



## **V. Litosfera. Procesy wewnętrzne**

### **2. Tektonika płyt litosfery**

# Teoria tektoniki płyt litosfery

- 🌐 Rzadko która teoria jest tak powszechnie akceptowana jak teoria tektoniki płyt litosfery i jednocześnie rzadko która wyjaśnia w sposób wyczerpujący tak wiele procesów geologicznych.
- 🌐 Mimo to została przyjęta dopiero po przezwyciężeniu znacznych problemów.



**Procesy wewnętrzne** (inaczej **procesy endogeniczne**) – procesy geologiczne przyczyniające się do kreowania rzeźby powierzchni Ziemi (przede wszystkim powstawania nowych form), których najważniejszym źródłem jest energia cieplna wnętrza Ziemi. W ich skład wchodzi przede wszystkim procesy górotwórcze (przyczyniające się do powstawania gór), plutoniczne (obejmujące przemieszczanie magmy pod powierzchnią ziemi), wulkaniczne (obejmujące przemieszczanie się lawy po powierzchni ziemi) i trzęsienia ziemi.

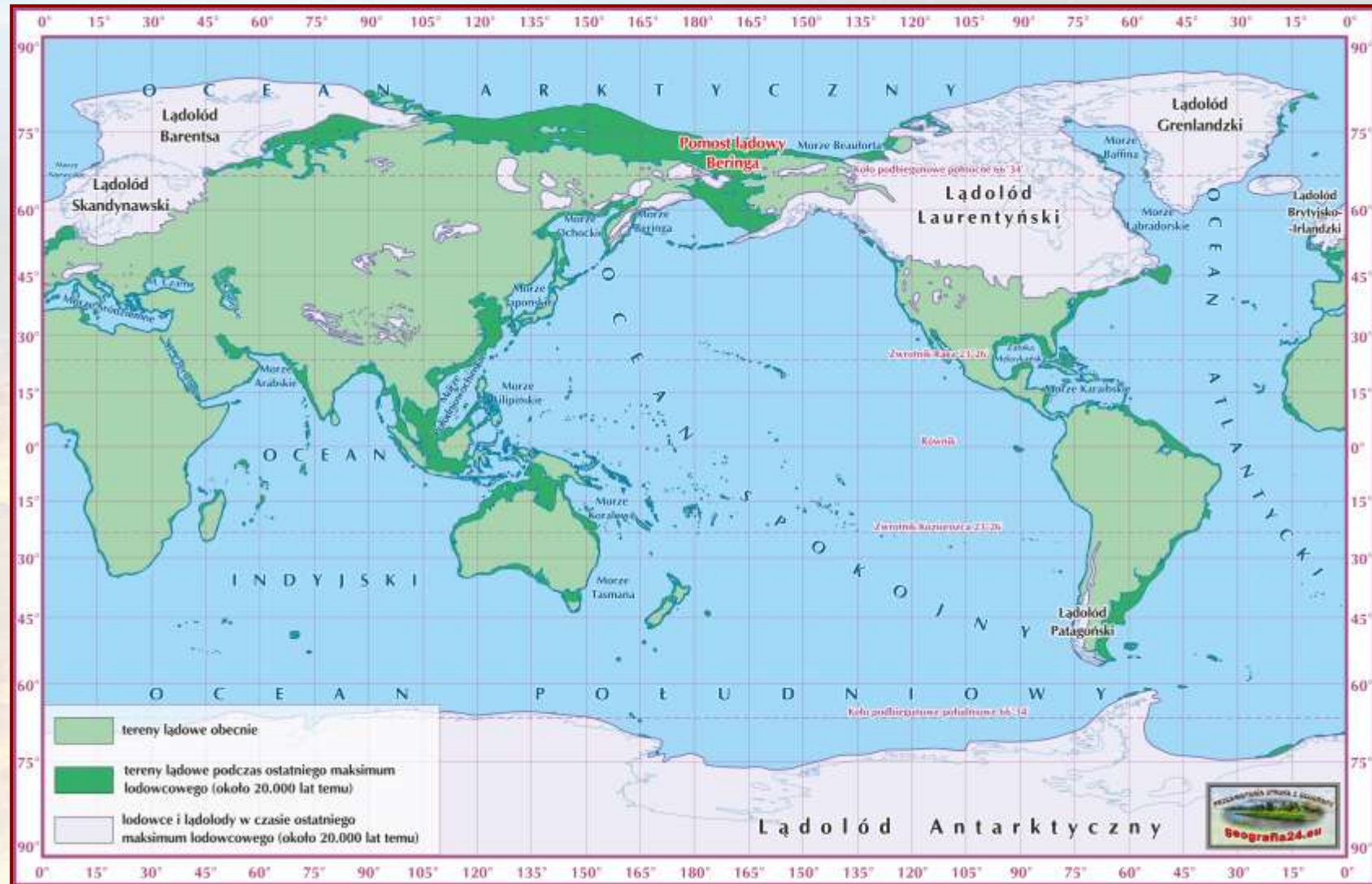
# “Teoria pomostowa”

🌐 W XIX wieku dostrzegano **zbieżność zarysu linii brzegowej kontynentów**, a także **podobieństwo flory i fauny** na często bardzo odległych kontynentach.

🌐 Przykładem była obecność ślimaka winniczka zarówno w Europie, jak i w Ameryce Północnej – gatunku, który nie był w stanie samodzielnie pokonać oceanu, co sugerowało **istnienie dawnego połączenia lądowego**.

🌐 Zjawiska te wyjaśniano istnieniem lądowego pomostu pomiędzy kontynentami, który następnie zapadł się, a jego miejsce zajęły wody oceanu – koncepcję tę nazwano **“teorią pomostową”**.

🌐 W rzeczywistości była to jednak jedynie hipoteza, której słabość polegała na tym, że **wyjaśniała skutki, a nie przyczyny**.

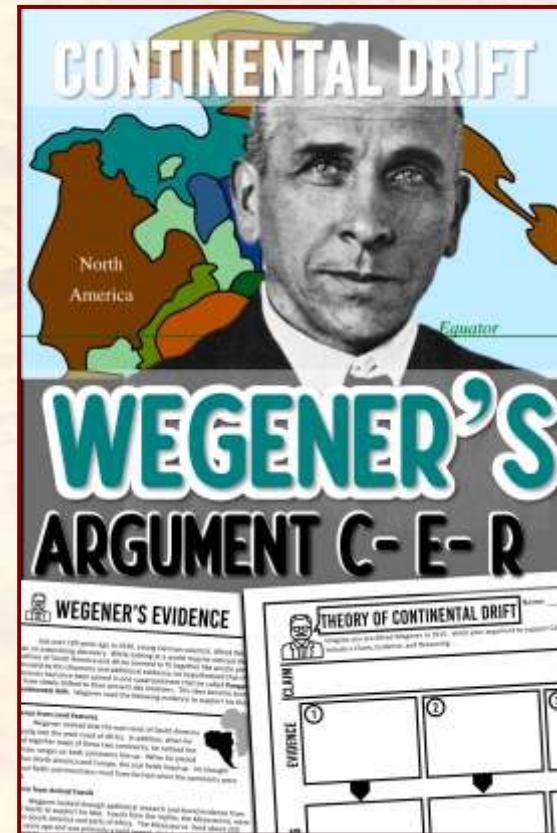


**Pomost lądowy Beringa** łączył Azję z Ameryką Północną podczas ostatniego zlodowacenia, osiągając maksimum około 20 tys. lat temu. Znikł 10–12 tys. lat temu, gdy ocieplenie spowodowało podniesienie poziomu mórz.



# Dryf kontynentów według Alfreda Wegenera

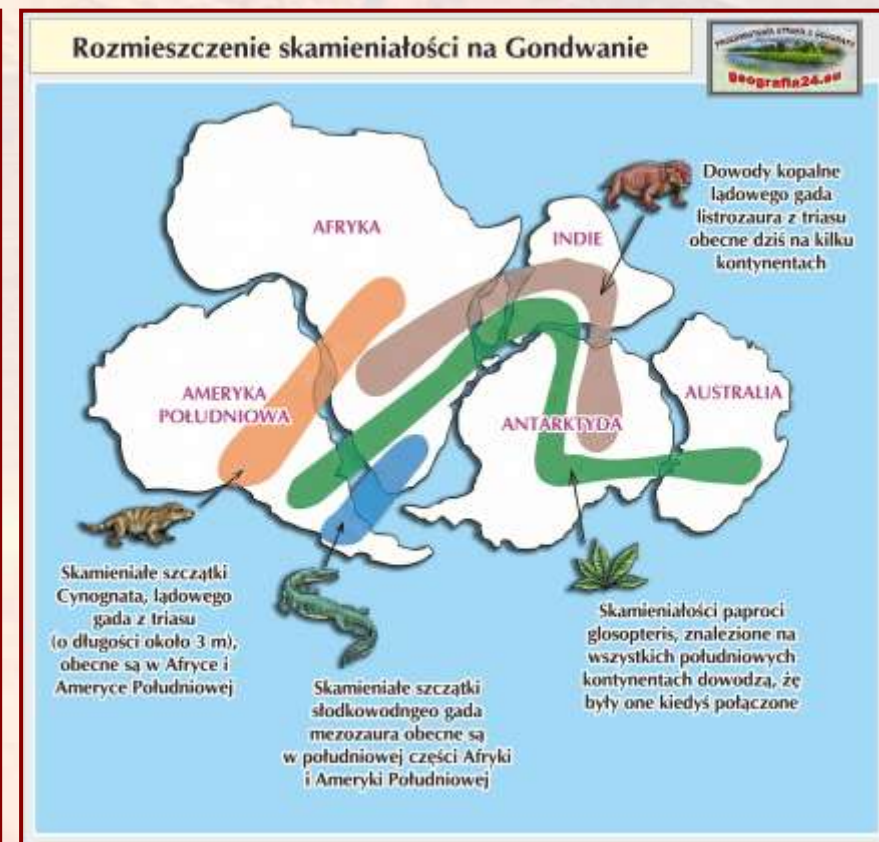
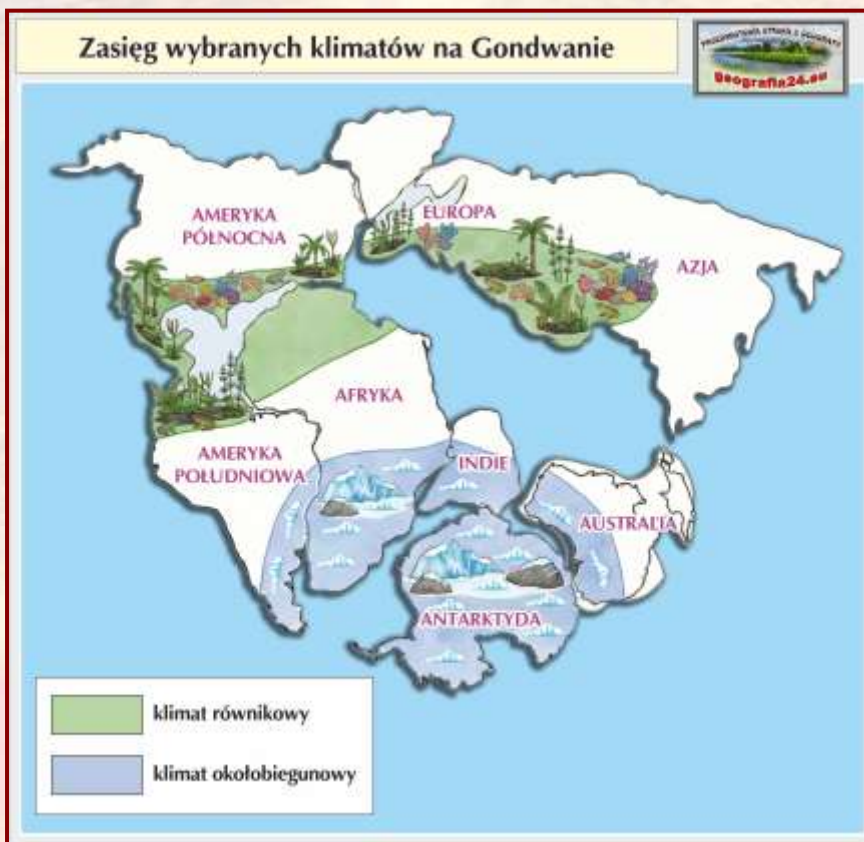
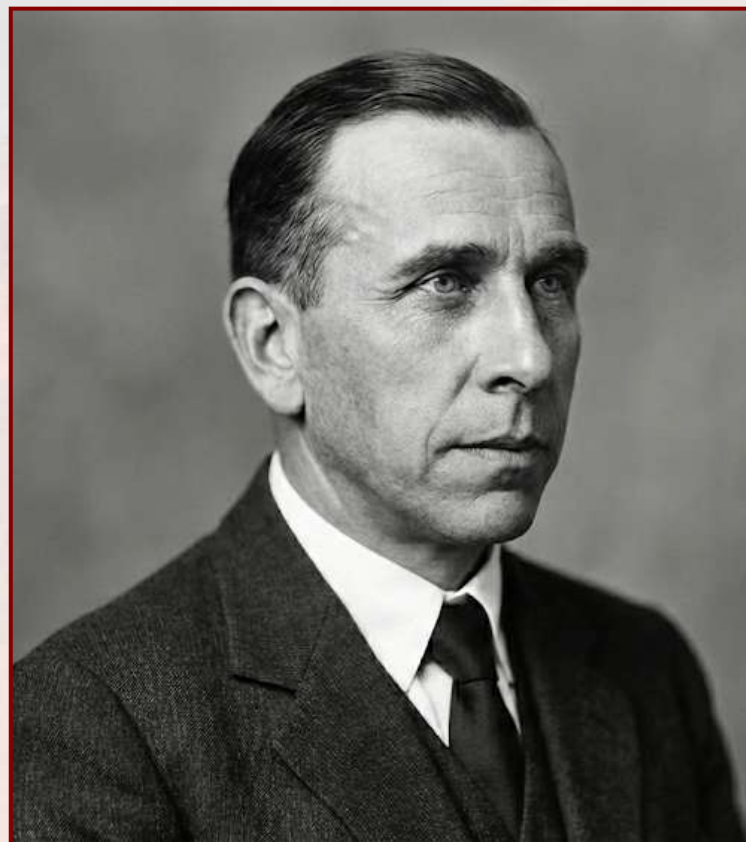
- 🌐 **Alfred Wegener** (1880-1930) – był z wykształcenia meteorologiem i od początku swojej kariery naukowej prowadził badania na Grenlandii.
- 🌐 Dostrzegał więcej związków między kontynentami i ich cech wspólnych niż którykolwiek badacz w jego czasach.
- 🌐 W 1912 roku przedstawił **hipotezę dryfu kontynentów**.
- 🌐 Przyjął on, że w przeszłości lądy tworzyły jeden wielki kontynent zwany **Pangeą** (superkontynent – istniał na przełomie paleozoiku i mezozoiku, w okresie pomiędzy 300 a 180 milionów lat temu), który następnie uległ rozerwaniu.



# Dryf kontynentów według Alfreda Wegenera

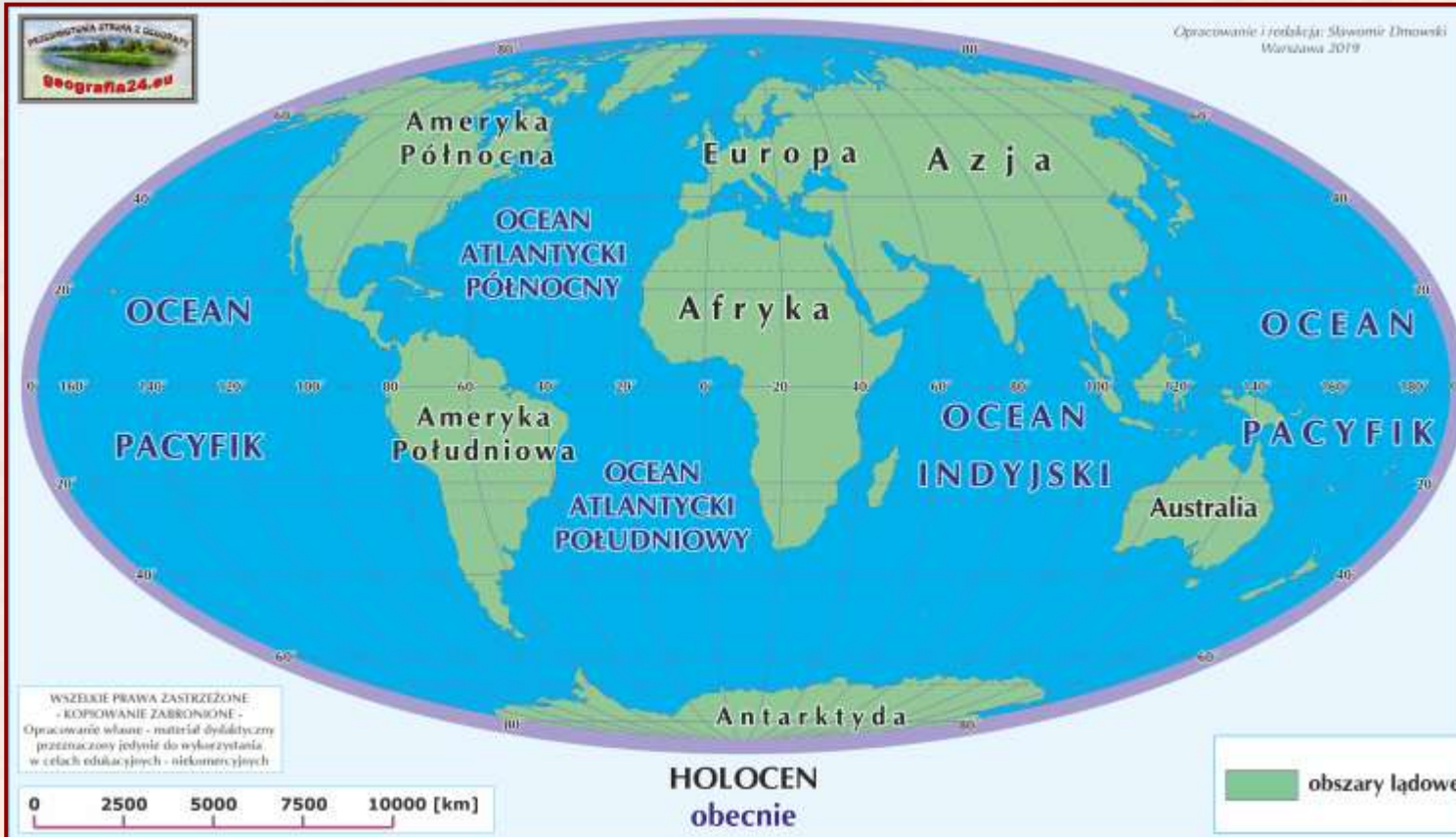
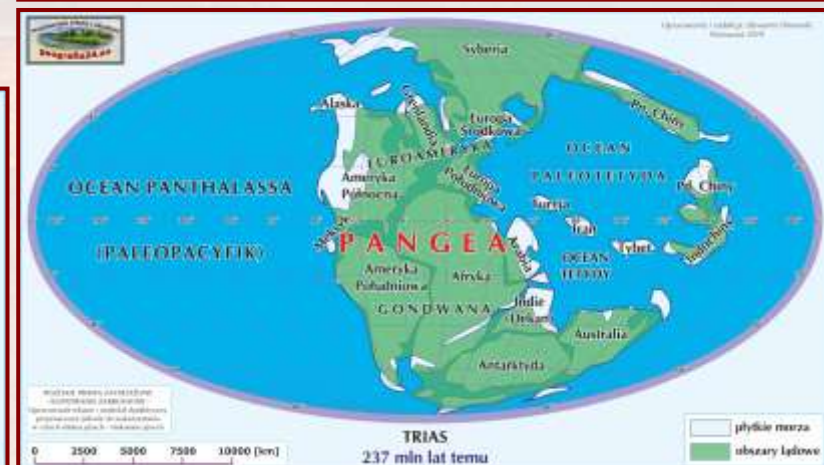
🌐 W hipotezie dryfu kontynentów A. Wegener zawarł argumenty:

- 🌐 **topograficzne:** zbieżność zarysów kontynentów – linia brzegowa w niektórych miejscach jest na tyle podobna, że można brzegi tych kontynentów dopasować do siebie “jak puzzle”;
- 🌐 **geologiczne:** podobieństwo, a nawet tożsamość skał budujących oddalone kontynenty (bardzo podobne profile, aż do pewnego momentu – kiedy się rozłączyły);
- 🌐 **paleontologiczne:** występowanie w przeszłości geologicznej na obszarze odległych dzisiaj kontynentów tych samych gatunków roślin i zwierząt (potwierdzają to skamieniałości);
- 🌐 **paleoklimatyczne:** podobieństwo w klimacie wykazane dowodami, zapisanymi w skałach na obu kontynentach.



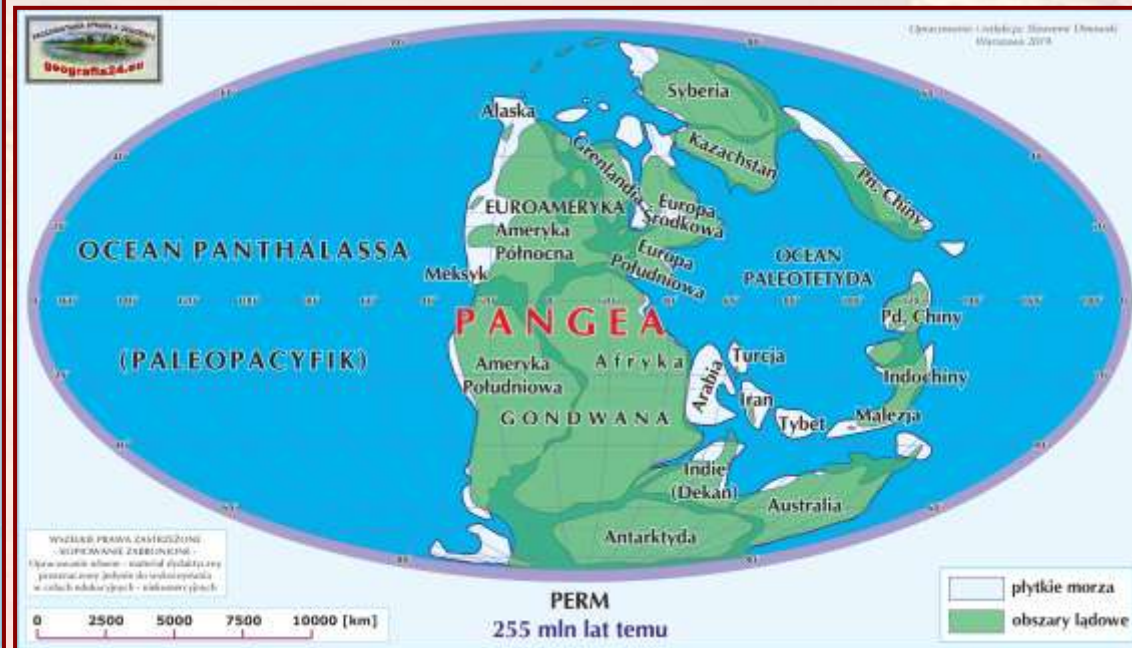
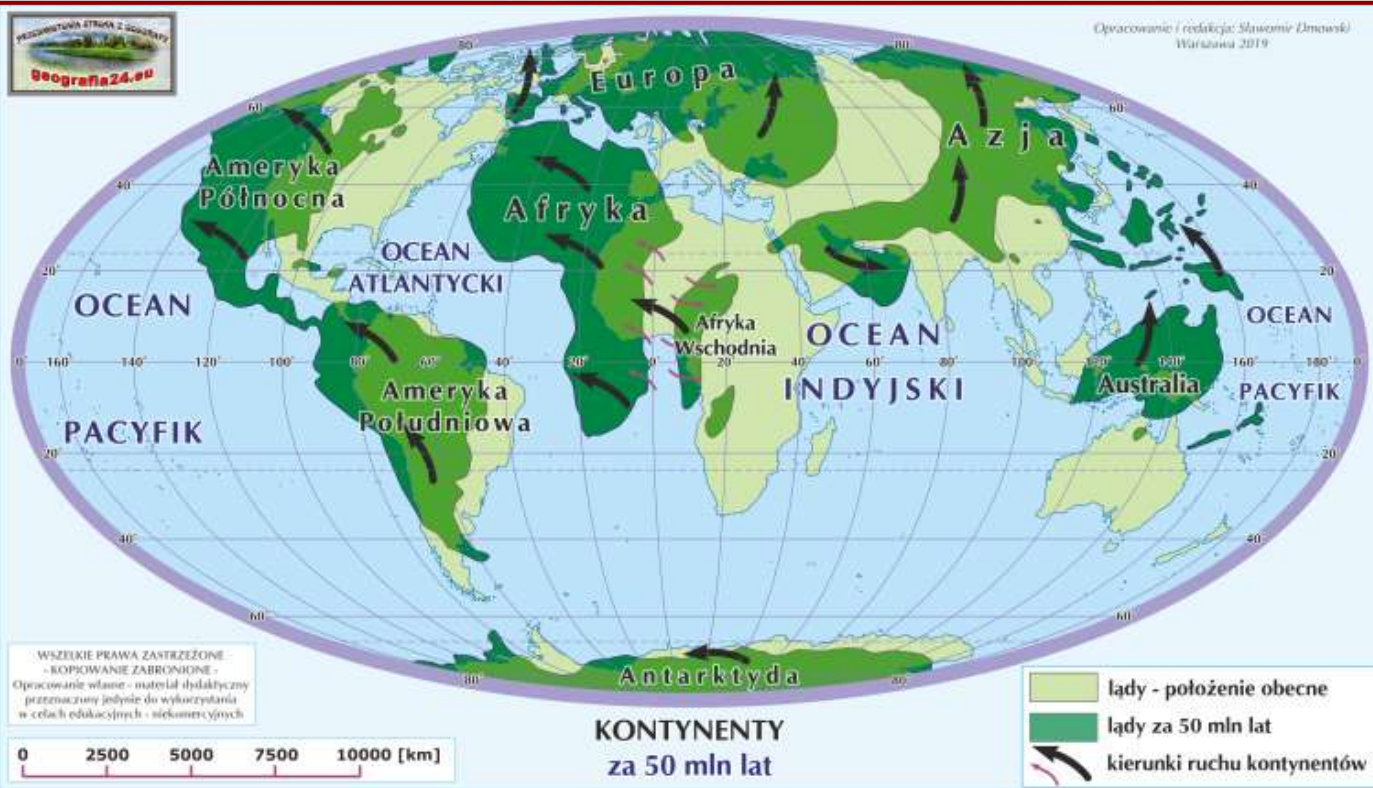
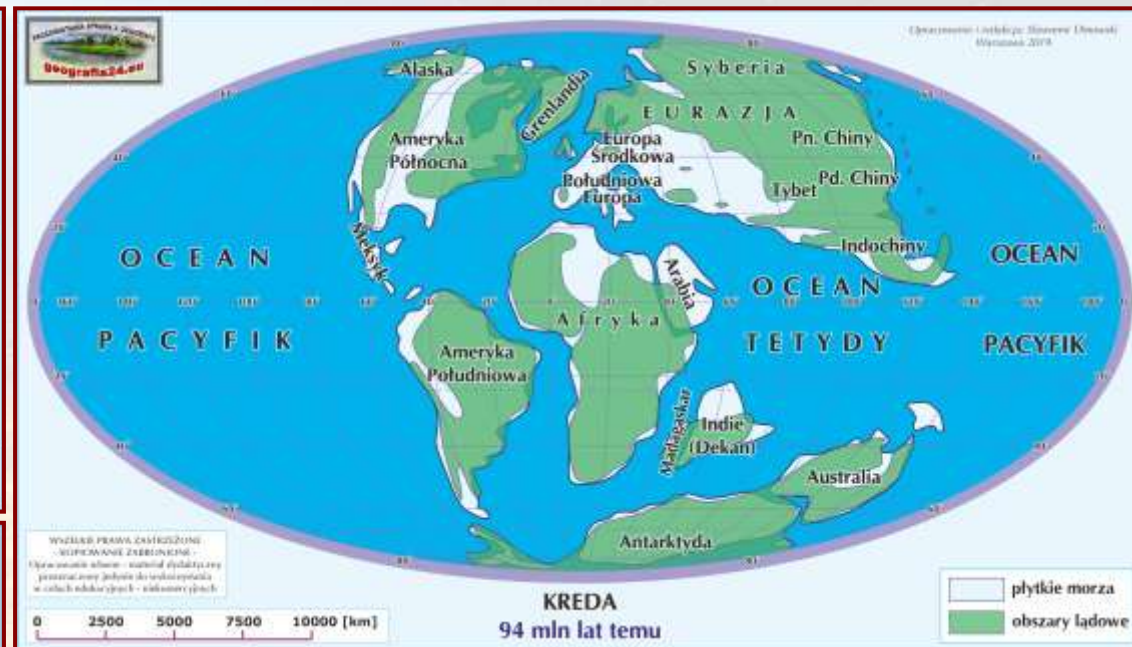
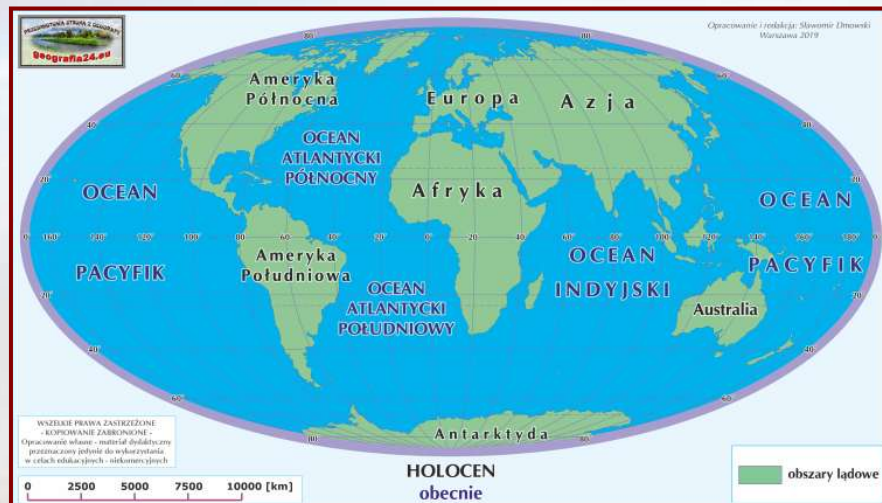
# Tempo dryfu kontynentów wg Wegenera

- Wegener w hipotezie dryfu kontynentów oszacował nawet **tempo ruchu płyt**.
- Dzieląc odległości między poszczególnymi kontynentami przez czas, jaki upłynął od rozłamu Pangei w triasie, otrzymał wartości określające prędkość przemieszczania się płyt.
- Według jego obliczeń Madagaskar oddala się od Afryki w tempie około 9 mm rocznie, a Grenlandia – nawet 18-36 mm rocznie.
- Analizując pomiary geodezyjne, otrzymał **średni roczny dryf kontynentów wynoszący 32 mm**, co wskazywało na dużą zgodność jego obliczeń.



# Prognozy "wędrowki kontynentów"

Dzięki spostrzeżeniom Wegenera i pracy wielu późniejszych naukowców dziś możemy prognozować przyszłe ruchy płyt litosfery, określając "gdzie, jak i kiedy co się wydarzy". Oczywiście nie wszystko jest dokładnie znane, dlatego im dalsza prognoza, tym mniejsza jej precyzja.

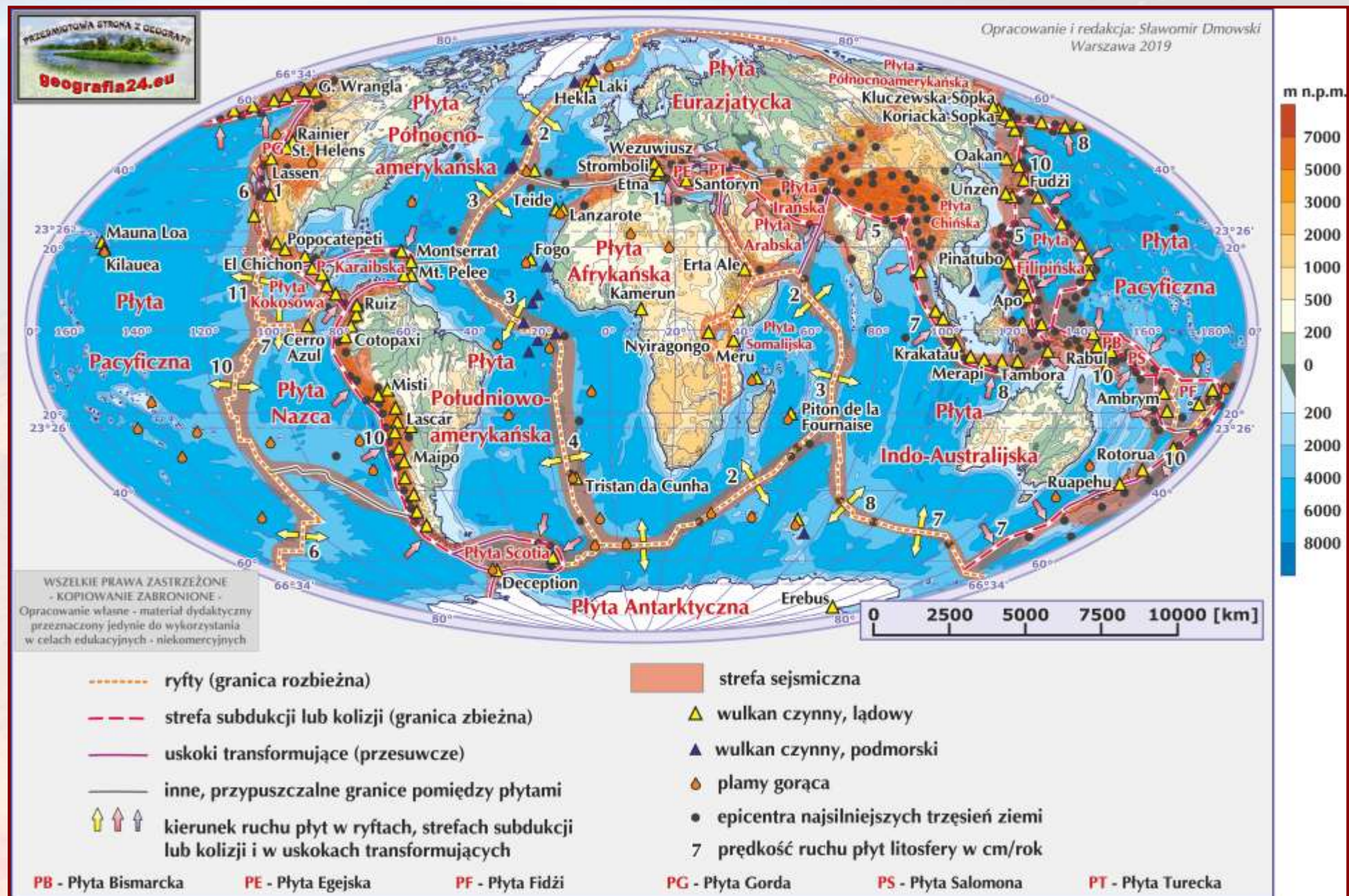


# Współczesne poglądy na ruchy litosfery – teoria tektoniki płyt litosfery

🌐 Do hipotezy Wegenera – już jako teorii naukowej, dotyczącej rozszerzania się dna oceanicznego – powrócono dopiero w latach 50. i 60. XX w.

🌐 Badania te pozwoliły w 1962 roku sformułować w końcu spójną **teorię tektoniki płyt litosfery**.

🌐 Teoria tłumaczyła m.in.: budowę litosfery, wędrówkę kontynentów, ruchy pomiędzy płytami (subdukcji, ryfty i kolizję) oraz procesy towarzyszące takie jak: wulkanizm, metamorfizm i trzęsienia ziemi.



# Współczesne poglądy na ruchy litosfery – teoria tektoniki płyt litosfery

Obecnie przyjmowana teoria tektoniki płyt litosfery mówi, że skorupa ziemska podzielona jest na:

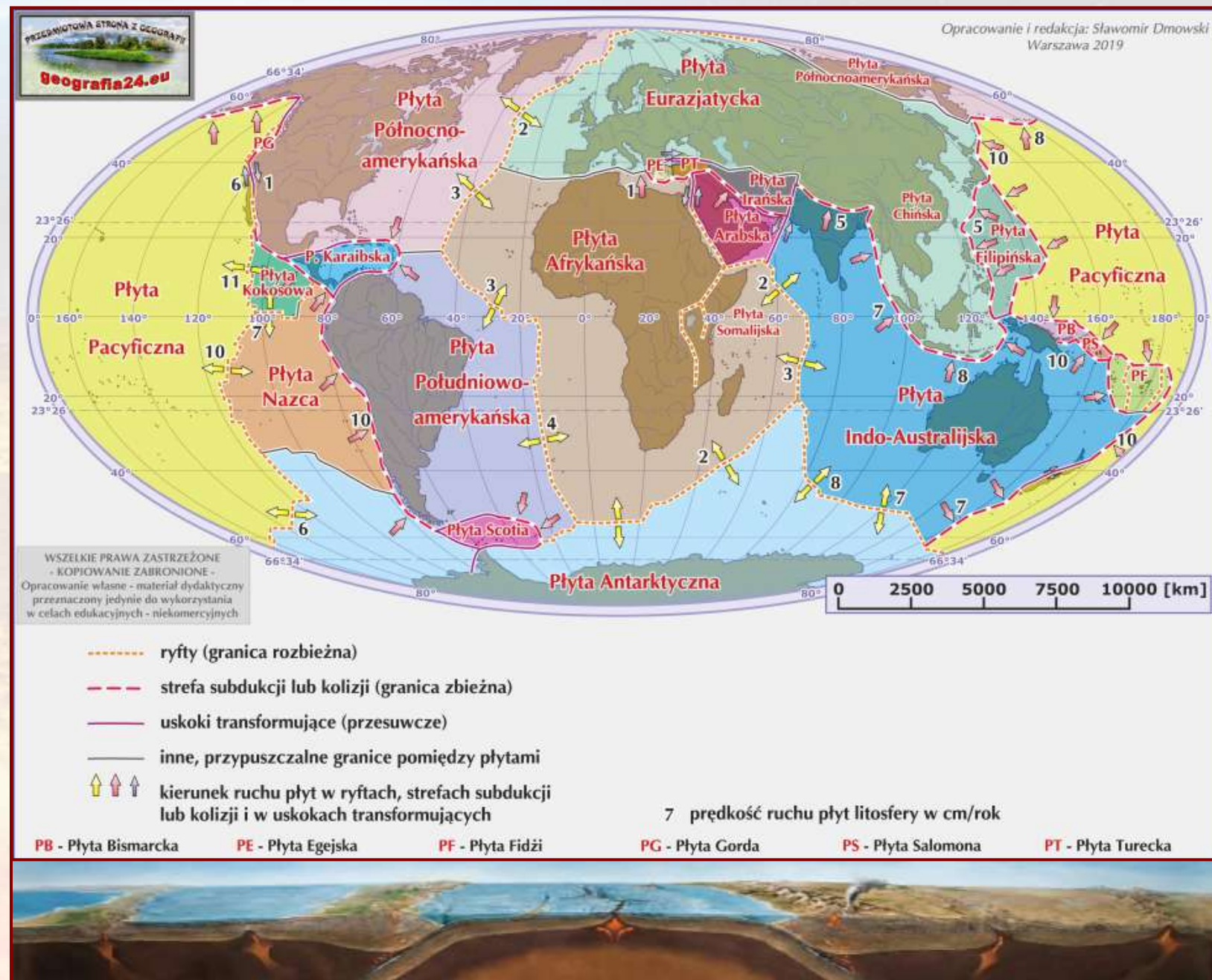
- **siedem wielkich płyt:** Eurazjatycka, Amerykańska (Południowoamerykańska, Północnoamerykańska), Afrykańska, Antarktyczna, Indo-Australijska i Pacyficzna;

- **kilka mniejszych:**

- wokół Ameryki Południowej: Kokosowa, Karaibska, Nazca, Scotia,
- na południe od Płyty Eurazjatyckiej: Egejska, Turecka, Arabska, Irańska,
- na wschód od Azji: Filipińska,
- na północny wschód od Australii: Bismarcka, Salomona i Fidzi.

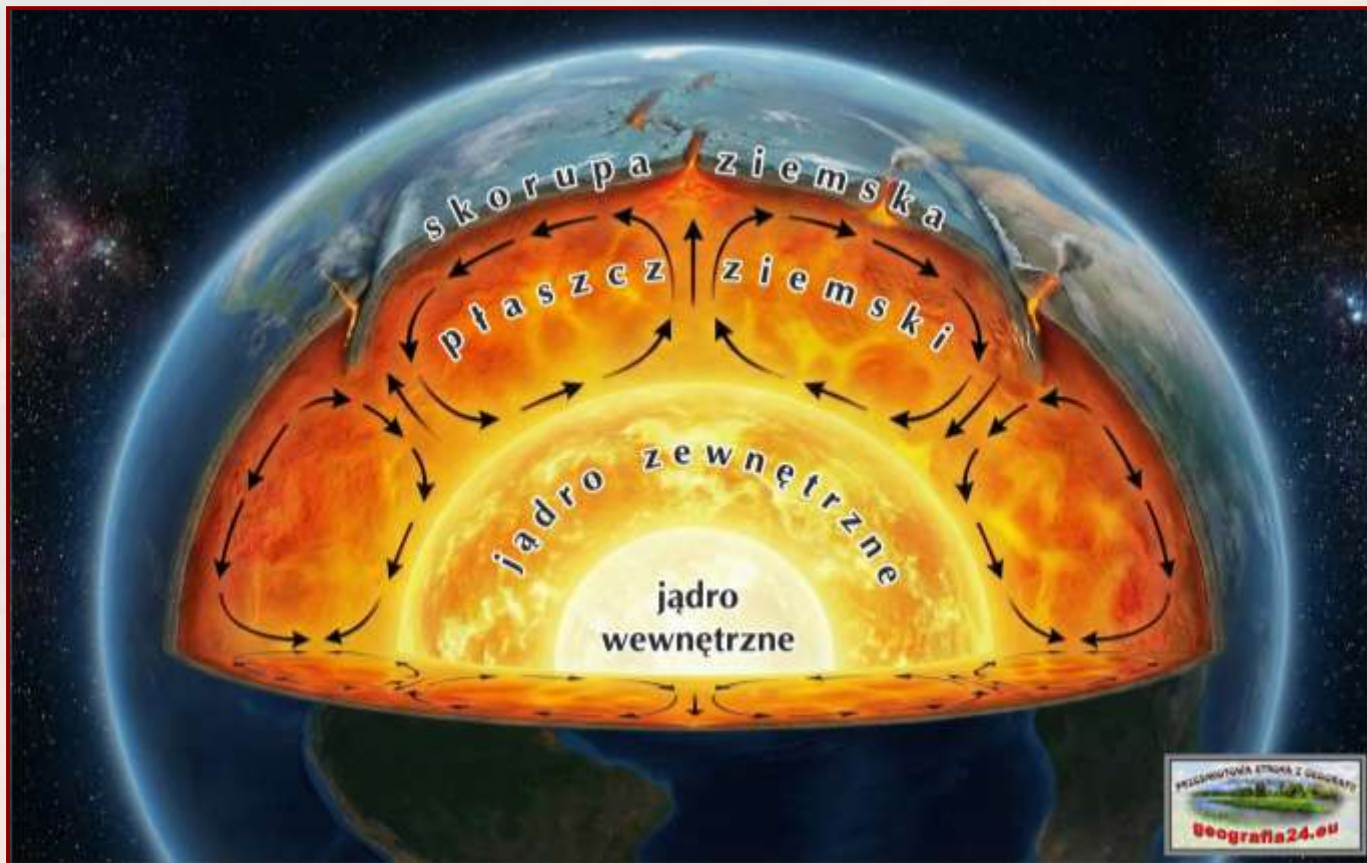
- Dodatkowo wyróżnić możemy **płyty będące częścią innych:**

- **Chińska** (część Eurazjatyckiej),
- **Indyjska** (część Indo-Australijskiej),
- **Somalijska** (wschodnia część płyty Afrykańskiej, położona na północ od Madagaskaru).



# Rola prądów konwekcyjnych

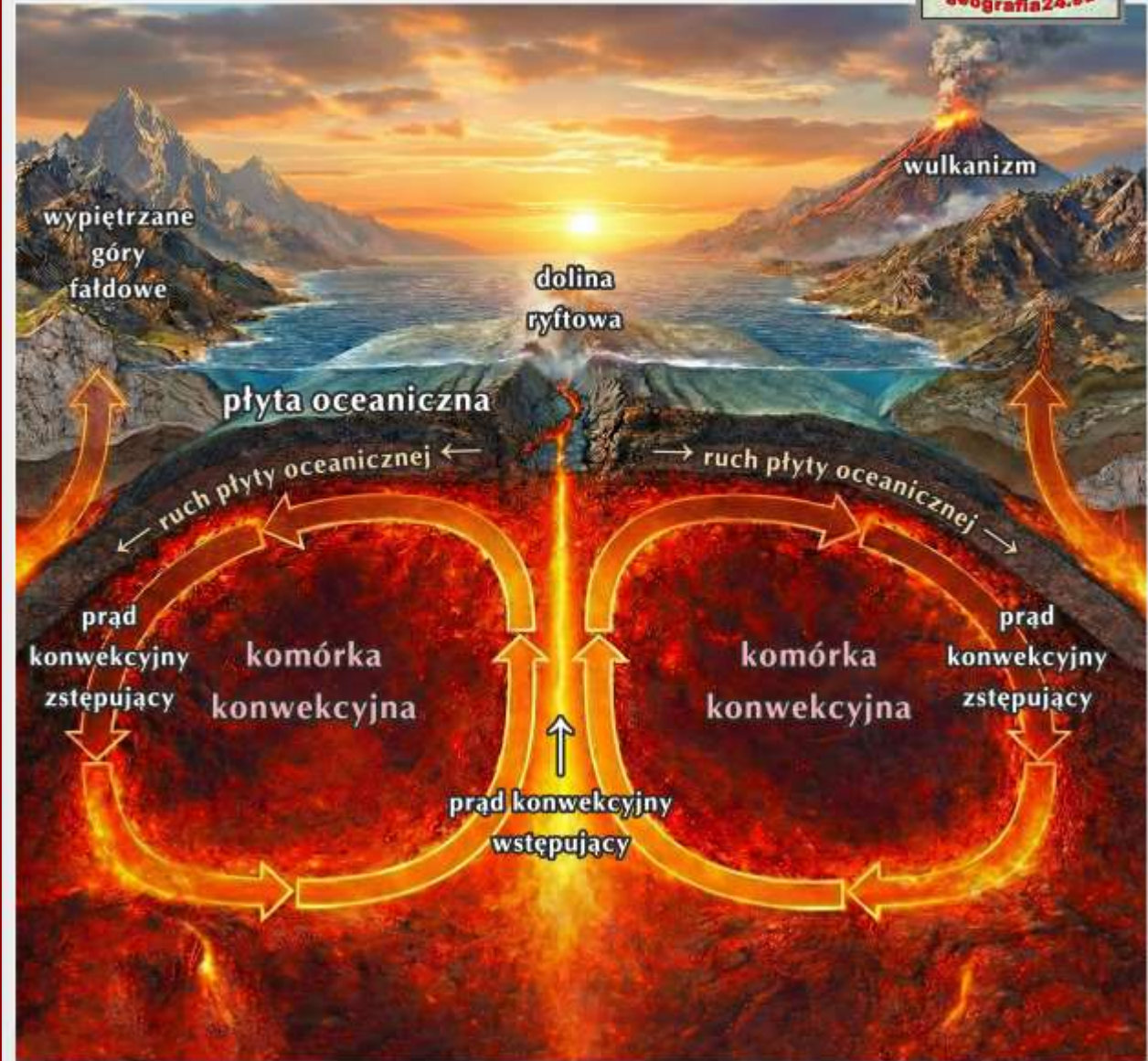
- ☉ Zgodnie z obowiązującą **teorią tektoniki płyt litosfery** przemieszczaniu podlegają **sztywne fragmenty litosfery**, pod którymi znajdują się skały o **właściwościach plastycznych**.
- ☉ Oznacza to, że **litosfera**, podzielona na **płyty** o różnej wielkości, pozostaje w nieustannym ruchu, wywołanym działaniem **prądów konwekcyjnych** w **astenosferze**.
- ☉ Mechanizm wędrówki płyt związany jest z nierównomiernym wydzielaniem ciepła, pochodzącego w dużej mierze z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych, zachodzącego w płaszczu oraz w zewnętrznej części jądra Ziemi.
- ☉ **Prądy konwekcyjne** często porównuje się do ruchu wody w naczyniu ogrzewanym od dołu w jednym punkcie.



# Schemat przemieszczania płyt oceanicznych przez prądy konwekcyjne płaszcza Ziemi

- 🌐 Nad strefami wzmożonej emisji ciepła w płaszczu Ziemi powstają **prądy konwekcyjne wstępujące**, które unoszą się z płaszcza górnego (z astenosfery) ku górze i po dotarciu do **litosfery** rozdzielają się, przemieszczając **poziomo w przeciwnych kierunkach**.
  - 🌐 W tych miejscach na powierzchni Ziemi tworzą się **doliny ryftowe**.
  - 🌐 W pobliżu powierzchni materia ulega ochłodzeniu i w **strefach subdukcji** przy krawędziach płyt kontynentalnych wsuwa się pod nie, przemieszczając się w głąb płaszcza jako **prądy konwekcyjne zstępujące**.
  - 🌐 Nad tymi obszarami obserwujemy powstawanie **gór fałdowych** i **wulkanów**, którym często towarzyszą silne **trzęsienia ziemi**.
  - 🌐 Tak zamykają się tzw. **komórki konwekcyjne**.
    - 🌐 Litosfera leżąca nad komórką konwekcyjną przemieszcza się zgodnie z kierunkiem ruchu materii w astenosferze.
    - 🌐 Na granicach sąsiednich komórek konwekcyjnych powstają silne naprężenia rozciągające lub ściskające, prowadzące do formowania się **granicy płyt litosfery**.

Prądy konwekcyjne płaszcza ziemskiego i ruch płyt



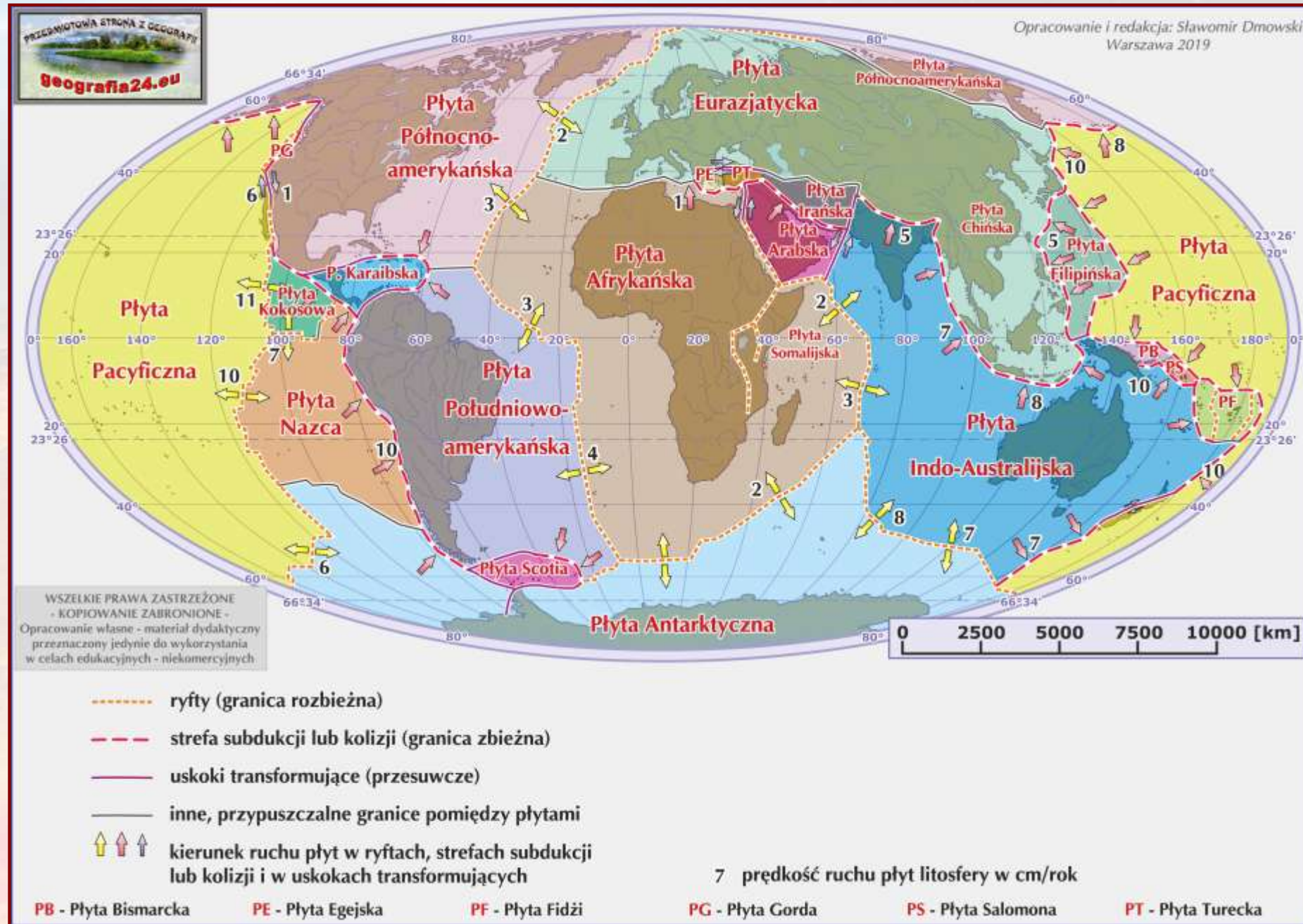
# Prędkość i kierunek dryfu płyt

Prędkość dryfu płyt litosfery wynosi zwykle zaledwie kilka centymetrów w ciągu roku i może różnić się w zależności od płyty.

Niektóre płyty przesuwają się szybciej, inne wolniej.

Kierunek ruchu poszczególnych płyt również nie jest stały – płyty mogą oddalać się od siebie, zderzać się lub przesuwac równolegle względem siebie.

Ruch płyt jest spowodowany głównie przez prądy konwekcyjne w astenosferze, a jego skutki obejmują powstawanie granic płyt, trzęsienia ziemi, wulkanizm oraz ruchy górotwórcze.



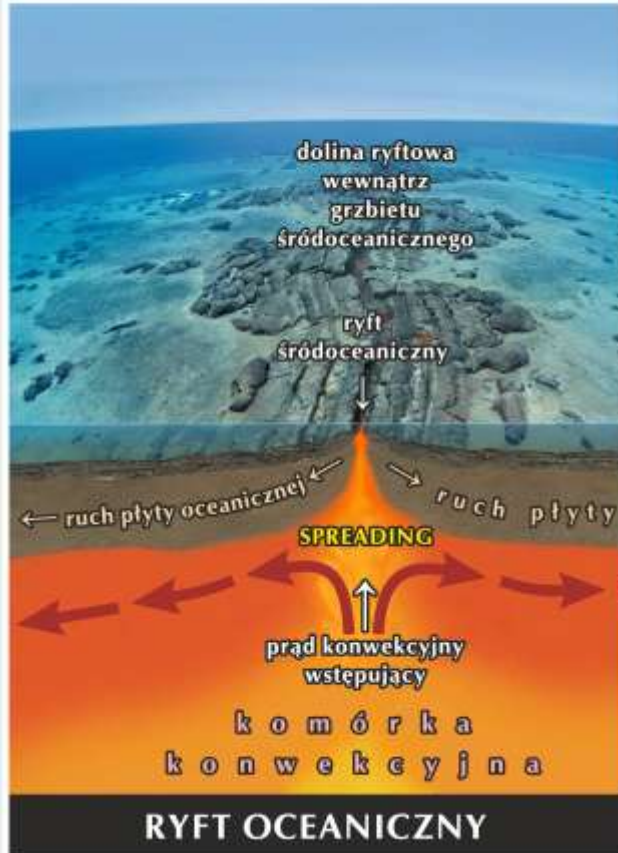


**Strefa ryftowa (spreadingu) – granica rozbieżna (dywergentna)**

# STREFA RYFTOWA (SPREADINGU; SPREDINGU) – granica rozbieżna (dywergentna)

- 🌐 Miejsce, w którym dochodzi do pęknięcia w litosferze wskutek **odsuwania się dwóch płyt (oceanicznych lub kontynentalnych)**, nazywa się **granica rozbieżna (dywergentna)**.
- 🌐 Granice rozbieżne mogą występować w oceanach i na kontynentach.
- 🌐 W oceanach powstają **ryfty śródoceaniczne (ryfty oceaniczne)**, np. w obrębie **Grzbietu Śródatlantyckiego**.
- 🌐 Na kontynentach tworzą **ryfty kontynentalne**, np. **System Wielkich Rowów Wschodnioafrykańskich (Afryka Wschodnia)**.

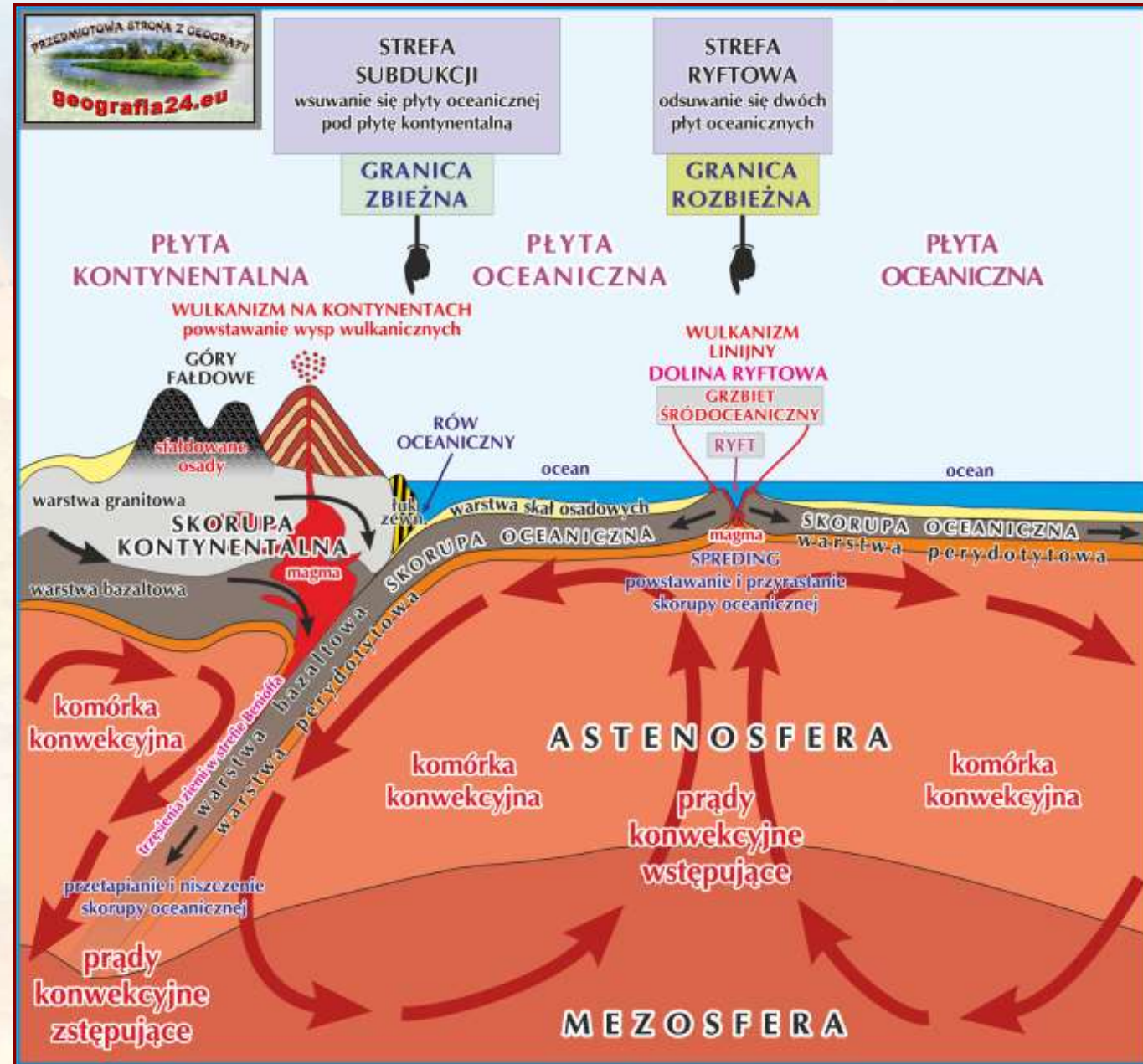
Strefa subdukcji i wnętrza płyt pomiędzy strefami ryftowymi (ryft oceaniczny i ryft kontynentalny)



Przykład wyglądu strefy ryftowej

# STREFA RYFTOWA (SPREADINGU; SPREDINGU) – formy w obrębie dna oceanicznego

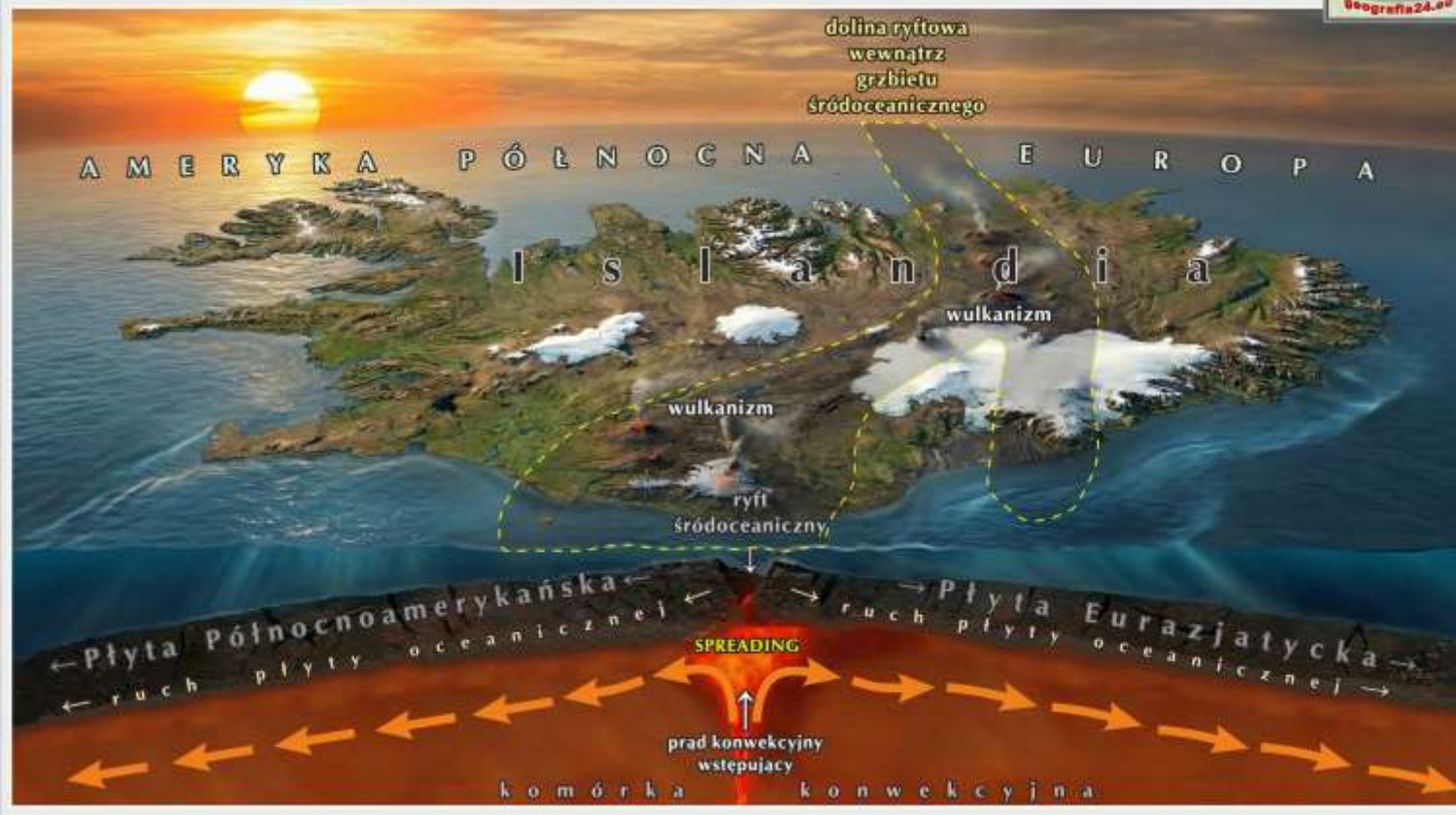
- 🌐 **Rozciąganie skorupy ziemskiej** (tzw. **zjawisko spreadingu**) wywołane prądami konwekcyjnymi rozchodzącymi się w przeciwnych kierunkach prowadzi do rozerwania litosfery i wydostawania się na powierzchnię materii płaszcza (**lawy bazaltowej**).
- 🌐 Pęknięcie, wzdłuż którego lava wydostaje się na powierzchnię Ziemi to **ryft**.
- 🌐 W ryftach występują **najmłodsze skały skorupy oceanicznej** – **bazalty** oraz **gabra** (powstają głębiej – w sytuacji, gdy magma nie wydostanie się na powierzchnię).
- 🌐 Wypełniają lukę powstałą na skutek rozsuwania się płyt (powstaje tu **nowa litosfera** – **skorupa oceaniczna i warstwa perydotytowa**).
- 🌐 Po obydwu stronach ryftu lawy tworzą rozległe podmorskie wzniesienia określane jako **grzbiet śródoceaniczny**.
- 🌐 W efekcie w osi **doliny ryftowej** występują najmłodsze bazalty, zaś im dalej od ryftu, tym skały są starsze (wiek czasem **przekracza 200 mln lat**).
- 🌐 Rozrastanie się dna oceanicznego następuje w **tempie = 1-12 cm rocznie**.



# STREFA RYFTOWA – Grzbiet Śródatlantycki (przykład ryftu śródoceanicznego)

- Przykładem **ryftu śródoceanicznego (oceanicznego)** jest **Grzbiet Śródatlantycki**, obejmujący **część północno- i południowoatlantycką**.
- Jego fragment wynurza się ponad poziom oceanu na **Islandii**, gdzie strefa ryftowa przebiega przez ląd.
- Ocean Atlantycki** stale **się rozszerza**, a **Ameryka Północna i Południowa** nieustannie oddalają się od **Europy i Afryki**.

Strefa ryftowa Grzbietu Śródatlantyckiego obejmująca Islandię



Grzbiet Śródatlantycki – strefa ryftowa przechodząca przez Islandię i ciągnie się aż po wybrzeża Antarktydy, na długości ponad 20 tysięcy kilometrów.



Jak można dotknąć dwie płyty litosferyczne: północnoatlantycką i eurazjatycką (dwa kontynenty)

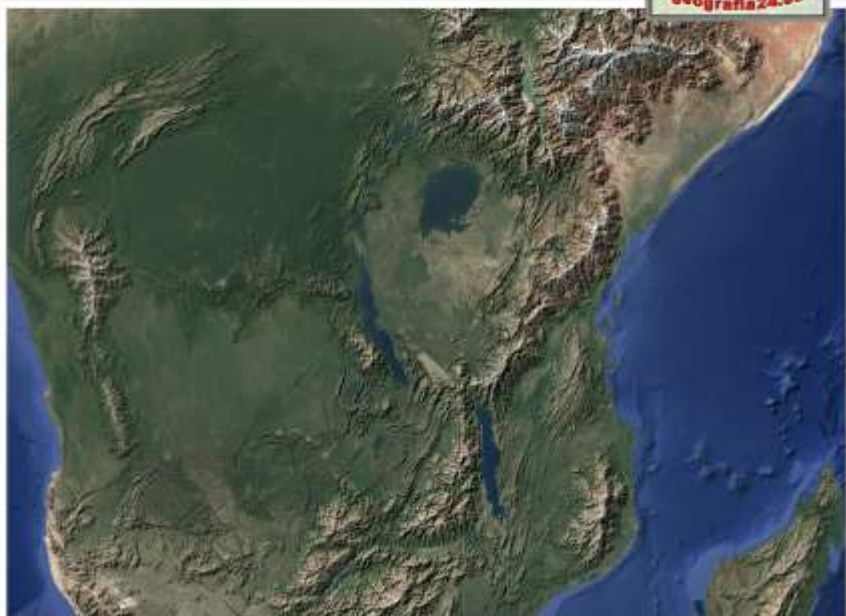
# STREFA RYFTOWA – formy w obrębie kontynentów (ryfty kontynentalne)

🌐 **Ryfty kontynentalne** tworzą się w obrębie **płyt kontynentalnych**.

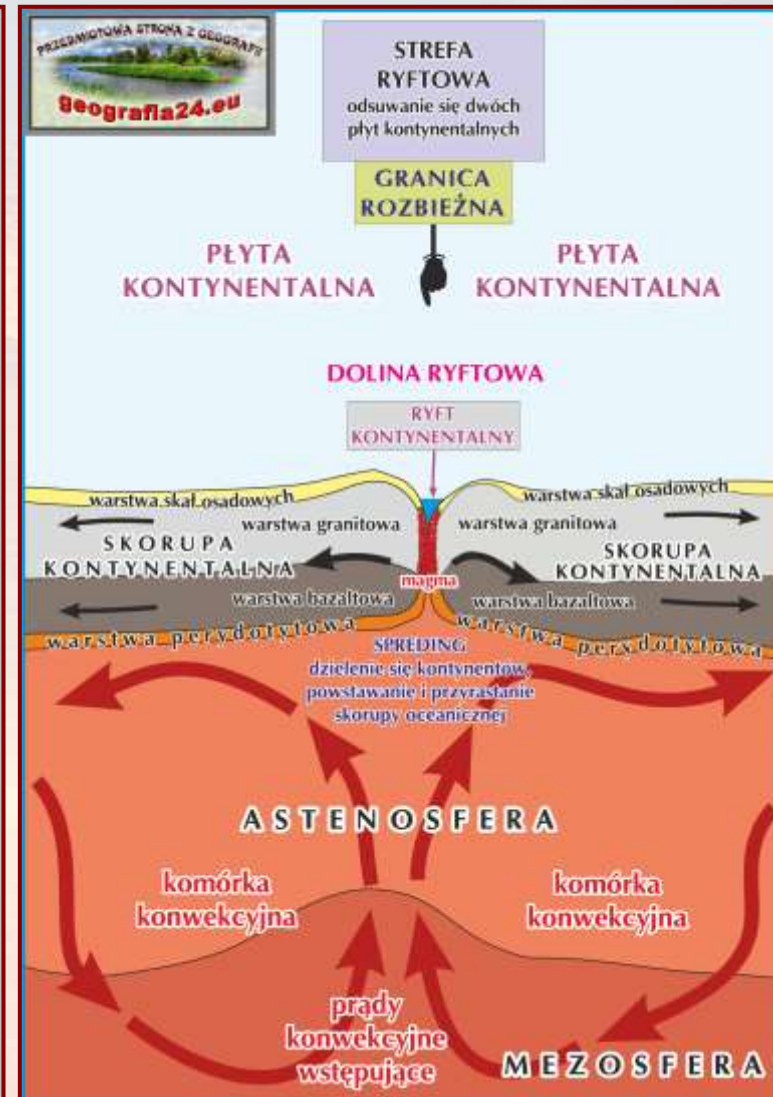
🌐 Przykładem współczesnego ryftu kontynentalnego jest **System Wielkich Rowów Wschodnioafrykańskich (Wielkich Rowów Afrykańskich)** – z **Rowami Jezior Wschodnioafrykańskich**.



Rowy Jezior Wschodnioafrykańskich



Ryfty kontynentalne w Afryce



# STREFA RYFTOWA – rozwój ryftów kontynentalnych

- 🌐 **Rozwój ryftu na lądzie** prowadzi ostatecznie do jego **podziału kontynentu na odrębne bloki kontynentalne** (zjawisko **tensji** – rozciągania, które powoduje rozerwanie skorupy kontynentalnej).
- 🌐 W przeszłości wielokrotnie zmieniało to konfigurację lądów i mórz, a w przyszłości mogą pojawić się podobne zmiany.
- 🌐 Powolne rozsuwanie ryftów może doprowadzić do powstania **dwóch oddzielnych kontynentów**, pomiędzy którymi tworzy się **nowy ocean**.

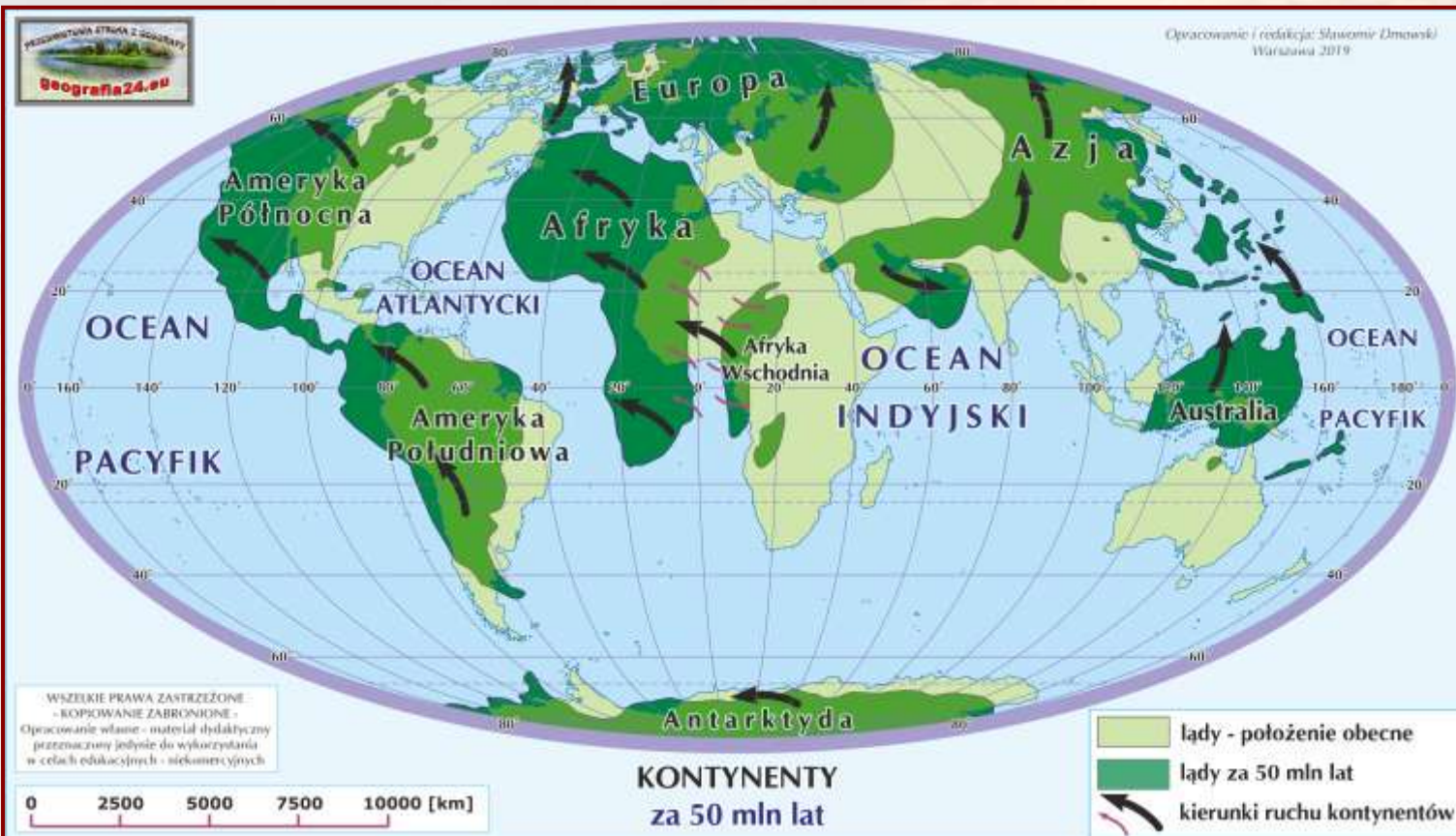
Rozwój ryftów kontynentalnych prowadzący do powstania ryftów oceanicznych (nowych oceanów i rozpadu kontynentów)



# STREFA RYFTOWA – Ryft Wschodnioafrykański

🌐 **Rozwój Ryftu Wschodnioafrykańskiego** w obrębie **Wielkich Rowów Afrykańskich** (powstał on około 20 mln lat temu) doprowadzi za kilkadziesiąt milionów lat (lub szybciej wg najnowszych badań) do **powstania nowego oceanu**, ciągnącego się **od Morza Martwego, przez Morze Czerwone, aż po Wielkie Jeziora Afrykańskie i Mozambik**.

🌐 Na wschodnim kontynencie pozostanie Somalia, Etiopia i pozostałe kraje wschodniej Afryki wraz z Madagaskarem.

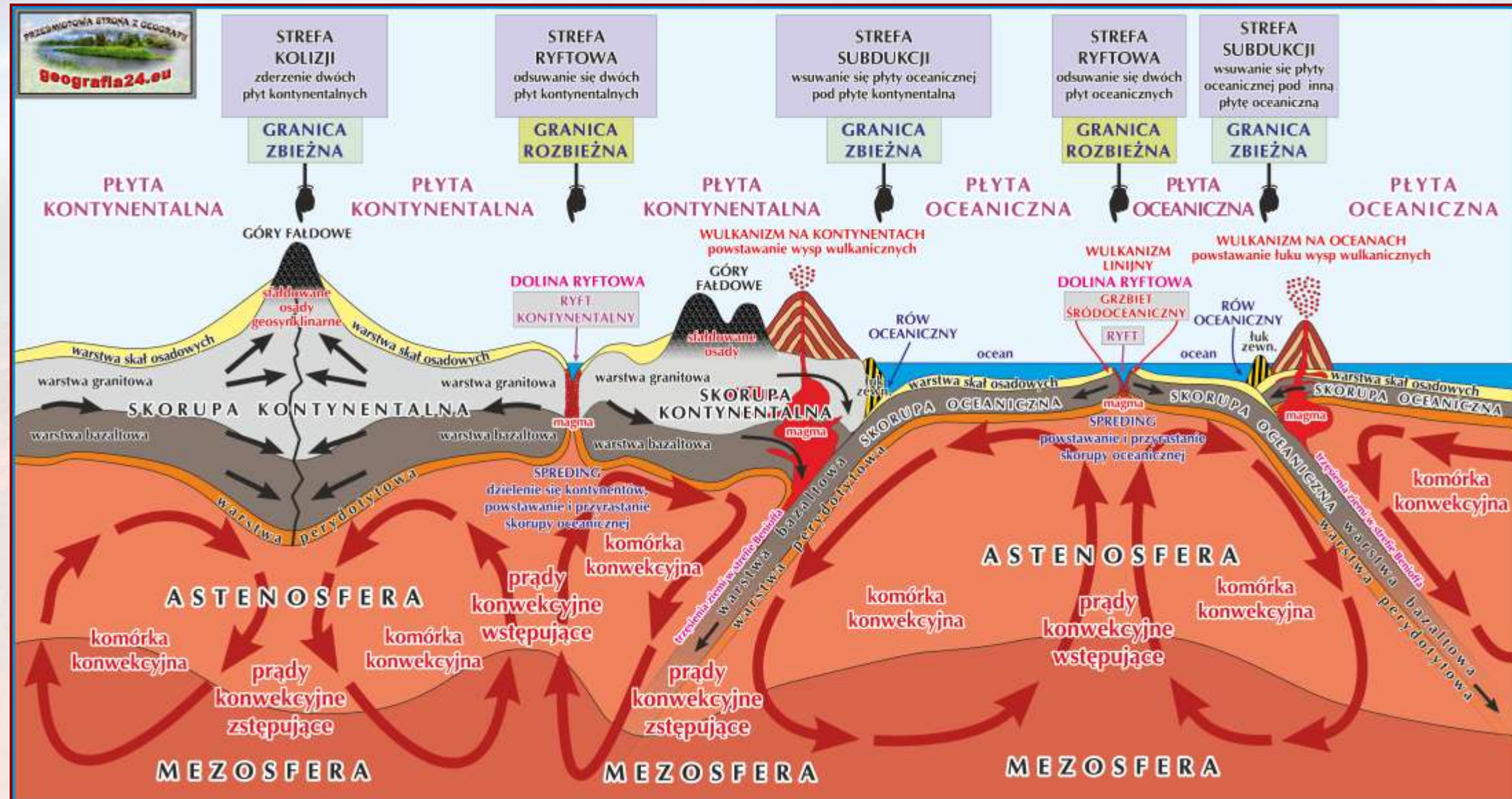




**Strefa subdukcji i kolizji – granica zbieżna (konwergentna)**

## 2. Strefa subdukcji i kolizji – granica zbieżna (konwergentna)

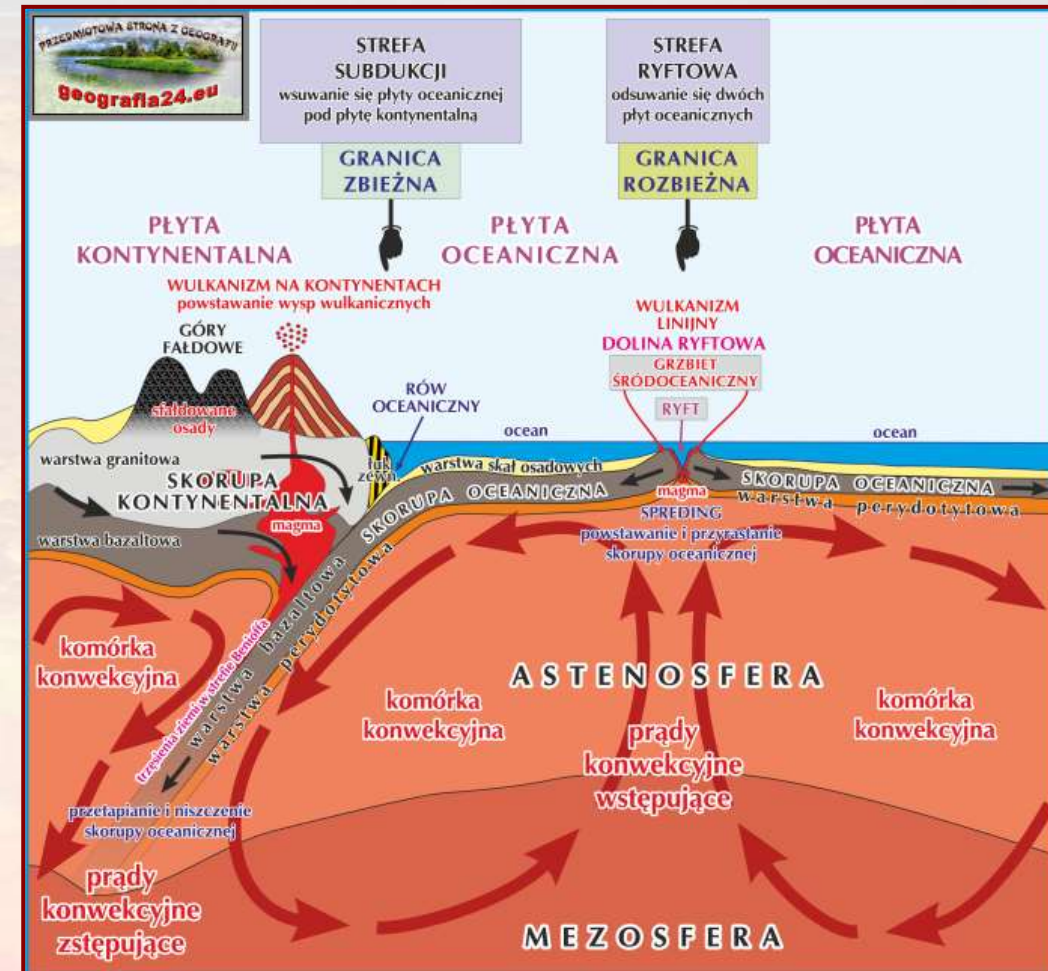
🌐 W miejscach, gdzie następuje **zbliżanie się płyt do siebie** występuje **granica zbieżna (konwergentna)** – jedna z płyt **uginą się i pogrąży w płaszczu, podsuwając się jednocześnie pod drugą, lżejszą płytę** – proces nosi nazwę **subdukcji**.



# STREFA SUBDUKCJI – wsuwanie płyty oceanicznej pod płytę kontynentalną

- 🌐 **Strefa subdukcji** powstaje w miejscu **wsuwania się** płyty oceanicznej pod płytę kontynentalną.
- 🌐 Pograża się zwykle cięższa płyta oceaniczna (na granicy płyt obserwujemy wulkanizm i trzęsienia Ziemi).
- 🌐 Wzdłuż granicy powstaje głęboki **rów oceaniczny** (np. Rów Peruwiański, Rów Chilijski, Rów Japoński, Rów Jawajski).
- 🌐 Po stronie kontynentalnej tworzy się **fałdowy łańcuch górski**, w dużej części zbudowany ze sfałdowanych skał osadowych ze szelfu kontynentalnego, którym towarzyszą również skały magmowe.

Krajobraz widoczny w przykładowej strefie subdukcji  
(wsuwania się płyty oceanicznej pod płytę kontynentalną)



# STREFA SUBDUKCJI – pogrążanie płyty oceanicznej pod płytę kontynentalną

🌐 Przykładem subdukcji płyty oceanicznej pod kontynentalną jest granica Płyty Nazca z Płytą Południowoamerykańską, a odbiciem w rzeźbie – Rów Chilijski i Rów Peruwiański oraz fałdowy łańcuch górski Andów.

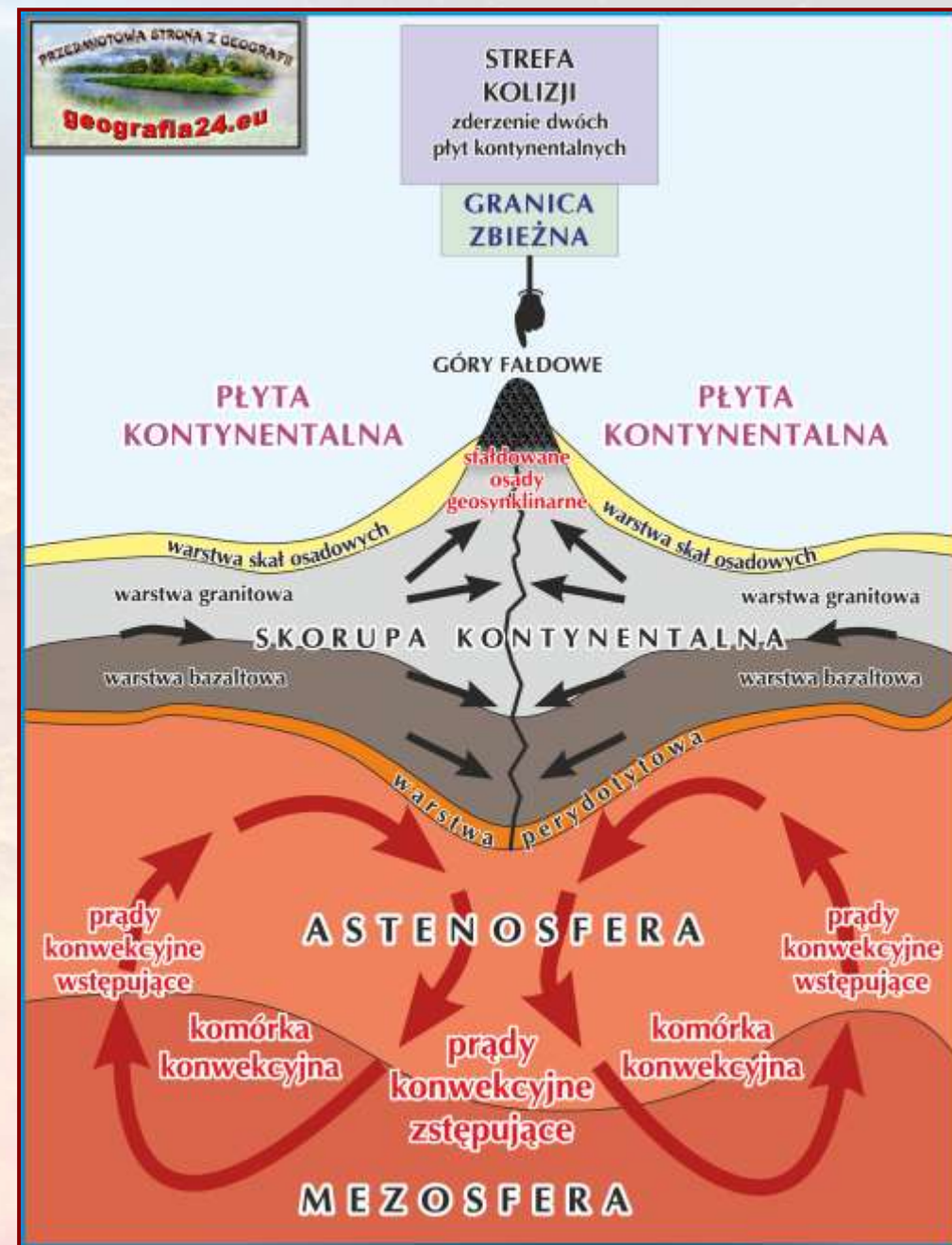


Wybrzeże chilijskie



# STREFA KOLIZJI – zderzenia dwóch płyt kontynentalnych

- W wyniku **kolizji** (zderzenia) **dwóch płyt kontynentalnych**, dochodzi do silnego **ściskania**, **miażdżenia** i **fałdowania** wcześniej nagromadzonych osadów geosynklinalnych (w basenie oceanicznym/morskim oddzielającym te lądy).
- Zderzenie to prowadzi do **trwałego połączenia kontynentów w jeden większy blok kontynentalny**, ponieważ obie płyty – ze względu na swoją małą gęstość i dużą wyporność – nie ulegają subdukcji.
- Powstające w ten sposób, na granicach płyt, **fałdowe łańcuchy górskie** mają **przebieg prostopadły do kierunku ruchu zderzających się bloków kontynentalnych**.
  - W strefach tych obserwuje się istotną zależność: im większa jest prędkość ruchu płyt, tym intensywniej zachodzi wypiętrzanie, co prowadzi do powstawania wyższych form terenu (np. Himalajów).
- W strefie kolizji występują **zjawiska sejsmiczne**, a w określonych warunkach – także **wulkaniczne** (jest to dość zjawisko dość rzadkie ze względu na dużą grubość płyt w takich miejscach).
- Trzęsienia ziemi są bezpośrednim skutkiem gwałtownego uwalniania energii sprężystej, nagromadzonej w nieustannie napierających na siebie masach skalnych.



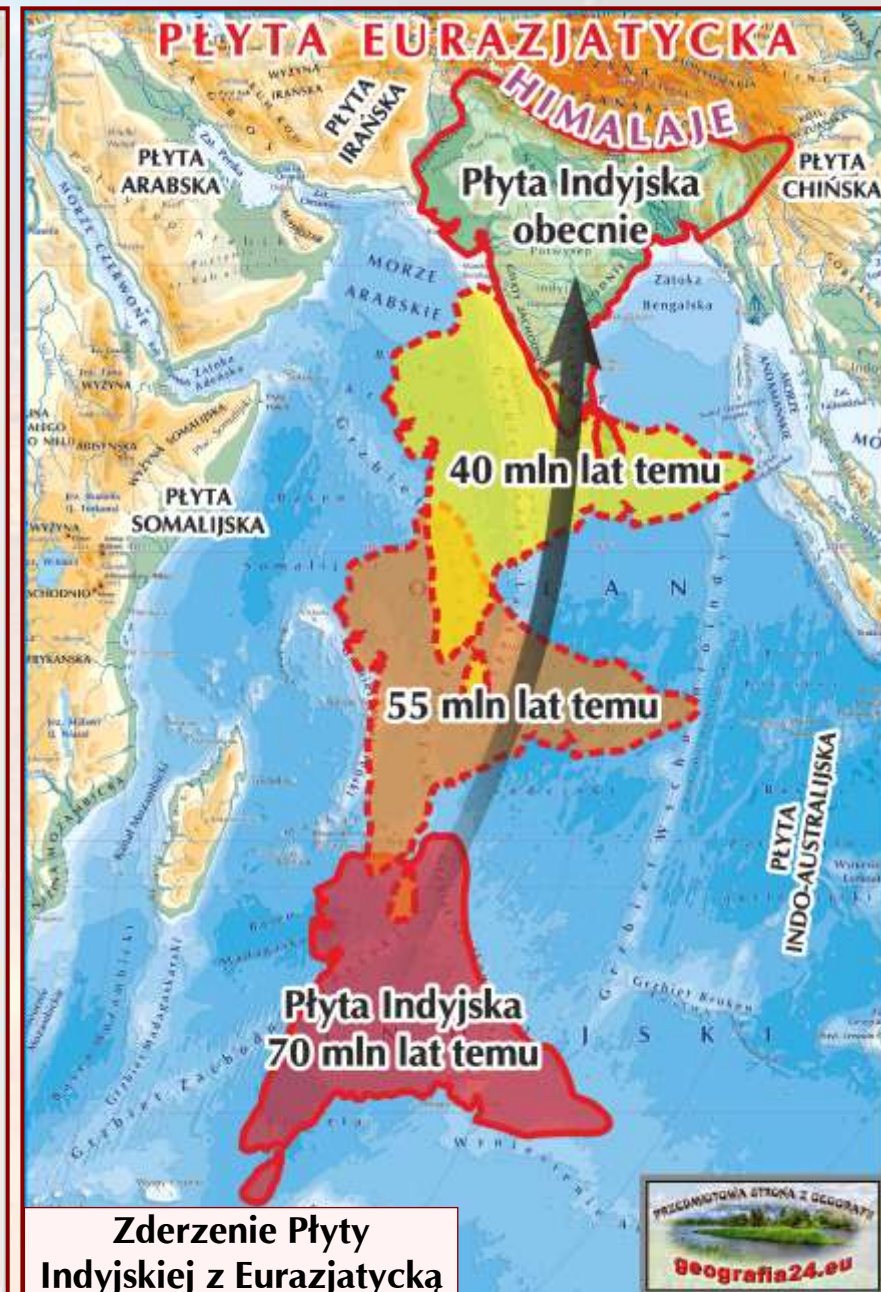
# STREFA KOLIZJI – zderzenia dwóch płyt kontynentalnych

❶ Efektem kolizji (zderzenia) dwóch płyt kontynentalnych było (i nadal jest) wypiętrzenie pasma górskiego Himalajów.

❷ Jeszcze około 50 mln lat temu Płyta Indyjska (stanowiąca obecnie część Płyty Indoaustralijskiej) znajdowała się w pobliżu równika.

❸ W wyniku szybkiego ruchu na północ, zderzyła się z płytą eurazjatycką.

❹ Osady geosynklinalne, gromadzone przez miliony lat, uległy sfałdowaniu i wypiętrzeniu, czemu towarzyszyły procesy metamorfizmu i wulkanizm.





**Procesy i zjawiska związane z ruchem płyt litosfery**

# Inne procesy towarzyszące przemieszczającym się płytom litosferycznym

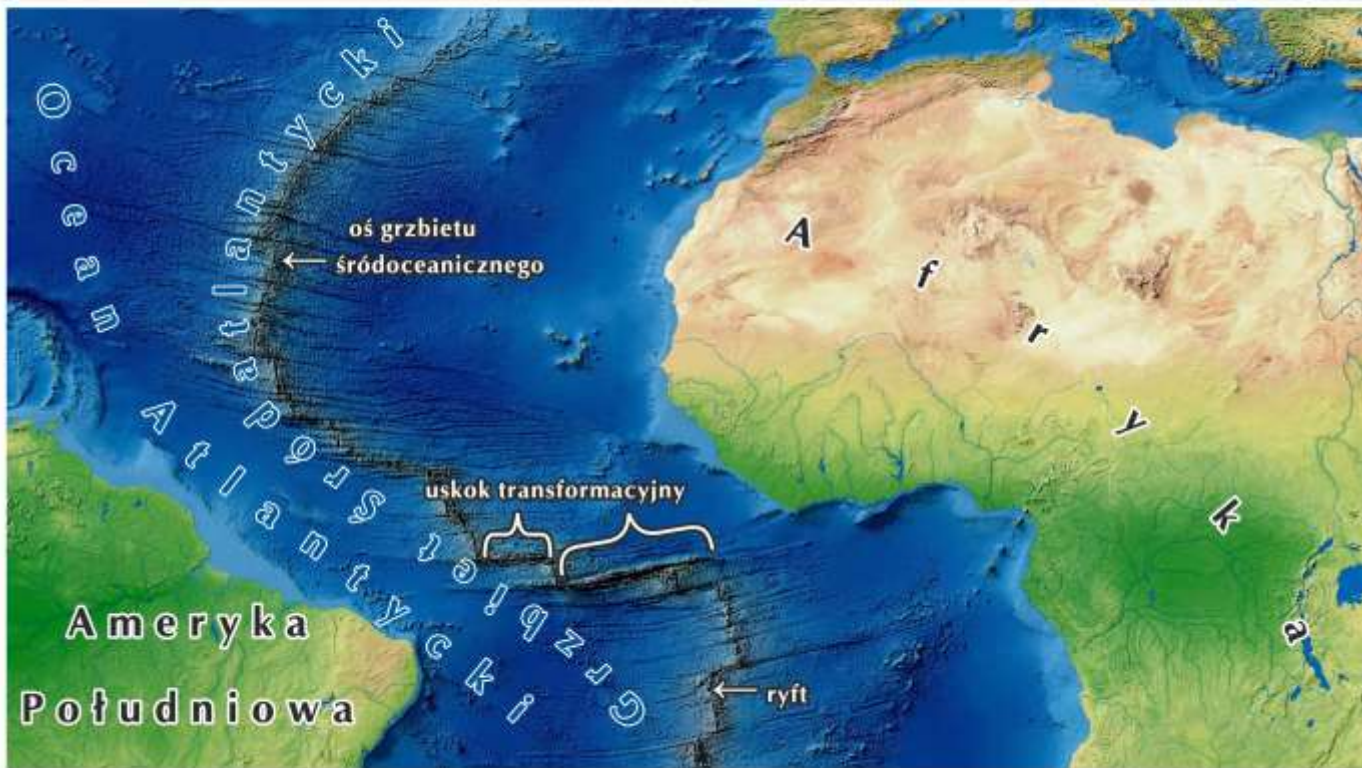
- ☉ Podczas wsuwania się jednej płyty pod drugą uwalniane są olbrzymie naprężenia, które wywołują **trzęsienia ziemi**.
- ☉ Wzrost temperatury wraz z głębokością prowadzi do rozwoju procesów **metamorficznych i plutonicznych** w pograżanym fragmencie litosfery i jego najbliższym otoczeniu.



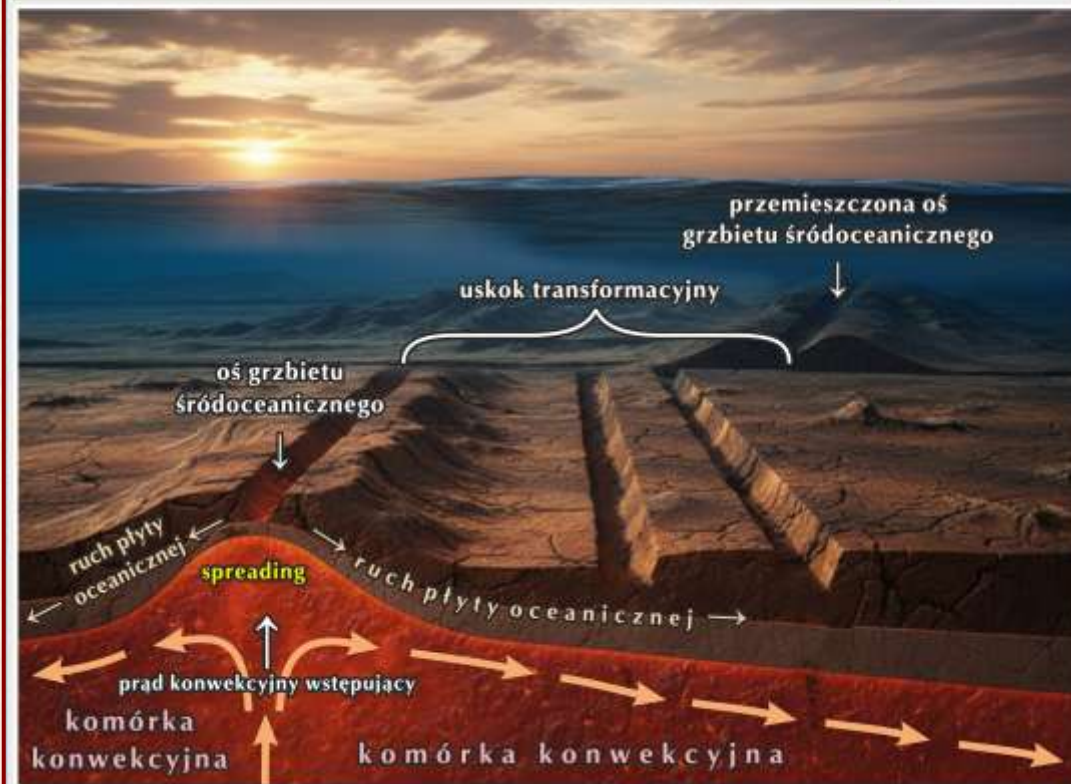
# Uskoki transformacyjne (transformujące)

- 🌐 **Granice płyt** stanowią także **uskoki transformacyjne (transformujące)**.
  - 🌐 Wzdłuż nich **płyty przesuwają się równolegle względem siebie**, najczęściej na skutek różnego tempa tworzenia nowej skorupy oceanicznej w poszczególnych odcinkach **grzbietu śródoceanicznego**, np. **Grzbietu Śródatlantyckiego**.
  - 🌐 **Uskoki** te przecinają skorupę oceaniczną na długich odcinkach i **biegną prostopadle lub ukośnie do osi ryftu**.
  - 🌐 W ich obrębie nie dochodzi ani do tworzenia, ani do niszczenia skorupy ziemskiej, lecz do jej **poziomego ruchu**.
  - 🌐 **Maksymalne przesunięcia** wzdłuż tych uskoków **przekraczają 600 km**.

Uskoki transformacyjne (transformujące) w obrębie fragmentu Grzbietu Śródatlantyckiego pomiędzy Ameryką Południową a Afryką



Uskoki transformacyjne (transformujące) w obrębie dna oceanicznego (grzbietu śródoceanicznego)

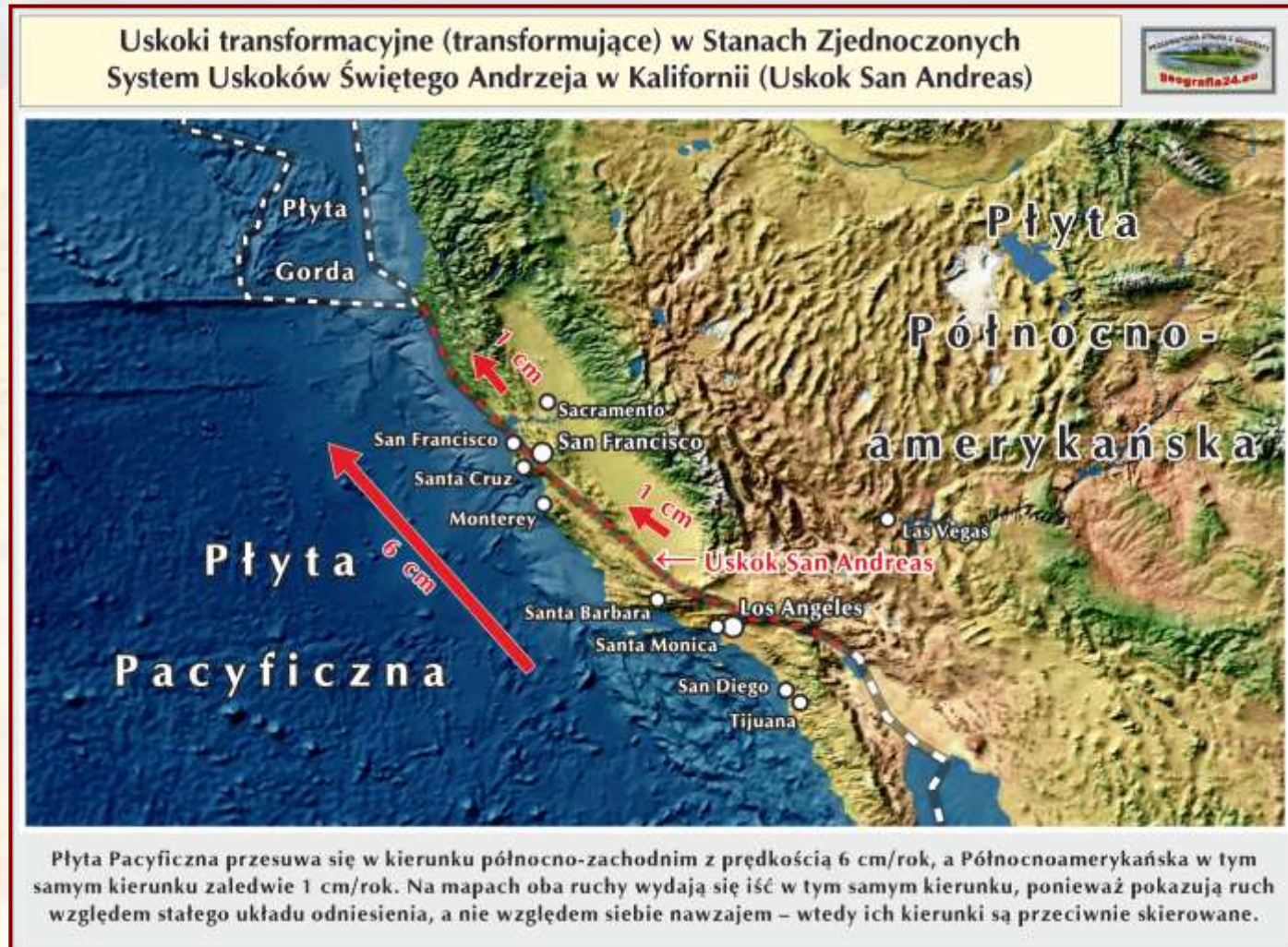


# Uskoki transformacyjne w obrębie struktur oceanicznych i lądowych

- 🌐 **Najwięcej uskoków transformacyjnych występuje w dnie oceanicznym w obrębie stref ryftowych.**
- 🌐 **Z nielicznych uskoków transformacyjnych na lądach najbardziej znany Uskok San Andreas w Kalifornii.**
  - 🌐 **Leży w gęsto zaludnionym regionie w pobliżu San Francisco i San Jose, obejmując też okolice Los Angeles i San Diego.**
  - 🌐 **Uskok ten stanowi granicę między Płytą Pacyficzną a Płytą Północnoamerykańską i jest źródłem **trzęsień ziemi**.**



Skutki trzęsienia ziemi w San Francisco w 1906 roku



# Jak wygląda uskok San Andreas

- 🌐 **Uskok San Andreas (System Uskoków Świętego Andrzeja w Kalifornii)** jest dobrze widoczny na powierzchni Ziemi.
- 🌐 Tworzy niezwykle, choć niebezpieczne formy rzeźby i przypomina miejscowej ludności, że żyją na obszarze sejsmicznie niestabilnym, gdzie wystąpienie wielkiego trzęsienia ziemi jest tylko kwestią czasu.

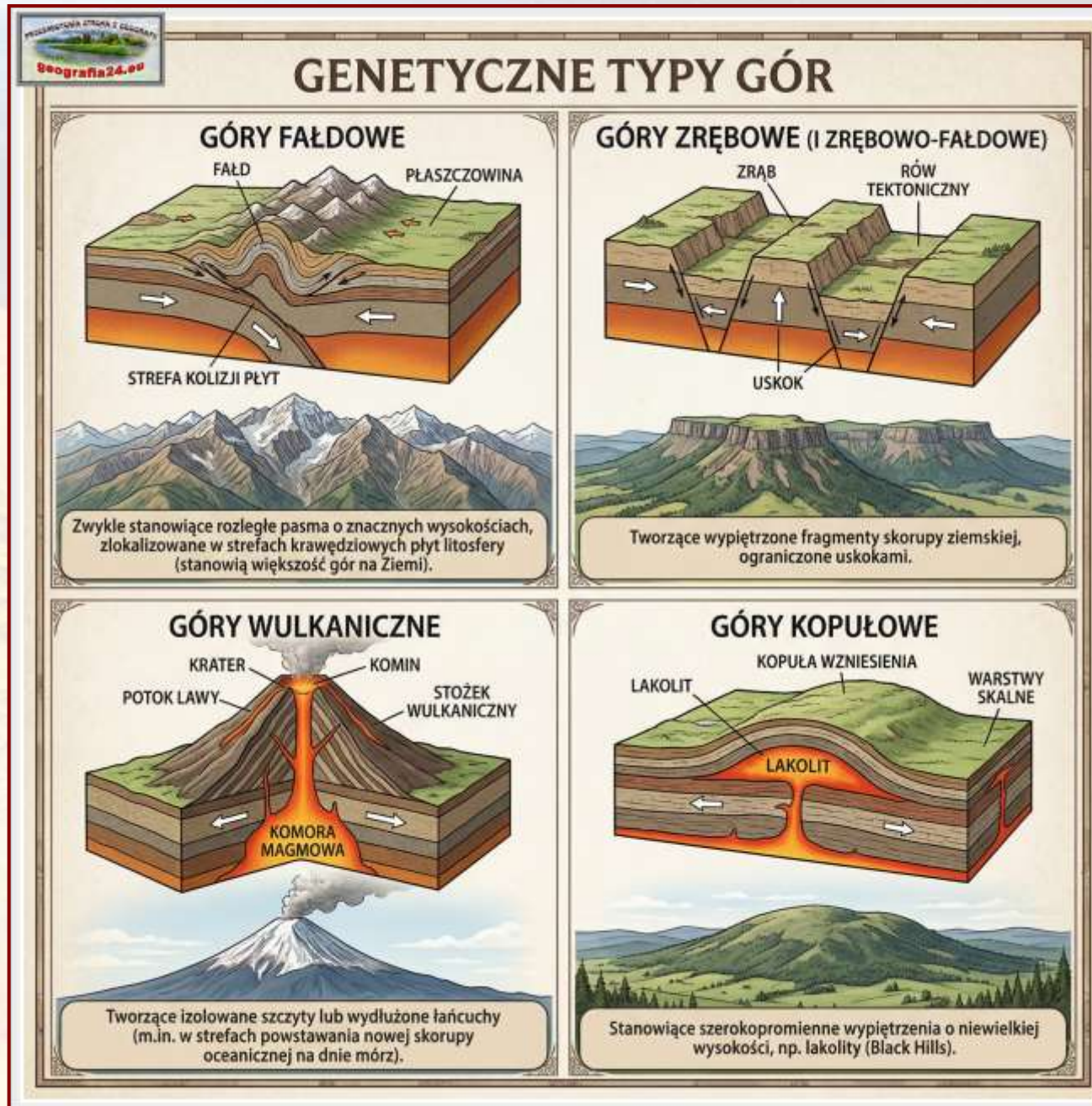




**RODZAJE GÓR**

# Główne typy gór (ze względu na genezę)

- 🌐 **Pasma górskie** – różnią się budową, wiekiem i wysokością, jednak kluczowym kryterium ich podziału jest **geneza**.
- 🌐 Pozwala na wyróżnienie czterech głównych **genetycznych rodzajów gór**:
  - 🌐 **góry fałdowe** – zwykle stanowiące rozległe pasma o znacznych wysokościach, zlokalizowane w strefach krawędziowych płyt litosfery (stanowią większość gór na Ziemi),
    - 🌐 np.: Alpy, Himalaje, Karpaty i Andy;
  - 🌐 **góry zrębowe (i zrębowo-fałdowe)** – tworzące wypiętrzone fragmenty skorupy ziemskiej, ograniczone uskokami,
    - 🌐 np. Sudety, Harz, Wogezy i Góry Smocze;
  - 🌐 **góry wulkaniczne** – tworzące izolowane szczyty lub wydłużone łańcuchy (m.in. w strefach powstawania nowej skorupy oceanicznej na dnie mórz),
    - 🌐 np.: Kilimandżaro, Etna, Wezuwiusz i Mauna Loa;
  - 🌐 **góry kopułowe** – stanowiące szerokopromienne wypiętrzenia o niewielkiej wysokości,
    - 🌐 np. Black Hills w Stanach Zjednoczonych.



# Góry fałdowe – powstawanie

- 🌐 **Góry fałdowe** – stanowią obecnie większość łańcuchów górskich, rozumianych jako formy rzeźby lądowej.
- 🌐 Podobnie jak mniej powszechne góry o budowie zrębowej, powstają w efekcie współdziałania wielu procesów tektonicznych, które określa się mianem **ruchów orogenicznych** (**ruchów górotwórczych**; **orogenezy**).
- 🌐 Niemal wszystkie najwyższe pasma górskie na Ziemi są górami fałdowymi, sfałdowanymi w orogenezie alpejskiej.

Andy







# Krajobraz alpejski – jako przykład struktur fałdowych

- 🌐 **Końcowym produktem ruchów orogenicznych jest górotwór (orogen) – struktura o zazwyczaj fałdowej budowie, pocięta masywami skał magmowych.**
- 🌐 W jego skład wchodzi również czynne i wygasłe wulkany wraz z produktami ich działalności, a także rozległe strefy skał zmetamorfizowanych.
- 🌐 Podczas ruchów górotwórczych dochodzi do licznych spękań i nierównomiernych ruchów pionowych, które mogą występować nawet w dużej odległości od krawędzi płyt litosfery.
- 🌐 W ich wyniku tworzą się liczne **uskoki** oraz ograniczone nimi **rowy tektoniczne i zręby**.



Tatrzański Trzon Krystaliczny – najwyższa część orogenu fałdowego Karpat

# Alpy – rzeźba lodowcowa

- 🌐 **Wypiętrzone orogeny** podlegają następnie wpływowi czynników zewnętrznych (egzogenicznych), powodujących ich przemodelowanie i przekształcenie rzeźby – na przykład **działalności lodowców górskich**.

Alpy



# Alpy i inne młode góry – rozwój gór

🌐 **Procesy górotwórcze są długotrwałe i ciągłe.**

🌐 Mimo wyróżnienia kilkunastu orogenez w dziejach Ziemi, nie można wyznaczyć okresu zupełnie spokojnego tektonicznie.

🌐 Występują jedynie fazy obniżonej i podwyższonej aktywności, a wypiętrzanie wielu pasm górskich – w tym Alp, Karpat, Himalajów, Andów i Kordylierów – wciąż trwa, o czym dobitnie świadczą współczesne trzęsienia ziemi.

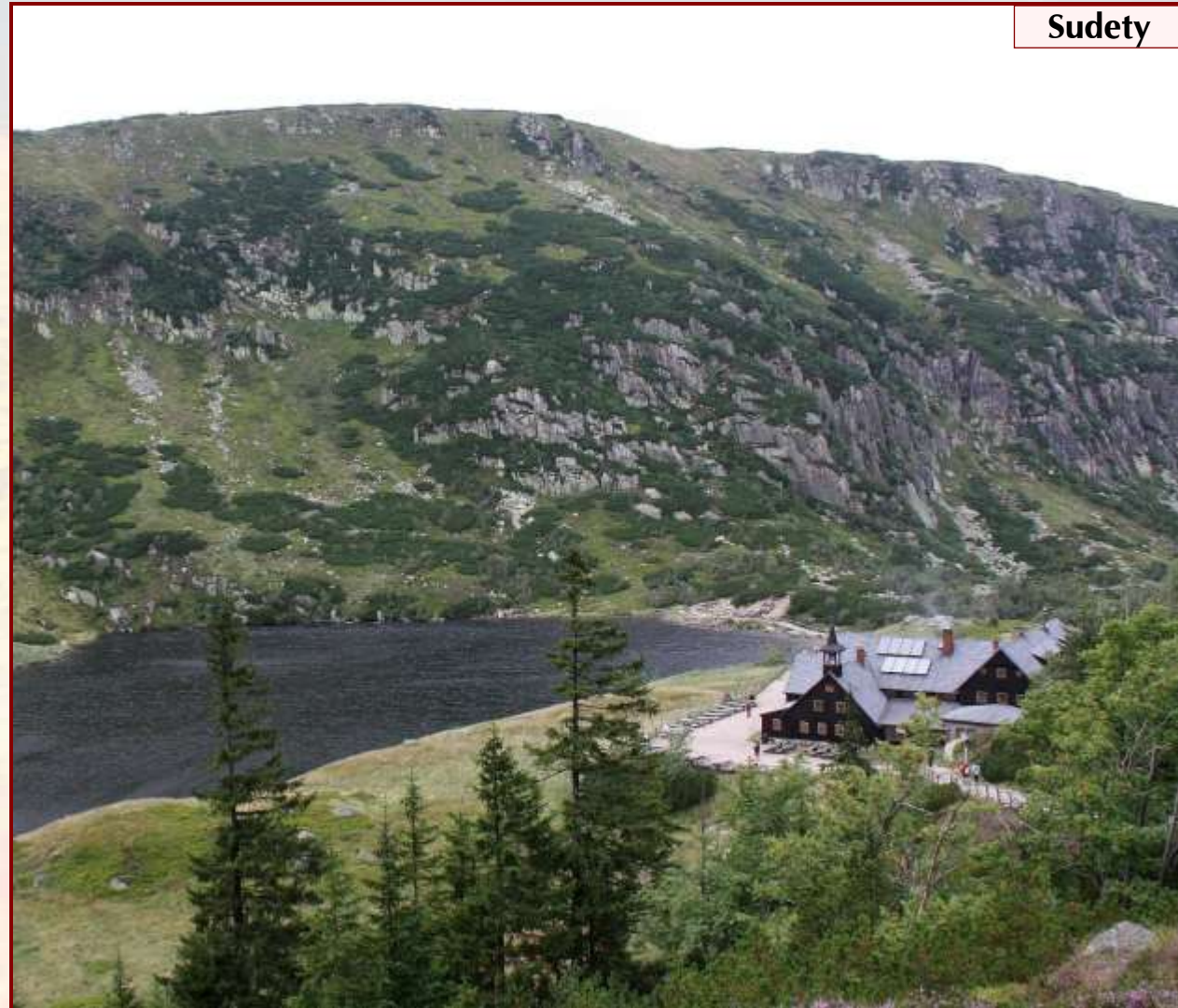
Himalaje



# Góry zrębowe (i zrębowo-fałdowe)

- 🌐 **Góry zrębowe (i zrębowo-fałdowe)** – powstają w strefach silnie pociętych uskokami.
- 🌐 Najczęściej są to obszary w przeszłości już sfałdowane i zmetamorfizowane.
  - 🌐 Pod wpływem **silnych nacisków** nie poddają się fałdowaniu, reagując na nowe ruchy górotwórcze jedynie pionowymi ruchami blokowymi.
- 🌐 W Polsce taką budowę wykazują **Sudety**.
- 🌐 Na świecie:
  - 🌐 **Góry Smocze, Harz, Schwarzwald, Wogezy, Tien-Szan.**

Góry Harz



Sudety



# Zrąby

🌐 **Zrąb** – powstają wskutek tektonicznego wyniesienia bloku skorupy ziemskiej położonego między uskokami.

🌐 Skupisko zrębów może zadecydować o powstaniu **gór zrębowych** dzielących się dalej na:

🌐 **góry typowo zrębowe** – stanowiące wzniesienia w fragmentach **struktur płytowych**,

🌐 np. Góry Stołowe;

🌐 **góry fałdowo-zrębowe** – będące przemodelowaniem istniejących wcześniej struktur fałdowych (mogą być one już nawet całkowicie zniszczone) – poddaniu ich procesom ściskania,

🌐 np. Sudety, Harz, Wogezy, Góry Smocze i Tien-Szan.



# Góry wulkaniczne

- 🌐 **Góry wulkaniczne** – na lądach tworzą najczęściej pojedyncze stożki, rozrastające się wokół krateru wskutek wypływu lawy i gromadzenia się innych materiałów (np. utworów piroklastycznych) na powierzchni.
- 🌐 Tylko w wyjątkowych przypadkach, gdy kilka wulkanów bezpośrednio ze sobą sąsiaduje, możliwe jest powstanie całego pasma gór wulkanicznych.
- 🌐 Zupełnie inaczej wygląda rozwój rzeźby na dnie oceanu.
  - 🌐 Procesy wulkaniczne tworzą tam olbrzymie grzbiety górskie o długości sięgającej nawet kilkudziesięciu tysięcy kilometrów.
  - 🌐 Te potężne, podmorskie łańcuchy noszą nazwę **grzbietów śródoceanicznych**.



# Góry wulkaniczne – Kilimandżaro



Szczyt Uhuru na wulkanie Kibo (Kilimandżaro) – 5895 m n.p.m.



Dwa z trzech najwyższe stożki wulkaniczne Kilimandżaro: Kibo (po lewej) i Mawenzi (po prawej)



# Podsumowanie

- 🌐 O formie zewnętrznej gór decydują w bardzo dużym stopniu także niszczące procesy erozyjno-denudacyjne.
- 🌐 **Dzisiejsza rzeźba gór** stanowi zatem efekt wzajemnego ścierania się:
  - 🌐 **procesów endogenicznych** – odpowiedzialnych za zdeformowanie i wypiętrzenie orogenów,
  - 🌐 **procesów egzogenicznych** – niszczących w szybkim tempie wszelkie “wystające” elementy rzeźby.



# KONIEC



**Materiały pomocnicze do nauki**  
**Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)**

Opracowanie i redakcja: *Sławomir Dmowski*  
Kontakt: *kontakt@geografia24.eu*

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**  
**- KOPIOWANIE ZABRONIONE -**