

# NOWE Oblicza geografii

1

PODRĘCZNIK • LICEUM • TECHNIKUM

ZAKRES ROZSZERZONY

NOWOŚĆ  
EDYCJA 2024

ZMIANY  
W PODSTAWACH  
2024  
 oznaczenia  
usuniętych  
treści

WERSJA DEMONSTRACYJNA

nowa  
era

# NOWE Oblicza geografii

ROMAN MALARZ, MAREK WIĘCKOWSKI, PAWEŁ KROH

**WAŻNE!** Podręcznik demonstracyjny uwzględnia zmiany w podstawie programowej z 12.02.2024, opublikowanej do prekonsultacji. Podręczniki, które trafią do szkół we wrześniu, będą zgodne z ostateczną wersją podstawy programowej.

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

**prof. dr hab. Mirosławy Czerny, dr. Krzysztofa Olszewskiego, dr Izabeli Kraśnickiej.**

Etap edukacyjny: III

Typ szkoły: liceum ogólnokształcące i technikum

Rok dopuszczenia: 2024

**Numer ewidencyjny w wykazie MEN: 1216/1/2024**

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

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

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



© Copyright by Nowa Era Sp. z o.o. 2024

ISBN 978-83-267-5001-4

Konsultacja merytoryczno-dydaktyczna: dr hab. Tomasz Rachwał.

Konsultacja merytoryczna rozdziału II: dr Weronika Śliwa.

Koordynacja prac i redakcja merytoryczna: Jan Niedźwiecki.

Redakcja merytoryczna: Piotr Jaworski, Paweł Przybylski. Redakcja językowa: Anna Lota.

Współpraca redakcyjna: Paulina Rosiak, Agnieszka Szymańska-Pancer.

Autorka *Sposobów na zadania, Zadań analogicznych i Zadań powtórzeniowych*: Violetta Feliniak.

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

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

Opracowanie graficzne: Marek Błoszko, Elżbieta Buczkowska, Ewa Kaletyn, Marcin Kołacz, Aleksandra Misiak, Krzysztof Mrawiński, Marek Nawrocki, Marcin Oleksak, Alicja Skupin-Podwojewska, Zuzanna Sri, Agnieszka Stankiewicz, Aleksandra Szpunar, Sławomir Włodarczyk, Jakub Woliński.

Ilustracje: Ewelina Baran, Elżbieta Buczkowska, Rafał Buczkowski, Marta Długokęcka, Gianluca Giacoppo, Natalia Helman, Wioleta Herczyńska, Ewa Kaletyn, Adam Klodecki, Przemysław Kłosin, Adam Król, Laura Mazewska, Krzysztof Mrawiński, Marek Nawrocki, Marcin Oleksak, Joanna Ptak, Marcin Ptak, Alicja Skupin-Podwojewska, Ewa Sowulewska, Karolina Zaręba.

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

Realizacja projektu graficznego: Mariusz Trzaskalski.

Nowa Era Sp. z o.o.

Aleje Jerozolimskie 146 D, 02-305 Warszawa

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

Centrum Kontaktu: 58 721 48 00

Druk i oprawa: DRUK-SERWIS Sp. z o.o. Ciechanów



# O czym jest podręcznik?

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

Czy wybuchy wulkanów powodują tylko zniszczenia?

Czy korażja to termin geograficzny?

Dlaczego satelity są ważne dla geografii?

## Do czego służą poszczególne elementy podręcznika?

### Ważne na tej lekcji!

Dzięki wyszczególnieniu **głównych zagadnień i umiejętności** będziesz wiedzieć, co w danym temacie jest najważniejsze.

### Krok po kroku

**Samouczki** pozwolą Ci opanować najważniejsze umiejętności geograficzne.

### W Twoim regionie

Te **instrukcje** podpowiadają Ci, jak zdobywać informacje o środowisku geograficznym w Twoim miejscu zamieszkania.

### Czy wiesz, że...

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

### Spojrzenie z bliska

**Opisy zjawisk**, które wystąpiły w konkretnych miejscowościach, nie tylko zilustrują zagadnienia omawiane na lekcji, lecz także pomogą Ci zrozumieć istotne związki przyczynowo-skutkowe.

### Zadania

Wykonanie **polecen** umieszczonego na końcu tematu pozwoli Ci utrwalic zdobytą wiedzę. Gwiazdką (\*) oznaczono zadania o wyższym stopniu trudności.



WIESZ, UMIESZ, ZDASZ

## Podsumowanie

Na tych stronach znajdziesz syntetyczne **zestawienie kluczowych wiadomości** z każdego działu podręcznika.

## Sposób na zadania

**Wskaźówki i komentarze** ułatwiają Ci rozwiązywanie zadań i formułowanie odpowiedzi dostosowanych do konkretnych poleceń.

## Zadanie analogiczne

Pozwoli Ci sprawdzić, czy potrafisz **samodzielnie rozwiązać** zadanie podobne do przedstawionego w *Sposobie na zadania*.

## Zadania powtórzeniowe

Dzięki nim przećwiczysz rozwiązywanie różnych typów zadań.

## Interakcje

W tym elemencie **opisano współzależności** między komponentami środowiska geograficznego.



# Spis treści

Wprowadzenie .....	5
<b>► I. Obraz Ziemi</b>	
1. Źródła informacji geograficznej .....	8
2. Metody badań geograficznych .....	12
3. Mapa jako obraz Ziemi .....	17
4. Metody prezentowania informacji na mapach ..	23
5. Jak czytać mapę? .....	27
6. Systemy informacji geograficznej .....	34
Podsumowanie .....	41
Sposób na zadania .....	45
Zadanie analogiczne .....	46
Zadania powtórzeniowe .....	46
<b>► II. Ziemia we wszechświecie</b>	
1. Wszechświat .....	50
2. Budowa Układu Słonecznego .....	56
3. Ruch obrotowy Ziemi .....	64
4. Czas na Ziemi .....	69
5. Ruch obiegowy Ziemi .....	74
Podsumowanie .....	82
Sposób na zadania .....	85
Zadanie analogiczne .....	86
Zadania powtórzeniowe .....	86
<b>► III. Atmosfera</b>	
1. Skład i budowa atmosfery .....	90
2. Temperatura powietrza .....	95
3. Ciśnienie atmosferyczne. Cyrkulacja atmosferyczna .....	103
4. Opady atmosferyczne. Fronty atmosferyczne ..	111
5. Prognozowanie pogody. Ekstremalne zjawiska pogodowe .....	119
6. Czynniki klimatotwórcze .....	124
7. Klimaty kuli ziemskiej .....	128
Podsumowanie .....	135
Sposób na zadania .....	139
Zadanie analogiczne .....	140
Zadania powtórzeniowe .....	140
<b>► IV. Hydrosfera</b>	
1. Zasoby wodne Ziemi. Oceany i morza .....	144
2. Dynamika mórz i oceanów .....	150
3. Sieć rzeczna .....	156
4. Jeziora .....	162
5. Lodowce górskie i lądolody .....	168
6. Wody podziemne .....	173
Podsumowanie .....	181
Sposób na zadania .....	185
Zadanie analogiczne .....	186
Zadania powtórzeniowe .....	186
<b>► V. Wnętrze Ziemi. Procesy endogeniczne</b>	
1. Budowa wnętrza Ziemi .....	190
2. Mineraty i skały .....	193
3. Tektonika płyt litosfery .....	201
4. Ruchy górotwórcze .....	207
5. Plutonizm i wulkanizm .....	212
6. Trzęsienia ziemi, ruchy epejrogeniczne i izostatyczne .....	219
7. Wielkie formy ukształtowania lądów i dna oceanicznego .....	223
8. Odtwarzanie i datowanie dziejów Ziemi ....	227
9. Kronika dziejów Ziemi .....	233
Podsumowanie .....	237
Sposób na zadania .....	241
Zadanie analogiczne .....	242
Zadania powtórzeniowe .....	242
<b>► VI. Procesy egzogeniczne</b>	
1. Wietrzenie skał .....	246
2. Ruchy masowe .....	250
3. Procesy krasowe .....	255
4. Rzeźbotwórcza działalność rzek .....	260
5. Rzeźbotwórcza działalność lodowców górskich i lądolodów .....	266
6. Rzeźbotwórcza działalność morza .....	273
7. Rzeźbotwórcza działalność wiatru .....	281
Podsumowanie .....	287
Sposób na zadania .....	291
Zadanie analogiczne .....	292
Zadania powtórzeniowe .....	292
<b>► VII. Pedosfera i biosfera</b>	
1. Powstawanie gleb .....	296
2. Typy genetyczne gleb .....	299
3. Strefy roślinne .....	305
Podsumowanie .....	312
Sposób na zadania .....	315
Zadanie analogiczne .....	316
Zadania powtórzeniowe .....	316
Interakcje .....	320
Warsztaty terenowe .....	328
Rozwiąż samodzielnie – klucz odpowiedzi ...	334
Zadania analogiczne i powtórzeniowe – klucz odpowiedzi .....	335
Dane statystyczne .....	337
Indeks .....	347

# II. Ziemia we wszechświecie

1. Wszechświat
2. Budowa Układu Słonecznego
3. Ruch obrotowy Ziemi
4. Czas na Ziemi
5. Ruch obiegowy Ziemi





# 1

# Wszechświat

## Ważne na tej lekcji!

- obecne i dawne poglądy na temat budowy wszechświata
- stan wiedzy o wszechświecie, znaczenie współczesnych metod badań kosmicznych i osiągnięcia naukowców w poznawaniu wszechświata
- gwiazdozbiory nieba północnego

Czym jest wszechświat? Kiedy i w jaki sposób powstał? Jaką ma wielkość? Czy poza Ziemią istnieje życie? Mimo że uczeni i naukowcy próbują odpowiedzieć na te i inne pytania od wieków, wiele tajemnic natury wciąż pozostaje niewyjaśnionych. Dzięki nieustannemu rozwojowi nauki i technologii wiedza o wszechświecie jest jednak coraz większa.

## Dawne teorie na temat budowy wszechświata

Pierwsze teorie na temat budowy i powstania wszechświata (kosmosu) formułowano na podstawie obserwacji nieba oraz ciał niebieskich widocznych na nim gołym okiem. Starożytni astronomowie uważali, że Ziemia leży w centrum wszechświata i jest nieruchoma, a Słońce i inne ciała niebieskie krążą wokół niej. Wierzyli też, że granice kosmosu wyznacza sfera, na której znajdują się wszystkie gwiazdy. Była

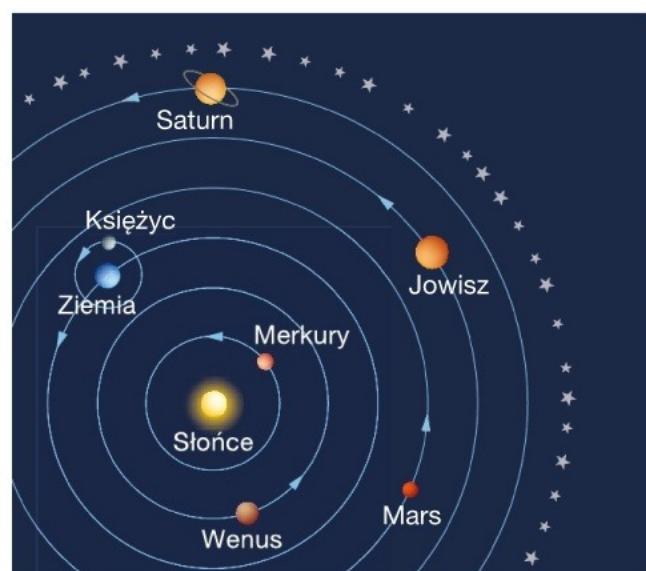
to **geocentryczna teoria** budowy wszechświata. Przełomowa zmiana w tych poglądach nastąpiła dzięki badaniom **Mikołaja Kopernika**. Polski uczony doprowadził do zmiany myślenia o miejscu Ziemi we wszechświecie. W 1543 r. sformułował **teorię heliocentryczną** mówiącą o tym, że Słońce leży w centrum wszechświata, a wokół niego krążą Ziemia i inne znane wówczas planety. Różnice między geocentrycznym a heliocentrycznym modelem wszechświata widać na poniższych ilustracjach.

## Współczesne poglądy na temat budowy wszechświata

Obecnie wiadomo, że we wszechświecie znajdują się niezliczone planety, gwiazdy i inne ciała niebieskie należące do bilionów galaktyk. **Galaktyki** to ogromne skupiska gwiazd i materii międzygwiazdowej poruszające się wokół wspólnego środka masy. Nie są one rozmieszczone



Geocentryczny model wszechświata.



Heliocentryczny model wszechświata.



równomiernie, lecz tworzą małe grupy lub większe gromady, które wchodzą z koleją w skład supergromad galaktyk. Te powiązania przedstawiono poniżej na przykładzie Drogi Mlecznej.

Co ciekawe, współczesne poglądy na temat budowy wszechświata zakładają, że **materia emitująca światło**, czyli taka, którą można obserwować bezpośrednio, stanowi jedynie ok. 5% masy wszechświata. Tak więc składa się on przede wszystkim z **ciemnej materii i ciemnej energii**, które są niewidoczne, jednak na ich

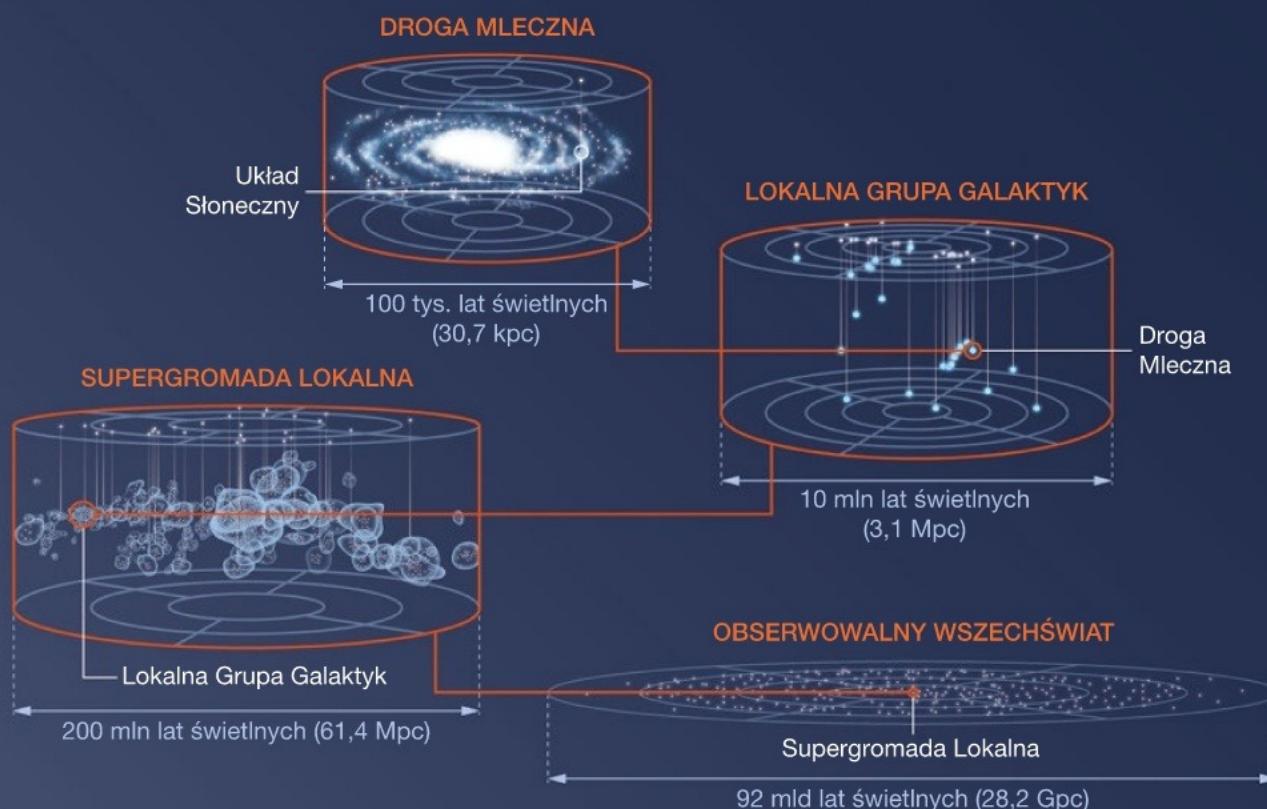
istnienie wskazują badania ruchu galaktyk oraz obserwacje rozszerzania się wszechświata.

### ■ Powstanie wszechświata

Współcześnie uważa się, że wszechświat powstał ok. 13,8 mld lat temu. Według **teorii Wielkiego Wybuchu** (ang. *Big Bang Theory*) materia i energia były początkowo skoncentrowane w jednym punkcie o ogromnej gęstości, a następnie zaczęły się rozszerzać. Ten proces trwa do dziś.

## Droga Mleczna w strukturze wszechświata

Droga Mleczna to galaktyka, w której znajduje się Układ Słoneczny. Jest ona jedną z co najmniej 2 bln galaktyk w obserwowalnym wszechświecie. Składa się z niemal 400 mld gwiazd.



Jednostki wykorzystywane w astronomii:

- **jednostka astronomiczna** (ang. *Astronomical Unit*, w skrócie **AU**) – średnia odległość Ziemi od Słońca, czyli 149 597 870 km;

- **rok świetlny** – odległość przebyta przez światło w próżni w ciągu roku; jeden rok świetlny jest równy 63 241 AU;

- **parsek (pc)** – największa z jednostek miary stosowanych w astronomii; 1 pc = 3,26 roku świetlnego, czyli 206 265 AU.

? Sprawdź w dodatkowych źródłach, jaka odległość dzieli Ziemię od najbliższej gwiazdy (poza Słońcem).



# Poznawanie wszechświata

Wszechświat fascynował ludzi od wieków, jednak aż do wynalezienia teleskopu jego poznawanie ograniczało się do obserwacji gołym okiem i wykonywania na ich podstawie różnych obliczeń. Nieustanny rozwój technologiczny pozwala naukowcom zaglądać w coraz odleglejsze zakątki wszechświata i daje ludzkości nadzieję na odkrywanie jego kolejnych tajemnic.

**II w. p.n.e.**

Hipparch tworzy pierwszy katalog gwiazd.



**1543 r.**

Mikołaj Kopernik przedstawia heliocentryczną wizję wszechświata.

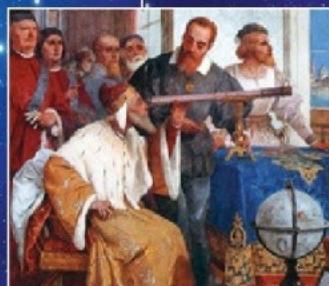


**XVII w.**

Jan Heweliusz sporządza mapy Księżyca, opisuje ok. 400 komet i opracowuje atlas nieba.

**II w. n.e.**

Klaudiusz Ptolemeusz opisuje geocentryczną teorię budowy wszechświata.



**1687 r.**

Isaac Newton ogłasza teorię grawitacji.



**1609–1619**

Jan Kepler formułuje trzy prawa opisujące ruch planet wokół Słońca.

**Początek XVII w.**  
Galileusz odkrywa m.in. plamy na Słońcu, pierścienie Saturna i cztery księżyce Jowisza.

**1905 r., 1916 r.**  
Albert Einstein ogłasza kolejno szczególną i ogólną teorię względności.

## Metody badań i eksploracji kosmosu



**Teleskopy optyczne**  
Dzięki powiększającym soczewkom lub zwierciadłom pozwalały obserwować odległe ciała niebieskie.



**Radioteleskopy**  
Umożliwiają obserwację obiektów, których nie widać gołym okiem, ale które wysyłają fale radiowe.



**Badania meteorytów**  
Pozwalają określić właściwości fizyczne oraz skład chemiczny pozaziemskich skał i minerałów.



**Stacje kosmiczne**  
Statki załogowe, które są wynoszone na orbitę ziemską. Prowadzone w nich badania trwają wiele lat.



## Kosmiczne technologie

Badania wszechświata wymagają najbardziej zaawansowanych technologii, specjalistycznej wiedzy oraz szczególnych umiejętności. Wszystkie urządzenia muszą być niezwykle czułe i niezawodne, ponieważ misje załogowe i bezzałogowe odbywają się w ekstremalnych warunkach. Dużym utrudnieniem jest też fakt, że większość działań w przestrzeni kosmicznej prowadzi się zdalnie.

Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba od 2022 r. bada najdalsze (czyli najstarsze) obszary wszechświata. To precyzyjne urządzenie przetransportowano złożone na odległość 1,5 mln km od Ziemi i uruchomiono zdalnie.

**1929 r.**

Edwin Powell Hubble odkrywa zjawisko rozszerzania się wszechświata.

**1961 r.**

Jurij Gagarin jako pierwszy człowiek ląduje w kosmosie.

**1976 r.**

Do powierzchni Marsa docierają lądowniki Viking 1 i Viking 2 – pierwsze, których misja zakończyła się powodzeniem.

**2014 r.**

Lądownik Philae zostaje osadzony na jądrze komety.

**1957 r.**

Pierwszy sztuczny satelita – Sputnik 1 – zostaje wyniesiony na orbitęokoziemską.

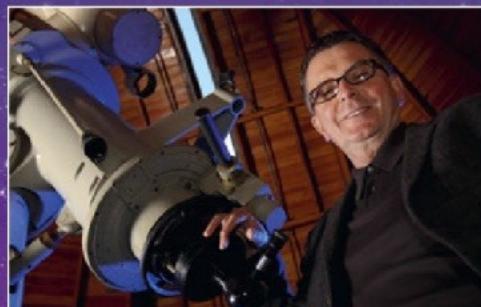


**1969 r.**

Neil Armstrong jako pierwszy staje na powierzchni Księżyca.

**1992 r.**

Aleksander Wolszczan odkrywa pierwsze planety spoza Układu Słonecznego.



### Sondy

Bezzałogowe statki kosmiczne, które zwykle są wysyłane w bardziej oddalone od Ziemi rejony Układu Słonecznego.

### Sztuczne satelity

Bezzałogowe statki kosmiczne umieszczane na orbitach planet oraz mniejszych ciał niebieskich. Umożliwiają długoterminowe obserwacje i pomiary.

### Lądowniki i łaziki

Części sond lub statków kosmicznych umożliwiające prowadzenie badań na powierzchni różnych ciał niebieskich.

### Misje załogowe

Pozwalają przeprowadzić eksperymenty naukowe niemożliwe do wykonania na Ziemi. Dzięki nim zbadano też bezpośrednio powierzchnię Księżyca.



## ❖ ■ Znaczenie badań kosmicznych

Mimo że badania wszechświata i loty w kosmos są bardzo kosztowne, przynoszą wiele korzyści. Zalicza się do nich np.:

- ▶ powstanie i rozwój GPS,
- ▶ ułatwienia w tworzeniu map,
- ▶ możliwość dokładniejszego prognozowania pogody i ostrzegania przed ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi (np. tornadami),
- ▶ zdalne badanie środowiska Ziemi.

Badania wszechświata wynikają także z ludzkiej ciekawości oraz potrzeby zrozumienia procesów zachodzących w środowisku przyrodniczym. Wiele osób ma nadzieję, że badania kosmosu pozwolą odpowiedzieć na pytania dotyczące pochodzenia życia albo sformułować teorię opisującą wszystkie zjawiska fizyczne. Ludzie obserwują wszechświat również ze względu na jego piękno. Niektóre spośród obiektów budzących zachwyty przedstawiono poniżej.

## ❖ Piękno wszechświata

Współczesne metody badań kosmicznych pozwalają odkrywać kolejne ciała niebieskie oraz poznawać procesy zachodzące w odległych galaktykach. Statki, sondy kosmiczne i teleskopy wykonują fotografie planet, gwiazd, galaktyk oraz innych obiektów. Można na nich dostrzec piękno i harmonię wszechświata.



Większość znanych galaktyk to galaktyki spiralne, mające kształt dysku z odchodzącymi od środka ramionami. Przykładem takiej galaktyki jest galaktyka Wiatraczek.

Dzięki ogromnej czułości Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba astronomowie mogli sfotografować niesamowite zjawisko: łączenie się galaktyk oddalonych od Ziemi o 500 mln lat świetlnych.

Mgławice to obłoki gazu i pyłu międzygwiazdowego. Jednym z najbardziej znanych obiektów tego typu są Filary Stworzenia – gigantyczne słupy gazu i pyłu w mgławicy Orzeł.

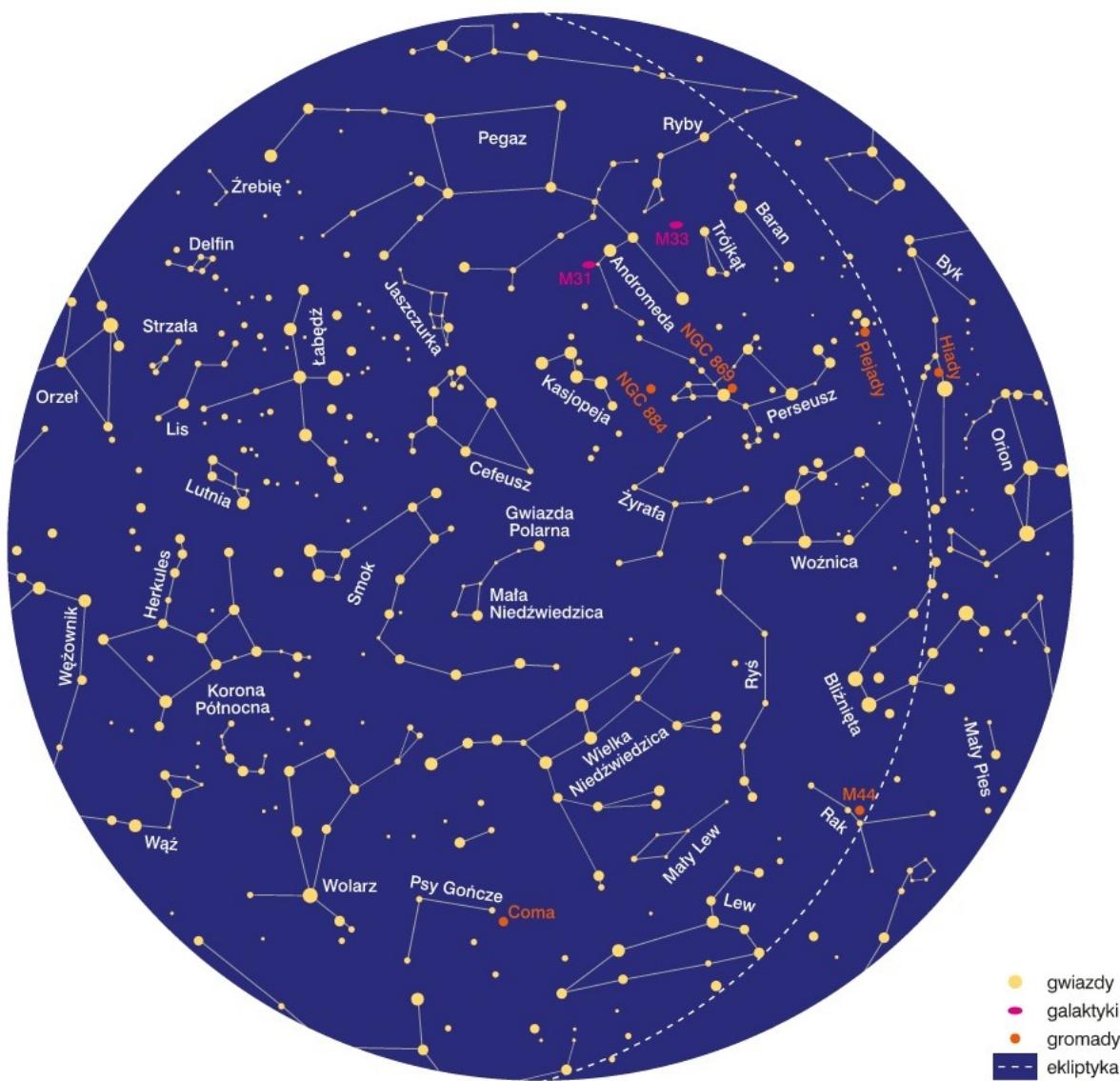


Z kosmosu można zobaczyć Ziemię w całej okazałości. Ze względu na kolor oceanów nazywa się ją często błękitną planetą.



## Gwiazdozbiory nieba północnego

Międzynarodowa Unia Astronomiczna podzieliła sferę niebieską na 88 gwiazdozbiorów – grup gwiazd zajmujących pewien obszar nieba. Z terytorium naszego kraju można oglądać głównie gwiazdozbiory nieba północnego. Aby je rozpoznać, warto zlokalizować wyróżniające się gwiazdy, np. Gwiazdę Polarną (widoczną niemal dokładnie na północy).



?

Odszukaj na mapie sześć gwiazdozbiorów zodiakalnych. Sprawdź w dodatkowych źródłach wiedzy, czym jest zodiak, a następnie podaj wspólną cechę położenia wskazanych gwiazdozbiorów.

Zadania

1. Porównaj teorię heliocentryczną z teorią geocentryczną. Zapisz wnioski w zeszycie.
  2. Podaj przykłady osiągnięć polskich naukowców w poznawaniu wszechświata.
  3. Wymień pięć gwiazdozbiorów nieba północnego.
  4. Wyjaśnij, jak informacje uzyskiwane dzięki badaniom kosmicznym wpływają na codzienne życie ludzi.

## Ważne na tej lekcji!

- cechy i następstwa ruchu obiegowego Ziemi
- obliczanie wysokości górowania Słońca w dniach równonocy i przesilen
- obliczanie szerokości geograficznej

Obrót wokół własnej osi nie jest jedynym ruchem wykonywanym przez naszą planetę. Krąży ona także wokół Słońca. Ten ruch ma wiele ważnych konsekwencji. Należą do nich m.in. występowanie pór roku oraz zmiana długości dni i nocy.

### Cechy ruchu obiegowego Ziemi

Ziemia okrąża Słońce po orbicie w kształcie **elipsy**. Na ilustracji zamieszczonej poniżej widać, że Słońce nie znajduje się w środku elipsy, lecz w jednym z jej ognisk, a odległość dzieląca je od naszej planety zmienia się w ciągu roku. Punkt orbity, w którym ta odległość jest najmniejsza, nosi nazwę **peryhelium**. Z kolei punkt, w którym Ziemia znajduje się najdalej od Słońca, to **aphelium**.

Jeden obieg Ziemi dookoła Słońca trwa **rok**. Można go określić jako czas, po którym Ziemia:

- osiąga to samo położenie na orbicie – rok zwrotnikowy (365 dni, 5 godzin, 48 minut i 46 sekund),
- wraca do miejsca, z którego Słońce jest widoczne w tym samym położeniu względem odległych gwiazd – rok gwiazdowy (365 dni, 6 godzin, 9 minut i 10 sekund).

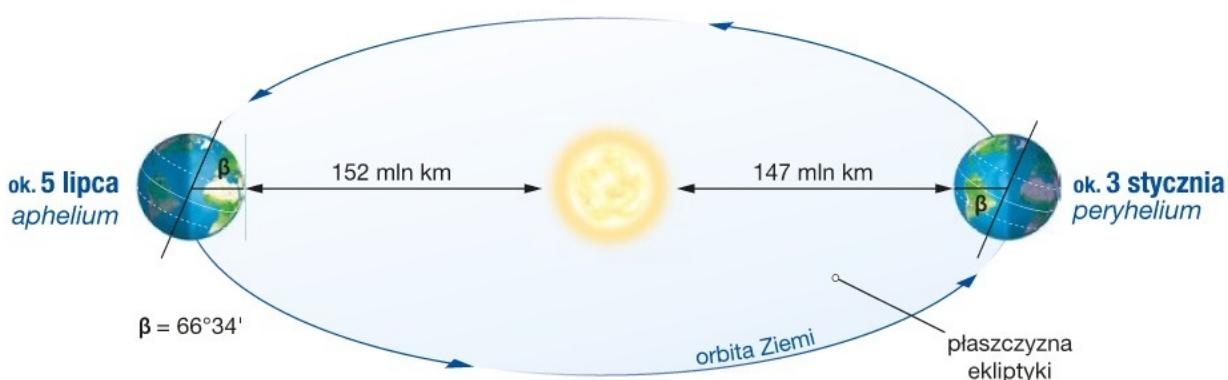
Analiza położenia Słońca na tle gwiazd w ciągu roku pozwala stwierdzić, że przesuwa się ono na sferze niebieskiej po okręgu. Tę pozorną drogę Słońca po niebie nazywa się **ekliptyką**. W płaszczyźnie ekliptyki odbywa się ruch obiegowy Ziemi. Oś ziemska jest ustawiona względem płaszczyzny ekliptyki pod kątem  $66^{\circ}34'$ . To powoduje, że płaszczyzna ziemskiego równika nie pokrywa się z płaszczyzną ekliptyki, lecz tworzy z nią kąt  $23^{\circ}26'$  ( $90^{\circ} - 66^{\circ}34'$ ).

### Następstwa ruchu obiegowego Ziemi

Ruch obiegowy Ziemi i nachylenie osi ziemskiej względem płaszczyzny ekliptyki wywołują kilka ważnych konsekwencji. Należą do nich:

- występowanie astronomicznych pór roku,
- zmiana miejsca wschodu i zachodu Słońca w ciągu roku,
- zmiana długości pozornej wędówki Słońca nad horyzontem,
- zmiana długości dnia i nocy,
- zmiana wysokości górowania Słońca nad horyzontem,
- występowanie stref oświetlenia Ziemi.

Te następstwa omówiono na s. 75–78.



Różnica między najmniejszą a największą odlegością Ziemi od Słońca jest względnie mała. Dlatego nie wpływa znacząco na ilość promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni naszej planety.

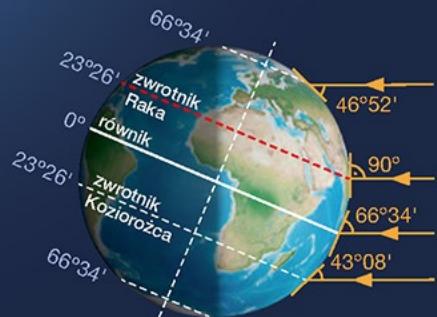
# Astronomiczne pory roku

Wyróżnia się cztery astronomiczne pory roku: wiosnę, lato, jesień i zimę. Są to okresy, w których Słońce przemierza kolejne dziewięćdziesięciostopniowe łuki ekiptyki między czterema charakterystycznymi jej punktami. W tych punktach promienie słoneczne padają pionowo na równik (równonoc), zwrotnik Raka (przesilenie letnie) lub zwrotnik Koziorożca (przesilenie zimowe).



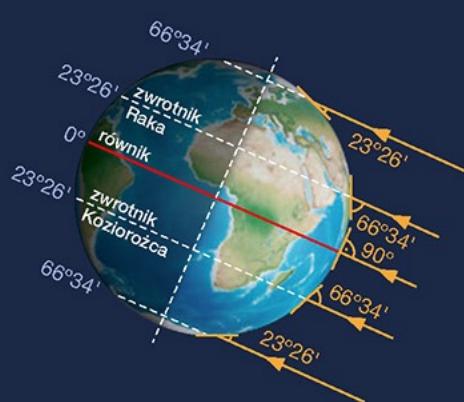
## Przesilenie letnie (21 czerwca\*)

W południe słoneczne Słońce góruje w zenicie (czyli pod kątem  $90^\circ$ ) na zwrotniku Raka. Na półkuli północnej dzień trwa wtedy najdłużej, a noc – najkrócej w roku. Rozpoczyna się tam lato. Za kołem podbiegunowym północnym panuje dzień polarny (Słońce nie zachodzi przez co najmniej 24 godziny). Tego dnia na półkuli południowej zaczyna się zima.



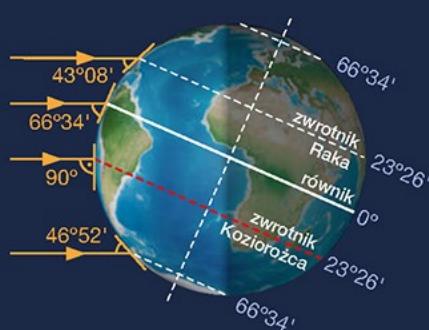
## Równonoc wiosenna (20 marca\*) i równonoc jesienna (22 września\*)

W południe słoneczne Słońce góruje w zenicie na równiku. Na całej kuli ziemskiej dzień i noc trwają po 12 godzin. 20 marca na półkuli północnej rozpoczyna się wiosna, a na półkuli południowej – jesień. W okolicach bieguna północnego zaczyna się wtedy dzień polarny, z kolei w okolicach bieguna południowego – noc polarna. 22 września na półkuli północnej rozpoczyna się jesień, na półkuli południowej zaś – wiosna. W okolicach bieguna północnego zaczyna się noc polarna, a w okolicach bieguna południowego – dzień polarny.



## Przesilenie zimowe (21 grudnia\*)

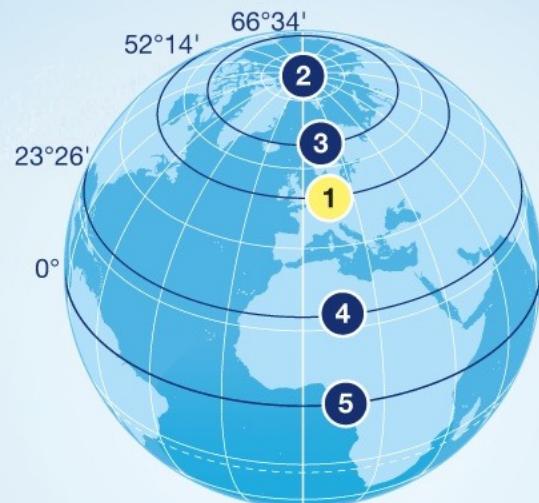
W południe słoneczne Słońce góruje w zenicie na zwrotniku Koziorożca. Na półkuli północnej dzień trwa wtedy najkrócej, a noc – najdłużej w roku. Rozpoczyna się tam zima. Za kołem podbiegunowym północnym panuje noc polarna. Tego dnia na półkuli południowej rozpoczyna się lato.



\* Przesilenia i równonocce mogą nastąpić dzień wcześniej lub dzień później od podanych dat.

# Zmiany pozornej wędrówki Słońca nad horyzontem w ciągu roku

Ruch obrotowy Ziemi powoduje, że w ciągu dnia można obserwować pozorną wędrówkę Słońca po sklepieniu niebieskim. Z kolei ruch obiegowy Ziemi sprawia, że trasa tej wędrówki w poszczególnych porach roku jest inna.



## Parametry zmieniające się w ciągu roku



długość pozornej wędrówki Słońca nad horyzontem



wysokość górowania Słońca nad horyzontem



miejsce wschodu i zachodu Słońca



długość trwania dnia i nocy

## Zmiany pozornej wędrówki Słońca nad horyzontem na przykładzie Warszawy

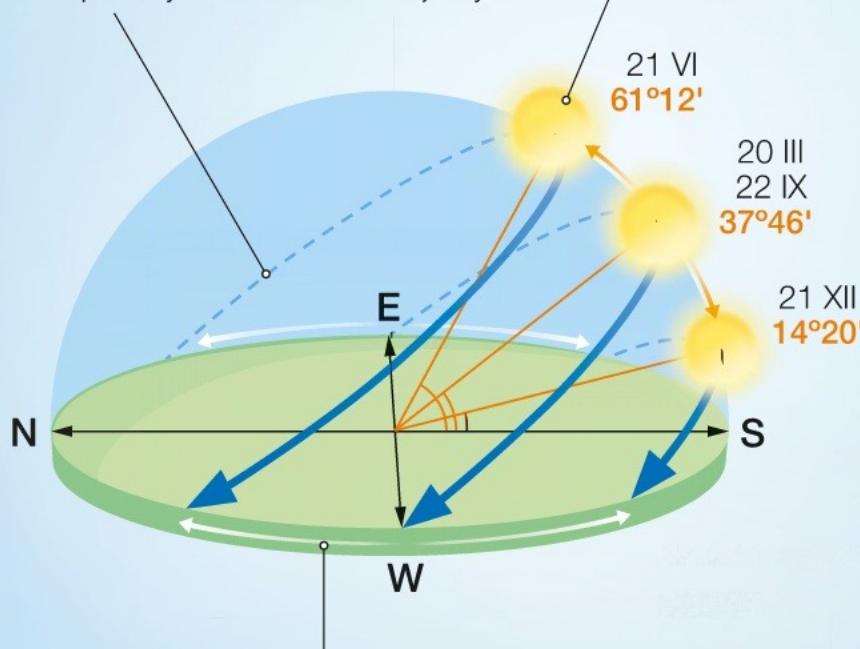
- 1 Na równoleżniku, na którym leży Warszawa, Słońce nigdy nie góruje w zenicie. Nie występują na nim również dni i noce polarne.



Wędrówka Słońca nad horyzontem najdłużej trwa w pierwszym dniu astronomicznego lata, a najkrócej – w pierwszym dniu astronomicznej zimy.



Słońce góruje najwyższej nad horyzontem w dniu przesilenia letniego, najniżej zaś – w dniu przesilenia zimowego.



W dniach równonocy wschód Słońca następuje dokładnie na wschodzie, a zachód – dokładnie na zachodzie. Wiosną i latem Słońce wschodzi i zachodzi bliżej północy, z kolei jesienią i zimą – bliżej południa.

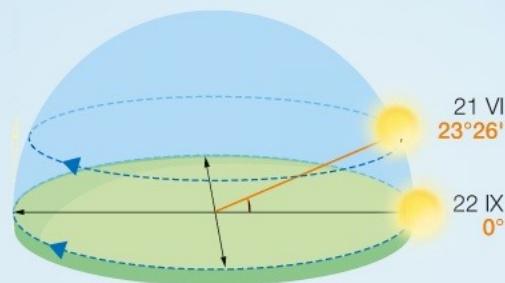


Najdłuższy jest pierwszy dzień astronomicznego lata, a najkrótszy – pierwszy dzień astronomicznej zimy. W dniach równonocy dzień i noc trwają dokładnie po 12 godzin.

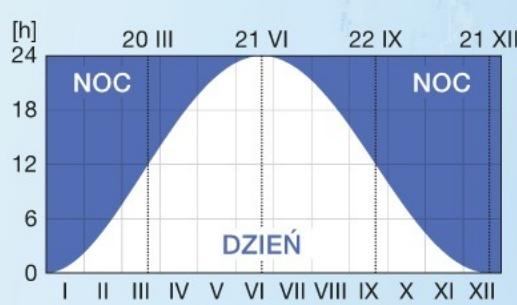
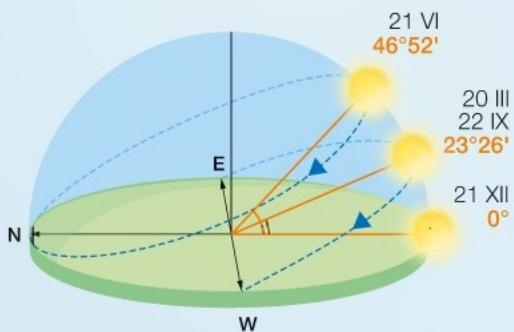


## Zmiany pozornej wędrówki Słońca w różnych szerokościach geograficznych

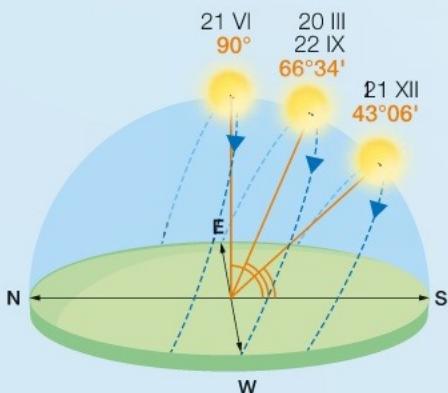
- 2 Na biegunie północnym dzień polarny i noc polarna trwają po pół roku.



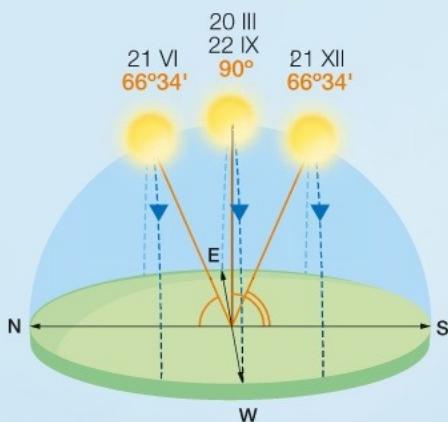
- 3 Na kole podbiegunowym północnym w dniu przesilenia zimowego Słońce góruje dokładnie na linii horyzontu. Podczas przesilenia letniego przez jedną dobę trwa dzień polarny.



- 4 Na zwrotniku Raka Słońce góruje w zenicie raz w roku. Dzieje się tak w pierwszym dniu astronomicznego lata.



- 5 Na równiku Słońce góruje w zenicie dwa razy w roku (w dniach równonocy). Na tym równoleżniku Słońce wschodzi i zachodzi zawsze o tej samej porze, a dzień i noc trwają dokładnie po 12 godzin.



## ■ Strefy oświetlenia Ziemi

Ruch obiegowy Ziemi powoduje, że w ciągu roku zmienia się jej oświetlenie. Wyróżnia się **pięć stref oświetlenia Ziemi**:

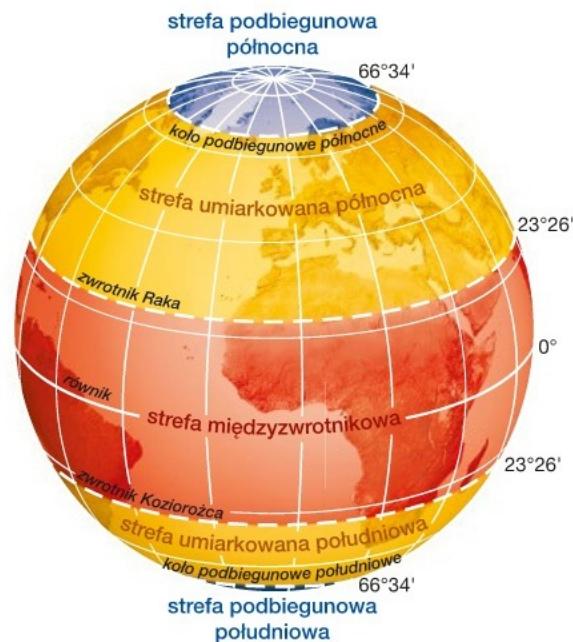
- ▶ jedną strefę międzylotnikową,
- ▶ dwie strefy umiarkowane,
- ▶ dwie strefy podbiegunowe.

**Strefa międzylotnikowa** obejmuje obszar między zwrotnikiem Raka a zwrotnikiem Koziorożca. Tylko w niej Słońce góruje w zenicie. Następuje to dwa razy w roku, a na zwrotnikach – raz w roku. Długość dnia w strefie międzylotnikowej zmienia się nieznacznie. Najdłuższy dzień trwa ok. 13,5 godziny, a najkrótszy – ok. 10,5 godziny.

**Strefy umiarkowane** rozciągają się między zwrotnikami a kołami podbiegunowymi. Wysokość górowania Słońca w danym dniu zmniejsza się w nich od zwrotników w kierunku kół podbiegunowych.

**Strefy podbiegunowe** znajdują się między kołami podbiegunowymi a biegunami. W tych strefach występują zjawiska dnia polarnego i nocy polarnej. W miarę zbliżania się do biegunów dni i noce polarne stają się coraz dłuższe. Na biegunach trwają one po pół roku.

Strefowość oświetlenia wyraźnie wpływa na środowisko przyrodnicze naszej planety, m.in. decyduje o występowaniu stref klimatyczno-roślinno-glebowych (→ strefy roślinne na Ziemi, s. 306). Ponadto przesuwanie się obszaru o zenitalnym kącie padania promieni słonecznych



Strefy oświetlenia Ziemi.

w ciągu roku powoduje, że zmienia się położenie równikowej strefy obniżonego ciśnienia (→ globalna cyrkulacja atmosfery, s. 106).

## ■ Obliczanie wysokości górowania Słońca nad horyzontem oraz szerokości geograficznej

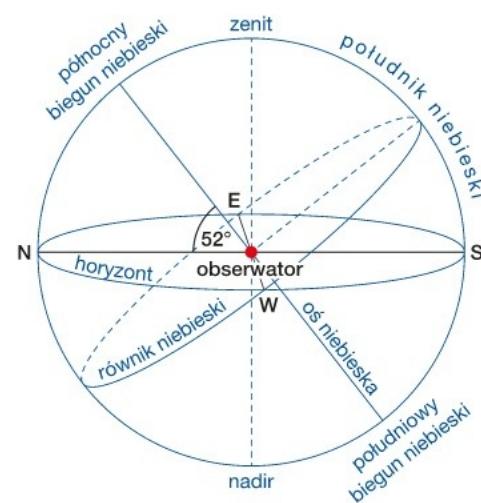
Istnieje kilka metod obliczania wysokości górowania Słońca nad horyzontem w dniach równonocy i przesileń. W geografii najczęściej stosuje się wzory zamieszczone w poniżej tabeli. Przykładowe obliczenia z ich wykorzystaniem zaprezentowano w samouczku na s. 79 (metoda I). Astronomowie do obliczania wysokości górowania Słońca nad horyzontem wykorzystują kolej-

### Wzory na obliczanie wysokości górowania Słońca w dniach równonocy i przesileń

Równonoc	Przesilenie letnie	Przesilenie zimowe
$h = 90^\circ - \varphi$	$h = 90^\circ - \varphi + 23^\circ 26'$ <i>zwrotnik Raka</i> $h = 90^\circ - 23^\circ 26' + \varphi$ <i>równik</i> $h = 90^\circ - \varphi - 23^\circ 26'$ <i>zwrotnik Koziorożca</i> $h = 90^\circ - \varphi - 23^\circ 26'$	$h = 90^\circ - \varphi - 23^\circ 26'$ <i>zwrotnik Raka</i> $h = 90^\circ - \varphi - 23^\circ 26'$ <i>równik</i> $h = 90^\circ - 23^\circ 26' + \varphi$ <i>zwrotnik Koziorożca</i> $h = 90^\circ - \varphi + 23^\circ 26'$

## Układ horyzontalny

W astronomii do obliczeń często wykorzystuje się sferyczne układy odniesienia, np. układ horyzontalny. W tym układzie Ziemię przedstawia się jako punkt leżący w samym środku sfery niebieskiej, w którym stoi obserwator. Dokładnie nad tym punktem znajduje się zenit, pod nim zaś – nadir. Przedłużeniem osi ziemskiej jest oś niebieska. Właśnie wokół niej odbywa się pozorny ruch sfery niebieskiej. Na przecięciu osi niebieskiej ze sferą niebieską znajdują się bieguny niebieskie, z kolei na przecięciu płaszczyzny równika ze sferą niebieską leży równik niebieski.



Układ horyzontalny dla szerokości geograficznej Warszawy.

informacje o szerokości geograficznej miejsca obserwacji oraz o deklinacji Słońca. Deklinacja Słońca to kąt między kierunkiem poprowadzonym od obserwatora do tej gwiazdy a płaszczyzną równika niebieskiego (jego położenie pokazano w powyższej ramce). Przypomina więc szerokość geograficzną, lecz jest wyznaczana na sferze niebieskiej. Deklinacja Słońca zmienia się w ciągu roku. Dla obiektów znajdujących się na równiku niebieskim wynosi  $0^\circ$ , a dla tych, które leżą na biegunie niebieskim, osiąga wartość  $90^\circ$ . Przykład obliczeń wykonanych tą metodą

znajduje się na s. 80 (metoda II). W trzeciej metodzie wykorzystuje się informację o odległości kątowej obserwatora od punktu podsłonecznego, czyli miejsca, w którym Słońce góruje w zenicie. Tę metodę zaprezentowano na s. 80–81 (metoda III).

Wzory wykorzystywane do obliczania wysokości górowania Słońca nad horyzontem można przekształcić we wzory na obliczanie szerokości geograficznej. Aby ją obliczyć, trzeba jednak znać wysokość górowania Słońca. Przykład takich obliczeń zaprezentowano na s. 81.

## Obliczanie wysokości górowania Słońca nad horyzontem

### Krok po kroku

Oblicz wysokość górowania Słońca nad horyzontem w Atenach ( $38^\circ 00'N$ ,  $23^\circ 43'E$ ) i w La Paz ( $16^\circ 30'S$ ,  $68^\circ 08'W$ ) w dniach równonocy oraz przesilenia letniego i przesilenia zimowego.

#### METODA I

**1** Odczytaj z polecenia, jaką jest szerokość geograficzna ( $\varphi$ ) Aten, a jaką – La Paz.

Ateny:  $\varphi = 38^\circ 00'N$

La Paz:  $\varphi = 16^\circ 30'S$

**2** Wybierz właściwe wzory z tabeli na poprzedniej stronie.

Wzory dla szerokości geograficznej Aten

- Równonoc:  $h = 90^\circ - \varphi$
- Przesilenie letnie:  $h = 90^\circ - \varphi + 23^\circ 26'$
- Przesilenie zimowe:  $h = 90^\circ - \varphi - 23^\circ 26'$

Wzory dla szerokości geograficznej La Paz

- Równonoc:  $h = 90^\circ - \varphi$

- Przesilenie letnie:  $h = 90^\circ - \varphi - 23^\circ 26'$
- Przesilenie zimowe:  $90^\circ - 23^\circ 26' + \varphi$

**3** Wykonaj obliczenia.

Ateny

- Równonoc:  $h = 90^\circ - 38^\circ = 52^\circ$
- Przesilenie letnie:  $h = 90^\circ - 38^\circ + 23^\circ 26' = 75^\circ 26'$
- Przesilenie zimowe:  $h = 90^\circ - 38^\circ - 23^\circ 26' = 28^\circ 34'$

La Paz

- Równonoc:  $h = 90^\circ - 16^\circ 30' = 73^\circ 30'$
- Przesilenie letnie:  $h = 90^\circ - 16^\circ 30' - 23^\circ 26' = 50^\circ 04'$
- Przesilenie zimowe:  $h = 90^\circ - 23^\circ 26' + 16^\circ 30' = 83^\circ 04'$

## Obliczanie wysokości górowania Słońca nad horyzontem (cd.)

### METODA II

- 1** Skorzystaj z poniższych wzorów na wysokość górowania Słońca.

Górowanie Słońca po południowej stronie nieba:  
 $h_{gs} = 90^\circ - \varphi + \delta$

Górowanie Słońca po północnej stronie nieba:  
 $h_{gn} = 90^\circ + \varphi - \delta$

$\varphi$  – szerokość geograficzna, której wartość dla punktów położonych na półkuli północnej zapisuje się jako liczbę dodatnią, a dla punktów znajdujących się na półkuli południowej – jako liczbę ujemną (ze znakiem „–”)

Ateny:  $\varphi = 38^\circ 00'N$

La Paz:  $\varphi = -16^\circ 30'S$

$\delta$  – deklinacja Słońca przyjmująca w poszczególnych dniach inne wartości, przedstawione w poniżej tabeli

Data	Przesilenie letnie	Równonoc	Przesilenie zimowe
Wartość deklinacji	$23^\circ 26'$	$0^\circ$	$-23^\circ 26'$

- 2** Ustal, po której stronie nieba w dniach równonocy oraz przesileń Słońce góruje w Atenach, a po której – w La Paz.

W Atenach w każdym z tych dni Słońce góruje po południowej stronie nieba. W La Paz w dniach równonocy i w dniu przesilenia letniego Słońce góruje po stronie północnej, a w dniu przesilenia zimowego – po południowej.

- 3** Wybierz odpowiednie wzory na wysokość górowania Słońca.

Ateny

$$h_{gs} = 90^\circ - \varphi + \delta$$

La Paz

- Równonoc i przesilenie letnie:  $h_{gn} = 90^\circ + \varphi - \delta$
- Przesilenie zimowe:  $h_{gs} = 90^\circ - \varphi + \delta$

- 4** Podstaw do wzorów poprawne wartości szerokości geograficznej oraz deklinacji Słońca w odpowiednich dniach.

Ateny

- Równonoc:  $h_{gs} = 90^\circ - 38^\circ + 0^\circ = 52^\circ$
- Przesilenie letnie:  $h_{gs} = 90^\circ - 38^\circ + 23^\circ 26' = 75^\circ 26'$
- Przesilenie zimowe:  $h_{gs} = 90^\circ - 38^\circ - 23^\circ 26' = 28^\circ 34'$

La Paz

- Równonoc:  $h_{gn} = 90^\circ + (-16^\circ 30') - 0^\circ = 73^\circ 30'$
- Przesilenie letnie:  $h_{gn} = 90^\circ + (-16^\circ 30') - 23^\circ 26' = 50^\circ 04'$
- Przesilenie zimowe:  $h_{gn} = 90^\circ + (-16^\circ 30') + 23^\circ 26' = 83^\circ 04'$

### METODA III

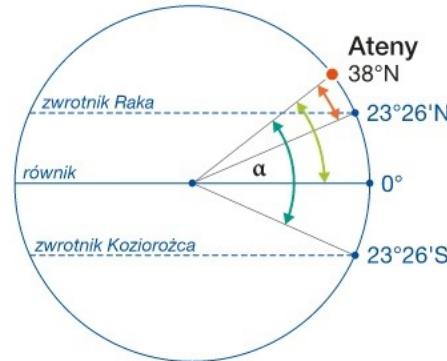
- 1** Skorzystaj z podanego wzoru.

$$h_g = 90^\circ - \alpha$$

$\alpha$  – odległość obserwatora od punktu podśonecznego wyrażona miarą kątową

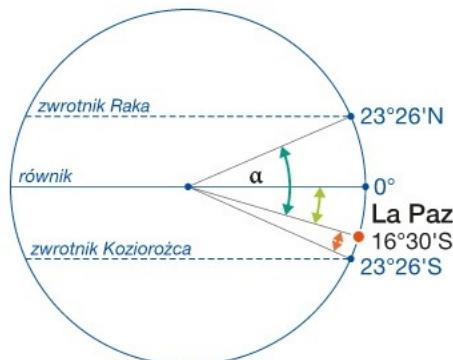
- 2** Ustal wartości  $\alpha$ .

Punkt podśoneczny w dniach równonocy leży na równiku ( $0^\circ$ ), w dniu przesilenia letniego – na zwrotniku Raka ( $23^\circ 26'N$ ), a w dniu przesilenia zimowego – na zwrotniku Koziorożca ( $23^\circ 26'S$ ).



Wartości  $\alpha$  dla Aten

- Równonoc:  $38^\circ$
- Przesilenie letnie:  $38^\circ - 23^\circ 26' = 14^\circ 34'$
- Przesilenie zimowe:  $38^\circ + 23^\circ 26' = 61^\circ 26'$



Wartości  $\alpha$  dla La Paz

- Równonoc:  $16^\circ 30'$
- Przesilenie letnie:  $16^\circ 30' + 23^\circ 26' = 39^\circ 56'$
- Przesilenie zimowe:  $23^\circ 26' - 16^\circ 30' = 6^\circ 56'$

## Obliczanie wysokości górowania Słońca nad horyzontem (cd.)

**Krok po kroku**

- 3 Podstaw do wzoru wartości  $\alpha$  dla Aten i La Paz w poszczególnych dniach.

Ateny

- Równonoc:  $h_g = 90^\circ - 38^\circ = 52^\circ$
- Przesilenie letnie:  $h_g = 90^\circ - 14^\circ 34' = 75^\circ 26'$
- Przesilenie zimowe:  $h_g = 90^\circ - 61^\circ 26' = 28^\circ 34'$

La Paz

- Równonoc:  $h_g = 90^\circ - 16^\circ 30' = 73^\circ 30'$
- Przesilenie letnie:  $h_g = 90^\circ - 39^\circ 56' = 50^\circ 04'$
- Przesilenie zimowe:  $h_g = 90^\circ - 6^\circ 56' = 83^\circ 04'$

### Odpowiedź:

W dniach równonocy Słońce góruje w Atenach na wysokości  $52^\circ$ , w trakcie przesilenia letniego – na wysokości  $75^\circ 26'$ , a podczas przesilenia zimowego – na wysokości  $28^\circ 34'$ . Z kolei w La Paz Słońce góruje w dniach równonocy na wysokości  $73^\circ 30'$ , w trakcie przesilenia letniego – na wysokości  $50^\circ 04'$ , a podczas przesilenia zimowego – na wysokości  $83^\circ 04'$ .

### Rozwiąż samodzielnie

Oblicz wybraną metodą wysokość górowania Słońca nad horyzontem w Rach Giá w dniach równonocy i przesilen.



## Obliczanie szerokości geograficznej na podstawie wysokości górowania Słońca w dniach równonocy i przesilen

**Krok po kroku**

W dniu przesilenia letniego w momencie górowania Słońca jacht znajdował się w pewnym punkcie na Oceanie Atlantyckim. Oblicz szerokość geograficzną tego punktu, jeśli górowanie następowało po południowej stronie nieba, a wysokość Słońca nad horyzontem wynosiła wówczas  $61^\circ 12'$ .

- 1 Wskaż równoleżnik, na którym Słońce góruje w podanym dniu w zenicie.

Jest to zwrotnik Raka ( $23^\circ 26'N$ ).

- 2 Ustal, czy szukany punkt znajduje się na północ, czy na południe od zwrotnika Raka.

Skoro Słońce góruje po południowej stronie nieba, to szukany punkt leży na północ od zwrotnika Raka.

- 3 Wybierz odpowiedni wzór.

$$h = 90^\circ - \varphi + 23^\circ 26'$$

- 4 Przekształć wzór i oblicz szerokość geograficzną.

$$\varphi = 90^\circ + 23^\circ 26' - h$$

$$\varphi = 90^\circ + 23^\circ 26' - 61^\circ 12' = 52^\circ 14'$$

### Odpowiedź:

Szerokość geograficzna punktu, w którym znajdował się jacht, wynosi  $52^\circ 14'N$ .

### Rozwiąż samodzielnie

Oblicz szerokość geograficzną punktu, w którym w dniu przesilenia zimowego Słońce górowało po północnej stronie nieba na wysokości  $30^\circ 30'$ .

## Zadania

- Wymień następstwa ruchu obiegowego Ziemi.
- Oblicz wysokość górowania Słońca w pierwszych dniach astronomicznych pór roku w Buenos Aires ( $35^\circ S$ ) i w Zakopanem ( $49^\circ N$ ).
- \* Wyjaśnij, dlaczego daty równonocy i przesilen w kolejnych latach mogą być inne.

# Skład i budowa atmosfery

## Ważne na tej lekcji!

- skład atmosfery i jej znaczenie
- budowa atmosfery
- pole magnetyczne Ziemi

Mimo że na co dzień się nad tym nie zastanawiamy, nieustannie przebywamy w atmosferze ziemskiej. To właśnie dzięki niej Ziemia jest jedyną planetą w Układzie Słonecznym, na której mogło powstać życie. Substancje chemiczne, z których składa się atmosfera, umożliwiają rozwój organizmów. Z kolei jej właściwości fizyczne powodują, że chroni naszą planetę m.in. przed szkodliwym promieniowaniem z kosmosu.

## Czym jest atmosfera?

**Atmosfera** to powłoka Ziemi będąca mieszaniną gazów zwaną **powietrzem atmosferycznym**. Gazy, które wchodzą w skład atmosfery, dzieli się na:

- składniki główne,
- składniki drugorzędne,
- domieszki.

**Składniki główne** stanowią łącznie 99,99% objętości powietrza. Są to azot, tlen, argon i dwutlenek węgla.

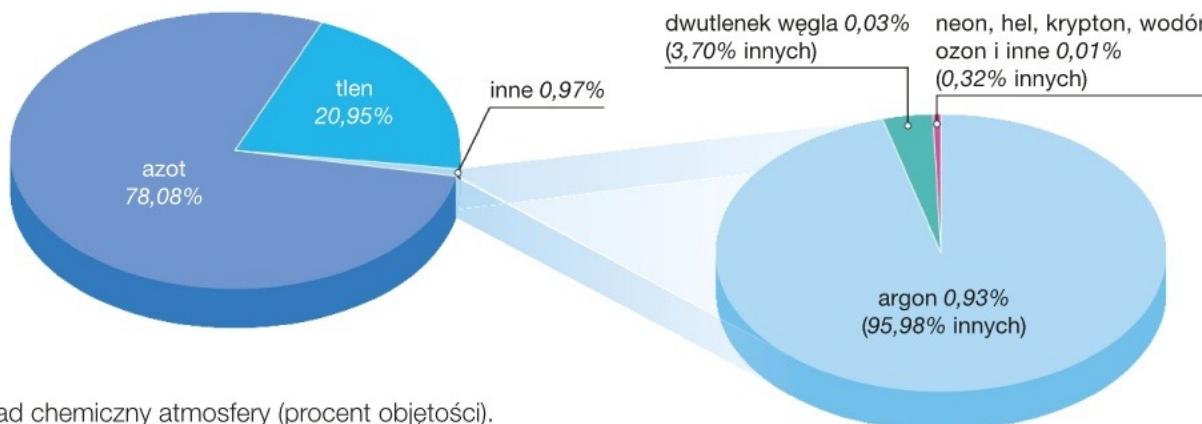
Do **składników drugorzędnych** należą gazy szlachetne (neon, hel, krypton i ksenon) oraz np. wodór. Zawartość składników drugorzędnych w atmosferze – podobnie jak składników głównych (poza dwutlenkiem węgla) – jest stała.



Do zmian zawartości gazów w atmosferze przyczynia się m.in. działalność wulkanów. Na przykład szacuje się, że Etna emisuje do atmosfery ok. 1 mln t dwutlenku węgla rocznie – nawet wtedy, gdy jest mniej aktywna.

Trzecią grupą są **domieszki**, np. para wodna, ozon, metan i dwutlenek siarki. Ich zawartość w powietrzu zmienia się zarówno w czasie, jak i w przestrzeni.

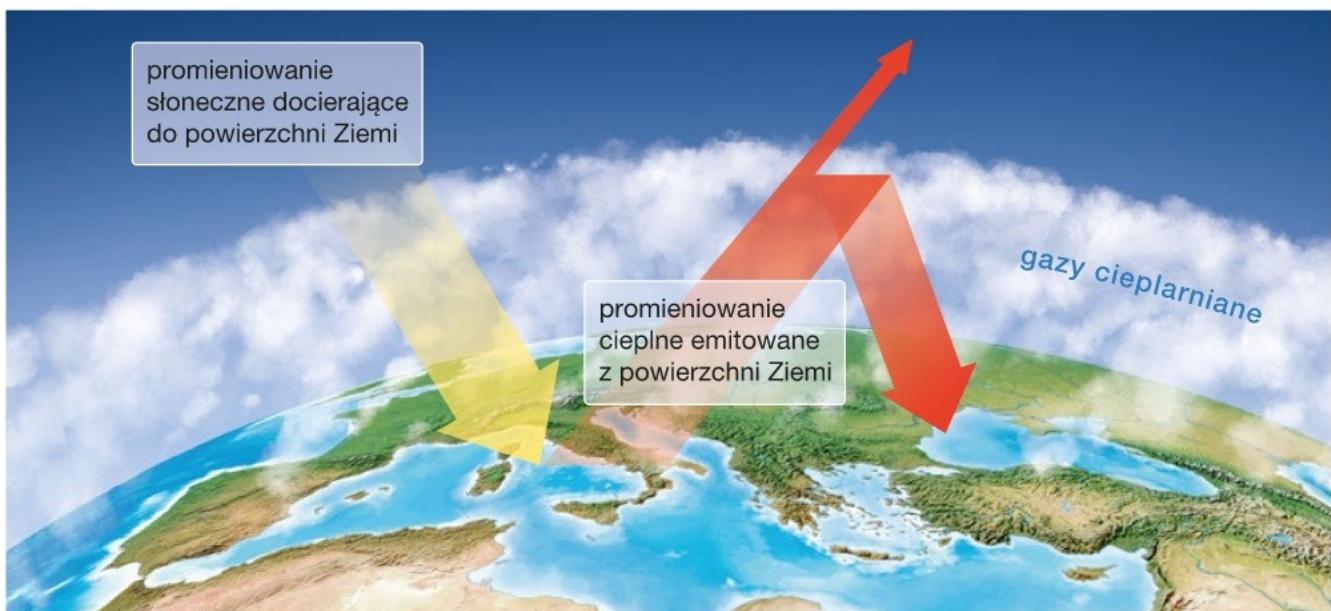
Największym wahaniem ulega zawartość **pary wodnej**. Jest to od 0% objętości atmosfery nad obszarami okołobiegunowymi do 4% nad cieplimi morzami. Jak już wspomniano, w powietrzu zmienia się też zawartość **dwutlenku węgla**. Największa jest ona w warstwach atmosfery znajdujących się blisko powierzchni.



Skład chemiczny atmosfery (procent objętości).

## Efekt cieplarniany

Efekt cieplarniany to naturalny proces polegający na pochłanianiu przez atmosferę znacznej części promieniowania cieplnego emitowanego przez Ziemię ogrzaną promieniami słonecznymi. W efekcie atmosfera się ogrzewa, co tworzy dogodne warunki do życia na naszej planecie.



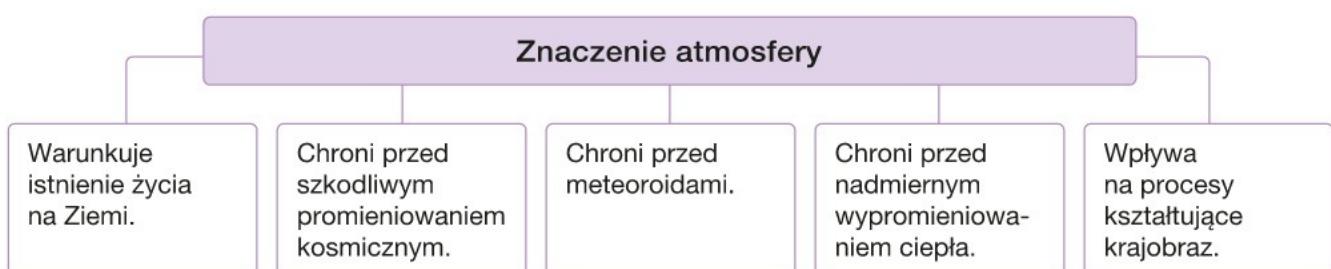
Atmosfera ziemska, oprócz mieszaniny gazów, zawiera **aerozole atmosferyczne**. Są to zarówno substancje ciekłe, jak i stałe, np. pyłki roślin, bakterie, popioły, kryształki soli morskiej i sadza.

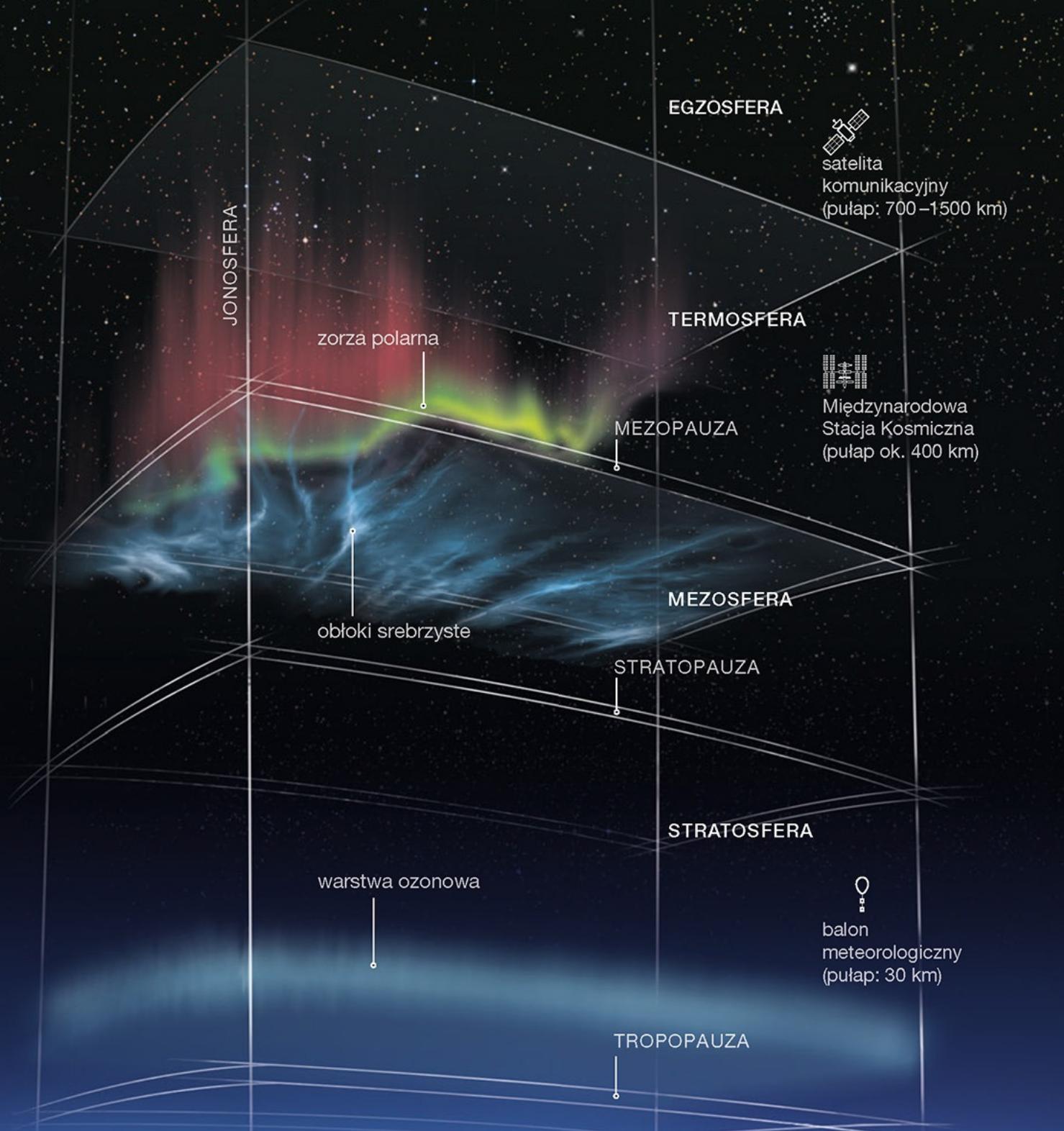
### Znaczenie atmosfery

Atmosfera jest najważniejszą powłoką ochronną Ziemi. Zabezpiecza ją przed **szkodliwym promieniowaniem kosmicznym**, czyli strumieniem protonów, elektronów i cięższych jąder atomowych znajdujących się w przestrzeni kosmicznej. Atmosfera chroni naszą planetę także przed **meteoroidami** (większość z nich spala się w górnych warstwach atmosfery) oraz przed **nadmiernym wypromieniowaniem**

**ciepła** w przestrzeń kosmiczną (naturalny efekt cieplarniany). Bez atmosfery – zwłaszcza bez występującego w niej tlenu oraz bez jej zdolności zatrzymywania ciepła i znacznego udziału w obiegu wody – **życie na naszej planecie** nie byłoby możliwe.

Atmosfera wywiera również **wpływ na procesy kształtujące krajobraz**. Na przykład zawarty w niej dwutlenek węgla warunkuje procesy krasowe (→ procesy krasowe, s. 255). Ruch powietrza w atmosferze przyczynia się do powstawania różnych form terenu, np. wydm. Ponadto takie cechy powietrza atmosferycznego, jak temperatura i wilgotność, decydują o typie roślinności występującej na danym obszarze.





## WARSTWY ATMOSFERY

Atmosfera to zewnętrzna sfera Ziemi. Jej dolną granicą jest powierzchnia naszej planety, przy której koncentruje się większość masy atmosfery. Gęstość atmosfery zmniejsza się wraz z wysokością, co powoduje, że płynnie przechodzi ona w przestrzeń kosmiczną. Z tego powodu trudno wyznaczyć jej górną granicę. Przyjmuje się, że przebiega ona na wysokości ok. 1500 km. W atmosferze, głównie na podstawie zmian temperatury powietrza, wyróżniono pięć warstw. Między nimi znajdują się cienkie warstwy przejściowe (pauzy), w których temperatura się nie zmienia.



## 5 EGZOSFERA

W egzosferze atmosfera przechodzi stopniowo w przestrzeń kosmiczną. W tej warstwie wszystkie gazy są rozrzedzone, dlatego gęstość atmosfery jest bardzo mała. Temperatura powietrza obniża się wraz z wysokością aż do  $-270^{\circ}\text{C}$ .

## 4 TERMOSFERA

Termosfera pochłania ultrafioletowe promieniowanie słoneczne i promieniowanie rentgenowskie, dlatego wraz z wysokością temperatura powietrza wzrasta w niej do ponad  $1000^{\circ}\text{C}$ . W tej warstwie krąży wiele kosmicznych stacji naukowych i sztucznych satelitów. W termosferze znajduje się też większa część jonosfery – warstwy, w której następuje jonizacja cząstek powietrza. Charakterystyczne dla jonosfery są zorze polarne.

## 3 MEZOSFERA

W mezosferze temperatura spada wraz ze wzrostem wysokości, co sprzyja intensywnemu mieszaniu się powietrza. Przy górnej granicy mezosfery temperatura obniża się nawet do  $-100^{\circ}\text{C}$ . Tam też pojawiają się czasem niewielkie ilości pary wodnej w formie kryształków lodu. Niekiedy tworzą one tzw. obłoki srebrzyste.

## 2 STRATOSFERA

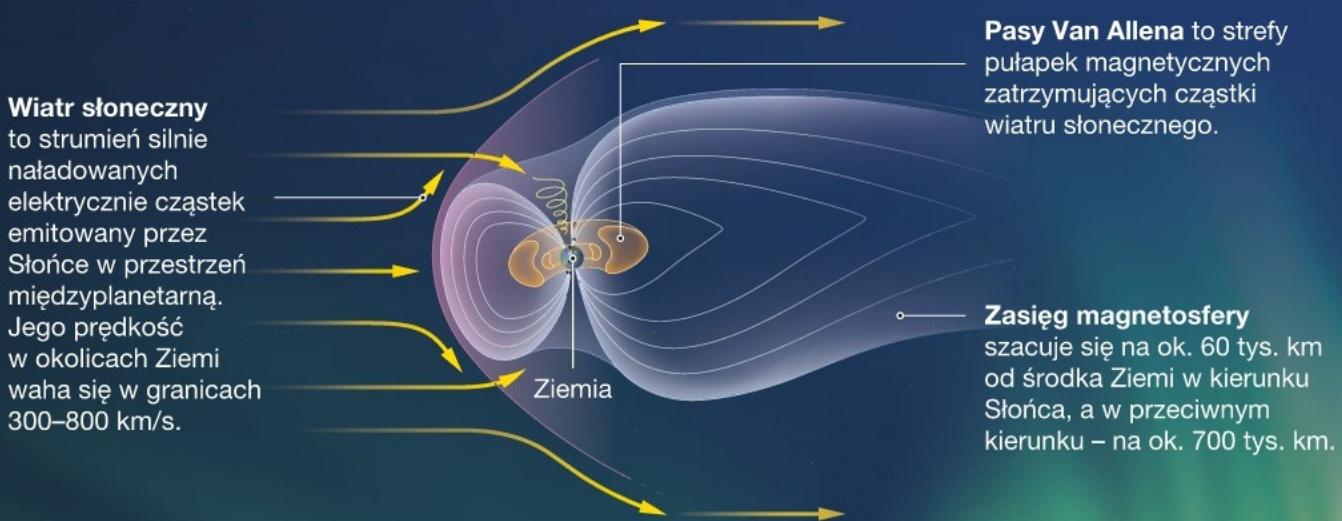
Warstwowa struktura stratosfery powoduje, że występują w niej słabe pionowe ruchy powietrza. W dolnej części tej warstwy (poniżej 35 km) temperatura powietrza jest stała i wynosi średnio  $-60^{\circ}\text{C}$ , w górnej zaś wzrasta wraz z wysokością do ok.  $0^{\circ}\text{C}$ . Wzrost temperatury następuje w wyniku pochłaniania promieniowania ultrafioletowego przez ozon. Podwyższone stężenie tego pierwiastka w atmosferze, zwane ozonosferą lub warstwą ozonową, znajduje się na wysokości 15–50 km. Najwyższe stężenie ozonu występuje na wysokości 20–35 km.

## 1 TROPOSFERA

Troposfera sięga do wysokości ok. 8 km na obszarach okolobiegunowych i ponad 16 km w strefie międzyzwrotnikowej. Przebieg górnej granicy tej warstwy zależy od temperatury powietrza, ponadto jest uwarunkowany ruchem obrotowym Ziemi. W troposferze zachodzą silne pionowe i poziome ruchy powietrza oraz wszystkie podstawowe procesy kształtujące pogodę i klimat: powstają chmury, tworzą się opady atmosferyczne, odbywa się krążenie wody. Wraz ze wzrostem wysokości obniżają się temperatura powietrza (ok.  $0,6^{\circ}\text{C}$  na 100 m) i ciśnienie atmosferyczne (ok. 11,5 hPa na 100 m).

# Pole magnetyczne Ziemi

Wokół Ziemi znajduje się ogromne pole magnetyczne powstające wskutek przemieszczania się płynnej materii budującej jądro Ziemi oraz ruchów wykonywanych przez całą naszą planetę. Przenika ono atmosferę i tworzy przestrzeń nazywaną magnetosferą. Magnetosfera chroni życie na Ziemi przed szkodliwymi cząstками wiatru słonecznego – odchyla je, dzięki czemu w większości nie docierają do naszej planety. Oddziaływanie wiatru słonecznego powoduje, że magnetosfera jest spłaszczona od strony Słońca i rozciągnięta w przeciwnym kierunku.



## Zorza polarna

Cząstki wiatru słonecznego, których nie zatrzyma magnetosfera, docierają do górnych warstw atmosfery. Tam zderzają się z atomami i cząsteczkami tlenu oraz azotu, które pochłaniają energię, a następnie uwalniają ją w postaci światła. Tak powstaje zorza polarna – zjawisko świetlne zachodzące w górnych warstwach atmosfery. Można je obserwować głównie w okresie zimowym.

?

Sprawdź w dostępnych źródłach, z których obszarów na Ziemi można obserwować zorzę polarną.

## Zadania

1. Przedstaw skład powietrza atmosferycznego.
2. Omów zmiany temperatury powietrza w kolejnych warstwach atmosfery.
3. Odszukaj w dodatkowych źródłach przykłady oddziaływania promieniowania kosmicznego na środowisko geograficzne Ziemi.
4. Na podstawie dodatkowych źródeł ustal, czym jest jonosfera. Podaj wysokość, na której się ona znajduje.

### 3 Tektonika płyt litosfery

#### Ważne na tej lekcji!

- związek między budową wnętrza Ziemi a ruchem płyt litosfery
- procesy zachodzące na granicach płyt litosfery
- wpływ płytowej budowy litosfery na ukształtowanie powierzchni lądów i dna oceanicznego

Wydaje się, że zewnętrzna powłoka naszej planety – litosfera – jest jednolita, sztywna i nieruchoma. Jednak w rzeczywistości składa się z ogromnych fragmentów, które nieustannie się przesuwają. Wskutek tego ruchu powstają m.in. wysokie góry i głębokie rowy oceaniczne.

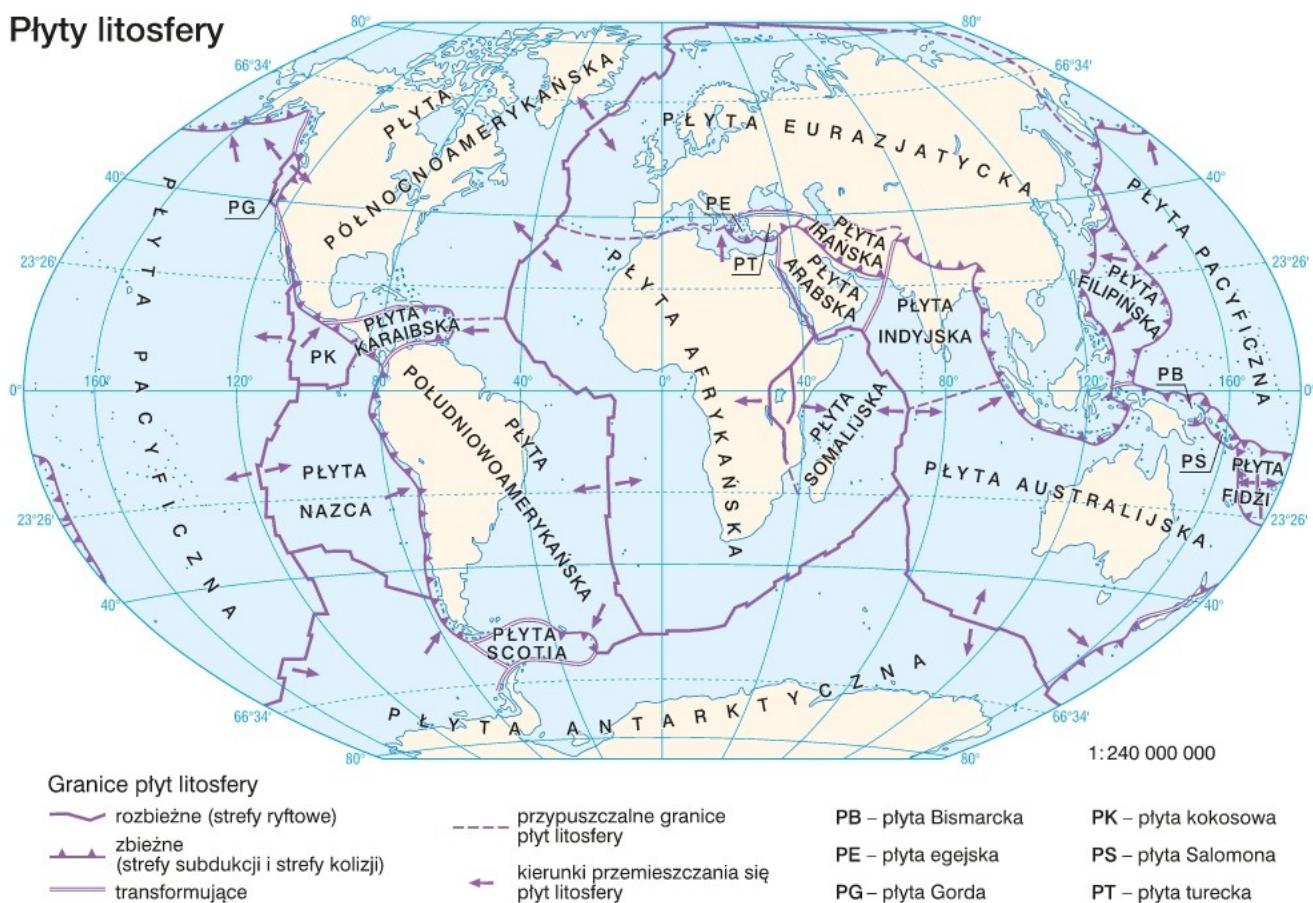
#### ■ Teoria tektoniki płyt litosfery

Teoria tektoniki płyt litosfery zakłada podział litosfery na siedem dużych i kilkanaście mniejszych fragmentów. Sformułowano ją na podstawie badań dna oceanicznego prowadzonych od końca lat 40. XX w. do początku lat 60. XX w.

Część płyt litosfery jest zbudowana wyłącznie ze skorupy oceanicznej, a część – zarówno ze skorupy oceanicznej, jak i z kontynentalnej (→ budowa skorupy ziemskiej, s. 190).

Płyty litosfery przesuwają się po plastycznej astenosferze w tempie od kilku do kilkunastu centymetrów na rok. Ten ruch wywołują **prądy konwekcyjne** – strumienie gorącej materii występujące w płaszczu ziemskim. Przesuwanie się płyt w różnych kierunkach powoduje, że na ich granicach zachodzą złożone procesy geologiczne. Więcej informacji o prądach konwekcyjnych i o tych procesach znajduje się na s. 202–203.

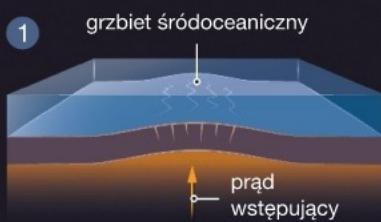
#### Płyty litosfery



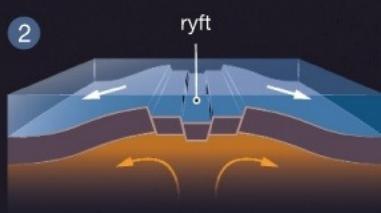
# RUCH PŁYT LITOSFERY

Prądy konwekcyjne w płaszczu ziemskim powodują, że płyty litosfery stale się przemieszczają. Na ich granicach zachodzą m.in. spreding i subdukcja. Spreding jest związany z rozrastaniem się litosfery, a subdukcja polega na podsuwaniu się jednej płyty pod drugą.

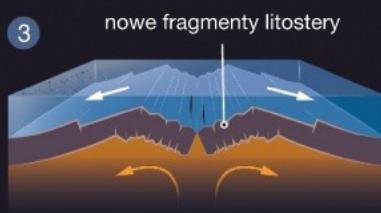
## SPREDING



Gdy w płaszczu ziemskim powstaje prąd konwekcyjny wstępujący, to w strefie położonej bezpośrednio nad tym prądem skorupa ziemska się unosi. W tym miejscu formuje się grzbiet śródoceaniczny.

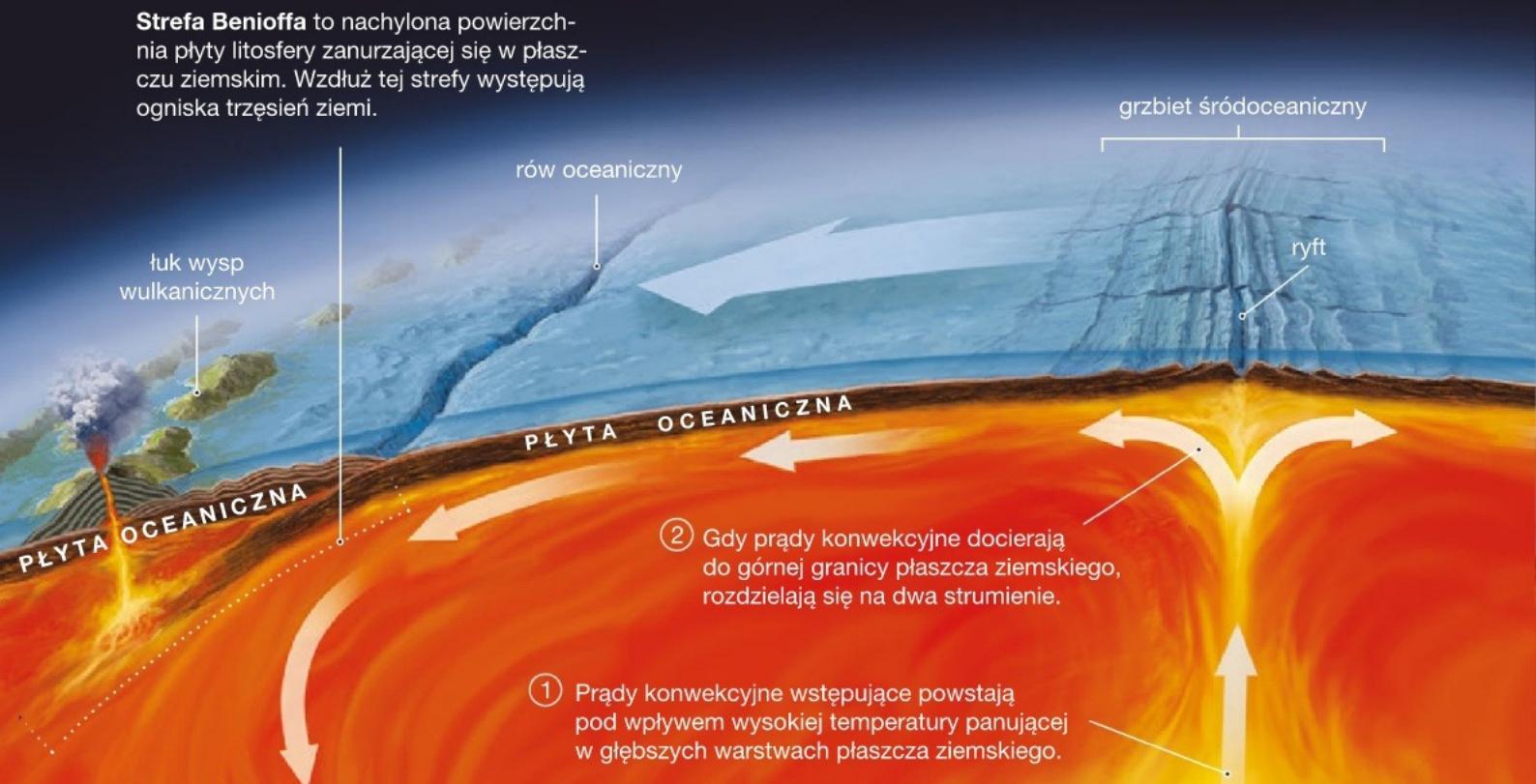


Przy górnej granicy płaszcza ziemskiego prąd konwekcyjny rozgałęzia się na dwa strumienie. Ponieważ każdy strumień wywołuje ruch litosfery w przeciwnym kierunku, dochodzi do jej rozerwania. Powstaje rozpadlina nazywana ryftem.

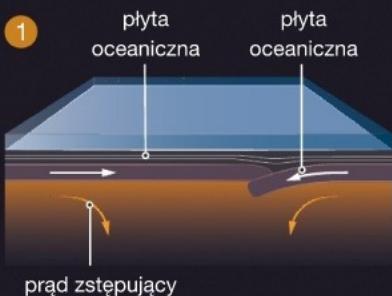


Wolne przestrzenie między rozsuwającymi się płytami litosfery natychmiast wypełnia materiał pochodzący z płaszcza ziemskiego. Jest to lava bazaltowa, która po zastygnięciu tworzy nowy fragment litosfery.

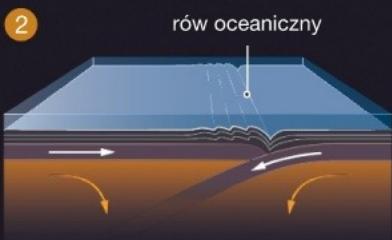
**Przykład:** granica płyty południowoamerykańskiej z płytą afrykańską, na której wypiętrzył się Grzbiet Południowoatlantycki.



## SUBDUKCJA NA GRANICY DWÓCH PŁYT OCEANICZNYCH



Tam, gdzie występują prądy konwekcyjne zchodzące, kierunki ruchu sąsiadujących ze sobą płyt litosfery są zbieżne. W takim przypadku jedna płyta zaczyna się podsuwać pod drugą. Płyta oceaniczna ma większą gęstość niż płyta kontynentalna, więc w strefie zbieżności tych płyt to ona ulega subdukcji.

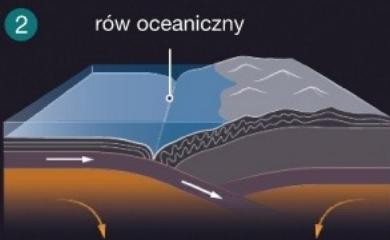
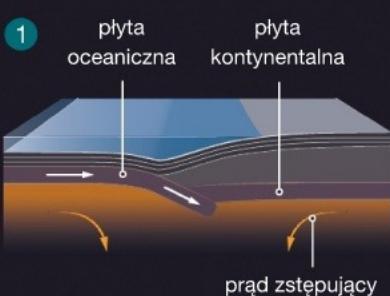


W miejscu, w którym jedna płyta litosfery podsuwa się pod drugą, powstaje wąskie, długie i głębokie obniżenie – rów oceaniczny. Osady na płycie oceanicznej ulegającej subdukcji są zdzierane i fałdowane.



**Przykład:** granica płyty pacyficznej z płytą filipińską, gdzie znajdują się archipelag Mariany i Rów Mariański.

## SUBDUKCJA NA GRANICY PŁTY OCEANICZNEJ Z PŁYTĄ KONTYNENTALNĄ



Płyta oceaniczna zanurzająca się w głębi płaszcza w wyniku ogromnego ciśnienia i wysokiej temperatury się topi. Towarzyszą temu wybuchy wulkanów. W przypadku subdukcji płyty oceanicznej pod płytę kontynentalną ze sfałdowanych osadów tworzy się łańcuch górski. Z kolei na granicy dwóch płyt oceanicznych powstają łuki wysp wulkanicznych.



**Przykład:** granica płyty Nazca z płytą południowoamerykańską, gdzie powstały Andy i Rów Chiljski.



(3) Prąd konwekcyjny przemieszcza się poziomo. W trakcie tego ruchu temperatura materii się obniża.

(4) Prądy konwekcyjne zchodzące opadają w głębi płaszcza ziemskiego. W ten sposób powstają zamknięte komórki konwekcyjne.

## ■ Typy granic płyt litosfery

Ze względu na dominujący ruch płyt w strefie ich kontaktu wyróżnia się granice rozbieżne, granice zbieżne oraz granice transformujące.

### Granice rozbieżne

Na granicach rozbieżnych płyty litosfery odsuwają się od siebie. Powstającą między nimi szczelinę wypełnia lawa, która po zastygnięciu tworzy nowe fragmenty litosfery. Granice rozbieżne występują głównie w obrębie oceanów. W miejscach, przez które przebiegają, znajdują się grzbiety śródoceaniczne. Niewielkie części grzbietów śródoceanicznych wystają nad powierzchnię oceanu w postaci wysp wulkanicznych. Jedną z nich jest Islandia. Niektóre granice rozbieżne znajdują się w obrębie kontynentów. Taki przypadek przedstawiono poniżej.

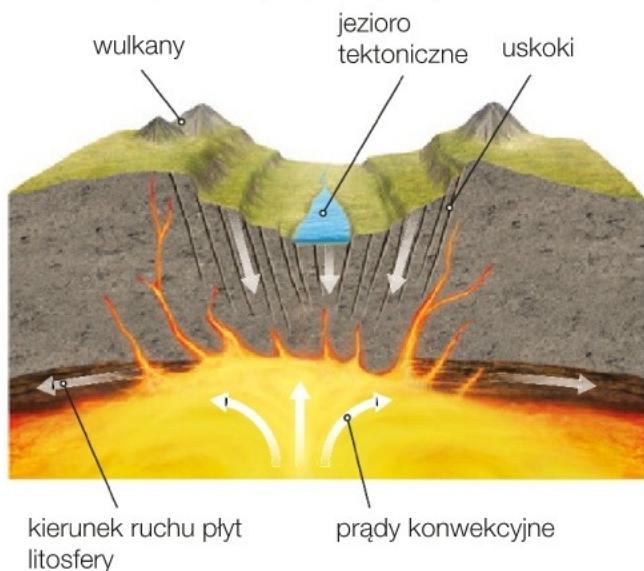
### Czy wiesz, że...

W dolinach ryftowych występują kominy hydrotermalne. Są to ujścia gorącej (ok. 400°C), zawierające różnorodne związki chemiczne wody morskiej. Dzięki kominom hydrotermalnym na dnie oceanu tworzą się bogate ekosystemy, które nie są zależne od dopływu energii słonecznej. Według niektórych hipotez to właśnie w takim środowisku mogło powstać życie na Ziemi.

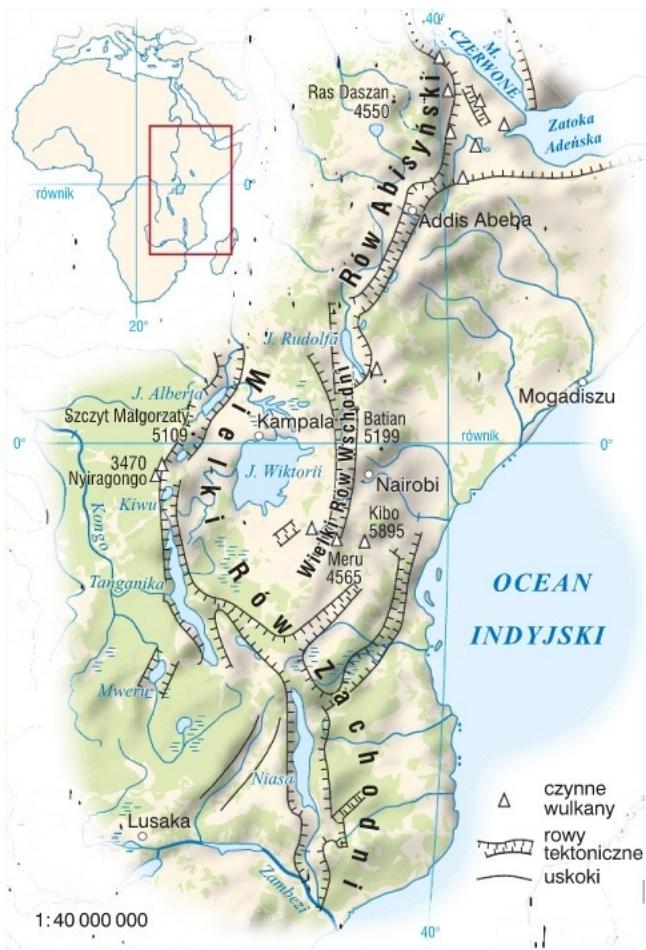


## Wielkie Rowy Afrykańskie

We wschodniej Afryce znajdują się Wielkie Rowy Afrykańskie. Ten system rowów tektonicznych powstał na granicy rozbieżnej w obrębie skorupy kontynentalnej. W formującą się tam dolinie ryftowej obecnie znajdują się jeziora (np. Tanganika i Niasa), jednak według prognoz w przyszłości kontynent afrykański podzieli się na dwie części, między którymi powstanie oceanu.



**?** Granica płyt litosfery przebiegająca przez Afrykę ciągnie się dalej na północ przez Morze Czerwone. Oceń, czy powierzchnia tego morza będzie się w przyszłości zmniejszać, czy powiększać.



# Kolizja płyt kontynentalnych

Na granicach zbieżnych płyt zbudowanych ze skorupy kontynentalnej nie zachodzi subdukcja, ale fragment jednej z płyt może się płasko podsunąć pod drugą, wskutek czego powstają wysokie góry i wyżyny. W taki sposób powstały np. Himalaje i Wyżyna Tybetańska.

- 1** Kolizję dwóch fragmentów skorupy kontynentalnej poprzedza etap, w którym oddziela je fragment skorupy oceanicznej. Wówczas zachodzi subdukcja płyty oceanicznej pod płytę kontynentalną.



- 2** W miarę zbliżania się kontynentów powierzchnia oceanu się zmniejsza, a osady na jego dnie coraz bardziej się fałdują.



- 3** Gdy nastąpi kolizja dwóch fragmentów skorupy kontynentalnej, subdukcja ustaje. Fragmenty płyt się zgniatują i mogą się częściowo na siebie nasunąć. W tych miejscach litosfera staje się grubsza.



## Granice zbieżne

Na granicach zbieżnych płyt litosfery **zbliżają się do siebie**. Jeżeli choć jedna z tych płyt jest płytą oceaniczną, to zachodzi **subdukcja**. Gdy w tym procesie uczestniczą **dwie płyty oceaniczne**, wzduł granicy występują rowy oceaniczne i łuki wysp. Z kolei gdy **płyta kontynentalna sąsiaduje z płytą oceaniczną**, powstają rowy oceaniczne i łańcuchy gór fałdowych.

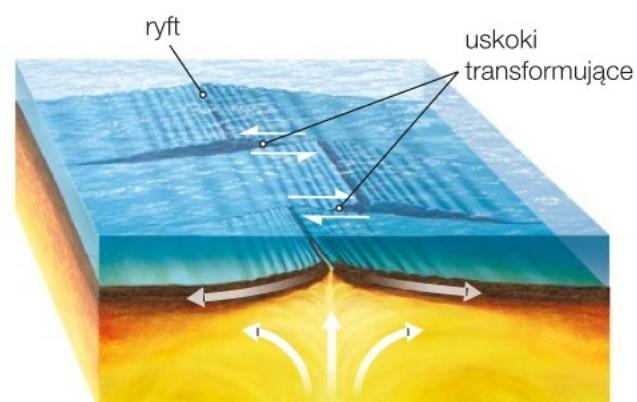
Subdukcja nie zachodzi jedynie w przypadku kolizji dwóch płyt kontynentalnych. Taką sytuację opisano w powyższej ramce.

## Granice transformujące

Na granicach transformujących płyt litosfery **przesuwają się równolegle do siebie**. Takie granice znajdują się zarówno w obrębie oceanów, jak i kontynentów. Charakterystyczne dla nich są silne trzęsienia ziemi. Co ważne,

wzdłuż granicy transformującej litosfera nie jest ani dobudowywana, ani niszczona.

Systemy uskoków transformujących towarzyszą też granicom rozbieżnym. Są to uskokи przesuwacze (→ uskok, s. 209), które przebiegają poprzecznie do ryftu, tak jak na poniżej ilustracji.



Uskokи transformujące na granicy rozbieżnej.



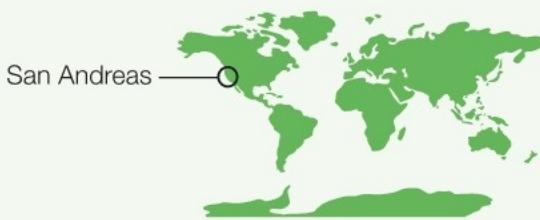
## Spojrzenie z bliska

### Uskok San Andreas

Uskok San Andreas – jeden z najaktywniejszych sejsmicznie obszarów na Ziemi – znajduje się w Stanach Zjednoczonych, w Kalifornii. Powstał ok. 20 mln lat temu na granicy transformującej.

Uskok San Andreas oddziela dwie przesuwające się w przeciwnych kierunkach płyty litosfery: pacyficzną i północnoamerykańską. Ciągnie się przez ponad 1300 km w zachodniej części Stanów Zjednoczonych, gdzie znajdują się takie wielkie miasta, jak Los Angeles, San Francisco, San Diego i Santa Cruz. Występujące na tym obszarze liczne i silne wstrząsy są spowodowane

Kalifornię nawiedza rocznie ponad 10 tys. trzęsień ziemi. Większość z nich jest rejestrowana tylko przez sejsmografy, jednak niektóre powodują duże straty.



szybkim tempem przesuwania się płyt litosfery (ok. 5 cm/rok). Naukowcy ustalili, że trzęsienia ziemi o magnitudzie przekraczającej 6 pojawiają się tam co 22 lata. Najpotężniejsze z nich (o magnitudzie 7,9) odnotowano w 1857 r., jednak według naukowców w rejonie uskoku San Andreas dojdzie do silniejszych wstrząsów.



W obrębie uskoku znajduje się pęknięcie mające ponad 300 km długości i 15 km głębokości. Powstało ono podczas trzęsienia ziemi w 1857 r.

### Zadania

1. Wyjaśnij znaczenie terminów: *ryft, spreading, subdukcja, prądy konwekcyjne*.
2. Wskaż na mapie miejsca na Ziemi, w których współcześnie przyrasta litosfera.
- \* 3. Na podstawie mapy płyt litosfery ustal, w których miejscach w przyszłości mogą powstawać nowe oceany i góry. Przymij, że kierunki ruchu płyt litosfery się nie zmienią.
4. Opisz krótko ruch płyt litosfery na granicach rozbieżnych, zbieżnych i transformujących.



# Podsumowanie

- **Wnętrze Ziemi** nie ma jednolitej budowy, lecz składa się z kilku odmiennych warstw. Różnią się one właściwościami fizycznymi, m.in. stanem skupienia materii, gęstością, temperaturą, ciśnieniem oraz składem chemicznym.

## Budowa wnętrza Ziemi

### skorupa ziemska

- sztywna warstwa zbudowana głównie ze związków krzemu i glinu

### płaszcz ziemska

- płaszcz górny składający się głównie z krzemianów oraz tlenków magnezu, żelaza, wapnia i glinu
- płaszcz dolny zbudowany głównie z krzemu, magnezu, żelaza i tlenu

### jądro

- jądro zewnętrzne występujące w stanie ciekłym, zbudowane głównie z żelaza (z niewielką ilością tlenu lub siarki) i niklu
- jądro wewnętrzne o cechach ciała stałego i temperaturze ok. 6000°C; prawdopodobnie składa się z żelaza i niklu

- W obrębie skorupy ziemskiej wydziela się:
- **skorupę oceaniczną**, zbudowaną głównie z warstwy bazaltowej (w przeważającej części przykrytej warstwą skał osadowych),
  - **skorupę kontynentalną**, w której budowie wyróżnia się dodatkowo warstwę granitową (cokół kontynentalny).
- Zewnętrzna część płaszcza górnego stanowi **warstwa perydotytowa**. Ta warstwa wykazuje cechy ciała stałego i wraz ze skorupą ziemską tworzy **litosferę**. Poniżej warstwy perydotytowej znajduje się półplastyczna **astenosfera**.
- W płaszczu górnym występują **prądy konwekcyjne**, czyli ruchy płynnej materii wywoływane energią cieplną wnętrza Ziemi.
- Do metod **badania wnętrza Ziemi** zalicza się m.in. głębokie wiercenia geologiczne, badania przebiegu fal sejsmicznych oraz pomiary zróżnicowania pola magnetycznego Ziemi.

- Badania sejsmiczne polegają na analizie przebiegu fal sejsmicznych. Powierzchnie, na których skokowo zmieniają się prędkość fal sejsmicznych i ich kierunek, to **powierzchnie nieciągłości**.

## Powierzchnie nieciągłości

### powierzchnia nieciągłości Moho

Wyznacza granicę między skorupą ziemską a płaszczem ziemskim.

### powierzchnia nieciągłości Wiecherta-Gutenberga

Wyznacza granicę między płaszczem ziemskim a jądrem.

- **Stopień geotermiczny** odpowiada liczbie metrów, o którą należy się przesunąć w głąb Ziemi, aby temperatura podniosła się o 1°C. Średni stopień geotermiczny dla skorupy ziemskiej wynosi 33 m.

- **Minerały** to najmniejsze z geologicznego punktu widzenia składniki skorupy ziemskiej, które powstały w sposób naturalny.

- Minerały różnią się **składem chemicznym** oraz **właściwościami fizycznymi**, takimi jak:  
– twardość,  
– kształt i wielkość kryształów,  
– barwa,  
– łączliwość,  
– połysk,  
– gęstość.  
Niemal wszystkie minerały mają **budowę krystaliczną**.

- **Minerały skałotwórcze** odgrywają znaczącą rolę w budowie skorupy ziemskiej. Należą do nich przede wszystkim skalenie, kwarc, pirokseny, miki, magnetyt i hematyt, oliwiny, amfibole i kalcyt.

- **Skała** to naturalne skupisko jednego minerału lub wielu minerałów. Jako pierwsze na Ziemi powstały skały magmowe. Znacznie później pojawiły się skały osadowe i skały metamorficzne (przeobrażone).

- **Skały magmowe** tworzą się w wyniku krzepnięcia i krystalizacji magmy we wnętrzu Ziemi lub zastygania lawy na powierzchni.

## Skały magmowe

Skały głębinowe (plutoniczne)	Skały wylewne (wulkaniczne)
Powstają wtedy, gdy proces krystalizacji przebiega głęboko pod powierzchnią ziemi.	Powstają w wyniku szybkiego krzepnięcia lawy na powierzchni ziemi lub płytko pod nią.
Mają strukturę jawnokrystaliczną, co oznacza, że poszczególne ziarna minerałów można w nich zobaczyć gołym okiem.	Mają strukturę skrytokrystaliczną. Składają się z niewielkich minerałów, których nie można rozróżnić gołym okiem.
Przykłady: granit, gabro, sjenit.	Przykłady: bazalt, andezyt, riolit.

■ **Skały osadowe** utworzyły się w procesie sedymentacji. Polega on na osadzaniu się na lądzie lub w morzu okruchów skalnych oraz szczątków roślin i zwierząt, a także na osadzaniu się na dnie zbiorników morskich związków chemicznych wytrącających się z roztworów.

■ Wyróżnia się skały osadowe:

- **okruchowe**, złożone z okruchów skalnych, które pochodzą z mechanicznego rozpadu innych skał (np. piaskowiec, żwir),
- **pochodzenia chemicznego**, powstające na skutek wytrącania się związków chemicznych z wody (np. gips, sól kamienna),
- **pochodzenia organicznego**, powstające wskutek nagromadzenia szczątków roślinnych lub zwierzęcych (np. wapień).

■ Skały osadowe okruchowe dzieli się dodatkowo ze względu na **frakcję**, czyli rozmiar okruchów budujących skałę (głyby, żwir, piasek, pył, itp.).

■ Wyróżnia się skały osadowe:

- **luźne** – ziarna skalne nie są spojone (np. żwir),
- **zwięzłe** – składają się ze spojonych ziaren skalnych (np. zlepieńiec).

■ **Skały metamorficzne** powstają w wyniku przeobrażenia skał osadowych i magmowych pod wpływem wysokiej temperatury i ogromnego ciśnienia (np. marmur, gnejs).

■ **Surowce mineralne** to skały i minerały wydobywane, a następnie przetwarzane w celu zaspokojenia potrzeb człowieka. Wyróżnia się:

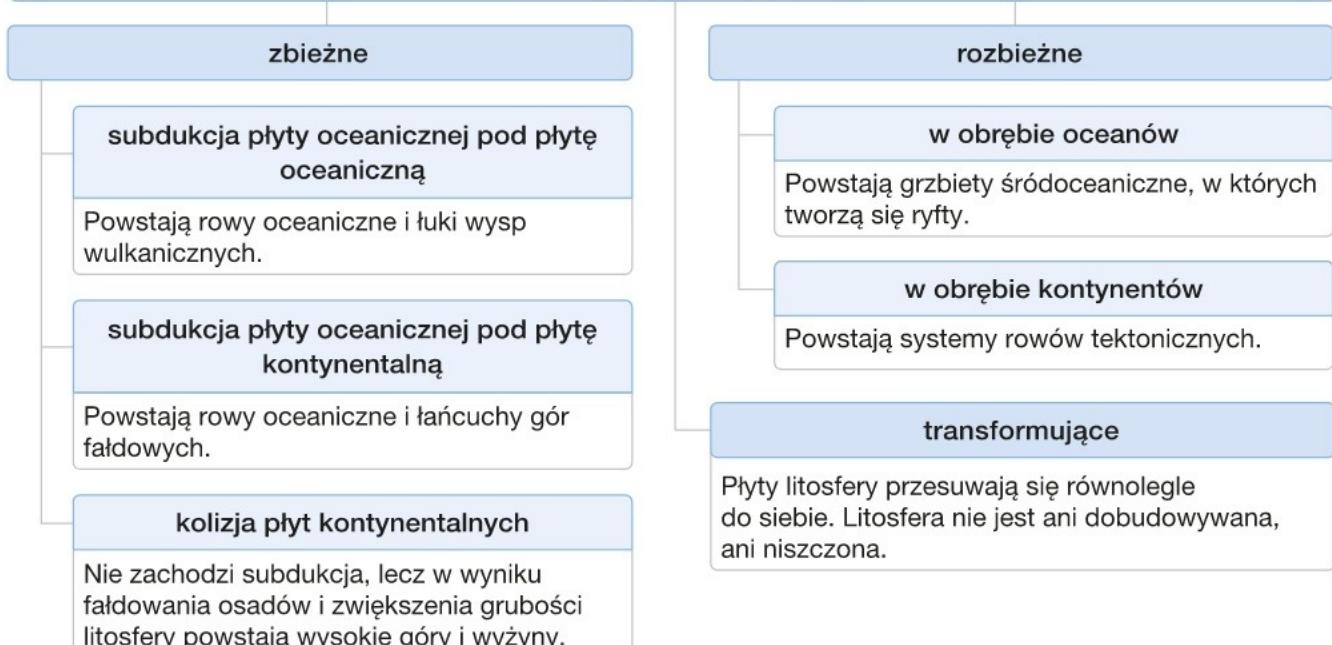
- **surowce energetyczne** (np. węgiel kamienny),
- **surowce metaliczne** (np. rudy żelaza, rudy miedzi, rudy cynku i ołowiu),
- **surowce chemiczne** (np. ropa naftowa, siarka),
- **surowce skalne** (np. piasek, glina, wapień).

■ **Teoria tektoniki płyt litosfery** zakłada, że litosfera składa się z fragmentów, które są w nieustannym ruchu spowodowanym prądami konwekcyjnymi występującymi w płaszczu ziemskim.

■ Płyty tektoniczne mogą się od siebie oddalać. Wówczas powstaje między nimi pęknięcie nazywane **ryfitem**. W procesie **spredingu**, w wyniku wylewania się lawy przez szczeliny między płytami, formuje się nowe dno oceaniczne.

■ W miejscach, gdzie płyty litosfery na siebie napięrają, może dojść do **kolizji** lub do **subdukcji**, czyli podsuwania się jednej płyty pod drugą.

## Granice płyt litosfery



## Najważniejsze orogenezy

Nazwa	Czas trwania	Przykłady gór na świecie	Przykłady gór w Polsce
Orogenesa alpejska	od triasu do teraz	Himalaje, Karakorum, Kordyliery, Andy, Alpy	Karpaty
Orogenesa hercyńska (waryscyjska)	od dewonu do triasu	Wogezy, Ardeny, Rudawy	części Sudetów i Górz Świętokrzyskich
Orogenesa kaledońska	od kambru do dewonu	Góry Kaledońskie, Góry Skandynawskie, Ałtaj, Tienszan	fragmenty Górz Świętokrzyskich i część Sudetów Zachodnich

- **Deformacje tektoniczne** powstają wskutek naprężeń występujących w skorupie ziemskiej. Dzieli się je na:
  - **deformacje ciągłe**, w których nie doszło do przerwania ciągłości warstw skalnych (np. fałdy),
  - **deformacje nieciągłe**, w których ciąłość warstw skalnych została przerwana (np. uskokи).
- Ze względu na sposób powstawania wyróżnia się **góry**:
  - **fałdowe**, utworzone w wyniku fałdowania warstw skalnych (np. Alpy, Andy, Kordyliery, Karpaty, Himalaje),
  - **zrębowe**, formują się w wyniku powstawania uskoków (np. Sudety, Harz, Schwarzwald, Góry Smocze),
  - **wulkaniczne**, powstałe w wyniku działalności wulkanicznej (np. Etna, Hawaje).
- Ogół procesów związanych z powstawaniem magmy, jej przemianami, przemieszczaniem się, gromadzeniem oraz krystalizacją jest nazywany **magmatyzmem**. Gdy te procesy zachodzą we wnętrzu Ziemi, określa się je mianem **plutonizmu**, a gdy na powierzchni – **wulkanizmu**.
- W wyniku plutonizmu powstają **intruzje magmowe**, czyli skały powstałe wskutek krzepnięcia magmy w otoczeniu starszych skał.

- **Erupcja** to proces wydobywania się lawy oraz substancji stałych i gazowych na powierzchnię ziemi. Wyróżnia się erupcje:
  - **centralne**, podczas których produkty erupcji wulkanicznych wydostają się przez krater,
  - **linijne**, gdy lava wypływa przez szczeliny.
- **Produktami erupcji wulkanicznej** są:
  - **lawa**, czyli magma (ciekły stop skalny), która wydostała się na powierzchnię,
  - **materiały piroklastyczne**, czyli stałe produkty erupcji powstałe wskutek rozdrobnienia zagrzejłej lawy wyrzuconej w powietrze lub oderwane z wulkanu przez magmę przemieszczającą się ku górze,
  - **gazy** (głównie para wodna, dwutlenek węgla, tlenek węgla, siarkowodór i metan).
- **Rozmieszczenie wulkanów** na Ziemi wiąże się z przebiegiem granic płyt litosfery oraz z występowaniem plam gorąca. Największe skupiska czynnych wulkanów znajdują się wokół wybrzeży Oceanu Spokojnego (Ognisty Pierścień Pacyfiku).
- Do pozytywnych **skutków wybuchów wulkanów** należą np. powstawanie żyznych gleb i możliwość wykorzystania skał wulkanicznych jako surowców budowlanych i drogowych. Negatywnymi skutkami są śmierć ludzi i straty materialne.

### Podział wulkanów ze względu na przebieg erupcji i rodzaj wydobywającego się materiału

#### wulkany eksplozywne

#### wulkany efuzywne

#### stratowulkany

Gwałtownie wyrzucają materiał piroklastyczny i gazy. Ich stożki wulkaniczne są niewielkie.

Wydobywa się z nich lava. Jeśli jest zasadowa, to powstają wulkany tarcowe o łagodnych stokach, a jeśli kwaśna – kopuły lawowe o stromych stokach.

Gwałtowne erupcje przeplatają się ze spokojnymi wypływanymi lawy. Stratowulkany są zbudowane z warstw popiołów wulkanicznych i lawy.



- **Trzęsienie ziemi** to organia skorupy ziemskiej, których przyczyną jest najczęściej rozładowanie naprężen powstały wskutek gwałtownego ruchu skał w litosferze.
- Naprężenia w trakcie trzęsień ziemi uwalniają się w miejscu nazywanym ogniskiem trzęsienia ziemi lub **hipocentrum**. Bezpośrednio nad nim, na powierzchni ziemi, leży **epicentrum**.
- Zależnie od częstotliwości i siły wstrząsów wyróżnia się obszary:
  - **sejsmiczne** (z częstymi wstrząsami),
  - **pensejsmiczne** (z rzadkimi wstrząsami),
  - **asejsmiczne** (pozbawione wstrząsów).
- Do **skutków trzęsień ziemi**, oprócz strat w ludziach i szkód materialnych, należą m.in. tsunami oraz powstawanie głębokich szczelin w skorupie ziemskiej.
- ☒ ■ **Ruchy epejrogeniczne** (lądotorcze) to powolne, długotrwałe, pionowe ruchy skorupy ziemskiej. Obejmują one duże powierzchnie i nie wywołują większych deformacji warstw skalnych.
- ☒ ■ **Transgresja morska** oznacza zalanie lądu przez morze, a **regresja morska** – jego wycofanie się z lądu.
- **Ruchy izostatyczne** wynikają z dążenia płyt litosfery do osiągnięcia równowagi grawitacyjnej. Obciążona płyta (np. przez lądolód) zapada się w plastycznej astenosferze, a odciążona się unosi.
- **Skamieniałości** to szczątki roślin i zwierząt z minionych okresów geologicznych, a także pozostawione przez nie ślady.

## Wielkie formy ukształtowania lądów i dna oceanicznego

Nazwa	Charakterystyka
Szelfy	Przybrzeżne, najgłębsze strefy dna oceanicznego, sięgające zwykle do głębokości 200 m p.p.m.
Stoki kontynentalne	Najbardziej strome fragmenty dna oceanicznego, położone zwykle na głębokości 200–3000 m p.p.m.
Baseny oceaniczne	Rozległe, zwykle równinne części dna oceanicznego, znajdujące się na głębokości 3000–6000 m p.p.m.
Grzbiety śród-oceaniczne	Systemy podmorskich górzystych ciągnących się przez tysiące kilometrów.
Rowy oceaniczne	Wydłużone zagłębiania, których głębokość może przekraczać 10 000 m p.p.m.
Niziny	Obszary lądowe sięgające do wysokości 200–300 m n.p.m.
Wyżyny	Obszary o wysokościach ponad 300 m n.p.m. i mało urozmaiconej rzeźbie terenu.
Góry	Obszary o wysokościach ponad 300 m n.p.m. i bardzo urozmaiconej rzeźbie terenu.

- **Skamieniałości przewodnie** to szczątki organizmów, które w geologicznej skali czasu żyły krótko, występowały powszechnie i miały cechy pozwalające na ich jednoznaczna identyfikację.
- Głównymi **jednostkami podziału dziejów Ziemi** są eony, ery, okresy i epoki.

### Metody określania wieku skał i wydarzeń geologicznych





# Sposób na zadania

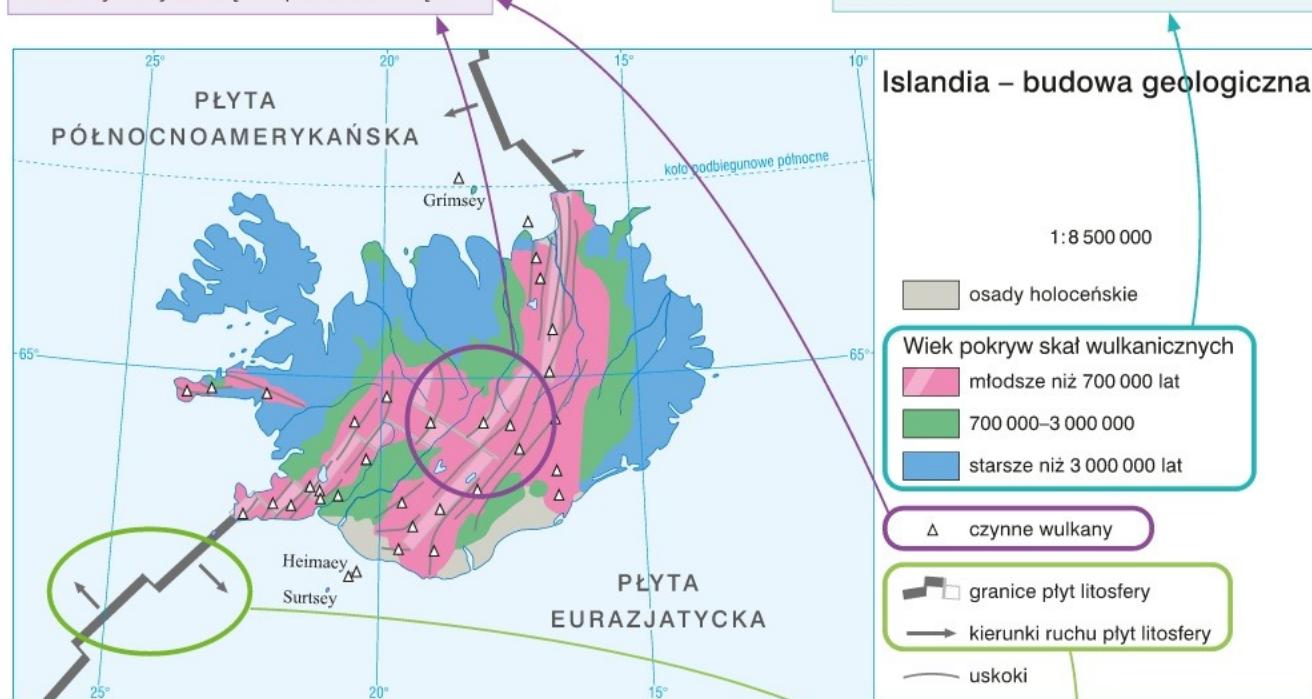
## Przykład 1. (0–1)

Na mapie przedstawiono budowę geologiczną Islandii.

Zwróć uwagę, że Islandia leży w północnej części Atlantyku i jest fragmentem grzbietu śródoceanicznego wystającym ponad powierzchnię oceanu.

Na mapie widać, że w środkowej części wyspy znajdują się czynne wulkany, czyli miejsca, w których współcześnie lava wydobywa się na powierzchnię.

Zauważ, że im bliżej środka wyspy, tym młodsze są skały. To oznacza, że nowe skały powstają w środkowej części Islandii.



Wyjaśnij, dlaczego powierzchnia Islandii stale się powiększa.

Czasownik wyjaśnij oznacza, że w krótkiej odpowiedzi należy nie tylko wskazać przyczynę jakiegoś zjawiska, lecz także opisać ciąg powiązań i zależności, które prowadzą od przyczyny do przedstawionego skutku. W odpowiedzi musi się zatem znaleźć informacja o procesie przyrastania skorupy ziemskiej w miejscu, w którym znajduje się ryft.

W odpowiedzi odnieś się do przyczyny przedstawionego zjawiska.

Zwróć uwagę, że przez Islandię przebiega rozbieżna granica płyt litosfery. Na takiej granicy płyty litosfery się od siebie odsuwają.

## Odpowiedź:

Islandia jest fragmentem grzbietu śródoceanicznego, który powstał na granicy dwóch płyt litosfery. W wyniku oddalania się od siebie płyt litosfery powstał ryft. Przez szczeliny w ryfcie wydobywa się lava bazaltowa pochodząca z płaszcza ziemskiego. Wypełnia ona ryft i krzepnie. W efekcie skorupa ziemska po obu stronach ryftu nieustannie przyrasta, a powierzchnia Islandii się powiększa.



# Zadanie analogiczne

WYKONAJ W ZESZYCIE



## Zadanie 1. (0–1)

Na mapie przedstawiono Grzbiet Hawajski na Oceanie Spokojnym.



Wyjaśnij, dlaczego góry wulkaniczne tworzące Grzbiet Hawajski leżą w przybliżeniu w jednej linii.

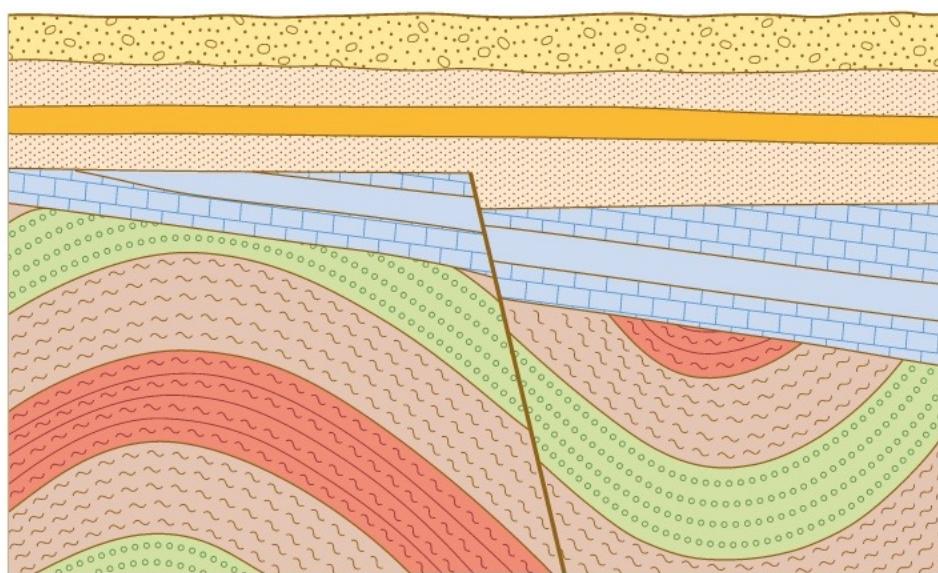
# Zadania powtórzeniowe

WYKONAJ W ZESZYCIE



## Zadanie 2. (0–1)

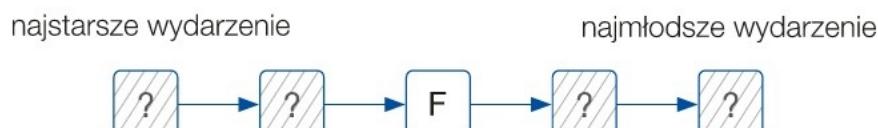
Na rysunku przedstawiono przekrój geologiczny fragmentu terenu.



- gлина зwałowa
- piaski
- sól kamienna
- wapenie
- margle
- mułowce
- piaskowce
- zlepieńce
- uskok

Uzupełnij schemat tak, aby ilustrował wydarzenia geologiczne, które zaszły na obszarze przedstawionym na przekroju geologicznym, w kolejności od najstarszego do najmłodszego. Wpisz właściwe litery w odpowiednich miejscach.

- A. Deformacja skał osadowych okruchowych w wyniku ruchów górotwórczych.
  - B. Intensywne parowanie w płytkim zbiorniku morskim.
  - C. Powstanie intruzji magmowej.
  - D. Ochłodzenie klimatu i nasunięcie się lądolodu.
  - E. Powstanie monokliny.
  - F. Powstanie uskoku.



### Zadanie 3.

Na fotografiach A i B przedstawiono dwa wulkany: Mauna Kea i Pico del Teide, które mierzone od dna oceanicznego do wierzchołka są odpowiednio najwyższą i trzecią pod względem wysokości górami świata. Z kolei na fotografiach 1–3 zaprezentowano trzy skały.

## A. Mauna Kea, Hawaie



### B. Pico del Teide. Wyspy Kanaryjskie



### Zadanie 3.1. (0–1)

Podaj nazwę skały, z której w dużej części są zbudowane Mauna Kea i Pico del Teide, oraz numer fotografii, na której ta skała została przedstawiona. Nazwę skały wybierz spośród podanych.

bazalt, granit, tufek krystaliczny, marmur, wapień

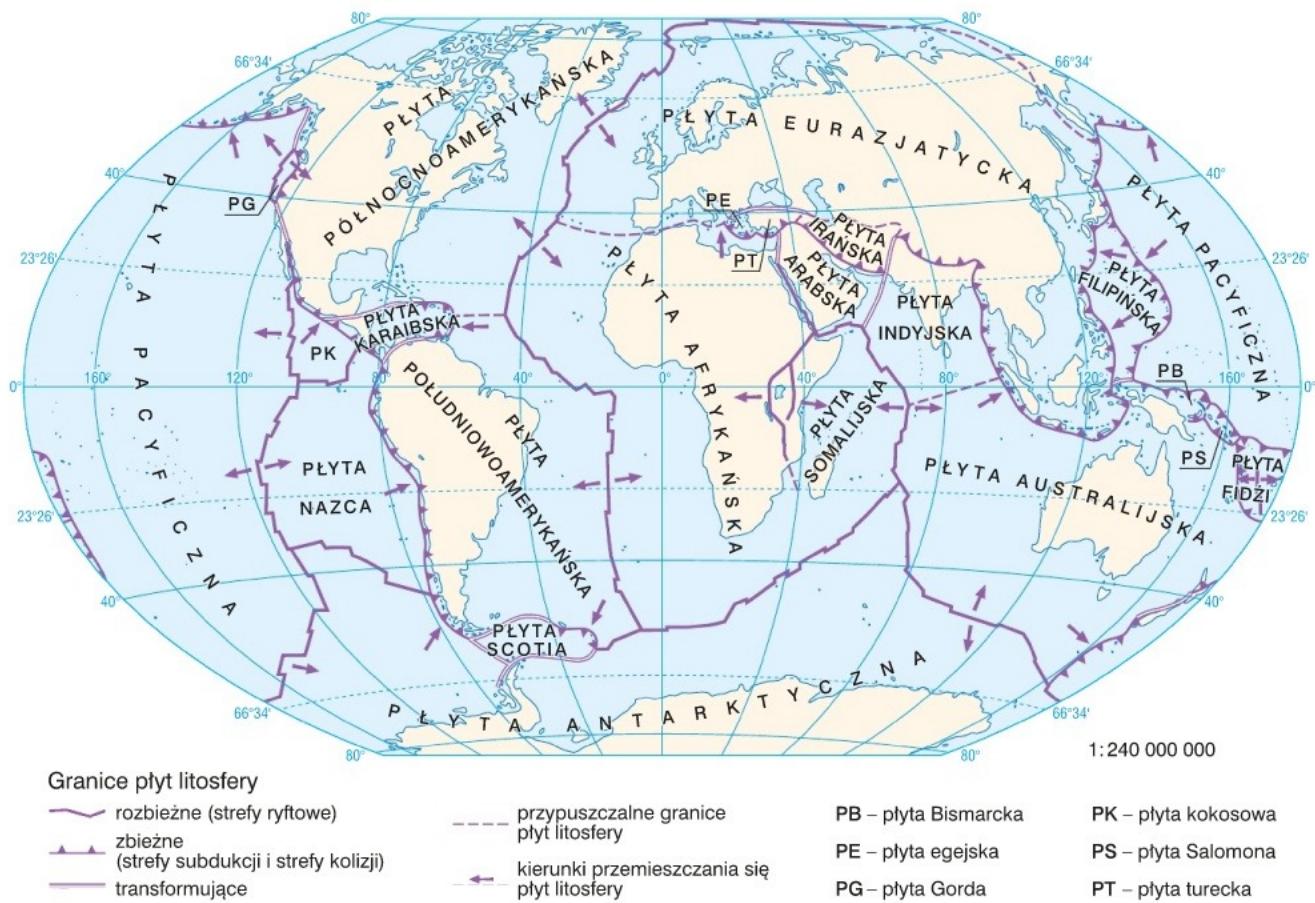
### Zadanie 3.2. (0–2)

Oceń, czy poniższe informacje są zgodne z prawdą. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

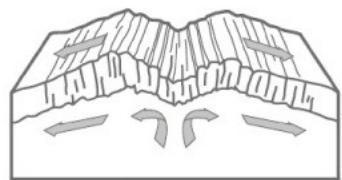
1.	Wulkan przedstawiony na fotografii oznaczonej literą A powstał w strefie subdukcji.	P	F
2.	Skała widoczna na fotografii oznaczonej numerem 1 ma budowę skrytokrystaliczną.	P	F
3.	Skamieniałość przewodnia ukazana na fotografii oznaczonej numerem 3 powstała w erze mezozoicznej.	P	F

## Zadanie 4.

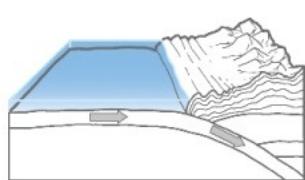
Na mapie przedstawiono rozmieszczenie płyt litosfery, a na rysunkach oznaczonych literami A–C – wybrane typy granic płyt litosfery.



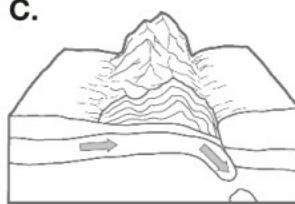
A.



B.



C.



### Zadanie 4.1. (0–1)

Podaj literę odpowiadającą ilustracji, która przedstawia typ granicy płyt litosfery przebiegającej w miejscu powstania Himalajów.

### Zadanie 4.2. (0–1)

Wyjaśnij, jak powstały Himalaje.

### Zadanie 4.3. (0–1)

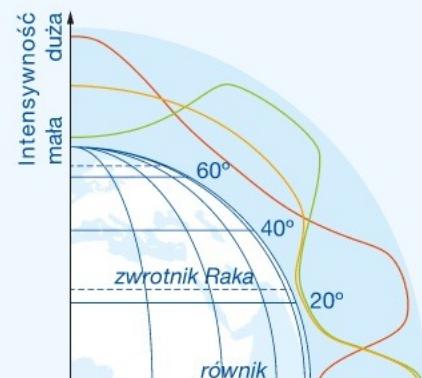
Oceń, czy poniższe informacje są zgodne z prawdą. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Na granicach płyt litosfery przedstawionych na ilustracji B występują zjawiska wulkaniczne.	P	F
2.	Na granicach płyt litosfery przedstawionych na ilustracji A następuje przyrost skorupy ziemskiej.	P	F
3.	Rowy oceaniczne powstają m.in. na granicach płyt litosfery przedstawionych na ilustracji C.	P	F

# Przykłady wpływu atmosfery na inne sfery Ziemi

## Wpływ atmosfery na hydrosferę

- Wartość temperatury powietrza decyduje o występowaniu wieloletniej zmarzliny oraz zlodzeniu wód powierzchniowych i podziemnych. Wielkość opadów oraz temperatura powietrza są głównymi czynnikami warunkującymi istnienie lodowców.
- Opady atmosferyczne oraz temperatura powietrza wpływają na zasoby wód podziemnych i powierzchniowych.



Intensywność wietrzenia:

- biologicznego
- fizycznego
- chemicznego

- 1 Zróżnicowanie intensywności wietrzenia w zależności od szerokości geograficznej.

## Wpływ atmosfery na litosferę

- Typ klimatu warunkuje procesy niszczące powierzchnię litosfery. Wietrzenie fizyczne zachodzi najintensywniej w klimatach o wysokiej amplitudzie temperatury powietrza. W klimatach wilgotnych i ciepłych przeważa wietrzenie chemiczne. 1
- Obfite opady, zwłaszcza na obszarach pozbawionych roślinności, mogą niszczyć podłoże skalne (szczególnie zbudowane ze skał podatnych na erozję). Przyspieszają też procesy stokowe.



- 2 Erozja gleby.

## Wpływ atmosfery na pedosferę

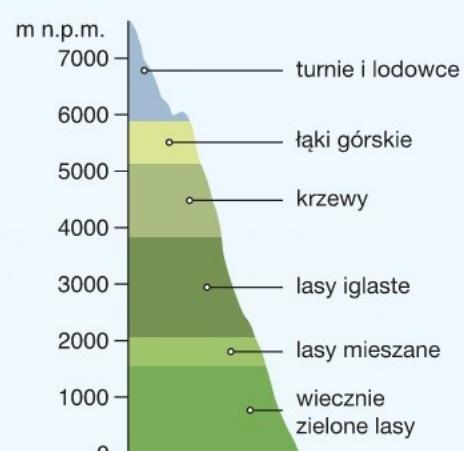
- Strefowość klimatyczna silnie wpływa na strefowość glebową.
- Warunki atmosferyczne należą do czynników glebotwórczych. Intensywne opady oraz silne wiatry przyczyniają się do niszczenia pokrywy glebowej. 2
- W ujemnej temperaturze zamarza zewnętrzna część litosfery, w tym pokrywa glebową.

## Wpływ atmosfery na biosferę

- Zróżnicowanie klimatyczne wyraźnie oddziałuje na zróżnicowanie roślinne (występowanie strefowości).
- W wyniku obniżania się temperatury powietrza wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza na obszarach górskich występują piętra roślinne. 3
- Silne i regularne wiatry z jednego kierunku mogą zmieniać wygląd pojedynczych drzew i całych formacji roślinnych (oraz ich układ). Jest to szczególnie widoczne na obszarach nadmorskich. Korony drzew są tam często znacznie przekrzywione i nachylone zgodnie z przeważającym kierunkiem wiatru. 4



- 4 Drzewo nachylone w wyniku przewagi jednego kierunku wiatru.



- 3 Piętra roślinne w Himalajach.

# Przykłady wpływu hydrosfery na inne sfery Ziemi

## Wpływ hydrosfery na atmosferę

- ▶ Wpływ oceanów sięga daleko w głąb lądu, natomiast wpływ jezior ma znaczenie lokalne. Różne tempo nagrzewania i ochładzania się wody oraz lądu oddziałuje na cyrkulację powietrza – powstają monsun i bryza.
- ▶ Prądy morskie wywierają wpływ na klimat obszarów, które opływają. Prądy ciepłe powodują wzrost temperatury powietrza. Z kolei prądy zimne przyczyniają się do spadku temperatury i zmniejszenia opadów, co może prowadzić do powstania pustyni. **1**
- ▶ Zmiana rozkładu prądów morskich na Oceanie Spokojnym, znana jako Oscylacja Południowa El Niño, wywołuje anomalie pogodowe nawet na odległych obszarach.



**1** Pustynia Namib – efekt oddziaływania zimnego Prądu Benguelskiego.

## Wpływ hydrosfery na litosferę

- ▶ W środowisku wodnym powstaje większość skał osadowych, m.in. wapenie, gipsy, łupki, piaskowce oraz ily. **2**
- ▶ Woda jest ważnym czynnikiem rzeźbotwórczym. Rzeki transportują do mórz materiał skalny z powierzchni lądów, żlobią i pogłębiają doliny oraz budują delty. Wody morskie modelują wybrzeże, wody opadowe przyczyniają się do krasowania, a lodowce zmieniają powierzchnię lądów.



**2** Gips.

## Wpływ hydrosfery na pedosferę

- ▶ Woda jest bardzo ważnym czynnikiem glebotwórczym. Bierze udział w procesach przekształcania szczątków organicznych w próchnicę, a próchnicy – w substancje odżywcze pobierane z gleby przez rośliny.
- ▶ W dolinach i deltach rzek, których wody często występują z brzegów (np. Nilu), powstały bardzo żyzne gleby (mady). **3**



**3** Uprawy na madach w Dolinie Nilu.

## Wpływ hydrosfery na biosferę

- ▶ Woda warunkuje życie organizmów.
- ▶ Odmienna ilość wody na poszczególnych obszarach wpływa na zróżnicowanie biosfery. **4**

**4** Bujne wilgotne lasy równikowe porastające obszary występowania deszczów zenitalnych.



# Przykłady wpływu litosfery na inne sfery Ziemi

## Wpływ litosfery na atmosferę

- ▶ Rozmieszczenie lądów i oceanów, ukształtowanie powierzchni terenu oraz wysokość nad poziomem morza należą do astrefowych czynników klimatotwórczych.
- ▶ Obszary górskie stanowią naturalną barierę dla przemieszczających się mas powietrza. 1
- ▶ W trakcie wybuchów wulkanów do atmosfery przedostają się duże ilości pyłów i gazów, a to zmienia jej skład. Cząstki pyłu wulkanicznego pełnią funkcję jąder kondensacji. Towarzyszące erupcji chmury pyłów mogą osiągać ogromne rozmiary i ograniczać dopływ energii słonecznej do powierzchni Ziemi.



1 Fen na La Palmie (Wyspy Kanaryjskie).

## Wpływ litosfery na hydrosferę

- ▶ W litosferze i na jej powierzchni gromadzą się wody powierzchniowe i wody podziemne.
- ▶ Ciepło wnętrza Ziemi decyduje o występowaniu na niektórych obszarach źródeł wód termalnych i gejzerów. 2
- ▶ W wyniku procesów wewnętrznych, np. trzęsień ziemi i wybuchów wulkanów, mogą powstawać lub zanikać zbiorniki wodne. Ponadto pionowe ruchy skorupy ziemskiej modyfikują linię brzegową mórz i jezior oraz bieg rzek.



2 Gejzer.

## Wpływ litosfery na biosferę

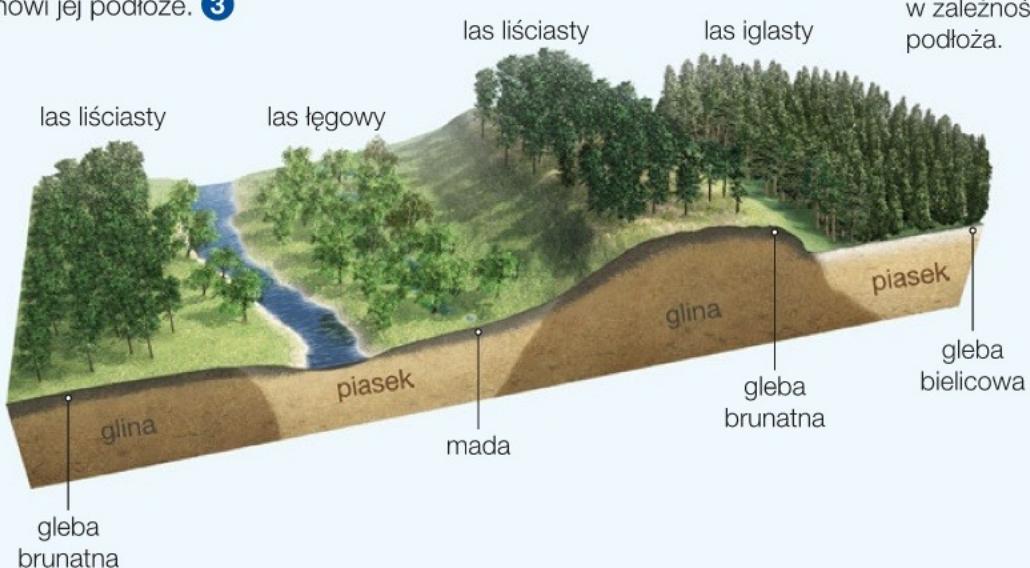
- ▶ Zewnętrzna warstwa litosfery stanowi środowisko życia wielu organizmów.
- ▶ Typ skał decyduje o rodzaju roślinności porastającej dany obszar. Na szatę roślinną wpływa także stopień zespolenia skał. Skały zwięzłe (np. granitowe) utrudniają rozwój roślin – zwłaszcza tych, które osiągają większe rozmiary (np. drzew).



3 Typy zbiorowisk leśnych w zależności od rodzaju podłożu.

## Wpływ litosfery na pedosferę

- ▶ Litosfera dostarcza materiału skalnego, z którego tworzy się gleba, oraz stanowi jej podłoż. 3



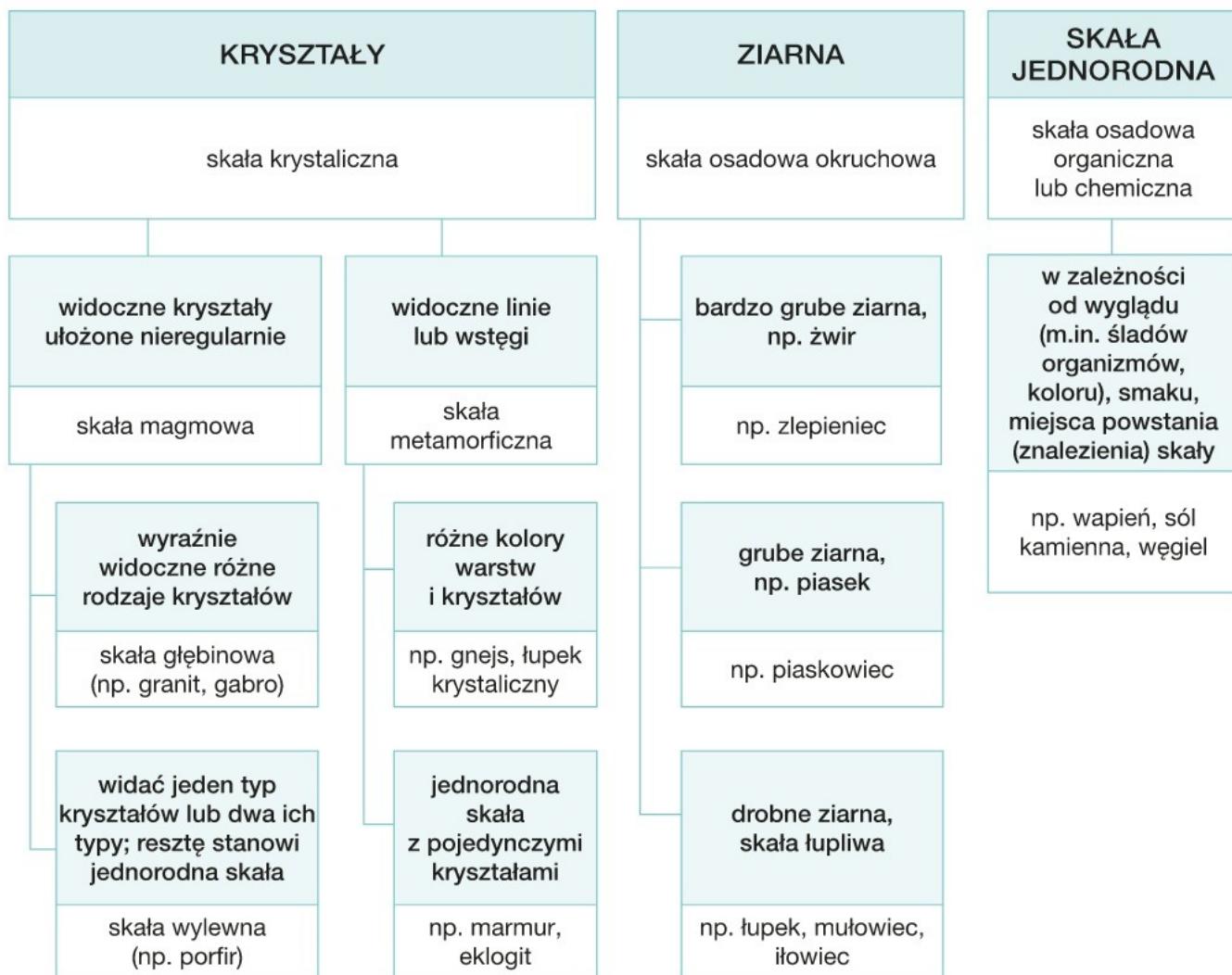
# Rozpoznawanie skał

Rozpoznawanie skał, szczególnie tych, które występują rzadko, może nie być łatwe. Geolodzy analizują fizyczne i chemiczne cechy skał, np. twardość, barwę, łupliwość i połysk, z wykorzystaniem wielu skomplikowanych metod. Ty możesz jednak sklasyfikować niektóre skały znalezione w najbliższej okolicy bez ich zastosowania. Zapoznaj się z poniższą instrukcją, przypomnij sobie wiadomości z lekcji o skałach i zajrzyj do atlasu skał i mineralów lub innych wiarygodnych źródeł.

## Przebieg warsztatu

### 1 Wybór miejsca badań.

Przeprowadź badania tam, gdzie skały znajdują się na powierzchni. Może to być odsłonięcie geologiczne, klif, ściana wąwozu, brzeg rzeki, zaorane pole, a nawet – ogródek lub działka. Pamiętaj, że niektóre skały są wykorzystywane w budownictwie, np. do utwardzania dróg, więc nie zawsze na podstawie znalezionej okruchu skalnego można wnioskować o budowie geologicznej danego obszaru.



### 2 Rozpoznanie ogólnej budowy skały.

Najłatwiej dostrzec cechy skały na świeżym przełamie, czyli fragmencie, który nie jest zwietrzały. Aby go uzyskać, trzeba rozłupać skałę. Jeżeli nie możesz rozłupać skały, opisz jej cechy na podstawie zewnętrznej warstwy. Przyjrzyj się wybranej skale. Jeśli możesz dostrzec w niej kryształy (jednego rodzaju lub różne), to jest to skała krystaliczna (magmowa albo metamorficzna). Jeśli zaś składa się z ziaren lub jest jednorodna, to należy do skał osadowych.

### 3 Rozpoznanie rodzaju skały.

W tym kroku wykorzystaj poniższy schemat. Pamiętaj, że przedstawiono na nim tylko wybrane rodzaje skał. Do rozpoznawania skał wykorzystaj również fotografie oraz opisy znajdujące się na s. 195–198.

# Dane statystyczne



## Wybrane zagadnienia geografii fizycznej

### Planety Układu Słonecznego

Planeta	Średnia odległość od Słońca [mln km]	Średnica [km]	Okres obiegu wokół Słońca	Liczba księżyców
Merkury	57,9	4 879	88 dni	0
Wenus	108,2	12 104	224,7 dnia	0
Ziemia	149,6	12 756	365,25 dnia	1
Mars	227,9	6 792	687 dni	2
Jowisz	778,6	142 984	11,9 roku	95
Saturn	1433,5	120 536	29,4 roku	145
Uran	2872,5	51 118	83,8 roku	27
Neptun	4495,1	49 528	163,7 roku	14

### Czas trwania dnia polarnego i nocy polarnej na półkuli północnej

Szerokość geograficzna	Dzień polarny			Noc polarna		
	początek	koniec	liczba dni	początek	koniec	liczba dni
90°	19 III	25 IX	189	25 IX	19 III	176
86°	30 III	15 IX	168	5 X	9 III	156
80°	1 IV	29 VIII	136	21 X	21 II	123
76°	26 IV	18 VIII	114	2 XI	10 II	99
68°	26 V	17 VIII	52	10 XII	3 I	25

### Albedo wybranych powierzchni

Rodzaj powierzchni	Albedo [%]
Śnieg świeży	75–95
Lód morski	36–50
Morze	10–60
Piaszek wydmowy	20–45
Pustynia piaszczysta	25–30
Łąka	25–30
Beton suchy	17–27
Las liściasty	10–20
Lita skała	12–15
Czarna nawierzchnia dróg	5–10

### Termiczne rekordy klimatyczne

Rekord klimatyczny	Wartość [°C]	Miejsce	Data
Najwyższa temperatura powietrza na świecie	+56,7	Dolina Śmierci	10.07.1913
Najniższa temperatura powietrza na świecie	-89,2	stacja Wostok	21.07.1983
Najwyższa temperatura powietrza na półkuli południowej	+50,7	Oodnadatta	2.01.1960
Najniższa temperatura powietrza na półkuli północnej	-69,6	Klinck	22.12.1991
Najwyższa temperatura na biegunie południowym	-12,3	stacja badawcza Amundsen-Scott	25.12.2011



*Twoje mocne strony*

**NOWE  
Oblicza  
geografii**

## **NOWA OFERTA wrzesień 2024**

**Podręczniki do wszystkich klas uwzględniające zmiany w podstawie programowej z geografii**

**NOWE Oblicza geografii**

**Oblicza geografii**

**Część 1 NOWOŚĆ**



**Część 2**



**Część 3**



**Część 4**



Zwróć uwagę na informację na okładce:  
**EDYCJA 2024**

### **Jak oznaczono zmiany w podręcznikach?**



Ikona wskazująca elementy wykreślone z podstawy programowej.

#### **WAŻNE!**

Podręcznik demonstracyjny uwzględnia zmiany w podstawie programowej z 12.02.2024, opublikowanej do prekonsultacji. Podręczniki, które trafią do szkół we wrześniu, będą zgodne z ostateczną wersją podstawy programowej.



Wejdź i poznaj szczegóły zmian w przedmiocie

Nowa Era Sp. z o.o.

[www.nowaera.pl](http://www.nowaera.pl) [nowaera@nowaera.pl](mailto:nowaera@nowaera.pl)

Centrum Kontaktu: 58 721 48 00

ISBN 978-83-267-5001-4



9 788326 750014