



GRANICA STRATYGRAFICZNA



Andrzej Wierzbowski

Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

**prof. dr hab.
Andrzej Wierzbowski**

Badacz systemu jurajskiego – szczególnie w dziedzinie stratygrafii, faun amonitowych i paleogeografii. Autor ponad 300 publikacji naukowych.
andrzej.wierzbowski@uw.edu.pl

Międzynarodowa Unia Nauk Geologicznych 15 lutego 2021 roku ratyfikowała wniosek o wyznaczenie wzorca GSSP dolnej granicy piętra kimerydu jury górnej koło wioski Flodigarry na wyspie Skye w Szkocji, kończąc tym samym ostatecznie procedurę jego przyjęcia. Wniosek przygotowała grupa robocza złożona z kilkudziesięciu geologów z wielu krajów świata, działających pod auspicjami Międzynarodowej Podkomisji Stratygrafii Jury, a poprzednio ratyfikowała go także Międzynarodowa Komisja Stratygraficzna. We wniosku (w najbardziej skrótowej informacji) stwierdzono, że „granica jest umiejscowiona 1,25 m poniżej

podstawy warstwy 36 w formacji łupków ze Staffin, na wybrzeżu Flodigarry, gdzie jest wyznaczona przez pojawienie się kilku nowych taksonów amonitów (...). Istotne jest przy tym to, że amonity są liczne i dobrze zachowane oraz reprezentują dwie prowincje biogeograficzne, co umożliwia szerokie rozpoznanie tej granicy na świecie. Amonitowa fauna wyznacza podstawę subborealnego amonitowego poziomu Baylei, odpowiadającą podstawie podpoziomu Densicostata i horyzontu flodigarriensis, a niezależnie wyznacza podstawę borealnego poziomu Bauhini (...). Dodatkowo granica ta jest wyznaczona przez mikroskamieniałości (cysty *Dinoflagellata*) oraz zmiany w zapisie paleomagnetycznym i w zawartości izotopów węgla i strontu (...)” (w dalszej części tekstu specjalistyczne nazwy zostały już pominięte). Przygotowanie wniosku, od początku działania grupy roboczej do jego ostatecznego zatwierdzenia, trwało około 20 lat. Wszystkie te okoliczności, użyta terminologia, a także celowość i skomplikowana



Czy wzorzec granicy geologicznej jednostki czasowej jest nam potrzebny i co to jest GSSP?

LUKASZEK/SHUTTERSTOCK.COM

procedura wyznaczenia granicy, a wreszcie też długi czas przeprowadzenia badań wymagają bardziej szczegółowych komentarzy.

Historia

Od narodzin geologii aż do dzisiaj ustalenie czasu powstania skały w porównaniu do innych (określenie, czy jest ona młodsza, czy starsza) stanowiło wyzwanie dla kolejnych pokoleń badaczy. Początkowo, porównując z sobą wiekowo skały z odległych od siebie obszarów, kierowano się ich podobieństwem, jednak potem zdano sobie sprawę, że same podobieństwo skał nie może być kryterium wiekowym. W zapisie skalnym z przeszłości podobne skały pojawiały się bowiem wielokrotnie, a współczesne obserwacje pokazują, że w różnych warunkach tworzą się w tym samym czasie zupełnie odrębne typy skał. Dlatego też już od XIX wieku zaczęto grupować skały w jednostki czasowe o charakterze globalnym – przede wszyst-

kim systemy geologiczne i ich odpowiedniki czasowe – okresy – oraz jednostki wyższego rzędu – eratemy i ich odpowiedniki, czyli ery, grupujące po kilka systemów-okresów, stosując zupełnie inne kryteria wyznaczenia czasu geologicznego. Jednym z pierwszych było odniesienie czasu powstania skały do zmian w ewolucji świata organicznego. W procesie ewolucji pojawiały się i znikwały kolejne grupy organizmów, a ich zapis kopalny wyrażony obecnością skamieniałości daje możliwości porównania wiekowego skał z odległych nieraz obszarów.

Systemów geologicznych nie wyznaczył żaden komitet geologiczny. Wyrosły z wysiłku wielu, niezależnie od siebie pracujących geologów i tylko niektóre ze zgłoszonych propozycji zostały zaakceptowane, inne podległy zapomnieniu. Podobnie było z wydzieleniem jednostek niższego rzędu – pięter geologicznych. Również one zostały zdefiniowane przy użyciu przede wszystkim metod paleontologicznych, przeważnie już w XIX wieku, i tak są też wydzielane

Wyspa Skye, Szkocja

do dzisiaj. Właśnie pietra geologiczne stanowią podstawę konstrukcji każdego systemu geologicznego, gdyż dolna granica najniższego piętra w systemie jest jednocześnie dolną granicą całego systemu. W ten sposób narodziła się skala czasu geologicznego.

Ujednolicenie

Późniejsze badania wprowadziły dalsze metody porównywania wieku skał, czyli korelacji stratygraficznej (stratygrafia to nauka o zależnościach wiekowych skał), oparte na innych kryteriach – cechach geochemicznych (np. składzie izotopowym), zapisie zmian dawnego pola magnetycznego Ziemi i innych, zapisanych w materii mineralnej. Następstwo warstw skalnych w różnych miejscach na Ziemi może być jednak bardziej lub mniej kompletne (bo niektóre przedziały czasowe są po prostu materialnie nieobecne – czy to wskutek pierwotnego braku zapisu skalnego, czy też usunięcia skał przez późniejszą erozję). Inne okoliczności powodowały, że pierwotny zapis mógł zostać w późniejszym czasie zmieniony (wskutek dopływu

Piętra geologiczne stanowią podstawę konstrukcji każdego systemu geologicznego, gdyż dolna granica najniższego piętra w systemie jest jednocześnie dolną granicą całego systemu.

roztworów zmieniających pierwotny skład skały) lub nawet w całości wyeliminowany (wskutek podgrzania mogą zniknąć zapisane wskaźniki paleomagnetyczne) – co powoduje, że taka skała nie dostarcza (lub co gorsza – dostarcza „fałszywe” dane) dotyczące jej pozycji wiekowej. W związku z tym pojawiła się potrzeba wyznaczenia wzorców granic jednostek geologicznych, przede wszystkim pięter geologicznych (gdyż wszystkie jednostki wyższego rzędu są zdefiniowane przez dolną granicę najniższego piętra), opartych na idealnie zachowanym, pełnym i niezmiennym następstwie skał w konkretnym miejscu, ze wskazaniem konkretnego punktu jako wzorca wyznaczającego granicę. W ten sposób narodziło się pojęcie GSSP (*Global Stratotype Section and Point*), oznaczające światowy wzorcowy profil skał (czyli przedstawione w kolejności powstania warstwy skalne w miejscu uznanym za wzorcowe) i wskazany w nim punkt wyznaczający granicę, oznaczany symbolicznie przez *golden spike*, czyli „złoty gwóźdź” (symbolicznie – bo nikt złotego gwoźdźca tam nie wbija). Wzorce granic GSSP są wy-

dzielane powszechnie od 1977 roku pod auspicjami Międzynarodowej Unii Nauk Geologicznych (IUGS) i po ich akceptacji stają się obowiązującym punktem odniesienia dla całego świata.

Czy taka procedura jest potrzebna?

Ostatecznie można nawet zapytać, jakie ma znaczenie precyzyjne określenie przynależności skały do takiego czy innego piętra czy systemu? Jednak dla poznania budowy geologicznej, wykonania mapy geologicznej pozycja wiekowa skały i w konsekwencji takie czy inne ułożenie warstw skalnych na jakimś obszarze mają znaczenie fundamentalne: przykładowo dla prawidłowego zlokalizowania wiercenia przy poszukiwaniu kopalin, rozpoznania w nim przewodnich poziomów eksploatacyjnych (np. węglowodorów) czy wielkich inwestycji budowlanych. Oczywiście także dla rozbudowanych analiz naukowych, w których jest wymagana precyzja w określeniu wieku badanych skał. Niekiedy badania nad wzorcem GSSP dostarczają też zupełnie nowych, niespodziewanych wyników i korygują dawne błędy w stosowanych dotąd korelacjach stratygraficznych. Właśnie w takich okolicznościach należy rozpatrywać wspomniany wzorec dolnej granicy piętra kimerydu w systemie jurajskim.

Wzorec

Piszący te słowa jest przewodniczącym międzynarodowej grupy, która działając pod auspicjami Podkomisji Stratygrafii Jury (w ramach IUGS), zajmowała się wyznaczeniem wzorca piętra kimerydu – wydzielanego jako jedno z trzech pięter górnej jury, a więc wyższej części systemu jurajskiego (jury). Nazwa piętra nawiązuje do nazwy wioski Kimmeridge na wybrzeżu Dorset na południu Anglii i została wprowadzona ponad 200 lat temu, a zdefiniowana na podstawie zapisu zmian muszli amonitów z odsłoniętych w tym miejscu skał w 1913 roku. Zmiany te wyrażają pojawienie się w procesie ewolucyjnym nowego rodzaju amonitów *Pictonia* oraz następujących po sobie jego kolejnych gatunków. Właśnie ich obecność wyznacza najniższe, wymienione na wstępie artykułu, jednostki stratygraficzne kimerydu – poziom (Baylei), podpoziom (Densicostata) i horyzont (flodigarrienis). Amonity z tego obszaru należą do grupy amonitów północnych (subborealnych) i są typowe dla całego obszaru północno-zachodniej Europy i dużej części Arktyki. Ponieważ profile południowej Anglii cechowały się niepełnym zapisem geologicznym i istnieniem luk czasowych (stratygraficznych), nie spełniały zatem zaleceń wzorca GSSP, należało znaleźć inny profil z podobną fauną amonitową, spełniający wszystkie jego wymogi. Z kolei obszary arktyczne, takie jak

Grenlandia czy Syberia, chociaż dostarczają podobnej fauny amonitów, nie spełniają warunków łatwej dostępności wzorca. Jedynym profilem spełniającym wszystkie wymogi wzorca GSSP jest profil odsłonięty na wyspie Skye w północnej Szkocji. Profil ten znajduje się u podstawy klifu, w strefie oddziaływania pływów morskich, co chociaż ogranicza w pewnym stopniu dostęp, to z drugiej strony zapewnia stałe, dobre odsłonięcie występujących tu skał, gdyż drobny gruz skalny nie zalega na odsłonięciu, ale jest usuwany przez silne prądy podczas odpływu.

Uznany jako wzorzec profil Flodigarry na szkockiej wyspie Skye jako jedyny, względnie łatwo dostępny profil spełnia też inne podstawowe warunki, by stać się wzorcem GSSP. Zawiera liczne, dobrze zachowane skamieniałości wymarłych głowonogów: amonitów i belemnitów, oraz mikroskamieniałości (cysty bruzdnic *Dinoflagellata*, zbudowane z materii wapiennej lub organicznej), umożliwiające dokładne określenie następstwa stratygraficznego i badania składu izotopów trwałych (tłenu, węgla, strontu) ze szkieletów belemnitów zbudowanych z węglanu wapnia. Ponadto skały tam występujące, głównie ciemne skały ilasto-lupkowe, zachowały pierwotny zapis zmian dawnych kierunków biegunów magnetycznych Ziemi, wykorzystywane w datowaniach paleomagnetycznych. Istotna jest również możliwość wszechstronnych porównań zmian zespołów fauny amonitowej tego profilu z zespołami z innych części Europy i świata, częściowo na podstawie tzw. profili pomocniczych, a zatem wyznaczenie dokładnego, wiekowego odpowiednika przyjętego wzorca granicy oksfordu i kimerydu na innych obszarach.

Skorygowanie błędu

Dodatkowym aspektem prowadzonych badań było stwierdzenie popełnionego błędu w korelacji stratygraficznej (około 1950 roku), gdy uznano za równo-wiekowe amonity z północy i południa Europy, reprezentowane w istocie przez odmienne zespoły rozwijające się w różnym czasie. Ten błąd spowodował, że dolna granica kimerydu była wydzielana w południowej części Europy zdecydowanie wyżej – o mniej więcej dwa poziomy amonitowe (co odpowiada około 1–1,5 mln lat później) niż na północy. W efekcie istniały (a faktycznie istnieją do dzisiaj – chociaż trzeba to zmienić) dwie nieoficjalne granice uznawane za dolną granicę kimerydu, bardzo różniące się między sobą położeniem (choćby geolodzy nie byli tego w pełni świadomi) – na północy i południu Europy. W odniesieniu do pięter jury była to chyba największa stwierdzona pomyłka w stosowanych podziałach stratygraficznych, która dodatkowo pokazała zasadność wydzielenia uniwersalnego wzorca GSSP. Działania grupy kimerydzkiej poza opracowaniem wzorca GSSP na wyspie Skye musiały być zatem uzupełnione o dzia-



HUBERT WIERZBOWSKI

łania w innych obszarach Europy, by prawidłowo przeprowadzić korelację między obszarami północnymi i południowymi na kontynencie. W ramach tych prac przeprowadzono uzupełniające badania dodatkowych profili, przede wszystkim by zbadać zespoły faun amonitowych, kluczowych dla przeprowadzenia korelacji. Badania takie wykonano w trzech miejscach w Europie: w północnej Rosji koło wioski Michaleni-no w pobliżu miasta Makariew (obwód kostromski), w środkowej Polsce przy wiosce Bobrowniki na Wyżynie Wieluńskiej i w środkowej Hiszpanii koło wioski Fuentelspino de Moya w pobliżu miasteczka Landete (region Kastylii). Poza badaniami paleontologicznymi w wymienionych profilach były również prowadzone przez geologów różnych specjalności inne czasochłonne badania, wszystkie musiały być z sobą uzgodnione, a także przynajmniej częściowo opublikowane. Także procedura zatwierdzania wniosku na kolejnych szczeblach wymagała dyskusji, czasem poprawek.

Przyjęcie światowego wzorca granicy pięter oksfordu i kimerydu likwiduje istotną rozbieżność dotychczasowych regionalnych wydzieleni, która jest szczególnie znacząca między północą i południem Europy (tj. obszarami dawnych biogeograficznych prowincji borealnych i medyterańskich – zamieszkiwanych przez odmienne zespoły organizmów), a zatem precyzuje podział stratygraficzny jury górnej. Powoduje konieczność uaktualnienia map geologicznych i podziałów jury, m.in. w Polsce, gdzie obecnie przyjmowana granica oksfordu i kimerydu ulegnie znaczącemu przesunięciu ku starszym warstwom, wymaga to m.in. korekty map, przekrojów i schematów geologicznych. Jest także wymownym dowodem skuteczności międzynarodowych działań naukowych, a jednocześnie promocją polskiej myśli geologicznej, bowiem w badaniach nad ustaleniem wzorca uczestniczyło aktywnie kilku polskich geologów. ■

Zatoka Staffin koło miejscowości Flodigarry na wyspie Skye, gdzie został ustanowiony wzorzec dolnej granicy piętra kimerydu. Miejsce profilu wzorcowego koło wielkiego głazu wskazanego strzałką, obok widać pracujących geologów