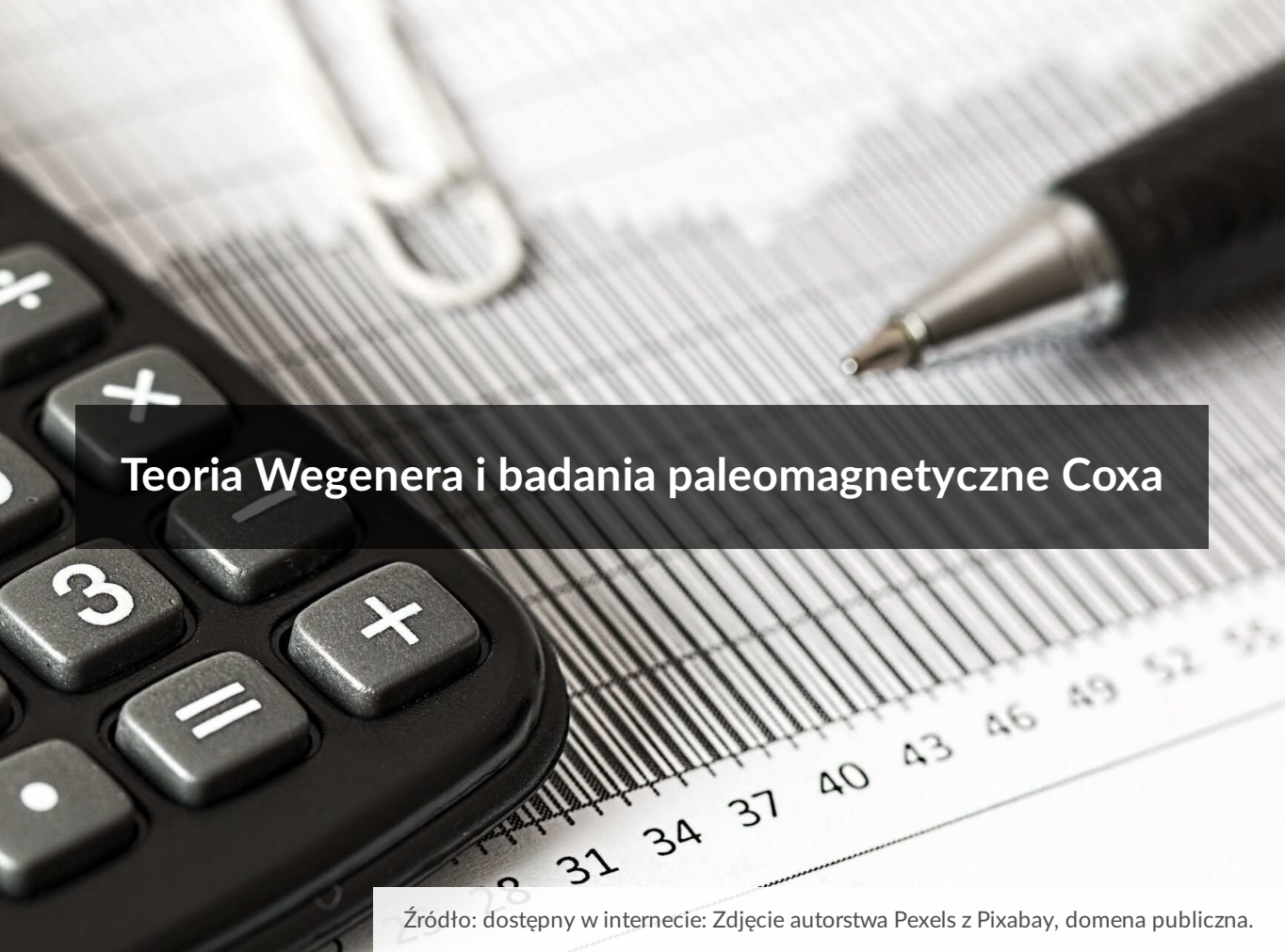




## Teoria Wegenera i badania paleomagnetyczne Coxa

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Teoria Wegenera i badania paleomagnetyczne Coxa

Źródło: dostępny w internecie: Zdjęcie autorstwa Pexels z Pixabay, domena publiczna.

Sposoby badania procesów geologicznych nie były znane od zawsze. Poszczególne teorie pojawiały się na przestrzeni wieków. Choć dziś historia wędrówki kontynentów jest powszechnie znana, to nie było tak przed 1912 rokiem. Ta data jest znamienna, gdyż to właśnie wtedy Alfred Wegener opracował teorię przemieszczania się lądów. Badania zamierzchłej historii Ziemi nie byłyby tak dokładne, gdyby nie odkrycie właściwości paleomagnetycznych skał przez Allana Coxa. To dokonanie pozwoliło nie tylko potwierdzić hipotezę Wegenera, ale też określić dawne miejsce położenia konkretnych lądów.

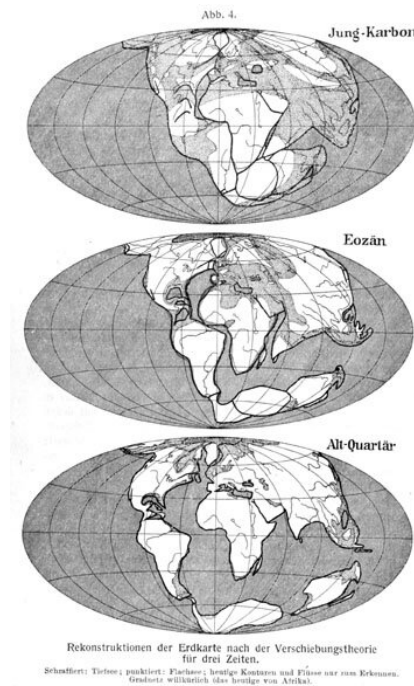
Z tego materiału dowiesz się, jak powstały i czego dotyczyły teorie, które pozwoliły udowodnić wędrówkę kontynentów.

### Twoje cele

- Dowiesz się, na czym polegała teoria Wegenera i badania paleomagnetyczne Coxa.
- Zapoznasz się z mapami przedstawiającymi dawny układ lądów i zbiorników wodnych na Ziemi.
- Opisziesz przebieg wędrówki kontynentów.

# Przeczytaj

Alfred Wegener był niemieckim geofizykiem i meteorologiem, który w 1912 roku opracował teorię **dryfu kontynentów**. Mimo że **teoria Wegenera** nie jest obecnie do końca aktualna, odegrała bardzo ważną rolę na drodze rozwoju teorii geotektonicznych i w istotny sposób przyczyniła się do powstania sformułowanej pół wieku później **teorii tektoniki płyt litosfery**.



Prezentacja wędrówki kontynentów wg Wegenera

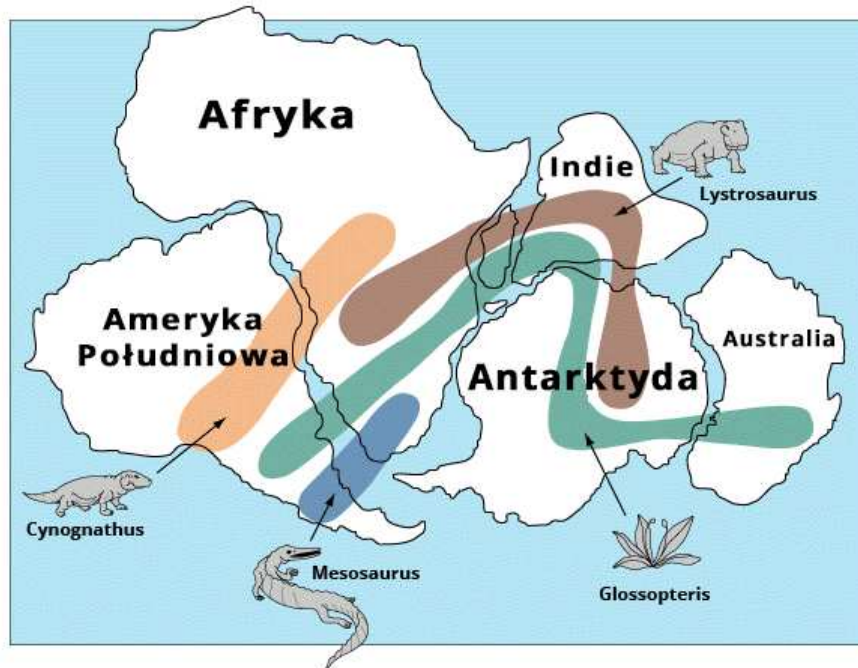
Źródło: dostępny w internecie: [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org), domena publiczna.

Wegener przyjął, że w przeszłości wszystkie lądy tworzyły jeden wielki kontynent nazywany Pangeą (co oznacza wszechziemię), który następnie uległ rozpadowi. Argumenty, które przedstawił Wegener, to między innymi zbieżność zarysów kontynentów, ponieważ linie brzegowe w niektórych miejscach są na tyle podobne, że można je do siebie dopasować. Jest tak w przypadku Ameryki Południowej i Afryki, Ameryki Północnej i Europy. Wegener zauważył także podobieństwo skał budujących oddalone od siebie kontynenty (ciągi węgla kamiennego), a także występowanie w przeszłości geologicznej na obszarach oddalonych od siebie kontynentów tych samych gatunków roślin i zwierząt. Argumentem potwierdzającym teorię dryfu kontynentów jest także podobieństwo w klimacie wykazane za pomocą dowodów zapisanych w skałach na różnych kontynentach półkuli północnej i południowej, np. ślady świadczące o zlodowaceniu.

## Ciekawostka

Według teorii pomostowej, która obowiązywała w XIX w., przed teorią Wegenera, wszystkie kontynenty były niegdyś połączone pomostami istniejącymi w różnych

epokach, czego dowodem miało być podobieństwo u brzegów sąsiadujących kontynentów w rozmieszczeniu gatunków zwierząt i roślin, które nie były w stanie same przemierzyć oceanu. Pomosty, zgodnie z teorią, miały ulec rozpadowi. Finalnie teoria pomostowa została obalona poprzez wykazanie różnicy w gęstości materiału skalnego budującego dno oceanów i kontynentów na powierzchni Ziemi.



Rozkład gatunkowy zwierząt potwierdzający teorię Wegenera

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

Rozpad Pangei w erze mezozoicznej zainicjował wędrówkę kontynentów. Wegener uważał, że kontynenty są lżejsze od skał, po których się poruszają, a ich ruch spowodowany jest oddziaływaniem Słońca i Księżyca oraz ruchem obrotowym Ziemi. Wegener w swojej koncepcji tłumaczył również pochodzenie pasm górskich, które miały powstawać w wyniku zdrapywania i fałdowania osadów morskich przez przemieszczające się kontynenty, a następnie wypiętrzanie tych osadów. Przykładem pasm górskich, które powstały w ten sposób, miały być Andy i Kordyliery.

## Argumenty Wegenera potwierdzające teorię dryfu

1. **topograficzne** – zbieżność zarysów kontynentów – linia brzegowa w niektórych miejscach jest na tyle podobna, że można brzegi tych kontynentów dopasować do siebie – *kongruencja*;
2. **geologiczne**: podobieństwo, a nawet tożsamość skał budujących oddalone kontynenty (bardzo podobne profile, aż do pewnego momentu – kiedy się rozłączyły);
3. **paleontologiczne**: występowanie w przeszłości geologicznej na obszarze odległych dzisiaj kontynentów tych samych gatunków roślin i zwierząt;

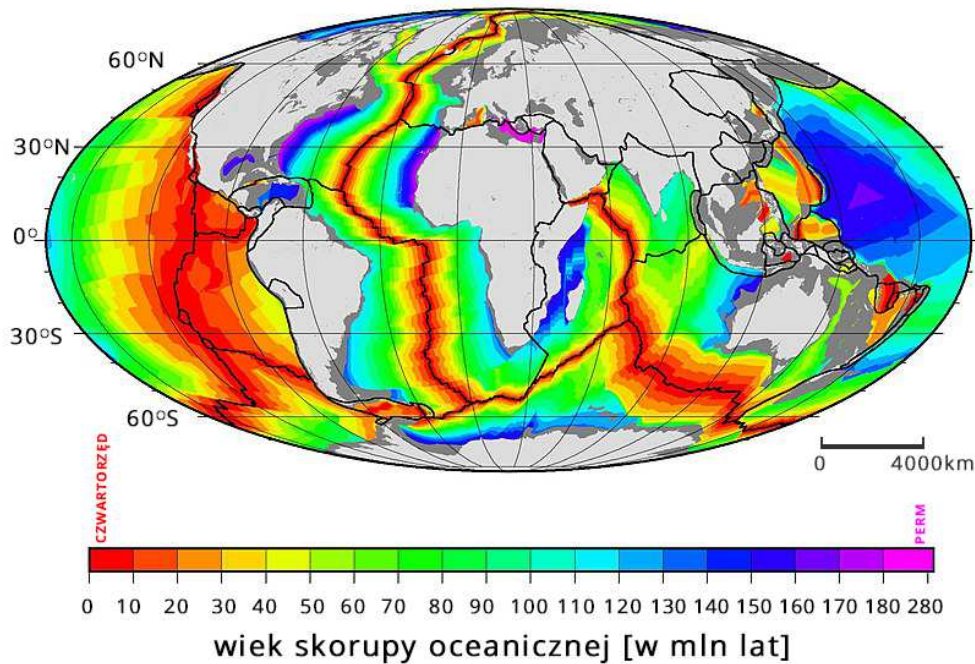
4. **paleoklimatyczne**: podobieństwo w klimacie wykazane dowodami, zapisanymi w skałach na obu kontynentach.

W teorii dryfu kontynentów Wegener oszacował tempo ruchu płyt, dzieląc odległości pomiędzy poszczególnymi kontynentami przez czas, jaki upłynął od momentu rozerwania się Pangei w erze mezozoicznej. Stwierdził, że Madagaskar oddala się od Afryki w tempie 9 mm rocznie, a Grenlandia przesuwa się nawet 36 mm na rok. Obliczył wartość rocznego dryfu, który wynosił 32 mm. Jego obliczenia są zatem bardzo podobne do tych, które przyjmuje się obecnie.

Teoria Wegenera niedostatecznie jednak tłumaczyła mechanizm przemieszczania się kontynentów. Wegener twierdził, że lżejsze kontynenty (sial) poruszają się po cięższych skałach (sima), ponieważ są one plastyczne. Teoria opierała się przede wszystkim na obserwacjach geologicznych. W tamtym okresie geolodzy nie byli skłonni uwierzyć, że trwałe i stabilne lądy w rzeczywistości poruszają się. Teoria została więc odrzucona i zapomniana. Dopiero po blisko 50 latach znaleziono dowody przemawiające na korzyść teorii Wegenera, pozwoliło to na rozwój wielu dziedzin geologii, takich jak sejsmologia, geofizyka czy badania den oceanicznych.

Brytyjski naukowiec, Allan Cox szukał dowodów na potwierdzenie teorii Wegenera.

Cox badał strefy płyty oceanicznej, które występowały w różnych odległościach od **ryftu** w grzbiecie oceanicznym, czyli w tzw. strefie **spreadingu**. Łącząc metody magnetometryczne z badaniami wieku skał, stwierdził, że młodsze skały są położone bliżej ryftu a starsze dalej, ustalił też daty przebiegunowania Ziemi oraz to, że w pobliżu ryftu znajdują się najmłodsze skały oceaniczne namagnesowane zgodnie ze współczesnym kierunkiem ziemskiego pola magnetycznego. Jest to możliwe dzięki zdolności skał zawierających minerały magnetycznie czynne (np. magnetyt, hematyt, getyt) do uzyskania i zachowywania naturalnej pozostałości magnetycznej o kierunku i zwrocie lokalnego pola magnetycznego, działającego na skały w okresie ich powstawania. Datowanie skał, które występowały w dnie oceanicznym, pozwoliło na określenie tempa spreadingu i potwierdzenie tej części teorii Wegenera, która mówiła o tym, że w pobliżu ryftu znajdują się najmłodsze skały płyty oceanicznej i że kontynenty poruszają się. Dzięki paleomagnetyzmowi udowodniono różne rozmieszczenie w przeszłości geologicznej lądów i mórz – wędrówkę kontynentów i bieguna magnetycznego Ziemi.



Wiek skał skorupy oceanicznej wynikający z badań paleomagnetycznych Coxa

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 2.0.

## Ciekawostka

Przeciwko zwolennikom teorii Wegenera występują zwolennicy hipotezy ekspandującej Ziemi, która odrzuca dryf kontynentów, tłumacząc oddalanie kontynentów ziemskich przyrastaniem skorupy oceanicznej, co z kolei wpływa na zwiększenie się objętości Ziemi, czego wynikiem jest roczne poszerzanie promienia naszej planety o 2,6 cm rocznie.

Szacuje się, że za około 50 mln lat Morze Śródziemne stanie się śródkontynentalnym zbiornikiem wodnym, który powstanie poprzez połączenie się Afryki z Europą. Domniemywa się, że Australia zmieni swoje położenie, przyłączając się do Azji. Przewidywania tłumaczą, że Ameryka Południowa przesunie się w kierunku Afryki, natomiast Ameryka Północna zmieni położenie i odsunie się od Europy, zderzając się z Ameryką Południową. Taki układ ma utworzyć za kilkaset milionów lat nowy superkontynent – Neopangeę.

## Słownik

### dryf kontynentów

ruch kontynentów względem siebie i względem powierzchni globu pod wpływem ruchu płyt litosfery, który wywołany jest prądami konwekcyjnymi w płaszczu Ziemi

### dolina ryftowa

ryft to podłużne obniżenie terenu długości setek lub nawet tysięcy kilometrów, leżące wzdłuż szczeliny powstającej wskutek spreadingu

### **paleomagnetyzm**

właściwości magnetyczne skał występujących na kuli ziemskiej, zawierających minerały ferromagnetyczne

### **rów tektoniczny**

obniżenie terenu ograniczone co najmniej dwoma uskokiemi, ciągnące się na długości dziesiątek, a nawet setek kilometrów, powstałe w wyniku ruchów górotwórczych

### **spreading**

proces rozsuwania się płyt litosfery i tworzenia nowych powierzchni skorupy ziemskiej, najczęściej w dnie oceanicznym

### **subdukcja**

proces wciągania fragmentów płyt litosfery w głąb płaszcza ziemskiego; zwykle jest to wciąganie płyty oceanicznej pod kontynentalną

### **tektonika**

procesy obejmujące ruchy i deformacje litosfery i skorupy ziemskiej oraz tłumaczące genezę wielkich struktur geologicznych

### **teorie geotektoniczne**

teorie opisujące obecny układ kontynentów na ziemi, ich zmiany oraz genezę;

### **teoria tektoniki płyt litosfery**

teoria, która tłumaczy przyczyny i skutki ruchu płyt litosfery, w tym także zjawisko dryfu kontynentów

### **teoria Wegenera**

inna nazwa teorii dryfu kontynentów

# Grafika interaktywna

---

## Polecenie 1

Na podstawie poniższej grafiki interaktywnej podaj pięć dowodów na poparcie teorii tektoniki płyt litosfery.

## Polecenie 2

Podaj główne wnioski wynikające z badań Coxa.

Wiek skorupy oceanicznej (w mln lat)

Źródło: noaa.gov, dostępny w internecie: noaa.gov/, domena publiczna.



# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Dokończ zdanie.

Teorię dryfu kontynentów przedstawił w 1912 roku

Antonio Snider-Pellegrini.

Harry Hess.

Alfred Wegener.

Allan Cox.

## Ćwiczenie 2



Dokończ zdanie.

W hipotezie dryfu kontynentów przyjęto, że w przeszłości geologicznej

wszystkie lądy ciągle się od siebie oddały, a jeżeli to nie było możliwe, to po prostu dalej były w bezruchu.

wszystkie lądy dążyły do uzyskania kształtu najbardziej optymalnego, zwanego Pangeą.

wszystkie lądy tworzyły jeden kontynent zwany Pangeą, która następnie uległa rozerwaniu.

pomiędzy lądami istniały i istnieją specjalne podwodne pomosty łączące je geologicznie.

### Ćwiczenie 3



Które z argumentów zawierała hipoteza dryfu kontynentów z 1912 roku?

- Podobieństwo skał budujących oddalone kontynenty.
- Ziemię cyklicznie uderzały wielkie ciała niebieskie.
- Na różnych kontynentach panował inny klimat, co uniemożliwiło powstanie tych samych skał na różnych kontynentach.
- Ciągła izolacja kontynentów spowodowała, że obecnie na każdym kontynencie występują inne gatunki.

### Ćwiczenie 4



Teoria Wegenera wyjaśniała przyczyny dryfu kontynentów istnieniem [ ] magmowej struktury, zwanej [ ] oraz wpływem [ ] i grawitacyjnego oddziaływania słońca i księżyca. Wegener twierdził także, że fragmenty lądowe są [ ] od fragmentów dna oceanicznego, czego potwierdzeniem były badania [ ] Coxa. Powszechnie mówi się o trzech rodzajach dowodów zaprezentowanych przez Wegenera: geologicznym, [ ] oraz topograficznych.

Oprac. na podstawie: *Encyklopedia PWN*

astenosferą

ruchu obrotowego Ziemi

sztywnej

plastycznej

starsze

paleogeomorfologicznych

paleontologicznych

płatczem ziemskim

paleomagnetyczne

ruchu obiegowego Ziemi

paleomagmatyczne

młodsze

## Ćwiczenie 5



Przeczytaj poniższy tekst źródłowy. O czym jest mowa w tekście i kto jest autorem badań?

« Łącząc metody magnetometryczne z badaniami wieku skał metodą potasowo-argonową, stwierdził, że młodsze skały są położone bliżej ryftu, a starsze dalej. Ustalił również, że w pobliżu ryftu znajdują się najmłodsze skały oceaniczne, namagnesowane zgodnie ze współczesnym kierunkiem ziemskiego pola magnetycznego.

## Ćwiczenie 6



Oceń, czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Badania Coxa potwierdziły tę część teorii Wegenera, która mówiła o łączeniu się kontynentów.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pangea rozpadła się na Gondwanę i Laurazję.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Według Wegenera pasma górskie powstały w wyniku zdrapywania i fałdowania o osadów morskich przez przemieszczające się kontynenty.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wartość średniego rocznego dryfu kontynentów wynosi 28 mm rocznie.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ćwiczenie 7



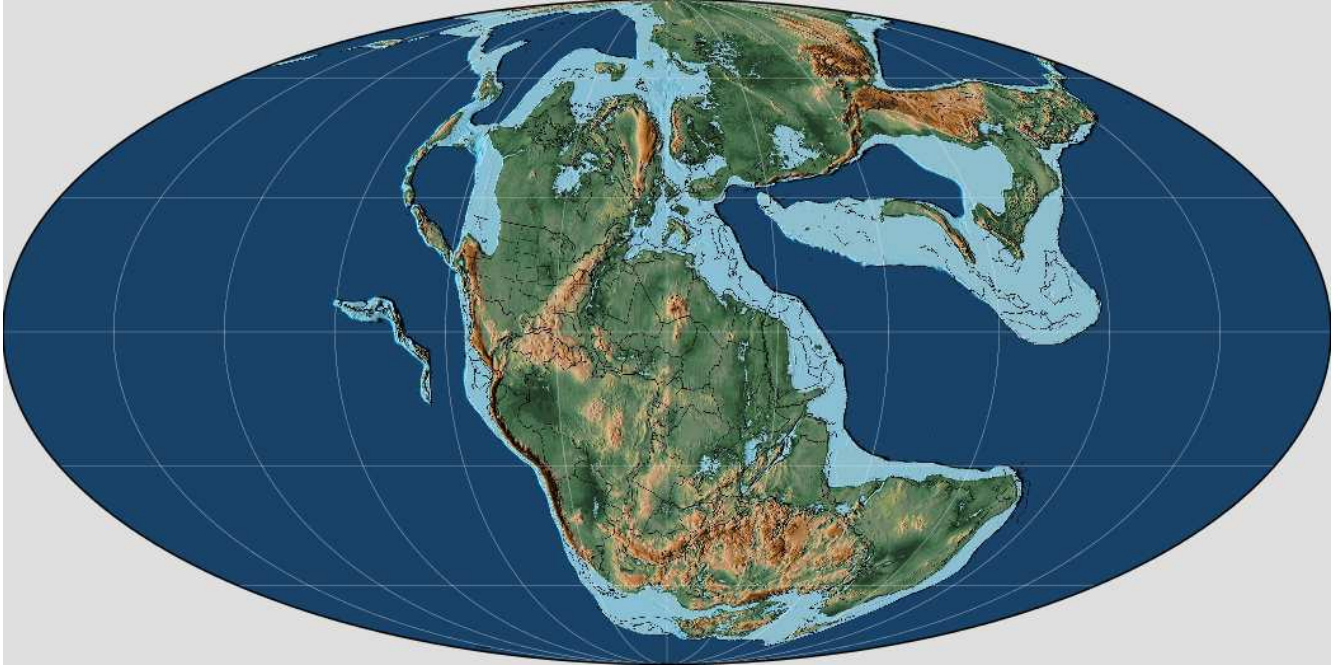
Teoria Wegenera pozwala przewidzieć, jak zmieni się położenie kontynentów w przyszłości. W jakim kierunku przesuną się kontynenty? Dodatkowo na podstawie innych źródeł opisz, w jaki sposób będzie przebiegać przyszła lokalizacja kontynentów

Kontynenty przesuną się w kierunku  - .

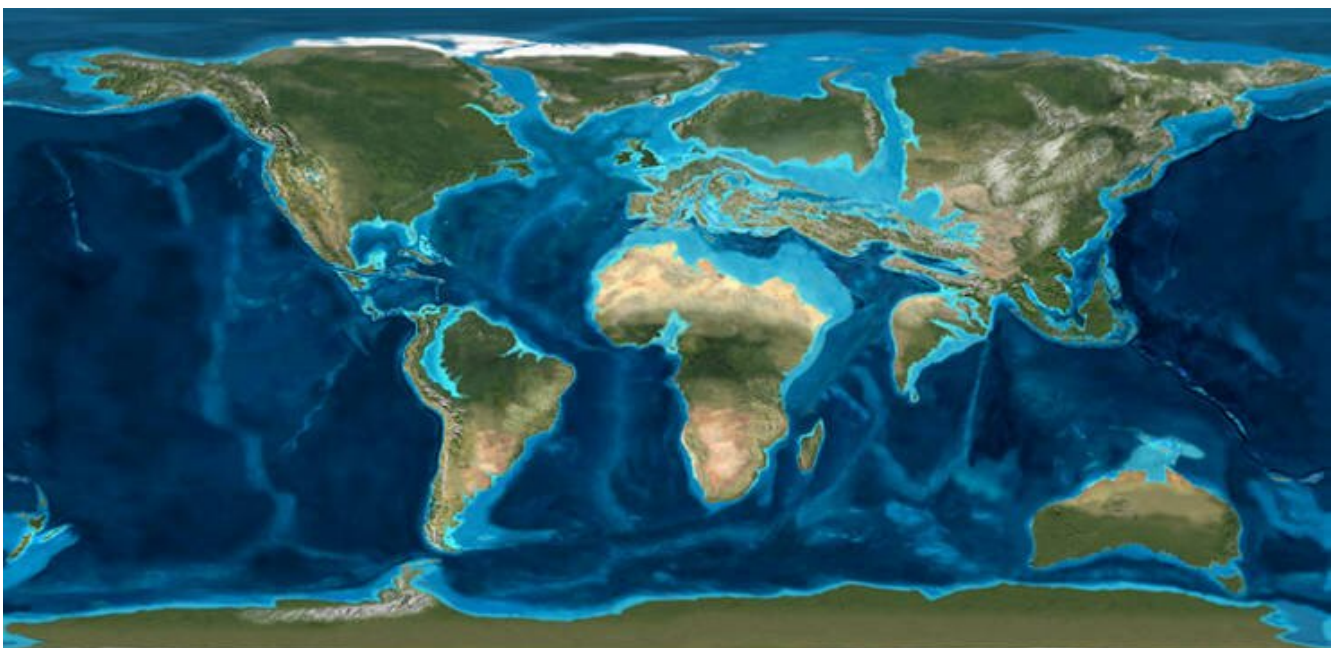
## Ćwiczenie 8



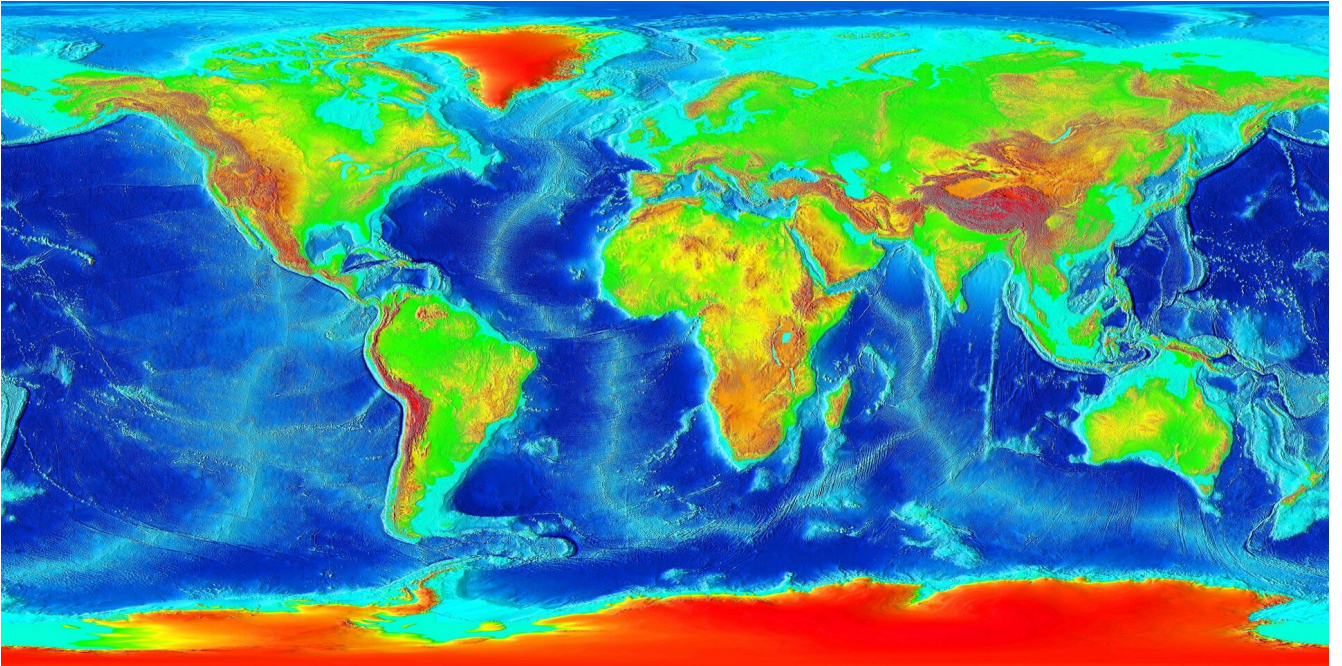
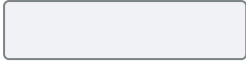
Podpisz mapy przedstawiające rozkład kontynentów w poszczególnych epokach geologicznych, dopisz nazwę okresu.



Źródło: dostępny w internecie: [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY 4.0.



Źródło: dostępny w internecie: [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 4.0.



Źródło: dostępny w internecie: [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org), domena publiczna.



# Dla nauczyciela

---

## SCENARIUSZ LEKCJI

**Imię i nazwisko autora:** Magdalena Filewicz

**Przedmiot:** geografia

**Temat zajęć:** Teoria Wegenera i badania paleomagnetyczne Coxa

**Grupa docelowa:** III etap edukacyjny, liceum i technikum, zakres podstawowy, klasa I

**Podstawa programowa:**

V. Litosfera: związek budowy wnętrza Ziemi z tektoniką płyt litosfery, procesy wewnętrzne i zewnętrzne kształtujące powierzchnię Ziemi i ich skutki, skały. Uczeń:

1. wyjaśnia związek budowy wnętrza Ziemi z ruchem płyt litosfery i jego wpływ na genezę procesów endogenicznych.

**Kształtowane kompetencje kluczowe**

- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,
- umiejętność uczenia się,
- kompetencje społeczne i obywatelskie.

**Cele operacyjne:**

Uczeń:

- wie, na czym polegała teoria Wegenera i badania paleomagnetyczne Coxa;
- zapoznaje się z mapami przedstawiającymi dawny układ lądów i zbiorników wodnych na Ziemi;
- opisuje przebieg wędrówki kontynentów.

**Strategie nauczania:** asocjacyjna, emocjonalna

**Metody i techniki nauczania:** blended learning

**Formy zajęć:** indywidualne, grupowe

**Środki dydaktyczne:** e-materiał, komputer, rzutnik

**Materiały pomocnicze:** mapy geologiczne kontynentów, atlas świata

## **PRZEBIEG LEKCJI**

### **Faza wprowadzająca**

- Przedstawienie celów lekcji.
- Wprowadzenie do tematu. Nauczyciel pyta uczniów, czy ludzie zawsze zdawali sobie sprawę z ruchów Ziemi. Nauczyciel zwraca uwagę, że nie chodzi tylko o ruch obrotowy i obiegowy, ale także o przemieszczanie się płyt tektonicznych.

### **Faza realizacyjna**

- Nauczyciel przedstawia uczniom fragment e-materiału, w krótkim wykładzie wyjaśnia, jaką teorię opracował Wegener, jakie były podstawy jego przypuszczeń i na czym polegały badania paleomagnetyczne.
- Następnie nauczyciel wyświetla uczniom grafikę, która pokazuje słuszność teorii Wegenera.
- Uczniowie podzieleni na grupy odpowiadają na polecenie zawarte w e-materiale.
- Nauczyciel kontroluje pracę uczniów, wspomaga ich w razie potrzeby.

### **Faza podsumowująca**

- Podsumowanie i utrwalenie wiedzy poprzez rozwiązanie ćwiczeń zawartych w e-materiale.

### **Praca domowa**

- Dokończenie ćwiczeń zawartych w e-materiale (np. ćwiczenia 7–8)

### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium**

- Grafika zawarta w e-materiale pozwala na przejrzyste przekazanie tematu, systematyzuje wiedzę ucznia i wpływa na jej poszerzenie. Może być wykorzystana jako samodzielne multimedium. Można ją wykorzystać również podczas zróżnicowanych tematycznie zajęć dotyczących tektoniki.