

PALINOLOGIA KAMBRU DOLNEGO BLOKU GÓRNOŚLĄSKIEGO W REGIONIE KRAKOWSKIM

PALYNOLOGY OF THE LOWER CAMBRIAN IN THE UPPER SILESIA BLOCK, KRAKÓW REGION

MONIKA JACHOWICZ-ZDANOWSKA¹

Abstrakt. Artykuł stanowi przegląd przeprowadzonych dotychczas badań palinologicznych utworów kambru bloku górnośląskiego, rozpoznanych otworami wiertniczymi w regionie krakowskim, którego zasięg terytorialny został zdefiniowany w ramach projektu badawczego MNiSW NN 525 051033 „Prekambr i paleozoik regionu krakowskiego – model budowy geologicznej – jego aspekt użytkowy”. Na obszarze tym, w 13 wierceń udokumentowano zróżnicowane zespoły mikroskamieniałości charakterystyczne dla utworów dolnokambryjskich formacji z Borzęty i formacji z Goczałkowic wyróżnionych na bloku górnośląskim.

Najstarsze dolnokambryjskie zespoły mikroskamieniałości, typowe dla formacji z Borzęty, występują w analizowanym obszarze w 10 profilach wiertniczych. Charakteryzują się one stosunkowo słabym zróżnicowaniem morfologicznym. Dużą różnorodnością form oraz wyraźną zmiennością odznaczają się natomiast zespoły mikroskamieniałości w formacji z Goczałkowic, co pozwala na wyznaczenie zespołów typowych dla wyróżnianych w jej profilu ogniów – piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa i mułowców z trylobitami z Pszczyny, w trzech otworach wiertniczych. Asocjacje mikroflory udokumentowane w osadach ogniwa piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa charakteryzują się dominacją delikatnie urzeźbionych akritach, z nowym przewodnim dla tego ogniwa rodzajem *Ichnosphaera*. Zespoły akritach ogniwa mułowców z trylobitami z Pszczyny odznaczają się pojawieniem taksonów o zróżnicowanej morfologii i dominacją dolnokambryjskiego rodzaju *Skiagia*.

Słowa kluczowe: Acritarcha (Evitt, 1963), kambr, blok górnośląski, region krakowski.

Abstract. The paper reviews the palynological studies carried out to date on Cambrian deposits of the Upper Silesian Block explored by boreholes drilled in the Kraków region. Differentiated assemblages of organic microfossils characteristic of the lower Cambrian deposits of the Borzęta and Goczałkowice formations from the Upper Silesian Block were documented in 13 boreholes. The oldest Lower Cambrian microfossil assemblages, which are typical of the Borzęta Formation, occur in the Kraków region in 10 boreholes, but their morphological differentiation is rather poor. On the other hand, the assemblages from the Goczałkowice Formation are characterized by a significant diversity and variability of forms. Thus, in three boreholes, it helped to find assemblages which were typical of particular members distinguished in the formation, namely: the Głogoczów Bioturbated Sandstones Member and the Pszczyna Siltstones with Trilobites Member. Microflora associations, documented in the Głogoczów Bioturbated Sandstones Member, are characterized by finely ornamented acritarchs with *Ichnosphaera* – a new index genus. The acritarch assemblages of the Pszczyna Siltstones with Trilobites Member are characterized by the presence of morphologically differentiated specimens and predominance of the Lower Cambrian *Skiagia* species.

Key words: Acritarcha (Evitt, 1963), Cambrian, Upper Silesian Block, Kraków region.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Górnośląski, ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec;
e-mail: monika.jachowicz@pgi.gov.pl

WSTĘP

W niniejszej pracy pod nazwą region krakowski rozumiany jest obszar, w którego centrum położony jest Kraków. W przybliżeniu, ku północy sięga on okolic Olkusza, jego południowa granica biegnie wzdłuż linii łączącej miejscowości Sucha Beskidzka–Myślenice, granicę wschodnią wyznacza linia południkowa przechodząca przez Bochnię, a zachodnią – linia łącząca miejscowości Sucha Beskidzka–Kalwaria Zebrzydowska–Krzyszowice. Przyjęte granice analizowanego obszaru są generalnie sztuczne i wynikają ze stanu rozpoznania budowy geologicznej, w tym lokalizacji ważnych wierceń, na podstawie których jest możliwe określenie zasadniczych cech budowy geologicznej analizowanego obszaru.

Od ponad 100 lat dyskutowany był wiek poddewońskich i podmezozoicznych kompleksów skał klastycznych rozpoznanych licznymi wierceniami w rejonie Krakowa. Skały te, pozbawione makroskamieniałości, były uznawane za paleontologicznie nieme i przypisywano im różny wiek, od prekambriu po karbon. Na podstawie prowadzonych w ostatnich latach przez autorkę szczegółowych badań palinologicznych, udokumentowano dolnokambryjski ich wiek w kilku-

nastu otworach (Jachowicz, 1994, 1995; Jachowicz, Moryc, 1995; Buła, Jachowicz, 1996). W analizowanych profilach zostały znalezione bogate i zróżnicowane zespoły mikroskamieniałości, należące przede wszystkim do grupy Acritarcha (Evitt, 1963).

Większość z tych skamieniałości interpretowana jest powszechnie jako eukariotyczne, fotosyntetyzujące, głównie morskie organizmy jednokomórkowe, a ich masowe występowanie w skałach wskazuje na planktoniczny tryb życia tych organizmów. Odporna na wiele czynników substancja organiczna budująca ścianki tych mikroorganizmów, w skład której wchodzi substancje podobne do sporopolleniny, zdefiniowane ostatnio jako „algaenan”, powoduje, że bardzo dobrze zachowują się w skałach różnego wieku (Allard, Templier, 2000; Marshall i in., 2005; Moczydłowska, 2010). W uzyskanych spektrach organicznych, obok mikroskamieniałości zaliczanych tradycyjnie do akritarch, występują liczne nitkowate fragmenty reprezentujące prokariotyczne sinice oraz większe lub mniejsze fragmenty organiczne w kształcie zębów lub stożków, są to mikroskamieniałości reprezentujące najprawdopodobniej królestwo zwierząt.

POZIOMY AKRITARCHOWE WCZESNEGO KAMBRU – PRZEGLĄD BADAŃ

Grupa Acritarcha, do której należą pierwsze organizmy eukariotyczne, licznie występuje w utworach proterozoicznych i kambryjskich. Od wielu lat, zróżnicowane morfologicznie zespoły akritarch wykorzystywane są w stratygrafii kambru dolnego, a opracowane na ich podstawie rozpoznanie tych utworów, skorelowane ze znanymi poziomami faunistycznymi, są powszechnie akceptowane. Najstarsze, ediakarskie i dolnokambryjskie, asocjacje mikroskamieniałości organicznych z grupy Acritarcha (Evitt, 1963) rozpoznane zostały w wielu obszarach Europy, Azji i Ameryki. W sensie geograficznym mają one charakter kosmopolityczny, co pozwala na korelację odległych od siebie obszarów. W Europie do najlepiej poznanych należą zespoły występujące w utworach ediakaru i kambru platformy wschodnioeuropejskiej, skąd opisane zostały przez wielu autorów (Timofeev, 1959, 1966; Volkova, 1968, 1969a, b, 1973, 1990; Kirjanov, 1969; Fridrichsone, 1971; Jankauskas, 1972; Paškevičienė, 1980; Vidal, 1981; Moczydłowska, Vidal, 1986; Hagenfeldt, 1989; Eklund, 1990; Jankauskas, Lenzion, 1994; Volkova, Kirjanov, 1995).

Wyraźne zróżnicowanie taksonomiczne akritarch w utworach kambru powoduje, że są one bardzo dobrymi wskaźnikami stratygraficznymi, a opracowane na ich podstawie poziomy korelowane są z wydzieleniami faunistycznymi. Pierwsze zespoły akritarch o charakterze poziomym (*assemblage zone*) wyznaczone zostały w skałach kambru platformy wschodnioeuropejskiej z obszaru Polski i Rosji (Volkova, 1968, 1969, 1973), Ukrainy (Kirjanov, 1969, 1979) i Litwy (Jan-

kauskas, 1972). W obszarze południowo-zachodniego skłonu platformy wschodnioeuropejskiej, w utworach ediakaru i kambru dolnego, Moczydłowska (1991) wyznaczyła sześć poziomów akritarchowych. Autorka ta, w tym samym rejonie, na podstawie rozprzestrzenienia mikroflory w utworach z pogranicza kambru dolnego i środkowego, rozpoznanych w wierceniu Łopiennik IG 1, opisała kolejny zespół mikroflory charakterystyczny dla dolnej części kambru środkowego (Moczydłowska, 1999). W ostatnich latach, na podstawie publikowanych danych z obszaru platformy wschodnioeuropejskiej i platformy syberyjskiej, w osadach kambru wydzielono piętnaście poziomów akritarchowych (Raevskaya, 2005) (fig. 1).

W okresie kambru, trwającym według nowo przyjętego podziału prawie 54 mln lat, jego dwa najstarsze oddziały – Terenew i oddział 2 – obejmujące utwory tradycyjnego kambru dolnego, liczą wspólnie (od spągu Terenewu do stropu oddziału 2) 32 mln lat (Żylińska, 2008). Dotychczas w tym przedziale czasowym zostały rozpoznane cztery przewodnie poziomy akritarchowe (Moczydłowska, 1991; Jankauskas, Lenzion, 1992). Poziomy te, różnie nazwane przez poszczególne autorów, charakteryzują się występowaniem asocjacji mikroflory o podobnym składzie rodzajowym i gatunkowym.

Największe różnice jakościowe i ilościowe są obserwowane w składzie zespołów korelowanych z utworami najstarszego poziomu kambryjskiego *Platysolenites*, co być może jest związane z faktem, iż obejmuje on bardzo długi przedział cza-

System System	Oddziały bałtyckie Baltic series	Oddział Series	Piętro Stage	Piętra i poziomy bałtyckie Baltic stages and zones	Zony akritarchowe Acritarch zones					
					Moczydłowska (1991, 1999)	Jankauskas, Lenzion (1992) Jankauskas (2002)	Raevskaya (2005)			
K A M B R I A N C A M B R D O L N Y	G Ó R N Y Upper	FURONG Furongian	PIĘTRO 10 Stage 10	<i>Acerocare</i>				VK4B		
				<i>Peltura</i>				VK4A		
			PIĘTRO 9 Stage 9	<i>Leptoplastus</i>				VK3		
				PAIB Paibian 8				<i>Parabolina spinulosa</i>	VK1B/VK2A	
			<i>Olenus</i>					VK1B		
	Ś R O D K O W Y Middle	ODDZIAŁ 3 Series 3	GUŻANG Guzhangian 7	<i>A. pisiformis</i>				VK1		
				<i>Paradoxides forchhammeri</i>				SK2		
			DRUM Drumian 6	<i>Paradoxides paradoxissimus</i>				SK2A		
				PIĘTRO 5 Stage 5				<i>E. oelandicus</i>	<i>C. strigosum</i> <i>T. lancarae</i>	Cm ₂ ²
			<i>E. oelandicus</i>					<i>Eliasum</i> – <i>Cristallinum</i>	interzona <i>M. notatum</i>	Cm ₂ ^{1b} Cm ₂ ^{1a}
	D O L N Y Lower	ODDZIAŁ 2 Series 2	PIĘTRO 4 Stage 4	<i>Protolenus</i>	<i>Volkovia dentifera</i> – <i>Liepaina plana</i>	<i>Volkovia dentifera</i>	<i>E. laniscum</i> – <i>H. dendroideum</i>		NK5	
				<i>Holmia</i>	<i>Heliosphaeridium dissimilare</i> – <i>Skiagia ciliosa</i>	<i>Estiastra minima</i> <i>H. dissimilare</i>	Cm ₁ ^{4a}	NK4		
			PIĘTRO 3 Stage 3	<i>Schmidtellus mickwizi</i>	<i>Skiagia ornata</i> – <i>Fimbriaglomerella membranacea</i>	<i>Baltisphaeridium cerinum</i>	<i>B. cerinum</i> – <i>S. ciliosa</i>	Cm ₁ ³⁻⁴	NK3	
				<i>Schmidtellus mickwizi</i>	<i>Skiagia ornata</i> – <i>Fimbriaglomerella membranacea</i>	<i>Baltisphaeridium cerinum</i>	<i>B. cerinum</i> – <i>S. compressa</i>	Cm ₁ ³	NK3	
			TERENEW Terreneuvian	PIĘTRO 2 Stage 2	<i>Platysolenites</i>	<i>Asteridium tornatum</i> – <i>Comasphaeridium velvetum</i>	<i>Granomargineta prima</i>		Cm ₁ ²	NK2
					<i>Platysolenites</i>	<i>Asteridium tornatum</i> – <i>Comasphaeridium velvetum</i>	<i>Granomargineta prima</i>		Cm ₁ ²	NK2
542										
EDIAKAR Ediacaran				<i>Sabellidites</i>	<i>Cyanobacteria/bacteria</i> , <i>Leiospheridia</i> sp.	<i>Teophipolia lancerata</i>		Cm ₁ ¹	NK1	

Fig. 1. Biozonacje akritarchowe kambru

Cambrian acritarch biozonations

sowy. Jeśli przyjmujemy spąg poziomu *Schmidtellus mickwizi* za spąg kambru trylobitowego (Moczydłowska, 1991), to najstarszy poziom akritarchowy, będący ekwiwalentem najstarszego kambryjskiego poziomu faunistycznego, obejmuje ponad 20 mln lat. Najstarsze poziomy akritarchowe: *Asteridium tornatum*–*Comasphaeridium velvetum* (Mo-

czydłowska, 1991) i *Granomarginata prima* (Jankauskas, Lenzion, 1992) są korelowane z poziomem *Platysolenites*. Zespoły mikroflory tego okresu odznaczają się stosunkowo słabym zróżnicowaniem morfologicznym dokumentowanych taksonów, większość z nich to proste sferyczne okazy o słabo rozwiniętej morfologii. Dla opisanego z południowo-

-zachodniego skłonu platformy wschodnioeuropejskiej poziomu *Asteridium tornatum*–*Comasphaeridium velvetum* (Moczydłowska, 1991), za definiujące zostały uznane gatunki *Comasphaeridium agglutinatum* Moczydłowska, *C. formosum* Moczydłowska, *C. velvetum* Moczydłowska i *Pterospermella velata* Moczydłowska, w porównaniu z poziomem *Sabellidites* w utworach młodszych występuje 15 nowych gatunków, w tym bardzo licznie *Asteridium tornatum* (Volkova) Moczydłowska i *Comasphaeridium velvetum* Moczydłowska. Przewodnie gatunki tego poziomu, z wyjątkiem *Pterospermella velata* Moczydłowska, reprezentują akritarchy o silniej rozwiniętej morfologii, rzeźbie w postaci delikatnych wyrostków, uważanych za mikroflorę o wyraźnie „kambryjskim charakterze” (Moczydłowska, 1991). Te liczne, urzeźbione kambryjskie gatunki nie występują w asocjacjach o charakterze biozony udokumentowanych w utworach poziomu *Platysolenites* na północno-wschodnim brzegu platformy wschodnioeuropejskiej i na obszarze syneklizy bałtyckiej (Jankauskas, Lenzion, 1992). Za wskaźnikowe dla tych utworów, wybrano pierwsze pojawienie się gatunku *Granomarginata prima* Naumova. Obok niego w dokumentowanych asocjacjach występują *G. squamacea* Volkova, *Pulvinosphaeridium antiquum* Paškevičienė, *Ceratophyton vernicosum* Kirjanov, *Tasmanites tenellus* Volkova, liczni przedstawiciele rodzaju *Leiosphaeridia* oraz nitkowate fragmenty sinic, urzeźbione akritarchy („typu kambryjskiego”) reprezentuje jedynie gatunek *Asteridium tornatum* (Volkova) Moczydłowska. Poziom *Granomarginata prima* (Jankauskas, Lenzion, 1992) został uznany za odpowiednik biozony *Asteridium tornatum*–*Comasphaeridium velvetum* (Moczydłowska, 1991). Jankauskas i Lenzion (1992) uważają jednak, że w przeciwieństwie do wyżej wymienionych taksonów „o charakterze kambryjskim”, które stwierdzono w utworach poziomu *Platysolenites* jedynie w rejonie lubelskiego skłonu platformy wschodnioeuropejskiej, gatunek *Granomarginata prima* Naumova charakteryzuje dużo szerszy zasięg obszarów występowania. Dość znaczne różnice

w składzie taksonomicznym równowiekowych poziomów mikroflorystycznych interpretowane są różnicami facjalnymi analizowanych utworów (Jankauskas, Lenzion, 1992).

Kolejne poziomy akritarchowe związane są z utworami kambru trylobitowego, kiedy to w zespołach kambryjskiej mikroflory zachodzą wyraźne zmiany i rozpoczyna się dominacja urzeźbionych przedstawicieli podgrupy Acanthomorpha (Downie i in., 1963) ze wskaźnikowym rodzajem *Skiagia* rozpoznany w wielu obszarach występowania kambru dolnego (Downie, 1982; Volkova i in., 1983; Hagenfeldt, 1989; Moczydłowska, 1991). Ten charakterystyczny rodzaj z delikatnymi, lejkowato poszerzonymi końcami wyrostków, w utworach kambru dolnego jest reprezentowany przez kilka gatunków i występuje licznie w piętrach 3 i 4 oddziału 2, a nieliczne okazy znajdują się w utworach piętra 5 oddziału 3, które w nowym podziale chronostratygraficznym kambru reprezentują kambr środkowy (nie można jednak wykluczyć, iż te ostanie wystąpienia mogą stanowić materiał redeponowany z osadów starszych pięter). Obok zróżnicowanych morfologicznie gatunków rodzaju *Skiagia* w utworach trylobitowego kambru dolnego występuje wiele innych gatunków reprezentujących rodzaje: *Comasphaeridium*, *Asteridium*, *Heliosphaeridium*, *Pterospermopsimorpha* czy *Pterospermella*. Wiele z nich swoimi zasięgami obejmuje kolejne biozony kambru dolnego, a nieliczne charakteryzują się krótkimi zasięgami, ograniczonymi do jednego poziomu mikroflorystycznego i to one, wraz z gatunkami pojawiającymi się po raz pierwszy w spągu definiowanego poziomu, są typowane na formy przewodnie zespołu. Podobne zespoły mikroflory, będące podstawą wydzielenia poziomów akritarchowych w utworach trylobitowego kambru dolnego, zostały udokumentowane w różnych obszarach występowania kambru (Moczydłowska, 1991; Jankauskas, Lenzion, 1992; Jankauskas, 2002). Wydzielone na ich podstawie poziomy mikroflorystyczne charakteryzują się zbliżonym składem rodzajów i gatunków.

PRZEGLĄD WCZEŚNIEJSZYCH BADAŃ PALINOLOGICZNYCH KAMBRU NA OBSZARZE BLOKU GÓRNOŚLĄSKIEGO

Według nowszego, opracowanego w ostatnich latach, modelu budowy geologicznej, region krakowski leży na styku dwóch regionalnych jednostek tektonicznych, tj. bloku górnośląskiego, stanowiącego część większej jednostki określanej jako terran Brunovistulicum, oraz bloku małopolskiego. Oddzielająca te dwie, duże jednostki wąska strefa tektoniczna Kraków–Lubliniec stanowi najprawdopodobniej część większej transkontynentalnej strefy Hamburg–Kraków (Buła i in., 1997). W regionie krakowskim, który obejmuje krawędziowe obszary obu jednostek, po stronie bloku górnośląskiego w kilkunastu otworach zostały nawiercone cząstkowe profile utworów dolnokambryjskich pozbawione przewodnich makroskamieniałości. W skałach tych stwierdzono, miejscami

liczne, skamieniałości śladowe charakterystyczne dla środowisk lądowo-morskich oraz stref otwartego, płytkiego szelfu (Paczeńska, 2005, 2010).

Na obszarze bloku górnośląskiego kambryjskie zespoły Acritarcha dokumentowano w pojedynczych wierceńiach, poczynając od lat 70. ubiegłego wieku (Konior, Turnau, 1973; Turnau, 1974; Brochwicz-Lewiński i in., 1986). Obecność akritarch dolnokambryjskich w tym obszarze udokumentowano po raz pierwszy w otworach wiertniczych Wysoka 1, Kęty 9, Andrychów 3 oraz Piotrowice 1, kiedy to opisano zespoły mikroszczałków organicznych pochodzenia algowego (Wysoka 1 – głęb. 2043,2–2046,5 m; Kęty 9 – głęb. 1617,0–1622,8; 1630,9–1635,7 oraz 1640,0–1646,0 m;

Andrychów 3 – głęb. 2248,7–2251,5 m; Piotrowice 1 – głęb. 2410,4–2413,6 m), sygnalizując wyraźnie starszy od dolnodewońskiego wiek tych utworów (Turnau w: Konior, Turnau, 1973; Turnau, 1974). W kolejnych latach, podejmowane były próby bardziej szczegółowego oznaczenia wieku skał klastycznych rozpoznanych pod węglanami dewońskimi. Dolnokambryjskie zespoły akritarch oznaczono w tych skałach w otworach Andrychów 3 i Piotrowice 1 (Brochwicz-Lewiński i in., 1986). Ważnym dla biostratygrafii utworów kambryjskich całego Brunovistulikum, w skład którego wchodzi blok górnośląski, było stwierdzenie oznaczalnych zespołów mikroflory w utworach kambryjskich stratotypowego wiercenia Goczałkowice IG 1 (Kowalczewski i in., 1984). W profilu tym, jak dotychczas jedynym w całym obszarze omawianej jednostki, stwierdzono dolnokambryjskie trylobity (Orłowski, 1975). Wiek uzyskanych zespołów mikroflory zmieniano kilkakrotnie, przypisując je różnym piętrům kambru (Kowalczewski i in., 1984; Moczyłowska, 1998), dlatego też korelacje stratygraficzne dokonywane na ich podstawie budziły wiele wątpliwości, tak samo jak proponowane wraz z nimi modele budowy geologicznej badanego obszaru (Kowalczewski, 1990; Moczyłowska, 1997, 1998; Geyer i in., 2008).

Systematyczne i szczegółowe badania palinologiczne utworów dolnopaleozoicznych w obszarze bloku górnośląskiego i bloku Brna prowadzone są przez autorkę niniejszej pracy od kilkunastu lat. W pierwszych etapach prac badawczych, przypadających na lata 90. ubiegłego stulecia, podstawowym celem wykonywanych analiz było ostateczne wyjaśnienie wieku utworów klastycznych zalegających w badanym obszarze pomiędzy utworami dewonu lub mezozoiku a skałami prekambriu. Wstępne wyniki stratygraficzne badań palinologicznych utworów dolnopaleozoicznych w obszarze bloku górnośląskiego zostały opublikowane w pracach

Jachowicz, (1994, 2005), Jachowicz i Moryca (1995); Buła i Jachowicz (1996) oraz Buła i in. (1997), znajdują się również w opracowaniach archiwalnych autorki (Jachowicz, 1995, 1999, 2000). Na podstawie nowych oznaczeń wieku badanych utworów, określono pozycję stratygraficzną skał w wielu otworach wiertniczych, co wraz ze szczegółowymi badaniami litologicznymi umożliwiło opracowanie aktualnego modelu budowy geologicznej paleozoiku na obszarze Górnego Śląska (Buła, Jachowicz, 1996; Buła, 2000).

Zgromadzony w trakcie prowadzonych badań bogaty materiał mikroflorystyczny stanowił podstawę szczegółowych badań taksonomicznych i stratygraficznych utworów kambryjskich w analizowanym obszarze. Przeprowadzone w ostatnich latach, przez autorkę niniejszej pracy, systematyczne badania palinologiczne profili skał kambryjskich rozpoznanych w obszarze bloku górnośląskiego, dały możliwość szczegółowego uporządkowania występujących w nich zespołów mikroskamieniałości, ich usystematyzowania i ustalenia pełnego obrazu następstw asocjacji mikroflory w kambryjskich profilach całego Brunovistulikum (Jachowicz, 1994; 1996; Jachowicz, Moryc, 1995; Jachowicz, Přichystal, 1997). Na podstawie nowych danych palinologicznych wyznaczono charakterystyczne zespoły mikroflory przewodniej dla poszczególnych jednostek litostratygraficznych rozpoznanych w profilach kambru bloku górnośląskiego (Buła, Jachowicz, 1996; Buła, 2000). Są to kolejno: najstarsze asocjacje mikroskamieniałości formacji z Borzęty, związane z pierwszym poziomem kambryjskim *Platysolenites*; Acritarcha typowe dla utworów kambru dolnego z przedziału *Schmidtiellus–Holmia* występujące w dwóch ogniwach formacji z Goczałkowic – piaskowcach bioturbacyjnych z Głogoczowa i mułowcach z trylobitami z Pszczyzny, oraz asocjacje typowe dla kambru środkowego, udokumentowane tylko w profilu wiercenia Sosnowiec IG 1.

DOLNOKAMBRYJSKIE ASOCJACJE MIKROSKAMIENIAŁOŚCI REGIONU KRAKOWSKIEGO

Na obszarze krakowskim w 13 otworach wiertniczych udokumentowano zespoły mikroskamieniałości organicznych w skałach reprezentujących poszczególne ogniwa formacji z Borzęt i formacji z Goczałkowic (fig. 2, 3). Charakterystyczne asocjacje wyznaczono na podstawie szczegółowych analiz palinologicznych wykonanych dla ponad 160 próbek skał (tab. 1). Szczegółowe studia taksonomiczne uzyskanych mikroskamieniałości pozwoliły na wyróżnienie nowych, przewodnich rodzajów i gatunków akritarch. Na podstawie uzyskanych danych po raz pierwszy opisano wyraźne różnice w składzie rodzajowym i gatunkowym zespołów mikroflory udokumentowanych w utworach dolnokambryjskich bloku górnośląskiego. Zweryfikowane pod względem taksonomicznym asocjacje akritarch powiązane z poszczególnymi ogniwami dolnokambryjskich jednostek litostratygraficznych wydzielonych przez Bułę (2000) (fig. 4).

MIKROSKAMIENIAŁOŚCI FORMACJI Z BORZĘTY

Oprócz otworu Borzęta IG 1, w którym wyznaczono stratotypowy profil formacji z Borzęty (*op. cit.*), typowe dla tej formacji zespoły mikroskamieniałości stwierdzono w usytuowanych na południe i południowy wschód od Krakowa wierceniach: Wiśniowa 3, Wiśniowa 6, Wiśniowa IG 1, Rajbrot 1 i Rajbrot 2 oraz w otworach wiertniczych zlokalizowanych na północ i północny zachód od Krakowa w rejonie olkuskim: Trojanowice, Chrzastowice Rech 6, WB 137 oraz WB 141. W sumie asocjacje charakterystyczne dla najstarszych ogniw kambru udokumentowano w 10 profilach wiertniczych.

Zespoły mikroskamieniałości formacji z Borzęty charakteryzują się słabym zróżnicowaniem morfologicznym. Proste sferyczne okazy bez ornamentacji należące do podgrupy Sphaeromorphae, z rodzajem *Leiosphaeridia* (tabl. IV,

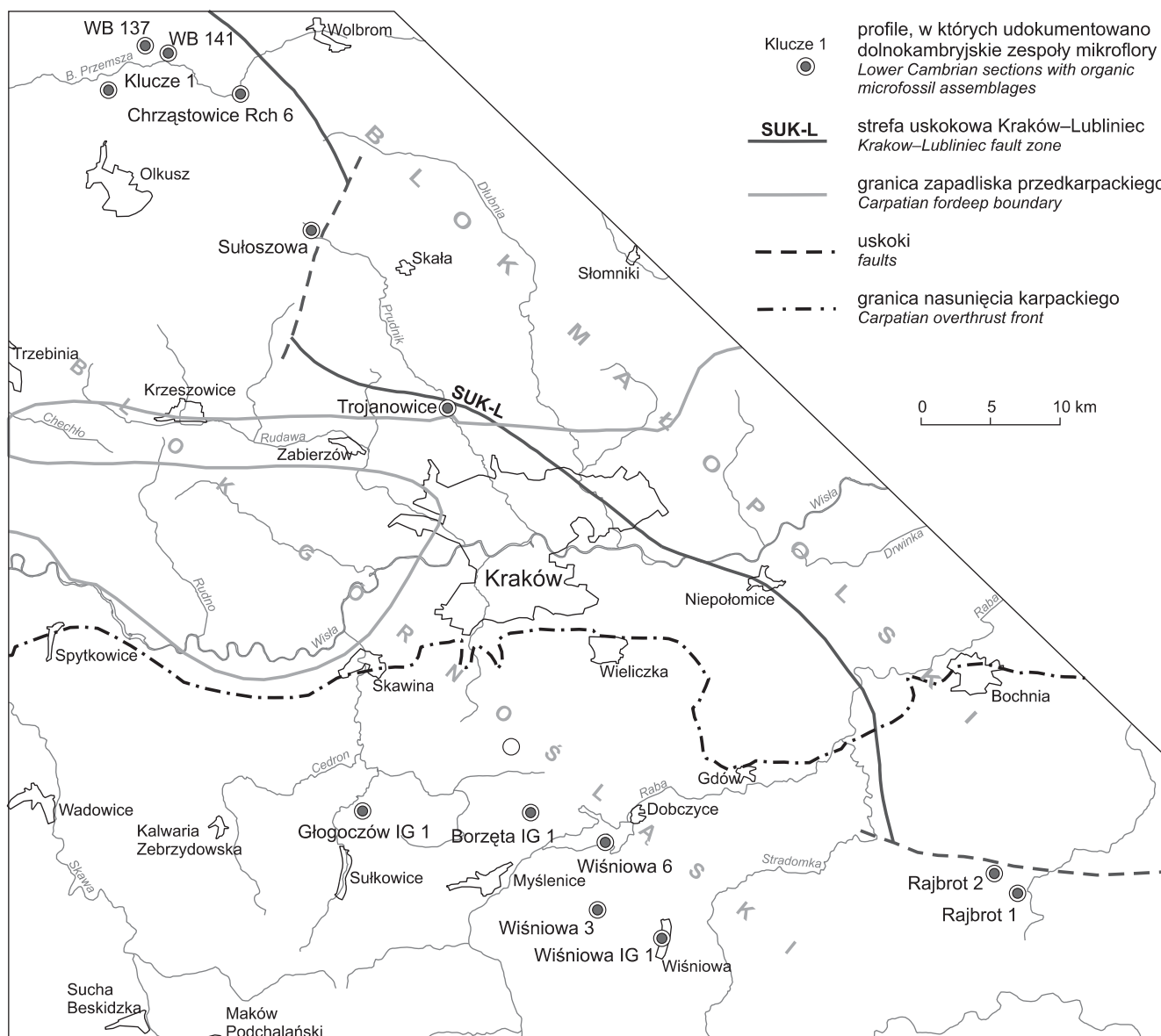


Fig. 2. Lokalizacja badanych profili wiertniczych

Location of investigated boreholes

fig. 1, 2) reprezentowanym przez okazy o różnych średnicach (od 10–30 μm do ponad 400 μm), to główny składnik mikroflory występującej w tych utworach. Rodzaj ten reprezentują liczne formy o cienkich, błoniastych ciałkach, często silnie zafałdowanych. Obok nich spotykane są mniej liczne okazy o znacznie grubszych ściankach i wyraźnie większych, kilkusetmikronowych średnicach. Podobne formy zostały opisane z najstarszych ogniw kambru dolnego jako rodzaj *Tasmanites* (Volkova i in., 1983). Cechą diagnostyczną tego rodzaju jest porowata ścianka z niewielkimi, jednakowymi, w miarę regularnie rozmieszczonymi otworkami. W materiale z bloku górnośląskiego ścianki okazów zaliczonych do rodzaju *Tasmanites* (tabl. IV, fig. 6, 7) są pokryte nieregular-

nymi otworkami, jednak nie można wykluczyć, że jest to cecha wtórna związana ze stanem zachowania i dlatego też formy te oznaczono jedynie do rodzaju. Obok nich w analizowanych zespołach występują liczni przedstawiciele kopalnych sinic – Cyanophyta (tabl. I, fig. 1–13). Ważnymi elementami uzyskanych asocjacji, są mniej liczne, niekiedy pojedyncze okazy reprezentujące inne podgrupy Acritarcha o nieco bardziej skomplikowanej budowie, są to przedstawiciele Disphaeromorphitae (Downie i in., 1963) z rodzajami *Granomarginata* (tabl. II, fig. 1, 2, 4) i *Pterospermopsimorpha* (tabl. II, fig. 5, 6, 9–11), Netromorphitae (*op. cit.*) z okazami rodzajów *Navifusa* (tabl. III, fig. 3, 4, 7, 8; tabl. IV, fig. 5) i *Leiovalia* (tabl. III, fig. 6) oraz Polygonomorphitae (*op. cit.*)

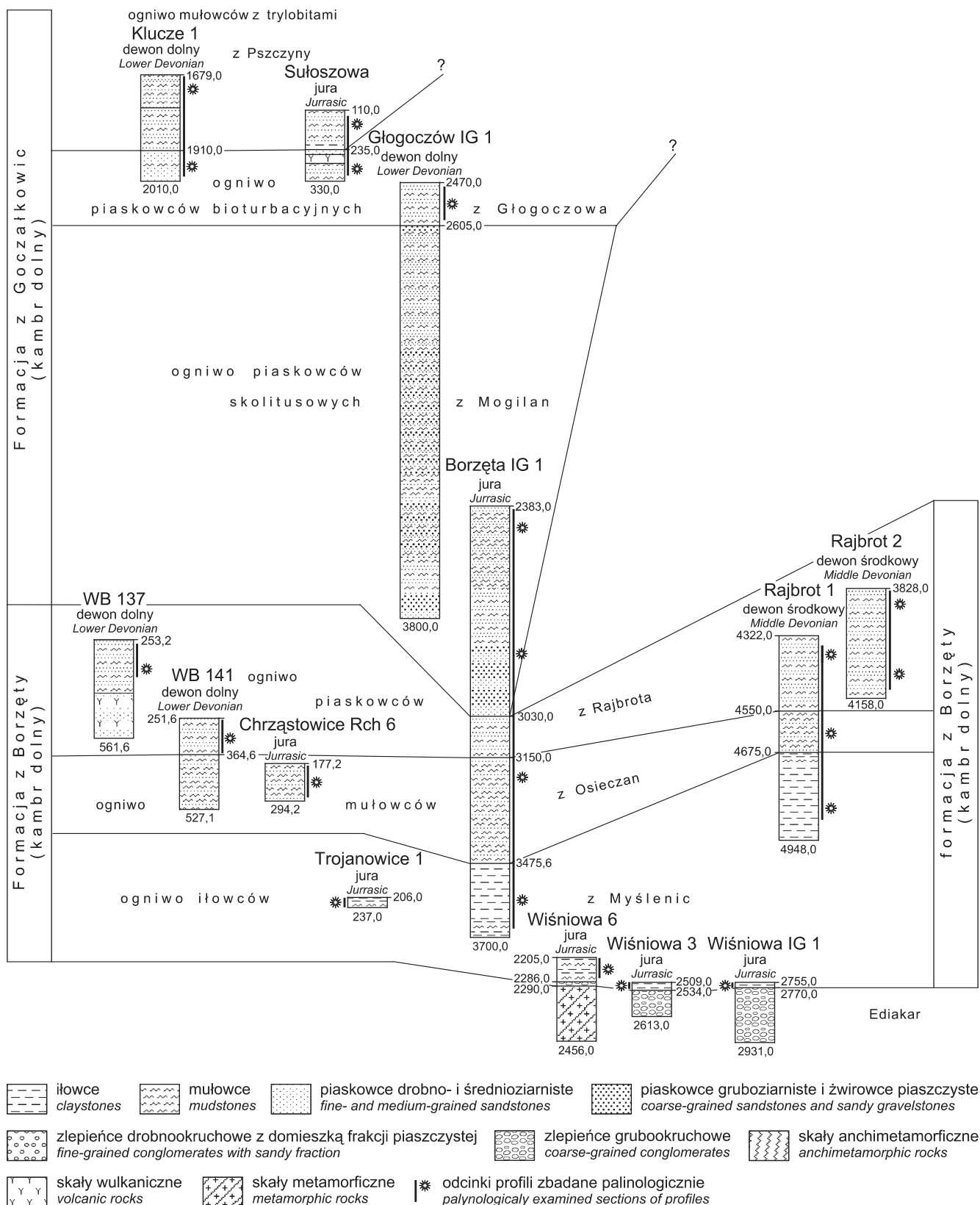


Fig. 3. Analizowane profile kambru dolnego w regionie krakowskim

Investigated Lower Cambrian sections in the Kraków region

Tabela 1

**Wykaz próbek analizowanych pod kątem obecności mikroskamieniałości
z wybranych otworów wiertniczych regionu krakowskiego**

List of palynologically analyzed samples from selected boreholes of the Kraków region

Nazwa otworu	Głębokości pobrania próbek, dla których wykonano badania palinologiczne [m]
Borzęta IG 1	3053,1; 3055,2; 3085,7; 3087,4; 3088,4; 3091,2; 3129,1; 3130,0; 3167,0; 3167,5; 3171,3; 3172,0; 3203,4; 3204,1; 3205,7; 3206,5; 3206,5; 3242,0; 3273,5; 3273,9; 3273,9; 3273,9; 3277,0; 3300,3; 3302,3; 3305,0; 3306,0; 3313,0; 3314,0; 3315,8; 3330,2; 3331,8; 3332,7; 3335,9; 3337,8; 3340,1; 3343,6; 3344,3; 3346,3; 3350,0; 3351,2; 3352,0; 3352,6; 3353,3; 3355,2; 3355,7; 3356,2; 3357,2; 3366,3; 3368,0; 3471,5*; 3472,3*; 3477,0*; 3478,7*; 3647,6*
Rajbrot 1	4330,0–4334,0; 4366,0–4371,0; 4390,0–4395,0; 4426,0–4431,0; 4472,0–4477,0; 4519,0–4527,0; 4574,0–4583,0; 4636,0–4642,0; 4688,0–4694,0; 4743,0–4748,0; 4815,0–4823,0; 4884,0–4889,0; 4945,0–4948,0
Rajbrot 2	3902,5; 3902–3909; 3906,6; 3967,0; 3968,8; 3972,0; 3972,35; 4035,7; 4097,15; 4100,8; 4149,5 4184,5
Wiśniowa IG 1	2758,8–2761,4; 2761,4–2765,8
Wiśniowa 3	2519,0–2522,5; 2532,0–2534,5
Wiśniowa 6	2226,5–2232,0
Chrzastowice Reh 6	190,5; 211,0; 228,0; 237,5*; 257,0; 275,0*; 295,0;
WB 137	408,8*; 555,0; 557,5; 558,7; 561,2;
WB 141	456,0; 515,0; 518,0
Trojanowice	210,0–215,0; 212,0; 218,0; 219,0–220,0; 221,0–222,0; 222,0–223,0; 223,0; 231,0; 231,0–232,0; 233,0–234,0; 236,0
Głogoczów IG 1	2536,1; 2536,9; 2573,5; 2575,4; 2575,9; 2576,1*; 2576,6*; 2579,0*; 2581,4*
Klucze 1	1680–1690; 1690–1700; 1710–1720; 1720–1730; 1730–1740; 1750–1760; 1770–1780; 1820–1830; 1890–1900; 1950–1960; 1970–1980*
Sułozowa	198,1–200,0; 217,1–221,0; 221,4–225,0; 225,4–228,5; 230,4; 230,5–233,5; 245,5–249,5*; 278,0–281,5*; 281,5–285,3*; 285,3–289,5*; 319,0–322,5; 326,6–330,0

* próbki negatywne; *negative samples*

z rodzajem *Pulvinosphaeridium* (tabl. III, fig. 1, 2, 5). Ten ostatni reprezentowany przez gatunek *Pulvinosphaeridium antiquum* Paškevičiene (tabl. III, fig. 1, 2) został opisany z utworów kambru dolnego Litwy, gdzie występuje w utworach horyzontu Lontowa, które są korelowane z poziomem *Platysolenites*. Kolejnym składnikiem analizowanego spektrum są występujące nielicznie (pojedyncze lub po kilka w standardowym preparacie mikroskopowym), różniące się od pozostałych znacznie większymi rozmiarami (przekraczającymi często kilkaset mikronów) okazy należące do rodzajów *Chuarua*, *Tawuia* (tabl. IV, fig. 3) i *Ceratophyton*. Pierwszy z nich, z gatunkiem *Chuarua circularis* Walcott, to „megasferomorfy” łączone obecnie z glonami eukariotycznymi (Dutta i in., 2006). Skamieniałości te znane są z utworów kambru dolnego i proterozoiku, gdzie bardzo często występują wspólnie z rodzajem *Tawuia*, tworząc charakterystyczne asocjacje, które ze względu na dość duże rozmiary niektórych okazów mogą być obserwowane nawet makroskopowo (Vidal i in., 1993). Rodzaj *Ceratophyton*, pojawiający się na pograniczu utworów prekambriu i kambru (Kirjanov, 1983; Moczyłowska, 2008), jest najprawdopodobniej jedynym przedstawicielem królestwa zwierząt (Fatka, Konzalová, 1995) wśród znalezionych mikroskamieniałości.

W stratotypowym profilu formacji z Borzęty, na podstawie cech litologicznych zostały wyróżnione trzy ogniwa: łożowców z Myślenic, mułowców z Osieczan oraz piaskowców z Rajbrota. W regionie krakowskim, w kilkunastu otworach wiertniczych zostały nawiercone cząstkowe profile tych ogniw. Zespoły mikroskamieniałości udokumentowane w skałach poszczególnych ogniw formacji z Borzęty mają podobny skład rodzajowy i gatunkowy, co nie pozwala na szczegółowy podział i przyporządkowanie określonych asocjacji poszczególnym ogniwom. Dlatego też na tym etapie badań uzyskane zespoły są traktowane jako charakterystyczne dla całej formacji. Niewielkie różnice, zaobserwowane w ilościowym występowaniu niektórych taksonów, polegają przede wszystkim na liczniejszym występowaniu poszczególnych rodzajów lub wręcz ich dominacji w pojedynczych, analizowanych profilach. Na przykład, w wierceniu Wiśniowa 6 dominującym składnikiem zespołów są fragmenty nitkowatych sinic oraz szerszych wstęgowatych kawałków, strzępków należących prawdopodobnie do glonów. Z kolei w spektrum uzyskanym z otworu wiertniczego Wiśniowa IG 1 licznie występują okazy z rodzajów *Grano-marginata* i *Pterospermopsimorpha* reprezentujące akritarchy o podwójnych ściankach. Natomiast w próbkach z profilu Rajbrot 2 dokumentowano, dość liczne, bo od kilku do

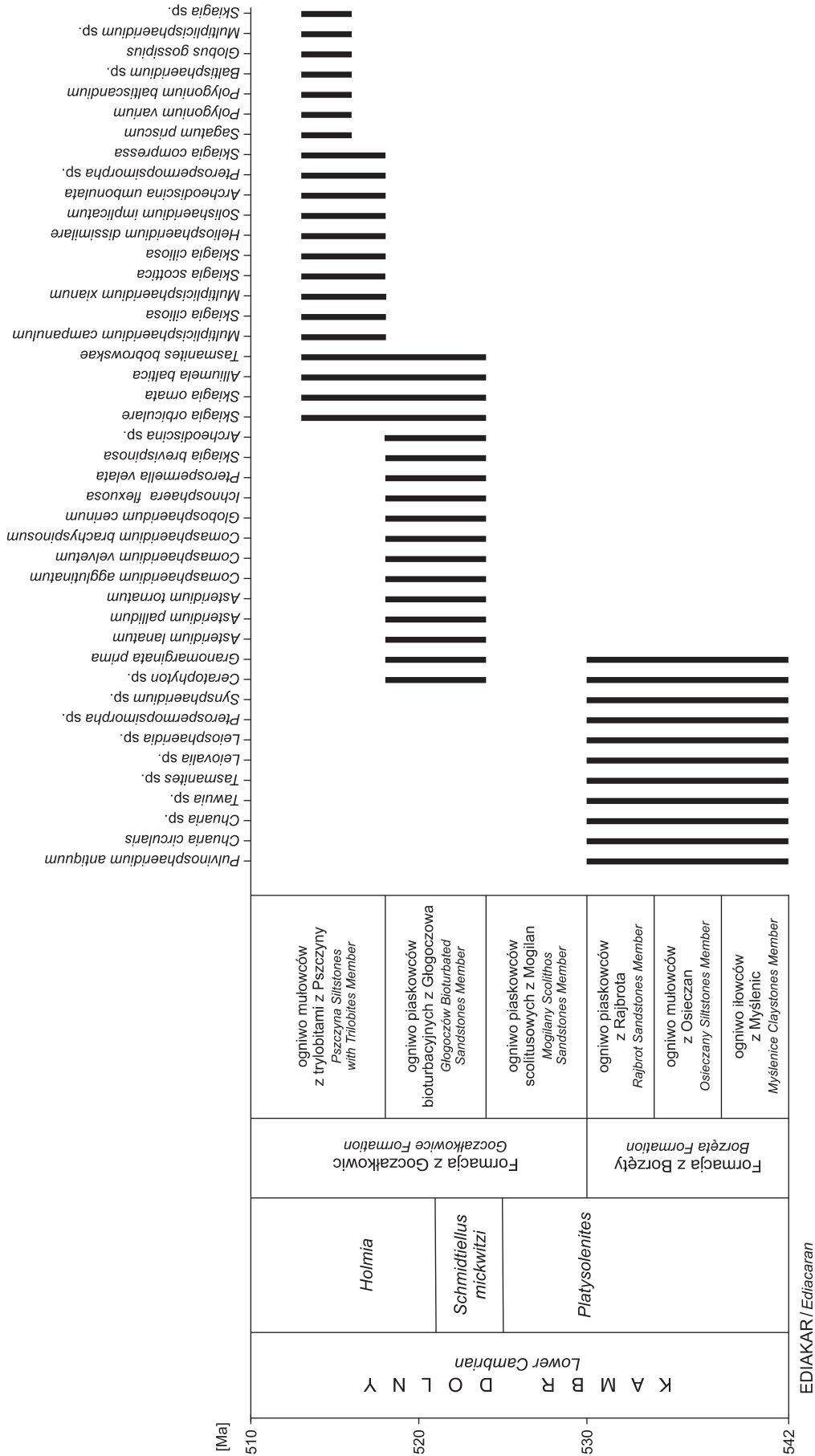


Fig. 4. Występowanie wybranych taksonów akritarów w utworach kambru dolnego w regionie krakowskim

Vertical distribution of selected acritarch taxa in Lower Cambrian sediments of the Kraków region

kilkunastu w standardowym preparacie mikroskopowym, okazy rodzaju *Ceratophyton*. Odnotowane różnice w składach znalezionych zespołów mogą, ale nie muszą być następstwem zróżnicowania zespołów w pionowym profilu, mogą też być związane ze zmiennymi warunkami sedymentacji.

Zespoły formacji z Borzęty składem rodzajowym i gatunkowy są podobne do zespołów biozony *Granomarginata prima*, wyznaczonej w obrębie utworów poziomu *Platysolenites* w rejonie północno-zachodnim platformy wschodnioeuropejskiej (Jankauskas, Lendzion, 1992; Jankauskas, 2002). W badanych profilach rejonu krakowskiego nie natrafiono na zespoły charakterystyczne dla drugiej, opisanej z utworów poziomu *Platysolenites*, biozony *Asteridium tornatum-Comasphaeridium velvetum* (Moczyłowska, 1991), natomiast pojedyncze taksony uznawane za przewodnie dla wspomnianej biozony występują w kolejnych, młodszych ogniwach kambru górnośląskiego, korelowanych w poziomami *Schmidtellus-Holmia*. Zespoły charakterystyczne dla poziomu *Asteridium tornatum-Comasphaeridium velvetum* (Moczyłowska, 1991) zostały natomiast znalezione w czeskiej części Brunovistulicum w wierceniu Měnín 1, zlokalizowanym w rejonie Brna (Vavrdová i in., 2003).

ASOCJACJE AKRITARCH FORMACJI Z GOCZAŁKOWIC

Następstwo zespołów akritarch w utworach formacji z Goczałkowic zostało szczegółowo rozpoznane w stratotypowym profilu tej formacji, w wierceniu Goczałkowice IG 1, zlokalizowanym w południowej części bloku górnośląskiego, poza regionem krakowskim. W wierceniu tym występują trzy, charakterystyczne zespoły akritarch. Pierwszy, najstarszy zespół stwierdzono w ogniwie piaskowców bioturbacyjnych z Goczałkowic, a kolejne dwa rozpoznano w ogniwie mułowców z trylobitami z Pszczyny. Pierwszy udokumentowano w interwale głębokości 2957–3039 m, a kolejne dwa w interwale głębokości 2765–2957 m, w którym to znalezione zostały trylobity (Orłowski, 1975). W tym miejscu należy podkreślić, że przeprowadzone w ostatnich latach szczegółowe badania palinologiczne kambryjskich osadów w wierceniu Goczałkowice IG 1 nie potwierdziły występowania w tym wierceniu utworów młodszych od kambru dolnego, jak to sugerowały wcześniejsze badania innych autorów (m.in. Moczyłowska, 1998).

Badania palinologiczne próbek skał z ogniw piaskowców skolitusowych z Mogilan, w obszarze bloku górnośląskiego, wykonane przez autorkę dla pojedynczych próbek z wiercenia Głogoczów IG 1 dały wynik negatywny. Wiek tego ogniw znany jest przez korelację z tego typu osadami rozpoznanymi w otworze wiertniczym Měnín 1, usytuowanym w czeskiej części Brunovistulicum, skąd opisany został zespół mikroflory charakterystyczny dla biozony *Asteridium-Comasphaeridium*, korelowanej z poziomem faunistycznym *Platysolenites* (Vavrdová i in., 2003).

W rejonie krakowskim utwory formacji z Goczałkowic zostały nawiercone w kilkunastu profilach wiertniczych. Zróżnicowane zespoły mikroflory, pozwalające na korelację

analizowanych utworów z przewodnimi zespołami rozpoznanymi w profilu stratotypowym formacji, udokumentowano w trzech wierceniach: Głogoczów IG 1, zlokalizowanym na południowy zachód od Krakowa, oraz Klucze 1 i Sułoszowa, wykonanych w okolicach Olkusza. W tych trzech badanych wierceniach zostały znalezione zespoły charakterystyczne dla ogniw piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa, w dwóch (Klucze 1 i Sułoszowa) asocjacje charakterystyczne dla ogniw mułowców z trylobitami z Pszczyny.

Ogniwo piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa

W obszarze krakowskim, asocjacje akritarch charakterystyczne dla ogniw piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa udokumentowane zostały w wierceniach: Głogoczów IG 1 (w 5 próbkach z następujących głęb.: 2536,1; 2536,9; 2573,5; 2575,4; 2575,9 m), Sułoszowa (w 2 próbkach z głęb. 319,0–322,5; 326,6–330,0 m) oraz Klucze 1 (próbka z głęb. 1950–1980 m).

W osadach tego ogniw występuje bardzo interesujący zespół palinomorf z dużą ilością akritarch opisanych po raz pierwszy jako *Skiagia ornata* typ 1 (Moczyłowska, Vidal, 1986), a następnie jako *Electroriscos flexuosus* (Eklund, 1990). Okazy te różnią się od znanego dolnokambryjskiego rodzaju *Skiagia* zakończeniami wyrostków, a od rodzaju *Electroriscos* – sposobem umocowania wyrostków w ścianie okazu. Dlatego też, na podstawie szczegółowych studiów taksonomicznych przeprowadzonych na bogatym materiale pochodzącym z bloku górnośląskiego, dla omawianych form autorka proponuje utworzenie nowego rodzaju *Ichnosphaera* z gatunkiem typowym *Ichnosphaera flexuosa* n. comb. (tabl. V, fig. 3, 4, 6, 7, 9–11, 13). Takson ten, wraz z włączonymi do niego nowymi gatunkami, został szczegółowo opisany w części paleontologicznej przygotowanej do druku monografii, dotyczącej palinologii kambru w obszarze Brunovistulicum. Poza blokiem górnośląskim, akritarchy tego rodzaju opisane zostały z utworów kambru dolnego Skandynawii (Moczyłowska, Vidal, 1986; Eklund, 1990) i południowej Irlandii (Brück, Vanguetaine, 2004). Dotychczas rodzaj ten był znajdowany w osadach korelowanych z dolną częścią trylobitowego kambru dolnego, z wyższą częścią poziomu *Schmidtellus* oraz dolną częścią poziomu *Holmia*, np. w Skandynawii z poziomem *Holmia* A (Moczyłowska, Vidal, 1986). Te charakterystyczne akritarchy nie były dotychczas udokumentowane w obszarze platformy wschodnioeuropejskiej, ale są bardzo liczne w zespołach mikroflory opisanych z osadów „Mickwitzia sandstone” centralnej Szwecji oraz formacji „Green Shale” w rejonie Bornholmu (Moczyłowska, Vidal, 1992).

W obszarze bloku górnośląskiego większość gatunków należących do rodzaju *Ichnosphaera* występuje jedynie w osadach ogniw piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa, przez co są one bardzo dobrymi taksonami wskaźnikowymi dla tych utworów.

W omawianym zespole obok wyżej opisanych akritarch licznie występują przedstawiciele rodzaju *Comasphaeridium* z gatunkami *C. brachyspinosum* (Kirjanov) Moczyłowska

et Vidal (tabl. V, fig. 1, 8, 12), *C. agglutinatum* Moczydłowska i *C. molliculum* Moczydłowska et Vidal (tabl. VI, fig. 9, 10) oraz rodzaj *Pterospermella* z gatunkiem *P. velata* Moczydłowska. W porównaniu z wyżej wymienionymi taksonami, mniej licznie w uzyskanym spektrum są reprezentowane rodzaje *Asteridium*, *Globosphaeridium*, *Tasmanites* z gatunkami: *Asteridium tornatum* (Volkova) Moczydłowska, *A. pallium* (Volkova) Moczydłowska, *A. lanatum* (Volkova) Moczydłowska, *Globosphaeridium cerinum* (Volkova) Moczydłowska, *Tasmanites bobrowskae* Ważyńska. W uzyskanych asocjacjach znaleziono również pojedyncze okazy rodzaju *Skiagia*, który jest reprezentowany przez gatunki: *S. brevispinosa* Downie, *S. ornata* (Volkova) Downie i *S. orbiculare* (Volkova) Downie, oraz przedstawicieli rodzaju *Archeodiscina*.

Zespół ogniwa piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa, co należy podkreślić w podsumowaniu, charakteryzuje się dominacją delikatnie urzeźbionych akritarch, a wiele dokumentowanych taksonów posiada włosowate wyrostki, tak jak przedstawiciele rodzaju *Comasphaeridium* czy *Ichnosphaera* lub gatunku *Asteridium lanatum* (Volkova) Moczydłowska.

W wyniku najnowszych badań palinologicznych po raz pierwszy w wierceniach Klucze 1 i Sułszowa zostały udokumentowane osady ogniwa piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa. Skutkuje to potrzebą weryfikacji dotychczasowego podziału litostratygraficznego kambru górnośląskiego (Buła, 2000), w którym to skały klastyczne rozpoznane pod utworami dewonu w wierceniach Klucze 1, a pod utworami jury w otworze wiertniczym Sułszowa zaliczane były w całości do ogniwa mułowców z trylobitami z Pszczyny.

Ogniwo mułowców z trylobitami z Pszczyny

W rejonie Krakowa asocjacje akritarch typowe dla ogniwa mułowców z trylobitami z Pszczyny udokumentowano w wierceniach Klucze 1 (zbadany interwał głęb. 1680–1900 m) i Sułszowa (6 pozytywnych próbek z interwału głęb. 198,1–233,5 m) wykonanych w rejonie olkuskim.

Asocjacje mikroflorystyczne ogniwa mułowców z trylobitami charakteryzują się pojawieniem taksonów o bardzo zróżnicowanej morfologii. Najbardziej charakterystycznym jest rodzaj *Skiagia*, reprezentowany przez liczne okazy zarówno nowych gatunków, takich jak *S. scottica* Downie czy

S. ciliosa (Volkova) Downie, jak i tych obserwowanych wcześniej w ogniwie piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa. Jako nowe, w omawianym ogniwie, pojawiają się takie rodzaje i gatunki jak: *Multiplicisphaeridium campanulum* Eklund (tabl. VII, fig. 5, 6), *Archeodiscina umbonulata* Naumova (tabl. VI, fig. 1, 2), *Heliosphaeridium dissimilatae* (Volkova) Moczydłowska (tabl. VII, fig. 10), *Estiastra minima* Volkova (tabl. VII, fig. 1), *Solisphaeridium implicatum* (Fridrichsone) Moczydłowska (tabl. VIII, fig. 4) czy *Pterospermopsimorpha* sp. (tabl. VIII, fig. 1, 2). Wymienione taksony zostały stwierdzone w mniejszych lub większych ilościach w obu omawianych wierceniach. W asocjacjach ogniwa mułowców z trylobitami z Pszczyny dokumentowanych w obszarze bloku górnośląskiego, m.in. w profilu stratotypowym Goczałkowice IG 1, zaobserwowano wyraźne zróżnicowanie wielkości okazów w obrębie rodzaju *Skiagia*. Średnice okazów tego rodzaju występujących w spągu ogniwa są wyraźnie mniejsze (o 15–20 µm) od znajdujących w jego stropie. W tej części ogniwa pojawiają się kolejne nowe gatunki, takie jak: *Sagatum priscum* (Kirjanov et Volkova) Vavrdová et Bek, *Polygonium varium* (Volkova) Moczydłowska, *Solisphaeridium baltiscandium* (Eklund) Moczydłowska, *Globus gossipinus* Vidal, *Skiagia* sp. (tabl. VIII, fig. 5–7). Formy te wraz z dużymi okazami rodzaju *Skiagia* zostały udokumentowane w profilu wiercenia Klucze 1.

Zespoły stwierdzone w próbkach z wiercenia Sułszowa zdominowane są przez okazy rodzaju *Skiagia*, o wyraźnie mniejszych średnicach. Na podstawie nowych danych na temat rozprzestrzenienia zespołów mikroflory w utworach kambru bloku górnośląskiego można przyjąć, że w wierceniach tym udało się udokumentować dolny odcinek ogniwa mułowców z trylobitami z Pszczyny. W omawianym otworze kambryjskie utwory klastyczne zostały nawiercone na głębokości 110–330 m, pod węglanowymi utworami jury. Niestety do dzisiaj zachowały się jedynie próbki archiwalne z interwału 198,1–330,0 m, przez co ponad 80-metrowy stropowy odcinek ich profilu nie mógł zostać poddany badaniom palinologicznym. W odcinku tym najprawdopodobniej występują wyższe części ogniwa mułowców z trylobitami z Pszczyny, a być może, oceniając miąższość niezbadanych osadów w tym otworze, należy się tu spodziewać przejścia do wyższych ogniwi kambru górnośląskiego, reprezentowanych przez utwory kambru środkowego formacji z Sosnowca.

WNIOSKI

1. W wyniku przeprowadzonych badań palinologicznych, w regionie krakowskim udokumentowano występowanie zróżnicowanych zespołów mikroskamieniałości typowych dla formacji z Borzęty i z Goczałkowic wyróżnionych w profilach kambru dolnego bloku górnośląskiego (Brunovistulicum).

2. Zespoły formacji z Borzęty, udokumentowane w dziedzi otworach wiertniczych w rejonie krakowskim, składem rodzajowym i gatunkowym są podobne do zespołów biozony

Granomarginata prima wyznaczonej w obrębie utworów faunistycznego poziomu *Platysolenites* w rejonie północno-zachodniej platformy wschodnioeuropejskiej (Jankauskas, Lendzion, 1992; Jankauskas, 2002). W badanych profilach z regionu krakowskiego nie natrafiono na zespoły charakterystyczne dla drugiej opisanej z utworów poziomu *Platysolenites* biozony *Asteridium tornatum*–*Comasphaeridium velvatum* (Moczydłowska, 1991). Te ostatnie udokumentowane zostały w czeskiej części Brunovistulicum, w wierceniach Měnin 1 zlo-

kalizowanym w okolicach Brna na Morawach (Vavrdová i in., 2003). Tej biozonie odpowiadają zapewne płone, gruboklastyczne utwory ogniwa piaskowców skolitusowych, tworzące dolną część formacji z Goczałkowic w regionie krakowskim i innych częściach bloku górnośląskiego.

3. Przeprowadzone badania palinologiczne w najstarszych utworach kambryjskich na Brunovistulicum wykazały obecność, dwóch różniących się wyraźnie składem rodzajowym i gatunkowym zespołów mikroskamieniałości. Oba te zespoły były korelowane tradycyjnie, niejako wymiennie, z poziomem *Platysolenites*. Uzyskane wyniki wskazują na potrzebę wyróżniania w utworach najstarszego poziomu kambru, co najmniej dwóch zespołów mikroflorystycznych.

4. Zróżnicowane zespoły mikroflory, charakterystyczne dla ogniw piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa i mułowców z trylobitami z Pszczyny formacji z Goczałkowic, znalezione zostały w trzech otworach wiertniczych zlokalizowanych w regionie krakowskim – Głogoczów IG 1, Klu-

cze 1 i Sułoszowa. W dwóch ostatnich wierceniach osady ogniwa piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa udokumentowane zostały po raz pierwszy. Skutkuje to potrzebą weryfikacji podziału litostratygraficznego kambru dolnego (Buła, 200), w wierceniach Klucze 1 i Sułoszowa, w których utwory dolnokambryjskie zaliczane były w całości do ogniwa mułowców z trylobitami z Pszczyny.

5. Zespoły mikroflorystyczne ogniwa piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa charakteryzują się dominacją delikatnie urzeźbionych akritarch, reprezentujących takie taksony, jak: *Comasphaeridium velvetum* Moczydłowska, *C. molliculum* Moczydłowska et Vidal, *Asteridium lanatum* (Volkova) Moczydłowska i nowy rodzaj *Ichnosphaera*.

6. Wśród asocjacji mikroflory rozpoznanych w utworach ogniwa mułowców z trylobitami z Pszczyny, zdominowanych przez dolnokambryjski rodzaj *Skiagia*, wydzielone zostały dwa zespoły typowe dla dolnej i górnej części tego ogniwa.

LITERATURA

- ALLARD B., TEMPLIER J., 2000 — Comparison of neutral lipid profile of various trilaminar outer cell wall (TLS)-containing microalgae with emphasis on algaean occurrence. *Phytochemistry*, **54**: 369–380.
- BROCHWICZ-LEWIŃSKI W., VIDAL G., POŻARYSKI W., TOMCZYK H., ZAJĄC R., 1986 — Position tectonique du massif de Haute-Silésie avant le Permien à la lumière de données nouvelles sur le Cambrien de cette région. *C. R. Acad. Sci., Paris.*, **303**, 16: 1493–1496.
- BRÜCK P.M., VANGUESTAINE M., 2004 — Acritarchs from the Lower Palaeozoic succession on the south County Wexford coast, Ireland: new age constraints for the Cullinstown Formation and the Cahore and Ribband Groups. *Geol. J.*, **39**: 199–224.
- BUŁA Z., 2000 — Dolny paleozoik Górnośląska i zachodniej Małopolski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **171**.
- BUŁA Z., JACHOWICZ M., 1996 — The Lower Paleozoic sediments in the Upper Silesian Block. *Kwart. Geol.*, **40**, 3: 299–324.
- BUŁA Z., JACHOWICZ M., ŻABA J., 1997 — Principal characteristics of the Upper Silesian Block and Małopolska Block border zone (southern Poland). *Geol. Mag.*, **133**: 669–677.
- DOWNIE C., 1982 — Lower Cambrian acritarchs from Scotland, Norway, Greenland and Canada. *Trans. Royal Soc. Edinburgh, Earth Sci.*, **72**: 257–285.
- DOWNIE C., EVITT W.R., SARJEANT W.A.S., 1963 — Dinoflagellates, hystrichospheres, and the classification of the acritarchs. *Stanford Univ. Publ. Geol. Sci.*, **7**, 3: 1–16.
- DUTTA S., STEINER M., BANERJEE S., ERDTMANN B.D., JEEVANKUMAR S., MANN U., 2006 — *Chuarina circularis* from the early Mesoproterozoic Suket Shale, Vindhyan Supergroup, India: Insights from light and electron microscopy and pyrolysis-gas chromatography. *J. Earth Syst. Sci.*, **115**: 99–112.
- EKLUND K., 1990 — Lower Cambrian acritarch stratigraphy of the Bårstad 2 core, Östergötland, Sweden. *Geol. Förening. Stockholm Förhand.*, **112**: 19–44.
- EVITT W.R., 1963 — A discussion and proposals concerning fossil Dinoflagellates, Hystrichospheres and Acritarchs. (U.S.) *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **49**: 158–164, 298–303.
- FATKA O., KONZALOVÁ M., 1995 — Microfossils of the Paseky Shale (Lower Cambrian, Czech Republic). *J. Czech Geol. Soc.*, **40**, 4: 55–66.
- FRIDRICHSONE A.I., 1971 — Akritarkhi Baltisphaeridium i gistrichosfery (?) iz kembrijskikh otlozhenij Latvii. [Acritarchs Baltisphaeridium and hystrichospheres (?) from the Cambrian deposits in Latvia.] *W: Paleontologiya i Stratigrafiya Pribaltiki i Belorusi* **3**: 5–22.
- GEYER G., ELICKIO., FATKA O., ŻYLIŃSKA A., 2008 — Cambrian. *W: The Geology of Central Europe, 1. Precambrian and Palaeozoic* (red. T. McCann): 155–202. Geol. Soc., London.
- HAGENFELDT S.E., 1989 — Lower Cambrian acritarchs from the Baltic Depression and South-Central Sweden, taxonomy and biostratigraphy. *Stockholm Contrib. Geol.*, **41**: 1–176.
- JACHOWICZ M., 1994 — O występowaniu mikroskamieniałości grupy Acritarcha w utworach starszego paleozoiku północno-wschodniego obrzeżenia GZW. *Prz. Geol.*, **42**: 631–637.
- JACHOWICZ M., 1995 — Opracowanie stratygrafii starszego paleozoiku NE obrzeżenia GZW w oparciu o badania mikropaleontologiczne Acritarcha. *Centr. Arch. Państw. Inst. Geol., Sosnowiec*.
- JACHOWICZ M., 1996 — Lower Palaeozoic Acritarch Assemblages from the Upper Silesian Block (USB). *Acta Univ. Carolinae Geol.*, **40**: 457.
- JACHOWICZ M., 1999 — Badania mikroszczątków organicznych Acritarcha w sekwencjach dolnopaleozoicznych i prekambryjskich brzeżnej części bloku małopolskiego. *Centr. Arch. Państw. Inst. Geol., Sosnowiec*.
- JACHOWICZ M., 2000 — Kambryjskie zespoły Acritarcha bloku górnośląskiego. *Centr. Arch. Państw. Inst. Geol., Sosnowiec*.
- JACHOWICZ M., 2005 — Ordowickie akritarchy bloku górnośląskiego. *Prz. Geol.*, **53**, 9: 756–762.
- JACHOWICZ M., MORYC W., 1995 — Platformowe utwory kambru dolnego z wierceń Rajbrot 1 i 2 na południe od Bochni. *Prz. Geol.*, **43**: 935–940.
- JACHOWICZ M., PŘICHYŠTAL A., 1997 — Lower Cambrian sediments in deep boreholes in south Moravia. *Bull. Czech Geol. Surv.*, **72**, 4: 329–332.

- JANKAUSKAS T.V., 1972 — Biostratigrafija niznego kembrya Litwy (po akritarcham). *Dokl. AN SSSR*, **205**, 5: 1186–1189.
- JANKAUSKAS T.V., 2002 — Cambrian stratigraphy of Lithuania. Institute of Geology of Lithuania, Vilnius.
- JANKAUSKAS T.V., LENDZION K., 1992 — Biozonacja dolnego i środkowego kambru syneklizy bałtyckiej i obszarów przyległych (platforma wschodnioeuropejska) na podstawie akritarch. *Prz. Geol.*, **40**, 9: 519–525.
- JANKAUSKAS T.V., LENDZION K., 1994 — Biostratygraficzna korelacja profilów dolnego i środkowego kambru w syneklizie bałtyckiej i obszarów przyległych (platforma wschodnioeuropejska). *Prz. Geol.*, **42**, 5: 365–370.
- KIRJANOV V.V., 1969 — Skhema stratigrafii kembrijskich otlozhenij Volyni. *Geol. Zhurnal*, **36**: 97–103.
- KIRJANOV V.V., 1979 — Kembrij. *W: Stratigrafija verkhnodokembrijskich i kembrijskich otlozhenij zapada vostochno-evropejskoj platformy* (red. B.M. Keller, A.Y. Rozanov): 151–177. Nauka, Moskwa.
- KONIOR K., TURNAU E., 1973 — Preliminary study of microflora from Lower Devonian deposits in the area of Bielsko–Wadowice. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **43**, 2: 273–280.
- KOWALCZEWSKI Z., 1990 — Grubookruchowe skały kambru na środkowym południu Polski (litostratygrafia, tektonika, paleogeografia). *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **131**: 1–82.
- KOWALCZEWSKI Z., MOCZYDŁOWSKA M., KULETA M., 1984 — Uwagi o stratygrafii i tektonice skał kambryjskich nawierconych w podłożu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w otworach Goczalkowice IG 1, Sosnowiec IG 1 i Potrójna IG 1. *Kwart. Geol.*, **28**: 450–451.
- MARSHALL C.P., JAVAUX A.H., KNOLL A.H., WALTER M.R., 2005 — Combined micro-Raman spectroscopy of Proterozoic acritarchs: A new approach to palaeobiology. *Precambrian Res.*, **138**: 208–224.
- MOCZYDŁOWSKA M., 1991 — Acritarch biostratigraphy of the Lower Cambrian and the Precambrian-Cambrian boundary in southeastern Poland. *Fossils and Strata*, **29**: 1–127.
- MOCZYDŁOWSKA M., 1997 — Proterozoic and Cambrian successions in Upper Silesia: an Avalonian terrane in southern Poland. *Geol. Mag.*, **134**: 679–689.
- MOCZYDŁOWSKA M., 1998 — Cambrian acritarchs from the Upper Silesia, Poland – biochronology and tectonic implications. *Fossils and Strata*, **46**: 1–121.
- MOCZYDŁOWSKA M., 1999 — The Lower–Middle Cambrian boundary recognized by acritarchs in Baltica and at the margin of Gondwana. *Bollett. Soc. Paleontol. Italiana*, **38**.
- MOCZYDŁOWSKA M., 2008 — New records of late Ediacaran microbiota from Poland. *Precambrian Res.*, **167**: 71–92.
- MOCZYDŁOWSKA M., 2010 — Life cycle of early Cambrian microalgae from *Skiagia*-plexus acritarchs. *J. Paleont.*, **84**: 216–230.
- MOCZYDŁOWSKA M., VIDAL G., 1986 — Lower Cambrian acritarch zonation in southern Scandinavia and southeastern Poland. *Geol. Fören. Stockholm Förhandl.*, **108**, 3: 201–223.
- MOCZYDŁOWSKA M., VIDAL G., 1992 — Phytoplankton from the Lower Cambrian Læså formation on Bornholm, Denmark: biostratigraphy and palaeoenvironmental constraints. *Geol. Mag.*, **129**: 17–40.
- ORŁOWSKI S., 1975 — Lower Cambrian trilobites from Upper Silesia (Goczalkowice borehole). *Acta Geol. Pol.*, **25**: 377–383.
- PACZEŚNA J., 2005 — Środowiska sedymentacji dolnokambryjskich osadów bloku górnośląskiego. LXXVI Zjazd PTG, Materiały Konferencyjne: 90–99. Rudy k. Rybnika, 14–16.09.2005.
- PACZEŚNA J., 2010 — Ichnological record of activity of Anthozoa in the early Cambrian succession of the Upper Silesian Block (southern Poland). *Acta Geol. Pol.*, **60**: 93–103.
- PAŠKEVIČIENE L.T., 1980 — Akritarkhi pogranichnykh otlozhenij venda i kembrija zapada votochno-evropejskoj platformy: 1–60. Nauka, Moskwa.
- RAEVSKAYA E., 2005 — Diversity and distribution of Cambrian acritarchs from the Siberian and East-European platform – generalized scheme. *W: Pre-Cambrian to Palaeozoic palaeopalynology and palaeobotany* (red. P. Steemans, E. Javaux). Notebooks on Geology, Brest, Memoir 2005/02, Abstract 07 (CG2005_M02/07).
- TIMOFEEV B.V., 1959 — Drevnejshaya flora Pribaltiki. *Trudy VNIIGRI*, **129**: 1–129.
- TIMOFEEV B.V., 1966 — Mikropaleofitologicheskoe issledovanie drevnykh svit. Nauka, Moskwa.
- TURNAU E., 1974 — Microflora from core samples of some Palaeozoic sediments from beneath the Flysch Carpathians (Bielsko-Wadowice area, Southern Poland). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **44**, 2/3: 143–169.
- VAVRDOVÁ M., MIKULAŠ R., NEHYBA S., 2003 — Lower Cambrian siliciclastic sediments in the southern Moravia (Czech Republic) and their paleogeographical constraints. *Geol. Carpathica*, **54**: 67–79.
- VIDAL G., 1981 — Lower Cambrian acritarchs stratigraphy in Scandinavia. *Geol. Fören. Stockholm Förhandl.*, **103**: 183–192.
- VIDAL G., MOCZYDŁOWSKA M., RUDAVSKAYA V., 1993 — Biostratigraphical implications of a *Chuar*–*Tawuia* assemblage and associated acritarchs from the Neoproterozoic of Yakutia. *Palaeontology*, **36**, 2: 387–402.
- VOLKOVA N.A., 1968 — Akritarkhi dokembrijskich i niznekembrijskich otlozhenij Estonii. *W: Problematiki pogranichnykh sloev rifeya i kembrija Russkoj platformy, Urala, Kazakhstana* (red. N.A. Volkova, Z.A. Zhuravleva, V.E. Zabrodin, B. Sh. Klinger): 8–36. Nauka, Moskwa.
- VOLKOVA N.A., 1969a — Raspredelenie akritatch v razrezakh severnovostochnoj Polshi. *W: Tommotskij yarus i problema niznej granitsy kembrija* (red. A.Yu. Rozanov i in.): 74–76. Nauka, Moskwa.
- VOLKOVA N.A., 1969b — Akritarkhi severo-zapada Russkoj platformy. *W: Tommotskij yarus i problema niznej granitsy kembrija*: 224–236. Nauka, Moskwa.
- VOLKOVA N.A., 1973 — Akritarkhi i korrelyatsiya venda i kembrija zapadnij czasti Russkoj platformy. *Sovietskaya Geologiya*, **4**: 48–62.
- VOLKOVA N.A., 1990 — Akritarkhi srednego i verhnego kembrija vostochno-evropejskoj platformy. Nauka, Moskwa.
- VOLKOVA N.A., KIRJANOV V.V., 1995 — Regionalnaja stratigraficheskaja skhema sredn-verhnokembrijskich otlozhenij vostochno-evropejskoj platformy. *Strat. Geol. Correl.*, **3**, 5: 66–74.
- VOLKOVA N.A., KIRJANOV V.V., PISKUN L.V., PAŠKEVIČIENĖ L.T., JANKAUSKAS T.V., 1983 — Plant microfossils. *W: Upper Precambrian and Cambrian palaeontology of the East-European Platform* (red. A. Urbanek, A.Y. Rozanov): 7–46. Wyd. Geol., Warszawa.
- ŻYLIŃSKA A., 2008 — Standard chronostratygraficzny kambru – przegląd ostatnich działań Międzynarodowej Podkomisji Stratigrafii Kambru. *Prz. Geol.*, **56**: 144–149.

SUMMARY

Age of sub-Devonian and sub-Mesozoic complexes of clastic rocks, known from numerous boreholes drilled in the Kraków region, have been discussed for over 100 years. Those rocks, containing no macrofossils, were considered as paleontologically barren and dated as Precambrian to Carboniferous. Based on detailed palynological studies carried out in recent years, the Lower Cambrian ages of the rocks were documented in several boreholes. Rich and diversified assemblages of organic microfossils, mainly of Acritarcha group, have been found.

In the Cambrian period, which lasted almost 54 million years according to a newly accepted division, the two oldest Series 1 and 2, comprising the deposits of the traditional Lower Cambrian, endured for 32 million years if regarded jointly from the lower boundary of the Tereneuvian series to the end of the Series 2. Until now, four index acritarch zones have been distinguished in this time interval (Fig. 1).

In a new, recently developed model of the geological structure, the Kraków region is located at the contact of two regional tectonic units, i.e. the Upper Silesian Block which is part of a larger unit – Brunovistulicum terrane, and the Małopolska Block. The blocks, separated by the narrow Kraków–Lubliniec tectonic zone, is most likely part of a larger transcontinental zone of Hamburg–Kraków. In the Kraków region, comprising marginal parts of both the units, partial sections of the Lower Cambrian deposits are known from several boreholes drilled in the Upper Silesian Block.

The author performed systematic palynological studies of the Cambrian rocks in the Upper Silesian Block in recent years. The studies helped to sort out and to systemize the organic microfossil assemblages, as well as to demonstrate a complete sequence of microflora associations in the Cambrian sections of the entire Brunovistulicum. Based on new palynological data, the characteristic assemblages of index microflora were found for particular lithostratigraphic units identified in the Cambrian sections of the Upper Silesian Block. These are:

- the oldest associations of microfossils of the Borzęta Formation related to the first Cambrian *Platysolenites* Zone;
- acritarchs typical of the Lower Cambrian deposits of *Schmidtellus–Holmia* interval which occur in two members of the Goczałkowice Formation: in the Głogoczów Bioturbated Sandstones Member and in the Pszczyna Siltstones with Trilobites Member;
- associations typical of the Middle Cambrian which are documented only in the Sosnowiec IG 1 borehole.

In 13 boreholes of the Kraków region, the assemblages of organic microfossils were documented in rocks representing particular members of the Borzęta and Goczałkowice formations (Figs. 2–4). The obtained assemblages are well preserved and the documented specimens are not seriously damaged, while delicate elements of the ornamentation are usual-

ly complete thereby making a taxonomic examination easier (Tables I–VIII).

The genus and species compositions of assemblages from the Borzęta Formation are similar to those of the *Granomarginata prima* zone which was identified in the deposits of *Platysolenites* level in the north-western region of the East-European Platform (Fig. 1). The assemblages characteristic of the second *Asteridium tornatum–Comaspheridium velvetum* Zone, described from *Platysolenites* deposits, were not found in the studied section of the Kraków region. On the other hand, singular taxa, considered to be index ones of this zone, occur in subsequent younger members of the Cambrian in the Upper Silesian Block that are correlated with the *Schmidtellus–Holmia* zones. It is interesting that the assemblages correlated with the *Asteridium tornatum–Comaspheridium velvetum* Zone were found in the Czech part of Brunovistulicum, in the Měnin 1 borehole located near Brno.

The Goczałkowice Formation was drilled in several boreholes in the Kraków region. Acritarch associations, characteristic of the Głogoczów Bioturbated Sandstones Member were documented in the boreholes Głogoczów IG 1 and Sułoszowa in this area. The assemblage from the Głogoczów Bioturbated Sandstones Member is characterized by predominant finely ornamented acritarchs. Many of the documented taxa, such as *Comasphaeridium*, *Ichnosphaera* or *Asteridium lanatum* have delicate processes.

Acritarcha associations from the Kraków region, typical of the Pszczyna Siltstones with Trilobites (Mb), were documented in the Klucze 1 and Sułoszowa boreholes drilled near Olkusz.

Microflora associations of the Pszczyna Siltstones with Trilobites Member are characterized by the presence of morphologically highly diversified taxa. The most characteristic *Skiagia* spp. was represented by numerous specimens. New species which appeared in the discussed member were: *Multiplicisphaeridium campanulum*, *Archeodiscina umbonulata*, *Heliosphaeridium dissimilatae*, *Estiastra minima*, *Goniosphaeridium implicatum* or *Pterospermopsimorpha* sp. The specimens of *Skiagia* from the associations found in the Pszczyna Siltstones with Trilobites Member, documented in the Upper Silesian Block, i.a. in the stratotype section of Goczałkowice IG 1, differed significantly in sizes. The diameters of particular species occurring at the bottom of the member were much smaller (by 15–20 µm) than those in the upper part. Here, there were the first occurrences of new taxa such as *Sagatum priscum*, *Polygonium varium*, *Polygonium baltiscandium*, *Globus gossipinus*, *Skiagia* sp. Those forms together with large specimens of *Skiagia* were documented in the Klucze 1 borehole.

Among microflora associations predominated by the Lower Cambrian *Skiagia* and identified in the Pszczyna Siltstones with Trilobites Member two assemblages, typical of the lower and upper part of the member, were distinguished.

TABLICE

Plates

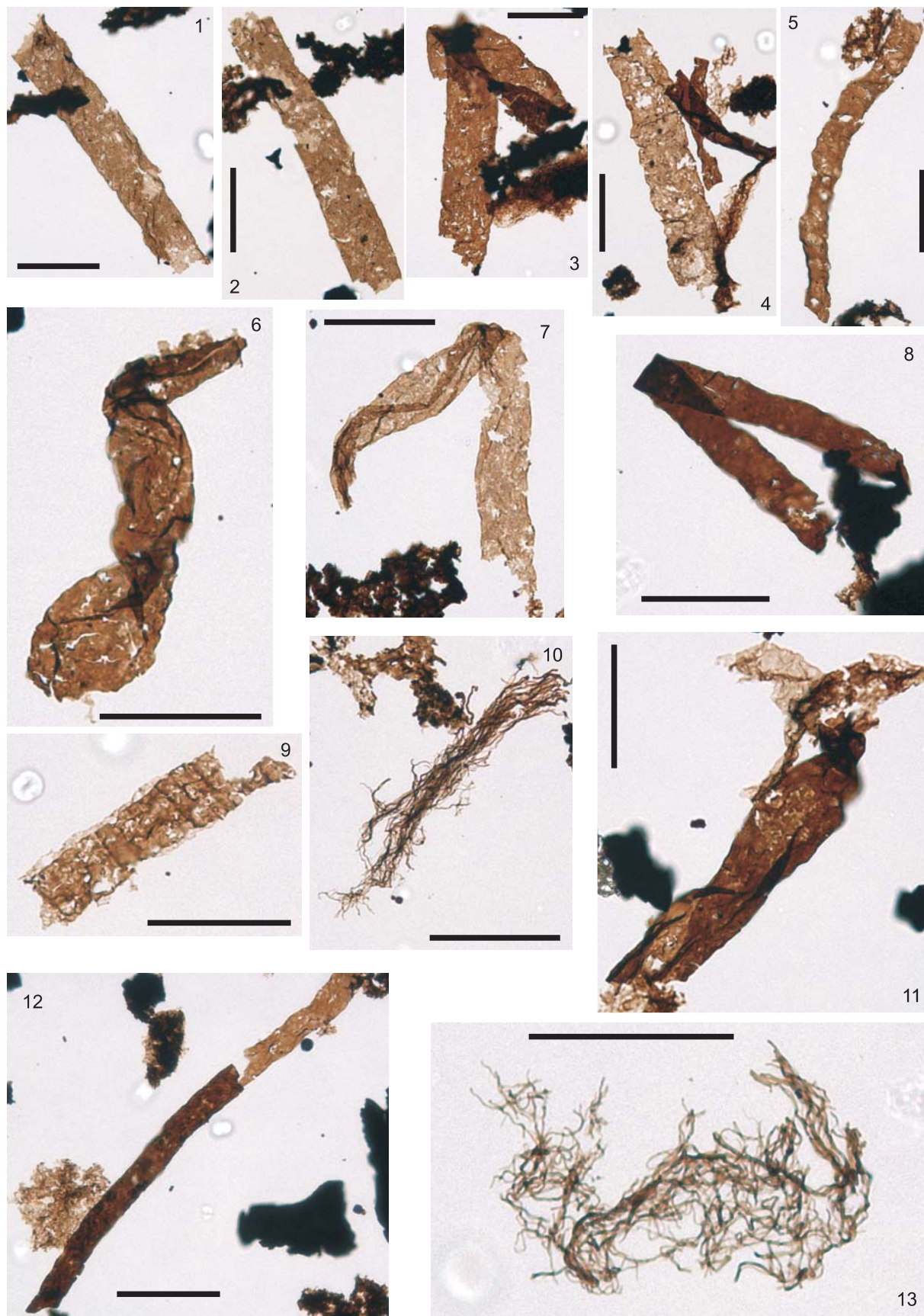
TABLICA I

**Zespoły mikroskamieniałości kambru dolnego formacji z Borzęty
otwór wiertniczy Wiśniowa 6, głęb. 2226,5–2232,0 m**

Microfossil assemblages from Lower Cambrian sediments of the Borzęta Formation
Wiśniowa 6 borehole, depth 2226.5–2232.0 m

Fig. 1–13. Fragmenty glonów i sinic
Alga and Cyanobacteria fragments

Skala liniowa – 100 μm
Scale bar – 100 μm



TABLICA II

**Zespoły mikroskamieniałości kambriu dolnego formacji z Borzęty
otwór wiertniczy Wiśniowa IG 1, głęb. 2758,8–2761,4 m**

Microfossil assemblages from Lower Cambrian sediments of the Borzęta Formation
Wiśniowa IG 1 borehole, depth 2758.8–2761.4 m

Figs. 1, 2, 4. *Granomarginata* sp.

Fig. 3. *Synsphaeridium* sp.

Fig. 5, 6, 9–11. *Pterospermopsimorpha* sp.

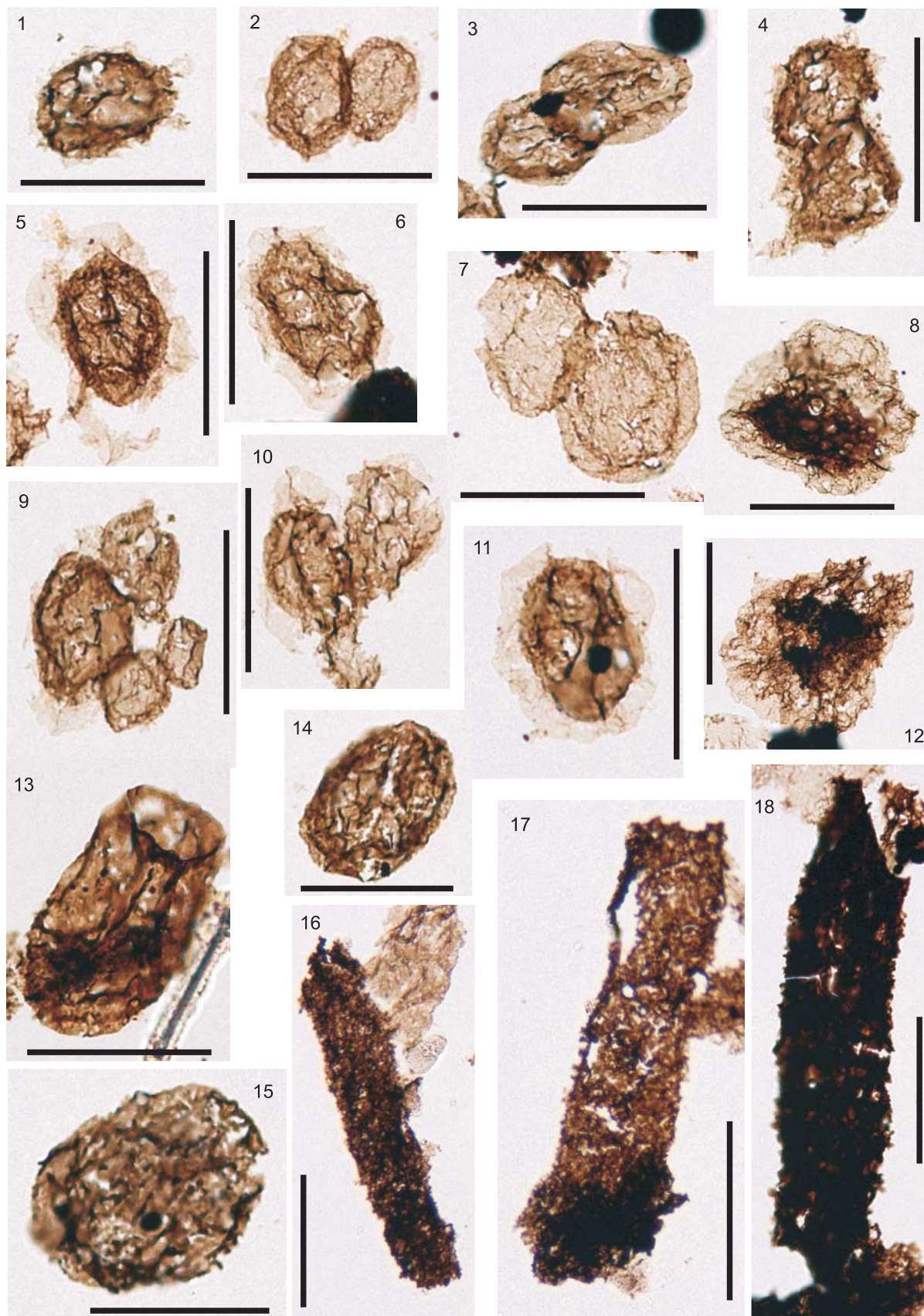
Fig. 8, 12. *Disphaeromorphitae* Downie, Evitt, Sarjeant, 1963

Fig. 13. ? *Teohipolia* sp.

Fig. 7, 14, 15. *Leiosphaeridia* sp.

Fig. 16–18. Fragmenty glonów
Alga fragments

Skala liniowa: fig. 1–12, 14, 15 – 20 µm; fig. 13 – 50 µm; fig. 16–18 – 100 µm
Scale bar: Figs. 1–12, 14, 15 – 20 µm; Fig. 13 – 50 µm; Figs. 16–18 – 100 µm



TABLICA III

**Zespoły mikroskamieniałości kambru dolnego formacji z Borzęty
otwór wiertniczy Wiśniowa IG 1, głęb. 2761,4–2765,8 m**

Microfossil assemblages from Lower Cambrian sediments of the Borzęta Formation
Wiśniowa IG 1 borehole, depth 2761.4–2765.8 m

Fig. 1, 2. *Pulvinosphaeridium antiquum* Paškevičiene, 1980

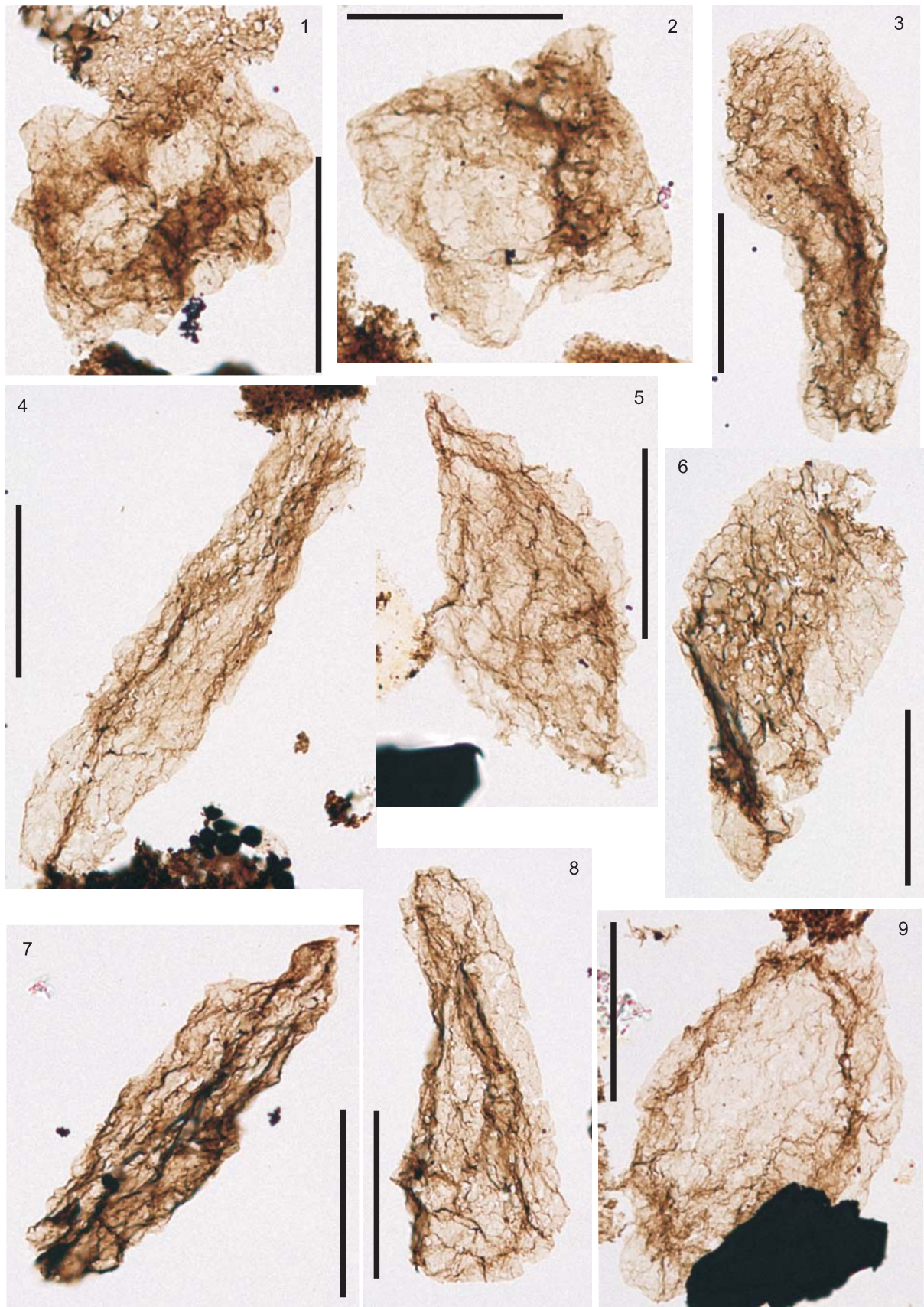
Fig. 3, 4, 7, 8. *Navifusa* sp.

Fig. 5. *Pulvinosphaeridium* sp.

Fig. 6. *Leiovalia* sp.

Fig. 9. *Leiosphaeridia* sp.

Skala liniowa: fig. 1, 2 – 200 μm ; fig. 3–9 – 100 μm
Scale bar: Figs. 1, 2 – 200 μm ; Figs. 3–9 – 100 μm



TABLICA IV

**Zespoły mikroskamieniałości kambru dolnego formacji z Borzęty
otwór wiertniczy Borzęta IG 1, głęb. 3355,2 m**

Microfossil assemblages from Lower Cambrian sediments of the Borzęta Formation
Borzęta IG 1 borehole, depth 3355.2 m

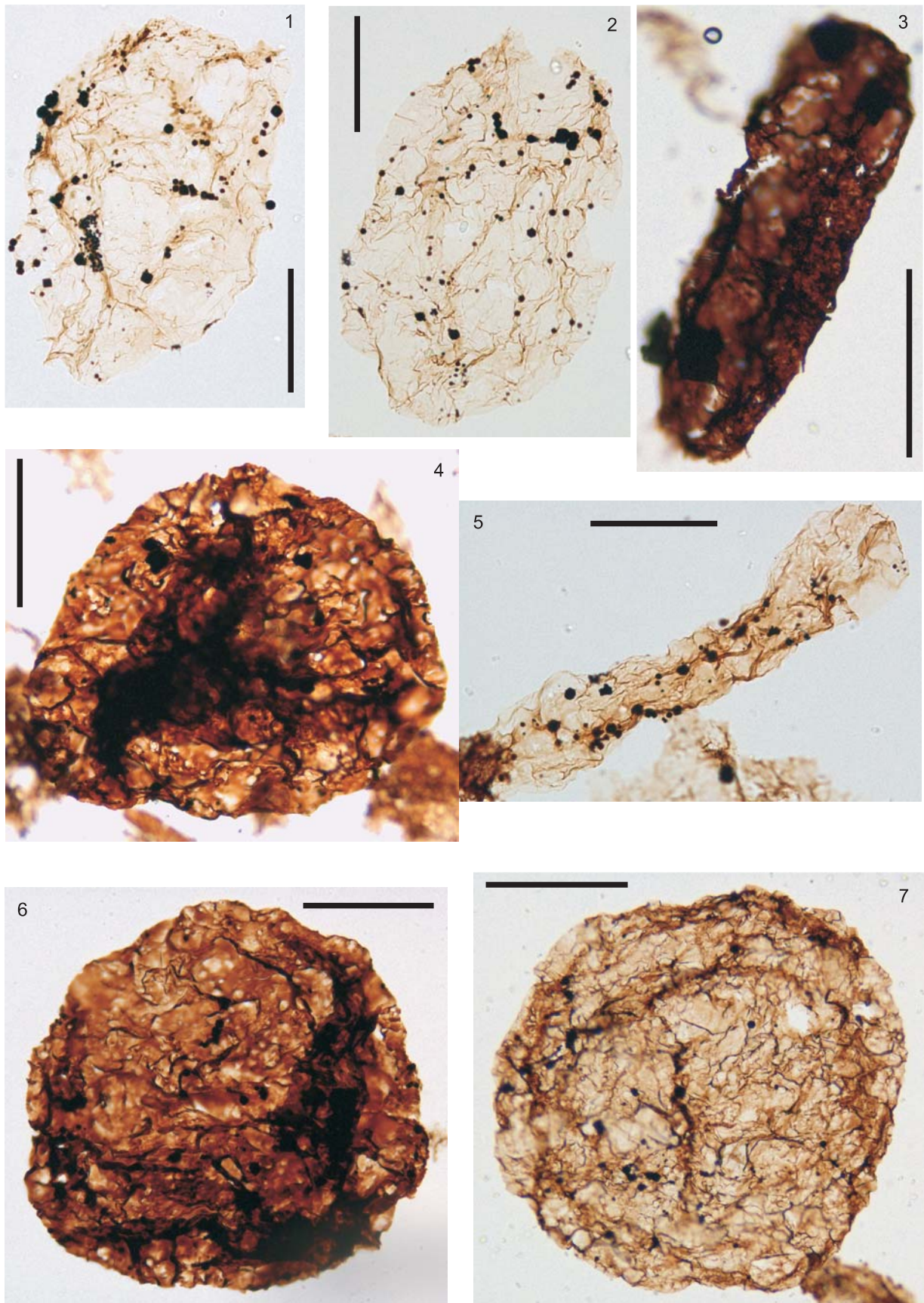
Figs. 1, 2. *Leiosphaeridia* sp.

Fig. 3. *Tawuia* sp.

Figs. 4, 6, 7. *Tasmanites* sp.

Fig. 5. *Navifusa* sp.

Skala liniowa: fig. 1, 2, 4-7 – 100 μm ; fig. 3 – 200 μm
Scale bar: Figs. 1, 2, 4-7 – 100 μm ; Fig. 3 – 200 μm



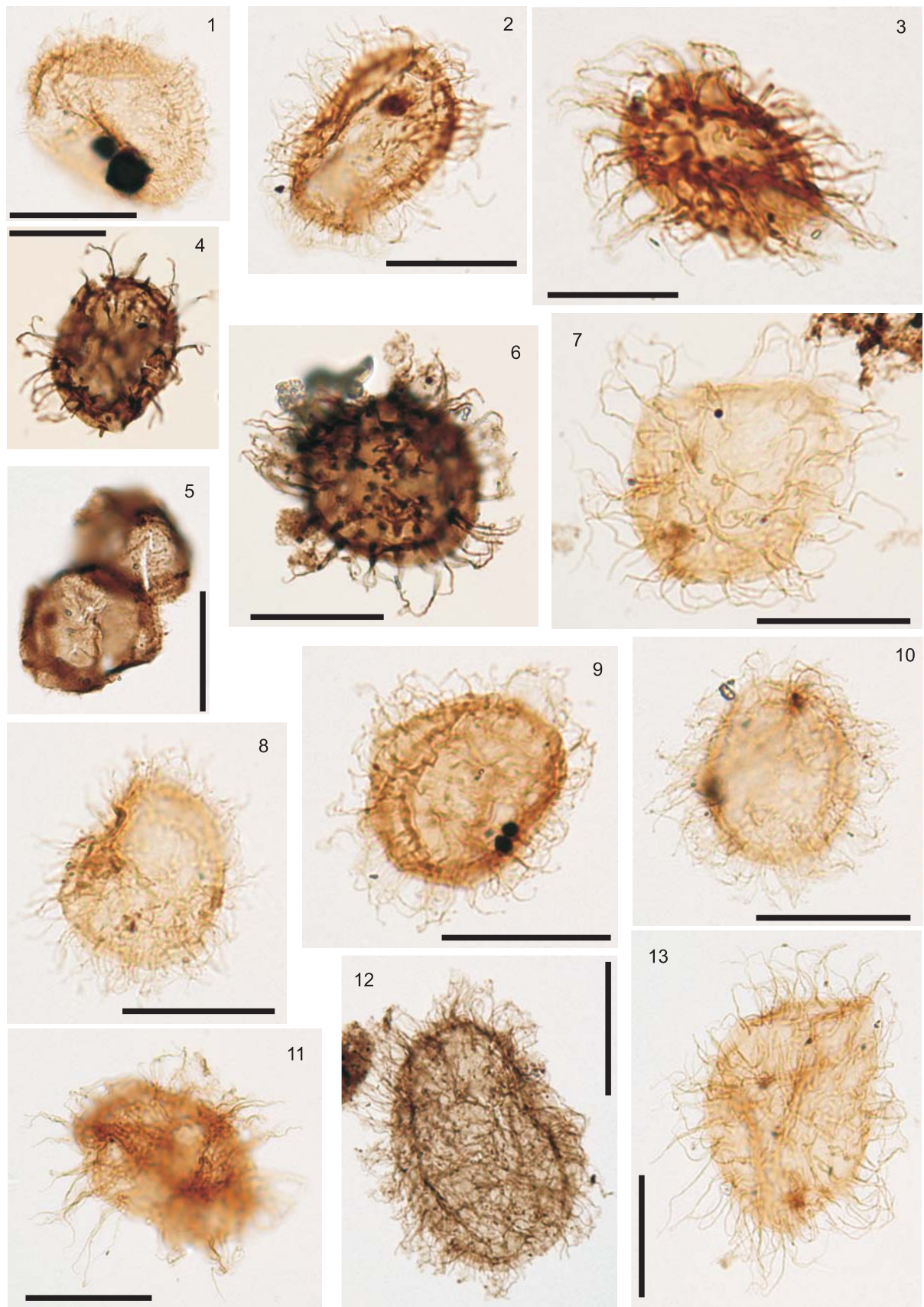
TABLICA V

**Akritarchy kambru dolnego formacji z Goczałkowic,
ogniwo piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa**

Lower Cambrian acritarchs – Głogoczów Bioturbated Sandstone Member,
Goczałkowice Formation

- Fig. 1, 8. *Comasphaeridium brachyspinosum* (Kirjanov) Moczydłowska et Vidal, 1988
Otwór wiertniczy Głogoczów IG 1, głęb. 2536,9 m
Głogoczów IG 1 borehole, depth 2536.9 m
- Fig. 2, 3, 7, 9–11, 13. *Ichnosphaera* sp.
Otwór wiertniczy Głogoczów IG 1, głęb. 2536,9 m
Głogoczów IG 1 borehole, depth 2536.9 m
- Fig. 4, 6. *Ichnosphaera* sp.
Otwór wiertniczy Sułoszowa, głęb. 326,6–330,0 m
Sułoszowa borehole, depth 326.6–330.0 m
- Fig. 5. *Asteridium lanatum* (Volkova) Moczydłowska, 1991
Otwór wiertniczy Sułoszowa, głęb. 326,6–330,0 m
Sułoszowa borehole, depth 326.6–330.0 m
- Fig. 12. *Comasphaeridium brachyspinosum* (Kirjanov) Moczydłowska et Vidal, 1988
Otwór wiertniczy Sułoszowa, głęb. 326,6–330,0 m
Sułoszowa borehole, depth 326.6–330.0 m

Skala liniowa – 20 μ m
Scale bar – 20 μ m



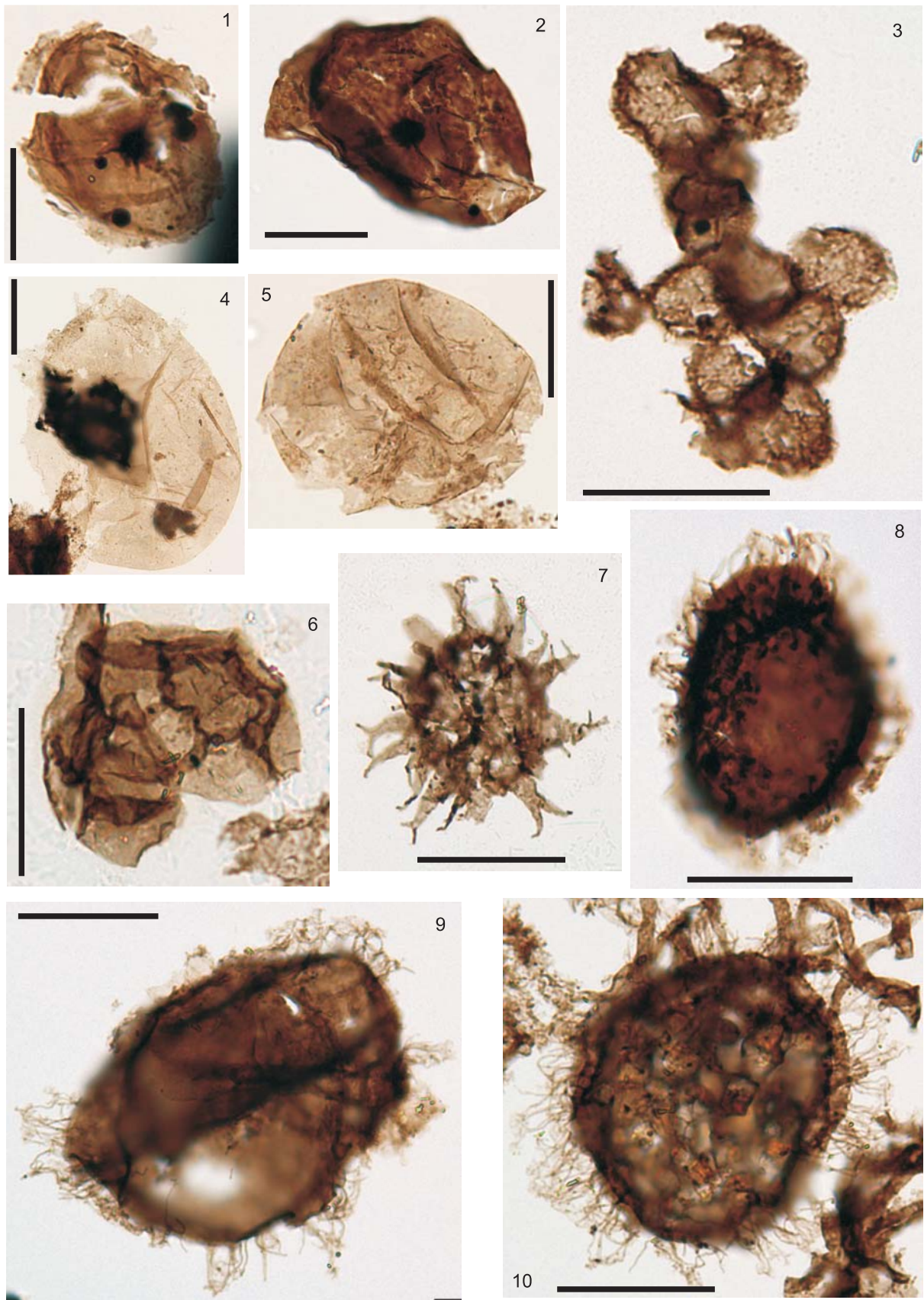
TABLICA VI

**Akritarchy kambru dolnego – formacja z Goczalkowic
ogniwo piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa oraz ogniwo mulowców z trylobitami z Pszczyny
otwór wiertniczy Sułoszowa**

Lower Cambrian acritarchs – Głogoczów Bioturbated Sandstones Member
and Pszczyna Siltstones with Trilobites Member, Goczalkowice Formation
Sułoszowa borehole

- Fig. 1, 2. *Archeodiscina umbonulata* Volkova, 1968
Głębokość 225,4–228,5 m
Depth 225.4–228.5 m
- Fig. 3. *Asteridium* sp.
Głębokość 319,0–322,0 m
Depth 319.0–322.0 m
- Fig. 4, 5. *Leiosphaeridia* sp.
Głębokość 198,1–200,0 m
Depth 198.1–200.0 m
- Fig. 6. *Retisphaeridium* sp.
Głębokość 198,1–200,0 m
Depth 198.1–200.0 m
- Fig. 7. *Multiplicisphaeridium xianum* Fombella, 1977
Głębokość 198,1–200,0 m
Depth 198.1–200.0 m
- Fig. 8. *Skiagia ciliosa* (Volkova) Downie, 1982
Głębokość 326,6–330,0 m
Depth 326.6–330.0 m
- Fig. 9, 10. *Comasphaeridium molliculum* Moczydłowska et Vidal, 1988
Głębokość 326,6–330,0 m
Depth 326.6–330.0 m

Skala liniowa – 20 µm
Scale bar – 20 µm



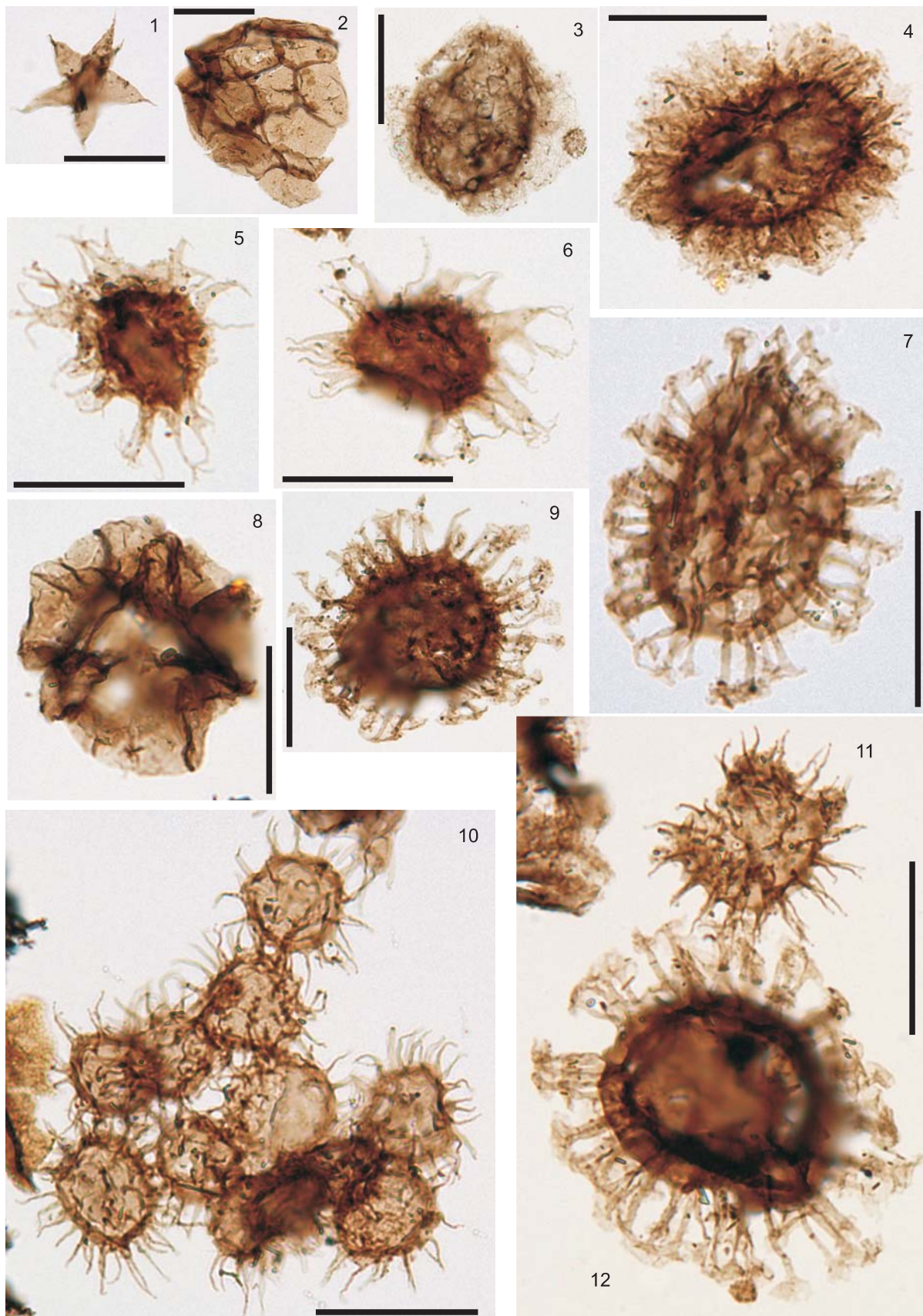
TABLICA VII

**Akritarchy kambru dolnego formacji z Goczalkowic
ogniwo piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa oraz ogniwo mulowców z trylobitami z Pszczyny
otwór wiertniczy Sułoszowa, głębokość 198,1–200,0 m**

Lower Cambrian acritarchs – Głogoczów Bioturbated Sandstones Member
and Pszczyna Siltstones with Trilobites Member, Goczalkowice Formation
Sułoszowa borehole; depth 198.1–200.0 m

- Fig. 1. *Estiastra minima* Volkova, 1968
Fig. 2. *Retisphaeridium* sp.
Fig. 3. *Granomarginata* sp.
Fig. 4. *Pterospermella* sp.
Fig. 5, 6. *Multiplicisphaeridium campanulum* Eklund, 1990
Fig. 7, 9, 12. *Skiagia* sp.
Fig. 8. *Retisphaeridium* sp.
Fig. 10, 11. *Heliosphaeridium dissimilare* (Volkova) Moczydłowska, 1991

Skala liniowa – 20 μm
Scale bar – 20 μm



TABLICA VIII

**Akritarchy kambru dolnego formacja z Goczałkowic
ogniwo mulowców z trylobitami z Pszczyny
otwór wiertniczy Klucze 1, głębokość 1670–1700 m**

Lower Cambrian acritarchs
Pszczyna Siltstones with Trilobites Member, Goczałkowice Formation
Klucze 1 borehole, depth 1670–1700 m

Fig. 1, 2. *Pterospermopsimorpha* sp.

Fig. 3. *Granomarginata squamacea* Volkova, 1968

Fig. 4. *Solisphaeridium implicatum* (Fridrichsone) Moczydłowska, 1998

Fig. 5–7. *Skiagia* sp.

Skala liniowa – 20 µm

Scale bar – 20 µm

