

Standard chronostratygraficzny kambru — przegląd ostatnich działań Międzynarodowej Podkomisji Stratygrafii Kambru

Anna Żylińska¹



Chronostratigraphic standard for the Cambrian — review of the latest activities of the International Subcommission on the Cambrian System. Prz. Geol., 56: 144–149.

Abstract. The latest data on the chronostratigraphic standard for the Cambrian System, being the effect of the activities of the International Subcommission on the Cambrian System in the recent years, are presented. The most important change in the Cambrian stratigraphic scheme is its sub-division into four series and corresponding epochs of comparable duration. Difficulties that appear in the definition and selection of the stratotypes of particular Cambrian stages are also discussed.

Keywords: Cambrian, chronostratigraphic standard

Zadaniem Międzynarodowej Podkomisji Stratygrafii Kambru (*International Subcommission on the Cambrian System*) jest wypracowanie standardowego podziału chronostratygraficznego tego systemu (zob. dyskusja [w:] Gradstein i in., 2004; Skompski, 2006). Na łamach *Przeglądu Geologicznego* ta tematyka była poruszana ponad dziesięć lat temu (Orłowski, 1996) i nawet pobieżne porównanie obecnego stanu prac podkomisji z tym w roku 1996 pokazuje, jak wiele zmian dokonało się w schemacie chronostratygraficznym systemu kambryjskiego. Intensyfikacja prac zmierzających do ustalenia standardowego podziału w ostatnich latach wynika z postanowień przyjętych podczas spotkania Międzynarodowej Komisji Stratygrafii (*International Commission on Stratigraphy* — ICS) oraz Międzynarodowej Unii Nauk Geologicznych (*International Union of Geological Sciences*) w czerwcu 2002 r., aby do roku 2008, do Międzynarodowego Kongresu Geologicznego w Oslo, zostały zdefiniowane granice i wyznaczone stratotypy wszystkich GSSP (*Global Stratotype Section and Point* — globalny profil i punkt stratotypowy) całego fanerozoiku. Zmiany zachodzące w międzynarodowej tabeli stratygraficznej (*International Stratigraphic Chart*) można na bieżąco śledzić na stronie internetowej ICS (www.stratigraphy.org).

Dolna i górna granica kambru zostały zdefiniowane kilka lat temu. Spąg systemu kambryjskiego — a jednocześnie spąg paleozoiku — wyznacza pierwsze wystąpienie ichnogatunku *Trichophycus pedum* (dawniej *Phycodes pedum*) (Brasier i in., 1994; Landing, 1994; Geyer & Uchman, 1995; Gehling i in., 2001; Geyer, 2005a), wyrażającego masowe pojawienie się organizmów o dwubocznej symetrii. Strop kambru i jednocześnie spąg systemu ordowickiego został wyznaczony na pierwszym wystąpieniu konodonta *Iapetognathus fluctivagus* (Cooper i in., 2001). Stratotypy obu granic znajdują się w Nowej Fundlandii.

Najważniejsza zmiana, jaka się dokonała w tabeli chronostratygraficznej systemu kambryjskiego w ostatnich latach, to przyjęcie jego podziału na cztery oddziały (Babcock i in., 2005; Babcock & Peng, 2007). Tradycyjnie system kambryjski był dzielony na trzy części. Nowsze dane geochronologiczne pozwalają uściślić długość trwania okresu kambryjskiego na ok. 53,7 mln lat, tj. 542,0–488,3 mln lat temu (Gradstein i in., 2004) (ryc. 1). Furong (≈ tradycyjny górny kambur) trwał ok. 13 mln lat (501,0–488,3

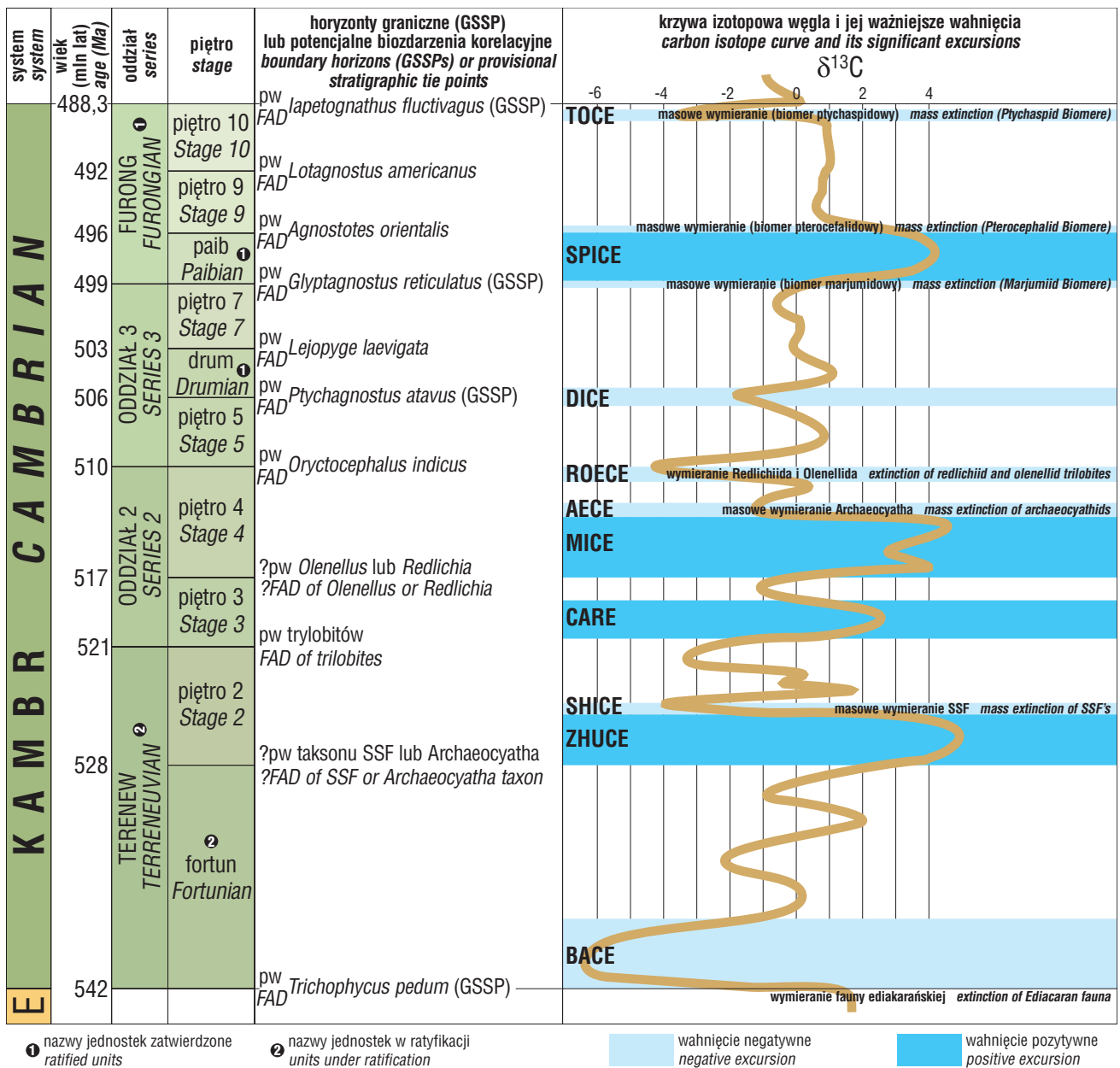
mln lat temu), tradycyjny kambur środkowy zaś trwał również ok. 12 mln lat (513–501 mln lat temu). A zatem interwał od spagu kambru (542 mln lat) po spąg tradycyjnego kambru środkowego (513 mln lat) liczy ok. 29 mln lat. Aby uniknąć tak nieproporcjonalnego podziału, członkowie podkomisji postanowili (głosowanie w listopadzie i grudniu 2004 r. — zob. Babcock i in., 2005; Babcock & Peng, 2007) wydzielić w systemie kambryjskim cztery oddziały i odpowiadające im cztery epoki o porównywalnej długości trwania.

W tej chwili sformalizowany został najwyższy oddział kambru — furong. Stratotyp jego dolnej granicy znajduje się w profilu Paibi w górach Wuling, w północno-wschodniej części prowincji Hunan w południowo-wschodnich Chinach (Peng i in., 2004). Spąg tego oddziału jest oparty na pierwszym wystąpieniu kosmopolitycznego agnostida *Glyptagnostus reticulatus*, wyznaczającym jedno z najczytelniejszych i najpowszechniej rozpoznawanych biozdarzeń w całym systemie kambryjskim (zob. np. Geyer & Shergold, 2000; Peng i in., 2004). W profilach paleokontynentu Baltiki (np. Skandynawia) *G. reticulatus* pojawia się w spagu poziomu *Homagnostus obesus*, a zatem spąg furongu przypada bezpośrednio nad poziomem *Agnostus pisiformis*, dotychczas stanowiącym spąg tradycyjnego kambru górnego (Peng i in., 2004; Terfelt i in., 2005).

Ratyfikowanie przez ICS nazwy i stratotypu pierwszego oddziału kambru — terenewu (ang. *Terreneuvian*) oraz najniższego piętra kambru — fortunu (ang. *Fortunian*) odbędzie się w najbliższym czasie (Landing i in., 2007). Oddział ten będzie obejmował skały powstałe w najwcześniejszym kambrze, jeszcze przed pojawieniem się skamieniałości trylobitów w profilach, a jego nazwa pochodzi od francuskiej nazwy Nowej Fundlandii.

Znacznie poważniejsze zadanie stoi przed członkami podkomisji ustalającymi definicje i stratotypy granic pięter kambryjskich. Na podstawie potencjalnych biozdarzeń korelacyjnych wstępnie uznano (zob. np. Babcock i in., 2005; Zhu i in., 2006; Babcock & Peng, 2007), że w dwóch dolnych oddziałach kambru można wydzielić po dwa piętra, a w dwóch górnych — po trzy piętra (patrz ryc. 1). W dwóch dolnych oddziałach kambru liczba globalnych biozdarzeń jest niewielka. Granice pięter mogłyby wyznaczać np. pierwsze wystąpienie taksonu z grupy SSF (*small shelly fossils* — małych skamieniałości szkieletowych) bądź *Archaeocyatha* (patrz ryc. 1). Innym wskaźnikiem granic pięter mogłyby być również pierwsze wystąpienie trylobitów, chociaż w tym wypadku, ze względu na diachronizm

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; anna.zylinska@uw.edu.pl



Ryc. 1. Aktualna wersja podziału chronostratygraficznego kambru wraz z danymi geochronologicznymi, biozdarzeniami oraz przebiegiem krzywej izotopowej $\delta^{13}C_{org}$ (według: Babcock i in., 2005; Zhu i in., 2006; Babcock & Peng, 2007; Landing i in., 2007 oraz www.stratigraphy.org). E — ediakar, pw — pierwsze wystąpienie. Objasnienia skrótów odnoszących się do interwałów intensywnych wahnień krzywej izotopowej $\delta^{13}C_{org}$ — zob. tab. 1. Biomery (Palmer, 1965) to regionalne jednostki biostratygraficzne o wielkości piętra, których granice korespondują z horyzontami masowych wymierań trylobitów w utworach platformowych furongu zachodniej Ameryki Płn.

Fig. 1. Present version of the chronostratigraphic scheme for the Cambrian with geochronologic data, bioevents and course of the $\delta^{13}C$ curve (after: Babcock et al., 2005; Zhu et al., 2006; Babcock & Peng, 2007; Landing et al., 2007; www.stratigraphy.org). E — Ediacaran, FAD — first appearance datum. For explanations of symbols of intervals with intense excursions of the $\delta^{13}C$ curve — see Table 1. Biomes (Palmer, 1965) are regional biostratigraphic units of stage magnitude, the boundaries of which correspond to levels of mass trilobite extinctions in Furongian platform strata of western North America

pojawiania się trylobitów (Geyer & Shergold, 2000), konieczna byłaby kalibracja tego biozdarzenia metodami opartymi na innych kryteriach niż biostratygraficzne. Alternatywą jest przyjęcie pierwszego wystąpienia trylobitów z podrzędów *Olenellina* lub *Redlichia*.

Dopiero od spągu piętra drum (w trzecim oddziale kambru) oraz w oddziale czwartym (czyli w dawnym kambrze środkowym i górnym) liczba potencjalnych biozdarzeń korelacyjnych zdecydowanie wzrasta, dzięki czemu jest możliwa znacznie dokładniejsza korelacja pomiędzy różnymi obszarami świata. Grupą organizmów o świetnym potencjale korelacyjnym w tym interwale są agnostidy,

drobne stawonogi zazwyczaj zaliczane do trylobitów, np. przez Kaeslera i in. (1997), o rozprzestrzenieniu globalnym (ale patrz także Fortey, 2001).

Przyczyny znacznego rozprzestrzenienia agnostidów wynikają z przypisywanego im pelagicznego trybu życia (Robison, 1972) albo są tłumaczone znaczną dyspersją organizmów bentosowych bytujących w chłodnych, głębokich wodach (Nielsen, 1997). Biozdarzeniami mogącymi służyć jako horyzonty graniczne są pierwsze wystąpienia wybranych taksonów agnostidów. Z dotychczasowych prac podkomisji wynika, że wszystkie potencjalne stratotypy granic pięter będą się mieścić na kontynencie azjaty-

kim — w Chinach lub w Korei Południowej, co należy wiązać z dobrą dostępnością profili, niewielkim zaangażowaniem tektonicznym oraz obfitą fauną (patrz <http://www.stratigraphy.org/gssp.htm>).

Globalne biozdarzenia oparte na kosmopolitycznej faunie (trylobity, ramienionogi, archeocjaty, SSF) lub palinomorfach (akritarchy) powinny być skalibrowane narzędziami bazującymi na innych niż biostratygrafia kryteriach (m.in. magnetostratygrafia, wahania krzywej izotopowej węgla). Jedną z takich metod badawczych, szczególnie rozwijaną w ostatnich latach w badaniach profili kambryjskich, jest stratygrafia izotopowa węgla organicznego, w której ważniejsze zmiany $\delta^{13}C_{org}$ są utożsamiane z istotnymi zdarzeniami natury biologicznej, tj. radiacjami i wymieraniami (Zhu i in., 2006) (ryc. 1, tab. 1).

Pierwszym rozpoznany wahnięciem krzywej izotopowej węgla było wahnięcie SPICE we wczesnym późnym kambrze (Saltzman i in., 1998, 2000). Wahnięcie SPICE pełni ważną funkcję korelacyjną, wyznaczając spąg piętra paib, a zarazem spąg furongu (Peng i in., 2004; Zhu i in., 2006) (ryc. 1); obecność zdarzenia SPICE została potwierdzona m.in. w łupkach alunowych furongu Skandynawii (Ahlberg i in., 2008). Coraz lepiej poznana krzywa izotopowa węgla w kambrze (ryc. 1, tab. 1) może stać się wkrótce pierwszorzędnym narzędziem korelacyjnym, zwłaszcza wobec znacznego zróżnicowania biogeograficznego fauny trylobitowej w poszczególnych interwałach. Przykładem jest spąg piętra drum (środkowe piętro w trzecim oddziale kambru; Babcock i in., 2004, 2007), którego korelacja na skalę światową została potwierdzona występowaniem w jego spągu wyraźnego pozytywnego wahnięcia krzywej izotopowej $\delta^{13}C_{org}$ (zob. ryc. 1).

Nie zawsze jednak istnieje możliwość wykorzystywania nietradycyjnych metod badawczych do wyznaczenia biozdarzeń w skali całego globu. Ten problem zaznacza się szczególnie w pracach zmierzających do ustalenia biozdarzenia korelacyjnego oraz stratotypu granicy między tradycyjnym kambrem dolnym a środkowym — czyli według najnowszych ustaleń — pomiędzy 2 a 3 oddziałem kambru. Żadne z dotychczas stosowanych narzędzi korelacyjnych opartych na zaniku lub pojawieniu się taksonów trylobitowych nie znajduje zastosowania w skali globalnej.

W profilach europejskich spąg kambru środkowego tradycyjnie był wyznaczany na podstawie pojawienia się trylobitów z rodzaju *Paradoxides sensu lato*, w myśl koncepcji Brøggera (1886) i Westergårda (1946). Taka definicja granicy była stosowana w utworach kambryjskich w Skandynawii (Brøgger, 1886; Westergård, 1946), Polsce (Orłowski, 1964, 1985a, b; Lenzion, 1976), na Masywie Czeskim (Śnajdr, 1958; Havlíček, 1971), w Hiszpanii (Szuy, 1971), ale także w Maroku (Hupé, 1953; Geyer & Palmer, 1995) i na Syberii (np. Repina & Suvorova, 1983). Natomiast w profilach północnoamerykańskich tradycyjnie przyjęło się definiować spąg kambru środkowego na ostatnim pojawieniu się trylobitów z rodzaju *Olenellus sensu lato* (Walcott, 1890, 1891) (trylobity z podrzędu Olenellina, m.in. *Olenellus* czy *Holmia*).

Obydwa kryteria wyznaczania granicy sprawdzały się doskonale w swoich obszarach, dopóki nie okazało się, że 1) pierwsze pojawienie się *Paradoxides sensu lato* jest zdarzeniem diachronicznym oraz 2) zasięgi *Paradoxides sensu lato* i *Olenellus sensu lato* pokrywają się (Geyer & Palmer, 1995; Geyer & Landing, 2004). A zatem tak definiowana granica pomiędzy tradycyjnym kambrem dolnym a środkowym tak naprawdę jest diachroniczna (Geyer & Shergold, 2000; Geyer & Landing, 2004) (patrz ryc. 2)!

LAURENCJA LAURENTIA		AWALONIA AVALONIA		ZACHODNIA GONDWANA WEST GONDWANA		BALTICA BALTICA		SYBERIA SIBERIA		CHINY POŁUDNIOWE SOUTH CHINA		AUSTRALIA		
5	LINCOLNIAN DELAMERAN	Albertella	ACADIAN	E. eteminiensis	CELTEBERIAN AGDZIAN	Ornamentaspis frequens	E. pinus- -Pentagnostus praecurrens	AMGAN	Kounamkites	WULIANGIAN TAJIANGIAN	Oryctocephalus orientalis	ORDY/WCZESNY TEMPLETON ORDIAN/EARLY TEMPLETONIAN	Xystridura templetonensis/ Redlichia chinensis	
		Poliilella denticulata		Accadoparadoxides harlani		Eccaparadoxides insularis					O. indicus			
		O. indicus									O. granulata- -B. holopygus			
		Amecephalus arrojosensis		Cephalopyge notabilis		interwał „Protolenus” „Protolenus” interval					Bathymotus			
		Eokochaspis nodosa									Protoryctocephalus			
4	WAUCOBAN DYERAN	Olenellus	BRANCHIAN	„Hupeolenus”	ATLASIAN BANIAN	Hupeolenus	E.1	TOYONIAN	Anabaraspis splendens	QIANGDONGIAN DUYUNJIAN	Arthricocephalus-Changaspis	E.1	Pararaia janeae	
				Callavia		Sectigena			Bergeroniellus ketemensis		Arthricocephalus			
									B. ornata					
3									Lermontovia grandis					
									B. asiaticus					
									B. gurarii					
2									Bergeroniellus micmacciiformis/ Erbilla	NANGAOAN	Sichuanolenus-Chengkouia			
									Judomia					
1														
			PL	Camenella baltica									„Abadiella” huoi	

Ryc. 2. Interwał graniczny pomiędzy tradycyjnym kambrem dolnym a środkowym w najważniejszych obszarach paleogeograficznych wraz z potencjalnymi horyzontami korelacyjnymi (według: Geyer, 2005b); 1 — spąg interwału *Serrodiscus-Triangulaspis-Hebediscus*; 2 — spąg poziomu zespołowego *Acidiscus-Cephalopyge*; 3 — pierwsze wystąpienie *Arthricocephalus chauveaui*; 4 — pierwsze wystąpienie *Ovatoryctocara granulata* lub *Kiskinella cristata*; 5 — pierwsze wystąpienie *Oryctocephalus indicus*

Fig. 2. Boundary interval between the traditional Lower and Middle Cambrian in most important palaeogeographic areas, with potential correlation horizons (after Geyer, 2005b); 1 — base of the *Serrodiscus-Triangulaspis-Hebediscus* interval; 2 — base of the *Acidiscus-Cephalopyge* assemblage zone; 3 — FAD of *Arthricocephalus chauveaui*; 4 — FAD of *Ovatoryctocara granulata* and/or *Kiskinella cristata*; 5 — FAD of *Oryctocephalus indicus*

Tab. 1. Interwały intensywnych wahnięć krzywej izotopowej $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ w kambrze (według Zhu i in., 2006)Table 1. Intervals of excursions of the $\delta^{13}\text{C}$ isotope curve in the Cambrian (after Zhu et al., 2006)

Nazwa Name	Pochodzenie nazwy Derivation of name	Charakter Type	Pozycja stratygraficzna Stratigraphic position	Znaczenie Significance
TOCE	TO p of Cambrian Excursion	wahnięcie negatywne <i>negative excursion</i>	spąg kambru (najwyższa część piętra 10 i strop furongu) <i>top of the Cambrian (uppermost part of Stage 10 and the Furongian Series)</i>	spąg ordowiku to powrót do wartości bliskich zeru $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ bezpośrednio po interwale TOCE <i>the base of the Ordovician System is marked by the return to near-zero $\delta^{13}\text{C}$ values immediately following the TOCE interval</i>
SPICE	Steptoean Positive Carbon Isotope Excursion	wahnięcie pozytywne <i>positive excursion</i>	spąg piętra paib (a zarazem furongu — czwartego oddziału kambru) <i>base of the Paibian Stage (base of the Furongian Series — Series 4 of the Cambrian System)</i>	pierwsze wystąpienie kosmopolitycznego agnostida <i>Glyptagnostus reticulatus</i> z początkiem wzniosu eustatycznego korelującego się z początkiem wahnięcia SPICE <i>FAD of the cosmopolitan agnostoid Glyptagnostus reticulatus falls into the beginning of the eustatic sea-level rise correlated with the beginning of the SPICE excursion</i>
DICE	Drumian Carbon isotope Excursion	wahnięcie negatywne <i>negative excursion</i>	spąg piętra drum <i>base of the Drumian Stage</i>	pierwsze wystąpienie agnostida <i>Ptychagnostus atavus</i> w dolnej części wzniosu eustatycznego związanego z początkiem wahnięcia DICE <i>FAD of the agnostoid Ptychagnostus atavus occurs in the lower part of the eustatic rise associated with the beginning of the DICE excursion</i>
ROECE	Redlichii-Olenellid Extinction Carbon isotope Excursion	wahnięcie negatywne <i>negative excursion</i>	od najwyższej części piętra 4 do najniższej części piętra 5 (najwyższa część oddziału 2 do najniższej części oddziału 3) <i>uppermost part of Stage 4 to lowermost part of Stage 5 (uppermost part of Series 2 to lowermost part of Series 3)</i>	wymieranie Redlichii na Gondwanie i Olenellina w Laurentji <i>extinction of redlichii trilobites in Gondwana and olenellid trilobites in Laurentia</i>
AECE	Archaeocyathid Extinction Carbon isotope Excursion	wahnięcie negatywne <i>negative excursion</i>	środkowa część piętra 4 <i>middle part of Stage 4</i>	wymieranie Archaeocyatha m.in. w profilach syberyjskich <i>extinction of archaeocyathids in Siberia and elsewhere</i>
MICE	M ingxinsi Carbon isotope Excursion — od nazwy formacji Mingxinsi (prowincja Guizhou, Chiny) <i>after the Mingxinsi Formation (Guizhou, China)</i>	wahnięcie pozytywne <i>positive excursion</i>	dolna część piętra 4 <i>lower part of Stage 4</i>	występowanie niektórych istotnych kambryjskich <i>Lagerstätte</i> , np. w formacji Sinsk (Syberia, Rosja) czy formacji Kinzers (Pensylwania, USA), oraz radiacja Archaeocyatha <i>occurrence of some important Cambrian Lagerstätte; e.g. in the Sinsk Formation (Siberia, Russia) or Kinzers Formation (PA, USA), as well as major radiation of archaeocyathids</i>
CARE	Cambrian Arthropod Radiation isotope Excursion	wahnięcie pozytywne <i>positive excursion</i>	w pobliżu spągu piętra 3 (a zarazem oddziału 2) <i>near the base of Stage 3 (base of Series 2)</i>	pojawienie się zróżnicowanych zespołów stawonogów, zwłaszcza w głównych kambryjskich <i>Lagerstätte</i> , np. Chengjiang (Yunnan, Chiny) i Sirius Passet (północna Grenlandia) <i>appearance of a wide variety of arthropods, particularly in major Cambrian Lagerstätte, e.g.: Chengjiang (Yunnan, China) and Sirius Passet (North Greenland)</i>
SHICE	SHI yantou Carbon isotope Excursion — od nazwy formacji Shiyantou (wschodnia część prowincji Yunnan, Chiny) <i>after the Shiyantou Formation (eastern part of Yunnan, China)</i>	wahnięcie negatywne <i>negative excursion</i>	bezpośrednio po wahnięciu ZHUCE, w środkowej części piętra 2 <i>directly after the ZHUCE excursion, in the middle part of Stage 2</i>	wymieranie znacznej liczby SSF <i>extinction of most SSF's</i>
ZHUCE	ZHU jiaqing Carbon isotope Excursion — od nazwy formacji Zhujiaqing należącej do najniższego kambru (wschodnia część prowincji Yunnan, Chiny) <i>after the lowermost Cambrian Zhujiaqing Formation (eastern Yunnan, China)</i>	wahnięcie pozytywne <i>positive excursion</i>	spągowa część piętra 2 <i>lower part of Stage 2</i>	pojawienie się trzeciego dużego zespołu SSF na platformie Jangcy <i>appearance of the third major SSF assemblage on the Yangtze Platform</i>
BACE	BA sal Cambrian Carbon isotope Excursion	wahnięcie negatywne <i>negative excursion</i>	spąg systemu kambryjskiego (spąg terenewu — 1 oddziału kambru i fortunu — 1 piętra kambru) <i>base of the Cambrian System (base of the Terreneuvian — Cambrian Series 1 and of the Fortunian — Cambrian Stage 1)</i>	wymieranie akritarch i większości fauny ediakarańskiej <i>extinction of acritarchs and most Ediacaran-grade fauna</i>

Przegląd wszystkich możliwych narzędzi korelacyjnych mających zastosowanie w oddziale 2 i 3 został ostatnio przedyskutowany przez Geyera (2005b), a najważniejsze wnioski płynące z tego zestawienia pozwalają sobie tu przedstawić.

Potencjał korelacyjny metod izotopowych dla granicy oddziałów 2 i 3 wciąż nie jest dostatecznie udokumentowany. Oparcie jej na innych wskaźnikach biotycznych niż trylobity także nie jest możliwe. Pojawienie się wśród akritarch zespołu *Eliasium-Crystallinum*, charakterystycznego dla tradycyjnego kambru środkowego, nie wyznacza ostrej granicy i nie jest powszechne na tyle, aby stanowiło potencjalne narzędzie korelacyjne, aczkolwiek wyniki ostatnich badań wskazują na istnienie innych zespołów akritarch mogących pełnić tę funkcję (Moczyłowska & Zang, 2006).

Ramienionogi, chociaż często występują w utworach pozbawionych trylobitów, lub takich, w których trylobity są rzadko spotykane (Geyer & Mergl, 1995; Mergl i in., 1998), są zbyt zależne od facji i wykazują silne przywiązanie biogeograficzne.

Jedyną grupą skamieniałości, jaka może posłużyć zdefiniowaniu granicy pomiędzy oddziałem 2 a 3, są trylobity. W tym interwale jednak szczególnie silnie zaznacza się ich różnicowanie biogeograficzne, co daje bardzo różne podziały stratygraficzne (ryc. 2), ale także wpływa na niewielką liczbę globalnie rozpoznawalnych biozdarzeń. Ponadto występują tam litofacje warunkujące pojawienie się biofacji trylobitowych o nieznanym zasięgu stratygraficznych i rozprzestrzenieniu lateralnym. To wszystko wpływa na brak decyzji dotyczących wyboru biozdarzenia dającego możliwość korelacji na skalę światową.

Zdarzeniem, które znajduje największe uznanie u członków podkomisji, a które mogłoby się stać wyznacznikiem spągu oddziału 3, jest pierwsze wystąpienie trylobita *Oryctocephalus indicus* (McCollum & Sundberg, 2002; Zhao i in., 2004; Sundberg & McCollum, 2007). *Oryctocephalus indicus* to niewielki trylobit charakterystyczny dla otwartomorskich facji obszarów tropikalnych (Sundberg & McCollum, 1997). Jego pojawienie się jest umiejscowione w pobliżu tradycyjnie wyznaczonej granicy pomiędzy kambrem dolnym a środkowym w Ameryce Północnej i w Azji (zob. ryc. 2). Potencjalnymi stratotypami są: profil Balang (Chiny) i profil Split Mountain (Stany Zjednoczone) (Sundberg & McCollum, 2007).

Poważnym mankamentem zastosowania pierwszego pojawienia się *O. indicus* jako granicy pomiędzy 2 i 3 oddziałem kambru jest, jak dotychczas, brak możliwości precyzyjnego ustalenia tego horyzontu w profilach Baltiki czy zachodniej Gondwany (Geyer, 2005b, 2006), chociaż przedstawiciele Oryctocephalidae niedawno zostali odnotowani również w profilach tej ostatniej domeny biogeograficznej (Geyer, 2006).

Wybrany stratotyp powinien zawierać również, poza taksonem wskaźnikowym, wiele taksonów towarzyszących, których rozprzestrzenienie umożliwi korelację na szerszą skalę — do obszarów w kambrze znajdujących się w strefie umiarkowanej oraz reprezentujących płytsze środowisko. W skali regionalnej standardowy schemat chronostratygraficzny granicy pomiędzy oddziałem 2 a 3

powstał np. dla zachodniej Gondwany (Geyer & Landing, 2004). Oparty jest on na ewolucji zespołów trylobitów z rodziny Ellipsocephalidae i dzięki temu można z nim korelować kambryjską sukcesję świętokrzyską (Żylińska & Masiak, 2007; Żylińska i in., 2007a, b). W tym schemacie pierwsze wystąpienie *O. indicus* przypada jednak o wiele powyżej wyznaczonej granicy (zob. ryc. 2).

Na ostateczne decyzje dotyczące ustalenia biozdarzenia wyznaczającego granicę oddziałów 2 i 3 oraz profilu stratotypowego przyjdzie jeszcze poczekać; latem 2008 r. ma się odbyć kolejne spotkanie członków podkomisji w Jakucji na Syberii, gdzie prezentowany będzie alternatywny profil zawierający *O. indicus*.

Globalny schemat chronostratygraficzny kambru jest wciąż otwartą kwestią. Mimo wcześniejszych deklaracji o zatwierdzeniu ostatecznej wersji schematu chronostratygraficznego kambru na rok 2008 wiadomo obecnie, że prace te się opóźnią, a wszystkie piętra i oddziały kambru mają zostać zdefiniowane do roku 2012 (Babcock & Peng, 2007). Już dziś jednak musimy się zacząć przyzwyczajając do podziału (jakże zasadnego) tego systemu na cztery oddziały oraz do nazw oddziałów czy pięter wywodzących się z Chin, Ameryki Północnej czy z innych odległych od Europy obszarów. Natomiast tradycyjne wydzielenia stratygraficzne: *Holmia*, *Paradoxides*, *Olenus* będą występować, oby wyłącznie, w dawnych wydaniach podręczników szkolnych czy akademickich.

Serdecznie dziękuję Pani dr Jolancie Paczeńskiej i anonimowemu recenzentowi za wnikliwe przeczytanie manuskryptu i cenne uwagi.

Literatura

- AHLBERG P., AXHEIMER N., ERIKSSON M.E., SCHMITZ B. & TERFELT F. 2008 — Cambrian high-resolution biostratigraphy and carbon isotope chemostratigraphy in Scania, Sweden. *Lethaia* (in press).
- BABCOCK L.E. & PENG S.C. 2007 — Cambrian chronostratigraphy: Current state and future plans. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*: 62–66.
- BABCOCK L.E., PENG S.C., GEYER G. & SHERGOLD J.H. 2005 — Changing perspectives on Cambrian chronostratigraphy and progress toward subdivision of the Cambrian System. *Geosci. J.*, 9: 101–106.
- BABCOCK L.E., REES M.N., ROBISON R.A., LANGENBURG E.S. & PENG S.C. 2004 — Potential Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) for a Cambrian stage boundary defined by the first appearance of the trilobite *Ptychagnostus atavus*, Drum Mountains, Utah, USA. *Geobios*, 37: 149–158.
- BABCOCK L.E., ROBISON R.A., REES M.N., PENG S.C. & SALTZMAN M.R. 2007 — The Global boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Drumian stage (Cambrian) in the Drum Mountains, Utah, USA. *Episodes*, 30: 85–95.
- BRASIER M.D., COWIE J. & TAYLOR M. 1994 — Decision on the Precambrian-Cambrian boundary. *Episodes*, 17: 3–8.
- BRØGGER W.C. 1886 — Om alderen af Olenelluszonen i Nordamerika. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, 101, VIII: 182–213.
- COOPER R.A., NOWLAN G.S. & WILLIAMS S.H. 2001 — Global stratotype section and point for the base of the Ordovician System. *Episodes*, 24: 19–28.
- FORTEY R.A. 2001 — Trilobite systematics: the last 75 years. *J. Paleont.*, 75: 1141–1151.

- GEHLING J.G., JENSEN S., DROSER M.L., MYROW P.M. & NARBONNE G.M. 2001 — Burrowing below the basal Cambrian GSSP, Fortune Head, Newfoundland. *Geol. Mag.*, 138: 213–218.
- GEYER G. 2005a — The Fish River Subgroup in Namibia: stratigraphy, depositional environments and the Proterozoic Cambrian boundary problem revisited. *Geol. Mag.*, 142: 465–498.
- GEYER G. 2005b — The base of a revised Middle Cambrian: are suitable concepts for a series boundary in reach? *Geosci. J.*, 9: 81–99.
- GEYER G. 2006 — First African oryctocephalid trilobites from the Lower-Middle Cambrian boundary interval. *Palaeoworld*, 15: 348–359.
- GEYER G. & LANDING E. 2004 — A unified Lower-Middle Cambrian chronostratigraphy for West Gondwana. *Acta Geol. Pol.*, 54: 179–218.
- GEYER G. & MERGL M. 1995 — Mediterranean representatives of the oboloid *Trematobolus* (Brachiopoda) and a review of the genus. *Paläont. Z.*, 69: 179–209.
- GEYER G. & PALMER A.R. 1995 — Neltneriidae and Holmiidae (Trilobita) from Morocco and the problem of Early Cambrian intercontinental correlation. *J. Paleont.*, 69: 459–474.
- GEYER G. & SHERGOLD J. 2000 — The quest for internationally recognized divisions of Cambrian time. *Episodes*, 23: 188–195.
- GEYER G. & UCHMAN A. 1995 — Ichnofossil assemblages from the Nama Group (Neoproterozoic-Lower Cambrian) in Namibia and the Proterozoic-Cambrian boundary revisited. [In:] Geyer G. & Landing E. (eds.) *Morocco '95, The Lower-Middle Cambrian standard of Western Gondwana*. *Beringeria Special Issue*, 2: 175–202.
- GRADSTEIN F.M., OGG J.G. & SMITH A.G. (eds.) 2004 — *A Geological Time Scale 2004*. Cambridge University Press.
- HAVLÍČEK V. 1971 — Stratigraphy of the Cambrian of central Bohemia. *Sbornik Geologických Věd, Geologie*, 20: 7–52.
- HUPÉ P. 1953 — Contribution à l'étude du Cambrien inférieur et du Précambrien III de l'Anti-Atlas marocain. *Notes et Mémoires de la Service géologique du Maroc*, 103: 1–402 [.,1952"].
- KAESLER R.K. (eds.) 1997 — *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part O, Arthropoda 1, Trilobita, Revised*. The Geological Society of America and the University of Kansas.
- LANDING E. 1994 — Precambrian-Cambrian boundary global stratotype ratified and a new perspective of Cambrian time. *Geology*, 22: 179–182.
- LANDING E., PENG S.C., BABCOCK L.E., GEYER G. & MOCZYDŁOWSKA-VIDAL M. 2007 — Global standard names for the Lowermost Cambrian Series and Stage. *Episodes*, 30.
- LENDZION K. 1976 — Stratigraphy of the Cambrian in the western part of the Peri-Baltic Syncline. *Biul. Inst. Geol.*, 270: 59–76.
- MCCOLLUM L.B. & SUNDBERG F.A. 2002 — Correlation of the Lower-Middle Cambrian boundary interval in the Circum-Pacific region based on oryctocephalid trilobites. *First International Palaeontological Congress (Abstracts)*, Geological Society of Australia, 68: 242–243.
- MERGL M., GEYER G. & EL-ATTARI A. 1998 — The bilingsellid genus *Saccogonum* (Brachiopoda) from the Moroccan Cambrian and its significance for the regional geology and stratigraphy. *Neues Jb. Geol. Paläont., Abh.*, 209: 273–293.
- MOCZYDŁOWSKA M. & ZANG W.L. 2006 — The Early Cambrian acritarch *Skiagia* and its significance for global correlation. *Palaeoworld*, 15: 328–347.
- NIELSEN A.T. 1997 — A review of Ordovician agnostid genera (Trilobita). *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences*, 87: 463–501.
- ORŁOWSKI S. 1964 — Kambr środkowy i jego fauna we wschodniej części Gór Świętokrzyskich. *Stud. Geol. Pol.*, 16: 7–94.
- ORŁOWSKI S. 1985a — Lower Cambrian and its trilobites in the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Pol.*, 35: 231–250.
- ORŁOWSKI S. 1985b — New data on the Middle Cambrian trilobites and stratigraphy in the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Pol.*, 35: 251–263.
- ORŁOWSKI S. 1996 — Kambr — dokonania i problemy. *Prz. Geol.*, 44: 358–363.
- PALMER A.R. 1965 — Biomere — A new kind of biostratigraphic unit. *J. Paleont.*, 39: 149–153.
- PENG S.C., BABCOCK L.E., ROBISON R.A., LIN H.L., REES M.N. & SALTZMAN M.R. 2004 — Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) of the Furongian Series and Paibian Stage (Cambrian). *Lethaia*, 37: 365–379.
- REPINA L.N. & SUVOROVA N.P. (red.) 1983 — *Biostratigrafia i fauna pogranicznych otłożeńi niżniego i srednego kembriya Sibiri*. Akademia Nauk SSSR, Sibirskoe otdelenie, Trudy, instytut geologii i geofizyki, Nauka, Novosibirsk, 548: 1–129.
- ROBISON R.A. 1972 — Mode of life of agnostid trilobites. 24th International Geological Congress, Section 7: 33–40.
- SALTZMAN M.R., RIPPERDAN R.L., BRASIER M.D., LOHMANN K.C., ROBISON R.A., CHANG W.T., PENG S.C., ERGALIEV E.K. & RUNNEGAR B. 2000 — A global carbon isotope excursion (SPICE) during the Late Cambrian: relation to trilobite extinctions, organic-matter burial and sea level. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, 162: 211–223.
- SALTZMAN M.R., RUNNEGAR B. & LOHMANN K.C. 1998 — Carbon isotope stratigraphy of Upper Cambrian (Steptoean Stage) sequences of the eastern Great Basin: record of a global oceanographic event. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 110: 286–297.
- SDZUY K. 1971 — La subdivisión bioestratigráfica y la correlación del Cámbrico Medio en España. I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica, Sección 1, *Geología*, 2: 769–782.
- SKOMPSKI S. 2006 — Czy tabela stratygraficzna przestanie się zmieniać? *Prz. Geol.*, 54: 298–300.
- ŠNAJDR M. 1958 — Trilobiti českého středního kambria. *Rozpravy Ústředního ústavu geologického*, 24: 1–280.
- SUNDBERG F.A. & MCCOLLUM L.B. 1997 — Oryctocephalids (Corynexochida: Trilobita) of the Lower-Middle Cambrian boundary interval from California and Nevada. *J. Paleont.*, 71: 1065–1090.
- SUNDBERG F.A. & MCCOLLUM L.B. 2007 — Assessment of the potential GSSP sections for Cambrian series 3 using the FAD of *Oryctocephalus indicus*. [In:] Landing E. (ed.) *Ediacaran-Ordovician of East Laurentia — S.W. Ford Memorial Volume*, 12th International Conference of the Cambrian Chronostratigraphy Working Group. New York State Museum Bull., 510: 89–90.
- TERFELT F., AHLBERG P., ERIKSSON M. & CLARKSON E.N.K. 2005 — Furongian (upper Cambrian) biostratigraphy and trilobites of the Håslöv-1 drill core, Scania, S. Sweden. *GFF*, 127: 195–203.
- WALCOTT C.D. 1890 — Descriptive notes on new genera and species from the Lower Cambrian or Olenellus zone of North America. *U.S. National Museum, Proc.*, 13: 33–46.
- WALCOTT C.D. 1891 — The Fauna of the Lower Cambrian or Olenellus Zone. Tenth Annual Report, U.S. Geological Survey, Part 1: 509–774.
- WESTERGÅRD A.H. 1946 — Agnostidea of the Middle Cambrian of Sweden. *Sveriges Geologiska Undersökning*, 40: 1–141.
- ZHAO Y., YUAN J., PENG S., PENG J., WANG P. & WANG Y. 2004 — *Oryctocephalus indicus* is the best trilobite of FAD of the Middle Cambrian. [In:] Choi D. (ed.) IX International Conference of the Cambrian Stage Subdivision Working Group (Abstracts with Program), Taebaek, Korea, September 16–21: 32.
- ZHU M.Y., BABCOCK L.E. & PENG S.C. 2006 — Advances in Cambrian stratigraphy and paleontology: Integrating correlation techniques, paleobiology, taphonomy and paleoenvironmental reconstruction. *Palaeoworld*, 15: 217–222.
- ŻYLIŃSKA A. & MASIĄK M. 2007 — Cambrian trilobites from Brzechów, Holy Cross Mountains (Poland) and their significance in stratigraphic correlation and biogeographic reconstructions. *Geol. Mag.*, 144: 661–686.
- ŻYLIŃSKA A., SZCZEPANIK Z., MASIĄK M. & SALWA S. 2007a — Granica kambr dolny/środkowy w Górach Świętokrzyskich — nowe obserwacje na podstawie trylobitów i akritarch. [W:] Żylińska A. (red.) *Granice Paleontologii — XX Konferencja Naukowa Paleobiologów i Biostratygrafów PTG, Św. Katarzyna pod Łysicą, 10–13 września 2007 r.*: 145–147.
- ŻYLIŃSKA A., SZCZEPANIK Z., SALWA S. & MASIĄK M. 2007b — The Lower-Middle Cambrian boundary in the Holy Cross Mts (Poland) compared with the West Gondwana standard. [In:] Landing E. (ed.) *Ediacaran-Ordovician of East Laurentia — S.W. Ford Memorial Volume*, 12th International Conference of the Cambrian Chronostratigraphy Working Group. New York State Museum Bull., 510: 93–94.

Praca wpłynęła do redakcji 5.10.2007 r.
Po recenzji akceptowano do druku 18.01.2008 r.