

ATLAS ŚWIATÓW

Gdańsk
Warszawa

BAŁTYKA

Londyn

Bruksela

PÓŁTORA MILIARDA LAT HISTORII ZIEMI
NA 25 MAPACH

biegun
południowy

Madryt

Paryż

Jele
Gó

ZYWAPLANETA.PL

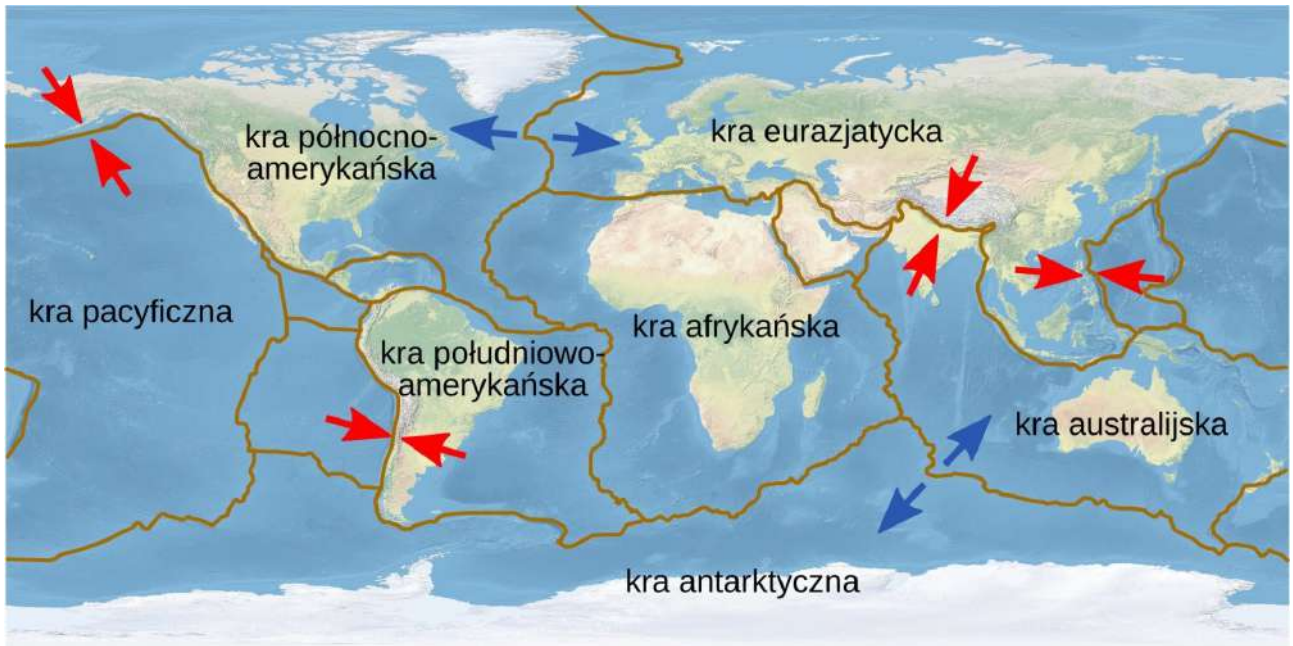
Pierwsza wersja atlasu
map paleogeograficznych
obejmujących ostatnie
półtora miliarda lat
dziejów Ziemi.

Tekst i wykonanie map:
Paweł Wolniewicz
(kontakt z autorem:
p.wolniewicz@zywaplaneta.pl)

żywa Planeta

www.zywaplaneta.pl
p.wolniewicz@zywaplaneta.pl

kwiecień 2023



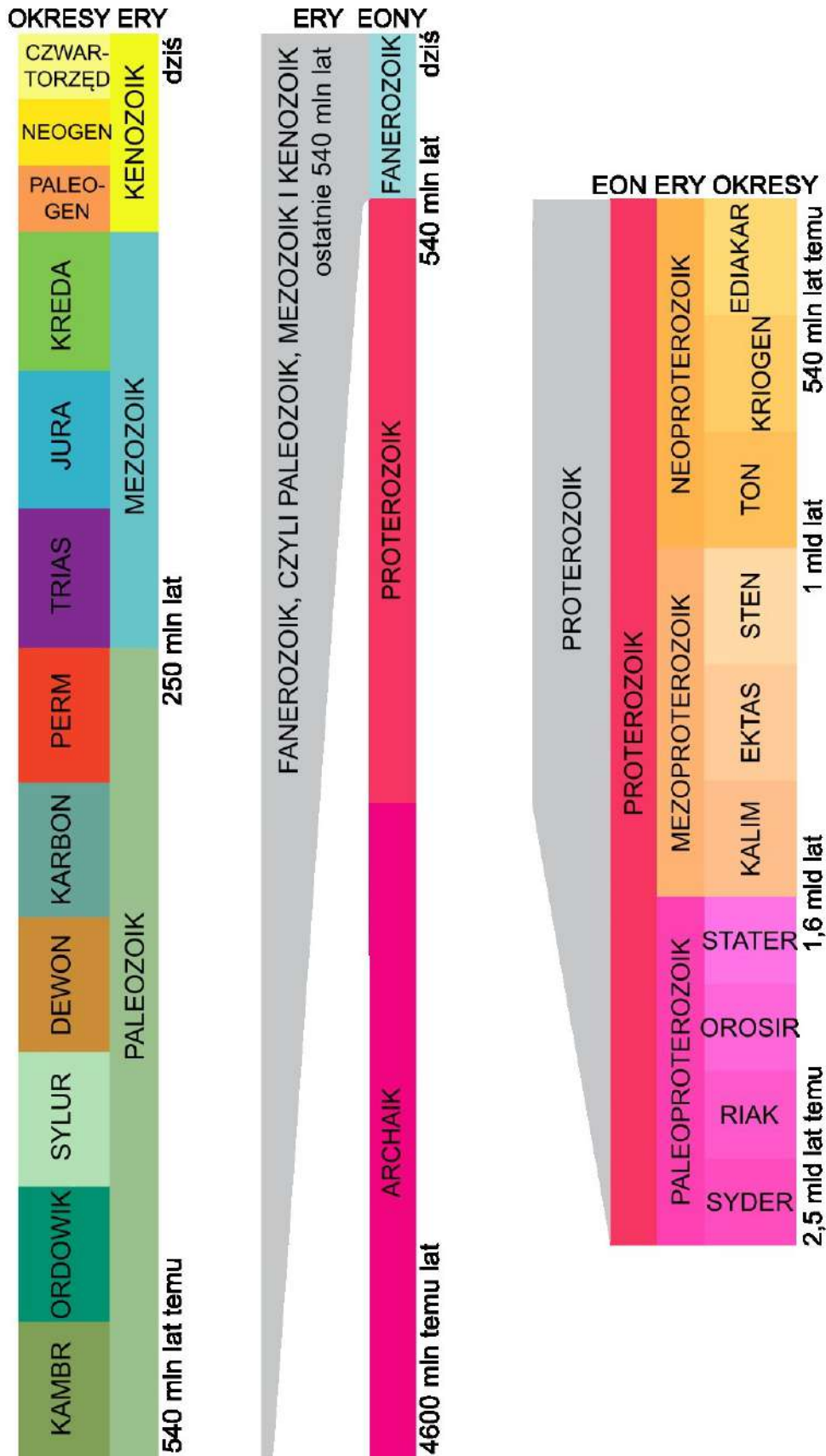
Skorupa ziemiska jest zmienna. Budują je stale przemieszczające się kry litosfery. Ten mechanizm sprawia, że kontynenty wędrują, a znajdujące się między nimi oceany — ulegają bezpowrotnej zagładzie.

Dlaczego mapa świata się zmienia?

Choć kontynenty są trwałymi elementami naszej planety, a historia każdego z nich liczy co najmniej setki milionów lat, to jednak ich położenie na powierzchni globu ulega stałym zmianom. Przerażliwie wolno, w tempie liczonym w centymetrach rocznie, kontynenty zbliżają się do niektórych ze swoich sąsiadów, a od innych — oddalają. W skali dziejów naszej planety, istniejącej od 4,6 miliarda lat, jest to jednak szybkość najzupełniej wystarczająca, by całkowicie przeobrazić oblicze Ziemi.

To dlatego w dalekiej przeszłości — miliony lat temu — kontynenty znajdowały się w innych miejscach globu. Niektóre z nich zderzały się i łączyły ze sobą, co prowadziło do wypiętrzania wysokich gór, takich jak Himalaje. Inne, podgrzewane od strony płaszcza ziemskiego przez gorące prądy konwekcyjne, rozpadały się na mniejsze fragmenty, między którymi powstawały oceany.

Choć oceany stanowią najbardziej rozpowszechniony element powierzchni Ziemi (kontynenty zawsze zajmowały mniejszą powierzchnię niż morza), to jednak są one bardziej nietrwałe. Skorupa oceanów zanurza się bowiem pod przesuwające się kontynenty i ulega całkowitemu zniszczeniu. To dlatego przeglądając mapy z dalekiej przeszłości zobaczymy lądy, które znamy, i morza, których wód nie oglądał żaden człowiek. To dzięki mozolnej pracy pokoleń geologów badających zapis historii Ziemi ukryty w skałach wiemy o istnieniu tamtych odległych w czasie oceanów i dawno minionych światów.

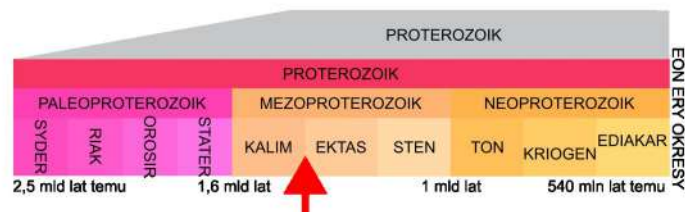
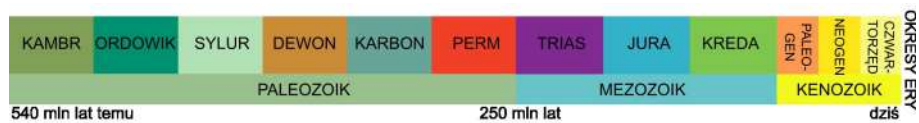
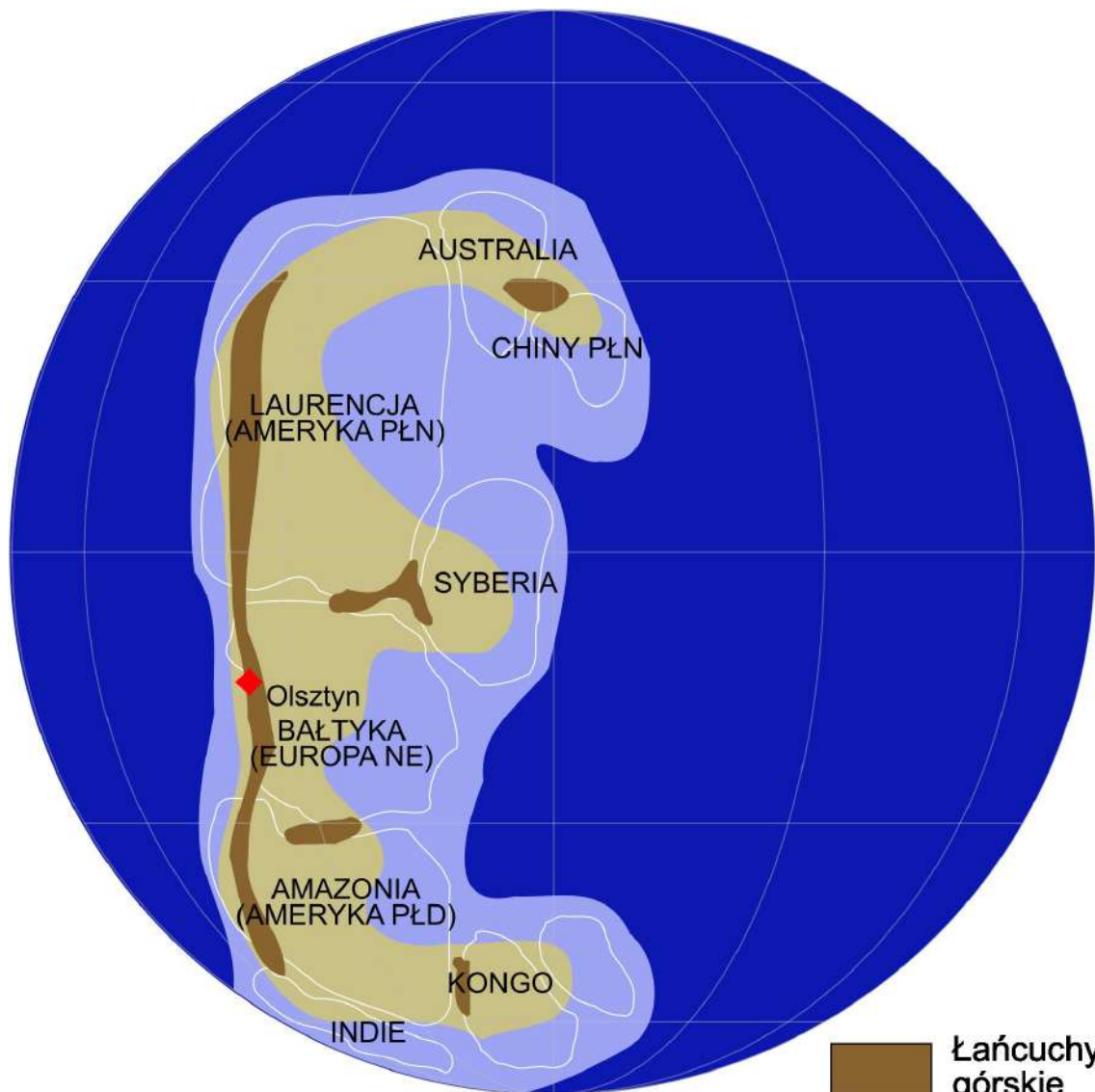


Uproszczona tabela stratygraficzna dziejów Ziemi. Atlas obejmuje niecałe półtora miliarda lat, a więc zaledwie 1/3 całej historii naszej planety! Rekonstrukcje układu kontynentów w czasach wcześniejszych są wciąż niepewne i obarczone bardzo dużym ryzykiem błędu.

Tabela dziejów Ziemi

Dzieje naszej planety są dzielone, tak jak historia człowieka i jego cywilizacji, na umowne jednostki nazywane erami, okresami, epokami. W geologii ta periodyzacja jest ściśle sformalizowana, co pozwoliło na opracowanie precyzyjnej **tabeli stratygraficznej**. Dzieli ona dzieje Ziemi na eony, ery, okresy, epoki oraz kolejne jednostki niższego rzędu.

To dlatego obok każdej z map znajdziemy nie tylko informację o milionach (lub tysiącach) lat, które upłynęły od czasów przedstawionych na niej, ale także nazwę ery lub okresu geologicznego. Ze względu na trudności związane z rekonstruowaniem układu kontynentów w konkretnym momencie tak odległych dziejów geolodzy zazwyczaj stosują nazwy jednostek z tabeli stratygraficznej. Aby lepiej uzmysłwić skalę czasu, którą operujemy, w tym atlasie podany jest także wiek bezwzględny, jednak warto pamiętać, że wszystkie wartości liczone w milionach lat są przybliżone.

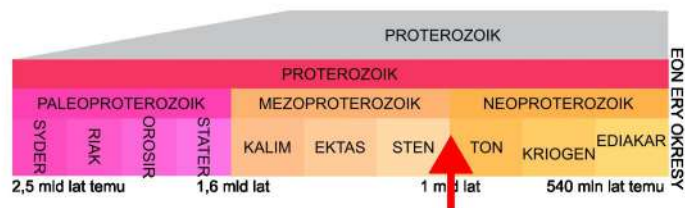
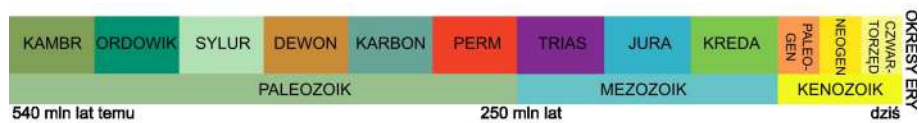


1. Era mezoproterozoiczna, 1,4 miliarda lat temu

Nasza wiedza o kształcie i położeniu kontynentów w tak odległym czasie wciąż jest niewielka. Kry litosfery przemieszczają się bardzo powoli, w tempie liczonym w centymetrach rocznie. Na przestrzeni milionów lat ten znikomy ruch może doprowadzić do całkowitej rekonfiguracji lądów i oceanów. Jest więc pewne, że w erze mezoproterozoicznej, półtora miliarda lat temu, świat wyglądał zupełnie inaczej niż obecnie.

Wiemy już, że większość ówczesnych lądów wchodziła w skład jednego, wielkiego kontynentu, czyli tak zwanego superkontynentu. Nadawano mu różne nazwy: Kolumbia (tak jak współczesne państwo w Ameryce Południowej), Hudsonland, a także Nuna. Wiemy, że kontynent ten mógł przetrwać nawet kilka setek milionów lat, a z końcem ery mezoproterozoicznej, po wielkich ruchach górotwórczych i zmianie konfiguracji wchodzących w jego skład fragmentów dzisiejszych lądów, stał się nowym superkontynentem, nazywanym Rodinią.

Choć położenie Kolumbii stanowi dla nas zagadkę — przedstawiona rekonstrukcja jest jedną z kilku dyskutowanych przez geologów — to jednak nie ma wątpliwości co do tego, że dzisiejsza północno-wschodnia Europa sąsiadowała z Ameryką Północną oraz Amazonią (fragmentem Ameryki Południowej). Zatem z obszaru Starego Kontynentu (wówczas stosunkowo młodego, mającego „zaledwie” 400 milionów lat) można było wtedy dotrzeć suchą stopą na teren współczesnej Brazylii. W skład jeszcze bardzo niewielkiej Europy (dla odróżnienia od obecnego kontynentu nazywanej przez geologów Bałtyką) właśnie wszedł pierwszy fragment Polski, w przybliżeniu obejmujący teren województw warmińsko-mazurskiego i podlaskiego, a częściowo też pomorskiego. Lądy były nieprzyjazne — nie było na nich jeszcze żadnych śladów życia.



2. Początek ery neoproterozoicznej, miliard lat temu

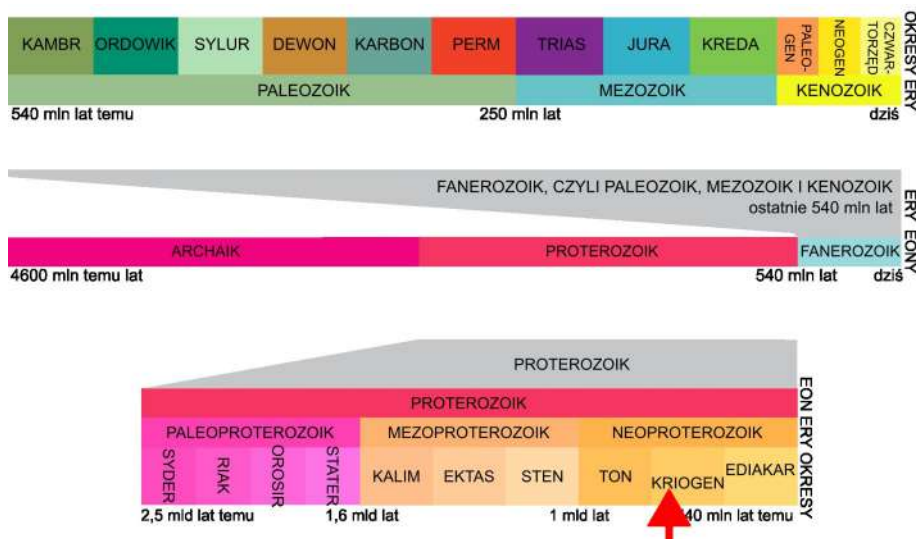
Przed miliardem lat większość dzisiejszych lądów stanowiła część jednego, olbrzymiego kontynentu (czyli tak zwanego superkontynentu), nazywanego Rodinią. Co ciekawe, konfiguracja tego olbrzymiego lądu nie przypominała niemal w ogóle dzisiejszego układu płyt kontynentalnych. Nie istniała jeszcze Afryka. Kontynent ten powstanie dopiero 200 lat później, na razie jego fragmenty rozrzucone są na peryferiach Rodinii. Europa składa się wyłącznie ze swej obecnej północno-wschodniej części, czyli platformy wschodnioeuropejskiej.

Nie mamy pewności co do tego, jak dokładnie były rozmieszczone w obrębie Rodinii wszystkie fragmenty skorupy kontynentalnej. Są jednak kwestie, co do których brak wątpliwości. Jedną z nich jest bliskie sąsiedztwo Europy oraz Ameryki Południowej. Z miejsca, gdzie dzisiaj znajduje się Warszawa, można było dotrzeć suchą stopą na teren kontynentu południowoamerykańskiego. Nie było również Atlantyku, a więc nasz kontynent sąsiadował z Ameryką Północną.



 Lądolody, lodowce górskie

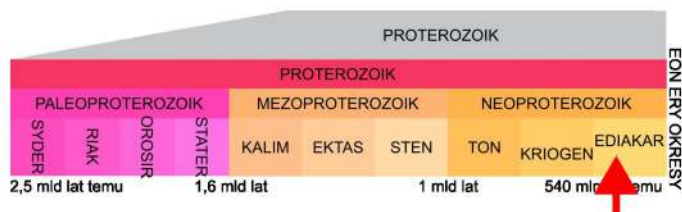
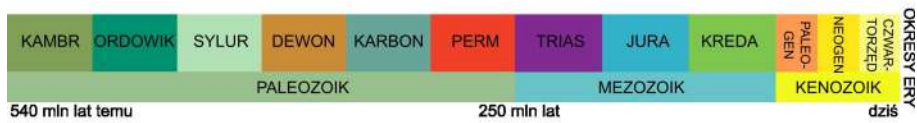
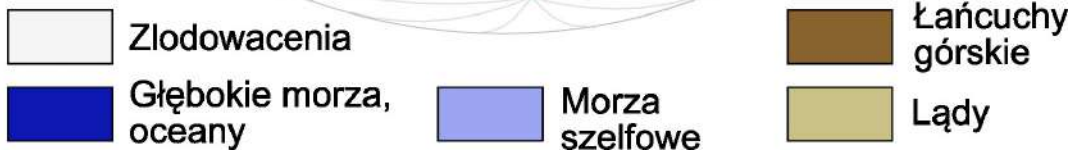
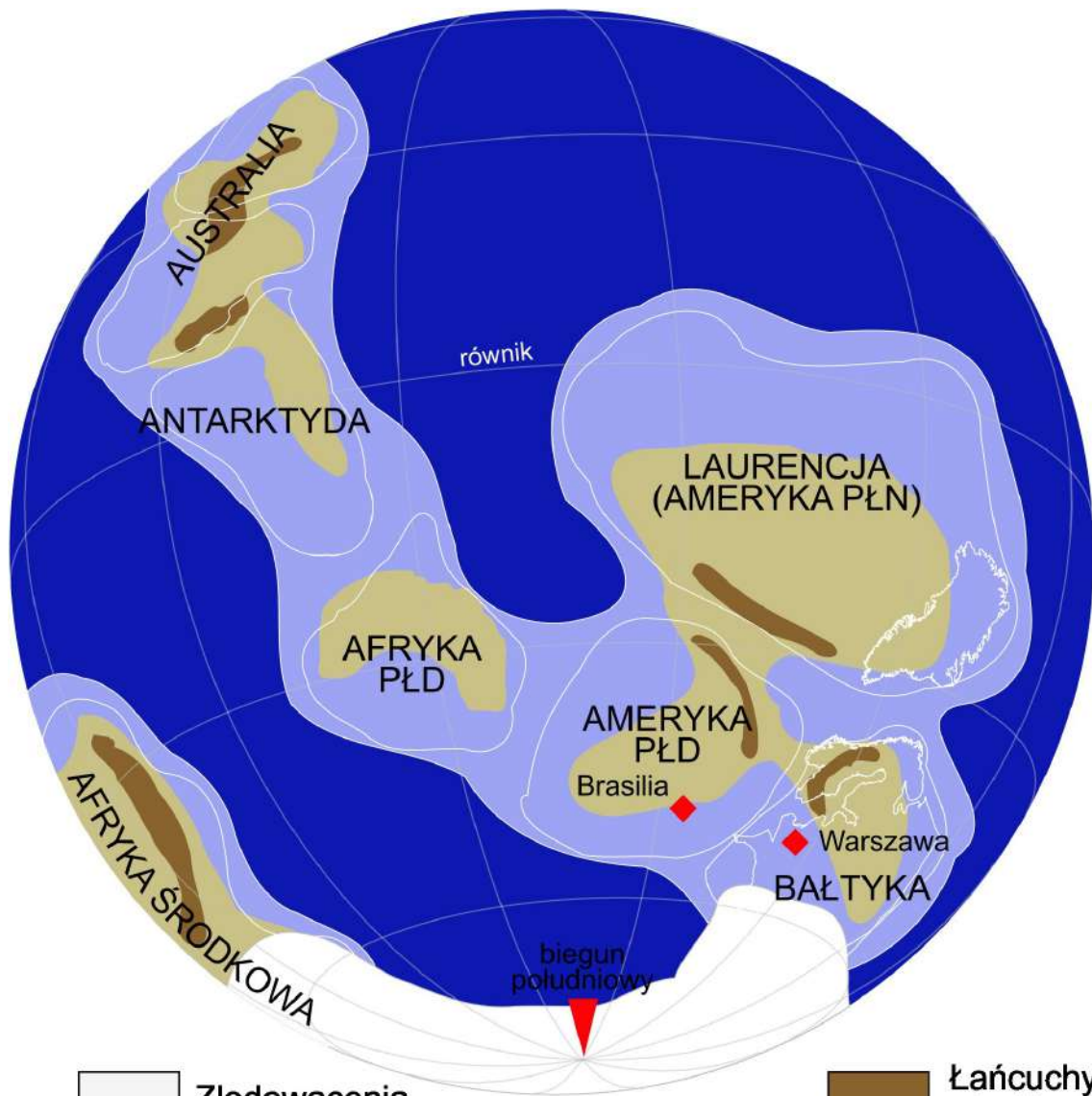
 Pokrywa lodowa na oceanach, pak lodowy



3. Kriogen, 700 milionów lat temu

700 milionów lat temu Słońce świeciło słabiej niż obecnie. W połączeniu z innymi czynnikami doprowadziło to do rozwinięcia się zlodowaceń typu śnieżnej kuli (inaczej Ziemi-śnieżki). Pokrywa lodowa zajęła wszystkie kontynenty, w tym również te leżące na równiku! Także oceany skute były lodem, choć prawdopodobne było istnienie niezlodzonych „oaz”, dzięki którym mogło przetrwać życie.

Mapa tego nieprzyjaznego świata również wyglądała zupełnie inaczej niż obecnie. Większość lądów stanowiła jeden kontynent (Rodinię), który po kilkuset milionach lat historii ulegał powolnemu rozpadowi. Jego wnętrze było zaskakującą mieszaniną fragmentów dzisiejszych kontynentów. Północno-wschodnia Polska sąsiadowała z Wenezuelą i Brazylią, Nowy Jork leżał obok Buenos Aires, a Sahara znajdowała się na biegunie południowym.

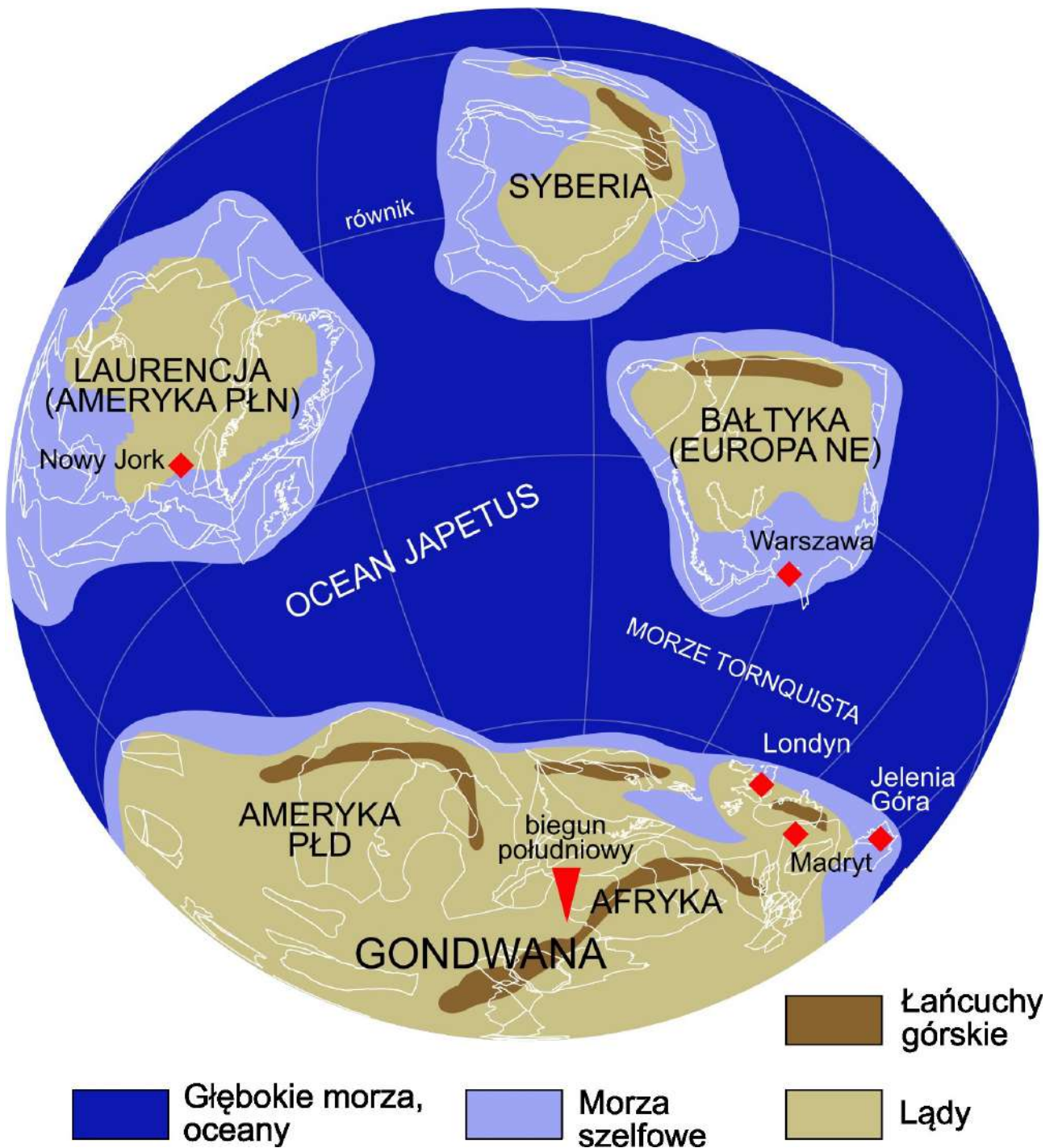


4. Ediakar, 650 milionów lat temu

Schyłek ery neoproterozoicznej to czas powolnego rozpadu wielkiego kontynentu nazywanego Rodinią. Północno-wschodnia Europa (czyli Bałtyka) wciąż położona była w bezpośrednim sąsiedztwie Amazonii — dzisiejszej Brazylii oraz Wenezueli. W pobliżu znajdowała się też Laurencja, czyli Ameryka Północna, choć od niej Stary Kontynent miał zostać niebawem oddzielony szerokim oceanem Japetus. Tworzył się kontynent afrykański. Jego niewielkie fragmenty, które prowadziły na przestrzeni ponad dwóch miliardów lat niezależne życie, teraz łączyły się w jedną całość, która przetrwa do czasów nam współczesnych.

Wokół biegunów zaczynały tworzyć się wielkie lodowe czapy. To początek ostatniego zlodowacenia Ziemi-śnieżki, które pokryje cały glob, sięgając aż po równik. Takie katastrofalne, globalne zlodowacenia zdarzyły się w historii Ziemi kilkakrotnie, jednak po ediakarze nigdy już nie powróciły. To efekt mocniej świecącego Słońca, które coraz silniej ogrzewało naszą planetę.

Po ostatnim zlodowaceniu Ziemi-śnieżki nic nie będzie takie jak wcześniej. Oceany zaroją się od nowych form życia. Będzie to tak zwana fauna ediakarska (fauna z Ediakara). W jej skład wchodziły tak oryginalne organizmy, że wielu specjalistów powątpiewa w możliwość pochodzenia od nich późniejszych grup bezkręgowców, takich jak pierścienice i stawonogi. Niewykluczone, że fauna ediakarska stanowiła odrębne królestwo, niezależne od królestw roślin i zwierząt.

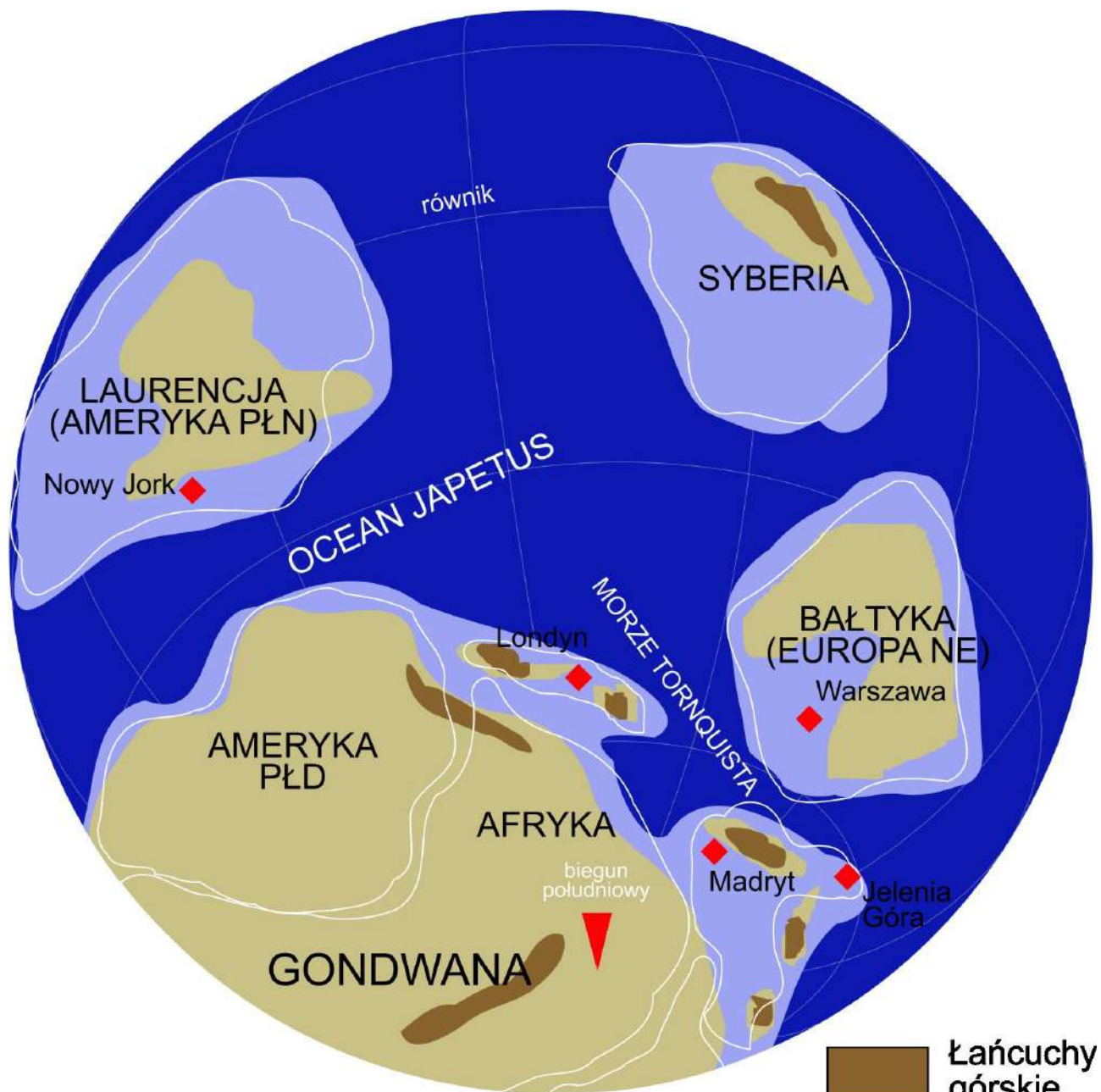


5. Początek ery paleozoicznej, 540 milionów lat temu

Na początku ery paleozoicznej na mapie świata nie było już śladu po Rodinii — superkontynencie, w skład którego weszła większość lądów Ziemi. Północno-wschodnia Europa (czyli Bałtyka) stała się samodzielnym kontynentem. W jej skład wchodziła północno-wschodnia część dzisiejszej Polski, mniej więcej do linii od Koszalina do Torunia, i dalej na południowy-wschód, ku granicy z Ukrainą.

Dolny Śląsk, a prawdopodobnie również Wielkopolska oraz Pomorze Zachodnie znajdowały się na peryferiach innego kontynentu, nazywanego Gondwaną. Był to wielki ląd, którego trzon stanowiła powstała niewiele wcześniej Afryka, z którą sąsiadowały: Ameryka Południowa, Indie, Australia i Antarktyda. Gdzieś na skraju Gondwany położone były również obszary dzisiejszych polskich Karpat.

W świecie przedstawionym na mapie zachodziły fundamentalne zmiany, których efekty odczuwamy do dzisiaj. To czasy tak zwanej kambryjskiej eksplozji życia, podczas której pojawiły się niemal wszystkie ważne grupy zwierząt bezkręgowych. Wkrótce potem morza zasiedlili pierwsi przedstawiciele strunowców, do których należy również człowiek. Przypuszczalnie to właśnie wtedy narodziły się plany budowy organizmów, które powielają wszystkie współczesne zwierzęta. Spójrzmy na nas: nasz wygląd i etapy naszego życia zostały przesądzone właśnie w początkach ery paleozoicznej.

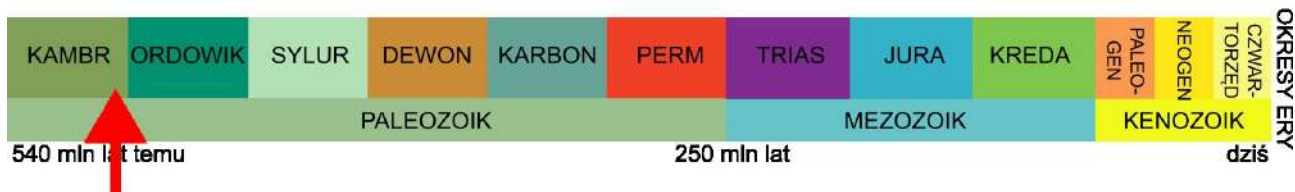


 Głębokie morza, oceany

 Morza szelfowe

 Łańcuchy górskie

 Lądy



6. Schyłek kambru, 500 milionów lat temu

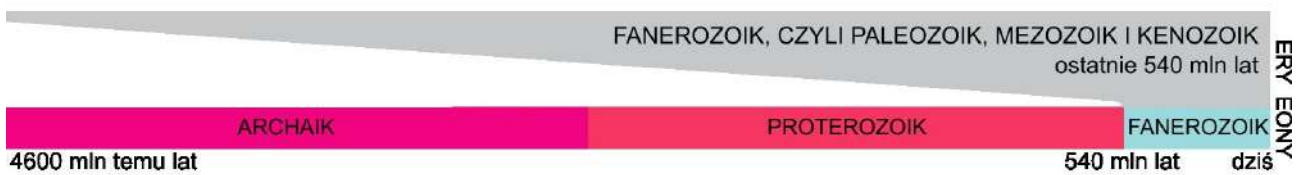
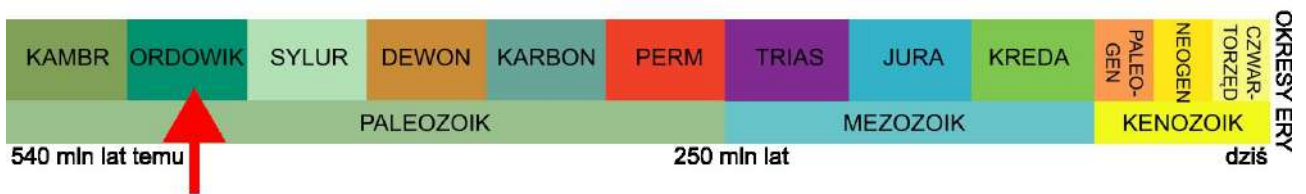
Podczas okresu kambryjskiego, na przestrzeni blisko 50 milionów lat, na pozór zmieniło się niewiele. Północno-wschodnia Europa nadal żeglowała samotnie po wszechoceanie, jako samodzielny kontynent nazywany Bałtyką, okupując pozycje na południowej półkuli, w umiarkowanych szerokościach geograficznych. Również wielki kontynent Gondwana niezmiennie pozostawał na biegunie południowym. Na jego skraju rozbudowywały się jednak coraz większe łańcuchy wysp wulkanicznych przypominających współczesną Japonię. Niebawem te łuki wysp opuszczą swój macierzysty kontynent i zaczną przemieszczać się po oceanach, których skorupa będzie sukcesywnie niszczone w strefach subdukcji, umożliwiając wyspom mozolną wędrówkę.

Łańcuchy wysp na peryferiach Gondwany to dzisiejsza zachodnia i środkowa Europa — od Hiszpanii oraz Irlandii, przez Anglię, Francję, Belgię, Holandię, Niemcy, Czechy, po Dolny Śląsk, a także prawdopodobnie Rumunię i Bułgarię. Miną miliony lat, zanim ziemię te przemierzą ocean, po którym dziś nie ma już śladu. Jego skromne resztki zobaczymy za Wrocławiem, zmierzając w Sudety. Jest nimi Masyw Ślęży, który budują skały stanowiące kiedyś dno oceanu oddzielającego Dolny Śląsk od Europy.

Na mapie Bałtyka znajduje się stosunkowo niedaleko od Gondwany, i na tyle blisko, by umożliwić migracje zwierząt między tymi kontynentami. To dlatego w Górach Świętokrzyskich znaleziono trylobity pochodzące z Gondwany. Z drugiej jednak strony może to oznaczać, że okolice współczesnych Kielc nie były wówczas jeszcze częścią Europy — według niektórych koncepcji Góry Świętokrzyskie zostały przyłączone do Starego Kontynentu dwadzieścia milionów lat później, już w okresie ordowickim.



- Głębokie morza, oceany
- Morza szelfowe
- Lądy
- Łańcuchy górskie
- Lądolody
- Polska NE

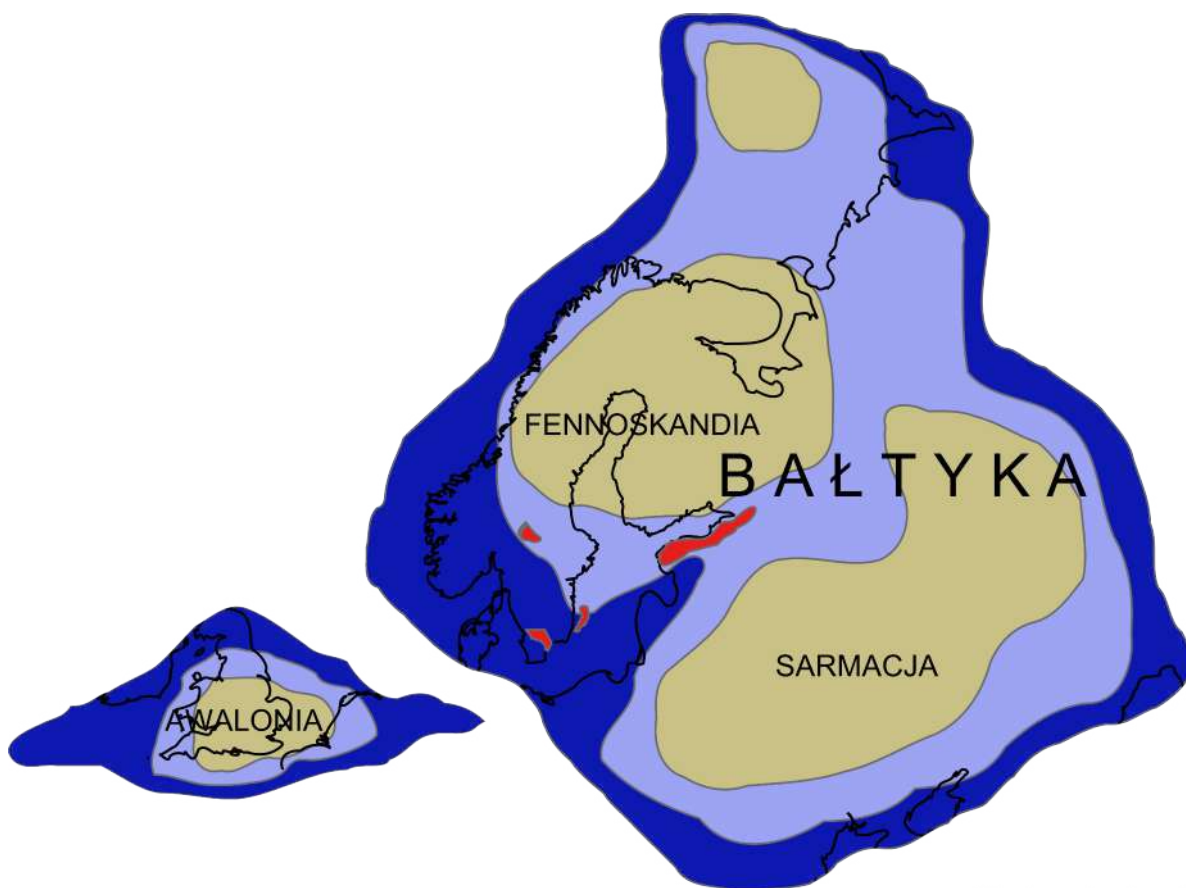


7. Ordowik, 465 milionów lat temu

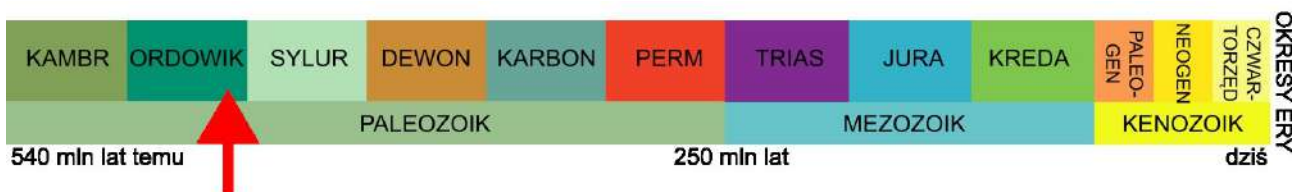
W okresie ordowickim mapa świata wciąż nie przypominała dzisiejszej. Teren obecnej Europy nadal rozproszony był po niemal wszystkich kontynentach kuli ziemskiej. Okolice Bałtyku stanowiły trzon Bałtyki, Anglia z krajami Beneluksu była częścią Awalonii (która z kolei oddzieliła się od Gondwany), Szkocja — Laurencji, a Dolny Śląsk z Czechami i dużymi fragmentami Niemiec oraz Francji pozostawał na kontynencie Gondwana, razem z dzisiejszą Afryką.

Pomiędzy wszystkimi tymi dawnymi kontynentami znajdowały się szerokie morza oraz oceany. Ich szerokości sięgały kilku tysięcy kilometrów. W wyniku powolnej, ale nieustannej wędrówki płyt litosfery oceany te zniknęły z mapy świata. Dzisiaj pamiątki po nich są niepozorne i czytelne głównie dla oczu geologa — dawny ocean Japetus rozdzielający Bałtykę oraz Laurencję można przebyć jednym krokiem, przechodząc przez jeden z uskoków oddzielających dziś Anglię od Szkocji.

Czasy, których dotyczy mapa, miały ogromne znaczenie dla dziejów życia. Właśnie kończyła się wielka radiacja ordowicka, w trakcie której pojawiło się wiele nowych gatunków zwierząt. Rośliny prawdopodobnie wkraczały już na ląd — na razie reprezentowane były głównie przez mchy i porosty.



Głębokie morza szelfowe
 Płytkie morza szelfowe
 Lądy
 Stąd pochodzą skały ordowickie znajdujące w Polsce

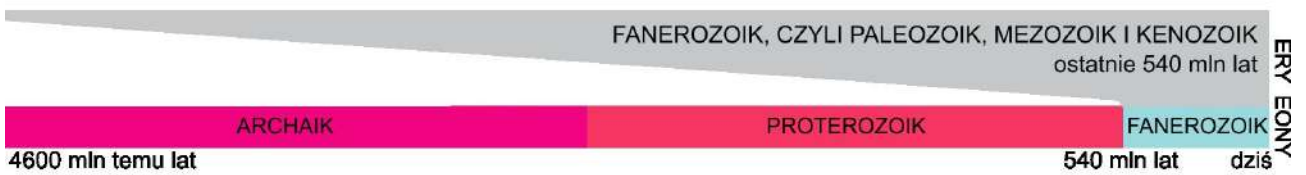
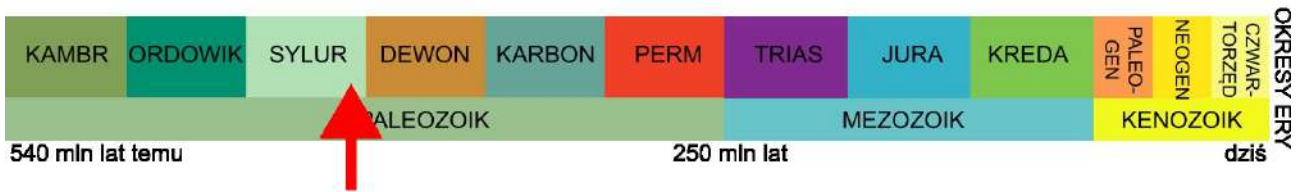
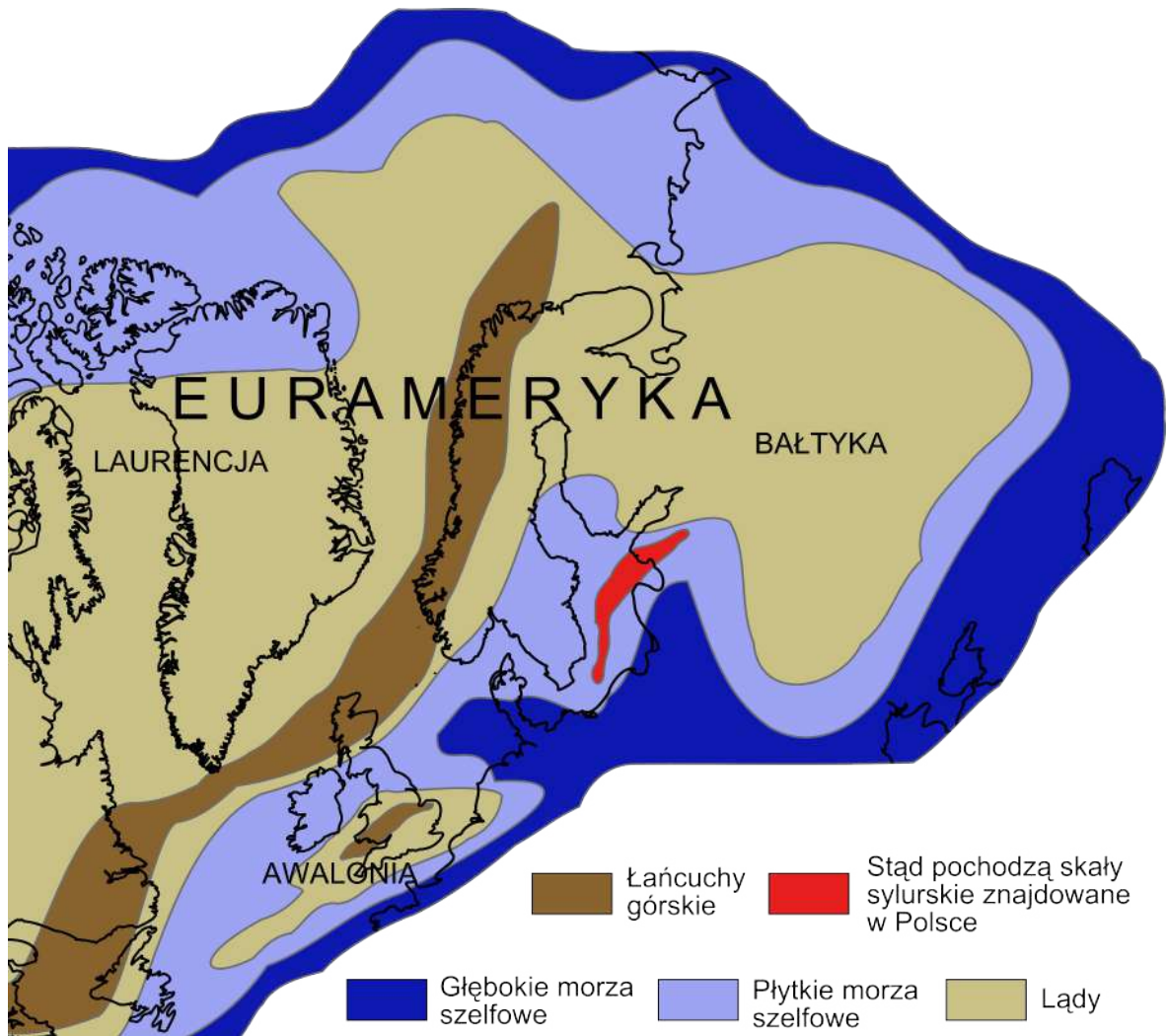


8. Ordowik, 450 milionów lat temu

Mapa przedstawia w powiększeniu kontynent europejski w schyłku okresu ordowickiego, około 450 milionów lat. Europa wciąż nie przypominała lądu, który znamy dzisiaj. Była niewielka, tak mała, że geolodzy określają ją mianem Bałtyki. Podkreślają tym samym, że kontynent składał się tylko z terytorium krajów sąsiadujących z Morzem Bałtyckim (włącznie z Rosją i Ukrainą).

W końcu okresu ordowickiego, 441 milionów lat temu, do Europy przyłączy się niewielki kontynent Awalonia, widoczny na mapie. W ten sposób częścią naszego kontynentu stanie się również obszar Anglii, Belgii, Holandii oraz północnych Niemiec, a być może również Pomorza Zachodniego i Wielkopolski. Poza Europą nadal będzie pozostawał cały Dolny Śląsk oraz Karpaty.

Po wodach morza znajdującego się na terenie dzisiejszej Polski oraz południowej Skandynawii nie pozostał już oczywiście żaden ślad. Możemy jednak naocznie przekonać się, że ten zbiornik morski rzeczywiście istniał, szukając skamieniałości przywleczonych do Polski ze Szwecji i dna obecnego Bałtyku podczas zlodowaceń epoki plejstoceńskiej. Być może uda nam się znaleźć fragmenty pancerzy trylobitów oraz podzielone przegrodami muszle łodzиковców. Zwierzęta te żyły właśnie w tamtym ordowickim morzu.

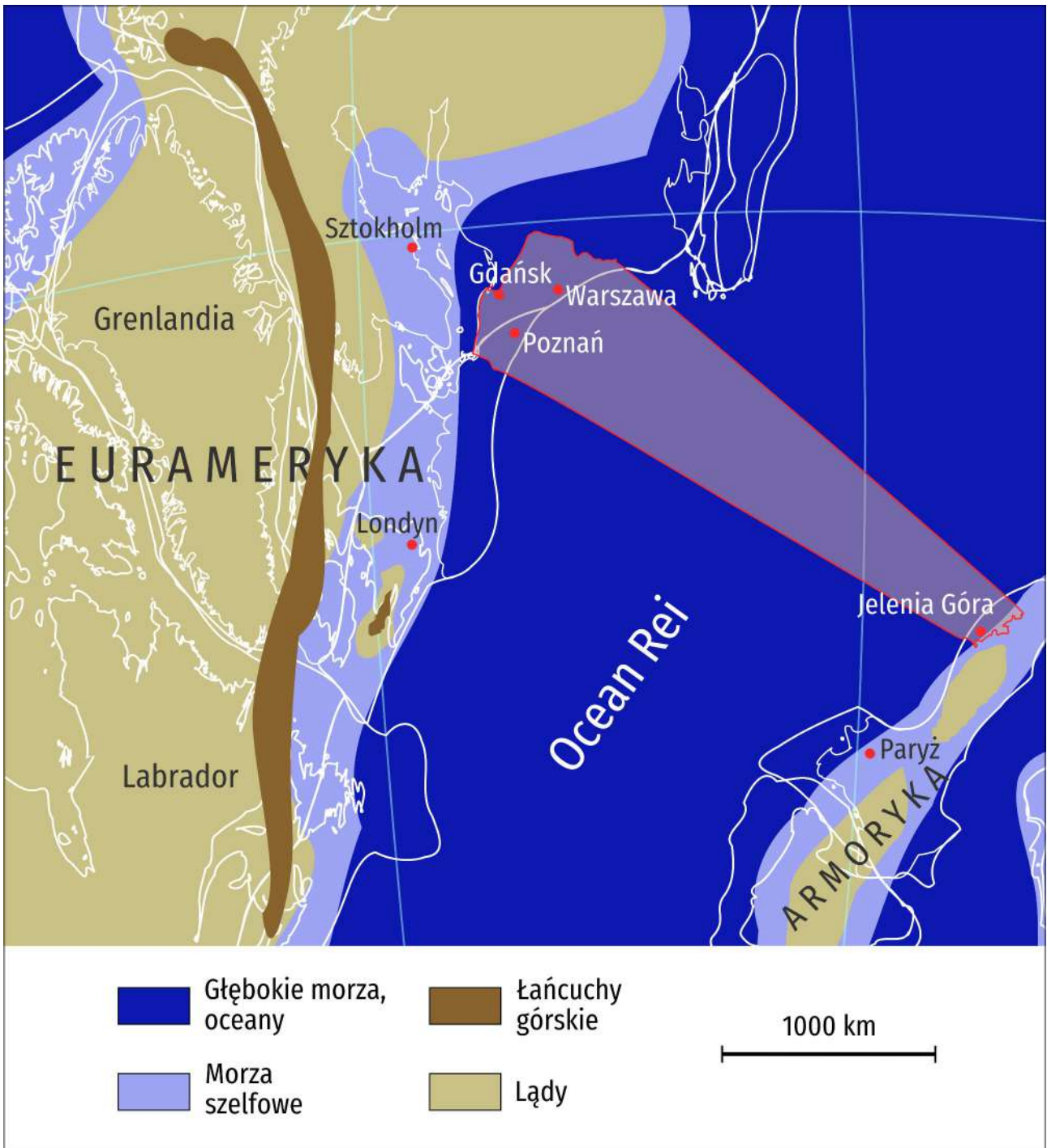


9. Sylur, 420 milionów lat temu

W schyłku okresu sylurskiego doszło do wydarzeń, które zmieniły oblicze Europy. Nasz kontynent połączył się z Ameryką Północną (Laurencją), tworząc Euramerykę. W wyniku kolizji doszło do wypiętrzenia wysokich łańcuchów górskich. Wydarzenia te określamy mianem orogenezy kaledońskiej.

Dziś, po milionach lat, nie ma już śladu po tamtych pasmach górskich. Ślady wydarzeń ze schyłku syluru są jednak czytelne również w Polsce. Piaskowce ze skamieniałymi muszlami ramienionogów znajdowane w Górach Świętokrzyskich i pochodzące z okresu dewońskiego są jedną z takich pamiątek. Dokumentują one czas wycofania się głębokiego morza na skutek kolizji kontynentalnej oraz wypiętrzenia terenu zachodniej Europy.

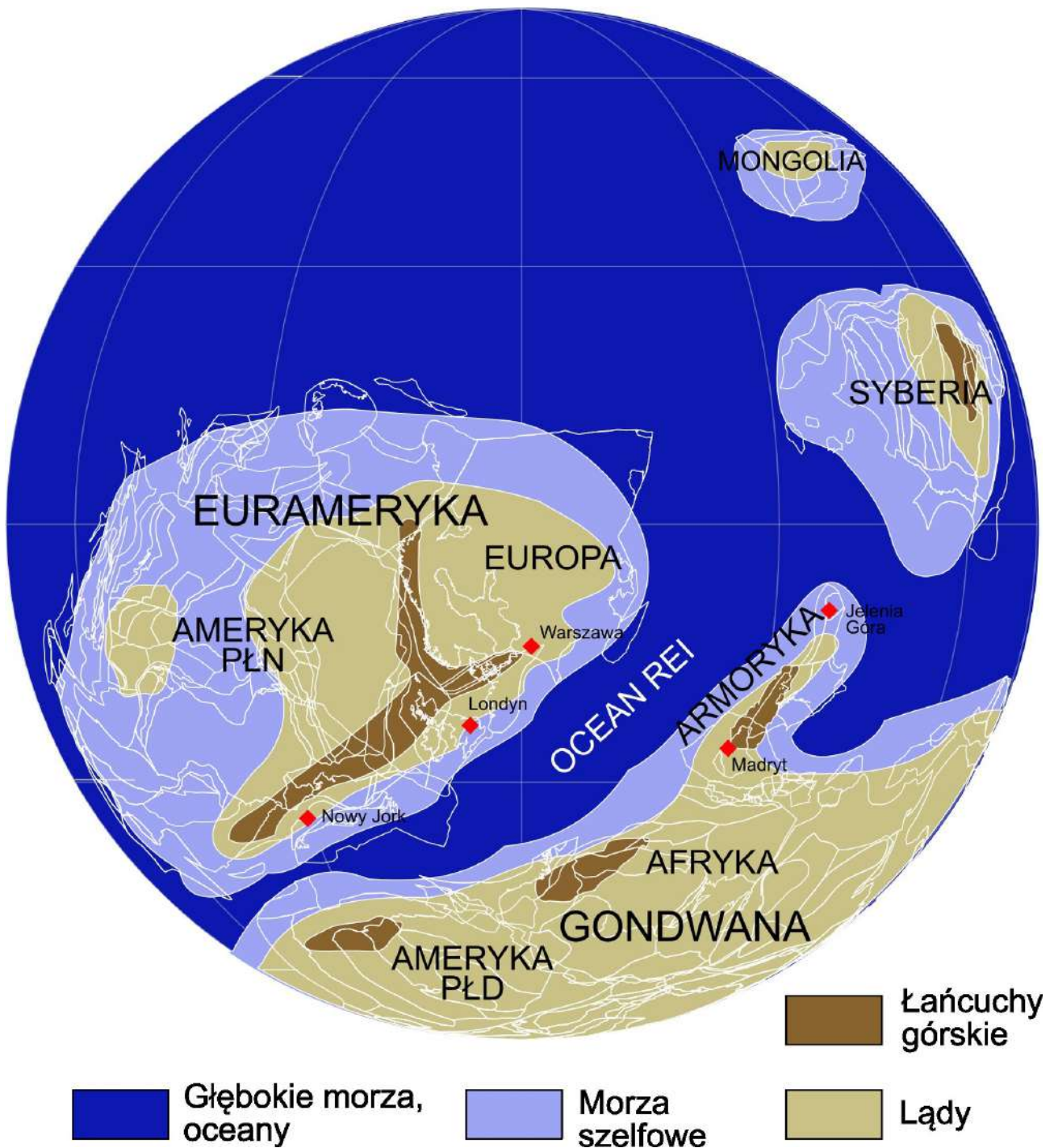
Czerwone piaskowce (również z okresu dewońskiego) znajdowane niekiedy w osadach polodowcowych są inną z takich pozostałości. Dotarły one do nas podczas zlodowaceń z terenu Skandynawii, gdzie w wyniku orogenezy kaledońskiej również doszło do ustąpienia morza. Ich czerwona barwa dokumentuje inne ważne zjawisko — ciepły klimat. To efekt sukcesywnej wędrówki naszego kontynentu w kierunku równika. Z końcem okresu sylurskiego dzisiejsza Europa znajdowała się już w szerokościach zwrotnikowych, nadal na południowej półkuli.



10. Wczesny dewon, 410 milionów lat temu

W początkach okresu dewońskiego dzisiejszy Dolny Śląsk znajdował się tysiące kilometrów od Europy, oddzielony od niej szerokim Oceanem Rei. Po kolejnych 80 milionach lat jego historia dobiegnie końca. Zwężanie się oceanu zachodzące w tak zwanych strefach subdukcji doprowadzi do jego całkowitej likwidacji, a Dolny Śląsk zostanie przyłączony do kontynentu europejskiego.

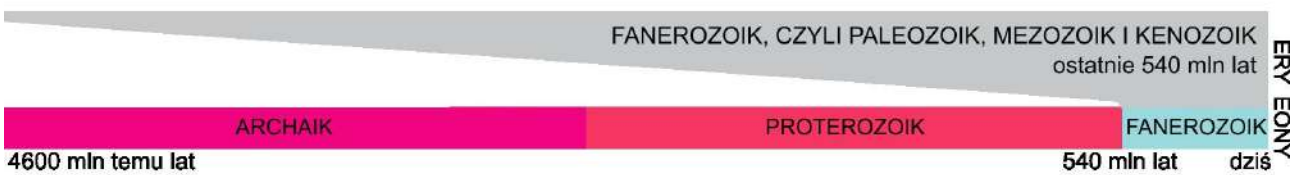
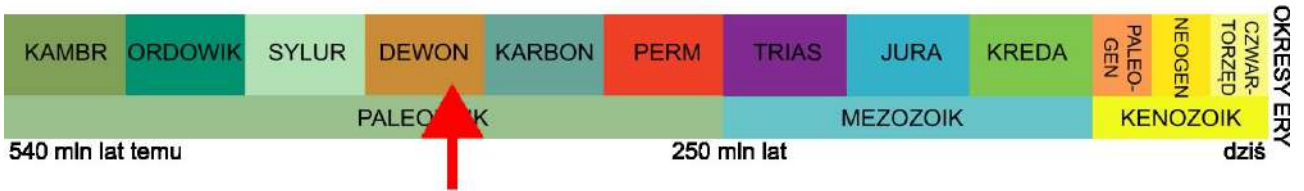
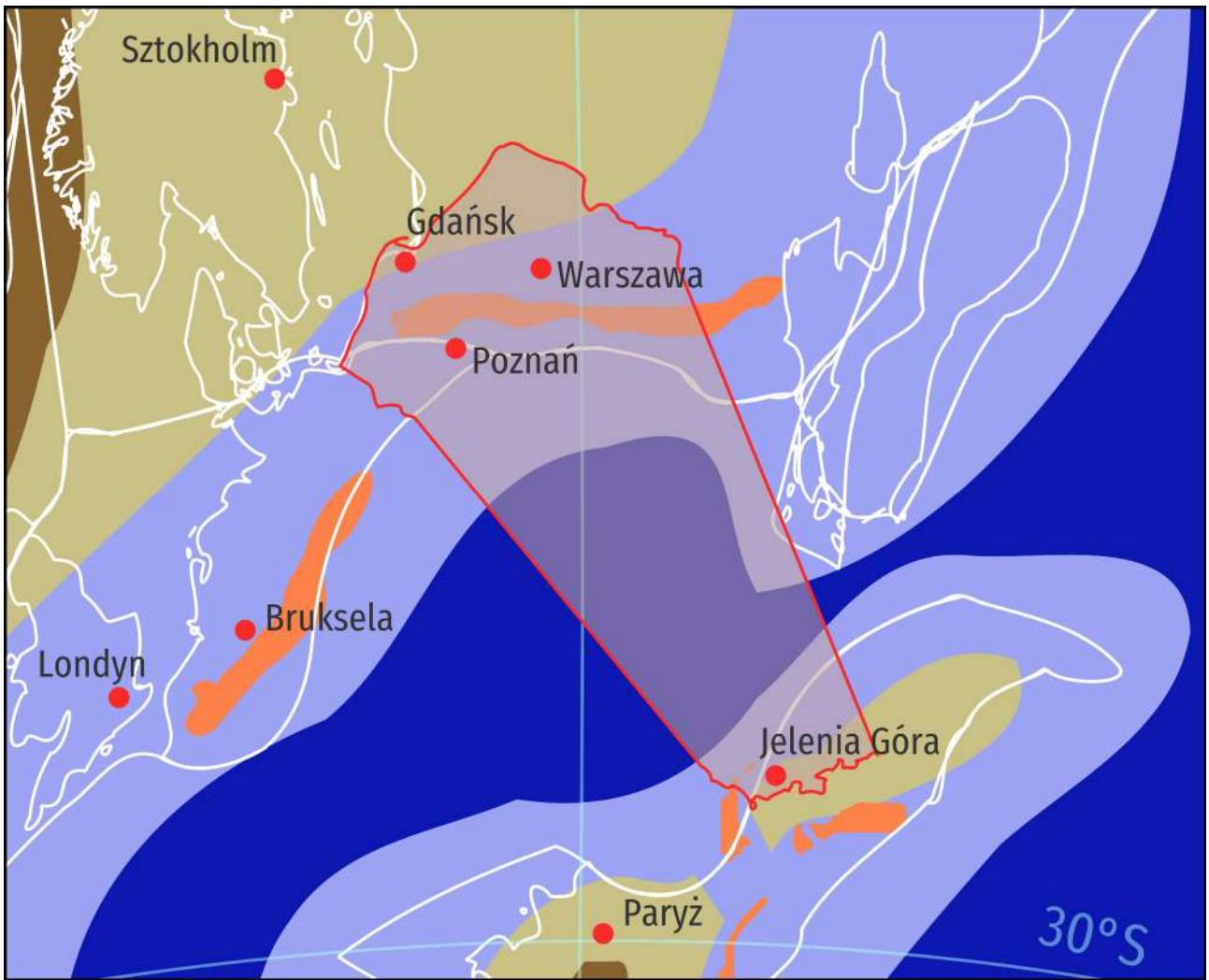
Dziś trudno odnaleźć pamiątki po tamtym oceanie. Najlepiej widocznym z nich jest Masyw Ślęży. Choć swoim wyglądem przypomina on wulkan, to jednak jest zbudowany ze skał, które powstały na dnie głębokiego oceanu. Skały te, nazywane gabrem, twarde i odporne na niszczenie, dziś, po milionach lat, nie tworzą dna morskiego, ale wyniesiony i widoczny z odległości wielu kilometrów masyw górski.



11. Wczesny dewon, 410 milionów lat temu

Na mapie wyraźnie widoczny jest zwięzający się Ocean Rei, z nieuchronnie zbliżającymi się do Eurameryki terenami obecnej zachodniej i środkowej Europy, od Hiszpanii, przez Francję, Niemcy, po Czechy i Dolny Śląsk. Tuż za nimi znajduje się Gondwana — kontynent, w skład którego wchodziły Ameryka Południowa, Afryka, Indie, Australia oraz Antarktyda. Kolizja, z wraz z nią powstanie kolejnego superkontynentu, jest nieuchronna.

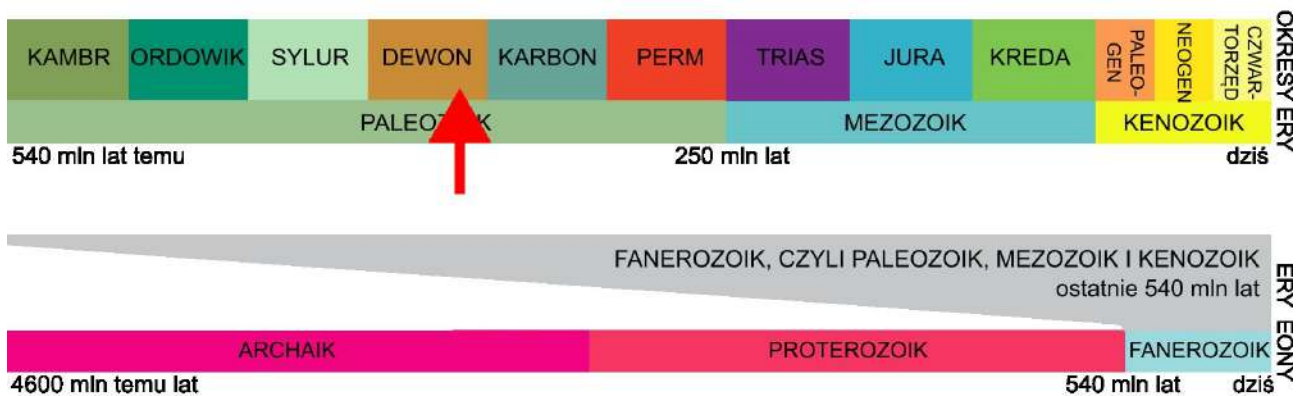
W cieniu wydarzeń zachodzących na globalną skalę odbywały się mniej spektakularne, ale równie ważne wydarzenia. Na ląd wychodziły kręgowce. Sprzyjały im rozległe, płytkie laguny, które powstały na obrzeżach kontynentu Eurameryka w wyniku kolizji Bałtyki i Laurencji (w końcu okresu sylurskiego). Nie wiemy, gdzie dokładnie pojawiły się pierwsze lądowe zwierzęta kręgowce, ale najstarsze ślady ich istnienia są znane z Polski, z okolic Kielc.



12. Dewon, 385 milionów lat temu

W okresie dewońskim terytorium Polski znajdowało się nieco na południe od równika, w pozycji dzisiejszej północnej Australii. Nasz kraj leżał na skraju kontynentu nazywanego Eurameryką, składającego się z Ameryki Północnej oraz północno-wschodniej Europy.

Większość terenu Polski znajdowało się pod wodami płytkiego, gorącego morza szelfowego. Tak jak dzisiaj wzdłuż wybrzeży Australii, tak i wówczas na skraju Eurameryki rozwijały się wielkie rafy barierowe. Ciągnęły się one aż z terytorium Belgii, poprzez Niemcy, aż po Góry Świętokrzyskie, na przestrzeni nawet kilku tysięcy kilometrów! Na mapie są one oznaczone pomarańczową barwą. Skamieniałości milionów koralowców, gąbek, małży, ramienionogów oraz innych organizmów żyjących na tamtych rafach budują dzisiaj wapienie Gór Świętokrzyskich.



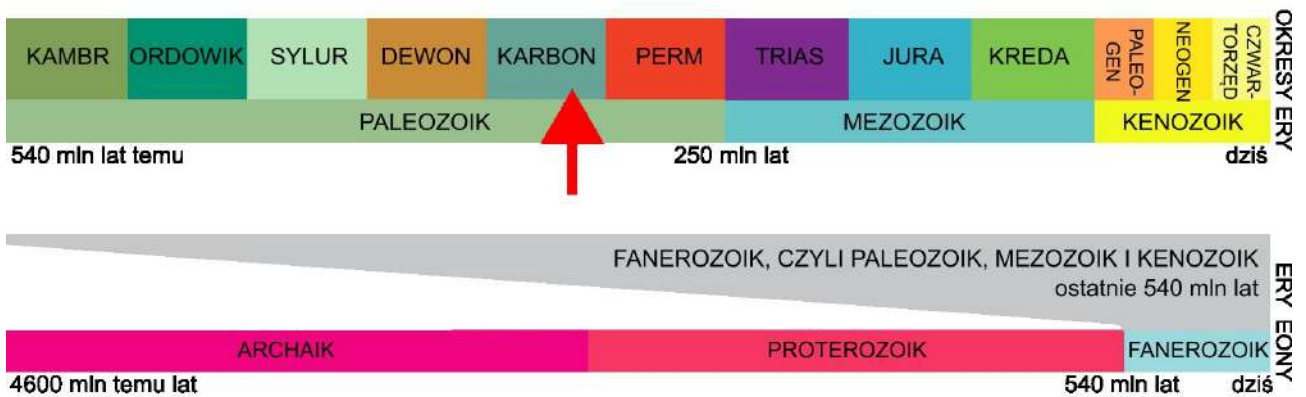
13. Devon, 375 milionów lat temu

W okresie dewońskim, około 375 milionów lat temu, duże fragmenty terenu dzisiejszej Polski — Dolny Śląsk oraz Karpaty — nadal znajdowały się poza kontynentem europejskim. Obecne Sudety wraz z Przedgórzem Sudeckim, należące do pasa wysp armorykańskich, zbliżały się jednak do Europy. Kilkadziesiąt milionów lat później ich kolizja ze Starym Kontynentem wyzwoliła łańcuch kolejnych zdarzeń. Doprowadzą one między innymi do powstania wielu, jeśli nie większości, polskich kamieni szlachetnych i ozdobnych, a także — złóż węgla kamiennego.

O wiele później do Europy dotrą Karpaty. Na razie znajdują się one o wiele dalej, być może na obrzeżu wielkiego kontynentu Gondwana.



- Głębokie morza, oceany
- Morza szelfowe
- Lądy
- Łańcuchy górskie
- Lądolody
- Polska



14. Karbon, 310 milionów lat temu

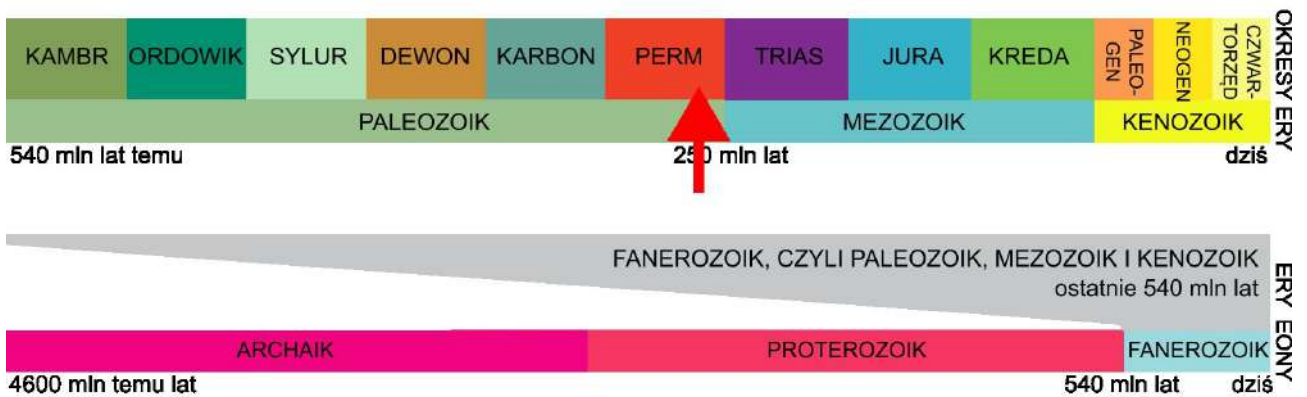
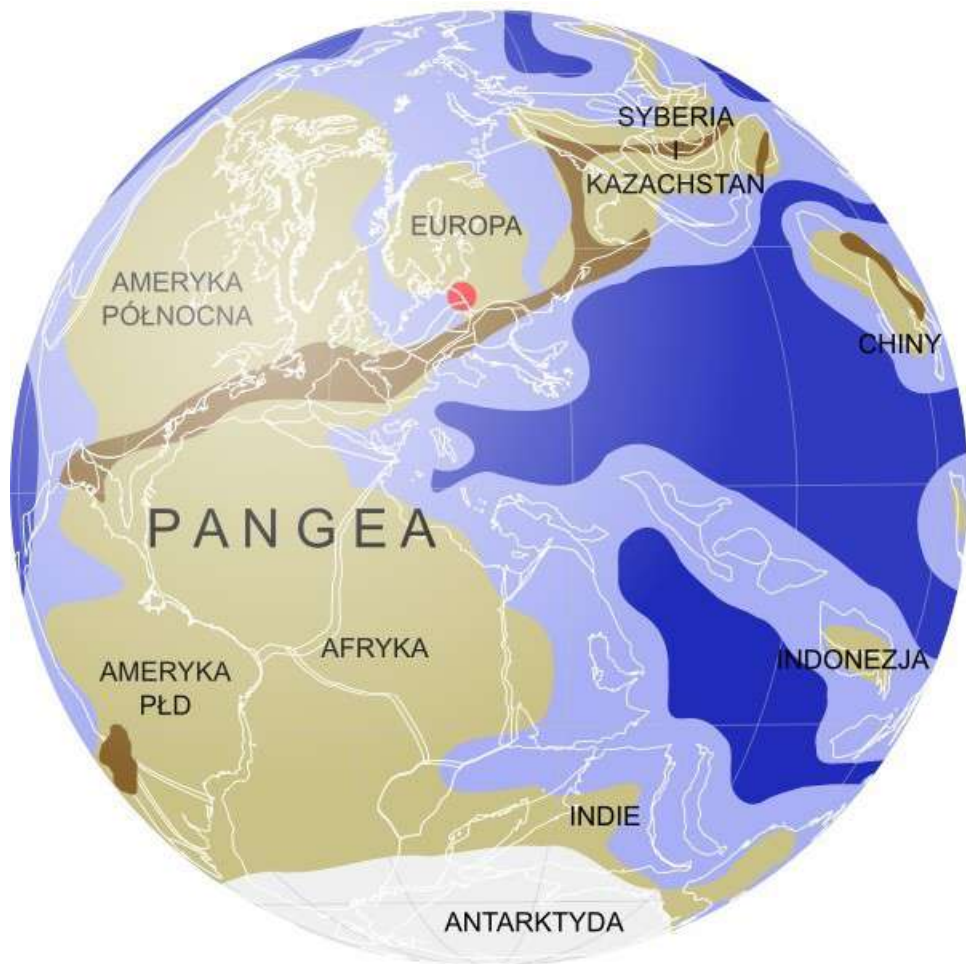
Na mapie po raz pierwszy pojawia się Pangea — kolejny ogromny kontynent skupiający w sobie większość lądów całej kuli ziemskiej, czyli tak zwany superkontynent. Wcześniej istniały co najmniej dwa takie superkontynenty: Kolumbia oraz Rodinia.

Pangea powstała w okresie karbońskim w wyniku kolizji Eurameryki oraz Gondwany. Po między nimi znalazły się mikrokontynenty armorykańskie, które niczym w uścisku ogromnych kleszczy wgniecione zostały w kontynent europejski, tworząc teren dzisiejszej Hiszpanii, Francji, Niemiec, Czech oraz Dolnego Śląska. W miejscu tej kolizji wypiętrzone zostały wielkie łańcuchy górskie. Na obszarze obecnego Dolnego Śląska mogły one mieć nawet 5.000 metrów wysokości. To zapewne najwyższe góry, jakie kiedykolwiek znajdowały się na terytorium Polski!

Niektóre z tych gór były wulkanami, które eksplodowały w spektakularny sposób. W kotlinach górskich oraz dolinach rzecznych na przedpolu gór rosły wilgotne lasy, którym zawdzięczamy nasze złoża węgla kamiennego. Teren Polski znajdował się wtedy na równiku.

Proces tworzenia Pangei nie zakończył się w karbonie. Niektóre z kontynentów dołączyły do niej później — na przykład Syberia, która na mapie dopiero zbliża się do Eurameryki.

Choć na obszarze Polski w karbonie panował klimat równikowy — co nie dziwi, zważywszy na położenie naszego kraju na mapie świata — to jednak ten sam okres geologiczny to również czas zlodowaceń. Trwały one niemal do końca ery paleozoicznej i były pierwszym takim chłodnym epizodem od czasów ordowiku. Kolejne znaczące pokrywy lodowe pojawiają się dopiero w kenozoiku — i przetrwają do dziś.



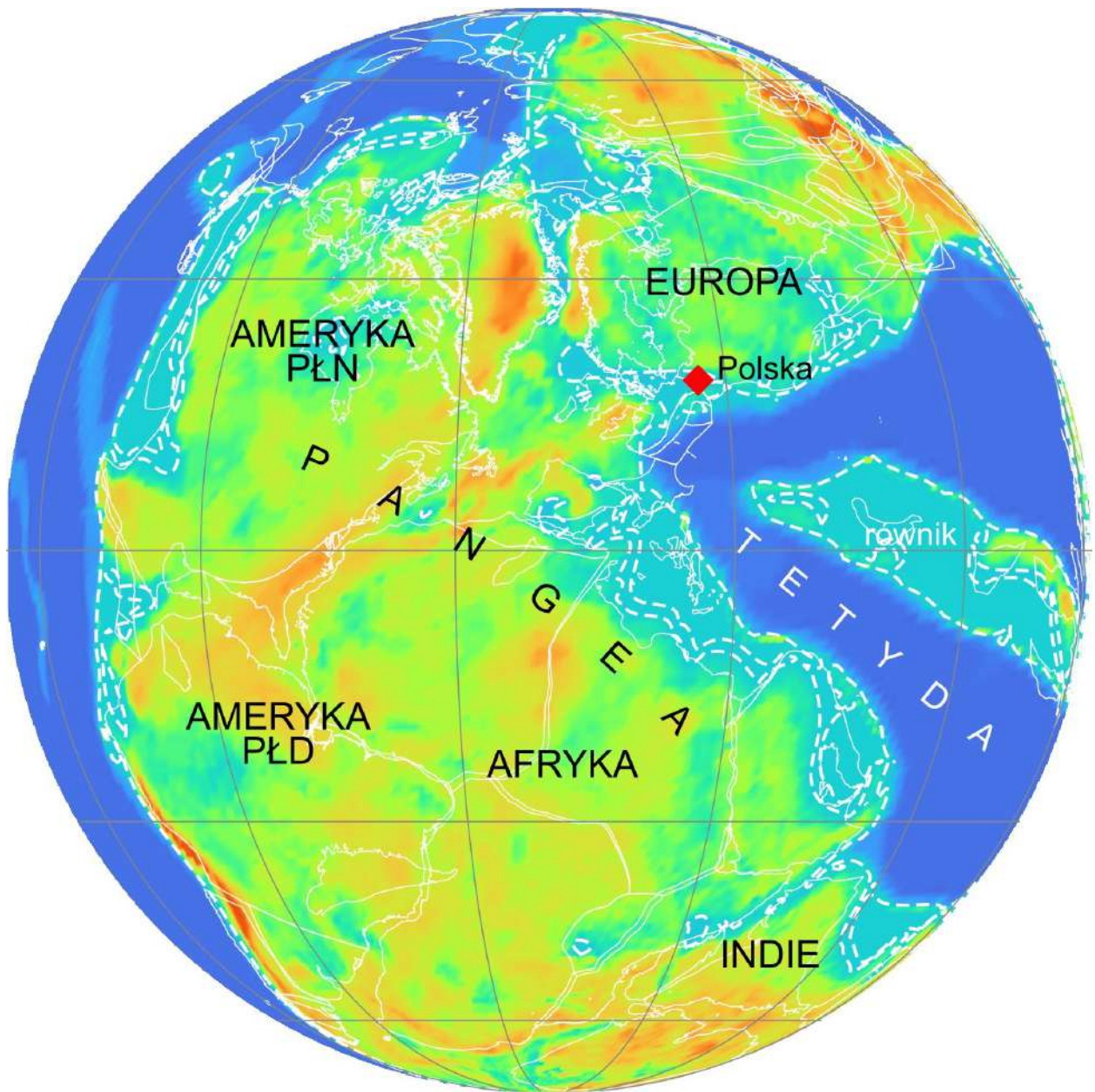
15. Perm, 260 milionów lat temu

W schyłku okresu permskiego zakończyło się powstawanie kontynentu Pangea. Niemal wszystkie lądy na kuli ziemskiej weszły w skład tego jednego superkontynentu.

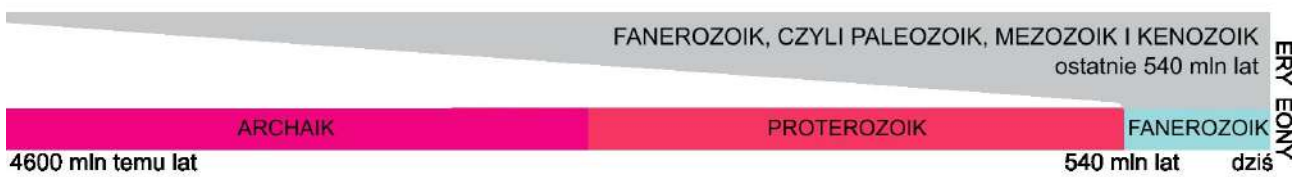
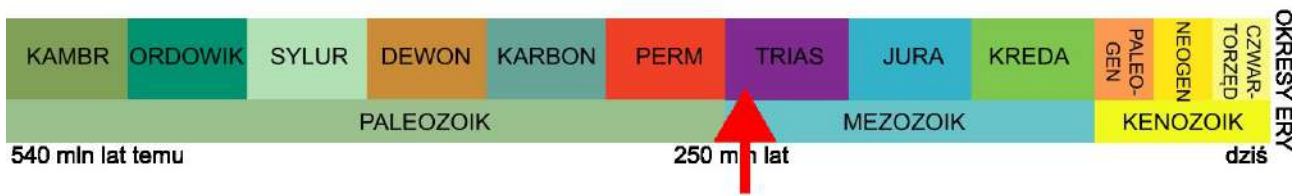
Przez tereny dzisiejszej Polski wciąż przebiegały wysokie pasma górskie, które powstały w wyniku wielkich kolizji kontynentalnych prowadzących do powstania Pangei. W końcu permu góry te były jednak niższe niż w okresie karbońskim i ulegały szybkiemu niszczeniu w surowych warunkach klimatu zwrotnikowego suchego. Europa znajdowała się bowiem wówczas nieco na północ od równika.

W schyłku permu na teren Polski wkroczyło morze, które sięgało aż do podnóży gór wypiętrzonych w karbonie. Wody tego morza szybko parowały, a wytrącające się z nich związki chemiczne dały początek wielkim złożom rud miedzi i srebra (eksploatowanym obecnie na Dolnym Śląsku) oraz soli kamiennych (wydobywanych w kopalni w Kłodawie).

10 milionów lat później dojdzie do największej katastrofy w dziejach życia na Ziemi. Podczas wielkiego wymierania permskiego wyginie nawet 90% gatunków zwierząt, a świat organiczny zapoczątkowanej wówczas ery mezozoicznej będzie zupełnie inny niż w paleozoiku.



Przybliżone linie brzegowe



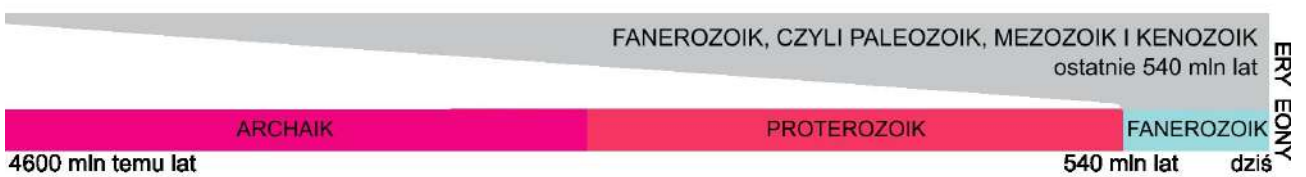
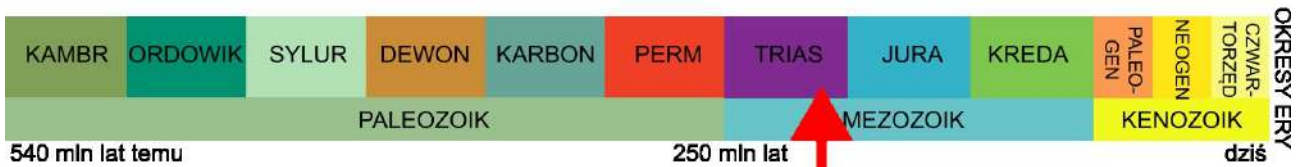
16. Środkowy trias, 245 milionów lat temu

Polska i Europa nadal były częścią wielkiego kontynentu Pangea. Do jego północno-wschodnich rubieży przyłączona została Syberia oraz Kazachstania, dając początek kontynentowi azjatyckiemu. Na wdzierającym się w Pangeę i sięgającym południowych granic dzisiejszej Polski oceanie Tetyda znajdowały się liczne wyspy (mikrokontynenty kimeryjskie) zmierzające w kierunku północnym. W okresie jurajskim zostaną one przyłączone do Pangei, tworząc podłoże obecnej środkowej i południowo-zachodniej Azji.

Wysokie góry, które zajmowały obszar dzisiejszej południowo-zachodniej Polski, zostały już niemal całkowicie zniszczone na skutek działania procesów wietrzenia oraz erozji. Przez rozległe obniżenia od południa wlewały się ciepłe wody oceanu Tetyda, a od północnego-zachodu — zbiornika położonego w miejscu współczesnego Morza Północnego. W tym ciepłym morzu powstały wapień i dolomity zachowane do dzisiaj na Górnym Śląsku.



Przybliżone linie brzegowe

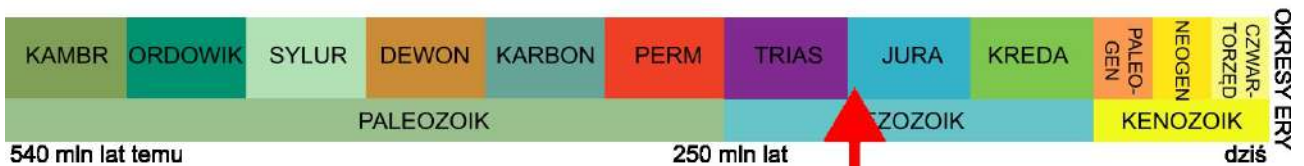
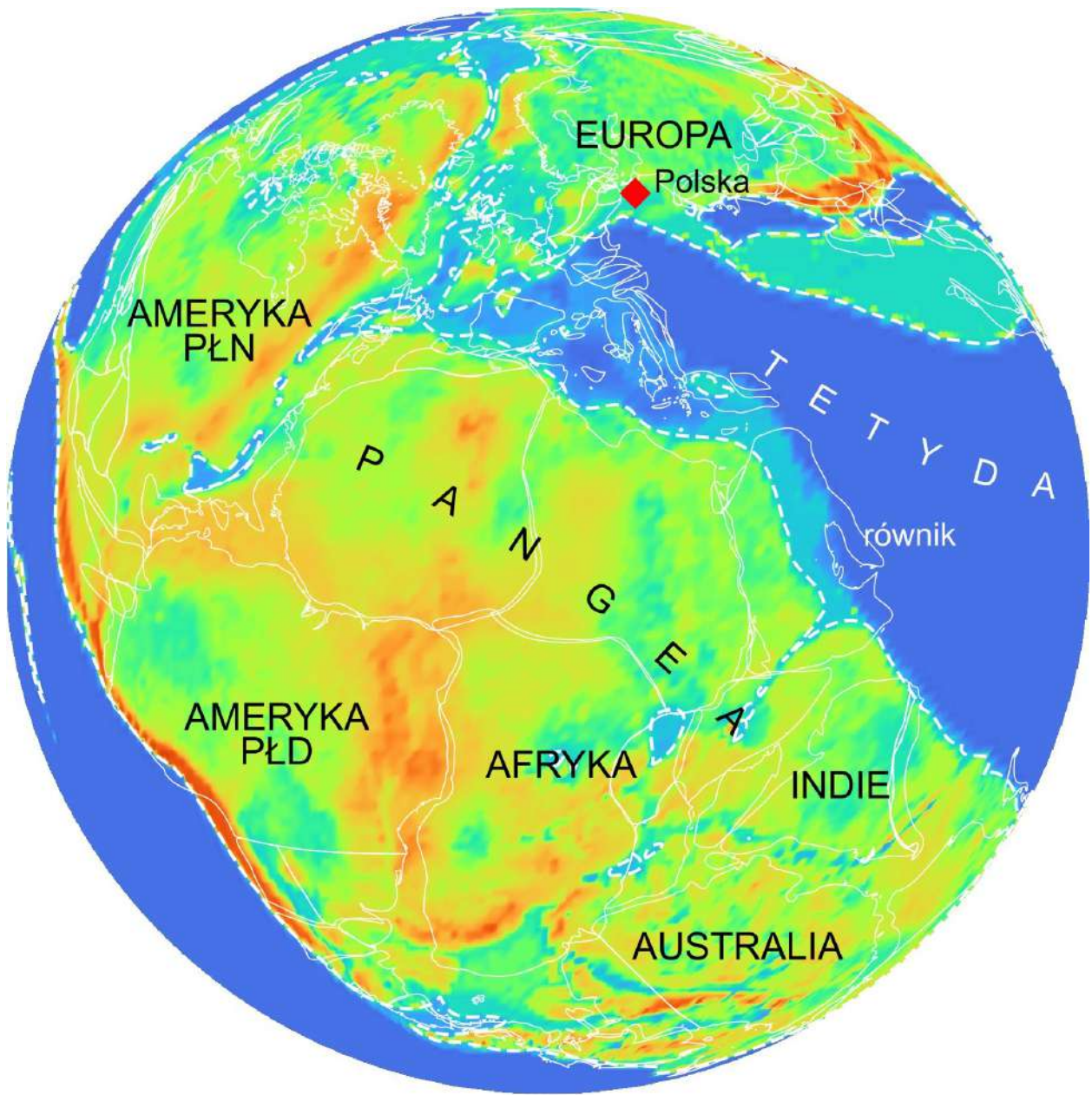


17. Późny trias, 210 milionów lat temu

Z końcem środkowego triasu morze ustąpiło z terenu Polski poza Karpatami. Na rozległych, pagórkowatych nizinach, poprzecinanych korytami rzek, żyły liczne płazy i gady, w tym — być może — także jedne z pierwszych dinozaurów. Skamieniałe kości i zęby tych zwierząt znane są z wielu stanowisk, w tym z Krasiejowa koło Opola.

Na mapie świata zaznaczają się pierwsze przejawy nieuchronnego rozpadu kontynentu Pangea. Między Afryką i Ameryką Północną otworzy się Ocean Atlantycki. Niewiele brakowało, by rozpad Pangei i powstanie nowego oceanu rozdzieliło terytorium Polski na połowę — zjawiska prowadzące do ryftingu, czyli tworzenia nowej skorupy oceanicznej, zarejestrowano również ze środkowej Europy. Jednak ostatecznie to Atlantyk, znajdujący się mniej więcej w położeniu starszego oceanu Japetus, położył kres Pangei.

Młode oceany często powstają w miejscu wcześniejszych — to znane zjawisko w historii geologicznej. Cykliczne otwieranie i zamykanie mórz, połączone z późniejszym wypiętrzaniem gór i ich erozją, określane niekiedy mianem cyklu Wilsona i trwające w bardzo dużym przybliżeniu 300 milionów lat, jest wyraźnie dostrzegalne w tym przypadku: Japetus zaczął się tworzyć niecałe 400 milionów lat wcześniej.

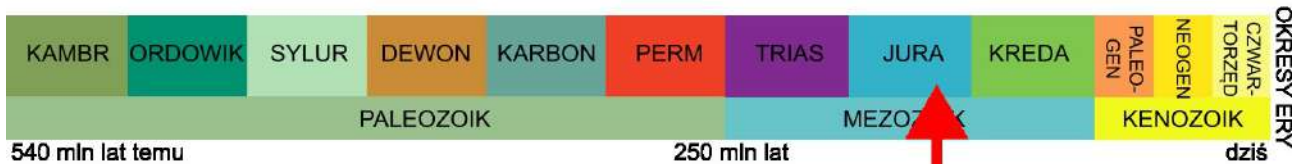
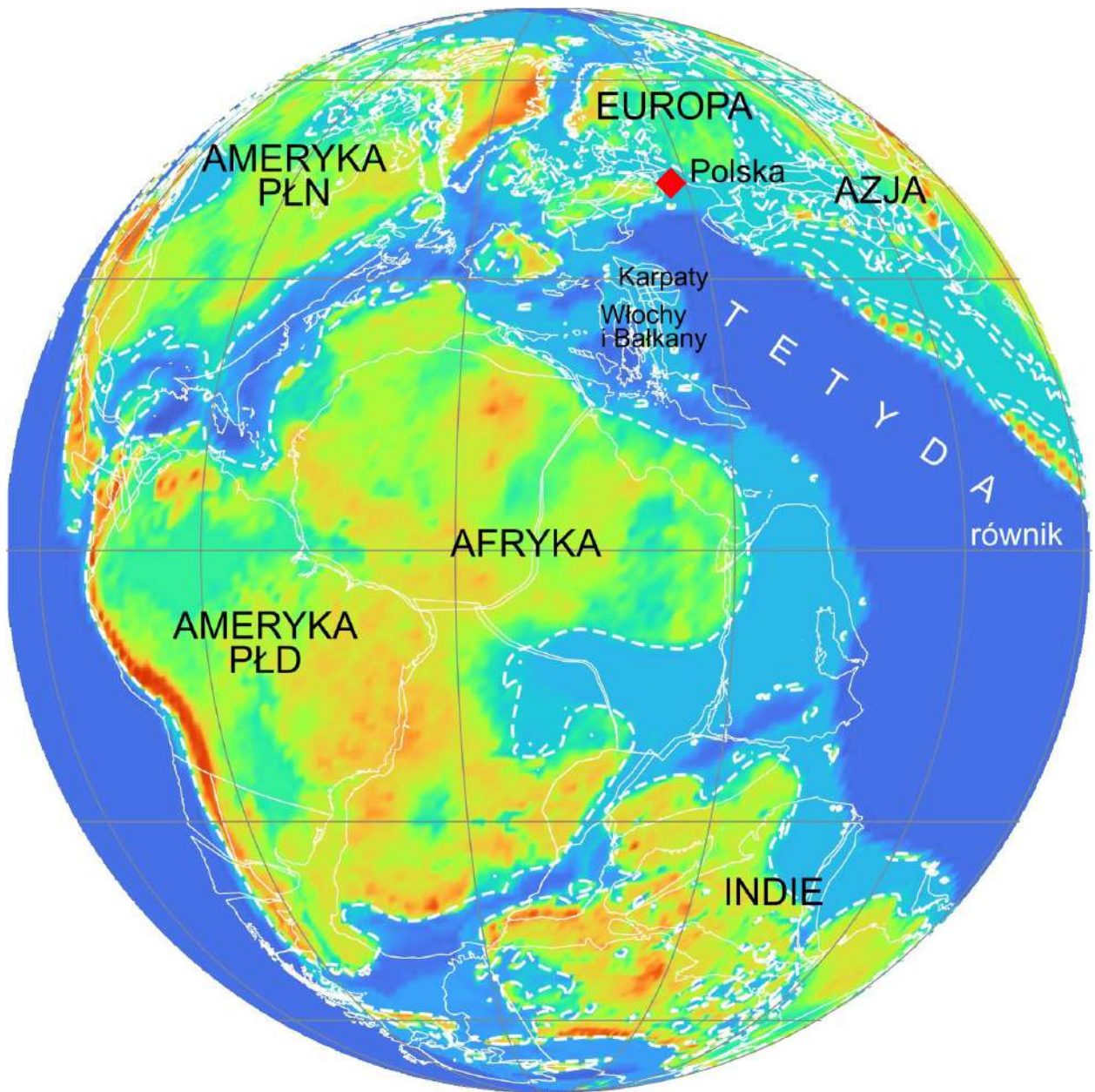


18. Wczesna jura, 200 milionów lat temu

W początkach okresu jurajskiego coraz wyraźniej zaznaczał się postępujący rozpad kontynentu Pangea: otwierała się północna część Atlantyku. Afryka oraz Ameryka Południowa pozostawały połączone, ale ogromne erupcje superwulkaniczne zachodzące na granicy tych dwóch dzisiejszych kontynentów wskazywały na mające nastąpić otwarcie oceanu. Pojawienie się wielkich pokryw lawowych miało też wpływ na klimat, a ponadto było prawdopodobnie jedną z przyczyn wielkiego wymierania w końcu triasu.

Wcinający się w Pangeę ocean Tetyda zaczynał się powoli zamykać, wzięty w kleszcze od południa przez obracającą się wraz z otwieraniem Atlantyku Afrykę. Kontynent afrykański popychał w kierunku Europy niewielkie fragmenty skorupy kontynentalnej widoczne w zachodniej części Tetydy: te mikrokontynenty budują dzisiaj Alpy, część Karpat, a także Włochy oraz Bałkany.

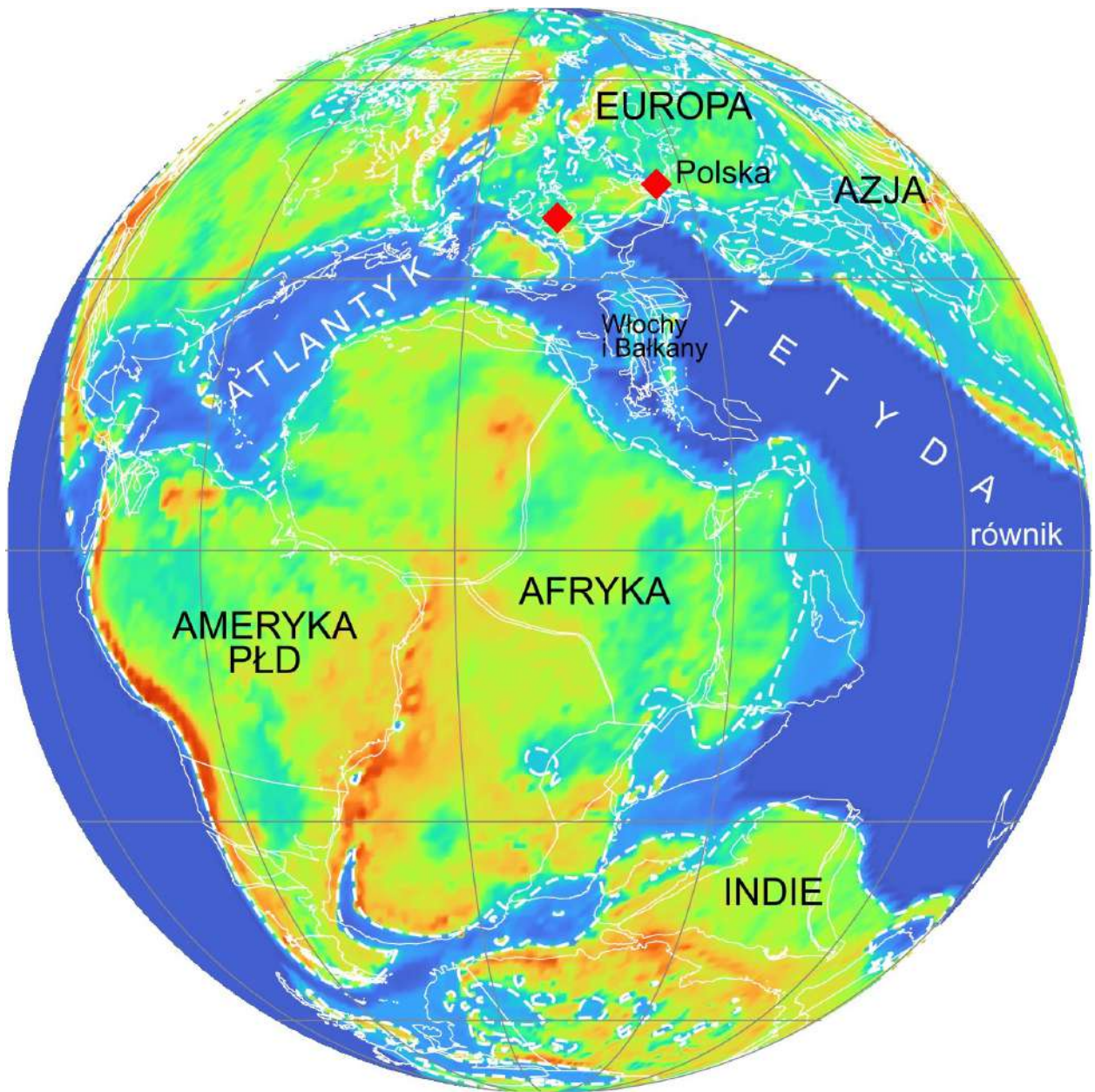
Teren Polski (poza Karpatami i fragmentem Pomorza Zachodniego) był lądem. Mogły się więc na nim pojawić największe z ówczesnych zwierząt lądowych — dinozaury. Ich tropy znamy między z Sołtykowa położonego na północ od Kielc.



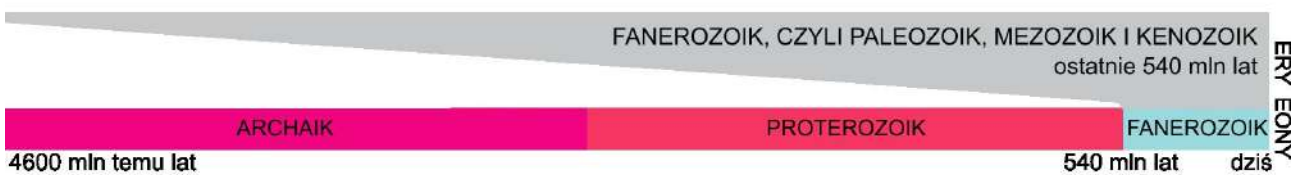
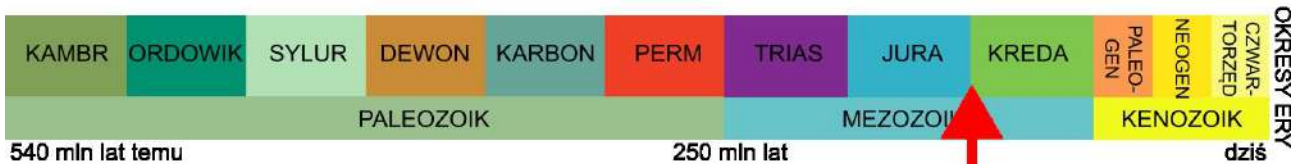
19. Późna jura, 160 milionów lat temu

Schyłek jury to czas panowania wielkich gadów: dinozaurów. Niestety, nie pozostawiły one żadnych pamiątek na terenie Polski, ponieważ była ona wówczas pokryta wodami ciepłego morza. Pangea przestała już właściwie istnieć: rozdzieliły ją wąskie jeszcze Oceany Atlantycki oraz Indyjski. Ku Europie zbliżały się mikrokontynenty, które utworzą południową część naszego kontynentu, a także Alpy i spory fragment Karpat, razem z Tatrami.

Na wschodzie znacząco rozbudował się kontynent azjatycki. W jurze podczas serii kolizji przyłączone zostały mikrokontynenty kimeryjskie, których ślady znajdujemy dziś w centralnej i południowo-zachodniej części Azji. Aby największy kontynent przybrał swoją współczesną postać potrzebna będzie jeszcze szybka wędrówka i dołączenie Indii, które w końcu okresu jurajskiego pozostawały jeszcze w sąsiedztwie Antarktydy.



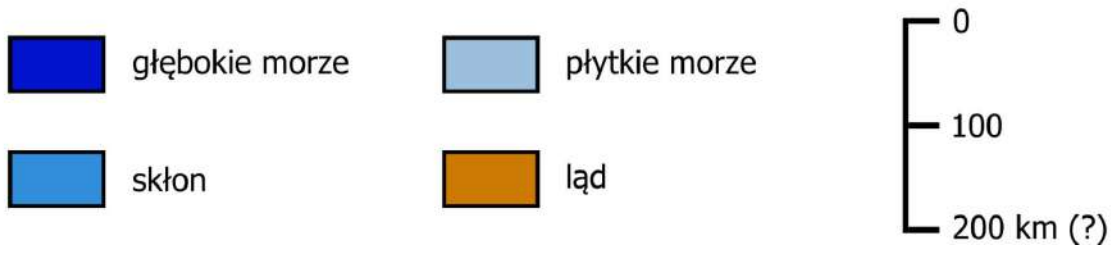
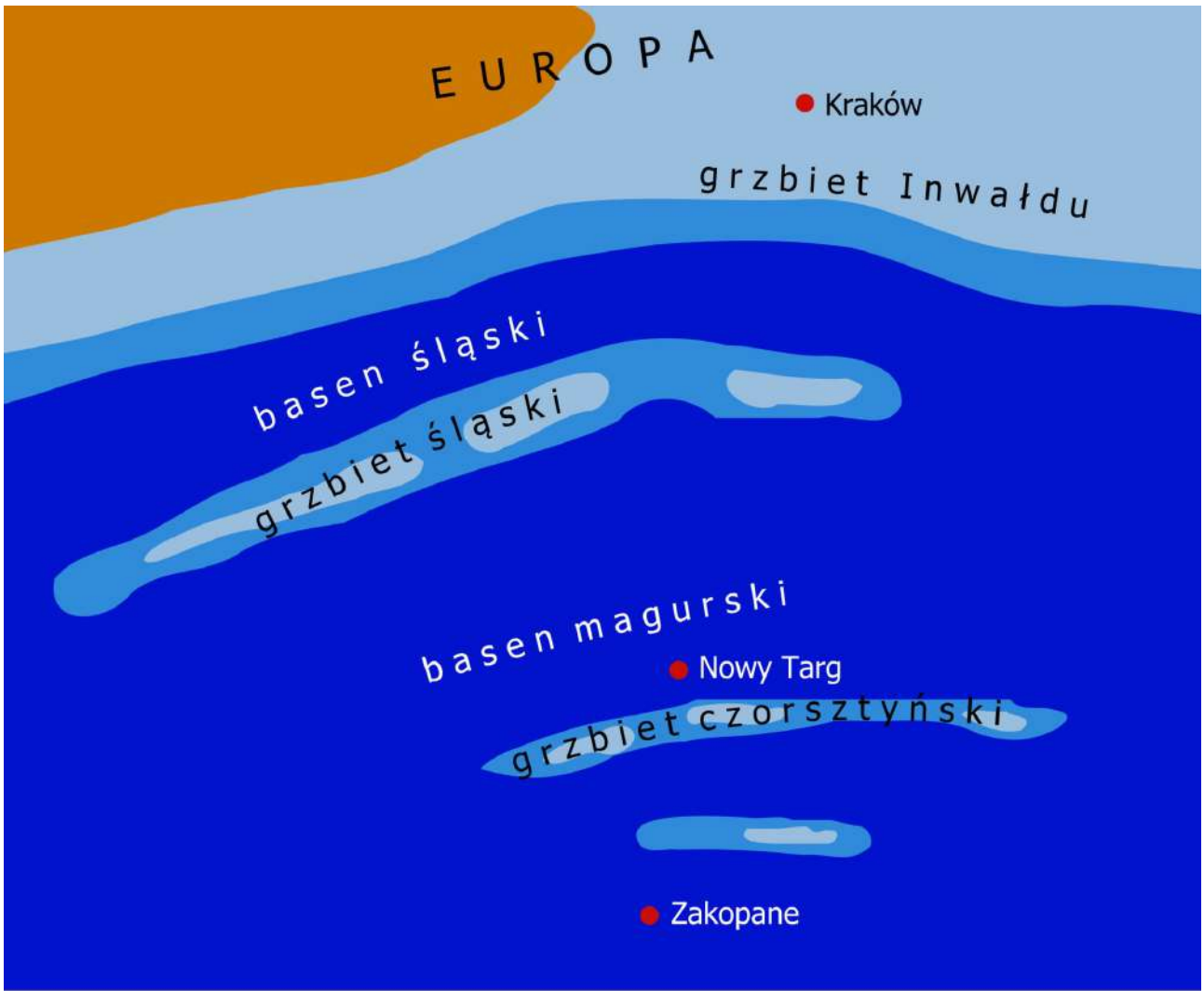
Przybliżone linie brzegowe



20. Przełom jury i kredy, 140 milionów lat temu

Z końcem okresu jurajskiego Atlantyk był już wyraźnie szerszy i zaczął zasługiwać na miano oceanu. Wkrótce dołączy do niego Ocean Indyjski. Traciła Tetyda, której skorupa była likwidowana pod zbliżającą się Afryką oraz mikrokontynentami, które niebawem utworzą dzisiejszą południową Europę. Ich kolizja ze Starym Kontynentem i związane z nią ruchy wypiętrzające, nazywane orogenezą alpejską, dadzą początek Alpom, Karpatom i górcom Półwyspu Apenińskiego oraz Bałkanów.

Z terenu Polski (poza Karpatami) powoli ustępowało morze. Nasz kraj znalazł się w umiarkowanych szerokościach geograficznych półkuli północnej. Klimat był jednak wyraźnie cieplejszy niż współcześnie. Wkrótce wzrośnie też poziom wód światowego oceanu, przez co teren Polski ponownie znajdzie się pod wodami morskimi.

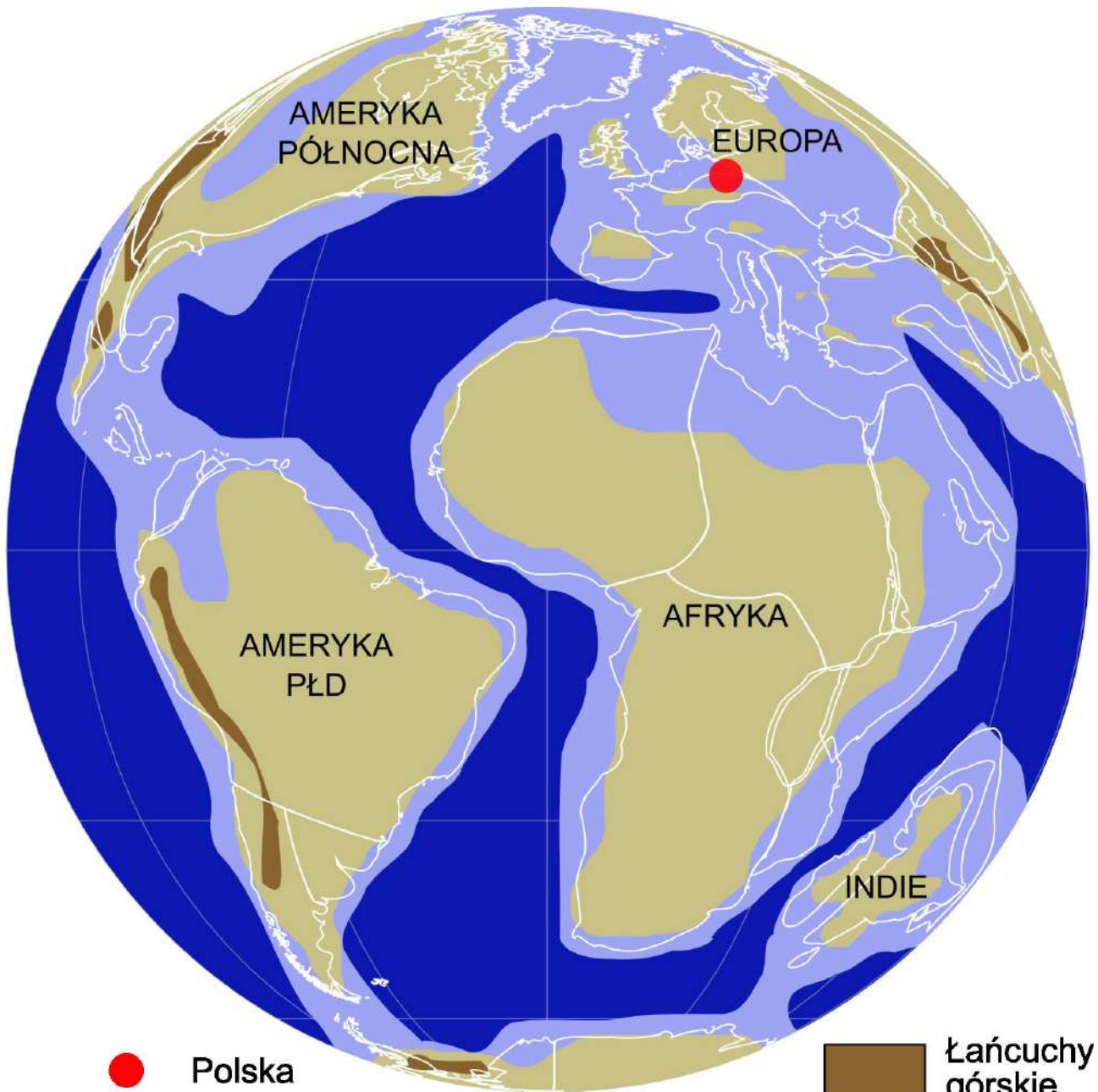


21. Kreda, 140 milionów lat temu

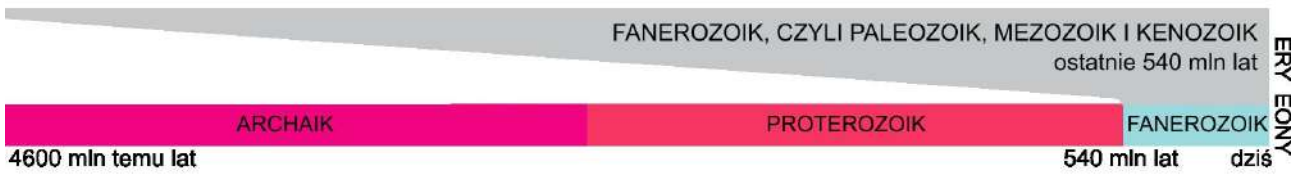
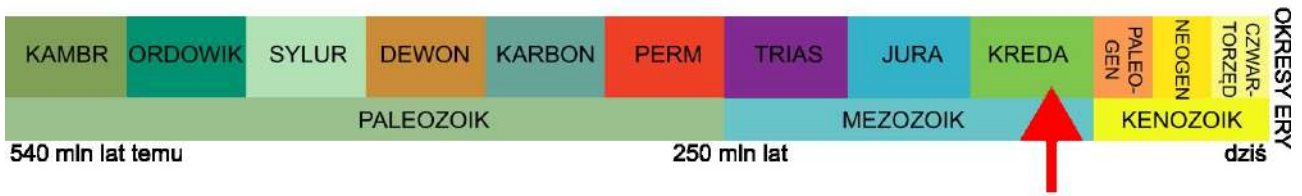
Tak wyglądał teren dzisiejszych polskich Karpat we wczesnej kredzie, około 140 milionów lat temu. Niemal cały ten obszar pokryty był wodami morza stanowiącego część leżącego dalej na południe oceanu Tetyda. Z morza wynurzały się nieliczne grzbiety o równoleżnikowym przebiegu.

Daleko na południe znajdowały się fragmenty skorupy kontynentalnej stanowiące obecnie południową część Europy. Nasz kontynent kończył się zatem na południe od Krakowa, prawdopodobnie w miejscu dzisiejszych Pienin. Obecna południowa Europa nieubłaganie zbliżała się jednak, wraz ze znajdującą się jeszcze dalej na południe Afryką. Kolidacje tych wszystkich kontynentów doprowadzą w przyszłości do powstania Karpat, Alp oraz pasm górskich południowej Europy.

Na razie jednak w miejscu polskich gór znajduje się morze. Jego szerokość nie jest dokładnie znana. Jest pewne, że to morze było o wiele szersze (patrzac z południa na północ) niż obecne pasma Beskidów. W kolejnych epokach geologicznych obszar ten podlegał silnej kompresji (ściskaniu), a osady odkładane na dnie morza zostały sfałdowane, wypiętrzone i nasunięte na swoje północne przedpole, tworząc tak zwane płaszczowiny. W ten sposób powstały Tatry, Pieniny, Beskidy oraz Bieszczady.



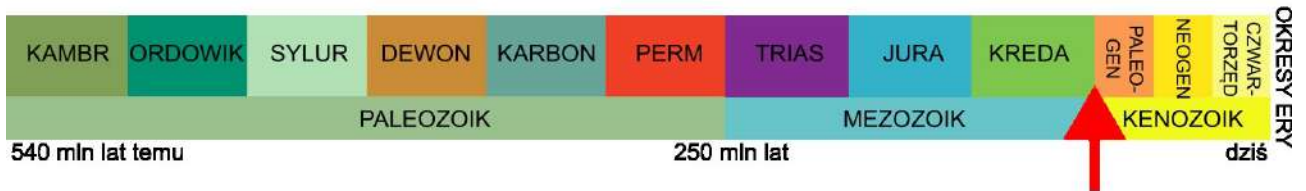
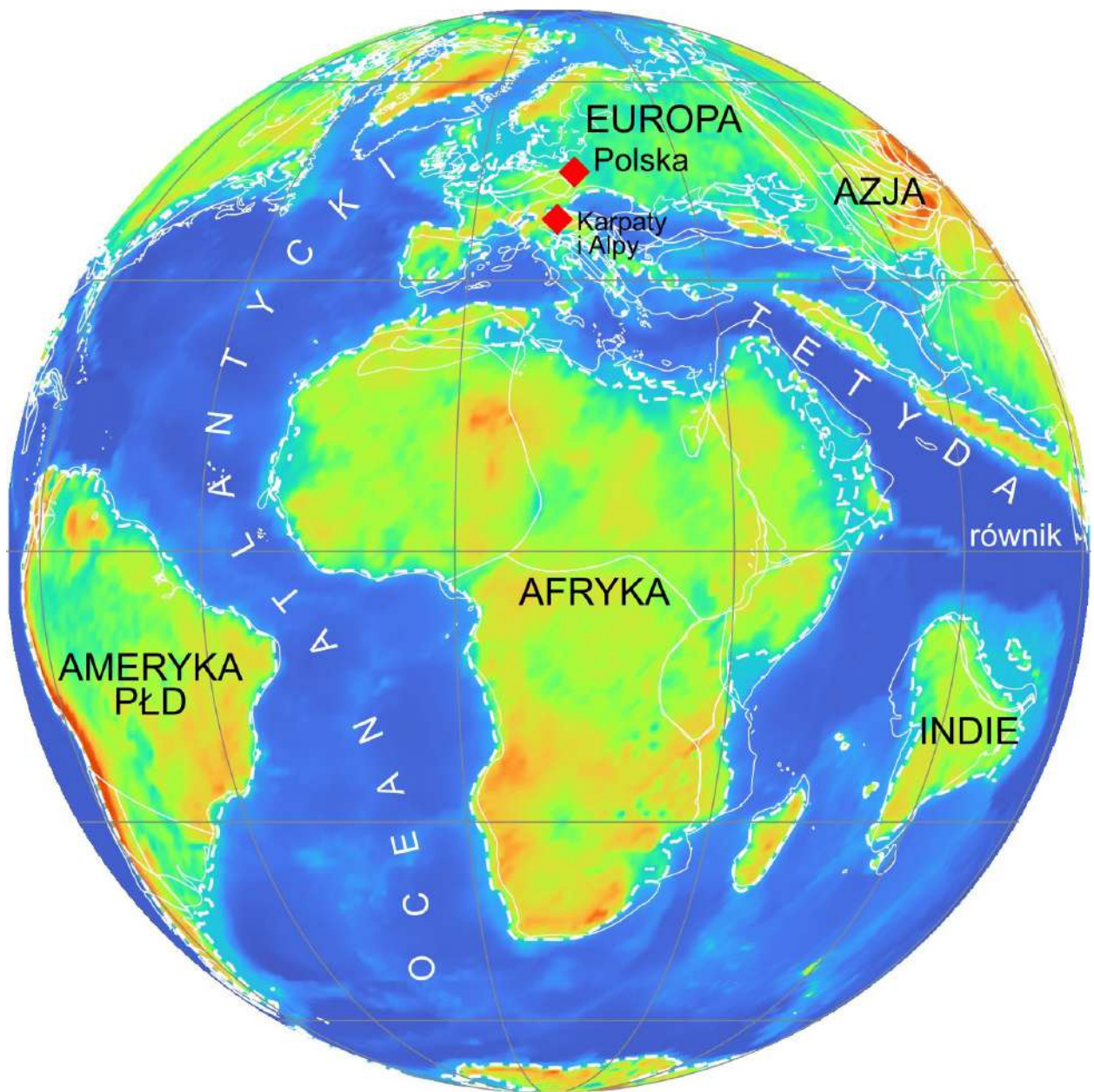
- Polska
- Łańcuchy górskie
- Głębokie morza, oceany
- Morza szelfowe
- Lądy



22. Kreda, 90 milionów lat temu

90 milionów lat temu poziom oceanów był rekordowo wysoki, a wielkie obszary kontynentów zostały zalane wodami płytkich mórz. Również niemal całe terytorium dzisiejszej Polski stało się morzem. Atlantyk rozszerzał się, szczególnie w swojej południowej części, w wyniku czego Ameryka Południowa i Afryka zaczęły się szybko (choć wciąż w skali centymetrów rocznie) oddalać. Tylko jego położony najdalej na północ sektor wciąż czekał na swoje otwarcie.

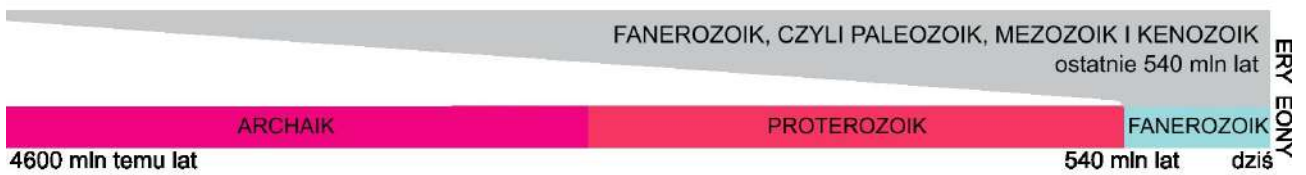
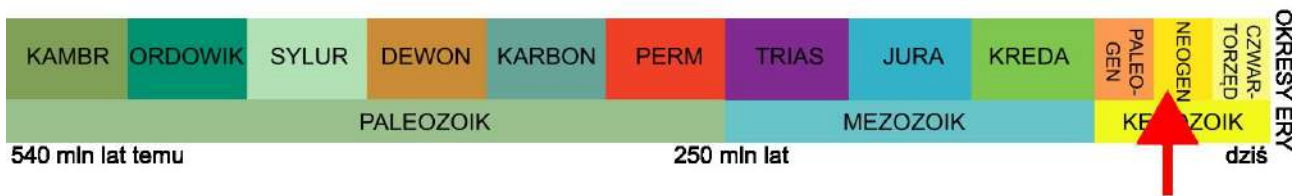
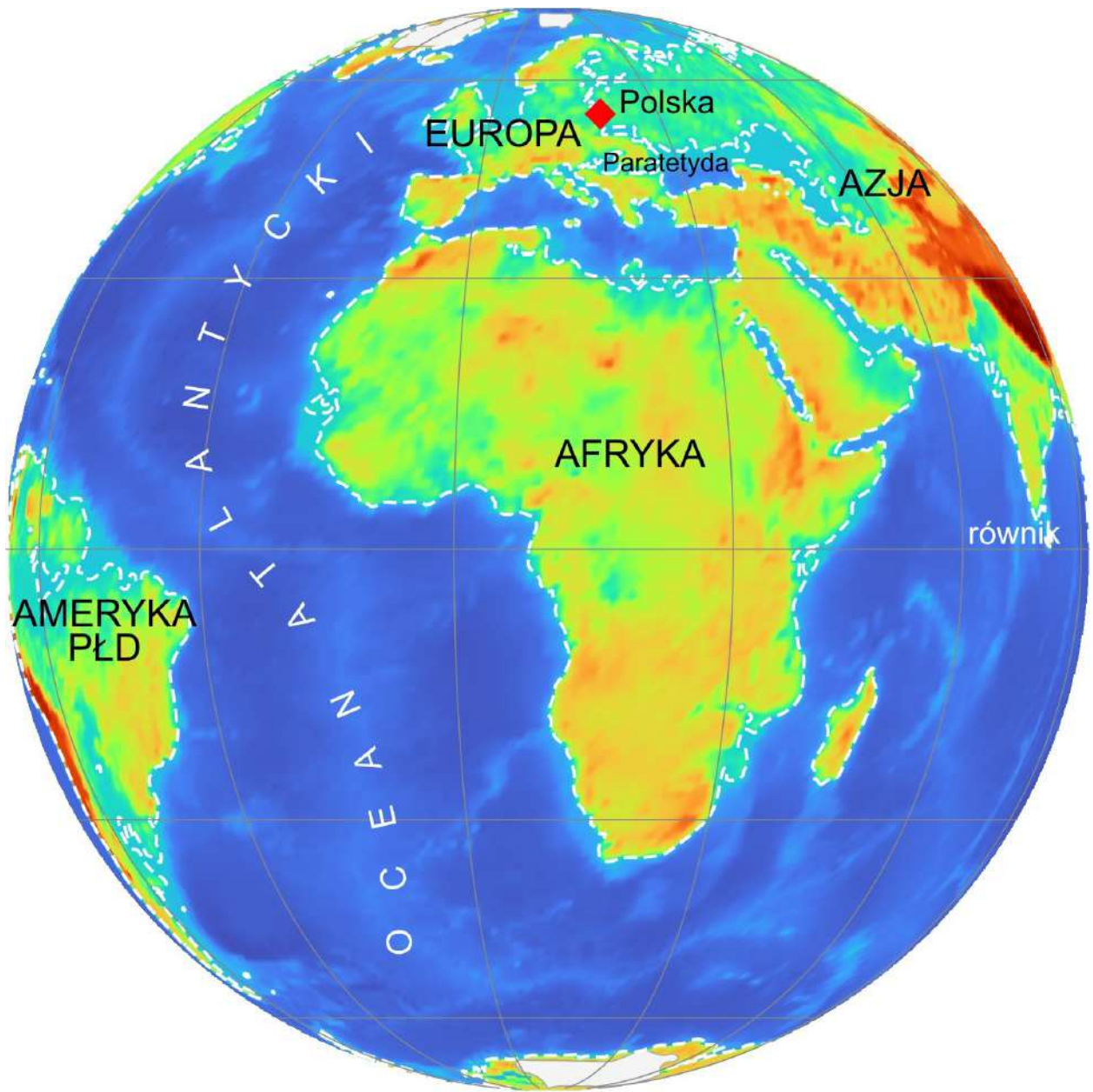
Indie szybko przemieszczały się w kierunku Azji: kolizja tych dwóch fragmentów skorupy kontynentalnej doprowadzi do wypiętrzenia Himalajów oraz innych gór południowej Azji. Podobną drogę przemierzały Włochy oraz Bałkany. Ich przyłączenie do Europy doprowadzi później do wypiętrzenia wysokich pasm górskich, w tym Alp oraz Karpat.



23. Przełom kredy i paleogenu, 65 milionów lat temu

Na granicy er mezozoicznej i kenozoicznej, około 65 milionów lat temu, mapa świata wyglądała już podobnie do współczesnej. Były jednak istotne różnice — trwała dopiero wędrówka Indii w kierunku Azji, a Afryki ku Europie. Coraz bliżej naszego kontynentu znajdowały się fragmenty skorupy, które utworzą Alpy, Karpaty, Apeniny i góry Bałkanów. Wiązały się z tym silne ruchy fałdowe i wypiętrzające orogenezy alpejskiej. Jedną z pamiątek po tamtych wydarzeniach są olbrzymie, niemal poziome strefy uskokowe (czyli nasunięcia), wzdłuż których skały transportowane były w kierunku północnym na odległości dziesiątek i setek kilometrów, tworząc tak zwane płaszczowiny. Dziś możemy je obserwować w Tatrach.

Granica kredy i paleogenu to również moment jednego z największych wymierań w dziejach naszej planety. Położyło ono kres dinozaurom. Jedną z głównych przyczyn tamtej katastrofy był zapewne upadek planetoidy, który pozostawił po sobie potężny krater w okolicach dzisiejszego Jukatanu.

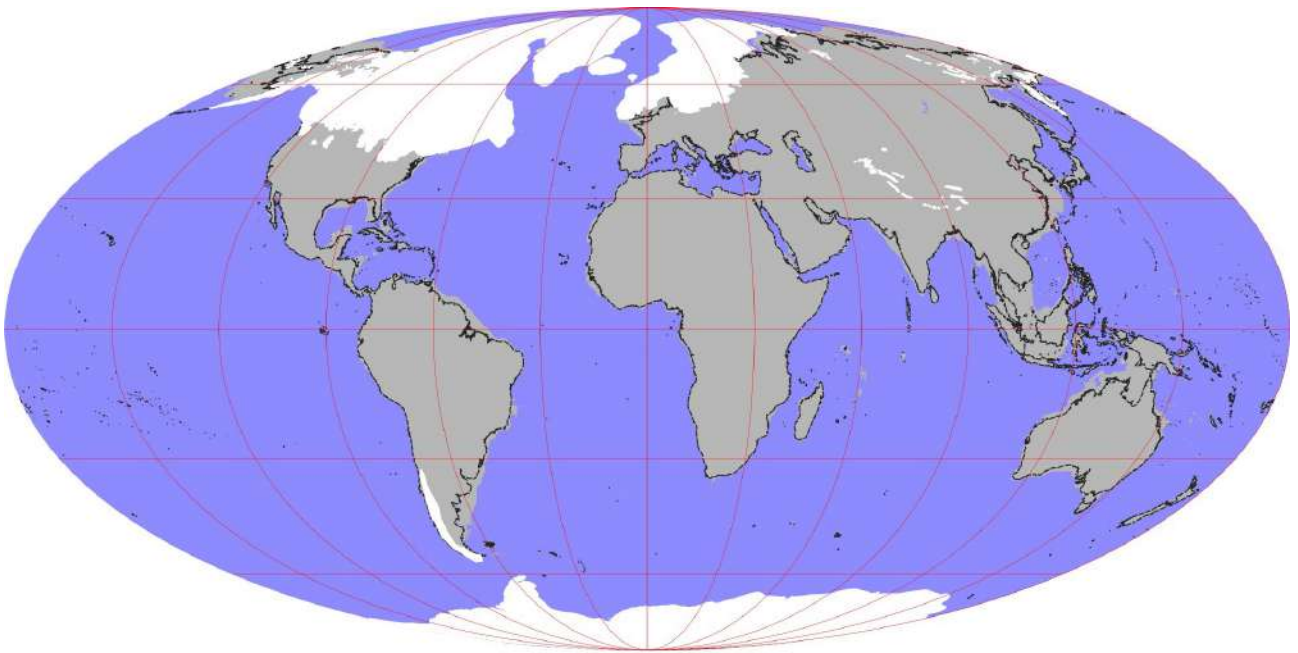


24. Miocen, 15 milionów lat temu

W środkowym miocenie, około 15 milionów lat temu, kończyła się historia oceanu Tetyda. Pozostało po nim obecne Morze Śródziemne, tracące połączenie z dawnym zbiornikiem morskim znajdującym się w miejscu dzisiejszych gór południowej Azji — w tym Himalajów i Karakorum. Góry te powstały w wyniku kolizji z Indiami, które przebyły długą drogę z południowej półkuli. Innym reliktem Tetydy były niewielkie morza pokrywające częściowo tereny południowej Europy, nazywane zbiorczo Paratetydą.

Wody Paratetydy sięgały także na teren Polski, w okolice Krakowa. W ciepłym klimacie środkowego miocenu wody tego morza szybko parowały. W ten sposób powstały złoża soli kamiennej Wieliczki i Bochni oraz gipsy Doliny Nidy.

Choć były to czasy znaczącego ocieplenia klimatu, to jednak niemal na pewno istniały wówczas znaczące pokrywy lodowe — na Antarktydzie, a także zapewne na Grenlandii. Po tym dość krótkim epizodzie cieplejszych warunków klimatycznych doszło do kolejnego ochłodzenia. W późnym miocenie pokrywy lodowe w pobliżu obu biegunów zaczęły się rozrastać. Czas kolejnych wielkich zlodowaceń, trwających aż do dziś, stał się faktem.



Obszary lądowe 20 tys. lat temu
 Współczesne linie brzegowe
 Łądolody, lodowce szelfowe



25. 20 tysięcy lat temu, ostatnie zlodowacenie

20 tysięcy lat temu kontynenty wyglądały niemal tak samo jak współcześnie. Nic dziwnego — przemieszczenia kier litosfery są tak powolne, że nie mogą wygenerować żadnych zauważalnych zmian w tak krótkim (w geologicznej skali) czasie. Zmieniło się natomiast położenie linii brzegowych. 20 tysięcy lat temu lądy były zauważalnie większe (zwłaszcza na obszarze dzisiejszej Indonezji). To efekt niskiego poziomu światowego oceanu: jego wody były częściowo uwięzione w ogromnych pokrywach lodowych.

Jeden z wielkich lądolodów sięgał aż na tereny Polski, po okolice Leszna i Konina w Wielkopolsce, do Płocka i Nidzicy na południe od Olsztyna. Drugi z nich (laurentyjski) pokrywał rozległe obszary Ameryki Północnej. Znacząco rozrosły się lodowce górskie w Azji. Pokrywy lodowe zajęły spory fragment Patagonii. Również lądolód na Antarktydzie wyglądał bardziej imponująco, z o wiele większymi lodowcami szelfowymi, czyli pokrywającymi powierzchnię mórz i oceanów.

Było to ostatnie duże zlodowacenie (w terminologii anglojęzycznej ostatni szczyt zlodowaceń, czyli LGM = Last Glacial Maximum). Od tego momentu lądolód zaczął stopniowo wycofywać się z terenu naszego kraju, aż 16 tysięcy lat temu opuścił go ostatecznie. Cztery tysiące lat później rozpoczęła się ciepła epoka holocenu, trwająca aż do dziś. Zanik wielkich lądolodów półkuli północnej doprowadził do wzrostu poziomu wszechoceanu, aż do wartości dzisiejszych.

Od kilku tysięcy lat coraz większą rolę w kształtowaniu oblicza Ziemi odgrywa człowiek. Wprawdzie nie jest on w stanie wpłynąć na położenie lądów i oceanów na mapie świata, ale nie oznacza to, że jego decyzje będą mniej brzemienne w skutki niż zmiany wywoływane powolnymi wędrówkami kontynentów naszej planety.

Jak powstały mapy znajdujące się w atlasie?

Do przygotowania rekonstrukcji wykorzystano oprogramowanie GPlates oraz cyfrowe modele terenu z projektu PaleoDEM (licencja Creative Commons Attribution 4.0 International License). Edycję graficzną map wykonano w programach QGIS oraz Inkscape.

Rekonstrukcje położenia kontynentów zostały wykonane na podstawie prac:

- Cao, W., Zahirovic, S., Flament, N., Williams, S., Golonka, J., & Müller, R. D. (2017). Improving global paleogeography since the late Paleozoic using paleobiology. *Biogeosciences*, *14*(23), 5425-5439.
- Domeier, M., & Torsvik, T. H. (2014). Plate tectonics in the late Paleozoic. *Geoscience Frontiers*, *5*(3), 303-350.
- Golonka, J., Krobicki, M., Waśkowska-Oliwa, A., Vasicek, Z., & Skupien, P. (2008). Główne elementy paleogeograficzne Zachodnich Karpat zewnętrznych w późnej jurze i wczesnej kredzie. *Geologia/Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie*, *34*(3/1), 61-72.
- Matthews, K. J., Maloney, K. T., Zahirovic, S., Williams, S. E., Seton, M., & Mueller, R. D. (2016). Global plate boundary evolution and kinematics since the late Paleozoic. *Global and Planetary Change*, *146*, 226-250.
- Meert, J. G., & Santosh, M. (2017). The Columbia supercontinent revisited. *Gondwana Research*, *50*, 67-83.
- Merdith, A. S., Collins, A. S., Williams, S. E., Pisarevsky, S., Foden, J. D., Archibald, D. B., ... & Müller, R. D. (2017). A full-plate global reconstruction of the Neoproterozoic. *Gondwana Research*, *50*, 84-134.
- Merdith, A. S., Williams, S. E., Collins, A. S., Tetley, M. G., Mulder, J. A., Blades, M. L., ... & Müller, R. D. (2021). Extending full-plate tectonic models into deep time: Linking the Neoproterozoic and the Phanerozoic. *Earth-Science Reviews*, *214*, 103477.
- Scotese, C. R., & Wright, N. (2018). PALEOMAP paleodigital elevation models (PaleoDEMS) for the Phanerozoic. *Paleomap Proj.*

