

Chronostratygrafia dewonu środkowego a standardowe i alternatywne podziały konodontowe

Katarzyna Narkiewicz*



Piętra dewonu środkowego zostały formalnie zdefiniowane w latach 1981–1991 ubiegłego wieku. Granice zarówno pięter, jak i oddziałów zostały zatwierdzone według obowiązujących zasad, najpierw przez SDS (*Subcommission on Devonian Stratigraphy* — Podkomisja Stratygrafii Dewonu), następnie przez ICS (*International Commission on*

Stratigraphy — Międzynarodowa Komisja Stratygraficzna) i w końcu przez IUGS (*International Union of Geological Sciences* — Międzynarodową Unię Nauk Geologicznych).

Biostratygrafia konodontowa, jako najbardziej precyzyjna, stała się podstawowym narzędziem podziału dewonu środkowego. Podział oparto na filogenetycznym następstwie elementów platformowych głównie z rodzaju *Polygnathus*. Najczęściej stosowanym schematem dla całego dewonu jest podział zestawiony przez Clausena, i in. (1993), a później nieco zmodyfikowany. Podział ten, choć ogólnie akceptowany i określany jako standardowy w szczegółach budzi wątpliwości i dyskusje. Dotyczy to zwłaszcza górnej granicy dewonu środkowego (patrz Racik & Wrzołek, 1989; Sandberg i in., 1989; Klapper & Johnson, 1990), sposobu definiowania poziomów (Bultynck, 1987), jak i możliwości ich wyróżnienia, szczególnie w przypadku osadów bardziej płytkomorskich i/lub deponowanych bliżej obrzeży basenów.

Niniejsza praca jest poświęcona problemom pojawiającym się w wyniku stosowania zonacji standardowej. Skoncentrowano się przede wszystkim na kwestiach dyskusyjnych i propozycjach wprowadzenia podziałów alternatywnych.

Piętra dewonu środkowego i ich granice

Dewon środkowy został podzielony na dwa piętra: eifel i żywet. Granice zarówno pięter, jak i oddziałów zostały zatwierdzone formalnie przez ICS. Formalne zatwierdzenie granic jest istotne, ponieważ są one precyzyjnymi poziomami odniesienia dla korelacji na wszystkich kontynentach. Zgodnie ze wskazaniem ICS dolna granica piętra lub oddziału jest zdefiniowana przez punkt ustalony w następstwie osadowym w określonym profilu (GSSP — globalny stratotyp i punkt). W przypadku pięter dewonu środkowego do określenia tego punktu użyto pierwszego wystąpienia pojedynczych taksonów konodontowych. Z chwilą zatwierdzenia w profilu stratotypowym punktu, tylko on określa granicę, a nie skamieniałości, które zostały do tego celu wykorzystane

Definicje pięter oraz oddziału omówiono opierając się głównie na opracowaniach Zieglera, Wallisera, House'a i in. (Bultynck, 2000). W pracach tych przytoczono także

obszerny zestaw literatury omawiającej problemy związane z ustalaniem granic.

Dolna granica piętra eifel odpowiada granicy między oddziałami dolno- i środkowodewońskim (patrz Ziegler, 2000). Została ona wyznaczona w oparciu o pierwsze wystąpienie taksonu *Polygnathus costatus partitus* Klapper, Ziegler i Mashkova, 1978, który jest związany filogenetycznie z grupą *P. costatus* Klapper, 1971.

GSSP dla granicy ems/eifel, a zarazem granicy oddziałów, wyznaczono w przekopie Wetteldorf w Górach Eifel, w zachodniej części Niemiec. Granicę przeprowadzono u podstawy wapiennej warstwy WP 30, w najwyższej części formacji Heisdorf, 1,9 m poniżej tradycyjnej granicy między formacjami Heisdorf i Lauch. Profil stratotypowy reprezentują głównie facje nerytyczne ze słabymi wpływami pelagicznymi. Fauna konodontowa zdominowana jest przez ikriodonty. Występujący wśród nich gatunek *Icriodus retrodepressus* Bultynck, 1970 jest, obok *P. c. partitus*, użyteczny dla identyfikacji omawianej granicy.

GSSP dla dolnej granicy piętra żywet został wytypowany w profilu Jebel Mech Irdane na obszarze Tafilalt, w południowo-wschodnim Maroku (patrz Walliser, 2000). Granicę przeprowadzono u podstawy warstwy 123 (Walliser, 2000, Fig. 2), w miejscu odpowiadającym ewolucyjnemu przejściu formy *Polygnathus pseudofolius* Wittekindt, 1966 w *P. hemiansatus* Bultynck, 1987. Interwał graniczny jest ściśle związany z łupkami *otomari*, reprezentującymi globalny epizod sedymentacji czarnych utworów ilastych. Wiele form pośrednich między dwoma wyżej wymienionymi gatunkami z rodzaju *Polygnathus* znaleziono zarówno poniżej jak i powyżej omawianej granicy. Litologia badanych utworów i skład fauny wskazują na facje hemipelagiczne i pelagiczne, a fauna konodontowa jest zdominowana przez polygnatidy. Rodzaj *Icriodus* jest reprezentowany przede wszystkim przez gatunek *Icriodus obliquimarginatus* Bischof i Ziegler, 1957, który obok gatunku wskaźnikowego jest również gatunkiem charakterystycznym przy określaniu granicy eifel/żywet.

Dla granicy między piętrami żywet i fran, która pokrywa się z granicą oddziałów dewonu środkowego i górnego, GSSP został ustalony w profilu E, w rejonie Col du Puech de la Suque, w pobliżu St. Nazaire-de-Ladarez w południowo-wschodniej części Montagne Noire we Francji (patrz House i in., 2000). Mimo formalnego zatwierdzenia GSSP, położenie granicy ciągle stanowi problem dyskusyjny dla wielu badaczy dewonu. Szczególnie interesujące i wymagające rozstrzygnięcia są dwie kwestie: (1) czy GSSP rzeczywiście odpowiada dolnej granicy dawniejszego dolnego poziomu *asymmetricus* (por. tab. 1) jak to zostało stwierdzone w definicji; (2) czy okazy wczesnej formy (Klapper, 1985) *A. rotundiloba* należą do gatunku *A. rotundiloba* (Bryant, 1921). Z powodu tych wątpliwości warto szczegółowiej przedstawić kolejne decyzje i ustalenia w sprawie omawianej granicy.

W 1982 r. omawiana granica została skorelowana z podstawą dolnego poziomu *P. asymmetricus* (nomenklatura poziomów obowiązująca do końca lat 80) określonego przez pierwsze wystąpienie *A. rotundiloba* (patrz Ziegler,

*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; katarzyna.narkiewicz@pgi.gov.pl

1971). W 1985 r., decyzją SDS, wybrano stratotyp dolnej granicy franu, wyznaczając GSSP u podstawy warstwy 42a', której utworzy są wykształcone w facji pelagicznej. Dla określenia GSSP użyto wczesnej formy *A. rotundiloba* (Klapper, 1985; Klapper i in., 1987, str. 99). Jednak żaden okaz określany jako wczesna forma nie został niestety zilustrowany z wytypowanej warstwy. W 1987 r. GSSP został zatwierdzony przez IUGS.

Według Klappera (1985) wczesna forma *A. rotundiloba* mieści się w zakresie zmienności wewnątrzgatunkowej gatunku *A. rotundiloba* (Bryant, 1921). Niektórzy badacze poddali jednak w wątpliwość przynależność wczesnej formy do gatunku *A. rotundiloba*. Okazy zilustrowane przez Klappera (1985) jako wczesna forma włączono albo do *A. binodosa* Uyeno, 1967, albo do *A. pristina* Khalymbadza i Czernysheva, 1970 albo do *A. soluta* Sandberg, Ziegler i Bultynck, 1989 (Sandberg i in., 1989; Racki i Bultynck, 1993; Ludina, 1995).

Jednakże Klapper (2000) potwierdził swój pogląd 1985 r., że wczesna forma *A. rotundiloba* mieści się w zakresie zmienności wewnątrzgatunkowej *A. rotundiloba*. Ponadto udowodnił, że holotyp *A. soluta* (Sandberg i in., 1989, Pl. 2, fig. 1, 2) jest formą przejściową pomiędzy formą wczesną a późną *A. rotundiloba*, natomiast holotyp *A. pristina* jest formą przejściową pomiędzy *A. binodosa* a wczesną formą *A. rotundiloba*. Jednocześnie zgodził się, że późna forma *A. rotundiloba* jest bliższa lektotypowi *A. rotundiloba* niż forma wczesna. Zwrócił też uwagę, że niektóre okazy zilustrowane i zidentyfikowane w pracy Sandberga i in. (1989) jako *A. rotundiloba* są młodsze i słusznie zostały odniesione do gatunku *A. recta* Kralick, 1994 (Kralick, 1994).

Te wszystkie obserwacje doprowadziły Klappera (2000) do wniosku, że położenie GSSP dla granicy żywetu i franu powinno być ponownie rozważone i umiejscowione wyżej, w miejscu pojawienia się późnej formy *A. rotundiloba*, jak to proponowali Racki i Wrzołek (1989). Jest prawdopodobne, że GSSP został wyznaczony poniżej podstawy dolnego poziomu *asymmetricus*, ale ponieważ dyskusja wokół wczesnej formy *A. rotundiloba* jest ciągle otwarta, dokładna korelacja GSSP z innymi obszarami nie jest pewna (patrz Racki & Bultynck, 1993; Racki & Turnau 2000).

Standardowa zonacja konodontowa

Jako podstawowy, standardowy podział konodontowy, powszechnie uznaje się schemat zestawiony w kompilacji Clausena i in. (1993), przedstawiony z pewnymi modyfikacjami (por. dalej) w tab. 1, w obrębie pola

Tab. 1. Chronostratygrafia i podział konodontowy dewonu środkowego

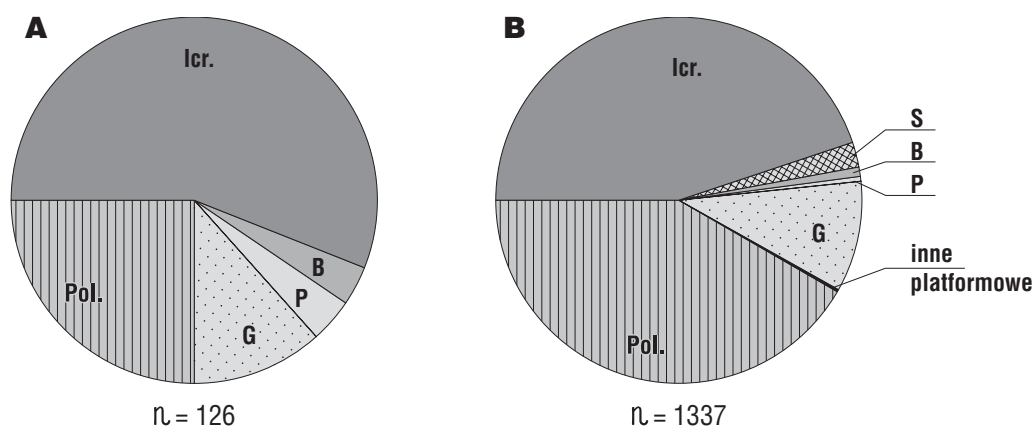
ODDZIAŁY	PIĘTRA	PODPIĘTRA (Bultynck, 2005)	PODZIAŁ KONODONTOWY						
			Klapper i in. (1971)	Ziegler (1971)	Marshall i House (2000)	Klapper i Johnson (1990)			
DEWON GÓRNY	FRAN		<i>A. rotundiloba</i>	<i>Po. asymmetricus</i> najniższy dolny	PODZIAŁ STANDARDOWY				
					<i>Pa. transitans</i>		M.N.4		
DEWON ŚRODKOWY	ŻYWET	GÓRNY	fauna <i>Pandorinellina insita</i>	<i>Po. asymmetricus</i> najniższy dolny	<i>g. M. falsiovalis</i>	<i>A. rotundiloba</i>	M.N.2/3 M.N.1		
					dolny <i>M. falsiovalis</i>	<i>S. norrisi</i>	<i>S. norrisi</i>		
		ŚRODKOWY	Rogers (1998)	górna fauna <i>subterminus</i>	<i>Po. asymmetricus</i> najniższy dolny	<i>K. disparilis</i>	górny		
				?			dolny		
		DOLNY	Bultynck (1987)	dolna fauna <i>subterminus</i>	<i>Po. asymmetricus</i> najniższy dolny	<i>Sch. hermanni</i>	górny		
				?			dolny		
		EIFEL			<i>latifossatus/semialternans</i>	<i>Po. asymmetricus</i> najniższy dolny	<i>Po. varcus</i>	górny	
					<i>ansatus</i>			środkowy	
					<i>rhenanus/varcus</i>			dolny	
					<i>timorensis</i>				
DEWON DOLNY	EMS		<i>Po. hemiansatus</i>						
			<i>Po. ensensis</i>						
			<i>T. k. kockelianus</i>						
			<i>T. k. australis</i>						
			<i>Po. c. costatus</i>						
			<i>Po. c. partitus</i>						
<i>Po. c. patulus</i>									
<i>Po. serotinus</i>									

podział dla facji głębszego zbiornika

podział dla facji płytkomorskich

obwiedzonego czerwoną linią. W schemacie tym podstawą wyróżnienia dolnej granicy poziomu, poza poziomem *varcus*, jest pierwsze pojawienie się taksonu nominalnego, a górnej — wystąpienie następnego. W celu określenia jednostek taksonomicznych możliwie najniż-

szych poziomów powstały na podstawie połączenia obserwacji z obszarów nerytycznych i pelagicznych. Należy jednak podkreślić, że sukcesja filogenetyczna w obrębie *Polygnathus costatus* Klapper, 1971, użyta do zdefiniowania trzech poziomów (*patulus*, *partitus* i *costatus*) została



Ryc. 1. Procentowy udział rodzajów konodontów z dewonu środkowego obszaru radomsko-lubelskiego dla A — eiflu (łącznie 126 okazów), B — żywetu (łącznie 1337 okazów); Icr. — *Icriodus*; Pol. — *Polygnathus*; B — rodzaje *Belodella* i *Dvorakia* (rodzina *Belodellidae*); P — rodzaje *Panderodus* i *Neopanderodus* (rodzina *Panderodontidae*); S — rodzaje *Mehlina* i *Pandorinellina* (rodzina *Sapthognathodontidae*); G — formy gałazkowe

szego szczebla wykorzystano zasady stosowane w systematyce pojedynczych elementów konodontowych.

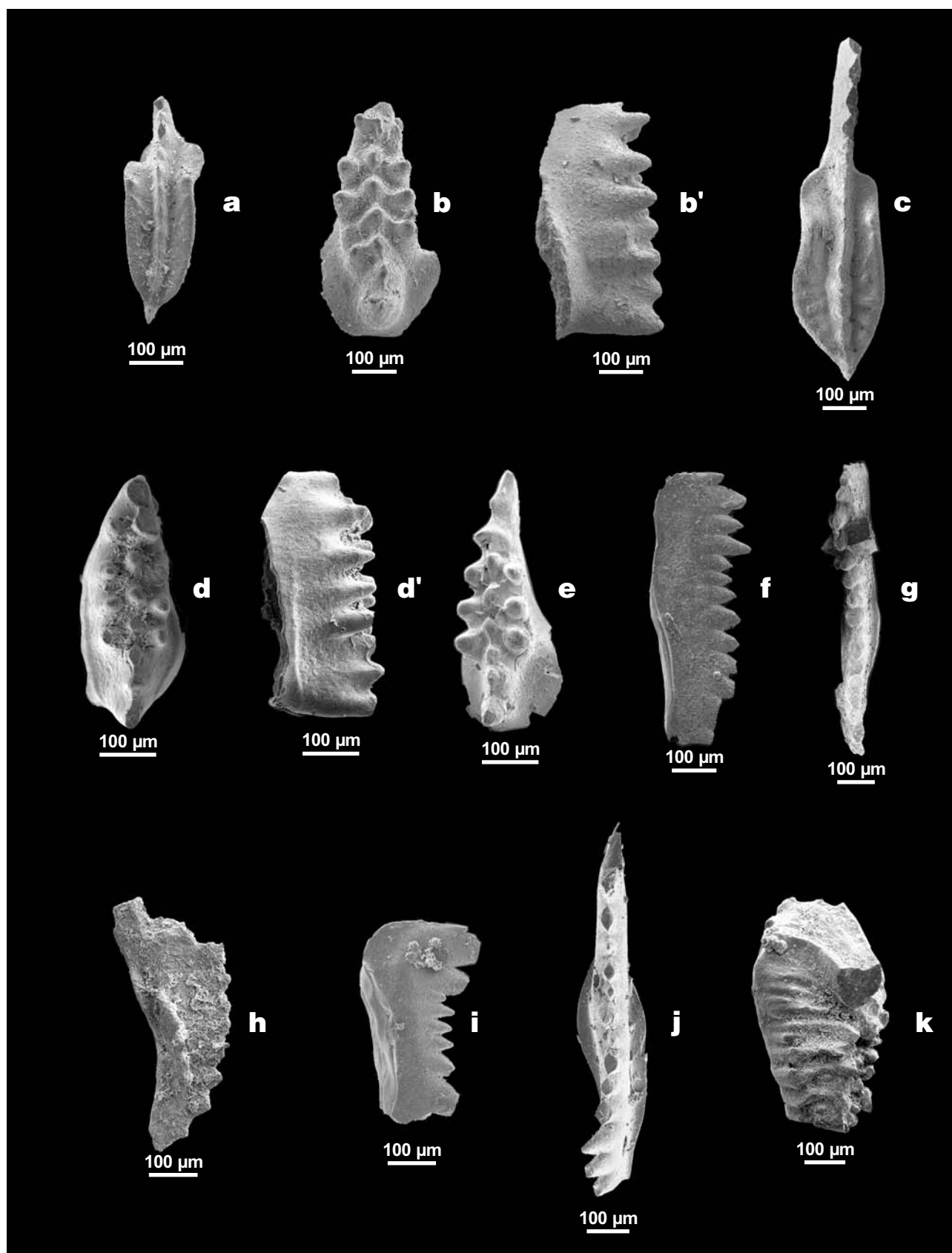
Standardowy charakter omawianego schematu (por. Ziegler & Sandberg, 1990) wynika z jego powszechnego stosowania, faktu, że został wykorzystany do ustalenia granic pięter oraz braku, jak dotychczas, dokładniejszego podziału opartego na innych grupach organicznych. Ponieważ jednak podziały biostratygraficzne nie podlegają formalnej akceptacji przez SDS, nie mają one zatem znaczenia podziału uniwersalnego (globalnego). To samo dotyczy schematu Clausena i in. (1993), który obejmuje dziesięć poziomów konodontowych: pięć w obrębie eiflu i pięć w żywecie. Najwyższy poziom żywetu, dolny poziom *falsiovalis*, reprezentowany jest tylko częściowo. Żywecie poziomy: *varcus*, *hermanni* i *disparilis* zostały podzielone na podpoziomy. Na ostatnim posiedzeniu SDS we Florencji w 2004 r., zaproponowano nieformalny podział żywetu na trzy podpiętra: dolne, obejmujące poziomy *hemiansatus* i *timorensis*, środkowe z poziomami *rhenanus/varcus*, *ansatus* i *latifossatus/semialternans* oraz górne, do którego włączono poziomy *hermanni*, *disparilis* i najniższą część dolnego poziomu *falsiovalis* (por. tab. 1; Aboussalam & Becker, 2002; Bultynck, 2005).

W celu zapewnienia spójnej terminologii w ujęciu chronostratygraficznym, zgodnie ze wskazaniem Johnsona (1993), dla wszystkich podpoziomów zastosowano ujednolicone nazwy: dolny, środkowy i górny.

Eifel. Najpełniejszy podział eiflu na poziomy konodontowe (górny *patulus*, *costatus*, *kockelianus* i *ensensis*) wraz z ich definicjami przedstawił Weddige (1977) dla Gór Eifel, wschodniej części Reńskich Gór Łupkowych i obszarów przyległych. W czasie eiflu, obszar Gór Eifel reprezentowały głównie facje nerytyczne ze słabymi wpływami pelagicznymi, dzięki czemu obok form płytkowodnych możliwe było znalezienie nielicznych przedstawicieli głębszych środowisk. Natomiast wschodnia część Reńskich Gór Łupkowych leżała w strefie głębszej, pelagicznej zbiornika sedymentacyjnego. Definicje poszcze-

rozpoznana w facjach głębszych obszaru Barrandianu, w Czechach (Klapper i in., 1978). Gatunek *Tortodus kockelianus* (Bischoff & Ziegler, 1957), wskaźnikowy dla poziomu *kockelianus* jest również charakterystyczny dla facji głębszych wschodniej części Reńskich Gór Łupkowych (Bischoff & Ziegler, 1957; Weddige, 1977). W 1979 r. Weddige i in. wprowadzili, jako najniższy poziom w obrębie piętra eifel, poziom *partitus*, który zastąpił górny poziom *patulus*. W tym samym roku Klapper i Ziegler (1979) zaproponowali poziom *australis*, poniżej poziomu *kockelianus*. W 1987 r. Bultynck zaproponował wprowadzenie w najniższym żywecie poziomu *hemiansatus*, który zastąpił górną część poziomu *ensensis*. Dolna część poziomu *ensensis* została włączona do poziomu *kockelianus*. W ten sposób poziom *ensensis* zniknął i nie został uwzględniony w schemacie Clausena i in. (1993).

Jednakże Walliser (2000, str. 41) zaproponował ponowne wydzielenie dolnej części wcześniejszego poziomu *ensensis* jako interwału między najwyższą częścią poziomu *kockelianus*, a pierwszym wystąpieniem *Polygnathus hemiansatus* Bultynck, 1987. Uzasadniał to faktem zniknięcia w poziomie *ensensis* wielu typowych taksonów eifelskich, a jednocześnie pojawiania się i szybkiego rozwoju form nowych, np. z grupy *Polygnathus xylus* Stauffer, 1940, *P. linguiformis* Hinde 1879 czy z rodzaju *Icriodus*. W poziomie *ensensis* pojawiają się takie gatunki jak: *P. ensensis* Ziegler i Klapper, 1976, *Icriodus arkonensis* Stauffer, 1938, *I. platyobliquimarginatus* Bultynck, 1987 i *I. obliquimarginatus* Bischoff & Ziegler, 1957, a więc formy, które jak dotąd nie zostały znalezione w poziomie *kockelianus*. Z tego powodu poziom *ensensis* został ponownie wprowadzony do środkowodeńskich schematów przez niektórych badaczy, jak np. przez Belkę i in. (1997), Belkę i in. (1999) oraz Bultyncka i in. (2000). Dolną granicę poziomu *ensensis* wyznacza pierwsze wystąpienie gatunku *P. ensensis* Ziegler i Klapper, 1976, co jest w zgodzie z definicją Weddige (1977), a górną — najwcześniejsze pojawienie się *P. hemiansatus* zgodnie z definicją Bultyncka (1987).



Ryc. 2. Konodonty indeksowe oraz charakterystyczne dla obszaru radomsko-lubelskiego: a — *Polygnathus rhenanus* Klapper, Philip i Jackson, 1970, otw. Bąkowa IG 1, gł. 2248,1 m; b, b' — *Icriodus liliputensis* Bultynck, 1987, otw. Gielczew PIG 5, gł. 2017,6 m; b — strona górna; b' — widok z boku; c — *Polygnathus ansatus* Ziegler, Klapper & Johnson, 1976, otw. Gielczew PIG 5, gł. 2017,9 m; d, d' — *I. aff. I. subterminus*; otw. Gielczew PIG 5, gł. 1969,7 m; d — strona górna; d' — widok z boku; e — *Icriodus subterminus* Youngquist, 1947, otw. Komarów IG 1, gł. 2353,5 m; f, g — *Mehlina gradata* Youngquist, 1945, otw. Krowie Bagno IG 1, gł. 1332,6 m; f — widok z boku; g — strona górna; h — *Polygnathus angustidiscus* Youngquist, 1945, otw. Terebin IG 5, gł. 1432,8 m; i, j — *Pandorinellina insita* (Stauffer, 1940), otw. Krowie Bagno IG 1, gł. 1332,2 m; i — widok z boku; j — strona górna; k — *Skeletognathus norrisi* (Uyeno, 1967), otw. Bąkowa IG 1, gł. 1493,4 m

Żywet. Jeden ze starszych podziałów konodontowych żywetu uwzględnia tylko trzy poziomy: *Icriodus obliquimarginatus*, *Polygnathus varcus*, *Schmidtognathus hermanni-Polygnathus cristatus* (patrz Ziegler, 1971). Jednakże w późniejszych schematach najstarszy poziom zniknął, a do czasu wprowadzenia poziomu *hemiansatus* (patrz wyżej), piętro żywet rozpoczynał poziom *varcus*.

Definicja poziomu *varcus* (Ziegler i in., 1976), który podzielono na podpoziomy dolny, środkowy i górny, nie jest zgodna z ogólną zasadą przedstawioną na początku tego rozdziału. Dolna granica została bowiem określona przez pierwsze wystąpienie gatunku *Polygnathus timorensis* Klapper, Philip i Jackson, 1970, a nie nominalnego gatunku *P. varcus* Stauffer, 1940, który pojawia się nieco wyżej. Środkowy podpoziom *varcus* wyznacza pierwsze pojawienie się gatunku *P. ansatus* Ziegler, Klapper i Johnson 1976; a górny podpoziom — *P. latifossatus* Wirth, 1967. Klapper i Johnson (1990) zaproponowali uproszczenie nazwy poziomu *hermanni-cristatus* (*sensu* Ziegler, 1965) do *hermanni*, co nie zostało uwzględnione w schemacie Clausena i in. (1993), ale zostało przyjęte przez część badaczy (m. in., Bełka i in., 1999; Marshall i House, 2000; Aboussalam i Becker, 2002; Bultynck, 2003).

Najwyższy żywet przedstawiono w tab. 1 w kilku wariantach: uwzględniono dawny podział Zieglera (1971), standardowy według Zieglera i Sandberga (1990), a także podziały alternatywne według Klappera i in. (1971), Klappera i Johnsona (1990) oraz Marshalla i House'a (2000).

Najczęściej przez badaczy jest stosowany podział według Zieglera i Sandberga (1990). Sandberg i in. (1989) zaproponowali zastąpienie poziomem *falsiovalis* najniższego poziomu *asymmetricus* z wcześniejszego schematu Zieglera (1971). Dolna granica poziomu *falsiovalis* została zdefiniowana przez pierwsze pojawienie się *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg, Ziegler i Bultynck, 1989, a górna przez najniższe wystąpienia *Palmatolepis transitans* Müller, 1956. W 1990 r. Ziegler i Sandberg podzielili poziom *falsiovalis* na dwa poziomy: dolny (pierwotnie — wczesny) i górny (późny). Granicę między tymi poziomami wyznacza najwcześniejsze pojawienie się *M. asymmetrica* (Bischoff i Ziegler, 1957).

Należy zwrócić uwagę na fakt, że w skorelowanych schematach Zieglera i Sandberga (1990) i Zieglera (1971), granica między najniższym a dolnym poziomem *asymmetricus* przebiega w obrębie górnego poziomu *falsiovalis* (patrz Ziegler & Sandberga, 1990, Text-Fig. 2, str. 11, Clausen i in., 1993), czyli inaczej niż to jest przedstawione w tab. 1, gdzie granica ta przebiega niżej. W pracy Zieglera i Sandberga (1990, str. 16) w spisie dodatkowych konodontów identyfikujących dolny poziom *falsiovalis* obok takich gatunków jak: *Ancyrodella pristina*, *A. binodosa*, *A. soluta* występują także *A. alata* i *A. rotundiloba*. Ostatnie dwa pojawiają się w wyższej części dolnego poziomu *falsiovalis* (patrz Sandberg i in., 1989, str. 197). Jednak obecność *A. rotundiloba* wskazuje, że granica między najniższym a dolnym poziomem *asymmetricus*, zgodnie z oryginalną definicją Zieglera (1971), powinna być usytuowana jeszcze w obrębie dolnego poziomu *falsiovalis*, w momencie pojawienia się tego gatunku (m.in. Klapper & Johnson, 1990; Racki & Bultynck, 1993; Bultynck, 2003 oraz tab. 1).

Wszystkie definicje żyweckich poziomów oraz ich dalszy formalny podział na podpoziomy oparto na zespołach konodontowych charakterystycznych dla głębszych facji pelagicznych we wschodniej części Reńskich Górach

Łupkowych, Newadzie, Montagne Noire i obszaru Tafilalt w Maroku (Ziegler i in., 1976; Weddige, 1977; Feist & Klapper, 1985; Bultynck, 1987).

Zonacja alternatywna

Podział zestawiony przez Clausena i in. (1993) został zdefiniowany głównie na podstawie taksonów konodontowych charakterystycznych dla głębszych części zbiorników sedymentacyjnych (patrz tab. 1). Podział ten nie jest więc reprezentatywny dla fauny konodontowej z facji płytszych, gdzie formy wskaźnikowe nie występują (patrz Bultynck i in., 2000). Facje płytsze dewonu środkowego były zdominowane przez osobniki z rodzaju *Icriodus*. Rozpoznanie fauny Icriodontidae jest więc bardzo istotne, szczególnie dla żywetu, ponieważ w tym interwale czasu na znacznych obszarach dominowały osady płytkowodnej platformy węglanowej. Utwory takie i towarzyszącą im faunę konodontową opisano np. z basenów wewnętrznej części kontynentu północnoamerykańskiego (stany: Iowa, Illinois, Missouri oraz prowincje Alberta, Manitoba i południowa część Terytorium Północnego-Zachodniego), a także z Europy: z obszaru Boulonnais we Francji oraz z południowej części Gór Świętokrzyskich i obszaru śląsko-kraakowskiego (rejon wiercenia Mzurów 49 BN) w Polsce (Norris i in., 1982; Norris & Uyeno, 1998; Bunker & Klapper, 1984; Witzke i in., 1988; Day, 1990; Racki, 1993; Rogers, 1998; Sobstel, 2003). Niezależnie od ograniczonej stosowności podziału standardowego z powodów zróżnicowanej paleoekologii konodontów, zastrzeżenia budzi także opisany wyżej sposób zdefiniowania poziomu *varcus* (Bultynck, 1987).

Wymienione problemy, związane z zastosowaniem zonacji standardowej, napotkała autorka w trakcie opracowania stratygrafii reperowych profili wiertniczych dewonu środkowego obszaru radomsko-lubelskiego. Badania rozwoju sedymentacji wskazują na istnienie tam facji lądowych i płytkomorskich obejmujących głównie utwory terygeniczne, ewaporatowe i płytkowodne osady węglanowe (Miłaczewski, 1981; Narkiewicz i in., 1998; Narkiewicz, 2002).

Istnienie środowisk płytkomorskich potwierdzają również badania konodontowe. W materiale konodontowym liczącym ok. 1500 okazów stwierdzono obecność 10 rodzajów: *Ancyrodella* Ulrich i Bassler, 1926, *Belodella* Ethington, 1959, *Dvorakia* Klapper i Barrick, 1983, *Icriodus* Branson i Mehl, 1938, *Mehlina* Youngquist, 1945, *Neopanderodus* Ziegler i Lindström, 1971, *Panderodus* Ethington, 1959, *Pandorinellina* Müller i Müller, 1957, *Polygnathus* Hinde, 1879 i *Skeletognathus* Sandberg, Ziegler i Bultynck, 1989. Jednakże zespoły konodontowe obszaru radomsko-lubelskiego są zdominowane tylko przez dwa rodzaje *Icriodus* i *Polygnathus* (ryc. 1). Pierwszy z nich preferował środowiska płytkie, przybrzeżne w obrębie strefy wód turbulentnych, natomiast drugi reprezentował wody spokojniejsze i nieco głębsze (Weddige & Ziegler, 1976, Fig. 2). Procentowy rozkład wszystkich rodzajów sugeruje przewagę biofacji ikriodidowo-polignatidowych dla piętra eifel (ryc. 1A), natomiast w żywiecie, gdzie ilość przedstawicieli z rodzajów *Icriodus* i *Polygnathus* była zbliżona (ryc. 1B) stwierdzono obecność biofacji ikriodidowo-polignatidowej, ikriodidowej, polignatidowo-ikriodidowej i zubożalej polignatidowej obejmującej tylko dwa taksony.

Wśród licznie reprezentowanych przedstawicieli rodzaju *Polygnathus* znaleziono tylko jeden gatunek

indeksowy podziału standardowego Zieglera i Sandberga (1990) — *P. ansatus* Ziegler, Klapper & Johnson, 1976 (ryc. 2c). Dewon środkowy radomsko-lubelski, a w szczególności żywet, jest więc przykładem sukcesji, dla której nie można zastosować podziału standardowego, ponieważ w badanym materiale brak jest form wskaźnikowych, a przeważają formy nieindeksowe. Dla określenia jednostek biostratygraficznych istotne zatem było wykorzystanie podziałów alternatywnych oraz dokładne ustalenie zasięgów stratygraficznych form nieindeksowych, które zostały następnie wykorzystane do datowań.

Alternatywny podział żywetu

Wydzielenia alternatywne, które obejmują zarówno poziomy formalne (Bultynck, 1987; Klapper & Johnson, 1990 oraz Marshall & House, 2000), jak i jednostki nieformalne (Rogers, 1998; Klapper i in., 1971) zestawiono razem z jednostkami standardowymi w tab. 1. Poziomy formalne zdefiniowano tak samo, jak w przypadku podziału standardowego, natomiast jednostki nieformalne wyznaczono na podstawie obecności taksonu wskaźnikowego oraz form charakterystycznych.

Niektórzy badacze uważają, że ponieważ najniższe wystąpienie gatunku *P. varcus* zostało stwierdzone powyżej dolnej granicy poziomu *varcus*, gatunek ten nie powinien być traktowany jako nominalny (Bełka i in., 1997; Bełka i in., 1999; Bultynck & Walliser, 2000) i należy stosować alternatywny podział poziomu *varcus*, zaproponowany przez Bultyncka (1987). Podział ten uwzględnia cztery poziomy ustalony w oparciu o pierwsze wystąpienia gatunków indeksowych (patrz tab. 1). W dwóch przypadkach (*rhenanus/varcus* i *latifossatus/semialternans*) dwa gatunki mogą być zamiennie wykorzystywane jako indeksowe. Alternatywne poziomy zostały zdefiniowane przez faunę charakteryzującą facje pelagiczne obszaru Tafilalt (Bultynck, 1987). Na obszarze radomsko-lubelskim poziomy *rhenanus/varcus* i *ansatus* zostały określone przez obecność gatunków indeksowych *Polygnathus rhenanus* Klapper, Philip i Jacskon, 1970 (ryc. 2a) i *P. varcus* (ryc. 2c), a w przypadku tego ostatniego dodatkowo przez gatunek *Icriodus liliputensis* Bultynck, 1987 (ryc. 2 b, b').

Płytsze facje nerytyczne są zdominowane przez ikriodonty, które stały się podstawą wprowadzenia alternatywnego podziału dla górnego żywetu, opartego na faunie *subterminus*. Dotychczasowe badania fauny *subterminus* koncentrowały się na obszarze Ameryki Północnej. Pojęcie zespołu faunistycznego *subterminus* zostało wprowadzone po raz pierwszy przez Bunkera i Klappera (1984) oraz Witzkego i in. (1985 *vide* Braun i in., 1988). Zespół ten, stwierdzony w utworach płytkowodnego szelfu węglanowego we wschodniej i północno-środkowej części stanu Iowa stanowił według cytowanych autorów, odpowiednik poziomu *disparilis*. Następnie Witzke i in. (1988) zaproponowali podział fauny *subterminus* na dolną i górną. Podstawę pierwszego wydzielenia wyznacza pierwsze pojawienie się gatunku *Icriodus subterminus* Youngquist, 1947, a zespół ten stanowiłby przypuszczalny odpowiednik dolnego podpoziomu *disparilis*. Pojawienie się gatunków *Polygnathus angustidiscus* Youngquist, 1945 i *Mehlina gradata* Youngquist, 1945 razem z *I. subterminus* wskazuje na obecność młodszego zespołu — przypuszczalnego odpowiednika górnego podpoziomu *disparilis*. Górną granicę całego zespołu wyznacza pojawienie się fauny *insita*.

Kolejne prace Daya (1990), Norrissa i Uyeno (1998) oraz Rogersa (1998) wykazały użyteczność fauny *subterminus* dla stratygrafii. Badania ostatniego autora sugerują, że dolna fauna *subterminus* może odpowiadać nie tylko dolnemu podpoziomu *disparilis*, ale może być starsza, obejmując część dolnego podpoziomu *hermanni* i/lub część lub cały górny podpoziom *hermanni*. Natomiast usytuowanie górnej fauny *subterminus*, określonej przez pierwsze pojawienie się gatunku *P. angustidiscus*, względem poziomu *disparilis* nie zostało sprecyzowane. Zdaniem Rogersa (1998, str. 733) może ona odpowiadać poziomowi *disparilis*. Podsumowując powyższe rozważania (tab. 1) stwierdzono, że dolna fauna *subterminus* nie może być młodszą od dolnego podpoziomu *disparilis*, natomiast górna fauna *subterminus* nie może być starsza od poziomu *disparilis*.

Poza obszarem stanu Iowa, fauna *subterminus* została odnotowana w prowincji Manitoba, północno-wschodniej Albercie oraz na obszarze Wielkiego Jeziora Niewolniczego w prowincji Terytorium Północno-Zachodniego (Witzke i in., 1988; Day i in., 1996; Norris & Uyeno, 1998), a także na obszarze Boulonnais we Francji (Brice i in., 1978). W Polsce fauna będąca prawdopodobnie ekwiwalentem fauny *subterminus* została stwierdzona w południowej części Gór Świętokrzyskich (Racki, 1993) i w regionie śląsko-częstochowskim, w wierceniu Mzurów 49–BN (Sobstel, 2003). Na obszarze radomsko-lubelskim fauna *subterminus* została zidentyfikowana na podstawie obecności przedstawicieli gatunku *I. subterminus* (ryc. 2e) i taksonu towarzyszącego *I. aff. subterminus* (ryc. 2d, d'), natomiast górna fauna *subterminus* na podstawie gatunków *Mehlina gradata* (ryc. 2f, g) i *Polygnathus angustidiscus* (ryc. 2h).

Z propozycją wprowadzenia poziomu *falsiovalis* do zonacji standardowej (por. wyżej) nie zgodzili się Klapper i Johnson (1990). Przedział od górnej granicy poziomu *disparilis* do górnej granicy dewonu środkowego zaliczyli oni do poziomu *norrissi*. Podstawa nowego poziomu została zdefiniowana przez najniższe wystąpienie bardzo charakterystycznego gatunku *Skeletognathus norrissi* (Uyeno, 1967), a jego górna granica przez pierwsze pojawienie się wczesniej formy *Ancyrodella rotundiloba sensu* Klapper (1985). Gatunek *Skeletognathus norrissi* jest znacznie szerzej rozprzestrzeniony na świecie niż *Mesotaxis asymmetrica s. l.* (*M. asymmetrica* i *M. falsiovalis*). Oprócz Ameryki Północnej i Afryki został stwierdzony w Azji i w Europie (patrz literatura Klapper & Johnson, 1990; Racki, 1993; Racki & Bultynck, 1993; Marshall & House, 2000), a także na obszarze radomskim (ryc. 2k). Jest charakterystyczny zarówno dla biofacji pelagicznej, mezotaksidowo-polignatidowej (Sandberg i in., 1989, str. 200; tab. 1) jak i środowisk płytkich z udziałem *Pandorinellina insita* (patrz Klappera i in., 1971; Klapper & Johnson, str. 415; Tab. 12; Norris i in., 1982, Tab. 13).

Natomiast dla płytkowodnych facji nerytycznych w omawianym przedziale wiekowym reprezentatywna jest fauna *insita*, zdominowana przez gatunek *Pandorinellina insita*. Dolna granica tej fauny określona jest przez pierwsze pojawienie się gatunku nominalnego. Natomiast górna została zdefiniowana przez pierwsze wystąpienie *Ancyrodella rotundiloba* (patrz Klapper i in., 1971, str. 300). Według Klappera i Johnsona (1990) pojawienie się *Pa. insita* jest zbliżone wiekowo do najniższego wystąpienia *S. norrissi*. Obszar występowania fauny *insita* w przybliżeniu pokrywa się z obszarem, na którym stwierdzono obecność

fauny *subterminus* (Klapper i in., 1971; Norris & Uyeno, 1981; 1983; Witzke i in., 1988; Day, 1990). Ponadto gatunek *Pa. insita* stwierdzono również w Europie, w Ardenach (Bultynck & Jacobs, 1982) i na obszarze radomsko-lubelskim (ryc. 2i, j).

Wnioski

Znaczenie konodontów dla biostratygrafii dewonu środkowego jest niekwestionowane. Zarazem jednak, znany od przeszło dwudziestu lat podział standardowy ma ograniczoną stosowalność, bowiem jest oparty na formach bardziej głęboko- i pełnomorskich, nieczęsto spotykanych w badanych zespołach konodontowych na całym świecie, w tym i w Polsce. W niniejszej pracy po raz pierwszy zestawiono i przedyskutowano na tle standardowego schematu Clausena i in. (1993) podziały alternatywne dla żywetu: według Bultyncka (1987), Rogersa (1998), Klappera i in. (1971), Marshalla i House'a (2000) oraz Klappera i Johnsona (1990). Podziały alternatywne, jak i formy nieindeksowe mogą być z powodzeniem stosowane dla utworów płytkomorskich i marginalnomorskich, w tym na obszarze Polski — dla obszaru radomsko-lubelskiego.

Autorka serdecznie dziękuje prof. Markowi Narkiewiczowi i prof. Pierre Bultynckowi za nieocenioną pomoc w rozwiązywaniu problemów taksonomicznych i biostratygraficznych oraz Janowi Turczynowiczowi za opracowanie strony graficznej.

Literatura

- ABOUSSALAM Z. S. & BECKER R. T. 2002 — The base of the hermanni Zone as the base of an Upper Givetian substage. Document submitted to the Subcommittee on the Devonian Stratigraphy, Annual Meeting Toulouse. SDS Newsletter 19 (2003).
- BELKA Z., KLUG Ch., KAUFMANN B., KORN D., DÖRING S., FEIST R. & WENDT J. 1999 — Devonian conodont and ammonoid succession of the eastern Tafilalt (Ouidane Chebbi section), Anti-Atlas, Morocco. *Acta Geol. Pol.*, 49: 1–23.
- BELKA Z., KAUFMANN B. & BULTYNCK P. 1997 — Conodont-based quantitative biostratigraphy for the Eifelian of the eastern Anti-Atlas, Morocco. *GSA Bull.*, 109: 643–651.
- BISCHOFF G. & ZIEGLER W. 1957 — Die Conodontenchronologie des Mitteldevons und des tiefsten Oberdevons. *Abhandl. Hessisch. Land. Bodenforsch.*, 22: 1–135.
- BRAUN W. K., NORRIS A. W. & UYENO T. T. 1988 — Late Givetian to Early Frasnian biostratigraphy of Western Canada: The Slave Point – Waterways boundary and related events. [W:] McMillan N. J., Embry A. F., Glass D. J. (ed.) — *Devonian of the World, 1: Regional Syntheses*. Canadian Soc. Petrol. Geol., Mem., 14: 221–250.
- BULTYNCK P. & JACOBS L. 1982 — Conodont succession and general faunal distribution across the Givetian–Frasnian boundary beds in the type area. [W:] *Papers on the Frasnian–Givetian boundary*. Geol., Surv. Belgium Spec. Vol.: 34–59.
- BULTYNCK P. 1987 — Pelagic and neritic conodont successions from the Givetian of pre-Sahara Morocco and the Ardennes. *Bull. Inst. Royal Sc. Natur. de Belgique, Sc. Terre*, 57: 149–181.
- BULTYNCK P. 2003 — Devonian Icriodontidae: biostratigraphy, classification and remarks on paleoecology and dispersal. *Revista Espanola de Micropaleontologia*, 35: 295–314.
- BULTYNCK P. 2005 — Proposal for a threefold subdivision of the Givetian. SDS Newsletter, 21: 20–22.
- BULTYNCK P., COEN-AUBERT M. & GODEFROID J. 2000 — Summary of the state of correlation in the Devonian of the Ardennes (Belgium — NE France) resulting from the decision of the SDS. [W:] P. Bultynck (ed.) — *Recognition of Devonian series and stage boundaries in geological areas*. Subcommittee on Devonian Stratigraphy. Cour. Forsch. Senckenberg, 225: 91–114.
- BULTYNCK P. & WALLISER O. H. 2000 — Devonian boundaries in the Moroccan Anti-Atlas. [W:] P. Bultynck (ed.) — *Recognition of Devonian series and stage boundaries in geological areas*. Subcommittee on Devonian Stratigraphy. Cour. Forsch. Senckenberg, 225: 211–226.
- BUNKER B. J. & KLAPPER G. 1984 — Conodont zones and correlation of the Cedar Valley–State Quarry interval of eastern Iowa. *Geol. Soc. Iowa, Guidebook*, 41: 15–18.
- CLAUSEN, C.-D., WEDDIGE, K. & ZIEGLER W. 1993 — Devonian of the Rhenish Massif. SDS Newsletter, 10: 18–19.
- DAY J. 1990 — The Upper Devonian (Frasnian) conodont sequence in the Lime Creek Formation of North–Central Iowa and comparison with Lime Creek ammonoid, brachiopod, foraminifer, and gastropod sequences. *Jour. Paleont.*, 64: 614–628.
- DAY J., UYENO T. T., NORRIS, A. W. WITZKE B. J. & BUNKER B. J. 1996 — Middle–Upper Devonian relative sea–level histories of central and western North American interior basins. [W:] Witzke B. J., Ludvigson G. A., Day J. (ed.) — *Paleozoic Sequence Stratigraphy: Views from the North America Craton*. Geol. Soc. Amer. Spec. Pap., 306: 259–275.
- FEIST R. & KLAPPER G. 1985 — Stratigraphy and conodonts in pelagic sequence across the Middle–Upper Devonian boundary, Montagne Noire, France. *Palaeontographica, Abt. A.*, 188: 1–18.
- HOUSE M. R., FEIST R. & KORN D. 2000 — The Middle/Upper Devonian boundary GSSP at Puech de la Suque, Southern France. *Cour. Forsch. Senckenberg*, 225: 49–58.
- IUDINA A. B. 1995 — Genus *Ancyrodella* succession in earliest Frasnian (?) of the northern Chernyshev Swell. *Geolines*, 3: 17–70.
- JOHNSON J. G. 1993 — Devonian Conodont Zones: a comment. SDS Newsletter, 10: 44.
- KLAPPER G. 1985 — Sequence in conodonts genus *Ancyrodella* in Lower asymmetricus Zone (earliest Frasnian, Upper Devonian) of the Montagne Noire, France. *Palaeontographica, Abteilung A.* 188: 19–34.
- KLAPPER G. 2000 — Species of *Spathognathodontidae* and *Polygnathidae* (Conodonts) in the recognition of Upper Devonian stage boundaries. *Cour. Forsch. Senckenberg*, 220: 153–159.
- KLAPPER G., FEIST R. & HOUSE M. R. 1987 — Decision on the Boundary Stratotype for the Middle/upper Devonian Series Boundary. *Episodes*, 10: 97–101.
- KLAPPER G. & JOHNSON J. G. 1990 — Revisions of Middle Devonian conodont zones. [W:] Johnson (ed.) — *Lower and Middle Devonian brachiopod-dominated communities of Nevada, and their position in a biofacies-province-real model*. *Jour. Paleont.*, 64: 934–941.
- KLAPPER G. & JOHNSON J. G. 1980 — Endemism and dispersal of Devonian conodonts. *Jour. Paleont.*, 54: 400–455.
- KLAPPER G., SANDBERG C. A., COLLINSON C., HUDDLE J. W., ORR R. W., RICKARD L. V., SCHUMACHER D., SEDDON G. & UYENO T. T. 1971 — North American Devonian. *Conodont biostratigraphy*. *Geol. Soc. Am. Mem.*, 127: 285–316.
- KLAPPER G. & ZIEGLER W. 1979 — Devonian conodont biostratigraphy. [W:] House M. R., Scrutton C. T., Bassett M. G. (ed.), *The Devonian system. Special Paper in Palaeontology*, 23: 199–224.
- KLAPPER G., ZIEGLER W. & MASHKOVA T. V. 1978 — Conodonts and correlation of Lower–Middle Devonian boundary beds in the Barrandian area of Czechoslovakia. *Geol. Palaeont.*, 12: 103–116.
- KRALICK, J. A. 1994 — The conodont genus *Ancyrodella* in the Middle Genssee Formation (lower Upper Devonian, Frasnian), Western New York. *Jour. Paleont.*, 68: 1384–1395.
- MARSCHALL J. E. A. & HOUSE M. R. 2000 — Devonian Stage Boundaries in England, Wales and Scotland. [W:] P. Bultynck (ed.), *Recognition of Devonian series and stage boundaries in geological areas*. Subcommittee on Devonian Stratigraphy. Cour. Forsch. Senckenberg, 225: 83–90.
- MILACZEWSKI L. 1981 — Dewon południowo-wschodniej Lubelszczyzny. *Pr. Inst. Geol.*, 101: 3–90.
- NARKIEWICZ M., MILACZEWSKI L., KRZYWIEC P. & SZEWCZYK J. 1998 — Zarys architektury depozycyjnej basenu dewońskiego na obszarze radomsko-lubelskim. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 165: 57–72.
- NARKIEWICZ M. 2002 — Middle Devonian epicontinental basin development in south–east Poland: a role of crustal discontinuities. [W:] Juszkina N. P., Cyganko W.S., Miannik P. — *Geology of the Devonian System. Proceedings of the International Symposium*. Syktyvkar, Komi Republic, 30–32.
- NORRIS A. W. & UYENO T. T. 1981 — Stratigraphy and paleontology of the lowermost Upper Devonian Water Point Formation on Lake Claire and the lower Upper Devonian Waterways Formation on Birch River, Northeastern Alberta. *Geological Survey of Canada*, 334: 1–53.
- NORRIS A. W. & UYENO T. T. 1983 — Biostratigraphy and paleontology of Middle–Upper Devonian boundary beds, Gypsum Cliffs area, Northeastern Alberta. *Geological Survey of Canada*, 313: 1–65.
- NORRIS A. W., UYENO T. T. & McCABE H. R. 1982 — Devonian rocks of the Lake Winnipegosis — Lake Manitoba outcrop belt, Manitoba. *Geological Survey of Canada Memoir* 392, and *Manitoba Mineral Resources Division Publication*, 771: 1–280.

- NORRIS W. A. & UYENO T. T. 1998 — Middle Devonian brachiopods, conodonts, stratigraphy, and transgressive-regressive cycles, Pine Point area, South of Great Slave Lake, district of Mackenzie, Northwest Territories. Geological Survey of Canada, 522: 1–190.
- RACKI G. 1993 — Evolution of the bank to reef complex in the Devonian of the Holy Cross Mountains. Acta Palaeont. Pol., 37: 87–182.
- RACKI G. & BULTYNCK P. 1993 — Conodont biostratigraphy of the Middle to Upper Devonian boundary beds in the Kielce area of Holy Cross Mts. Acta Geol. Pol., 43: 1–26.
- RACKI G. & TURNAU E. 2000 — Devonian series and stage boundaries in Poland. [W:] P. Bultynck (ed.), Recognition of Devonian series and stage boundaries in geological areas. Subcommission on Devonian Stratigraphy. Courier Forschungsinstitut Senckenberg 225, 145–158.
- RACKI G. & WRZOŁEK T. 1989 — Middle–Upper Devonian boundary: ambiguous reality of its stratotype. Cour. Forsch. Senckenberg, 110: 231–236.
- ROGERS F.S. 1998 — Conodont biostratigraphy of the Little Cedar and Lower Coralville formations of the Cedar Valley Group (Middle Devonian) of Iowa and significance of a new species of Polygnathus. Jour. Paleont., 72: 726–737.
- SANDBERG C. A., ZIEGLER W. & BULTYNCK P. 1989 — New Standard Conodont Zones and Early Ancyrodella Phylogeny across Middle–Upper Devonian Boundary. Cour. Forsch. Senckenberg, 110: 195–230.
- SOBSTEJL M. 2003 — Sedimentary record of eustatic changes on the Givetian (Devonian) carbonate platform of Małopolska Massif, southern Poland. Acta Geol. Pol., 53: 189–200.
- WALLISER O. H. 2000 — The Eifelian–Givetian stage Boundary. [W:] P. Bultynck (ed.), Recognition of Devonian series and stage boundaries in geological areas. Subcommission on Devonian Stratigraphy. Cour. Forsch. Senckenberg, 225: 37–47.
- WEDDIGE K. 1977 — Die Conodonten der Eifel–Stufe im Typusgebiet und in benachbarten Faziesgebieten. Senckenbergiana lethaea 58, 271–419.
- WEDDIGE K., WERNER R. & ZIEGLER W. 1979 — The Emsian–Eifelian Boundary; An attempt at correlation between the Eifel and Ardennes Regions. Newsletter on Stratigraphy, 8: 159–169.
- WEDDIGE K. & ZIEGLER W. 1976 — The significance of Icriodus: Polygnathus ratios in limestones from the type Eifelian, Germany. Geological Association of Canada Special Paper, 15: 187–199.
- WITZKE B. J., BUNKER B. J. & ROGERS F. S. 1988 — Eifelian through lower Frasnian stratigraphy and deposition in the Iowa area, central midcontinent, U. S. A. [W:] Mcmillan N. J., Embry A. F., Glass D. J. (red.), Devonian of the World, Volume 1: Regional Syntheses. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir 14, 221–250.
- ZIEGLER W. 1965 — Eine Verfeinerung der Conodontengliederung an der Grenze Mittel/Oberdevon. Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 9: 647–676.
- ZIEGLER W. 1971 — Conodont Stratigraphy of the European Devonian. Geol. Soc. Amer. Mem., 127: 227–284.
- ZIEGLER W. 2000 — The Lower Eifelian Boundary. Cour. Forsch. Senckenberg, 225: 27–36.
- ZIEGLER W., KLAPPER G. & JOHNSON J. G. 1976 — Redefinition and subdivision of the varcus–Zone (Conodonts, Middle–Upper Devonian) in Europe and North America. Geol. Palaeont., 10: 109–140.
- ZIEGLER W. & SANDBERG C. A. 1990 — The Late Devonian Standard Conodont Zonation. Cour. Forsch. Senckenberg 121: 1–115.

Praca wpłynęła do redakcji 20.01.2006 r.

Akceptowano do druku 26.05.2006 r.