

Jerzy ZNOSKO

W sprawie zbadania granicy między proterozoikiem i kambrem w Polsce

Omówiono historię badań granicy między proterozoikiem i kambrem w minionych 30 latach. Wskazano na trudności związane z ustaleniem stratotypu zawierającego tę granicę. Proponowane stratotypy: chiński i syberyjski nie spełniają warunków, gdyż w obu stwierdzono nieciągłości sedimentacyjne lub erozyjne. Dokonano krytycznego podsumowania wyników polskich badań.

W profilach polskich suma czasu, której odpowiadają luki erozyjne i sedimentacyjne, może przewyższać sumę czasu, której odpowiadają zachowane osady. Zatem wymowa fauny w tych profilach nie może być jednoznaczna. Omówiono warunki, którym powinna odpowiadać sekwencja osadów proterozoiku – kambru dla ustalenia stratotypu. Zaproponowano obszar, na którym takie badania można by przeprowadzić.

Inspiracją do napisania tego artykułu stał się bardzo interesujący odczyt prof. dra S. Orłowskiego pt. "Problem granicy prekambriu i kambriu oraz podział stratygraficzny proterozoiku i kambriu", wygłoszony w lutym 1989 r. w krakowskiej siedzibie Polskiego Towarzystwa Geologicznego.

Usytuowanie granicy między proterozoikiem i kambrem, jak i wewnętrzny podział tego ostatniego, zaproponowane zostały przez geologów radzieckich i chińskich, którzy swoje propozycje wielokrotnie prezentowali na międzynarodowych zjazdach i sympozjach terenowych. Granica między proterozoikiem i kambrem jest od wielu lat szczególnie emocjonującym zagadnieniem dla wszystkich stratygrafów, choćby tylko z powodów metodologicznych. Ale jest także sprawą szczególnej naukowej ambicji dwu obecnie dominujących w tych badaniach szkół – radzieckiej i chińskiej, bowiem dotyczy uznania propozycji radzieckiej lub chińskiej za obowiązującą, a co za tym idzie uznanie jednego z tych dwu ujęć za profil stratotypowy.

Nie miejsce tutaj na streszczenie wykładu prof. dra S. Orłowskiego, albowiem na pewno będzie on dostępny jako publikacja, która będzie zawierać wypunktowanie wszystkich ważnych zagadnień, w tym również wewnętrznego podziału kambriu w wersji chińskiej i radzieckiej, umiejscowienie w profilach granicy między proterozoikiem i kambrem, jej synchroniczność lub niesynchroniczność na różnych obszarach oraz, co najważniejsze, będzie omawiać sprawę ciągłości

lub nieciągłości sedymentacyjnej między proterozoikiem a kambrem. Ta ostatnia sprawa ma rozstrzygające znaczenie dla wyboru i powszechnego uznania przyszłego stratotypu, szczególnie jeśli się uwzględni, że historia bardzo intensywnych naukowych dociekań i badań terenowych nad tym pasjonującym zadaniem liczy sobie już lat kilkadziesiąt, a nad jego rozwiązaniem trudziły się takie potęgi geologiczne jak USA, Australia, Chiny i ZSRR. W krajach tych graniczne kompleksy skał prekambriu i kambriu na określonych obszarach rozwinięte są dobrze i niekiedy znakomicie odsłonięte. Jednakże kontrowersyjność proponowanych rozwiązań była tak wielka, że w latach 60-tych zrodziła się idea powołania międzynarodowych zespołów roboczych, które wspólnie miałyby podjąć próby, przeprowadzane w różnych regionach świata, rozwiązania tego trudnego i – w miarę napływu nowych informacji – coraz trudniejszego zadania.

W ramach naukowej, dwustronnej współpracy radziecko-polskiej zorganizowano w późnych latach 60-tych grupę roboczą „Granica kambriu i prekambriu”. Międzynarodowa organizacja IUGS (Międzynarodowa Unia Nauk Geologicznych), działająca pod auspicjami UNESCO, zainicjowała powstanie w 1973 r. Międzynarodowego Programu Korelacji Geologicznej (IGCP), który już w 1974 r. powołał do działalności Projekt Nr 29 „Granica prekambriu – kambriu”. Powstanie tego projektu poprzedziła międzynarodowa działalność najbardziej zainteresowanych krajów w badaniu tego zagadnienia, które jako wielki i ważny problem geologiczny zmanifestowało się już na 20 Międzynarodowym Kongresie Geologicznym w Meksyku w 1956 r. i od tego czasu nie schodziło z porządku obrad każdego kongresu i działającej w przerwach między kongresami jego Komisji Stratygraficznej.

Po zorganizowaniu się grup roboczych Projektu Nr 29 międzynarodowe, terenowe spotkania odbyły się w Baszkirii, we wschodniej Syberii (Ałdan i Lena), w Normandii (Francja), Wielkiej Brytanii, Maroku, Południowej Australii, Hiszpanii i ponownie Wielkiej Brytanii (Cambridge), na Nowej Fundlandii, w Himalajach, Szwecji, Chinach i Mongolii. Problem jest jednak nadal nie rozwiązany, a proponowane stratotypy nie spełniają wymaganych warunków.

Czytelnikowi, który chciałby dokładniej zapoznać się z tym pasjonującym zadaniem, należałoby zarekomendować poszczególne zeszyty sprawozdań *Geological Correlation* (1977–1988), w których zawarte są miesięczne i roczne raporty z poszczególnych programów IGCP. Najświeższe źródłowe wiadomości autorskie z badań nad granicą proterozoiku – kambriu można znaleźć natomiast w pracach A.Y. Rozanowa (1984), Xing Yushenga (1986), T.N. Spizarskiego i in. (1986), K.A. Plomba i R.D. Gee'a (1986, 1987), K.A. Plomba (1986) oraz w znakomitym, wielkim atlasie paleogeograficznym Chin (*Atlas of the palaeogeography...*, 1985). Ponadto trzeba jeszcze zalecić tom zbiorowy prac poświęcony wyłącznie temu zagadnieniu *Precambrian – Cambrian boundary* w *Geological Magazine* (1984), w którym opublikowano szczególnie ważne wyniki badań geologów chińskich i radzieckich, oraz *Pre-Cambrian Research* (1982, 1986, 1987). Wskazane prace obrazują najświeższy stan badań, zróżnicowanie poglądów na granicę proterozoiku – kambriu oraz różną interpretację korelacyjną i wreszcie zawierają źródłową literaturę problemu.

Krótko streszczając aktualny stan badań trzeba powiedzieć, że chińskie propozycje są jeszcze trudno korelatywne z innymi podziałami, a zdawałoby się bardziej atrakcyjne propozycje stratotypu syberyjskiego obarczone są wykazanym brakiem ciągłości sedymentacyjnej między proterozoikiem a kambrem.

Dyskutowana jest również ciągle sporna rozpiętość czasowa tej przerwy sedymentacyjnej lub synsedymentacyjnej erozji.

Z przeglądu dotychczasowych badań wynika, że stosunkowo mało przydatne do rozwiązania tego zadania są profile litologiczne pogranicza proterozoiku – kambru, wywodzące się z szelfowych warunków sedymentacji. Jeśli to określenie jest dla ówczesnych warunków geologicznych jeszcze za mało trafne, to w każdym razie ze zbiorników na tyle płytkich, a jednocześnie na tyle ruchliwych (wchodzi tu również w rachubę zmiany eustatyczne zwierciadła oceanu światowego), że przerwy w sedymentacji tego kompleksu, inicjującego fanerozoiczny cykl zdarzeń, mogą być zapisane nie tylko na samej rubieży proterozoiku – kambru – co jest już zupełnie pewne dla proponowanego stratotypu syberyjskiego – ale również bezpośrednio pod, jak i nad tą granicą.

Podobny charakter trudności zauważa się w polskich próbach rozwiązania tego zagadnienia (K. Lenzion, 1963; J. Znosko, 1965; H. Zakowa, L. Jagielska, 1970; B. Areń i in., 1978, 1979; W. Pożaryski i in., 1981; K. Lenzion i in., 1982). Wypada stwierdzić, że wszelkie podziały stratygraficzne i korelacje kompleksów, poniżej dobrze dokumentowanych biostratygraficznie osadów z fauną holmiową, ulegają z biegiem czasu poważnym zmianom. Dość wspomnieć o piętrze klimontowskim, które zaliczano do kambru subholmiowego, a które ostatnio (K.A. Mens, 1980) przeniesiono do wyższej części kambru holmiowego B. Ten sam los spotkał warstwy bazowskie (K. Lenzion i in., 1982) i kotuszowskie, a wraz z nimi jasięskie, jeśli dotychczasowe następstwo warstw ustalono prawidłowo (W. Pożaryski i in., 1981).

Jeśli można się oprzeć na wynikach korelacji litostratygraficznej w dobrze rozwierconym przekroju geologicznym Szlinokiemię – Mielnik (J. Znosko, 1965, fig. 2), to wynikają z niego następujące wnioski:

1. Między wulkanogenicznymi warstwami wisznickimi (seria sławatycka według K. Lenzion – B. Areń, K. Lenzion, 1978) a serią kruszyniańską (seria siemiatycka według K. Lenzion – B. Areń, K. Lenzion, 1978) istnieje zupełnie nieokreślona czasowo luka erozyjna i sedymentacyjna. Seria kruszyniańska rozpoczyna nowy, a r k o z o w y etap sedymentacyjny, który musiał być poprzedzony odpowiednio długotrwałym wietrzeniem, po czym nastąpiło napławienie rezydualnej pokrywy arkozowej.

2. Charakter litologiczny warstw bużańskich dolnych (seria lubelska według K. Lenzion – B. Areń, K. Lenzion, 1978), wyrażający się ogromną zmianą habitusu skalnego w stosunku do podścielających je arkoz, może być wytłumaczony tylko długotrwałą (jeśli nie bardzo długotrwałą) przerwą w sedymentacji. W czasie tej przerwy musiała nastąpić poważna zmiana warunków klimatycznych, które w konsekwencji spowodowały odmienny typ wietrzenia i zupełnie różny od poprzedniego typ sedymentacji. Klimat ciepły (a może gorący) i suchy, w którym dominowało wietrzenie fizyczne, umożliwił sedymentację arkoz. Klimat chłodniejszy, a co najwyżej umiarkowany i wyraźnie wilgotny, uruchomił przede wszystkim wietrzenie chemiczne. O ile w arkozach dominują związki żelaza trójwartościowego, o tyle w warstwach bużańskich mamy do czynienia przede wszystkim ze związkami żelaza dwuwartościowego, które nadaje osadom nie pstre, jak poniżej, lecz przeważające szarozielone, zielone i seledynowe zabarwienie.

3. Na serii bużańskiej jedynie w profilu Mielnika stwierdzono w przekroju białowieskim kompleks piaskowców dolnych warstw suwalskich (seria włodawska według K. Lenzion – B. Areń, K. Lenzion, 1978), rozpoczynających się splukanym osadem rezydualnym, pstrym o spoiwie ilasto-getytowym z ziarnami

ilmenitu. Przerwa erozyjna i sedymentacyjna między serią bużańską a dolnymi warstwami suwalskimi i w tym przypadku nie ulega wątpliwości.

4. Powyżej leżą piaskowce suwalskie górne (warstwy zawiszyńskie i *pro parte* seria kaplonoska = *Holmia A* według K. Lendzion — B. Areń, K. Lendzion, 1978), które w pozostałych profilach przekroju białowieskiego nakrywają „niezgodnie”, tzn. z luką, różne ogniwa warstw bużańskich dolnych lub górnych, wszędzie w stropie wtórnie zaczerwienionych. Przerwa erozyjna i sedymentacyjna jest i tu bardzo dobrze zapisana w osadach, a co więcej zaznacza się transgresywny charakter najniższego kambru holmiowego A.

5. Taki sam wniosek wynika również z odmiennego habitusu warstw bałtyckich (seria radzyńska i *pro parte* seria kaplonoska według K. Lendzion — B. Areń, K. Lendzion, 1978) w stosunku do podścielających piaskowców suwalskich.

Wyszczególnione wnioski dotyczące pięciu przerw sedymentacyjnych i transgresywnego charakteru poszczególnych kompleksów skalnych dobrze widoczne są również na tablicy korelacyjnej K. Lendzion (B. Areń, K. Lendzion, 1978). Ich wymowa jest jednoznaczna. Nieciągłości te równie dobrze zaznaczają się w dość ostrych, a nawet niekiedy w drastycznych zmianach charakterystyki petrograficznej (M. Juskowiakowa, 1978), a także mineralogicznej i geochemicznej (M. Wichrowska, 1978).

Wniosek jaki z tej analizy wynika jest ten, że profil wendu i kambru dolnego w polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej jest niepełny i trudno się zgodzić ze stwierdzeniem grupy autorów (B. Areń i in., 1979), że osady z pogranicza proterozoiku i kambru reprezentują w polskiej części starej platformy nieprzerwaną sukcesję morską. Stwierdzenie to nie ma podstaw i pozostanie tak długo hipotetyczne, jak długo nie zostanie określony definitywnie wiek kompleksów skalnych z pogranicza wendu i kambru.

Ciągłość sedymentacyjna i nieprzerwana sukcesja morska powinny się wyrazić łagodnymi, ciągłymi krzywymi zmian charakterystyki petrograficznej, mineralogicznej i geochemicznej, szczególnie na kontaktach różnych kompleksów skalnych. Zjawiska takiego właśnie nie obserwujemy. Jak dotychczas kompleksy skalne na pograniczu wendu i kambru i w kambrze dolnym podlegają dość częstym i dość dużym „roszadom” stratygraficznym i korelacyjnym.

Zjawisko luk erozyjnych i sedymentacyjnych w profilach różnych regionów Polski NE i E wyrażone jest z różną intensywnością, ale jego wymowa paleogeograficzna jest wyraźna. I bez względu na to, jakie będzie ostatecznie zaszeregowanie stratygraficzne warstw suwalskich dolnych i górnych, przerwa między najwyższym wendem a kambrem, jak i kambrem subholmiowym a holmiowym w Polsce wschodniej i północno-wschodniej, wydaje się być bardzo prawdopodobna, jeśli nawet nie pozadykusyjna. Nawet profil otworu Łopienik IG 1 z lubelskiego skłonu starej platformy, w którym przejście osadów wendu w osady kambru subholmiowego odbywa się tak stopniowo, że granica między nimi „rozpływa się i trudno ją wskazać” (K. Lendzion, 1983a), nie może być reprezentatywny, ponieważ, jak wynika ze słów autorki (*op. cit.* str. 682), granica ta — mimo że ustalona na podstawie kryteriów biostratygraficznych — jest umowna i polega na przyjęciu warunkowej konwencji. Ponadto kambr subholmiowy profilu tego otworu według K. Lendzion (1983b) nie zawiera osadów z *Mobergella*, a więc profil litologiczny i w tym przypadku nie jest pełny.

Trzeba jeszcze podkreślić sprawę niebagatelną, która pojawia się w trakcie szczegółowego studiowania przekrojów geologicznych (K. Lendzion, 1983a, fig. 2, 3, 4, 8). Wzajemne relacje poszczególnych kompleksów skalnych w ich

następstwie czasowym oraz przebiegające przez nie, często diagonalnie (diachronicznie?), biostratygraficznie ustalone granice wywołują poważne obiekcje natury sedymentologicznej, paleogeograficznej i *volens nolens* natury właśnie stratygraficznej. I jakkolwiek by nie było, zaprezentowane przekroje upewniają czytającego o częstych i dużych rozmiarowo lukach stratygraficznych i erozyjno-sedymentacyjnych w osadach wendy, między wendem a kambrem subholmiowym, w kambrze subholmiowym, wreszcie między kambrem subholmiowym a holmiowym¹.

W związku z powyższym uzasadnione wydaje się być pytanie: jaki jest stosunek czasu sedymentacji omówionych kompleksów skalnych do czasu przerw między nimi? I czy sumaryczny czas przerw erozyjnych i sedymentacyjnych nie przewyższa sumarycznego czasu sedymentacji zachowanych kompleksów skalnych?

Te pytania pogłębione są jeszcze dodatkowo świadomością, że fauna poznana dotychczas w wendzie i dolnym kambrze subholmiowym, a szczególnie prymitywna, pierwotna fauna szkieletowa, nie ma jeszcze ściśle określonego zasięgu czasowego występowania. Na pewno nie jest to fauna wysoko wyspecjalizowana, a zatem nie krótkotrwała w sensie życiowym i nie spełniająca raczej atrybutu kosmopolityczności. I jej znaczenie, i jej wymowa stratygraficzna oraz korelacyjna nie są więc takie, do jakich przywykliśmy w odniesieniu do przewodniej fauny fanerozoicznej. Dlatego też w miarę uściślenia i rozpoznawania nowych kompleksów skalnych, wypełniających znane już luki erozyjne i sedymentacyjne, można się spodziewać pełniejszej, a nawet nowej wymowy stratygraficznej poznanej dotychczas fauny, która jako prymitywna odznacza się długowiecznością. I znówu pytanie — czy określone dotychczas zasięgi tej fauny w profilach z lukami erozyjnymi i sedymentacyjnymi nie są zasięgami pozornymi, „skróconymi” w stosunku do czasu ich rzeczywistego trwania?

Wnioszek z powyższego przeglądu narzuca się sam — należy zwrócić uwagę na profile o takim rozwoju sedymentacyjnym, które dawałyby dużą szansę przyjęcia dla omawianego pogranicza spokojnej, a więc pelitycznej, jednolitej i ciągłej sedymentacji, obejmującej duży odcinek profilu o wieluset, a może i ponad 1000 m miąższości, w którym powinna się mieścić sporna granica.

¹ *A propos* zmian stratygraficznych. Ukazała się w *Kwartalniku Geologicznym* praca B. Arenia (1987) o paleozoiku Suwalszczyzny, której sens jest dla mnie niezrozumiały. Znaczna część tego artykułu jest obsesyjną krytyką moich trzech prac poświęconych granicy między wendem a kambrem dolnym i zaliczeniu warstw suwalskich do wendy (J. Znosko, 1973a–c).

Zmiany w zaliczeniu stratygraficznym kompleksów skalnych (i nie tylko tych niemych paleontologicznie!) nie są zjawiskiem wyjątkowym i B. Areń ma ich również sporo na swoim koncie. Jednakże zupełnie niepojęta jest krytyka mojego poglądu, opublikowanego w 1973 r. (a więc opracowanego wcześniej w latach 1971–1972), z pozycji prac krajowych i zagranicznych opublikowanych w latach 1973–1983, których jako żywo uwzględnić nie mogłem i oczywiście nie wykorzystałem ich i nie cytowałem. B. Areń czyni mi więc, bez względu na to czy świadom tego, czy też nie, zarzut ułomności mego warsztatu naukowego. Tymczasem nawet przeciętnie wprawny, dysponujący podstawową rutyną, Czytelnik łatwo zauważy, że nikt nie może cytować prac z lat 1973–1983, jeśli jego praca ukazała się w 1973 r. Dociekliwy Czytelnik także łatwo stwierdzi, że i praca z 1972 r. była mi niedostępna. Bo jeśli została podpisana do druku 18.V.1972 r., to w polskich bibliotekach mogła się pojawić nie wcześniej niż w I kwartale 1973 r. Jedyna praca z 1972 r. nie została przeze mnie świadomie wykorzystana, jako że wydrukowana jest w języku litewskim. B. Areń powołuje się na tę pracę. No cóż, biję się w piersi i zazdroścuję B. Areniowi znajomości tego języka. Opisana i nietrudna do rozwikłania współzależność czasowa wymienionych prac jest chyba oczywista dla każdego pracownika naukowego nawet ze średnim doświadczeniem pisarskim. Jednakże nie dla B. Arenia. Powstaje zatem automatycznie pytanie, co do pobudek w dociekaniu prawdy naukowej, którymi kieruje się B. Areń. Odpowiedź pozostawiam Czytelnikowi.

Kierując się przesłankami, zgodnie z którymi określiłem powyżej swoje stanowisko, nie zajmuję się podobnymi „roszadami” stratygraficznymi, których dokonywał B. Areń stopniowo, ale stale od 1960 r. w odniesieniu do stratygrafii wendy i kambry dolnego. Z tych samych powodów nie widzę potrzeby, aby analizować piruety paleogeograficzne B. Arenia w odniesieniu do kierunku transgresji tremadoku w obniżeniu podlaskim (B. Areń, 1972, str. 28). Sprawa na tle znajomości geologii regionalnej i prac publikowanych już wcześniej, zarówno w polskiej, jak i radzieckiej literaturze, w ogóle nie nadaje się do jakiegokolwiek dyskusji.

Pelityczna, jednolita seria skalna daje rękojmię spokojnych warunków sedymentacyjnych, w miarę głębokowodnych, i dużego oddalenia od brzegu. Zatem niebezpieczeństwo przerw sedymentacyjnych lub synsedymencyjnej erozji jest praktycznie znikome. Pelityczność osadów upewnia o powolnym procesie sedymentacyjnym, a więc *eo ipso* upewnia o dostatecznie długim czasie tej sedymentacji.

Takimi najlepszymi profilami do tych badań powinny być kompleksy skalne wendy i kambru dolnego w jednolitym, pelitycznym wykształceniu, co powodowało niejednokrotnie w praktyce mylne zaliczenie skał ilastych tzw. ryfeju do kambru lub odwrotnie. Zawierają one co prawda bardzo mało wartościowej makrofauny albo nie zawierają jej wcale i ten przypadek jest najczęstszy, ale obecnie jest możliwość przeprowadzenia analizy biostratygraficznej na podstawie akritarchów. Przed 30 laty była to dyscyplina biostratygraficzna dopiero się rozwijająca i, jak zawsze w takich przypadkach, bardzo kontrowersyjna. Obecnie jednak akritarchy mają bardzo wielkie znaczenie, niejednokrotnie nawet wyłączne, a ich zdolność rozdzielcza np. w stosunku do dolnokambryjskich trylobitów jest wyraźnie jakościowo i ilościowo większa (G. Vidal, inf. ustna).

Jest oczywiste, że stratotypowa granica powinna być ustalana na podstawie wspólnej wymowy wszystkich grup organizmów, ale to może nastąpić dopiero później, kiedy będzie stworzony wzorzec biostratygraficzny, do którego odnosić się będzie wymowa innych skamieniałości.

Podejmując ten problem, przyświeca mi idea wypowiedziana podczas odczytu na sesji jubileuszowej 40-lecia Instytutu Geologicznego i opublikowana następnie w *Pracach Instytutu Geologicznego*, poświęconych tym obchodom (J. Znosko, 1963, str. 84, 86–87, 88–90). Istota końcowej frazy dotyczy co prawda wyjaśnienia niezgodności tektonicznej między utworami ryfejskimi i dolnokambryjskimi, ale akcent położony jest na możliwość *ci ą g ł ę j i n t e r p r e t a c j i* przekroju geologicznego, którego północny kraniec powinien stanowić kambr dolny antyklinorium kieleckiego. Na stronach 84–87 (*op. cit.*) rozważana jest możliwość istnienia wśród tzw. utworów „ryfejskich” skał w istocie staropaleozoicznych, których litofacja jest identyczna lub prawie taka sama jak skał niewątpliwie ryfejskich.

To przypuszczenie zostało już przez praktykę geologiczną zweryfikowane. Otóż niejednokrotnie wydawało mi się, że wielkie podobieństwo litofacyjne skał ryfejskich i dolnokambryjskich umożliwiało pomyłki w obie strony. Przypuszczenie to potwierdziły badania ostatnich lat. Utwory „ryfejskie” lub subholmiowe w niektórych profilach zostały na podstawie badań akritarchowych uznane za osady kambru holmiowego i protolenusowego, a nie wykluczone że i kambru środkowego (otwory: Bazów, Ryszkowa Wola 3a, Węgleszyn IG 1, Kotuszów, Jędrzejów IG 1; H. Żakowa, L. Jagielska, 1970; W. Pożaryski i in., 1981; K. Lendzion i in., 1982).

Sprawa odmłodzenia wiekowego warstw staje się w ogóle coraz powszechniejsza. Jest to jak gdyby stały trend w wyniku badań akritarchowych (Z. Kowalczewski i in., 1986). Podobną uwagę należy wypowiedzieć również w stosunku do skał tzw. kadomskiego i późnodalslandzkiego podłoża, których wiek izotopowy na podstawie datowania K/Ar szacuje się na 600 i 615·10⁶ lat (Nieczajna, Podborze) i których stopień zmetamorfizowania jest niewielki („ryfejski”), oraz do skał Rzeszotar i Dobczyce, których stopień zmetamorfizowania jest wyraźny (skały facji amfibolitowej), a wiek izotopowy określa się na 516–544·10⁶ lat (Dobczyce) i 469–930·10⁶ lat (Rzeszotary) (W. Pożaryski

i in., 1981). I stopień zaangażowania metamorficznego, i wiek izotopowy są kontrowersyjne i dają pole do wielorakich interpretacji. Trzeba przy tym podkreślić, że datowanie izotopowe, oscylujące przy granicy proterozoiku – kambru, przyjmowane w interwale $530-615 \cdot 10^6$ lat (wend – kamb) i $610 \cdot 10^6$ lat (sinian – kamb) jest bardzo zachęcające dla dalszych badań i analiz akritarchowych.

Idea zbadania kontaktu skał dolnego kambru z jego podłożem nie jest nowa w polskiej geologii. Pomysł ten został wypowiedziany przez J. Samsonowicza i przez Niego zostało wskazane miejsce, w którym usytuowany otwór wiertniczy miałyby szansę to zadanie rozwiązać. Dotyczy to otworu Bazów, którego lokalizacja była uwarunkowana rzekomo prawie płaskim ułożeniem skał dolnego kambru i tym samym dawała największe szanse osiągnięcia podłoża prekambryjskiego. Rzeczywistość była jednak zaskakująca. Przewiercone warstwy okazały się fragmentem większej zdygitowanej antykliny (lub synkliny) leżącej (H. Zakowa, L. Jagielska, 1970, fig. 2), która w partii górnej na odcinku od 47,00 do 165,00 m wykazała istnienie kilku wyraźnych przegubów fałdowych, intensywne zlustrowanie i liczne uwarstwienia charakteru spływowego (notatki własne). Wiek warstw początkowo określony na kamb subholmiowy (H. Zakowa, L. Jagielska, 1970) został ostatnio ustalony na kamb holmiowy, a ponadto w partiach profilu od ok. 500 do ok. 1400 m wykazano 4-krotnie przeguby zdygitowanego fałdu leżącego (K. Lenzion i in., 1982, fig. 2).

Wydaje się, że powtórne nawiązanie do reperu stratygraficznego i litologicznego, jakim jest profil otworu Bazów i zaprojektowanie kilkunastu płytkich otworów wiertniczych w kategoriach 300–500 m (a więc tanich!!) – przebijających osady miocenu w jego peryferycznych, marginalnych partiach, dostatecznie daleko na południe od Gór Świętokrzyskich, gdzie utwory ryfeju (wendu) mają wszelkie szanse dominowania – byłoby przedsięwzięciem frapującym, pożytecznym i niedrogim. Dla usytuowania ciągu otworów istnieją już wystarczająco dobre mapy przedmioceniowego podłoża.

Zadanie to dedykuję Oddziałowi Świętokrzyskiemu, Zakładowi Stratygrafii, Tektoniki i Paleogeografii oraz Zakładowi Geologii Wgłębnej Nizy PIG.

Zakład Stratygrafii, Tektoniki
i Paleogeografii
Państwowego Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 10 października 1989 r.

PIŚMIENNICTWO

- AREŃ B. (1972) – Rozwój paleozoiku w obniżeniu podlaskim. *Kwart. Geol.*, **16**, p. 19–36, nr 1.
AREŃ B. (1987) – Paleozoik Suwalszczyzny. *Kwart. Geol.*, **31**, p. 569–580, nr 4.
AREŃ B., LENDZION K. (1978) – Charakterystyka stratygraficzno-litologiczna wendy i kambru dolnego. W: Wybrane problemy stratygrafii i litologii wendy oraz dolnego kambru na platformie prekambryjskiej w Polsce. *Pr. Inst. Geol.*, **90**, p. 7–43.
AREŃ B., LENDZION K., JAWOROWSKI K., JUSKOWIAKOWA M., WICHROWSKA M. (1978) – Wybrane problemy stratygrafii i litologii wendy oraz dolnego kambru na platformie prekambryjskiej w Polsce. *Pr. Inst. Geol.*, **90**.
AREŃ B., LENDZION K., JAWOROWSKI K., JUSKOWIAKOWA M., WICHROWSKA M.

- (1979) – The Vendian and Lower Cambrian in the Polish Part of the East-European Platform. *Biul. Inst. Geol.*, **318**, p. 43–57.
- ATLAS OF THE PALAEOGEOGRAPHY OF CHINA (1985) – Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Wuhan College of Geology. Cartographic Publishing House, Beijing China. First Edition June.
- GEOLOGICAL CORRELATION (1977) – nr 5; (1980) – nr 8; (1984) – nr 12; (1986) – nr 14; (1987) – nr 15; (1988) – nr 16.
- GEOLOGICAL MAGAZIN (1984) – t. 121, nr 3.
- JUSKOWIAKOWA M. (1978) – Charakterystyka petrograficzna osadów morskich z pogranicza prekambriu i kambriu. W: Wybrane problemy stratygrafii i litologii wendiu oraz dolnego kambriu na platformie prekambryjskiej w Polsce. *Pr. Inst. Geol.*, **90**, p. 71–84.
- KOWALCZEWSKI Z., KULETA M., LISIK R., MOCZYDŁOWSKA M. (1986) – Nowe dane o skałach kambriu i dolnego ordowiku z okolic Wiśniówki w Górach Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.*, **30**, p. 201–228, nr 2.
- LENDZION K. (1963) – Eokambri i kambri zachodniego obrzeżenia platformy prekambryjskiej Europy wschodniej. W: Czterdzieści lat Instytutu Geologicznego, 1919–1959. *Pr. Inst. Geol.*, **30**, p. 147–155, cz. 4.
- LENDZION K. (1983a) – Biostratygrafia osadów kambriu w polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej. *Kwart. Geol.*, **27**, p. 669–694, nr 4.
- LENDZION K. (1983b) – Rozwój kambryjskich osadów platformowych Polski. *Pr. Inst. Geol.*, **105**.
- LENDZION K., MOCZYDŁOWSKA M., ŻAKOWA H. (1982) – A new look at the Bazów Cambrian sequence (Southern Holy Cross Mts). *Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. Sc. Terre*, **30**, p. 67–75, nr 1–2.
- MENS K.A. (1980) – Cz. I. Vendian and Cambrian palaeogeography of the Western part of the East-European Platform. Introduction. Drevlyan epoch. W: Palaeogeography and lithology of Vendian and Cambrian of the Western part of the East-European Platform. *Acad. Sc. USSR*, p. 5–8.
- PLOMB K.A. (1986) – Subdivision of Precambrian time recommendations and suggestions by the Subcommission on Precambrian Stratigraphy. *Pre-Cambrian Research*, **32**, p. 65–92.
- PLOMB K.A., GEE R.D. (1986) – Recent proposals for subdivision of the Precambrian. *Episodes*, **9**, p. 243, nr 4.
- PLOMB K.A., GEE R.D. (1987) – Nomenclature for the Proterozoik – Recent actions by the Sub-Commission on Pre-Cambrian Stratigraphy. *Pre-Cambrian Research*, **36**, p. 185–187.
- POŻARYSKI W., VIDAL G., BROCHWICZ-LEWIŃSKI W. (1981) – New data on the Lower Cambrian at the southern margin of the Holy Cross Mts (SE Poland). *Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. Sc. Terre*, **29**, p. 167–174, nr 2.
- PRE-CAMBRIAN RESEARCH (1982) – t. 17; (1986) – t. 32; (1987) – t. 36.
- ROZANOV A.Y. (1984) – The Precambrian–Cambrian boundary in Silesia. *Episodes*, **7**, p. 20–24, nr 1.
- SPIŻARSKI T.N., ZHURAVLEVA I.T., REPINA L.N., ROZANOV A.Yu., TCHERNYSHEVA N.Ye., ERGALIEV G.H. (1986) – The stage scale of the Cambrian System. *Geol. Mag.*, **123**, p. 387–392, nr 4.
- WICHROWSKA M. (1978) – Charakterystyka mineralogiczno-geochemiczna osadów ilastych z pogranicza prekambriu i kambriu. W: Wybrane problemy stratygrafii i litologii wendiu oraz dolnego kambriu na platformie prekambryjskiej w Polsce. *Pr. Inst. Geol.*, **90**, p. 85–96.
- XING YUSHENG (1986) – Biostratigraphy of the Yangtze Gorgearea „Sinian”. *Geol. Publ. House, Beijing (China)*, p. 1–143.
- ZNOSKO J. (1963) – Problemy tektoniczne obszaru pozakarpacciej Polski. W: Czterdzieści lat Instytutu Geologicznego, 1919–1959. *Pr. Inst. Geol.*, **30**, p. 71–99, cz. 4.
- ZNOSKO J. (1965) – Sinian i kambri północno-wschodniej Polski. *Kwart. Geol.*, **9**, p. 465–488, nr 3.

- ZNOSKO J. (1973a) — Budowa geologiczna północno-wschodniej Polski. Przew. 45 Zjazdu Pol. Tow. Geol., p. 11—25.
- ZNOSKO J. (1973b) — Pokrywa osadowa Augustowszczyzny i Suwalszczyzny. Przew. 45 Zjazdu Pol. Tow. Geol., p. 45—74.
- ZNOSKO J. (1973c) — Suwałki IG 1 (= Szlinokiemie IG 1). Profile Głęb. Otw. Wiert. Inst. Geol., z. 16.
- ŻAKOWA H., JAGIELSKA L. (1970) — Najstarsze skamieniałości dolnego kambru Gór Świętokrzyskich. Kwaft. Geol., 14, p. 9—28, nr 1.

Ежи ЗНОСКО

ВОПРОС ИССЛЕДОВАНИЯ ГРАНИЦЫ МЕЖДУ ПРОТЕРОЗОЕМ И КЕМБРИЕМ В ПОЛЬШЕ

Резюме

Описанные исследования границы протерозой—кембрия проведенные за последние 30 лет. Представлены международные усилия в области исследования этого вопроса в разных странах, проведенные в рамках международной программы геологической корреляции (ИГЦП, Проект № 29), а также двустороннего сотрудничества между Польшей и СССР. Приведены основные позиции литературы за период 1977—1987, в которой представлены результаты исследований проведенных в разных странах.

Из этого обзора видно, что предлагаемый китайский стратотип трудно коррелируется с другими шкалами, а прибрежный сибирский стратотип имеет доказанную седиментационную прерывистость между протерозоем и кембрием. Все еще обсуждается временный диапазон этого седиментационного перерыва или синседиментационной эрозии.

Из проведенных до сих пор исследований видно, что для решения этого вопроса мало пригодными являются скальные секвенции пограничья протерозоя—кембрия, происходящие из шельфовых или — вообще говоря — настолько мелких бассейнов с подвижным дном, что седиментационные перерывы и эрозия могут выступать не только на границе протерозой—кембрий, но также непосредственно над и под этой границей.

Подобные затруднения выступают также в польских попытках решения этого вопроса. Стратиграфические шкалы и коррелятивные связи комплексов расположенных ниже осадков с хольмиевой фауной подвергались разным изменениям во времени (нпр. климонтовский ярус, базовские, котушовские, ясенские слои). На основании однозначности литостратиграфической корреляции разреза Мельник—Шлинокеме (Сувалки) — (Е. Зноско, 1965) — видно, что в скальной последовательности от вишницких слоев (серия славатицкая по К. Лендзен) до балтийских слоев (радзинская серия и *pro parte* капленоская серия по К. Лендзен) выступает четко 5 седиментационно-эрозионных пробелов. Они видны также на корреляционной таблице К. Лендзен (Б. Арень, К. Лендзен, 1978, таб. 1), а также в якобы непрерывном разрезе венда—нижнего кембрия на польской части древней платформы (Б. Арень и др., 1979; К. Лендзен 1983a, фиг. 2—4, 8).

Возникает вопрос, разве суммарное время седиментационных и эрозионных пробелов не более долгое чем время седиментации сохранных скальных комплексов. В связи с такой возможностью следует отметить, что значение примитивной, скелетной фауны найденной в этих осадках не может быть однозначным. Не можно исключить, что она характеризуется более долгим временем существования, чем это вытекает из фрагментов сохранных

скальных секвенций. Определенные до сих пор ее диапазоны могут оказаться „сокращенными” т.е. меньшими по отношению к действительному времени ее продолжительности.

Из этих рассуждений видно, что следует обратить особое внимание на разрезы такого седиментационного развития, которое обеспечивало бы для описываемого пограничия протерозой—кембрий — спокойную, пелитовую, т.е. однородную и непрерывную седиментацию. Так образованная скальная секвенция должна представлять большую часть разреза мощности нескольких сот, а может быть даже свыше тысячи метров, в которой должна находиться спорная граница.

Пелитовая, однородная скальная серия дает уверенность спокойных условий седиментации, довольно глубоководных, а также значительного отдаления от берега. Опасность седиментационных пробелов и эрозии в такой скальной секвенции очень мала. Пелитовые осадки убеждают о медленной седиментации и относительно долгим периоде седиментации. Самыми лучшими разрезами для этих исследований должны быть разрезы венда и кембрия в однородном, пелитовом образований, что часто было причиной ошибочного причисления пород „риффея” к кембрию или наоборот. Этот тип пород почти не содержит макрофауны, но часто в них находятся акритархи, которых разделительность гораздо больше чем трилобитов. На их основании следует создать биостратиграфическую шкалу, с которой можно бы сравнивать значение других окаменелостей.

Рассматривая этот вопрос я бы хотел отнести к мнению, высказанному на эту тему в 1960 г. на юбилейной сессии сороколетия Государственного Геологического Института (Е. Зноско, 1963). Идея исследования контакта пород нижнего кембрия с его „рифейским” основанием не новая. Ее пропагировал Я. Самсонович и он указал место для бурения скважины „Базув”, целью которой было выяснение этого контакта. Эта скважина не исполнила ожиданий, но не лишилась своего кембрийского реперного значения. Следует отнести к нижнему кембрию в скважине Базув и провести геологическое картирование, проектируя несколько скважин глубиной 300—500 м в южном направлении, т.е. на территории преобладания „рифейских” пород, залегающих непосредственно под миоценом. Для локализации этих скважин существуют уже достаточно хорошие карты домиоценового основания.

Jerzy ZNOSKO

ON THE RESEARCH OF THE PROTEROZOIC/CAMBRIAN BOUNDARY IN POLAND

S u m m a r y

This paper discusses the investigations of the Proterozoic/Cambrian boundary carried out in the past 30 years. An outline of the international scientific efforts on this problem in various countries has been presented, among others those realized within the International Geological Correlation Program (Project no. 29) and the bilateral Polish-Soviet cooperation. Essential references from 1977—1987, presenting the results of international investigations, have been indicated.

It results from this review that the proposed Chinese stratotype is hardly correlative with other divisions, and the attractive Siberian stratotype contains the proven sedimentary disconformity between the Proterozoic and Cambrian. The duration of this sedimentary gap or synsedimentary erosion is also being constantly discussed. It results as well that the rock sequences from the continental shelves or — more general — from the shallow basins with mobile bottoms are useless

for solving the Proterozoic/Cambrian boundary problem. Sedimentary gaps and erosion can appear there not only directly at the discussed boundary but also both above and below it.

Similar difficulties occur in the Polish attempts at solving the problem. It should be stressed that the stratigraphic divisions and correlations of complexes from below the deposits with *Holmia* were being submitted to considerable changes (e.g. the position of the Klimontów stage, and Bazów, Kotoszów and Jasień beds). Considering the unequivocal lithostratigraphic correlation along the Mielnik – Szlinokiemie (Suwałki) cross-section (J. Znosko, 1965), it should be stated that at least five sedimentary gaps occur in the rock sequence from the Wisznice Beds (the Sławatycze Series after K. Lendzion) to the Baltic Beds (the Radzyń Series and partly the Kaplonosy Series after K. Lendzion). The gaps are also evident in the correlation chart by K. Lendzion (B. Areń, K. Lendzion, 1978, Tab. 1) as well as in a supposedly continuous sequence of the Vendian – Lower Cambrian in the Polish part of the Old Platform (B. Areń et al., 1979; K. Lendzion, 1983a, Figs. 2–4, 8).

A question arises if the total time of the sedimentary and erosional gaps was not longer than the time of sedimentation of the preserved rock complexes. In this connection it should be noted that the significance of primitive, skeletal fauna found in these deposits cannot be unequivocal. It is not unlikely that this fauna may have existed actually longer than it results from the preserved fragments of rock succession. The extents determined so far may turn out to be “shortened” – that is apparent in relation to their real durations.

It results from the above that for the discussed Proterozoic/Cambrian boundary such profiles should be taken into account which represent a quiet, pelitic, i.e. uniform and uninterrupted sedimentation. The rock sequences formed in such a way should comprise a long interval, several hundred or even over a thousand metres thick, in which the questionable boundary should be contained. A pelitic, uniform rock series confirms the quiet, pelagic conditions of sedimentation in an environment distant from the shore. A danger of existence of the sedimentary and erosional gaps in such a succession is negligible. Pelitic character of the sediments prove a slow sedimentation that lasted a sufficiently long time. The best profiles for these investigations should be the profiles of the Vendian and Cambrian with uniform, pelitic development which often caused a wrong classification of the “Riphean” rocks into Cambrian or vice versa. This type of rocks contains hardly any macrofossils but often contains Acritarchs, stratigraphic value of which is distinctly higher than that of trilobites. Acritarchs should become a biostratigraphic standard with which a significance of other fossils could be compared.

Taking up this problem the author refers to an idea evolved at the same subject at the Jubilee Session of the 40th Anniversary of the National Geological Institute in 1960. The idea of studies on the contact between the Lower Cambrian and its “Riphean” substratum is not a new one. It had been announced by J. Samsonowicz who pointed out the location where the Bazów borehole has been later drilled in order to precise the character of this contact. This borehole did not realize our hopes although it did not lose its fundamental value for the Cambrian problems. Referring to the Lower Cambrian in the Bazów borehole investigations should be planned by means of several boreholes, 300–500 m deep, situated farther south, i.e. towards an area of domination of the “Riphean” rocks lying directly under the Miocene. There exist sufficiently good maps of the pre-Miocene substratum to situate these boreholes.