



V. Procesy wewnętrzne kształtujące litosferę

2. Tektonika płyt litosfery

Teoria tektoniki płyt litosfery

- 🌐 Rzadko która teoria jest tak powszechnie przyjmowana, jak teoria tektoniki płyt litosfery.
- 🌐 I rzadko która wyczerpująco tłumaczy tak wiele procesów.
- 🌐 Przyjęto ją jednak z dużymi oporami.



“Teoria pomostowa”

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

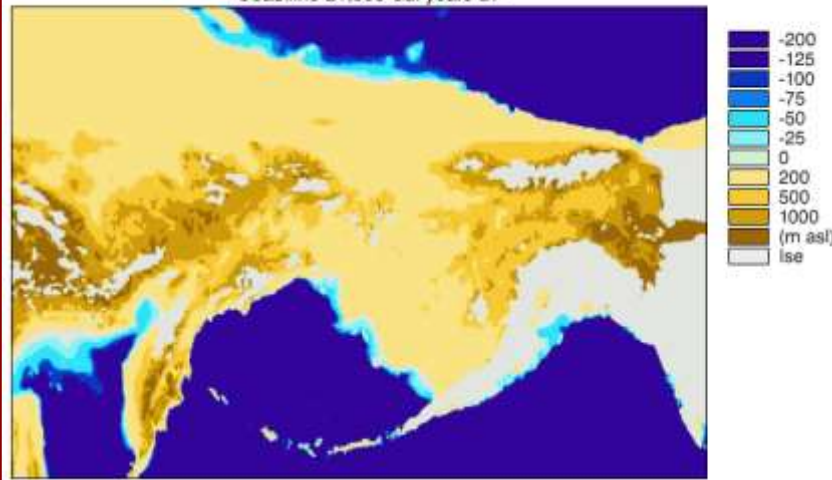
🌐 obecność ślimaka winniczka w Europie i Ameryce Północnej (ślimak ten nie był w stanie sam pokonać oceanu – więc musiało być lądowe połączenie).

🌐 Fakty te wyjaśniano istnieniem pomiędzy tymi kontynentami lądowego pomostu, który następnie zapadł się, a na jego miejscu pojawiły się wody oceanu – koncepcję tę nazwano **“teorią pomostową”**,

🌐 w zasadzie była to tylko hipoteza, zaś jej słabość polegała na tym, że tłumaczyła skutki (wspomniane powinowactwa), ale nie tłumaczyła przyczyn.

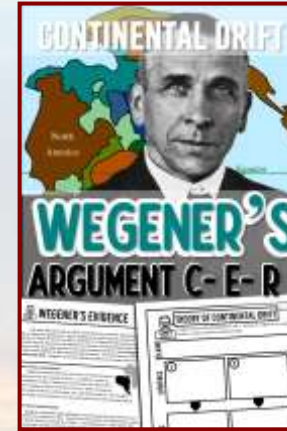


PALE Paleoenviromental Atlas of Beringia
Coastline 21,000 Cal years BP



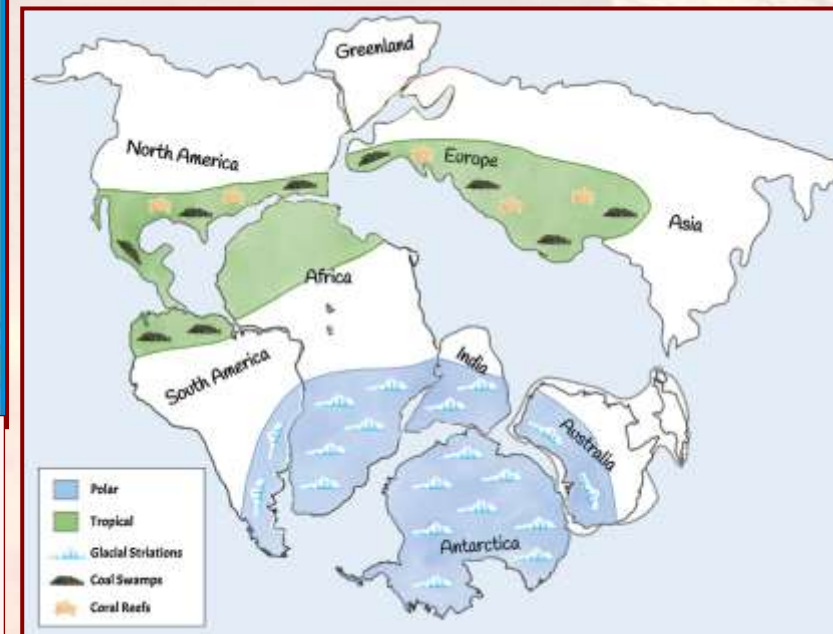
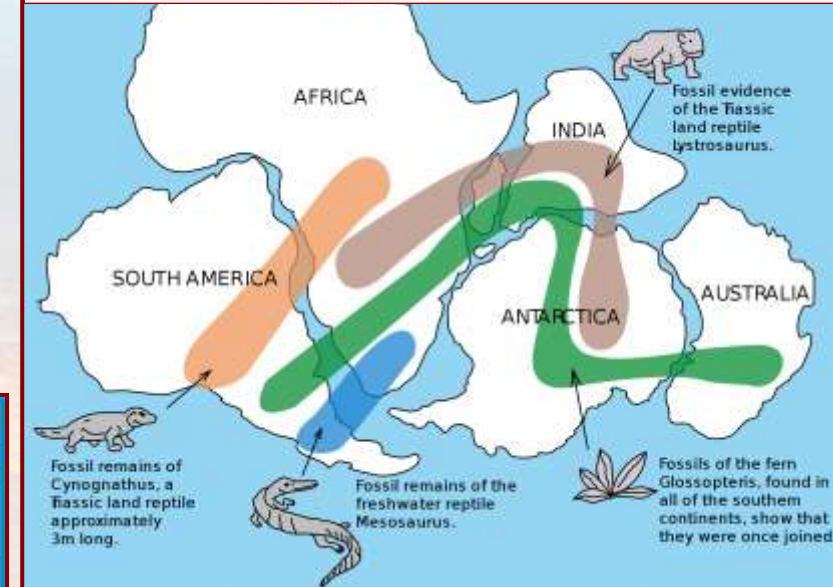
Dryf kontynentów według Alfreda Wegenera

- 🌐 **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**, który następnie uległ rozerwaniu.
- 🌐 W hipotezie 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 oddległych dzisiaj kontynentów tych samych gatunków roślin i zwierząt;
 - 🌐 **paleoklimatyczne:**
 - 🌐 podobieństwo w klimacie wykazane dowodami, zapisanymi w skałach na obu kontynentach.



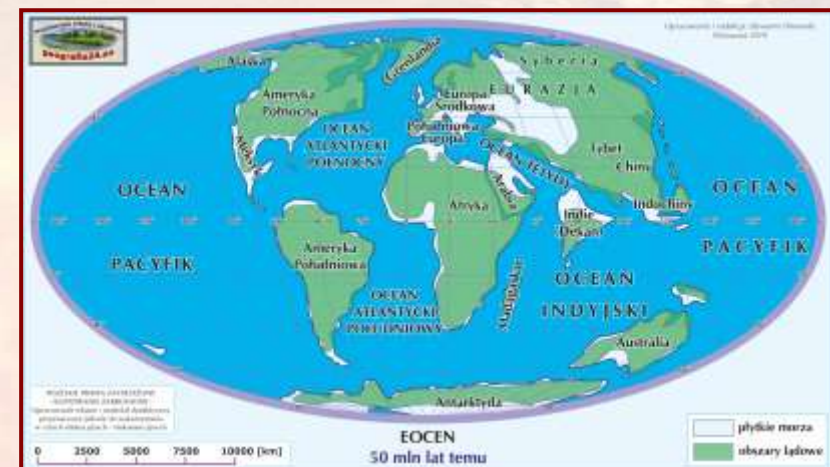
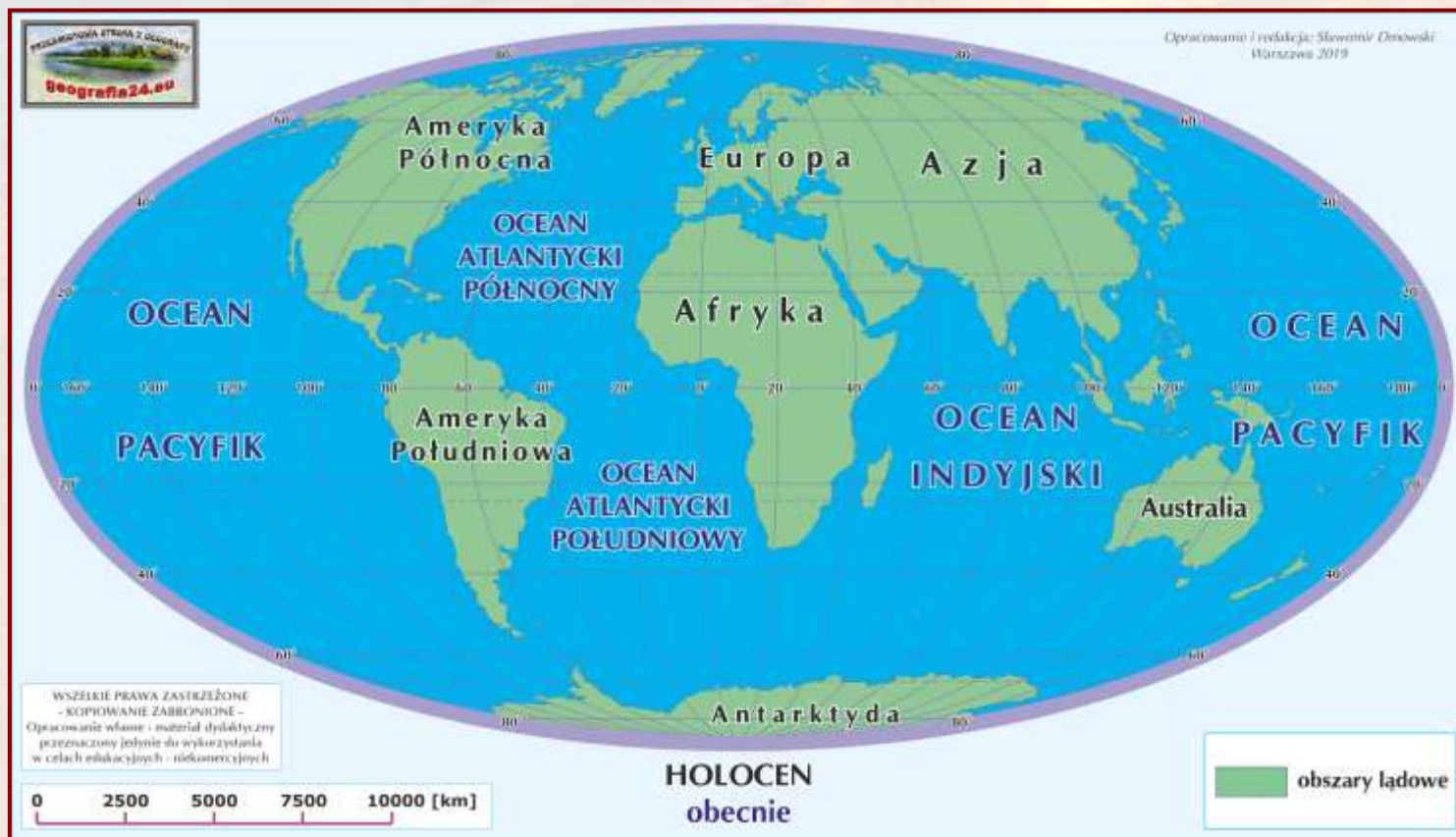
Podobieństwo zarysów stoków kontynentalnych Ameryk, Afryki i Europy

Rozmieszczenie skamieniałości na Gondwanie



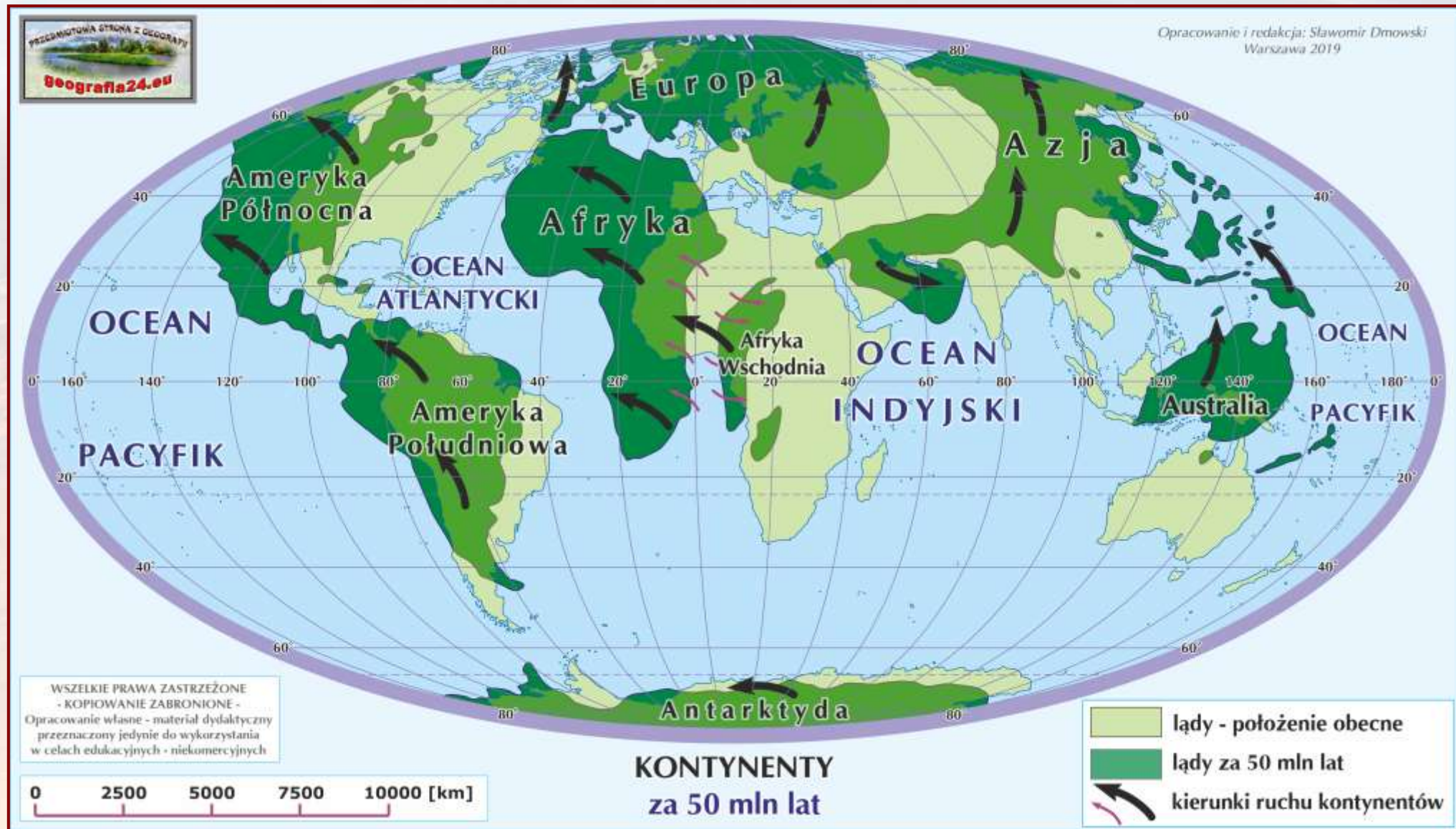
Tempo dryfu kontynentów wg Wegenera

- Wegener w swojej hipotezie oszacował nawet **tempo ruchu płyt**.
- Dzieląc odległości pomiędzy poszczególnymi kontynentami przez czas, jaki upłynął od momentu rozerwania Pangei w triasie, otrzymał wartości określające prędkość przemieszczania się płyt.
- Według jego obliczeń Madagaskar oddala się od Afryki w tempie 9 mm na rok, a Grenlandia nawet 18-36 mm na rok.
- Analizując pomiary geodezyjne, otrzymał **wartość rocznego dryfu = 32 mm**.
- Uzyskał zatem **dużą zgodność obliczeń**.



Prognozy “wędrowki kontynentów”

🌐 Dzięki spostrzeżeniom Wegenera (oraz pracy wielu późniejszych naukowców) dziś możemy prognozować przyszłość i oceniać “gdzie, jak i kiedy co będzie”.

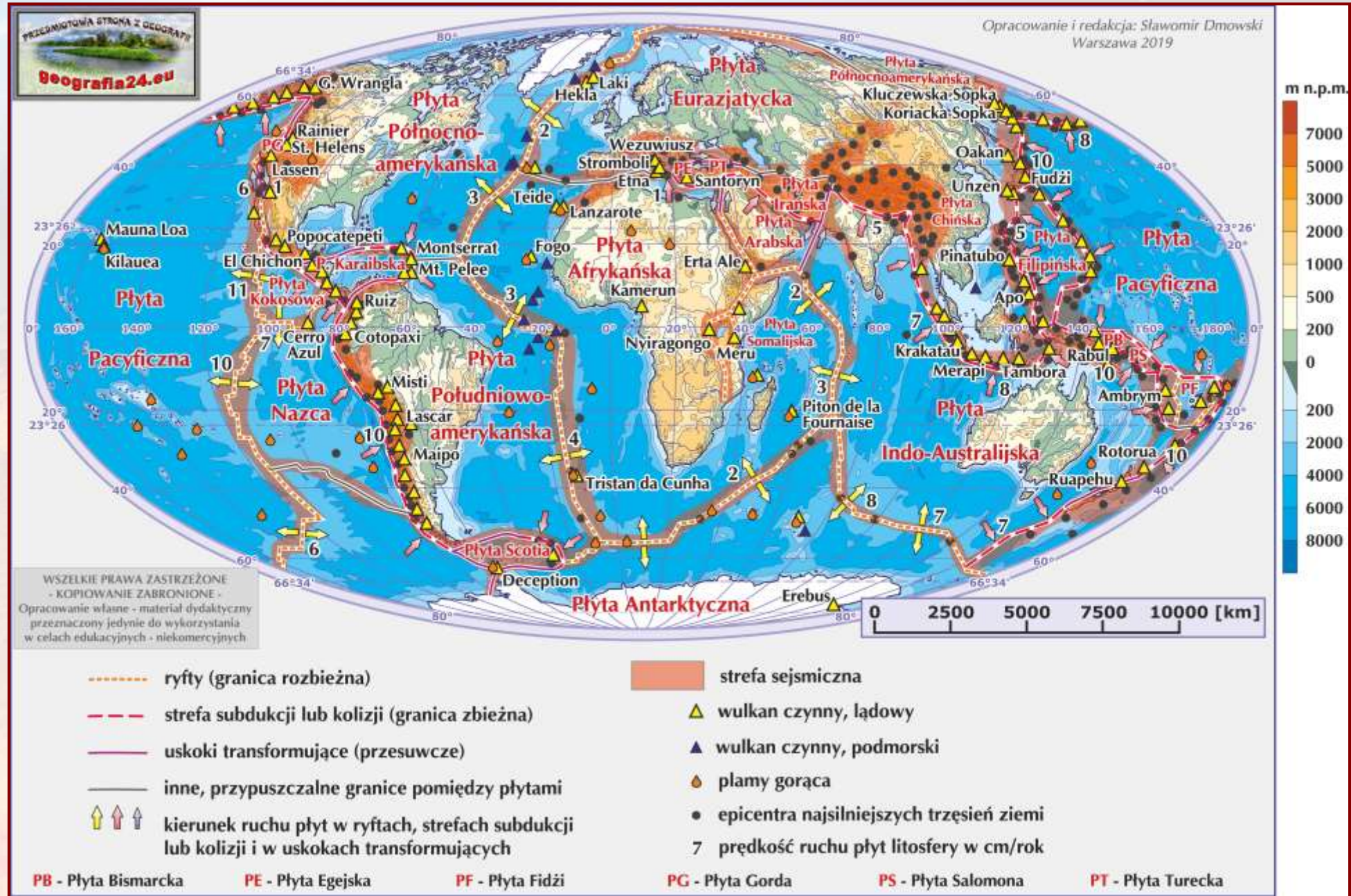


Współczesne poglądy na ruchy litosfery – TEORIA TEKTONIKI PŁYT LITOSFERY

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

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

Teoria tłumaczyła m.in.: 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:

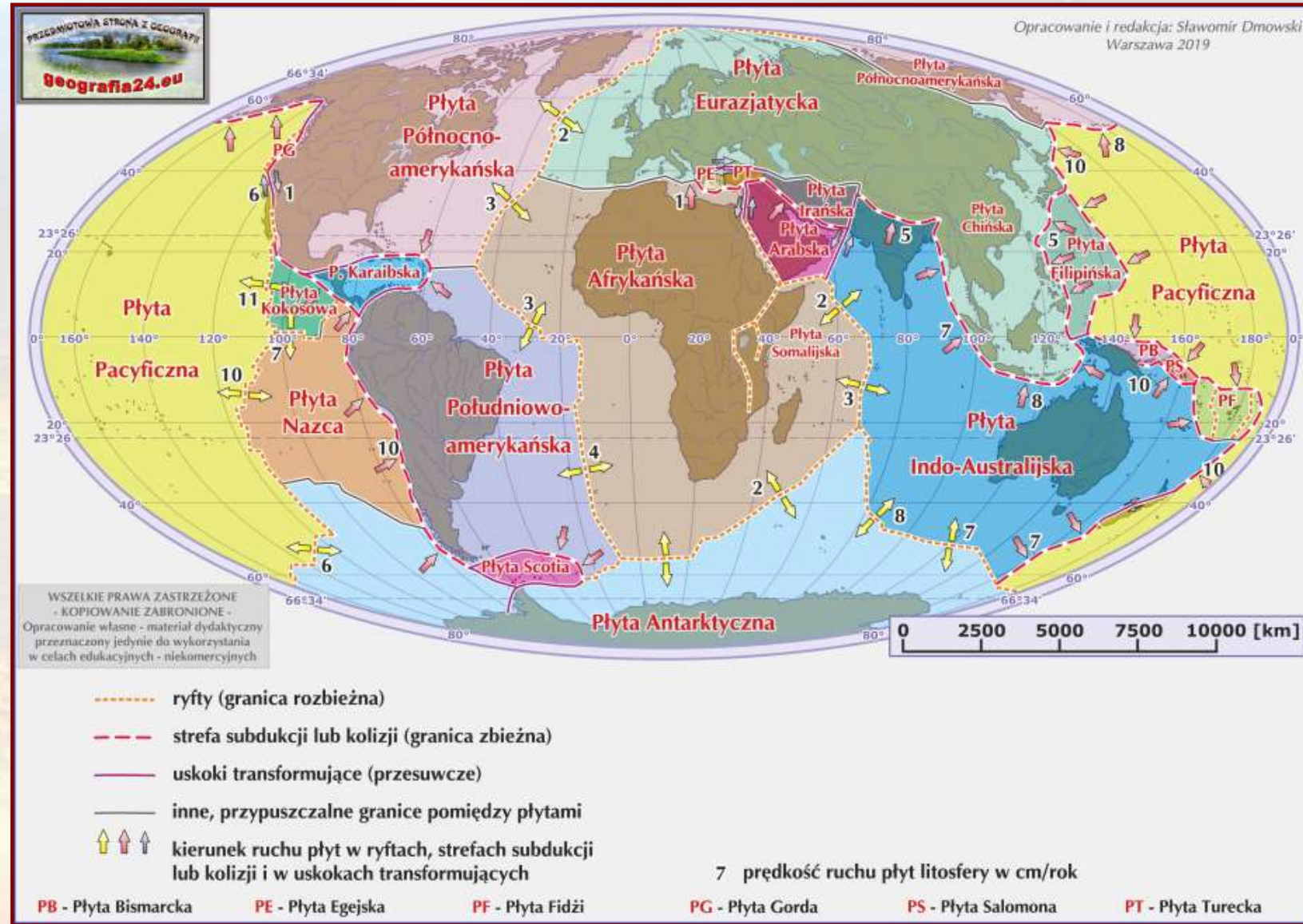
- **siedem wielkich płyt:** Eurazjatycka, Amerykańska (Południowoamerykańska, Północnoamerykańska), Afrykańska, Antarktyczna, Indo-Australijska i Pacyficzna;

- **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.

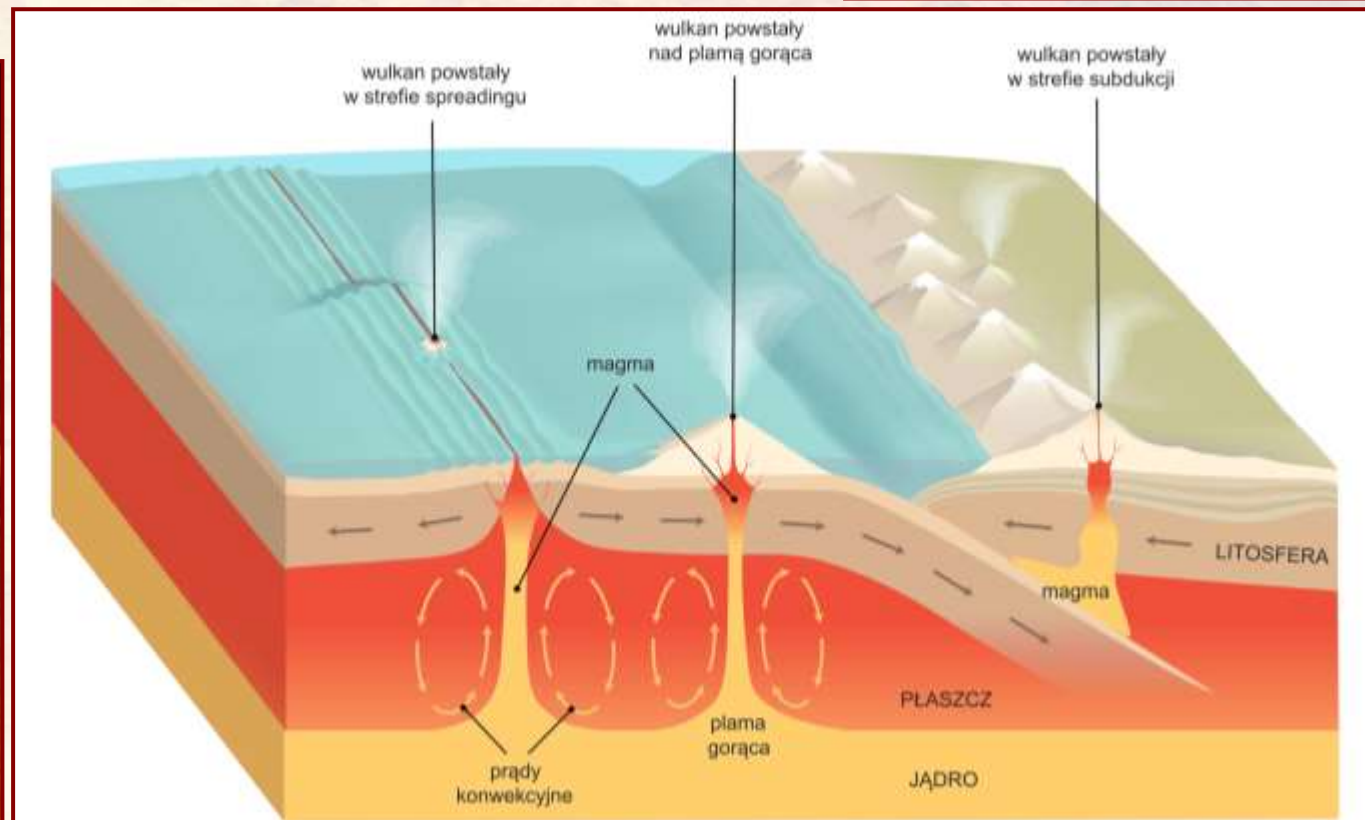
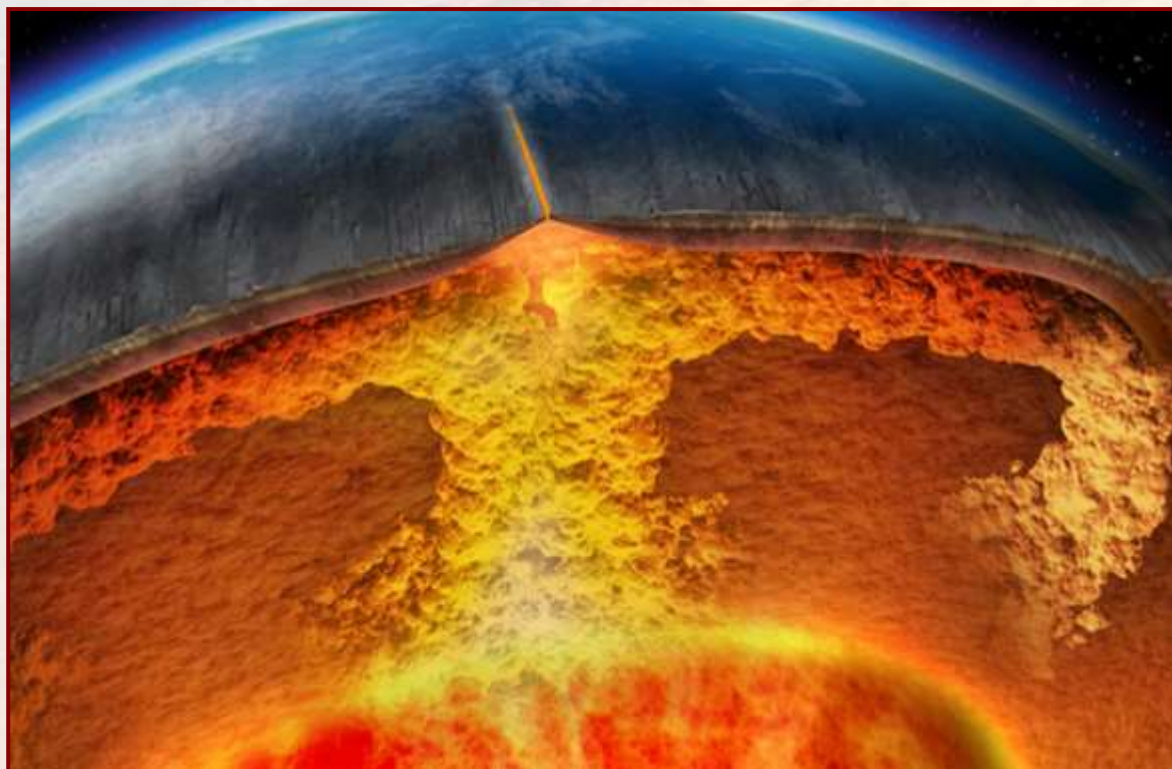
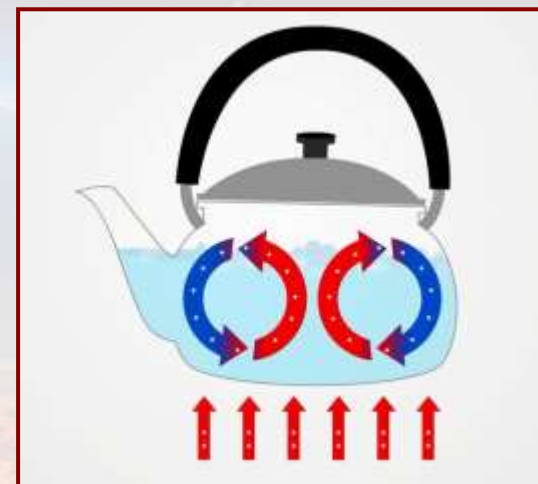
- Dodatkowo wyróżnić możemy **płyty będące częścią innych:**

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



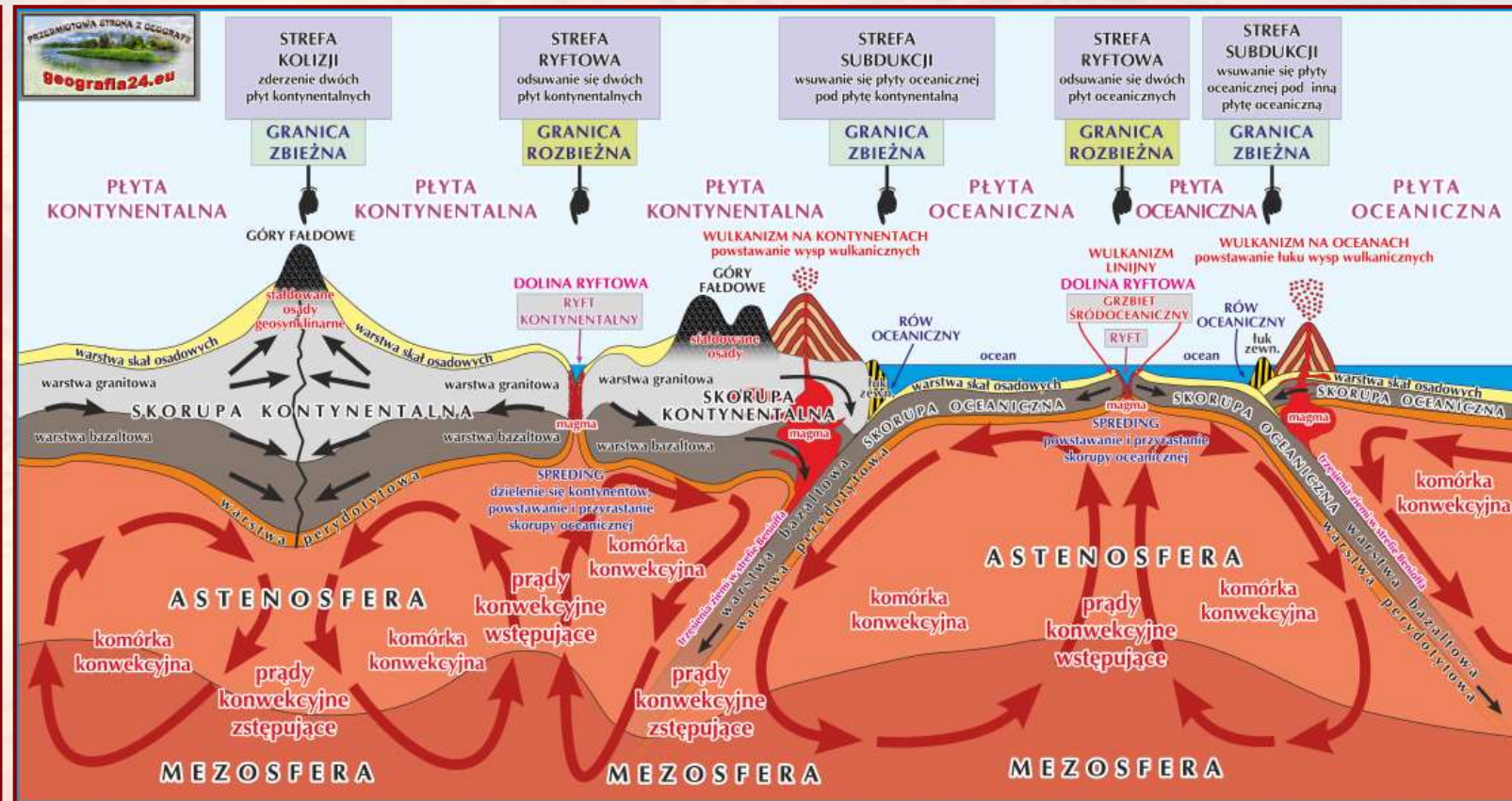
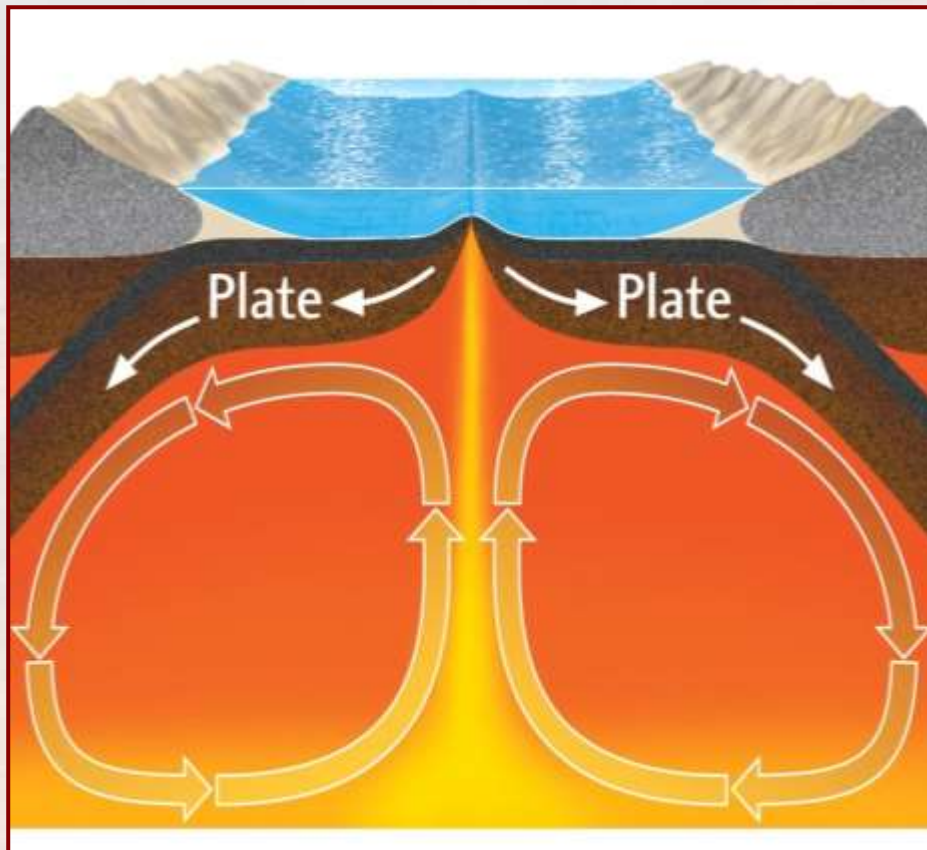
Rola prądów konwekcyjnych

- ☉ Zgodnie z obowiązującą obecnie teorią tektoniki płyt litosfery, przemieszczaniu podlegają sztywne fragmenty litosfery, poniżej których występują skały plastyczne.
- ☉ Oznacza to, że litosfera, podzielona na płyty o różnej wielkości, znajduje się w nieustannym ruchu wywołanym **prądami konwekcyjnymi** w astenosferze.
- ☉ Mechanizm wędrówki płyt jest związany z nierównomierną emisją ciepła pochodzącego w znacznym stopniu z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych, w różnych częściach zewnętrznego jądra i płaszcza.
- ☉ **Prądy konwekcyjne** często porównywane są do ruchu wody w naczyniu podgrzewanym od dołu w jednym punkcie.



Schemat przemieszczania płyt kontynentalnych przez prądy konwekcyjne płaszcza

- 🌐 Nad strefami wzmożonej emisji ciepła tworzą się **prądy konwekcyjne wstępujące**, które, dochodząc do litosfery, rozdzielają się i płyną poziomo w przeciwnych kierunkach.
- 🌐 Blisko powierzchni następuje obniżenie temperatury i materia powtórnie pogrąża się w głębi płaszcza (**prądy konwekcyjne zstępujące**) – tak zamykane są **tzw. komórki konwekcyjne**.
- 🌐 Litosfera ponad komórką konwekcyjną przemieszcza się zgodnie z kierunkiem prądu w astenosferze.
- 🌐 Na styku sąsiednich komórek konwekcyjnych występują silne naprężenia rozciągające lub ściskające.



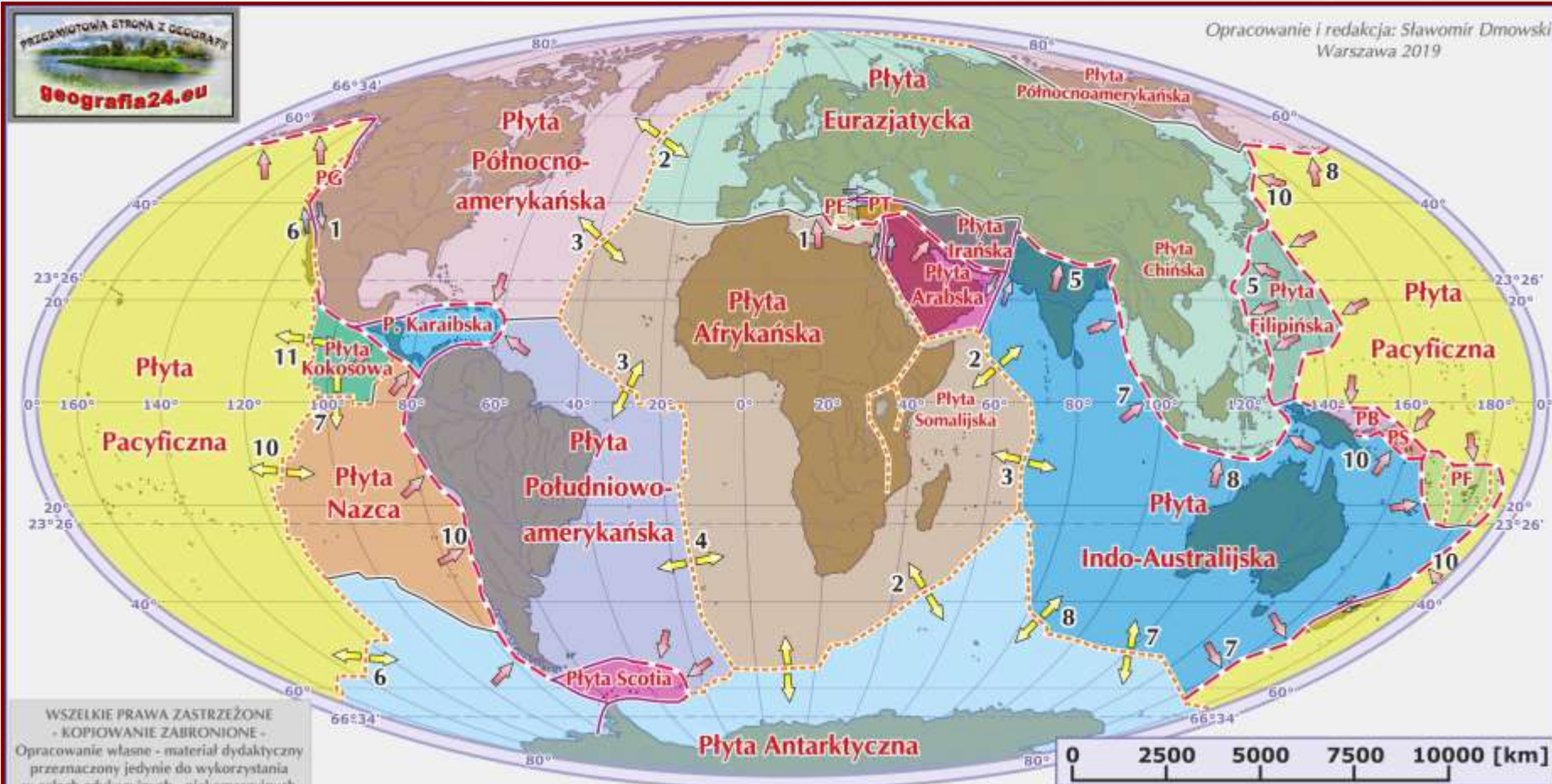
Prędkość i kierunek dryfu płyt

🌐 **Prędkość** dryfu płyt wynosi zaledwie **kilka centymetrów w ciągu roku** i może być różna dla poszczególnych płyt.

🌐 **Kierunek** ruchu poszczególnych płyt litosfery także **nie jest stały**.



Opracowanie i redakcja: Sławomir Dmowski
Warszawa 2019



WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -
Opracowanie własne - materiał dydaktyczny
przeznaczony jedynie do wykorzystania
w celach edukacyjnych - niekomercyjnych

- ryfty (granica rozbieżna)
- - - - - strefa subdukcji lub kolizji (granica zbieżna)
- uskoki transformujące (przesuwczce)
- inne, przypuszczalne granice pomiędzy płytami
- ↑ ↓ ↗ ↘ kierunek ruchu płyt w ryftach, strefach subdukcji lub kolizji i w uskokach transformujących

7 prędkość ruchu płyt litosfery w cm/rok

PB - Płyta Bismarcka

PE - Płyta Egejska

PF - Płyta Fidżi

PG - Płyta Gorda

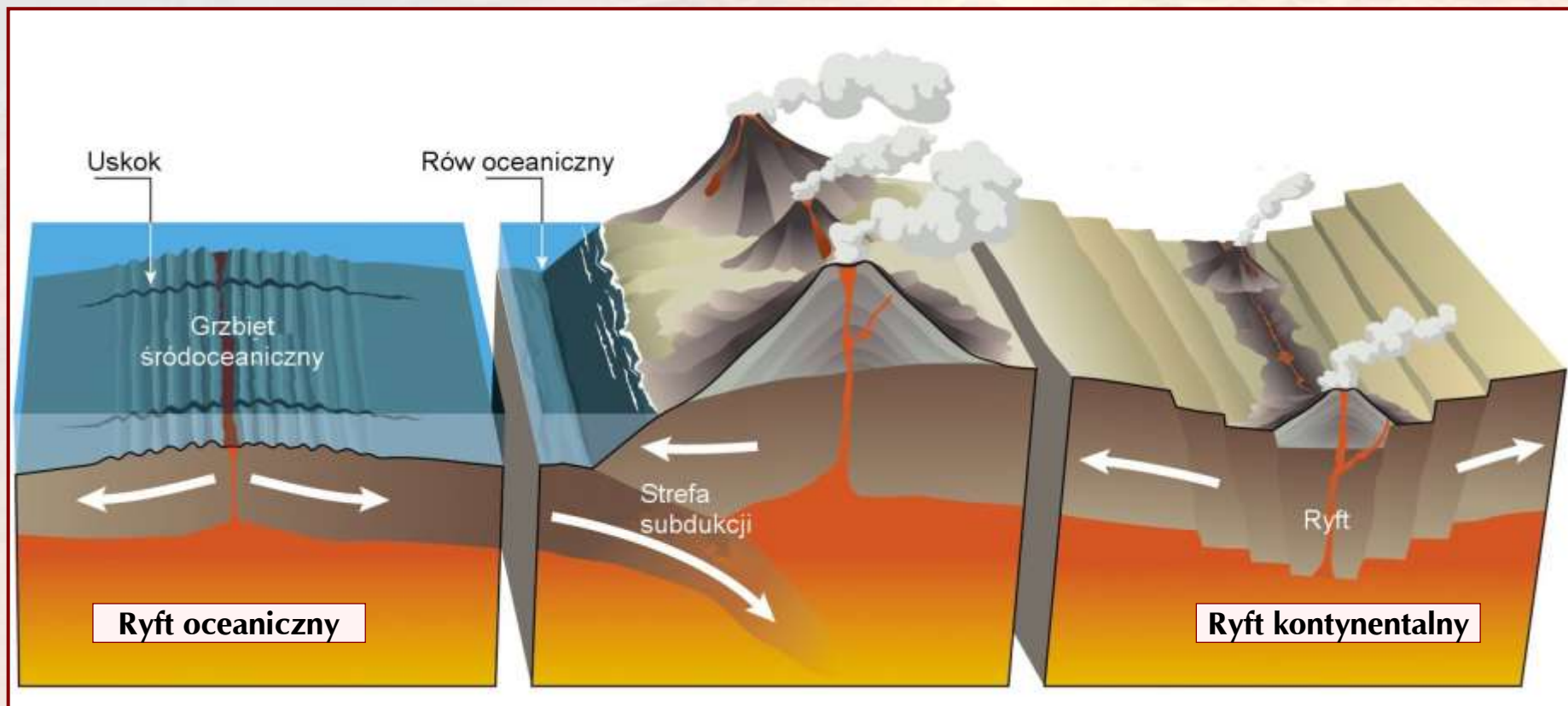
PS - Płyta Salomona

PT - Płyta Turecka



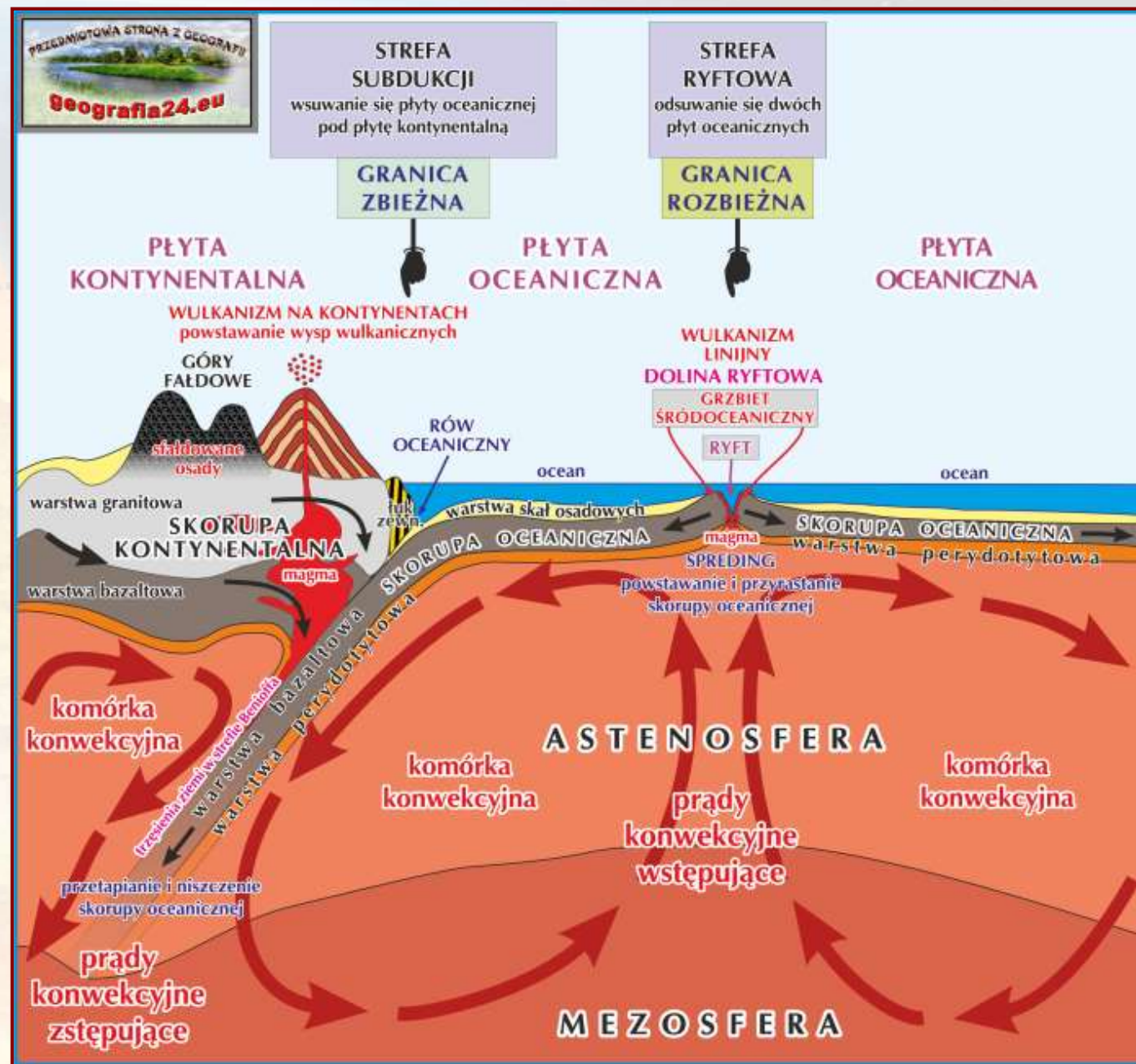
STREFA RYFTOWA (SPREDINGU) – granica rozbieżna (dywergentna)

- 🌐 Miejsce w którym następuje pęknięcie wywołane odsuwaniem się dwóch płyt od siebie określane jest **granica rozbieżną (dywergentną)**.
- 🌐 Granice rozbieżne występują w dwóch położeniach.
 - 🌐 Część z nich leży w obrębie oceanów i jest określana jako **ryfty śródoceaniczne (ryfty oceaniczne)**.
 - 🌐 Przykładem takiego ryftu występuje w obrębie Grzbietu Śródatlantyckiego.
 - 🌐 Część zaś przebiega w obrębie kontynentów, tworząc **ryfty kontynentalne**.
 - 🌐 Przykładem współczesnego ryftu kontynentalnego jest **System Wielkich Rowów Wschodnioafrykańskich**.



STREFA RYFTOWA (SPREDINGU) – formy w obrębie dna oceanicznego

- 🌐 Rozciąganie skorupy ziemskiej (tzw. **zjawisko spredingu**) wywołane prądami rozchodzącymi prowadzi do rozerwania litosfery i wydostawania się na powierzchnię materii płaszcza (**lawy bazaltowej**).
- 🌐 Pęknięcie, wzdłuż którego lawa 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 perydotyowa).
- 🌐 Po obydwu stronach ryftu lawy tworzą rozległe podmorskie wzniesienia określone jako **grzbiet śródoceaniczny**.
- 🌐 W efekcie w osi **doliny ryftowej** występują najmłodsze bazalty, zaś im dalej od ryftu, tym skały są starsze (maksymalny wiek dochodzi do ponad 200 mln lat).
- 🌐 Rozrastanie się dna oceanicznego następuje w tempie = 1-12 cm rocznie.



STREFA RYFTOWA – ryft śródatlantycki

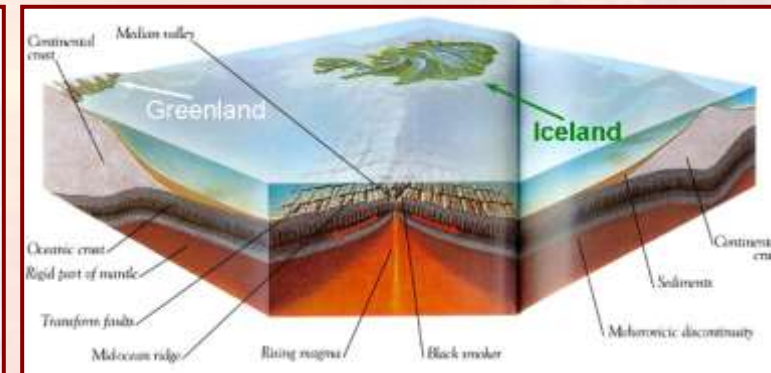
🌐 Przykładem **ryftu śródoceanicznego** (ryftu **oceanicznego**) jest tzw. **Grzbiet Śródatlantycki**, składający się z części południowoatlantyckiej i części północnoatlantyckiej.

🌐 Atlantyk ciągle się rozrasta, a otaczające go Ameryki Północna i Południowa “wędrują” i nieustannie oddalają się od Europy i Afryki.

Grzbiet Śródatlantycki – strefa ryftowa przechodząca przez Islandię



Jak można dotknąć dwie płyty litosferyczne: północnoatlantycką i eurazjatycką



STREFA RYFTOWA – formy w obrębie kontynentów

🌐 Ryfty kontynentalne tworzą się w obrębie płyt kontynentalnych.

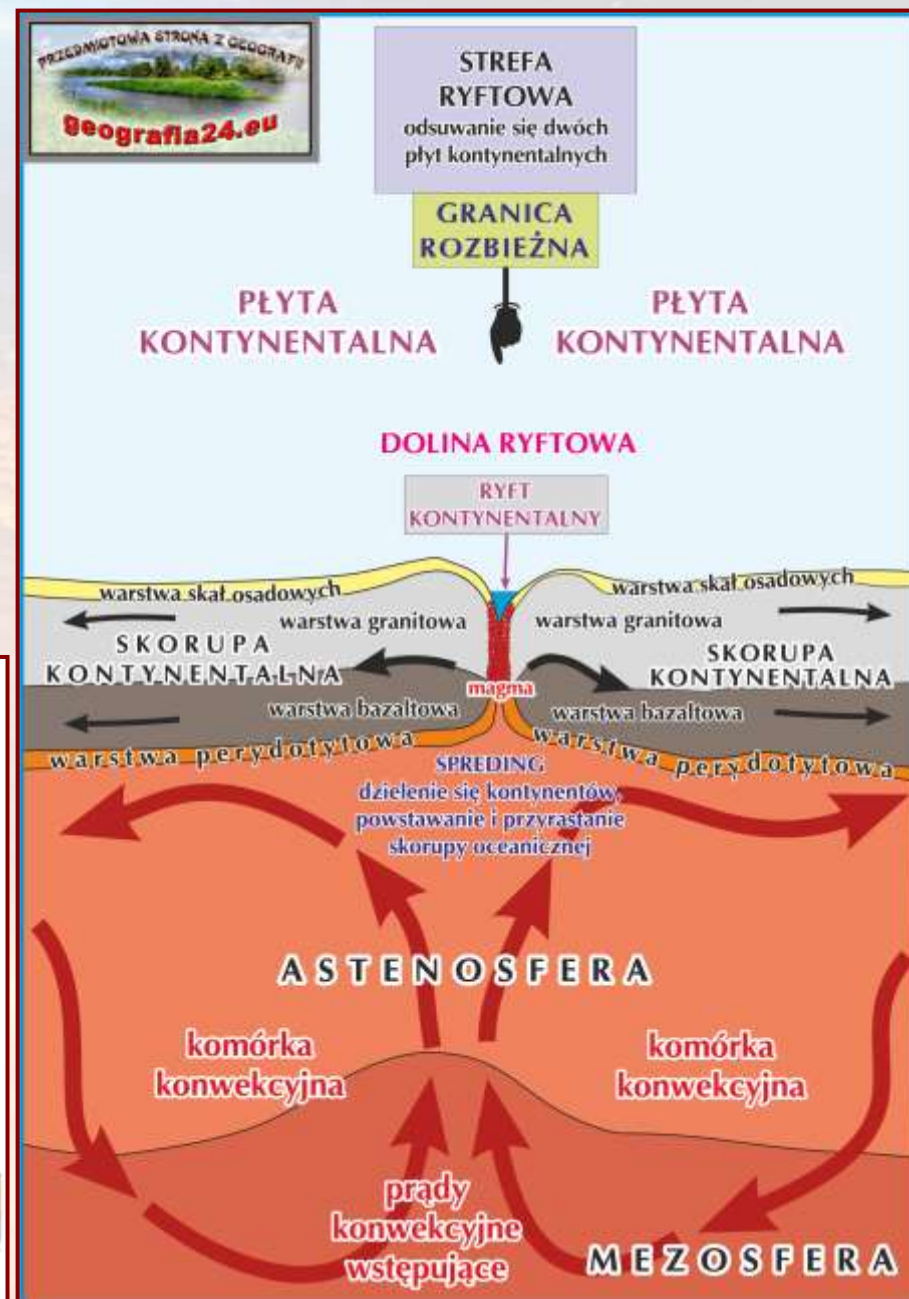
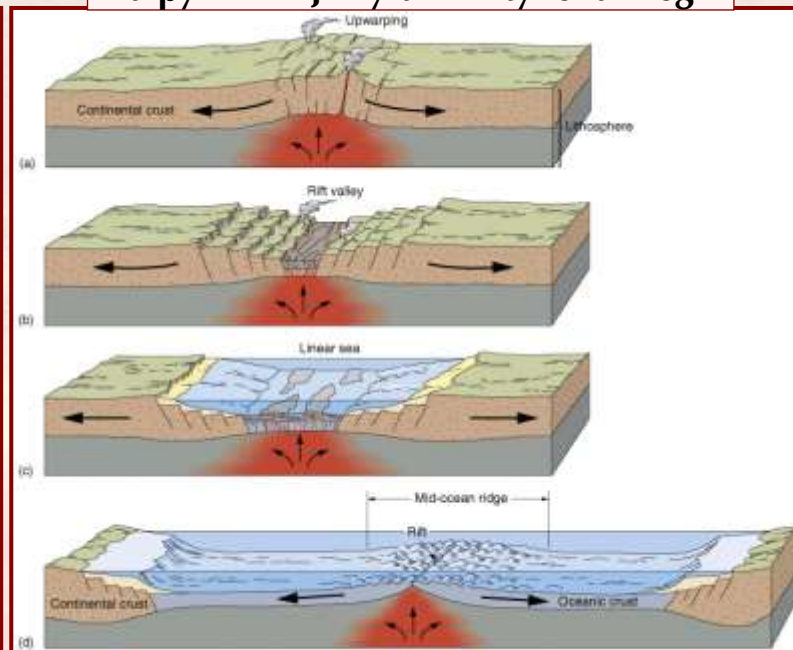
🌐 Przykładem współczesnego ryftu kontynentalnego jest **System Wielkich Rowów Wschodnioafrykańskich – Rowy Jezior Wschodnioafrykańskich**.

🌐 Rozwój ryftu na lądzie prowadzi ostatecznie do jego podziału na odrębne bloki kontynentalne (zjawisko **tensji** – rozciągania, które prowadzi do rozerwania) – w ten sposób wielokrotnie zmieniała się w przeszłości konfiguracja lądów i mórz.

🌐 Również i przyszłość szykuje podobne niespodzianki.

🌐 Rozwój takich ryftów powoduje powolne rozrywanie kontynentu, jego podział na dwa oddzielne kontynenty, pomiędzy którymi powstaje nowy ocean.

Etapy rozwoju ryftu kontynentalnego



STREFA RYFTOWA – Ryft Wschodnioafrykański

🌐 **Rozwój Ryftu Wschodnioafrykańskiego** (powstał on około 20 mln lat temu) doprowadzi za kilkadziesiąt milionów lat do **powstania nowego oceanu**, ciągnącego się od Morza Martwego, przez Morze Czerwone, aż po Wielkie Jeziora Afrykańskie i Mozambik.

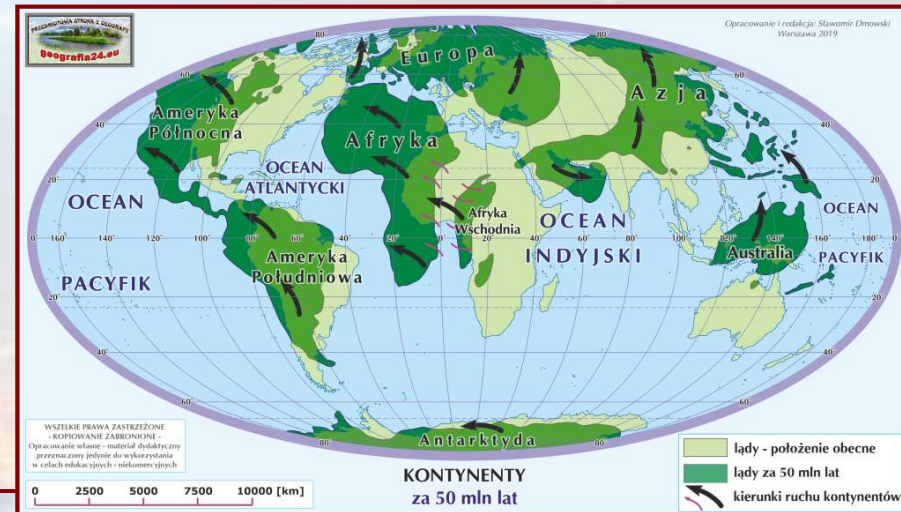
🌐 **Na wschodnim kontynencie pozostanie Somalia, Etiopia i pozostałe kraje wschodniej Afryki wraz z Madagaskarem.**



Dno doliny ryftowej dziś
(Wielki Rów Afrykański w Kenii)

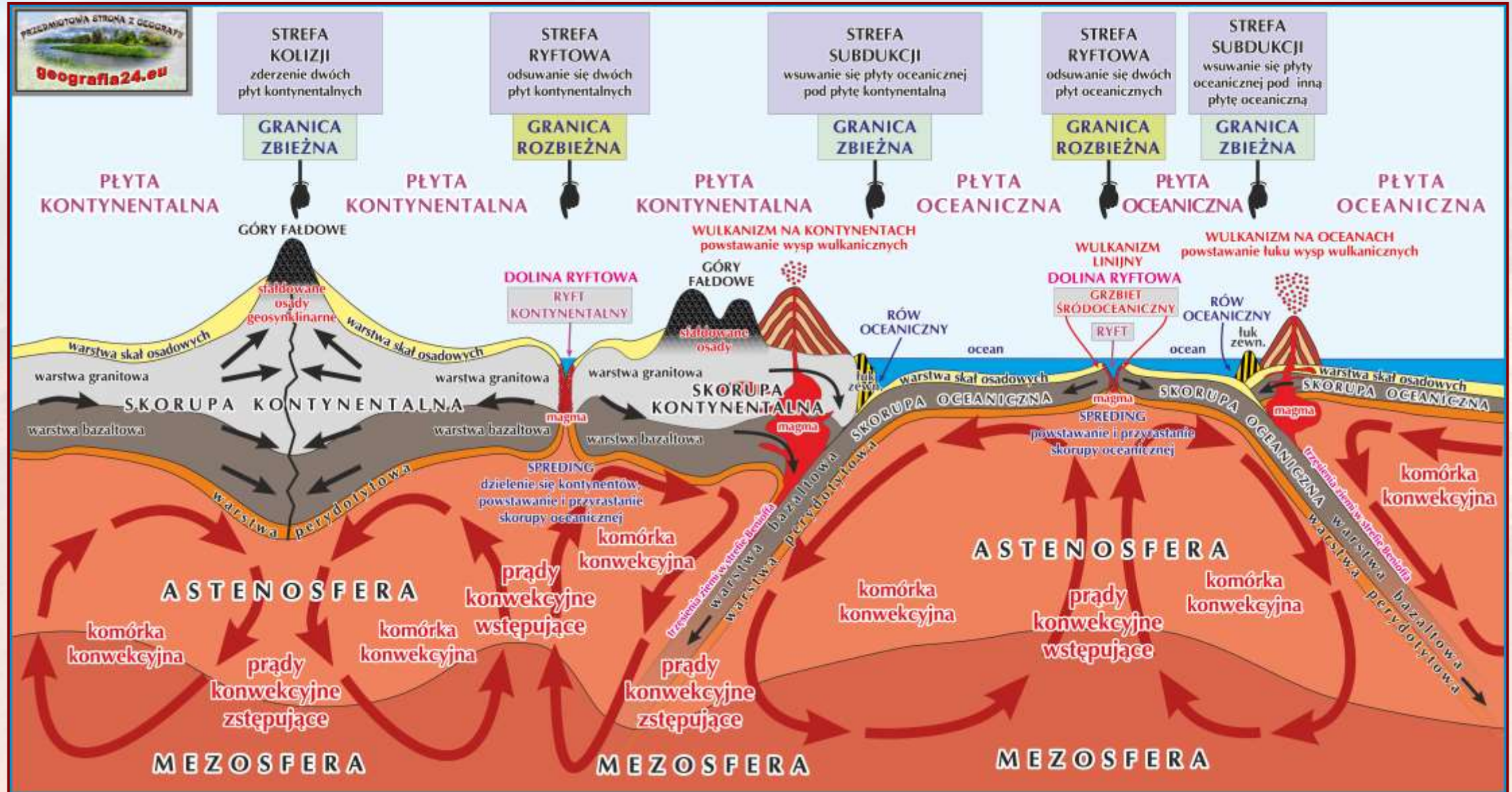


Afryka – System Wielkich Rowów
Wschodnioafrykańskich



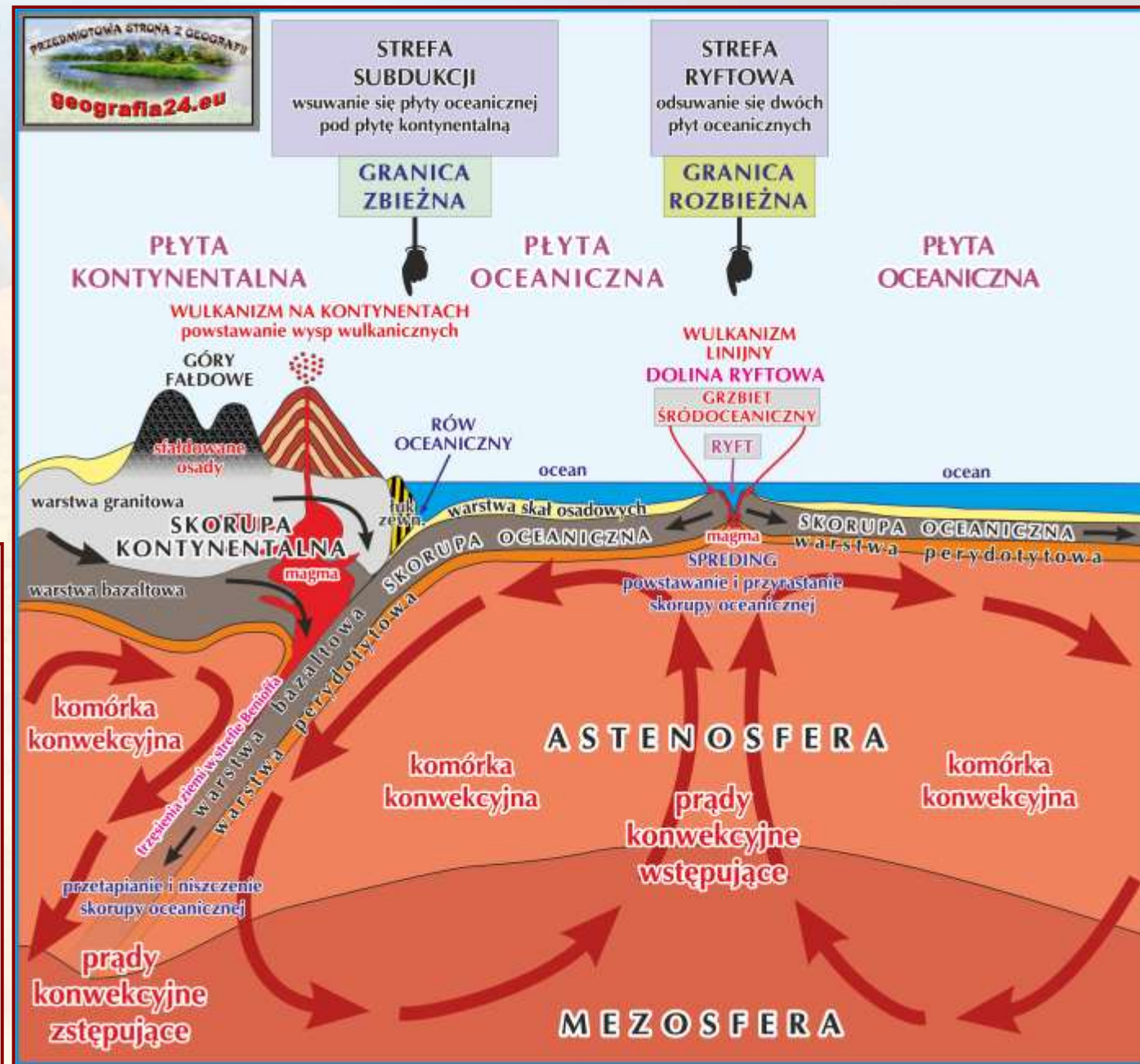
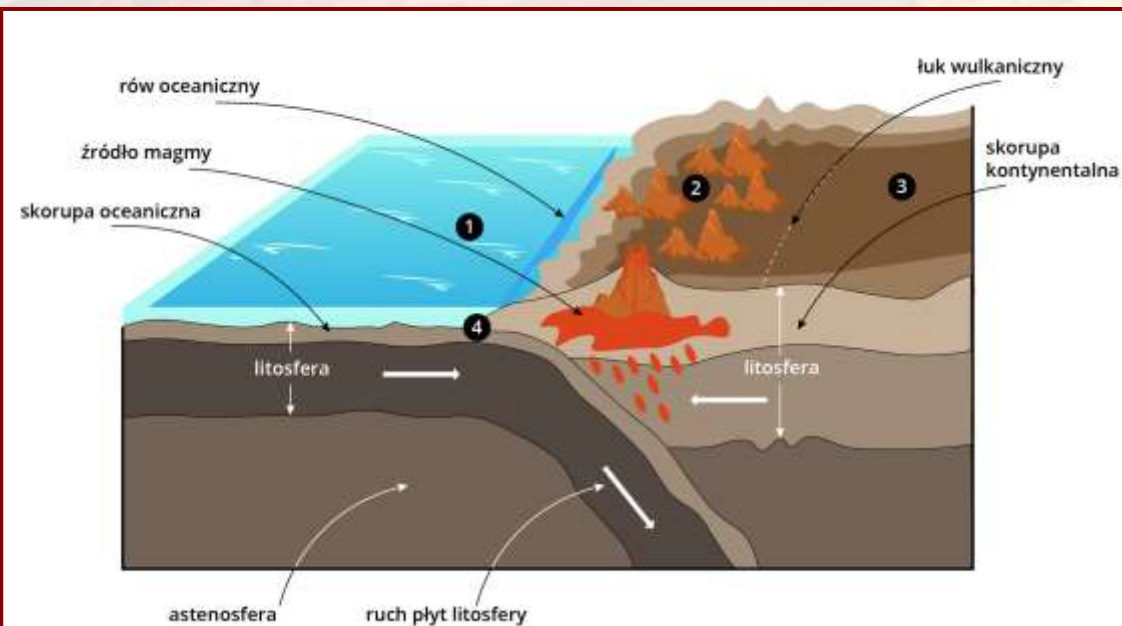
2. Strefa subdukcji i kolizji – granica zbieżna (konwergentna)

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



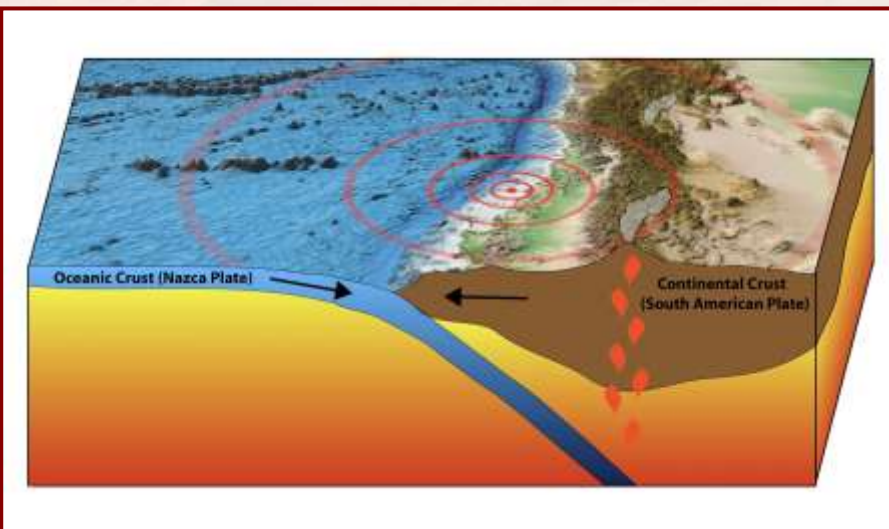
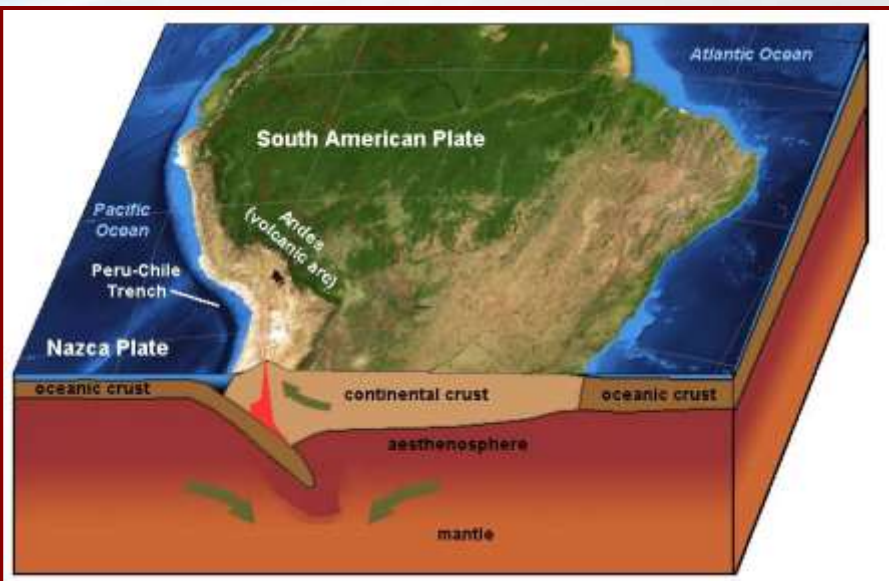
STREFA SUBDUKCJI – pogrążanie płyty oceanicznej pod kontynentalną

- 🌐 Strefa subdukcji powstaje w miejscu **pograżania się płyty oceanicznej pod kontynentalną**:
- 🌐 pograża się (najczęściej) cięższa płyta oceaniczna,
- 🌐 tworzy się **rów oceaniczny** – mający bardzo duże głębokości,
- 🌐 po jego zewnętrznej (kontynentalnej) stronie powstaje **fałdowy łańcuch górski**, w znacznej mierze zbudowany ze sfałdowanych skał osadowych, zgromadzonych w szelfie kontynentalnym, którym towarzyszą także skały magmowe.



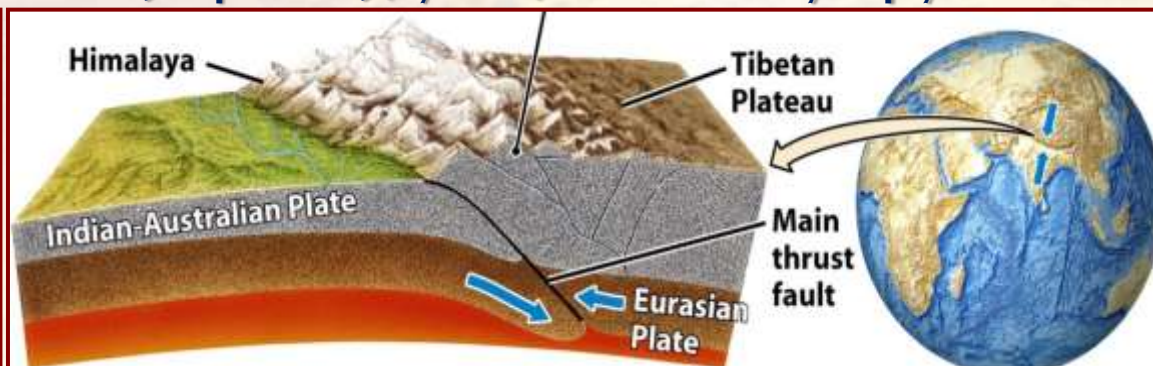
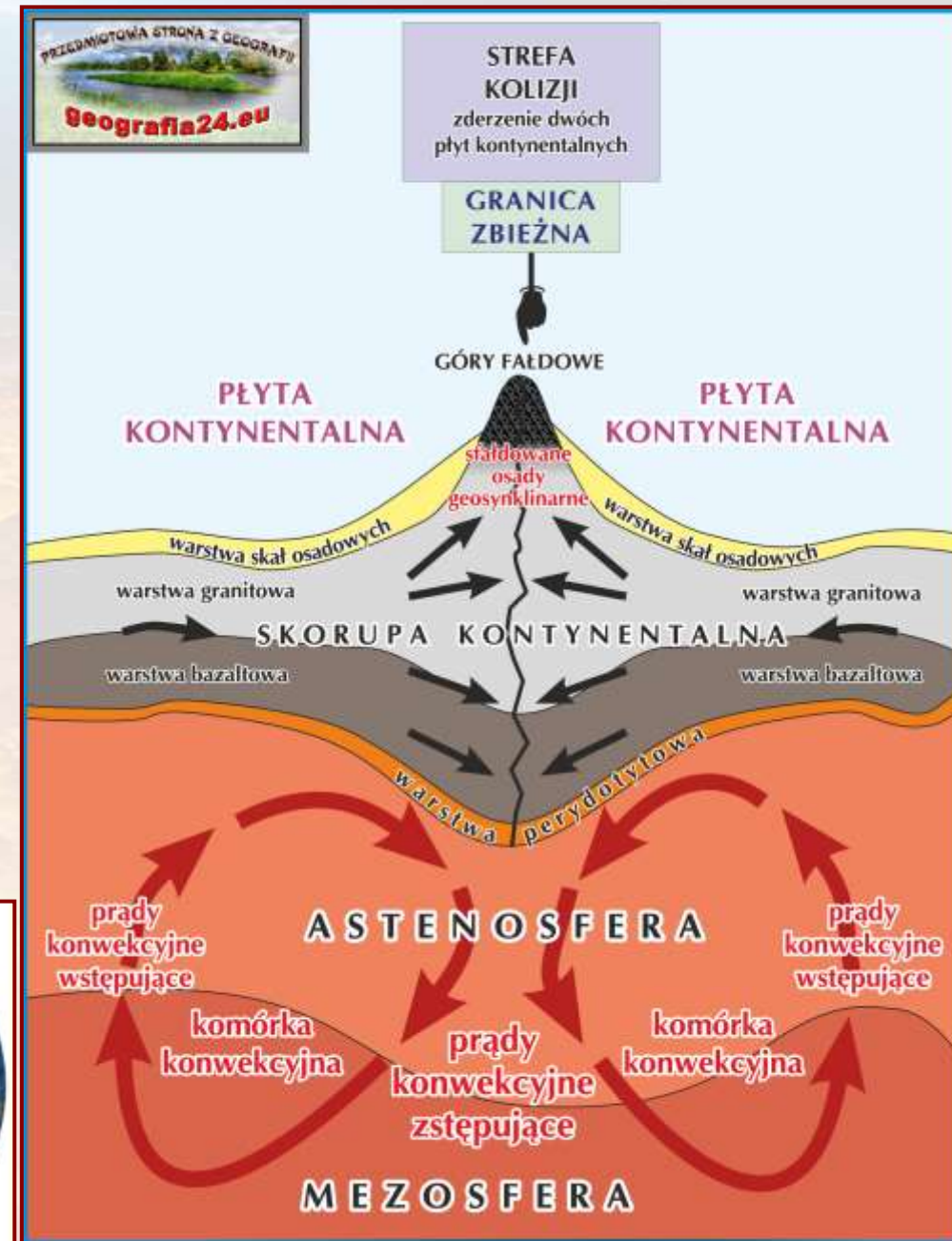
STREFA SUBDUKCJI – pogrążanie płyty oceanicznej pod kontynentalną

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



STREFA KOLIZJI – zderzenia dwóch płyt kontynentalnych

- W wyniku **kolizji** (zderzenia się) dwóch płyt kontynentalnych, w strefie kontaktu dochodzi do **miażdżenia i pofałdowania osadów**.
- Zderzenie dwóch kontynentów może spowodować ich **połączenie w jeden wielki kontynent** (mają one dużą wyporność i żaden z nich nie wsuwa się pod drugi).
- Przebieg łańcuchów górskich jest prostopadły do kierunku przemieszczania się płyt.
- W strefach tych istnieje korelacja mówiąca, że im szybciej porusza się płyta, tym wyższe góry powstaną w strefie kolizji.
- Na granicach płyt występują również **zjawiska wulkaniczne i trzęsienia ziemi**.
- Według teorii tektoniki płyt litosfery wulkanizm jest spowodowany ułatwionym przedostawaniem się magmy w strefach pęknięć w litosferze (ryftowych i subdukcji).
- Natomiast trzęsienia ziemi na granicach płyt są wywołane wyzwaniem energii zgromadzonej w poruszających się masach skalnych płyt.



Zjawiska towarzyszące przemieszczającym się płytom

- ☉ 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.



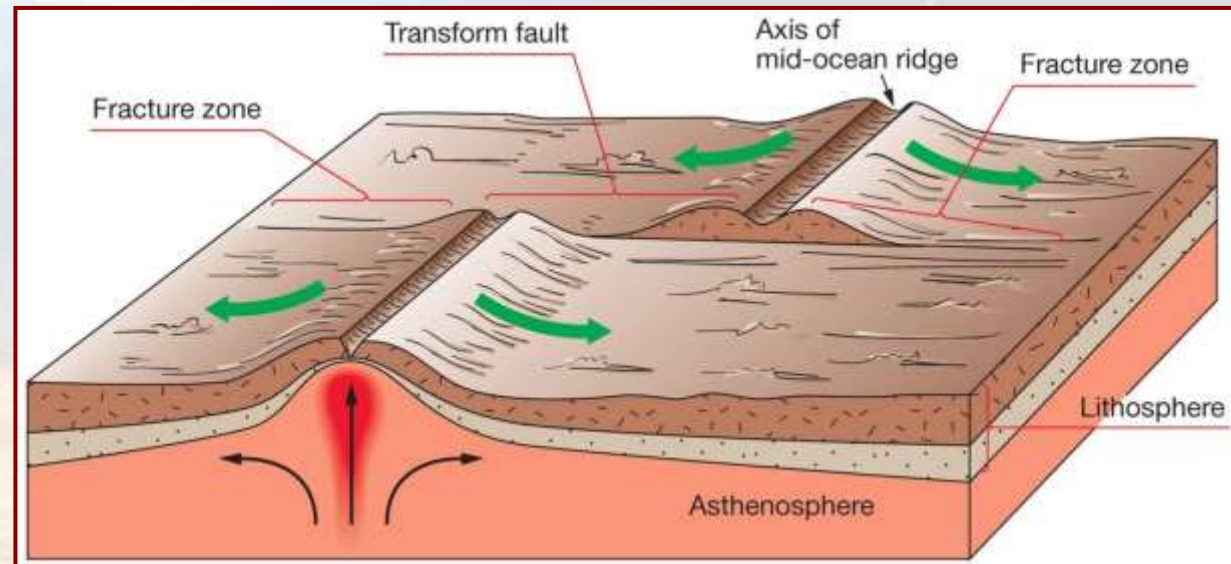
Uskoki transformacyjne (transformujące)

🌐 Granicę płyt stanowią także często **uskoki transformacyjne (transformujące)**.

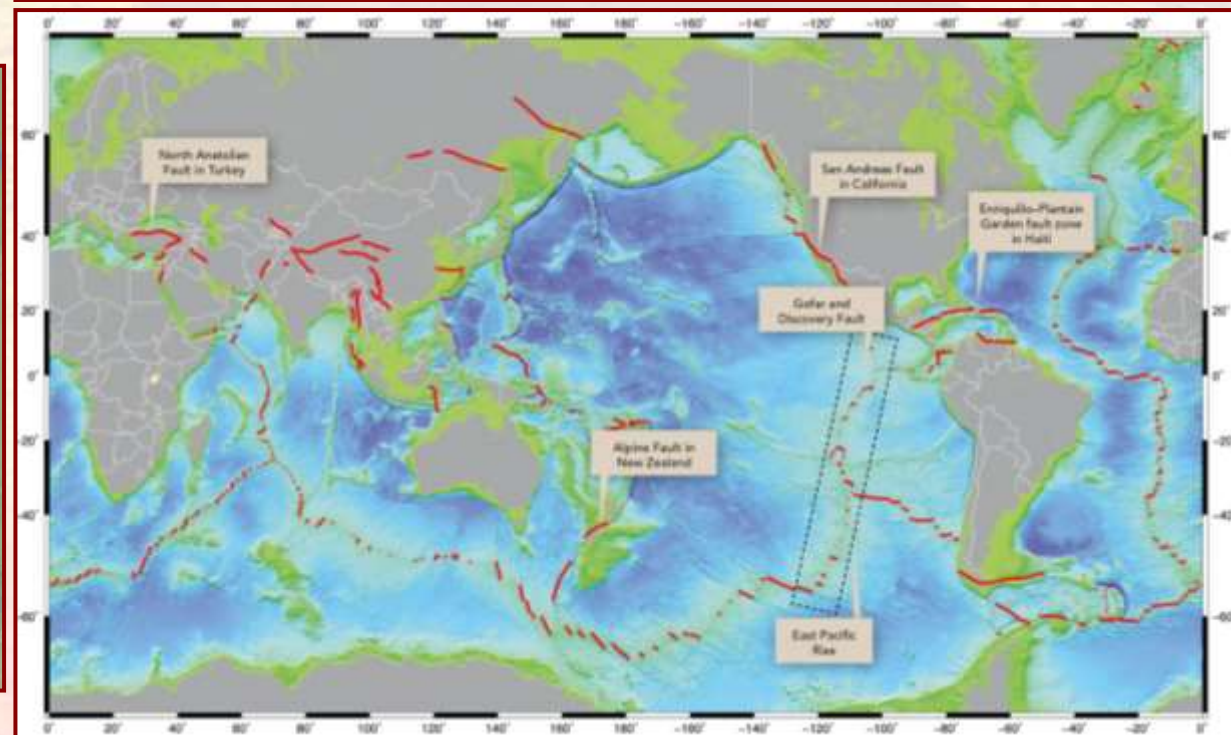
🌐 Wzdłuż nich płyty przesuwają się równolegle względem siebie na skutek różnego tempa tworzenia nowej skorupy oceanicznej w różnych częściach grzbietu śródoceanicznego.

🌐 Uskoki te przecinają skorupę oceaniczną na długich odcinkach i biegną prostopadle lub ukośnie do ryftu.

🌐 Maksymalne przesunięcia wzdłuż tych uskoków przekraczają 600 km.



Uskoki transformacyjne w obrębie Grzbietu Atlantyckiego pomiędzy Ameryką Południową a Afryką



Uskoki transformacyjne w obrębie struktur oceanicznych i lądowych

- 🌐 Najwięcej uskoków transformacyjnych występuje w dnie oceanicznym.
- 🌐 Z nielicznych tego rodzaju uskoków na lądach najbardziej znany jest **system uskoków Świętego Andrzeja (San Andreas)** w Kalifornii.
- 🌐 Leży on w bardzo gęsto zaludnionym obszarze w pobliżu miast San Francisco, San Jose oraz nieco dalej Los Angeles i San Diego.



System uskoków Św. Andrzeja (San Andreas) w Kalifornii



Skutki trzęsienia ziemi w San Francisco w 1906 roku



Jak wygląda uskok San Andreas

🌐 Uskok San Andreas jest świetnie widoczny na samej powierzchni Ziemi.





RODZAJE GÓR

Główne typy gór (ze względu na genezę)

- 🌐 **Pasma górskie** świata różnią się znacznie genezą, budową, wiekiem i wysokością.
- 🌐 Najważniejszym kryterium podziału wydaje się być **geneza**. Ona właśnie decyduje o innych cechach pasm górskich.
- 🌐 **Kryterium genetyczne** pozwala na wyróżnienie czterech głównych rodzajów gór:
 - 🌐 **góry fałdowe** – zwykle stanowiące rozległe pasma o znacznych wysokościach, zlokalizowane w strefach krawędziowych płyt litosfery;
 - 🌐 **góry zrębowe** (i **zrębowo-fałdowe**) – tworzące wypiętrzone fragmenty skorupy ziemskiej, ograniczone uskokami;
 - 🌐 **góry wulkaniczne** – mogące tworzyć izolowane szczyty bądź też wydłużone łańcuchy górskie - te ostatnie w strefach akrecji nowej skorupy oceanicznej, a więc na dnie morza;
 - 🌐 **góry kopułowe** – stanowiące zwykle szerokopromienne wypiętrzenia o niewielkiej wysokości, np. Black Hill Mountains.



Góry fałdowe – powstawanie

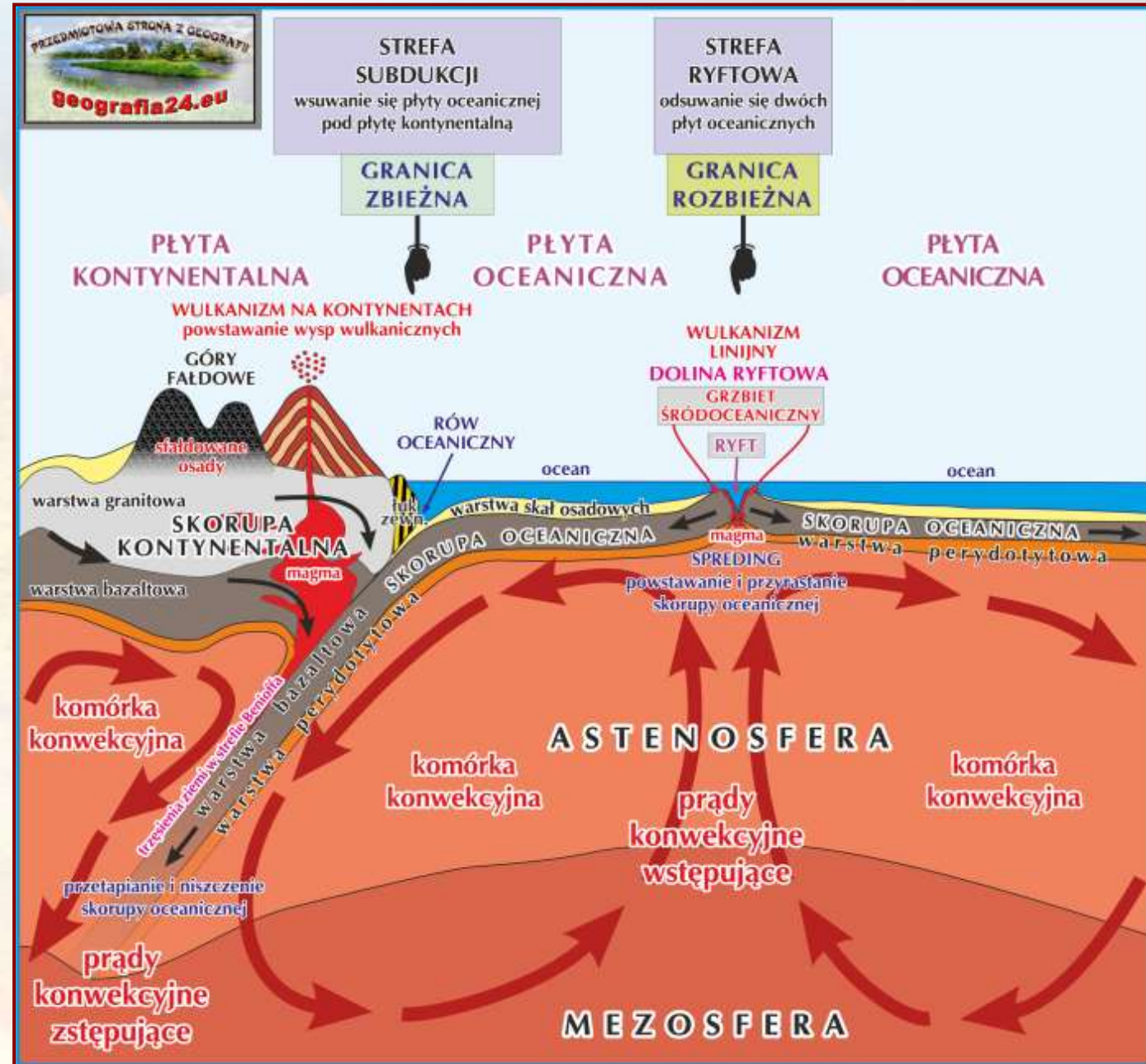
- 🌐 **Góry fałdowe** – stanowią obecnie większość łańcuchów górskich, rozumianych jako formy rzeźby lądowej.
- 🌐 Podobnie jak mniej powszechne góry o budowie zrębowej, powstają w efekcie współdziałania wielu procesów, które potocznie określa się mianem **ruchów orogenicznych**.

Andy



Góry fałdowe – powstawanie

- 🌐 **Powstawanie gór fałdowych** jest ściśle związane z procesami zachodzącymi na krawędziach płyt litosfery.
- 🌐 Początków długotrwałych procesów górotwórczych (cyklu orogenicznego) możemy doszukiwać się **w strefie ryftowej**, gdzie powstaje młoda skorupa oceaniczna.
- 🌐 Na jej powierzchni stopniowo tworzą się warstwy skał osadowych.
- 🌐 Wraz ze wzrostem odległości od strefy ryftu ilość osadów wzrasta.
- 🌐 **W strefie subdukcji** lekkie skały osadowe leżące na bazaltach skorupy oceanicznej są zdzierane, fałdowane i stopniowo wypiętrzane.
- 🌐 Dochodzi wówczas do olbrzymiego zmniejszania pierwotnego zasięgu osadów, wypełniających niegdyś rozległe obniżenia.
- 🌐 Zajmujące obecnie pas zaledwie kilku kilometrów skały Pienin zajmowały w pierwotnym zbiorniku morskim strefę o szerokości co najmniej 200-300 km.



Góry fałdowe – powstawanie

- ☉ Jednocześnie mają miejsce **intensywne zjawiska plutoniczne i wulkaniczne**, wykorzystujące “osłabione” miejsca na krawędziach płyt litosfery.
- ☉ Pograżane skały skorupy oceanicznej podlegają **metamorfizmowi regionalnemu**.
- ☉ Tarcie na granicy płyt powoduje powstawanie olbrzymich naprężeń i okresowe ich wyzwalanie w postaci potężnych **trzęsień ziemi**.
- ☉ Szczególnie intensywnie przebiegają procesy górotwórcze **w strefie kolizji** – zderzenia dwóch płyt kontynentalnych, gdzie subdukcja nie jest już możliwa.
- ☉ Krawędzie obydwu płyt oraz zalegające pomiędzy nimi w **tzw. geosynklinie** i na nich osady podlegają olbrzymim naprężeniom ściskającym.
- ☉ Takiej kolizji zawdzięczają swoje powstanie i trwający do dziś rozwój Himalaje.

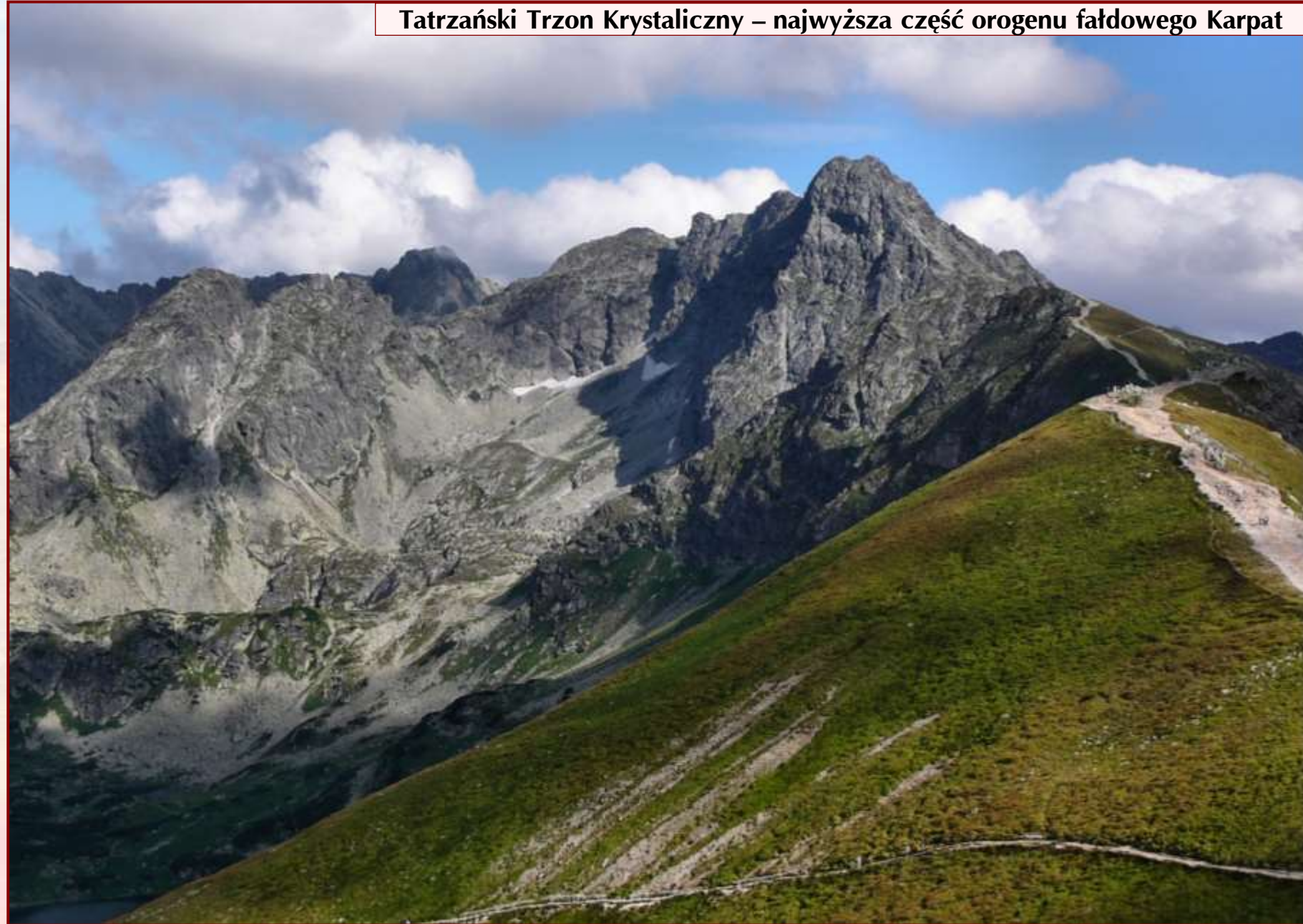
Himalaje – górotwór fałdowy, powstały w strefie kolizji (sfałdowaniu uległy osady geosynklinalne)



Krajobraz alpejski – jako przykład struktur fałdowych

- 🌐 **Końcowy produkt ruchów orogenicznych to górotwór (orogen)** o zwykle fałdowej budowie, pocięty masywami skał magmowych.
- 🌐 W skład górotworu wchodzi także czynne i wygasłe wulkany wraz z produktami ich działalności oraz duże strefy zmetamorfizowane.
- 🌐 Podczas ruchów górotwórczych dochodzi do wielu pęknięć i nierównomiernych ruchów pionowych nawet w dużej odległości od krawędzi płyt.
- 🌐 Tworzą się tam liczne uskoki oraz ograniczone nimi rowy i zręby.

Tatrzański Trzon Krystaliczny – najwyższa część orogenu fałdowego Karpat



Alpy – rzeźba lodowcowa

- 🌐 Wypiętrzone orogeny podlegają następnie wpływowi innych czynników, powodujących ich przemodelowanie, czyli przekształcenie, np. lodowcom górskim.

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.

🌐 Są tylko okresy obniżonej i podwyższonej aktywności a piętrzenie wielu gór, w tym Alp, Karpat i Himalai wciąż trwa o czym możemy się przekonać jak Ziemia zacznie się trząść.

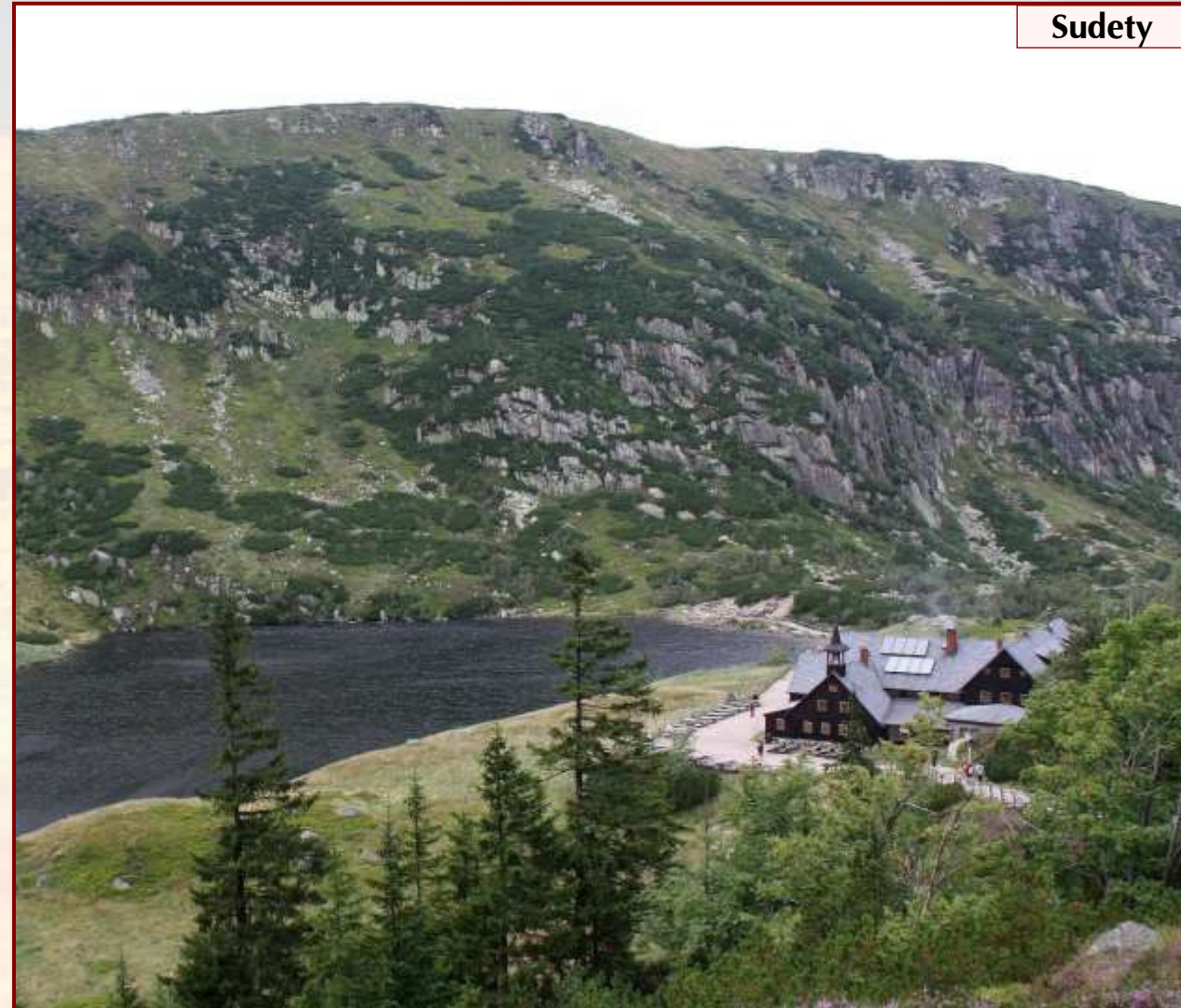
Himalaje



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, Wogezy, Tien-Szan.**

Góry Harz

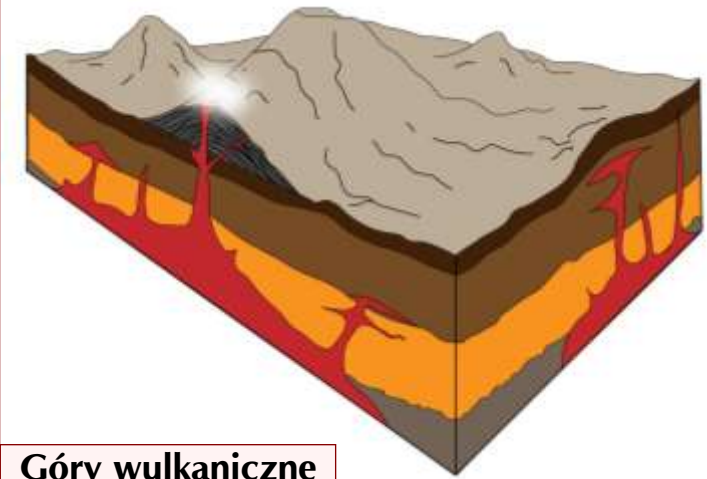


Sudety



Góry wulkaniczne

- 🌐 **Góry wulkaniczne** – na lądach tworzą najczęściej pojedyncze stożki rozrastające się dookoła krateru.
- 🌐 Tylko w wyjątkowych wypadkach, kiedy kilka wulkanów bezpośrednio sąsiaduje ze sobą, możliwe jest powstanie pasma gór wulkanicznego pochodzenia.
- 🌐 Zupełnie inaczej wygląda rozwój rzeźby na dnie oceanu.
- 🌐 Procesy wulkaniczne wytwarzają tam olbrzymie grzbiety górskie o długości do kilkunastu tysięcy kilometrów.
- 🌐 Te wielkie pasma gór wulkanicznych noszą nazwę **grzbietów śródoceanicznych**.



Góry wulkaniczne



Wysokie wzgórze – “Góra Św. Anny” – pozostałość po dawnej aktywności wulkanicznej

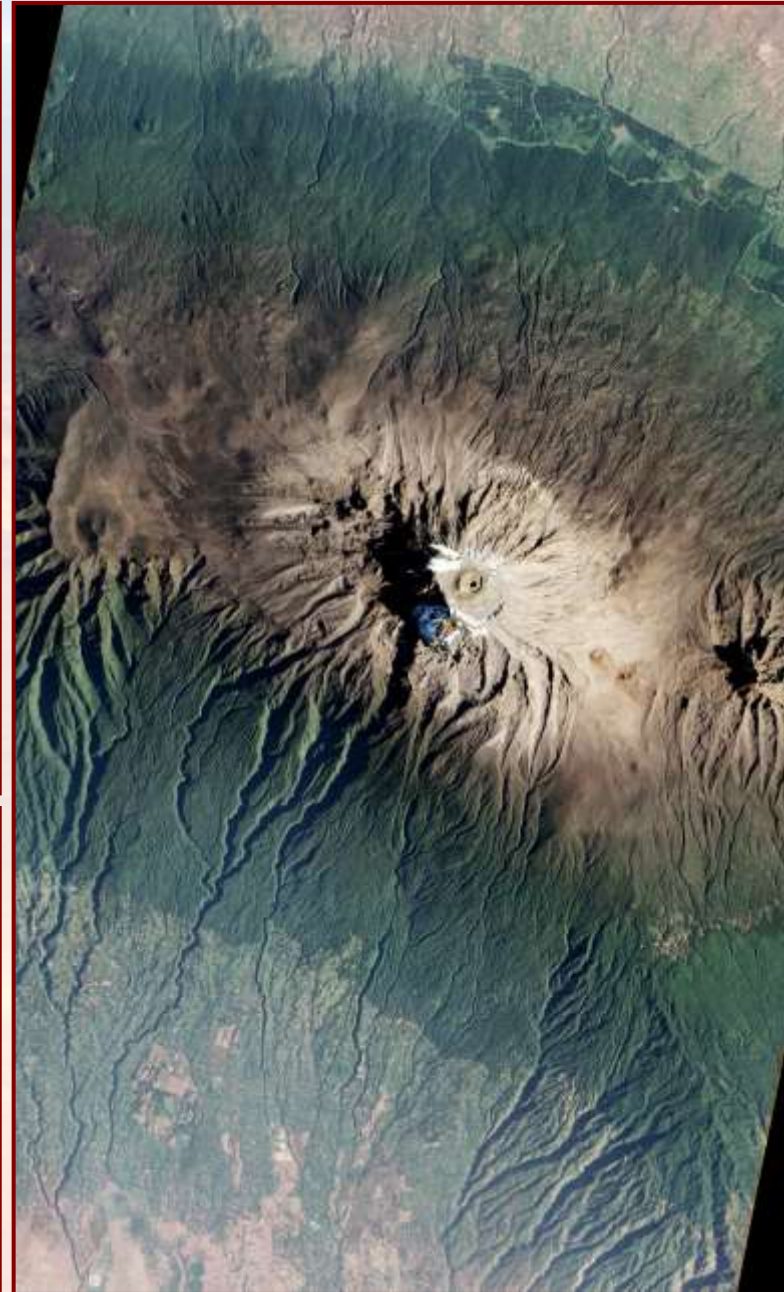
Góry wulkaniczne – Kilimandżaro



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.





Ruchy wielkopromienne (dawniej epejrogeniczne)

Ruchy wielkopromienne (dawniej zwane epejrogenicznymi)

- 🌐 **Ruchy wielkopromienne** (dawniej określane jako **epejrogeniczne**) – pionowe ruchy w obrębie litosfery występujące w obrębie różnych fragmentów płyt litosferycznych, w tym usytuowanych w obrębie ich wnętrza (w znacznej odległości od granic płyt tektonicznych).
- 🌐 Cechą charakterystyczną jest zasięg przestrzenny w obrębie których one występują, obejmując zwykle przemieszczenia rzędu:
 - 🌐 w pionie: dziesiątek lub setek metrów,
 - 🌐 w poziomie: dziesiątek lub setek kilometrów.
- 🌐 W ten sposób powstają więc nabrzmienia kopulaste powierzchni Ziemi o stosunkowo niskich kątach nachylenia, wskutek czego w wielu odkrywkach geologicznych nie można zaobserwować bardziej widocznych deformacji w przebiegu w układzie poszczególnych warstw skalnych.



Rodzaje ruchów wielkopromiennych w obrębie kontynentów

- 🌐 W obrębie kontynentów możemy zaobserwować następujące trzy typy ruchów wielkopromiennych:
 - 🌐 **ruchy epejrogeniczne (łidotwórcze, wznoszące)** – są to bardzo powolne ruchy pionowe, powodujące wydźwignięcie lądu,
 - 🌐 w efekcie występuje **regresja morska** – cofanie się morza i powiększanie się obszarów lądowych;
 - 🌐 **ruchy talasogeniczne (obniżające)** – są przeciwstawne ruchom epejrogenicznym,
 - 🌐 w ich wyniku następuje obniżenie się dna morskiego i zalanie obszarów lądowych, czyli **transgresja morska**;
 - 🌐 **ruchy wahadłowe** – obserwowane są w dłuższym okresie czasu, w którym jak pokazują badania naprzemiennie mogą występować ruchy epejrogeniczne (wznoszące) i talasogeniczne (obniżające).



Dowody ruchów wielkopromiennych (w tym epejrogenicznych)

🌐 O istnieniu ruchów wielkopromiennych (w tym także i epejrogenicznych) świadczą powstałe **słabo widoczne formy tektoniczne – łagodne fałdy i uskoki**, niektóre **słabe trzęsienia ziemi** (np. mające miejsce 21 września 2004 roku w Obwodzie Kaliningradzkim oraz północnej Polsce) oraz różne inne fakty, np.:

- 🌐 **transgresje i regresje płytkich mórz epikontynentalnych**,
 - 🌐 **ich dowody zapisane są w skałach** typowych dla środowiska morskiego lub lądowego;
- 🌐 **znaczna odległość od linii brzegowej starych osad rybackich**;
- 🌐 **duża grubość raf koralowych**, przekraczająca kilkadziesiąt metrów – świadczyć może ona o obniżaniu się dna morskiego (koralowce giną na głębokości kilkudziesięciu metrów – na której jest zbyt ciemno) – zjawisko to występuje w obrębie atoli koralowych;
- 🌐 **różna wysokość nad poziomem morza równowiekowych teras morskich i starych, równowiekowych powierzchni zrównania w obrębie kontynentów**.
- 🌐 Bezpośrednich dowodów na istnienie tych ruchów dostarczają nam bardzo **dokładne pomiary satelitarne lub geodezyjne**.



Dawne i obecne ruchy epejrogeniczne

- 🌐 Pionowe ruchy skorupy ziemskiej występowały nie tylko w przeszłości geologicznej ale zachodzą one również współcześnie, o czym świadczą **zmiany linii brzegowych**.
- 🌐 Świadectwem są np. **kolumny tzw. Świątyni Jowisza Serapisa pod Neapolem**.
- 🌐 Powyższy przykład wyraźnie świadczy o ruchach wahadłowych świątyni.
 - 🌐 Świątynię, zbudowaną ponad 2000 lat temu na brzegu morskim, zasypały popioły Wezuwiusza w 79 r., w średniowieczu pogrążyła się ona w morzu na głębokość kilku metrów, a w XVI w. wynurzyła się z powrotem.
 - 🌐 W latach 1905 – 1945 wybrzeże obniżyło się o ok. 1 m i dolne części kolumn znalazły się znowu w morzu (na kolumnach występują ślady małży skałotoczy – oznacza to, że musiały być one pod wodą).
- 🌐 Dowodem są także **osiedla rybackie w Szwecji**.
 - 🌐 Osiedla te wybudowane na wybrzeżu – teraz znajdują się kilka kilometrów od linii brzegowej.
- 🌐 Osuszona obecnie **w Holandii zatoka morska Zuider Zee w XII wieku była jeziorem**.



Ruiny świątyni Serapisa ze śladami małży skałotoczy na kolumnach



KONIEC



Materiały pomocnicze do nauki
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)

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

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -