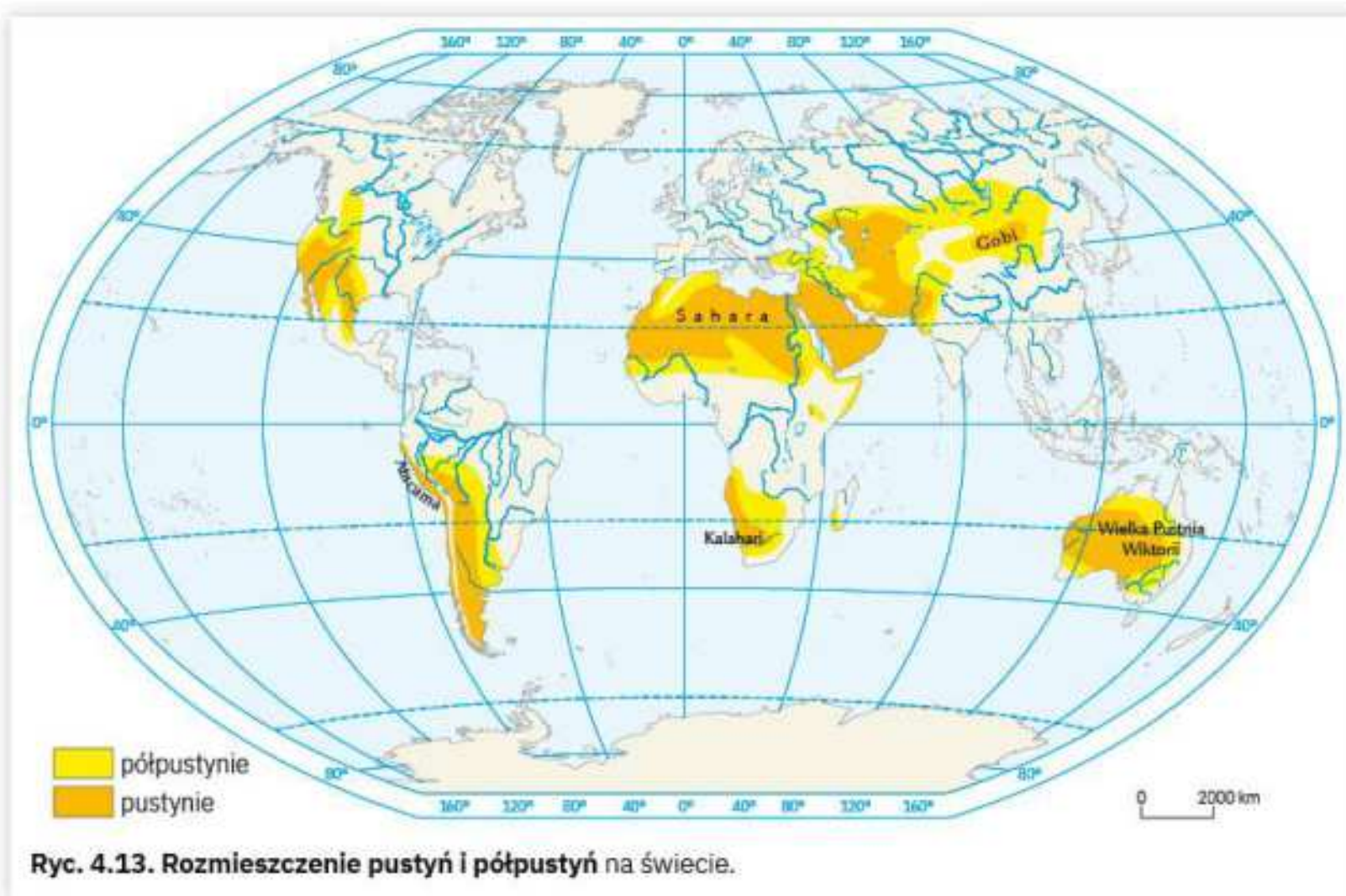
Ryc. 4.11. Barchan.

Ryc. 4.12. Warstwy lessu.



4.5. Pustynie na kuli ziemskiej

Działalność wiatru najlepiej widać na obszarach pozbawionych szaty roślinnej. Takie obszary nazywamy **pustyniami**. Tworzą się one w okolicach zwrotników, co jest związane z opadaniem mas powietrza suchego i ciepłego, na wybrzeżach oblewanych przez zimne prądy morskie oraz na obszarach znacznie oddalonych od mórz i oceanów.



Tereny pustynne zajmują około 23% powierzchni lądów, przy czym w Australii obszary te zajmują aż 45% powierzchni tego kontynentu. Najczęściej spotykane rodzaje pustyni to:

**pustynie
kamieniste,
żwirowe
i piaszczyste**

hamada – pustynia **kamienista**, z której drobny materiał został wywiany; często jest pocięta suchymi dolinami okresowych rzek zwanych **wadi** (uedy), np. Al-Hamada (Libia)



serir – pustynia **żwirowa** zbudowana z drobnych kamieni i żwiru pochodzącego z wietrzenia i nanosów rzecznych, np. Pustynia Gibsona (Australia)



erg – pustynia **piaszczysta**, na której lotne piaski usypują wzniesienia w postaci wydmy, np. Pustynia Wielki Erg Zachodni (Algieria)





Specyficzną formą pustyni stanowią **pustynie lodowe**. Działalność wiatru ogranicza się tutaj do przenoszenia śniegu lub materiału skalnego zniszczonego wskutek zamrozu. Największą działalność rzeźbotwórczą wykonują lądolody.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Wykaż, w którym z państw wietrzenie mrozowe ma większą intensywność: w Polsce leżącej w strefie klimatu umiarkowanego przejściowego czy w Holandii znajdującej się w strefie klimatu umiarkowanego morskiego. Omów przyczyny.
2. Oceń wpływ gospodarczej działalności człowieka na wybrany ruch masowy.
3. Uzasadnij, dlaczego na obszarach pustynnych wietrzenie chemiczne ma niewielki udział.
4. Wskaż dwie różnice między barchanem a wydumą paraboliczną.
5. Korzystając z atlasu, przyporządkuj podane nazwy pustyni do typów pustyni powstałych ze względu na zróżnicowaną genezę. Przerysuj tabelę do zeszytu i ją uzupełnij.

Atakama, Gobi, Mojave (czytaj: Mohawe), Namib, Sahara, Takla Makan, Wielka Pustynia Piaszczysta, Wielka Pustynia Słona, Wielki Nefud

Typ pustyni		
zwrotnikowa	tworząca się w sąsiedztwie zimnych prądów morskich	tworząca się w znacznych odległościach od wszechoceanu

PODSUMOWANIE LEKCJI

- s. 173 Procesy egzogeniczne prowadzą do erozji podłoża oraz transportu powstałego wskutek erozji materiału i jego akumulacji.
- s. 173 Proces prowadzący do rozpadu skał nazywamy wietrzeniem. W jego wyniku powstaje zwietrzelina, która może być przemieszczana przez różne czynniki rzeźbotwórcze.
- s. 174, s. 175 Wyróżniamy wietrzenie:
- fizyczne – wiąże się z nim proces zamrozu i insolacji;
 - chemiczne – towarzyszą mu procesy rozpuszczania, utleniania, uwodnienia i uwęglanowania;
 - biologiczne – spowodowane działaniem roślin i zwierząt.
- s. 176 Ruchy masowe powodują przemieszczanie się mas skalnych pod wpływem siły grawitacji. Odbywa się to poprzez odpadanie, obrywanie, osuwanie czy spłyzywanie. Procesy te mają różną dynamikę.
- s. 178 Działalność wiatru może być niszcząca (przy udziale procesów deflacji i korazji) albo budująca (przy udziale procesu akumulacji piasku lub pyłu).
- s. 178 W wyniku procesów rzeźbotwórczych wiatru tworzą się różnego rodzaju formy, jak ostańce deflacyjne, grzyby skalne, wydmy czy pokrywy lessowe.
- s. 179 Rzeźbotwórcze procesy eoliczne są najbardziej widoczne na pustyniach kamienistych, żwirowych i piaszczystych.



5. Procesy zewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi przy udziale wody

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz wodę jako czynnik rzeźbotwórczy;
- wymienisz czynniki zwiększające intensywność procesów rzeźbotwórczych przy udziale wody;
- przedstawisz zjawiska krasowe oraz scharakteryzujesz formy krasu powierzchniowego i podziemnego;
- wykażesz, że formy powstałe wskutek działalności wód płynących zależą od odcinka biegu rzeki;
- wyjaśnisz sposób tworzenia się form glacialnych i fluwioglacjalnych;
- przedstawisz formy tworzące się na niskim i wysokim wybrzeżu morskim;
- scharakteryzujesz główne typy wybrzeży morskich.

5.1. Woda jako czynnik rzeźbotwórczy

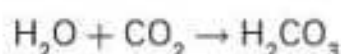
W procesach kształtujących rzeźbę powierzchni Ziemi dużą rolę odgrywa woda. Może ona wchodzić w reakcje chemiczne ze skałami i prowadzić do ich **rozpuszczenia**, a następnie **wyptukania (procesy krasowe)**. Siła płynących rzek tworzy doliny górskie lub buduje delty rzeczne. Także woda w stanie stałym uwieczona w lodowcach i lądolodach oraz powstająca z nich woda roztopowa buduje zróżnicowane formy rzeźby. Na granicy lądu i morza siła fal, pływów oraz prądów morskich w różny sposób oddziałuje na wybrzeża wysokie i niskie.

5.2. Zjawiska krasowe

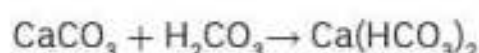
Woda jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem, a w szczególności woda zawierająca tlenek węgla (IV) (CO_2). Bardzo łatwo rozpuszcza chlorki (sól kamienną, potasową), ale potrafi również rozpuścić skały węglanowe, takie jak wapień, margle czy dolomity. Taki proces nazywamy **zjawiskiem krasowym**. Zawarty w skałach węglanowych węglan wapnia zostaje rozpuszczony przez roztwór kwasu węglowego tworzącego się w reakcji dwutlenku węgla z wodą.

zjawiska krasowe

Woda łączy się z dwutlenkiem węgla (tlenkiem węgla (IV)) i tworzy roztwór kwasu węglowego:



Roztwór kwasu węglowego reaguje ze skałami zawierającymi węglan wapnia i tworzy dwuwęglan wapnia (kwaśny węglan(IV) wapnia), który jest wyptukiwany:





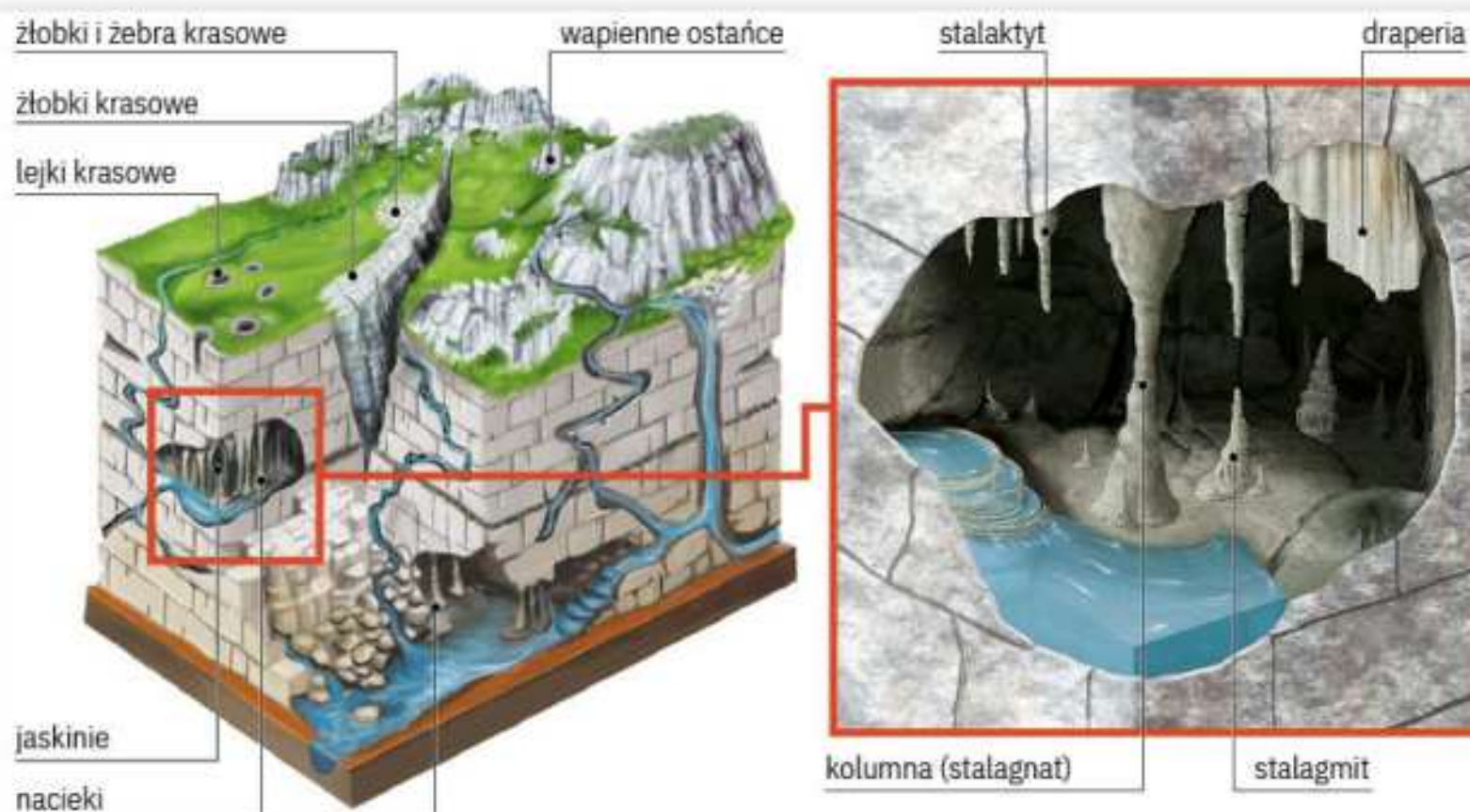
Tempo rozpuszczania skał zależy od:

- warunków klimatycznych, czyli ilości wody opadowej, temperatury wody – w niższych temperaturach jest większa zawartość dwutlenku węgla w wodzie, stąd proces przebiega intensywniej;
- rodzaju skały i wielkości jej spękania, co umożliwia głębszą penetrację skał przez wodę;
- pokrywy roślinnej i glebowej, która może zwiększać ilość dwutlenku węgla w wodzie;
- ukształtowania terenu, np. na obszarach płaskich więcej wody infiltruje w podłoże.

formy krasu
powierzchniowego
i podziemnego

Tab. 5.1. Formy krasowe

FORMY KRASU POWIERZCHNIOWEGO	FORMY KRASU PODZIEMNEGO
lejki krasowe – okrągłe zagłębienia o średnicy do kilku metrów utworzone przez wpływającą do szczeliny wodę lub przez zapadnięcie się stropów jaskiń	jaskinie, groty, korytarze krasowe – powiększone przez przepływającą wodę szczeliny skalne ułożone poziomo
uwały – utworzone po połączeniu kilku lejków krasowych	studnie, kominy krasowe – powiększone przez przepływającą wodę szczeliny ułożone pionowo
polja – rozległe kotliny utworzone po połączeniu wielu uwałów	Szata naciekowa: stalaktyty – przypominające sople nacieki narastające od stropu jaskini
ostańce krasowe (mogoty) – wapienne pagóry o stromych zboczach wznoszących się ponad powierzchnię zrównaną przez procesy krasowe	stalagmity – naciek narastający od dna jaskini ku górze
żłobki i żebra krasowe – bruzdy utworzone przez spływającą strużkami po skałach wodę	stalagnaty – kolumny powstałe po połączeniu się stalaktytów i stalagmitów
ponory – miejsca, w których woda wpływa pod powierzchnię ziemi	draperie – powstają z połączenia kilku i więcej stalaktytów
wywierzyska – miejsca, którymi woda wypływa na powierzchnię ziemi	



Ryc. 5.1. Formy krasowe.



Najbardziej znane obszary krasowe w Polsce występują na obszarze Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (Jaskinia Łokietka), w Górach Świętokrzyskich (Jaskinia Raj), Sudetach (Jaskinia Niedźwiedzia), Tatrach (najdłuższa w Polsce Wielka Jaskinia Śnieżna). W Europie kilka jaskiń, jak Domica leżąca na obszarze Słowackiego Raju, zostało wpisanych na listę światowego dziedzictwa UNESCO.

5.3. Działalność wód płynących

Działalność rzeźbotwórcza rzek (fluwialna) polega na żłobieniu koryta rzeczne-go, transportowaniu materiału skalnego przez wodę oraz jego osadzaniu.

procesy fluwialne

Intensywność tych procesów zależy od:

- **spadku terenu**, który warunkuje prędkość przepływu rzeki (im większy spadek, tym większa prędkość),
- **ilości wody** w rzece i masy niesionego materiału,
- **rodzaju** (twardości, zwięzłości) **podłoża skalnego**, po którym płynie rzeka,
- stopnia **pokrycia roślinnością** doliny rzecznej i dna rzeki.

Spadek rzeki to stosunek różnicy wysokości, jaką pokonuje rzeka od źródła do ujścia (lub na danym odcinku), do długości rzeki (lub długości danego odcinka).

Działalność rzeźbotwórczą wód płynących rozpatrujemy pod kątem spadku rzeki i wyróżniamy:

bieg rzeki: górny, środkowy, dolny

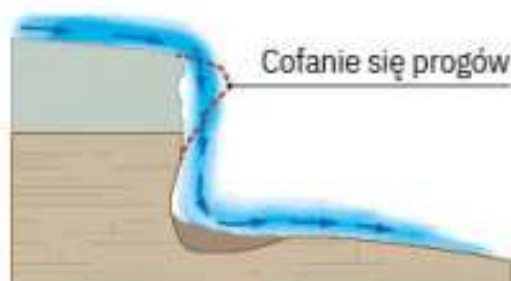
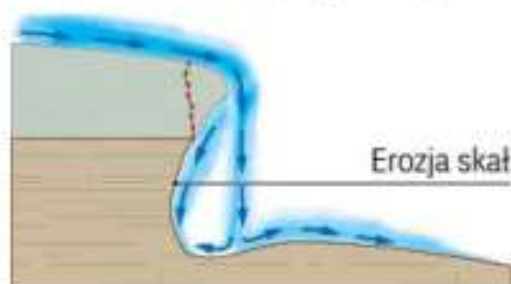
- **bieg górny** – rzeka ma w nim największy spadek, ale prowadzi małą ilość wody;
 - przeważa proces **erozji dennej** – głazy i żwiry toczą się po dnie rzeki i pogłębiają jej koryto, tworząc doliny V-kształtne;
 - wleczone po dnie odłamki skalne ulegają ścieraniu i obtaczaniu – powstają **otoczaki**;
 - na progach skalnych zachodzi proces **erozji wstecznej** – spadająca z progu skalnego woda podcina próg skalny, przez co odrywa się jego część górna; próg skalny cofa się ku źródłom rzeki;
- **bieg środkowy** – w którym spadek rzeki się zmniejsza, ale przybywa wody;
 - spadek rzeki jest mniejszy – maleje proces erozji dennej, natomiast zwiększa się proces **erozji bocznej**;
 - nurt rzeczny przemieszcza się od brzegu do brzegu – brzeg, przy którym płynie nurt, jest niszczone, natomiast na przeciwległym brzegu, gdzie siła wody zmniejsza się, materiał zostaje osadzony;
 - dolina rzeki jest poszerzana, powstają **meandry**, które pod wpływem dalszych procesów erozji bocznej mogą oddzielić się od rzeki, tworząc **starorzecza**;
- **bieg dolny** – spadek rzeki jest tu najmniejszy, ale ilość wody największa;
 - nurt rzeczny słabnie, zatem siła transportowa jest niewielka;
 - przeważa akumulacja niesionego materiału, co powoduje powstanie osadów zwanych aluwiami; osadzają się one na dnie, tworząc **mielizny**, a przy niższych stanach wody wystają ponad jej powierzchnię, tworząc **łachy**;
- **ujście rzeczne** – rzeka wpada do morza lub zbiornika wodnego;
 - rzeka, wpadając do morza, osiąga poziom bazy erozyjnej; jeżeli wpada do płytkich zbiorników o małych pływach i słabych prądach przybrzeżnych oraz niesie dużą ilość materiału, to tworzy **delty** (np. delta Nilu); w przeciwnym razie tworzy **estuaria** (ujścia lejkowate, np. estuarium Żyromy we Francji).

delta i estuarium

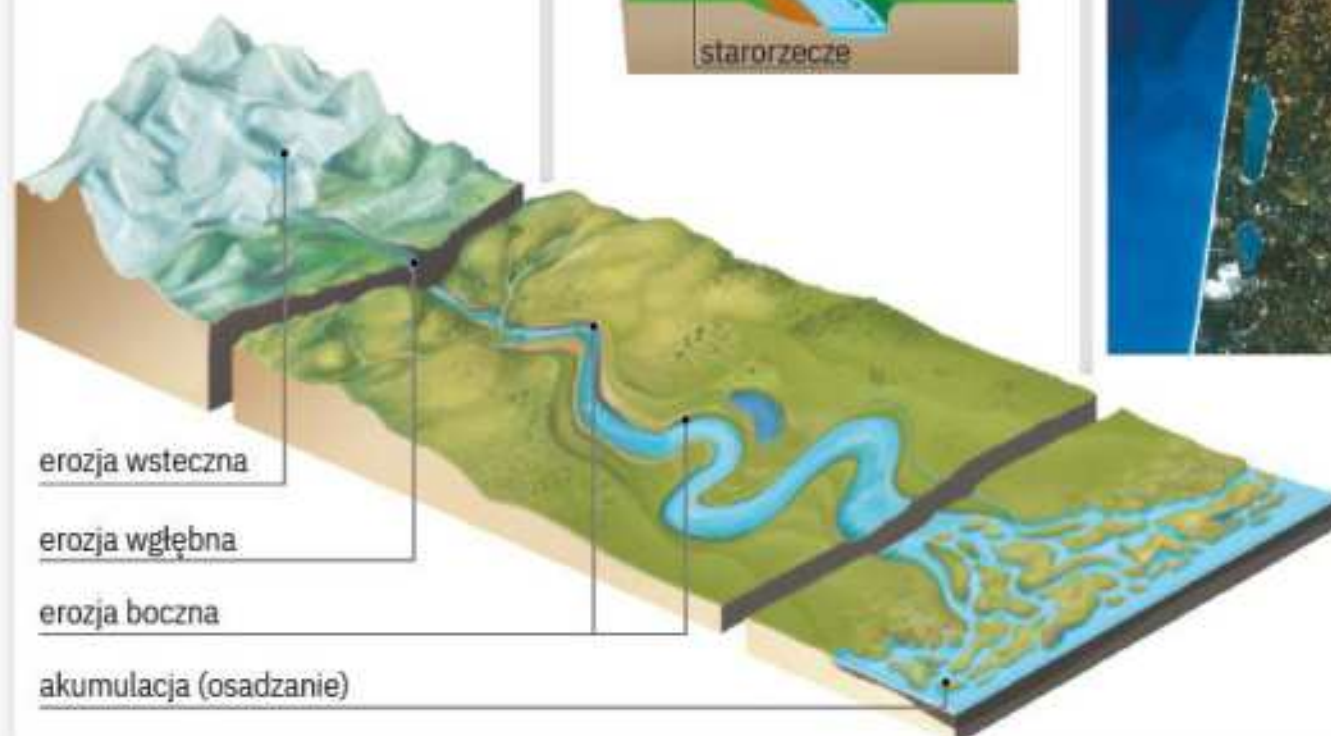
Bieg rzeki

Bieg górny

Erozja wsteczna na progu skalnym

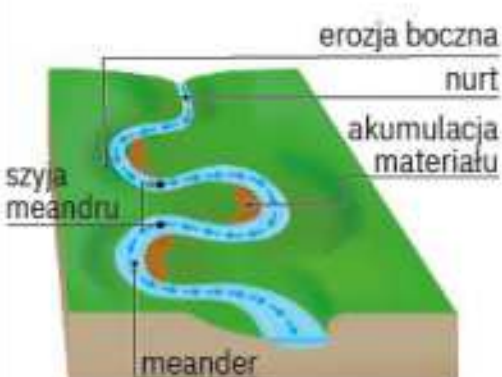
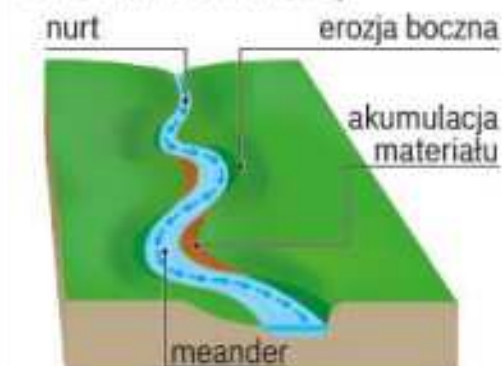


Dolina V-kształtna



Bieg środkowy

Powstawanie starorzeczy



Bieg dolny

Łachy rzeczne na Wiśle



Ujście rzeczne

Delta



Estuarium



Baza erozyjna – poziom, do którego rzeka eroduje, wcina swoją dolinę rzeczna. Zazwyczaj to poziom morza lub jeziora, gdzie rzeka ma swoje ujście.



działalność
glacjalna

5.4. Rzeźbotwórcza działalność lodowców i lądolodów

Lodowce i lądolody występują na powierzchni Ziemi w miejscach, gdzie niska temperatura i opady śniegu sprzyjają gromadzeniu się pokrywy lodowej. Całość procesów rzeźbotwórczych lodowców i lądolodów nazywa się działalnością **glacjalną**. Rozróżnia się w niej:

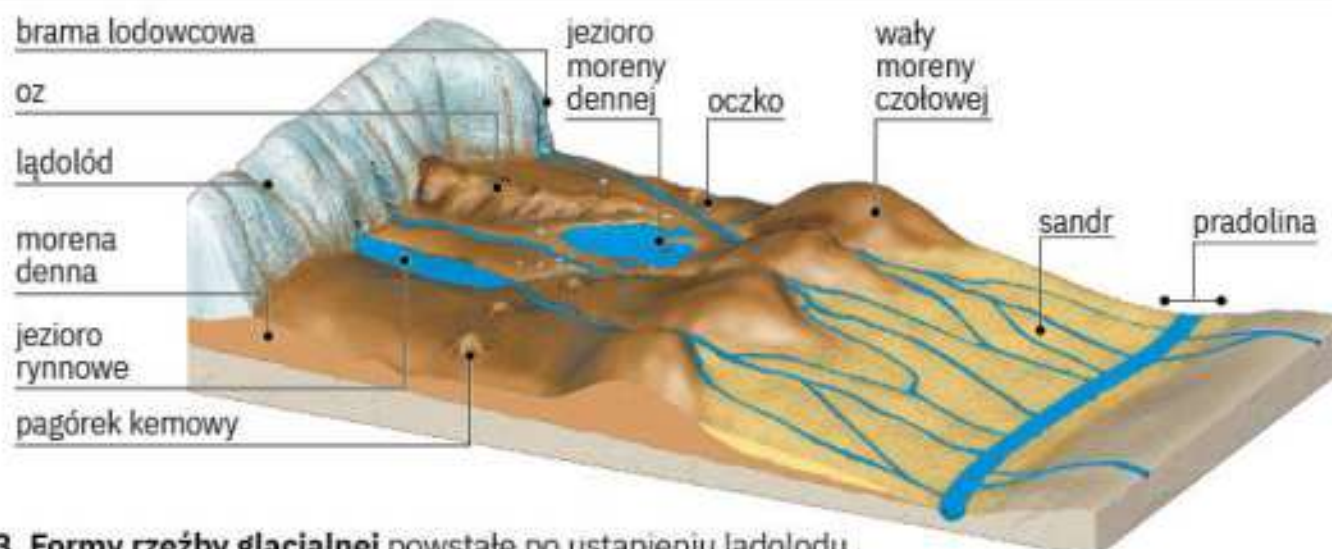
- **detersję** – szlifowanie i wygładzanie powierzchni skalnej,
- **detrakcję** – wyrywanie bloków i okruchów skalnych z podłoża,
- **egzarację** – zdzieranie materiału skalnego z podłoża.

Formy polodowcowe powstałe przy udziale lodu lodowcowego to **formy glacjalne**. Formy utworzone wskutek działalności wód roztopowych nazywamy **fluwioglacialnymi**. Lód lodowcowy i wody roztopowe mogą niszczyć skały (lub podłoże), tworząc **formy erozyjne**, transportować materiał i osadzać go, tworząc **formy akumulacyjne**.

Większość form powstałych w wyniku działalności lodowców górskich różni się od form powstałych pod wpływem działalności lądolodu.



Ryc. 5.2. Formy górskiej rzeźby glacjalnej.



Ryc. 5.3. Formy rzeźby glacjalnej powstałe po ustąpieniu lądolodu.

formy polodowcowe
glacialne
i fluwioglacjalne

FORMY POŁODOWCOWE

glacialne

erozyjne

cyrk (kar, kocioł) **lodowcowy** tworzy się pod polami firnowymi w wyniku pogłębiania dna zagłębienia, w którym tworzy się lodowiec górski; współcześnie wiele z nich jest wypełnionych wodą – tworzą **jeziora cyrkowe**

dolina U-kształtna (żłób lodowcowy) to doliny rzeczne (V-kształtne) przekształcone przez jęzory lodowcowe, w przekroju poprzecznym mają kształt litery U

muton (baraniec) – wygładzony pagórek, ostaniec skalny o asymetrycznym kształcie, gdzie stok łagodny jest nachylony od strony nasuwającego się lodowca

akumulacyjne

morena – osadzony przez lodowiec lub lądolód materiał skalny widoczny po ustąpieniu lodu; w zależności od miejsca osadzania się materiału wyróżniamy:

- **morenę denną** – osadza się na dnie lodowca lub lądolodu, a po jego ustąpieniu tworzy płaską lub falistą powierzchnię
- **morenę środkową** – tworzy się z połączenia dwóch moren bocznych z dwóch łączących się jęzorów lodowcowych
- **morenę boczną** – powstaje z materiału osadzonego wzdłuż zboczy doliny
- **morenę czołową** – wykształca wał usypany przed czołem lodowca lub lądolodu w czasie, gdy czoło lodowca stoi długo w jednym miejscu

głaz narzutowy (eratyk) – przeniesiony z odległych terenów blok skalny; głązy narzutowe mają różną wielkość

transport (przenoszenie przez lód i wody roztopowe)

fluwioglacjalne

erozyjne

rynny polodowcowe – długie i wąskie zagłębienia o stromych zboczach i nieregularnym dnie, wyżłobione pod lądolodem przez wody płynące; współcześnie w większości wypełnione wodą i tworzące jeziora rynnowe charakteryzujące się podłużnym kształtem, dużą głębokością i nieregularnym dnem

pradoliny – tworzą się przed czołem lądolodu; to szerokie doliny, przebiegające równoległe do czoła lądolodu, wytworzone przez spływające z niego wody

akumulacyjne

sandry – wielkie stożki napływowe zbudowane z piasków i żwirów tworzących się przed czołem lądolodu, mogą się łączyć i tworzyć rozległe równiny sandrowe

ozy – długie i wąskie wały zbudowane z piasku i żwiru osadzone w tunelach pod lądolodem przez spokojnie płynące wody roztopowe

kemy – pagórki piaszczysto-żwirowe często o nieregularnych kształtach, tworzące się w szczelinach lodowcowych

Ryc. 5.4. Formy polodowcowe.



Ryc. 5.5. Muton.



Ryc. 5.6. Głaz narzutowy.



Ryc. 5.7. Jezioro rynnowe.



Ryc. 5.8. Stożki sandrowe.

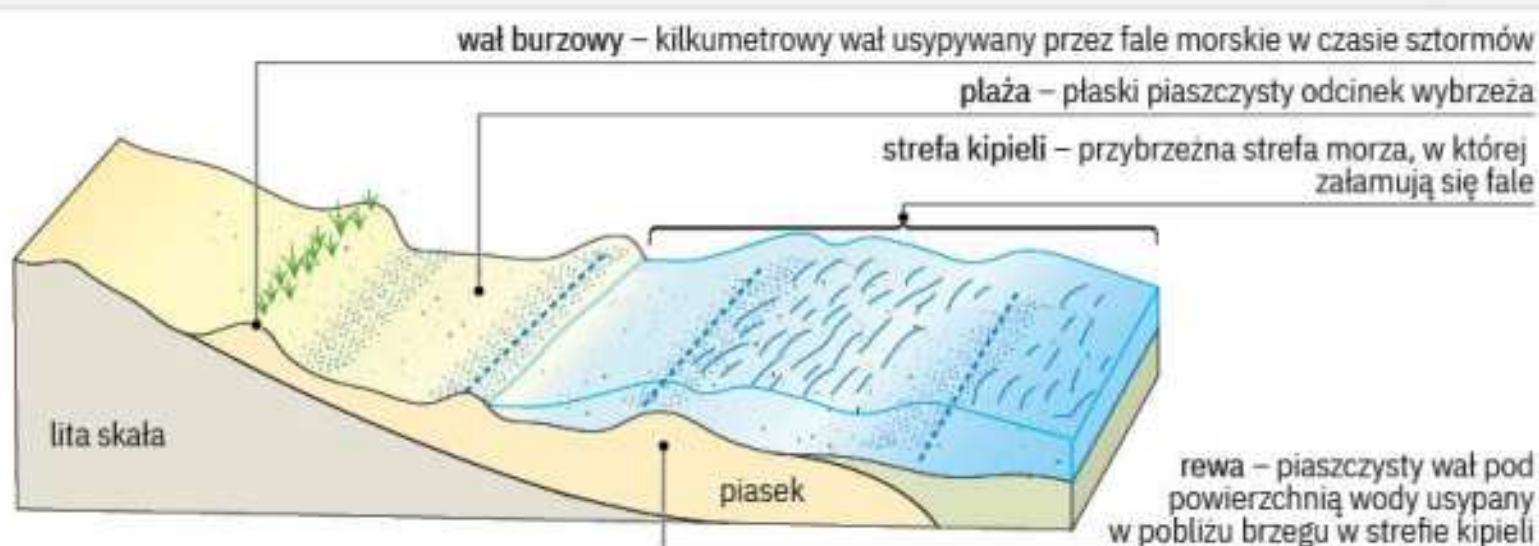


5.5. Rzeźbotwórcza działalność wód morskich

Działalność morza zachodzi przede wszystkim w strefie linii brzegowej. Intensywność tych procesów jest silnie związana z typem wybrzeża. Inaczej zachodzi na wybrzeżach niskich, a inaczej – na wysokich. Oprócz rodzaju wybrzeża duży wpływ na rzeźbotwórczą działalność mórz mają: rodzaj skał budujących wybrzeże, wysokość i siła fal morskich, wysokość pływów morskich, obecność prądów przybrzeżnych. Na wybrzeżach niskich przeważają procesy akumulacji materiału, w wyniku której mogą tworzyć się między innymi charakterystyczne dla polskich wybrzeży mierzeje. Natomiast na wybrzeżach wysokich zachodzą procesy niszczenia brzegów. Ten typ erozji nosi nazwę **abrazji**.

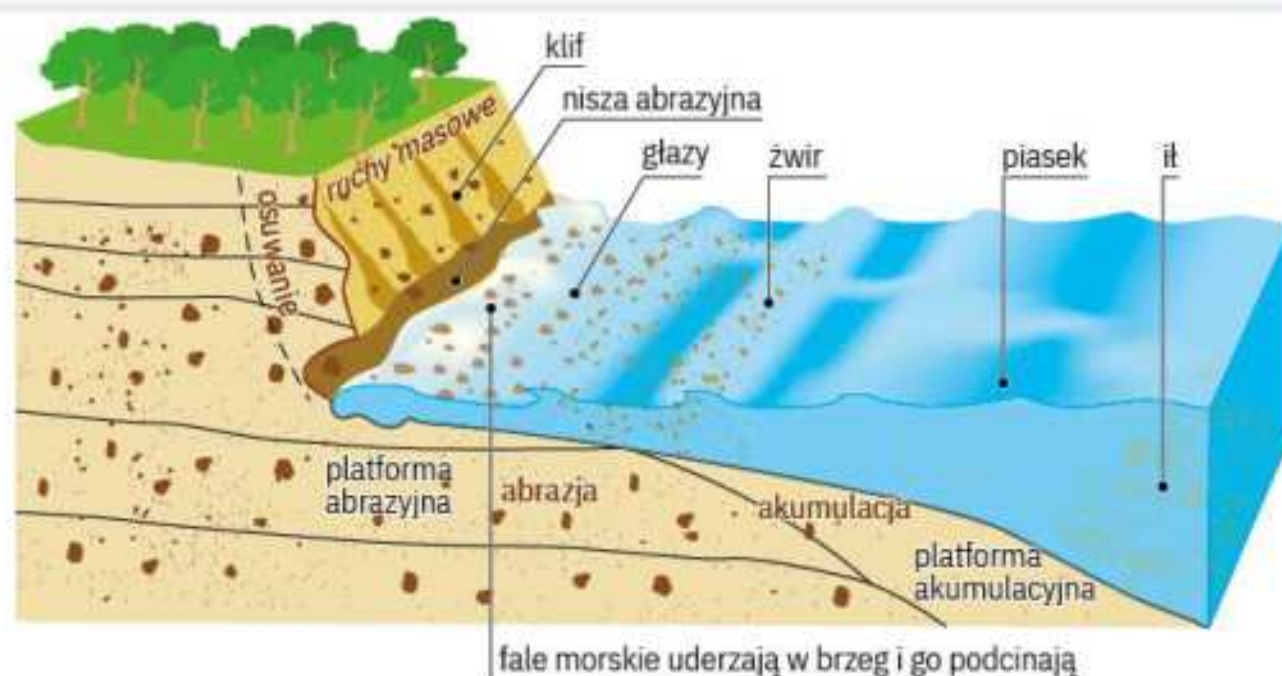
abrazja

wybrzeże niskie



Ryc. 5.9. Procesy i formy rzeźby zachodzące na wybrzeżu niskim. Materiał piaszczysty naniesiony przez fale lub prądy morskie buduje szerokie plaże.

wybrzeże wysokie



Ryc. 5.10. Procesy i formy rzeźby zachodzące na wybrzeżu wysokim. Dolna część wybrzeża jest uszkadzana przez fale przyboju. Fale te często zawierają materiał skalny różnej wielkości, przez co wybrzeże jest szybciej niszczone. Kiedy nisza abrazyjna zostaje wcięta głęboko w brzeg, następuje oberwanie górnej części stoku, co skutkuje cofaniem się brzegu.



ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

1. Wskaż różnicę między:
 - a) wywierzyskiem a ponorem,
 - b) stalaktytem a stalagmitem.
2. Z podanych niżej form wybierz niepasujący element.
 - a) oz, kem, dolina U-kształtna, dolina V-kształtna
 - b) ponor, meander, uwał, mogot
 - c) sandr, klif, rewa, plaża
 - d) delta, estuarium, meander, cyrk
3. Na podstawie dostępnych map wymień pięć rzek mających deltę i pięć rzek mających estuarium.
4. Porównaj proces erozji wstecznej w górnym odcinku biegu rzeki z procesem abrazji. Wskaż dwa podobieństwa i dwie różnice.
5. Podaj przykład krainy geograficznej w Polsce, gdzie występuje najwyraźniejsza rzeźba wytworzona przez lodowiec górski, i krainę, gdzie jest najwyraźniejsza rzeźba ukształtowana przez lądolód.

PODSUMOWANIE LEKCJI

- s. 181 Zjawiska krasowe polegają na wypłukiwaniu węglanu wapnia ze skał.
- s. 182 Do form krasu powierzchniowego należą: ostańce krasowe, lejki krasowe, uwały, polja, żebra i żłobki krasowe, ponory oraz wywierzyska.
- s. 182 Formami krasu podziemnego (w tym formami naciekowymi) są: jaskinie, groty, korytarze krasowe, studnie, kominy krasowe, stalaktyty, stalagmity, stalagnaty, draperie.
- s. 183 Bieg rzeki ze względu na wielkość spadku dzielimy na bieg górny, środkowy i dolny.
- s. 183 W górnym biegu rzeki dominuje erozja wgłębna (powstają doliny V-kształtne) oraz wsteczna (progi skalne).
- s. 183 W biegu środkowym rzeki przeważa erozja boczna (powstają meandry).
- s. 183 W dolnym biegu rzeki procesem rzeźbotwórczym jest akumulacja (powstają mielizny, lachy rzeczne).
- s. 183 Przy ujściach rzecznych tworzą się delty (materiał akumuluje rzeka) lub estuaria (materiał zabiera morze).
- s. 186 Do form polodowcowych glacialnych zaliczamy formy erozyjne, takie jak: cyrk lodowcowy, dolina U-kształtna, mutony, oraz formy akumulacyjne.
- s. 186 Wśród form polodowcowych fluwioglacialnych wyróżniamy formy erozyjne, czyli rynny podlodowcowe, pradoliny, oraz formy akumulacyjne, jak sandry, ozy, kemy.
- s. 187 Na wybrzeżu niskim tworzą się następujące formy: wały burzowe, plaże, rewy.
- s. 187 Na wybrzeżu wysokim powstają takie formy, jak: klif, nisza abrazyjna, platforma abrazyjna, platforma akumulacyjna.



PODSUMOWANIE PRZED SPRAWDZIANEM

- Najwięcej informacji o budowie głębokich warstw wnętrza Ziemi można zebrać dzięki stosowaniu **metod pośrednich**, do których zalicza się obserwacje rozchodzenia się fal sejsmicznych. **Metody bezpośrednie**, jak odkrywki geologiczne czy obserwacja warstw skalnych w kopalniach, dostarczają informacji głównie o budowie skorupy ziemskiej. s. 152
- Stopień geotermiczny** informuje o tym, o ile metrów należy się przesunąć w głąb ziemi, aby temperatura wzrosła o 1°C. s. 153
- Budowa wnętrza Ziemi: s. 154
 - skorupa ziemska** – jest utworzona z grubszej, ale zbudowanej z lżejszych minerałów skorupy kontynentalnej oraz skorupy oceanicznej – cieńszej, ale zbudowanej z minerałów o większej gęstości;
 - plaszcz ziemski** – tworzy go plaszcz górny zawierający warstwę perydotytową i plastyczną astenosferę oraz plaszcz dolny zawierający ciężkie pierwiastki opadające aż do granic jądra ziemskiego;
 - jądro** – składa się z ciekłego jądra zewnętrznego i stałego jądra wewnętrznego.
- Minerały** to najmniejsze, powstałe w naturalny sposób składniki skorupy ziemskiej. Minerały wchodziły w skład skał (minerały skałotwórcze). Najczęściej spotykane w przyrodzie minerały to kwarc, skalenie, miki. s. 156



- Surowce** mają szerokie zastosowanie: s. 162
 - w energetyce: węgiel kamienny, brunatny, ropa naftowa,
 - do produkcji stali: ruda żelaza, czy przewodów elektrycznych: rudy miedzi,
 - do wyrobów jubilerskich: złoto,
 - do produkcji benzyn: ropa naftowa,
 - do produkcji środków czyszczących: sól kamienna,
 - do produkcji materiałów budowlanych: granit, zaprawy murarskiej: piasek, cementu: wapień,
 - do produkcji wyrobów porcelanowych: kaolin, wyrobów ceramicznych: gliny, wyrobu szkła: piaski kwarcowe.
- Procesy rzeźbotwórcze** kształtujące powierzchnię Ziemi mające swoje źródło w jej wnętrzu nazywamy **endogenicznymi**, a kształtujące te formy z zewnątrz powierzchni Ziemi nazywamy **egzogogenicznymi**. s. 173
- Teoria tektoniki płyt litosfery** zakłada istnienie płyt poruszających się po astenosferze. Siłą poruszającą te płyty są **prądy konwekcyjne** powstające dzięki ciepłu wnętrza Ziemi. Prędkość poruszania się płyt wynosi kilka centymetrów na rok. s. 165
- Wyróżniamy **rozbieżne granice płyt litosfery** (są rozsuwane), w których tworzą się **strefy ryftowe** w obrębie grzbietów oceanicznych, oraz **zbieżne** (płyty nasuwają się na siebie), jak **strefy subdukcji**, w których płyty oceaniczne podchodzą pod płyty kontynentalne, i **strefa kolizji**, w której płyty nachodzą na siebie. W strefach zbieżnych dochodzi do sfałdowania osadów skalnych i wypiętrzenia gór. s. 167
- Góry** powstają w wyniku nachodzenia na siebie płyt litosfery – dochodzi wtedy do fałdowania warstw skalnych lub powstania uskoku, wzdłuż których fragmenty litosfery mogą się przesuwać, oraz wybuchów wulkanów. s. 168



- s. 169
- Elementami **budowy wulkanu** są: krater, stożek wulkaniczny, stożki pasożytnicze, komin wulkaniczny, ognisko magmy. Do produktów erupcji wulkanicznych zalicza się produkty stałe, jak: głazy i bloki skalne, bomby wulkaniczne, lapille, popiół wulkaniczny, pumeks, oraz ciekłe, czyli lawa, a także gazowe: para wodna, tlenek siarki (IV), metan, siarkowodór, azot, chlor.
- s. 170
- **Typy wulkanów**: tarczowe (o lawie zasadowej), stożkowe (o lawie kwaśnej), stratowulkany wyrzucające na przemian lawę kwaśną i materiał piroklastyczny.
- s. 170
- **Trzęsienia ziemi** to ruchy skorupy ziemskiej, których przyczyną są ruchy płyt litosfery, wybuchy wulkanów i zapadanie się pustek podziemnych. Zaczynają się one w **hipocentrum**, najszybciej odczuwalne są na powierzchni Ziemi w punkcie położonym bezpośrednio nad hipocentrum, zwanym **epicentrum**. Obszary, na których najczęściej zachodzą trzęsienia, określa się jako **sejsmiczne**, tereny, na których występują one rzadziej, nazywa się **pensejsmicznymi**, a te, na których nie zachodzą wcale – **asejsmicznymi**.
- s. 173
- **Wietrzeniem** nazywamy proces rozpadu skał, w wyniku którego powstaje zwietrzelina. Ma ona tendencje do przemieszczania się pod wpływem różnego rodzaju czynników, np. przyciągania ziemskiego, wiatru, wody.



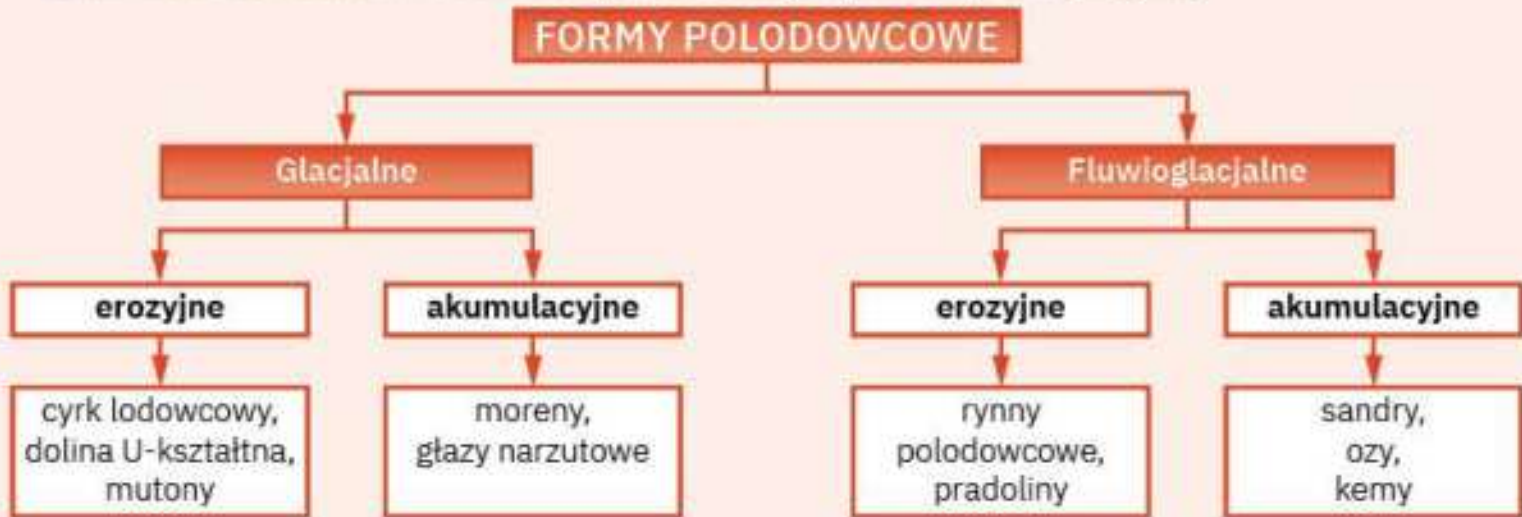
- s. 176
- **Grawitacyjne ruchy masowe** prowadzą do powstania różnych form rzeźby:
 - **odpadanie**: żleby i stożki usypiskowe,
 - **obrywanie**: nisza skalna i zwałowisko skalne,
 - **osuwanie**: nisza osuwiskowa i jezior osuwiskowy,
 - **spętywanie**: pomarszczenia gruntu, jezory i loby.
- s. 177
- Działalność wiatru nazywamy procesem **eolicznym**. Może być **niszcząca** – w wyniku procesu **deflacji** (wywiewania luźnego materiału) powstają ostańce deflacyjne i bruk deflacyjny, a w wyniku **korazji** (szlifowania, zdzierania powierzchni skalnych) powstają grzyby skalne, bruzdy korazyjne, jardangi, graniaki wiatrowe. Działalność wiatru może też być **akumulacyjna** – w wyniku **osadzania** piasku powstają barchany i wydmy paraboliczne, a wskutek osadzania pyłu – pokrywy lessowe.
- s. 179
- **Procesy rzeźbotwórcze** najwyraźniej są widoczne na pustyniach skalistych (hamada), żwirowych (serir), piaszczystych (erg).
- s. 181
- **Zjawiska krasowe** to proces wymywania węglanu wapnia ze skał, takich jak: wapień, margiel czy dolomit. W wyniku działania tych procesów powstają **formy krasowe**:
 - powierzchniowe – lejki krasowe, uwały, żłobki i żebra krasowe, ponory i wywierzyska,
 - podziemne – jaskinie, groty, korytarze krasowe, studnie i kominy krasowe.W wyniku wytrącania węglanu wapnia z roztworu powstają **formy naciekowe**: stalaktyty, stalagmity, stalagnaty, draperie.
- s. 183
- **Procesy fluwialne** są związane z działalnością wód płynących. Mają one inną intensywność w różnych odcinkach biegu rzeki:
 - w **górnym** dominuje **proces erozji wgłębnej** prowadzący do powstania dolin V-kształtnych oraz proces erozji wstecznej podcinającej progi skalne;



- w **środkowym** przeważa **proces erozji bocznej** przyczyniający się do powstania meandrów i starorzeczy;
 - w **dolnym** dominuje **proces akumulacji**, w wyniku którego powstają mielizny i łachy.
- U ujścia rzeki tworzą się delty (gdy rzeka osadza dużo materiału) lub estuaria (gdy materiał наносzony przez rzekę jest zabierany przez morze).

- Działalność rzeźbotwórcza lodu i wód polodowcowych jest nazywana **glacjalną**.

s. 185



- **Rzeźbotwórcza działalność morza to abrazja.** Na wybrzeżach niskich tworzą się rewy, plaże i wały burzowe, ponieważ dominują tutaj procesy akumulacji. Na wybrzeżach wysokich powstają klify, nisze abrazyjne, platformy abrazyjne i akumulacyjne, gdyż dominują tu procesy erozyjne.

s. 187

SPRAWDŹ, CZY UMIESZ!

- Wyjaśnij, dlaczego dzięki jądro zewnętrznemu możliwe jest życie na Ziemi.
- Na ilustracji przedstawiono jedną ze stref kontaktu płyt litosfery.



- 2.1. Wybierz poprawne określenie z podanych w nawiasach, tak aby otrzymać zdania prawdziwe. Zapisz w zeszycie powstałe zdania.

Rycina przedstawia strefę (subdukcji/kolizji). W tej strefie płyta (oceaniczna/kontynentalna) przesuwana się pod płytę (oceaniczną/kontynentalną).

- 2.2. Przyporządkuj cyfrom z ilustracji odpowiednie określenia wybrane z poniższych. Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

ogniska trzęsień ziemi, ognisko wulkaniczne, płyta kontynentalna, płyta oceaniczna, rów oceaniczny



3. Uzupełnij zdania. Wybierz odpowiedzi spośród 1.–3. oraz A lub B.

a)

1.	W strefach subdukcji	tworzą się rowy oceaniczne będące	A.	szerokimi obniżeniami.
2.	W strefach ryftowych		B.	podłużnymi zagłębieniami.
3.	W plamach gorąca			

b)

1.	Astenosfera tworzy	skorupę kontynentalną opasującą Ziemię w sposób	A.	nieciągły.
2.	Warstwa bazaltowa tworzy		B.	ciągły.
3.	Warstwy granitowa i bazaltowa tworzą			

4. Podaj trzy propozycje ograniczenia niekorzystnych skutków trzęsień ziemi na obszarach sejsmicznych.

5. Przerysuj tabelę do zeszytu. Zaznacz „+”, jeżeli w danym klimacie wymieniony rodzaj wietrzenia jest intensywny, lub „-”, jeżeli jest on mało intensywny.

Rodzaj wietrzenia \ Klimat	Klimat		
	okołobiegunowy polarny	zwrotnikowy suchy	równikowy wybitnie wilgotny
fizyczne			
chemiczne			
biologiczne			

6. Na ilustracji przedstawiono jedną z form erozyjnych.



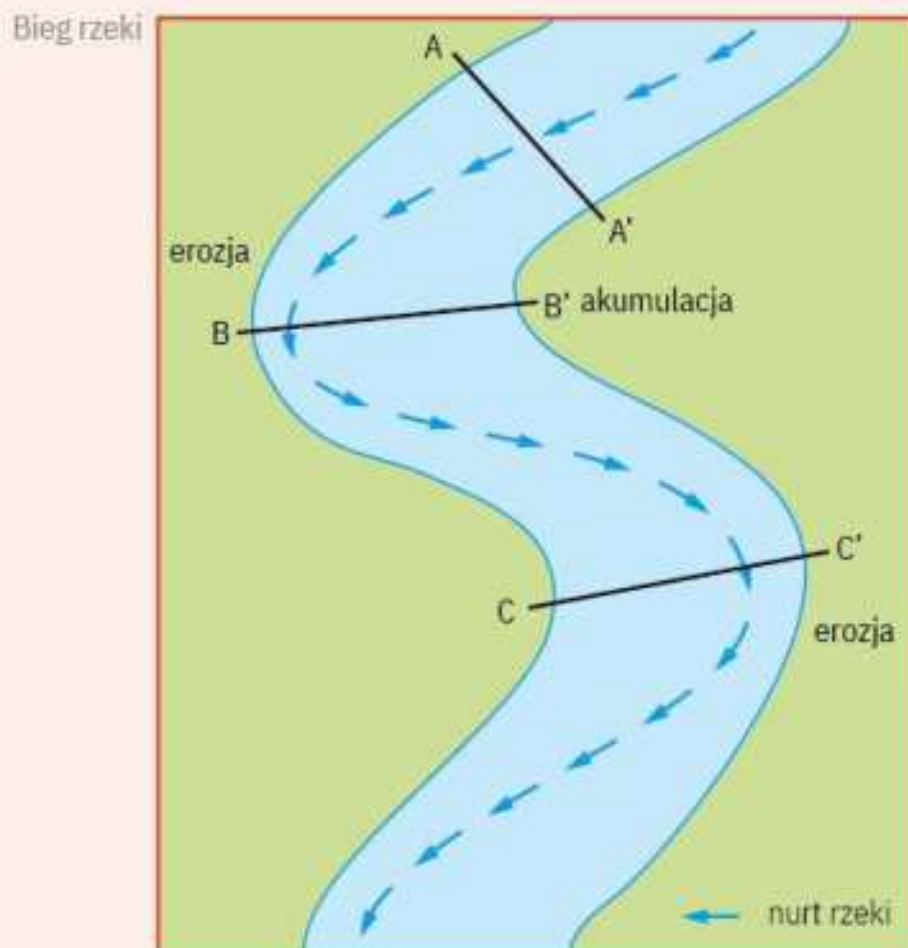
6.1. Podaj nazwę czynnika rzeźbotwórczego i nazwę procesu erozyjnego, który prowadzi do powstania tego typu formy skalnej.

6.2. Wyjaśnij, dlaczego tempo zachodzenia procesu erozyjnego wskazanego w zadaniu 6.1. zależy od wilgotności powietrza.

7. Na ilustracji przedstawiono bieg rzeki i profile poprzeczne koryta.

Profile poprzeczne





7.1. Przyporządkuj profilom odpowiednie miejsce na biegu rzeki: A–A', B–B', C–C'.

7.2. Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Na ilustracji przedstawiono:

- A. proces erozji wgłębnej występujący w górnym odcinku biegu rzeki.
- B. proces erozji bocznej występujący w górnym odcinku biegu rzeki.
- C. proces erozji bocznej występujący w środkowym odcinku biegu rzeki.
- D. proces akumulacji występujący w górnym odcinku biegu rzeki.

8. Na mapie przedstawiono wybrane pustynie świata.





Przerysuj tabelę do zeszytu. Wpisz do niej odpowiednią cyfrę z mapy, nazwę pustyni oraz literę, którą oznaczono jej opis (nie wszystkie elementy będą przyporządkowane).

- Pustynia piaszczysta na południowo-zachodnim wybrzeżu Afryki; powstała w wyniku działania zimnego Prądu Benguelskiego.
- Rozległa pustynia piaszczysta leżąca w zachodniej Australii.
- Pustynia leżąca na terytorium Chile i Peru; powstała w wyniku oddziaływania zimnego Prądu Peruwiańskiego.
- Pustynia piaszczysta leżąca nad Morzem Kaspijskim, jej nazwa oznacza „czarne piaski”.
- Rozległa pustynia położona w szerokościach umiarkowanych, otoczona górami.

Symbol na mapie	Nazwa pustyni	Symbol opisu
3		
	Kara-Kum	
		e
1		

9. Spośród podanych form wskaż te, które nie pasują do pozostałych.

- dolina U-kształtna, cyrk, pradolina, morena środkowa
- stalaktyt, sandr, stalagmit, draperia
- krater, meander, dolina V-kształtna, delta
- stalagnat, grzyb skalny, jardang, graniak

10. Oceń prawdziwość poniższych informacji. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F, jeśli zdanie jest fałszywe.

1.	Proces abrazji zależy głównie od ilości wód fluwioglacjalnych kształtujących formy akumulacyjne.	P	F
2.	Na wybrzeżu wysokim wskutek niszczącej działalności fal morskich dochodzi do cofania się wybrzeża.	P	F
3.	Nisza abrazyjna tworzy się na wybrzeżach niskich.	P	F
4.	Wybrzeża klifowe zbudowane z glin i żwirów są mniej odporne na procesy erozyjne niż wybrzeża zbudowane z bazaltów.	P	F

11. Zdjęcie przedstawia formę rzeźby glacialnej.



Podaj, jaki egzogeniczny czynnik rzeźbotwórczy doprowadził do powstania widocznej na fotografii formy. Zapisz nazwę tej formy.



VI. Pedosfera i biosfera



- ▶ 1. Procesy glebotwórcze i typy gleb
- ▶ 2. Roślinność na Ziemi.
Strefy klimatyczno-roślinno-glebowe



1. Procesy glebotwórcze i typy gleb

NA TEJ LEKCJI:

- przedstawisz etapy procesu glebotwórczego oraz podasz główne czynniki glebotwórcze;
- poznasz budowę profilu glebowego;
- wykażesz czynniki wpływające na kształtowanie gleb strefowych i astrefowych;
- wskażesz występowanie gleb strefowych i astrefowych na świecie;
- rozpoznasz typ gleb występujący w twoim regionie oraz wskażesz procesy glebotwórcze, które je ukształtowały.



czynniki
wpływające
na proces
glebotwórczy

Czynniki abiotyczne

Warunki wodne – stopień nawilżenia zwierzeliny wpływa na dynamikę procesów glebotwórczych, możliwość transportu i rozpuszczania wielu składników w glebie.

Woda



Klimat – tempo procesów glebotwórczych zależy od opadów atmosferycznych i temperatury powietrza; klimat warunkuje wzrost roślin, przebieg różnego rodzaju wietrzenia oraz wypłukiwanie składników gleby.

Klimat



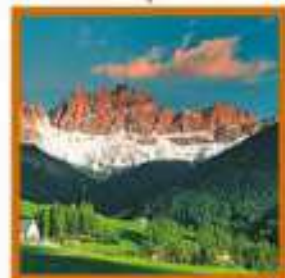
Czynniki biotyczne

Roślinność i zwierzęta – obumarłe szczątki roślin i zwierząt dostarczają glebie wielu cennych składników, mogą kształtować właściwości chemiczne gleb (np. rośliny iglaste zakwaszają glebę, a liściaste czynią ją obojętną lub lekko zasadową). Korzenie roślin zapobiegają erozji gleby, a zwierzęta ryjące spulchniają glebę, dostarczając jej powietrza i przenosząc w głąb profilu próchnicę.

Roślinność



Zwierzęta



Rzeźba

Rzeźba terenu – od stopnia nachylenia terenu zależy dynamika przemieszczania się zwierzeliny, ale również obieg wody w jej obrębie, może ona także przyczynić się do procesów erozji gleby.



Skala macierzysta

Skala macierzysta – od niej zależy skład mineralny gleby, jej przepuszczalność, zawartość powietrza i pojemność wodna.

Czas i działalność człowieka

Czas – powstawanie gleby jest procesem długotrwałym, przechodzącym kolejne cykle rozwojowe od gleb inicjalnych (początkowego etapu rozwoju) do gleb dojrzałych. W czasie tworzenia się gleb mogą zmieniać się inne czynniki glebotwórcze (np. klimat).

Człowiek – poprzez stosowane zabiegi agrotechniczne zmienia skład chemiczny gleb, zawartość wody w glebie i tempo tworzenia się gleby.

↔ – wzajemne oddziaływanie między czynnikami biotycznymi i abiotycznymi

Ryc. 1.1. Czynniki wpływające na proces glebotwórczy.



1.1. Gleba i czynniki wpływające na procesy glebotwórcze

Na powierzchni litosfery znajduje się cienka, powierzchniowa warstwa gleby zwana **pedosferą**. Zbudowana jest z materiału mineralnego pochodzącego ze zwiertzałego podłoża skalnego, materiału organicznego, wody i powietrza. Sięga na głębokość od kilkunastu centymetrów do kilku metrów. Jej główną funkcją jest umożliwianie wzrostu roślinom poprzez dostarczanie im niezbędnych do życia pierwiastków, takich jak: azot, fosfor, wapień, magnez i żelazo.

pedosfera, gleba

Kształtowanie się gleb, czyli **proces glebotwórczy**, zależy od wielu czynników biotycznych (ożywionych) i abiotycznych (nieożywionych), czasu oraz działalności człowieka.

proces
glebotwórczy

Edafon – wszystkie organizmy żyjące w glebie, wspomagające proces glebotwórczy.

1.2. Etapy procesu glebotwórczego

Powstanie gleby to długotrwały i złożony proces, na który składają się procesy fizyczne (np. rozpad mechaniczny skał), chemiczne (np. zmiana składu chemicznego skał, uwalnianie się pierwiastków niezbędnych do rozwoju roślin) i biologiczne (np. wzbogacanie gleb w próchnicę).

Procesy przygotowawcze obejmują różne typy wietrzenia, w wyniku których dochodzi do rozpadu skały macierzystej i powstania zwietrzliny. Rozdrobniona skała zwiększa swoją przepuszczalność i porowatość.



skała

Właściwe procesy glebotwórcze rozpoczynają się w momencie wkroczenia pierwszych organizmów żywych na powstałą wcześniej zwietrzelinę. Obejmują one gromadzenie szczątków organicznych oraz proces ich rozkładu pod wpływem bakterii i grzybów (**humifikacja**), któremu towarzyszy **mineralizacja**, czyli przemiana związków organicznych w mineralne.



gleba
inicjalna



gleba dobrze
wykształcona



gleba słabo
wykształcona

Proces przemieszczania związków mineralnych i organicznych w glebie zachodzi pod wpływem rozpuszczania związków mineralnych i organicznych przez wodę oraz ich przemieszczania w głąb gleby pod wpływem siły grawitacji (infiltracja wód opadowych). Do niżej położonych obszarów gleby przedostają się cząstki ilaste, związki mineralne, cząstki organiczne – są one wymywane lub osadzane w różnych miejscach.

Wykształcenie poziomów glebowych – powstanie w pełni wykształconego profilu z dobrze widocznymi poziomami genetycznymi (glebowymi).

Ryc. 1.2. Proces glebotwórczy.



1.3. Rozmieszczenie gleb na świecie

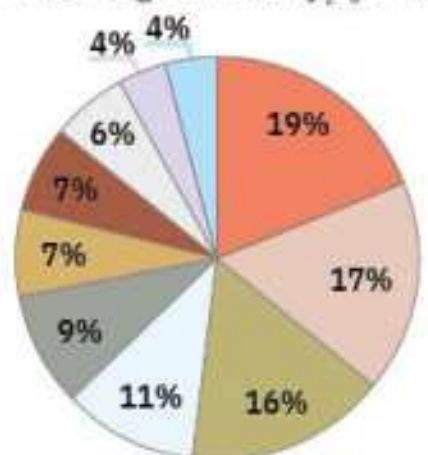
gleby strefowe

Procesy glebotwórcze przebiegają odmiennie w różnych strefach klimatycznych i powiązanych z klimatem strefach roślinnych. Takie gleby nazywamy glebami **strefowymi**. Rozciągają się one zazwyczaj na znacznych obszarach. Ale miejscami dominującą rolę w kształtowaniu gleb odgrywają czynniki pozastrefowe, jak: skała macierzysta, wysokość nad poziomem morza, stopień nawilgocenia podłoża czy obecność rzek nanoszących żyzne osady aluwialne. Często są one ograniczone do niewielkich obszarów, jak doliny rzeczne czy zagłębienia bezodpływowe. Takie gleby nazywamy **astrefowymi**.

Gleby tundry

klimat subpolarny, uboga roślinność tundrowa (np. mchy, porosty)
cechy gleb: słabo wykształcone o niewielkiej zawartości próchnicy (do 1%), często kamieniste, podmokłe, utworzone z utworów polodowcowych; niewielka przydatność rolnicza (tylko uprawy szklarniowe).

Odsetek gleb dominujących na Ziemi



- czarne gleby ferralitowe i cynamonowe
- szaroziemie i solonczaki
- gleby terenów górskich
- powierzchnie pokryte lodem
- gleby bielcowe i bagienne
- gleby brunatne
- gleby kasztanowe
- czarne gleby
- gleby tundra
- mady

Gleby brunatne i płowe

klimat umiarkowany ciepły morski, lasy liściaste i mieszane
cechy gleb: powstałe na utworach gliniastych w wyniku procesu brunatnienia, czyli uwolnienia związków żelaza i glinu bez ich przemieszczania w głąb profilu, zawartość próchnicy 3–4% i zazwyczaj obojętny odczyn sprawiają, że są średnio żyzne lub żyzne.

Żółtoziemie i czerwonoziemie

klimat zwrotnikowy monsunowy i podzwrotnikowy wilgotny, bujne lasy monsunowe

cechy gleb: duża ilość biomasy dostarczana przez bujne lasy jest szybko rozkładana przez intensywne opady monsunowe i wysoką temperaturę, związki żelaza i glinu (rozpad glino-krzemianów) nadają glebom czerwone zabarwienie; mają różną zasobność w próchnicę (2–6%); są glebami trudnymi w uprawie (okresowo silnie nawilgoczone lub przesuszone).

Gleby bielcowe

klimat umiarkowany chłodny, roślinność iglasta (sosny, świerki)
cechy gleb: występują w nich wyraźne procesy wymywania i wmywania, niewielka zawartość próchnicy (2–3%); utworzone na luźnych piaskach, żwirach, glinach i ilach; mają kwaśny odczyn; mało żyzne, wymagają intensywnego nawożenia.

Szaroziemie, buroziemie, gleby pustynne

klimat zwrotnikowy i podzwrotnikowy kontynentalny
cechy gleb: słabo wykształcone ze względu na brak roślinności i dużą suchość klimatu; mają ubogą poziom próchniczny (ok. 1%), często są zasolone; mało urodzajne, wymagają nawodnień.

**Gleby cynamonowe**

klimat podzwrotnikowy morski (śródlądowy), twarde, listna formacja krzewiasta (makia)

cechy gleb: brązowoczerwone zabarwienie pochodzące z uwalnianych związków żelaza podczas wietrzenia skał węglanowych, są zasobne w próchnicę (do 8%); urodzajne, mogą wymagać nawodnienia.

Czarnoziemy

klimat umiarkowany ciepły kontynentalny, roślinność stepowa

cechy gleb: powstają najczęściej na lessach przy udziale roślinności trawiastej, gdzie corocznie usychające trawy dostarczają dużo materiału organicznego, wolno rozkładającego się (niewielkie opady); mają dużą zawartość próchnicy (do 20%) i są najżyźniejszymi glebami na świecie.

Gleby kasztanowe

klimat umiarkowany ciepły suchy i podzwrotnikowy suchy, uboga roślinność stepowa

cechy gleb: występują na południe od czarnoziemów, gdzie są niższe opady i mniej bujna roślinność, zawierają mniej próchnicy (3–5%), mają jaśniejszą, czerwawą barwę pochodzącą od związków żelaza; średnio żyzne, często zasolone, wymagają nawodnień.

Gleby astrefowe**Mady (gleby aluwialne)**

główny czynnik glebotwórczy: wylewy rzek
cechy gleb: tworzą się w dolinach i deltach rzecznych, gdzie dochodzi do regularnych wylewów, podczas których osadzają się muły, piaski i żwiry; żyzne, chociaż często wymagają melioracji.

Gleby górskie

główny czynnik glebotwórczy: występowanie gór

cechy gleb: zwane często glebami inicjalnymi, czyli początkowego stadium rozwoju, są płytkie, zróżnicowane ze względu na nachylenie stoku, ekspozycję na światło słoneczne, wysokość nad poziomem morza; bardzo cienki poziom próchniczny lub jego brak; mało żyzne, wykorzystywane jako pastwiska.

Rędziny

główny czynnik glebotwórczy: podłoże zbudowane ze skał węglanowych

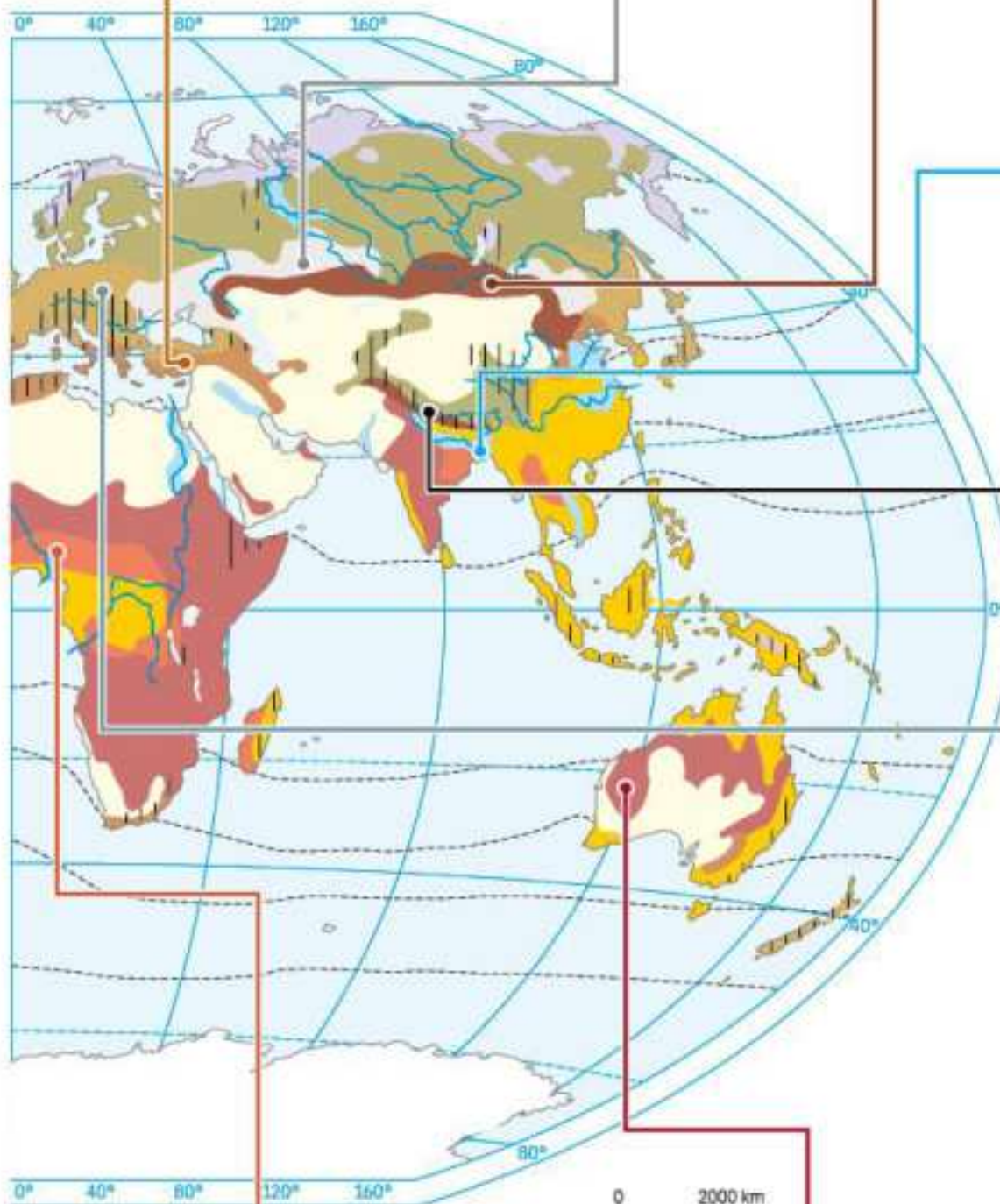
cechy gleb: rozwijają się np. na wapieniach, marglach, dolomitach, mają zazwyczaj duży poziom próchniczny; są żyzne, ale trudne w uprawie ze względu na dużą ilość odłamków skalnych znajdujących się w całym profilu tej gleby, mają ograniczony zasięg.

Gleby strefowe

-  gleby tundry
-  gleby bielcowe
-  gleby brunatne i płowe
-  czarnoziemy
-  gleby kasztanowe
-  gleby cynamonowe
-  szaroziemie, buroziemy, gleby pustynne
-  żółtoziemy i czerwonoziemy
-  czerwone gleby ferralitowe
-  gleby cynamonowoczerwone i czerwone

Gleby astrefowe

-  mady
-  gleby górskie

**Czerwone i żółte gleby ferralitowe**

klimat równikowy wybitnie wilgotny, wilgotne lasy równikowe

cechy gleb: czerwona lub żółta barwa pochodząca z rozkładu glinokrzemianów i uwalniania związków żelaza i glinu, mają bardzo cienki poziom próchniczny pomimo bujnej roślinności (1–2%), ponieważ duże opady połączone z wysoką temperaturą doprowadzają do szybkiego rozpadu części organicznych i ich wypłukiwania; średnio żyzne, trudne do uprawy, łatwo ulegają degradacji.

Gleby cynamonowoczerwone i czerwone

klimat podrównikowy wilgotny i podrównikowy suchy, suche lasy podrównikowe, sawanny, wilgotne lasy monsunowe

cechy gleb: tworzą się w klimatach podrównikowych, gdzie występują pory deszczowe i suche, a intensywne wietrzenie glinokrzemianów i uwalnianie związków żelaza i glinu jest ograniczone tylko do pory deszczowej, są średnio zasobne w próchnicę (do 4%), średnio żyzne, mogą wymagać nawodnień.

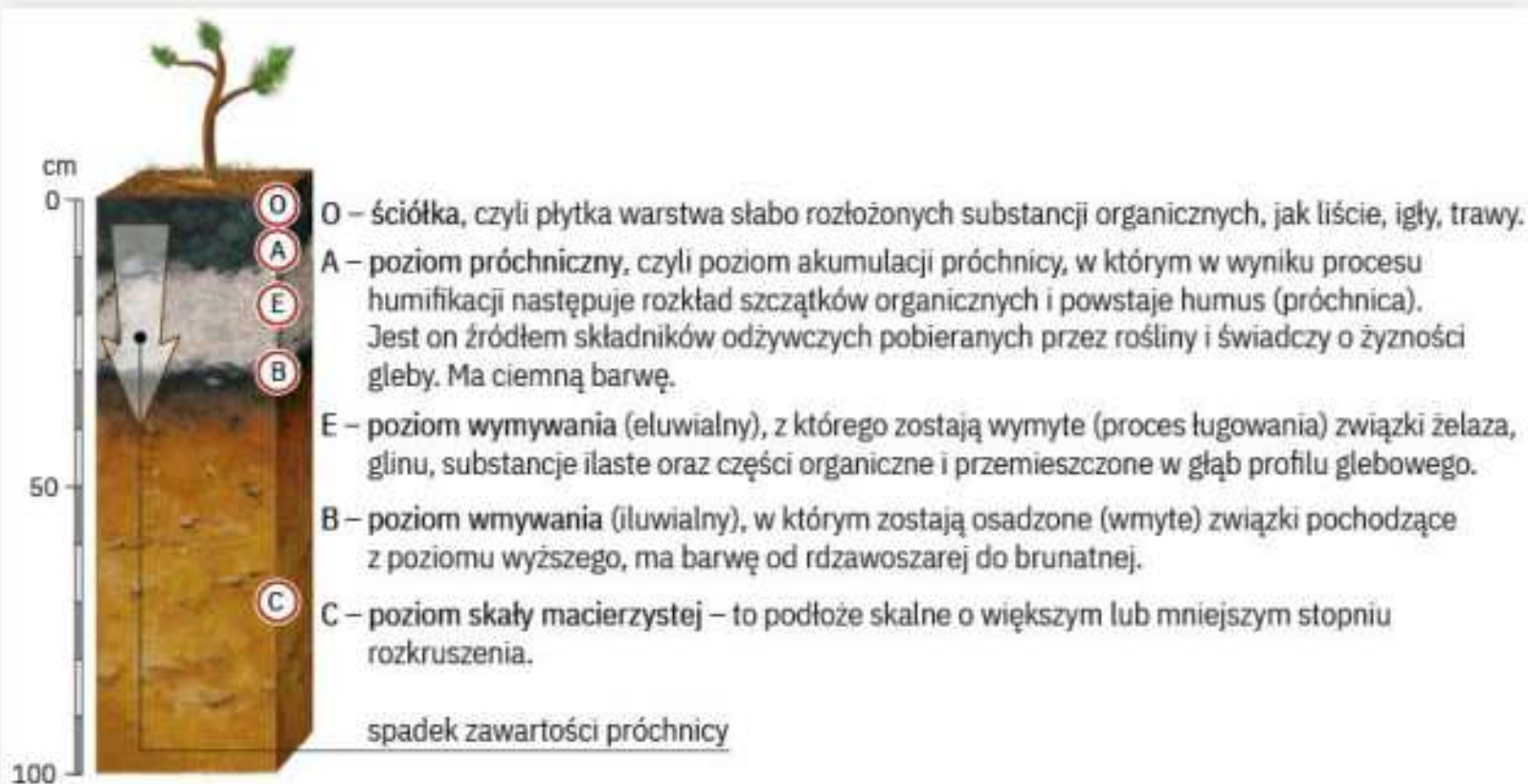


1.4. Budowa profilu glebowego

W pełni wykształconym profilu glebowym występują poziomy genetyczne, które różnią się zawartością materii organicznej i próchnicy, składem chemicznym, barwą, rozmiarem ziaren mineralnych. Za zróżnicowane rozmieszczenie cząstek mineralnych w profilu odpowiedzialna jest woda, która stale przenosi związki mineralne i organiczne w różnych kierunkach.

Zgodnie z systematyką gleb Polski poziomy genetyczne w przykładowym profilu glebowym oznaczamy następującymi symbolami:

profil glebowy



Ryc. 1.3. Przykładowy **profil glebowy** charakterystyczny dla gleb bielicowych.

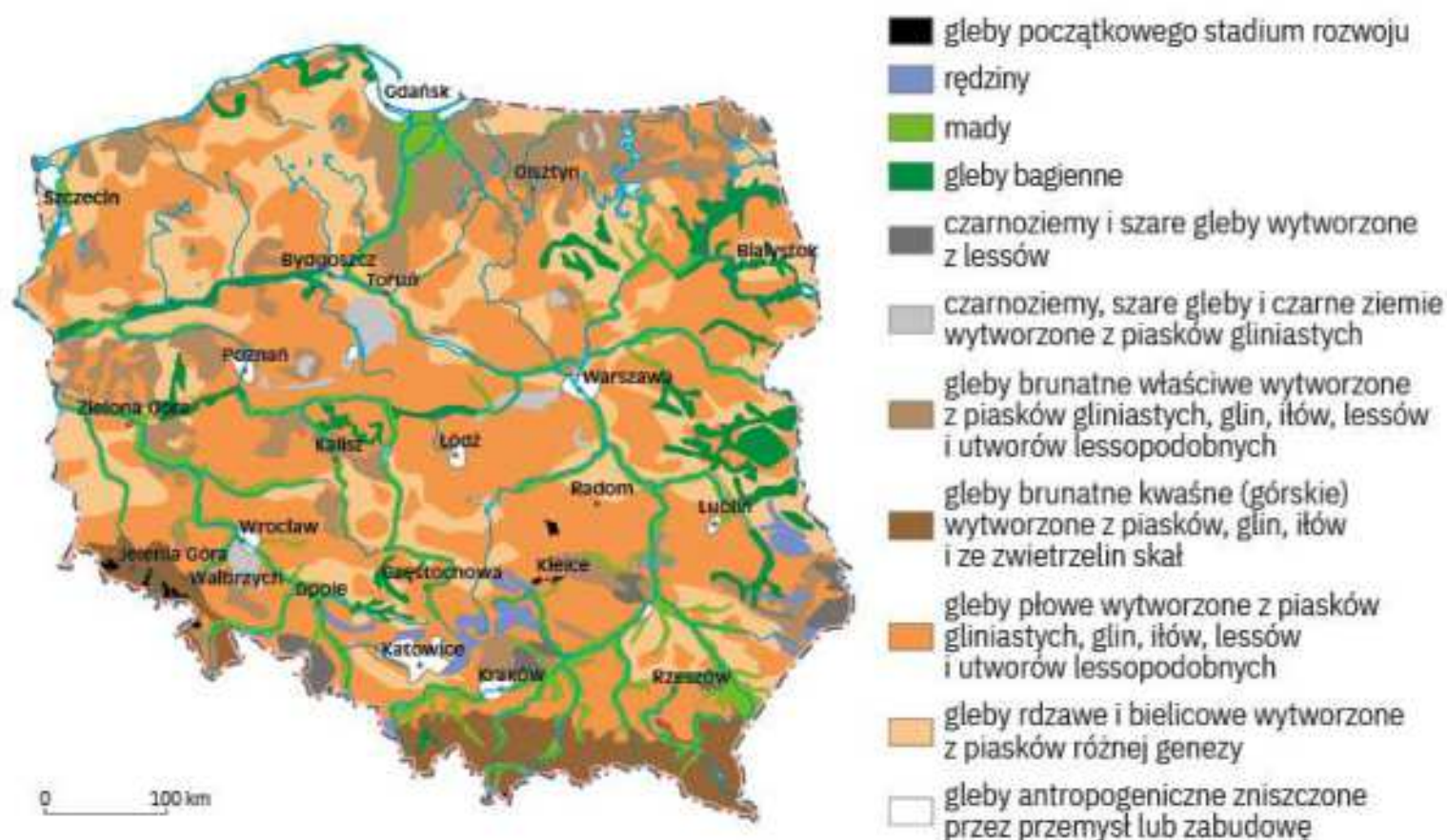
Żyzność gleby – to naturalna zdolność gleby do zapewnienia właściwych warunków roślinom przez dostarczanie im składników pokarmowych oraz wody i powietrza.

Urodzajność – to zdolność do zapewnienia właściwych warunków roślin uprawianych przez człowieka i niezbędnych do wydania plonu. To suma żyzności gleby i zabiegów agrotechnicznych stosowanych przez człowieka.



1.5. Gleby regionu, w którym żyję

Gleby w Polsce utworzyły się głównie na obszarach zbudowanych z osadów polodowcowych, czyli glin zwałowych, piasków czy iłów. Na nich najczęściej tworzyły się gleby strefowe. Regionalnie na pokładach lessu wytworzyły się czarnoziemy. W dolinach rzek i w obrębie delt rzecznych występują mady. Na obszarach podmokłych wytworzyły się gleby bagienne, a na obszarach górskich – gleby inicjalne.



Ryc. 1.4. Rozmieszczenie gleb w Polsce.

Zadanie

Odszukaj na mapie miejsce, w którym znajduje się twoja szkoła. Odczytaj, jakie gleby występują w tej okolicy. Przedstaw krótko cechy tej gleby oraz podaj, jakie rośliny można na nich uprawiać.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

- Wyjaśnij wpływ organizmów żywych w procesie glebotwórczym.
- Wskaż dwie różnice między poziomem iluwialnym a eluwialnym.
- Wyjaśnij, jaki element klimatu wpływa na zróżnicowanie gleb w strefie równikowej. Omów to na konkretnych przykładach gleb.
- Korzystając z mapy gleb Ziemi, przyporządkuj podanym glebom podane krainy geograficzne. Przerysuj tabelę do zeszytu i ją uzupełnij.

Nizina Gangesu, Pojezierze Fińskie, Delta Nilu, Nizina Czarnomorska, zachodnia część Nizin Wewnętrznych, Nizina Mandżurska.

Typ gleby	Krainy geograficzne
bielcowe	
czarnoziemy	
mady	



PODSUMOWANIE LEKCJI

- s. 197 Gleba to wierzchnia warstwa litosfery umożliwiająca wzrost roślin.
- s. 196 Gleby są kształtowane w procesie glebotwórczym przez czynniki ożywione, nieożywione, czas oraz działalność człowieka.
- s. 197 Proces glebotwórczy rozpoczyna się od procesów przygotowawczych prowadzących do powstania zwietrzeliny. Na zwietrzelinie pojawiają się organizmy żywe. Z ich szczątków w procesie humifikacji i mineralizacji powstają próchnica oraz związki mineralne. Następnie pod wpływem wody cząstki organiczne i związki mineralne są przemieszczane w głąb profilu. Tworzą się poziomy glebowe, które świadczą o dojrzałości gleby.
- s. 200 W przykładowym profilu glebowym charakterystycznym dla gleb bielcowych wyróżniamy następujące poziomy glebowe: ściółka, poziom próchniczny, poziom wymywania, poziom wmywania, poziom skały macierzystej.
- s. 198 Gleby na świecie, które układają się zgodnie z przebiegiem stref klimatycznych i typów klimatów, nazywamy strefowymi. Należą do nich: gleby tundry, bielice, brunatne i płowe, czarnoziemy, kasztanowe, cynamonowe, szarozie, buroziemy i gleby pustynne, czerwone i żółte gleby ferralitowe, cynamonowoczerwone i czerwono, żółtoziemy i czerwonoziemy.
- s. 199 Te z gleb, które są kształtowane przez czynniki inne niż strefy klimatyczne i strefy roślinne, nazywamy astrefowymi. Należą do nich np.: mady, rędziny, gleby górskie czy gleby bagienne.

2. Roślinność na Ziemi. Strefy klimatyczno-roślinno-glebowe

NA TEJ LEKCJI:

- poznasz skład gatunkowy zbiorowisk roślinnych na świecie;
- wskażesz rozmieszczenie poznanych stref roślinnych na kuli ziemskiej;
- wykażesz powiązania klimatyczno-roślinno-glebowe;
- przedstawisz zróżnicowanie pięter klimatyczno-roślinnych w wybranych górach świata;
- zidentyfikujesz czynniki wpływające na piętrowe zróżnicowanie roślinności na Ziemi.



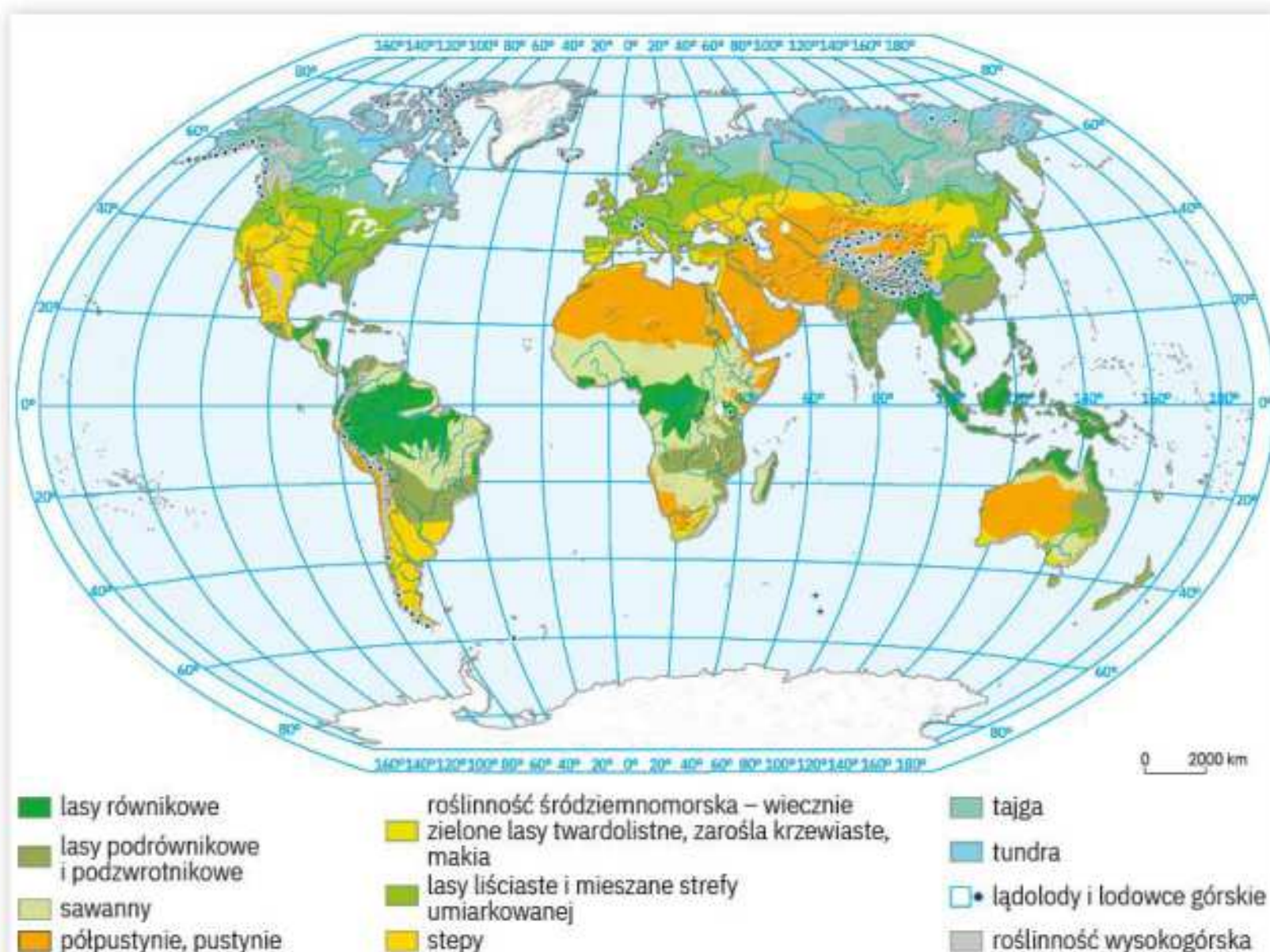
2.1. Biosfera

Na styku poznanych wcześniej sfer Ziemi żyją **organizmy roślinne (flora)** i zwierzęce (**fauna**). Wykazują one silne przystosowanie do klimatu panującego na danym obszarze, warunków hydrologicznych, ukształtowania powierzchni czy gleb, na których funkcjonują. To wszystko tworzy **biosferę**, czyli sferę obejmującą organizmy żywe, które możemy spotkać prawie w każdym zakątku naszej planety. Ich liczebność i skład gatunkowy są silnie zróżnicowane: od bujnych lasów równikowych po prawie pozbawione życia obszary pustyń zwrotnikowych i lodowych.

biosfera

2.2. Strefowe zbiorowiska roślinne: powiązania klimatyczno-roślinno-glebowe

Zbiorowiska roślinne wykazują silne powiązania ze strefami klimatycznymi oraz występującymi strefowo glebami. Dlatego nazywamy je **roślinnością strefową** (zonalną). Te, na które wpływ mają inne czynniki, jak góry czy obszary podmokłe, nazywamy **roślinnością niestrefową** (azonalną).



Ryc. 2.1. Rozmieszczenie głównych zbiorowisk roślinnych na Ziemi.



Strefowe formacje roślinne



Wilgotne lasy równikowe

Klimat

Znajdują się w strefie klimatów równikowych wybitnie wilgotnych z wysokimi opadami.

Roślinność

To najbogatsza i najbardziej zróżnicowana formacja roślinna na Ziemi, z całoroczną wegetacją. Struktura lasów równikowych jest **piętrowa** z wysokimi na 60 m drzewami, jak mahoniowiec, heban, kauczukowiec. Drzewa te mają tzw. **korzenie podporowe**, które umożliwiają im utrzymanie się w mulistym dnie. Niżej są położone kolejne piętra drzew coraz niższych, np. kakaowców, bananowców. W warstwie krzewów i runa panuje półmrok, rosną tu młode drzewa i cieniolubne rośliny. Charakterystyczne dla tej strefy są liczne pnącza – liany i samożywne epifity, np. storczyki rosnące na pniach i gałęziach drzew.

Gleby

Występują tu czerwone i żółte gleby ferralitowe.

Wilgotne i suche lasy monsunowe,
suche lasy podrównikowe

Klimat

Występują w strefie klimatów równikowych wilgotnych i suchych z odmianą monsunową o wyraźnie zaznaczonej porze suchej i deszczowej.

Roślinność

W wilgotnych lasach monsunowych rosną drzewa osiągające 35 m wysokości, np. sandałowiec, cedr, drzewo palisandrowe, które nie zrzucają liści. Liczne są **liany** i **epifity**. W lasach suchych drzewa zrzucają liście w czasie monsunu zimowego (suchego), przez co runo leśne jest bujniejsze. Rosną tu bambusy, drzewa tekowe, drzewa sandałowe. W suchych lasach podrównikowych drzewa są znacznie niższe (do 20 m), mają często skórzaste, drobne liście i grubą korę (w celu zmniejszenia odparowania wody). Spotyka się tu wiele gatunków kolczastych krzewów.

Gleby

Na tych obszarach występują żółtoziemy i czerwonoziemy.



Sawanny

Klimat

Są charakterystyczne dla strefy klimatów równikowych suchych i wybitnie suchych z dłuższą porą suchą.

Roślinność

Sawanny charakteryzują się występowaniem roślinności trawiastej, przy czym im bardziej wilgotny klimat, tym więcej takich drzew jak akacje i baobaby. W porze suchej wegetacja zamiera, a podziemne części roślin przechodzą w stan uśpienia. Drzewa częściowo zrzucają liście, co pozwala ograniczyć parowanie. W obrębie dolin rzecznych mogą się tworzyć tzw. **lasy galeriowe** porastające brzeg rzeki. Sawanna ma swoje nazwy regionalne, zwana jest campos (Wyżyna Brazylijska) lub llanos (czytaj: janos; Wenezuela).

Gleby

Na sawannach występują gleby cynamonowoczerwone i czerwonebure.



Pustynie i półpustynie strefy gorącej

Klimat

Znajdują się w strefie klimatów zwrotnikowych suchych i wybitnie suchych z dużymi dobowymi amplitudami temperatur.

Roślinność

Skrajnie suchy klimat utrudnia lub uniemożliwia rozwój roślinności. Brak obumarłych części organicznych sprawia, że wiele obszarów jest pozbawionych pokrywy glebowej. Rośliny, jak welwiczja przedziwna, wytwarzają głębokie systemy korzeniowe w celu pobierania wody, inne w celu zmniejszenia parowania pokrywają swoje liście ochronną warstwą wosku zwaną **kutykulą**. **Sukulenty**, jak kaktusy i aloesy, magazynują wodę. Jeśli pojawiają się sporadyczne opady, to **efemery** przechodzą bardzo szybko cały cykl rozwojowy. **Kserofity** zmniejszają do minimum parowanie, wytwarzając zamiast liści kolce. **Halofity**, np. tamaryszek, przystosowują się do życia w środowisku zasolonym.

Gleby

Charakterystyczne dla tego obszaru są szaroziemy, buroziemy, gleby pustynne.



Strefa roślinności twardolistnej (śródziemnomorska)

Klimat

Pokrywa się ze strefą klimatów podzwrotnikowych morskich i suchych z suchymi i gorącymi latami oraz wilgotnymi i łagodnymi zimami.

Roślinność

Roślinność tej strefy tworzą zawsze zielone i twardolistne rośliny przystosowane do wysokich temperatur i niedostatków wody. W basenie Morza Śródziemnego roślinność jest nazywana **makia**. Rosną tu m.in.: pinia, dąb korkowy, cyprysy, mirty oraz zioła o bardzo intensywnym zapachu, jak tymianek, lawenda, rozmaryn. Makia powstała pod wpływem działalności człowieka wskutek m.in. nadmiernego wypasu owiec i kóz na obszarach zajętych wcześniej przez formacje trawiaste i lasy podzwrotnikowe. Regionalne nazwy tej formacji to: frygana (Grecja), chapparal (Ameryka Pn.), skrub (w Australii), w skład którego wchodzi krzewiaste eukaliptusy i akacje.

Gleby

Występują tu gleby cyprymonowe.



Lasy podzwrotnikowe

Klimat

Występują w strefie klimatów podzwrotnikowych morskich i suchych z wilgotniejszymi i gorącymi latami oraz wilgotnymi i łagodnymi zimami.

Roślinność

W tej strefie klimatycznej ciepła pora roku nakłada się na porę większych opadów. Sprzyja to rozwojowi **bujnej roślinności**, w której obficie występują paprocie, wawrzyny, dąb korkowy, różaneczniki (Europa i Azja), sekwoje, magnolie, daglezie, świerki, dęby i jodły (Ameryka Pn.), araukarie (Ameryka Pd.), eukaliptusy i drzewiaste paprocie (Australia). Ze względu na korzystne warunki klimatyczne i dobre gleby **lasy te zostały silnie przetrzebione przez człowieka lub wycięte pod uprawy**.

Gleby

Na tym obszarze występują gleby cyprymonowe.





Stepy

Klimat

Znajdują się w strefie klimatów umiarkowanych ciepłych kontynentalnych z mroźnymi zimami i gorącymi latami, o małych opadach.

Roślinność

Niewielka ilość opadów uniemożliwia rozwój roślinności drzewiastej, ale sprzyja rozwojowi **roślinności trawiastej**. W skład typowego stepu ostnicowego wchodzi: ostnica, ostrzewa, turzyca, rośliny cebulkowe i byliny, piołun, perz. Na północy przechodzą w **lasostepy** (pojawia się coraz więcej drzew strefy umiarkowanej), a na południu – w suchy step (piołunowy) na granicy z pustyniami. Ze względu na urodzajne gleby zostały na znacznych obszarach przekształcone w pola rolnicze. Regionalne nazwy tego obszaru to: puszta (Węgry), preria (Ameryka Pn.), pampa (Ameryka Pd.), step (Europa i Azja).

Gleby

Na stepach występują czarnoziemy.



Lasy liściaste i mieszane zrzucające liście na zimę

Klimat

Występują w strefie klimatów umiarkowanych ciepłych morskich i przejściowych z łagodnymi zimami, niezbyt gorącymi latami i równomiernymi opadami.

Roślinność

Na tym obszarze wyraźnie zaznacza się zima, podczas której wegetacja ustaje, a rośliny zrzucają liście. Lasy mają wyraźną, **piętrową strukturę**. Wśród drzew dominują buki, dęby, klony, lipy, sosny i jodły. W piętrze podszytu rosną liczne krzewy, jak kruszyna, leszczyna, a w warstwie runa leśnego – borówki, grzyby. Na wielu obszarach lasom towarzyszą łąki i wrzosowiska. Na żyzniejszych terenach lasy zostały wycięte i przekształcone w pola uprawne. Na słabszych stworzono gospodarstwa leśne, często o strukturze monokulturowej, ponieważ daje to szybki przyrost drewna wykorzystywanego w przemyśle.

Gleby

Na tym obszarze znajdują się gleby brunatne i płowe.



Borealne lasy iglaste (tajga)

Klimat

Znajdują się w strefie klimatów umiarkowanych chłodnych z krótkimi i gorącymi latami, długimi i mroźnymi zimami, niskimi opadami.

Roślinność

W drzewostanie dominują drzewa iglaste (bory) nazywane w chłodniejszych klimatach **tajgą**. Rosną tu sosny, świerki, jodły, modrzewie, a także brzozy, wierzby i topole. Słabo rozwinięte jest podszycie, w którym występują głównie jałowce. W runie rosną paprocie, borówki, mchy, porosty. Ze względu na występującą w wielu miejscach wieloletnią zmarzlinę lasy często rosną na **torfowiskach**. Od południa granica z lasami liściastymi nie jest wyraźna – stopniowo przechodzi w las liściasty. Na północ od tajgi nie występują już inne formacje leśne.

Gleby

Dla tego obszaru charakterystyczne są bielice.



Tundra

Klimat

Znajduje się w strefie klimatów okołobiegunowych subpolarnych z ostrą i długą zimą i bardzo krótkim latem. Występuje tu mało opadów.

Roślinność

Ze względu na krótki okres wegetacyjny to formacja roślinna bezleśna. Składa się głównie z **karłowatych drzew** i **krzewinek**, jak brzoza karłowata, wierzba karłowata, borówka bagienna, bagno zwyczajne. Liczne są porosty, jak chrobotek reniferowy, mchy, które tworzą często zwarte „poduszki” rosnące blisko siebie, aby ograniczyć utratę ciepła z podłoża. Brak roślin jednorocznych, a rośliny wieloletnie wykształciły zdolność rozpoczynania okresu wegetacyjnego pod śniegiem. Systemy korzeniowe są płytkie ze względu na występującą w podłożu wieloletnią zmarzlinę.

Gleby

Na tym obszarze występują gleby tundrowe.



Pustynia lodowa

Klimat

Występują w strefie klimatów okołobiegunowych polarnych, gdzie jest mało opadów i panują ujemne temperatury.

Roślinność

Jest bardzo skąpa. Na skałach rzadko rosną glony, mchy i porosty. Większość obszarów zajmują tzw. **lodowe pustynie**.

Gleby

Na pustyniach lodowych znajdują się gleby inicjalne lub w ogóle brak jest gleb.



2.3. Piętrowość klimatyczno-roślinna gór

Występujące we wszystkich szerokościach geograficznych góry cechują się zmianą warunków klimatycznych wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza. Zmiany temperatur wraz z wysokością można porównać do zmian temperatur wraz z szerokością geograficzną. W miarę zbliżania się do biegunów temperatura powietrza się obniża. Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza temperatura także spada. Zatem kolejne **piętra w górach** odpowiadają strefom znajdującym się coraz bardziej na północ. Piętro najniższe jest najcieplejsze, a piętro najwyższe – najchłodniejsze. Oczywiście nie wszystkie góry mają pełną piętrowość klimatyczną. Część z nich jest zbyt niska, aby wykształciły się wszystkie piętra. Inne, położone w obszarach okołobiegunowych, nie mają w ogóle pięter niższych.

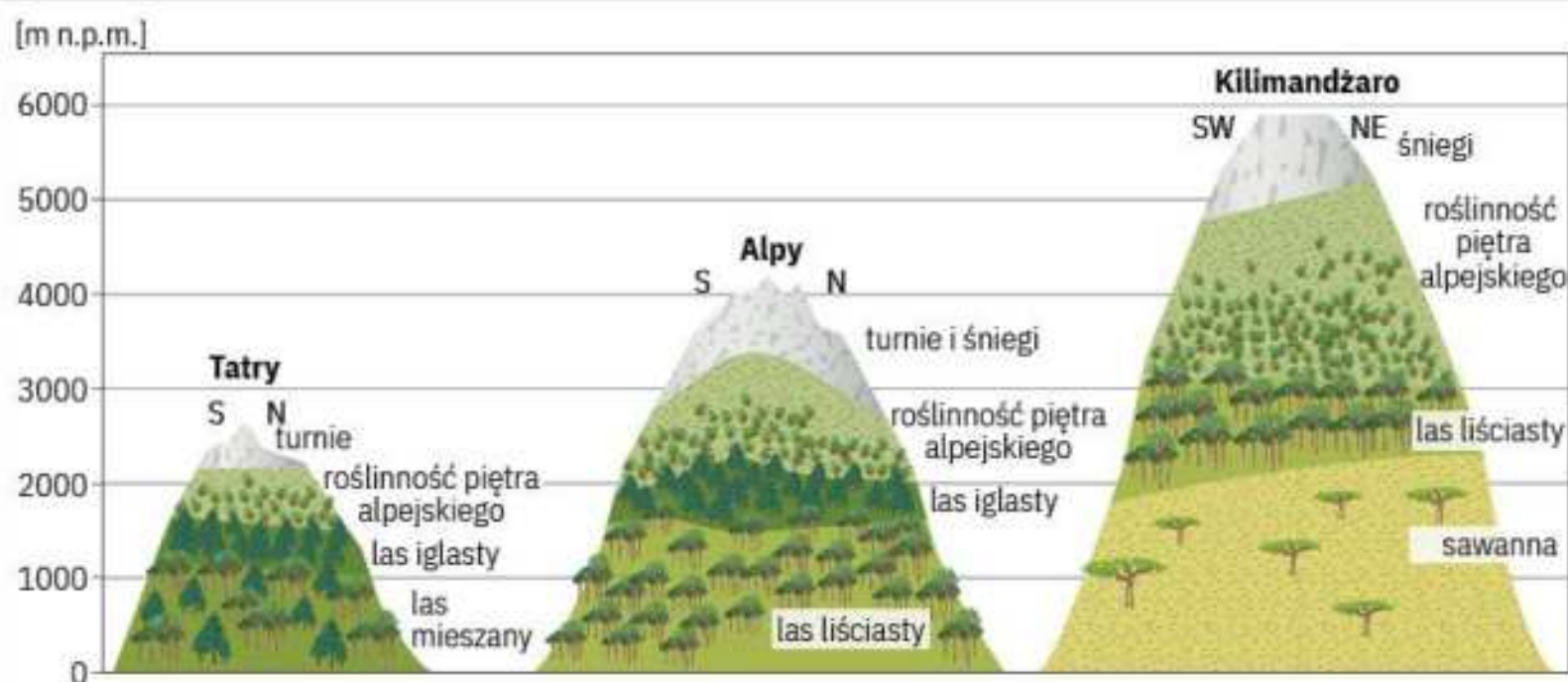
piętrowość
klimatyczno-
roślinna w górach



czynniki
wpływające
na piętra
klimatyczne gór

W górach charakterystycznych dla Polski wyróżnia się: **piętro pogórza**, **piętro regla dolnego** (drzew liściastych), **piętro regla górnego** (drzew iglastych), **piętro subalpejskie** (kosodrzewiny), **piętro alpejskie** (łąki górskie), **piętro subniwalne** (turnie). W Alpach wyróżnia się jeszcze **piętro niwalne** (śnieżne), przez cały rok pokryte śniegami lub lodowcami.

Skład gatunkowy poszczególnych pięter klimatycznych zazwyczaj różni się w poszczególnych górach. Zależy on od warunków lokalnych, jak **ekspozycja** i **nachylenie stoków**, rodzaj skał podłoża czy ilość opadów.



Ryc. 2.2. Występowanie pięter roślinnych w Tatrach, Alpach oraz masywie Kilimandżaro.

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA

- Korzystając z dostępnych źródeł informacji geograficznych, wyszukaj i zapisz po trzy gatunki zwierząt żyjących w każdej ze stref roślinnych.
- Uzasadnij, dlaczego w strefie okolorównikowej w miarę oddalania się od równika w kierunku północnym i południowym formacje leśne stają się coraz uboższe.
- Podaj dwa podobieństwa i dwie różnice między:
 - lasem równikowym i lasem liściastym strefy umiarkowanej,
 - sawanną i stepem,
 - pustynią zwrotnikową i pustynią lodową.
- Na podstawie różnych źródeł informacji geograficznych narysuj schematycznie w zeszycie piętra klimatyczne Himalajów. Uzasadnij ich różny przebieg od strony południowej i północnej.



PODSUMOWANIE LEKCJI

Biosfera obejmuje obszar organizmów żywych.

s. 203

Powiązania klimatyczno-roślinno-glebowe

s. 204

Klimat	Roślinność	Gleba
równikowy wybitnie wilgotny	wilgotne lasy równikowe	czerwone i żółte gleby ferralitowe
równikowy wilgotny i suchy z odmianą monsunową	wilgotne i suche lasy monsunowe, suche lasy podrównikowe	żółtoziemy i czerwonoziemy
równikowy suchy i wybitnie suchy	sawanna	cynamonowoczerwone i czerwonebure
zwrotnikowy suchy i wybitnie suchy	pustynie i półpustynie strefy gorącej	szarozziemy, buroziemy, gleby pustynne
podzwrotnikowy morski i suchy	roślinność twarolistna (śródlądowa) i lasy podzwrotnikowe	cynamonowe
umiarkowany ciepły kontynentalny	stepy	czarnoziemy
umiarkowany ciepły morski i przejściowy	las liściasty i mieszane zrzucające liście na zimę	brunatne i płowe
umiarkowany chłodny	las iglasty (borealny, tajga)	bielicowe
okołobiegunowy subpolarny	tundra	tundrowe
okołobiegunowy polarny	pustynie lodowe	inicjalne lub brak gleb

Piętrowość klimatyczno-roślinna jest warunkowana spadkiem temperatury wraz z wysokością. Dla obszarów średnich szerokości geograficznych wyróżniamy piętra: pogórza, lasów liściastych, lasów iglastych, kosodrzewiny, łąk górskich, turni.

s. 207

Na piętrowość klimatyczną wpływają także lokalne warunki, jak rodzaj skał budujących podłoże czy ekspozycja stoków.

s. 208



PODSUMOWANIE PRZED SPRAWDZIANEM

- s. 197 • **Pedosfera** to powierzchniowa warstwa gleb zbudowana z materiału mineralnego, pochodzącego ze zwięzającego podłoża skalnego, materiału organicznego, powietrza i wody. Umożliwia ona wzrost roślin.
- s. 196 • W kształtowaniu gleby w **procesie glebotwórczym** biorą udział następujące czynniki: klimat, skała macierzysta, warunki wodne, rzeźba terenu, roślinność i zwierzęta, czas oraz działalność człowieka.
- s. 197 • **Proces kształtowania się gleby** odbywa się według następujących etapów:
procesy przygotowawcze → właściwe procesy glebotwórcze → proces przemieszczania się związków mineralnych i organicznych → wykształcenie poziomów glebowych
- s. 200 • **Profil glebowy** reprezentowany przez gleby bielcowe składa się z następujących poziomów (od góry): ściółka, poziom próchniczny, poziom eluwialny, poziom iluwialny, poziom skały macierzystej.
- s. 204 • Powiązania w **strefach klimatyczno-roślinno-glebowych**:

Klimat	Roślinność	Gleby
równikowy wybitnie wilgotny z dużymi opadami i małymi amplitudami temperatury	wilgotne lasy równikowe o dużej różnorodności; najbogatsze systemy życia na Ziemi	czerwone i żółte gleby ferralitowe, ubogie w próchnicę, łatwo ulegające wymywaniu
równikowy wilgotny i suchy z odmianą monsunową z wyraźnym zaznaczającą się porą suchą i deszczową	wilgotne i suche lasy monsunowe, suche lasy podrównikowe gubiące liście w porze suchej	żółtoziemy i czerwonoziemy o dużej zasobności w próchnicę powstającą z obumarłych liści
równikowy suchy i wybitnie suchy z jedną krótką porą deszczową	sawanna to roślinność sucholubna, trawiasta, z rzadko rozrzuconymi drzewami lub pozbawiona drzew	cynamonowoczerwone i czerwonożółte, w których wietrzenie glinokrzemianów jest ograniczone do pory deszczowej
zwrotnikowy suchy i wybitnie suchy, brak lub niewielkie ilości opadów, wysokie temperatury w dzień, duże wahania dobowe temperatury	pustynie i półpustynie strefy gorącej z licznymi sukulentami	szarozziemy, burozziemy, gleby pustynne z ubogim poziomem próchnicznym, często inicjalne, o dużym zasoleniu
podzwrotnikowy morski i suchy z gorącym i suchym latem, łagodną, deszczową zimą	roślinność twardolistna (śródlądowa) i lasy podzwrotnikowe zawsze zielone, z licznymi ziołami i zaroślami twardolistnymi	cynamonowe, zasobne w próchnicę, czerwoną barwę nadaje im wietrzenie skał węglanowych
podzwrotnikowy morski i suchy z suchym i gorącym latem oraz wilgotną i łagodną zimą	las podzwrotnikowy z bujną roślinnością o różnym składzie gatunkowym na różnych kontynentach	cynamonowe
umiarkowany ciepły kontynentalny z mroźną zimą, gorącym latem i małymi opadami	stepy – roślinność trawiasta pozostawiająca corocznie duże ilości obumarłych części roślinnych, dzięki czemu tworzą się urodzajne gleby	czarnoziemy – najżyźniejsze gleby na świecie o grubym poziomie próchnicznym sięgającym nawet ponad 1 m
umiarkowany ciepły morski i przejściowy z łagodną zimą, niezbyt gorącym latem, równomiernymi opadami	lasy liściaste i mieszane zrzucające liście na zimę, mające piętrową strukturę	brunatne i płowe powstałe dzięki dużej ilości opadających na zimę liści