

Paleogeografia

NARODZINY I ŚMIERĆ WIELKIEJ WODY

Oceany współczesnym wydają się stałym i niezmiennym elementem krajobrazu Ziemi. Tymczasem powstają one i znikają, czyli zostają skonsumowane.

prof. dr hab. inż. Jan Golonka

Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie

Ponad 100 lat temu wybitny niemiecki geofizyk Alfred Wegener przedstawił nową teorię opisującą procesy kształtujące Ziemię. Nazwał ją dryftem kontynentów. Według niej kontynenty poruszają się względem siebie i względem osi obrotu Ziemi.

Wegener twierdził, że 300 mln lat temu, w karbonie, istniał superkontynent Pangea. Współczesne kontynenty i oceany powstały w wyniku jego rozpadu. Dowodami były pasujące do siebie brzegi lądów, zwłaszcza wokół południowego Atlantyku, rozmieszczenie skamieniałości, dane paleoklimatyczne, a także podobieństwa struktur geologicznych po przeciwnych stronach oceanu i wreszcie różnorakie dane klimatologiczne i biologiczne.

Teoria Wegenera spotkała się z druzgocącą krytyką ze strony konserwatywnych europejskich, szczególnie niemieckich, profesorów nauk o Ziemi. Ale 50 lat później dane geofizyczne i geologiczne obserwacje den oceanów dowiodły słuszności jej generalnych założeń.

Według tych obserwacji współczesne oceany powstały w mezozoiku, około 200–100 mln lat temu. Niebite dowody dotyczyły głównie ich rozrostu; co do ich zamykania, czyli konsumpcji, pewności nie było. W związku z tym niektórzy uczeni skłaniali się do przyjęcia hipotezy zwanej ekspansjonizmem. Zakłada ona zwiększanie się promienia Ziemi, czyli jej ekspansji, i związanego z nią rozrostu oceanów. Dopiero technologie satelitarne, a także obserwacje zebrane przez sieć radioteleskopów umożliwiły pomiary ruchów kontynentów względem oceanów. Interferometria VLBI (z angielskiego *Very Long Baseline Interferometry*) wykorzystuje radioteleskopy znajdujące się na różnych kontynentach, stąd też nazwa interferometria międzykontynentalna. Dane z Azji i Ameryki pozwoliły na ustalenie ich zbieżnego ruchu względem siebie, a więc zamykania się Oceanu Spokojnego. Według współczesnej teorii tektoniki płyt zamykanie się oceanów odbywa się poprzez zanurzanie się ich skorupy w strefach subdukcji. Materiał skorupy oceanicznej przetapiany jest następnie w płaszczu Ziemi i po wielu milionach lat powraca na powierzchnię planety, tworząc nową skorupę oceaniczną. Prześwietlanie, czyli sejsmiczna tomografia skorupy i płaszczu Ziemi, pokazuje głębokie zanurzanie się płyty Farallon będącej częścią Pacyfiku.



Prof. dr hab. inż. Jan Golonka

zajmuje się paleogeografią, tektoniką płyt, geologią świata, geologią regionalną (CIS, Arktyka, Tetyda, Bliski Wschód, Morze Śródziemne, Wietnam, Australia, Atlantyk, Ameryka, Karpaty), modelowaniem paleoklimatycznym. W kręgu jego zainteresowań jest także geologia naftowa, która obejmuje ocenę potencjału węglowodorowego nowych regionów basenów i prospektów, ustalanie strategii poszukiwawczej basenów i nowe metody poszukiwania węglowodorów.

jgolonka@agh.edu.pl



Słabą stroną hipotezy ekspansjonizmu jest też to, że obejmuje ona jedynie okres od rozpadu Pangei, a Ziemia istnieje prawie 5 mld lat. Przed Pangeą kontynenty się przesuwały, oceany powstawały i zamykały się. Powstanie Pangei wiąże się z konsumpcją wczesnopaleozoicznych oceanów. Pozostałości tych oceanów są znane jako ofiolity zawierające kompleksy skał budujących skorupę oceaniczną. Klasyczne paleozoiczne ofiolity znane są między innymi z Nowej Fundlandii, Kornwalii czy Norwegii. Ofiolity Bayanchongor w Mongolii znajdują się w centralnej części kontynentu azjatyckiego, tysiące kilometrów od najbliższego oceanu. W Polsce ofiolity liczące sobie około 400 mln lat można podziwiać na szlakach turystycznych w masywie Ślęży.

Przeszłość

Różnorodne dane geologiczne, takie jak współczesne granice płyt, izochrony oceanicznych anomalii magnetycznych, linie spękań oceanicznych, dane batymetryczne, dane altymetryczne SEASAT i GEOSAT, granice oceanów i kontynentów oraz kontynentalne elementy tektoniczne, występowanie ofiolitów, magmowych skał stref kolizji, jak również dane paleomagnetyczne są zbierane w elektronicznym banku danych. W wyniku analizy zebranych informacji przy użyciu programów Plates, Paleomap i GPlates powstają mapy ilustrujące położenie dawnych kontynentów i oceanów. Ilustrują one geodynamiczną ewolucję Ziemi od powstania i rozrostu, tworzenia się oceanów, przez ich zamykanie, aż do łączenia się oraz kolizji kontynentów i tworzenie się nowych superkontynentów.

Paleogeografia Ziemi w ordowiku (485-445 mln lat temu) diametralnie różniła się od geografii współczesnej. Południowa Ameryka, Afryka, Madagaskar, półwysp Dekan (czyli Indie), Antarktyka i Australia wchodziły w skład superkontynentu Gondwany. Nazwa ta pochodzi od plemienia Gondów z Indii. Superkontynent ten rozpościł się wokół bieguna południowego i dlatego tworzyły się tu paleozoiczne zlodowacenia. Północno-wschodnia Europa wraz ze Skandynawią była samodzielnym kontynentem nazywanym Baltika (od Morza Bałtyckiego). Samodzielnymi kontynentami były również Syberia i Ameryka północna, czyli Laurentja (nazwa pochodzi od rzeki św. Wawrzyńca Laurentjusza).

Wczesny ordowik był okresem największego rozproszenia kontynentów i istnienia rozległych oceanów. Ocean Iapetus jest uważany za poprzednika oceanu Atlantyckiego. Jego nazwa pochodzi od postaci z mitologii greckiej – tytana Iapetusa, syna Uranosa i Gai (Ziemi). Wschodnim przedłużeniem Iapetusa był ocean paleoazjatycki znajdujący się pomiędzy kontynentami Gondwany i Syberii. Współcześnie widoczne ofiolity Bayanchongor w Mongolii reprezentują pozostałości podłoża oceanu paleoazjatyckiego, a ofiolity Mariańskich Łaźni w zachodnich Czechach reprezentują pozostałości podłoża oceanu Iapetus. Szacowana odległość pomiędzy Gondwaną a Laurentją osiągnęła 5000 km.

We wczesnym ordowiku od Gondwany oddzieliła się część Polski, północne Niemcy, Ardeny, Anglia, Walia, południowa Irlandia, część nadmorskich prowincji Kanady i Nowej Anglii. Te kontynentalne fragmenty zwane są Awalonią (od półwyspu Avalon w Nowej Fundlandii). Oddzielenie Awalonii od Gon-

Rys. 1.

Globalna paleogeografia we wczesnym ordowiku. Widać superkontynent Gondwanę, rozciągający się wokół bieguna południowego, oraz kontynenty: Laurentja (Ameryka Północna), Baltika (północno-wschodnia Europa ze Skandynawią) i Syberia. Szeroki ocean Iapetus łączył się na wschodzie z oceanem paleoazjatyckim, którego skorupa reprezentowana jest przez ofiolity Bayanchongor. Wąski, tworzący się dopiero ocean Rei oddzielony jest od Iapetusa przez część Polski, północne Niemcy, Anglię, Walię, południową Irlandię, część nadmorskich prowincji Kanady i Nowej Anglii. Czarne trójkątki oznaczają strefy subdukcji.

Rys. 2.

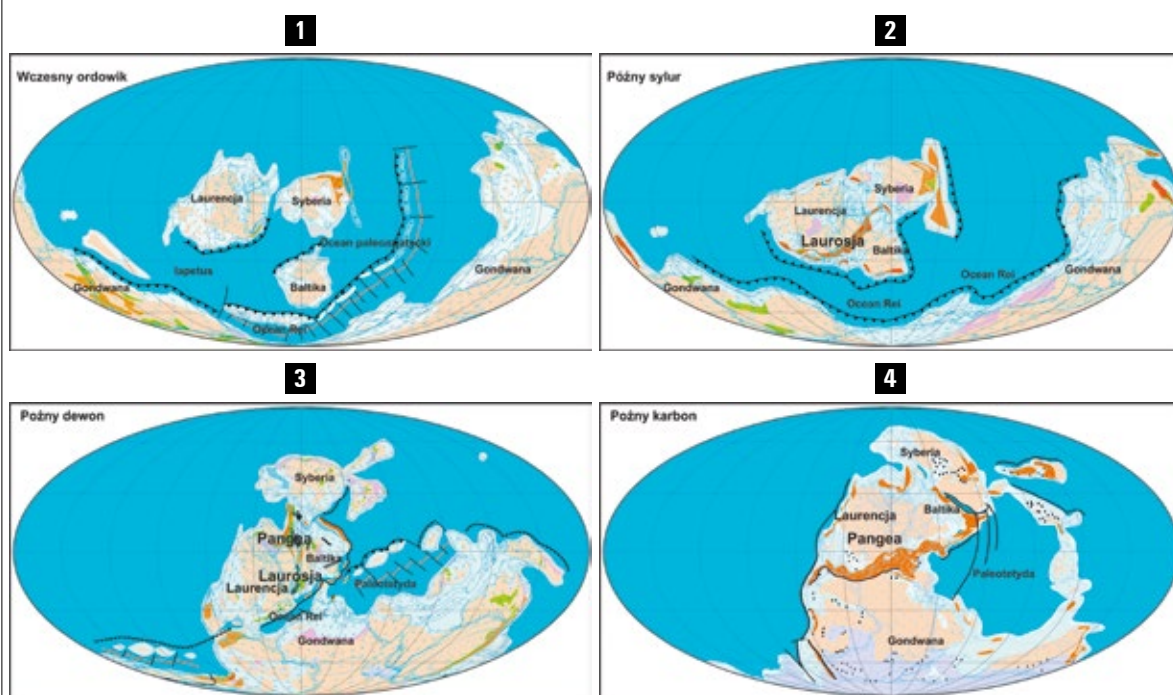
Globalna paleogeografia w późnym sylurze. Widać superkontynenty Laurosji i Gondwanę oraz szeroki Ocean Rei.

Rys. 3.

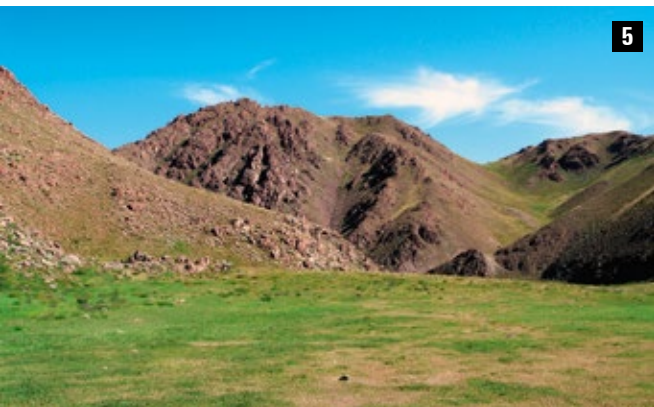
Globalna paleogeografia w późnym dewonie. Widać superkontynenty Laurosji i Gondwanę, tworzącą się Pangeę, zwężony i zamykający się ocean Rei i powstający ocean Paleotetydy.

Rys. 4.

Globalna paleogeografia w późnym karbonie. Widać superkontynent Pangei z centralnym pasmem górskim i ocean Paleotetydy. Ocean Rei został skonsumowany; jego resztki są reprezentowane przez ofiolity Ślęży.



PROF. DR HAB. INŻ. JAN GOLONKA



5



6



7



8

dwany wiązało się z powstaniem Oceanu Rei. Nazwa pochodzi od greckiej tytanidy Rei, która była siostrą Iapetusa i matką greckich bogów, Zeusa, Posejda i innych.

Wzdłuż centralnej części Gondwany rozwinęła się strefa subdukcji, co bezpośrednio wpłynęło na dryft Awalonii. W sylurze ocean Iapetus został skonsumowany i zamknięty w wyniku kolizji Baltiki, Awalonii i Laurencji. Wypiętrzenie się gór, będące wynikiem tej kolizji, znane jest pod nazwą orogenezy kaledońskiej. Nazwa to pochodzi od Gór Kaledońskich w Szkocji.

W wyniku połączenia się mniejszych kontynentów w późnym sylurze powstał superkontynent Laurosja. Kolejna konsumpcja oceaniczna objęła Ocean Rei. Ocean ten był bardzo szeroki, rozciągał się pomiędzy Gondwaną, Laurosją i Syberią. Wówczas rozpoczęło się jego zamykanie, zakończone około 300 mln lat temu w karbonie. Powodem była kolizja Gondwany i Laurosji. Wypiętrzenie się gór będące jej wynikiem znane jest w Europie pod nazwą orogenezy waryscyjskiej, pochodzącej od mitycznego plemienia germańskiego Warysków, zamieszkujących w starożytności środkową Europę. Superkontynent Pangea, który pierwszy opisał Wegener, powstał w karbonie w wyniku tej orogenezy. Przez środek Pangei przebiegało potężne pasmo górskie, którego wysokość mogła przekraczać 10 km, więcej niż współczesne Himalaje. W cieniu gór tworzyły się pokłady węgla, od których

nazwę wziął okres geologiczny karbon. Polskie Sudety należały do waryscyjskiego centralnego pasma górskiego Pangei. Ofiolity Ślęży reprezentują pozostałości podłoża zamkniętego oceanu Rei.

Przyszłość

Opis i interpretacja przebiegu dawnych procesów geologicznych opiera się na zasadzie aktualizmu zwanego również uniformitarianizmem. Zasada ta, sformułowana na przełomie XVIII i XIX w. przez angielskich badaczy Ziemi Jamesa Huttona i Charlesa Lyella zakłada, że procesy fizyczne i chemiczne były w przeszłości podobne do dzisiejszych, co streszcza sformułowanie „teraźniejszość jest kluczem do przeszłości”. Ostatnio coraz częściej mówi się o zasadzie, że „przeszłość jest kluczem do przyszłości”. Ten odwrócony aktualizm geologiczny używany jest zwłaszcza przez geologów zabierających głos w dyskusji na temat globalnego ocieplenia. W przeszłości geologicznej zmiany temperatury były znacznie większe niż dzisiaj, a więc będą następować w przyszłości bez udziału człowieka, choć może on zmiany przyspieszyć. Odtworzenie historii powstawania i konsumpcji oceanów pozwala na przewidywanie ewolucji kontynentów i oceanów w przyszłości. Można więc założyć, że Ocean Spokojny zamknie się za około 200 mln lat.

JAN GOLONKA

Fot. 5.

Gabra ofiolitu Bayanchongor, Mongolia. Gabra te stanowiły część tak zwanej oceanicznej serii ofiolitowej. We współczesnej skorupie oceanicznej warstwa zawierająca gabra osiąga miąższość ok. 5 km i znajduje się poniżej bazaltów i skał osadowych.

Fot. 6.

Bazalty poduszkowe ofiolitu Bayanchongor, Mongolia. Bazalty tego rodzaju są utworzone przez lawy podwodnych erupcji wulkanicznych. Lawa, stygnąc, w zetknięciu z wodą morską tworzy charakterystyczne poduszkowe formy.

Fot. 7.

Gabra ofiolitu masywu Ślęży na Dolnym Śląsku.

Fot. 8

Kumulaty ofiolitów masywu Ślęży na Dolnym Śląsku. Kumulaty tworzyły się na skutek grawitacyjnej dyferencjacji magmy ultrazasadowej w najniższej części kompleksu ofiolitowego. We współczesnym podłożu oceanów skały ultrazasadowe reprezentują najwyższą część górnego płaszczka Ziemi.

Chcesz wiedzieć więcej?

Radomski A., Gasiński M.A. (2004). *Elementy oceanologii. Wprowadzenie do środowisk morskich*. Kraków: Wydawnictwo UJ, 268 s.

Golonka J., Nawrocki J. (2017). *Mapy położenia kontynentów w przeszłości geologicznej. Atlas geologiczny Polski (pod red. nauk. Jerzego Nawrockiego i Anny Becker)*. Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, s. 80–85.

<https://zywaplana.pl>