

Geografia



Nowa seria 2024

Wydanie 1

Wydanie 1

Wydanie 1

Wydanie 1

1

Podręcznik dla
branżowej szkoły I stopnia

EDUPERON
Wydawnictwo z pasją

Geografia

Podręcznik dla
szkoły branżowej I stopnia

dla

absolwentów ośmioletniej szkoły podstawowej

1

Sławomir Kurek

 **OPERON**
Edukacja jest podróżą

2023

Projekt okładki: Paweł Kwacz
Redaktor prowadzący: Izabela Kulaszewicz
Redakcja językowa: Monika Turała
Redakcja graficzna i skład: Andrzej Puzyński, Roman Osiński
Fotoedycja: Marta Jasińska
Korekta techniczna: Izabela Skolmowska

Zdjęcia: Biuletyn Planowania Przestrzennego UMK, COMPASS, Instytut Geofizyki PAN/
Polska Stacja Polarna Hornsund, Y. Beletsky (LCO)/ESO ESA/NASA/M. Zamani, NASA/
ESO/L. Calçada, NASA/ESA and R. O'Connell, NASA/Cenk E. Tezel & Tunç Tezel (TWAN),
NASA/JPL-Caltech/STScI, NASA/W. Liller, NASA/NOAA GOES Project, NASA/WMAP
Science Team, NOAA/CIRA, Bill Morson/Shutterstock, MrMR/Shutterstock, Oscity/
Shutterstock, Shutterstock, Vivvi Smak/Shutterstock, Paweł Szczepański/Shutter-
stock, Wikipedia/Citynoise/CC BY-SA 3.0, Wikipedia/Gladson Machado/CC BY-SA 4.0,
Wikipedia/Le Grand Portage/CC BY-2.0, Wikipedia/Pibwl/CC BY-SA 4.0.

OPERON Sp. z o.o. oświadcza, że z należytą starannością podjął wszelkie dzia-
łania zmierzające do powiadomienia podmiotów majątkowych praw autorskich
do utworów słownych i fotograficznych wykorzystanych w podręczniku o zamię-
rze ich publikacji celem uzyskania od twórców lub ich następców prawnych wy-
maganej zgody za przysługującym wynagrodzeniem w stosownej wysokości.
Osoby, których prawa w sposób niezawiniony przez wydawnictwo zostały naruszo-
ne, 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 kształ-
cenia ogólnego do nauczania geografii na poziomie III – branżowa szkoła I stopnia
dla uczniów będących absolwentami ośmioletniej szkoły podstawowej, na podstawie
opinii rzeczoznawców: mgr Elżbiety Makos-Makarskiej, dr. Albina Orłowskiego oraz
dr. Wojciecha Kaliszewskiego.

Etap edukacyjny: III
Typ szkoły: szkoła ponadpodstawowa
Rok dopuszczenia: 2020
Numer dopuszczenia: 1110/1/2020

© Copyright by Wydawnictwo Pedagogiczne OPERON Sp. z o.o. & Sławomir Kurek
Gdynia 2020
Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie w całości lub we fragmentach bez zgody
wydawcy zabronione.
N7359

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 978-83-7879-871-2

05/23/XIV/US70

Zgodnie z decyzją MEN od września 2024 r. obowiązuje zmieniona,
uszczuplona o ok. 20% podstawa programowa. W związku z tym
w podręczniku znalazły się stosowne oznaczenia.



Takim symbolem
oznaczono treści
usunięte z podstawy
programowej.



Takim symbolem oznaczono treści,
które zostały zmienione. Nauczyciel
przedstawi uczniowi zmiany
i wyjaśni, czego powinien się nauczyć.

Spis treści

I. Źródła informacji geograficznej

1. Metody pozyskiwania informacji geograficznych 8
2. Metody prezentacji zjawisk w tabelach i na wykresach 11
3. Metody prezentacji zjawisk na mapach 17
4. Czytanie i interpretacja mapy 25

II. Obserwacje astronomiczne

1. Budowa Wszechświata. Galaktyki i gwiazdozbiory 34
2. Ziemia w Układzie Słonecznym 40
3. Ruch obiegowy i obrotowy Ziemi 48

III. Atmosfera

1. Mechanizm cyrkulacji atmosfery 60
2. Rozkład temperatury powietrza i opadów na Ziemi 66
3. Strefy klimatyczne i typy klimatów na Ziemi 73

IV. Dynamika procesów hydrologicznych

1. Zróżnicowanie zasobów wodnych na Ziemi 82
2. Oceany i morza 85
3. Zróżnicowanie sieci rzecznej na Ziemi 92
4. Lodowce i lądolody oraz ich rozmieszczenie 96

V. Procesy wewnętrzne kształtujące litosferę

1. Budowa wnętrza Ziemi i tektonika płyt litosfery 104
2. Procesy wewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi (wulkanizm, trzęsienia ziemi i ruchy górotwórcze) 110
3. Procesy zewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi (działalność wód płynących, fal morskich, lodowców i lądolodów oraz wiatru) 118
4. Podział skał i gospodarcze zastosowanie surowców skalnych 137

VI. Pedosfera i biosfera

1. Typy genetyczne gleb w Polsce i ich rozmieszczenie 144
2. Strefowość i piętrowość roślinna na Ziemi 151

VII. Środowisko przyrodnicze Polski

1. Regiony fizycznogeograficzne Polski 162
2. Surowce mineralne Polski 170
3. Klimat Polski 175
4. Sieć wodna Polski 180
5. Ochrona przyrody w Polsce 188

- Indeks 196

Wstęp

Jak jest zbudowany nasz podręcznik

Podręcznik do geografii dla szkół branżowych I stopnia został zaprojektowany z uwzględnieniem waszych potrzeb i stylu nauki. Pomoże wam szybko przyswoić niezbędne informacje, skutecznie powtórzyć wiadomości oraz przygotować się do sprawdzianów i kartkówek.

Zanim zaczniecie korzystać z podręcznika, zapoznajcie się z jego budową i przyjrzyjcie się wszystkim jego elementom. Zostały one skonstruowane tak, by ułatwić wam naukę i pomóc w błyskawicznym znalezieniu potrzebnych zagadnień.

Podręcznik zawiera tylko niezbędne wiadomości ujęte w jasno i prosto sformułowanych tematach.

W tekście pojawiają się **wytłuszczenia**. Dzięki nim łatwiej odnajdziecie istotne zagadnienia, pojęcia i nazwy.

Przystępny język publikacji ułatwi wam zrozumienie treści i pozytywnie nastawi was do materiału.

1. Metody pozyskiwania informacji geograficznych

Podział nauk geograficznych

Geografia to nauka o przestrzennym zróżnicowaniu zjawisk przyrodniczych, społecznych i gospodarczych oraz ich wzajemnym powiązaniu.

Przedmiotem badań geografii jest środowisko geograficzne, obejmujące zarówno składniki środowiska przyrodniczego (budowa geologiczna, rzeźba terenu, wody, klimat, gleby, flora i fauna), jak i społeczno-gospodarczą działalność człowieka. Ze względu na szeroki zakres podejmowanych zagadnień współcześnie mówimy o **naukach geograficznych**, ~~o których jak np. kartografia~~ paleogeografia, geomorfologia, hydrografia, klimatologia, biogeografia, geografia społeczna czy geografia ekonomiczna. Prowadzone przez geografów badania mają często charakter **interdyscyplinarny**. W ich trakcie naukowcy korzystają z dorobku takich nauk jak np. geologia, fizyka, demografia, urbanistyka czy ekonomia.



Ryc. 1.1.1. Podział nauk geograficznych.

Badania geograficzne są wykorzystywane np. w planowaniu przestrzennym, prognozowaniu zjawisk przyrodniczych, społecznych i gospodarczych, gospodarowaniu zasobami naturalnymi, ocenie oddziaływania człowieka na środowisko.

Tabele i wykresy pomogą wam usystematyzować wiedzę.

ska przyrodnicze czy wyborze lokalizacji działalności gospodarczej. Z biegiem czasu zakres dostępu do informacji geograficznych znacznie się poszerzył, od **obserwacji w terenie** (opisywanie zjawisk przyrodniczych, odkrywanie nowych łęgów) i **pomiarów** (np. temperatury, opadów) po analizy baz danych pochodzących w skład **systemów informacji geograficznych** (wraz z rozwojem technologii cyfrowych).

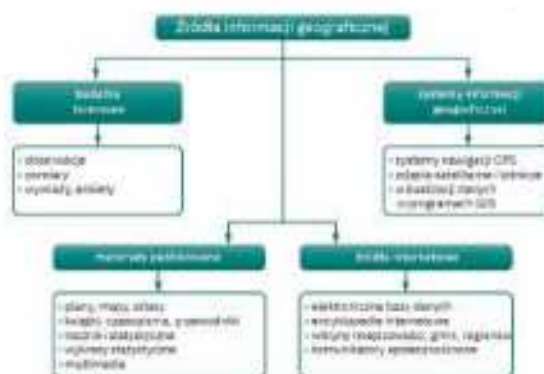
Źródła informacji geograficznej

Podstawowym i najstarszym źródłem informacji geograficznej są **obserwacje dokonywane w terenie**. Możemy do nich zaliczyć np. obserwację ułożenia warstw skalnych, profili glebowych, zjawisk atmosferycznych, elementów krajobrazu naturalnego i kulturowego, występowania szaty roślinnej, charakteru zabudowy i układów osadniczych. Bardzo przydatnym źródłem jest też **mapa** lub **plan**, dzięki którym możemy zorientować się w terenie, określić położenie obiektów czy zaplanować trasę wyjazdu. Informacje geograficzne możemy także pozyskiwać ze **źródeł tekstowych**, tj. podręczników, encyklopedii, czasopiśm, książek czy przewodników. Ważną rolę odgrywa też **źródła multimedialne**, obejmujące filmy popularnonaukowe, prezentacje czy edukacyjne programy komputerowe. Dane geograficzne możemy również odnaleźć w różnego rodzaju **bazach danych**, na przykład **rocznikach statystycznych**. Do analizy danych w geografii wykorzystujemy się także **tabele statystyczne**, **wykresy**, **rysunki** i **schematy**. Najbardziej rozwiniętą się formą pozyskiwania danych geograficznych w ostatnich kilkunastu latach są **systemy informacji geograficznej** GIS, geographic information system, które służą do wprowadzania, przetwarzania, gromadzenia i wizualizacji danych oraz zarządzania nimi w zakresie np. pokrycia i użytkowania terenu, rozmieszczenia ludności, monitoringu zanieczyszczeń środowiska czy zagrożeń przestępczością. Dzięki dynamicznemu rozwojowi **internetu** możemy w szybki sposób uzyskać informację z serwerów różnego rodzaju instytucji naukowych czy rządowych. Są to na przykład prognozy pogody czy dane uzyskiwane za pośrednictwem strony internetowej Głównego Urzędu Statystycznego. Zawiera ona m.in. **Bank Danych Lokalnych**, w których na bieżąco aktualizowane są dane dotyczące ludności, podmiotów gospodarczych czy ochrony środowiska.

Bank Danych Lokalnych – baza danych Głównego Urzędu Statystycznego, zawierająca ponad 40 tysięcy odczytów statystycznych pogrupowanych tematycznie. Obejmuje dane dotyczące ludności, gospodarki i ochrony środowiska od 1995 roku dla gmin, powiatów i województw.

1. WYKROJ WYKORZYSTANIE INFORMACJI GEOGRAFICZNYCH

Zawsze przy poszukiwaniu się na różne informacje z internetu należy podawać ich źródło, gdyż nie wszystkie dane znalezione na stronach internetowych są wiarygodne. Należy korzystać z oficjalnych stron instytucji i organizacji.



Ryc. 1.1.2. Podział źródeł informacji geograficznej.

Prowadzenie obserwacji w terenie

Obserwacja to jedna z najważniejszych metod badawczych w nauce. Można ją określić jako celowe, świadome i zamierzone postrzeganie procesów i zjawisk zachodzących w środowisku geograficznym.

Niektóre obserwacje, np. meteorologiczne czy astronomiczne, charakteryzują się **systematycznością**. Obserwacje możemy podzielić na **bezpośrednie** (prowadzone w terenie) i **pośrednie** (na podstawie mapy, danych statystycznych, fotografii itp.). Zwykle jest z nimi związany **pomiar**.

Pomiar to ilościowe określenie wielkości danego procesu lub zjawiska zachodzącego w środowisku geograficznym.

Ze pomocą rozmaitych urządzeń możemy mierzyć natężenie różnego rodzaju zjawisk. Aby pomiary te były porównywalne, należy je powtarzać w tych samych

1. Źródła informacji geograficznej (zobacz str. 10)

Ikony na marginesach ułatwią wam odnalezienie definicji oraz najważniejszych treści do zapamiętania.

Pytania i polecenia przećwiczycie w toku lekcji albo wykorzystacie do nauki w domu lub przed kartkówką czy sprawdzianem. Pamiętajcie, by rozwiązania zadań wymagających pisemnej odpowiedzi zapisać w zeszycie.

wanym. Dlatego np. pomiary meteorologiczne wykonujemy najczęściej w **ogrodkach meteorologicznych**, gdzie przystawki są rozmieszczone na stałej wysokości nad powierzchnią gruntu.



Ryc. 1.1.3. Stacja ogroduk meteorologiczny.

PYTANIA I POLECENIA

1. Podaj, do czego mogą być przydatne internetowe źródła informacji geograficznej. Wymień ich rodzaje.
2. Znajdź w internecie informacje dotyczące środowiska geograficznego miejscowości, w której mieszkasz, lub jej najbliższej okolicy. Weź pod uwagę takie elementy środowiska geograficznego jak położenie geograficzne, budowa geologiczna, kształt terenu, wody, klimat, szata roślinna, ludność, gospodarka i atrakcje turystyczne. Podaj źródła (linki) uzyskanych informacji.

2. Metody prezentacji zjawisk w tabelach i na wykresach

Konstrukcja i interpretacja danych w tabeli

Podstawową metodą prezentacji danych statystycznych są **tabele**. Możemy z nich odczytać konkretne informacje dotyczące natężenia danego zjawiska, przetwarzane w postaci **wartości bezwzględnych** (np. liczba urodzeń) lub **wartości względnych**: wskaźników (np. liczba urodzeń przypadająca na 1000 mieszkańców) czy wartości procentowych. Tabele pozwalają na porównanie poszczególnych jednostek terytorialnych między sobą oraz na przedstawienie **dynamiki**, czyli zmian danego zjawiska w czasie (np. zmiany liczby ludności w poszczególnych latach albo wskaźnik dynamiki zaludnienia). Każda tabela powinna mieć **tytuł**, **główkę** (nazwy poszczególnych kolumn) oraz **boczek** (nazwy poszczególnych wierszy). Pod tabelą powinno być podane **źródło danych**. Tabela jest dobrym narzędziem do prezentacji **danych statystycznych**, ale należy pamiętać, że niewiele zbyt duża ilość informacji utrudnia ich interpretację.

2. METODY PREZENTACJI DANYCH W TABELACH I NA WYKRESACH



ŹRÓDŁA INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ

1. Metody pozyskiwania informacji geograficznych

Podział nauk geograficznych



Geografia to nauka o przestrzennym zróżnicowaniu zjawisk przyrodniczych, społecznych i gospodarczych oraz ich wzajemnym powiązaniu.

Przedmiotem badań geografii jest środowisko geograficzne. Obejmuje ono zarówno składniki środowiska przyrodniczego (budowa geologiczna, rzeźba terenu, wody, klimat, gleby, flora i fauna), jak i społeczno-gospodarczą działalność człowieka. W geografii wyróżniamy liczne **nauki geograficzne**, takie jak: kartografia, paleogeografia, geomorfologia, hydrografia, klimatologia, biogeografia, geografia społeczna czy geografia ekonomiczna. Z geografią fizyczną ściśle powiązana jest geologia, zajmująca się budową Ziemi oraz procesami zachodzącymi w jej wnętrzu i na powierzchni. Prowadzone przez geografów badania mają często charakter **interdyscyplinarny**. W ich trakcie naukowcy korzystają z dorobku innych nauk, na przykład geologii, fizyki, demografii, urbanistyki czy ekonomii.



Ryc. I.1.1. Podział nauk geograficznych.

Badania geograficzne wykorzystuje się między innymi w planowaniu przestrzennym, prognozowaniu zjawisk przyrodniczych, społecznych i gospodarczych czy gospodarowaniu zasobami naturalnymi. Dzięki nim można ocenić wpływ czło-

wieka na środowisko przyrodnicze, a także wybrać najlepszą lokalizację dla działalności gospodarczej. Z biegiem czasu zakres dostępu do informacji geograficznych znacznie się poszerzył – od **obserwacji w terenie** (opisywanie zjawisk przyrodniczych, odkrywanie nowych łądów) i **pomiarów** (np. temperatury, opadów) po analizy baz danych wchodzących w skład **systemów informacji geograficznych** (wraz z rozwojem technologii cyfrowych).

Źródła informacji geograficznych

Podstawowym i najstarszym źródłem informacji geograficznych są **obserwacje** dokonywane **w terenie**. Zalicza się do nich na przykład obserwację ułożenia warstw skalnych, profili glebowych, zjawisk atmosferycznych, elementów krajobrazu naturalnego i kulturowego, występowania szaty roślinnej lub charakteru zabudowy i układów osadniczych. Bardzo przydatnym źródłem są też **mapa** lub **plan**. Dzięki nim można zorientować się w terenie, określić położenie obiektów albo zaplanować trasę wycieczki.

Informacje geograficzne pozyskuje się także ze **źródeł tekstowych**, czyli podręczników, encyklopedii, czasopism, książek bądź przewodników. Ważną rolę odgrywają też **źródła multimedialne**, obejmujące filmy popularnonaukowe, prezentacje lub edukacyjne programy komputerowe.

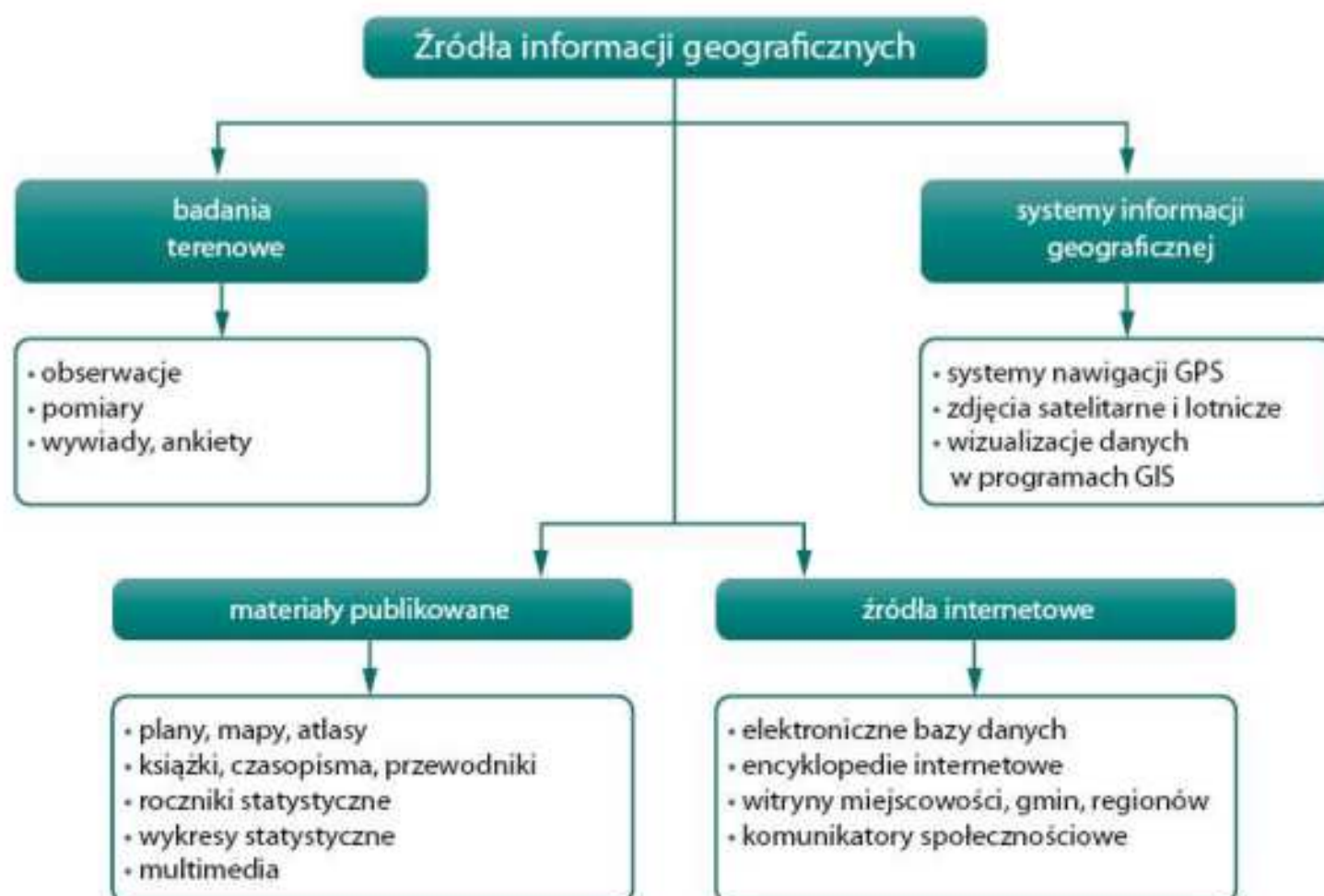
Dane geograficzne są gromadzone w różnego rodzaju **bazach danych**, na przykład **rocznikach statystycznych**. Do analizy danych w geografii wykorzystuje się też **tabele statystyczne, wykresy, rysunki i schematy**. Najszybciej rozwijającą się formę pozyskiwania danych geograficznych w ostatnich kilkunastu latach stanowią **systemy informacji geograficznej** (GIS, geographic information systems, czytaj: dziografik informasjons systems). Służą one do wprowadzania, przetwarzania, gromadzenia i wizualizacji danych oraz zarządzania nimi. Dostarczają informacji na temat pokrycia i użytkowania terenu, rozmieszczenia ludności, kontroli poziomu zanieczyszczeń środowiska, a także zagrożenia przestępczością.

Dzięki rozwojowi **internetu** można szybko uzyskać dane z serwerów wielu instytucji naukowych i rządowych (np. prognozy pogody oraz dane ze strony internetowej Głównego Urzędu Statystycznego).

Bank Danych Lokalnych jest bazą danych Głównego Urzędu Statystycznego, zawierającą ponad 40 tysięcy cech statystycznych pogrupowanych tematycznie. Obejmuje informacje dotyczące ludności, gospodarki i ochrony środowiska od 1995 r. dla gmin, powiatów i województw.



Powołując się na różne informacje z internetu, należy podać ich źródło. Warto pamiętać, że nie wszystkie dane znalezione na stronach internetowych są wiarygodne. Należy korzystać z oficjalnych stron instytucji i organizacji.



Ryc. I.1.2. Podział źródeł informacji geograficznych.

Prowadzenie obserwacji w terenie

Obserwacje to jedna z najważniejszych metod badawczych w nauce. Można je określić jako celowe, świadome i zamierzone postrzeganie procesów oraz zjawisk zachodzących w środowisku geograficznym.

Wyróżnia się obserwacje **bezpośrednie** (prowadzone w terenie) i **pośrednie** (na podstawie mapy, danych statystycznych, fotografii itp.). Zwykle wiąże się z nimi **pomiar**.

Pomiar to ilościowe określenie wielkości danego procesu lub zjawiska zachodzącego w środowisku geograficznym.

Niektóre obserwacje, na przykład meteorologiczne czy astronomiczne, wymagają **systematyczności**. Za pomocą rozmaitych urządzeń mierzy się natężenie różnego rodzaju zjawisk. Aby pomiary te były porównywalne, należy je powta-

rzać w tych samych warunkach. Dlatego na przykład pomiary meteorologiczne wykonuje się najczęściej w **ogródkach meteorologicznych**, gdzie przyrządy znajdują się na stałej wysokości nad powierzchnią gruntu.

Ryc. I.1.3. Szkolny ogródek meteorologiczny.



PYTANIA I POLECENIA

1. Zanotuj w zeszycie, w jakich sytuacjach mogą być przydatne internetowe źródła informacji geograficznej.
2. Korzystając z różnych źródeł informacji geograficznych, zaproponuj i zapisz w zeszycie, jakie są możliwości zagospodarowania terenu wokół szkoły. Zwróć uwagę na elementy środowiska przyrodniczego takie jak gleby, rzeźba terenu czy szata roślinna oraz na elementy stworzone przez człowieka (np. zabudowa, sieć komunikacyjna). Podaj źródła informacji, z których skorzystałeś.

2. Metody prezentacji zjawisk w tabelach i na wykresach

Konstrukcja i interpretacja danych w tabeli

Dane statystyczne najczęściej prezentuje się w **tabelach**. Można z nich odczytać konkretne informacje dotyczące natężenia danego zjawiska. Dane w tabelach przedstawia się w postaci **wartości bezwzględnych** (np. liczba urodzeń) lub **wartości względnych**: wskaźników (np. liczba urodzeń przypadająca na 1000 mieszkańców) czy wartości procentowych. Tabele pozwalają na porównanie poszczególnych jednostek terytorialnych między sobą oraz na pokazanie **dynamiki**, czyli zmian danego zjawiska w czasie (np. zmiany liczby ludności w poszczególnych latach albo wskaźnik dynamiki zaludnienia).

Każda tabela powinna mieć: **tytuł**, **główną** (nazwy poszczególnych kolumn) oraz **boczek** (nazwy poszczególnych wierszy). Pod tabelą należy podać **źródło**

danych. Tabela jest dobrym narzędziem do prezentacji **danych statystycznych.** Jednak niekiedy zbyt duża ilość informacji utrudnia ich interpretację.

Tab. I.2.1. Prognoza ludności wg Głównego Urzędu Statystycznego

Wyszczególnienie	2020	2025	2030	2040	2050
OGÓŁEM w tys.	38138	37741	37185	35668	33951
W wieku przedprodukcyjnym	6733	6500	5931	5262	4963
<i>Mężczyźni</i>	3458	3342	3052	2708	2554
<i>Kobiety</i>	3274	3159	2880	2554	2409
Miasta	3760	3603	3232	2808	2647
<i>Mężczyźni</i>	1930	1851	1661	1443	1360
<i>Kobiety</i>	1830	1752	1571	1365	1287
Wieś	2973	2898	2700	2454	2317
<i>Mężczyźni</i>	1528	1491	1391	1265	1194
<i>Kobiety</i>	1445	1407	1309	1189	1123
W wieku produkcyjnym	22788	21892	21504	19536	16583
<i>Mężczyźni</i>	12115	11584	11396	10631	9134
<i>Kobiety</i>	10673	10308	10108	8905	7449
Miasta	13314	12601	12267	10874	8901
<i>Mężczyźni</i>	6980	6570	6409	5856	4846
<i>Kobiety</i>	6334	6031	5858	5018	4055
Wieś	9474	9291	9237	8662	7681
<i>Mężczyźni</i>	5135	5014	4987	4775	4287
<i>Kobiety</i>	4339	4277	4250	3887	3394
W wieku poprodukcyjnym	8617	9349	9750	10870	12404
<i>Mężczyźni</i>	2887	3347	3554	3955	4876
<i>Kobiety</i>	5730	6002	6196	6915	7529
Miasta	5643	6012	6120	6553	7277
<i>Mężczyźni</i>	1852	2098	2162	2302	2805
<i>Kobiety</i>	3791	3914	3958	4250	4472
Wieś	2975	3337	3630	4317	5127
<i>Mężczyźni</i>	1036	1248	1392	1653	2071
<i>Kobiety</i>	1939	2088	2238	2664	3056
Ludność w wieku nieprodukcyjnym na 100 osób w wieku produkcyjnym	67	72	73	83	105
<i>Mężczyźni</i>	52	58	58	63	81
<i>Kobiety</i>	84	89	90	106	133

Źródło: Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, GUS 2017.

Z tabeli I.2.1. można odczytać przewidywane zmiany liczby ludności Polski do 2050 roku: ogółem i według ekonomicznych grup wieku, dodatkowo w podziale na miasto i wieś. Według prognozy liczba ludności kraju w latach 2020–2050 zmniejszy się o ponad 4 miliony. Liczba ludności w wieku przedprodukcyjnym (poniżej 18 lat) zmniejszy się o ponad 1,7 miliona, z czego w samych miastach – o 1,1 miliona. O 6,2 miliona spadnie liczba ludności w wieku produkcyjnym (18–59 lat dla kobiet i 18–64 lata dla mężczyzn). W analizowanym okresie wzrośnie liczba ludności w wieku poprodukcyjnym (emerytalnym) o niemal 4 miliony osób. W 2050 roku liczba osób w wieku nieprodukcyjnym (przedprodukcyjnym i poprodukcyjnym) przekroczy liczbę ludności w wieku produkcyjnym.

Konstrukcja i podział wykresów statystycznych

Dane liczbowe można prezentować w formie graficznej za pomocą **wykresu statystycznego**.

Wykres statystyczny to graficzne przedstawienie zależności między danymi wielkościami statystycznymi.



Ta forma prezentacji danych jest bardziej przejrzysta i czytelna niż zestaw liczb. Choć wykres dotyczy złożonych informacji, łatwo można z niego odczytać, jakie są ogólne cechy danego zjawiska. Pozwala też na, łatwiejszą niż tabele, interpretację i porównanie zjawisk.

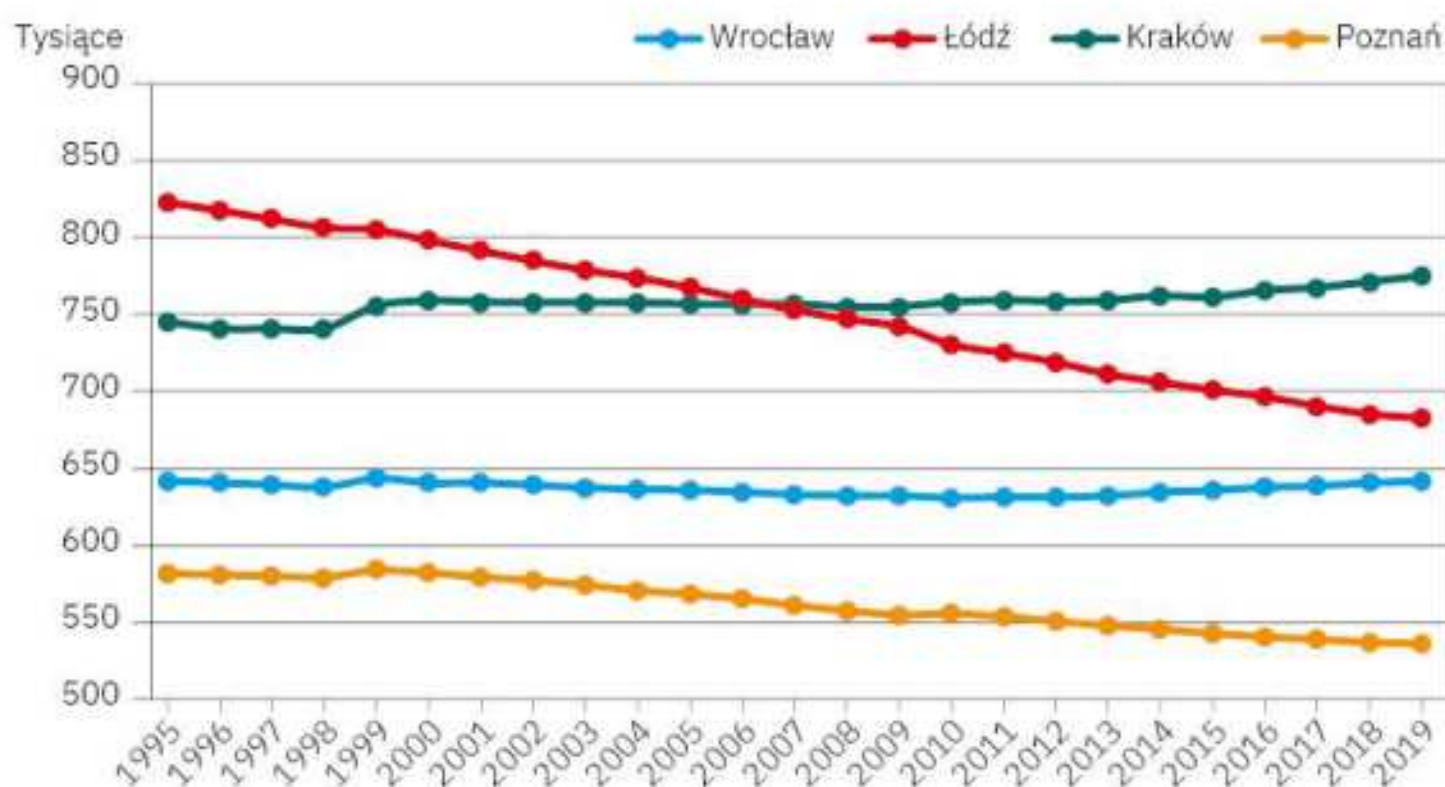
Wykres składa się z **tytułu**, **pola wykresu** i **części opisowej**. Tytuł powinien oddawać przedmiot badanego zjawiska oraz jego umiejscowienie w czasie i przestrzeni. Pole wykresu to najważniejsza jego część. Wybór odpowiedniej metody graficznej wpływa na czytelność prezentacji zjawiska. Wykres konstruuje się najczęściej za pomocą **prostokątnego układu współrzędnych** i przyjętej na jego osiach odpowiedniej skali. Do najczęściej występujących wykresów należą **wykresy liniowe, słupkowe** oraz **powierzchniowe**.

Część opisowa wykresu to **legenda**. Wyjaśnia ona znaczenie wszystkich zastosowanych znaków graficznych. Legenda obejmuje: opis skali, objaśnienie użytych symboli, barw i sposobów kreskowania, ewentualnie wyjaśnienia metodologiczne i źródło danych. Do konstrukcji wykresów służą liczne programy komputerowe.



Ryc. I.2.1. Cechy wybranych wykresów statystycznych.

Na **wykresie liniowym** na rycinie I.2.2. przedstawiono zmiany wielkości natężenia danego zjawiska (wzrost bądź spadek). Można z niego odczytać, że liczba ludności Łodzi wyraźnie spadła w badanym okresie. Do 2006 r. Łódź liczyła więcej mieszkańców niż Kraków, natomiast od 2007 r. to w Krakowie mieszka więcej ludzi niż w Łodzi.

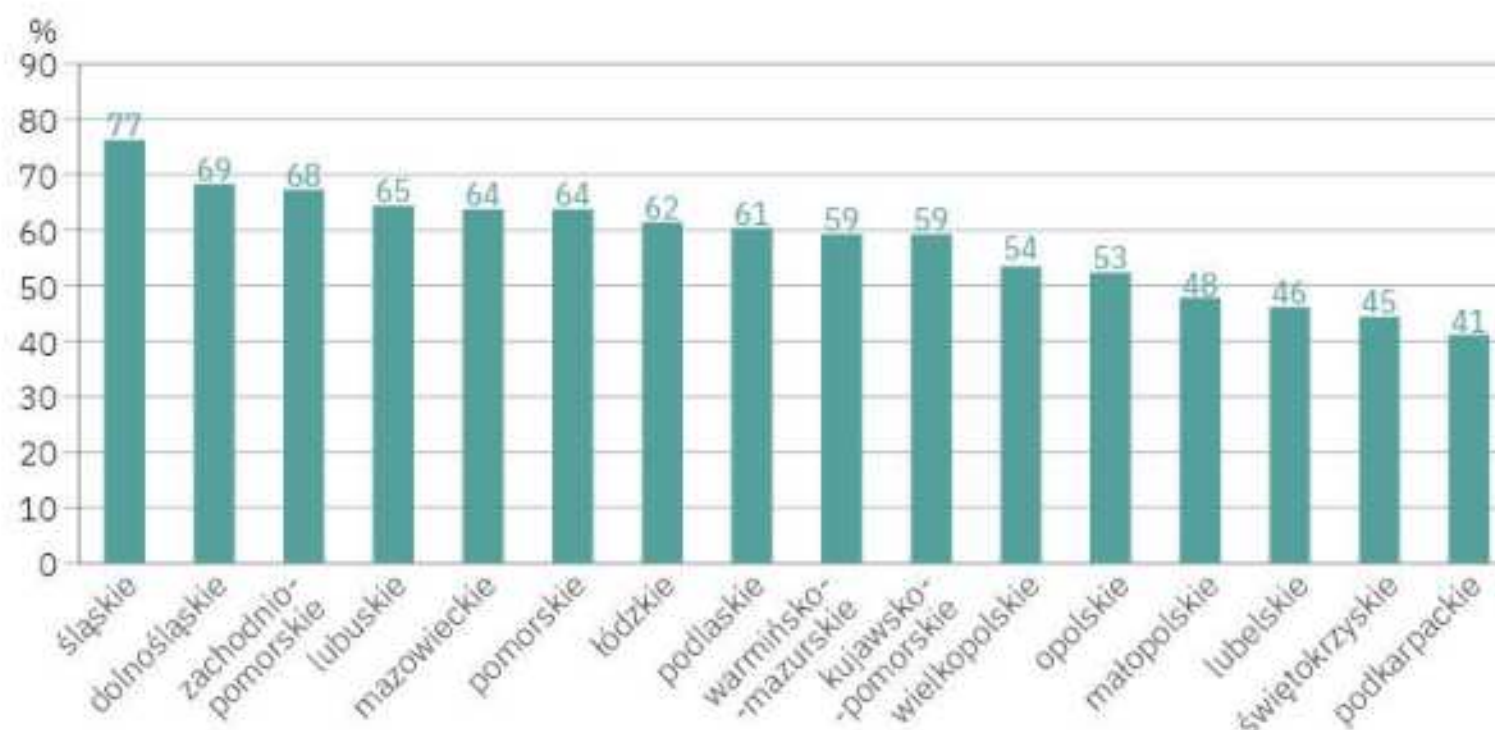


Ryc. I.2.2. Wykres liniowy przedstawiający zmiany liczby ludności mieszkającej w miastach Polski (Krakowie, Łodzi, Poznaniu i Wrocławiu) w latach 1995–2019 (w tys.).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Na **wykresach słupkowych** prezentuje się wartości (względne lub bezwzględne) danego zjawiska w różnych jednostkach przestrzennych, co ułatwia ich porównywanie. Na wykresie I.2.3. pokazano odsetek ludności mieszkającej w mia-

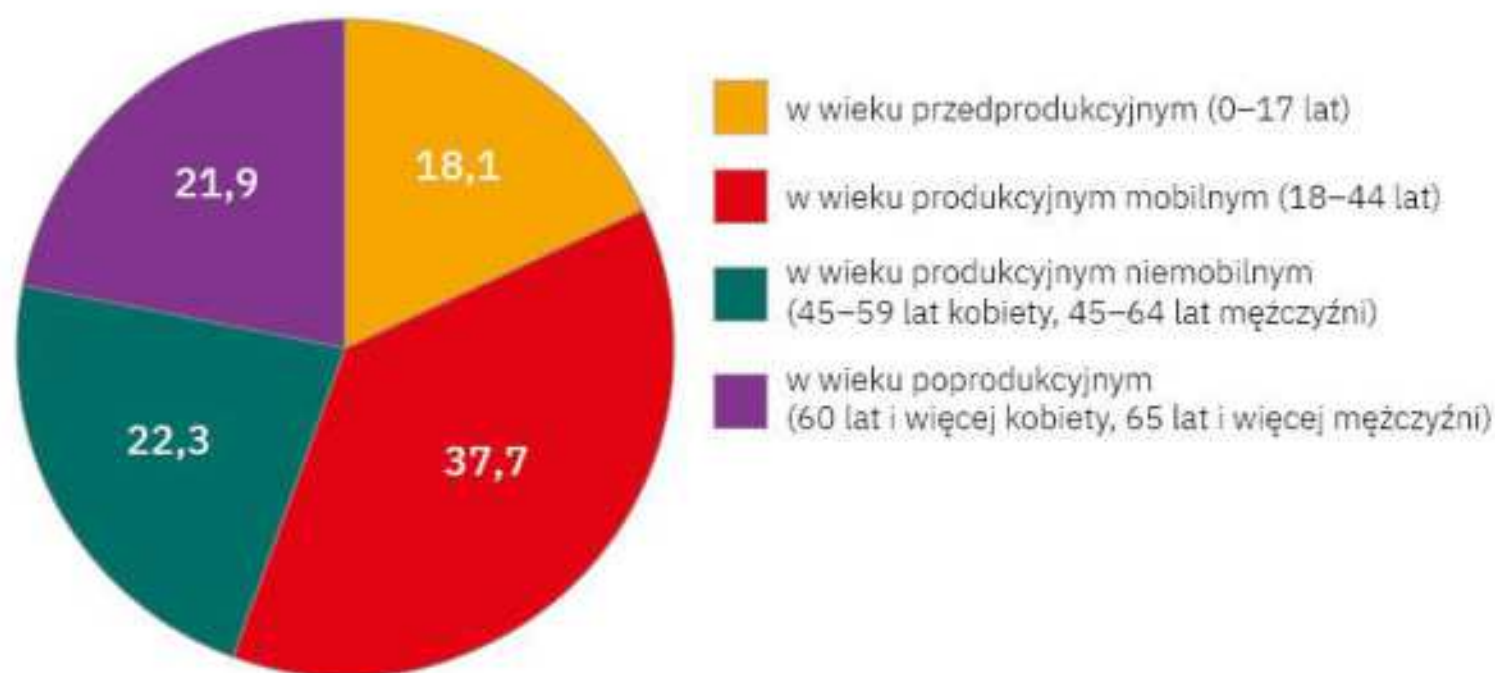
stach według poszczególnych województw. Słupki są uszeregowane od największej do najmniejszej wartości zjawiska od strony lewej do prawej. Z wykresu można odczytać, że największy udział ludności miejskiej (czyli poziom urbanizacji) ma województwo śląskie oraz województwa położone w zachodniej Polsce.



Ryc. I.2.3. Wykres słupkowy przedstawiający procentowe udziały ludności mieszkającej w miastach w 2019 r. w województwach Polski.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

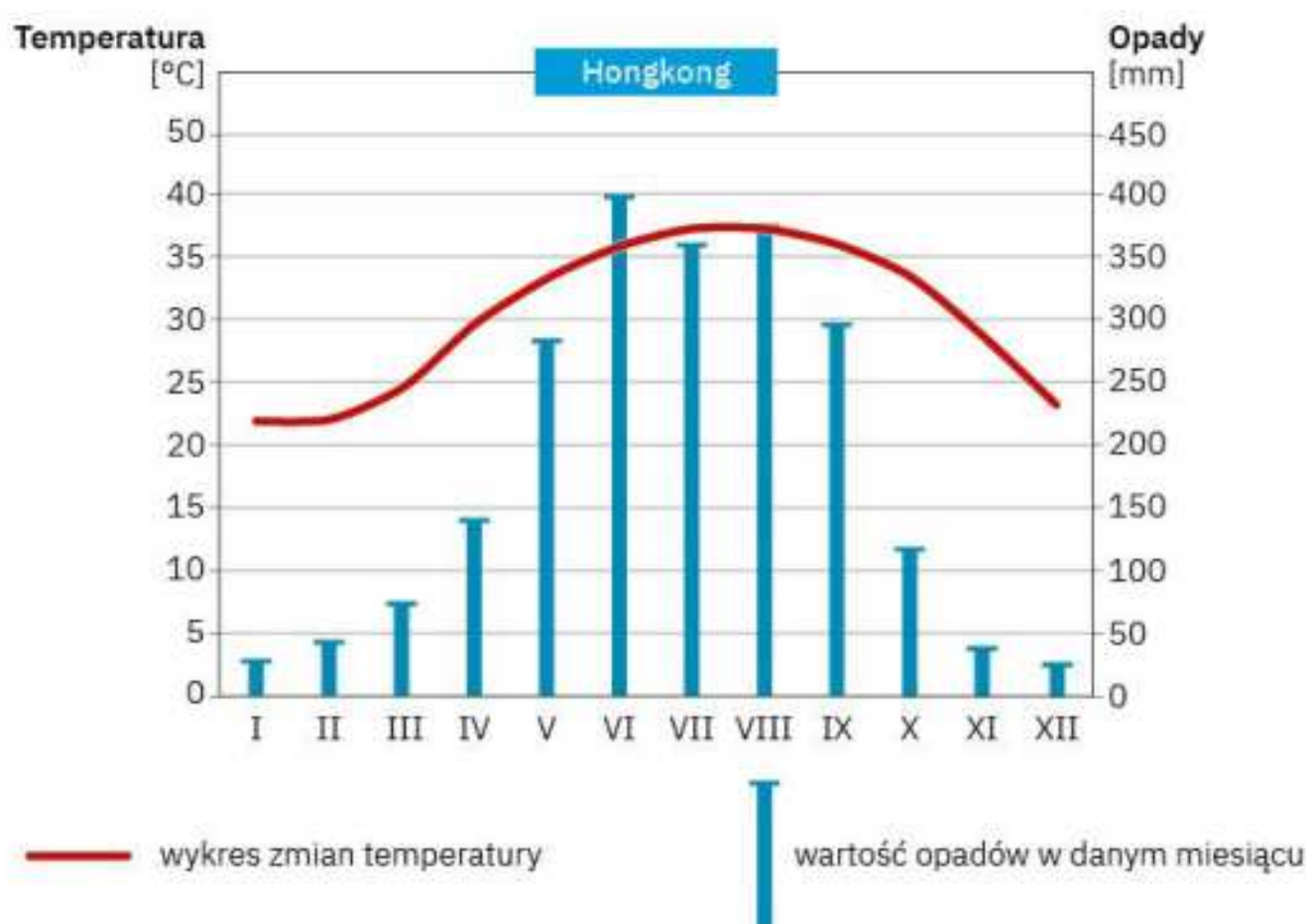
Wykres kołowy strukturalny na rycinie I.2.4. przedstawia udziały procentowe ludności według ekonomicznych grup wieku. Można z niego na przykład odczytać, że odsetek ludności starszej przewyższa udział ludności młodej (poniżej 18 lat).



Ryc. I.2.4. Wykres kołowy przedstawiający strukturę ludności Polski w 2019 r. według ekonomicznych grup wieku (w %).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Kolejnym rodzajem wykresu jest **wykres złożony**, na którym połączono prezentację danych za pomocą słupków oraz linii. Jest to **klimatogram**, na którym przedstawiono ilość opadów i wysokość temperatury powietrza w Hongkongu w poszczególnych miesiącach. Można z niego odczytać, w których miesiącach opady są najwyższe (czyli występuje monsun letni), a także na jego podstawie obliczyć amplitudę średnich temperatur pomiędzy najchłodniejszym a najcieplejszym miesiącem.



Ryc. I.2.5. Wykres złożony przedstawiający klimatogram dla Hongkongu. Dane z wielolecia 1987–2016.

PYTANIA I POLECENIA

Zadania 1–4 wykonaj w zeszycie na podstawie tabeli I.2.1.

1. Oblicz, o ile spadnie liczba ludności Polski ogółem w podanych okresach.

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| a) 2020–2025 | b) 2025–2030 | c) 2030–2035 |
| d) 2035–2040 | e) 2040–2045 | f) 2045–2050 |

W którym roku spadek liczby ludności Polski będzie największy (w wartościach bezwzględnych)?

2. Oblicz udział procentowy ludności w wieku przedprodukcyjnym, produkcyjnym i poprodukcyjnym dla miast i wsi w 2020 i 2050 r. Odpowiedz na pytania:

- a) W jakich grupach wiekowych nastąpi wzrost udziału procentowego w latach 2020–2050?
 - b) Gdzie (w mieście czy na wsi) będą większe udziały ludności w poszczególnych grupach wiekowych?
 - c) Gdzie (w mieście czy na wsi) i w jakich grupach wiekowych nastąpi większy wzrost lub spadek ludności w latach 2020–2050?
3. Odczytaj, w której grupie wieku będą przeważać kobiety, a w której – mężczyźni (w Polsce, w mieście i na wsi).
 4. Zaproponuj ustnie rodzaj wykresu, na którym można najlepiej zaprezentować każdą poniższą informację.
 - a) Zatrudnienie ludności według głównych sektorów gospodarki w 2017 r.
 - b) Zmiany liczby ludności Polski w latach 2000–2016 (rok po roku).
 - c) Saldo migracji zagranicznych na 1000 mieszkańców w wybranych krajach Unii Europejskiej w 2016 r.

3. Metody prezentacji zjawisk na mapach

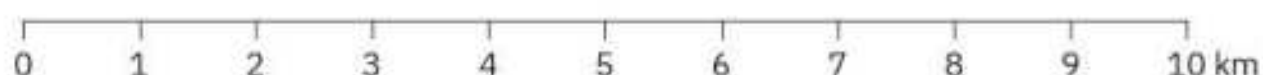
Co to jest mapa, skala mapy i plan

Mapa to obraz powierzchni Ziemi lub jej fragmentu, wykonany w odpowiedniej skali, przedstawiony na płaszczyźnie za pomocą graficznych znaków umownych. Przeniesienie punktów z powierzchni kuli ziemskiej na płaszczyznę nazywa się **odwzorowaniem kartograficznym**. W każdym odwzorowaniu obraz Ziemi ulega zniekształceniu, gdyż nie można przedstawić powierzchni kuli na płaszczyźnie. Ważnym elementem każdej mapy jest siatka kartograficzna, czyli układ południków i równoleżników. Mapy są wykonywane w skali. **Skala mapy** to wartość liczbowa wyrażająca zmniejszenie odległości na mapie w porównaniu z odległością rzeczywistą w terenie. Skalę podaje się na mapie na trzy sposoby: liczbowy, mianowany oraz w postaci podziałki liniowej.

Skala liczbowa: 1:100 000

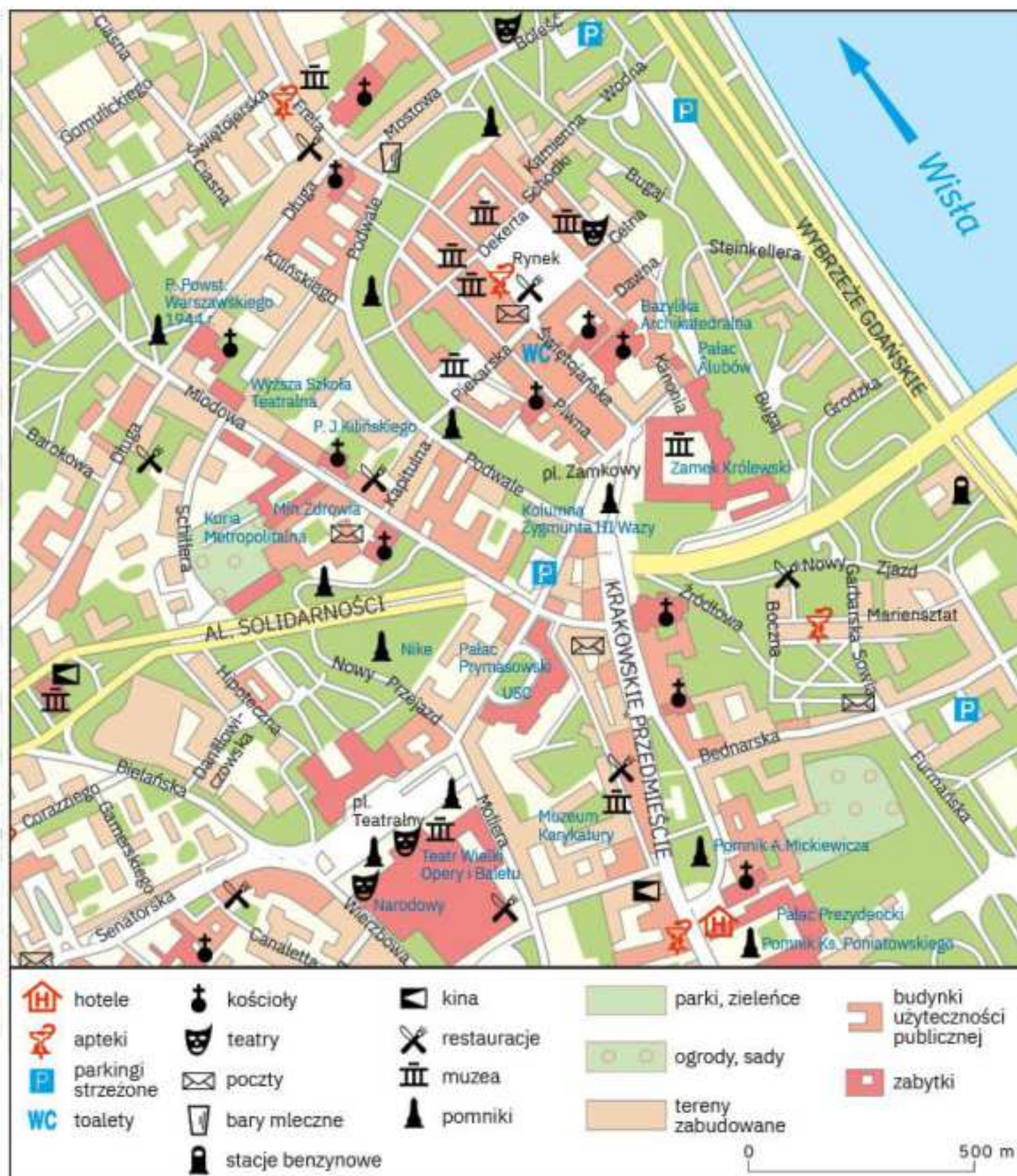
Skala mianowana: 1 cm – 1 km

Podziałka liniowa: 1 cm na mapie odpowiada 1 km w rzeczywistości



Skalę mapy można też zapisać w postaci ułamka, na przykład $\frac{1}{10000}$. Skala mapy jest tym większa, im mniejsza jest wartość liczbowa w mianowniku. Na przykład skala 1:15000 jest większa od skali 1:25000. Mapy w dużej skali charakteryzują się większą szczegółowością niż mapy w małej skali.

Bardzo mały fragment powierzchni Ziemi, nie uwzględniając jej krzywizny, można przedstawić na **planie**. Plan zatem to obraz niewielkiego obszaru Ziemi wykonany w rzucie poziomym, nieuwzględniający kulistości Ziemi i nieposiadający siatki kartograficznej. Plany najczęściej wykonuje się w dużych skalach (np. 1:1000, 1:5000, 1:20 000).



Ryc. I.3.1. Fragment planu Warszawy.

Jak obliczyć rzeczywistą odległość w terenie na podstawie odległości na mapie?

Przykładowe zadanie: Odcinek na mapie od miejsca, w którym się znajdujemy, do celu naszej podróży mierzy 5 cm, a skala mapy wynosi 1:25 000. Oblicz rzeczywistą odległość w terenie.

Rozwiązanie:

1 cm na mapie odpowiada 25 000 cm w terenie

1 cm na mapie odpowiada 250 m w terenie

5 cm na mapie odpowiada 1250 m w terenie ($5 \text{ cm} \times 250 \text{ m} / 1 \text{ cm} = 1250 \text{ m}$)

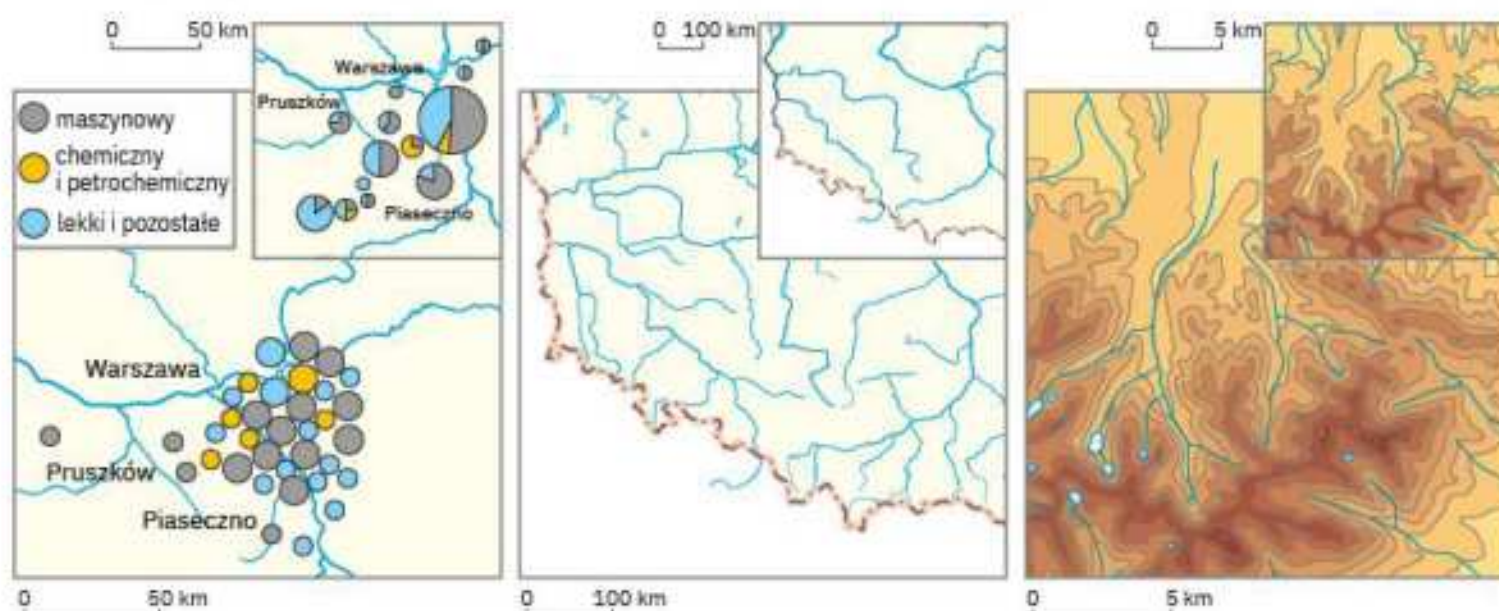
Odpowiedź: Rzeczywista odległość w terenie wynosi 1250 m.

Generalizacja mapy i znaki umowne

Różne obiekty i zjawiska przedstawia się na mapach za pomocą **znaków umownych**. Mają one postać:

- **punktów** – oznacza się nimi na przykład miejscowości, kapliczki i słupy energetyczne;
- **linii** – przedstawiających między innymi rzeki, drogi i granice;
- **symboli powierzchniowych** – czyli różnych barw lub szrafu (rysunku lub układu linii tworzących określony wzór, deseń), którymi zaznacza się na przykład lasy, jeziora i osiedla miejskie.

Na mapie nie da się przedstawić wszystkiego, co znajduje się na danym obszarze. Przy zmniejszaniu skali niektóre szczegóły mapy stają się nieczytelne. Dlatego stosuje się **generalizację**, czyli uogólnienie treści mapy. Ponadto niektóre elementy zastępuje się znakami umownymi, gdyż mogą być niewidoczne w mniejszej skali mapy, a inne z kolei się upraszcza (np. zarysy linii brzegowej).



Ryc. 1.3.2. Przykłady generalizacji map.



Rodzaje map

Mapy można podzielić według skali, treści, sposobu prezentacji danych oraz przeznaczenia. Ze względu na treść wyróżnia się mapy ogólnogeograficzne oraz mapy tematyczne.

Mapy ogólnogeograficzne przedstawiają ukształtowanie terenu, układ sieci rzecznej oraz zagospodarowanie przestrzenne danego obszaru (np. drogi, miasta, granice państw). Zalicza się do nich:

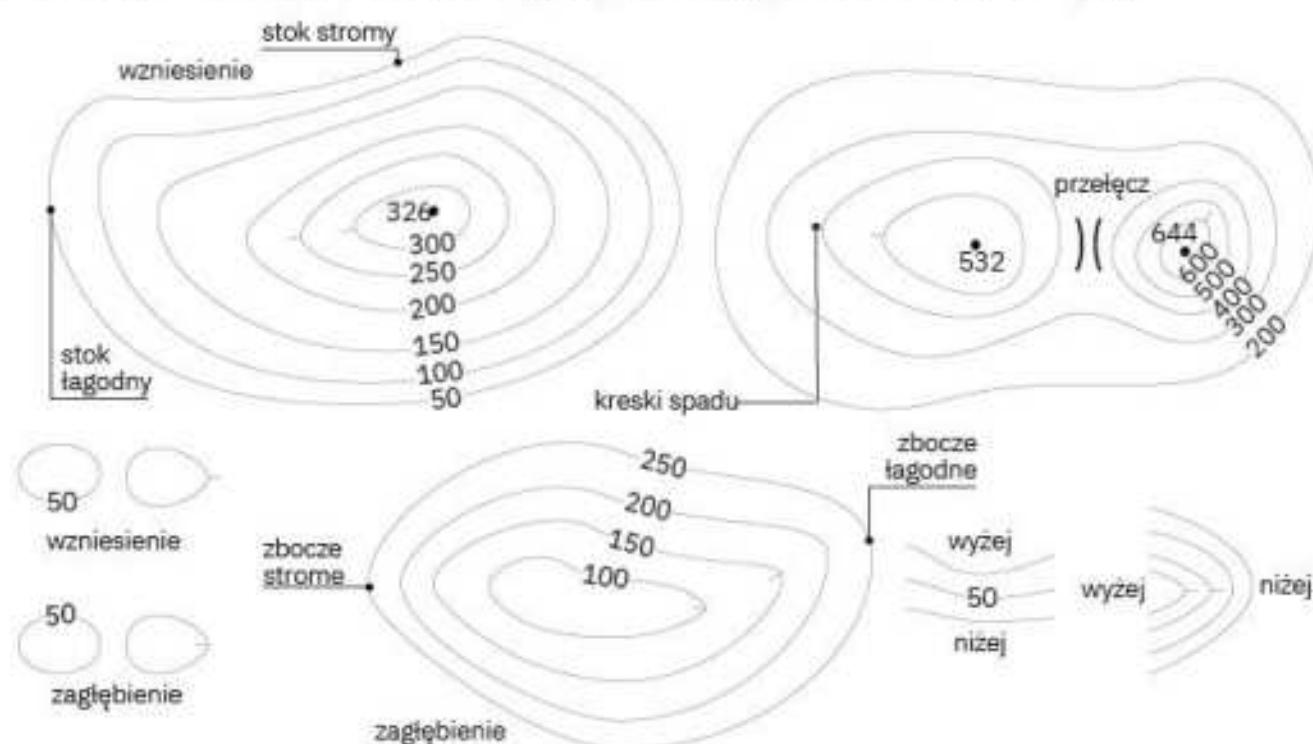
- **mapy geodezyjne** (wielkoskalowe); przedstawiają układ działek budowlanych i własności gruntów;
- **mapy topograficzne** (wielkoskalowe); bardzo dokładne, przedstawiają elementy przyrodnicze, np. rzeźbę terenu, sieć komunikacyjną;
- **mapy topograficzno-przeglądowe** (średnioskalowe, np. mapy samochodowe); bardzo dokładne, przedstawiają szczegółowo elementy geograficzne (np. rzeźbę terenu, sieć komunikacyjną);
- **mapy przeglądowe** (małoskalowe, np. państw, kontynentów).

Na **mapach tematycznych** przedstawia się wybrane cechy środowiska przyrodniczego lub społeczno-gospodarczego. Szczególnym ich rodzajem są **mapy statystyczne**, które pokazują przestrzenny rozkład danych statystycznych.



Prezentacja ukształtowania powierzchni Ziemi na mapach

Rzeźbę terenu na mapie przedstawia się za pomocą kolorów i poziomic. Zielony kolor oznacza obszary nizinne, żółty i pomarańczowy – wyżyny, a czerwono-brązowy – obszary górskie. **Nachylenie stoków** i **wysokość bezwzględna** (nad poziomem morza) zaznacza się za pomocą **poziomic** (izohips).



Ryc. I.3.3. Zasady opisywania poziomic dla wybranych form terenu.

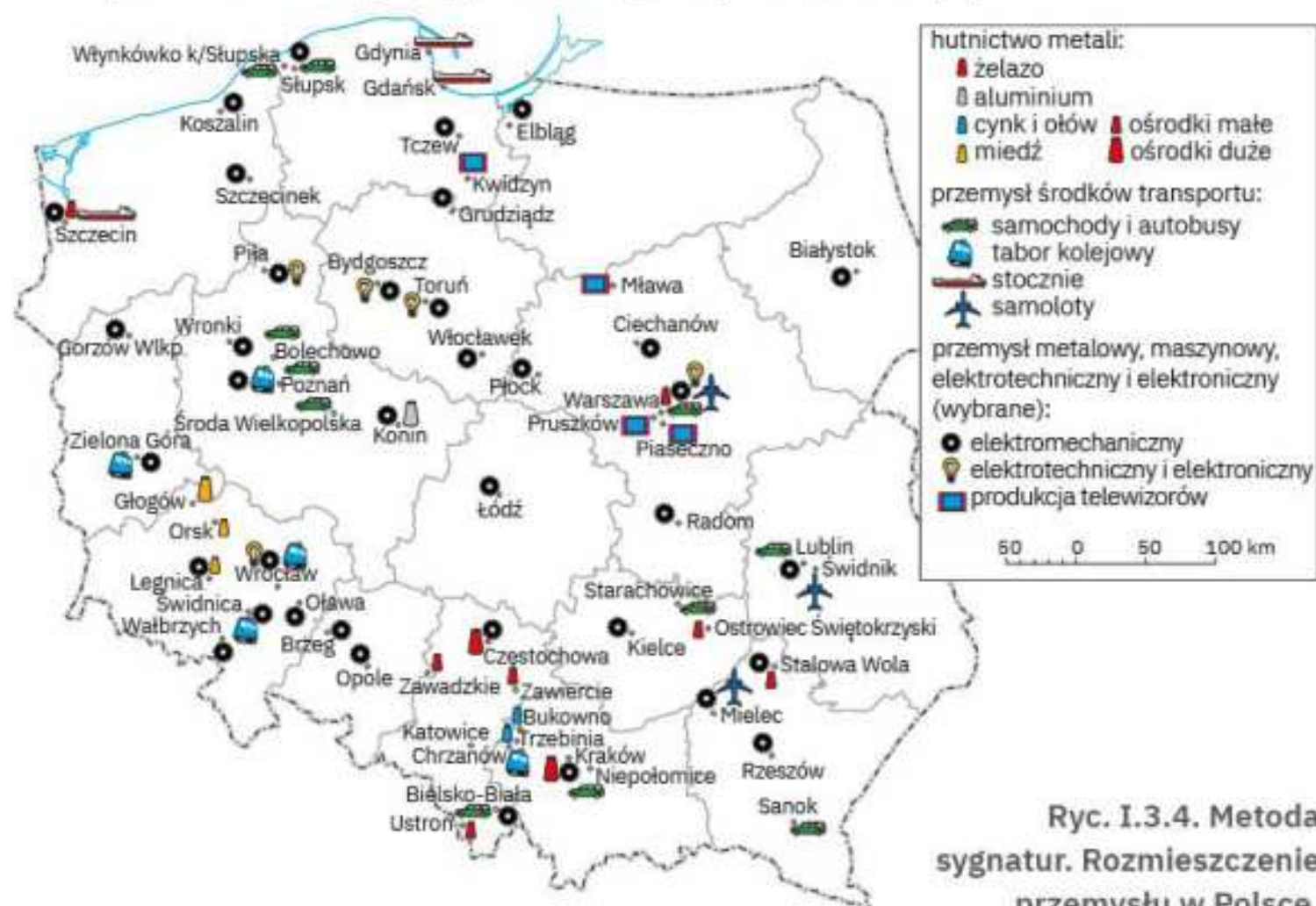
Poziomice to linie łączące punkty o jednakowych wysokościach nad oraz pod poziomem morza.

Im mniejsze odległości między poziomcami, tym bardziej nachylone są stoki. Poziomice w kształcie okręgów lub domkniętych, podłużnych i wzajemnie się otaczających pętli mogą przedstawiać **wypukłe** bądź **wklęsłe formy terenu**. Jeśli wartości poziomicy zmniejszają się do środka formy terenu, to mamy do czynienia z zagłębieniem (np. kotliną, niecką), a jeśli wartości rosną do środka, to mapa przedstawia formę wypukłą (wzniesienie, grzbiet górski).

Jakościowe metody prezentacji zjawisk na mapach

Procesy i zjawiska można przedstawić na mapach na wiele sposobów. Jednym z nich są metody **jakościowe**. Za ich pomocą można pokazać rozmieszczenie danego zjawiska w sposób punktowy, liniowy czy powierzchniowy bez podawania jego natężenia w liczbach.

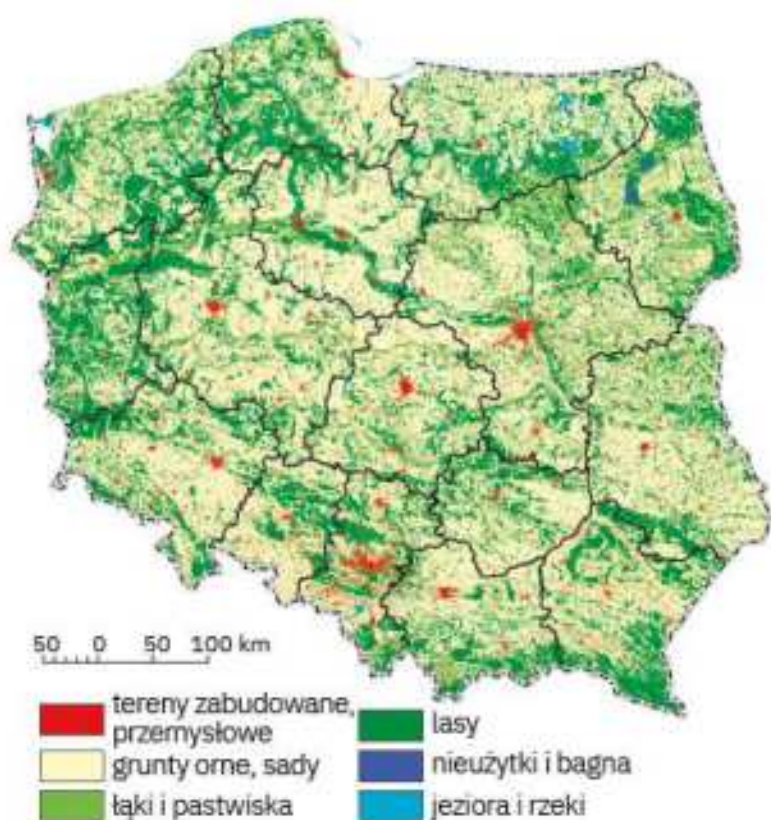
Obiekty niemożliwe do przedstawienia w skali mapy prezentuje się z wykorzystaniem **metody sygnatur** za pomocą znaków punktowych bądź liniowych. Wyróżnia się sygnatury: geometryczne (np. prostokąty, koła), obrazkowe (np. rysunki samochodów prezentujące przemysł samochodowy, kół zębatach – przemysł elektromaszynowy), literowe (np. Cu – występowanie złóż miedzi). Sygnaturami liniowymi zaznacza się drogi, linie kolejowe, rzeki, kanały itp.



Ryc. I.3.4. Metoda sygnatur. Rozmieszczenie przemysłu w Polsce.



Ryc. I.3.5. Metoda zasięgów. Zasięg modrzewia polskiego i jarzabu szwedzkiego w Polsce.



Metoda zasięgów służy do oznaczania na mapie zasięgu występowania jakiegoś zjawiska, na przykład wybranych gatunków roślin czy zwierząt. Wykorzystuje się do tego barwy, szraf lub linie obrysu. Linia zasięgu informuje, po której jej części dane zjawisko występuje. Prezentowane zjawiska mogą być rozproszone (na części mapy nie występują) lub mogą się nakładać na siebie. Wyróżnia się zasięgi otwarte (wychodzą poza obszar ramki danej mapy) i zamknięte (w całości mieszczą się na konkretnej mapie).

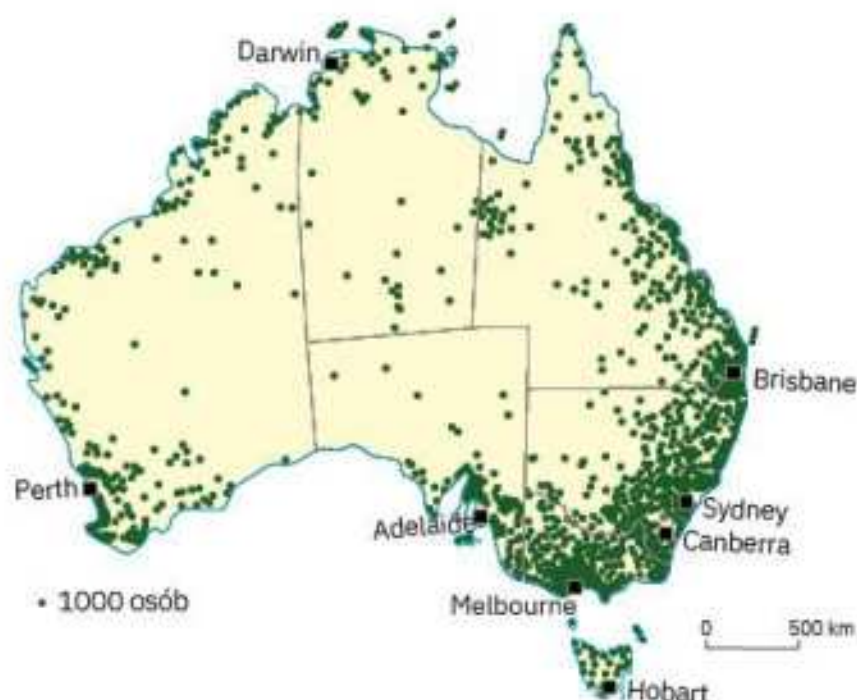
Zjawiska występujące na danym terenie oznacza się na mapach za pomocą **metody powierzchniowej**. Służy ona do przedstawiania obszaru występowania zjawiska za pomocą barwy i szrafu. Aby to zaznaczyć, obszar mapy dzieli się na mniejsze powierzchnie czy kształty niezachodzące na siebie, wykorzystując barwy lub szraf. Ta metoda służy do ukazania rozmieszczenia między innymi form ochrony przyrody, typów gleb.

Ryc. I.3.6. Metoda powierzchniowa. Mapa użytkowania terenu w Polsce.

Ilościowe metody prezentacji zjawisk na mapach

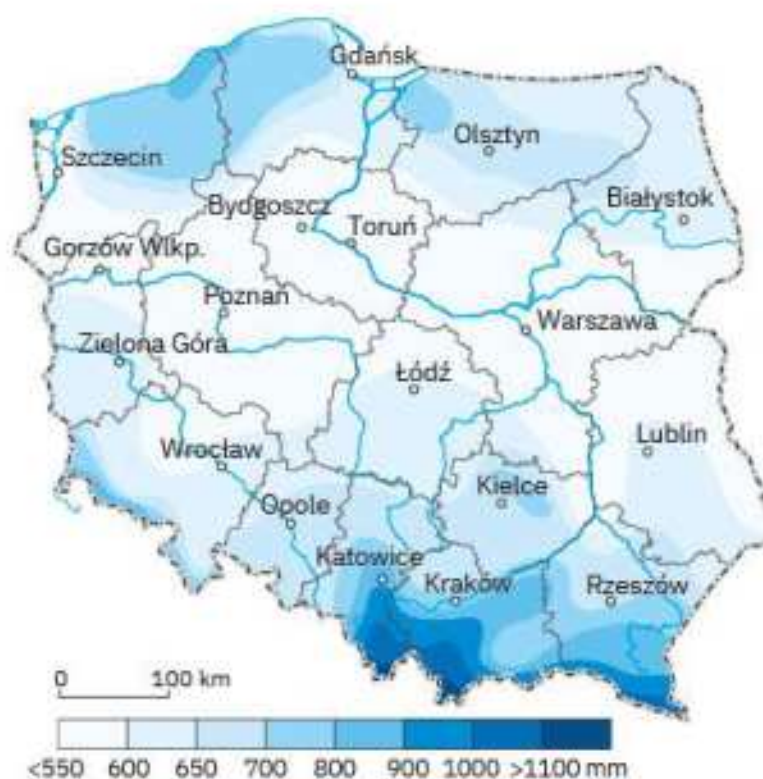
Kartograficzne metody ilościowe służą do prezentacji na mapie przestrzennego zróżnicowania danych liczbowych.

Rozproszone zjawiska, wyrażone w wartościach bezwzględnych, przedstawia się za pomocą **metody kropkowej**. Najczęściej wykorzystywana jest do prezentowania rozmieszczenia ludności. Kropka ma przypisaną wartość liczbową zamieszczoną w legendzie mapy (ryc. I.3.7).



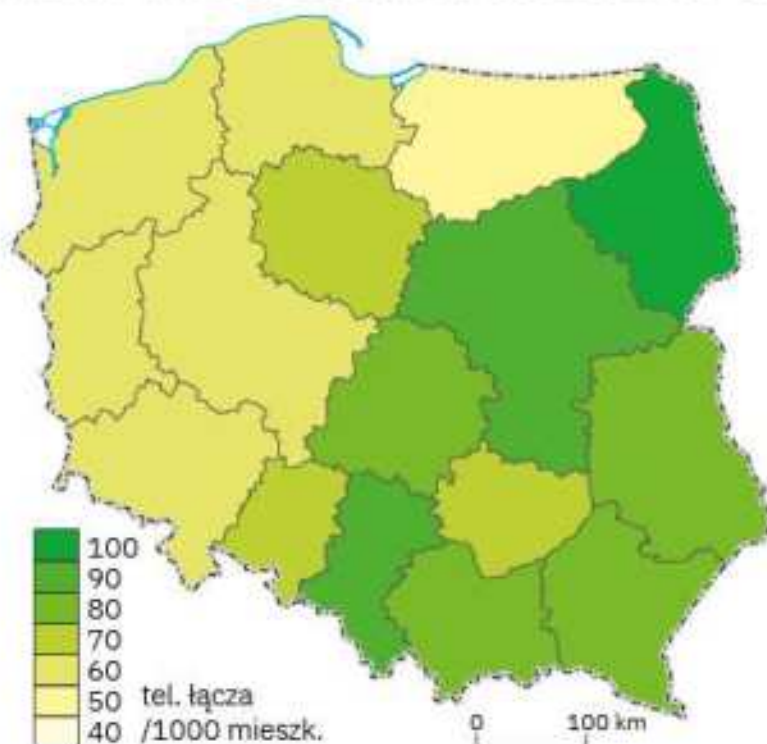
Ryc. I.3.7. Metoda kropkowa. Rozmieszczenie ludności w Australii.

Metoda izolinii służy do prezentacji cech ilościowych zjawisk ciągłych, takich jak temperatura powietrza, ilość opadów, głębokość zbiorników wodnych. **Izolinie** to linie łączące punkty o takiej samej wartości danego zjawiska. **Izotermy** łączą punkty o jednakowej temperaturze, **izohiety** – jednakowej sumie opadów, **izobary** – jednakowym ciśnieniu atmosferycznym, **izohaliny** – jednakowym zasoleniu a **izobaty** – jednakowej głębokości.



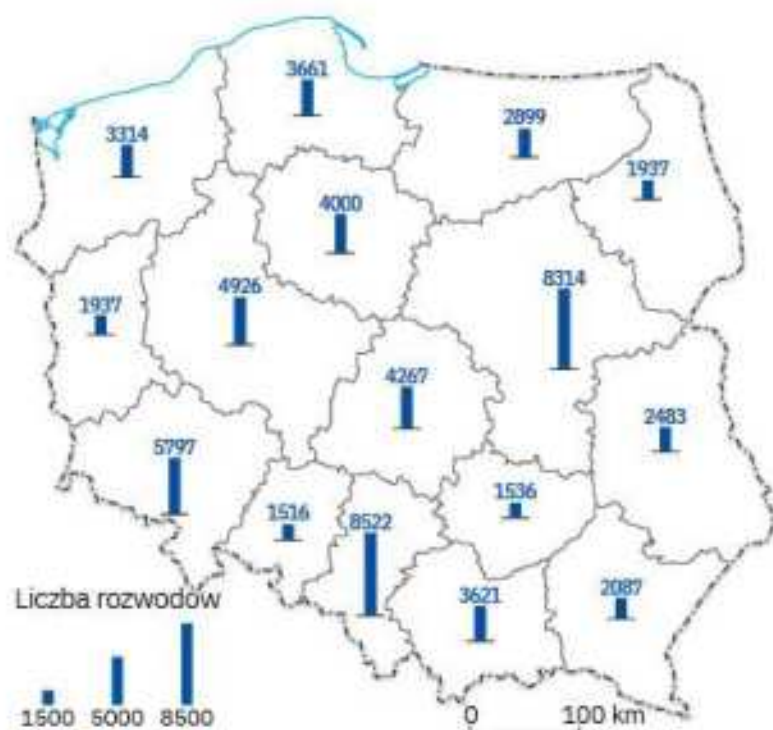
Ryc. I.3.8. Metoda izolinii. Mapa opadów w Polsce.

Metoda kartogramu przedstawia intensywność danego zjawiska w jednostkach powierzchni za pomocą natężenia barw bądź deseni. Na kartogramach stosuje się wartości względne, takie jak np.: liczba ludności na 1 km² lub zużycie nawozów sztucznych na 1 km². Pozwala to na porównywanie intensywności określonego zjawiska na danym terenie, najczęściej podzielonym na jednostki administracyjne (województwa, powiaty, gminy). Wartości liczbowe są uporządkowane w przedziałach intensywności barwy (np. zgodnie z zasadą „im więcej, tym ciemniej” – duże natężenie danej cechy odpowiada ciemniejszym barwom lub



Ryc. I.3.9. Metoda kartogramu. Łączy telefoniczne na 1000 mieszkańców w Polsce.

ich odcieniom). Wskaźniki o możliwych wartościach ujemnych, takich jak przyrost/ubytok naturalny ludności zaznacza się barwami chłodnymi (od jasnozielonego do ciemnoniebieskiego), natomiast wskaźniki o wartościach dodatnich barwami ciepłymi – (np. od żółtego do brązowego).



Ryc. I.3.10. Metoda kartodiagramu. Liczba rozwodów w Polsce na rok.

Metoda kartodiagramu pozwala na zaprezentowanie zjawiska za pomocą diagramów (np. słupkowych, kołowych) umieszczonych na mapie w jednostkach podziału terytorialnego. Dzięki temu można przedstawić nie tylko rozmieszczenie zjawiska, lecz także jego natężenie. Wielkości bezwzględne przedstawione na diagramie są proporcjonalne na przykład do wysokości słupka czy powierzchni figury geometrycznej (kwadratu, koła).

PYTANIA I POLECENIA

1. Uporządkuj podane skale od największej do najmniejszej.

a) 1:250 000

b) 1 cm – 10 km

c) 1:25 000

d) 2

0

2

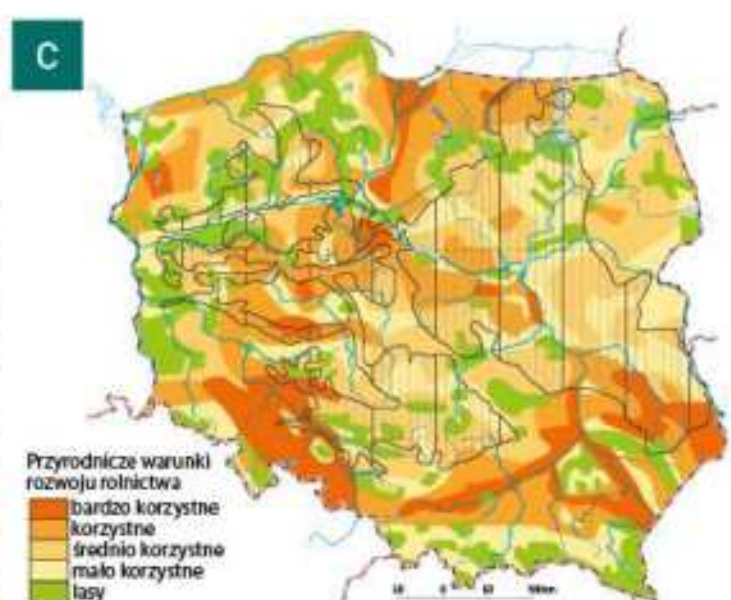
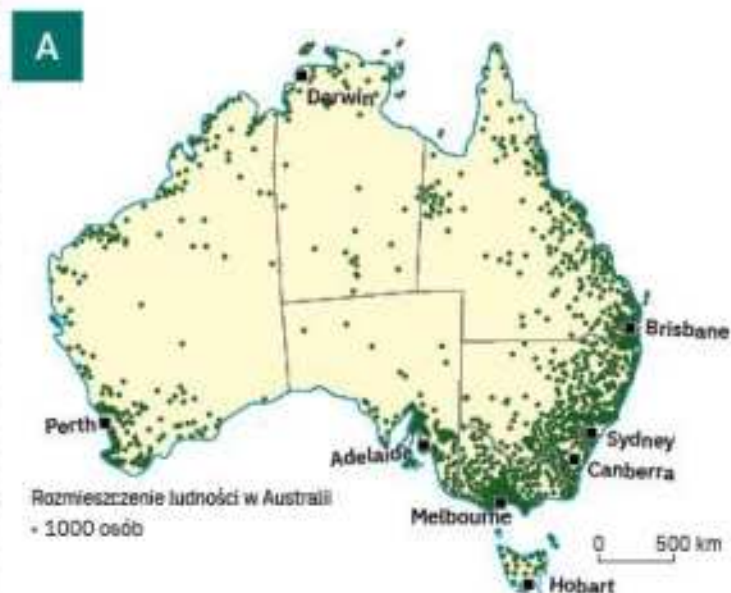
4

6

8 km

2. Oblicz odległość na mapie w skali 1:50 000 między punktem A i B, jeśli w terenie wynosi ona 4 kilometry.

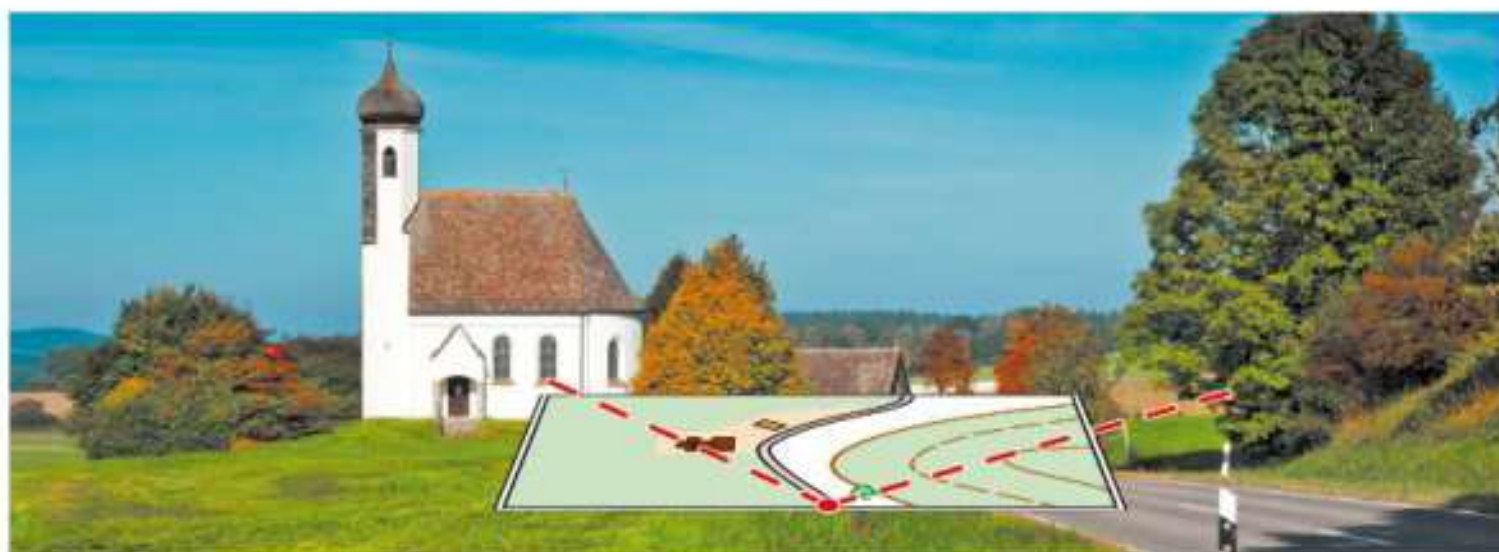
3. Oblicz odległość w terenie, jeśli na mapie w skali 1:25 000 wynosi ona 10 cm.
4. Podaj, jakie metody prezentacji zjawisk zastosowano na poniższych mapach.



4. Czytanie i interpretacja mapy

Umiejętność **czytania mapy i interpretowania** jej treści jest niezbędna nawet we współczesnym świecie, w erze smartfonów, nawigacji internetowych itp. Na przykład w górach możemy nie mieć zasięgu ani dostępu do internetu, a telefon komórkowy się rozładuje. Podczas górskich wędrówek przydaje się mapa papierowa z siecią szlaków turystycznych i miejscami atrakcyjnymi dla turystów. Coraz więcej map turystycznych podaje czas przejścia szlakami turystycznymi, z rozróżnieniem przemieszczania się pod górę i w dół. Trzeba jednak pamiętać, że podane wartości nie uwzględniają czasu przeznaczonego na odpoczynek, wieku ani umiejętności turysty oraz są uśrednione – mogą się zmienić w trudnych warunkach pogodowych.

Podstawową umiejętnością jest orientacja mapy – czyli takie jej ułożenie, aby wszystkie kierunki na mapie odpowiadały rzeczywistym kierunkom w terenie. Mapę można **zorientować** topograficznie za pomocą charakterystycznych obiektów (mapę ustawiamy tak, aby kierunki wyznaczające te obiekty były identyczne na mapie i w terenie) oraz magnetycznie – za pomocą busoli (którą przykładamy do bocznej ramki mapy i obracamy nią w taki sposób, aby igła pokrywała się z ramką).



Ryc. I.4.1. Orientowanie mapy za pomocą obiektów w terenie.

Co można odczytać z mapy topograficznej?

Mapa topograficzna dostarcza wielu informacji. Umożliwia na przykład **wyznaczenie współrzędnych geograficznych** (długości i szerokości geograficznej) za pomocą wartości opisanych na siatce kartograficznej. Korzystając z takiej mapy, można **scharakteryzować sieć wodną**, czyli opisać położenie rzek, jezior czy zbiorników sztucznych (retencyjnych). Na podstawie takiej mapy określimy bieg rzeki oraz jej lewobrzeżne i prawobrzeżne **doptywy**, obliczymy **spadek koryta rzeki** i **szerokość dna doliny** (często rzeczywista szerokość koryta rzeki jest węższa, niż wynikałoby to z grubości linii na mapie). Możemy także przeanalizować **układ koryt rzecznych**, sprawdzając, czy jest prostolinijny, czy kręty. Znając skalę mapy, obliczymy też **pole powierzchni** zbiornika wodnego.

Z mapy można odczytać również co znajduje się na danym terenie. **Znakami powierzchniowymi** zaznacza się lasy, łąki, obszary występowania kosodrzewiny, bagna, zabudowania, tereny przemysłowe. **Zagospodarowanie turystyczne** danego obszaru można ocenić na podstawie obiektów **bazy noclegowej** (hotele, schroniska, obiekty agroturystyczne), **bazy gastronomicznej** (restauracje, bary, kawiarnie), **sieci komunikacyjnej** (drogi główne, drugorzędne, utwardzone, polne, ścieżki) oraz **bazy towarzyszącej** (informacja turystyczna, obiekty sportowo-rekreacyjne, placówki pocztowe, stacje benzynowe, sklepy).

	las liściasty		krzak, pas krzaków
	las iglasty, linia oddziałowa, numer oddziału leśnego		gęste krzaki
	zagajnik liściasty		pojedynczy krzak kosodrzewiny
	zagajnik iglasty		gęste krzaki kosodrzewiny
	wąski pas lasu lub zagajnika		sad
	rząd drzew		ogródki działkowe
	grupa drzew, pojedyncze drzewo		plantacja krzewów owocowych
	drzewo – pomnik przyrody: iglaste, liściaste		plantacja roślin przemysłowych
			roślinność trawiasta
			zarośla, trzciny lub wysokie trawy

Ryc. I.4.2. Powierzchniowe znaki topograficzne wykorzystywane przy interpretacji pokrycia terenu.

	autostrada		schron,
	droga o nawierzchni twardej		budowla o charakterze wieży, komin
	ulica o nawierzchni utwardzonej lub bez nawierzchni		pomnik, kapliczka lub krzyż,
	ulica przelotowa drugorzędna		samotny grób: chrześcijański, niechrześcijański
	droga o nawierzchni utwardzonej		wiatrak, maszt,
	droga gruntowa polna lub leśna, ścieżka		turbina wiatrowa,
	nasyp pod drogą z opisem wysokości		stacja meteorologiczna
	linia kolejowa normalnotorowa niezelektryfikowana		reflektor oświetleniowy,
	tory stacyjne		sygnał świetlny, dźwigar
	nasyp pod linią kolejową i torem stacyjnym z opisem wysokości		szyb kopalniany, szyb naftowy,
	budynek: mieszkalny wielorodzinny, jednorodzinny, niemieszkalny		miejsce wydobywania torfu
	kościół lub cerkiew, kaplica, świątynia niechrześcijańska		stacja paliw, zbiornik paliw,
	wysoki budynek mieszkalny, użyteczności publicznej, budynek przemysłowy		zbiornik cylindryczny
	budynek zrujnowany, szklarnia, wiata		dwór, hotel, schronisko
			wieża widokowa
			szlaki turystyczne
			szlaki dydaktyczne i spacerowe
			inne szlaki
			szlaki rowerowe
			szlak konny

Ryc. I.4.3. Przykładowe znaki topograficzne wykorzystywane przy interpretacji zagospodarowania terenu i sieci osadniczej.

Zdjęcia satelitarne i lotnicze

Wraz z rozwojem transportu lotniczego pojawiła się możliwość fotografowania Ziemi z większej wysokości. Oprócz zdjęć czarno-białych i barwnych współcześnie wykonuje się też fotografie techniką cyfrową w wysokiej rozdzielczości. Pozwala to mierzyć obiekty znajdujące się na fotografii oraz interpretować ich treść. Analiza zdjęć lotniczych dostarcza informacji o położeniu na przykład dróg, budynków lub rzek. Zdjęcia lotnicze są wykorzystywane do aktualizacji map topograficznych. Pokazują także, co znajduje się na danym terenie, jakie rośliny na nim rosną, czy i w jakim stopniu ten obszar jest zanieczyszczony.

Zdjęcia satelitarne zaczęto wykonywać od momentu wprowadzenia sztucznych satelitów na orbitę Ziemi (od lat 60. XX w.). Pierwsze takie fotografie (zwłaszcza chmur) wykorzystywano przede wszystkim w meteorologii do prognozowania pogody. Współcześnie zdjęcia satelitarne mogą przedstawiać obiekty o średnicy kilku metrów, a pełne obrazy satelitarne składają się z kilku lub nawet kilkunastu warstw.



Ryc. I.4.4. Zdjęcie satelitarne obszaru Australii.

Obrazy satelitarne wykorzystuje się w:

- meteorologii – do prognozowania pogody, oceny zagrożeń, np. huraganów;
- rolnictwie – do oceny powierzchni i stanu upraw;
- hydrologii – do monitorowania akwenów;
- gleboznawstwie – w analizie pokrywy glebowej i właściwości gleb;
- geologii – w poszukiwaniach złóż surowców mineralnych;
- ochronie środowiska – do określenia zasięgu powodzi, pożarów, szacowania zniszczeń.

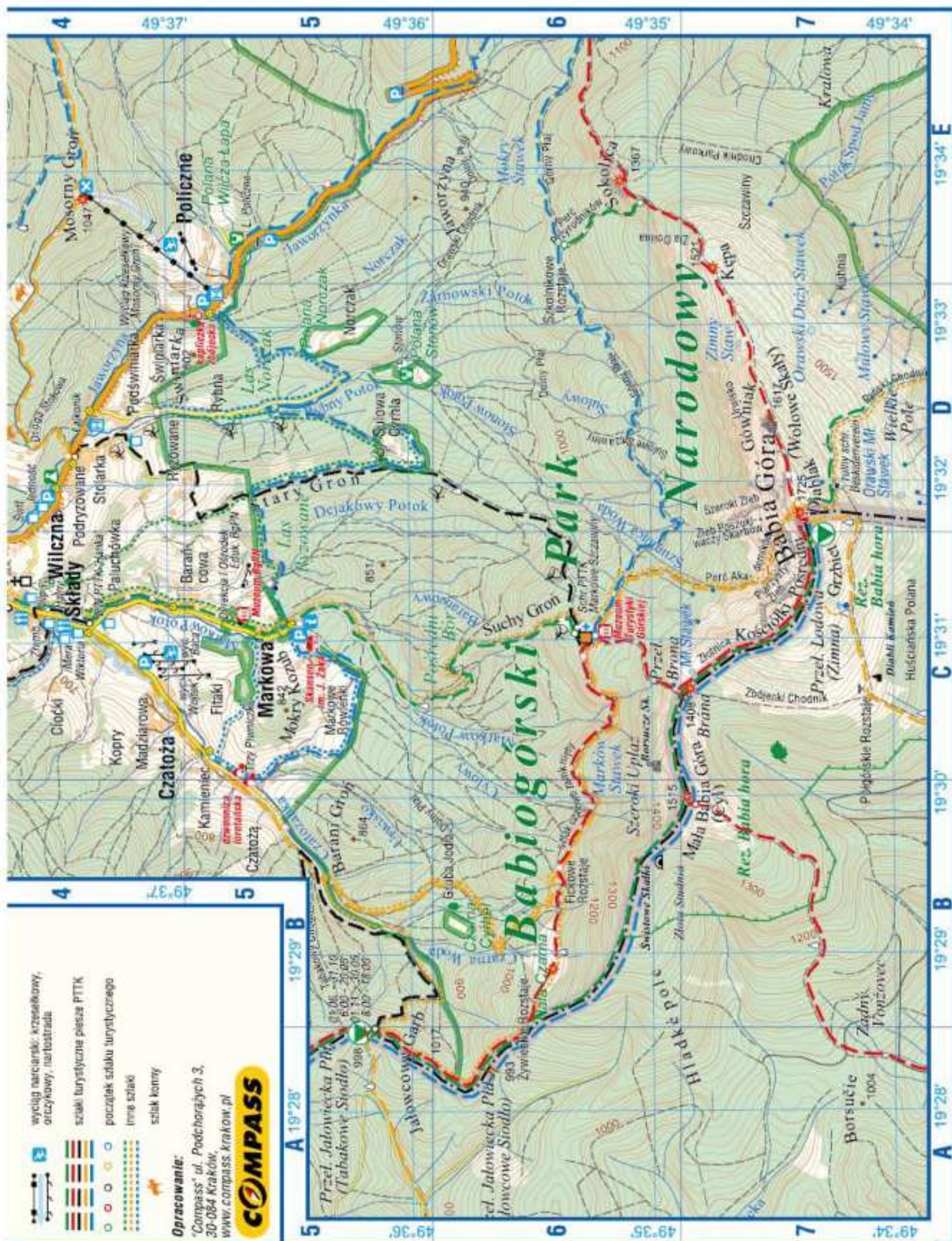
Dzięki zdjęciom lotniczym i satelitarnym można także porównywać, jak zmienił się dany obszar, zestawiając fotografie z różnych lat.

Zdjęcia satelitarne powierzchni Ziemi są dostępne w darmowej aplikacji Google Earth (czytaj: gūgl erf). Umożliwia ona obserwowanie krajobrazów w 3D, pod różnym kątem i z różnej wysokości. Ponadto służy do wyszukiwania adresów różnych miejsc oraz określania położenia na podstawie współrzędnych geograficznych. Z Google Earth jest związana aplikacja Street View (czytaj: strit wju), pozwalająca wirtualnie podróżować i zwiedzać różne miejsca dzięki zdjęciom robionym z perspektywy ulicy.



Ryc. I.4.5. Zdjęcia satelitarne Krakowa z 1965 (A) i 1996 r. (B).

Źródło: <http://juvenia.info/krakow/#1996,50.05377,19.93604,14>.



PYTANIA I POLECENIA

Zadania wykonaj na podstawie fragmentu mapy Beskidu Żywieckiego zamieszczonego na stronach 30–31.

1. Opisz zagospodarowanie turystyczne Zawoi. Wykorzystaj wskazówki zawarte na rycinie I.4.3.
2. Wybrałeś/Wybrałaś się na wycieczkę niebieskim szlakiem z Zawoi Policznej (E5) do Zawoi Markowej (C5). Podaj kierunki świata (główne i pośrednie) na poszczególnych odcinkach tego szlaku.
3. Oblicz rzeczywistą odległość w linii prostej między Babią Górą (D7) a posterunkiem policji w Zawoi Centrum (E2).
4. Średni czas przejścia i długość trasy do pokonania na Babią Górę wynosi:
 - a) z Zawoi Markowej (szlakiem zielonym, a następnie Percią Akademików) – 3 godziny 5 minut; 7,6 km,
 - b) z Zawoi Markowej (szlakiem zielonym, a następnie szlakiem czerwonym) – 2 godziny 55 minut; 7,9 km,
 - c) z Przetęczy Krowiarki (szlakiem czerwonym) – 2 godziny 20 minut; 4,5 km.Oblicz, ile zajmie ci średnio pokonanie 1 kilometra każdej z wyznaczonych tras. Który szlak będzie najtrudniejszy do pokonania i dlaczego?
5. Na podstawie zdjęć Krakowa umieszczonych na stronie 29 porównaj zagospodarowanie terenu (np. rodzaj zabudowy, szata roślinna) w dowolnie wybranym fragmencie miasta. Wymień kilka elementów środowiska geograficznego widocznych na zdjęciu z 1996 roku.



II

**OBSERWACJE
ASTRONOMICZNE**

1. Budowa Wszechświata.

Galaktyki i gwiazdozbiory

Od czasów starożytnych ludzi fascynował Wszechświat, jego ogrom, złożoność, ruchy ciał niebieskich obserwowane na niebie. Wielu badaczy próbowało znaleźć odpowiedzi na pytania o to, gdzie jest granica Wszechświata, czy da się zmierzyć jego wielkość, w jaki sposób powstał, czy istnieją planety podobne do Ziemi i wreszcie – czy gdzieś w kosmosie jest możliwe życie poza naszą planetą. Nie na wszystkie pytania uzyskano odpowiedzi.

Pierwotnie uważano, że ciała niebieskie krążą wokół Ziemi. Dopiero Mikołaj Kopernik udowodnił, że to Ziemia wraz z innymi planetami obiegają Słońce. W 1969 r. człowiek pierwszy raz wylądował na Księżycu i gdy zobaczył, jak wygląda Ziemia widziana z Kosmosu, nazwał ją „Błękitną Planetą”.



Ryc. II.1.1. „Błękitna Planeta” – widok Ziemi widzianej z Księżyca. Nazwa pochodzi od barwy oceanów, które zajmują ponad 1/3 powierzchni Ziemi.

Teoria Wielkiego Wybuchu

Wszechświat to przestrzeń kosmiczna wypełniona materią i energią. Pomimo rozwoju nauk astronomicznych nie jest on do końca dobrze poznany. Nie

wiadomo dokładnie, jak powstał oraz czy istnieje bądź istniało życie na innych planetach. Wiek Wszechświata określa się na blisko 14 miliardów lat. Średnica widzialnego Wszechświata to około 91–93 miliardów lat świetlnych. Liczy on ponad 100 miliardów galaktyk.

Rok świetlny to odległość, jaką w ciągu roku pokonuje w próżni światło poruszające się z prędkością 300 000 km na sekundę.

(1 rok świetlny = ok. 9 500 000 000 000 km)

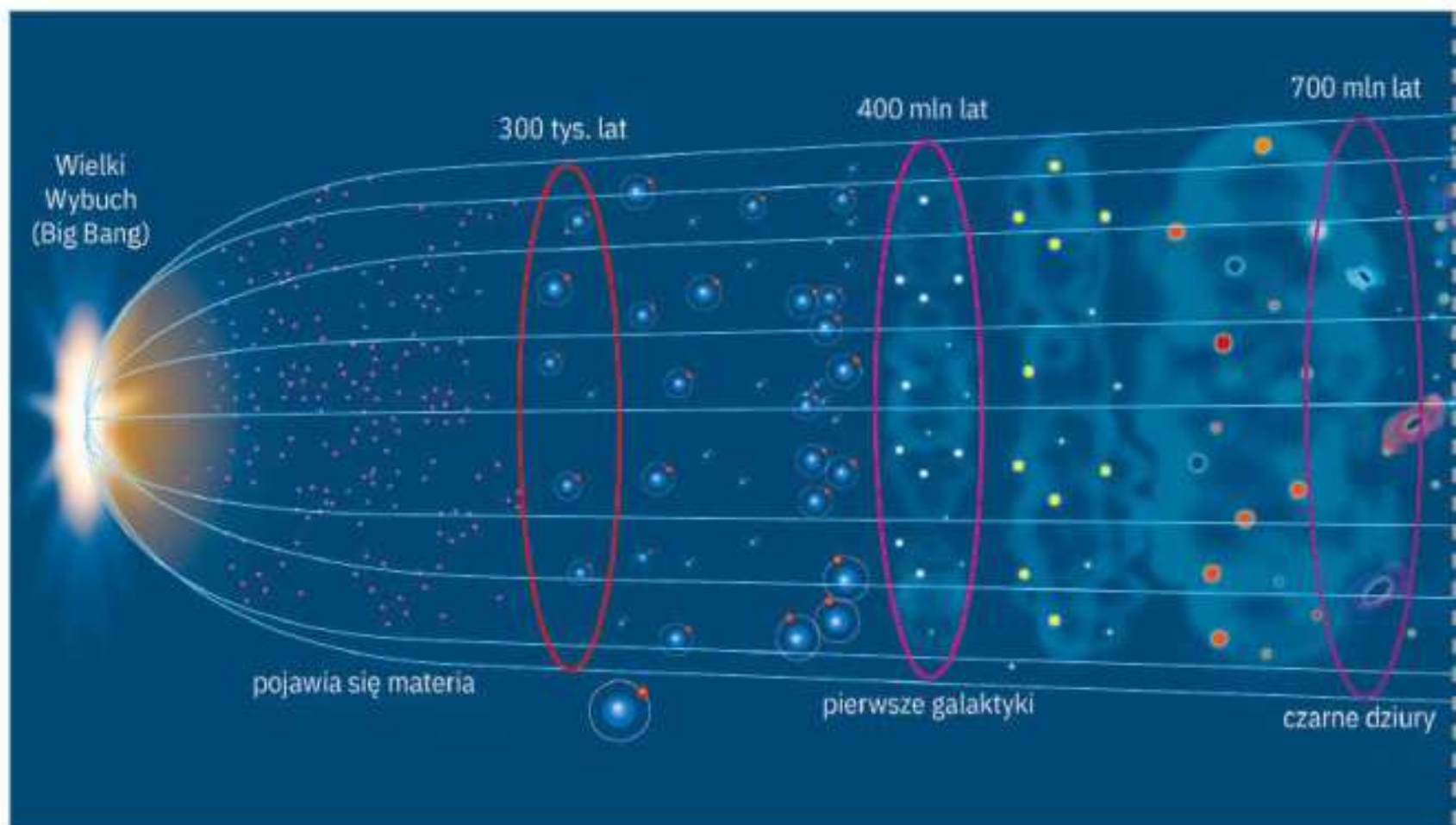
Zgodnie ze współczesną wiedzą Wszechświat powstał w wyniku olbrzymiej eksplozji zwanej **Wielkim Wybuchem**. Wybuch ten nastąpił w punkcie, w którym była skupiona cała materia i energia. Od tego momentu Wszechświat zaczął się powiększać, a jego ekspansja trwa i następuje coraz szybciej. Pierwsze chwile po Wielkim Wybuchu są dla nauki na razie nieznane. Materia występowała w postaci cząstek elementarnych (kwarków i elektronów), które poruszały się z ogromną energią, i zderzając się ze sobą, powodowały powstawanie kolejnych cząstek, tak zwanych hadronów.

Zderzenia cząstek możemy obserwować – i dzięki temu badać, jak wyglądało tworzenie się materii – w **Wielkim Zderzaczu Hadronów** w Europejskim Ośrodku Badań Jądrowych w pobliżu Genewy w Szwajcarii.



Ryc. II.1.2. Wnętrze Wielkiego Zderzacza Hadronów.

Okolo 200 milionów lat po Wielkim Wybuchu zaczęły powstawać pierwsze **gwiazdy**, a po mniej więcej 400 milionach lat zaczęły się tworzyć pierwsze **galaktyki**. Stwierdzono, że okolo 5 miliardów lat temu ekspansja Wszechświata zaczęła przyspieszać.

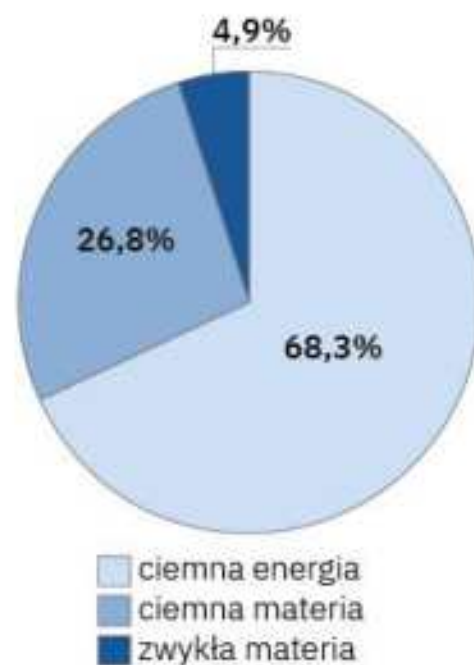


Ryc. II.1.3. Ewolucja Wszechświata.

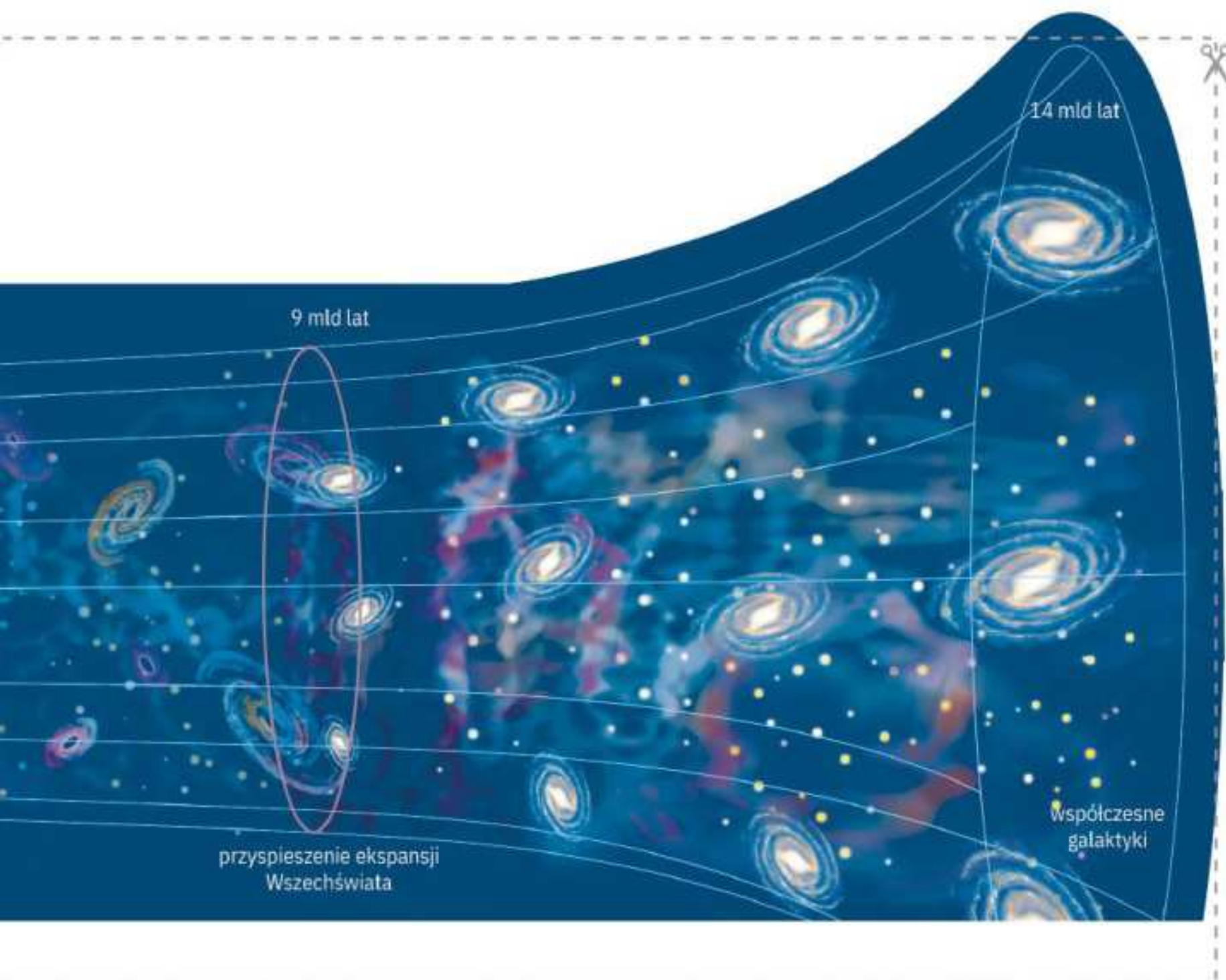
Budowa Wszechświata

Wszechświat tworzą:

- **zwykła materia** – obejmuje okolo 5% energii i materii Wszechświata; są to elementy, które możemy zaobserwować, jak gwiazdy, planety, pyły kosmiczne oraz obiekty otaczające nas na Ziemi;
- **ciemna energia** – składa się na nią ponad dwie trzecie Wszechświata; dzięki niej Wszechświat się rozszerza;
- **ciemna materia** – masa, w której są zamknięte galaktyki; dzięki panującej w niej grawitacji gwiazdy nie rozpraszają się podczas ruchu.



Ryc. II.1.4. Budowa Wszechświata.



Galaktyki

Głównymi elementami Wszechświata są **galaktyki** składające się z **gwiazd** oraz pyłów i gazów wypełniających przestrzeń międzygwiazdową. Skupiska tych pyłów i gazów występujących w kształcie obłoków nazywamy **mgławicami**.

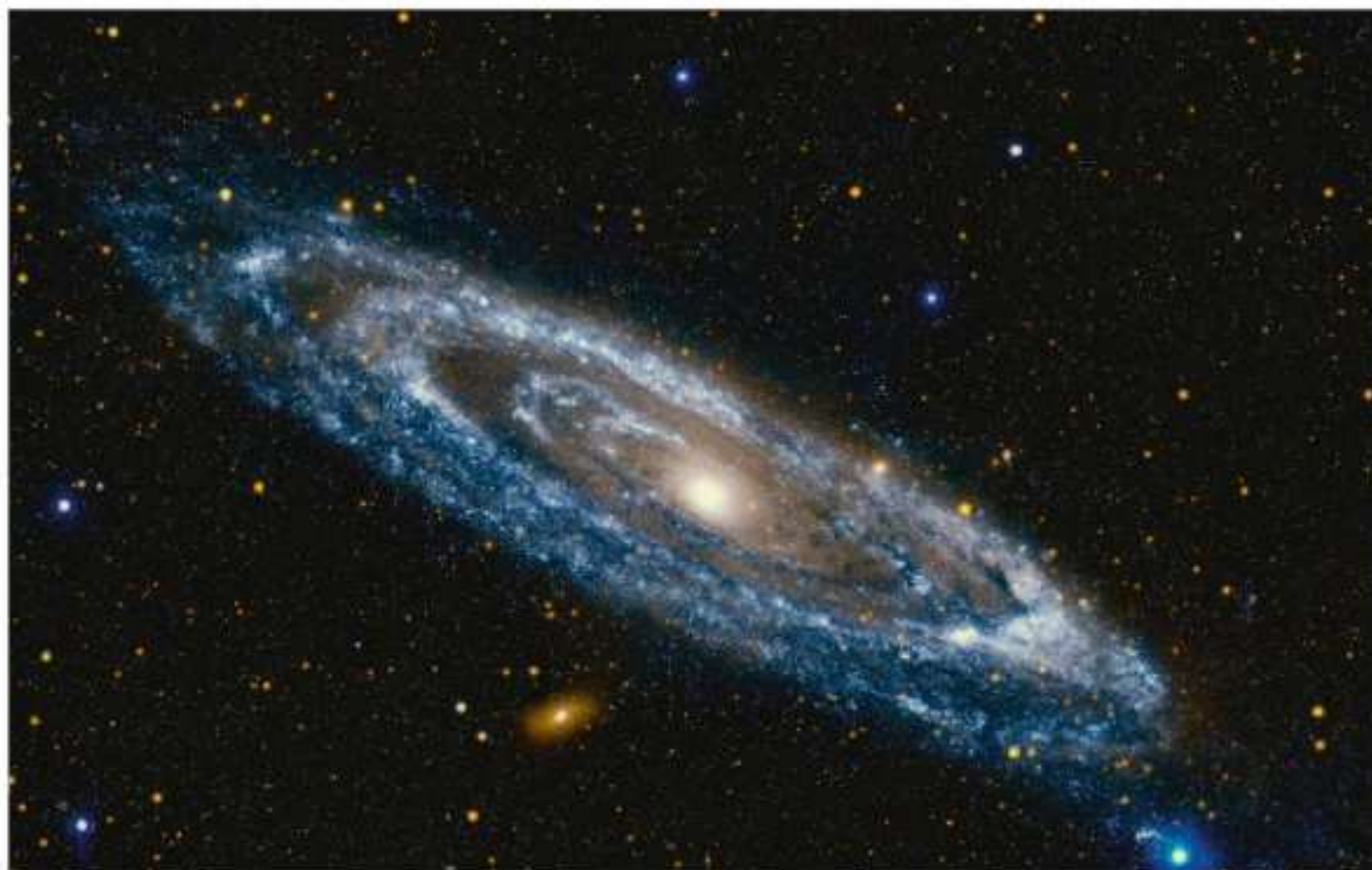
Gwiazda to ciało niebieskie świecące własnym światłem dzięki wysokiej temperaturze utrzymywanej wskutek zachodzących reakcji termojądrowych, składające się głównie z wodoru i helu.

Galaktyka jest zgrupowaniem gwiazd wraz z materią międzygwiazdową (pyłami i gazami).

Nasza galaktyka, w której znajduje się Układ Słoneczny, nazywa się **Drogą Mleczną** lub po prostu **Galaktyką** (pisana wielką literą). Nazwa pochodzi od jasnej poświaty będącej skupiskiem odległych gwiazd, ciągnącej się przez cały

nieboskłon i biorącej udział w dobowym obrocie sfery niebieskiej. Aby ją dostrzec, należy obserwować niebo w pogodną noc i najlepiej z dala od światel miejskich.

Galaktyki mają różny kształt: **spiralny**, **eliptyczny**, **soczewkowy** oraz **nieregularny**.



Ryc. II.1.5. Galaktyka spiralna (Droga Mleczna).



Ryc. II.1.6. Galaktyka eliptyczna (Galaktyka M87 w gwiazdozbiornie Panny).



Ryc. II.1.7. Galaktyka nieregularna (Wielki Obłok Magellana).

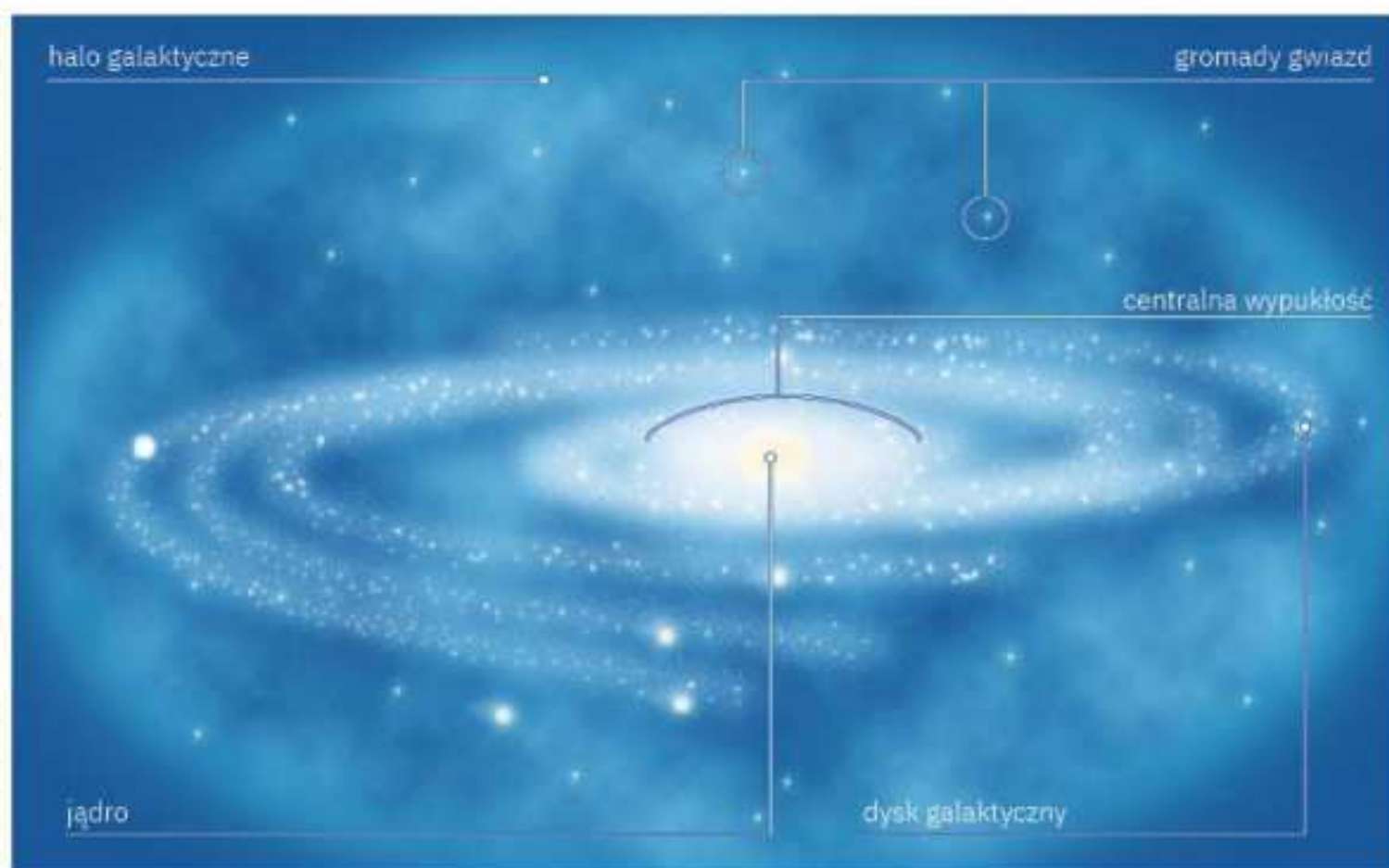
Droga Mleczna jest galaktyką spiralną z pasem jasnych gwiazd, wychodzących z jej centrum i przebiegających przez środek. Znajduje się w niej od 200 do 400 miliardów gwiazd.



Ryc. II.1.8. Droga Mleczna widziana z Ziemi.

W obrębie Galaktyki wyróżnia się:

- **jądro** – silne źródło promieniowania elektromagnetycznego,
- **centralną wypukłość** – kuliste zgrupowanie starych gwiazd otaczających jądro,
- **dysk galaktyczny** – składający się z dysku utworzonego przez gwiazdy oraz dysku gazowego,
- **halo galaktyczne** – przestrzeń otaczająca symetrycznie centrum galaktyki, składająca się z gwiazd, gromad gwiazd oraz prawdopodobnie z ciemnej materii.



Ryc. II.1.9. Budowa Galaktyki.

Odległości astronomiczne

Aby określić odległości między gwiazdami czy galaktykami, w astronomii używa się następujących jednostek odległości:

- **jednostka astronomiczna (j.a. lub AU z ang. *Astronomical Unit*, czytaj: astronomikal junit) – średnia odległość Ziemi od Słońca = 149 597 870 700 m,**
- rok świetlny – 63241 j.a.
- parsek (pc) – 206265 j.a.

Przykładowe odległości:

- Ziemia–Księżyc: 1,3 sekundy świetlnej, 384 tys. km
- Ziemia–Słońce: 8 minut 20 sekund świetlnych, 1 j.a.
- Słońce–Neptun: 30 j.a., 4 godziny 50 minut świetlnych (4,5 mld km)
- Słońce–Proxima Centauri (najbliższa gwiazda): 1,29 pc., 4,22 roku świetlnego
- średnica Drogi Mlecznej: ok. 30 kpc., 100 000 lat świetlnych
- średnica obserwowalnego Wszechświata: 93 mld lat świetlnych

PYTANIA I POLECENIA

1. Przygotuj plakat przedstawiający wybrany element Wszechświata. Wzbogać go o opisy, zdjęcia, rysunki.
2. Scharakteryzuj budowę Drogi Mlecznej.
3. Korzystając z dostępnych źródeł informacji (np. strona internetowa Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, strony Puls Kosmosu, Urania), przygotuj prezentację na temat aktualnych odkryć w kosmosie.

2. Ziemia w Układzie Słonecznym

Budowa Układu Słonecznego

Układ Słoneczny to układ planetarny, który powstał z zagęszczenia materii międzygwiazdowej około 4,6 miliarda lat temu. Do Układu Słonecznego należą:

- Słońce – centralna gwiazda układu,
- 8 planet (Merkury, Wenus, Ziemia, Mars, Jowisz, Saturn, Uran, Neptun),
- planety karłowate (Pluton, Ceres, Makemake, Haumea, Eris),
- planetoidy, meteoroidy, pas Kuipera, komety, materia międzyplanetarna (pyły i gazy).

W centrum Układu Słonecznego znajduje się Słońce, położone w Ramieniu Orio-
na w Drodze Mlecznej w odległości około 26 000 lat świetlnych od centrum

Galaktyki. Masa Słońca stanowi 99,9% masy całego Układu Słonecznego i jest około 333 000 razy większa niż masa Ziemi. Słońce to kula gazowa zbudowana z wodoru (73% masy) i helu (26%). Zawiera również niewielkie ilości tlenu, węgla, azotu i innych pierwiastków. Średnica Słońca wynosi około 1,39 miliona km i jest 109 razy większa od średnicy Ziemi. Wnętrze Słońca stanowi jądro, w którym temperatura wynosi ponad 15 milionów stopni Celsjusza. Zachodzą tu reakcje termojądrowe, czyli takie, w których z jąder atomowych jednych pierwiastków w wysokiej temperaturze powstają jądra atomowe innych pierwiastków. W wyniku tych reakcji wydzielają się promieniowanie elektromagnetyczne docierające do Ziemi w postaci ciepła.

W atmosferze słonecznej obserwuje się wiele zjawisk nazywanych aktywnością słoneczną. Wiążą się one ze zmiennym natężeniem pola magnetycznego. Do najbardziej widocznych zjawisk należą plamy słoneczne (czyli ciemne obszary o niższej temperaturze na powierzchni Słońca), a natężenie pojawiania się ich zmienia się średnio co 11 lat. Wpływ aktywności słonecznej na atmosferę ziemską widać w postaci zórz polarnych na dużych szerokościach geograficznych oraz burz magnetycznych (nagłych zmian natężenia pola magnetycznego Ziemi). Skutkiem wzrostu aktywności słonecznej są awarie systemów energetycznych, zakłócenia w funkcjonowaniu systemów nawigacyjnych oraz przerwy w działaniu satelitów.



Ryc. II.2.1. Zorza polarna na wyspach Lofotach (Norwegia).

Zorza polarna jest zjawiskiem świetlnym występującym na wysokości 100–400 km, spowodowanym bombardowaniem górnych warstw atmosfery przez elektrony i protony wyrzucane przez Słońce. Można ją obserwować jako barwne, świetliste wstęgi na niebie w wyższych szerokościach geograficznych. Zderzenie cząstek z mieszaniną gazów sprawia, że świecą, co jest skutkiem zjawiska jonizacji, znanego ci z lekcji fizyki. Kolor zorzy zależy od rodzaju gazu, np. tlen świeci na czerwono i zielono, a wodór i hel – na niebiesko i fioletowo.

Planeta w Układzie Słonecznym to ciało niebieskie okrążające Słońce po drodze zwanej orbitą, mające wystarczającą masę, aby dzięki grawitacji osiągnąć niemal kulisty kształt. W sąsiedztwie jej orbity nie znajdują się inne duże obiekty.

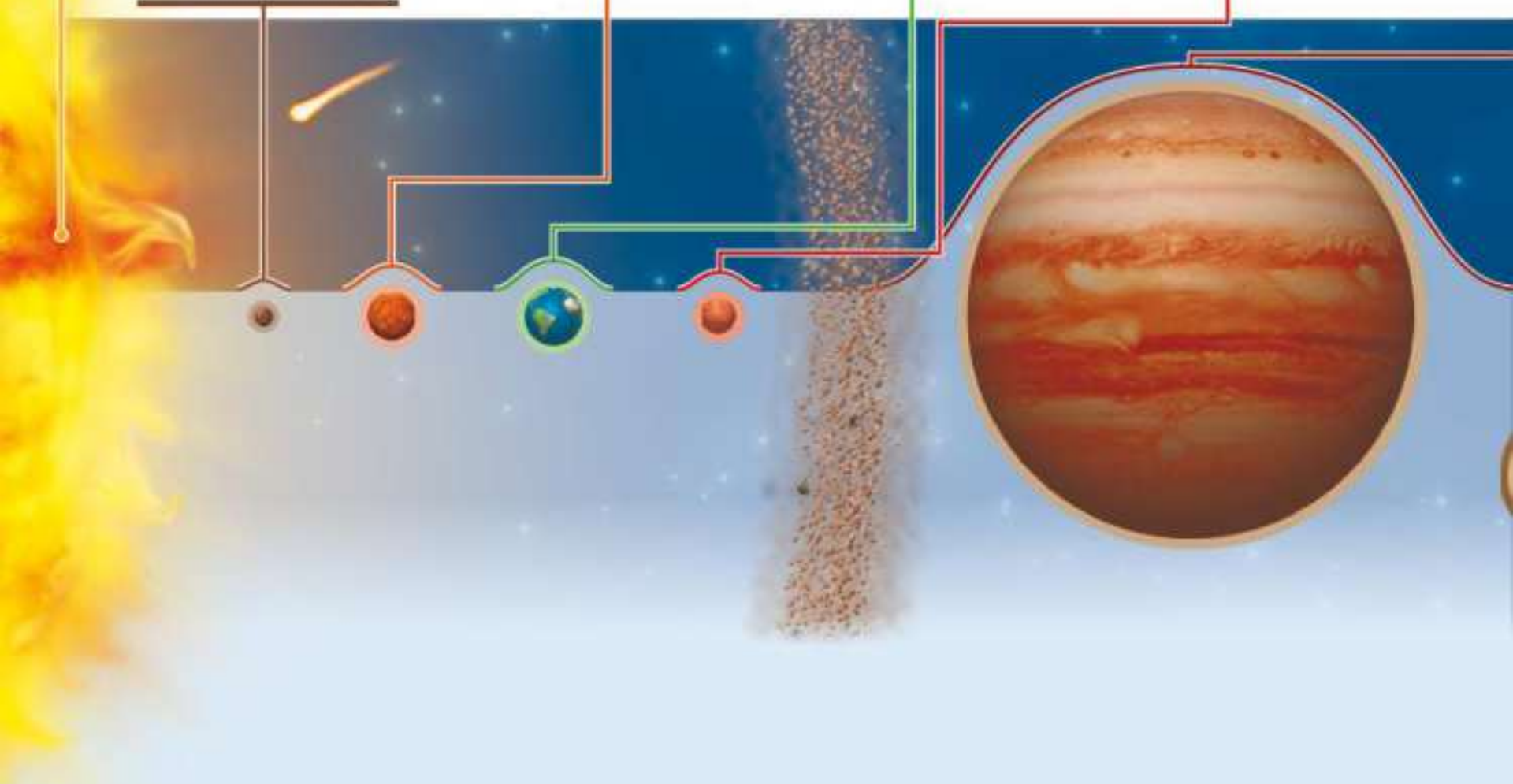
Słońce stanowi 99,9% masy całego Układu Słonecznego. W ciągu sekundy traci średnio 5 300 000 ton swojej masy. Do tej pory jego masa zmniejszyła się o zaledwie 0,04%, a zapasy wodoru (głównego składnika) wyczerpią się za mniej więcej 5 miliardów lat.

Merkury – najmniejsza planeta Układu Słonecznego. Ma bardzo rzadką atmosferę, a jego powierzchnia przypomina powierzchnię Księżyca (liczne kratery). Temperatura powierzchni oświetlonej przez Słońce może osiągać 430°C, a w nieoświetlonej części spada do ok. -180°C. Ze względu na silne oddziaływanie grawitacyjne Słońca, doba merkuriańska trwa dwie trzecie roku merkuriańskiego.

Wenus – można ją obserwować tuż przed wschodem lub tuż po zachodzie Słońca, dlatego zwana jest Gwiazdą Poranną lub Gwiazdą Wieczorną. Ma bardzo gęstą atmosferę, uniemożliwiającą obserwację powierzchni planety, która jest ukształtowana przez działalność wulkanów. Wskutek efektu cieplarnianego temperatura planety sięga 460°C.

Ziemia jest największą (pod względem masy, gęstości i średnicy) planetą skalistą Układu Słonecznego. Dzięki polu magnetycznemu Ziemi, które odbija promieniowanie kosmiczne, na naszej planecie rozwinęło się życie.

Mars – ciemnoczerwona barwa planety pochodzi od występujących na jej powierzchni tlenków żelaza. Są na niej wulkany, doliny, pustynie oraz polarne czapy lodowe wokół biegunów. Mars prawdopodobnie miał kiedyś duże zasoby wód powierzchniowych. Ze względu na większą odległość od Słońca temperatura na Marsie jest nieco niższa niż na Ziemi.



Ryc. II.2.2. Planety Układu Słonecznego.

Planety Układu Słonecznego można podzielić na wewnętrzne (typu ziemskiego, skaliste) oraz zewnętrzne (gazowe olbrzymy). Rozdziela je pas **planetoid**. Wokół planet krążą ciała niebieskie zwane **księżycami**.

Największym znanym księżycem w Układzie Słonecznym jest Ganimedes o średnicy 5262 km, obiegający Jowisza. Inne duże księżyce to Tytan (Saturn), Kallisto (Jowisz), Io (Jowisz), Księżyc (Ziemia) i Europa (Jowisz).

Jowisz to największa planeta Układu Słonecznego, zaliczana do gazowych olbrzymów, gdyż składa się głównie z wodoru i helu. Jowisz ma największą atmosferę (5000 km grubości) i nie ma stałej powierzchni. Charakterystyczną cechą tej planety jest Wielka Czerwona Plama będąca antycyklonem burzowym.

Saturn – jego cechą charakterystyczną są pierścienie składające się z lodu, skał i pyłu kosmicznego. Saturn ma 9 pierścieni i 62 księżyce. Więcej na nim potężne wiatry o prędkości ponad 1800 km/h.

Uran ma najzimniejszą atmosferę w Układzie Słonecznym – jej temperatura sięga do -224°C . Otaczają go także pierścienie, magnetosfera oraz liczne księżyce. Uran jest pierwszą planetą, która została odkryta za pomocą teleskopu.

Neptun – najdalej położona od Słońca planeta Układu Słonecznego. Jego atmosfera jest bardzo aktywna, występują liczne burze i porywiste wiatry. Neptun i Uran dla odróżnienia od Jowisza i Saturna są czasami nazywane lodowcowymi olbrzymami (ze względu na większą zawartość lodu).



Do 2006 r. utrzymywano, że Układ Słoneczny liczy dziewięć planet (zaliczano do nich Plutona odkrytego w 1930 r.). Międzynarodowa Unia Astronomiczna odebrała Plutonowi status planety (ze względu na jego masę, która jest mniejsza m.in. od ziemskiego Księżyca) i zaliczyła go do **planet karłowatych**. Inne planety karłowate to Ceres, Haumea, Makemake oraz Eris. Z wyjątkiem Cereasa (pas główny planetoid) znajdują się one na krańcach Układu Słonecznego (w obrębie pasa Kuipera).

Tab. II.2.1. Porównanie typów planet Układu Słonecznego

Rodzaj planety	Planeta	Średnia odległość od Słońca		Średnica	Liczba księżyców	Okres obrotu wokół Słońca (dni)	Okres obrotu wokół osi	Temperatura na powierzchni (°C)	
		(mln km)	(j.a.)					maksymalna	minimalna
Planety wewnętrzne (skaliste)	Merkury	57,91	0,39	4840	–	87,97	56,65 dnia	450	–184
	Wenus	108,21	0,72	12 230	–	224,70	–243,01 dnia*	482	371
	Ziemia	150,00	1,00	12 756	1	365,26	23,93 godz.	57	–89
	Mars	227,95	1,52	6800	2	686,96	24,62 godz.	20	–153
Planety zewnętrzne (gazowe)	Jowisz	778,40	5,20	142 796	79	4333,29	9,92 godz.	–121	–163
	Saturn	1423,62	9,52	120 660	62	10756,20	10,66 godz.	–130	–191
	Uran	2866,14	19,70	52 400	27	30707,49	–17,24 godz.*	–205	–214
	Neptun	4498,60	30,10	50 460	14	60223,35	16,11 godz.	–220	–223

*Ruch obrotowy tej planety odbywa się w przeciwnym kierunku niż pozostałych.

Tab. II.2.2. Planety wewnętrzne i zewnętrzne

Planety wewnętrzne Merkury, Wenus, Ziemia, Mars	Planety zewnętrzne Jowisz, Saturn, Uran, Neptun
■ znajdują się najbliżej Słońca ■ okres obiegu dookoła Słońca nie przekracza 2 lat ■ charakteryzują się szybszą prędkością orbitalną niż planety zewnętrzne ■ okres obrotu wokół własnej osi wynosi przynajmniej jedną dobę ■ mają dużo mniejszą masę i średnicę niż planety zewnętrzne ■ mają mało księżyców albo nie mają ich wcale ■ otoczone są atmosferą o zróżnicowanym składzie i gęstości (Merkury ma najrzadszą, a Wenus – najgęstsza) ■ zbudowane są z metalicznego jądra, płaszcza i skorupy skalnej ■ skalna powierzchnia tych planet jest urozmaicona	■ duża odległość od Słońca (od 5 do 30 j.a.) ■ bardzo duże odległości między planetami (najmniejsza odległość między Jowiszem a Saturnem wynosi 4,35 j.a., a największa między Ziemią a Marsem – 0,52 j.a.) ■ mają większe masy, ale niższą gęstość od planet wewnętrznych ■ mają dużą liczbę księżyców ■ mają dłuższy okres obiegu dookoła Słońca, ale krótszy okres obrotu wokół osi niż planety wewnętrzne ■ nie mają skalistej powierzchni, ich gęste atmosfery składają się głównie z gazów: wodoru, helu, metanu i amoniaku ■ mają pierścienie (największe na Saturnie)

Małe ciała niebieskie Układu Słonecznego

Do małych ciał niebieskich Układu Słonecznego zalicza się **planetoidy**, **meteoroidy** i **komety**. **Planetoidy** mają skalną lub lodową powierzchnię oraz nieregularny kształt. Ich średnica sięga od kilku do ponad 1000 km. Większość

planetoid (spośród około 800 tysięcy) znajduje się w pasie pomiędzy Marsem a Jowiszem. Pozostałe występują w pasie Kuipera (poza orbitą Neptuna). **Meteoroidy** to okruchy skalne poruszające się wokół Słońca. Po wejściu w atmosferę ziemską wywołują zjawisko **meteorów** (świecących śladów, zwanych potocznie „spadającymi gwiazdami”). Meteoroidy, które nie uległy spaleniowi w atmosferze ziemskiej, lecz spadły na Ziemię, nazywamy **meteorytami**. Upadki meteorytów mogą utworzyć na powierzchni Ziemi głębokie kratery, a powstałe w wyniku zderzenia z Ziemią chmury pyłów – przemieszczać się na duże odległości i powodować ograniczenie dopływu promieniowania słonecznego. **Komety** to małe ciała niebieskie poruszające się wokół Słońca po wydłużonych orbitach, składające się z jądra, gazowej otoczki zwanej komą i warkocza, będącego fragmentem pyłowo-gazowej materii. Koma i warkocz są widoczne wtedy, gdy kometa zbliża się do Słońca. Najbardziej znaną kometą, pojawiającą się co 75 lat w pobliżu Ziemi, jest kometa Halleya. Ostatnie zbliżenie komety Halleya do Ziemi miało miejsce w 1986 r.

Do małych ciał niebieskich należą także kosmiczne śmieci krążące po orbicie okołoziemskiej (np. zużyte części rakiet, nieczynne satelity), które mogą stanowić zagrożenie dla lotów kosmicznych.



Ryc. II.2.3. Zdjęcie komety Halleya z 1986 r.

Ziemia jako planeta, jej kształt i rozmiary

Do XVI wieku uczeni uważali, że to Ziemia jest centrum Wszechświata i wszystkie inne ciała niebieskie krążą wokół niej (**teoria geocentryczna**). Dopiero polski astronom Mikołaj Kopernik (1473–1543) odkrył, że Ziemia wraz z innymi planetami Układu Słonecznego obiega Słońce, a jedynym obiektem, który okrąża Ziemię, jest jej naturalny satelita – Księżyc. Opisał to w dziele *O obrotach sfer niebieskich*. Kopernik stworzył **teorię heliocentryczną, która obowiązuje do dziś** (z języka greckiego *helios* – ‘Słońce’).

Już w czasach starożytnych przyjmowano, że Ziemia ma kształt zbliżony do kuli. O kulistości Ziemi świadczyły takie zjawiska, jak kolisty kształt widnokręgu na pełnym morzu, wynurzanie się najpierw masztu, a potem dopiero kadłuba statku płynącego w oddali czy wreszcie rzucanie kolistego cienia Ziemi na Księżyc w czasie jego zaćmienia.

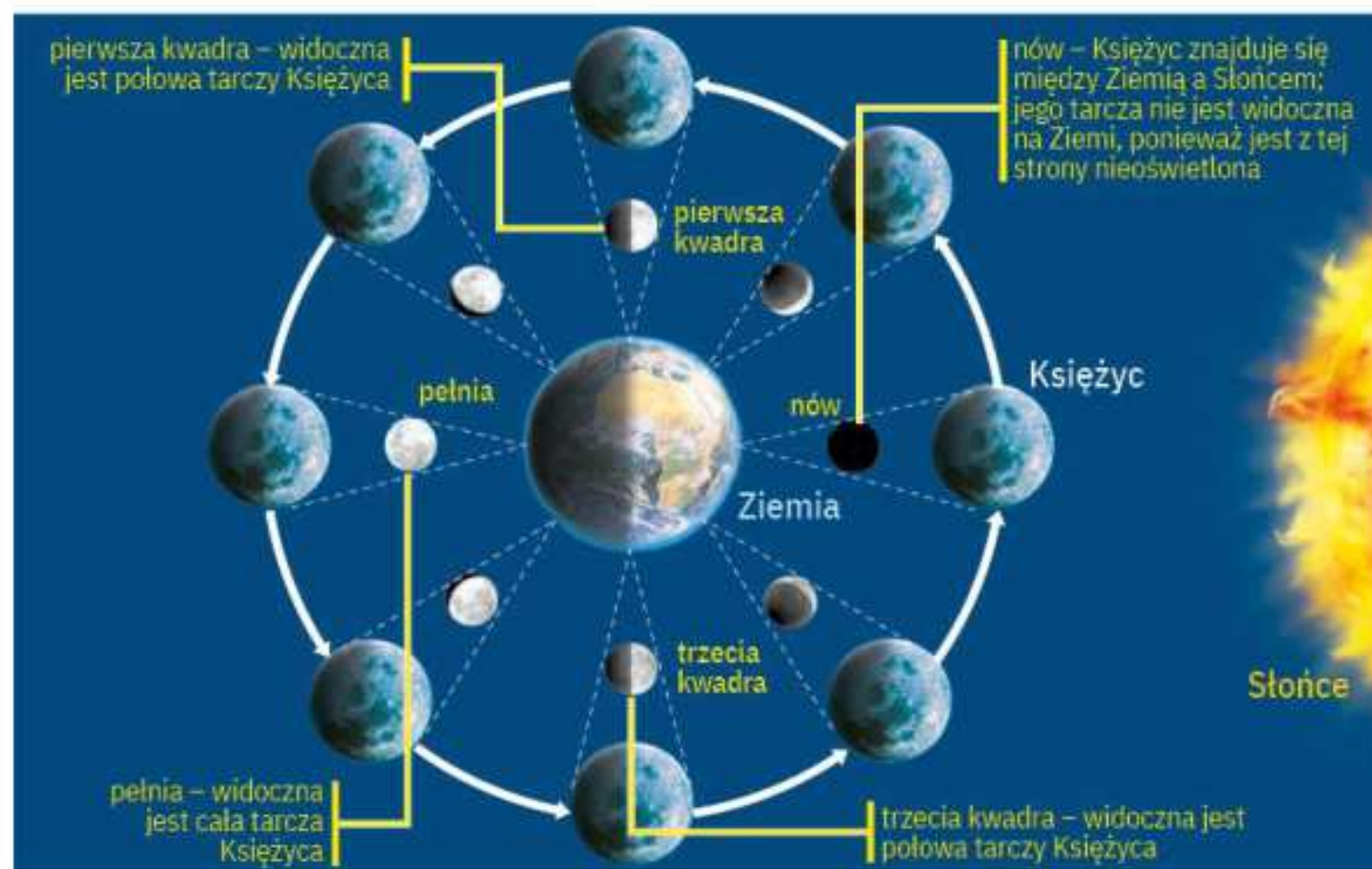
Ziemia nie ma jednak idealnego kształtu kuli. Kształt jej powierzchni jest urozmaicony (góry, doliny, rowy oceaniczne). Dlatego, gdy mówimy o kształcie Ziemi, to odnosimy go do poziomu morza (nawet na obszarach lądowych). Ponadto Ziemia wskutek ruchu obrotowego jest spłaszczona na biegunach, a jej promień biegunowy jest o około 21 km krótszy niż jej promień równikowy.

Kształt Ziemi jest zbliżony do spłaszczonej **elipsoidy obrotowej** (czyli bryły otrzymanej przez obrót elipsy wokół jej krótszej osi). W rzeczywistości Ziemia ma nieregularny kształt, nazywany **geoidą**. Powierzchnia tej formy w każdym miejscu jest prostopadła do kierunku działania siły ciężkości.

Naturalny satelita Ziemi to Księżyc, który okrąża ją w czasie 27,3 doby. Średnia odległość Ziemi od Księżyca wynosi 384 400 km. Jednak wartość ta w czasie ruchu obiegowego się zmienia, gdyż orbita Księżyca ma kształt elipsy. Najmniejsza odległość Księżyca od środka Ziemi wynosi 356 400 km, a największa – 406 700 km.

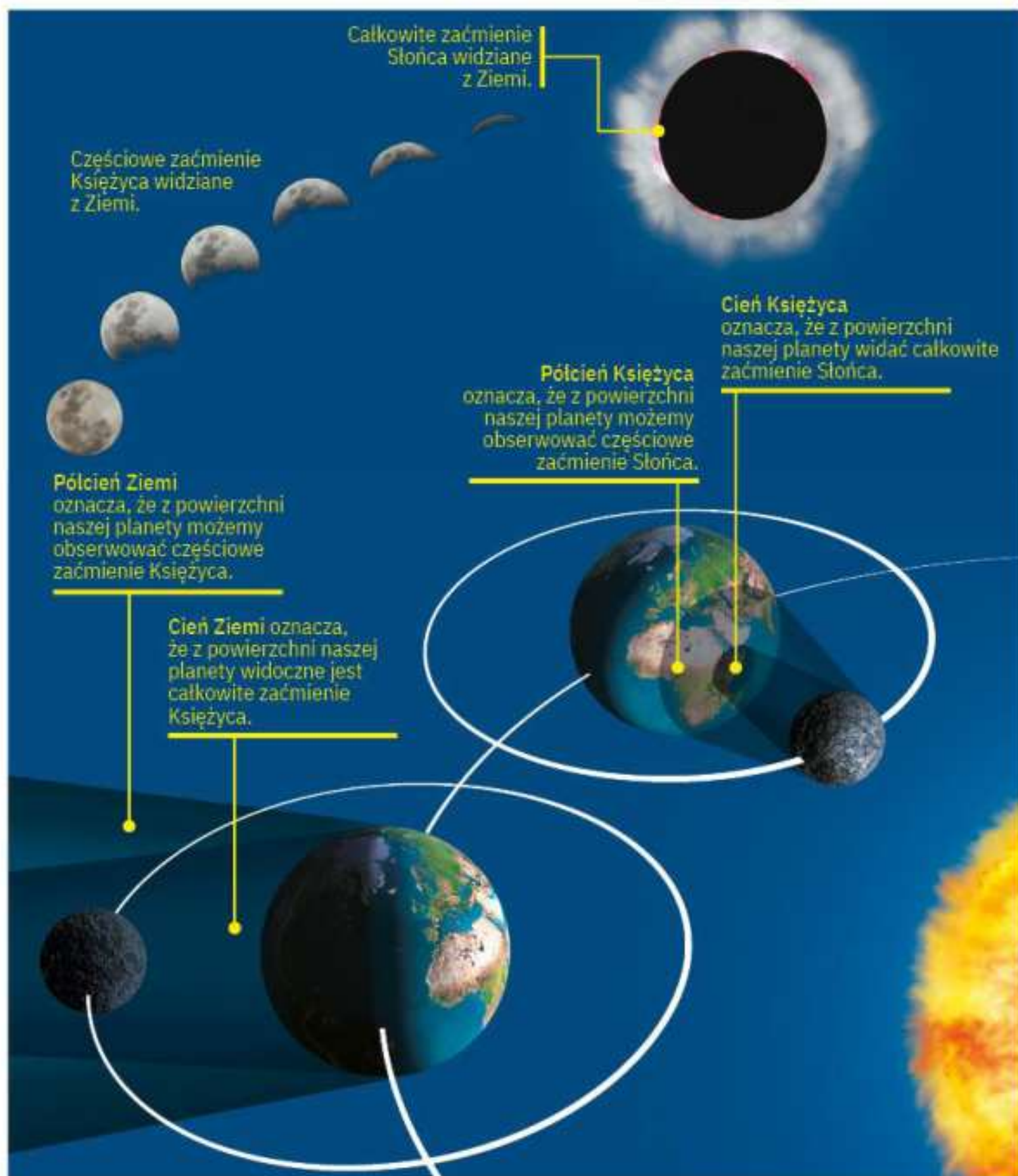
Księżyc porusza się z większą prędkością, kiedy jest bliżej Ziemi, a mniejszą kiedy jest dalej od Ziemi. Księżyc jest zawsze zwrócony tą samą stroną do Ziemi, a jego druga strona (tzw. ciemna strona Księżyca) jest niewidzialna dla obserwatora znajdującego się na naszej planecie. Dzieje się tak dlatego, że okres obiegu Księżyca dookoła Ziemi równa się okresowi jego obrotu wokół własnej osi. Księżyc świeci światłem odbitym od swojej tarczy.

W zależności od wzajemnego położenia Ziemi, Słońca i Księżyca w poszczególnych okresach jego tarcza jest oświetlona w różnym stopniu. Wyróżniamy cztery fazy oświetlenia tarczy Księżyca: nów, pierwsza kwadra, pełnia, trzecia kwadra.



Ryc. II.2.4. Fazy Księżyca.

Układ Słońce–Ziemia–Księżyc wpływa na powstawanie zjawiska zaćmienia. Występuje ono wtedy, gdy te ciała niebieskie ustawiają się w jednej linii, a cień jednego ciała niebieskiego pada na powierzchnię drugiego. Do zaćmienia Słońca dochodzi wówczas, gdy na drodze promieni słonecznych biegnących od obserwatora znajdzie się Księżyc i przysłoni tarczę Słońca. Zaćmienia Księżyca zachodzą, gdy Ziemia znajduje się dokładnie między Słońcem i Księżycem, a wszystkie trzy ciała są w jednej płaszczyźnie. Tarczę Księżyca przysłania cień Ziemi. Ostatnie całkowite zaćmienie Księżyca miało miejsce 27 lipca 2018 r.



Ryc. II.2.5. Zaćmienie Słońca i Księżyca.

PYTANIA I POLECENIA

1. Omów budowę Układu Słonecznego.
2. Wyjaśnij w zeszycie różnicę między planetą a planetoidą oraz między meteoroidem, meteoroidem i meteoroidem.
3. Korzystając z różnych źródeł informacji, przygotuj krótką prezentację (np. multimedialną, plakat) na temat jednej wybranej planety.

3. Ruch obiegowy i obrotowy Ziemi

Ziemia wykonuje dwa rodzaje ruchów – jeden po orbicie wokół Słońca, zwany **ruchem obiegowym** (lub postępowym), a drugi wokół swojej własnej osi, zwany **ruchem obrotowym** (lub wirowym).

Obieg Ziemi dookoła Słońca

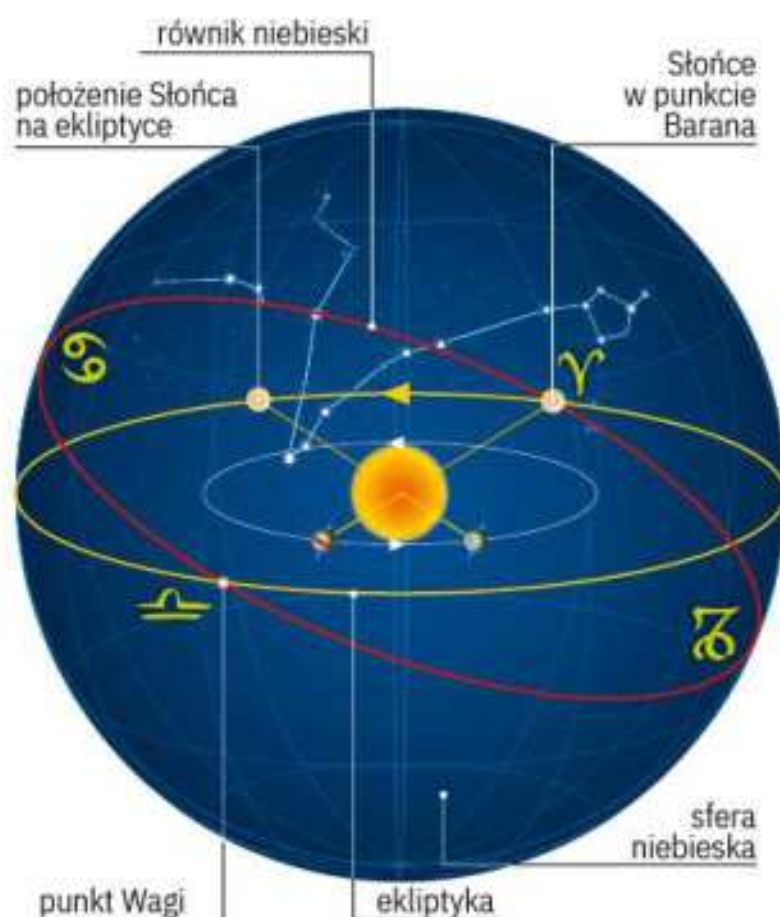
Ruch obiegowy Ziemi to ruch dookoła Słońca. Trwa on jeden rok, a dokładnie 365 dni, 5 godzin, 48 minut i 46 sekund. W tym czasie Ziemia pokonuje odległość 930 mln km z przeciętną prędkością około 30 km/s. Ziemia porusza się po orbicie będącej elipsą przeciwnie do kierunku ruchu wskazówek zegara. W dniu 2 stycznia znajduje się najbliżej Słońca, w punkcie zwanym **peryhelium**, natomiast 4 lipca – najdalej – w **aphelium**. Prędkość Ziemi po orbicie jest prędkością niejednostajną (przypomnij sobie to pojęcie z lekcji fizyki) – gdy jest bliżej Słońca, porusza się szybciej, a gdy jest dalej, to wolniej.



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

Odległość od Słońca nie ma znaczenia w ogrzewaniu Ziemi. Natomiast na oświetlenie Ziemi wpływa nachylenie osi ziemskiej do płaszczyzny orbity. Wynosi ono $66^{\circ}34'$, co powoduje, że w pozornym ruchu Słońce jest widziane w ciągu roku na tle różnych gwiazdozbiorów (znaków zodiaku). W ciągu całego roku zarówno kąt, jak i kierunek nachylenia płaszczyzny równika ziemskiego do płaszczyzny orbity ziemskiej pozostają niezmiennie.

Tor pozornego ruchu Słońca na sferze niebieskiej w ciągu roku to **ekliptyka**. W płaszczyźnie ekliptyki znajduje się płaszczyzna orbity ziemskiej.



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

Pory roku i oświetlenie Ziemi

Nachylenie osi ziemskiej do ekliptyki powoduje zmianę oświetlenia półkul północnej i południowej w ciągu roku. Ich nierównomierne oświetlenie zmienia natężenie ogrzewania powierzchni Ziemi. To z kolei jest przyczyną między innymi występowania pór roku. Ponieważ płaszczyzna orbity ziemskiej jest nachylona do płaszczyzny równika ziemskiego pod kątem $23^{\circ}26'$, to Słońce w ciągu roku znajduje się w zenicie na szerokościach geograficznych od 0 do $23^{\circ}26'$ (zarówno na półkuli północnej, jak i południowej). Obszar powierzchni Ziemi między zwrotnikiem Raka a zwrotnikiem Koziorożca nazywamy strefą międzyzwrotnikową (gorącą).

Na zwrotniku Raka wysokość Słońca podczas górowania w dniu **22 czerwca** wynosi 90° – jest to **przesilenie letnie**. Wówczas zaczyna się astronomiczne lato, które na półkuli północnej pokrywa się z kalendarzowym latem, a na półkuli południowej – z zimą. Od koła podbiegunowego północnego do bieguna północnego jest **dzień polarny** – Słońce nie schodzi poniżej linii horyzontu. W odpowiedniej strefie na półkuli południowej trwa wtedy **noc polarna** – Słońce góruje pod horyzontem. W dniu **22 grudnia** promienie słoneczne padają prostopadle do powierzchni Ziemi na zwrotniku Koziorożca. Na półkuli północnej to początek astronomicznej i kalendarzowej zimy (przesilenie zimowe), a od koła podbiegunowego północnego do bieguna północnego występuje wówczas noc polarna.

Na półkuli południowej z kolei rozpoczyna się kalendarzowe lato, a w strefie okołobiegunowej występuje dzień polarny. Na biegunach dzień polarny i noc polarna trwają około pół roku (np. na biegunie północnym dzień polarny trwa od 21 marca do 23 września, a noc polarna – od 23 września do 21 marca), w stronę koła podbiegunowego długości dnia i nocy polarnej się zmniejszają. Gdy kąt wysokości Słońca w momencie górowania na równiku wynosi 90° , mamy do czynienia z **równonocą wiosenną – 21 marca** lub **jesienną – 23 września**. Wówczas dzień i noc trwają po 12 godzin na każdej szerokości geograficznej. Moment przejścia Ziemi przez punkt Barana rozpoczyna astronomiczną wiosnę, a przez punkt Wagi – astronomiczną jesień. W tych dwóch punktach płaszczyzna ekliptyki przecina płaszczyznę równika.

Ilość energii słonecznej docierającej do Ziemi zależy od wysokości górowania Słońca nad horyzontem. Oś Ziemi jest nachylona pod stałym kątem do płaszczyzny orbity, więc w półroczu letnim (od równonocy wiosennej do równonocy jesienniej) bardziej oświetlona jest półkula północna, natomiast w półroczu zimowym (od równonocy jesienniej do równonocy wiosennej) – półkula południowa. W dniu równonocy wiosennej i jesienniej cała powierzchnia Ziemi od bieguna północnego do bieguna południowego jest oświetlona równomiernie. W związku z tym wyróżniono pięć stref oświetlenia Ziemi. Są to:

Strefa podbiegunowa (północna)

rozciąga się od koła podbiegunowego północnego do bieguna północnego. W czasie przesilenia zimowego w całej strefie panuje noc polarna, a w czasie przesilenia letniego – dzień polarny.

Strefa umiarkowana (północna)

rozciąga się od zwrotnika Raka do koła podbiegunowego północnego.

Strefa gorąca (międzyzwrotnikowa)

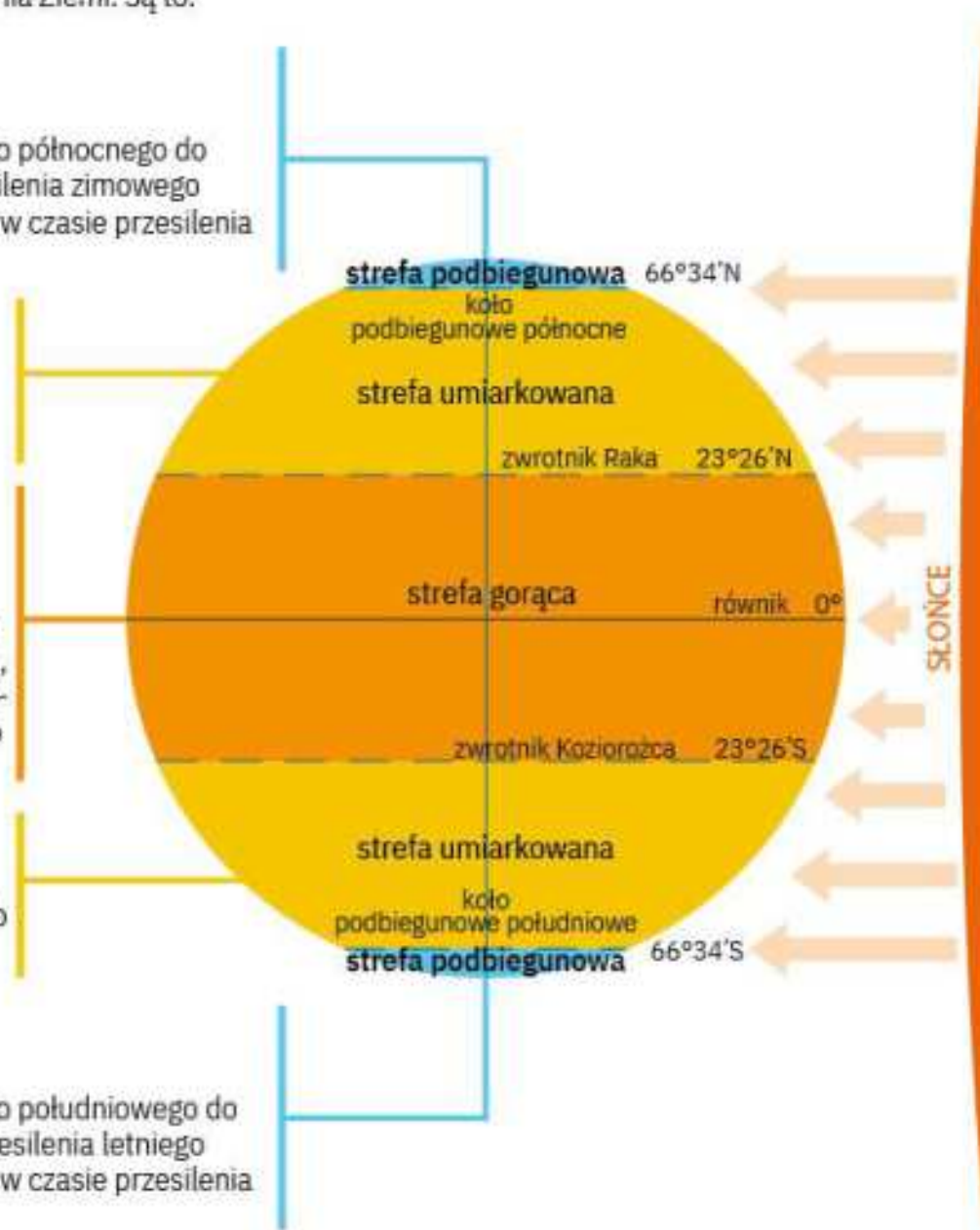
rozciąga się od zwrotnika Raka do zwrotnika Koziorożca. Słońce góruje tu w zenicie dwukrotnie w ciągu roku, z wyjątkiem zwrotników, gdzie promienie słoneczne padają prostopadle do powierzchni Ziemi tylko raz.

Strefa umiarkowana (południowa)

rozciąga się od zwrotnika Koziorożca do koła podbiegunowego południowego.

Strefa podbiegunowa (południowa)

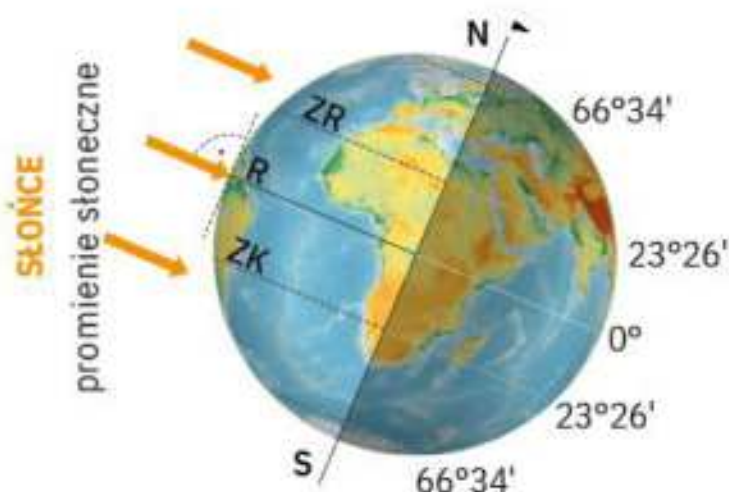
rozciąga się od koła podbiegunowego południowego do bieguna południowego. W czasie przesilenia letniego w całej strefie panuje noc polarna, a w czasie przesilenia zimowego – dzień polarny.



Ryc. II.3.3. Strefy oświetlenia Ziemi.

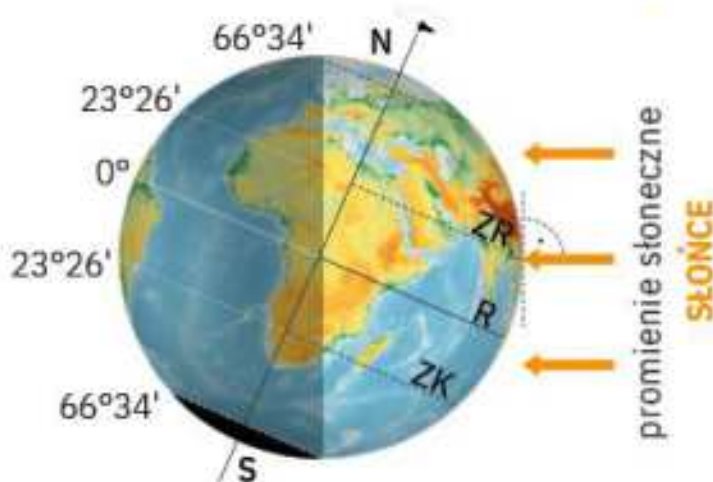
W Polsce latem różnica w długości dnia pomiędzy południową a północną częścią kraju wynosi około 1 godziny. W dniu 22 czerwca długość dnia na Opołunku w Bieszczadach wynosi 16 godzin i 12 minut, natomiast w Suwałkach – 17 godzin i 10 minut.

21 marca – dzień równonocy wiosennej
23 września – dzień równonocy jesiennej



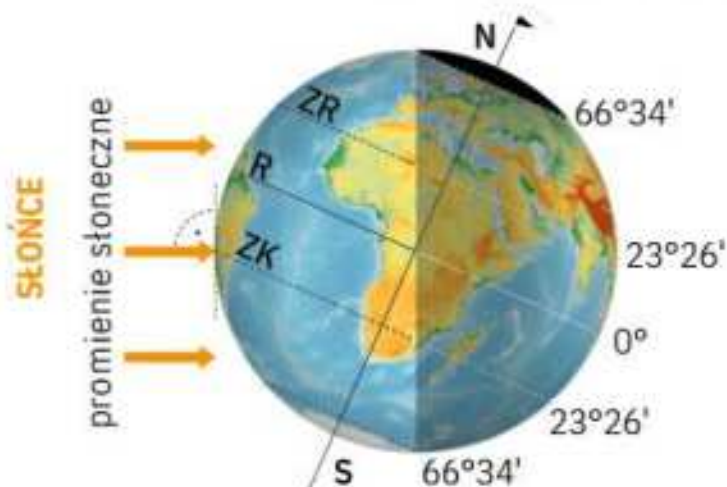
Na równiku Słońce jest na wysokości 90° . Na całej kuli ziemskiej dzień jest równy nocy – trwają po 12 godzin. Obie półkule, północna i południowa, są jednakowo oświetlone. Na półkuli północnej 21 marca zaczyna się wiosna, a na południowej – kalendarzowa jesień. Z kolei 23 września na półkuli północnej rozpoczyna się jesień, a na półkuli południowej – kalendarzowa wiosna.

22 czerwca – dzień przesilenia letniego



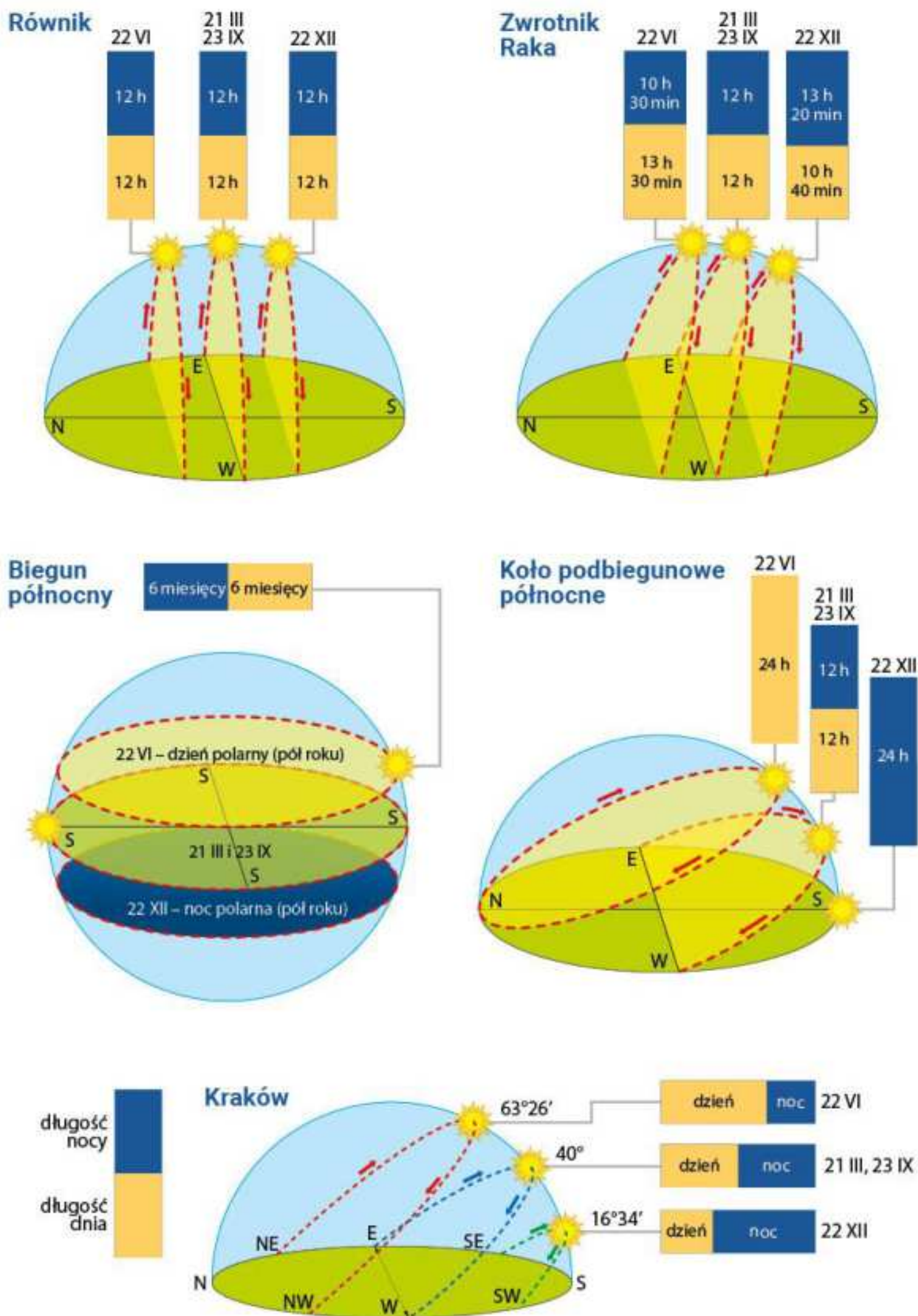
Wysokość górowania Słońca na zwrotniku Raka wynosi 90° . Półkula północna jest lepiej oświetlona od południowej. Na półkuli północnej zaczyna się lato, jest to również najdłuższy dzień na półkuli północnej. Im dalej na północ, tym dzień staje się dłuższy – aż do dnia polarnego na biegunie północnym.

22 grudnia – dzień przesilenia zimowego



Słońce góruje na zwrotniku Koziorożca na wysokości 90° . Półkula południowa jest lepiej oświetlona od północnej. Na półkuli południowej zaczyna się kalendarzowe lato, jest to również najdłuższy dzień na półkuli południowej. Im dalej na południe, tym dzień jest dłuższy – aż do dnia polarnego na biegunie południowym.

Ryc. II.3.4. Oświetlenie Ziemi podczas równonocy, przesilenia letniego i zimowego.



Ryc. II.3.5. Dobowe pozorne ruchy Słońca, zmiany miejsca wschodu i zachodu Słońca oraz długość trwania dnia i nocy w Polsce w pierwszych dniach astronomicznych pór roku.

Następstwa obiegowego ruchu Ziemi

Do następstw ruchu obiegowego Ziemi należą:

- występowanie pór roku,
- zróżnicowanie długości dnia i nocy,
- występowanie dni i nocy polarnych,
- pozorny ruch Słońca po ekliptyce,
- zmiany oświetlenia Ziemi w ciągu roku,
- zmiana wysokości górowania Słońca,
- zmiana miejsca wschodu i zachodu Słońca na horyzoncie,
- rachuba czasu (rok zwrotnikowy), konstrukcja kalendarza.

Ruch obrotowy Ziemi

Ruch obrotowy (wirowy) Ziemi to ruch wokół jej osi, która przechodzi przez bieguny. Ruch ten odbywa się z zachodu na wschód, w związku z tym obserwator na Ziemi widzi pozorną drogę Słońca na niebie w kierunku odwrotnym, czyli ze wschodu na zachód. Obserwując inne ciała niebieskie, również możemy zauważyć, że przesuwają się one po współśrodkowych okręgach dookoła bieguna niebieskiego (znajdującego się na półkuli północnej w pobliżu Gwiazdy Polarnej, a na półkuli południowej – w pobliżu gwiazdozbioru Krzyż Południa).



Ryc. II.3.6. Pozorny ruch gwiazd związany z obrotowym ruchem Ziemi.

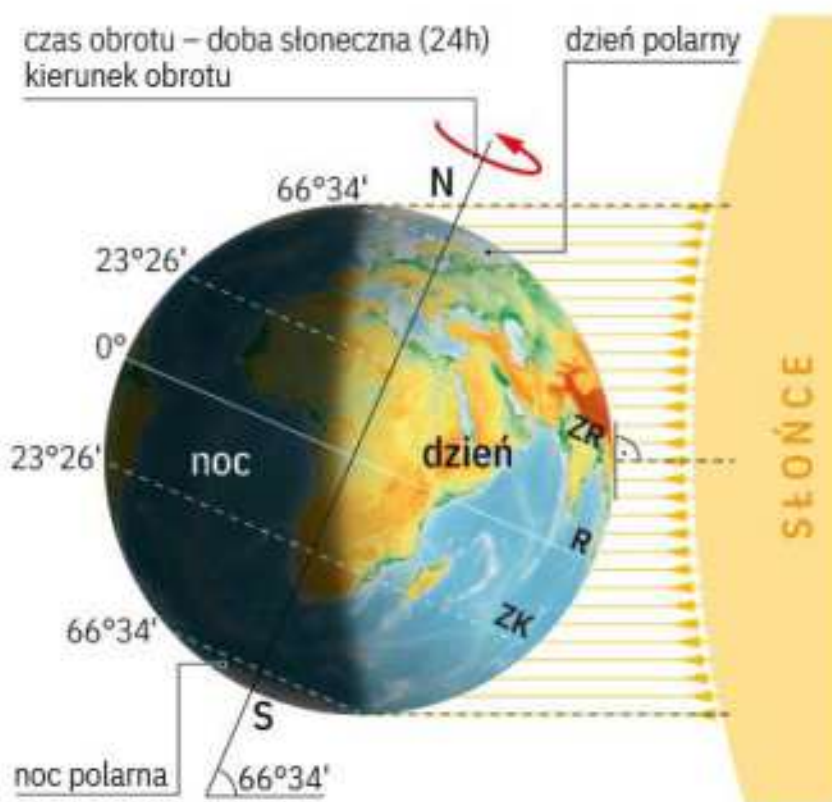
Czas między kolejnymi górowaniami Słońca w jednym punkcie trwa 24 godziny i nazywa się **dobą słoneczną**.

Na równiku Ziemia obraca się najszybciej, a w miarę oddalania się od równika prędkość obrotu się zmniejsza i na biegunach wynosi 0 km/h. Obiekty poruszające się względem Ziemi w dowolnym kierunku na półkuli północnej odchylają się w prawo, a na półkuli południowej – w lewo (np. odchylenie kierunków wiatrów i prądów morskich). Natomiast prędkość kątowna dla wszystkich punktów na Ziemi jest stała i wynosi **15° na godzinę (1° na 4 minuty)**. Wynika ona z tego, że wszystkie punkty na powierzchni Ziemi, obracając się wraz z nią, przemieszczają się o 360° w ciągu 24 godzin.

W wyniku ruchu obrotowego i działania siły odśrodkowej Ziemia jest **splaszczona na biegunach**. Różnica długości pomiędzy średnim promieniem równikowym a średnim promieniem biegunowym wynosi 21 km. W związku z tym przyciąganie grawitacyjne na równiku jest mniejsze niż na biegunach.

Słońce w swoim pozornym ruchu na niebie w ciągu dnia przemieszcza się ze wschodu na zachód, zmieniając swoją wysokość nad horyzontem. Najpierw Słońce pojawia się nad horyzontem (wschodzi), następnie osiąga nad nim najwyższą wysokość (góruje), po czym obniża się i znika za horyzontem (zachodzi).

Najwyższe położenie Słońca na niebie nazywamy **południem słonecznym**. Wszystkie ciała niebieskie najwyższą wysokość (górowanie) oraz najniższą (dołowanie) na sferze niebieskiej osiągają wtedy, gdy przekraczają południk niebieski (przechodzący przez bieguny niebieskie, zenit i nadir). Nocą nazywamy czas, kiedy Słońce znajduje się pod horyzontem. Na dużych szerokościach geograficznych, kiedy Słońce dołuje tuż pod horyzontem, możemy obserwować zjawisko **białych nocy**.



Ryc. II.3.7. Ruch obrotowy Ziemi.

Kąt obrotu Ziemi	Czas obrotu Ziemi
360°	24 godziny
15°	1 godzina
1°	4 minuty
15'	1 minuta
1'	4 sekundy

Ryc. II.3.8. Prędkość kątowna Ziemi a czas obrotu.



Białe noce to cykliczne zjawisko astronomiczne polegające na tym, że w ciągu nocy Słońce znajduje się płytko pod horyzontem (do 6° – białe noce cywilne, do 12° – białe noce żeglarskie, do 18° – białe noce astronomiczne). Białe noce cywilne występują powyżej równoleżnika 60° N lub S.

W Polsce na północnych krańcach (np. na przylądku Rozewie o szerokości geograficznej $54^\circ 50'$) występują białe noce żeglarskie (od 13 czerwca do 30 czerwca), a na całym obszarze kraju – białe noce astronomiczne (np. w Łodzi od 22 maja do 22 lipca).

Z ruchem obrotowym Ziemi i pozornym położeniem Słońca jest związany **czas słoneczny**, zwany także **lokalnym** lub **miejscowym**. Rachubę tego czasu oparto na **dobie słonecznej**. Średni czas jej trwania wynosi 24 godziny i taką właśnie wartość przyjęto jako podstawową jednostkę czasu.

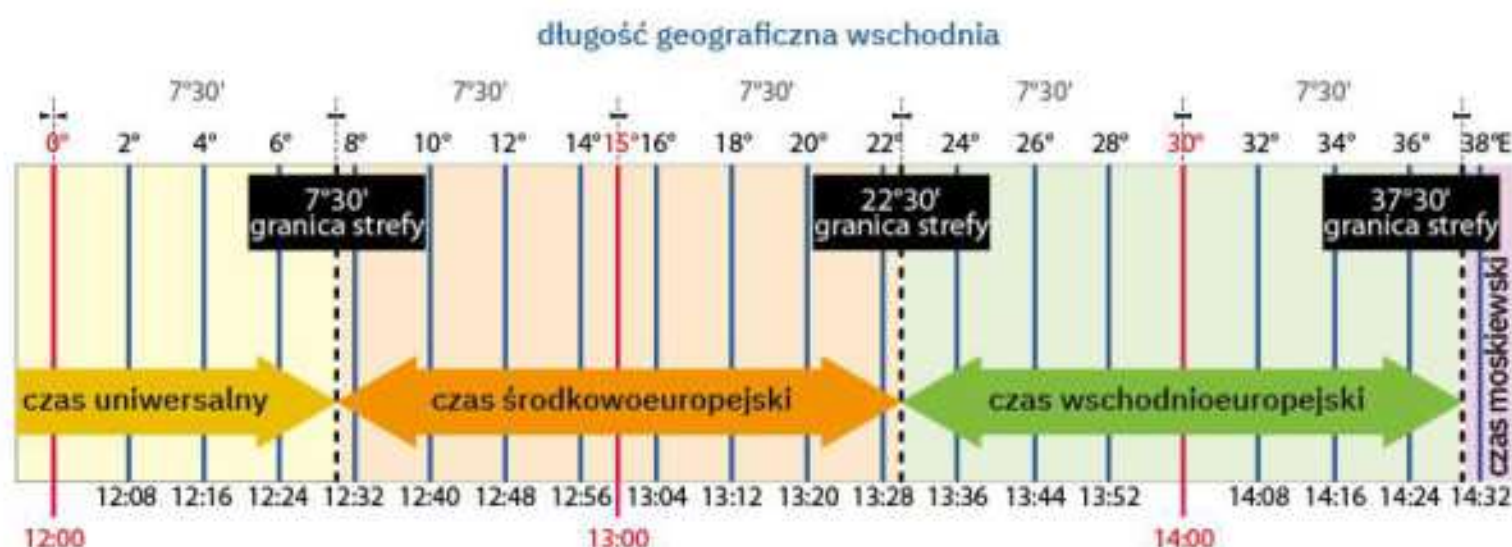


Doba słoneczna to czas między kolejnymi górowaniami Słońca w danym miejscu na Ziemi. Dla wszystkich miejsc położonych na tej samej długości geograficznej początek doby słonecznej przypada w tym samym momencie.

Przeliczanie czasu słonecznego odbywa się na podstawie różnicy długości geograficznej. Czas słoneczny jest jednakowy na każdym południku geograficznym, a jego wartość na każdym stopniu długości geograficznej zmienia się o 4 minuty.

Rachuba czasu

Czas lokalny był powszechnie używany do XIX wieku. Jednak wraz z rozwojem kolei stał się uciążliwy dla osób, które się przemieszczały w kierunku równoleżnikowym, gdyż ciągle musiały one regulować swoje zegarki według czasu miejscowego. W związku z tym wprowadzono **czas strefowy** – wydzielono 24 stref południkowych (o szerokości 15° każda), w których obowiązuje ta sama godzina.



Ryc. II.3.9. Schemat tworzenia stref czasowych.

Strefy czasowe to obszary, które obejmują 15° długości geograficznej ($360^\circ : 24 \text{ h} = 15^\circ$). Środkowymi południkami każdej strefy są południki o wielokrotności 15° . Pierwszy to południk 0° , przebiegający przez obserwatorium Greenwich (czytaj: grinticz) w Londynie. Czas obowiązujący w strefie, przez którą przebiega południk zerowy, nazwano **czasem uniwersalnym**. Strefa czasu uniwersalnego rozciąga się od południka $7^\circ 30' \text{W}$ do południka $7^\circ 30' \text{E}$. Strefa **czasu środkowoeuropejskiego** rozciąga się od południka $7^\circ 30' \text{E}$ do południka $22^\circ 30' \text{E}$ (południk 15°E jest południkiem środkowym tej strefy). Przekraczając daną strefę z zachodu na wschód, należy zmienić czas o jedną godzinę do przodu, natomiast przekraczając strefę ze wschodu na zachód – cofnąć czas o jedną godzinę.

Większość terytorium Polski znajduje się w strefie czasu środkowoeuropejskiego. Aby na obszarach państw czas był jednolity, wprowadzono **czas urzędowy**, stosowany na podstawie zarządzenia władz państwowych. Są jednak kraje o dużym terytorium, na których obowiązuje kilka czasów urzędowych, na przykład Rosja, USA czy Kanada. W większości państw Europy w letnim półroczu obowiązuje **czas letni** różniący się o godzinę od czasu zimowego. Przejście na czas zimowy odbywa się w ostatnią niedzielę października. Wtedy przesuwamy wskazówki zegarków o godzinę do tyłu. W ostatnią niedzielę marca wskazówki zegara przesuwamy o godzinę do przodu. Wtedy jest czas letni. W Polsce od marca do października mamy czas wschodnioeuropejski (przesunięty o godzinę do przodu w stosunku do czasu środkowoeuropejskiego). Czas letni wprowadzono, aby zaoszczędzić prąd elektryczny przez efektywniejsze wykorzystanie światła dziennego. W ostatnich latach jednak trwa dyskusja nad tym, czy jest to korzystne dla ludzi. Zmiana czasu powoduje zaburzenia rytmu biologicznego (np. po przejściu na czas letni musimy się przyzwyczaić do wstawania o godzinę wcześniej). Ponadto po każdej zmianie czasu należy dostosować rozkład jazdy środków transportu, systemy informatyczne czy bankowe. W organach Unii Europejskiej toczą się prace nad tym, byśmy nie musieli zmieniać czasu od 2021 r.

Efektem podziału świata na 24 strefy czasowe jest przyjęcie umownej **linii zmiany daty**, którą stanowi południk 180° . Przekraczając go w kierunku wschodnim, zyskuje się pozornie jedną dobę, a przecinając go w kierunku zachodnim – traci się ją. Innymi słowy, podczas przekraczania linii zmiany daty z zachodu na wschód odejmuje się jeden dzień, a ze wschodu na zachód – dodaje jeden dzień. Załóżmy, że według czasu uniwersalnego mamy godzinę 6.00 w dniu 1 stycznia.

Dodając po jednej godzinie co 15° długości geograficznej na wschód, stwierdzimy, że na południku 180° jest godzina 18.00 (tego samego dnia). Jeśli jednak w kierunku zachodnim będziemy odejmować po jednej godzinie od godziny 6.00 czasu uniwersalnego, to również uzyskamy godzinę 18.00 na południku 180° ,

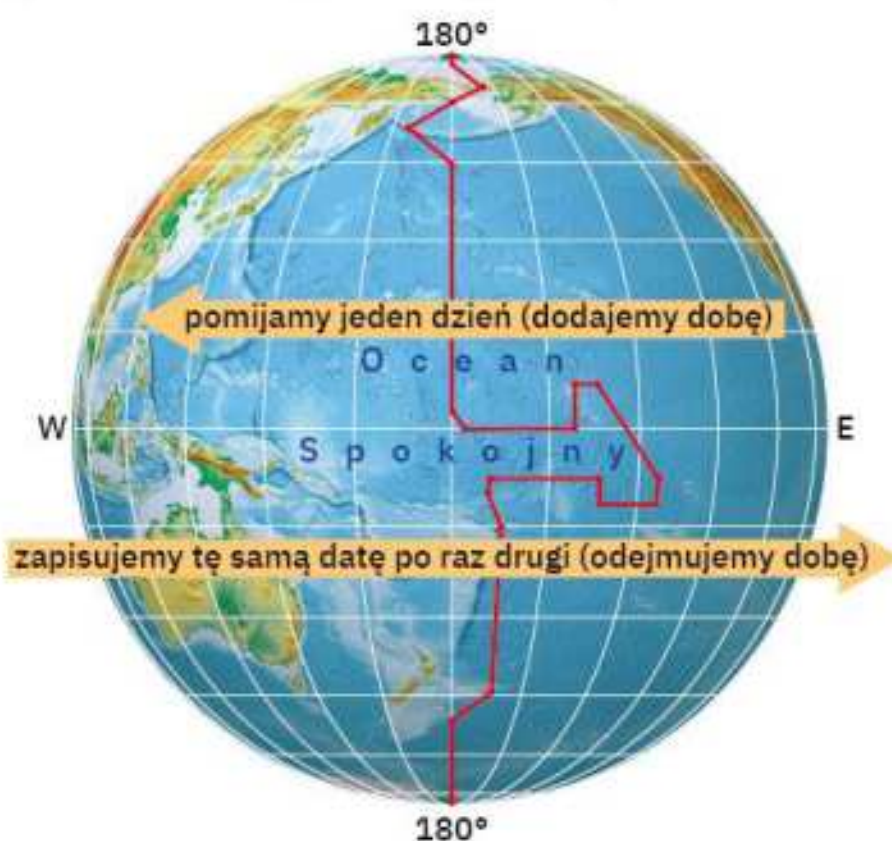
lecz będzie to 31 grudnia. Zatem mieszkańcy strefy czasowej, w której południkiem środkowym jest południk 180° , ale mieszkający na zachód od niego, postępują się czasem będącym sumą czasu uniwersalnego i 12 godzin. Natomiast mieszkańcy żyjący na wschód od południka 180° , ale w tej samej strefie czasowej, używają czasu obliczonego przez odjęcie 12 godzin od czasu uniwersalnego.

W praktyce linia zmiany daty jest linią łamaną, aby na terytoriach danych państw występujących w jednej strefie czasowej obowiązywała ta sama data (np. jest ona przesunięta na wschód w rejonie Półwyspu Czukockiego oraz na zachód w pobliżu Wysp Aleuckich, aby całe terytorium Rosji było w strefach czasowych jednej półkuli, podobnie w USA).

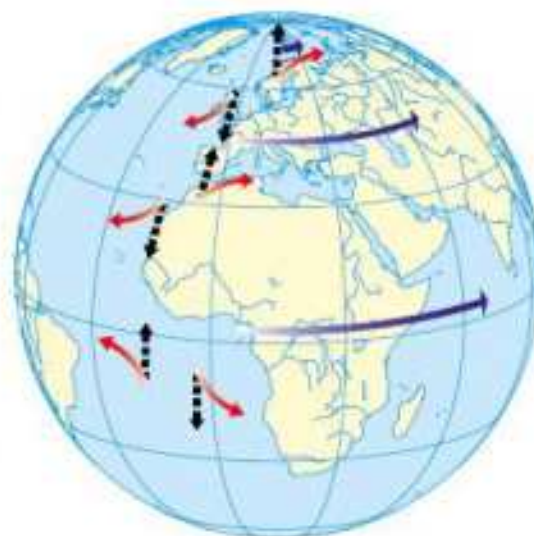
Ruch obrotowy Ziemi wywołuje **siłę Coriolisa** (ryc. II.3.11), powodującą odchylenie obiektów poruszających się w kierunku południkowym poziomo względem Ziemi (w prawo na półkuli północnej oraz w lewo na półkuli południowej) z punktu widzenia poruszającego się obiektu. Siła Coriolisa wpływa na odchylenie kierunku przemieszczania się wiatrów stałych (pasatów), odchylenie kierunku płynięcia prądów morskich oraz torów ciał swobodnie spadających na Ziemię.

Do następstw ruchu obrotowego Ziemi należą:

- widomy pozorny ruch Słońca na niebie,
- dobowy obrót sfery niebieskiej,
- zjawisko występowania dnia i nocy,
- dobowa rachuba czasu,
- czas słoneczny, strefowy i urzędowy,
- spłaszczenie Ziemi na biegunach,
- odchylenie kierunków wiatrów oraz prądów morskich.



Ryc. II.3.10. Zmiana czasu przy przekraczaniu linii zmiany daty.



- ↑ hipotetyczny kierunek ruchu ciała
- ↑ rzeczywiste odchylenie ciał w ruchu
- ↑ wektor kierunku prędkości obrotu Ziemi

Ryc. II.3.11. Schemat działania siły Coriolisa odchylającej obiekty poruszające się południkowo (w kierunku północ-południe)

PYTANIA I POLECENIA

1. Korzystając z ryciny II.3.5, wyjaśnij, dlaczego w Polsce Słońce nie góruje w zenicie.
2. Wymień korzyści i negatywne konsekwencje zmiany czasu z letniego na zimowy.
3. Podaj różnice między czasem słonecznym, strefowym i urzędowym.
4. Na podstawie dostępnych źródeł informacji w internecie wyjaśnij wpływ obrotowego ruchu Ziemi na dobowy rytm życia organizmów.
5. Oblicz, ile dni trwają dzień polarny i noc polarna na biegunie północnym. Zastanów się, skąd wynikają różnice w długości tych zjawisk.
6. Wyjaśnij dlaczego na półkuli północnej, zwracając się twarzą do Słońca, widzimy jego ruch pozorny po nieboskłonie od lewej do prawej strony, a znajdując się na półkuli południowej odwrotnie: od prawej do lewej strony?



III

ATMOSFERA

1. Mechanizm cyrkulacji atmosfery

Ciśnienie atmosferyczne

Ciśnienie atmosferyczne to siła nacisku słupa powietrza na jednostkę powierzchni, którą mierzy się w **hektopaskalach** (hPa). Uśrednione ciśnienie atmosferyczne Ziemi na poziomie morza wynosi 1013,25 hPa. Wartość ciśnienia atmosferycznego maleje wraz ze wzrostem wysokości (o 1 hPa na 8 m). Nagrzane powietrze jest lekkie i się unosi, przez co zmniejsza się jego nacisk na powierzchnię Ziemi – nad obszarami gorącymi panuje niskie ciśnienie atmosferyczne. Z kolei powietrze chłodne i mroźne jest cięższe i opada, zwiększając swój nacisk na podłoże – nad obszarami zimnymi tworzą się ośrodki wysokiego ciśnienia.

Rozróżniamy dwa podstawowe układy baryczne:

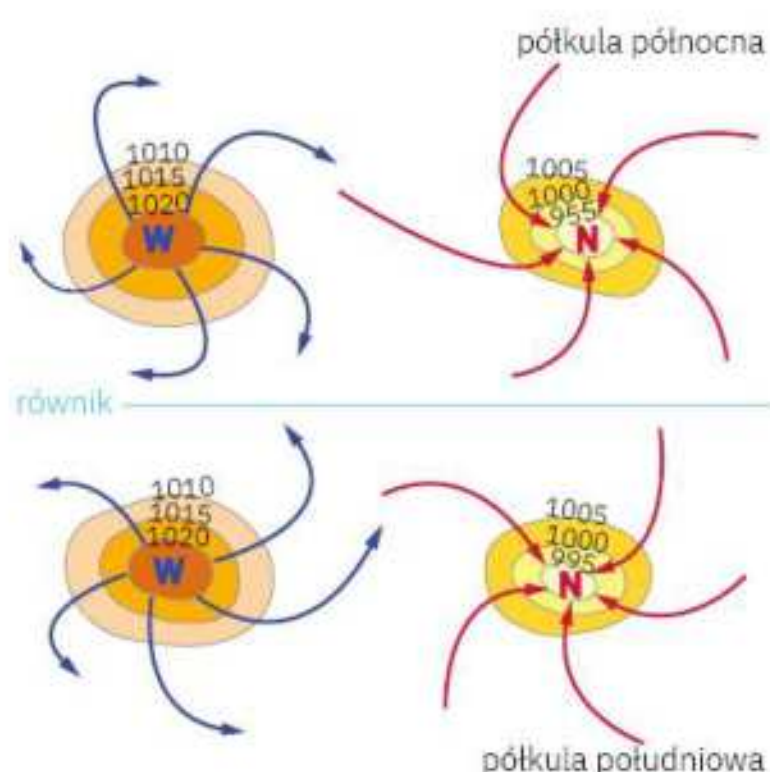
- wyż baryczny – powstaje, gdy powietrze w górnej warstwie troposfery przemieści się nad chłodniejsze obszary, co prowadzi do zwiększenia jego ciężaru (czyli więcej cząstek znajduje się w m^3 powietrza) i nacisku na powierzchnię Ziemi;
- niż baryczny – powstaje, gdy ogrzane powietrze się unosi, powodując zmniejszenie liczby cząstek w m^3 powietrza oraz siłę jego nacisku na powierzchnię Ziemi.

Układy wysokiego i niskiego ciśnienia tworzą się wskutek różnego nagrzania powierzchni Ziemi. Powietrze przemieszcza się zawsze od wysokiego do niskiego ciśnienia. Ten poziomy ruch powietrza nazywamy wiatrem. Im większa jest różnica ciśnień, tym większa prędkość wiatru.

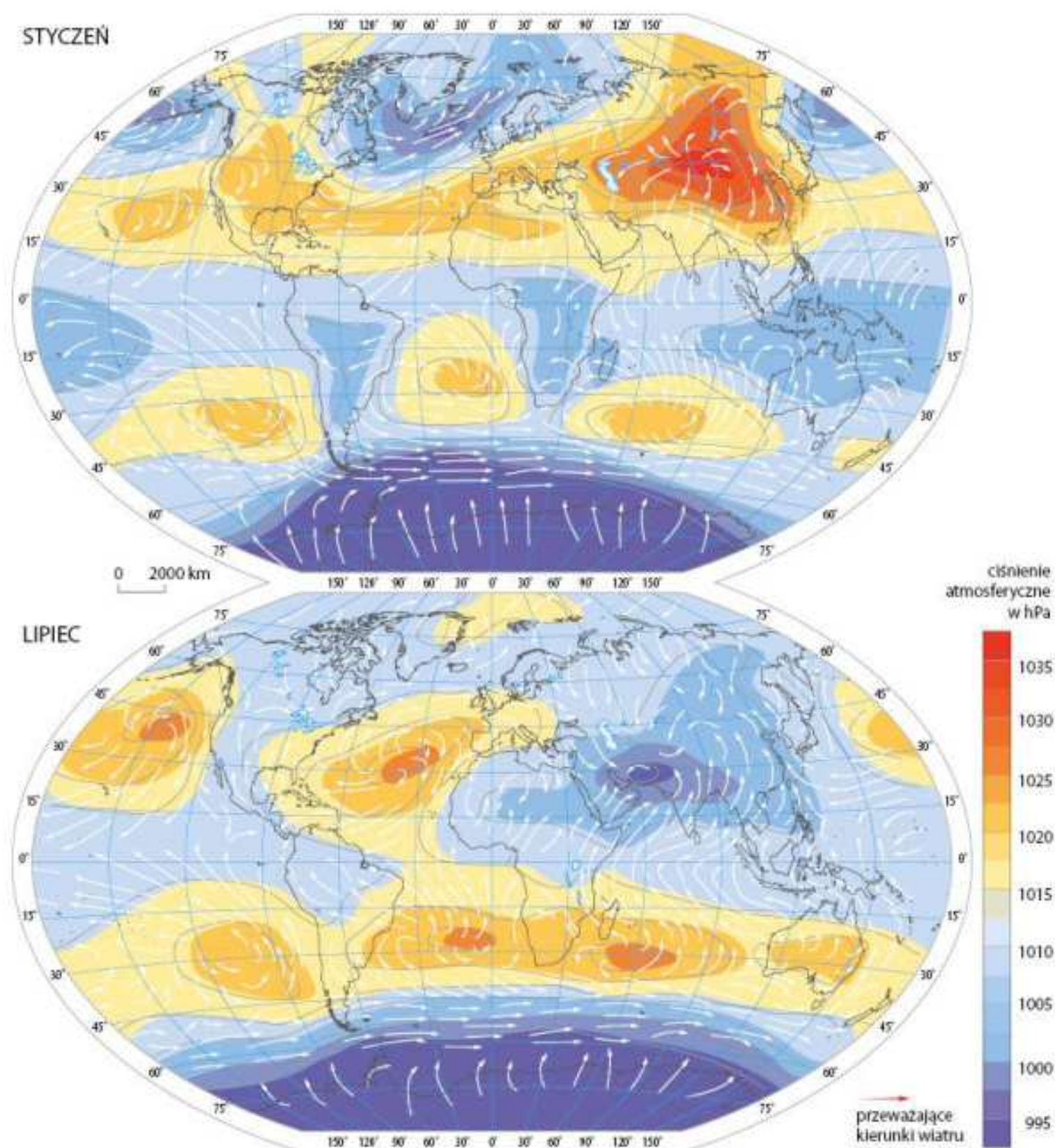
Na wielkość ciśnienia atmosferycznego wpływają następujące czynniki:

- temperatura powietrza,
- wysokość nad poziomem morza,
- szerokość geograficzna,
- rozmieszczenie lądów i oceanów,
- pora roku.

Wzrost temperatury powietrza prowadzi do spadku ciśnienia. Największe ciśnienie obserwujemy na szerokości geograficznej 30° (w strefie podzwrotnikowej), a najniższe – na szerokości około 65° (w strefie podbiegunowej).



Ryc. III.1.1. Wyż i niż baryczny.



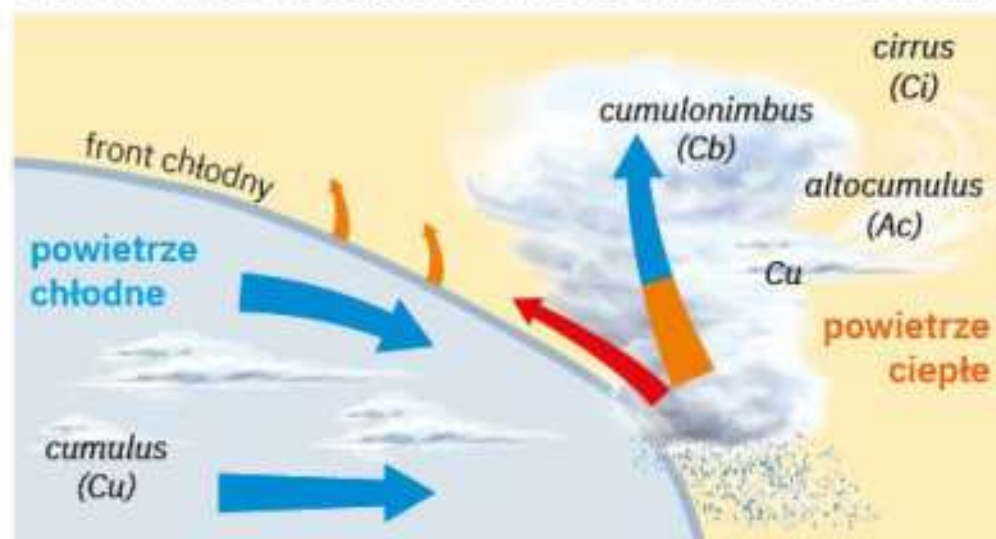
Ryc. III.1.2. Rozkład ciśnienia na kuli ziemskiej w styczniu i w lipcu.

Różny układ ciśnienia występuje nad lądami i oceanami. Wynika to z różnego tempa nagrzewania i ochładzania tych obszarów (woda nagrzewa się wolniej niż lądy, a lądy ochładzają się szybciej niż woda). Na lądach obserwujemy niższe ciśnienie latem, a wyższe – zimą. Nad oceanami natomiast maksimum ciśnienia przypada na początek lata, kiedy powietrze jest chłodniejsze od powietrza nad lądami, a minimum – zimą – gdy powietrze jest cieplejsze nad wodami niż na lądach.

Fronty atmosferyczne

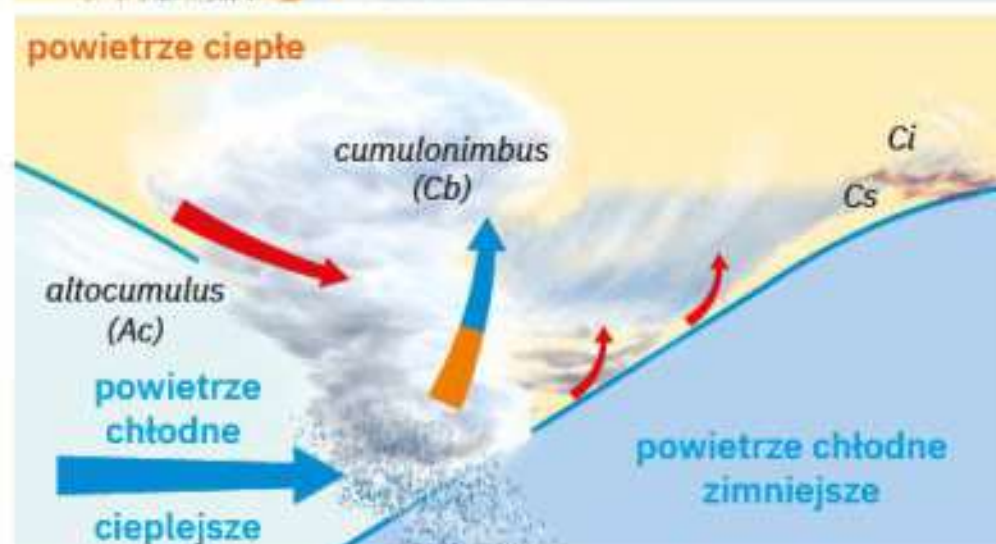
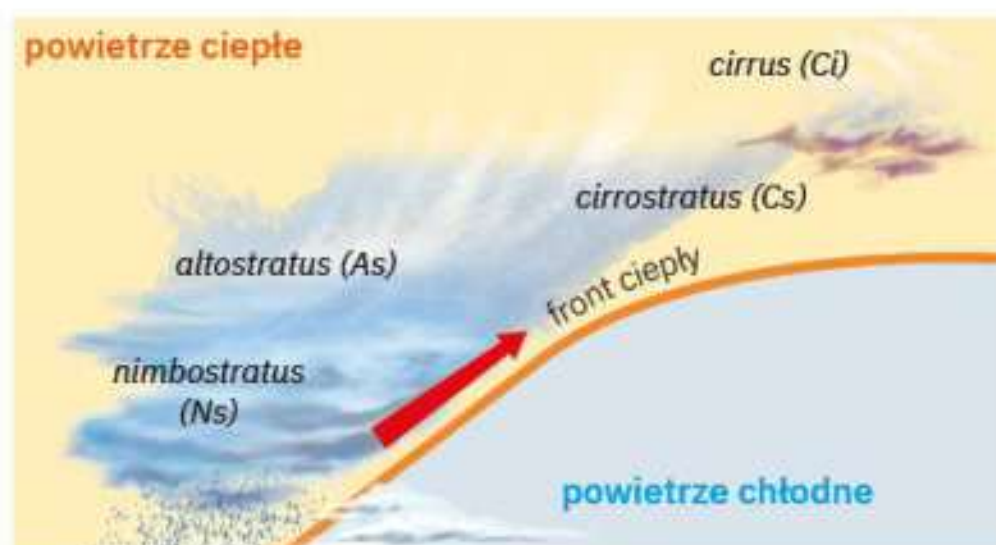
Miejsce, w którym stykają się dwie różne masy powietrza, nazywa się **frontem atmosferycznym**. Ścieranie się dwóch mas powietrza powoduje zmianę pogody na ich styku. Wyróżnia się fronty chłodne, ciepłe i zokludowane.

Front chłodny powstaje, gdy chłodniejsze powietrze napływa na obszar, na którym zalega ciepłe powietrze. Zimne powietrze jako cięższe utrzymuje się przy powierzchni Ziemi, wypychając w górę powietrze cieplejsze, a więc lżejsze. W wyniku gwałtownego wznoszenia się ciepłego powietrza tworzą się chmury burzowe, a przejściu frontu chłodnego często towarzyszą intensywne opady i burze. Przed nadejściem frontu chłodnego ciśnienie atmosferyczne się obniża,



a następnie w czasie przechodzenia frontu i po jego przejściu – wzrasta. W trakcie przejścia frontu chłodnego temperatura powietrza ulega obniżeniu, a siła wiatru wzrasta.

Ryc. III.1.3. Powstawanie frontu chłodnego.



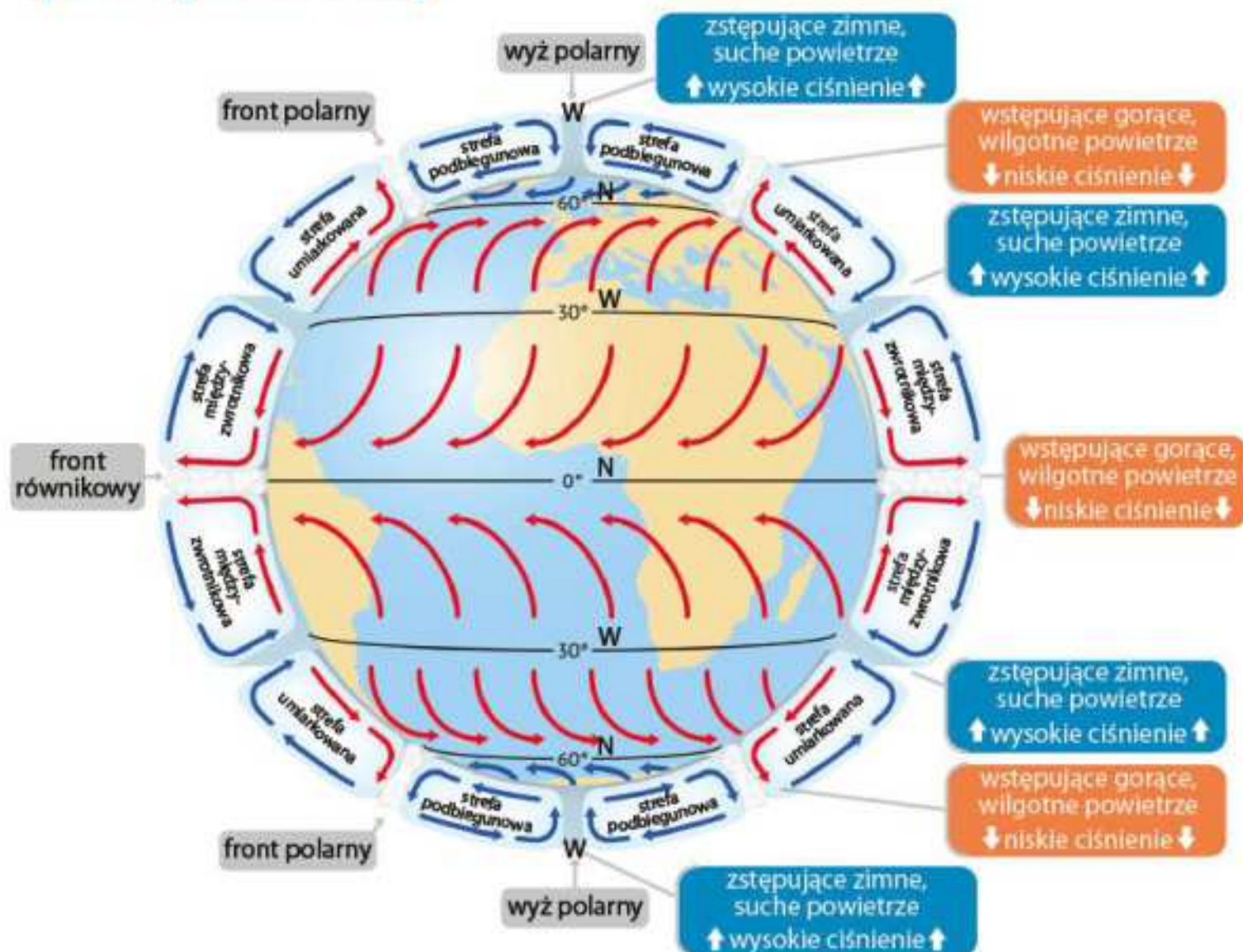
Front ciepły tworzy się wtedy, gdy cieplejsze powietrze napiera na chłodne i jako lżejsze wślizguje się na nie. Konwekcyjny (wznoszący) ruch powietrza powoduje spadek ciśnienia atmosferycznego i pogłębianie się niżu. Podczas natarcia powietrza ciepłego na chłodne w wyniku kondensacji pary wodnej tworzy się rozległy system chmur

Ryc. III.1.4. Tworzenie się frontu ciepłego i zokludowanego.

warstwowo-deszczowych powodujących ciągłe opady, mogące trwać nawet do trzech dni. Przed frontem ciepłym ciśnienie atmosferyczne się obniża, wiatr zwiększa swoją siłę, a temperatura może wzrosnąć.

Front chłodny przemieszcza się szybciej niż front ciepły. Czasami dochodzi więc do sytuacji, że front chłodny dogania front ciepły i wówczas tworzy się **front zo-kludowany**. W przygruntowej warstwie powietrza stykają się ze sobą dwie zimne masy powietrza, a powietrze cieplejsze zostaje całkowicie wyparte do góry.

Cyrkulacja atmosfery



Ryc. III.1.5. Globalna cyrkulacja atmosfery.

Strefa międzyzwrotnikowa

W strefie równikowej silnie nagrzane powietrze się unosi (prądy wstępujące), tam się ochładza i w górnej części troposfery odpywa na północ oraz na południe. Tworzy się w ten sposób strefa równikowego niżu. Na wysokości zwrotników, ze względu na działanie siły Coriolisa, ulega odchyleniu od pierwotnego kierunku i zaczyna opadać, tworząc w strefie zwrotnikowej obszary podwyższonego ciśnienia (prądy zstępujące). Z wyżów zwrotnikowych część powietrza przemieszcza się w kierunku równikowego niżu.

Wiatry wiejące w dolnej części troposfery od zwrotników do równika to **pasaty**. Są stałe i wieją z tego samego kierunku przez cały rok. Pasaty odchylają się w wyniku działania siły Coriolisa na półkuli północnej w prawo, a na półkuli południowej – w lewo. Taką cyrkulację powietrza w strefie międzyzwrotnikowej nazywamy **cyrkulacją pasatową**.

Strefa szerokości umiarkowanych

Powietrze ze zwrotnikowych wyżów przemieszcza się przy powierzchni Ziemi ku wyższym szerokościom geograficznym. Siła Coriolisa powoduje odchylenie go na wschód i przesuwanie w kierunku biegunów jako wiatry zachodnie. Na szerokości geograficznej około 60° chłodne powietrze napływające ze wschodu od strony biegunów styka się z gorącym powietrzem przemieszczającym się od zachodu z szerokości zwrotnikowych. W efekcie cieplejsze powietrze zostaje wyparte do góry w postaci prądów wznoszących i w górnej troposferze przemieszcza się w kierunku zwrotników. W strefie frontu polarnego powstają ośrodki niżowe. Taką cyrkulację nazywamy **cyrkulacją wędrownych niżów barycznych**.

Strefa podbiegunowa

W okolicach bieguna, ze względu na niskie temperatury, tworzy się wysokie ciśnienie. W dolnej warstwie troposfery zimne ciężkie powietrze z okolic biegunów przesuwają się w kierunku niżów frontu polarnego w rejonie kół podbiegunowych. Tam napotyka cieplejsze powietrze napływające z okolicy zwrotników i na froncie polarnym wypycha je ku górze. W górnej części troposfery część tego powietrza odpywa w kierunku biegunów, zamykając układ.

Cyrkulacja monsunowa

W miejscach zetknięcia się rozległych obszarów kontynentu oraz oceanu tworzy się **cyrkulacja monsunowa**.

Monsuny to wiatry okresowe, zmieniające swój kierunek dwa razy w roku ze względu na nierównomierne ogrzewanie się lądu i morza.

W lecie ląd ogrzewa się szybciej niż woda, w związku z tym nad lądem tworzy się obszar niskiego ciśnienia, a nad oceanem – wysokiego. **Monsun letni** wieje zatem znad oceanu w stronę lądu. Powoduje przemieszczanie się wilgotnego



powietrza i przynosi obfite opady. W zimie natomiast ląd szybciej się ochładza i tworzy się nad nim rozległy wyż, od którego wieje **monsun zimowy** w stronę niżu nad wolno oddającym ciepło oceanem. Największe obszary, na których występuje cyrkulacja monsunowa, to Azja Południowa, Azja Południowo-Wschodnia oraz Azja Wschodnia.



Ryc. III.1.6. Schemat powstawania monsunów.

PYTANIA I POLECENIA

1. Na podstawie map rozkładu ciśnienia atmosferycznego na Ziemi zamieszczonych w tym rozdziale określ, na jakich szerokościach geograficznych powstają ośrodki wysokiego i niskiego ciśnienia oraz jakie zmiany w ich rozmieszczeniu można zauważyć między styczniem a lipcem.
2. Wyjaśnij, jakie czynniki wpływają na zróżnicowanie ciśnienia atmosferycznego.
3. Na podstawie dostępnych źródeł internetowych omów znaczenie monsunów dla człowieka.
4. Znajdź w internecie i zanotuj w zeszycie informacje o groźnym cyklonie tropikalnym (huraganie, tajfunie) i konsekwencjach jego wystąpienia.

2. Rozkład temperatury powietrza i opadów na Ziemi

Budowa atmosfery

Atmosferą nazywamy powłokę gazową otaczającą Ziemię lub inne ciało niebieskie. Atmosfera ziemską pełni funkcję parasola ochronnego i zatrzymuje szkodliwe promieniowanie z kosmosu. Ponadto dostarcza tlenu i innych gazów wszystkim organizmom żyjącym na Ziemi, ogrzewa powierzchnię naszej planety dzięki efektowi cieplarnianemu, a także zmniejsza różnice temperatur między dniem a nocą i chroni przed promieniowaniem UV.

Krążąc wraz z Ziemią, atmosfera podlega siłom przyciągania ziemskiego. Składa się z mieszaniny gazów zwanych powietrzem atmosferycznym. Głównymi **stałymi składnikami atmosfery** otaczającej Ziemi są azot, tlen i argon, które w powietrzu suchym, bez domieszek, łącznie stanowią 99,9% jej objętości. Ponadto atmosfera zawiera śladowe ilości innych pierwiastków (neon, hel, krypton, wodór). Do **składników zmiennych atmosfery** należą dwutlenek węgla i para wodna. Zawartość pary wodnej waha się od blisko 0% w okolicy biegunów do 4% w strefie równikowej. Para wodna jako jedyny składnik atmosfery może występować w stanie ciekłym (woda) i stałym (kryształki lodu). Inne domieszki to między innymi jod, amoniak, freon, tlenki siarki i azotu, ozon oraz aerozole atmosferyczne (np. pyłki roślin, cząsteczki soli) należące do składników zmiennych.

Ze względu na różnice właściwości fizycznych, zwłaszcza w partiach położonych blisko powierzchni Ziemi, istnieje kilka warstw atmosfery. Biorąc pod uwagę pionowy rozkład temperatury, wyróżniamy, zaczynając od powierzchni Ziemi: **troposferę, stratosferę, mezosferę, termosferę i egzosferę**. Pomiędzy nimi znajdują się warstwy przejściowe.

W **troposferze** (najniższej warstwie atmosfery) zachodzą procesy kształtujące pogodę i klimat przy powierzchni Ziemi. W troposferze mieści się 80% całej masy powietrza. Tu gromadzi się prawie cała zawartość pary wodnej, tworzą się chmury, powstają opady i odbywa się krążenie wody w różnych stanach skupienia. W troposferze występuje spadek temperatury wraz z wysokością, średnio o $0,6^{\circ}\text{C}$ na każde 100 m. Wraz z wysokością maleje także ciśnienie (o ok. 5hPa/100m).

W **stratosferze** znajduje się prawie cały atmosferyczny ozon, który pochłania większość promieniowania ultrafioletowego i rentgenowskiego, chroniąc nas

przed jego szkodliwym wpływem. Wysoka zawartość ozonu powoduje jednocześnie wzrost temperatury w górnej warstwie stratosfery. W warstwie tej występuje niewielka zawartość pary wodnej i mogą się tworzyć chmury najwyższego piętra, zbudowane z kryształków lodu.

W **mezosferze** mogą występować śladowe ilości pary wodnej, która kondensując, tworzy tak zwane srebrzyste obłoki, występujące najczęściej w szerokościach polarnych.

W **termosferze** temperatura wzrasta nawet do 1000–1500°C, ale ze względu na bardzo duże rozrzedzenie gazu przewodzenie ciepła niemal nie zachodzi, a obiekty szybko tracą ciepło przez wypromieniowanie. Dlatego przemieszczające się w termosferze satelity nie ulegają zniszczeniu. Dolną część termosfery zajmuje jonosfera, w której następuje zjawisko jonizacji, czyli wytwarzanie dodatnich lub ujemnych ładunków elektrycznych przez cząsteczki lub atomy.

W **egzosferze** temperatura spada do -273°C w przestrzeni międzyplanetarnej.



Ryc. III.2.1. Pionowe warstwy atmosfery.

Czynniki wpływające na zróżnicowanie temperatury powietrza na Ziemi

Na rozkład przestrzenny temperatury powietrza na powierzchni Ziemi, zarówno w ciągu roku, jak i w ciągu doby, wpływają różnorodne czynniki. Związane są one między innymi z ruchem obiegowym i obrotowym Ziemi oraz z ukształtowaniem powierzchni i rodzajem podłoża.

Wysokość górowania Słońca w ciągu roku zależy od szerokości geograficznej. Im wyżej Słońce góruje, tym więcej promieniowania słonecznego otrzymuje Ziemia i w związku z tym temperatura powietrza jest wyższa. Najwięcej tego promieniowania dociera, gdy Słońce góruje w zenicie (strefa międzyzwrotnikowa). Długość dnia i nocy w ciągu roku także się zmienia. Im dłuższy dzień, tym dłużej powietrze jest ogrzewane.

Temperatura powietrza zależy również od **rzeźby terenu**. Stoki o ekspozycji południowej na półkuli północnej na północ od zwrotnika Raka oraz stoki o ekspozycji północnej na półkuli południowej na południe od zwrotnika Koziorożca otrzymują więcej energii słonecznej. Dlatego w umiarkowanych szerokościach geograficznych na naszej półkuli uprawy ciepłolubne (np. winorośl) mają wystawę południową.

Prądy morskie również wpływają na wzrost bądź spadek temperatury powietrza. Prądy morskie ciepłe (niosące wody cieplejsze od otaczających) ogrzewają powietrze na wybrzeżu, a prądy morskie zimne – ochładzają je. Na przykład w Bergen w Norwegii, będącym pod wpływem ciepłego Prądu Zatokowego, średnia roczna temperatura powietrza jest o 3,5°C wyższa niż w położonym na tej samej szerokości geograficznej Sankt Petersburgu (Rosja).

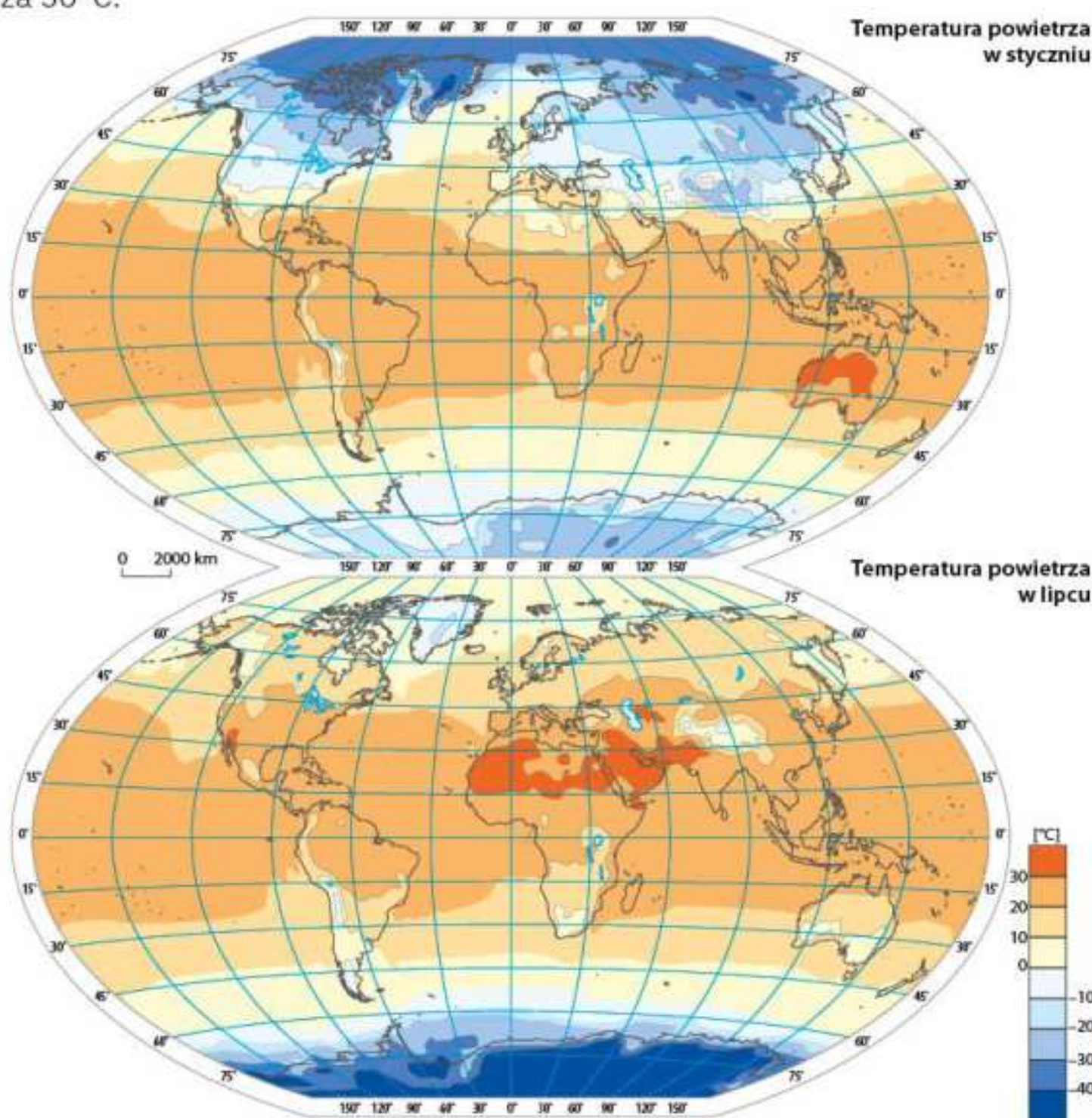
Odległość od mórz i oceanów także wpływa na temperaturę powietrza. Woda w zbiornikach ogrzewa się i stygnie wolniej w przeciwieństwie do powierzchni lądowych, które nagrzewają się szybciej i zarazem szybciej się wychładzają. Dlatego latem temperatura nad morzem jest niższa niż na lądzie, a zimą odwrotnie – nad morzem jest cieplej niż w głębi lądu. Amplitudy miesięczne temperatur (różnica między najwyższą a najniższą temperaturą w danym miesiącu) są większe wewnątrz kontynentów niż na obszarach położonych bliżej oceanu.

Rodzaj podłoża decyduje o stosunku ilości promieniowania odbitego do padającego (albedo). Ciemne podłoże (np. las) nagrzewa się szybciej i pochłania znaczne ilości promieniowania (niskie albedo), natomiast jasne podłoże (np. pokrywy lodowe) nagrzewa się wolniej i odbija większą część promieniowania (wysokie albedo).

Duży wpływ na temperaturę powietrza ma **wysokość nad poziomem morza**. Temperatura obniża się wraz ze wzrostem wysokości.

Rozkład temperatury powietrza na Ziemi

Obserwując pogodę, łatwo można dojść do wniosku, że zarówno w ciągu doby, jak i w ciągu roku zmienia się temperatura powietrza na danym obszarze. Różnice między najwyższą a najniższą średnią miesięczną temperaturą w ciągu roku nazywamy **roczną amplitudą temperatury**. Roczne amplitudy temperatury rosną od równika w kierunku biegunów oraz od mórz i oceanów w stronę centralnych części kontynentów. Największa roczna amplituda temperatury powietrza obliczona z wielolecia wystąpiła w miejscowości Ojmiakon (w Rosji) – ponad 100°C . **Dobowa amplituda temperatury powietrza** to różnica między najwyższą a najniższą temperaturą zaobserwowaną w ciągu doby. Najwyższe dobowe amplitudy temperatury występują na obszarach gorących pustyń strefy zwrotnikowej. W dzień temperatura może wynosić nawet 80°C . Ze względu na bezchmurne niebo temperatura czasem spada w nocy do 0°C . Zdarza się, że dobową amplitudę przekracza 50°C .



Ryc. III.2.2. Temperatury powietrza w styczniu i lipcu.

Najwyższą temperaturę powietrza na świecie zanotowano w 1913 roku w Dolinie Śmierci w USA (56,7°C), a najniższą – na stacji badawczej Wostok na Antarktydzie w 1983 r. (–89,2°C).

Porównując średnie wartości izoterm (linii łączących punkty o jednakowej temperaturze powietrza) w styczniu i lipcu, możemy zauważyć ich zależność od stref oświetlenia Ziemi oraz od rozmieszczenia lądów i oceanów.

Opady i osady atmosferyczne

Woda paruje nieustannie z powierzchni lądów i zbiorników wodnych. Para wodna, unosząc się w powietrzu w odpowiedniej temperaturze, przechodzi w stan ciekły, czyli kondensuje. Produktami kondensacji pary wodnej są **opady** i **osady atmosferyczne**. Aby doszło do kondensacji pary wodnej, potrzebne są w powietrzu jądra kondensacji, czyli na przykład pyłki roślin, drobne zanieczyszczenia. Opady tworzą kropelki wody (opad ciekły) lub kryształki lodu i płatki śniegu (opad stały) trafiające z chmur na powierzchnię Ziemi. Zawieje śnieżne to połączenie opadów śniegu z silnym wiatrem, natomiast zamiecie śnieżne to przenoszenie przez wiatr śniegu zalegającego na powierzchni ziemi. Osady atmosferyczne to także produkty kondensacji pary wodnej, tworzące się na powierzchni ziemi lub na stykających się z nią przedmiotach.

Tab. III.2.1. Podział opadów atmosferycznych

Opad atmosferyczny	Charakterystyka
Deszcz	opad kropel wody o średnicy powyżej 0,5 mm
Mżawka	opad kropel wody o średnicy poniżej 0,5 mm
Śnieg	opad stały, zbudowany z kryształków lodu połączonych w różnorodne formy w postaci gwiazdek, blaszek itp.
Grad	opad złożony z bryłek lodu o średnicy od 5 do 50 mm powstający w chmurach <i>cumulonimbus</i>
Krupy śnieżne	opad białych, nieprzezroczystych i kruchych ziaren lodu o średnicy 2–5 mm

Tab. III.2.2. Podział osadów atmosferycznych

Osad atmosferyczny	Charakterystyka
Rosa	Drobne kropelki wody osiadające na trawie, liściach, przedmiotach i glebie powstałe podczas wychłodzenia powierzchni ziemi i przedmiotów znajdujących się na niej do temperatury poniżej punktu rosy. Rosa występuje w ciepłym półroczu podczas pogodnych, bezwietrznych wieczorów i poranków.
Szron	Lodowe igiełki osiadające na trawie, gruncie i powierzchniach przedmiotów powstałe z kryształków lodowych. Szron jest odpowiednikiem rosy, ale pojawia się w zimnym półroczu, w ujemnych temperaturach w wyniku resublimacji pary wodnej.

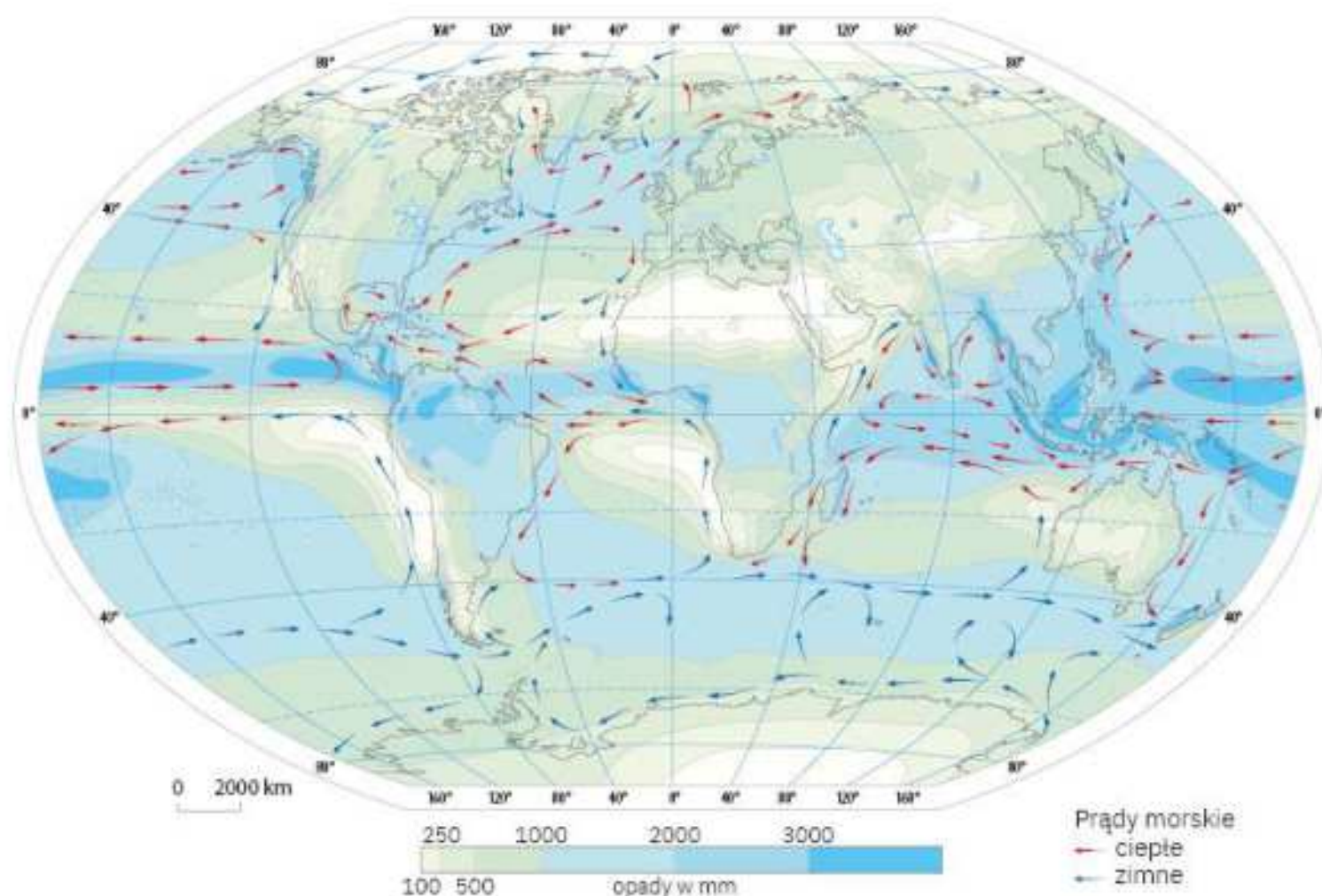
Osad atmosferyczny	Charakterystyka
Szadź	Krystaliczny nalot występujący na gałęziach drzew, trawie i przedmiotach w zimnym półroczu. Tworzy się z przechłodzonych kropelek mgły lub chmur po zetknięciu z wyżej bioną powierzchnią. Może mieć grubość nawet kilkunastu centymetrów.
Gołoledź	Gładka, przezroczysta warstwa lodu pokrywająca różne powierzchnie. Tworzy się przez opad deszczu lub mgły na powierzchnię o ujemnej temperaturze. Szczególnie niebezpieczna jest dla użytkowników dróg i chodników.

Rozmieszczenie opadów na Ziemi

Rozkład przestrzenny opadów na Ziemi zależy od wielu czynników. Są to między innymi:

- ogólna cyrkulacja atmosfery,
- szerokość geograficzna,
- rzeźba terenu (kierunek przebiegu pasm górskich, wysokość n.p.m.),
- układ lądów i oceanów,
- prądy morskie.

Rozmieszczenie opadów na świecie charakteryzuje się pewną strefowością. W **strefie okołorównikowej** deszcze padają przez cały rok, a ich maksimum przypada na okresy równonocy wiosennej i jesiennej. Opady mogą przekraczać nawet 2000 mm rocznie (1 mm opadów odpowiada 1 litrowi wody na 1 m²). W **strefie podrównikowej** wyraźnie zaznacza się pora deszczowa podczas kalendarzowego lata, zimą zaś – pora sucha. Roczna suma opadów waha się od 500 do 1000 mm. W **strefie zwrotnikowej** na lądach, ze względu na występowanie ośrodków wysokiego ciśnienia i prądów zstępujących, opady są znikome. Występują tu największe pustynie świata (Sahara, Wielka Pustynia Australijska). Na zachodnich wybrzeżach Afryki brak opadów wiąże się z istnieniem zimnych prądów morskich, które ograniczają parowanie (pustynia Atacama w Chile, pustynia Namib w Afryce). Intensywne opady w **strefie zwrotnikowej** (nawet powyżej 2000 mm) występują na południowo-wschodnich wybrzeżach Azji w porze letnich monsunów. W **szerokościach umiarkowanych** na rozkład opadów wpływa układ lądów i mórz oraz cyrkulacja wędrownych niżów, a ich wielkość waha się od 250 do 1000 mm. W strefie oddziaływania oceanów opady są rozłożone równomiernie w ciągu roku. W głębi lądów maksimum opadów występuje w ciągu lata, a minimum – w ciągu zimy. Wynika to z tworzenia się wyżów. W wysokich szerokościach geograficznych (**strefy okołobiegunowe**) ilość opadów maleje, wynosząc nawet poniżej 250 mm w związku z niskimi temperaturami i niewielkim parowaniem. Średnia roczna suma opadów na Ziemi to około 850 mm.



Ryc. III.2.3. Rozkład rocznych sum opadów na Ziemi.

PYTANIA I POLECENIA

1. Na przykładzie wybranego kontynentu omów czynniki wpływające na zróżnicowanie temperatury powietrza.
2. Korzystając z ryciny III.1.2, uszereguj w zeszycie podane punkty o określonych współrzędnych geograficznych według wartości temperatury powietrza w styczniu – od najwyższej do najniższej.
 - a) 20°S 20°E
 - b) 20°N 80°E
 - c) 50°N 80°W
3. Korzystając z ryciny III.1.2, uszereguj w zeszycie podane punkty o określonych współrzędnych geograficznych według wartości temperatury powietrza w lipcu – od najwyższej do najniższej.
 - a) zwrotnik Raka, 20°E
 - b) zwrotnik Koziorożca, 40°E
 - c) 80°N 40°E
4. Wyjaśnij, w jaki sposób dochodzi do powstawania deszczu, śniegu i gradu.

3. Strefy klimatyczne i typy klimatów na Ziemi

Klimat i czynniki klimatotwórcze

Klimat, jako wieloletni, uśredniony stan pogody na danym obszarze, jest wynikiem oddziaływania **procesów klimatotwórczych**, do których należą:

- obieg ciepła,
- obieg wilgoci,
- cyrkulacja atmosfery.

Przyczyny kształtujące poszczególne typy klimatu nazywamy **czynnikami klimatotwórczymi**. Są to:

- szerokość geograficzna,
- rozkład lądów i oceanów,
- wysokość nad poziomem morza,
- ukształtowanie terenu i jego ekspozycja,
- prądy morskie,
- pokrycie terenu,
- działalność człowieka.

Szerokość geograficzna wpływa na natężenie promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi, a tym samym na strefowość klimatu. Słońce góruje nad horyzontem na różnych wysokościach, więc średnia roczna temperatura powietrza maleje wraz ze wzrostem szerokości geograficznej. Ponadto im dalej od równika, tym mniej pary wodnej w powietrzu, a zatem od szerokości geograficznej zależy także rozkład opadów i ciśnienia atmosferycznego. W strefie podbiegunowej, ze względu na niskie temperatury i cieńszą warstwę troposfery, zawartość pary wodnej jest niewielka, dlatego opady są najmniejsze. Ruch obiegowy Ziemi wpływa na rozkład temperatur powietrza i ilość opadów atmosferycznych w ciągu roku.

Rozkład lądów i oceanów, ze względu na różnice w nagrzewaniu się i oddawaniu ciepła przez powierzchnie wód i lądów, powoduje zakłócenia w strefowym rozkładzie temperatur, opadów i ciśnienia atmosferycznego. Na tej samej szerokości geograficznej rozkład temperatur, opadów, ciśnienia, wilgotności i uśrednienia jest inny na obszarach położonych na wybrzeżu i w głębi lądu. W związku z tym możemy wydzielić dwa odrębne typy klimatu: morski i kontynentalny, w zależności od siły oddziaływania oceanów i lądów. **Klimat morski** charakteryzuje się mniejszymi niż w **klimacie kontynentalnym** dobowymi i rocznymi amplitudami temperatur powietrza.

Na terenach o klimacie morskim panują łagodne zimy i chłodne lata, a opady rozkładają się w miarę równomiernie (nieco więcej opadów występuje na przełomie jesieni i zimy). Zazwyczaj dni pogodnych jest mało, pojawia się duże zachmurzenie, występują częste mgły oraz duże prędkości wiatru.

Dla **klimatu kontynentalnego** są charakterystyczne większe dobowe i roczne amplitudy temperatury powietrza, gorące lata, surowe zimy oraz przewaga zachmurzenia latem. W miarę przesuwania się w głąb lądu maleją sumy opadów, a w ich przebiegu rocznym wyraźnie zaznacza się maksimum letnie. Występuje większa liczba dni pogodnych niż w klimacie morskim.

Wraz ze wzrostem **wysokości bezwzględnej nad poziomem morza** spada temperatura powietrza (średnio o około $0,6^{\circ}\text{C}$ na każde 100 m wysokości). Następuje też spadek ciśnienia atmosferycznego i wzrost wilgotności względnej, w związku z tym do pewnej wysokości następuje wzrost ilości opadów atmosferycznych.

Ukształtowanie terenu i jego ekspozycja, na przykład układ łańcuchów górskich, mogą powodować barierę dla przepływu mas powietrza. Układ południkowy utrudnia przepływ powietrza ze wschodu na zachód i odwrotnie, układ równoleżnikowy – w kierunku północnym lub południowym (stromość stoków, szerokość den dolinnych, wysokości względne). Rzeźba terenu wpływa na powstawanie klimatu lokalnego. Duże znaczenie ma także ekspozycja stoków (różnica temperatur między stokami dosłonecznymi i odsłonecznymi). Na półkuli północnej stokami dosłonecznymi są stoki południowe (eksponowane na południe), a na półkuli południowej – północne.

Prądy morskie mają wpływ na temperaturę i wilgotność na wybrzeżach po zachodniej i wschodniej stronie oceanów.



Prądy morskie to ruchy wody w oceanach wywołane działalnością wiatru, różnicą temperatury wody i zasolenia oraz ruchem obrotowym Ziemi. Prąd ciepły niesie wody cieplejsze od wód otaczających (powstaje w niskich szerokościach geograficznych i przemieszcza się ku szerokościom wyższym). Prąd zimny niesie wody chłodniejsze od wód otaczających (ma swój początek w wyższych szerokościach geograficznych i przemieszcza się ku niższym).

W strefie równikowej prądy morskie powstają wskutek wiejących wiatrów stałych – pasatów – o kierunku przemieszczania się z północnego-wschodu na południowy-zachód do równika na półkuli północnej i z południowego-wschodu na północny-zachód do równika na półkuli południowej. Dopływając do wschodnich wybrzeży Afryki, Ameryki Południowej i Azji, pasaty rozdzielają się na dwie części i odpływają w kierunku wyższych szerokości geograficznych. Ciepłe prądy po-

wodują wzrost temperatury powietrza i opadów w strefie ich występowania i na wybrzeżu. Przykładem jest Prąd Północnoatlantycki (Golfstrom), który ociepla zachodnie wybrzeża Półwyspu Skandynawskiego. Z kolei zimny Prąd Benguelski u wybrzeży południowo-zachodniej Afryki przyczynił się do powstania pustyni Namib. Często u wybrzeży, na które oddziałują prądy zimne, tworzą się mgły.

Pokrycie terenu wpływa na kształtowanie się stosunków termicznych i wilgotnościowych. Szata roślinna (np. kompleksy leśne) hamuje dopływ promieniowania słonecznego w dzień oraz powoduje utratę ciepła w nocy. Ponadto latem obszary leśne mają temperaturę niższą, a zimą – wyższą od ich otoczenia oraz charakteryzują się większą ilością opadów. Dlatego amplituda dobową i roczną temperatury powietrza jest tam mniejsza niż na obszarach pozbawionych szaty roślinnej.

Działalność człowieka, na przykład emisja zanieczyszczeń (w tym CO₂), może przyczyniać się do pogłębienia efektu cieplarnianego na Ziemi (globalne ocieplenie klimatu). Wpływa też na kształtowanie się lokalnych zmian, na przykład miejskiej wyspy ciepła.

Klasyfikacja klimatów

Klimaty Ziemi charakteryzują się **strefowością**, co jest związane z różnicami w ilości energii słonecznej docierającej do powierzchni Ziemi. W obrębie stref klimatycznych można wyróżnić **typy klimatów** w zależności od rozmieszczenia lądów i oceanów, a co za tym idzie – zróżnicowania ilości opadów.

Strefa klimatów równikowych rozciąga się symetrycznie po obu stronach równika, do 10°–20°N i 10°–20°S. Opady maleją wraz z oddalaniem się od równika z jednoczesnym wzrostem rocznej amplitudy temperatury. W typie podrównikowym występuje wyraźny podział na porę deszczową i suchą. Największe opady tworzą się w miejscach, gdzie promienie słoneczne padają prostopadle do powierzchni Ziemi (deszcze zenitalne).

Strefa klimatów zwrotnikowych obejmuje obszar po obu stronach zwrotnika Raka i zwrotnika Koziorożca. Opady występują w porze letniej, a w odmianie suchej sporadycznie lub nawet wcale. W klimatach suchych notuje się najwyższe temperatury na Ziemi ze względu na silne nagrzanie podłoża i małe zachmurzenie.

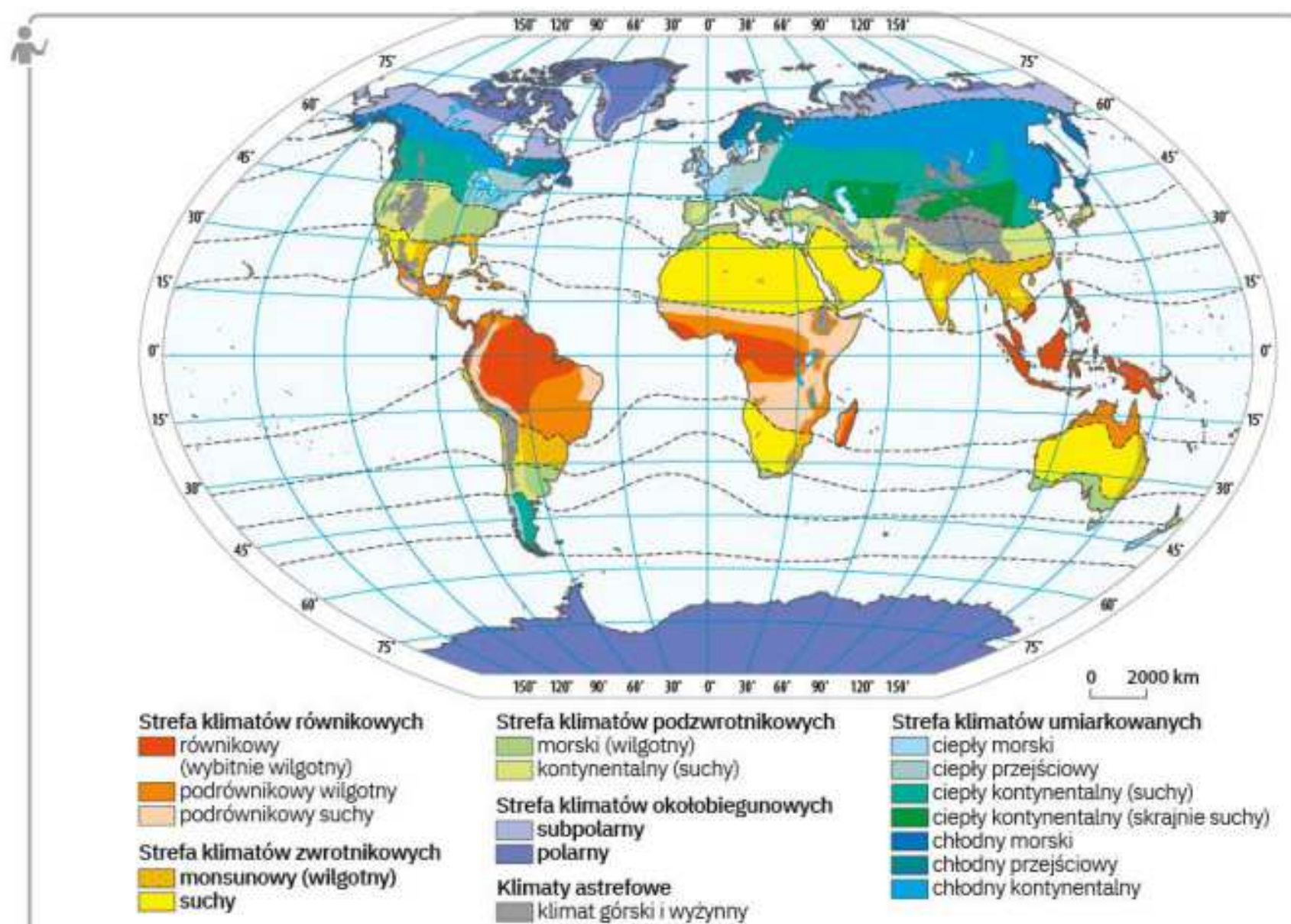
Strefa klimatów podzwrotnikowych występuje na północy od strefy zwrotnikowej do około 40°N i 40°S. Opady przeważają w porze chłodnej (z wyjątkiem odmiany monsunowej).

Strefa klimatów umiarkowanych dzieli się na odmianę ciepłą i chłodną. Rozciąga się między 40–60°N oraz 40–50°S. Opady są możliwe w różnych porach roku (odmiana monsunowa w porze letniej). W przypadku klimatów przejściowych występuje duża zmienność stanów pogody.

Klimaty okołobiegunowe zajmują obszary między 60° – 90° N oraz 50° – 90° S. Opady małe, z przewagą śniegu, występują tu przez cały rok. Cechą charakterystyczną jest brak termicznego lata, a pory roku powyżej koła podbiegunowego są określone długością dnia i nocy polarnej.

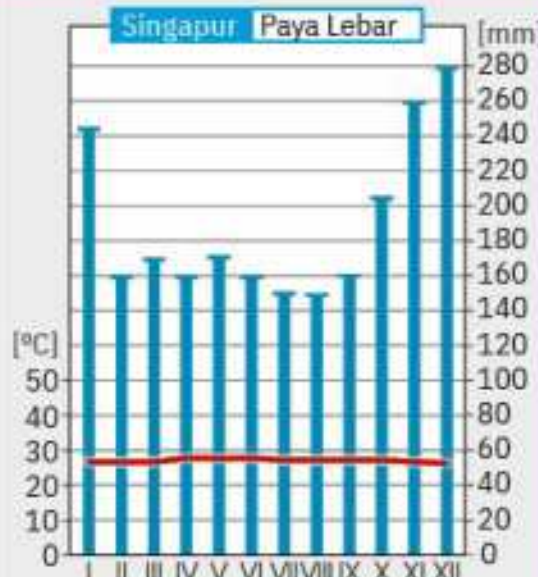
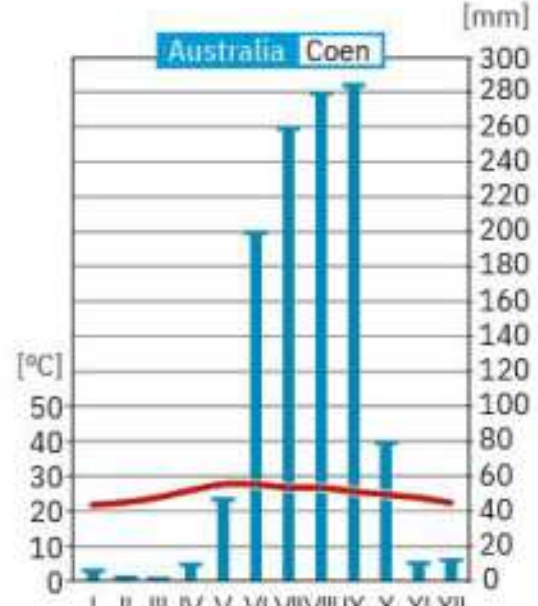
W każdej strefie klimatycznej może wystąpić **klimat astrefowy**, do którego zaliczamy między innymi **klimat górski**. Charakteryzuje się on spadkiem temperatury i ciśnienia atmosferycznego wraz z wysokością oraz występowaniem piętrowości klimatyczno-roślinnej. Do cech klimatu górskiego należą zróżnicowanie nasłonecznienia (w zależności od ekspozycji stoków), występowanie wiatrów lokalnych (np. fenowych) i zwiększanie się sumy opadów atmosferycznych do pewnej wysokości. Powyżej tej wysokości ilość opadów systematycznie zmniejsza się. Ilość opadów atmosferycznych w górach również zależy od wiatrów i napływających mas powietrza. Opady występują głównie po stronie dowietrznej stoków. Łańcuchy górskie stanowią więc barierę orograficzną dla przemieszczania się mas powietrza.

Do klimatów astrefowych zalicza się także **klimat miejski**, który różni się od obszarów otaczających wyższą temperaturą (latem o $0,5^{\circ}$ – $0,8^{\circ}\text{C}$, a zimą o $1,1^{\circ}$ – $1,6^{\circ}\text{C}$). Dlatego często klimat miasta nazywa się miejską wyspą ciepłą.



Ryc. III.3.1. Rozmieszczenie stref klimatycznych na Ziemi (wg W. Okołowicza).

Tab. III.3.1. Charakterystyka klimatów

Strefa klimatyczna	Typ klimatu	Cechy charakterystyczne	Przykładowy klimatogram
Strefa klimatów równikowych	równikowy wybitnie (skrajnie) wilgotny	- temperatura każdego miesiąca powyżej 20°C - roczna amplituda temperatury poniżej 5°C - opad całoroczny, roczna suma opadów 2000–3000 mm	 Klimatogram przedstawiający dane dla Singapur i Paya Lebar. Oś pionowa po lewej stronie ma dwie skale: [°C] (0-50) i [mm] (0-280). Oś pozioma przedstawia miesiące od I do XII. Niebieskie słupki reprezentują opady, a czerwona linia – temperaturę. Opady są wysokie i dość równomiernie rozmieszczone, a temperatura jest stała i wysoka.
	podrównikowy wilgotny	- temperatura każdego miesiąca powyżej 20°C - roczna amplituda temperatury do 5°C - roczne opady 1000–2000 mm - jedna lub dwie pory deszczowe	 Klimatogram przedstawiający dane dla Australia Coen. Oś pionowa po lewej stronie ma dwie skale: [°C] (0-50) i [mm] (0-300). Oś pozioma przedstawia miesiące od I do XII. Niebieskie słupki reprezentują opady, a czerwona linia – temperaturę. Jest to klimat monsunowy z wyraźną porą deszczową (miesiące VI-IX) i porą suchą (miesiące I-IV, X-III).
	podrównikowy suchy	- temperatura każdego miesiąca powyżej 20°C - roczna amplituda temperatury powyżej 5°C - roczne opady 500–1000 mm - jedna pora deszczowa	 Klimatogram przedstawiający dane dla Mozambik Tete New Mil. Oś pionowa po lewej stronie ma dwie skale: [°C] (0-50) i [mm] (0-140). Oś pozioma przedstawia miesiące od I do XII. Niebieskie słupki reprezentują opady, a czerwona linia – temperaturę. Jest to klimat suchy z jedną wyraźną porą deszczową (miesiące VI-VIII).

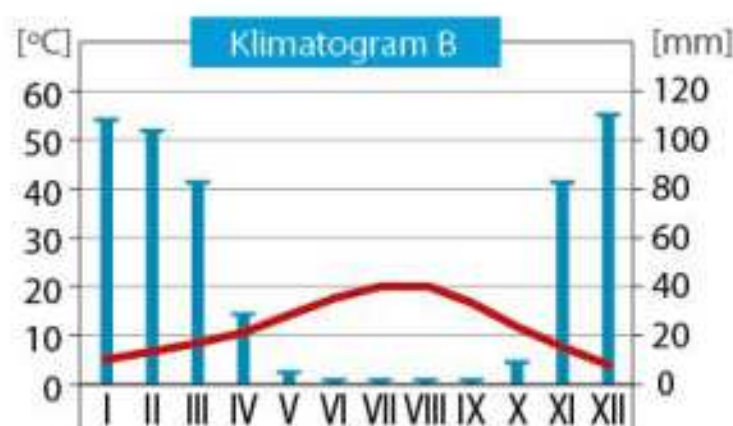
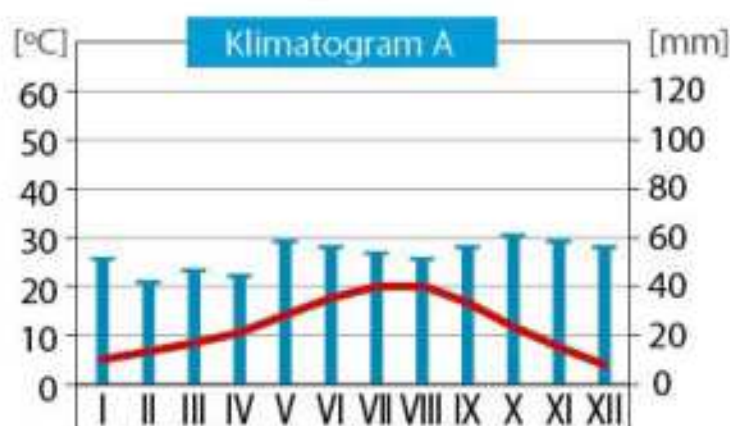
Strefa klimatyczna	Typ klimatu	Cechy charakterystyczne	Przykładowy klimatogram
Strefa klimatów zwrotnikowych	wilgotny (monsunowy)	- temperatura każdego miesiąca powyżej 20°C - roczna amplituda temperatury do 10°C - roczne opady 1000–2000 mm, a w strefie monsunowej powyżej 2000 mm, głównie latem	
	kontynentalny, suchy	- duże dobowe amplitudy temperatury – powyżej 30°C - opady poniżej 200 mm w porze letniej	
	kontynentalny, wybitnie suchy	- bardzo duże dobowe amplitudy (nawet do 50°C) - amplitudy roczne powyżej 20°C - opady sporadyczne lub brak	
Strefa klimatów podzwrotnikowych	morski (śródziemnomorski)	- średnia roczna temperatura powietrza powyżej 15°C - roczne opady 500–900 mm (głównie zimą) - zima łagodna, gorące lato	
	kontynentalny (suchy)	- temperatura powietrza w zimie może spaść poniżej 0°C - roczne opady poniżej 250 mm - duże dobowe i roczne amplitudy temperatury - bardzo gorące i suche lato	

Strefa klimatyczna	Typ klimatu	Cechy charakterystyczne	Przykładowy klimatogram
Strefa klimatów umiarkowanych	umiarkowany ciepły morski	- średnia temperatura powietrza najchłodniejszego miesiąca powyżej 0°C, najcieplejszego – powyżej 15°C - opady całoroczne, roczna suma opadów 500–1000 mm - łagodna zima, chłodne lato	
	umiarkowany ciepły kontynentalny	- średnia temperatura powietrza najchłodniejszego miesiąca –10°C, najcieplejszego – powyżej 20°C - roczna suma opadów 300–600 mm (głównie latem)	
	umiarkowany ciepły przejściowy	- duża zmienność stanów pogody - roczne amplitudy temperatur powyżej 25°C - roczna suma opadów 600–800 mm (głównie latem)	
	umiarkowany chłodny morski	- średnia temperatura miesięczna od około –5°C w zimie do poniżej 15°C w lecie - roczna suma opadów 1000–1500 mm	
	umiarkowany chłodny kontynentalny	- średnia temperatura miesięczna od –25°C w zimie do 15°–20°C w lecie - duże roczne amplitudy temperatury – nawet powyżej 50°C - roczna suma opadów poniżej 500 mm (głównie latem) - gorące lato, mroźna zima	

Strefa klimatyczna	Typ klimatu	Cechy charakterystyczne	Przykładowy klimatogram
Strefa klimatów okołobiegunowych	podbiegunowy (subpolarny)	- średnia temperatura najcieplejszego miesiąca nie przekracza 10°C - roczne opady poniżej 250 mm (z przewagą śniegu)	
	biegunowy (polarny)	- średnia temperatura najcieplejszego miesiąca poniżej 0°C - roczne opady poniżej 250 mm, (z przewagą śniegu)	

PYTANIA I POLECENIA

- Wyjaśnij różnice między typami klimatów strefy umiarkowanej.
- Na podstawie dostępnej mapy fizycznej wypisz do zeszytu po jednym regionie geograficznym, w którym występują podane typy klimatu:
 - równikowy wilgotny,
 - zwrotnikowy wybitnie suchy,
 - podzwrotnikowy kontynentalny suchy,
 - umiarkowany chłodny kontynentalny,
 - podbiegunowy (subpolarny).
- Z poniższych klimatogramów (A i B) odczytaj:
 - średnią temperaturę najcieplejszego i najchłodniejszego miesiąca,
 - największą i najmniejszą miesięczną sumę opadów.
 Określ strefę i typ klimatu.



- Na podstawie dostępnych informacji na wybranych przykładach omów wpływ warunków klimatycznych na gospodarczą działalność człowieka.



IV

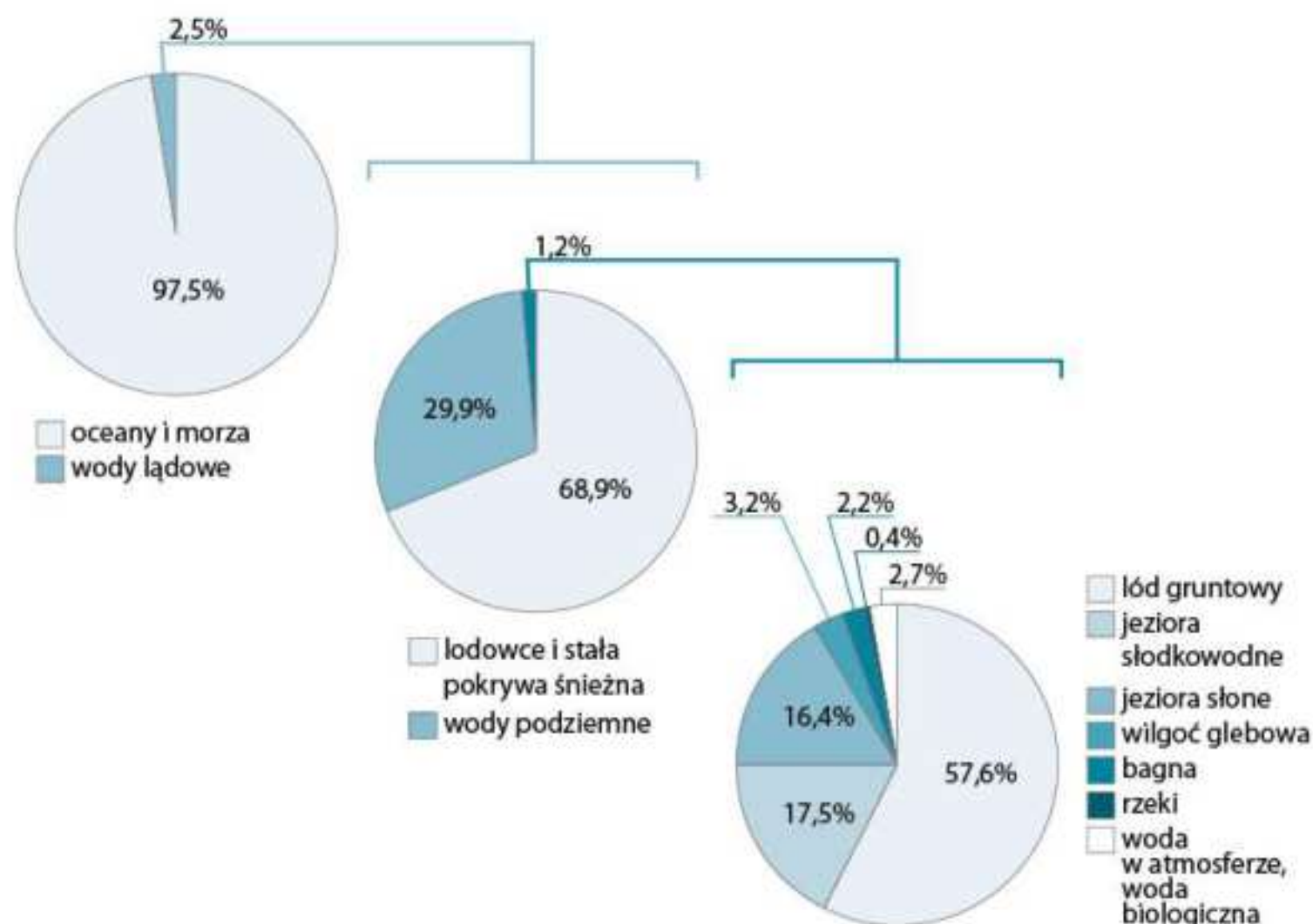
DYNAMIKA PROCESÓW HYDROLOGICZNYCH

1. Zróżnicowanie zasobów wodnych na Ziemi

Zasoby wodne na Ziemi to: morza i oceany, lodowce i lądolody, lądowe wody powierzchniowe (rzeki, jeziora, bagna, mokradła), wody podziemne znajdujące się w litosferze oraz wody atmosferyczne. Ta powłoka wodna przenikająca atmosferę i litosferę nazywa się **hydrosferą**. Woda w hydrosferze występuje w trzech stanach skupienia: gazowym, ciekłym i stałym.

Wielkość zasobów wodnych Ziemi

Zasoby wodne hydrosfery uznaje się za stałe. Wynoszą one około 1,4 mld km³. Na świecie zaledwie 3,5% wszystkich zasobów wodnych stanowią wody na lądzie. Większość z nich jest zmagazynowana w lodowcach (ponad 2/3), a 30% to wody gruntowe. Wody słodkie obejmują tylko 2,5% objętości hydrosfery. Wody powierzchniowe stanowią jedynie 0,3% zasobów słodkowodnych, z czego zdecydowana większość znajduje się w jeziorach. Prawie 1/5 światowych zasobów wody słodkiej jest zgromadzona w jeziorze Bajkał na Syberii.



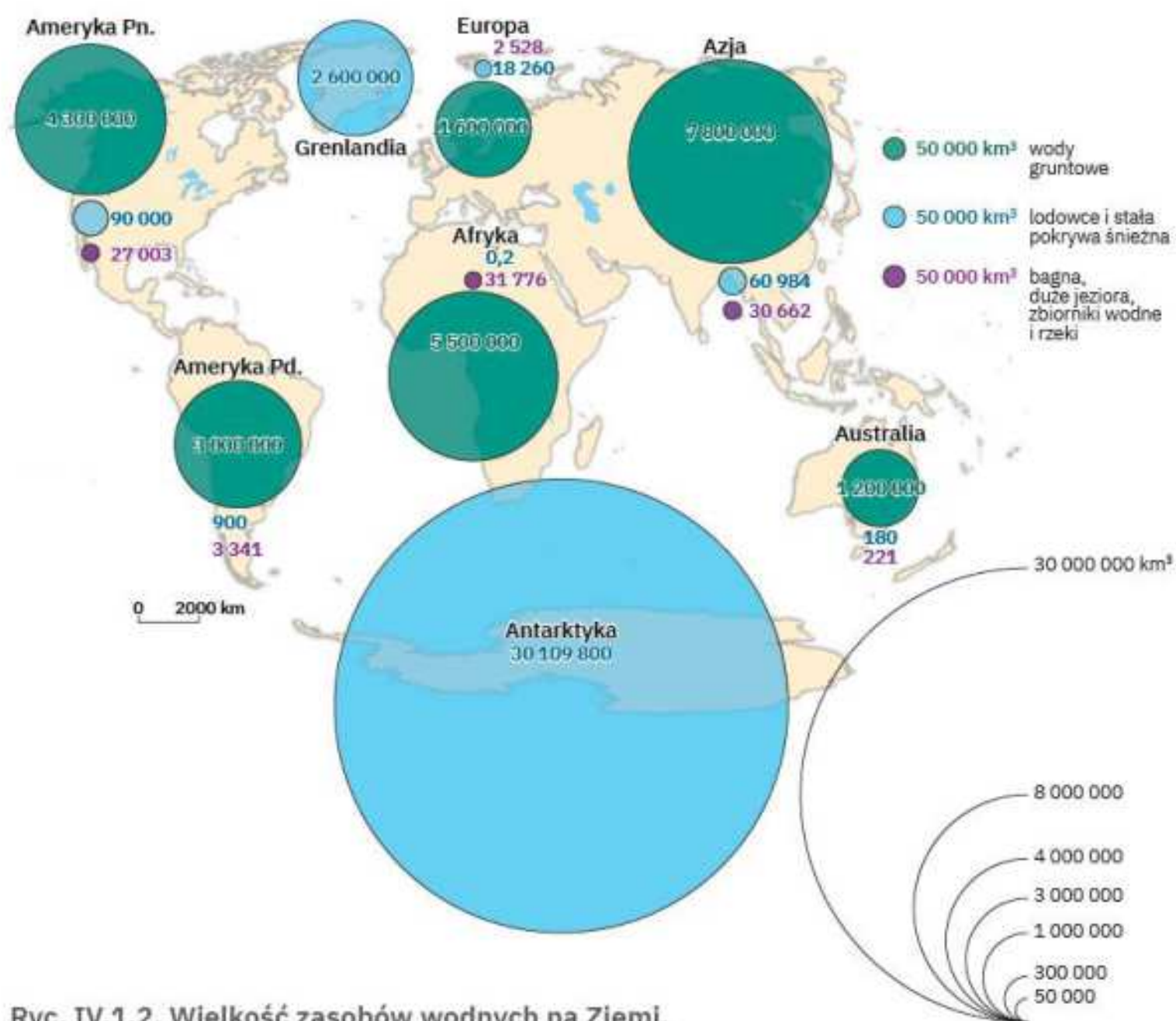
Ryc. IV.1.1. Zasoby wodne Ziemi.

Na podstawie: E. Bajkiewicz-Grabowska, Z. Mikulski, *Hydrologia ogólna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.

Rozmieszczenie zasobów wodnych na Ziemi

Zasoby wodne na Ziemi są rozmieszczone nierównomiernie. Dlatego dostarczenie wody do niektórych regionów jest trudne. Większość zasobów wody słodkiej na Ziemi znajduje się w lodowcach, a więc daleko od miejsc, w których mogłaby być wykorzystana. Niektóre państwa, na przykład Brazylia (Nizina Amazonki) i Kanada (obszary jezior), otrzymują znacznie więcej wody, niż jej zużywają. Inne z kolei, na przykład położone w regionie Bliskiego Wschodu, odczuwają jej niedobory.

Ważnym elementem obiegu wody wpływającym na dostępność jej zasobów jest rozmieszczenie i rozkład opadów atmosferycznych. Najwięcej opadów występuje w dorzeczu Amazonki, w Kotlinie Konga oraz w Archipelagu Malajskim. Do większości regionów Azji 90% rocznych opadów dociera w czasie krótszym niż 100 godzin. W związku z tym tereny zależne od monsunów bądź krótkich pór deszczowych są zagrożone występowaniem powodzi w czasie gwałtownych opadów oraz suszą w pozostałej części roku.



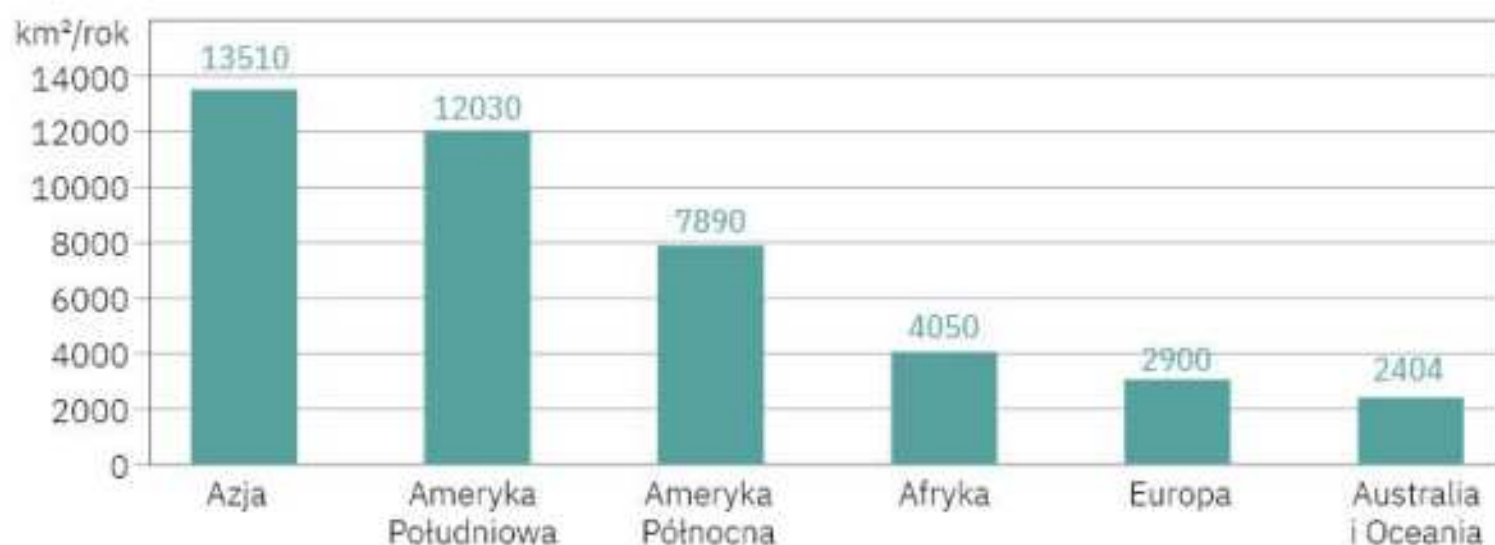
Ryc. IV.1.2. Wielkość zasobów wodnych na Ziemi.

Na podstawie: E. Bajkiewicz-Grabowska, Z. Mikulski, *Hydrologia ogólna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.

Znacznymi niedoborami wody słodkiej na świecie charakteryzują się obszary o dużym parowaniu położone w klimacie zwrotnikowym. Są to zwłaszcza pustynie na Półwyspie Arabskim, w zachodniej i środkowej Australii oraz Sahara i Kalahari w Afryce. Wody brakuje również na terenach położonych z dala od mórz (np. Nizina Turańska) oraz w cieniu opadowym (np. Kotlina Kaszgarska), a także na obszarach nadbrzeżnych, szczególnie tych w pobliżu zimnych prądów morskich (np. pustynia Namib).

Woda znajduje się w nieustannym obiegu, przez co należy do zasobów odnawialnych. Takie zasoby są stale uzupełniane, więc są niewyczerpywalne. Największy poziom odnawialnych zasobów wodnych (mierzony rocznym odpływem z rzek) występuje w Azji i Ameryce Południowej, na które przypada łącznie niemal 60% wielkości odpływu rocznego rzek. Państwa mające najwięcej odnawialnych zasobów wodnych to: Brazylia, Rosja, Stany Zjednoczone, Kanada oraz Chiny. W przeliczeniu na osobę największe zasoby wody mają: Gujana Francuska, Gujana i Surinam, Islandia, Kongo oraz Papua Nowa Gwinea, najmniejsze – Kuwejt, Zjednoczone Emiraty Arabskie, Arabia Saudyjska i Libia (poniżej 100 m³/osobę/rok).

Dla potrzeb człowieka woda jest pobierana z rzek, zbiorników sztucznych czy ujęć głębinowych. W bogatych krajach o małych zasobach wodnych wykorzystuje się odsalarnie wody morskiej.



Ryc. IV.1.3. Wielkości odnawialnych zasobów wodnych według kontynentów (w km³/rok).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie FAO AQUASTAT.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, dlaczego wody słodkie na Ziemi stanowią tylko ok. 3% wszystkich zasobów wodnych.
2. Przygotuj prezentację na temat zasobów wodnych występujących w twojej okolicy. Poszukaj w dostępnych źródłach wiedzy geograficznej informacji na temat:

- a) rzek przepływających przez twój region:
 - zapisz ich nazwy;
 - podaj, gdzie uchodzą: bezpośrednio do morza czy innej rzeki;
 - wskaż, gdzie znajduje się ich źródło;
 - określ, jakie są stany wód w rzekach podczas wezbrań, jak często występują powodzie;
- b) jezior znajdujących się w twoim regionie:
 - podaj ich nazwy;
 - określ, czy są to zbiorniki naturalne, czy sztuczne;
- c) ujęć wody pitnej dla twojego regionu – napisz, gdzie się znajdują.

2. Oceany i morza

Oceany i ich podział

Wszystkie wody słone obejmujące oceany i połączone z nimi morza wchodzi w skład **wszechoceanu**. Na Ziemi wyróżnia się pięć oceanów: Spokojny (Pacyfik, Ocean Wielki), Atlantycki (Atlantyk), Indyjski, Arktyczny oraz Południowy.

Największym oceanem na Ziemi jest Ocean Spokojny. W jego zachodniej części leży największa głębina (Rów Mariański). Ocean Arktyczny dawniej nazywano Morzem Arktycznym lub Oceanem Lodowatym Północnym i zaliczano do Oceanu Atlantyckiego. Ocean Południowy został uznany przez Międzynarodową Organizację Hydrograficzną w 2000 roku. Rozciąga się on od wybrzeży Antarktydy po równoleżnik 60°S.

Tab. IV.2.1. Wybrane cechy oceanów

Parametry	Ocean Spokojny	Ocean Atlantycki	Ocean Indyjski	Ocean Arktyczny	Ocean Południowy
Powierzchnia	155,6 mln km ²	76,8 mln km ²	68,6 mln km ²	14,1 mln km ²	20,3 mln km ²
Długość wybrzeża	135 663 km	111 866 km	66 526 km	45 389 km	17 968 km
Średnia głębokość	4 280 m	3 646 m	3 741 m	1 205 m	3270 m
Maksymalna głębokość	10 924 m	8 605 m	7 258 m	5 607 m	7 235 m



Ryc. IV.2.1. Oceany.

Morze to naturalny zbiornik wodny będący częścią oceanu i oddzielony od niego cieśniną, wyspami bądź wyniesieniem dna. Niektóre morza są połączone cieśninami z otwartą częścią oceanu lub z innymi morzami. **Cieśnina** to zwężenie obszaru wodnego łączącego dwa zbiorniki i rozgraniczające obszary lądowe. Najdłuższą cieśniną na świecie jest Malakka (o długości 937 km) położona w Azji Południowo-Wschodniej na granicy Oceanu Spokojnego i Indyjskiego. Stanowi ona ważny szlak tranzytowy dla statków przewożących towary z Azji Wschodniej (m.in. z Chin, Japonii i Korei Południowej).

Zasolenie mórz i oceanów

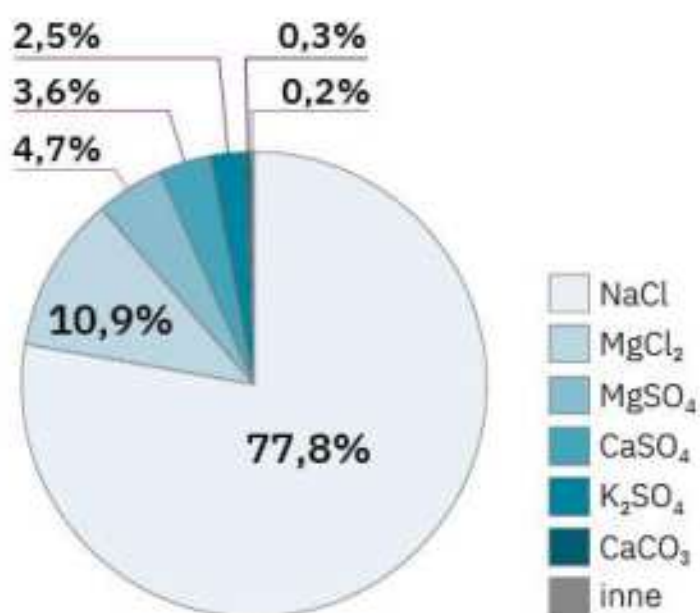
Głównymi składnikami wody morskiej są sole, czyli rozpuszczone w wodzie związki chemiczne. Ich zawartość w wodzie morskiej przedstawiono na rycinie IV.2.2.

Zasolenie to stężenie soli w 1 kg wody. W oceanach średnie stężenie soli wynosi 35 g na 1 kg wody (35‰).

Na zasolenie wpływają następujące czynniki:

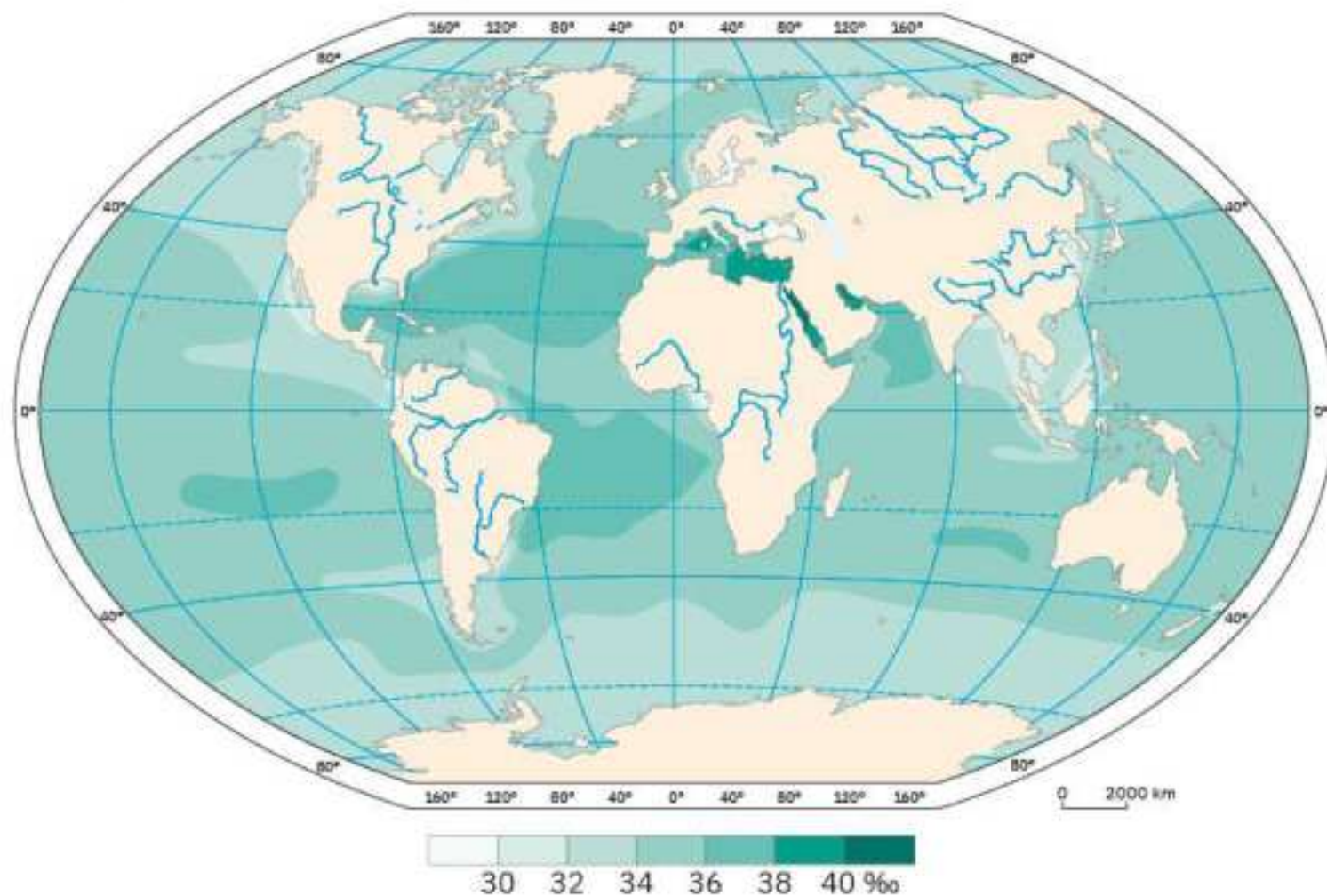
- intensywność parowania,
- dopływ słodkiej wody z rzek,
- wymiana wód z sąsiednimi morzami,
- topnienie śniegu i lodowców,
- ilość opadów atmosferycznych.

Zasolenie otwartych mórz i oceanów różni się w zależności od szerokości geograficznej. W strefie równikowej ze względu na codzienne deszcze zenitalne wynosi



Ryc. IV.2.2. Zawartość soli w wodzie morskiej.

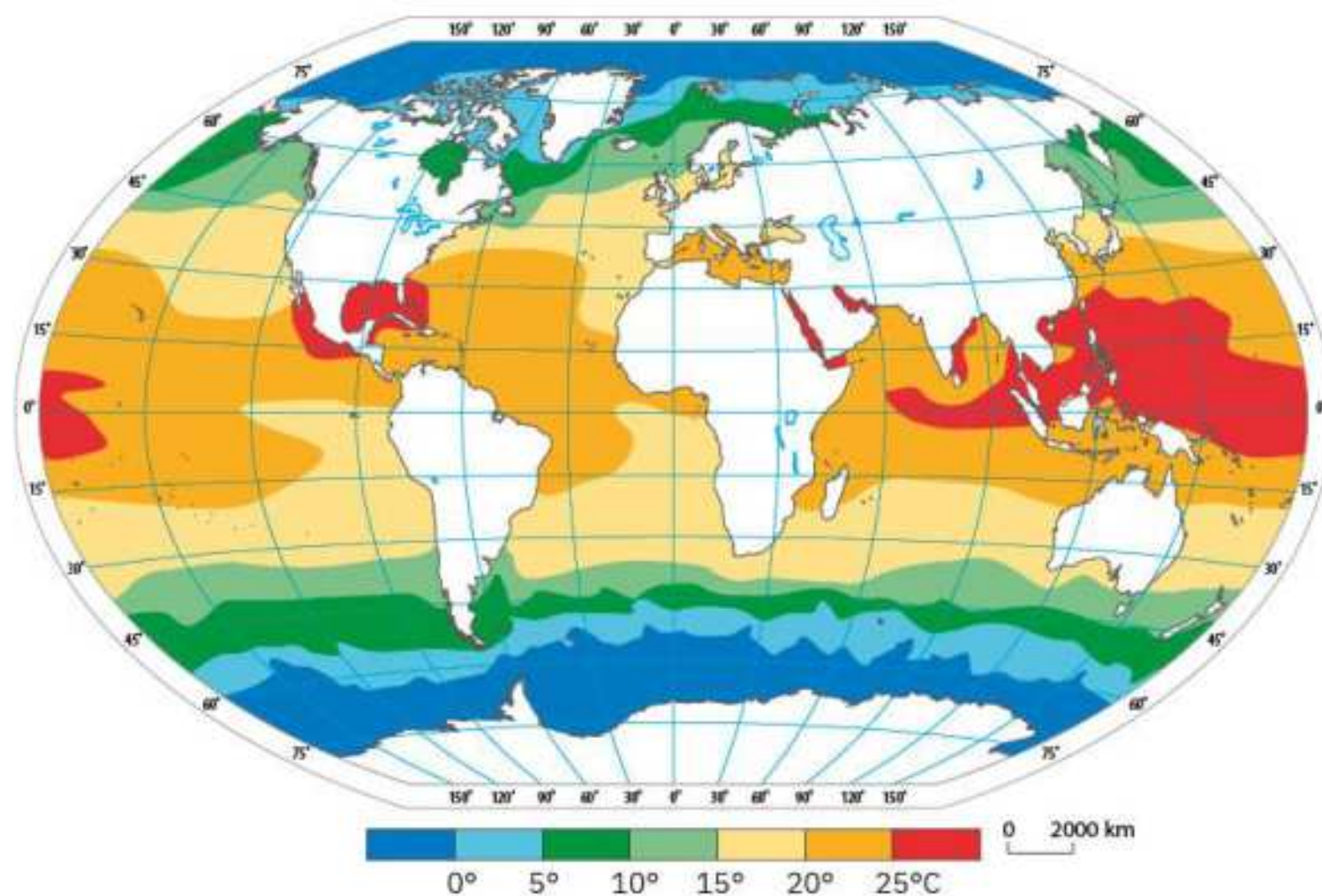
Na podstawie: E. Bajkiewicz-Grabowska, Z. Mikulski, *Hydrologia ogólna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.



Ryc. IV.2.3. Zasolenie wód morskich.

około 34‰. W strefie zwrotnikowej wskutek intensywnego parowania zwiększa się do 36‰, a następnie maleje w kierunku szerokości okołobiegunowych do 30‰ ze względu na dopływ słodkich wód, małe parowanie, topnienie śniegu i lodowców. Dużo większe różnice zasolenia występują w morzach o małej wymianie wód z oceanem. Na przykład zasolenie Morza Bałtyckiego ze względu na duży dopływ słodkiej wody rzekami i wąskie cieśniny utrudniające wymianę wód z Morzem Północnym wynosi średnio 7–8‰. W rejonie cieśnin Skagerrak i Kattegat zasolenie kształtuje się na poziomie 20‰, natomiast w rejonie Zatoki Botnickiej wynosi około 2‰. Z kolei bardzo duże zasolenie mają wody mórz: Śródziemnego (38‰), Czerwonego (46‰) i Zatoki Perskiej (35–60‰). Jest to spowodowane dużym parowaniem, niewielkim dopływem wód słodkich oraz brakiem sezonowego dopływu wód z topniejących śniegów, a także utrudnioną wymianą wód z oceanem.

Temperatura wody morskiej



Ryc. IV.2.4. Średnia roczna temperatura powierzchniowych wód oceanicznych.

Średnia roczna temperatura wody w powierzchniowej warstwie oceanów wynosi 17,4°C (na półkuli północnej 19,2°C, a na południowej 16°C). Wody powierzchniowe oceanów mają o około 3°C wyższą średnią roczną temperaturę niż lądy. Temperatura wód powierzchniowych wszechoceanu zależy od:

- ilości promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni oceanów,
- temperatury wód powierzchniowych zasilających morza i oceany,

- ciepła opadów atmosferycznych (np. gdy temperatura opadów jest wyższa niż powierzchni wody),
- rozmieszczenia ciepłych i zimnych prądów morskich,
- ograniczonego połączenia morza z innymi morzami i oceanem.

Temperatura powierzchniowych wód oceanicznych wpływa łagodząco na klimat. W niskich szerokościach geograficznych chłodniejsze powietrze znad oceanów przemieszcza się nad kontynenty, a w wysokich szerokościach cieplejsze powietrze nadciąga w kierunku lądów.

Najcieplejszym oceanem jest Ocean Spokojny. Średnia roczna temperatura wód powierzchniowych maleje wraz ze wzrostem szerokości geograficznej (od powyżej 25°C na równiku do około -2°C w strefie okołobiegunowej). Układ ten jest zaburzany przez prądy morskie.

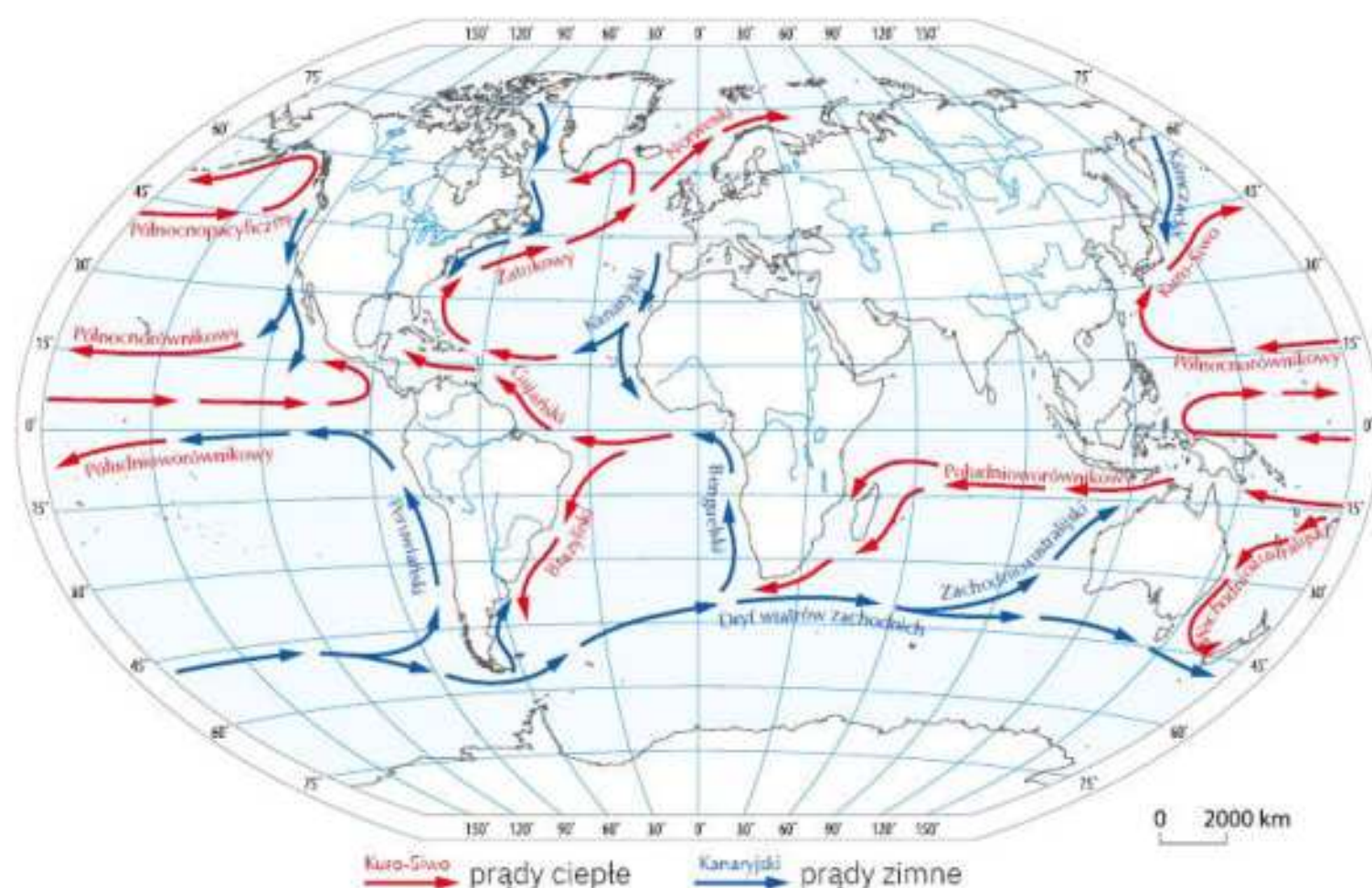
Prądy morskie

Prądy morskie to poziome ruchy wody w oceanach powodujące przenoszenie wód oceanicznych na znaczne odległości i wpływające na ogólną cyrkulację wód w oceanie. Wyróżniamy **prądy morskie ciepłe** (o wodach cieplejszych od wód otaczających) oraz **prądy morskie zimne** (o wodach zimniejszych od wód otaczających).

Prądy powstają głównie na skutek występowania stałych wiatrów (np. pasatów) oraz różnej gęstości wody wywołanej różnicą temperatury i zasolenia. Na kierunek przemieszczania się prądów morskich wpływa siła Coriolisa, która na półkuli północnej powoduje odchylenie prądów na północny-wschód, a na półkuli południowej – na południowy-zachód.

O rozkładzie prądów morskich decyduje także rozmieszczenie lądów i oceanów oraz ukształtowanie wybrzeży. W szerokościach międzyzwrotnikowych prądy morskie naśladują układ krążenia powietrza. Pod wpływem pasatów płyną ze wschodu na zachód po obu stronach równika dwa potężne prądy morskie ciepłe: Północnorównikowy i Południoworównikowy. W pobliżu zachodnich wybrzeży Oceanu Spokojnego i Atlantyckiego skręcają one w kierunku wyższych szerokości geograficznych. Następnie, na szerokości 45°, zawracają i płyną w stronę wschodnich wybrzeży tych oceanów. Tam rozdzielają się na dwa ramiona: jedno kieruje się w stronę równika, zamykając obieg, a drugie odchyła się w stronę bieguna. W wyniku przenoszenia olbrzymich mas wody oceanicznej w strefie okołorównikowej, aby wyrównać poziom wód, między Prądem Północnorównikowym i Prądem Południoworównikowym występuje Równikowy Prąd Wsteczny, niosący wody w kierunku wschodnim. Nieco inna sytuacja panuje na Oceanie Indyjskim, gdzie pod wpływem monsunów prądy morskie okresowo

zmieniają swój kierunek (w okresie między latem a zimą). W umiarkowanych szerokościach geograficznych układ prądów morskich na półkuli południowej różni się od schematu cyrkulacji na półkuli północnej ze względu na rozmieszczenie lądów. Ponieważ na półkuli południowej udział lądów jest mniejszy i oceany łączą się szeroko ze sobą, przeważające tu wiatry zachodnie będące skutkiem wirowego ruchu Ziemi z zachodu na wschód powodują powstanie potężnego zimnego prądu morskiego opływającego Ziemię z zachodu na wschód (Dryf Wiatrów Zachodnich).



Ryc. IV.2.5. Prądy morskie.

Prądy morskie są ważnym czynnikiem klimatotwórczym. Ciepłe prądy morskie powodują podniesienie średniej temperatury powietrza i zwiększenie ilości opadów atmosferycznych, a zimne prądy morskie przyczyniają się do spadku temperatury powietrza i zmniejszenia ilości opadów. Na przykład Prąd Zatokowy (Golsztröm) wraz z odnogami (Prąd Północnoatlantycki, Prąd Norweski), niesie ciepłe wody z szerokości zwrotnikowych i powoduje ocieplenie północno-zachodnich wybrzeży Europy. Dlatego średnia temperatura roczna w Bergen (Norwegia) położonym na szerokości geograficznej 60°N wynosi 7,5°C i nie schodzi poniżej 0° w żadnym miesiącu w roku. W znajdujących się na tej samej szerokości geograficznej Helsinkach średnia roczna temperatura powietrza jest o 3 stopnie niższa. Różnice występują również w sumie rocznych opadów (w Bergen 2000 mm, w Helsinkach i na Półwyspie Labrador 600–700 mm). Ciepłe wody Prądu Zatokowego wpływają na wydłużenie sezonu turystycznego na północno-

-zachodnim wybrzeżu Europy oraz na rolnictwo (okres wegetacyjny trwa dłużej). Ocieplający wpływ Prądu Zatokowego ma duże znaczenie również dla żeglugi morskiej. Na północnych wybrzeżach Norwegii i europejskiej części Rosji możliwa jest żegluga przez cały rok nawet poza kołem podbiegunowym, a położony na 69° szerokości geograficznej port w Murmańsku nie zamarza w zimie i dzięki temu odgrywa ważną rolę w wymianie handlowej. Jest on najdalej położonym na północ portem morskim w Europie, który nie zamarza.

Z kolei zimne prądy morskie w szerokościach okołozwrotnikowych powodują zmniejszenie ilości opadów i powstawanie pustyni (np. pustynia Namib w strefie oddziaływania Prądu Benguelskiego, Pustynia Atacama w Chile). Zazwyczaj silne pasaty wiejące w kierunku wschodnich wybrzeży Azji spychają ciepłe wody powierzchniowe Oceanu Spokojnego w kierunku zachodnim, a u wybrzeży Peru i Chile następuje wznoszenie się zimnych i bogatych w składniki pokarmowe oceanicznych wód głębinowych na powierzchnię (**zjawisko upwellingu**). W strefie kontaktu prądów zimnych zasobnych w tlen oraz prądów ciepłych zasobnych w składniki pokarmowe panują najlepsze warunki dla rozwoju planktonu (pokarmu dla zwierząt morskich, w tym także ryb). W związku z tym podane obszary są bogatymi łowiskami ryb. Żyzne wody Pacyfiku u wybrzeży Peru i Chile należą do najlepszych obszarów połowu ryb na świecie. To z kolei sprzyja rozwojowi populacji ptactwa (kormorany, pelikany, głuptaki), których odchody stanowią źródło naturalnego nawozu wykorzystywanego w rolnictwie. W drugiej połowie grudnia następuje osłabienie cyrkulacji pasatów we wschodniej części Oceanu Spokojnego i pojawienie się ciepłego prądu morskiego przemieszczającego się od wybrzeży Australii w kierunku zachodnich wybrzeży Ameryki Południowej (**zjawisko El Niño**). Ogromna ilość przemieszczającej się ciepłej wody powoduje zachwianie równowagi łańcucha pokarmowego w wyniku ustania upwellingu (brak wystarczającej ilości planktonu, zmniejszenie populacji ryb oraz ptaków morskich) oraz negatywne skutki społeczno-ekonomiczne (spadek połowu ryb).

Zwykle ocieplenie wód występuje przez kilka tygodni, po czym cyrkulacja wraca do normy. Jednak co 2–7 lat, zjawisko El Niño może trwać przez kilka miesięcy, powodując katastrofalne skutki, na przykład dla gospodarki Peru będącej w dużym stopniu uzależnionej od połowu ryb.

PYTANIA I POLECENIA

1. Przerysuj tabelę do zeszytu i uzupełnij ją. Wpisz po trzy nazwy mórz połączone z podanymi oceanami. Skorzystaj z mapy fizycznej dostępnej w atlasie.

Ocean Spokojny	Ocean Atlantycki	Ocean Indyjski	Ocean Arktyczny	Ocean Południowy
...	...	...	...	...

2. Przeanalizuj mapę zasolenia i średniej rocznej temperatury wód powierzchniowych oceanów. Wskaż i wyjaśnij zależności między temperaturą wody a jej zasoleniem.
3. Na podstawie mapy zamieszczonej w rozdziale wyjaśnij schemat krążenia prądów morskich na Oceanie Atlantyckim oraz na Oceanie Spokojnym.

3. Zróżnicowanie sieci rzecznej na Ziemi

Elementy sieci rzecznej

Rzeki należą do wód powierzchniowych. Do takich wód zalicza się też jeziora, bagna, mokradła oraz wodę uwięzioną w lodowcach. **Rzeki** to naturalne większe ciek wodne tworzące na danym terenie **sieć rzeczna**.

Cieki wodne – wszelkiego rodzaju wody powierzchniowe płynące pod wpływem siły ciężkości (stałe lub w ciągu dłuższych okresów) w wyłobionych przez siebie kanałach.

Na sieć rzeczna składają się:

- rzeka główna – uchodzi bezpośrednio do morza lub jeziora albo kończy swój bieg w piaszczach pustyni,
- dopływ – ciek uchodzący do innych rzek; może być prawy lub lewy (patrząc w kierunku biegu rzeki),
- dorzecze – obszar, z którego wody spływają do rzeki głównej przez system dopływów,
- zlewisko – obszar, z którego wszystkie wody powierzchniowe spływają do jednego zbiornika – oceanu lub morza,
- dział wód – granica na powierzchni terenu między dorzeczami lub zlewiskami.



Ryc. IV.3.1. Elementy sieci rzecznej.

Sieć rzeczna na świecie

Sieć rzeczna na świecie jest rozmieszczona bardzo nierównomiernie. Zależy to od klimatu. W Afryce w strefie zwrotnikowej (np. Sahara i Pustynia Kalahari) wody powierzchniowe praktycznie nie występują. Koryta **rzek epizodycznych** wypełniają się bardzo rzadko. Gęsta sieć rzeczna występuje natomiast w strefie równikowej. Najdłuższą rzeką tej strefy jest Kongo uchodzące do Oceanu Atlantyckiego. Najdłuższa rzeka Afryki, a zarazem druga co do długości rzeka świata to Nil (uchodzi do Morza Śródziemnego). Liczy on 6671 km i przepływa przez wszystkie strefy klimatyczne kontynentu (od równikowej po podzwrotnikową).

Rzeki epizodyczne (chwilowe) to rzeki płynące nieregularnie, po ulewnych deszczach, głównie na obszarze pustyni i półpustyni.

Rzeki okresowe (periodyczne) to rzeki płynące regularnie w okresie opadów, wysychające zaś w porze suchej.

W Australii sieć rzeczna charakteryzuje się okresowością ze względu na panujący tam suchy klimat. Rzek jest mało i są one rozmieszczone nierównomiernie. Pustynne obszary zachodniej Australii są rozcinane przez rzeki okresowe i sporadyczne, ginące w piaskach pustyni. Tam też znajduje się **obszar bezodpływowy** (obszar, z którego rzeki nie spływają do morza lub oceanu). Największe rzeki Australii to Murray i Darling wypływające z Wielkich Gór Wododziałowych.

Rzeki Ameryki Południowej należą do zlewisk Oceanu Spokojnego i Atlantyckiego. Układ tych zlewisk jest wyraźnie asymetryczny, z niewielkim odsetkiem obszaru, z którego wody spływają do Pacyfiku (na zachód od głównego grzbietu Andów). Niewiele jest także obszarów bezodpływowych. Największy system rzeczny tworzy Amazonka – najdłuższa rzeka świata (od 6296 do 7100 km w zależności od tego, jaki odcinek źródłowy przyjmiemy). W Amazonce znajduje się około 20% wszystkich zasobów wody słodkiej na Ziemi. Rzeką ta niemal w całości leży w strefie równikowej, dlatego opady zasilają ją przez cały rok.

W Ameryce Południowej (w Wenezueli) znajduje się najwyższy wodospad świata – Salto Angel (czytaj: salto anhel) o wysokości 979 m.



Ryc. IV.3.2. Wodospad Salto Angel.

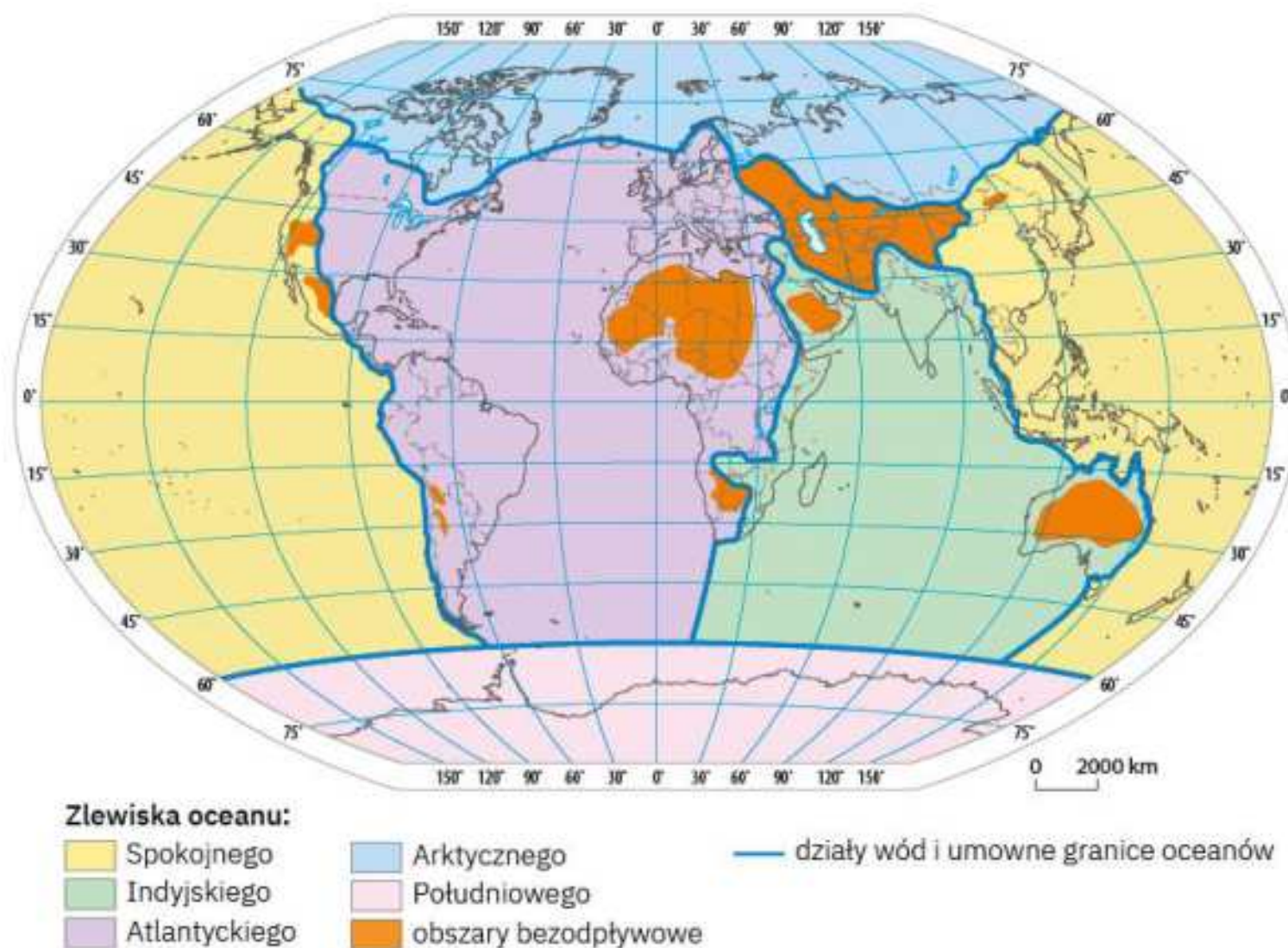
Asymetria zlewisk oceanów występuje również w Ameryce Północnej (granica działu wodnego przebiega grzbietem Kordylierów). W północnej części kontynentu rzeki są zasilane głównie przez topniejące śniegi, natomiast w południowej części (Meksyk i Ameryka Środkowa) – przez opady deszczu. Największe dorzecze tworzą rzeki Missisipi i Missouri (łącznie 3,25 mln km²).

Rzeki Azji tworzą bardzo duże i rozwinięte systemy rzeczne, na co ma wpływ wielkość i zwartość kontynentu oraz układ pasm górskich. Z centralnej części kontynentu azjatyckiego wypływają takie wielkie rzeki świata, jak: Ob z Irtyszem, Jenisej, Jangcy, Huang-He, Indus, Ganges, Brahmaputra czy Tygrys i Eufrat. Wody Azji należą do zlewisk czterech oceanów (Arktycznego, Spokojnego, Indyjskiego i Atlantyckiego).



Ryc. IV.3.3. Rzeka Amazonka przepływająca przez lasy równikowe Brazylii.

Europa, która jest pod wpływem klimatu umiarkowanego, ma stałą sieć rzeczna. Z powodu małej powierzchni oraz dużego rozczłonkowania tego kontynentu rzeki nie wykształciły dużych dorzeczy. Większe systemy rzeczne występują we wschodniej części Europy (Niż Wschodnioeuropejski). Największą rzeką jest Wołga (3530 km) uchodząca do Morza Kaspijskiego oraz Dunaj (2858 km), który ma ujście w Morzu Czarnym. Rzeki wschodniej Europy należą w dużej części do obszaru bezodpływowego.



Ryc. IV.3.4. Zlewiska oceanów i obszary bezodpływowe na świecie.

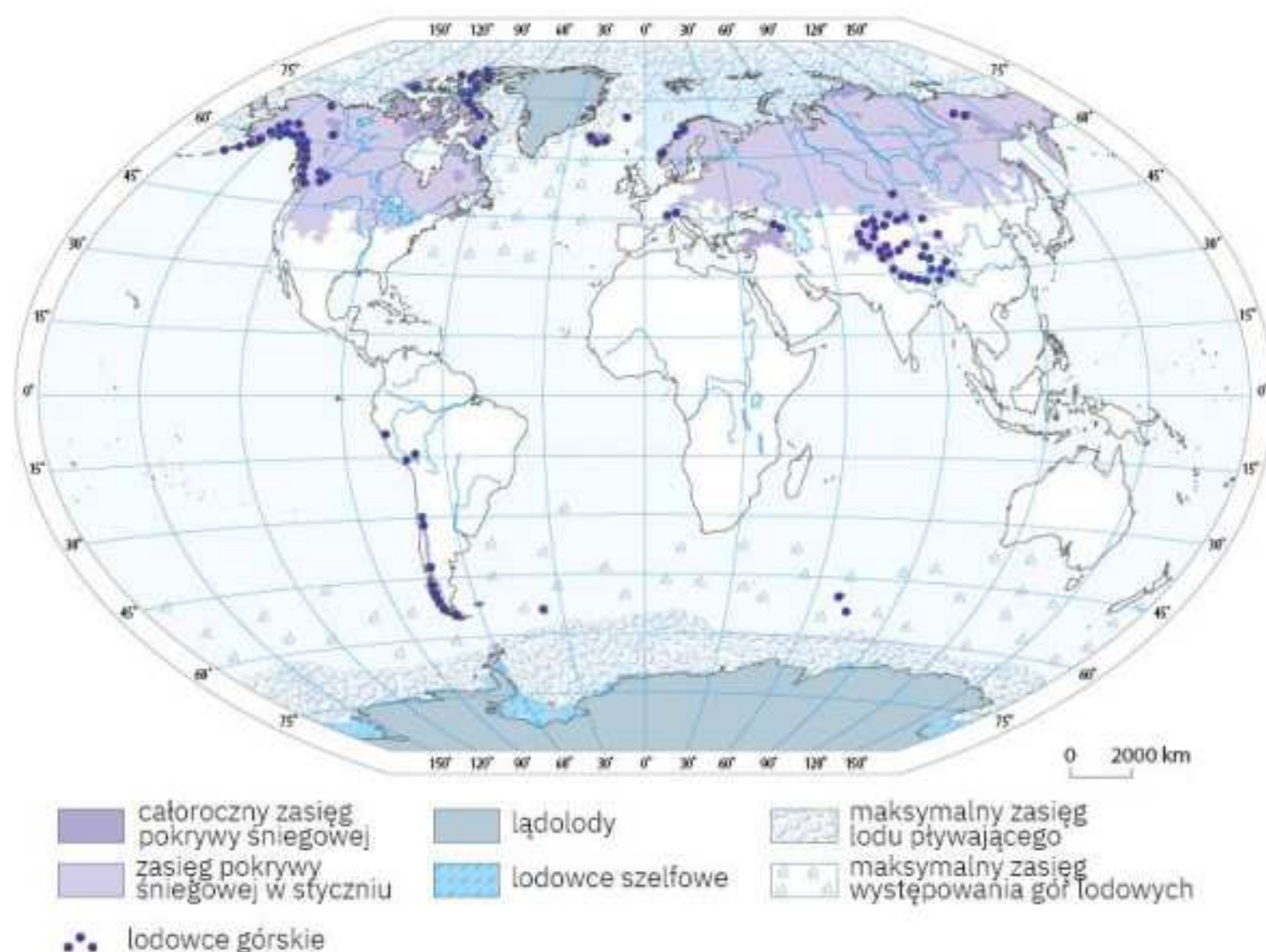
PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień czynniki, które wpływają na sieć rzeczną w Afryce.
2. Porównaj sieć rzeczną Ameryki Północnej i Ameryki Południowej.
3. Korzystając z dostępnych źródeł, opisz na wybranych przykładach wpływ sieci rzecznej w Europie na rozwój gospodarczy państw.
4. Korzystając z ryciny IV.3.4 oraz mapy fizycznej świata, wypisz do zeszytu po trzy rzeki należące do zlewiska każdego z oceanów.

4. Lodowce i lądolody oraz ich rozmieszczenie

Co to są lodowce?

Lodowcem określamy masę lodu, która powstała z nagromadzonego śniegu i wykonuje powolny, ale stały ruch. W lodowcach znajduje się około 69% wody słodkiej. Pokrywają one obecnie około 11% powierzchni Ziemi. Współczesne lądolody są pozostałością zlodowaceń plejstocenских. Kilkanaście tysięcy lat temu obejmowały one około 30% powierzchni Ziemi i sięgały w Ameryce Północnej do równoleżnika 40°N (lądolód kanadyjski), a w Europie do 50°N (lądolód skandynawski). W Europie lądolód zajmował południową część Wysp Brytyjskich, środkowe Niemcy oraz południową część Polski. Poza zasięgiem zlodowacenia tworzyły się lodowce górskie.



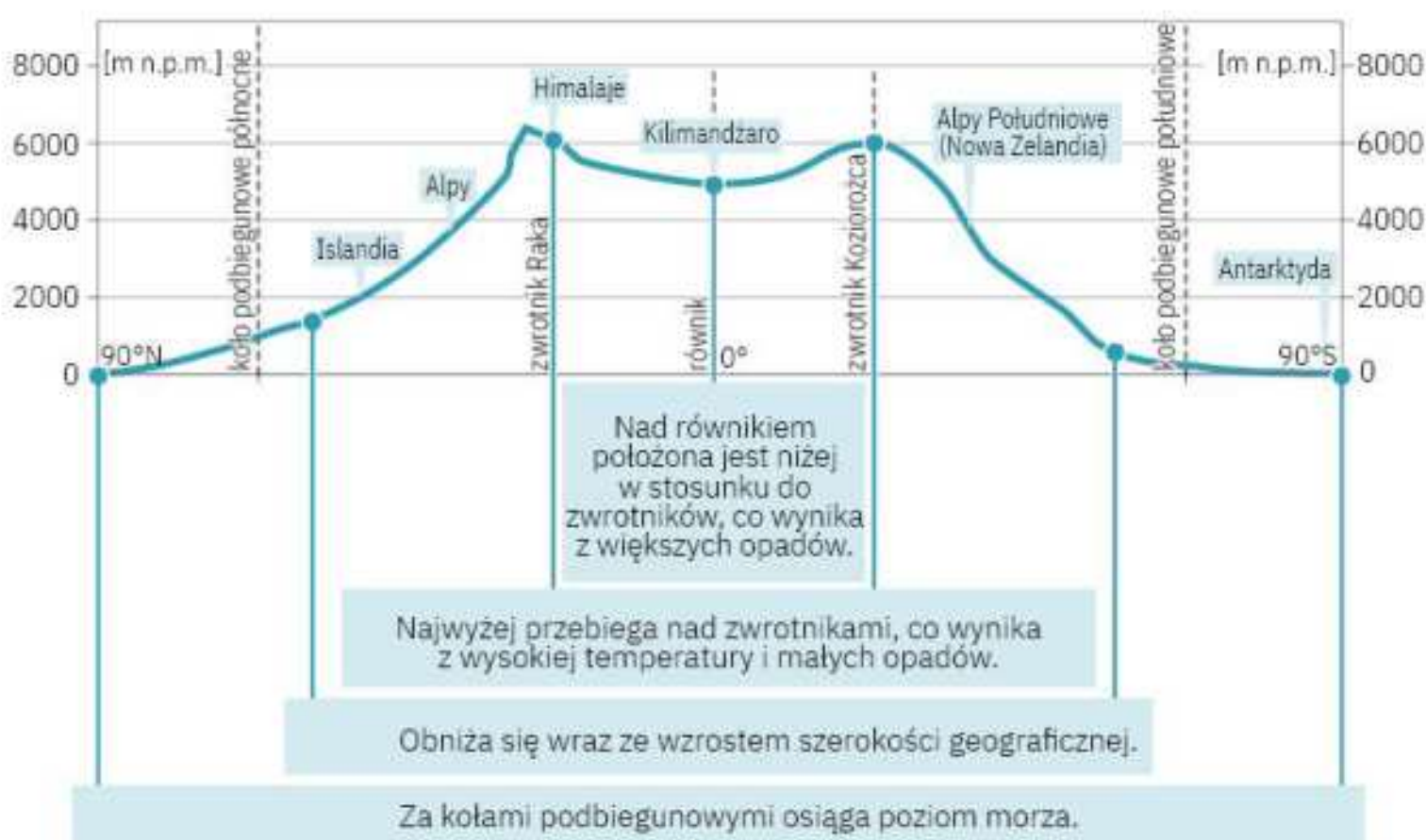
Ryc. IV.4.1. Obszary występowania lodowców i pokrywy śnieżnej na świecie.

Aby powstał lodowiec, muszą zostać spełnione określone warunki klimatyczne i topograficzne. Lodowce tworzą się na obszarach położonych powyżej **granicy wiecznego śniegu**, czyli tam, gdzie więcej śniegu pada, niż się go topi. Na pla-

skich powierzchniach z formami wklęsłymi gromadzi się śnieg, który przekształca się w lód – to tak zwane pole firnowe. Lodowcom natomiast służy klimat o dużych opadach śniegu i utrzymującej się przez większą część roku temperaturze powietrza poniżej 0°C.

Pole firnowe to przeważnie wklęsły lub płaski obszar położony powyżej granicy wiecznego śniegu, na którym śnieg się gromadzi, a następnie przekształca w lód.

Wysokość granicy wiecznego śniegu nad poziomem morza zmienia się w zależności od szerokości geograficznej. Najwyżej przebiega ona na zwrotnikach (6000 m n.p.m.) ze względu na małą ilość opadów i wysoką temperaturę. Na równiku obniża się do około 5000 m n.p.m. z powodu zwiększenia opadów. Od zwrotników w kierunku biegunów granica wiecznego śniegu obniża się do poziomu morza.



Ryc. IV.4.2. Wysokość granicy wiecznego śniegu w zależności od szerokości geograficznej.

Klasyfikacja lodowców

Lodowce tworzą się powyżej granicy wiecznego śniegu, zarówno na obszarach nizinnych (lądolody), jak i na obszarach górskich. Ze względu na obszar i warunki powstawania dzieli się je na:

- **lądolody** – występują w strefach okołobiegunowych, mają ogromną powierzchnię i wypukły kształt; ich przemieszczanie odbywa się od centralnej części we wszystkich kierunkach; współcześnie występują na Antarktydzie i w Grenlandii.



Ryc. IV.4.3. Obrzeże lądolodu na Grenlandii.

- **lodowce górskie** – tworzą się w nieckowatych zagłębieniach w otoczeniu rzeźby górskiej (na polach firnowych) i przemieszczają się w dół dolin. Ich ruchoma część nazywa się **jęzorem lodowcowym**, a miejsce, gdzie się tworzą – **kotłem lodowcowym**. Lodowce górskie występują współcześnie między innymi w Alpach i Himalajach. W porównaniu z lądolodami osiągają stosunkowo niewielkie rozmiary.

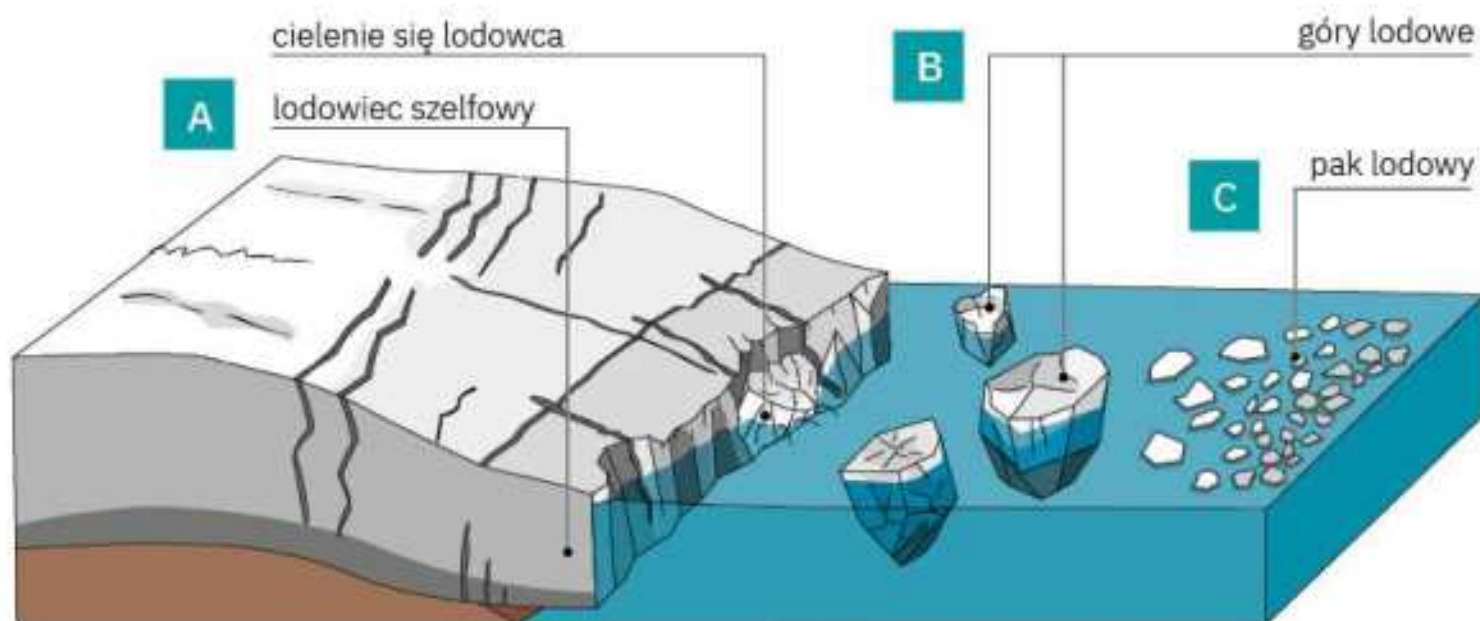
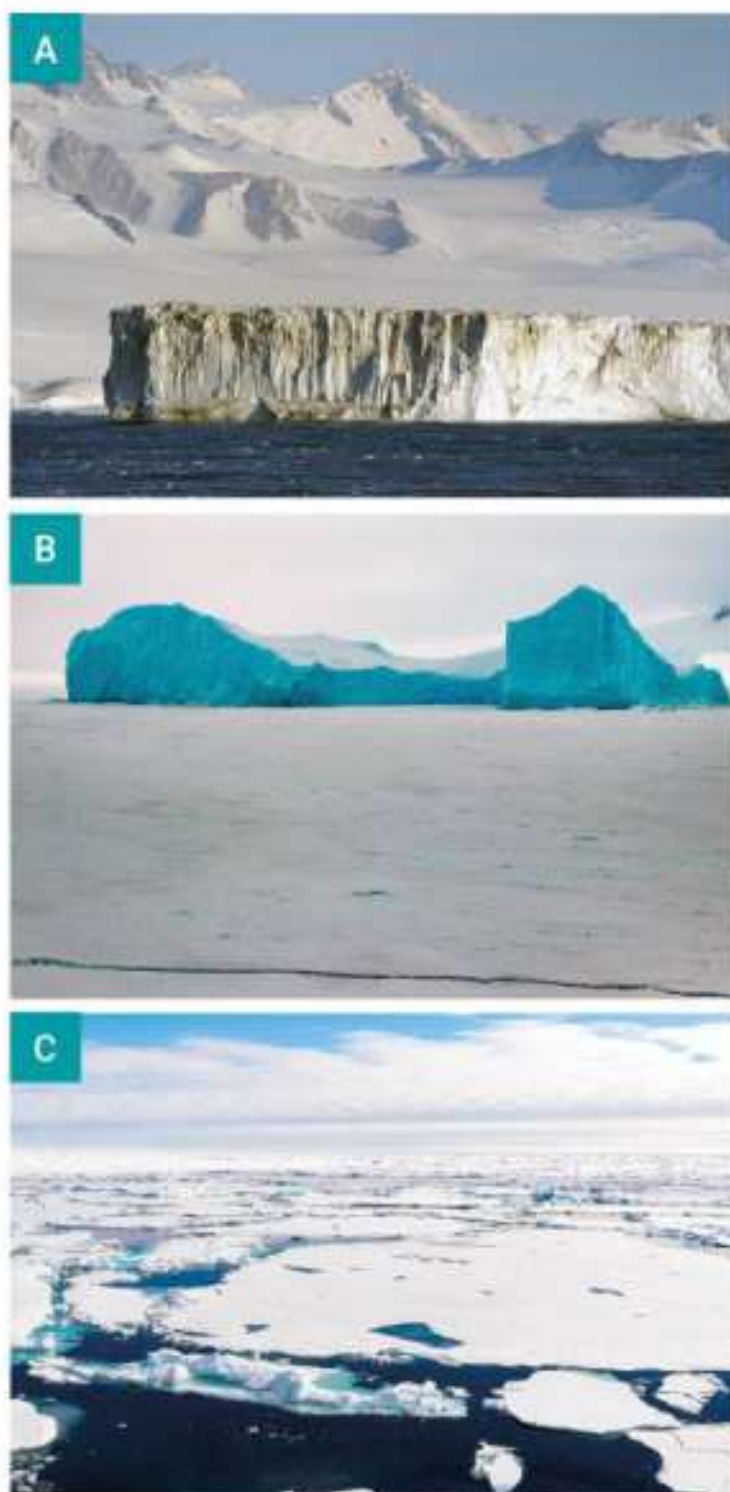


Ryc. IV.4.4. Lodowiec górski.

Przykłady rozmieszczenia lodowców na Ziemi

Największy lądolód na świecie występuje na Antarktydzie. Ma powierzchnię 14 mln km² i skupia 61% wody słodkiej na Ziemi. Jego grubość sięga do 4800 km (średnio 2300 km). Gdyby lądolód Antarktydy się stopił, to powierzchnia mórz i oceanów wzrosłaby o 58 m. Lądolody spływają w kierunku wybrzeży – tam zanurzają się w wodzie i tworzą **lodowce szelfowe** (np. Bariera Lodowa Rossa o długości 900 km; ryc. IV.4.5A). Lodowce te unoszą się w morzu i mogą się dzielić na mniejsze fragmenty zwane **górami lodowymi** (ryc. IV.4.5B). Proces ten nazywamy **cieleniem się lodowca**.

Lądolód Grenlandii ma powierzchnię 1,7 mln km², a jego maksymalna miąższość przekracza 3 km. Pokrywa lądolodu na Grenlandii obejmuje około 80% powierzchni wyspy i nie sięga morza na większym obszarze. Dlatego też nie tworzą się tutaj większe lodowce szelfowe. Na Oceanie Arktycznym oraz Południowym występuje dryfująca pokrywa lodowa (**pak lodowy**; ryc. IV.4.5C).



Ryc. IV.4.5. Schemat rozpadu lodowca na powierzchni wód.

Gospodarcze i społeczne skutki zanikania pokrywy lodowej

Globalne ocieplenie klimatu powoduje, że topnieją pokrywy lodowe. Najbardziej widoczne zmiany widać na obszarach okołobiegunowych półkuli północnej. Pokrywa lodowa Arktyki w ciągu roku ma najmniejszy zasięg we wrześniu. W latach 1980–2016 zaobserwowano, że zasięg pokrywy w tym miesiącu zmniejszył się z 7,5 mln km² do 4,1 mln km² (o ponad 40%). Najmniejszy zasięg pokrywy lodowej zaobserwowano w 2012 r. (3,4 mln km²).

Zmieniła się również objętość pokrywy lodowej Arktyki. W okresie 1979–2019 straciła ona prawie 75% swojej objętości. Średnie tempo kurczenia pokrywy lodowej wynosiło 3,5–4,1% na dekadę (od 1978 r.).



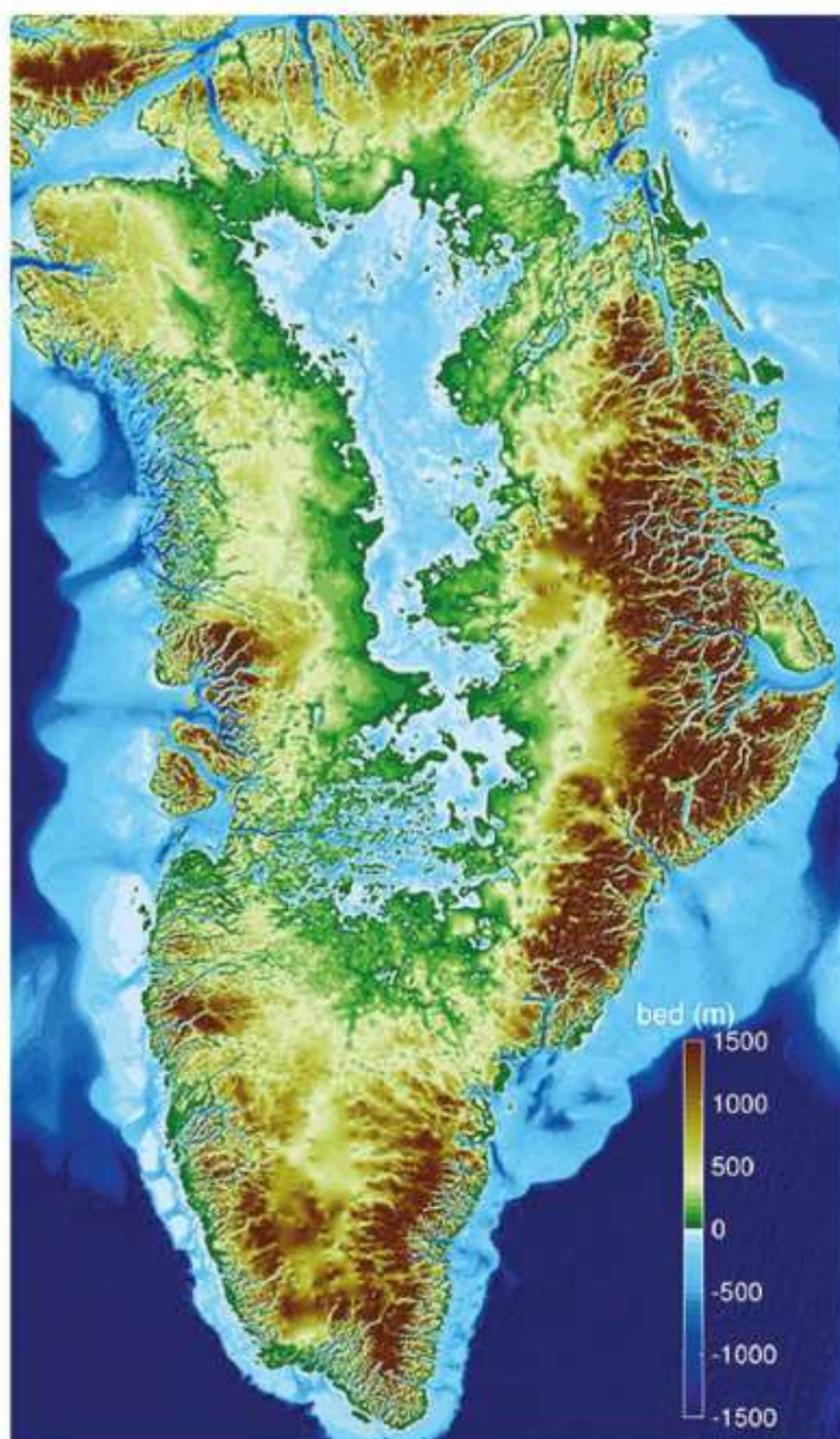
Ryc. IV.4.6. Zasięg lodu w Arktyce w latach 1979–2019 oraz porównanie objętości pokrywy lodowej Arktyki w 1979, 2016 i 2019 r.

Źródło: naukaoklimacie.pl.

Zanikanie lodowców na Oceanie Arktycznym spowodowane podnoszeniem się średniej rocznej temperatury na Ziemi może mieć wiele konsekwencji gospodarczych i społecznych. Wzrost poziomu morza może doprowadzić do zalania terenów nadmorskich, zwłaszcza położonych w depresji. Zagrożeniu zalaniem podlegałyby plaże, tereny rolnicze, porty morskie, tereny mieszkaniowe położone blisko morza czy zbiorniki wody słodkiej.

Należy pamiętać, że lodowce są ogromnym rezerwuarem wody słodkiej – ich zniknięcie mogłoby spowodować zmniejszenie dostępności do wody pitnej.

Według prognoz niektórych naukowców już w latach 2040–2050 zniknie pokrywa lodowa na Oceanie Arktycznym. Zwiększyłoby to możliwości żeglugi morskiej. Otwarta zostałaby droga północna łącząca na przykład Azję z Europą czy Ameryką Północną. Ponadto z dna Oceanu Arktycznego można byłoby wydobywać surowce mineralne (np. ropę naftową czy gaz ziemny). Ale stworzyłoby to też zagrożenia związane z zanieczyszczeniem środowiska, na przykład przez wycieki ropy naftowej z nowych źródeł wydobycia do morza.



Ryc. IV.4.7. Mapa fizyczna Grenlandii po stopniu lądolodu.

Topnienie pokrywy lodowej może powodować również zmiany w cyrkulacji powietrza, zwłaszcza w szerokościach umiarkowanych, wzrost natężenia pogodowych zjawisk ekstremalnych w związku ze zmniejszeniem zasolenia oceanów w strefach okołobiegunowych (słodka woda z topniejących lodowców wpłynie na poziom zasolenia) i zmianami kierunku prądów oceanicznych. Zagrożone byłyby gatunki zwierząt żyjące w warunkach klimatu polarnego (np. niedźwiedzie polarne), nastąpiłyby zmiany w roślinności i rozprzestrzenianie się bardziej ciepłolubnych gatunków, co z kolei doprowadziłoby do zaburzenia łańcucha pokarmowego.

Zanikanie pokrywy lodowej, oprócz strat gospodarczych, przynosi też trudne do oszacowania skutki społeczne. Zagrożenie zalaniem terenów przybrzeżnych stworzyłoby konieczność wysiedlenia wielu milionów ludzi zamieszkujących strefę nadmorską. Zmieniłby się tryb życia ludów zamieszkujących tereny okołobiegunowe (np. Eskimosów, Inuitów, Lapończyków i innych ludów Północy). Szacuje się, że obszary te zamieszkują 4 miliony rdzennej ludności, która często żyje z myślistwa i rybołówstwa. Zanik pokrywy lodowej może zmienić ich obyczaje związane z krajobrazem lodowym i niskimi temperaturami. Tereny te staną się bardziej dostępne dla turystów, być może zostaną zasiedlone przez ludność napływową w celu rozwijania gospodarki. Globalizacja gospodarcza i społeczna może doprowadzić do utraty tożsamości kulturowej obecnych mieszkańców.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, czym różni się lodowiec górski od lądolodu.
2. Granica wiecznego śniegu w Tatrach przebiega na wysokości 2200 m n.p.m. Wyjaśnij, dlaczego nie występują tam obecnie typowe lodowce górskie.
3. Wymień konsekwencje, jakie może spowodować topnienie lodowców górskich dla turystyki zimowej. Podaj konkretne przykłady.
4. Zaproponuj działania, które należy podjąć, aby zminimalizować skutki topnienia lodowców i lądolodów.



PROCESY WEWNĘTRZNE KSZTAŁTUJĄCE LITOSFERĘ

1. Budowa wnętrza Ziemi i tektonika płyt litosfery

Badanie wnętrza Ziemi

We wnętrzu Ziemi zachodzą liczne procesy, których skutki bywają zagrożeniem dla ludzi. Dlatego naukowcy prowadzą badania skorupy ziemskiej. Służą do tego **metody bezpośrednie** (odwierty) oraz **metody pośrednie** (tzn. badania geofizyczne, np. na podstawie prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych, zróżnicowania pola grawitacyjnego i magnetycznego Ziemi).

Najgłębszy odwiert w ziemi wykonano na Półwyspie Kolskim w Rosji (12,3 km, co stanowi jedynie 0,19% promienia Ziemi) w 1989 r. Ze względu na wyższą niż się spodziewano temperaturę skał panującą na poziomie 12 km pod powierzchnią ziemi (190°C) i wysokiego ciśnienia (1500 atmosfer) zaniechano dalszego wiercenia.

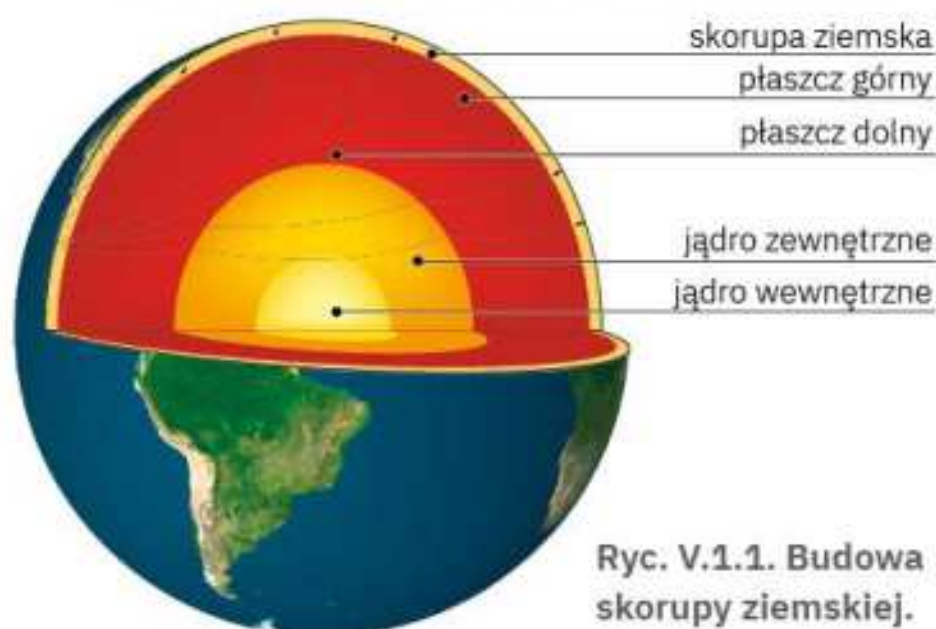
Właściwości skał zależą od gęstości i rodzaju warstw budujących wnętrze Ziemi. Im większa gęstość skały, tym większa prędkość rozchodzenia się fal sejsmicznych. Na podstawie prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych, ich odbijania i załamывania wydzielono różne warstwy ziemi oraz rozciągające się między nimi warstwy pośrednie, tzw. powierzchnie nieciągłości.

Budowa wnętrza Ziemi

W budowie wnętrza Ziemi wyróżnia się trzy główne warstwy: skorupę ziemską, płaszcz Ziemi oraz jądro Ziemi.

Skorupa ziemska jest zbudowana ze skał krzemianowych składających się z tlenków krzemu, glinu, wapnia, magnezu, sodu, żelaza i potasu. Dzieli się na skorupę

kontynentalną i oceaniczną. **Skorupa kontynentalna** obejmuje warstwę granitową oraz bazaltową. Na powierzchni skorupy kontynentalnej występują miejscami skały osadowe. **Skorupa oceaniczna** różni się od kontynentalnej brakiem warstwy granitowej. Między skorupą ziemską a płaszczem Ziemi znajduje się **powierzchnia nieciągłości Moho**.



Ryc. V.1.1. Budowa skorupy ziemskiej.



Płaszcz Ziemi stanowi 2/3 jej masy. Dzieli się na **płaszcz zewnętrzny (górny)** oraz **wewnętrzny (dolny)**. W górnej części płaszcza zewnętrznego występuje lita **warstwa skał perydotytowych**, które wyróżniają się dużą gęstością. Ta warstwa sięga do 10 km w obrębie grzbietów śródoceanicznych i do 250 km pod sfałdowanymi górami. Dlatego do **litosfery** zalicza się skorupę ziemską oraz warstwę perydotytową. Pod litosferą znajduje się plastyczna warstwa stopionych częściowo skał, zwana **astenosferą**, o grubości około 100 km. Stanowi ona źródło magmy wydostającej się na powierzchnię. W astenosferze występują ruchy konwekcyjne, które są odpowiedzialne za ruchy płyt litosfery, wędrówkę kontynentów i tworzenie się łańcuchów górskich. Górna część płaszcza jest zbudowana ze związków chromu, żelaza, krzemu, magnezu. W płaszczu dolnym występują związki niklu, żelaza, krzemu i magnezu.



Strefa nieciągłości – powierzchnia lub strefa wewnątrz Ziemi, która rozdziela ośrodki o różnych cechach fizycznych; fale sejsmiczne po przejściu przez te strefy zmieniają swoją prędkość.

Jądro Ziemi jest zbudowane głównie z niklu i żelaza i dzieli się na **jądro zewnętrzne**, które jest płynne, oraz **jądro wewnętrzne**, mające postać ciała stałego. Wskutek ruchu obrotowego Ziemi jądro zewnętrzne wytwarza wokół naszej planety pole magnetyczne zwane **magnetosferą**. Pole magnetyczne chroni przed szkodliwym działaniem promieniowania słonecznego.

We wnętrzu Ziemi temperatura wzrasta wraz z głębokością (od 15°C na powierzchni do 6000°C w jądrze). O szybkości tego wzrostu informuje **stopień geotermiczny**.



Stopień geotermiczny oznacza, co ile metrów w głąb Ziemi temperatura wzrasta o 1°C. Średnia wartość stopnia geotermicznego skorupy ziemskiej wynosi 33 m.

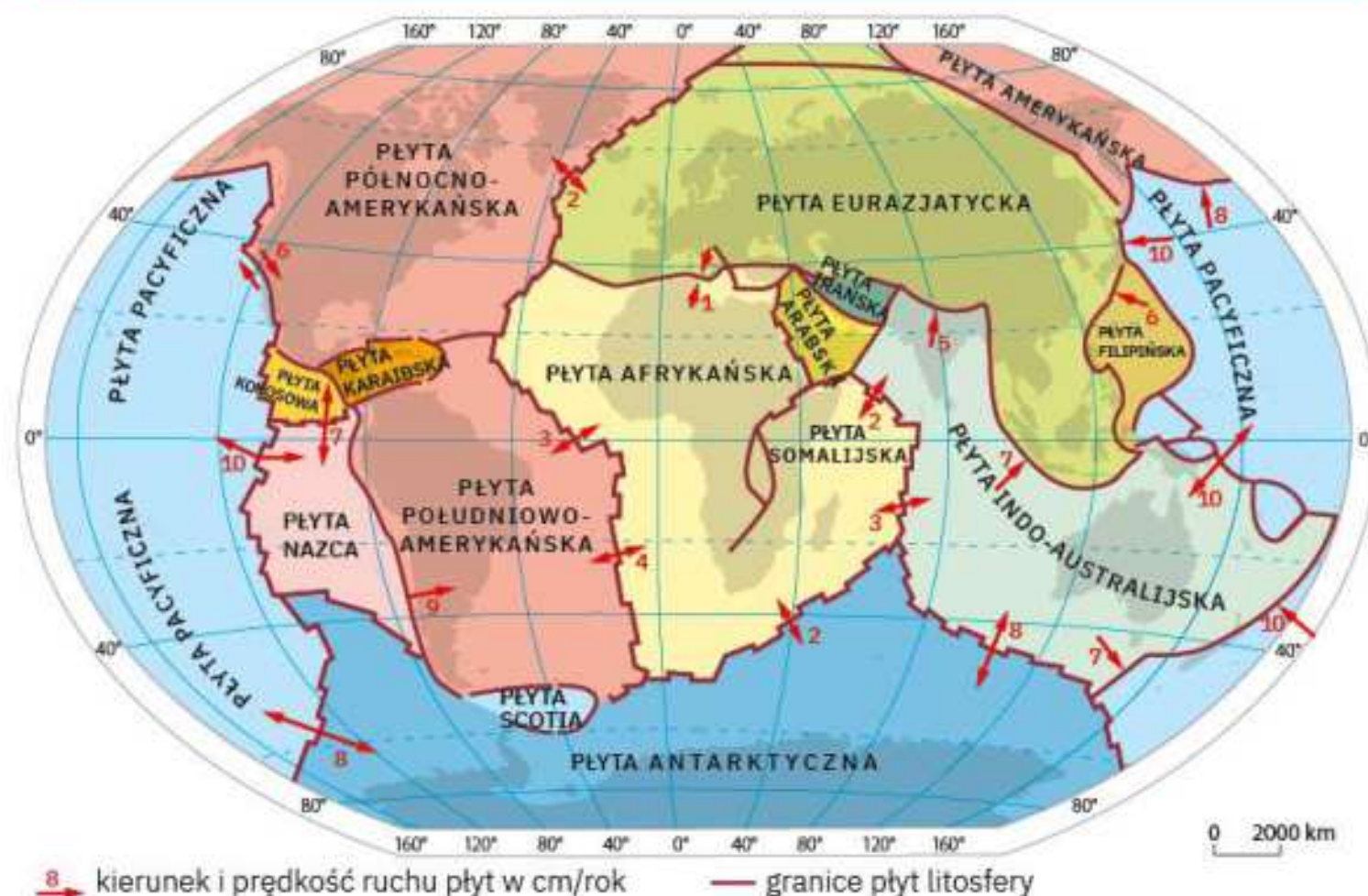
W głębszych warstwach Ziemi stopień geotermiczny ma większe wartości, czyli wzrost temperatury jest wolniejszy. Im większa głębokość, tym wyższe ciśnienie oraz większa gęstość materii (do 14 g/cm³).

Tektonika płyt litosfery

Litosfera ma budowę płytową. Struktura wewnętrzna Ziemi wpływa na przemieszczanie się **płyt litosfery**, ich oddalanie się od siebie czy wsuwanie się jednej pod drugą.

Czynnikiem, od którego bezpośrednio zależy tektonika płyt litosfery, są prądy konwekcyjne, tworzące się wskutek wymiany ciepła między jądrem a płaszczem Ziemi. Budowa wnętrza Ziemi wpływa na kształtowanie się **procesów endogenicznych (wewnętrznych)**.

Procesy endogeniczne to wewnętrzne procesy geologiczne, mające źródło we wnętrzu Ziemi. Są to: zjawiska wulkaniczne i plutoniczne, trzęsienia ziemi oraz ruchy górotwórcze i łądotwórcze.



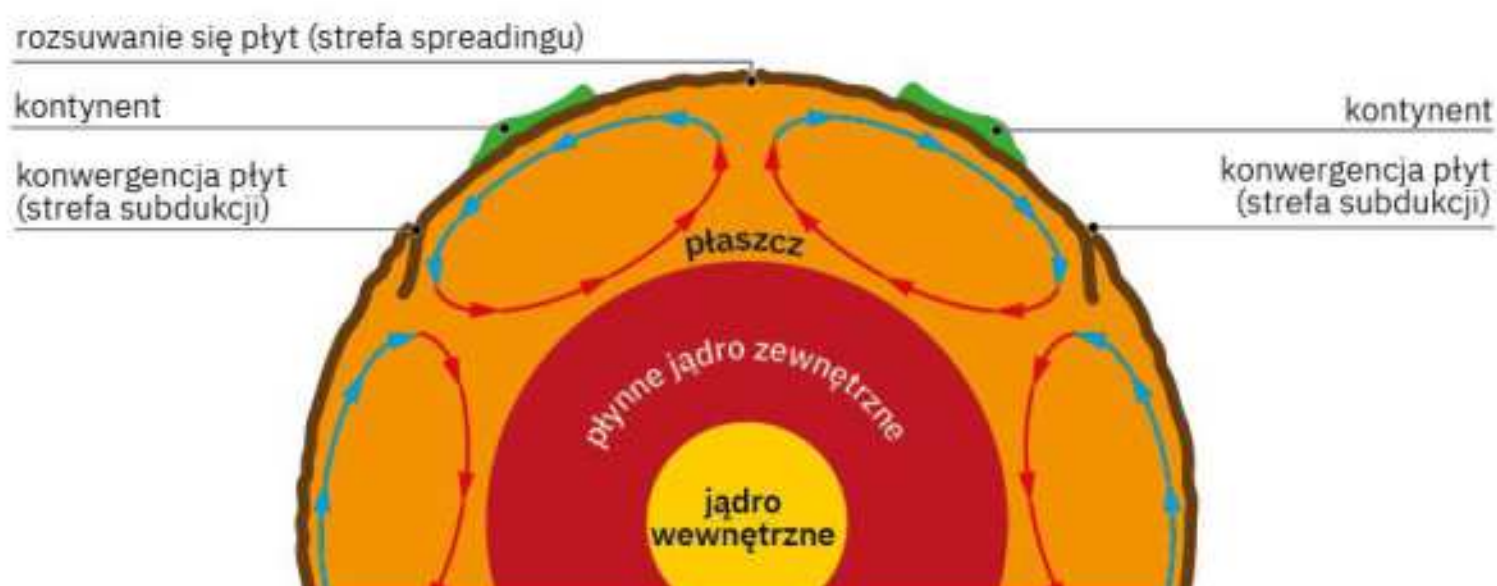
Ryc. V.1.3. Podział powierzchni Ziemi na płyty litosfery.

Na początku XX wieku przyjęto, że kontynenty się przemieszczają i że w przeszłości geologicznej ich układ był zupełnie inny niż współcześnie. Powodem opracowania tej teorii zwanej **dryfem kontynentów** stały się zarysy kontynentów pasujące do siebie jak w układance (np. wschodnie wybrzeże Ameryki Południowej i zachodnie wybrzeże Afryki). Stwierdzono także, że skały budujące wybrzeże Brazylii oraz krajów położonych nad Zatoką Gwinejską w Afryce są podobne. Przyjęta teoria nie wyjaśniała jednak przyczyn tego zjawiska. Dopiero w latach 60. XX wieku ustalono, że części litosfery mogą się przemieszczać po plastycznej warstwie znajdującej się w górnej części płaszcza Ziemi, zwanej **astenosferą**. Zaobserwowano, że przez środek dna Oceanu Atlantyckiego przebiega grzbiet, wzdłuż którego fragmenty litosfery odsuwają się od siebie. Litosfera podzielona jest na płyty, które pod wpływem **prądów konwekcyjnych**

mogą się oddalać od siebie lub nachodzić jedna na drugą. Teorię przemieszczania się płyt litosfery nazwano **tektoniką płyt**.

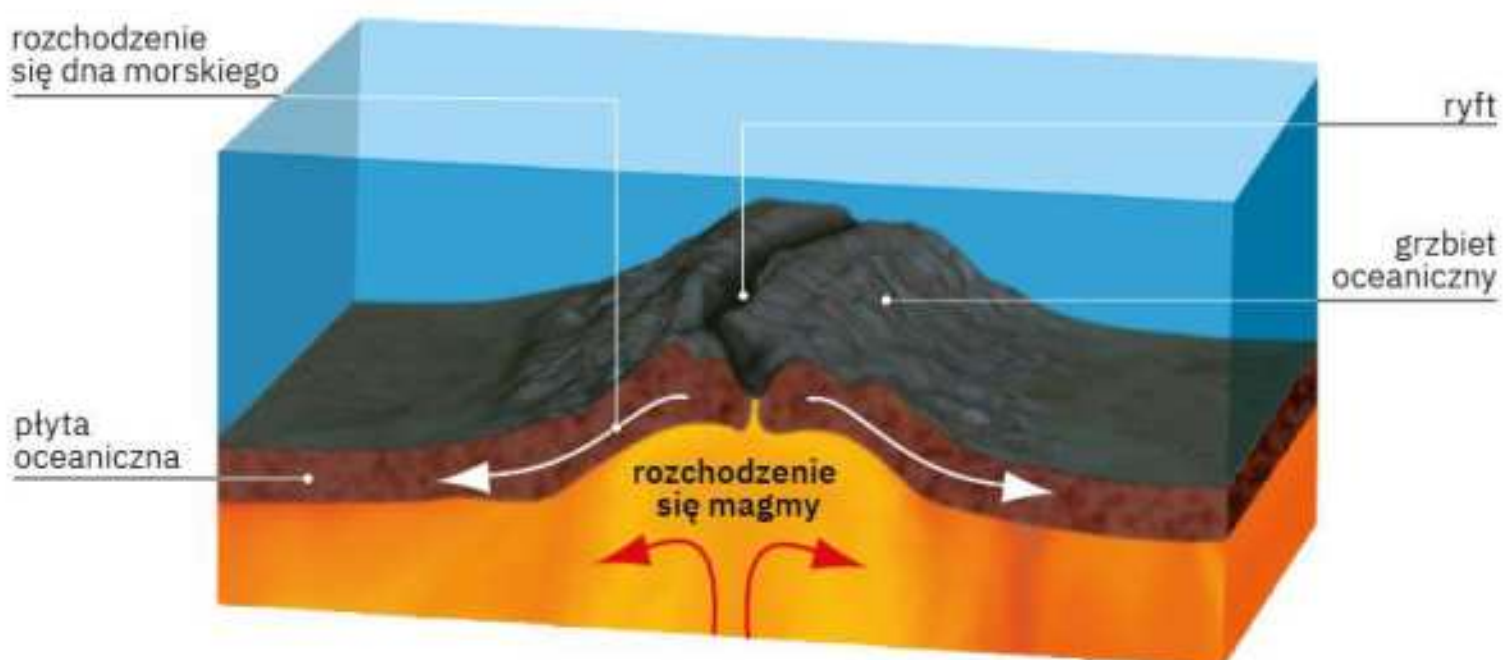
Tektonika płyt opiera się na następujących założeniach:

- litosfera Ziemi jest zbudowana z 14 płyt (ryc. V.1.3.),
- płyty mogą się oddalać od siebie (**strefa spreadingu**), zderzać się ze sobą (**strefa kolizji**), nachodzić na siebie (**strefa subdukcji**) oraz przesuwać się względem siebie (**strefa uskoku transformacyjnych**),
- strefy wyznaczają granice płyt, a w miejscach ich kontaktu może dochodzić do zjawisk wulkanicznych, trzęsień ziemi i ruchów górotwórczych.



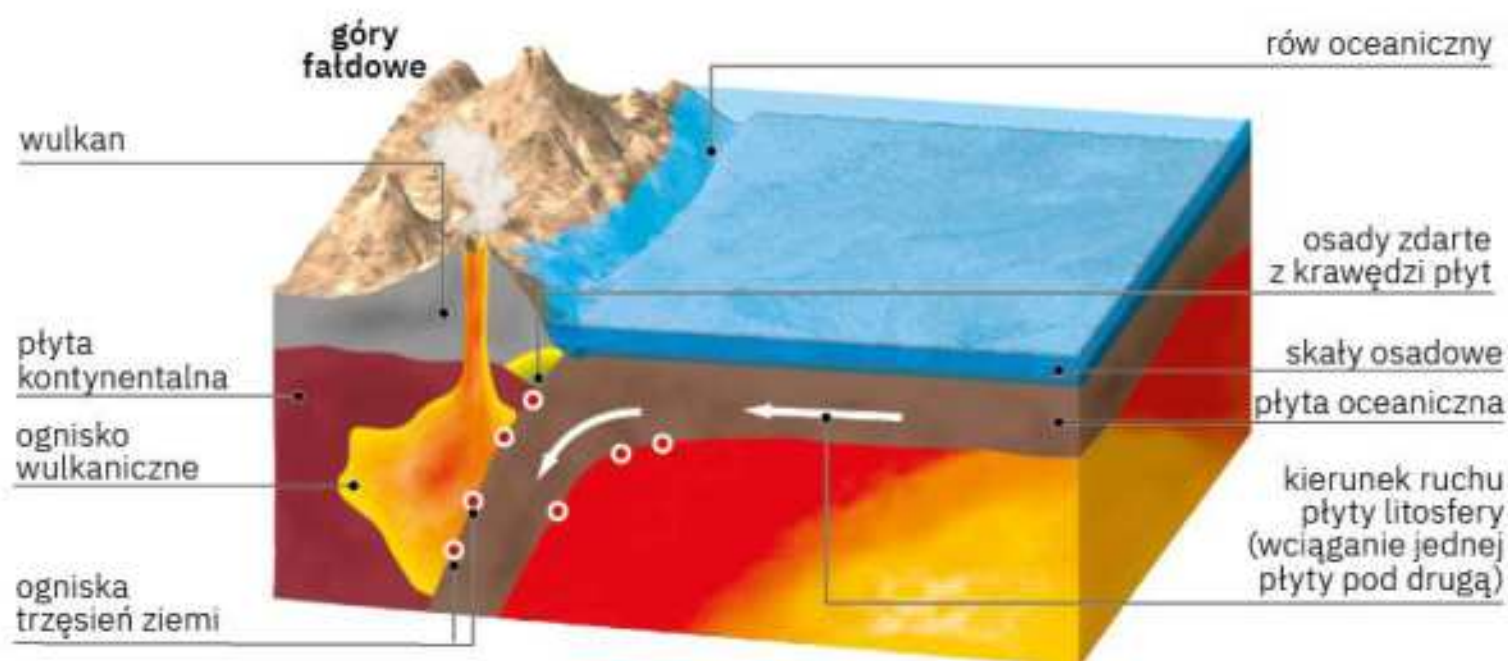
Ryc. V.1.4. Występowanie prądów konwekcyjnych w płaszczu ziemskim.

Proces rozsuwania się płyt litosfery (**spreadingu**) zachodzi, kiedy prądy konwekcyjne się rozchodzą. Szczelinę powstałą wskutek rozciągania litosfery nazywamy **ryftem**. Przez ryft wydostają się potoki lawy bazaltowej, która stygnąc, powoduje przyrastanie skorupy oceanicznej. Po obu stronach ryftu tworzą się grzbiety. Spreading zachodzi głównie w dnach oceanów (np. Grzbiet Środkowoatlantycki).



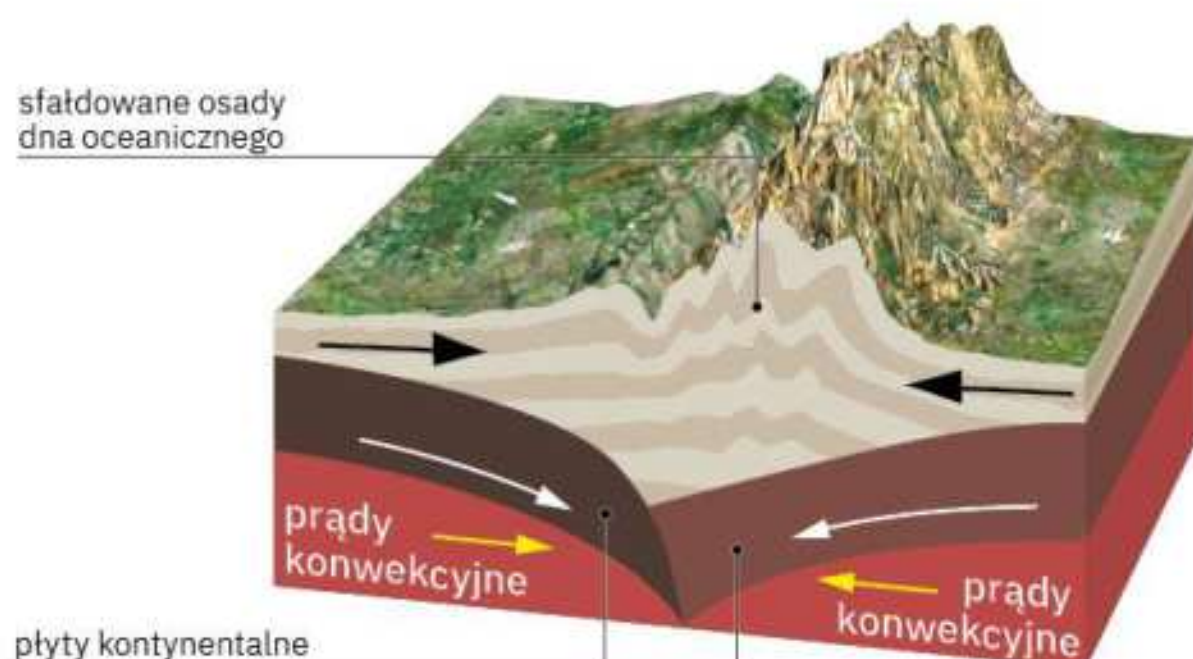
Ryc. V.1.5. Spreading dna oceanicznego (odsuwanie się od siebie płyt litosfery).

Płyty mogą też nachodzić jedna na drugą w wyniku **subdukcji**. Jest to proces polegający na tym, że w wyniku opadania prądów konwekcyjnych jedna płyta litosfery zostaje wciągnięta pod drugą. Płyta oceaniczna o większej gęstości podsuwa się pod płytę kontynentalną, tworząc olbrzymie zapadlisko, zwane **rowem oceanicznym**. Największe rowy oceaniczne znajdują się u wybrzeży wschodniej i południowo-wschodniej Azji. Jednym z nich jest Głębia Challenger (czytaj: czalendżera) o głębokości 10 916 m na pograniczu płyty pacyficznej i filipińskiej, ciągnąca się na długości 2000 km. Subdukcji towarzyszą silny wulkanizm i trzęsienia ziemi.



Ryc. V.1.6. Subdukcja płyt litosfery.

Kolizja płyt litosfery polega na zderzaniu się kontynentalnych fragmentów litosfery, co powoduje sfałdowanie masy skalnej na ich granicy i wypiętrzenie łańcuchów górskich. Przykładem tego procesu jest kolizja płyty indoaustralijskiej z euroazjatycką, czego efektem było powstanie najwyższych gór świata – Himalajów.



Ryc. V.1.7. Strefa kolizji dwóch płyt kontynentalnych.



Ryc. V.1.8. Uskok przesuwczy San Andreas w Kalifornii.

Uskok przesuwczy tworzy się wskutek przesuwania się płyt litosfery względem siebie w przeciwnych kierunkach (strzałki na ryc. V.1.8.), co doprowadza do trzęsień ziemi. Przykładem jest uskok San Andreas w Kalifornii, który rozdziela płytę pacyficzną od północnoamerykańskiej. W ciągu 30–40 tysięcy lat poziome przesunięcie płyt litosfery wyniosło około 1 kilometr (obecnie przemieszcza się około 5 cm na rok).

PYTANIA I POLECENIA

1. Omów zmiany temperatury, ciśnienia i gęstości zachodzące wraz z przemieszczaniem się w głąb Ziemi.
2. Na podstawie ryciny V.1.3. przedstawiającej tektonikę płyt litosfery oraz informacji zawartych w rozdziale wskaż przykłady stref spreadingu i subdukcji.
3. Podaj przyczynę nieustannego ruchu płyt litosfery.

2. Procesy wewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi (wulkanizm, trzęsienia ziemi i ruchy górotwórcze)

Zjawiska wulkaniczne

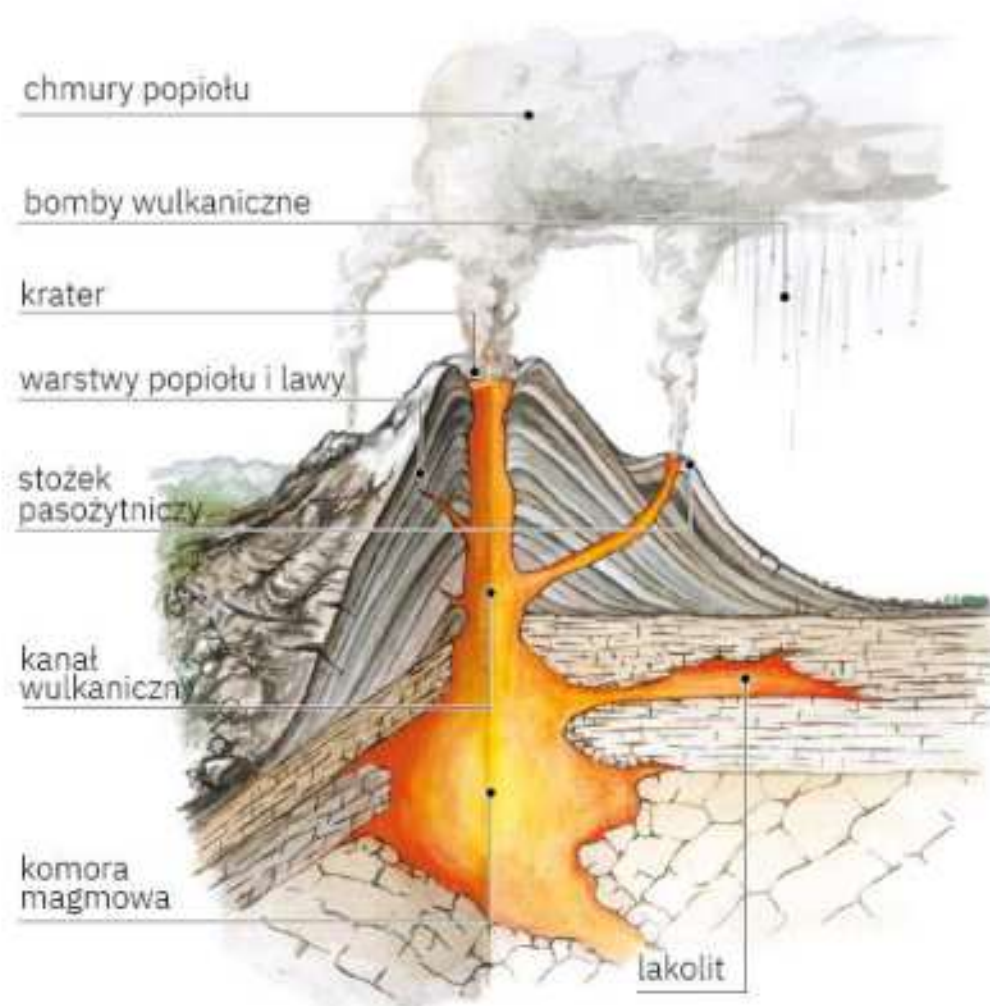
Procesy wulkaniczne związane są z wydostawaniem się magmy na powierzchnię ziemi. Magma przekształca się wówczas w lawę. Proces wydobywania się lawy oraz towarzyszących jej ciał stałych i gazów na powierzchnię nazywamy **erupcją**. Przyczyną erupcji wulkanicznej jest wzrost ciśnienia w ogniskach magmowych znajdujących się głęboko pod powierzchnią ziemi. Wybuchy wulka-

nów mogą być gwałtowne lub spokojne, w zależności od ciśnienia oraz składu chemicznego lawy lub magmy. Zjawiskom wulkanicznym towarzyszą procesy: wydobywanie magmy na powierzchnię, spływy lawy po stoku, wydzielanie gazów oraz erupcja rozdrobnionej materii magmowej (materiał piroklastyczny – bomby, popioły, kamyczki).



Ryc. V.2.1. Wybrane produkty wybuchu wulkanicznego.

Stałe produkty wydobywające się z wulkanów nazywamy **materiałem piroklastycznym**. **Bomby wulkaniczne** to bryły lawy o objętości nawet do 1 m³, a **la-**



Ryc. V.2.2. Budowa stratowulkanu.

pille to okruchy skalne o średnicy do około 6 cm. Pumeks jest skałą wulkaniczną, zbudowaną z porowatego szkliwa stanowiącego fragmenty lawy zawierającej gazy, która zastygła w powietrzu. Popioły wulkaniczne opadające na powierzchnię łączą się i tworzą skały zwane **tufami**. Lawa i inne produkty wybuchów wulkanicznych wydostają się z **krateru** wulkanu połączonego z **kominem wulkanicznym** i **ogniskiem magmy**. Krater to lejkowate zagłębienie znajdujące się na końcu

komina wulkanicznego, którym uchodzą na powierzchnię lava, gazy i materiał piroklastyczny. W wyniku erupcji w kominie wulkanicznym niekiedy dochodzi do zapadnięcia się stożka wulkanicznego i powstania rozległego zagłębienia zwanego **kalderą**.

Zastygłe potoki lawy przekładane materiałem piroklastycznym (stałymi produktami wybuchu) formują nadbudowujący się wraz z każdą erupcją **stożek wulkaniczny**.

Wulkany stożkowe (eksplozywne) wyrzucają lawę kwaśną o dużej lepkości, tworząc krótkie potoki i strome stożki wulkaniczne. Wulkany wyrzucające na przemian potoki lawy i produkty stałe nazywamy **stratowulkanami** (np. Wezuwiusz, Etna, Fudzi, Cotopaxi). Lawę obojętną i zasadową o niskiej lepkości tworzą **wulkany tarczowe (efuzywne)** o szerokich i łagodnych wzniesieniach (nachylenie stoków stożka nie przekracza 8°), na przykład Mauna Loa na Hawajach czy Hekla na Islandii.



Ryc. V.2.3. Erupcja stratowulkanu Tungurahua (czyt. tungurata) w Ekwadorze w dniu 30 listopada 2011 r.

wulkan stożkowy eksplozywny



Przykłady:



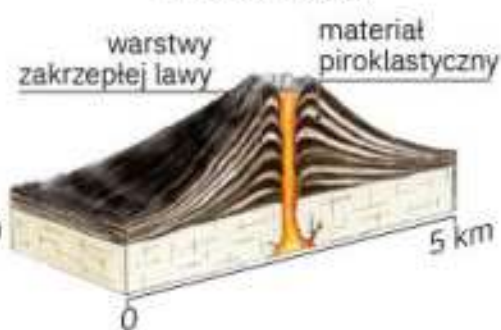
Mayon na Filipinach

wulkan tarczowy



Mauna Loa na Hawajach

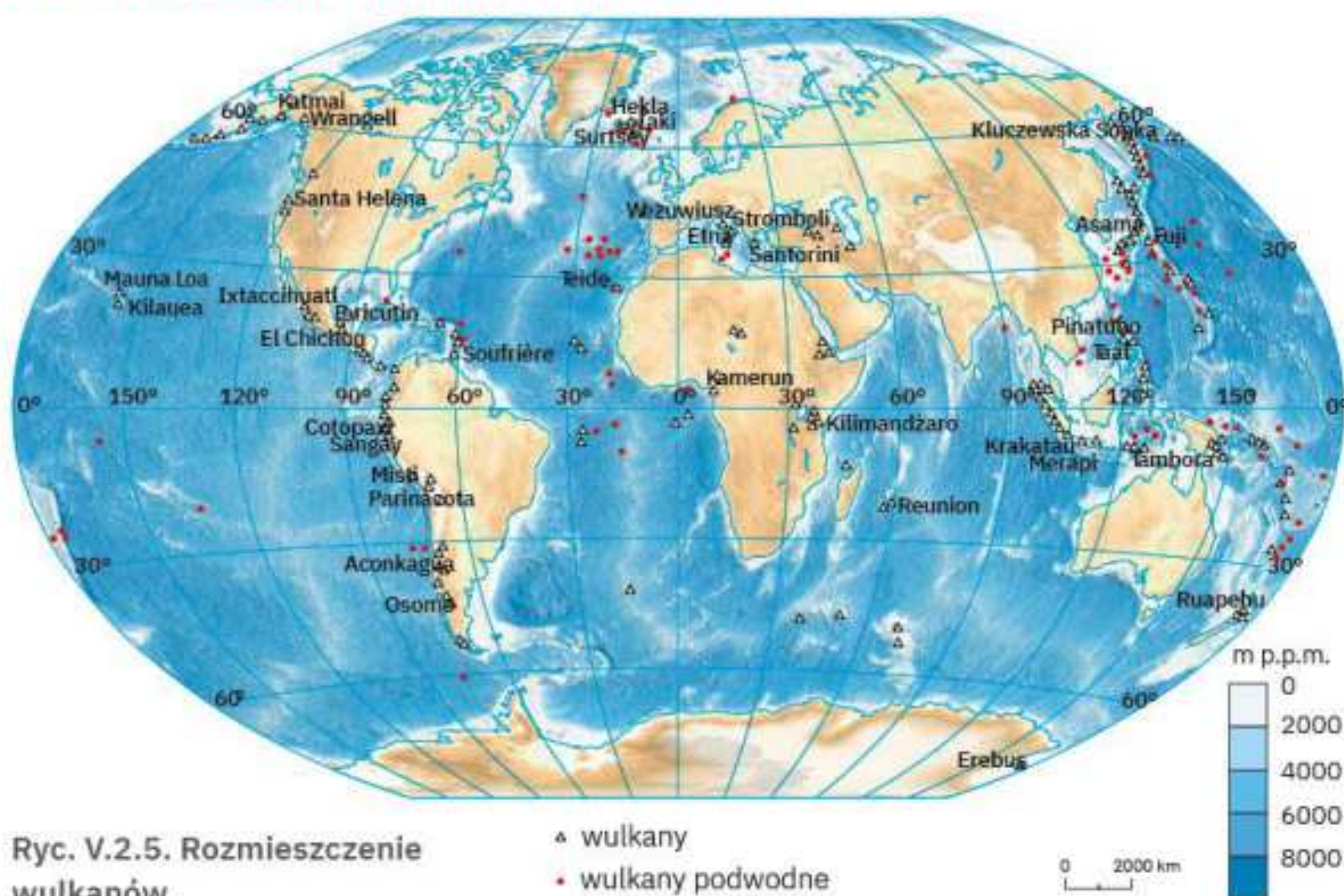
stratowulkan



Etna we Włoszech

Ryc. V.2.4. Rodzaje wulkanów.

Rozmieszczenie wulkanów na Ziemi



Ryc. V.2.5. Rozmieszczenie wulkanów.

Najwięcej wulkanów znajduje się w strefach subdukcji płyt litosfery, w strefach spreadingu (Grzbiet Środkowoatlantycki) oraz nad tak zwanymi plamami gorąca, niebędącymi granicami płyt litosfery.

Działalność wulkanów

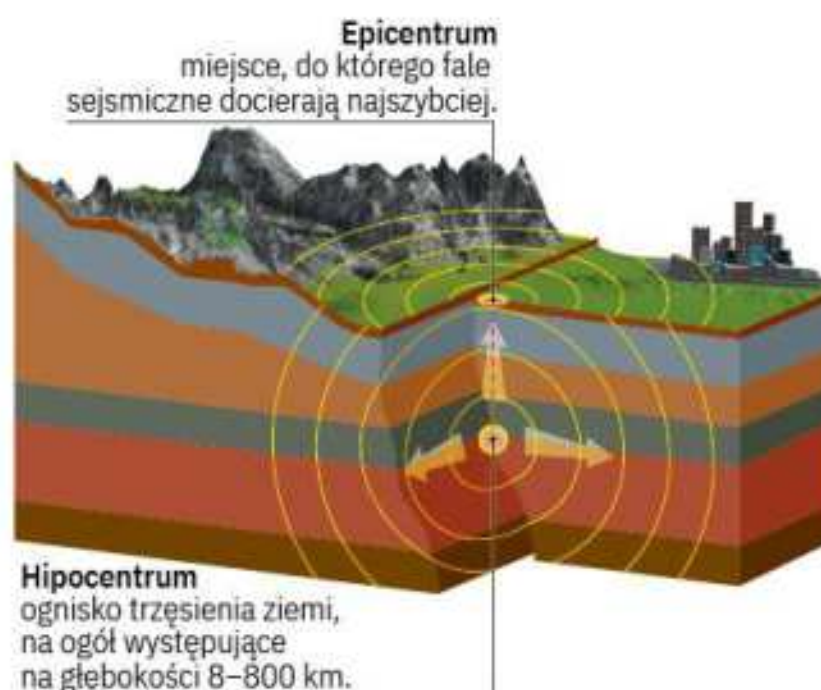
Ryc. V.2.6. Uprawy rolne na wyspie Jawa na glebach wulkanicznych.



Ryc. V.2.6. Uprawy rolne na wyspie Jawa na glebach wulkanicznych.

Trzęsienia ziemi

Trzęsienia ziemi to wstrząsy skorupy ziemskiej spowodowane uwalnianiem się energii mechanicznej nagromadzonej w płytach litosfery. Drgania skorupy ziemskiej powstałe w wyniku rozkładu naprężeń rozchodzą się w postaci fal sejsmicznych. Miejsce wyzwolenia energii mechanicznej i rozchodzenia się fal sejsmicznych to **hipocentrum** (ognisko trzęsienia ziemi), a miejsce na powierzchni Ziemi, do którego najszybciej do-



Ryc. V.2.7. Hipocentrum i epicentrum trzęsienia ziemi.

chodzą fale sejsmiczne i drgania, nosi nazwę **epicentrum** (ośrodek trzęsienia ziemi). W epicentrum wstrząsy są najsilniejsze.

Do określania siły wstrząsów stosuje się **skale Richtera**, w której brana jest pod uwagę amplituda drgań wstrząsów sejsmicznych. Skala Richtera jest skalą logarytmiczną. Każdy stopień wstrząsu jest 10-krotnie większy od poprzedniego. Do rejestracji fal sejsmicznych służy seismograf.

Ze względu na genezę wyróżnia się trzęsienia ziemi tektoniczne, wulkaniczne i zapadliskowe. Trzęsienia ziemi **tektoniczne** (ok. 90% wszystkich wstrząsów) są wynikiem przemieszczania się płyt litosfery. Charakteryzują się największą siłą wstrząsów. Trzęsienia ziemi **wulkaniczne** (ok. 7%) towarzyszą wybuchom wulkanów. Trzęsienia ziemi **zapadliskowe** (ok. 3%) występują na obszarach eksploatowanych górniczo lub na obszarach krasowych. Polegają na zapadaniu się chodników w kopalniach lub stropów jaskiń.

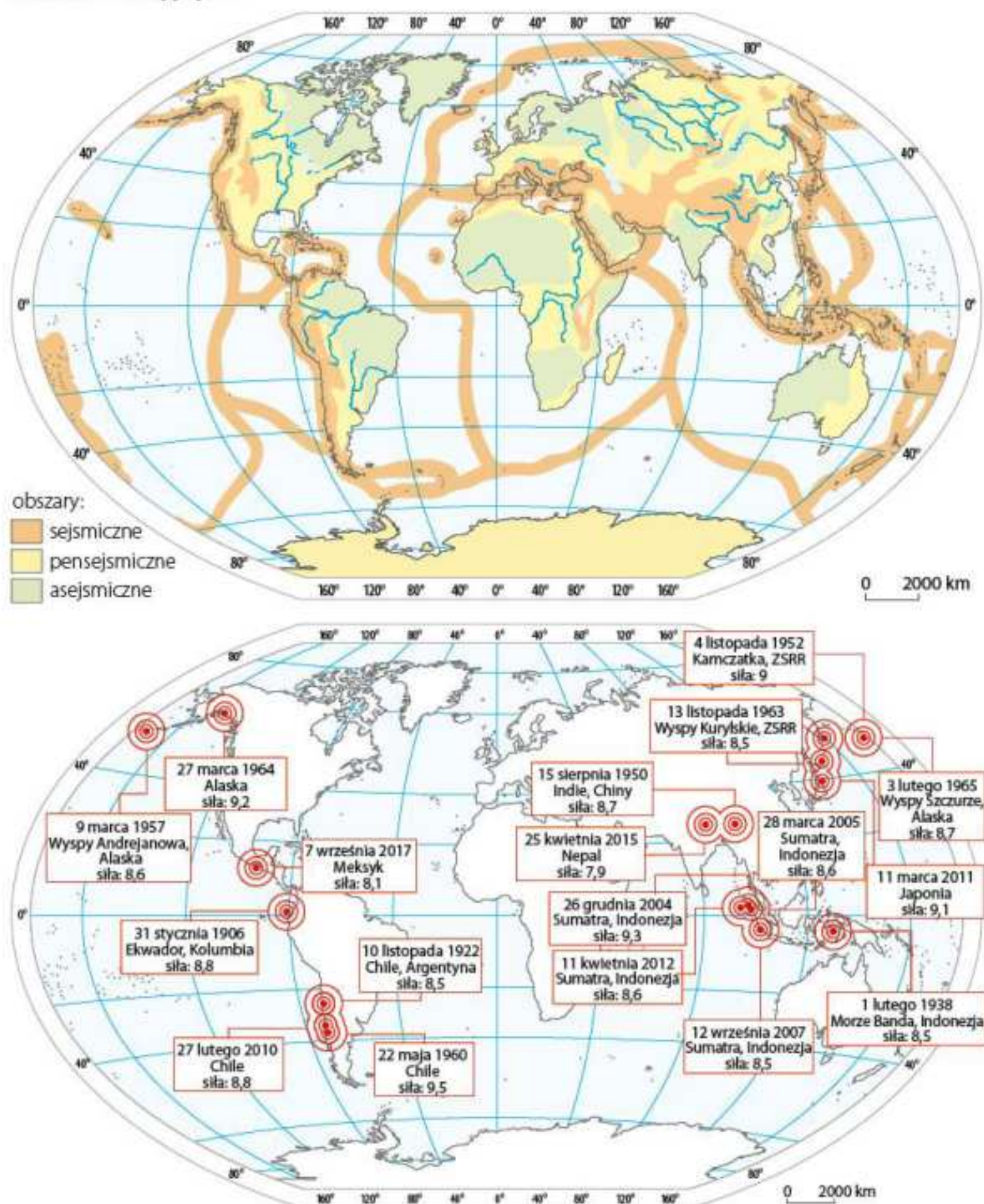


Ryc. V.2.8. Obrazkowa skala trzęsień ziemi.

Pod względem rozmieszczenia i częstotliwości występowania trzęsień ziemi powierzchnię globu można podzielić na obszary (ryc. V.2.9.):

- **sejsmiczne** – o częstych i silnych wstrząsach,
- **pensejsmiczne** – o sporadycznych wstrząsach,
- **asejsmiczne** – obszary wolne od trzęsień ziemi.

Do obszarów najczęściej nawiedzanych przez trzęsienia ziemi należą strefy kontaktu płyt litosfery (strefy subdukcji i spreadingu) oraz tereny wzdłuż uskoków transformacyjnych.



Ryc. V.2.9. Regiony występowania trzęsień ziemi oraz największe trzęsienia ziemi od początku XX w.

Trzęsienie ziemi o największej liczbie ofiar wydarzyło się 23 stycznia 1556 r. w prowincji Shaanxi w Chinach. Zginęło wtedy blisko 830 tysięcy ludzi. Najtragiczniejsze trzęsienie ziemi miało miejsce 26 grudnia 2004 r. na Oceanie Indyjskim. Spowodowało silną falę tsunami i doprowadziło do śmierci około 228 tysięcy ludzi. Pod względem siły wstrząsu największe trzęsienie ziemi odnotowano 22 maja 1960 r. w Chile o sile 9,5 stopni w skali Richtera.

W Polsce trzęsienia ziemi zdarzają się sporadycznie i są związane najczęściej z tąpnięciami w kopalniach, wywołanymi pracami górniczymi. Najsilniejsze trzęsienie ziemi odnotowane w na ziemiach polskich miało miejsce w 1443 r. na Przedgórzu Sudeckim (Wzgórza Strzebińskie) o sile prawdopodobnie 6 stopni w skali Richtera. Współcześnie, 21 września 2004 r. odnotowano trzęsienie ziemi o sile 5 stopni w skali Richtera w okolicach Bałtijska (obwód kaliningradzki w Rosji), które było także odczuwalne w Polsce północno-wschodniej.

Skutkami trzęsień ziemi są:

- śmierć ludzi i zwierząt,
- straty materialne (zniszczenia budynków, infrastruktury transportowej i energetycznej),
- zmiany poziomu wód gruntowych,
- powstawanie szczelin, osuwisk i obrywów skalnych,
- zmiany położenia koryt rzecznych,
- powstanie fal tsunami wywołanych podwodnymi wstrząsami.



Ryc. V.2.10. Skutki trzęsienia ziemi w Lombok (Indonezja) w 2018 r.

Ruchy górotwórcze

Procesy górotwórcze są rezultatem przemieszczania się płyt litosfery. Powstawanie gór (**orogeneza**) trwa bardzo długo, nawet wiele milionów lat. Składa się z kilku etapów:

- gromadzenie osadów w geosynklinie (czyli podłużnym zagłębieniu w skorupie ziemskiej zajęтым początkowo przez morze),
- fałdowanie osadów,
- przeobrażanie materiału skalnego (metamorfizm),
- wypiętrzanie górotworu,
- potrzaskanie górotworu przy kolejnych ruchach górotwórczych.

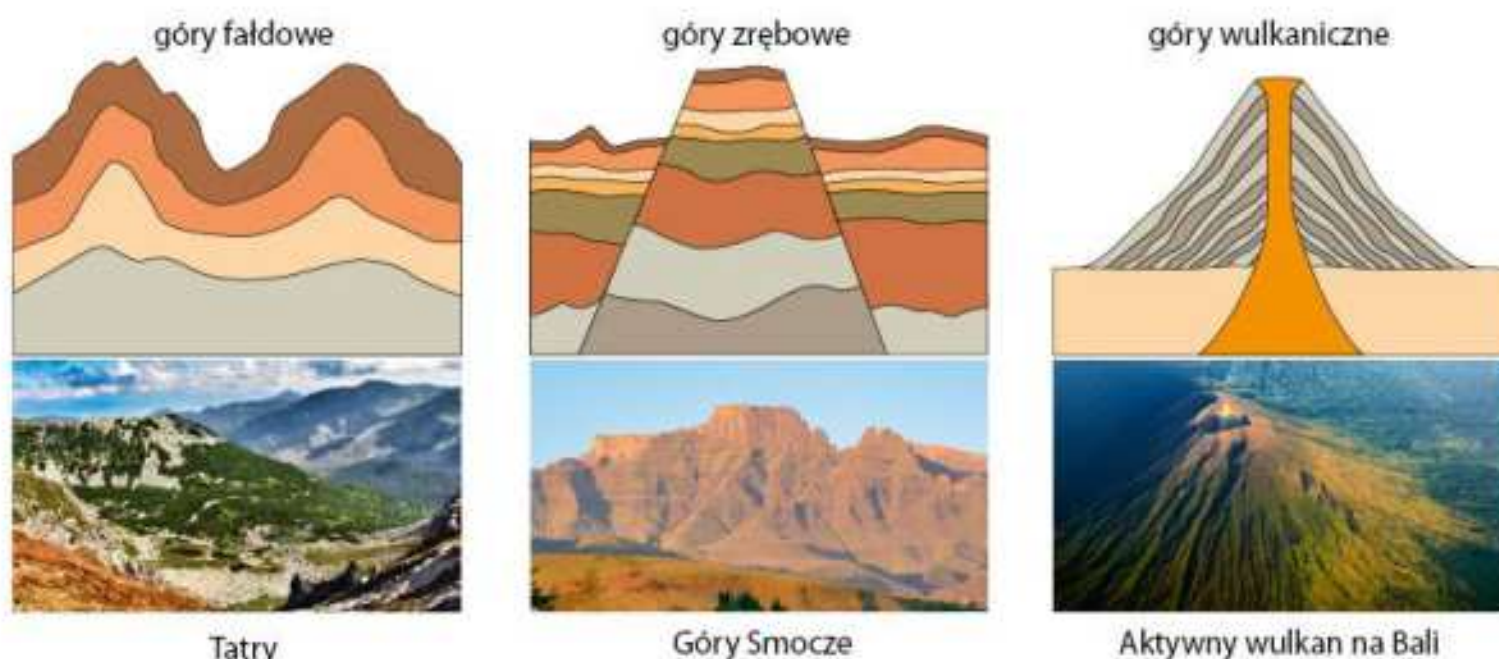
Ruchom górotwórczym towarzyszą zwykle wulkanizm i trzęsienia ziemi.

Wyróżnia się trzy główne typy genetyczne gór: **fałdowe**, **zrębowe** i **wulkaniczne**.

Góry fałdowe tworzą się wskutek sfałdowania osadów morskich znajdujących się w strefie kontaktu płyt litosfery. Góry fałdowe mogą powstać przez subdukcję płyty oceanicznej pod płytę kontynentalną. Osady morskie gromadzą się na dnie zbiornika morskiego, zostają sfałdowane przez krawędź płyty kontynentalnej, a następnie wypiętrzone. W wyniku przemieszczania się płyty oceanicznej pod płytę kontynentalną i zanurzania jej w magmie występują trzęsienia ziemi i wybuchy wulkanów. W ten sposób powstały Andy (subdukcja płyty oceanicznej Nazca pod płytę południowoamerykańską). Góry fałdowe mogą się tworzyć także w wyniku kolizji dwóch płyt kontynentalnych. Osady znajdujące się na dnie zbiornika morskiego między płytami kontynentalnymi zostają sfałdowane i wypiętrzone, a podczas ruchu na krawędziach płyt kontynentalnych powstają ogromne naprężenia powodujące trzęsienia ziemi. Ponieważ żadna z płyt kontynentalnych nie ulega subdukcji, to nie występują też zjawiska wulkaniczne. Ten sposób powstawania gór jest charakterystyczny dla Alp i Himalajów.

Góry zrębowe formują się w wyniku wypiętrzenia fragmentu litosfery ograniczonego uskoki. Uskoki, powstałe w rezultacie naprężeń w skorupie ziemskiej, powodują przesuwanie się fragmentów litosfery względem siebie. Skały mogą być pochylone wskutek nierównomiernego wypiętrzania bloku skalnego. Nie podlegają fałdowaniu. Skały uprzednio sfałdowane (struktura fałdowo-zrębowa) mogą natomiast ulec wypiętrzaniu i potrzaskaniu (zręby). Przykłady gór zrębowych to: Sudety, Wogezy, Harz, Schwarzwald, Góry Smocze.

Góry wulkaniczne powstają wskutek działalności wulkanicznej na granicy płyt litosfery lub nad plamami gorąca (hot spots). Przykładem może być masyw Ślęży w Polsce, Kluczewska Sopka na Kamczatce, Fuji w Japonii czy Kilimandżaro w Afryce.



Ryc. V.2.11. Rodzaje gór.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, dlaczego mimo ciągłego zagrożenia wybuchem ludzie mieszkają w okolicach wulkanów.
2. Podaj przyczyny powstawania trzęsień ziemi.
3. Wymień obszary sejsmiczne na Ziemi – wykorzystaj ryc. V.2.9., mapy w atlasie oraz inne źródła.

3. Procesy zewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi (działalność wód płynących, fal morskich, lodowców i lądolodów oraz wiatru)

Erozja, transport i akumulacja

Formy ukształtowania terenu powstałe w wyniku działania procesów endogenicznych są poddawane nieustannym **procesom egzogenicznym** (zewnętrznym), które modelują powierzchnię Ziemi. Materiał skalny zostaje rozdrobniony w wyniku działania czynników atmosferycznych i organizmów żywych lub wskutek przemian chemicznych. Następnie przemieszcza się pod wpływem wiatru, działalności wód płynących, siły ciężkości, lodowca czy lądolodu. Podczas transportu materiał ulega dalszemu rozdrabnianiu, a następnie gromadzi się w innym miejscu, powodując powstawanie osadów bądź nowych form terenu.



Ryc. V.3.1. Procesy egzogeniczne.

Są to **procesy rzeźbotwórcze**. Przyczyniają się one do zmiany ukształtowania powierzchni ziemi – obniżania wypukłych form terenu oraz zasypywania form wklęsłych.

Do czynników rzeźbotwórczych należą:

- siła ciężkości,
- woda płynąca po powierzchni (rzeki),
- fale morskie,
- wody podziemne,
- lodowce i lądolody,
- wody polodowcowe,
- wiatr.

Wietrzenie

Pod wpływem działania warunków atmosferycznych lub działalności organizmów żywych dochodzi do rozpadu mechanicznego lub rozkładu chemicznego skał. Ten proces nazywamy **wietrzeniem**. Materiał, który powstaje w wyniku wietrzenia, to **zwietrzelina**.

Skały pod wpływem działania promieni słonecznych oraz zmian temperatury (np. zamarzanie i rozmarzanie) kruszą się na drobniejsze części. Woda opadowa i rozpuszczone w niej związki chemiczne powodują rozkład minerałów i zmianę składu chemicznego skał. Działalność organizmów roślinnych i zwierzęcych, a także człowieka może wpływać na zmianę właściwości fizycznych i chemicznych skały. Procesy wietrzenia dzielimy na fizyczne, chemiczne i biologiczne.



Ryc. V.3.2. Fragment zwietrzeliny.



Ryc. V.3.3. Czynniki wpływające na wietrzenie skał.

Wietrzenie fizyczne (mechaniczne)

Wietrzenie fizyczne polega na zmianie zwięzłości skał bez zmiany ich składu chemicznego. Wyróżnia się następujące rodzaje wietrzenia fizycznego: termiczne, mrozowe i solne oraz wietrzenie skał ilastych.

Wietrzenie termiczne polega na oddzieleniu wierzchniej części skały w wyniku wielokrotnego nagrzewania i wyziębiania powierzchni skalnej, co powoduje jej rozszerzanie (przy ogrzewaniu) i kurczenie (przy ochładzaniu). Najbardziej podatne na wietrzenie termiczne są skały znajdujące się w klimacie gorącym i suchym, gdzie dobowe amplitudy temperatury są bardzo wysokie. Efektem wietrzenia termicznego jest łuszczenie się skał.

Wietrzenie mrozowe występuje w klimatach chłodnych. Polega ono na zamarzaniu i rozmarzaniu wody w szczelinach skalnych, co powoduje rozpad skał wzdłuż szczelin. Przykładem wietrzenia mrozowego są pokrywy gruzowe (gołoborza) w Górach Świętokrzyskich.



Ryc. V.3.4. Pokrywy gruzowe (gołoborza) w Hickory Run State Park, Pensylwania (USA).

Wietrzenie solne zachodzi w klimatach suchych i gorących, na obszarach pustyń i półpustyń. Niska wilgotność powietrza powoduje podsiąkanie wód podziemnych i ich intensywnie parowanie. Wskutek tego wytrącają się sole, powodując rozsadzanie porów i szczelin skalnych. Na skałach mogą się tworzyć wykwity solne.

Wietrzenie skał ilastych polega na ich pęcznieniu w czasie nawadniania. Podczas wysychania skały te się kurczą, tworząc tak zwane poligony i pozostawiając duże szczeliny.



Ryc. V.3.5. Poligony zwietrzałych pokryw ilastych.

Wietrzenie chemiczne

Do zmian składu chemicznego skał, czyli **wietrzenia chemicznego**, dochodzi pod wpływem reakcji z wodą i związkami chemicznymi w niej zawartymi, a także wskutek działania powietrza. Wietrzenie chemiczne zachodzi w wyniku rozpuszczania, utleniania, hydrolizy, uwodnienia oraz uwęglanowania.

Minerały i związki chemiczne wchodzące w skład skały **rozpuszczają się** w różnym stopniu. Niektóre z nich rozpuszczają się całkowicie (np. kalcyt), inne częściowo (np. margle), a jeszcze inne w ogóle (np. kwarcyt).

Do rozpadu skał dochodzi także w wyniku **utleniania**. Polega ono na łączeniu się pierwiastków lub związków chemicznych z tlenem znajdującym się w powietrzu atmosferycznym. Proces ten prowadzi do przekształcenia się związków beztlenowych w tlenowe (np. siarczków w siarczany).



Ryc. V.3.6. Efekt rozpuszczania skały wapiennej.

Margiel to skała osadowa składająca się z węglanów (wapnia lub magnezu) oraz minerałów ilastych. Używa się jej do wyrobu cementu oraz w rolnictwie.

Pod wpływem wody zawierającej dwutlenek węgla obecne w skale minerały rozkładają się na związki kwaśne i zasadowe. Ten proces nazywa się **hydrolizą**.



W czasie tego procesu jeden ze składników minerału ulega rozpuszczaniu i wymywaniu, a drugi pozostaje w skale. Na przykład w skałach zawierających glinokrzemiany po odprowadzeniu krzemionki zostaje tylko tlenek żelaza i glinu. Tworzy się wówczas czerwone zabarwienie pokryw zwietrzelinowych (proces ten zachodzi w klimacie gorącym wilgotnym i nazywamy go lateryzacją). Proces lateryzacji prowadzi do powstania gleb laterytowych.

Kolejnym rodzajem wietrzenia chemicznego jest **uwodnienie**. Polega ono na pochłanianiu cząsteczek wody przez niektóre minerały (np. przechodzenie anhydrytu w gips).

Skały rozpadają się również w wyniku rozpuszczania i wypłukiwania węglanów wapnia, magnezu i żelaza przez wodę zawierającą dwutlenek węgla. Ten proces nazywa się **uwęglanowaniem**. Rozpuszczanie skał węglanowych składających się przeważnie z kalcytu nazywa się **procesem krasowienia**.



Ryc. V.3.7. Zwietrzały płaskowiec poddany procesowi utleniania żelaza.



Ryc. V.3.8. Lateryty w północnym Madagaskarze.

Wietrzenie biologiczne

Wietrzenie biologiczne może polegać na zmianie fizycznej zaistniałej w wyniku wnikania korzeni organizmów w szczeliny międzyskalne i rozsadzania skał, a także drążenia korytarzy podziemnych przez zwierzęta. Zmiana składu chemicznego skały następuje najczęściej wskutek wydzielania związków organicznych oraz rozkładu obumarłych szczątków roślinnych i zwierzęcych.

W zależności od typu klimatu w każdej strefie dominuje inny typ wietrzenia. Na przykład w klimatach zimnym oraz gorącym i suchym największe znaczenie ma wietrzenie fizyczne, a w klimatach równikowym i umiarkowanym przeważa wietrzenie biologiczne. Wietrzenie chemiczne dominuje w klimacie gorącym wilgotnym oraz na skałach węglanowych w klimacie umiarkowanym.

Działalność wód płynących

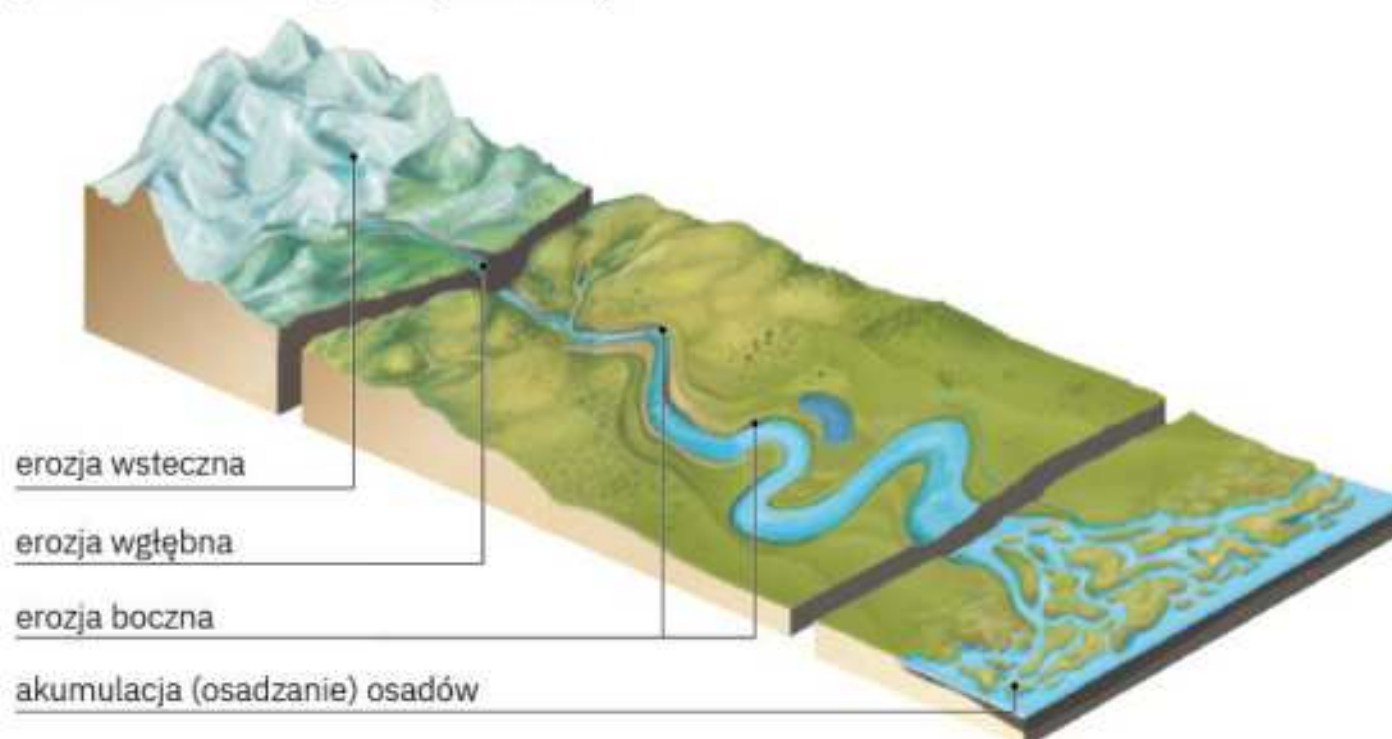
Rzeki odgrywają bardzo ważną rolę w procesach rzeźbotwórczych. Ich działalność polega na erozji (żłobieniu podłoża i podcinaniu brzegów) oraz transporcie materiału zwanego rumowiskiem rzecznym i osadzaniu go na dnie koryta (akumulacja). Efektem działalności rzek są **doliny rzeczne**, czyli podłużne wklęsłe formy terenu powstałe wskutek procesów erozyjnych wody płynącej.

Elementy doliny rzecznej:

- **dno doliny** (powierzchnia nachylona zgodnie z kierunkiem płynięcia rzeki), obejmujące **koryto rzeczne** (podłużne zagłębienie, którym płynie rzeka przy normalnym stanie wody) oraz **równinę zalewową** (terasa zalewowa, zalewana podczas powodzi),
- **zbocza doliny** (nachylona powierzchnia pomiędzy dnem doliny a miejscem jej wcięcia),
- **terasy nadzalewowe**, będące fragmentem dawnego położenia dna doliny, rozciętego później w wyniku erozyjnej działalności rzeki.



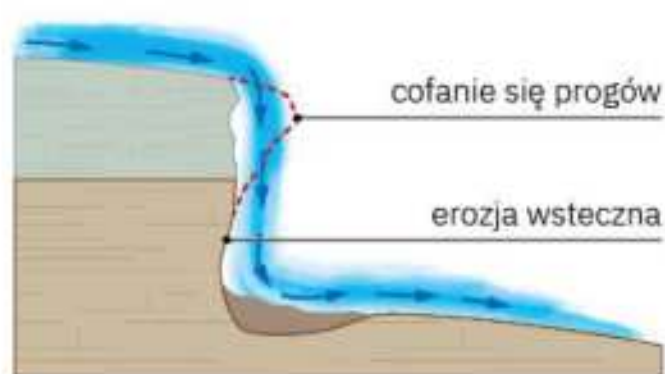
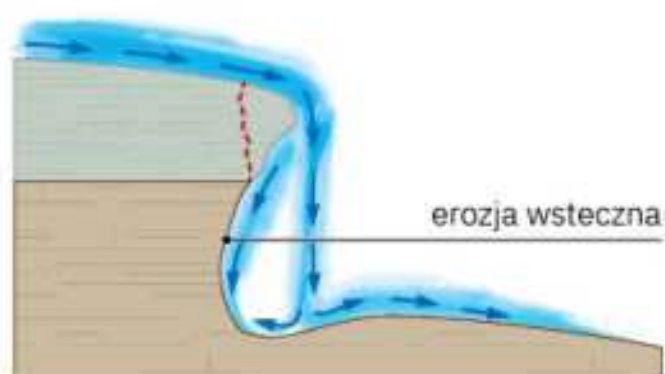
Ryc. V.3.9. Elementy doliny rzecznej.



Ryc. V.3.10. Profil podłużny rzeki.

Górny bieg rzeki

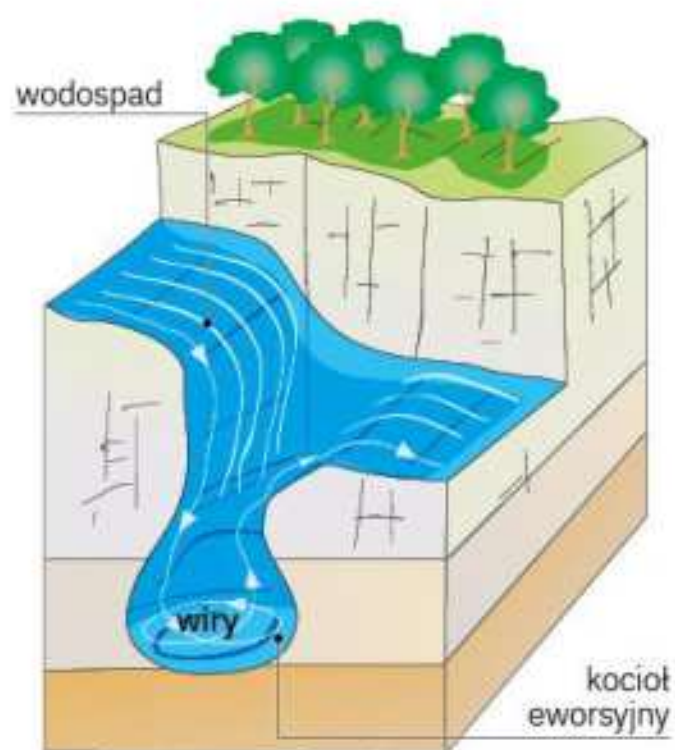
Rzeka w górnym biegu ma duży spadek, transportuje dużo materiału i intensywnie żłobi podłoże (**erozja wgłębna**). To pogłębianie dna prowadzi do powstawania **dolin V-kształtnych** (wąskich, o stromych i wysokich zboczach). Woda płynie z dużą prędkością, a unoszony przez nią materiał jest rozdrabniany i obtaczany – tworzą się **otoczaki**. W miejscach, gdzie rzeka napotyka na swej drodze bardziej odporne skały, formują się progi skalne i wodospady. Poniżej progu skalnego głazy i drobniejsze okruchy skalne, opadając z dużą siłą, pogłębiają dno, tworząc **kotły eworsyjne**, w których powstają wiry. Woda opada i podcina dolną część progu skalnego, co prowadzi do jego oberwania (**erozji wstecznej**). Erozja wsteczna zachodzi też w obszarze źródłiskowym rzeki.



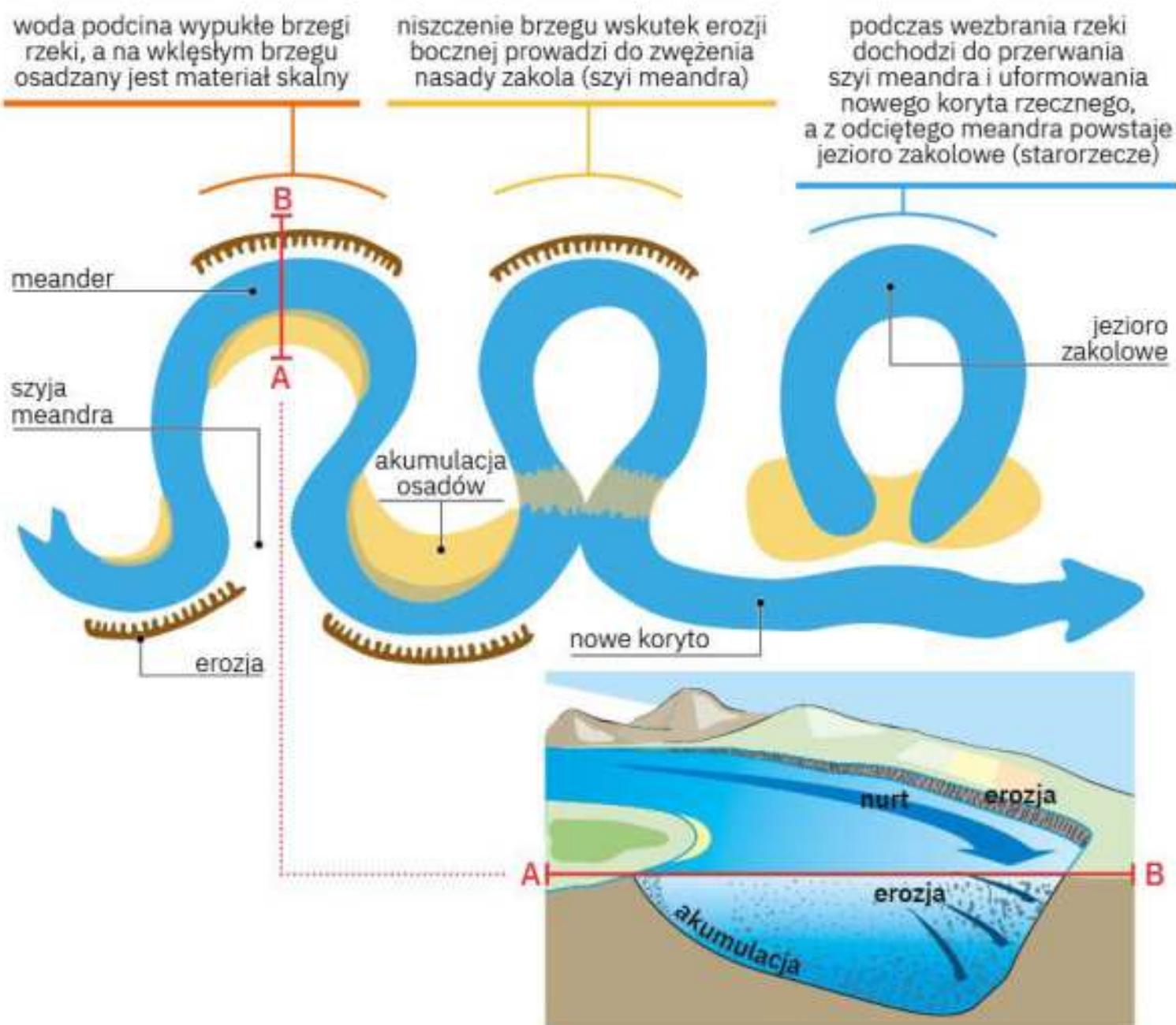
Ryc. V.3.11. Erozja wsteczna na progu skalnym.

Środkowy bieg rzeki

Wraz z biegiem rzeki spada jej nachylenie i prędkość, a koryto staje się szersze. Rzeka niesie drobniejszy materiał, gdyż maleje jej siła transportowa. Część najdrobniejszego materiału (np. minerały ilaste) jest unoszona w formie **zawiesiny**. Traci na znaczeniu erozja wgłębna, natomiast coraz większą rolę odgrywa **erozja boczna**. Zewnętrzne brzegi rzeki są podmywane, a na wewnętrznych jest osadzany materiał (akumulacja). Wskutek tego tworzą się **zakola** (tzw. **meandry**). Nieustanne podcinanie brzegów prowadzi do wydłużenia meandra i zbliżenia jego nasady. W czasie wezbrania rzeki może dojść do przecięcia meandra i utworzenia jeziora w zakolu rzeki (**starorzecza**).



Ryc. V.3.12. Powstanie kotła eworsyjnego.



Ryc. V.3.13. Powstawanie meandra.

Dolny bieg rzeki

W dolnym biegu rzeki przeważa akumulacja materiału w postaci **łach rzecznych**, a spadek koryta jest niewielki. Akumulowany materiał osadza się w formie pokryw aluwialnych, na których mogą się tworzyć żyzne gleby aluwialne – mady rzeczne. W ujściowym odcinku rzeki w przypadku płytkiego zbiornika morskiego materiał jest akumulowany w postaci trójkątnego stożka napływowego tworzącego **deltę**. Osady zasypują ujście, a rzeka tworzy kolejne ramiona, szukając dróg odpływu. Gdy morze, do którego uchodzi rzeka, jest głębokie i charakteryzuje się dużym falowaniem lub występowaniem pływów o dużej amplitudzie, rzeka tworzy **lejkowate ujście** zwane **estuarium**. Wdzierające się fale przyprływu rozszerzają ujście rzeki, a fala odpływu wynosi materiał do morza. Przykładem rzek z ujściem deltowym są: Nil, Amazonka, Huang He i Wisła, a z ujściem lejkowatym – Tamiza, Loara i Rzeką Świętego Wawrzyńca.



Ryc. V.3.14. Rodzaje ujść rzecznych.

Działalność fal morskich i typy wybrzeży

Wybrzeże to pas znajdujący się na styku lądu i morza, poddawany działaniu procesów zachodzących w zbiorniku morskim (falowania, prądów morskich i pływów) oraz na lądzie (wietrzenia, działalności akumulacyjnej rzek i wiatru, grawitacyjnych ruchów masowych). Na formowanie się wybrzeży mają wpływ także organizmy roślinne i zwierzęce oraz człowiek. Procesy rzeźbotwórcze wywołane działalnością wód morskich nazywamy **procesami litoralnymi**. W efekcie tworzą się formy erozyjne i akumulacyjne prowadzące do zmiany linii brzegowej, czyli linii styku powierzchni lądu i morza, odpowiadającej średniemu zasięgowi fal morskich. Z kolei brzeg (plaża) to obszar położony między największym a najmniejszym zasięgiem fali morskiej obejmujący część górną (rzadko zalewaną) oraz część dolną, odsłanianą podczas odpływu.



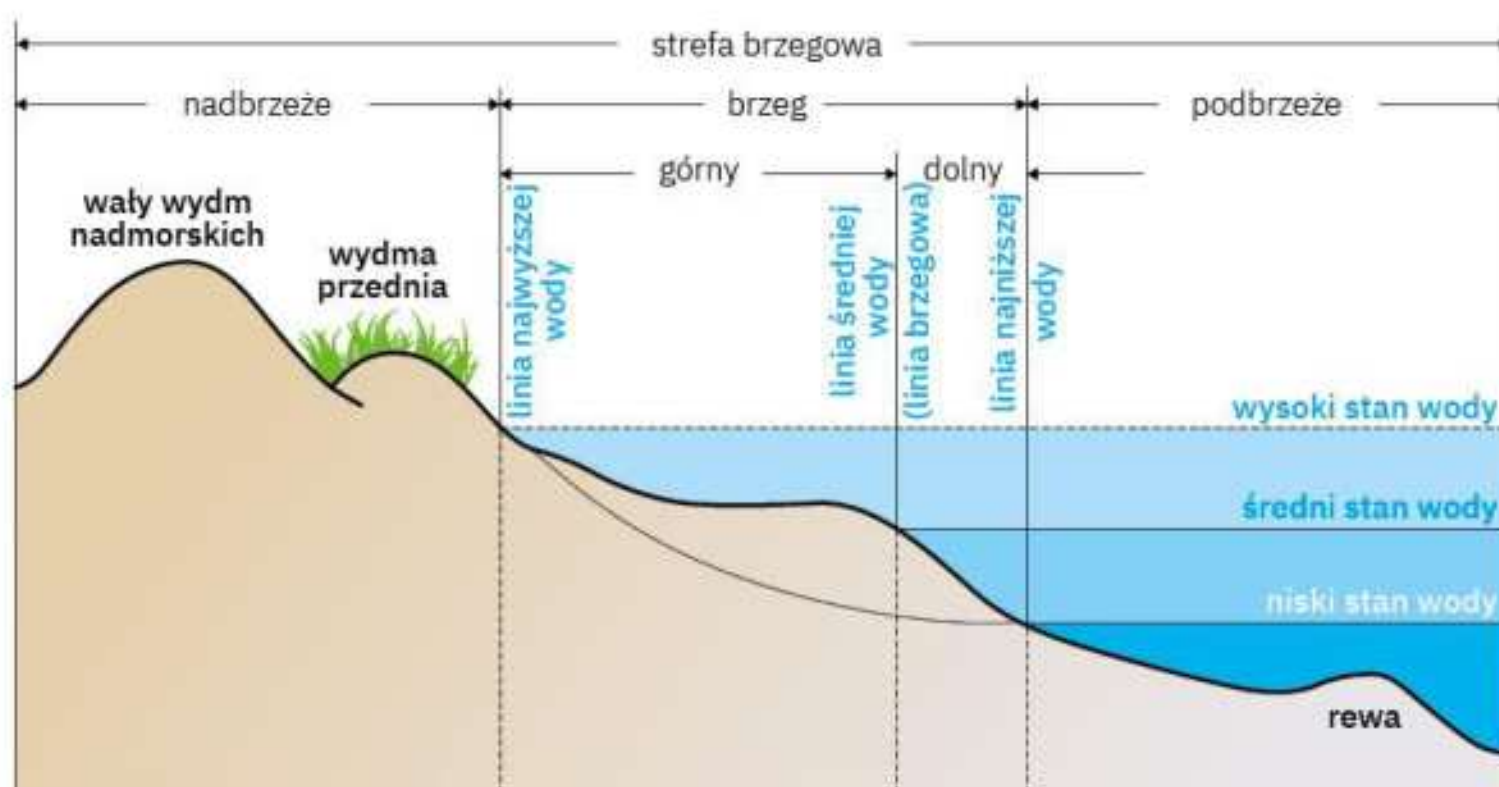
Grawitacyjny ruch masowy – proces przemieszczania się pokrywy zwietrzelinowej (materiału powstałego na skutek procesów wietrzenia) na stoku pod wpływem siły grawitacji.



Ryc. V.3.15. Podział wybrzeży ze względu na cechy rzeźby.

Rozwój rzeźby na wybrzeżu niskim

Na wybrzeżu płaskim mamy do czynienia z budującą działalnością morza. Fale akumulują na brzegu materiał piaszczysty, tworząc plażę. Plaża zostaje nadbudowywana przez osadzające się piaski i żwiry. W miejscu najdalszego zasięgu fal formuje się wał burzowy równoległy do linii brzegowej. Piasek jest wywiejany w kierunku lądu, a w efekcie powstają wydmy. Zmiany w ukształtowaniu rzeźby dotyczą także dna morskiego w podbrzeżnej części strefy brzegowej. Fala morska, zanim dotrze do brzegu, traci swą energię, trąc o płytkie dno. Materiał porwany z dna ulega akumulacji w momencie załamania się fali. Tworzy się wówczas wał przybrzeżny, równoległy do linii brzegowej, zwany **rewą** (ryc. V.3.16.).



Ryc. V.3.16. Elementy morskiej strefy brzojowej.

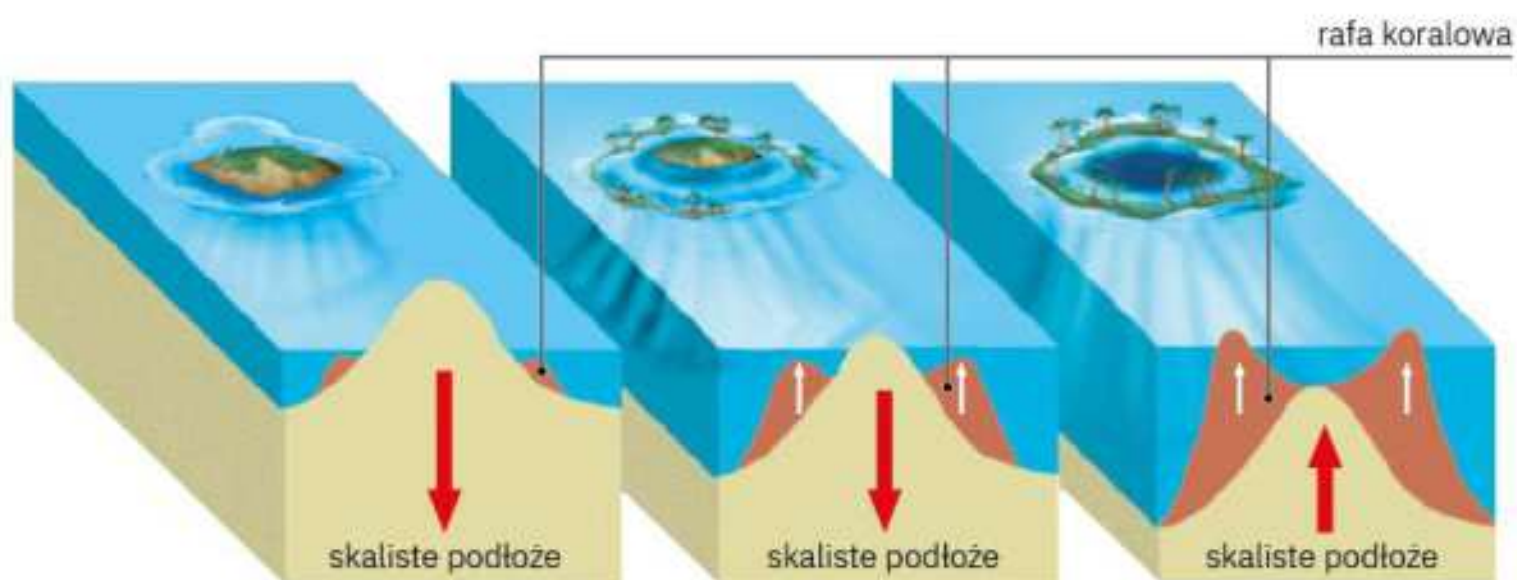
Źródło: L. Starkel, A. Kostrzewski, A. Kotarba, K. Krzemień, *Współczesne przemiany rzeźby Polski*, Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, IGiGP UJ, IGiPZ PAN, Kraków 2008, s. 328.

Wybrzeże mierzejowo-zalewowe tworzy się wtedy, gdy płytkie zatoki są odgrozione od morza wałem piaszczystym. Wówczas prądy przybrzeżne nie opływają zatoki dokładnie wzdłuż linii brzojowej, ale najkrótszą drogą zmierzają do najbliższego przylądka. Następuje akumulacja niesionego materiału wzdłuż wynurzonego piaszczystego wału odcinającego wody zatoki od pełnego morza. Jeśli ten wał jest przyrośnięty tylko jednym końcem do lądu, nazywamy go **kosą** (np. Płw. Helski), a jeśli odcina prawie całą zatokę, zostawiając jedynie niewielkie przerwy w ciągłości lądu, to wówczas nazywamy go **mierzeją** (np. Mierzeja Wiślana). Odcięta zatoka to **zalew** (np. Zalew Wiślany). Gdy mierzeja zamknie całą zatokę, powstają wówczas **jeziora przybrzeżne** (np. jeziora Gardno i Łebsko).

Wybrzeża lagunowe tworzą się w morzach o dużych wahanich pływów. W wyniku zmiany poziomu wody wskutek przyptywów i odpływów wał piaszczysty (rewa) okresowo wynurza się ponad powierzchnię wody. Wiatr po osuszeniu materiału formuje wydmy. W efekcie część wału nie ulega już zanurzeniu. W obniżeniach fala składa nowy materiał i tak z wolna obserwujemy przyrastanie wału, który po całkowitym wynurzeniu nosi nazwę **lido**. Lido odgradza zatokę zwaną **laguną**. Wody morza wdzierają się do laguny tylko przez wąskie przerwy w lido, zwane porto lub kanałami. Laguny są zasypywane materiałem pochodzącym z lądu, z czasem powodując wynurzenie się wysp. Przykładem wybrzeża lagunowego jest wybrzeże występujące w Zatoce Weneckiej.

W ciepłych wodach morskich o temperaturze 18–35° oraz zasoleniu od 27 do 40‰ mogą się tworzyć **wybrzeża koralowe**. Organizmy morskie o szkielecie wapiennym (najczęściej koralowce) budują rafy koralowe przy brzegu (rafy brzegowe) lub w pewnej odległości od niego (rafy barierowe i atole). Rafy koralowe tworzą się także w pobliżu wysp wulkanicznych, narastając wokół nich i z biegiem czasu formując wynurzony pierścień. Centralna część wyspy (stożek wulkanu) wskutek erozji ulega zniszczeniu i tworzy się zagłębienie (laguna) otoczona pierścieniem koralowców. Wybrzeża tego typu występują na przykład na Sri Lance, Kubie, Sumatrze.

Wybrzeża namorzynowe (mangrowcowe) powstają w strefie międzyzwrotnikowej, gdy płytkie i muliste dno u brzegu jest porośnięte lasami namorzynowymi (mangrowymi), których szczudłowate korzenie zostają odśłonięte podczas odpływu. Gęsta roślinność namorzynowa uniemożliwia falam kształtowanie brzegu, dlatego osady tworzą się między gęstymi korzeniami, a w efekcie brzeg narasta. Wybrzeża tego typu występują na przykład na Morzu Południowochińskim.

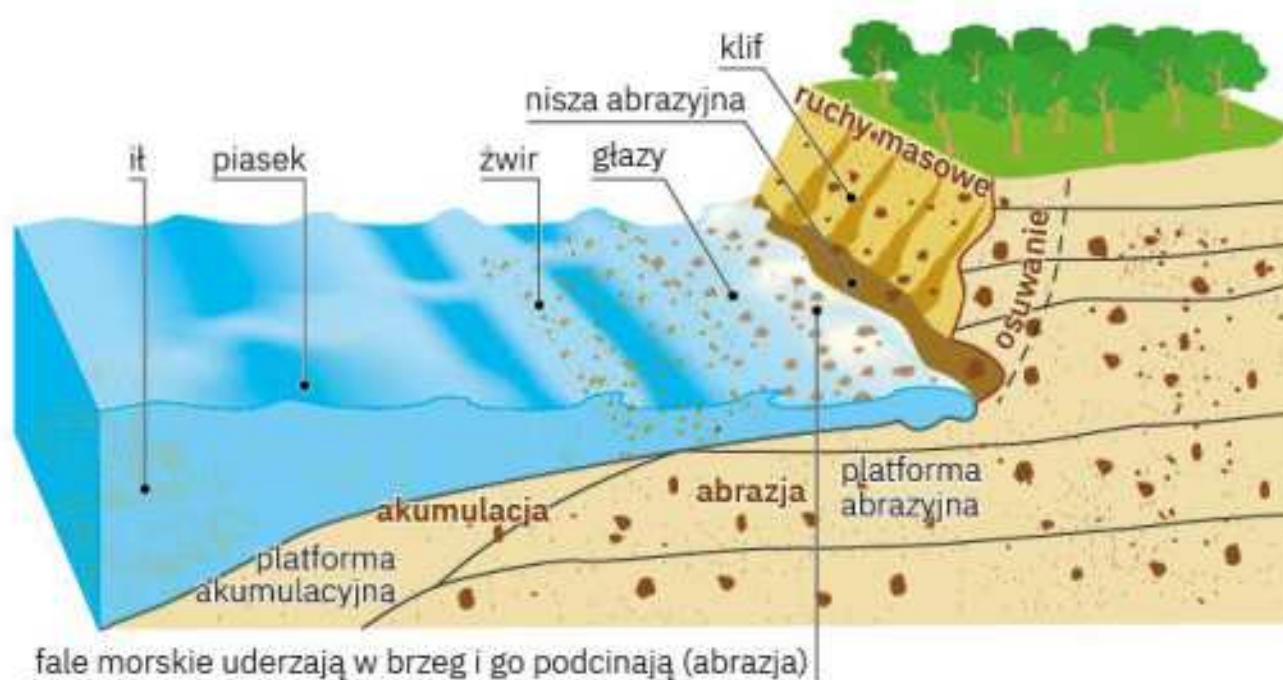


Ryc. V.3.17. Etapy powstawania atolu.

Rozwój rzeźby na wybrzeżu wysokim

Na wybrzeżu wysokim zwanym **klifem** lub **falezą** dominuje działalność niszcząca mórz. Niszczenie stromego wybrzeża wskutek przyboju fal nazywamy **abrazją**. Fale uderzają w stromą ścianę skalną i dokonują jej rozkruszania, podcinając ją u podstawy. Powstaje w ten sposób wklęsła forma u dołu klifu zwana **niszą abrazyjną**. Z biegiem czasu niska ta się powiększa i dochodzi do obrywu górnej części skały. Ściana „cofa się” w stronę lądu. U podnóża klifu gromadzi się rozkruszony materiał skalny, tworząc **platformę abrazyjną**. Materiał ten jest wynoszony przez fale w kierunku morza, osadza się na dnie i tworzy **platformę akumulacyjną**. Materiał jest również transportowany wzdłuż brzegu i wyrzucany na ląd.

Tempo niszczenia klifu zależy od siły i prędkości fal oraz od odporności skał budujących klif. Na przykład wapienne klify u wybrzeży Normandii cofają się o 30 cm rocznie. W Polsce w miejscowości Trzęsacz nad Bałtykiem wskutek cofania się klifu został zniszczony kościół zbudowany na przelomie XIV i XV wieku na stromym wzgórzu w odległości około 2 km od linii brzegowej. W wyniku procesów abrazyjnych świątynia znalazła się zbyt blisko krawędzi klifu (w 1750 r. – 58 m, w 1820 r. – 13 m, w 1868 r. – 1 m). Obecnie zachowały się tylko fragmenty południowej ściany kościoła.



Ryc. V.3.18. Wybrzeże klifowe.

Do wybrzeży wysokich zalicza się także:

- **wybrzeże fiordowe**, utworzone w wyniku częściowego zatopienia przez morze głębokich U-kształtnych dolin polodowcowych. Fiordy znajdują się między innymi na Grenlandii, w Szkocji, Islandii, Norwegii i Nowej Zelandii;
- **wybrzeże riasowe**, powstające wskutek wkroczenia morza na obszary o rzeźbie górskiej. Morze zalewa doliny i obniżenia, tworząc wąskie zatoki między skalistymi półwyspami. Osie półwyspów i zatok są prostopadłe do

brzeżu (pd.-zach. Wielka Brytania i Irlandia, Półwysep Bretoński, pn.-zach. część Półwyspu Iberyjskiego, Korsyka, Sardynia, Peloponez);

- **wybrzeże dalmatyńskie**, utworzone wskutek wkroczenia morza na obszary o charakterze górskim. Zalane pasma górskie i obniżenia między nimi są ułożone równoległe do linii brzegowej. Występują na nich podłużne wyspy, a między nimi są cieśniny (wybrzeże Chorwacji);
- **wybrzeże szerowe** (szkierowe), powstające przez zalanie obszaru polodowcowego z licznymi skalistymi pagórkami (muttonami). Występują w Finlandii (na Wyspach Alandzkich);
- **wybrzeże limanowe**, powstające przez zalanie ujściowych odcinków dolin rzecznych i odcięcie ich mierzejami usypanymi przez przybrzeżne prądy morskie (Morze Czarne, między deltą Dunaju a Krymem).

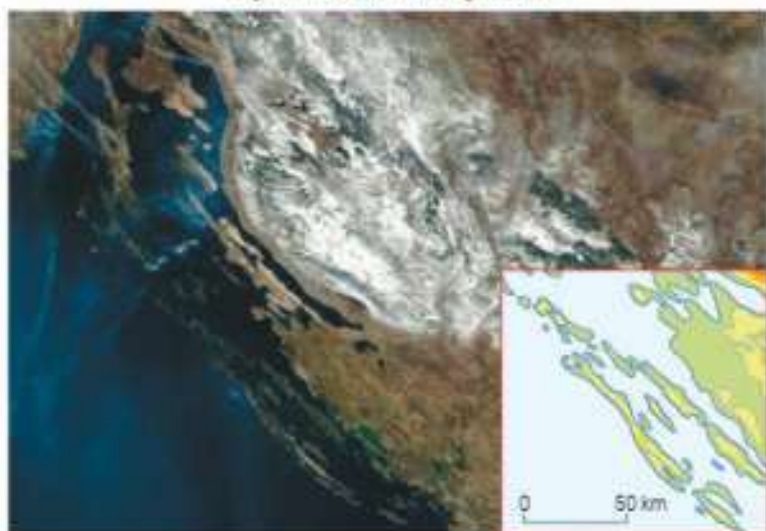


Ryc. V.3.19. Ruiny kościoła w Trzęsaczu nad Morzem Bałtyckim.



Ryc. V.3.20. Fiord Sognefjorden w Norwegii.

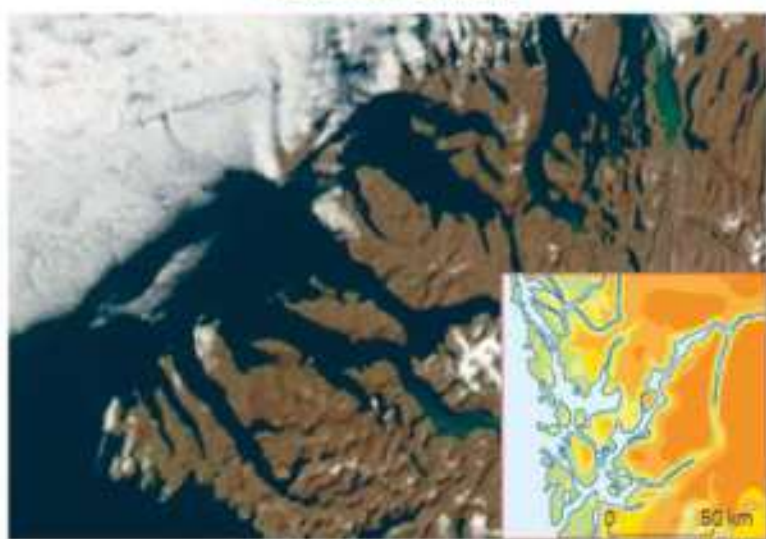
Wybrzeże dalmatyńskie



Wybrzeże riasowe



Wybrzeże fiordowe



Wybrzeże szkierowe



Wybrzeże mierzejowo-zalewowe



Ryc. V.3.21. Typy wybrzeży.

Działalność lodowców górskich i lądolodów

Rzeźbotwórczą działalność lodowców i lądolodów dzielimy na niszczącą i akumulacyjną. Kiedy działalność ta wiąże się ze zmianą ukształtowania powierzchni w wyniku działalności lodowców, nazywamy ją **procesem glacialnym**. Rzeźbę powstałą w jej wyniku nazywa się **rzeźbą glacialną**.

Niszcząca działalność lodowców

Lód, przemieszczając się po skalnym podłożu, zabiera ze sobą luźny materiał. Niekiedy nawet wydiera duże skalne fragmenty wzdłuż spękań. Materiał przenoszony przez lodowiec nazywamy **moreną**. Przesuwając się wraz z lodowcem, może ona szlifować i rysować podłoże.

Wyróżnia się następujące elementy erozji lodowcowej:

- wyorywanie – odrywanie od podłoża większych fragmentów skalnych,
- ścieranie i wygładzanie podłoża przez materiał przemieszczający się w dnie lodowca,
- zdzieranie – deformowanie i przesuwanie utworów znajdujących się w podłożu lodowca.

W wyniku oddziaływania lodowca na powierzchnię skalną, po której się on przesuwają, powstają bruzdy, rysy i wygłady lodowcowe. Pagórki napotkane na drodze lodowca są zaokrąglane i wygładzane – nazywamy je mutonami lub barańcami. Są one z reguły łagodniej nachylone od strony nasuwającego się lodowca.



Ryc. V.3.22. Budowa lodowca i formy polodowcowe.

Lodowiec górski zmienia rzeźbę górską w dolinach. W górnej części doliny, w miejscu pola firnowego lodowca, tworzy się nieckowate zagłębienie zwane **cyrkiem**, karem lub kotłem lodowcowym. Pozostałością dawnych cyrków lodowcowych są współcześnie **jeziora polodowcowe**. Środkowe i dolne części dolin są formowane przez jeźor lodowca – mają poszerzone dno oraz podcię-

te i strome wysokie zbocza. Dolina V-kształtna zmienia się w dolinę U-kształtną (**żłób lodowcowy**). Charakterystyczną cechą układu dolin polodowcowych w górach są także **doliny zawieszone**. Są to boczne doliny, które nie podlegały tak silnej erozji wgłębnej, gdyż siła erozyjna lodowca bocznego była słabsza niż lodowca w dolinie głównej.

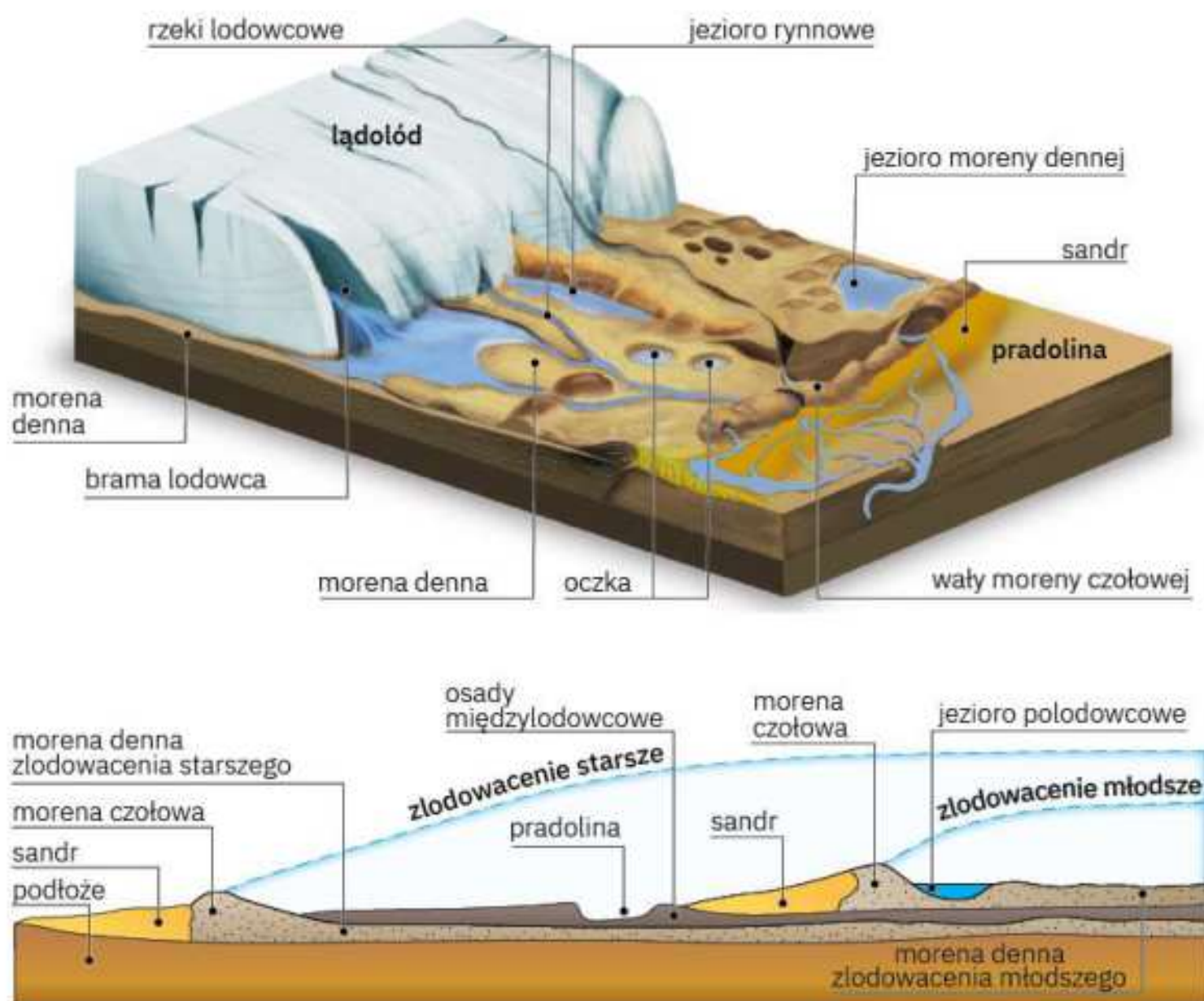
Działalność akumulacyjna lodowców

Lodowiec i lądolód mają w swojej masie nieuporządkowany materiał, zarówno na powierzchni, jak i we wnętrzu oraz w spągu. W czasie topnienia materiał ten jest gromadzony jako glina morenowa (zwałowa), w której znajduje się mieszanina głazów, żwirów, piasków oraz ilów. Powstałe z tego materiału formy nazywamy morenami. Lodowiec w czasie postoju (gdy dopływ lodu jest równoważony topnieniem czoła lodowca) pozostawia przed swoim czołem materiał skalny w postaci wału i pagórków **moreny czołowej**. Na dnie lodowca i lądolodu po jego stopnieniu pozostaje materiał w postaci **moreny dennej**. W przypadku lodowców wzdłuż zboczy doliny ciągną się wały **moreny bocznej**, a z połączenia dwóch jeziorów lodowcowych powstaje **morena środkowa**. Lądolód może transportować także olbrzymie bloki skalne o wadze nawet do kilkudziesięciu ton, które po ustąpieniu zostawia w formie **głazów narzutowych** (eratyków).

Działalność fluwioglacjalna lądolodów

Formy fluwioglacjalne (wodnolodowcowe) są związane z działalnością wód wypływających z lądolodu. Podczas jego topnienia olbrzymie ilości wody wypływają z jego czoła przez tak zwaną bramę lodowcową. Woda wypływająca z lodu wypłukuje i wynosi część materiału zgromadzonego u czoła lodowca. Tworzą się wówczas **stożki napływowe**, lekko nachylone w kierunku spływu wód **równiny sandrowe (sandry)**, zbudowane z materiału piaszczysto-żwirowego. Ze względu na piaszczystą glebę równiny sandrowe są z reguły porośnięte przez bory sosnowe. W sandrach występują także zagłębienia wytopiskowe po stopnieniu martwych brył lodu (są one obecnie wypełnione przez jeziora).

Do erozyjnych form fluwioglacjalnych należą **pradoliny** mające postać szerokich dolin powstałych na przedpolu lądolodu, równoległe do jego czoła. Pradoliny były zasilane wodami spływającym z lądolodu i ciekami wodnymi z obszaru niezlodowaconego, które utworzyły ogromne rzeki szukające spływu w kierunku zachodnim (do Morza Północnego i Atlantyku), zgodnie z ogólnym nachyleniem kontynentu europejskiego. Szerokość pradolin w niektórych miejscach przekracza nawet 10 km. Wiele pradolin występuje na obszarze Polski, na przykład Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka czy Warszawsko-Berlińska. Do form erozyjnych zaliczamy także **rynny polodowcowe** powstałe pod masą lądolodu dzięki płynącym pod wysokim ciśnieniem rzekom podlodowcowym. Dzisiaj w tych podłużnych i wąskich zagłębieniach znajdują się **jeziora rynnowe**.



Ryc. V.3.23. Formy rzeźby terenu powstałe wskutek działalności lądolodu.

Rzeźbotwórcza działalność wiatru

Wiatr jest jednym z czynników rzeźbotwórczych. Jego działalność polega na **erozji, transporcie i akumulowaniu materiału**. Wiatr odgrywa największą rolę w modelowaniu rzeźby na obszarach pustynnych, na wybrzeżach piaszczystych oraz na przedpolu lądolodów. Im silniejszy wiatr, tym grubszy materiał może przetransportować na dalsze odległości. Działalność wiatru to **działalność eoliczna**, a procesy rozwoju rzeźby przez wiatr nazywamy **procesami eolicznymi**.

Pustynia to obszar pozbawiony stałej roślinności o przewadze parowania nad opadami oraz o niedostatku wody.

Niszcząca działalność wiatru

W klimacie pustynnym wskutek braku roślinności i niedostatecznej ilości wilgoci wiatr jest decydującym czynnikiem rozwoju rzeźby. Przenosi on pyły oraz ziarna piasku. Ten proces wywiewania materiału nazywa się **deflacją**. Prowadzi do powstania zagłębień terenowych, których kształt zależy od odporności skał. Tworzą się rynny, misy i niecki deflacyjne. Po wywianiu drobniejszego materiału na powierzchni pozostają większe okruchy skalne, które zapobiegają unoszeniu mniejszych ziaren ułożonych pod spodem. Te grubsze okruchy skalne pozostałe po wywianiu materiału drobniejszego nazywamy **brukiem deflacyjnym**. Wiatr może działać niszcząco również na skały lite przez uderzanie niesionym materiałem. Szlifowanie skał przez niesione ziarna piasku nazywamy **korazją eoliczną**.

Budująca działalność wiatru

Materiał transportowany przez wiatr wskutek zmniejszenia jego prędkości i siły gromadzi się w postaci:

- zmarszczek eolicznych (ripplemarków),
- wydmy,
- pokryw lessowych.

Zmarszczki eoliczne (ripplemarki) to faliste nagromadzenia piaszczystego materiału powstałe w wyniku przesuwania ziaren piasku przez wiatr, ułożone prostopadle do kierunku wiatru.



Ryc. V.3.24. Ripplemarki na Saharze (Tunezja).

Wydmy to piaszczyste wzniesienia o asymetrycznych stokach usypane przez wiatr. Stoki dowietrzne są łagodniej nachylone ($5-12^\circ$), a stoki zawietrzne – dużo bardziej strome ($20-33^\circ$). W klimacie wilgotnym powstają **wydmy paraboliczne**, które mają ramiona skierowane pod wiatr. Wynika to z wolniejszego przemieszczania się tych ramion spowodowanego wilgotnością ziaren piasku

i przytrzymywaniem ich przez roślinność. W warunkach pustynnych formują się **barchany**, których rogi są skierowane w stronę zawietrzną. Wysunięcie ramion barchanu do przodu jest spowodowane ich szybszym ruchem niż środkowej części wydmy ze względu na mniejszą masę. W wyniku działalności wiatru wydmy ulegają przesuwaniu. Wiatr przesypuje piasek ze strony dowietrznej i przerzuca go na bardziej stromą stronę zawietrzną, gdzie osypuje się on po stoku, powodując systematyczne przemieszczanie wydmy.



Ryc. V.3.25. Ruch wydmy parabolicznej i barchanu.

W warunkach suchego i chłodnego klimatu, na dalekim przedpolu lodowca wiatry wywiewały pyły na dalekie odległości, akumulując **pokrywy lessowe** (np. na Wyżynie Sandomierskiej i Wyżynie Lubelskiej).

PYTANIA I POLECENIA

1. Napisz, na czym polega różnica między wietrzeniem fizycznym a chemicznym. Podaj przykłady.
2. Podaj przykłady wietrzenia biologicznego, fizycznego, chemicznego. Wykorzystaj dostępne źródła.
3. Podaj dwa przykłady gospodarczego wykorzystania form krasowych w Polsce.
4. Określ czynniki wpływające na powstanie delty i ujścia lejkowatego.
5. Korzystając z mapy Europy oraz własnej wiedzy, wymień po trzy przykłady wybrzeży niskich i wysokich. Uwzględnij typy wybrzeży w Polsce. Wykorzystaj ryc. V.3.15.
6. Wyjaśnij różnice między wydumą paraboliczną a barchanem.
7. Wytłumacz, dlaczego morena boczna występuje tylko w lodowcach, a nie w lądolodach.

4. Podział skał i gospodarcze zastosowanie surowców skalnych

Definicja i podział skał

Skorupa ziemna jest zbudowana z minerałów i skał.

Minerał to związek chemiczny lub pierwiastek o jednorodnych właściwościach fizycznych i chemicznych, powstały w wyniku naturalnych procesów przebiegających na powierzchni Ziemi lub w jej wnętrzu.



Ryc. V.4.1. Surowce mineralne.

Skały to naturalne skupiska minerałów o określonym składzie i określonej genezie.

Najstarsze na Ziemi są **skały magmowe** powstałe z zastygnięcia magmy. Oprócz nich występują **skały osadowe** i **metamorficzne** (przeobrażone).



Ryc. V.4.2. Podział skał.

Skąły magmowe

Skąły **magmowe głębinowe** tworzą się pod powierzchnią ziemi i wyróżniają się **strukturą jawnokrystaliczną** (minerały są widoczne gołym okiem). W wysokiej temperaturze i pod wysokim ciśnieniem magma stygnie powoli, a proces krystalizacji trwa dłużej, dlatego kryształy tworzące minerały są dobrze wykształcone. Przykładowe skąły magmowe głębinowe to **granit**, **dioryt** i **gabro**.



Ryc. V.4.3. Granit.



Ryc. V.4.4. Dioryt.

Skąły **magmowe wylewne** powstają na powierzchni ziemi ze stygnących pokryw lawowych. Tworzą się one w niskiej temperaturze i pod wpływem niższego ciśnienia. Wskutek szybkiego zastygania nie wykształcają widocznych kryształów, czyli mają strukturę **skrytokrystaliczną**. Najbardziej powszechną skąłą wylewną jest **bazalt**. Do tej grupy zaliczamy także **andezyt** i **riolit**.



Ryc. V.4.5. Bazalt.



Ryc. V.4.6. Andezyt.

Skąły żyłowe powstają przez wnikanie magmy w szczeliny między warstwami skalnymi. Zaliczamy do nich między innymi **diabazy**, a także **porfiry**, które mają charakterystyczną strukturę „ciasta skalnego”. Porfiry zaczynają się krystalizować pod powierzchnią ziemi, tworząc tak zwane prakryształy. Po wydostaniu się magmy na powierzchnię ziemi w postaci lawy następuje szybki proces krzepnięcia. Prakryształy są wówczas widoczne jak rodzyнки lub migdały w cieście. Mówimy wówczas o strukturze porfirowej lub migdałowcowej. Przykładem takich skał oprócz porfirów są melafiry.



Ryc. V.4.7. Porfir.



Ryc. V.4.8. Diabaz.

Skąły magmowe dzieli się również ze względu na zawartość krzemionki. Wyróżniamy skąły kwaśne o dużej zawartości SiO_2 (60–80%), obojętne (52–60% SiO_2) oraz zasadowe (poniżej 52% SiO_2).

Skąły osadowe

Skąły osadowe tworzą się wskutek osadzania się okruchów skalnych lub obumarłych szczątków roślinnych i zwierzęcych na lądzie, a także na dnie zbiorników wodnych (**sedymencja**) w wyniku procesów wietrzenia oraz wytrącania się związków chemicznych w morzach i jeziorach. **Skąły osadowe okruchowe** powstają w wyniku sedymencji okruchów o różnej wielkości. Mogą mieć postać skał luźnych (np. piaski, żwiry, gruz skalny) lub skał zwięzłych (skał zespólnych spoiwem – lepiszczem, np. piaskowce czy zlepieńce).



Ryc. V.4.9. Zróźnicowanie wielkości skał osadowych okruchowych.

Skąły osadowe pochodzenia organicznego powstają przez nagromadzenie szczątków organizmów roślinnych i zwierzęcych. Przykładem mogą być złoża torfu, węgla brunatnego i węgla kamiennego. Z resztek organicznych w warunkach beztlenowych tworzą się złoża ropy naftowej i gazu ziemnego. Z kolei ze szczątków organizmów zwierzęcych zawierających węglan wapnia (CaCO_3) po-

wstają wapienie. Na przykład ze szczątków muszli formują się wapienie muszlowe, ze szczątków raf koralowych – wapienie koralowe.

Skąły osadowe pochodzenia chemicznego powstają przez odparowywanie słonej wody w morzach i jeziorach. Zalicza się do nich sól kamienną, sól potasową, gips, anhydryt oraz niektóre wapienie i dolomity.



Ryc. V.4.10. Wapień.



Ryc. V.4.11. Anhydryt.

Skąły metamorficzne

Skąły metamorficzne (przeobrażone) powstają wskutek poddania istniejących skał działaniu wysokich temperatur i wysokiego ciśnienia. Metamorfoza skał powoduje zmianę ich składu chemicznego i właściwości fizycznych (np. zmiana uporządkowania minerałów). Przeobrażeniom podlegają skąły zarówno magmowe, jak i osadowe.

Przykłady skał metamorficznych to gnejs, łupek krystaliczny, kwarcyt, marmur.

Przykłady przeobrażenia skały magmowej lub osadowej w metamorficzną:

- granit → gnejs,
- piaskowiec → kwarcyt,
- wapień → marmur,
- it → łupek ilasty,
- węgiel → grafit.

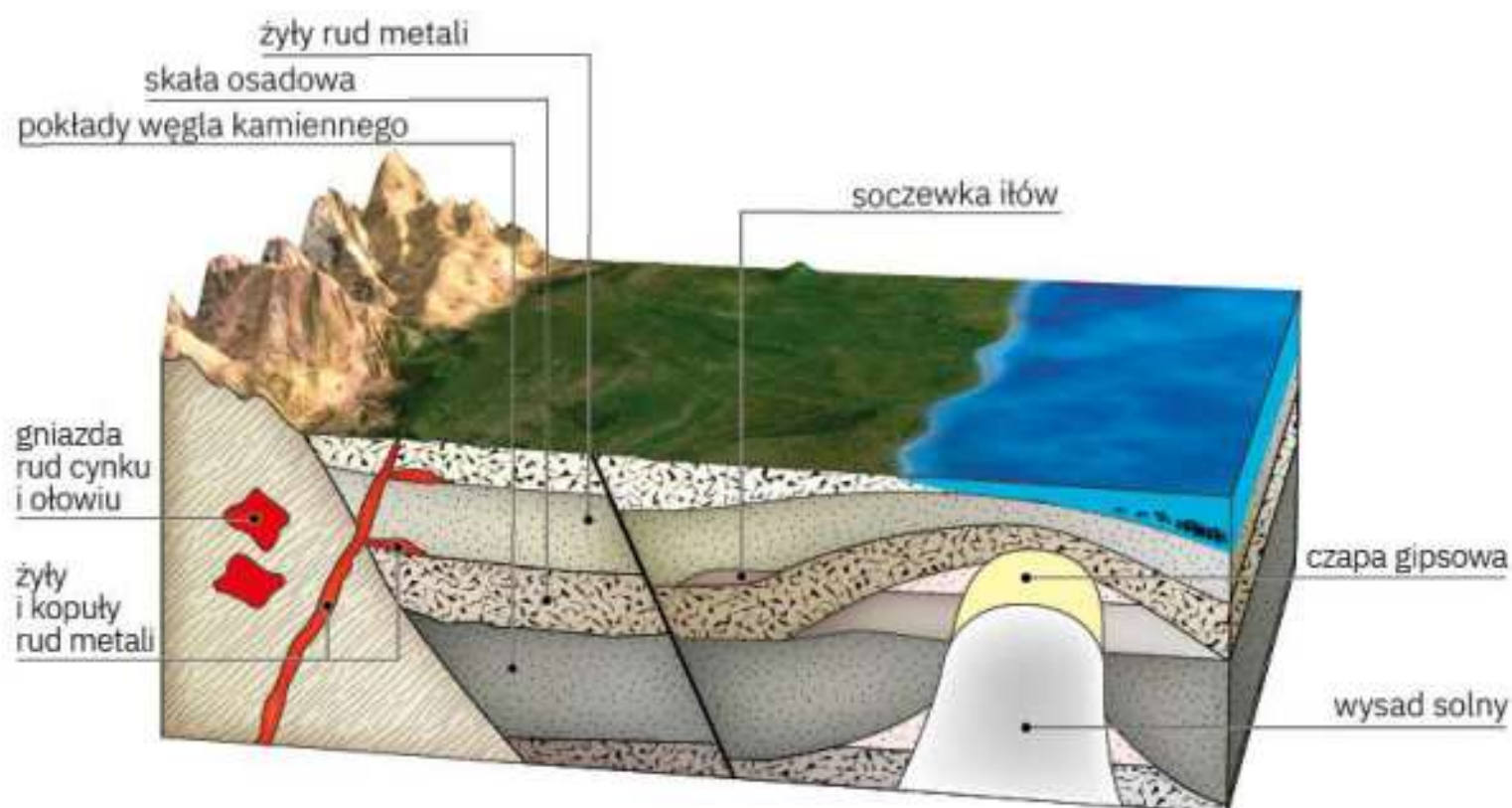


Ryc. V.4.12. Gnejs.

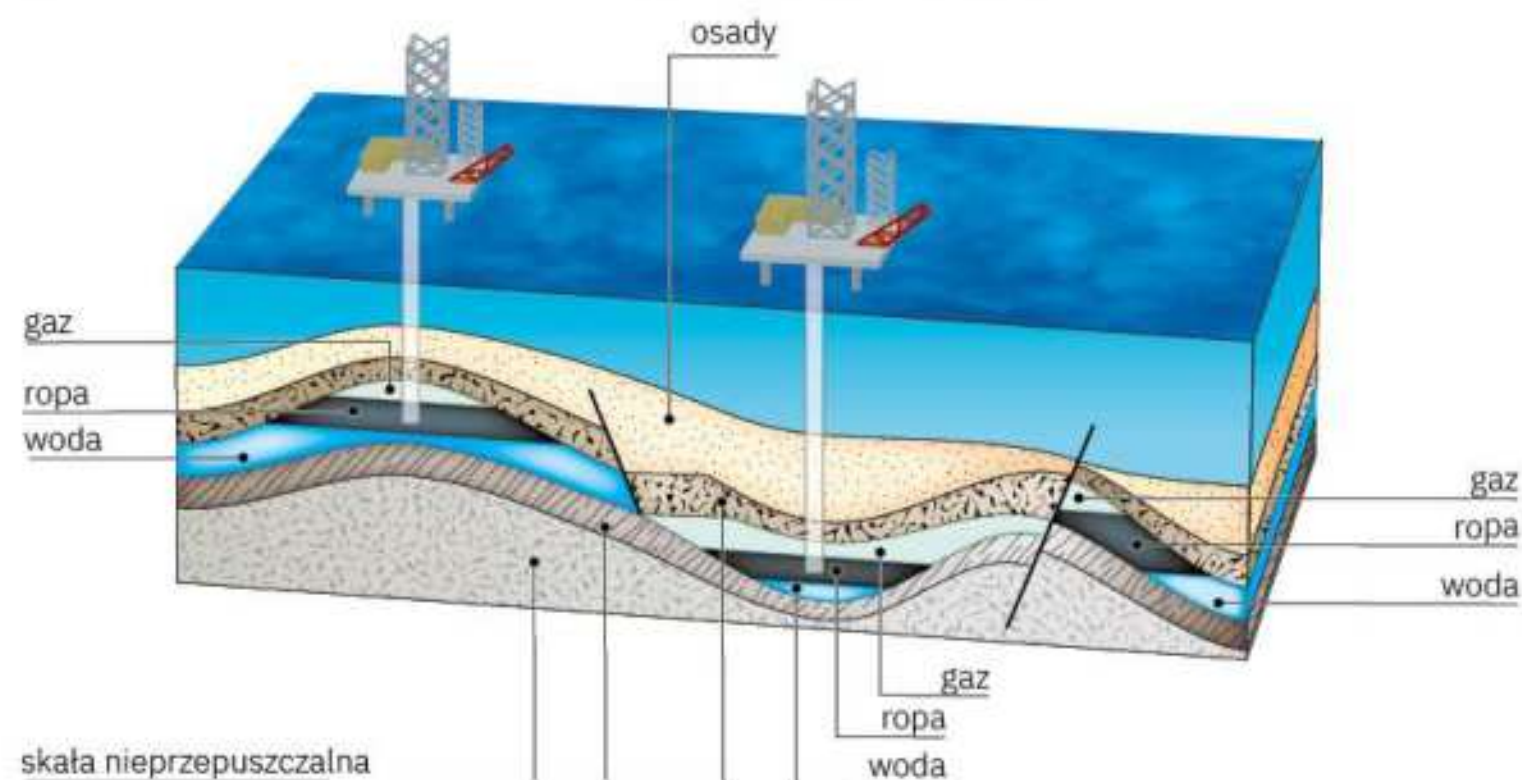
Znaczenie gospodarcze minerałów i skał

Wskutek wielu procesów endogenicznych powstały naturalne nagromadzenia minerałów i skał, czyli **złóża mineralne**, których eksploatacja w danych warunkach geologicznych jest opłacalna. Surowce mineralne to skąły i minerały, któ-

re można wydobywać i przetwarzać na wyroby służące zaspokajaniu potrzeb człowieka. Złoża surowców występują w postaci pokładów (np. węgiel kamienny i brunatny), wysadów (czyli pni lub słupów wyciśniętych ku górze w wyniku przemieszczania się mas skalnych, wysady solne), żył lub gniazd (o nieregularnym kształcie, np. kruszce metali) oraz pułapek geologicznych (złoża ropy naftowej i gazu ziemnego).



Ryc. V.4.13. Formy złóż mineralnych: pokłady, wysady, żyły, gniazda.



Ryc. V.4.14. Podstawowe formy złóż mineralnych: pułapka geologiczna.

Surowce energetyczne wykorzystujemy jako opał oraz do produkcji energii elektrycznej. Uran służy jako paliwo w elektrowniach jądrowych. Ropa naftowa jako

surowiec chemiczny jest używana do wytwarzania benzyny i oleju napędowego oraz do wyrobu tworzyw sztucznych. Siarka uczestniczy w produkcji kwasu siarkowego wykorzystywanego między innymi do wyrobu barwników, włókien sztucznych, środków piorących oraz jako elektrolit w akumulatorach, a także jako odczynnik w laboratoriach. Sól kamienną używa się do celów spożywczych jako środek konserwujący oraz przyprawę, a ponadto zimą do posypywania dróg. Jest potrzebna także w przemyśle kosmetycznym oraz do produkcji sody. Miedź jako doskonały przewodnik jest stosowana w przewodach elektrycznych. Cynk ma właściwości antykorozyjne i służy do powlekania innych metali. Ołów jest używany w akumulatorach. Z metali szlachetnych (złoto, srebro, platyna) wyrabia się biżuterię i monety. W budownictwie stosuje się piaski i żwiry (m.in. do produkcji zaprawy murarskiej), granity i bazalty (do tworzenia nawierzchni drogowej) oraz wapienie (do wytwarzania cementu). Z gipsu wyrabia się płyty kartonowo-gipsowe. Piaski kwarcowe służą do produkcji szkła, a gliny i ity – do produkcji naczyń ceramicznych.

Eksploatacja surowców mineralnych powoduje często nieodwracalne zmiany w zagospodarowaniu terenu. Na obszarze wydobywania surowców powstają kopalnie, szyby naftowe czy kamieniołomy. Na tych terenach dochodzi do degradacji środowiska przyrodniczego. Szczególnie szkodliwe dla środowiska są na przykład kopalnie odkrywkowe węgla brunatnego, hałdy, czyli nieużytki powstałe po wydobyciu „nadkładu” (skały płonnej) w celu dostania się do użytecznej kopalin. Aby przywrócić terenom zniszczonym przez człowieka walory przyrodnicze, na hałdach sadzi się lasy lub przeznacza się je do celów rekreacyjnych (jako stoki narciarskie).

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, w jaki sposób możemy rozpoznawać minerały.
2. Omów różnice między skałami głębinowymi a wylewnymi.
3. Podaj przykłady skał osadowych okruchowych, skał pochodzenia organicznego oraz skał pochodzenia chemicznego.
4. Z dostępnych źródeł dowiedz się, z jakich skał są zbudowane Tatry.
5. Wymień sposoby wykorzystania surowców skalnych w twoim otoczeniu.



PEDOSFERA I BIOSFERA

1. Typy genetyczne gleb w Polsce i ich rozmieszczenie

Gleba i jej składniki

Zewnętrzną warstwę skorupy ziemskiej tworzy **gleba** powstała w wyniku procesów glebotwórczych ze skały macierzystej. Warstwa powierzchniowa litosfery, w której zachodzą te procesy, nazywa się **pedosferą**.

Gleba składa się z części mineralnej (skała macierzysta) i części organicznej. Głównymi cechami gleby są żyzność i urodzajność.



Żyzność gleby to naturalna zdolność zaspokajania żywieniowych potrzeb roślin przez dostarczanie im składników pokarmowych i wody.

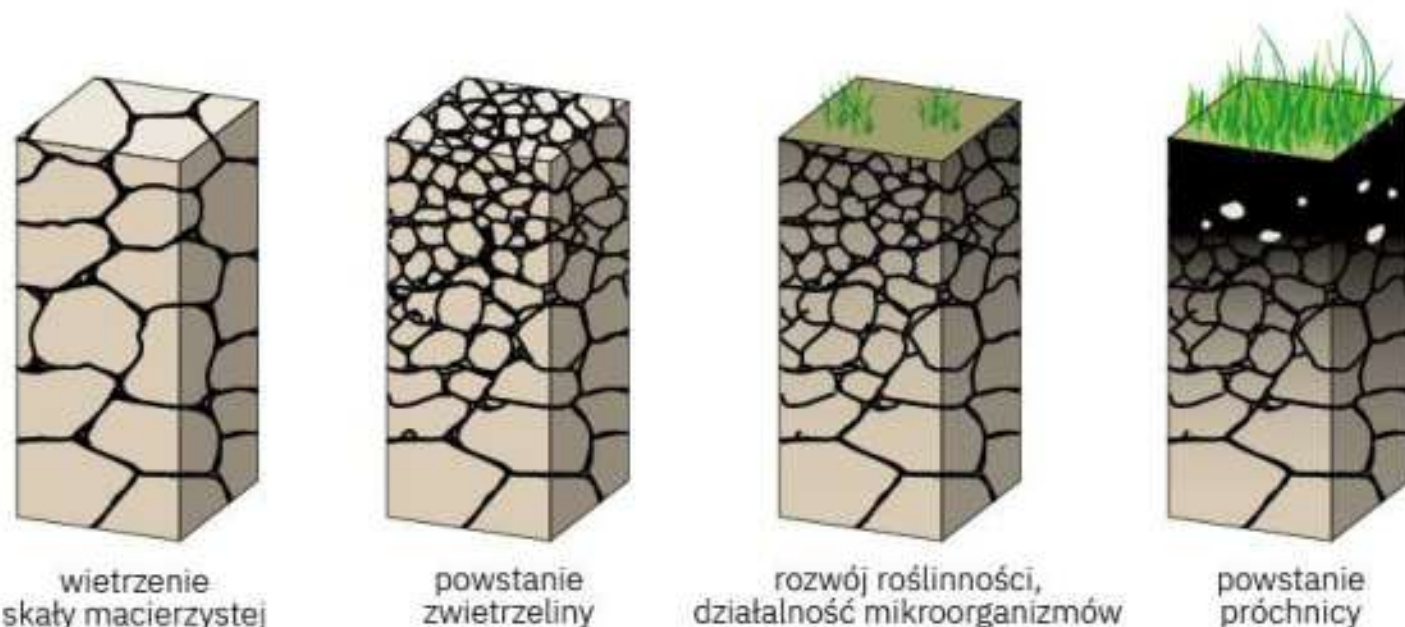
Urodzajność gleby to zdolność gleby do wydawania plonów wskutek zastosowania przez rolnika odpowiednich zabiegów agrotechnicznych.

Gleba pełni bardzo ważne funkcje życiowe w środowisku przyrodniczym i działalności człowieka. Są to funkcje:

- produkcyjna – umożliwienie wegetacji roślinom stanowiącym podstawę żywienia człowieka i zwierząt,
- retencyjna – gromadzenie wód opadowych, niezbędnych do życia roślin,
- sanitarna – rozkład szczątków organicznych i ich mineralizacja.

W skład gleb wchodzi części: stałe (mineralne części zwietrzliny), płynne (roztwory wodne) i gazowe (cząsteczki powietrza).

Gleba powstaje w wyniku długotrwałych **procesów glebotwórczych**, polegających na stopniowym przekształcaniu zwietrzliny i materii organicznej. Uczestniczą w tym **czynniki glebotwórcze**: skały, rzeźba terenu, wody, klimat, rośliny, zwierzęta i działalność człowieka. W początkowym stadium rozwoju gleby materiał skalny jest rozdrabniany wskutek wietrzenia fizycznego i chemicznego. Luźny materiał skalny może być naniesiony przez rzeki, lodowiec lub procesy eoliczne. Im drobniejszy materiał, tym większe ilości wody są zatrzymywane. Na takim podłożu mogą się rozwijać rośliny pionierskie, takie jak mchy lub porosty, które dostarczają materii organicznej. Z niej przy udziale organizmów glebowych w wyniku humifikacji powstaje próchnica (humus), która następnie ulega mineralizacji. Woda przenosi związki mineralne w różne części profilu glebowego.



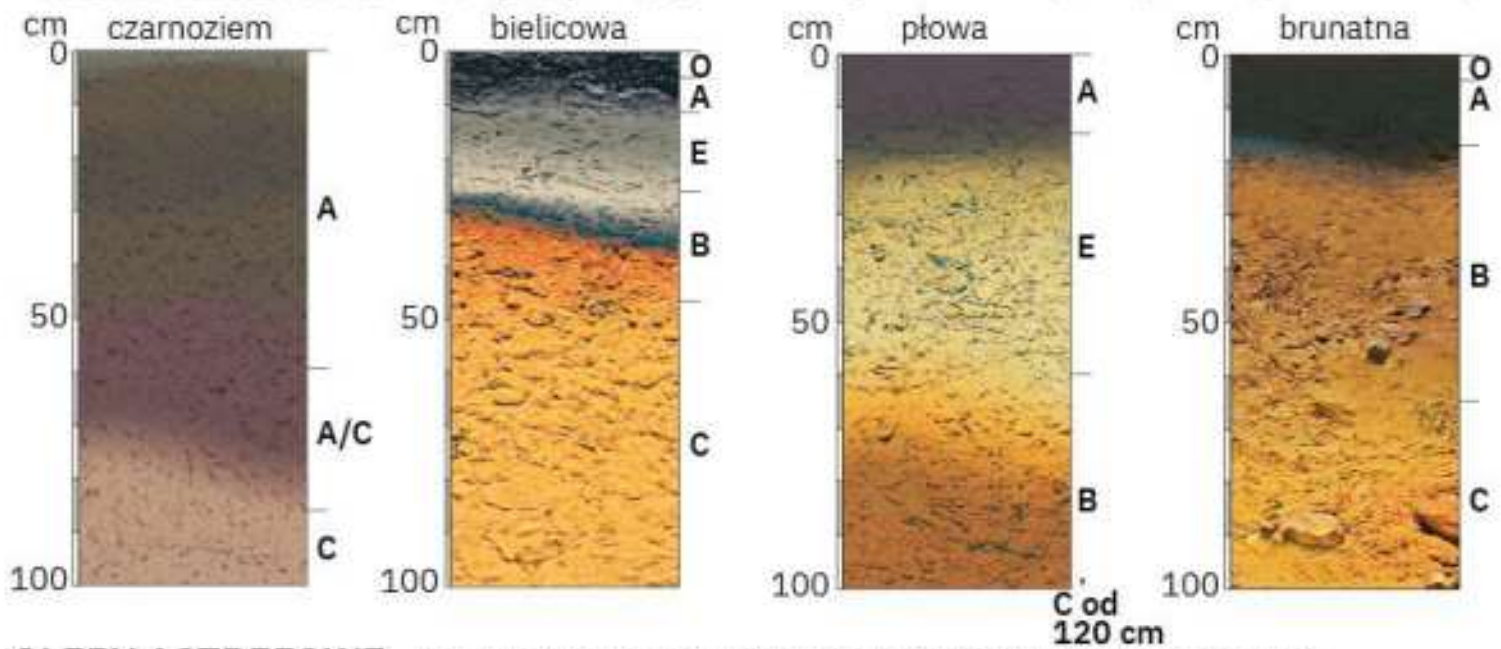
Ryc. VI.1.1. Etapy powstawania gleby.

Poziomy glebowe

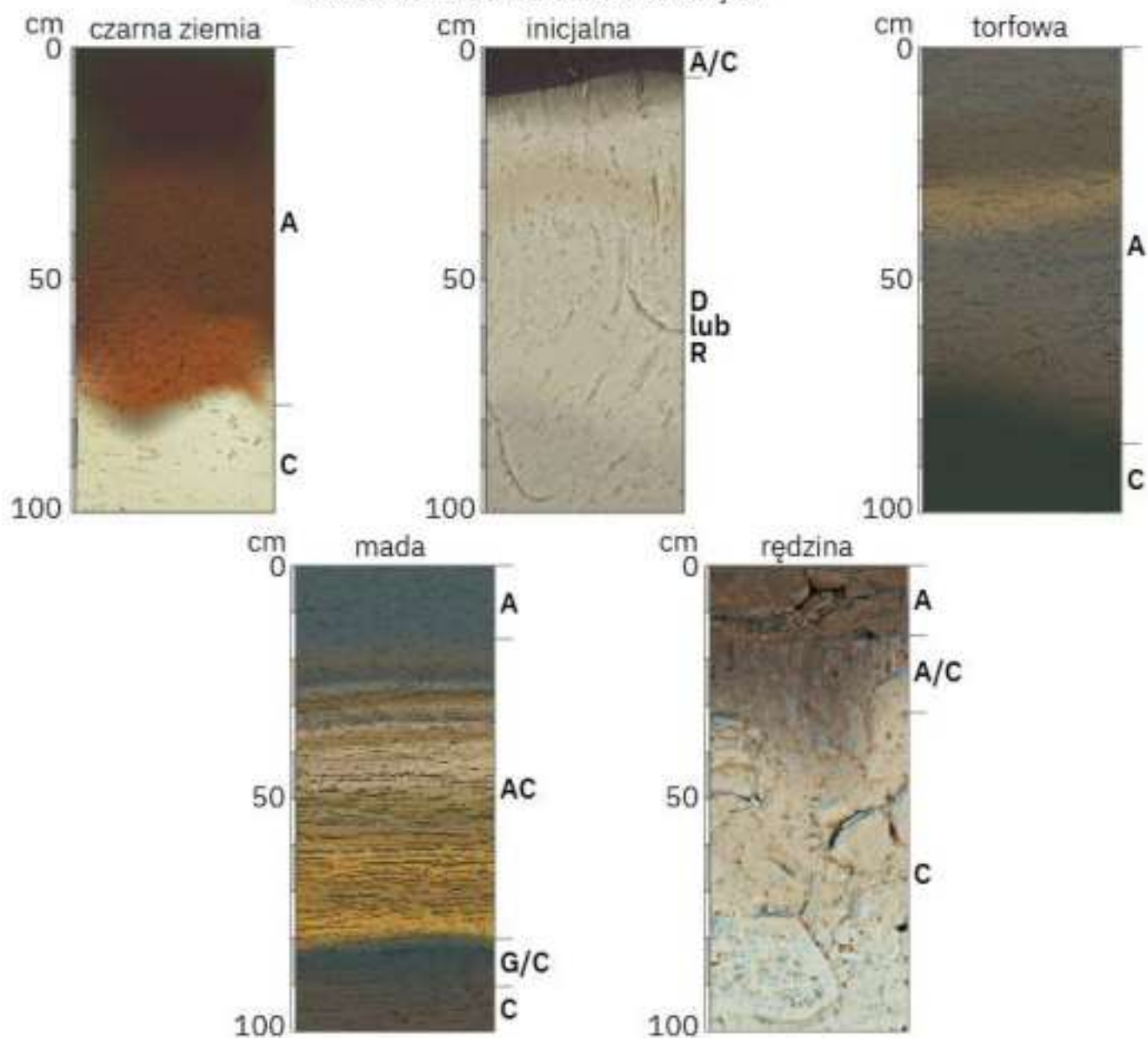
W wyniku procesów glebotwórczych powstają różne typy gleb. Każdy z nich charakteryzuje się określonym **profilem glebowym**, na który składają się wykształcone **poziomy glebowe**, czyli warstwy wyróżniające się od innych zabarwieniem, zawartością próchnicy oraz właściwościami fizykochemicznymi:

- **poziom O (organiczny)** – obejmuje obumarłe szczątki organiczne wykształcone w różnych warunkach wilgotnościowych;
- **poziom A (próchniczny)** – poziom akumulacji próchnicy o ciemnej barwie i dużej aktywności organizmów żywych. W sprzyjających warunkach klimatycznych, na przykład pod roślinnością stepową, grubość poziomu próchnicznego może sięgać nawet jednego metra;
- **poziom E (wymywania, eluwialny)** – poziom mineralny, w którym następuje wymywanie składników mineralnych i przemieszczanie ich w głąb gleby. Jest charakterystyczny dla gleb bielcowych (poziom bielcowania);
- **poziom B (wzbogacania, iluwialny)** – mineralny poziom podpowierzchniowy (zaznaczający się pod poziomem próchnicznym lub eluwialnym), w którym następuje nagromadzenie minerałów ilastych, wapnia, żelaza, glinu lub próchnicy, wymyty poziom E;
- **poziom G (glejowy)** – mineralny poziom podpowierzchniowy o stale występujących warunkach beztlenowych i trwałym nasyceniu wodą. Tworzy się w glebach zabagnionych;
- **poziom C (skały macierzystej)** – podłoże skalne, warstwa w niewielkim stopniu przekształcona przez procesy glebotwórcze (wietrzenie fizyczne i chemiczne);
- **poziom D** – podłoże mineralne – nielite;
- **poziom R** – podłoże skalne – skała lita.

GLEBY STREFOWE – występujące wyłącznie w obrębie określonej strefy klimatyczno-roślinnej



GLEBY ASTREFOWE – mogą występować w różnych strefach klimatyczno-roślinnych, w zależności od warunków lokalnych



Ryc. VI.1.2. Profile ważniejszych gleb występujących w Polsce.

Cechy głównych typów gleb w Polsce

Procesy glebotwórcze są zróżnicowane i przebiegają odmiennie w różnych strefach klimatycznych i roślinnych. Klimat wpływa między innymi na rodzaj wietrzeźnia, wilgotność gleby, długość okresu wegetacyjnego i tempo rozkładu materii organicznej. Strefowość klimatyczno-roślinna wpływa więc na powstawanie strefowych typów gleb.

W Polsce dominują gleby średniej jakości. Większość terenów zajmują gleby brunatne, bielcowe i płowe. Cechą charakterystyczną pokrywy glebowej w Polsce jest jej różnorodność wynikająca ze zróżnicowania występowania skał macierzystych pochodzących z osadów polodowcowych (piaski, gliny o dużej zmienności składu mineralnego i uziarnienia). Duże znaczenie ma także ekspozycja zboczy – w naszych warunkach klimatycznych bardziej nasłonecznione są stoki południowe niż północne).

Gleby występujące w Polsce dzielimy na: **strefowe**, **śródstrefowe** i **niestrefowe**. Gleby strefowe wykazują ścisłą zależność od roślinności i klimatu. Ich rozmieszczenie ma układ pasowy (np. gleby bielcowe, brunatne). Gleby śródstrefowe mają związek z lokalnymi czynnikami, takimi jak typ skały macierzystej czy lokalne stosunki wodne (np. mady, rędziny, czarne ziemie, gleby bagienne). Do gleb niestrefowych zaliczają się gleby bez wykształconego profilu glebowego oraz gleby powstałe przy współudziale człowieka (np. gleby inicjalne, m.in. górskie; gleby antropogeniczne).

Występowanie gleb w Polsce

Tab. VI.1.1. Charakterystyka gleb występujących w Polsce

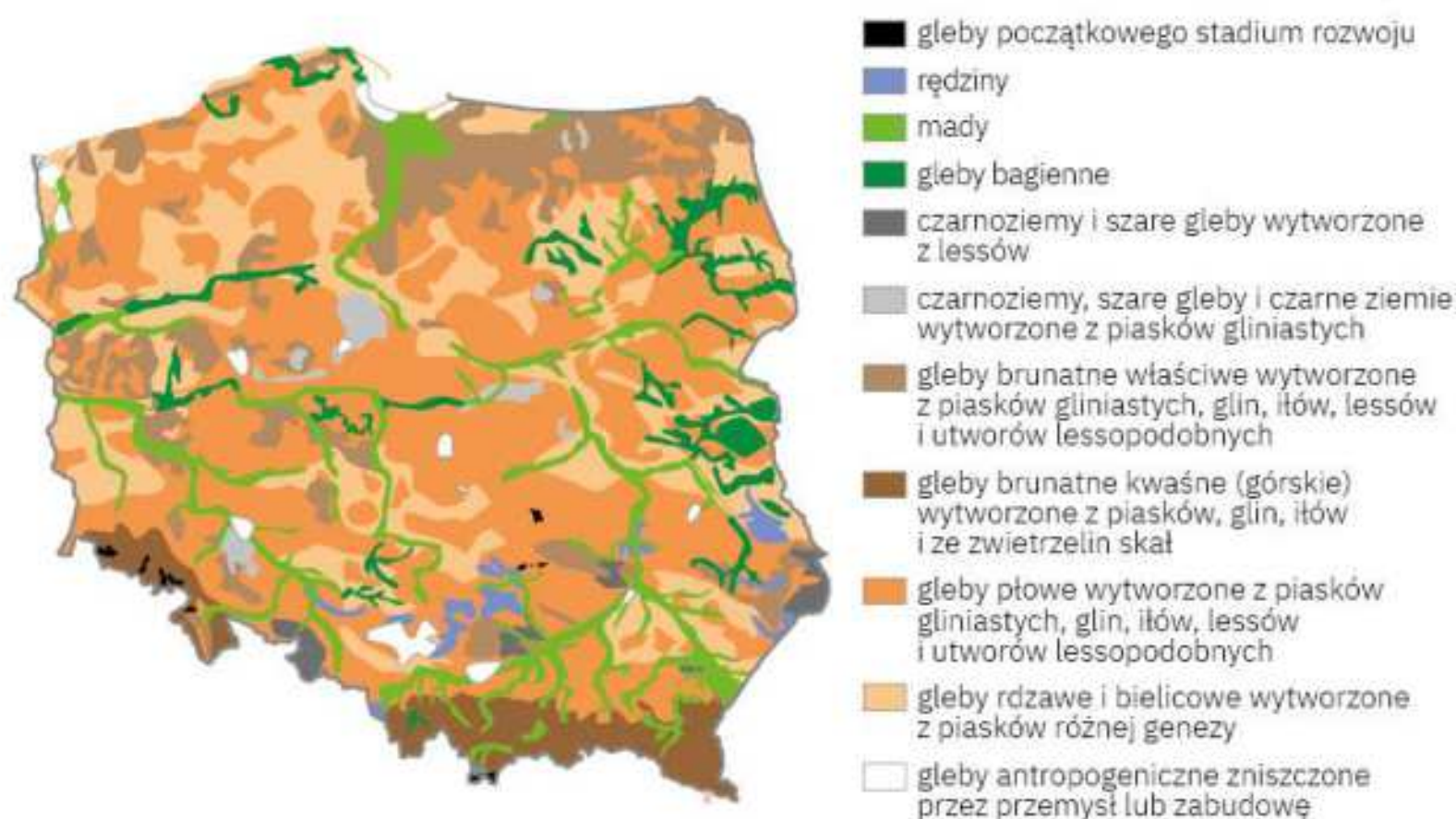
Typ gleb	Występowanie w Polsce
Gleby bielcowe powstają na piaskach (nazwa od białawo-szarego zabarwienia w poziomie wymywania); charakteryzują się zawartością próchnicy do 3% i dużą przepuszczalnością.	pradoliny, sandry, wydmy nadmorskie i śródlądowe (Pojezierze Pomorskie, południowa część Pojezierza Mazurskiego, Kotlina Sandomierska)
Gleby brunatne pochodzą z utworów gliniastych o średniej zawartości próchnicy (3–4%); poziom wymywania ma barwę brunatną (od związków żelaza). Zaliczane do gleb żyznych.	północna część Pojezierza Mazurskiego, Nizina Wielkopolska, Nizina Śląska, Nizina Mazowiecka, Wyżyna Małopolska, Sudety, Karpaty
Czarnoziemy bardzo żyzne, powstają na lessach, zawierają dużą ilość masy organicznej; o znacznej miąższości poziomu próchnicznego (nawet ponad 1 m) i sporą zawartość próchnicy (do 20%).	Wyżyna Lubelska, Wyżyna Kielecko-Sandomierska, przedpole Karpat i Sudetów



Ryc. VI.1.3. Mady rzeczne (Żuławy Wiślane).

Tab. VI.1.2. Charakterystyka gleb śródstrefowych i niestrefowych występujących w Polsce

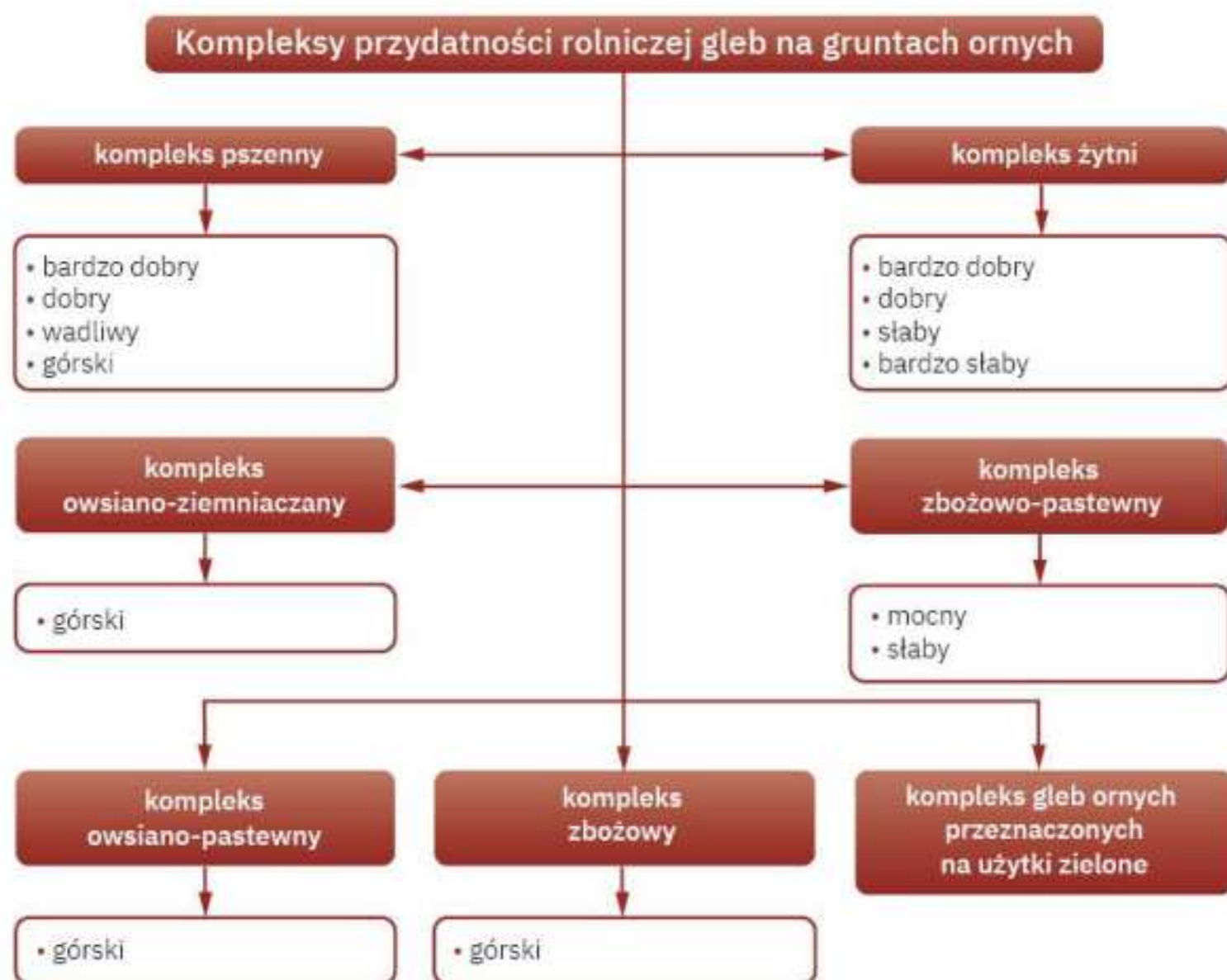
Typy gleb	Charakterystyka gleb	Występowanie w Polsce
Gleby śródstrefowe	Mady (gleby aluwialne) – powstają w wyniku akumulacji mułów, piasków i żwirów rzecznych. Tworzą się w dolinach lub deltach rzek. Są bardzo żyzne i zasobne w próchnicę.	Dolina Wisły, Żuławy Wiślane, Dolina Odry, Dolina Warty, Dolina Bugu
	Czarne ziemie – powstają w podmokłych zagłębieniach terenu przy udziale roślinności łąkowej. Zawierają węglany i minerały ilaste. Są żyzne.	Pojezierze Kujawskie, Nizina Mazowiecka, Nizina Śląska
	Rędziny – gleby, których utworami macierzystymi są wapienie lub gipsy. Należą do gleb żyznych, choć trudnych w uprawie (mogą zawierać większe fragmenty zwietrzliny).	Wyżyna Lubelska, Wyżyna Małopolska, Wyżyna Śląska
	Gleby bagienne – tworzą się przy płytkim zaleganiu zwierciadła wód podziemnych. Są glebami mało urodzajnymi, o nieprzepuszczalnym podłożu i niewielkiej zawartości próchnicy. Zachodzą w nich procesy gnilne.	Nizina Podlaska, Polesie Lubelskie, Dolina Noteci
Gleby niestrefowe	Gleby górskie – gleby w początkowym stadium rozwoju, o płytkim profilu glebowym, podatne na procesy erozji i masowe ruchy grawitacyjne, zawierają duże okruchy skalne i są ubogie w próchnicę.	Sudety, Karpaty
	Gleby antropogeniczne – są to np.: ■ gleby ogrodowe, które dzięki stosowaniu zabiegów agrotechnicznych zawierają dużo próchnicy, ■ gleby występujące na obszarach zabudowanych, przemysłowych, zdegradowanych.	Konurbacja górnośląska



Ryc. VI.1.4. Rozmieszczenie gleb w Polsce.

Przydatność rolnicza gleb i klasy bonitacyjne gruntów ornych

W zależności od właściwości gleb można na nich uprawiać różne rośliny. Grupę gleb o zbliżonych właściwościach, na których można uprawiać określone rośliny, nazywamy **kompleksem rolniczej przydatności gleb**. Do każdego takiego kompleksu zostały przyporządkowane określone rośliny uprawne, na przykład kompleks pszenney, żytni, owsiany. W Polsce wyróżniono 14 kompleksów przydatności rolniczej gleb. Dziewięć z nich obejmuje obszary nizinno-wyżynne, cztery – obszary górskie, a jeden występuje na obu obszarach. Na glebach kompleksu pszennego bardzo dobrego (ok. 3,8% użytków rolnych kraju) można uprawiać między innymi pszenicę, buraki cukrowe, koniczynę czerwoną i rzepak ozimy. Największą powierzchnię użytków rolnych stanowią gleby kompleksu pszennego dobrego oraz żytniego słabego.



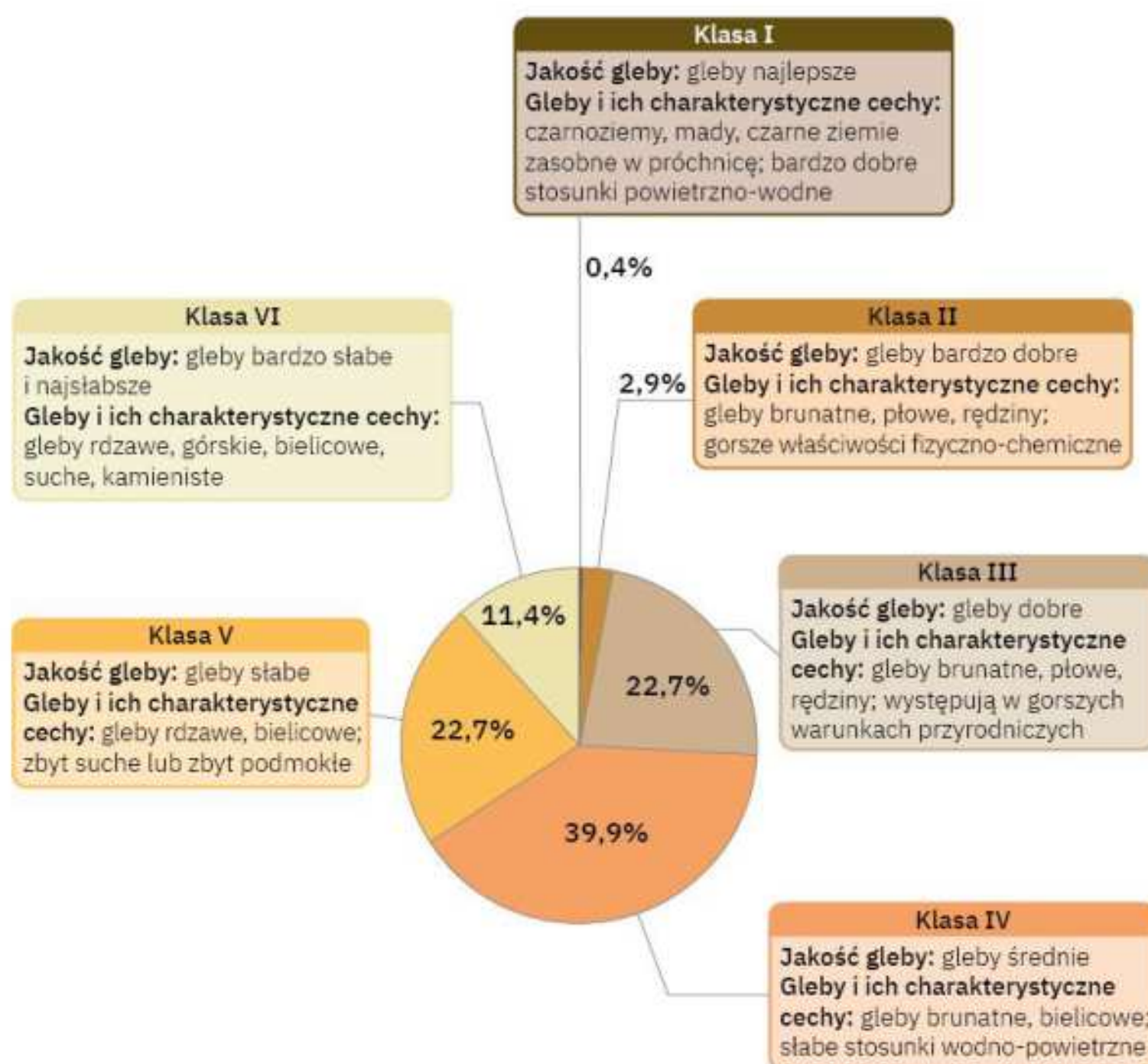
Ryc. VI.1.5. Kompleksy przydatności rolniczej gleb i gruntów ornych.

Jednym ze sposobów określenia wartości użytkowej gleby jest **klasa bonitacyjna**. Każda gleba ma określoną wartość rolniczą i przydatność do uprawy danych grup roślin. Na podstawie oceny wartości ziemi uprawnej, przyporządkowujemy

ją do określonej klasy bonitacyjnej. Przy ustalaniu klasy bonitacyjnej gleby bierze się pod uwagę:

- właściwości fizykochemiczne gleby (np. zawartość próchnicy, odczyn, wielkość ziaren),
- warunki środowiska, w których gleba została wytworzona (stosunki wilgotnościowe, nachylenie stoku, ekspozycja, wysokość n.p.m.).

W Polsce wyróżnia się VI klas bonitacyjnych gleb (ryc. VI.1.6).



Ryc. VI.1.6. Główne klasy bonitacyjne gruntów ornych w Polsce.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wykonaj szkic terenu okolicy twojej szkoły lub miejsca zamieszkania. Zaznacz na nim obszary występowania gleb antropogenicznych, rozpoznanych upraw oraz rodzajów gleb.

2. Przygotuj prezentację na temat czarnoziemów. Uwzględnij obszary występowania tych gleb w Polsce, charakterystykę profilu glebowego oraz główne uprawy rolne.
3. Na podstawie zamieszczonej w podręczniku mapy gleb Polski (ryc. VI.1.4.) odczytaj, jakie typy gleb występują w województwie, w którym mieszkasz. Podaj nazwy gleb, ich klasy i kompleks przydatności rolniczej.
4. Scharakteryzuj proces powstawania gleby, wykorzystując m.in. ryc. VI.1.2.

2. Strefowość i piętrowość roślinna na Ziemi

Czynniki wpływające na rozmieszczenie szaty roślinnej na Ziemi

Rośliny zaliczamy do **biosfery**. Pełnią w niej ważną funkcję – stanowią źródło pokarmu dla zwierząt i człowieka oraz dostarczają i regulują zawartość tlenu w atmosferze przez proces fotosyntezy.

Biosfera to wszystkie organizmy żywe występujące na Ziemi na pograniczu litosfery, atmosfery, hydrosfery i pedosfery.



Rośliny są wykorzystywane w gospodarce (np. w budownictwie, przemyśle włókienniczym i farmaceutycznym oraz jako źródło opału). Stanowią też niezwykle ważny składnik krajobrazu, decydując o jego różnorodności i służąc rekreacji człowieka.

Rozmieszczenie formacji roślinnych na Ziemi zależy głównie od warunków klimatycznych, glebowych i wodnych. Zasięg formacji roślinnych nawiązuje do przebiegu granic stref klimatycznych i glebowych.

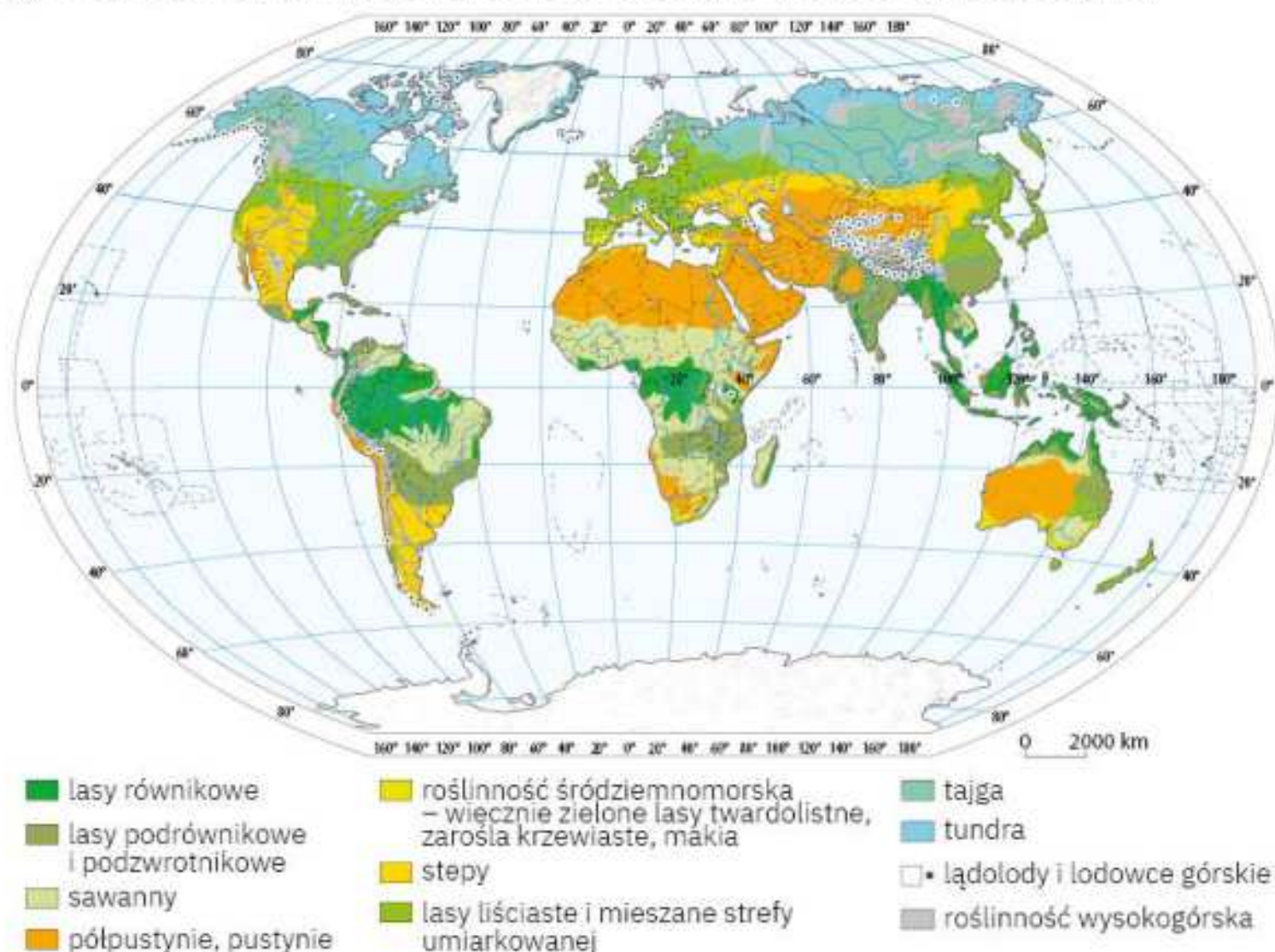
Roślinność **strefowa** to **zbiorowiska roślinne (formacje roślinne)** wyróżniające się określonym składem gatunkowym i podobnymi wymaganiami środowiskowymi, charakterystyczne dla określonej strefy klimatycznej. **Roślinność niestrefowa** obejmuje formacje roślinne wykazujące większy związek z czynnikami lokalnymi, takimi jak rzeźba terenu, wysokość nad poziomem morza, warunki wodne, skały podłoża czy działalność człowieka. Skład gatunkowy roślinności niestrefowej różni się od typowej roślinności charakterystycznej dla danej strefy klimatycznej.



Ryc. VI.2.1. Czynniki wpływające na rozmieszczenie szaty roślinnej na Ziemi.

Rozmieszczenie głównych formacji roślinnych na Ziemi

Rośliny występują niemal wszędzie na Ziemi, z wyjątkiem obszarów zlodowaczonych i terenów wybitnie suchych. Do ich cech należą bogactwo gatunkowe oraz zależność od temperatury i opadów. Na przykład zbiorowiska leśne mogą występować na obszarach, gdzie temperatura najcieplejszego miesiąca przekracza 10°C i ilość opadów jest wystarczająca. Granice stref roślinnych wzajemnie się przenikają, tworząc strefy przejściowe, takie jak lasotundra, lasostep, półpustynia.



Ryc. VI.2.2. Rozmieszczenie głównych formacji roślinnych.



Strefa lasów równikowych

W klimacie równikowym dominują **wilgotne wiecznie zielone lasy równikowe** o największej różnorodności gatunkowej na Ziemi. Występują na **czzerwonych i żółtych glebach ferralitowych** (laterytowych). W lesie równikowym roślinność tworzy kilka warstw. Najwyższe drzewa sięgają 60–80 m. Warstwa koron jest bardzo zwarta. Na jednym hektarze powierzchni lasu równikowego może rosnąć do 200 gatunków drzew. Występują tam na przykład **mahoniowce**, **hebanowce**, **kauczukowce** i **bananowce**. Rośliny nie wykazują żadnego rytmu wegetacyjnego – kwitną i owocują przez cały rok. W niższych partiach drzew występują palmy i drzewiaste paprocie oraz **liany** i **epifity**.

Liany są pnączami o zdrewniałych łodygach, owijającymi się wokół pni drzew i konarów.

Epifity to samożywne porośla (np. storczyki, kaktusy, niektóre figowce).

Piętra podszytu (krzewy, byliny) i runa leśnego są mniej gęste, ponieważ dociera tam mało światła z powodu zwartej powłoki koron drzew i dużego zacielenia. Na wybrzeżach morskich (w strefie pływów morskich lub nad ujściowymi dolinami rzek) występują **lasz namorzynowe (mangrowe)** rosnące na słonym podłożu. Ze względu na deficyt tlenu w mulistym podłożu drzewa wykształciły korzenie oddechowe pozwalające korzystać z tlenu w atmosferze oraz liczne korzenie przybyszowe ułatwiające stabilizację rośliny tonącej w wodach przyplawów.



Ryc. VI.2.3. Wilgotny las równikowy w Tanzanii.

Strefa roślinności podrównikowej

Strefa roślinności podrównikowej obejmuje kilka zbiorowisk roślinnych w **klimacie podrównikowym**, wykształconych na **czerwonych glebach ferralitowych**, **glebach cynamonowo-czerwonych** i **czerwonoburzych** w zależności od długości pory suchej. Są to wilgotne i suche lasy monsunowe, suche lasy podrównikowe oraz sawanny. **Wilgotne lasy monsunowe** tworzą drzewa, które nie tracą liści w porze suchej. Przeważają tu **sandałowce**, **cedry**, **liany**, **epifity** oraz **palisandry**. Ich wysokość dochodzi do 35 metrów. Drzewa **suchych lasów monsunowych** zrzucają liście w czasie suszy, są niższe, a ich korony – mniej zwarte, przez co warstwa podszytu i runa leśnego jest gęstsza. Rosną tam **drzewa tekowe**, **sandałowce** oraz zarośla bambusowe. **Suche lasy podrównikowe** występują na obszarach o mniejszej ilości opadów i tam, gdzie pora sucha trwa dłużej. Drzewa o wysokości 8–20 m mają skórzaste i drobne liście. Pojawiają się również drzewa niskopienne, suchorośla, rośliny gruboszowate gromadzące wodę w mięsistych liściach lub pędach (sukulenty). **Sawanny** to formacje trawiaste, składające się z traw wieloletnich, suchorostowych, o twardych i ostrych liściach. Ich wysokość może osiągać nawet dwa metry (sawanny wilgotne) lub kilkadziesiąt centymetrów (suche sawanny). W obrębie sawanny występują pojedyncze drzewa (**akacje**, **eukaliptusy**, **baobaby**) oraz krzewy (**kaktusy**,



Ryc. VI.2.4. Drzewo tekowe.

wilczomlecze). Nad ciekami wodnymi mogą występować większe skupiska drzew tworzących tzw. **lasy galeriowe**.



Ryc. VI.2.5. Sawanna w Tanzanii.

Strefa gorących pustyń i półpustyń

Duże amplitudy temperatur, mała ilość opadów i wysokie temperatury w **strefie klimatu zwrotnikowego wybitnie suchego** nie sprzyjają istnieniu zwartej roślinności. Miejscami występują **kępy suchych traw** i **porosty**. Bujniejsza roślinność pojawia się jedynie w oazach o niskim poziomie wód gruntowych. Podłożem są mało żyzne **szaroziemie** lub **gleby pustynne** o dużym stopniu zasolenia. Na terenach pustyń i półpustyń rośliny przystosowały się do przetrwania długich okresów suszy przez:

- zmniejszenie parowania (**kserofity** – rośliny sucholubne, np. **kaktusy**),
- rozbudowany system korzeniowy,
- okresowe spowolnienie, a nawet zahamowanie czynności życiowych,
- magazynowanie wody w korzeniach (**sukulenty**, np. **kaktusy**, **agawa**, **aloes**),
- przystosowanie do środowiska słonego (**halofity**, np. **tamaryszek**),
- istnienie form przetrwalnikowych – zarodniki, bulwy, kłącza,
- szybki cykl rozwojowy w krótkim okresie wegetacji, po sporadycznych opadach deszczu (**rośliny efemeryczne**).



Ryc. VI.2.6. Uboga roślinność pustynna na Saharze (Maroko).

Strefa roślinności twardolistnej

Dominującym zbiorowiskiem roślinnym w tej strefie są drzewa i krzewy o twardych, wiecznie zielonych liściach, zmniejszających parowanie. Formacja ta w **regionie śródziemnomorskim** nazywa się **makią**. Zarośla twardolistne występują



Ryc. VI.2.7. Twardolistne zarośla makii (Korsyka).

w **klimacie podzwrotnikowym morskim**, o gorących i suchych latach i opadach występujących głównie w okresie jesienno-zimowym. Wyształciły się głównie na **glebach cynamonowych**. W regionie śródziemnomorskim występują: **dąb korkowy, mirt, wawrzyn, lawenda, rozmaryn**.



Ryc. VI.2.8. Dąb korkowy (Hiszpania).

Strefa stepów

Formacja roślinności stepowej jest wykształcona na **czarnoziemach** w **klimacie umiarkowanym ciepłym kontynentalnym**. Jest to formacja trawiasta, gdyż mała ilość opadów (300–500 mm rocznie) nie sprzyja istnieniu zbiorowisk leśnych. Skład gatunkowy stepów obejmuje **trawy (ostnica, turzyca, piołun)** oraz **rośliny cebulkowe i byliny (hiacynt, tulipan, młotek wiosenny)**. Od północy strefa stepu graniczy z lasostepem, przechodzącym w lasy mieszane i tajgę, natomiast na południu typowy step ostnicowy przechodzi w step suchy – piołunowy, a następnie w półpustynię. Naturalne stepy zostały zamienione w pola

uprawne ze względu na żyzne gleby – czarnoziemy. **Stepy** występują w Europie Wschodniej, Azji Środkowej, Ameryce Północnej (**prerie**) oraz Ameryce Południowej (**pampa** w Argentynie).



Ryc. VI.2.9. Step (Półwysep Krymski).

Strefa lasów liściastych i mieszanych zrzucających liście na zimę

Lasy liściaste i mieszane występują w **klimacie umiarkowanym ciepłym morskim i przejściowym**, najczęściej na **glebach brunatnych i płowych**. Drzewa liściaste w zimie zrzucają liście z powodu zamarzania wody w glebie. Lasy tej strefy charakteryzują się piętrowością (zwarte korony drzew, runo leśne i podszyt). Wraz ze zwiększaniem kontynentalizmu następuje skracanie okresu wegetacji, a las liściasty przechodzi w mieszany z udziałem gatunków iglastych (świerk, jodła, sosna, modrzew).

Typy lasów wyróżniane w tej strefie to:

- dąbrowa (dominacja dębu szypułkowego),
- buczyna (dominacja buka),
- grąd (las wielogatunkowy: dąb, grab, lipa, jesion, klon),
- łęg (las wzdłuż dolin rzecznych: olcha, topola, jesion, wierzba, wiąz),
- ols (las na obszarach podmokłych: olcha, zarośla wierzby),
- bór (przewaga drzew iglastych).



Ryc. VI.2.10. Las dębowy w Anglii.

Strefa borealnych lasów iglastych

Zbiorowiska lasów iglastych porastających obszary **klimatu umiarkowanego chłodnego kontynentalnego** są zwane **tajgą**. Krótki okres wegetacji nie pozwala na odrodzenie liści drzew liściastych, dlatego stanowią one tylko domieszkę gatunków iglastych (głównie gatunki drobnolistne: brzoza, topola, olcha, wierzba, jarząb). Przeważają drzewa iglaste: **świerk, jodła, sosna, modrzew i limba**. Tajgę świerkowo-jodłową określa się tajgą ciemną, a tajgę modrzewiową – tajgą jasną. Runo leśne stanowią mchy, porosty, borówki, paprocie i wrzosi. Obszary tajgi są często podmokłe i zabagnione, gdyż wieczna zmarzlina nie pozwala na infiltrację wody w głąb gleby. Dominują **gleby bielcowe**.



Ryc. VI.2.11. Tajga syberyjska.

Strefa tundry

Tundra jest charakterystyczna dla szerokości okołobiegunowych w **klimacie subpolarnym**. Rosną w niej **krzewinki, mchy, porosty** oraz nieliczne gatunki

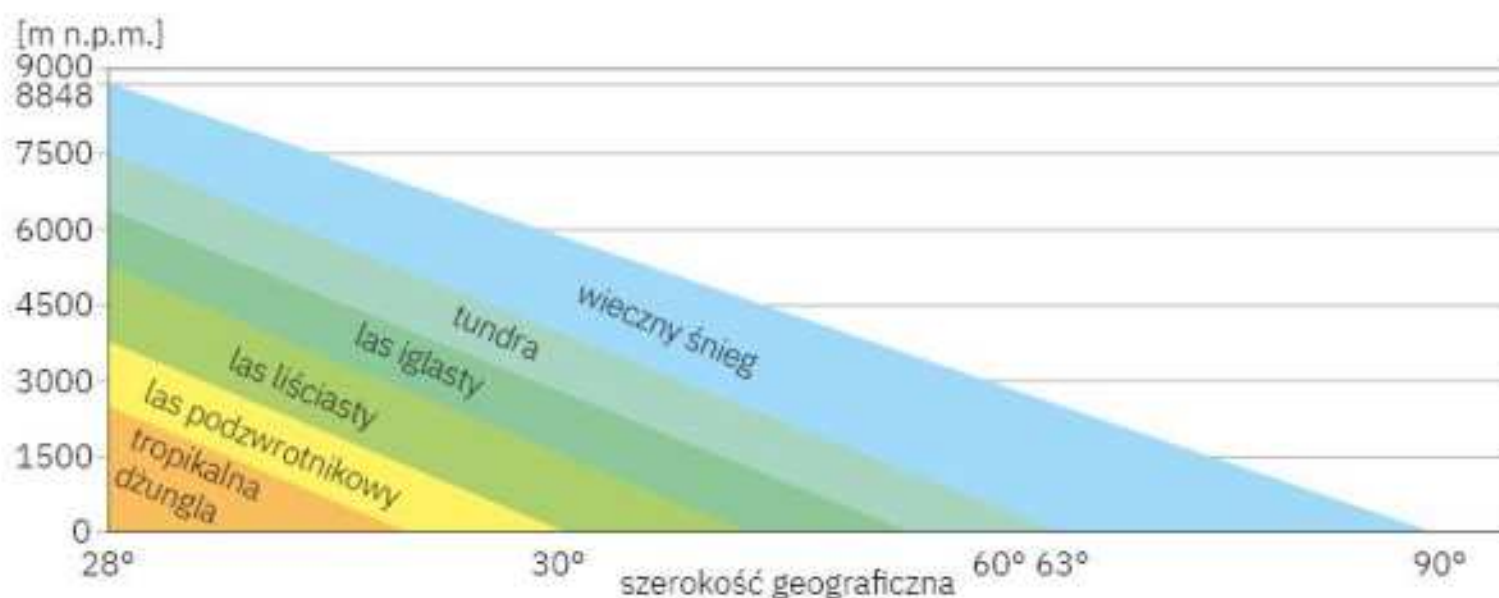


Ryc. VI.2.12. Tundra w Kanadzie (Jukon).

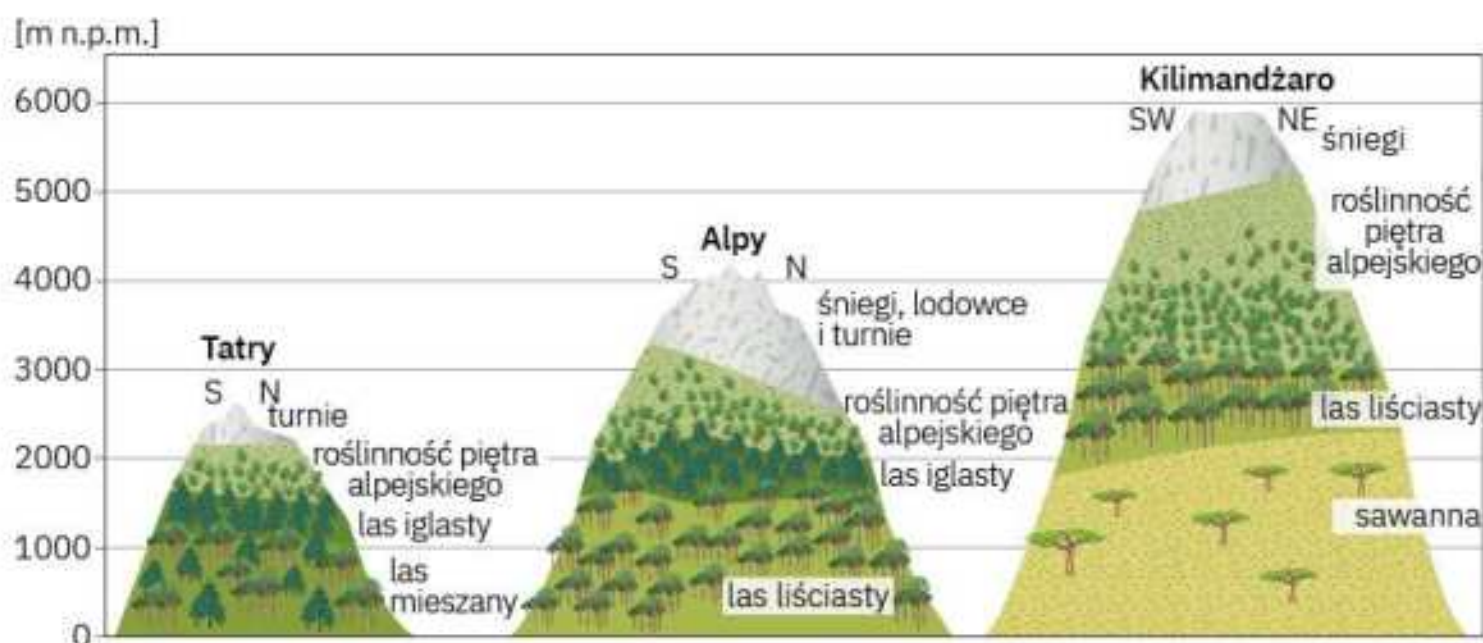
drzew karłowatych. Występuje tu między innymi **brzoza karłowata**, **wierzba lapońska**, **chrobotek reniferowy** i **dębik ośmiopłatkowy**. Roślinność jest zwarta, płożąca o charakterze „poduszkowym”, dzięki czemu chroni się przed utratą ciepła. Brak roślin jednorocznych. Okres wegetacji trwa 2–3 miesiące. W podłożu występuje wieloletnia zmarzlina.

Piętrowość klimatyczno-roślinna

Skład gatunkowy roślinności zmienia się wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza. Zmieniają się też warunki klimatyczne: obniża się temperatura, skraca okres wegetacji. Różne są także ilość, rodzaj i rozkład opadów atmosferycznych. Na obszarach górskich roślinność charakteryzuje się **piętrowością**. W zależności od szerokości geograficznej, ekspozycji stoków, charakteru podłoża, wpływu prądów morskich i mikroklimatu mogą się różnić wysokość, układ i typ roślinności poszczególnych pięter. Ich pionowy układ jest odzwierciedleniem zróżnicowania stref klimatycznych – wyższym piętrům odpowiadają strefy klimatyczne znajdujące się bardziej na północ (na półkuli północnej). Na przykład piętro regła górnego w Tatrach przypomina tajgę, a piętro roślinności alpejskiej – tundrę. Najniższe piętro roślinności jest zgodne z miejscowymi warunkami klimatycznymi (Ryc. VI.2.13.).



Ryc. VI.2.13. Zależność stref roślinnych od szerokości geograficznej i wysokości n.p.m.



Ryc. VI.2.14. Piętrowość roślinna w Tatrach, Alpach oraz Masywie Kilimandżaro.

PYTANIA I POLECENIA

1. Przygotuj prezentację na temat wpływu działalności człowieka na szatę roślinną na wybranych przykładach.
2. Wyszukaj w internecie informacje na temat miejsc występowania sawanny, makii i stepu oraz lokalnych nazw tych formacji roślinnych.
3. Na podstawie mapy zamieszczonej w podręczniku (ryc. VI.2.2.) oraz innych źródeł wiedzy geograficznej znajdź po trzy regiony występowania każdej strefy formacji roślinnej na Ziemi. Sporządź na ten temat notatkę w zeszycie.
4. Wyszukaj w internecie informacje o zwierzętach zamieszkujących poszczególne formacje roślinne na świecie. Zapisz w zeszycie po dwa przykłady charakterystyczne dla danej formacji.
5. Na podstawie ryciny VI.2.14. i innych dostępnych źródeł porównaj piętra roślinne w Alpach i Tatrach. Wskaż i wyjaśnij różnice między nimi.



**ŚRODOWISKO
PRZYRODNICZE POLSKI**

1. Regiony fizycznogeograficzne Polski

Ze względu na ukształtowanie powierzchni na obszarze Polski wyróżnia się sześć **pasów rzeźby terenu** o przebiegu równoleżnikowym:

- pobraża,
- pojezierza,
- niziny,
- wyżyny,
- kotliny
- góry.

W obrębie pasów występują mniejsze jednostki zwane **regionami fizycznogeograficznymi**. To umownie wydzielone obszary jednorodne o charakterystycznych cechach środowiska przyrodniczego, odróżniających je od innych obszarów. Do cech właściwych dla danych regionów fizycznogeograficznych należą: położenie geograficzne, budowa geologiczna, rzeźba terenu, sieć hydrograficzna, klimat, gleby oraz szata roślinna.

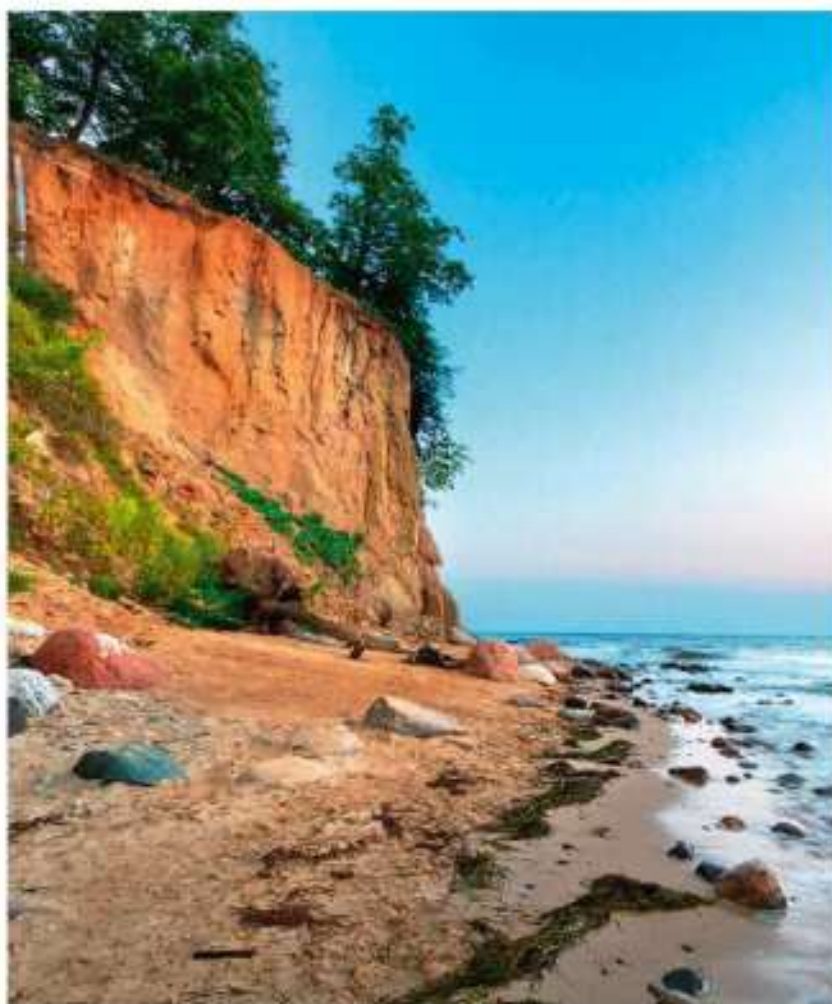
Regiony fizycznogeograficzne wydziela się, aby uporządkować przestrzeń geograficzną. Proces wydzielenia tych obszarów nazywa się regionalizacją fizycznogeograficzną.



Ryc. VII.1.1. Wybrane regiony fizycznogeograficzne Polski na tle pasów rzeźby terenu.

Pobrzeża obejmują pas o szerokości od kilku do kilkudziesięciu kilometrów wzdłuż wybrzeża Bałtyku. W jego obrębie można wyróżnić kilka typów krajobrazu nadmorskiego (wydmowy, deltowy, jeziorno-bagienny, klifowy) oraz równiny morenowe. Linia brzegowa jest urozmaicona u ujścia Odry, gdzie tworzy Zatokę Pomorską z Zalewem Szczecińskim, oraz Wisły, gdzie tworzy Zatokę Gdańską z Zalewem Wiślanym. Klimat znajduje się pod wpływem morza – występują łagodne zimy i niezbyt upalne lata.

W obrębie pasa pobrzeży można wyróżnić trzy regiony fizyczno-geograficzne: **Pobrzeże Szczecińskie, Pobrzeże Koszalińskie i Pobrzeże Gdańskie.** W **Słowińskim Parku Narodowym**, utworzonym na obszarze Pobrzeża Koszalińskiego, znajdują się tak zwane ruchome wydmy. Wysokość tych piaszczystych wzniesień przekracza 40 m n.p.m. Ruchome wydmy powstały pod wpływem akumulacyjnej działalności wiatru. Zmieniają swoje położenie wskutek przenoszenia piasku przez wiatr.



Ryc. VII.1.2. Wybrzeże klifowe w Gdyni-Orłowie.



Ryc. VII.1.3. Ruchome wydmy w Słowińskim Parku Narodowym.

Pojezierza charakteryzują się krajobrazem młodoglacjalnym, który powstał dzięki erozyjnej i akumulacyjnej działalności lądolodu oraz wód pochodzących z jego topnienia. W obrębie Pojezierzy wyróżnia się następujące regiony: **Pojezierze Pomorskie**, **Pojezierze Wielkopolskie**, **Pojezierze Mazurskie** i **Pojezierze Suwalskie**. Na tych obszarach występują liczne jeziora rynnowe i morenowe, wysoczyzny morenowe, równiny sandrowe oraz pradoliny. Wysokości bezwzględne rzadko przekraczają 200 m n.p.m., a najwyższym wzniesieniem jest Wieżyca (329 m n.p.m.) znajdująca się na Pojezierzu Kaszubskim. W pasie pojezierzy znajdują się największe jeziora w Polsce – Śniardwy i Mamry na Pojezierzu Mazurskim oraz najgłębsze jezioro – Hańcza (108,5 m) – na Pojezierzu Suwalskim.

We wschodniej części pojezierzy klimat ma cechy kontynentalne – w rejonie Suwałk notuje się najniższe średnie temperatury stycznia – poniżej -5°C (miasto to uważa się za polski nizinny biegun zimna). Na wysoczyznach morenowych największą powierzchnię pokrywają gleby brunatne, znajdujące się pod lasami liściastymi ze znacznym udziałem buczyn. Na terenach piaszczystych dominują bory z przewagą sosny z dużym udziałem gleb bielcowych.



Ryc. VII.1.4. Krajobraz młodoglacjalny Pojezierza Pomorskiego (Rębieiszewo, Pojezierze Kaszubskie).

Niziny rozciągają się od pojezierzy na północy do Przedgórze Sudeckiego i pasa wyżyn na południu. Północna granica regionu pokrywa się w większości z maksymalnym zasięgiem zlodowacenia Wisły. W obrębie nizin wyróżnia się: **Nizinę Wielkopolską** na zachodzie kraju, **Nizinę Śląską** na południowym zachodzie, **Nizinę Mazowiecką** w środkowej części Polski oraz **Nizinę Podlaską** na północnym wschodzie.

Rzeźba terenu nizin jest staroglacjalna, czyli mniej widoczne są na niej formy polodowcowe, jak wzniesienia moren czołowych i dna dawnych mis jeziornych. Ponadto na nizinach występują piaszczyste wydmy śródlądowe powstałe wskutek działalności transportowej i akumulacyjnej wiatru. Na powierzchni nizin występują głównie piaski, gliny i ropy, które znalazły się tu w trakcie zlodowacenia. Przeważają gleby bielcowe, ale spotyka się także czarne ziemie.

Na klimat nizin wpływają oceaniczne masy powietrza. Występuje tu roślinność typu subatlantyckiego, a przeważają lasy mieszane. Niziny charakteryzują się najniższymi w Polsce rocznymi sumami opadów (450–550 mm), gdyż są otoczone przez tereny położone wyżej i znajdują się w cieniu opadowym. We wschodniej części nizin zaznacza się spadek średniej rocznej temperatury, a klimat zbliża się do kontynentalnego.



Ryc. VII.1.5. Krajobraz nizinny – Nizina Mazowiecka.



Ryc. VII.1.6. Krajobraz nizinny – Kotlina Biebrzańska na Nizinie Podlaskiej.

Wyżyny są położone między pasem nizin a Karpatami – stanowią wypiętrzone przedmurze północnej części łuku karpackiego. Od wschodu graniczą z **Wyżynami Ukraińskimi**. Na obszarze wyżyn wyróżnia się: **Wyżynę Śląsko-Krakowską**, **Wyżynę Małopolską** oraz **Wyżynę Lubelską i Rostocze**.

W przeważającej części wyżyny znajdują się na wysokości 200–300 m n.p.m., a na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej i w Górach Świętokrzyskich przekraczają 400 m n.p.m. Wyżyna Śląsko-Krakowska jest zbudowana ze struktur paleozoicznych przykrytych pokrywą skał mezozoicznych. Dzieli się ona na **Wyżynę Śląską** oraz **Wyżynę Krakowsko-Częstochowską**. Na Wyżynie Śląskiej występują karbońskie pokłady węgla kamiennego, które stały się podstawą rozwoju górnictwa węgla kamiennego. Wyżynę Krakowsko-Częstochowską tworzą wapienie jurajskie, występujące w postaci licznych form krasowych (jaskiń, ostańców). Na tym obszarze przeważają gleby bielcowe, płowe oraz rędziny.

Wyżyna Małopolska graniczy na zachodzie z Wyżyną Śląsko-Krakowską, a na wschodzie – z Wyżyną Lubelską. Dzieli się na: **Wyżynę Przedborską**, **Wyżynę Kielecką** i **Nieckę Nidziańską**. Najwyższą część Wyżyny Małopolskiej to Wyżyna Kielecka obejmująca Góry Świętokrzyskie. Góry Świętokrzyskie z najwyższym szczytem – Łysicą (612 m n.p.m.) – to najstarsze góry w Polsce, które były kilkakrotnie wypiętrzane i fałdowane. W zachodniej części wyżyny (Niecce Nidziańskiej) występują formy krasowe wykształcone w gipsach. Na niektórych terenach znajdują się pokrywy lessowe i stepowe gatunki roślin (np. mitek wiosenny). Na lessach wykształciły się czarnoziemy, ponadto teren wyżyn pokrywa także gleby brunatne i rędziny.



Ryc. VII.1.7. Krajobraz wyżynny – Maczuga Herkulesa – ostaniec wapienny na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej.

Wyżyna Lubelska z Roztoczem stanowi nieckę zbudowaną z warstw kredowych. Rozciąga się na wysokości 200–400 m n.p.m. Jej obszar jest rozczłonkowany wskutek erozji na łagodne garby tworzące malownicze krajobrazy Roztocza. Na tej wyżynie występują pokrywy lessowe, na których rozwinęły się urodzajne czarnoziemy. Klimat tego obszaru ma cechy kontynentalne (duże amplitudy temperatur).



Ryc. VII.1.8. Krajobraz wyżynny – Roztocze.

Kotliny są przedgórskim rowem tektonicznym, czyli fragmentem skorupy ziemskiej obciętej z dwu stron uskokami. Oddzielają łańcuch Karpat od pasa wyżyn. Kotliny są położone w górnej części doliny Odry oraz w widłach Wisły i Sanu – **Kotlina Oświęcimska** i **Kotlina Sandomierska**.

Wschodnią część pasa gór w Polsce zajmują Karpaty, a zachodnią – Sudety. **Karpaty** należą do gór geologicznie młodych. Najwyższym pasmem w łańcuchu Karpat są Tatry, a ich najwyższy szczyt w Polsce to Rysy (2499 m n.p.m.).

Karpaty dzielą się na **Karpaty Zewnętrzne** i **Karpaty Wewnętrzne**. Karpaty Wewnętrzne są zbudowane z kilku nasuniętych z południa płaszczowin, czyli wielkich sfałdowanych warstw skalnych, o fałdach leżących i przesuniętych. Płaszczyzny te składają się z warstw skalnych – piaskowców, łupków i zlepieńców – zwanych fliszem. Część północną łuku Karpat Zewnętrznych stanowią **Pogórze Karpackie** – pagórki i niskie garby rozdzielone obniżeniami, oraz **Beskidy** – góry średnie o wysokościach przekraczających 1000 m n.p.m. (najwyższy szczyt to Babia Góra w Beskidzie Żywieckim – 1725 m n.p.m.). Inne pasma górskie Beskidów to: Beskid Śląski, Beskid Mały, Beskid Makowski, Gorce, Beskid Wyspowy, Beskid Sądecki, Beskid Niski oraz Bieszczady. Na pogórzach występują gleby brunatne, w Beskidach – słabe gleby górskie, a jedynie w dolinach rzek przeważają żyzne mady. W górach występuje piętrowość klimatyczno-roślinna z pię-

trem pogórza, lasami regla dolnego i górnego, a w masywie Babiej Góry – także piętro kosodrzewiny i hal alpejskich. W **Bieszczadach** (najwyższy szczyt to Tarnica – 1346 m n.p.m.) występuje specyficzny układ piętrowości klimatyczno-roślinnej z piętrem pogórskim, dolnoreglowym i piętrem subalpejskim – **połonin**, a nie ma piętra regla górnego i kosodrzewiny.

Karpaty Wewnętrzne obejmują **Tatry** – najwyższe pasmo górskie w Polsce. Tatry dzielą się na **Tatry Wysokie** oraz **Tatry Zachodnie**. Tatry Wysokie są zbudowane ze skał magmowych i metamorficznych, natomiast Tatry Zachodnie – częściowo przykryte pokrywami mezozoicznymi (wapieniami i dolomitami). Rzeźba Tatr została przekształcona przez lodowce górskie (jeziora polodowcowe, np. Morskie Oko, doliny U-kształtne, wały moren). W Tatrach występują piętra klimatyczno-roślinne: regiel dolny, regiel górny, kosodrzewina, piętro hal (łąk wysokogórskich) oraz piętro turni. Na przedgórzu Tatr znajdują się obniżenia podgórskie ograniczone od północy jurajskimi skałami wapiennymi w **Pieninach**.



Ryc. VII.1.9. Morskie Oko i Tatry Wysokie.



Ryc. VII.1.10. Połoniny w Bieszczadach.

Sudety są górami zrębowymi powstałymi w wyniku uskoków. W krajobrazie wyróżniają się kopulastymi wierzchołkami, na przykład Śnieżka (1602 m n.p.m.) w paśmie **Karkonoszy**, lub płaskimi szczytami ograniczonymi stromymi stokami w **Górach Stołowych**. W Karkonoszach występują różne formy polodowcowe (cyrki i jeziora polodowcowe, np. Wielki Staw). Sudety zostały wypiętrzone w czasie orogenezy hercyńskiej, a następnie w wyniku procesów zewnętrznych – niemal całkowicie zrównane. W mezozoiku na obszar Sudetów nastąpiła transgresja morza i osadzanie się piaskowców, po czym w orogenezie alpejskiej góry te zostały pocięte uskokami, a potem wypiętrzone na różne wysokości i rozdzielone zapadliskami tektonicznymi (np. Kotlina Kłodzka, Kotlina Jeleniogórska). Przedgórze Sudeckie jest falistą równiną o wysokościach około 300 m n.p.m. w przeważającej części, a jego najwyższym szczytem jest Masyw Ślęży (718 m n.p.m.).



Ryc. VII.1.11. Widok na Śnieżkę (1602 m n.p.m.) w Karkonoszach.

PYTANIA I POLECENIA

1. Na podstawie mapy zamieszczonej na ryc. VII.1.1 określ, w którym regionie fizyczno-geograficznym mieszkasz.
2. Wykonaj prezentację na temat wybranego regionu fizycznogeograficznego Polski. Przedstaw cechy, którymi wyróżnia się środowisko przyrodnicze tego obszaru.
3. Wskaż charakterystyczną cechę środowiska przyrodniczego każdego z pasów rzeźby terenu Polski.

2. Surowce mineralne Polski

Rozmieszczenie surowców mineralnych zależy od budowy geologicznej danego obszaru.

Nie zawsze wydobywanie surowców mineralnych w konkretnym miejscu może być ekonomicznie opłacalne. Z reguły poszukiwania koncentrują się na obszarach, gdzie warstwy skalne zawierające surowce mineralne znajdują się stosunkowo płytko. Wydobywanie węgla kamiennego jest opłacalne tylko do poziomu niewiele przekraczającego 1 km pod ziemią ze względu na szybki wzrost temperatury wraz z głębokością.

Ropę naftową i gaz ziemny wydobywa się na obszarach zbudowanych z porowatych skał osadowych (najczęściej piaskowców), również zalegających niezbyt głęboko. W Polsce takie warunki do wydobywania tych surowców energetycznych znajdują się na Wale Kujawsko-Pomorskim, Monoklinie Przedśudeckiej, w Karpatach oraz Zapadlisku Przedkarpackim.

Surowców skalnych wykorzystywanych w budownictwie poszukuje się przy powierzchni, a ich wydobywanie odbywa się w kamieniołomach.

Tab. VII.2.1. Najważniejsze surowce mineralne Polski

Rodzaj surowca	Nazwa surowca	Obszar występowania złóż
Surowce energetyczne	węgiel kamienny	• Górnośląskie Zagłębie Węglowe, • Lubelskie Zagłębie Węglowe (okolice Łęcznej)
	węgiel brunatny	• Zagłębie Konińskie • Zagłębie Bełchatowskie • Zagłębie Turoszowskie
	gaz ziemny	• Karpaty – Zapadlisko Przedkarpackie • Pojezierza Południowobałtyckie, Niziny Środkowopolskie (Nizina Południowowielkopolska, Nizina Śląska) • Polska strefa ekonomiczna Bałtyku
Surowce energetyczne	ropa naftowa	• Karpaty (rejon Sanoka, Jasła i Gorlic) • Zapadlisko Przedkarpackie • Pojezierza Południowobałtyckie (Pojezierze Lubuskie, Pojezierze Wielkopolskie) • Polska strefa ekonomiczna Bałtyku

Rodzaj surowca	Nazwa surowca	Obszar występowania złóż
Rudy metali	rudy miedzi	• Nizina Śląsko-Łużycka (rejon Lubina, Głogowa i Polkowic)
	rudy cynku i ołowiu	• Wyżyna Śląsko-Krakowska (rejon Olkusza)
Surowce chemiczne	siarka	• Północna część Zapadliska Przedkarpackiego (rejon Lubaczowa, Tarnobrzega i Staszowa)
	sól kamienna	• Zapadlisko Przedkarpackie (Bochnia, Wieliczka) • Pojezierze Kujawskie (Kłodawa, Góra, Mogilno)
Surowce skalne	marmury	Sudety
	granity	Przedgórze Sudeckie
	skały okruchowe i ilaste (piaskowce, zlepieńce, gliny, żwiry)	• Karpaty • Sudety • Pojezierza Południowobałtyckie, Niziny Środkowopolskie
	wapienie i margle	• Wschodnia część Niziny Śląskiej (rejon Opola) • Wyżyna Śląsko-Krakowska • Góry Świętokrzyskie • Wyżyna Lubelska
	gips	Niecka Nidziańska (rejon Pińczowa, Buska Zdroju)

Surowce energetyczne

Wśród surowców energetycznych największe znaczenie dla polskiej gospodarki ma **węgiel kamienny**. W okresie PRL jego wydobywanie ciągle rośnie (do prawie 180 mln ton w 1980 r.). W latach 70. XX w. Polska zajmowała 4. miejsce na świecie (obecnie jest to 10. miejsce). W 1990 r. w 70 kopalniach wydobyto około 150 mln ton węgla kamiennego, przy czym pracowało 416 tys. osób. Po zamknięciu nierentownych kopalni w 2017 r. wydobywanie surowca wyniosło już tylko 53,4 mln ton, a zatrudnienie spadło do około 80 tys. osób. Według szacunków po II wojnie światowej z polskich kopalń wydobyto 8,7 miliarda ton węgla kamiennego. Obecnie węgiel kamienny wydobywa się w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, gdzie znajduje się większość zakładów górniczych, oraz w Lubelskim Zagłębiu Węglowym, gdzie jest otwarta jedna kopalnia „Bogdanka”. W Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym wydobywanie węgla kamiennego zakończono w 2000 r., kiedy zamknięto ostatnią działającą kopalnię w Nowej Rudzie (wcześniej zlikwidowano kopalnię w Wałbrzychu). Główną przyczyną zamknięcia kopalni w tym rejonie była nieopłacalność wydobywania węgla kamiennego z powodu trudnych warunków geologicznych.

Kolejnym ważnym surowcem energetycznym Polski jest **węgiel brunatny**. Wydobywa się go metodą odkrywkową w Zagłębiu Bełchatowskim, Konińskim i Turoszowskim. Pokłady węgla brunatnego powstały w neogenie ze szczątków roślinnych nagromadzonych w bagnistych obniżeniach i płytkich jeziorach. Od 1990 r. jego wydobycie utrzymuje się na wysokim poziomie (ok. 60 mln t). Węgiel brunatny jest mniej kaloryczny od węgla kamiennego, jest też kruchy i często nasączony wodą (a zatem cięższy, co podwyższa koszty transportu), dlatego zazwyczaj wykorzystuje się go w miejscu wydobycia (np. w znajdujących się w pobliżu elektrowniach ciepłych).

Ropa naftowa stanowi jeden z najważniejszych surowców energetycznych na świecie, ale jej wydobycie w Polsce tylko w około 3% zaspokaja krajowe zapotrzebowanie. Większość surowca jest importowana, głównie z Rosji, Norwegii i rejonu Zatoki Perskiej. Złóża w Karpatach to najstarszy region górnictwa ropy naftowej na świecie – pierwsza kopalnia powstała w 1854 r. w Bóbrce koło Krośna. Za twórcę przemysłu naftowego w Polsce uznaje się Ignacego Łukasiewicza, który pierwszy na świecie dokonał destylacji ropy naftowej i uzyskał naftę.

Do transportu ropy naftowej służy ropociąg „Przyjaźń”, którym ten surowiec płynie z Rosji do rafinerii w Płocku, a dalej do Niemiec. Rafineria w Gdańsku z rafinerią płocką połączone są ropociągami północnym.

Wydobycie gazu ziemnego zaspokaja tylko około 20% potrzeb kraju, dlatego surowiec jest importowany głównie z Rosji (75% ogółu importu). Złóża gazu ziemnego w Polsce w 30% towarzyszą ropie naftowej, a w pozostałej części występują samodzielnie.

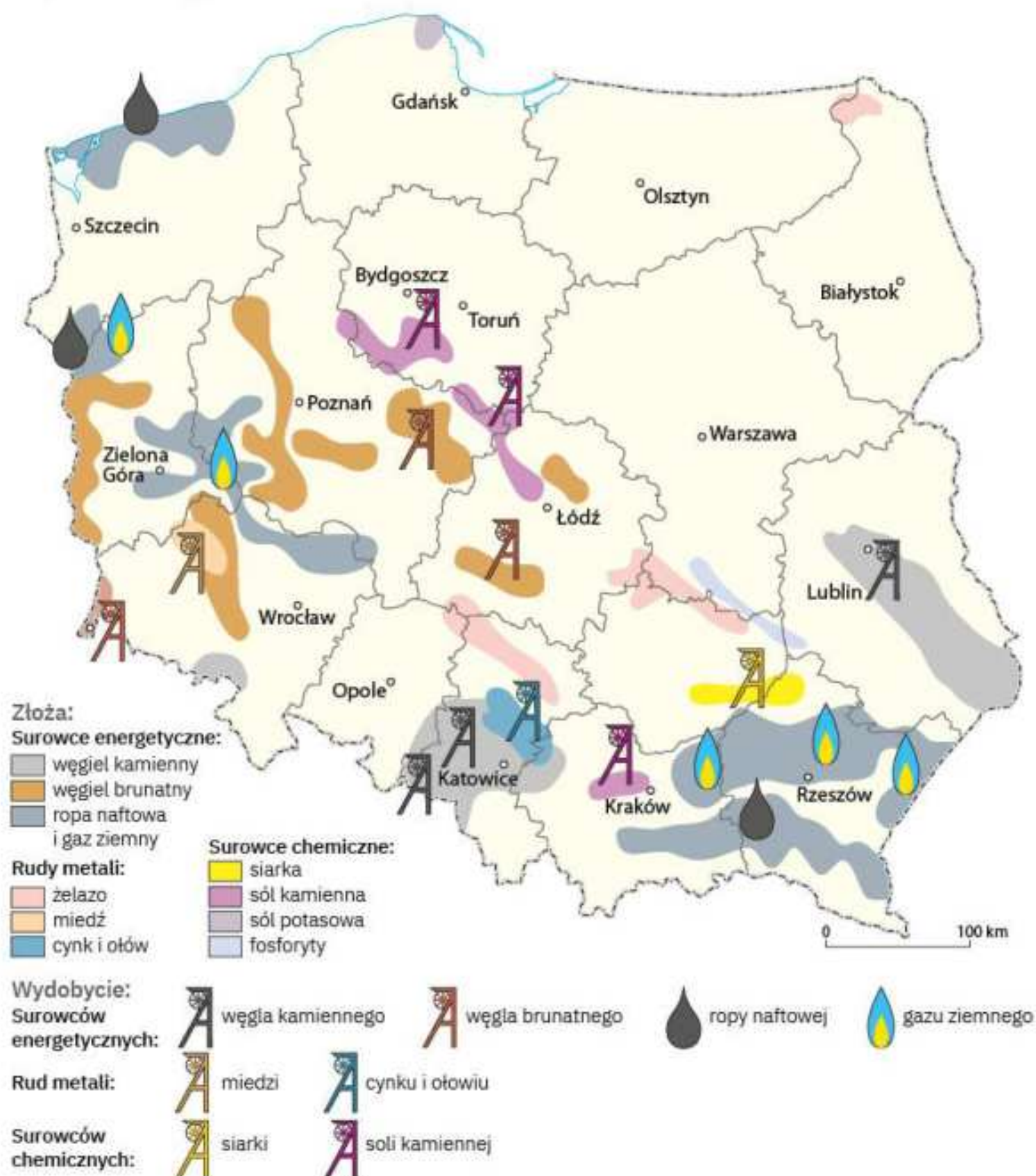
Transport gazu ziemnego z Rosji do Polski, a dalej do Niemiec odbywa się za pomocą Gazociągu Jamalskiego.

Rudy metali

Bogate złoża **rud miedzi** zostały odkryte w latach 50. XX wieku na Nizinie Śląsko-Łużyckiej. Największą kopalnią w Europie i jedną z największych na świecie jest kopalnia głębinowa w Rudnej. Zasoby rud miedzi w Polsce na poziomie 36 mln ton czystej miedzi plasują ją na 5 miejscu na świecie. W 2016 r. pod względem wydobycia Polska zajmowała 2 miejsce w Europie (po Rosji) i 14 miejsce w świecie (467 tys. t miedzi). Rudy miedzi bogate są także w inne pierwiastki metaliczne, między innymi srebro, złoto i ołów. Miedź jest jednym z trzech najbardziej wykorzystywanych w gospodarce metali na świecie po żelazie i aluminium.

Rudy cynku i ołowiu zalegają głównie w triasowych utworach węglanowych w regionie śląsko-krakowskim. Polskie zasoby tych surowców są stosunkowo ubogie – zawierają one do kilku procent cynku i ołowiu w rudzie, a towarzyszą im pierwiastki takie jak: kadm, srebro i siarka.

Zasoby **rud żelaza** w Polsce występują w niewielu miejscach, między innymi w rejonie Suwałk. Są to złoża magnetytowe o wysokoprocentowej zawartości żelaza, a ponadto zawierają wanad i tytan. Zostały odkryte w latach 70. XX wieku. Nie są wydobywane, ponieważ znajdują się głęboko oraz w cennym pod względem przyrodniczym obszarze. Huty żelaza w Polsce korzystają w 100% z importowanego surowca.

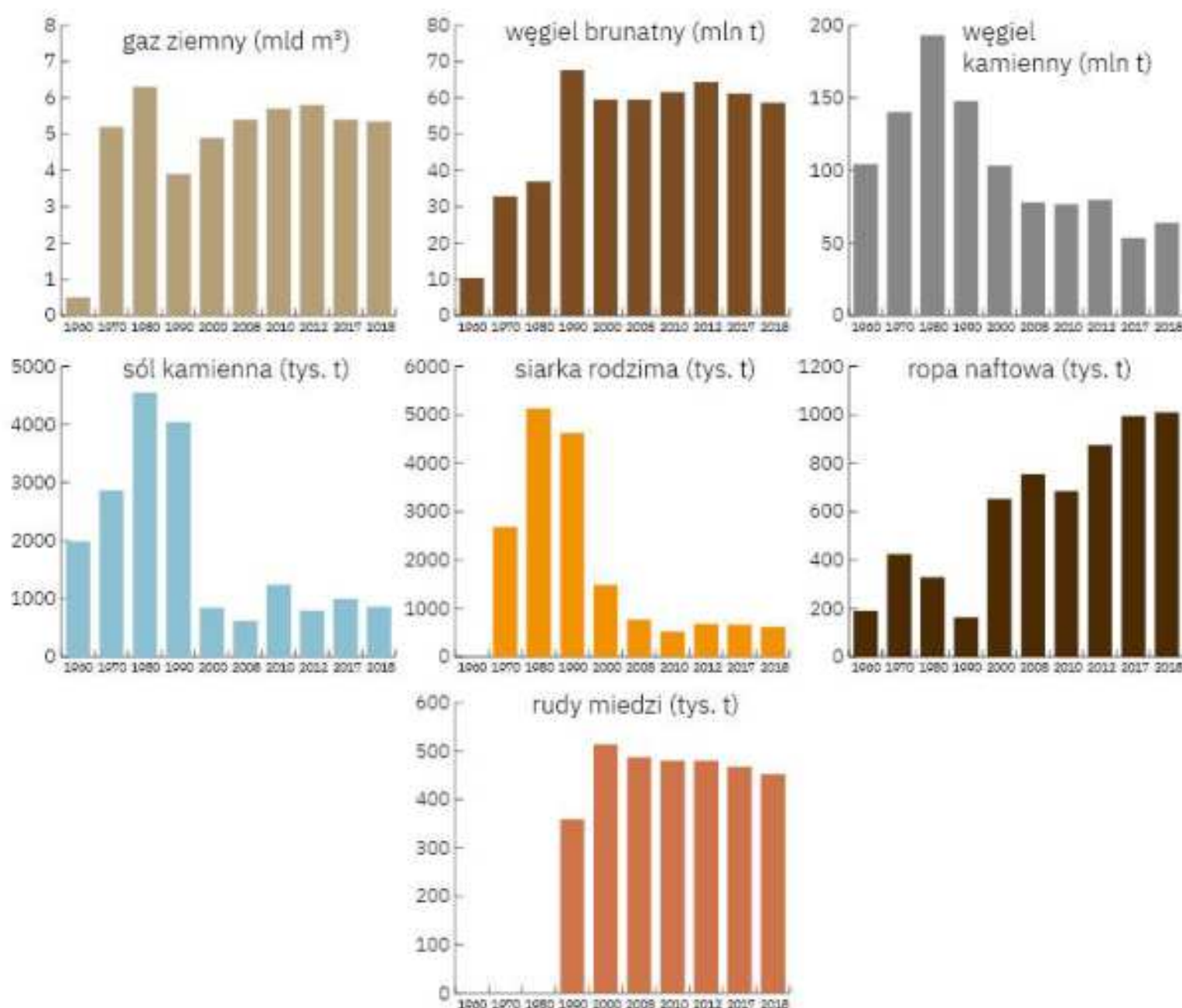


Ryc. VII.2.1. Występowanie surowców mineralnych w Polsce.

Surowce chemiczne

Złoże siarki intensywnie eksploatowano w latach 80. XX wieku (ponad 4 mln ton rocznie). Kilka lat temu ograniczono jej wydobycie do kopalni Osiek pomiędzy Staszowem a Tarnobrzegiem. Przyczyną spadku wydobycia (663 tys. t w 2017 r.) jest pozyskiwanie siarki jako produktu ubocznego w trakcie przetwarzania ropy naftowej i gazu ziemnego.

Sól kamienna w dużych złożach występuje w rejonie kujawskim w postaci wysadów solnych (Kłodawa, Góra, Mogilno). Złoże soli w Zapadlisku Przedkarpackim w rejonie Wieliczki i Bochni od 1996 r. nie są już eksploatowane, a historyczne kopalnie pełnią funkcje turystyczno-rekreacyjne. Sól kamienną wydobywa się także w Sieroszowicach, na obszarze górniczym obejmującym złoża rud miedzi. Sól ma zastosowanie jako przyprawa i środek konserwujący do potraw, do posypywania oblodzonych dróg w zimie, jako środek leczniczy oraz do produkcji sody i nawozów sztucznych.



Ryc. VII.2.2. Wydobycie najważniejszych surowców mineralnych w latach 1960–2018.
Źródło: Roczniki Statystyczne, GUS.

Surowce skalne

Surowce skalne są wykorzystywane w budownictwie i drogownictwie. Występują w całej Polsce. Największe zróżnicowanie litych surowców skalnych jest w Polsce południowo-zachodniej (w Sudetach i na Przedgórzu Sudeckim).

PYTANIA I POLECENIA

1. Na podstawie danych z rocznika statystycznego i innych źródeł w internecie (np. *World Mineral Production*, *BP Statistical Review of World Energy*) oceń wielkość zasobów surowców energetycznych w Polsce i ich wydobycie na tle świata.
2. Przygotuj prezentację na temat rozmieszczenia surowców skalnych w Polsce, ich eksploatacji oraz znaczenia dla gospodarki.
3. Przerysuj do zeszytu i uzupełnij poniższą tabelę dotyczącą występowania surowców mineralnych w Polsce. Skorzystaj z mapy surowców mineralnych w Polsce zamieszczonej w podręczniku oraz ze źródeł internetowych.

Nazwa surowca	Czas powstania (epoka geologiczna)	Rozmieszczenie złóż	Zastosowanie gospodarcze
...	...	...	...

3. Klimat Polski

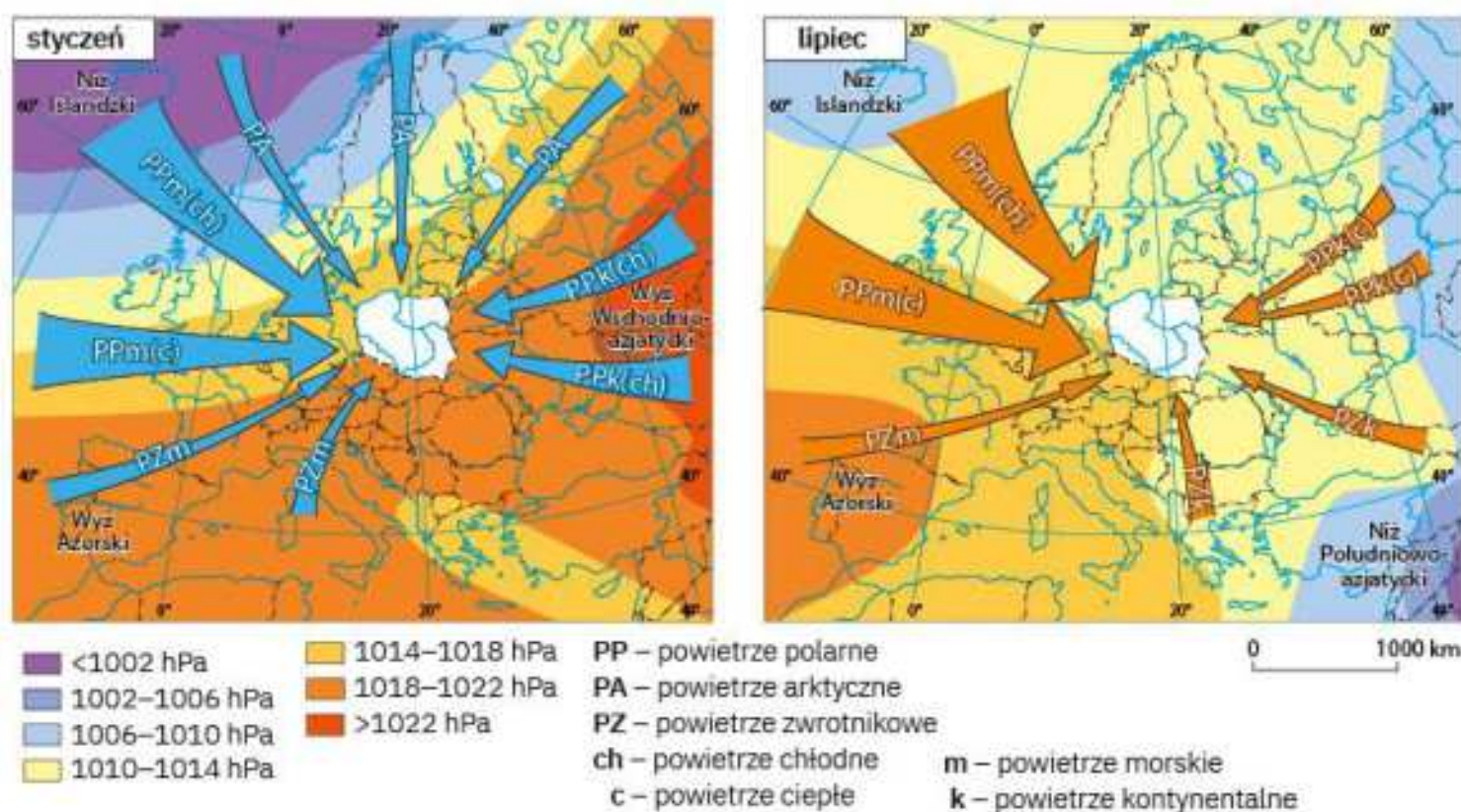
Czynniki wpływające na klimat Polski

Polska leży w strefie klimatu umiarkowanego. Klimat naszego kraju charakteryzuje się przejściowością (ma cechy klimatu morskiego i kontynentalnego) oraz zmiennością – zarówno dzienną, jak i roczną. Pogoda może się gwałtownie zmienić w krótkim czasie. Zdarzają się także zmiany roczne, na przykład w jednym roku mamy gorące, suche lato, a w następnym jest ono wilgotne i chłodne; czasami zdarzają się bardzo mroźne i długie zimy, a innym razem – znacznie cieplejsze. Klimat w Polsce jest efektem oddziaływania czynników meteorologicznych (**mas powietrza, układów barycznych**) oraz niemeteorologicznych (**położenia geograficznego** w średnich szerokościach geograficznych, w centralnej części Europy i nad Morzem Bałtyckim, **odległości od zbiorników wodnych, prądów morskich, rzeźby terenu** – wysokość n.p.m., ekspozycji stoków, układu form powierzchni oraz **działalności człowieka**).

Klimat nad obszarem Polski kształtują napływające **masy powietrza** – polarnego morskiego chłodnego i ciepłego znad Atlantyku, polarnego kontynentalnego chłodnego i ciepłego znad wschodniej Azji, arktycznego z północy oraz zwrotnikowego z południa (ryc. VII.3.1.). Duże znaczenie w przemieszczaniu się mas powietrza mają także **układy baryczne**:

- stałe – Niż Islandzki (bardziej aktywny zimą) oraz Wyż Azorski (bardziej aktywny latem),
- sezonowe – Wyż Wschodnioazjatycki (zimą) oraz Niż Południowoazjatycki (latem).

Ze względu na przewagę wiatrów zachodnich (strefa wędrujących niżów) najczęściej nad Polskę nadciągają masy powietrza polarnego morskiego (65% ogółu napływających mas powietrza) znad Północnego Atlantyku. W chłodnym półroczu przynoszą one odwilż, wzrost zachmurzenia i opady, a w ciepłym półroczu (wiosna, lato) – zwiększenie zachmurzenia i opadów oraz ochłodzenie. Powietrze polarne kontynentalne (ok. 30% ogółu) charakteryzuje się małym zachmurzeniem. W półroczu ciepłym przynosi wzrost temperatury, a w półroczu chłodnym – bardzo niskie temperatury. Może ono powodować przelotne opady i burze. Powietrze arktyczne powoduje ochłodzenie i przymrozki na wiosnę (tzw. zimna Zośka i zimni ogrodnicy), a w zimie – silne mrozy i opady śniegu. Powietrze zwrotnikowe napływa nad obszar Polski rzadko (2% ogółu), przynosząc upały i suszę (powietrze kontynentalne) oraz dużą wilgotność (powietrze morskie).



Ryc. VII.3.1. Główne kierunki przemieszczania się mas powietrza nad Polską.

Do czynników niemeteorologicznych kształtujących klimat w Polsce zaliczamy **położenie geograficzne**. Szerokość geograficzna Polski (między 49°N a 54°50'N) wpływa na kąt padania promieni słonecznych, a tym samym na ilość energii słonecznej docierającej do powierzchni Ziemi oraz na czas uśłonecznienia. Przeważający równoleżnikowy układ pasm górskich w Europie (Alpy, Karpaty) jest barierą orograficzną dla napływu zwrotnikowego powietrza z południa, natomiast duże powierzchnie nizinne sprzyjają przemieszczaniu się mas powietrza z zachodu na wschód. Klimat obszarów nizinnych jest cieplejszy i mniej wilgotny niż obszarów górskich. **Odległość od zbiorników wodnych** ma również duże znaczenie. Klimat zachodniej części Polski ma więcej cech klimatu morskiego (mniejsze amplitudy temperatury, bardziej równomierny rozkład opadów), natomiast bardziej na wschód klimat nabiera cech kontynentalnych. Ponadto klimat na wybrzeżu Morza Bałtyckiego różni się od klimatu w głębi kraju. **Wpływ morskiego Prądu Zatokowego** wyraża się tym, że w Polsce są nieco wyższe średnie roczne temperatury niż na tej samej szerokości geograficznej we wschodniej Europie czy w Azji. **Charakter podłoża** decyduje natomiast o lokalnym typie klimatu, wilgotności i nasłonecznieniu (typ roślinności, powierzchnie zbiorników wodnych). **Działalność człowieka**, zwłaszcza rozwój przemysłu, urbanizacja, zwiększona emisja zanieczyszczeń do atmosfery oraz wysoka koncentracja ludności mogą wpływać lokalnie na tworzenie się tak zwanych miejskich wysp ciepła, czyli powodować wzrost średniej rocznej temperatury na obszarach dużych miast.

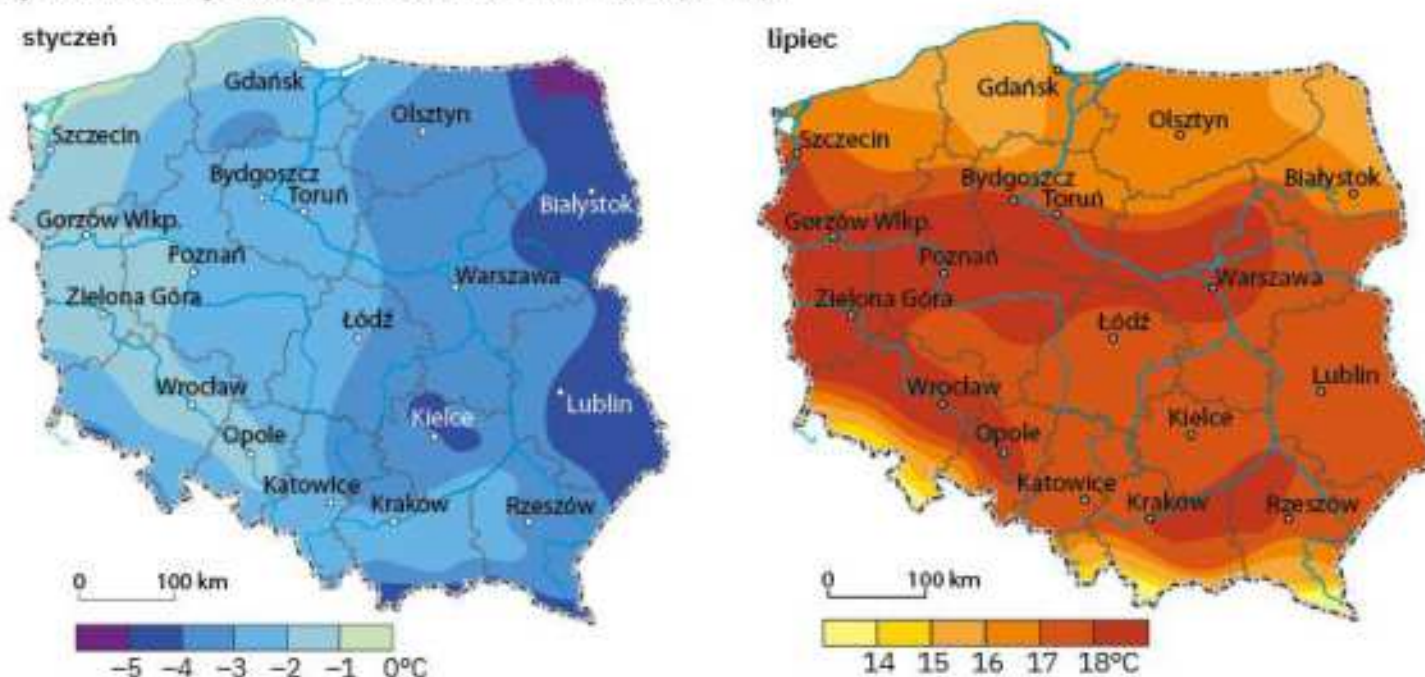
Elementy klimatu

Średnia roczna **temperatura powietrza** obniża się od zachodu w kierunku północno-wschodnim od około 8,5°C (Nizina Śląska) do około 6°C (okolice Suwałk). Jest to wynikiem zwiększającego się kontynentalizmu, wzrostu odległości od oceanu i wpływu na klimat dużych mas lądowych wschodniej Europy. Temperatura maleje też wraz z wysokością na obszarach górskich (o ok. 0,6° na każde 100 m). Na Kasprowym Wierchu (1985 m n.p.m.) wynosi -0,8°, a na Śnieżce (1602 m n.p.m.) nieznacznie przekracza 0°.



Ryc. VII.3.2. Średnia roczna temperatura powietrza.

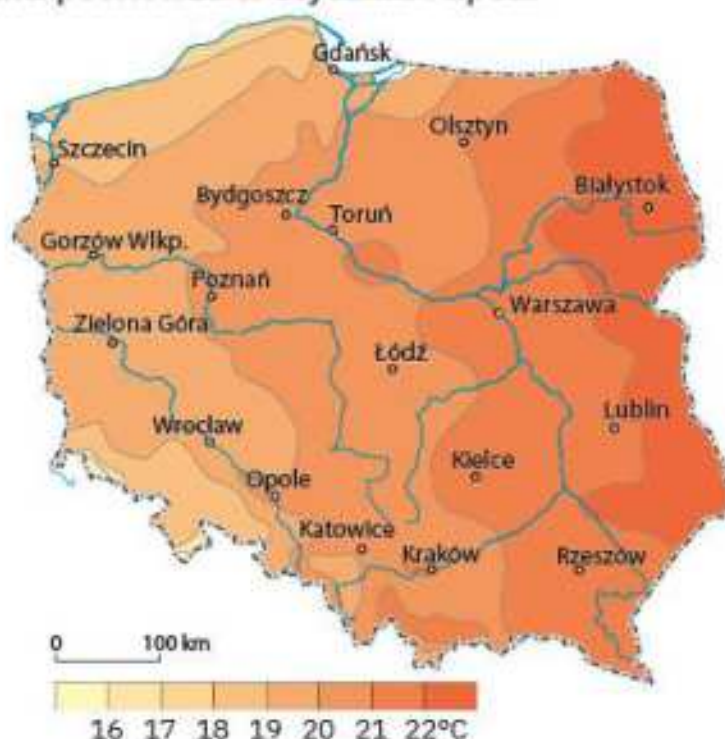
Izotermie stycznia osiągają najniższe wartości w górach (Kasprowy Wierch $-8,4^{\circ}\text{C}$, Śnieżka $-7,8^{\circ}\text{C}$). Z wyjątkiem obszarów górskich oraz wybrzeża Bałtyku izotermie stycznia mają przebieg południkowy (ryc. VII.3.3.). Przebieg średnich izoterm lipca jest zbliżony do równoleżnikowego, z wartościami temperatury rosnącymi od około 9°C w najwyższych partiach Tatr do ponad 18°C w środkowej Polsce, a następnie malejącymi do 17°C na wybrzeżu Bałtyku (ryc. VII.3.3.). Roczne amplitudy temperatur (izoamplitudy) mają południkowy przebieg i rosną w kierunku wschodnim od 17°C do 22°C wraz ze zwiększaniem się kontynentalizmu. Izoamplituda 20°C przebiegająca południkowo przez środek Polski stanowi umowną granicę między obszarem charakteryzującym się klimatem morskim i kontynentalnym. Najwyższą temperaturę ($+40,2^{\circ}\text{C}$) zanotowano w lipcu 1921 r. w Prószkowie koło Opola, a najniższą (-41°C) zmierzono w Siedlcach w lutym 1940 r. Początek lata w 2019 r. należał do rekordowo gorących – najwyższą temperaturę czerwca w historii pomiarów w Polsce zanotowano w Radziniu w województwie lubuskim ($38,2^{\circ}\text{C}$).



Ryc. VII.3.3. Średnia miesięczna temperatura powietrza w styczniu i lipcu.

Zróznicowanie temperatury powietrza w Polsce jest podstawą do wyróżniania sześciu termicznych pór roku (w przeciwieństwie do czterech pór kalendarzowych) przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW):

- zima – okres o średniej dobowej temperaturze powietrza mniejszej lub równej 0°C ,
- przedwiośnie – okres o średniej dobowej temperaturze powietrza od 0°C do 5°C ,



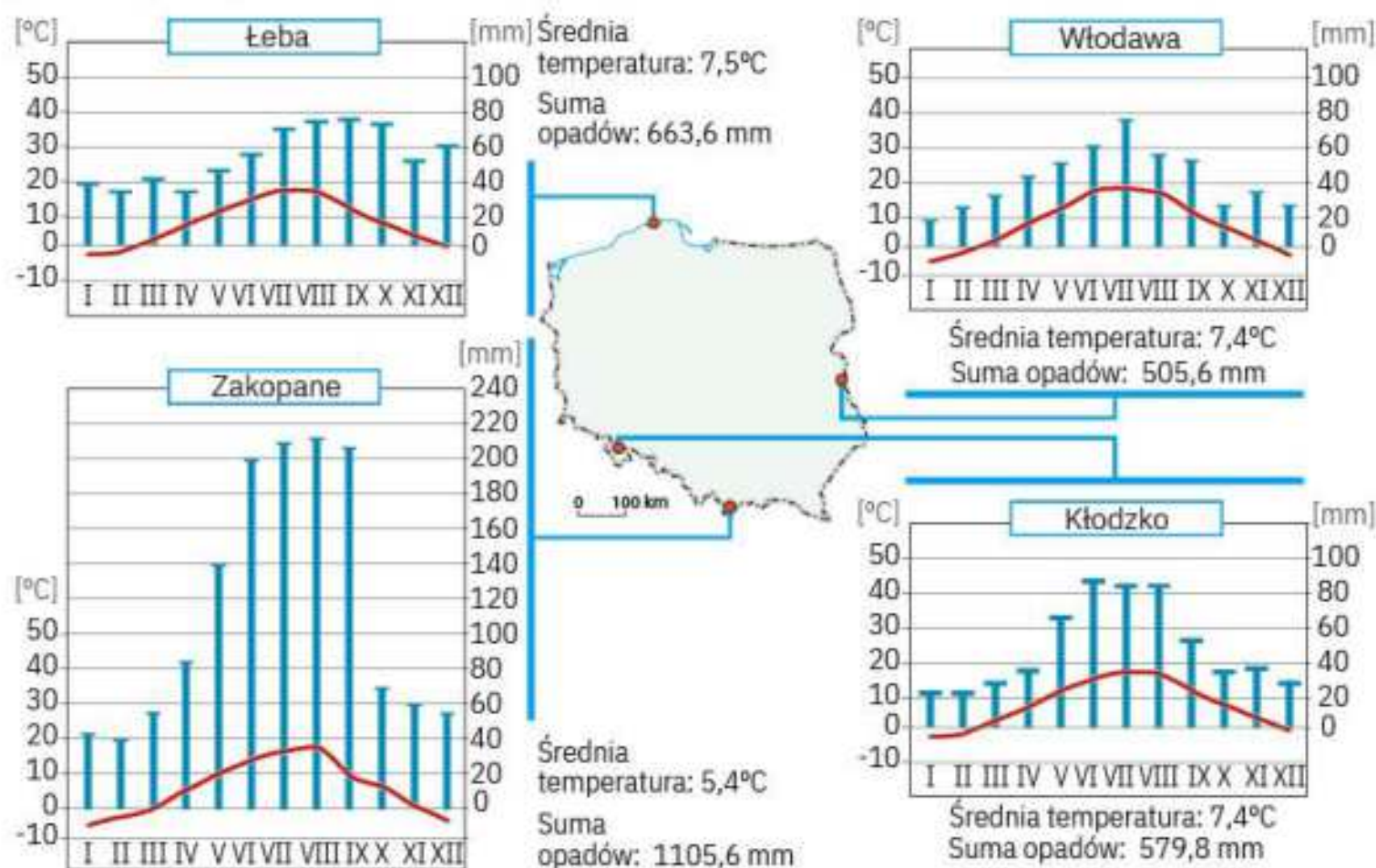
Ryc. VII.3.4. Amplitudy roczne temperatury powietrza.

- wiosna – okres o średniej dobowej temperaturze powietrza od 5°C do 15°C,
- lato – okres o średniej dobowej temperaturze powietrza powyżej 15°C,
- jesień – okres o średniej dobowej temperaturze powietrza od 15°C do 5°C,
- przedzime – okres o średniej dobowej temperaturze powietrza od 5°C do 0°C.

Średnia roczna suma opadów na obszarze Polski wynosi około 600 mm, a izohiety (czyli linie łączące punkty o jednakowej sumie opadów) wykazują przebieg równoleżnikowy. Najwyższa roczna suma opadów atmosferycznych występuje w górach (na Kasprowym Wierchu powyżej 1700 mm) i maleje w kierunku Nizin Środkowopolskich do około 500 mm, a następnie wzrasta w kierunku Pobrzeży i Pojezierzy, osiągając ponad 700 mm w środkowej części Pobrzeża Koszalińskiego. Mniejsza suma rocznych opadów w Polsce środkowej wynika z występowania cienia opadowego, gdyż obszary Pojezierzy i Pobrzeży charakteryzują się wyższymi wysokościami bezwzględnymi (200–300 m n.p.m.) oraz równoleżnikowym przebiegiem pasma moren czołowych.

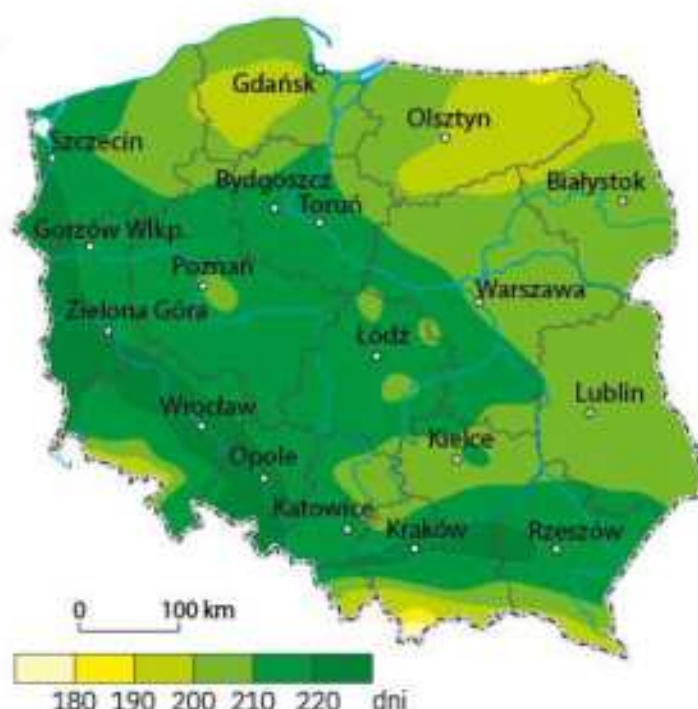


Ryc. VII.3.5. Średnia roczna suma opadów.



Ryc. VII.3.6. Roczny rozkład temperatury i opadów atmosferycznych w różnych miejscach Polski.

Rozkład opadów i temperatur wpływa na długość okresu wegetacyjnego roślin. Okres wegetacyjny to część roku, w którym zachodzą procesy wzrostu i rozwoju roślin. W Polsce jest to okres ze średnią dobową temperaturą powietrza powyżej 5°C.



Ryc. VII.3.7. Długość okresu wegetacji w Polsce.

PYTANIA I POLECENIA

1. Omów czynniki wpływające na wysokość temperatury i ilość opadów w regionie, w którym mieszkasz.
2. Wyjaśnij, na czym polega przejściowość klimatu.
3. Wskaż cechy klimatu morskiego i kontynentalnego na obszarze Polski na przykładzie zamieszczonych w tym rozdziale klimatogramów.
4. Odpowiedz na pytania:
 - W jaki sposób klimat Polski ma wpływ na czas trwania wegetacji roślin i produkcję roślinną?
 - W jaki sposób klimat Polski wpływa na sezonowość ruchu turystycznego w kraju?

4. Sieć wodna Polski

Zdecydowana większość obszaru Polski należy do zlewiska Morza Bałtyckiego, tylko niewielkie skrawki lądu stanowią zlewisko Morza Czarnego (dorzecze Dniestru – Strwiąż, dorzecze Dunaju – Orawa) oraz Morza Północnego (dorzecze Łaby – Orlica i Iżera w Sudetach). Zlewisko Morza Bałtyckiego na obszarze kraju tworzą dorzecza Wisły i Odry, rzeki uchodzące bezpośrednio do Bałtyku oraz fragmenty dorzecza Niemna i Pregoty.



Sieć wodna to:

- wody powierzchniowe (rzeki, jeziora, zbiorniki sztuczne, tereny podmokłe);
- wody podziemne (gruntowe i głębinowe).

Rzeki Polski

Sieć rzeczna Polski cechuje się **asymetrycznością** – prawe dopływy Odry i Wisły są dłuższe i bardziej obfite w wodę niż lewe (stosunek powierzchni lewego dorzecza Odry do prawego wynosi 30:70, a Wisły – 27:73). Wynika to z nachylenia powierzchni Polski w kierunku północno-zachodnim oraz rozwoju rzeźby polodowcowej. W czasie zlodowaceń plejstocentrycznych rzeki na południe od maksymalnego zasięgu lądolodu znajdowały ujście, płynąc równoleżnikowo w kierunku zachodnim (w stronę Morza Północnego), tworząc szerokie pradoliny, które do dzisiaj są wykorzystywane przez odcinki niektórych rzek (np. Wartę, Odrę, Noteć czy Narew). Taki układ sieci rzecznej, polegający na naprzemianlegle występującym południkowym i równoleżnikowym kierunku biegu rzek, nazywamy kratowym.

Obszarem źródłowym rzek Polski są głównie:

- Sudety i Karpaty (np. Odra, Nysa Łużycka, Nysa Kłodzka, Wisła, Dunajec, San),
- Wyżyny Polskie (np. Warta i Pilica wypływają z Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, a Wieprz – z Roztocza),
- Pojezierza (np. Pojezierze Pomorskie: Brda, Wda i Drawa, Pojezierze Mazurskie: Osa, Drwęca, Wkra).

Rzeki Polski płyną przeważnie w kierunku północnym, zgodnie z nachyleniem terenu. Na południe płyną głównie rzeki wypływające z wzniesień morenowych Polski północnej (np. Drawa), które kierują się ku pradolinom położonym na południe od tych wysoczyzn oraz z wyżyn ku kotlinom.

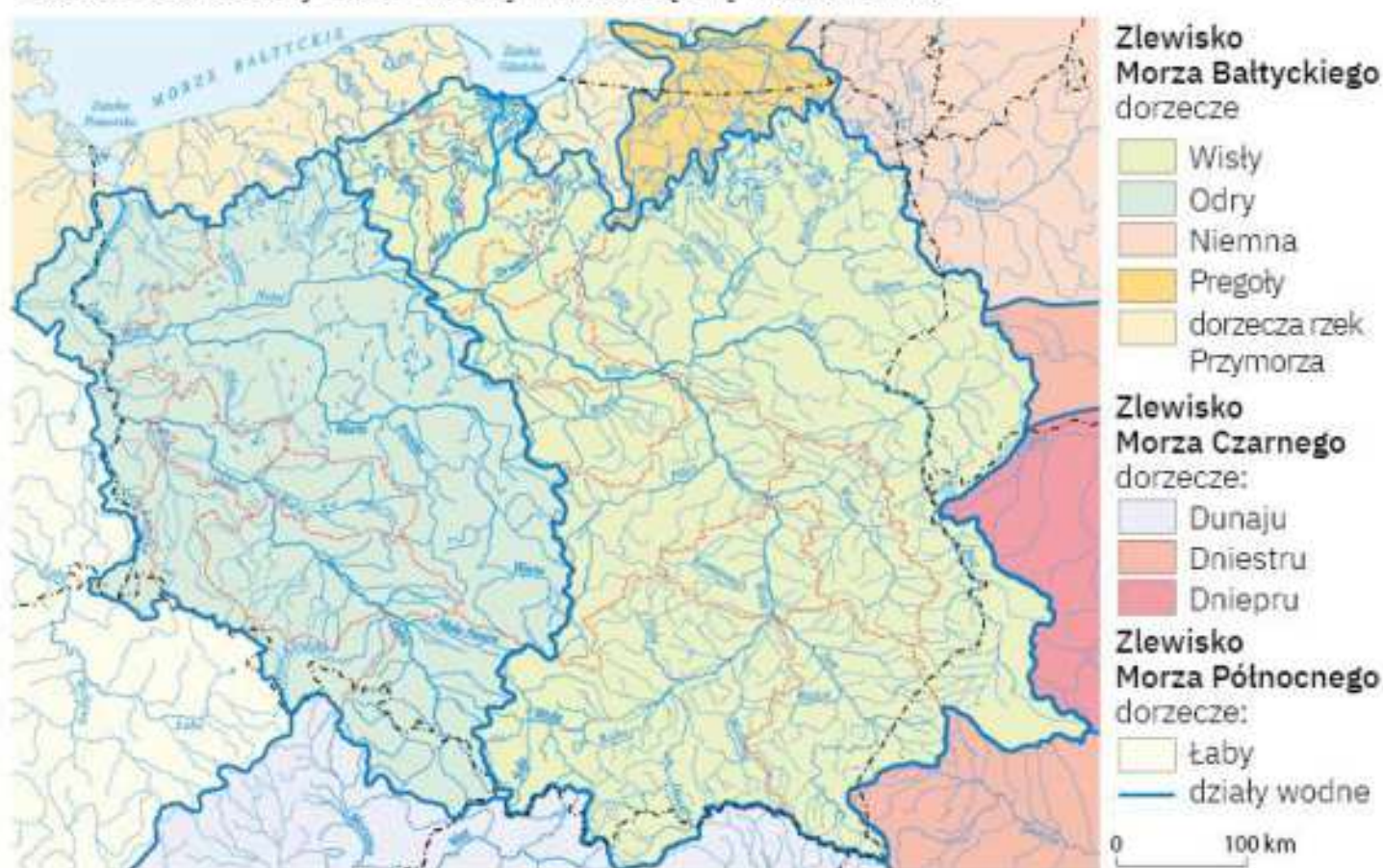
Rzeki w Polsce charakteryzują trzy główne ustroje rzeczne (czyli sposoby kształtowania się przeptywów rzeki w ciągu roku):

- śnieżny,
- śnieżno-deszczowy,
- deszczowo-śnieżny.

Dominującym jest **ustrój deszczowo-śnieżny rzek**. Wysokie stany wód (**wyżówki**) mają miejsce wczesną wiosną (roztopy) oraz w lecie (ulewy, nawałnice, głównie w czerwcu i lipcu), natomiast niskie stany wód (**niżówki**) występują w zimie, gdy woda jest uwięziona w postaci śniegu, oraz późnym latem (przełom

sierpnia i września), gdy wysoka temperatura powoduje intensywne parowanie. W czasie wysokich stanów wód zdarzają się powodzie. Jedną z nich, tragiczną w skutkach, miała miejsce w lipcu 1997 r. w dorzeczu Odry. Zalane zostały wówczas między innymi niektóre dzielnice we Wrocławiu, Opolu i Kłodzku.

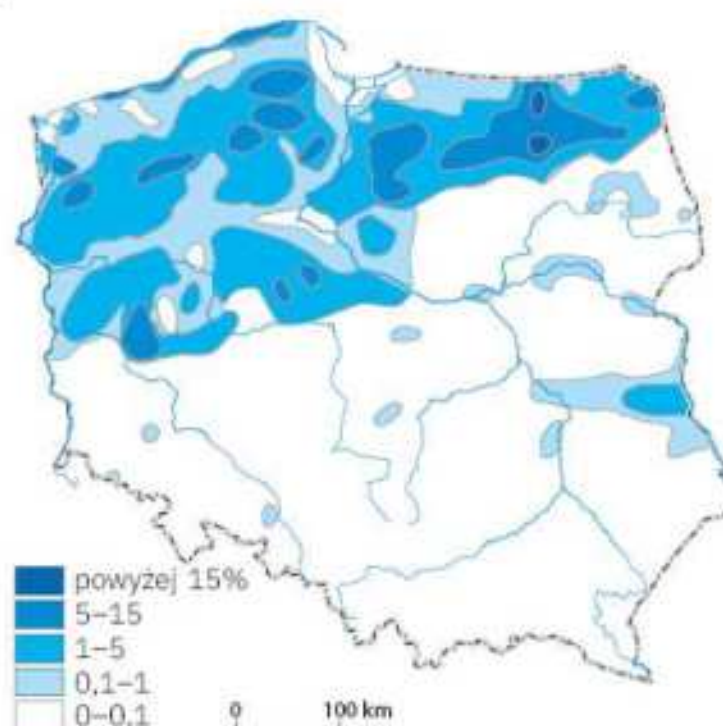
Powodzie mogą też zdarzać się w czasie wiosennych roztopów, zwłaszcza gdy śnieg zaczyna topnieć na południu Polski, a rzeki na północy kraju jeszcze są skute lodem. Tworzą się wówczas zatory lodowe powodujące spiętrzenie wody. Powodzie letnie wiążą się z gwałtownymi opadami. Narażone na nie są zwłaszcza tereny górskie i podgórskie. Ze względu na nachylenie stoków woda spływa bardzo szybko, a wąskie koryta potoków i górskich rzek nie są w stanie odprowadzić tak dużej ilości wody i tworzą się wezbrania.



Ryc. VII.4.1. Zlewiska i dorzecza rzek Polski.

Jeziora

Jeziora zajmują w Polsce około 1% powierzchni kraju (około 9300 jezior) i są rozmieszczone nierównomiernie. Najwięcej jezior znajduje się w pasie Pojezierzy (zwłaszcza na Pojezierzu Pomorskim), co wiąże się z rzeźbą polodowcową. Jeziora występują na obszarach młodoglacjalnych, czyli tych, które zostały odstąpione spod pokrywy lądolodu ostatniego zlodowacenia pół-



Ryc. VII.4.2. Odsetek powierzchni zajmowanej przez jeziora.

nocnopolskiego. Największą powierzchnią jezior (jeziornością) charakteryzuje się Pojezierze Mazurskie (4% zajmują jeziora). W Polsce występują różne typy jezior, na przykład:

- jeziora rynnowe, powstałe wskutek działalności wód podlodowcowych (np. Gopło i Hańcza),
- jeziora morenowe, utworzone w zagłębieniach moreny dennej lub w obniżeniach między wzniesieniami morenowymi (np. Śniardwy, Mamry),
- jeziora cyrkowe (karowe), powstałe wskutek erozyjnej działalności lodowca górskiego (np. Czarny Staw pod Rysami w Tatrach, Morskie Oko),
- jeziora przybrzeżne, będące wynikiem odcięcia zatoki morskiej przez mierzę (np. Łebsko i Gardno),
- jeziora deltowe, wypełniające obniżenia w obrębie delt rzecznych (np. Dąbie w delcie Odry),
- jeziora krasowe, powstałe w wyniku utrudnionego odpływu wód z obszarów o płytko zalegających skałach węglanowych (np. jeziora na Polesiu Lubelskim),
- jeziora wytopiskowe,
- jeziora przyrzeczne (starorzecza).

Zbiorniki retencyjne



Zbiorniki retencyjne:

- 1 – Soliński
- 2 – Włocławski
- 3 – Czorszyński
- 4 – Jeziorsko
- 5 – Rożnowski
- 6 – Goczałkowicki
- 7 – Świnna Poręba
- 8 – Dobczycki
- 9 – Otmuchowski
- 10 – Nyski
- 11 – Turawski
- 12 – Zegrzyński
- 13 – Sulejowski
- 14 – Koronowski
- 15 – Siemianowski

Ryc. VII.4.3. Największe zbiorniki retencyjne w Polsce (według pojemności).

Oprócz jezior naturalnych w Polsce występują także **zbiorniki sztuczne (retencyjne)** powstałe przez spiętrzenie wody wskutek zbudowania zapory w poprzek rzeki. Sztuczne zbiorniki pełnią wiele ważnych funkcji. Mogą być wykorzystywane jako źródła zaopatrzenia w wodę dla ludności i gospodarki (np. Zbiornik Dobczycki jako ujęcie wody dla mieszkańców Krakowa). Pełnią także funkcję przeciwpowodziową (retencyjną) przez regulowanie przepływu wody w czasie wezbrań (np. kontrolowane spuszczenie wody ze zbiornika podczas wysokich stanów wody). W 1997 roku podczas powodzi tysiąclecia zaporą na Zbiorniku Czorszyńskim zapobiegła wystąpieniu wód Dunajca z brzegów.

Zbiorniki wodne pełnią również funkcję transportową (dla żeglugi śródlądowej, np. Zbiornik Włocławski na Wiśle) oraz energetyczną (do budowy elektrowni wodnych). Część z nich ma charakter **elektrowni szczytowo-pompowych**, które w czasie małego zapotrzebowania energii (np. w nocy) wykorzystują jej nadmiar do pompowania wody ze zbiornika dolnego do górnego, a następnie – w okresie zwiększonego zapotrzebowania – woda jest spuszczana w dół, co uruchamia turbiny, które produkują energię elektryczną i oddają ją do sieci. W Polsce największą elektrownią szczytowo-pompową jest Elektrownia Żarnowiec w Czymanowie koło Żarnowca o mocy 716 MW (MW – megawatów, 1 megawat ma milion watów). Inne duże elektrownie wodne (szczytowo-pompowe) to Elektrownia Porąbka-Żar o mocy 500 MW oraz Zespół Elektrowni Wodnych Solina-Myczkowce o mocy 200 MW.

Bardzo ważna jest również funkcja rekreacyjna sztucznych zbiorników wodnych, na których znajdują się kąpieliska i można tam uprawiać sporty wodne. Przykładami takich akwenów są Zbiornik Soliński czy Zbiornik Zegrzyński. Zbiorniki zaopatrujące ludność w wodę ze względu na konieczność dbania o jakość wody pitnej zazwyczaj nie są wykorzystywane jako kąpieliska.

Sztucznymi zbiornikami wodnymi są także **stawy** wykorzystywane do hodowli ryb (m.in. karpi, pstrągów), na przykład Dolina Karpia w dolinie górnej Wisły i Skawy (powiat oświęcimski i wadowicki) oraz Stawy Milickie (w dolinie Baryczy w rejonie Milicza).

Do wód powierzchniowych zalicza się także **kanały**, które są najczęściej budowane na terenach nizinnych i wykorzystywane do żeglugi śródlądowej, spławiania drewna, nawadniania lub odwadniania pól (w rolnictwie) oraz celów rekreacyjnych. W Polsce najdłuższymi kanałami są Kanał Wieprz-Krzna o długości 140 km, Kanał Augustowski (80 km) łączący jezioro Czarna Hańcza z Biebrzą oraz Kanał Elbląski (62,5 km) między Jeziorem Drwęckim a jeziorem Druzno. Ważną drogą wodną jest Kanał Gliwicki łączący konurbację górnośląską z dorzeczem Odry, którym transportuje się węgiel kamienny do elektrociepłowni Wrocław.

Wody podziemne

Na **wody podziemne** składają się wszystkie wody znajdujące się w porach i szczelinach skał skorupy ziemskiej. Występują w postaci pięter wodonośnych w warstwach skalnych różnego wieku.

Wody artezyjskie

Wody w głębinie mogą charakteryzować się wysokim ciśnieniem hydrostatycznym w zależności od budowy geologicznej. Gdy przemienne występują warstwy skalne nieprzepuszczalne i przepuszczalne, a układ warstw przepuszczalnych ma kształt zagłębienia (niecki), to po przebiciu warstwy nieprzepuszczalnej może dojść do podniesienia się poziomu wody (wody subartezyjskie) lub samoczynnego wytrysku wód na powierzchnię (wody artezyjskie).



Ryc. VII.4.4. Wody artezyjskie (A) i subartezyjskie (B).

Biorąc pod uwagę głębokość zalegania wód podziemnych, wyróżnia się wody przypowierzchniowe (zaskórne), wody gruntowe, wody w głębinie oraz wody głębinowe (reliktove).

Wody mineralne lecznicze są specyficznym rodzajem wód podziemnych. Zawierają rozpuszczone sole mineralne w ilości przynajmniej 1 gram na litr i mogą być wykorzystane w lecznictwie. Do najczęściej występujących wód mineralnych w Polsce należą solanki, szczawy oraz wody siarczanowe. W Polsce wody mineralne występują w regionie karpackim i podkarpackim, w Sudetach oraz w regionie kujawsko-pomorskim. W miejscu występowania wód mineralnych rozwinęły się uzdrowiska, w których powstały sanatoria. Do najważniejszych należą: Krynica-Zdrój, Szczawnica i Iwonicz-Zdrój w Karpatach, Kudowa-Zdrój, Duszniki-Zdrój, Polanica-Zdrój i Łądek-Zdrój w Sudetach oraz Ciechocinek w regionie kujawsko-pomorskim.

Wody termalne, to wody, które na wypływie mają temperaturę wyższą niż średnia roczna temperatura powietrza w danej okolicy. Według Prawa Geologicznego w Polsce, wody termalne to są wody, które na wypływie mają temperaturę równą i większą niż 20°C.

Wody termalne mogą być wykorzystywane w rekreacji jako baseny termalne (Białka Tatrzańska, Bukowina Tatrzańska, Szaflary, Chochotów), jako źródło energii, na przykład do ogrzewania mieszkań (**energia geotermalna**), między innymi na Podhalu (Bańska Niżna) oraz w pobliżu Łodzi (Uniejów).

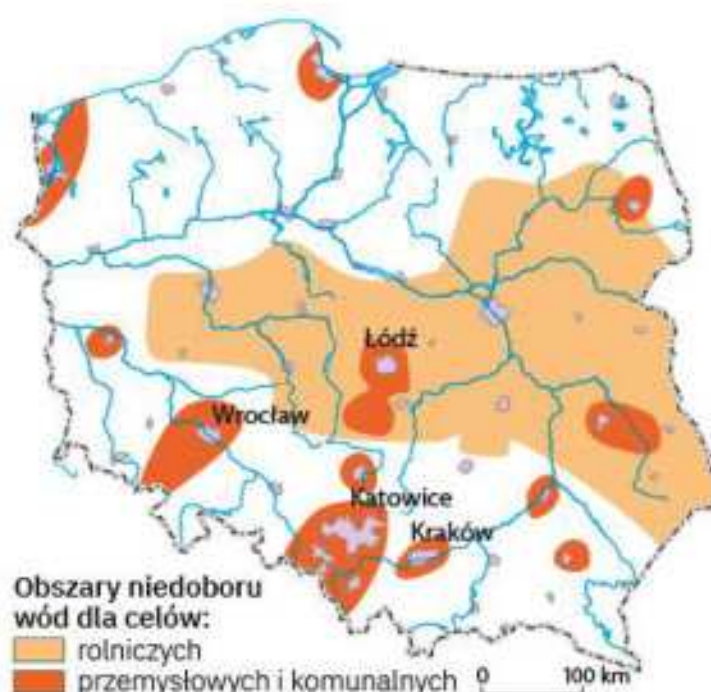


Ryc. VII.4.5. Występowanie wód mineralnych.

Obszary deficytów wodnych

Zasoby wodne Polski są dość ubogie. Przeciętne zasoby wód powierzchniowych Polski wynoszą 62 km^3 , ale w zależności od występowania lat suchych i wilgotnych mogą się wahać od 40 km^3 do 90 km^3 . Bilans wodny Polski przedstawiono w tabeli VII.4.1. Na jednego mieszkańca przypada 1580 m^3 wody rocznie. Jest to 3 razy mniej niż średnia europejska oraz 4,5 razy mniej od średniej światowej. Sezonowa zmienność zasobów wodnych Polski wynika ze zróżnicowania opadów atmosferycznych w poszczególnych latach. Zasoby wodne są rozmiesz-

czone nierównomiernie. Największym deficytem wody charakteryzują się obszary położone na działach wodnych (np. rejon Łodzi, Wyżyna Śląska), a także niektóre regiony o dużej koncentracji ludności i przemysłu (Kraków, Wrocław, Szczecin, Trójmiasto). Niedobory wody dla rolnictwa występują na Nizinach Środkowopolskich.



Ryc. VII.4.6. Obszary niedoboru wód w Polsce.

Tab. VII.4.1. Bilans wodny Polski

Przychód 192 mld m ³	Rozchód 192 mld m ³
opady atmosferyczne (187 mld m ³)	parowanie i zużycia gospodarcze (135 mld m ³)
dopływ wód z zagranicy (5 mld m ³)	odpływ powierzchniowy i podziemny (57 mld m ³)

Najważniejsze przyczyny niedoboru wody to:

- uwarunkowania klimatyczne (występujące po sobie suche lata),
- niewłaściwie wykorzystany potencjał wód podziemnych (zaopatrzenie w wodę głównie z wód powierzchniowych),
- niewielka liczba zbiorników retencyjnych,
- osuszanie bagien,
- nieracjonalny pobór wód w przemyśle prowadzący do obniżenia zwierciadeł wód podziemnych i powstawania lejów depresyjnych,
- zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych.

Lej depresyjny – obszar obniżonego zwierciadła wód podziemnych, powstały przez nadmierną eksploatację wód w celach gospodarczych.



PYTANIA I POLECENIA

1. Na podstawie tekstu z podręcznika i innych źródeł informacji przygotuj list do władz lokalnych z prośbą o wprowadzanie w gminie racjonalnej gospodarki wodą. Wskaż w nim, jakie mogą być skutki niedoboru wody w twoim regionie.
2. Wymień przyczyny powodzi w Polsce i sposoby zapobiegania ich skutkom.

3. Omów przyrodnicze i gospodarcze znaczenie jezior.
4. Wyjaśnij różnicę pomiędzy wodami artezyjskimi i subartezyjskimi. Podaj przykłady obszarów w Polsce i na świecie, gdzie występują wody artezyjskie i subartezyjskie.

5. Ochrona przyrody w Polsce

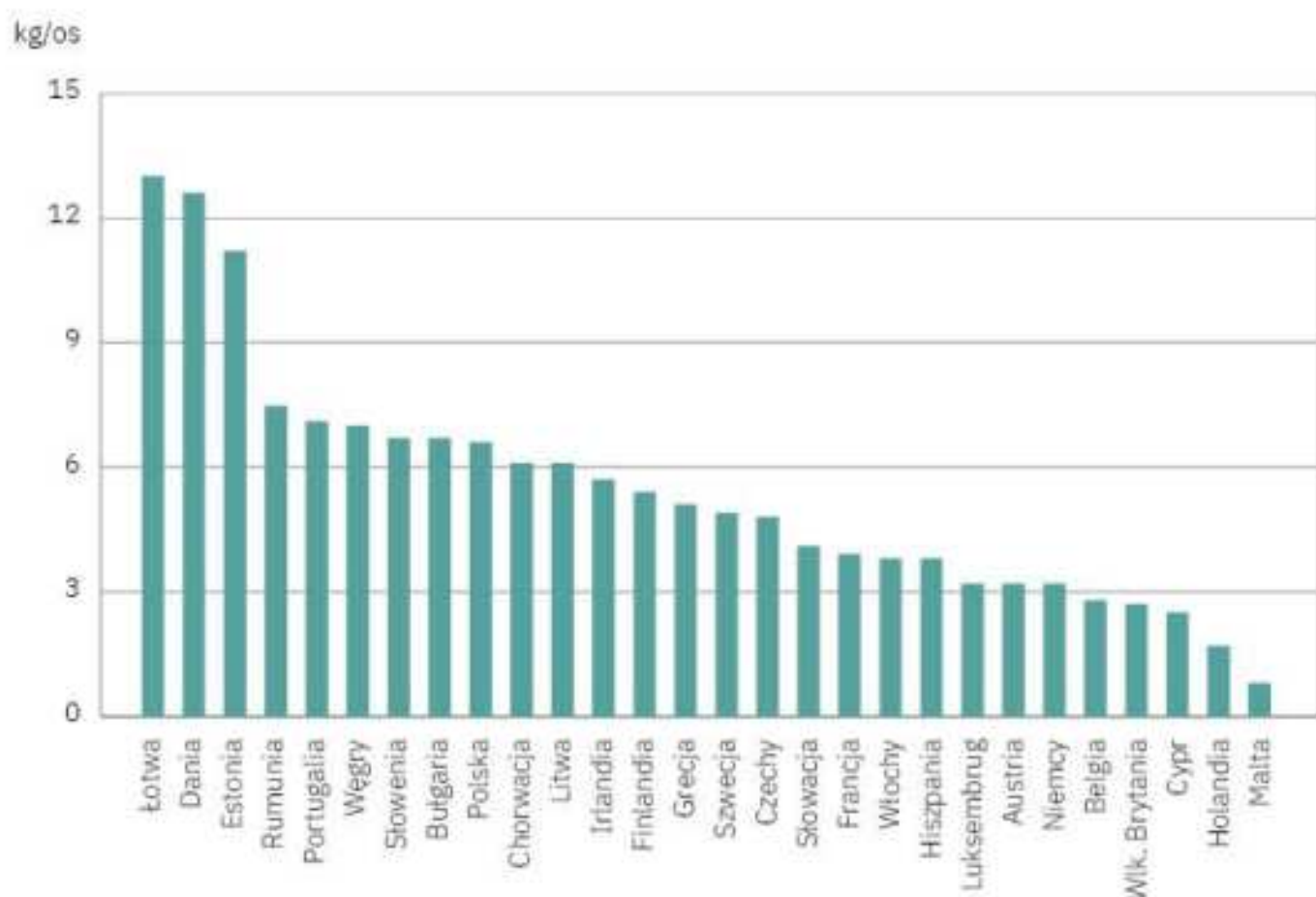
Środowisko przyrodnicze ulega przekształceniom pod wpływem działalności gospodarczej człowieka. Zjawisko to nazywa się **antropopresją**. Efektem antropopresji są zmiany ukształtowania powierzchni, stosunków wodnych, warunków klimatycznych, użytkowania ziemi, szaty roślinnej czy składu gatunkowego zwierząt. Im wyższy stopień antropopresji, tym większe koszty utrzymania równowagi środowiska naturalnego i zdolności do jego odtwarzania. Rabunkowa eksploatacja środowiska przyrodniczego często prowadzi do jego degradacji, zanieczyszczenia i wyczerpywania się jego zasobów. Wydobywanie surowców mineralnych metodą odkrywkową powoduje powstawanie hałd niszczących krajobraz, a nadmierna eksploatacja gleb prowadzi do erozji i zmniejszenia urodzajności. Użytkowanie zasobów naturalnych w postaci paliw stałych i płynnych (np. w elektrowniach, transporcie i gospodarstwach domowych) przyczynia się do znacznej emisji szkodliwych gazów i pyłów do atmosfery, a działalność przemysłowa i duża koncentracja ludności powodują wytwarzanie ogromnej ilości odpadów i zanieczyszczenie wód.

Mimo wysokiego stanu zanieczyszczenia środowiska w Polsce obserwuje się zmiany zmierzające do jego poprawy, takie jak:

- wdrażanie nowych i energooszczędnych technologii w zakładach przemysłowych,
- likwidacja zakładów uciążliwych dla środowiska przyrodniczego,
- inwestycje w oczyszczalnie ścieków i sortownie odpadów,
- wzrost nakładów na ochronę środowiska (m.in. na gospodarkę ściekami, ochronę wód i powietrza, nowe technologie spalania paliw oraz niekonwencjonalne źródła energii), w tym także z funduszy unijnych,
- zmiana struktury zużycia energii polegająca na zmniejszeniu zużycia węgla kamiennego i węgla brunatnego na rzecz gazu ziemnego i źródeł odnawialnych (energia wiatrowa, energia słoneczna).

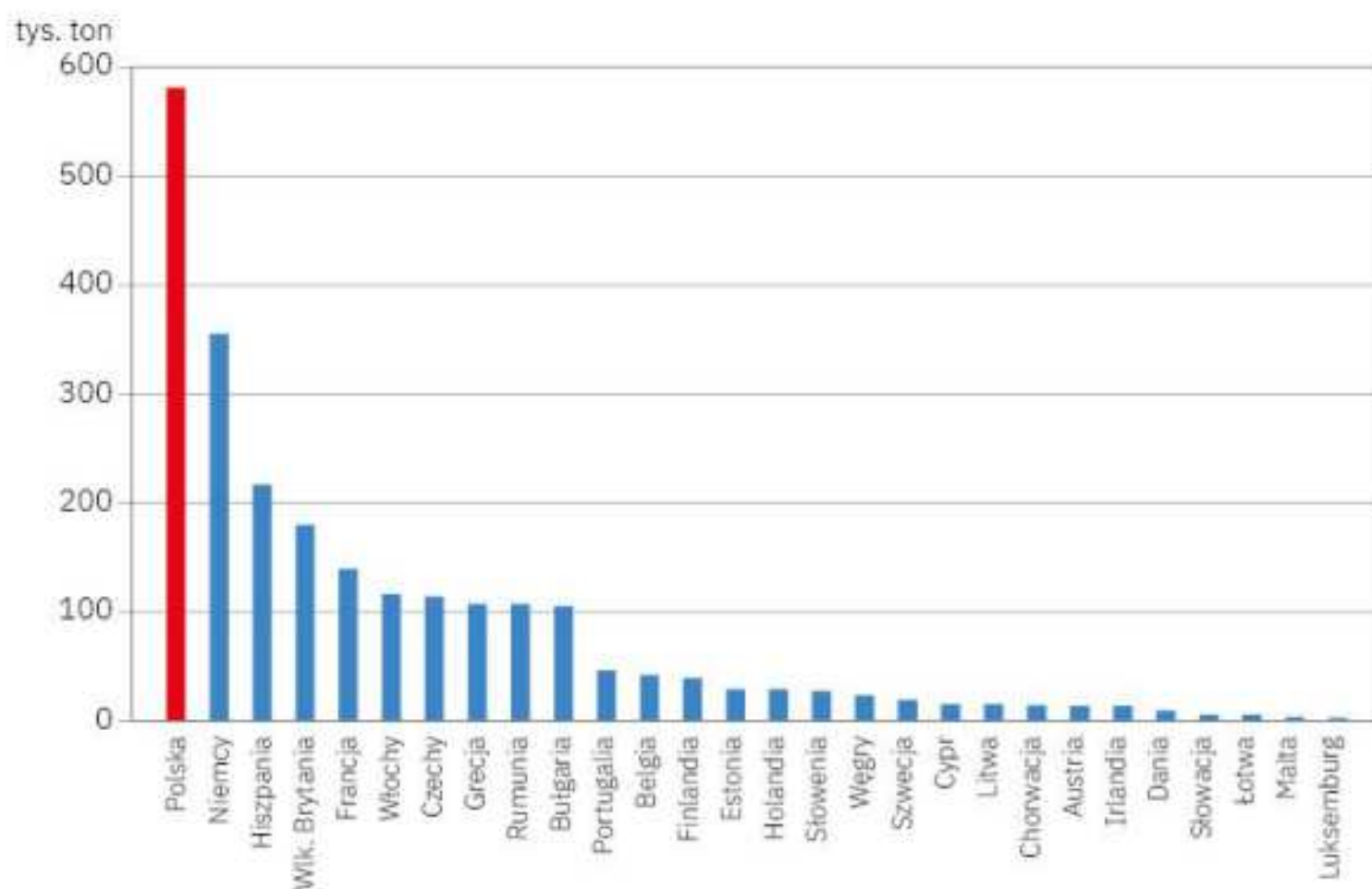
Zanieczyszczenie powietrza

Polska należy do krajów o największym zanieczyszczeniu atmosfery w Europie. Emisja pyłów o średnicy $<10\mu\text{m}$ w Polsce wynosi 259 tys. ton rocznie (dane za 2016 r.), co stawia nasz kraj na pierwszym miejscu w Europie pod względem ilości zanieczyszczeń.



Ryc. VII.5.1. Emisja pyłów PM 10 (o średnicy poniżej 10 mikrometrów) w krajach Unii Europejskiej (w kg na osobę) w 2017 r.

Źródło: dane Eurostatu.



Ryc. VII.5.2. Emisja tlenków siarki w krajach Unii Europejskiej (w tys. ton) w 2016 r.

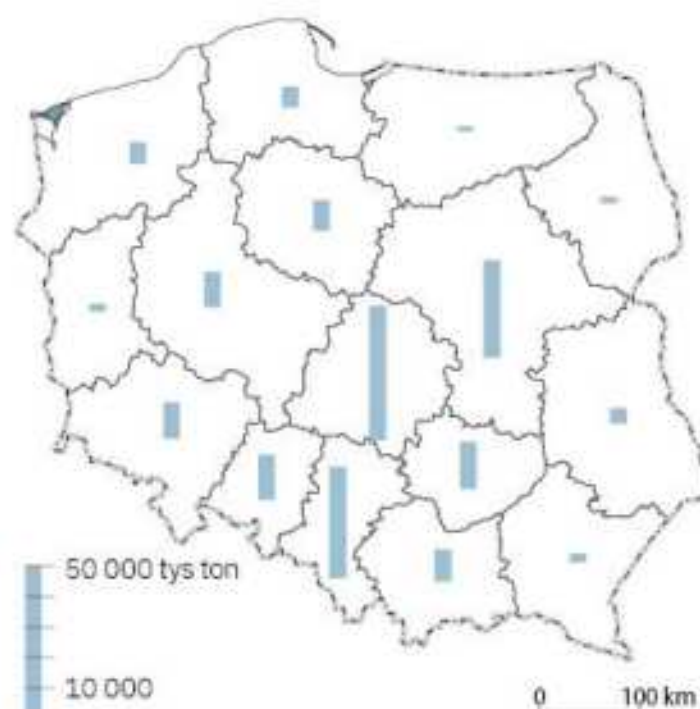
Źródło: dane Eurostatu.

Głównymi źródłami zanieczyszczeń powietrza w Polsce są przemysł (zwłaszcza energetyka oparta głównie na spalaniu węgla), transport oraz kotłownie lokalne i ogrzewanie piecowe budynków mieszkalnych. W wyniku reakcji tlenku siarki i tlenków azotu z parą wodną w atmosferze tworzą się kwaśne deszcze i mgły. Zjawiska te mogą prowadzić do degradacji lasów, zakwaszenia gleb i wody, a nawet niszczenia ścian budowli.

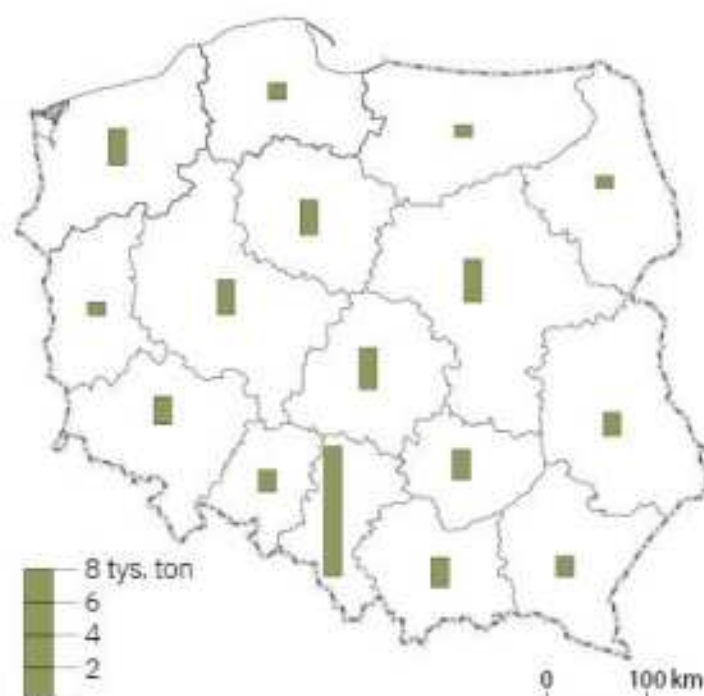
Największa emisja zanieczyszczeń pyłowych występuje w województwie śląskim. Mimo że zajmuje ono 2,1% powierzchni Polski, to emisja pyłów z zakładów uciążliwych dla środowiska wynosi prawie 25% emisji krajowej. Najmniejsza emisja występuje w województwie podlaskim i warmińsko-mazurskim, czyli na obszarach o małej gęstości zaludnienia, na których nie ma wielkich aglomeracji miejsko-przemysłowych.

Województwo śląskie charakteryzuje się również największą emisją zanieczyszczeń gazowych (w tym tlenku siarki, tlenków azotu i tlenku węgla). Udział emisji tych gazów stanowi ponad 50% emisji krajowej. Kolejne miejsca zajmują województwa, których stolicami są wielkie aglomeracje (łódzkie, małopolskie, mazowieckie), oraz województwo świętokrzyskie, w którym wysoka emisja gazów wynika z działania cementowni.

Poważnym problemem dla Polski jest zanieczyszczenie miast pyłem zawieszonym powodującym powstawanie **smogu**, czyli zjawiska atmosferycznego polegającego na zanieczyszczeniu atmosfery w wyniku działalności człowieka w warunkach zamglenia i bezwietrznej pogody. Wysoka zawartość pyłów zawieszonych w powietrzu jest efektem głównie spalania paliw stałych i płynnych w paleniskach do-



Ryc. VII.5.3. Emisja zanieczyszczeń gazowych z zakładów szczególnie uciążliwych według województw w 2018 r. (w tys. t).
Źródło: *Rocznik Statystyczny*, GUS.



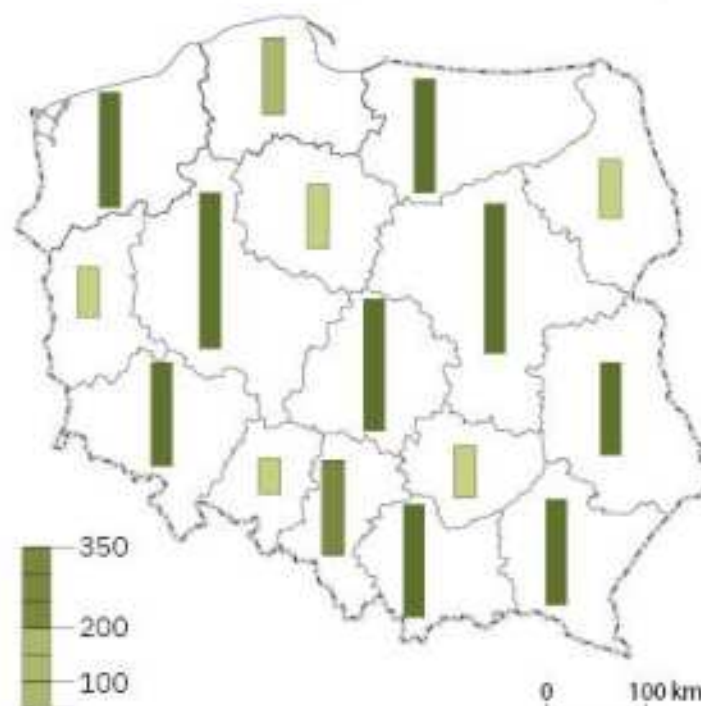
Ryc. VII.5.4. Emisja zanieczyszczeń pyłowych z zakładów szczególnie uciążliwych według województw w 2018 r. (w tys. t).
Źródło: *Rocznik Statystyczny*, GUS.

mowych oraz w transporcie spalinowym. Według danych WHO z 2018 r. na 50 najbardziej zanieczyszczonych pyłem zawieszonym PM_{2.5} miast Unii Europejskiej aż 22 znajdują się w Polsce. Należy jednak stwierdzić, że odnotowano niewielką poprawę, gdyż w 2016 r. w pierwszej pięćdziesiątce najbardziej zanieczyszczonych miast były aż 32 z Polski.

Zanieczyszczenie wód

Najwięcej wody zużywają zakłady przemysłowe, głównie elektrociepłownie (w procesie chłodzenia). Zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych może być powodowane przez ścieki przemysłowe i ścieki komunalne. W ściekach przemysłowych źródłem zanieczyszczeń są najczęściej siarczki i siarczany, kwasy, fenole, siarkowodór, chlor, chlorki i metale ciężkie. Ścieki komunalne pochodzą z gospodarstw domowych, a ich głównym składnikiem są związki organiczne oraz detergenty. Aby zapobiegać zanieczyszczeniu wód ściekami przemysłowymi i komunalnymi, buduje się oczyszczalnie ścieków. W 2017 r. w Polsce funkcjonowało 926 oczyszczalni ścieków (najwięcej w województwie śląskim). Najwydajniejszą oczyszczalnią wśród największych w Polsce była oczyszczalnia w Warszawie.

Na obszarach wiejskich źródłem zanieczyszczeń wód jest rolnictwo, w którym wykorzystuje się nawozy chemiczne czy środki ochrony roślin. Poważnym problemem jest także brak kanalizacji na wsi, powodujący dostawanie się ścieków komunalnych do wód gruntowych, co prowadzi do ich skażenia.



Ryc. VII.5.5. Oczyszczalnie ścieków według województw w 2018 r.

Źródło: Rocznik Statystyczny Województw, GUS.



Ryc. VII.5.6. Zakład oczyszczania ścieków komunalnych Czapka (Warszawa).

Zanieczyszczenie gleb

Głównym źródłem zanieczyszczenia gleb jest niewłaściwa gospodarka rolna, na przykład nadmierne nawożenie czy stosowanie środków ochrony roślin. Do zanieczyszczeń gleb przyczyniają się także toksyczne substancje emitowane z zakładów przemysłowych czy spaliny ze środków transportu. Zanieczyszczenia gleby mogą być wypłukiwane przez wody opadowe i dostawać się do rzek, powodując zanieczyszczenie wód.

Formy ochrony przyrody w Polsce

Aby zapobiec degradacji środowiska przyrodniczego, tworzy się prawne formy ochrony przyrody różniące się stopniem ingerencji człowieka, powierzchnią czy pełnionymi funkcjami. W Polsce kwestie prawne w tym zakresie reguluje ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. W świetle tej ustawy wyróżniamy w Polsce:

- parki narodowe,
- rezerваты przyrody,
- parki krajobrazowe,
- obszary chronionego krajobrazu,
- obszary Natura 2000,
- pomniki przyrody,
- stanowiska dokumentacyjne,
- użytki ekologiczne,
- zespoły przyrodniczo-krajobrazowe,
- ochronę gatunkową roślin, zwierząt i grzybów.

Najwyższą prawną formą ochrony przyrody w Polsce są **parki narodowe**. Obejmują one obszary wyróżniające się cechami przyrodniczymi, naukowymi, społecznymi, kulturowymi i edukacyjnymi o powierzchni przynajmniej 1000 ha, w których ochronie podlegają cała przyroda oraz walory krajobrazowe. Parki Narodowe tworzy się w celu zachowania różnorodności biologicznej, ochrony lub odtworzenia ważnych siedlisk, krajobrazów, elementów przyrody ożywionej i nieożywionej. W parku narodowym wolno poruszać się tylko po wyznaczonych szlakach turystycznych. W Polsce mamy 23 parki narodowe, które zajmują około 1% powierzchni kraju. W ich obrębie wyznacza się obszary ochrony ścisłej, czynnej i krajobrazowej. Na obszarach otaczających tworzy się otulinę parku narodowego. Największym parkiem narodowym w Polsce jest Biebrzański Park Narodowy, obejmujący obszar 592,23 km². Najstarsze są Białowieski Park Narodowy oraz Pieniński Park Narodowy założone w 1932 r. Najmłodszy park narodowy w Polsce, który powstał w 2001 r., nosi nazwę Ujście Warty. Przy parkach narodowych często znajdują się muzea przyrodnicze i ośrodki edukacyjne.

Rezerваты przyrody to obszary o powierzchni nie przekraczającej 500 ha, o szczególnych wartościach przyrodniczych, objęte ochroną. Tworzy się je w celu ochrony naturalnego stanu przyrody, siedlisk roślin i zwierząt, ekosystemów, a także form przyrody nieożywionej. Przedmiotem ochrony może być cała przyroda bądź jej elementy, dlatego wyróżnia się rezerваты leśne, florystyczne, stepowe, torfowiskowe, wodne, krajobrazowe czy przyrody nieożywionej. W Polsce mamy blisko 1500 rezerwatów, które zajmują około 0,5% powierzchni kraju.

Parki krajobrazowe obejmują obszary, na których chronione są wartości przyrodnicze, historyczne i kulturowe oraz walory krajobrazowe. W Polsce w 2018 r. istniały 123 parki krajobrazowe, zajmujące ponad 8% powierzchni Polski. Największy z nich – Park Krajobrazowy Doliny Baryczy – ma powierzchnię 870 km². Najmłodszy jest Park Krajobrazowy Góry Łosiowe utworzony w 2018 r. w północnej części województwa kujawsko-pomorskiego w powiecie grudziądzkim. W parku krajobrazowym dopuszcza się osadnictwo i działalność człowieka zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Obszary chronionego krajobrazu to rozległe tereny charakteryzujące się zróżnicowanymi ekosystemami i mające znaczenie ze względu na możliwości zaspokajania potrzeb w zakresie turystyki. Są to najczęściej otuliny parków narodowych i krajobrazowych.

Natura 2000 stanowi sieć obszarów utworzonych w Unii Europejskiej, których celem jest ochrona siedlisk przyrodniczych oraz gatunków ptaków. Programem tym objęto 18% terenów Unii Europejskiej. W Polsce obszary Natura 2000 zajmują 20% powierzchni.

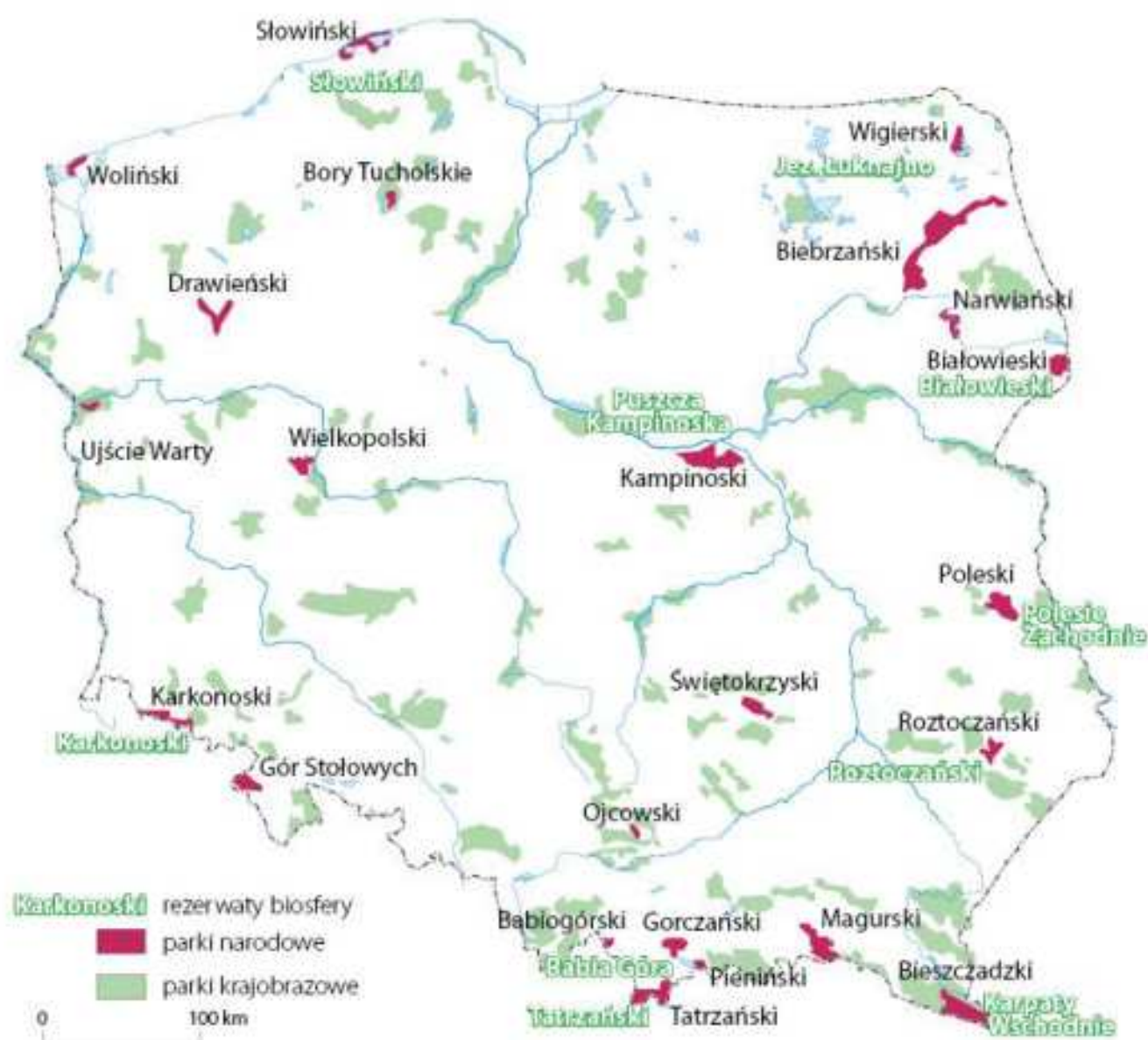
Pozostałe formy ochrony przyrody to formy indywidualne. Obejmują one:

- **pomniki przyrody** (pojedyncze obiekty przyrody ożywionej i nieożywionej, np. drzewa, osobliwe skały) – jest ich w Polsce ponad 36 tys.,
- **stanowiska dokumentacyjne** (ważne z punktu widzenia badań naukowych i walorów dydaktycznych odsłonięcia geologiczne, np. fragmenty obszarów eksploatowanych górniczo, kamieniołomów, wyrobisk czy nieczynnych kopalń),
- **użytki ekologiczne** (pozostałości naturalnych ekosystemów, mających znaczenie dla zachowania rzadko spotykanych gatunków roślin i zwierząt),
- **zespoły przyrodniczo-krajobrazowe** (cenne pod względem estetycznym fragmenty krajobrazu naturalnego lub kulturowego),
- **ochrona gatunkowa**, mająca na celu przetrwanie dziko żyjących gatunków grzybów, roślin i zwierząt oraz ich naturalnych siedlisk. Do chronionych ga-

tunków ssaków zaliczamy w Polsce między innymi kozice, żubry, wilki, rysie i żbiki. Wśród roślin ściślej ochronie podlegają na przykład długosz królewski, widłaczek torfowy, bagnica torfowa, mikołajek nadmorski, brzoza ojcowska, sasanka alpejska, przytulia stepowa, rosiczka, lilia złotogłów, pszonak pieniński czy szarotka alpejska.

W XI wieku Bolesław Chrobry objął ochroną gatunkową bobry, co świadczy, że ochrona ta ma w Polsce długą tradycję.

W ramach UNESCO (ang. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization; czytaj: junajted nejszyns edukejszynal sajentyfik end kalczeral organizejszyn), czyli wyspecjalizowanej organizacji ONZ, w 1995 r. utworzono międzynarodowe rezerваты biosfery obejmujące mozaikę ekosystemów charakterystycznych dla danego kraju. W Polsce wyróżniamy 10 rezerwatów biosfery, a najmłodszym jest rezerwat Bory Tucholskie powstały w 2010 r.



Ryc. VII.5.7. Parki narodowe i krajobrazowe w Polsce.

PYTANIA I POLECENIA

1. Na podstawie dostępnych źródeł informacji oraz wiedzy zdobytej na lekcji omów, jakie działania należy podejmować w celu ochrony środowiska przyrodniczego w Polsce lub wybranym regionie.
2. Uzasadnij potrzebę odejścia od spalania paliw kopalnych na rzecz rozwoju energetyki opartej na odnawialnych źródłach energii.
3. Przygotuj prezentację na temat wybranego parku narodowego w Polsce. Omów w niej walory przyrodnicze podlegające ochronie.
4. Wybierz trzy największe i trzy najmniejsze parki narodowe w Polsce.
 - Do którego z wybranych parków jest najdalej, a do którego – najbliżej z twojego miejsca zamieszkania?
 - Które z wybranych parków znajdują się na terenach górzystych, a które – na terenach nizinnych?
 - Jakie są symbole (logotypy) wybranych parków i co one oznaczają?

Indeks

A

abrazja 129
amplituda temperatury 69
aphelium 48
astenosfera 106
atmosfera 66

B

baza danych 9
białe noce 55
bieg rzeki 124
biosfera 151, 164, 187, 189, 194200

C

ciemna
 energia 36
 materia 36
cieśnina 86
ciśnienie atmosferyczne 60
cyrk 132
czas
 strefowy 55
 uniwersalny 56

D

deflacja 135
delta 125
doba słoneczna 54
doliny rzeczne 123
Droga Mleczna 37
dryf kontynentów 107
dzień polarny 49

E

ekliptyka 49
El Niño 91
epicentrum 114
epifity 153
erozja 118
 boczna 124
 wglębna 124
 wsteczna 124
erupcja 110

F

front
 chłodny 62
 ciepły 62
 zokludowany 63
fronty atmosferyczne 62

G

galaktyka 37
gaz ziemny 174
geoida 46
gleba 144
góry
 fałdowe 117
 lodowe 99
 wulkaniczne 117
 zrębowe 117
gwiazda 37

H

halofity 155
hektopaskal 60
hipocentrum 114
hydrosfera 82

J

jednostka astronomiczna 40
jeziora 182

K

kaldera 112
klasa bonitacyjna 150
klif 129
klimat 73
 kontynentalny 74
 morski 73
 Polski 177
klimatogram 16
komin wulkaniczny 111
komórka
 Ferrela 64
 polarna 64
korazja eoliczna 135
kosa 127
kotły eworsyjne 124

krater 111
kserofity 155

L

łacha rzeczna 125
ładolody 98
laguna 128
lapille 111
lej depresyjny 187
legenda 13
liany 153
lido 128
litosfera 106
lodowce
 górskie 98
 szelfowe 99
lodowiec 96

M

magnetosfera 106
makia 156
mapa 17
margiel 121
meandry 124
meteoroidy 45
meteory 45
meteoryty 45
metoda
 izolinii 23
 kartodiagramu 24
 kartogramu 23
 kropkowa 22
 powierzchniowa 22
 sygnatur 21
 zasięgów 22
mierzeja 127
minerał 137
monsuny 64
morena 132
morze 86

N

Natura 2000 193
nisza abrazyjna 129
Niziny Polski 164
niżówka 181

Niż Środkowoeuropejski 163

O

obserwacje 10
oceany 85
opady
 atmosferyczne 70
orogeneza 116
otoczaki 124

P

pak lodowy 99
park krajobrazowy 195
pedosfera 144
perihelium 48
plan 18
planeta 41
 karłowata 43
planetoidy 44
płaszcz Ziemi 106
Pobrzeża Polski 163
Pojezierza Polski 164
pole firnowe 97
południe słoneczne 54
pomiar 10
pomniki przyrody 193
poziom glebowy 145
pradolina 133
prądy morskie 74, 89
procesy
 endogeniczne 107, 121, 126, 134
 litoralne 126
profil glebowy 145

R

rezerwat przyrody 193
rok świetlny 35
ropa naftowa 172
równonoc 50
rów oceaniczny 109

ruch
 obiegowy 48
 obrotowy 53
rudy metali 173
ryft 108
rzeki 92
 epizodyczne 93
 okresowe 93
rzeźba terenu 20

S

sawanna 154
sedymentacja 139
sieć wodna 182
skała
 mapy 17
 Richtera 114
skały 137
 magmowe 137
 metamorficzne 140
 osadowe 139
skorupa ziemna 104
smog 192
spreading 108
starorzecza 124
stopień geotermiczny 106
subdukcja 109
Sudety 165
sukulenty 154, 155
surowce chemiczne 176

T

tabele 11
tajga 158
teoria
 geocentryczna 45
 heliocentryczna 45
trzęsienie ziemi 114
tundra 158

U

Układ Słoneczny 40

upwelling 91

W

węgiel
 brunatny 171
 kamienny 171
Wielki Wybuch 35
wietrzenie 119
 biologiczne 122
 chemiczne 121
 fizyczne 120
wody
 mineralne 185
 podziemne 186
 termalne 185
wszechocean 85
Wszechświat 34
wulkany 112
wybrzeże
 koralowe 128
 lagunowe 128
 mierzejowo-zalewowe 127
 namorzynowe 128
wydmy 135
wykres
 kołowy 15
 liniowy 14
 słupkowy 14
 statystyczny 13
 złożony 16
wyżówka 181
Wyżyny Polski 166

Z

zalew 127
zbiorniki zaporowe 185
złoża mineralne 140
zmarszczki eoliczne 135
znaki umowne 19
zorza polarna 41
zwietrzelina 119