BIULETYN PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO 459: 61–82, 2014 R.

MIKROSKAMIENIAŁOŚCI ORGANICZNE TERENEWU (KAMBR DOLNY) I PÓŹNEGO EDIAKARU (NEOPROTEROZOIK) OKOLIC KRAKOWA

THE TERRENEUVIAN AND LATE EDIACARAN ORGANIC MICROFOSSILS FROM THE KRAKÓW AREA

MONIKA JACHOWICZ-ZDANOWSKA[1]

Abstrakt. W artykule przedstawiono charakterystykę najstarszych zespołów mikroskamieniałości organicznych, udokumentowanych w dwóch nowych otworach wiertniczych (Trojanowice 2 i Cianowice 2) zlokalizowanych po przeciwnych stronach strefy uskokowej Kraków–Lubliniec oddzielającej blok górnośląski i małopolski. Wiercenia te są oddalone od siebie o około 6 km. Przeprowadzone badania palinologiczne pozwoliły na oznaczenie wieku utworów klastycznych nawierconych pod utworami dewonu dolnego w otworze wiertniczym Trojanowice 2 i pod utworami jury dolnej w otworze Cianowice 2.

Najstarsze asocjacje mikroskamieniałości organicznych, korelowane z późnoediakarskimi utworami fliszowymi bloku małopolskiego, udokumentowano w ponad 330-metrowym odcinku profilu Cianowice 2. W najniższej, 44,5-metrowej części profilu Trojanowice 2 występują zespoły mikroskamieniałości organicznych podobne do opisanych z utworów najstarszego kambru, reprezentujących formację z Borzęty, w krawędziowej wschodniej części bloku górnośląskiego. W skład udokumentowanych asocjacji mikroskamieniałości organicznych wchodzą najstarsi przedstawiciele świata bakterii, glonów, grzybów, a także zwierząt.

Słowa kluczowe: ediakar, terenew, Acritarcha, blok górnośląski, blok małopolski.

Abstract. The paper presents the characteristics of the oldest groups of organic microfossils found in two new boreholes (Trojanowice 2 and Cianowice 2) located on the opposite sides of the Kraków–Lubliniec fault zone separating the Upper Silesian and Małopolska blocks.

Detailed palynological research allowed determining the age of clastic sediments drilled under the Jurassic and Devonian. Two characteristic microfossil assemblages have been documented: the Late Ediacaran assemblage dating the age of the Małopolska Block basement, and the Terreneuvian assemblage, known from the oldest Cambrian sediments of the Upper Silesian Block. The se associations of organic microfossils include the oldest representatives of bacteria, algae, fungi and animals.

Key words: Ediacaran, Terreneuvian, Acritarcha, Upper Silesian Block, Małopolska Block.

WSTĘP

W skałach klastycznych stwierdzonych pod utworami jury dolnej w otworze wiertniczym Cianowice 2 oraz pod utworami dewonu dolnego w otworze Trojanowice 2 nie znaleziono makroskamieniałości pozwalających na określenie wieku przewierconych osadów. Ubogie spectrum skamieniałości śladowych znaleziono jedynie w profilu Trojanowice 2, natomiast w 300-metrowej miąższości jednorodnym kompleksie iłowców w otworze Cianowice 2 nie stwierdzono jakichkolwiek makroskamieniałości. W analizowanych otworach (fig. 1, 2), dla wyjaśnienia pozycji stratygraficznej nawierconych skał, wykonano badania palinologiczne pod kątem wykrycia mikroszczątków organicznych –

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

przede wszystkim akritarch. Przeprowadzone analizy dały wynik pozytywny, w badanych próbkach stwierdzono występowanie oznaczalnych zespołów mikroskamieniałści organicznych charakterystycznych dla utworów z pogranicza prekambru i kambru.

Ostatnie lata to okres intensywnych prac Międzynarodowej Komisji Stratygrafii. Zatwierdzone, nowe podziały chronostratygraficzne od prekambru po czwartorzęd stały się oficjalnie obowiązującymi środowisko geologiczne. Niestety, ich poprawne zastosowanie, szczególnie w badaniach regionalnych, bywa niekiedy bardzo trudne i dyskusyjne. Przykładem niech będzie zaproponowana w artykule dyskusja nad wiekiem najstarszych utworów klastycznych nawierconych w okolicach Krakowa.

Przez ponad 170 lat system kambryjski, wydzielony przez A. Sedgwicka (Sedgwick, Murchison, 1835) na profilach Walii, dzielono na trzy oddziały (dolny, środkowy, górny) (fig. 3). Jako jedyny paleozoiczny system nigdy nie doczekał się globalnych pięter chronostratygraficznych, a podstawowe, praktyczne jednostki w korelacji utworów kambryjskich stanowiły poziomy biostratygraficzne, z których większość wydzielano na podstawie przewodniej fauny kambryjskiej – trylobitów. W wyznaczaniu poziomów przedtrylobitowych pomocne okazały się małe skamieniałości szkieletowe SSF (*small shelly fossils*), archeocjaty oraz skamieniałości śladowe. W nowym podziale systemu kambryjskiego to właśnie na podstawie pierwszego wystąpienia przedstawiciela tej ostatniej



Fig. 1. Lokalizacja badanych otworów wiertniczych na tle głównych elementów strukturalnych w rejonie Krakowa

Location of the investigated boreholes against the main structural units in Kraków area

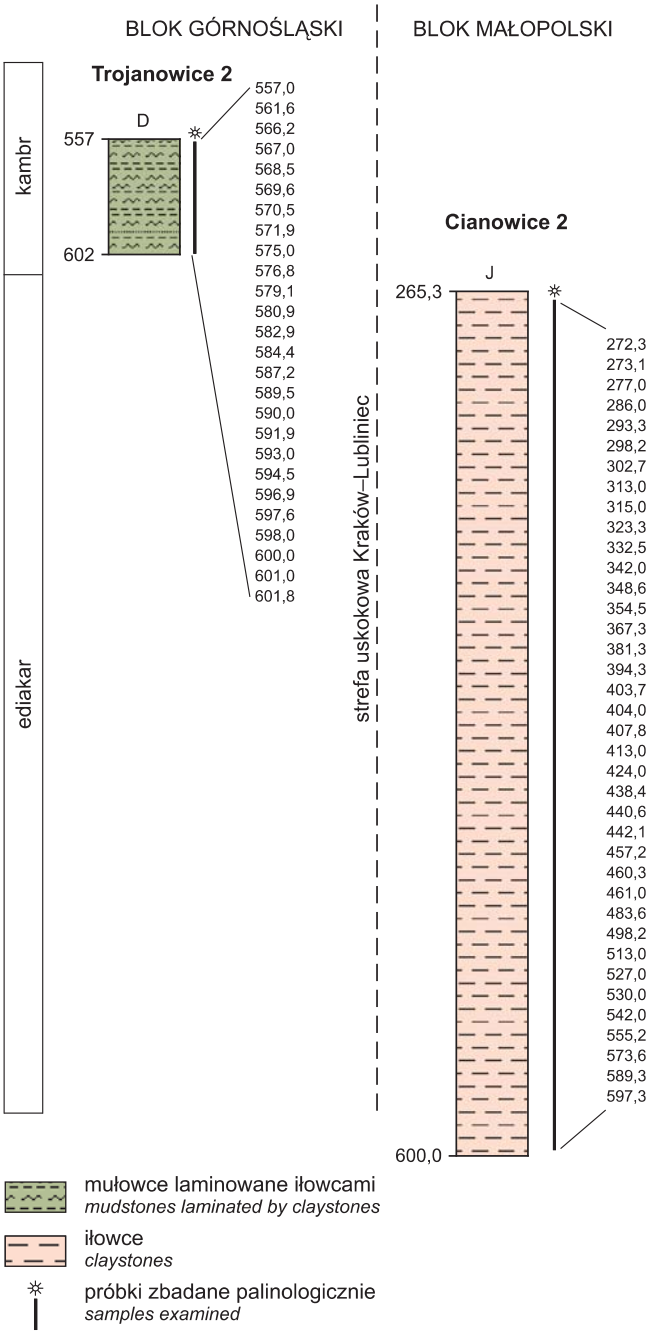


Fig. 2. Badane profile wiertnicze

The investigated profiles

grupy, ichnogatunku *Trichophycus pedum*, wyznaczono spąg systemu kambryjskiego (Brasier i in., 1994; Landing, 1994; Geyer, Uchman, 1995; Geyer, 2005) (fig. 3). Nowe dane geochronologiczne pozwoliły bardzo dokładnie określić wiek dolnej granicy kambru na 541 ±1 mln lat temu, granica prekambru i kambru została więc znacznie odmłodzona, przez półtora wieku jej wiek określano na 570, a nawet 600 mln lat temu.

W nowym podziale chronostratygraficznym tradycyjny kambr dolny, środkowy i górny zastąpiono czterema oddziałami i dziesięcioma piętrami (Gradstein i in., 2004; Babcock i in., 2005; Babcock, Peng, 2007; Żylińska, 2008) (fig. 3). Nowe wydzielenia na podstawie innej fauny trylobitowej nie odpowiadają tradycyjnemu podziałowi kambru.

Do dzisiaj oficjalnie nazwano dwa oddziały kambru – najmłodszy furong i najstarszy terenew oraz cztery piętra fortun, drum, gużang i paib (Peng i in., 2004; Landing i in., 2007). Spąg fortunu wyznacza granicę kambru i ediakaru w profilu stratotypowym na przylądku Fortune Head w Nowej Fundlandii. Tam również znajduje się stratotyp górnej granicy kambru, którą wyznacza pierwsze wystąpienie konodonta *Iapetognathus fluctivagus* (Cooper i in., 2001).

Ediakar to nowy okres geologiczny, o którego istnieniu Międzynarodowa Unia Nauk Geologicznych zadecydowała kilka lat temu (Knoll i in., 2004, 2006). Nazwa pochodzi od wzgórz Ediacara w Australii, gdzie w latach 40. XX wieku znaleziono liczne szczątki najstarszych zwierząt wielokomórkowych. Ediakar zastąpił od wielu lat obecny w międzynarodowej literaturze wend, stosowany do oznaczenia skał prekambryjskich, których wychodnie rozciągają się od Petersburga po Podole. Poprawność i słuszność wydzielenia ediakaru oraz stratotypu wyznaczonego dla tego okresu wzbudza wiele emocji, zwłaszcza wśród geologów rosyjskich (Rozanov i in., 2008). Wiek bezwzględny dolnej i górnej granicy najmłodszego okresu proterozoiku ustalono z dużą dokładnością (Hoffmann i in., 2004; Condon i in., 2005). Wiek bezwzględny dolnej granicy edikaru wyznaczono na podstawie datowań cyrkonów U-Pb z osadów lodowcowych Namibii (Hoffmann i in., 2004), górną granicę wyznacza spąg systemu kambryjskiego. Według zakceptowanych wydzieleń ediakar rozpoczyna się 635/632 mln lat temu, a kończy przed 541 mln lat temu.

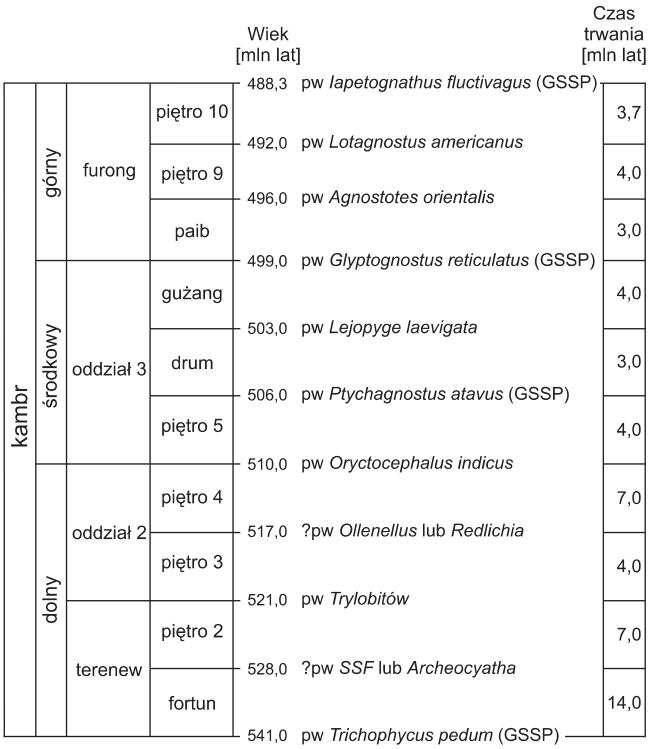


Fig. 3. Obowiązujący podział chronostratygraficzny kambru (wg Penga, Babcock, 2011; Gradsteina i in., 2012)

The chronostratigraphic scheme of the Cambrian System (after Peng, Babcock, 2011; Gradstein *et al*., 2012)

PALINOLOGIA UTWORÓW EDIAKARU I TERENEWU

W utworach ediakaru i najstarszego kambru – terenewu, obok ediakarskiej fauny, małych skamieniałości szkieletowych SSF (*small shell fossils*), archeocjatów czy skamieniałości śladowych powszechnie występują liczne, zróżnicowane zespoły mikroskamieniałości organicznych, które z dużym powodzeniem są wykorzystywane w stratygrafii tych utworów (Sergeev, 2006). Mikroszczątki organiczne znajdowane w utworach prekambru i najstarszego kambru to przedstawiciele dwóch większych grup prokaryotycznych sinic, stanowiących w większości składnik kopalnego bentosu oraz organizmy zaliczane do grupy Acritacha (Evitt, 1963). Ta ostatnia obejmuje mikroskamieniałości o niezwykle odpornej ściance organicznej i nie do końca wyjaśnionym pochodzeniu (Grec. *acritos* = niejasny, *archae* = pochodzenie). Większość proterozoicznych i paleozoicznych akritarch jest interpretowanych jako eukariotyczne, jednokomórkowe organizmy fotosyntetyzujące, w większości morskie, najprawdopodobniej planktoniczne, jednak część z nich może reprezentować glony wielokomórkowe, grzyby lub nawet zwierzęta (Mendelson, 1987; Butterfield, 2004, 2005). Mikroorganizmy te, reprezentujące w większości najstarsze eukarionty, dominują wśród skamieniałości proterozoiku (2000–541 mln lat temu) i kambru (541–488 lat mln temu) (Huntley i in., 2006), dostarczając pierwszych wiarygodnych danych na temat historii rozwoju i zróżnicowania fitoplanktonu. Dla utworów proterozoiku i kambru dolnego mikroskamieniałości te często stanowią jedyne dostępne narzędzie stratygraficzne.

W sensie geograficznym prekambryjskie i paleozoiczne zespoły Acritarcha mają charakter kosmopolityczny, co

umożliwia korelację stratygraficzną znacznie oddalonych od siebie obszarów (Europa, Chiny, Ameryka).

Zespoły mikroflory ediakaru i najstarszych pięter kambryjskich charakteryzują się słabym zróżnicowaniem morfologicznym. Wyjątek stanowią wśród nich duże ediakarskie akantomorfy (ECAP – *Ediacaran Complex Acanthomorphs Palynoflora*), charakteryzujące się bogatą ornamentacją oraz dużą wielkością (średnica ciałka – ponad 500 μm) (Grey, 2005; Willman i in., 2006). Bezpośrednio przed pojawieniem się ECAP w utworach ediakaru dominują asocjacje mikroflory zdominowane przez proste, sferyczne *Leiosphaeridia* (ELP) (fig. 4). Na podstawie bogatych i zróżnicowanych morfologicznie zespołów mikroflory, w utworach dolnego i środkowego ediakaru południowej Australii wyróżniono 5 standardowych poziomów akriarchowych (Grey, 2005, 2007; Grey i in., 2007). Podobne asocjacje mikroskamieniałości organicznych są znane z utworów neoproterozoicznych wielu obszarów m.in.: Skandynawii (Vidal, 1990), Syberii (Kolosova, 1991; Moczydłowska, 2005; Vorob'eva i in., 2008), platformy wschodnioeuropejskiej (Veis i in., 2006; Vorob'eva i in., 2006, 2009) czy Chin (Zang i in., 1998). Zespoły te, znane jako mikroskamieniałości Perthatataka, pojawiają się w utworach neoproterozoicznych po okresie globalnych zlodowaceń Ziemi-śnieżki. W południowych Chinach opisano je z utworów datowanych na 635,2 ±0,5 mln lat (Zhou i in., 2007). Wyraźnie później ich pierwsze pojawienie się obserwowano w Australii, gdzie krótko po zdarzeniu Acraman, datowanym na 580 mln lat temu i odnotowanym na całym obszarze tego kontynentu, nastąpiła drastyczna wymiana zespołów mikroflory (Grey i in., 2003). Zanik charakterystycznej, ediakarskiej mikroflory nastąpił na wszystkich obszarach w tym samym okresie, to jest wraz z pojawieniem się w utworach ediakaru słynnej ediakarskiej fauny, około 555 mln lat temu.

Zespoły mikroskamieniałosci organicznych z pogranicza ediakaru i najstarszego terenewu (fortunu), różnią się wyraźnie

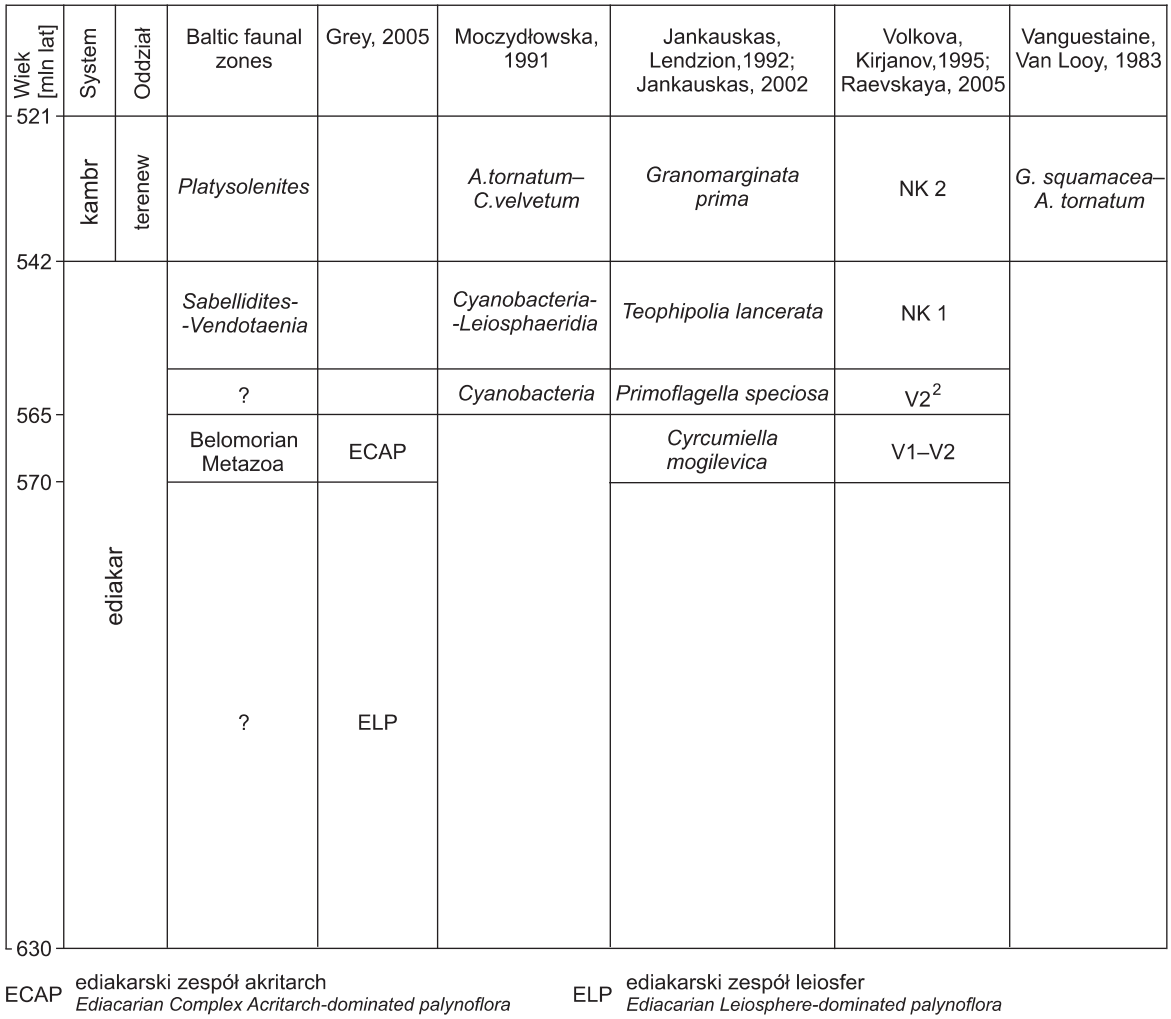


Fig. 4. Przykłady zonacji akritarchowych ediakaru i terenewu (wg Moczydłowskiej, 1991; Jankauskas, Lendzion, 1992; Grey, 2005; Raevskaya, 2005)

Examples of acritarch biozonations of the Ediacaran and Terreneuvian (after Moczydłowska, 1991; Jankauskas, Lendzion, 1992; Grey, 2005; Raevskaya, 2005)

od rozpoznanych w starszych utworach ediakarskich i nieco młodszych utworach kambru dolnego – trylobitowego. Ten czas to okres dominacji prostych, sferycznych form z podgrupy Spheromorphitae z rodzajem *Leiosphaeridia*, którym towarzyszą często nitkowate formy należące, prawdopodobnie, w większości do sinic (Vidal, 1974, 1976; Paškevičienie, 1980; Jankauskas, 1989; Moczydłowska, 1991; Jankauskas, Lendzion, 1992, 1994; Knoll, 2000; Gaucher i in., 2005; Jago i in., 2006; Leonov i in., 2007) (fig. 4). Przedstawiciele urzeźbionych akritarch z podgrupy Acanthomorphitae bywają najczęściej rzadkością i są reprezentowani przez drobne okazy z rodzajów: *Asteridium*, *Comasphaeridium*, czy *Heliosphaeridium* (Volkova, 1968, 1969a, b; Jankauskas, 1989; Raevskaya, 2005; Dong i in., 2009). Taką dolnokambryjską mikroflorę z licznymi okazami drobnych akantomorf opisano na przykład z utworów przedtrylobitowych z Indii (Tiwari, 1999) i południowych Chin (Yin, 1995; Xiao i in., 2004; Yao i in., 2005).

Poziomy akritarchowe utworów najwyższego wendu oraz dolnokambryjskch w obszarze platformy wschodnioeuropejskiej dla południowo-zachodniego skłonu platformy zaproponowała Moczydłowska (1991), a dla syneklizy perybałtyckiej i obszarów przyległych – Jankauskas i Lendzion (1992). W pierwszej z wymienionych propozycji wydzielono sześć poziomów mikroflorystycznych z czego dwa pierwsze obejmują utwory wendu, a cztery pozostałe utwory kambru dolnego. W drugim podziale dwa poziomy wyróżniono w utworach wendyjskich, a pięć poziomów z czterema zespołami w utworach kambru dolnego. W Raevskaya (2005), na podstawie danych publikowanych z obszaru platformy wschodnioeuropejskiej oraz platformy syberyjskiej przez autorów, takich jak: Timofeev (1959), Volkova (1973, 1990), Paškevičienie (1980), Jankauskas, Lendzion (1992), Volkova, Kirjanov (1995), wydzieliła cztery poziomy akritarchowe w utworach najstarszego kambru i najwyższego wendu, skorelowane z poziomami faunistycznymi rozpoznanymi w analizowanych obszarach (fig. 4).

Asocjacje przełomu prekambru i kambru bardzo szczegółowo opisała Paškevičiena (1980). Analizowany przez tę autorkę materiał pochodził z zachodniej części platformy

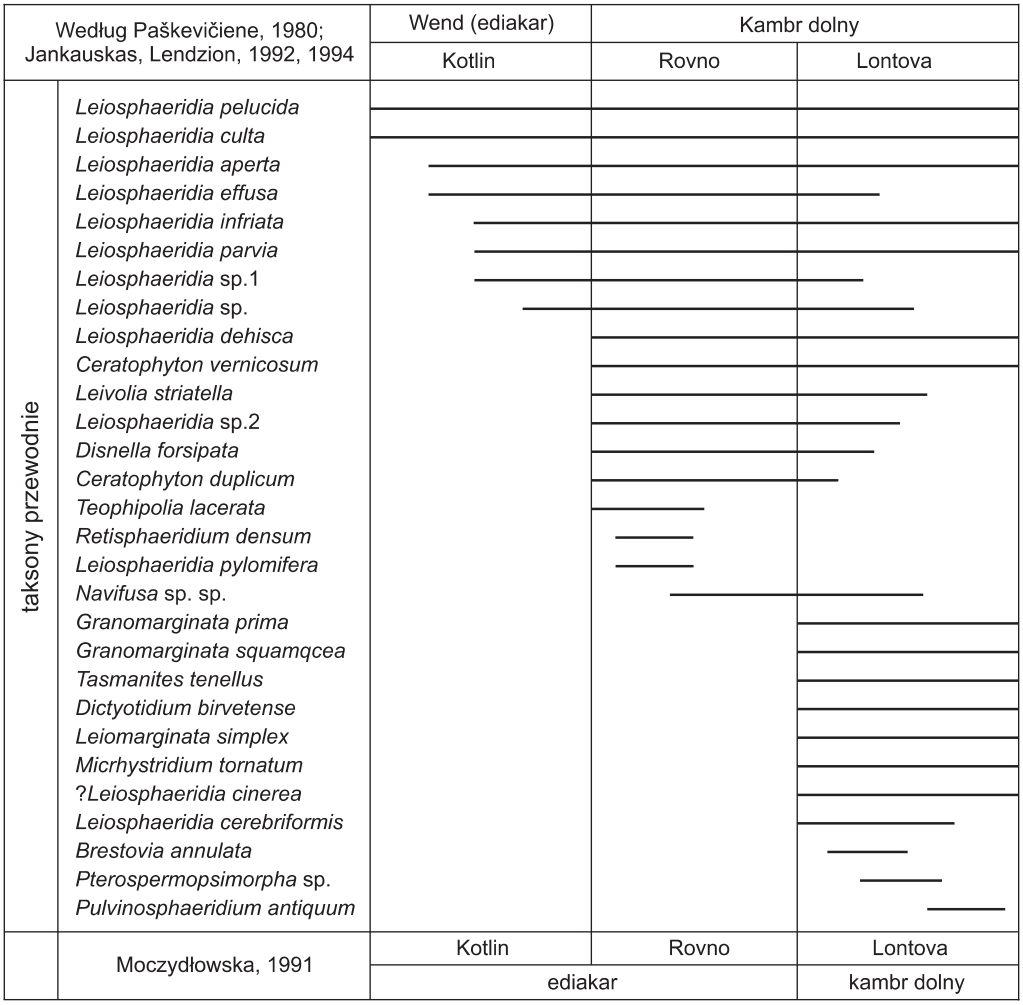


Fig. 5. Taksony przewodnie mikroskamieniałości organicznych utworów pogranicza prekambru i kambru (wg Paškevičiene, 1980)

Main taxa of organic microfossils of Precambrian and Cambrian boundary (after Paškevičiene, 1980)

wschodnioeuropejskiej z ponad 40 otworów wiertniczych zlokalizowanych, na terytorium Rosji, Estonii, Łotwy, Litwy, Białorusi i Ukrainy. Praca przedstawia szczegółową charakterystykę zespołów mikroskamienialości organicznych występujących w utworach najwyższego wendu (horyzont Kotlin) i najniższego kambru dolnego (Rovno–Lontova). W wielu profilach najniższego kambru dokumentowano faunę przewodnią: *Sabellidites cambriensis*, *Platysolenites antiquissimus* w utworach horyzontu Rovno, *S. cambriensis*, *P. antiquissimus*, *P. lontowa* oraz *Aldanella kunda* w osadach horyzontu Lontova. Autorka nie proponuje oficjalnej zonacji badanych utworów na podstawie uzyskanych zespołów mikroflory, podkreśla jednak wyraźne zróżnicowanie ilościowe i jakościowe dokumentowanych asocjacji. Dokumentuje również pierwsze wystąpienia charakterystycznych taksonów, takich jak: *Cerastophyton*, *Leiovalia*, *Retisphaeridium densum*, *Teophipolia lancerata*, *Granomarginata*, *Leiomarginata*, *Pulvinosphaeridium*. Uzyskane przez nią dane zostały uwzględnione w zonacji Jankauskasa i Lendzion (1992).

Pomimo bogatej literatury dotyczącej rozprzestrzenienia mikroskamieniałości organicznych w utworach prekambru i najstarszego kambru, postawienie granicy między ediakarem a terenewem na podstawie słabo zróżnicowanych morfologicznie zespołów mikroflory nie jest łatwe.

Nowe decyzje komisji stratygrafii pociągają za sobą wyraźne odmłodzenie dolnej granicy systemu kambryjskiego i praktycznie przesunięcie jej, przez niektórych autorów, do spągu poziomu *Platysolenites*. Powoduje to zmianę zasięgów stratygraficznych licznych taksonów uważanych przez wiele lat za przewodnie dla kambru dolnego (fig. 5).

TŁO GEOLOGICZNE

Według najnowszych poglądów, popartych wynikami badań stratygraficznych i radiometrycznych skał prekambryjskich i paleozoicznych wykonanych w ciągu ostatnich kilku lat, region krakowski leży na styku dwóch regionalnych jednostek tektonicznych, tj. bloku górnośląskiego stanowiącego część większej jednostki określanej jako terran Brunovistulicum oraz bloku małopolskiego (Buła, Jachowicz, 1996; Buła, 2000). Podstawę wydzielenia tych jednostek stanowią wyraźne różnice zarówno w budowie prekambyjskiego fundamentu, jak i w zalegających na nim utworach paleozoicznych, a zwłaszcza dolnopaleozoicznych, które wykazują odmienny rozwój paleogeograficzno-facjalny i paleotektoniczny (Buła i in., 1997; Buła, 2000; Buła i in., 2008; Żelaźniewicz i in., 2009). Jednostki te oddziela wąska, do 500 m szerokości, strefa uskokowa Kraków–Lubliniec, przebiegająca w pobliżu północnej i wschodniej granicy Krakowa. Dyslokacja ta, przecinająca i przemieszczająca wszystkie serie skalne prekambru i paleozoiku, wraz ze strefą uskokową Odry stanowi najprawdopodobniej segment transkontynentalnej strefy tektonicznej Hamburg–Kraków (Buła i in., 2008).

BLOK GÓRNOŚLĄSKI

Podłoże bloku górnośląskiego budują archaiczne i proterozoiczne skały krystaliczne (metamorficzne i magmowe), anchimetamorficzne oraz osadowe (Buła, Żaba, 2005). Skały te zostały dobrze rozpoznane otworami wiertniczymi we wschodniej części bloku górnośląskiego, gdzie w ich obrębie Buła (2008) wyróżnił cztery zróżnicowane genetycznie i wiekowo kompleksy litologiczno-stratygraficzne: archaiczno-wczesnoproterozoicznych skał krystalicznych, neoproterozoicznych skał krystalicznych, ediakarskich skał anchimetamorficznych oraz ediakarskich zlepieńców polimiktycznych.

Pokrywę osadową heterogenicznego, prekambryjskiego fundamentu budują niezmetamorfizowane, zróżnicowane litologicznie i facjalnie utwory: kambru, ordowiku, dewonu i karbonu. Prowadzone w ostatnich latach szczegółowe badania palinologiczne skał klastycznych, pozbawionych makroszczatków, występujących na bloku górnośląskim i na bloku Brna, wchodzących w skład Brunovistulicum, pod węglanami środkowo- i górnodewońskim lub mezozoikiem zakończyły trwającą od dziesięcioleci dyskusję na temat „występowania lub nie", utworów dolnopaleozoicznych na badanym obszarze (Dvořak, 1998).

Zróżnicowane zespoły mikroskameniałości organicznych grupy Acritarcha pozwoliły na udokumentowanie w wielu dyskusyjnych profilach utworów dolnokambryjskich, cząstkowego profilu kambru środkowego w otworze wiertniczym Sosnowiec IG 1 oraz fragmentarycznych profili ordowiku w północnej części bloku (Buła, Jachowicz, 1996; Buła i in., 1997; Jachowicz, 2005; Jachowicz-Zdanowska, 2013). Dotychczas na bloku górnośląskim osadów górnokambryjskich nie udokumentowano; ich występowanie jest bardzo prawdopodobne na północ i północny zachód od Sosnowca.

Najlepiej rozpoznanymi i udokumentowanymi osadami dolnopaleozoicznymi na bloku górnośląskim są utwory kambru dolnego, w którego profilu wyróżniono dwie jednostki litostratygraficzne – formacje (Buła, Jachowicz, 1996; Buła, 2000; Buła, Żaba, 2005). Osady starszej formacji z Borzęty tworzą charakterystyczną, trójczłonową, regresywną sekwencję

litologiczno-facjalną z następującymi, idąc od dołu, ogniwami: iłowców z Myślenic, mułowców z Osieczan i piaskowców z Rajbrota. Ze skał tej formacji opisano makroszczątki określone jako wielkoraki (otwór wiertniczy Borzęta IG 1, Gucik, 1973) oraz *Lingulella* sp. (otwór wiertniczy P-8, Ekiert, 1971); skamieniałości tych nigdy szczegółowo nie zbadano i nie dostarczyły bliższych informacji na temat wieku utworów, w których je znaleziono. Pozycję stratygraficzną skał omawianej formacji ustalono na podstawie badań palinologicznych (Jachowicz, Moryc, 1995; Buła, Jachowicz, 1996). Dotychczas utwory formacji z Borzęty (fm) udokumentowano jedynie we wschodniej, brzeżnej strefie bloku górnośląskiego.

Utwory młodszej jednostki litostratygraficznej, formacji z Goczałkowic, tworzą kilkuczłonową, transgresywną sekwencję litologiczno-facjalną składającą się z kolejno, następujących po sobie ogniw: piaskowców skolitusowych z Mogilan, piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa (og), mułowców z trylobitami z Goczałkowic i iłowców z Jarząbkowic. W stropowej części formacji, w skałach ogniwa z Pszczyny, udokumentowano dolnokambryjskie trylobity (Orłowski, 1975), charakterystyczne dla poziomu Holmia. Utwory formacji z Goczałkowic nawiercono w kilkunastu otworach wiertniczych, a ich dolnokambryjski wiek oznaczono na podstawie zróżnicowanych zespołów Acritarcha (Jachowicz, 1994, 1996; Buła, Jachowicz, 1996). W osadach formacji z Goczałkowic występują niekiedy bardzo liczne skamieniałości śladowe (Pacześna, 2005).

Utwory tej formacji udokumentowano na znacznie większym obszarze, w południowej i wschodniej części bloku górnośląskiego. Osady mogące stanowić jej odpowiedniki rozpoznano w kilku otworach wiertniczych na bloku Brna (Buła i in., 1997; Jachowicz, Přichystal, 1997). Analizując tendencje rozwoju miąższości osadów omawianej formacji, można sadzić, że występują one również w centralnej i północnej części bloku górnośląskiego (Buła, 2000).

BLOK MAŁOPOLSKI

Najstarszymi skałami poznanymi na bloku małopolskim są anchimetamorficzne skały klastyczne, o charakterze fliszowym, w krawędziowej, zachodniej części bloku na kontakcie z blokiem górnośląskim, silnie zdeformowane tektonicznie. Krystalicznego podłoża bloku małopolskiego dotychczas nie rozpoznano. Według najnowszych danych geofizycznych może ono zalegać nawet na głębokości 20 km (Malinowski i in., 2005). Skały klastyczne (meta) iłowce, mułowce, żwirowce piaszczyste i zlepieńce, o bardzo zmiennych barwach (zielone, szarozielone, brunatne lub wiśniowe), nawiercone pod różnowiekowymi osadami od ordowiku po miocen, są pozbawione makroskamieniałości. Ediakarski wiek tych utworów udokumentowano badaniami palinologicznymi w kilkunastu otworach wiertniczych. Obecność diagnostycznych zespołów mikroskamieniałosci ogranicza się jedynie do skał praktycznie niewykazujących przeobrażeń metamorficznych (Moryc, Jachowicz, 2000; Jachowicz i in., 2002). Późnoediakarski wiek tych utworów potwierdzają badania wieku cyrkonów z wkładki tufitów, występującej w podordowickich skałach w otworze Książ Wielki IG 1, określony metodą U-Pb na 549 ±3 Ma (Compston i in., 1995).

Skały kambryjskie na bloku małopolskim mają ograniczony zasięg. Występują one tylko w północnej i wschodniej części tej jednostki tektonicznej, obejmując kielecką część Gór Świętokrzyskich i obszar między Sandomierzem a Lubaczowem (Buła, 2008).

Na skałach ediakarskich i kambryjskich na obszarze bloku małopolskiego zalegają niezgodnie różnowiekowe utwory od ordowiku po miocen.

BADANY MATERIAŁ I METODA PRACY

W otworze Trojanowice 2 pod dolomitami dewonu środkowego, na głębokości od 519,1 do 602,0 m, nawiercono kompleks skał klastycznych pozbawiony makroszczątków organicznych pozwalających na określenie wieku utworów. Przeprowadzone badania palinologiczne udokumentowały występowanie w wymienionym odcinku profilu zróżnicowanych zespołów mikroflory charakterystycznych dla dewonu dolnego (Filipiak, 2014) i kambru dolnego. Szczegółowa analiza uzyskanych danych pozwoliła na precyzyjne umiejscowienie granicy pomiędzy dewonem i kambrem na głębokości 557,5 m. Do badań na zawartość mikroszczątków organicznych z grupy Acritarcha pobrano 28 próbek skał z interwału głębokości 557,5–602,0 m (fig. 2).

W otworze wiertniczym Cianowice 2 pod utworami jury, na głębokości 265,3 m, nawiercono kompleks skał klastycznych, którego nie przewiercono do głębokości 600,0 m, na której zatrzymano wiercenie. Budują go iłowce o zmiennym zabarwieniu: brązowym, czerwonobrązowym, szarym lub zielonym, silnie zaangażowane tektonicznie, spękane, o zmiennym stopniu nachylenia, od 10–30° w spągu profilu, do 45° w stropie, na kontakcie z utworami jury (Żaba, Sikora, 2007).

Z ponad 300-metrowego odcinka profilu analizy palinologiczne wykonano dla 38 próbek (fig. 2).

Pobrane do badań próbki skał zmacerowano, stosując standardowe metody maceracji, za pomocą roztworów 36% kwasu solnego i 40% kwasu fluorowodorowego na zimno. Uzyskany macerat zdekantowany i oczyszczony przesiano przez nylonowe sita o oczkach o średnicy 10 mikronów. Zagęszczony w ten sposób materiał mikroflorystyczny stanowił podstawę do sporządzenia standardowych, kroplowych preparatów mikroskopowych. Preparaty utrwalono przy użyciu kleju Petropoxy, zabezpieczającego badany materiał przed wyschnięciem. Otrzymane preparaty poddano mikroskopowej analizie planimetrycznej, w świetle przechodzącym.

WYNIKI ANALIZ

Analizy przeprowadzone w obu otworach dały wynik pozytywny. W badanych próbkach stwierdzono występowanie dobrze zachowanych zespołów mikroskamieniałości organicznych, którym towarzyszą, niekiedy bardzo liczne, fragmenty bezpostaciowej substancji organicznej. Podziału uzyskanych skamieniałości dokonano na podstawie sztucznych, morfologicznych podziałów systematycznych stosowanych w badaniach grup *Acritarcha* Evitt, 1963 i *Crytarcha* Diver et Peat, 1979. W analizowanych profilach udokumentowano następujące podgrupy i rodzaje mikroskamieniałości organicznych:

- *Nematomorphitae* Diver et Peat, 1979 – nitkowate formy reprezentowane przez sinice – *Cyanophyta*;
- *Sphaeromorphitae* Downie, Evitt et Sarjeant, 1963 – proste, sferyczne formy, o okrągłych, owalnych, niekiedy lekko elipsoidalnych kształtach; do grupy tej należą przedstawiciele rodzaju *Leiosphaeridia*, licznie występujące w badanym materiale; wg najnowszych badań takson ten jest łączony z klasami glonów z gromady zielenic, klasą Chloprophycae – zielenice właściwe oraz Prasinophyceae – prasinofyty (Moczydłowska, William, 2009);
- *Netromorphite* Downie, Evitt et Sarjeant, 1963 – grupa skamieniałości o wydłużonych, wrzecionowatych kształtach;
- *Disphaeromorphitae* Downie, Evitt et Sarjeant, 1963 – formy sferyczne lub owoidalne z wyraźnym ciałkiem wewnętrznym, pustym lub pełnym;
- *Pteromorphitae* Downie, Evitt et Sarjeant, 1963 – ciałka kuliste, elipsoidalne lub wieloboczne otoczone skrzydlatą płytką o wyraźnej równikowej pozycji; udokumentowane w badanym obszarze rodzaje *Pterospermopsimorpha*, *Simia*, *Tasmanites* i *Pterospermella* należą do najstarszych przedstawicieli prazinofytów (Moczydłowska, 2008b; Moczydłowska, William, 2009);
- *Acanthomorphitae* Downie, Evitt et Sarjeant, 1963 – okazy z wyraźną ornamentacją w postaci różnego typu wyrostków; drobne okazy rodzaju *Comasphaeridium* mogą reprezentować, podobnie jak gatunek *Comasphaeridium brachyspinosum*, grupę kopalnych zielenic (Moczydłowska, William, 2009);
- *Synaplomorphitae* Diver et Peat, 1979 – sferyczne lub elipsoidalne, najczęściej drobne, jednakowe okazy, połączone ze sobą.

W analizowanym materiale dominują okazy podgrup *Sphaeromorphitae* oraz *Nematomorphitae*, stanowiąc razem ponad 80% badanego spectrum. Przedstawiciele pozostałych podgrup są mniej liczni – po kilka lub kilkanaście oznaczalnych okazów w standardowym preparacie mikroskopowym. W pojedynczych próbkach, obserwowano wyraźny wzrost udziału, podgrupy *Disphaeromorphitae* i *Pteromorphitae* do 30% uzyskanego spectrum.

W analizowanych profilach stwierdzono również występowanie okazów należących do rodzajów *Chuaria* i *Ceratophtyon* o niejasnej przynależności systematycznej, łączonych najczęściej z grupą Acritarcha.

Pierwszy z rodzajów – *Chuaria* z gatunkiem typowym *Chuaria circularis* to proste, sferyczne okazy, reprezentujące „megasferomorfy", tj. sferomorfy o średnicach przekraczających 500 mikronów (Timofeev, 1969). Ten nieskomplikowany morfologicznie takson, od czasów opisania przez Walcotta (1899), interpretowano na wiele sposobów, na przykład jako: stadia rozmnażania (jaja) brachiopodów, ślimaków, otwornic czy trylobitów, a nawet kolonie organizmów prokariotycznych – sinic (Sun, 1987); niekiedy formy te opisywano nawet jako pozostałości nieorganiczne (Dutta i in., 2006). Większość badaczy uważa jednak, że takson *Chuaria* jest przedstawicielem glonów (Hofmann, 1971, 1977; Ford, Breed, 1973; Vidal, 1974, 1976; Jux, 1977), najprawdopodobniej eukariotycznych, na co wskazują badania z zastosowaniem chromatografii gazowej przeprowadzone na okazach tego rodzaju z utworów proterozoicznych Indii (Dutta i in., 2006).

Występowanie rodzaju *Chuaria* udokumentowano na wielu obszarach: w Ameryce Północnej i Południowej, Europie, Afryce, Azji i Australii w utworach od paleoproterozoiku do kambru dolnego (Steiner, 1994, 1996; Dutta i in., 2006).

Rodzaj *Ceratophyton* opisał po raz pierwszy z kambru dolnego Ukrainy Kirjanov (Volkova i in., 1983) i przez wiele lat jego występowanie wiązano z utworami tego wieku; w ostatnim czasie te charakterystyczne, organiczne fragmenty w kształcie rożków, zębów lub kolców udokumentowano w utworach najwyższego ediakaru (Moczydłowska, 2008b). Przynależność biologiczna tego taksonu nie jest do końca jasna. Rodzaj *Cerathophton*, opisywany tradycyjnie w grupie Acritarcha, różni się jednak znacząco od większości okazów tej grupy; Fatka, Konzalova (1995) włączyli go do królestwa zwierząt ze względu na podobieństwo morfologiczne z zew-

nętrznymi fragmentami odnóży widłonogów (Copepoda). W ostatnim czasie z utworów kambru dolnego Kanady opisano mikroskamieniałości organiczne podobne do rodzaju *Ceratophyton*, które zinterpretowano jako fragmenty chitynowych tarek (radula) występujących na dnie gardeł mięczaków, dokumentując tym samym najstarsze wystąpienie tej grupy fauny (Butterfield, 2008).

W analizowanym materiale organicznym z okolic Krakowa liczne okazy rodzaju *Chuaria* występują w próbkach z wiercenia Trojanowice 2; w tym samym profilu otworu udokumentowano również wiele morfologicznie zróżnicowanych mikroskamieniałości organicznych, które zaliczono do rodzaju *Ceratophython*. Rodzaj ten jest reprezentowany zarówno przez proste, nieskomplikowane formy, jak i bardziej rozbudowane, złożone z kilku dłuższych lub krótszych „rożków czy zębów". W materiale z profilu Cianowice 2 okazy rodzajów *Chuaria* i *Ceratophyton* występują sporadycznie, a przedstawiciele rodzaju *Ceratophyton* są reprezentowani jedynie przez okazy o bardzo prostej budowie.

CIANOWICE 2

W wyniku przeprowadzonych analiz w badanych próbkach stwierdzono występowanie licznych, drobnych fragmentów bezpostaciowej substancji organicznej oraz dość dobrze zachowanych mikroskamieniałości organicznych, zaliczanych tradycyjnie do grupy Acritarcha, którym towarzyszą nieliczne nitkowate okazy, reprezentujące najprawdopodobniej sinice. Na powierzchni standardowego preparatu mikroskopowego, o wymiarach 22×22 mm, dokumentowano od kilkudziesięciu do ponad 100 oznaczalnych okazów mikroskamieniałości organicznych.

Znalezione asocjacje charakteryzują się słabym zróżnicowaniem rodzajowym i gatunkowym. Zdominowane są przez proste sferyczne formy reprezentujące przede wszystkim podgrupę Sphaeromorphitae z rodzajem *Leiosphaeridia*, reprezentowanym przez formy o drobnych rozmiarach, 10–30 μm, oraz gatunek *Granomarginata prima*. Obok nich występują taksony podgrup Pteromorphitae i Disphaeromorphitae z bardzo małymi okazami rodzaju *Pterospermella* i gatunkiem *Pterospermopsimorpha solida*. W analizowanych asocjacjach dokumentowane były pojedyncze okazy rodzajów: *Leiosphaeridia*, *Tasmanites* i *Chuaria*, o dużych jak na mikroflorę średnicach, od 300 do ponad 500 mikronów. Interesującym elementem zespołów są drobne, urzeźbione formy podgrupy Acanthomorphitae z rodzajem *Asteridium* i *Comasphaeridium* oraz charakterystyczny rodzaj *Navifusa* podgrupy Netromorphitae, reprezentowany najczęściej przez kilka okazów w standardowym preparacie mikroskopowym.

Podobna, słabo zróżnicowana rodzajowo i gatunkowo mikroflora jest znana z utworów proterozoicznych, przede wszystkim neoproterozoicznych.

Z końcem ediakaru, wraz z pojawieniem się ediakarskich metazoa zanika wiele charakterystycznych, wczesnoproterozoicznych mikroskamieniałości organicznych, takich jak: zróżnicowane duże akantomorfy czy liczne, duże i małe *Obruchevella.* Od tego okresu w utworach neoproterozoiku dominują drobne, cienkościenne *Leiosphaeridia*, rzadkie są niewielkie *Acanthomorphitae* (ok. 10 μm), nieliczne lub nieobecne są *Obruchevella*. Zespoły o podobnym składzie występują w analizowanych próbkach.

Na obecnym etapie badań analizowane utwory z otwory wiertniczego Cianowice 2 należy uznać za neoproterozoiczne – późny ediakar. Udokumentowane zespoły mikroskamieniałości organicznych są charakterystyczne dla zon mikroflorystycznych *Cyanobacteria* i *Cyanobacteria*, *Leiosphaeridia* sp. wydzielonych w południowo-wschodniej Polsce (Moczydłowska, 1991) oraz zon rozpoznanych na obszarze platformy wschodnioeuropejskiej (Jankauskas, Lendzion, 1992) (fig. 4).

TROJANOWICE 2

W analizowanych próbkach z otworu wiertniczego Trojanowice 2 udokumentowano występowanie licznych, dobrze zachowanych zespołów mikroskamieniałości organicznych należących przede wszystkim do grup *Acritarcha* Evitt, 1963 i *Crytarcha* Diver et Peat, 1979. Na powierzchni standardowego preparatu mikroskopowego, o wymiarach 22×22 mm, dokumentowano od 100 do ponad 300 oznaczalnych okazów.

Uzyskane asocjacje są zdominowane przez proste, sferyczne taksony bez ornamentacji należące głównie do grupy Sphaeromorphitae, którą w analizowanych preparatach najliczniej reprezentuje rodzaj *Leiosphaeridia* z okazami o różnych średnicach, od drobnych, 10–30-mikronowych do form o średnicach od 100 do 400 mikronów. Te ostatnie, niekiedy dość liczne (kilkadziesiąt okazów w standardowym preparacie mikroskopowym), są bardzo charakterystycznym elementem analizowanych zespołów. Leiosfery o wymiarach kilkuset mikronowych zaliczono do gatunku *Leiosphaeridia tenuissima*, drobniejsze, sferyczne formy reprezentują w większości gatunek *Leiosphaeridia minutissima*. W analizowanych preparatach mniej licznie występują pozostałe taksony z grupy Sphaeromorphitae, takie jak rodzaje *Granomarginata* i *Leiovalia*, po kilka okazów w standardowym preparacie mikroskopowym. W badanym materiale znaleziono pojedyncze okazy oznaczone wstępnie jako rodzaj *Teophipolia*, o wyraźnie wydłużonej jednej osi ciałka oraz otwarciu widocznym na jednym z końców. Rodzaj ten, z gatunkiem typowym *Teophipolia lancerata*, opisano z utworów horyzontu Rovno z obszaru Ukrainy, który tradycyjnie obejmował utwory najstarszego kambru dolnego i był korelowany z dolnokambryjskim poziomem *Sabellidites* znanym z rejonu platformy wschodnioeuropejskiej.

Do grupy Sphaeromorphitae należą również skupiska drobnych, sferycznych okazów, o średnicach kilku mikronów, z rodzajami *Synsphaeridium* i *Symplassosphaeridium.* Oba te rodzaje charakteryzują się długimi zasięgami stratygraficznymi, w związku z tym nie mają znaczenia stratygraficznego.

Należy jednak podkreślić, że częściej spotykane są w utworach proterozoicznych i najstarszego kambru niż w utworach młodszych, paleozoicznych (Samuelsson, 1997).

Bardziej złożona budowa charakteryzuje taksony grupy Disphaeromorphitae. W badanym materiale te sferyczne okazy z wyraźnym ciałkiem wewnętrznym reprezentują dwa rodzaje *Simia* i *Pterospermopsimorpha*. Dotychczas znane są dwa gatunki rodzaju *Simia*, pierwszy z nich, *Simia annulare,* z utworów wczesnego neoproterozoiku – tonu i kriogenu (Vidal i in., 1993; Moczydłowska, 2008a), kolejny, *Simia nerjenica*, z osadów ediakaru (Veis i in., 2006; Willman, Moczydłowska, 2008; Moczydłowska, 2008a). W otworze Trojanowice 2 znaleziono pojedyncze okazy rodzaju *Simia*, które ze względu na skąpą ilość materiału i nie najlepszy stan zachowania oznaczono jedynie do rodzaju.

Większość gatunków rodzaju *Pterospermopsimorpha* wraz z gatunkiem typowym *Pterospermopsimorpha pileiformis* Timofeev, 1966, jest znana z utworów mezo- i neoproterozoicznych; z utworów młodszych, dolnokambryjskich opisano gatunek *Pterospermopsimorpha wolynica* (Kirjanov, 1974). W próbkach z profilu Trojanowice 2 udokumentowano okazy o dwusferycznej budowie; podobne formy opisano jako *Pterospermopsimorpha* sp. z utworów kambru dolnego otworu Kaplonosy IG 1 – formacja kaplonoska (Volkova, 1969b).

Charakterystycznym składnikiem obserwowanych palinofacji są nitkowate okazy występujące pojedynczo lub tworzące większe zlepki, kolonie. W większości formy te należą do kopalnych sinic, które według nowej taksonomii są zaliczane do Procaryota, królestwa bakterii. W uzyskanych asocjacjach oznaczono ich następujące rodzaje i gatunki: *Palaeolyngbya* sp., *Oscilatorites* sp., *Siphonophycus kestron* i *Polythrichoides lineatus*. Zespoły sinic odznaczają się słabym zróżnicowaniem morfologicznym, a większość form swoim zasięgiem obejmuje utwory od paleoproterozoiku do kambru (Moczydłowska, 2008), a nawet młodsze.

Interesującym elementem zespołów mikroskamieniałości organicznych, udokumentowanych w otworze Trojanowice 2, są dość duże, silnie wydłużone, wrzecionowate okazy z wyraźnie widocznymi zakładkami ścianek, biegnącymi równolegle do dłuższej osi ciałka. Podobne formy opisano z utworów kambru dolnego Litwy i Estonii, jako *Navifusa* sp., gdzie znaleziono je w utworach horyzontów Rovno i Lontova (Paškevičiene, 1980). Okazy o identycznej morfologii są zaliczane przez innych autorów do rodzaju *Glomovertella* Reitlinger, 1948 znanego z utworów proterozoicznych. W ostatnich latach rodzaj ten jest łączony z gromadą workowców z królestwa grzybów, u których jest obserwowana podobna, nitkowata budowa.

Podobne zespoły mikroskamieniałości organicznych, zdominowane przez liczne, duże sferomorfy, są znane z najstarszych ogniw formacji Borzęty, rozpoznanej dotychczas we wschodniej brzeżnej strefie bloku górnośląskiego (Buła, Jachowicz, 1996; Jachowicz-Zdanowska, 2013). Asocjacje o zbliżonym składzie są charakterystyczne dla zony *Granomarginata prima* wydzielonej w profilach kambru dolnego na obszarze platformy wschodnioeuropejskiej (Jankauskas, Lendzion, 1992).

Stan zachowania okazów w obu profilach jest dobry, większość z nich zachowała się w całości, co pozwala na oznaczenia gatunkowe. Jasnobrązowy i brązowy kolor okazów świadczy o zmianach budującej je substancji organicznej spowodowanych oddziaływaniem temperatur z przedziału 80–180°C. W kolorystycznej skali TAI (*Thermal Alternation Index*) Battena odpowiada on stopniowi dojrzałemu materii organicznej.

UWAGI I WNIOSKI

Przeprowadzone badania palinologiczne prowadzą do następujących wniosków i spostrzeżeń:

1. Badania palinologiczne przeprowadzone na próbkach skał z otworów wiertniczych Cianowice 2 i Trojanowice 2 dały wyniki pozytywne. Szczegółowe analizy palinologiczne osadów pozbawionych makroskamieniałości pozwoliły na udokumentowanie w badanych profilach zróżnicowanych zespołów mikroskamieniałości organicznych, na których podstawie określono wiek badanych utworów. W skład uzyskanych asocjacji wchodzą przedstawiciele najstarszych bakterii, glonów, grzybów i zwierząt.

2. Zespoły mikroskamieniałości organicznych występujące w badanych odcinkach profili, zlokalizowanych po przeciwnych stronach strefy rozłamowej Kraków–Lubliniec, są zdominowane przez taksony o prostej, nieskompilowanej morfologii, należące do grup *Acritarcha* Evitt, 1963 oraz *Cryptarcha* Diver et Peat, 1979.

3. W otworze wiertniczym Cianowice 2 pod utworami jury nawiercono silnie zaangażowany tektonicznie kompleks skał iłowcowych o charakterze fliszowym i zmiennym zabarwieniu. W 38 próbkach skał pobranych z ponad 300-metrowego odcinka profilu, występują zespoły mikroskamieniałości organicznych zdominowane przez drobne taksony z rodzajów *Leiosphaeridia*, *Granomarginata*, *Pterospermella* i *Pterospermopsimorpha*, którym towarzyszą pojedyncze urzeźbione okazy rodzajów *Asteridium* i *Comasphaeridium*. Zespoły mikroskamieniałości organicznych o podobnym składzie rodzajowym i gatunkowym są znane z utworów późnego ediakaru, w którym nastąpiła kompletna wymiana palinomorf proterozoicznych oraz drobne, cienkościenne *Leiosphaeridia* i niewielkie *Acanthomorphitae* zastąpiły duże, silnie zróżnicowane mikroskamieniałości Perthatataka.

4. W otworze wiertniczym Trojanowice 2, z klastycznych utworów o charakterze platformowym, do badań pali-

nologicznych na zawartość mikroszczątków organicznych z grupy Acritarcha pobrano 28 próbek skał. W analizowanych preparatach na pierwszy plan wysuwają się przedstawiciele rodzaju *Leiosphaeridia*, o dużych (kilkusetmikronowych) jak na palinomorfy rozmiarach. Poza nimi w skład oznaczonego spectrum wchodzą przedstawiciele rodzajów: *Granomarginata*, *Leiovalia*, *Pterospermopsimorpha*, *Simia, Teophipolia* i *Glomovertalla*. Obraz uzyskanej palinofacji uzupełniają taksony o charakterze kolonii z rodzajami *Synsphaeridium*, *Symplassosphaeridium* czy *Siphonophycus*. Dotychczas zespoły o podobnym składzie rodzajowym i gatunkowym rozpoznano w najstarszych ogniwach formacji z Borzęty, rozpoczynającej sedymentację utworów kambru dolnego w obszarze bloku górnośląskiego.

5. W profilach okolic Krakowa udokumentowano występowanie „megaalgi" rodzaju *Chuaria*, przedstawiciela najstarszych eukariontów. Natomiast rodzaj *Ceratophyton*, znaleziony w obu profilach, w najnowszych interpretacjach jest łączony z królestwem zwierząt.

6. Szczegółowa analiza uzyskanych zespołów mikroskamieniałości organicznych pozwoliła na ustalenie wieku badanych, pozbawionych makroszczątków, utworów. W badanych profilach stwierdzono występowanie oznaczanych zespołów mikroskamieniałości organicznych charakterystycznych dla utworów z pogranicza prekambru i kambru, które w nowym podziale chronostratygraficznym odpowiadają najwyższemu ediakarowi i najstarszemu oddziałowi kambru (terenew).

LITERATURA

BABCOCK L.E., PENG S.C., 2007 — Cambrian chronostratigraphy: Current state and future plans. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol*., **254**: 62–66.

BABCOCK L.E., PENG S.C., GEYER G., SHERGOLD J.H., 2005 — Changing perspectives on Cambrian chronostratigraphy and progress toward subdivision of the Cambrian System. *Geosci. J.*, **9**: 101–106.

BRASIER M.D., COWIE J., TAYLOR M., 1994 — Decision on the Precambrian–Cambrian boundary. *Episodes*, **17**: 3–8.

BUŁA Z., 2000 — Dolny paleozoik Górnego Śląska i zachodniej Małopolski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **171**: 1–89.

BUŁA Z., 2008 — Tekst objaśniający *W*: Atlas geologiczno-strukturalny paleozoicznego podłoża Karpat zewnętrznych i zapadliska przedkarpackiego (red. Z. Buła, R. Habryn): 1–75. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

BUŁA Z., JACHOWICZ M., 1996 — The Lower Paleozoic sediments in the Upper Silesian Block. *Kwart. Geol*., **40**, 3: 299–324.

BUŁA Z., JACHOWICZ M., PŘICHYSTAL A., 1997 — Lower Paleozoic deposits of the Brunovistulicum. *Terra Nostra*, **11**: 32–38.

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.

BUŁA Z., ŻABA J., 2005 — Pozycja tektoniczna Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle prekambryjskiego i dolnopaleozoicznego podłoża. *W*: Geologia i zagadnienia ochrony środowiska w regionie górnośląskim. Materiały konferencyjne LXXVI Zjazdu Naukowego PTG, Rudy k/Rybnika: 14–42.

BUŁA Z., ŻABA J., HABRYN R., 2008 — Regionalizacja tektoniczna Polski — Polska Południowa (blok górnośląski i blok małopolski). *Prz. Geol.*, **56**: 912–920.

BUTTERFIELD N.J., 2004 — A vaucheriacean alga from the middle Neoprotrozoic of Spitsbergen: implications for the evolution of Proterozoic eukaryotes and Cambrian explosion. *Paleobiology*, **30**, 2: 231–252.

BUTTERFIELD N.J., 2005 — Probable proterozoic fungi. *Paleobiology*, **31**, 1: 165–182.

BUTTERFIELD N.J., 2008 — An early Cambrian radula. *J. Paleont.*, **82**, 3: 543–554.

COMPSTON W., SAMBRIDGE M.S., REINFRANK R.F., MOCZYDŁOWSKA M., VIDAL. G., CLAESSONS S., 1995 — Numerical ages of volcanic and earliest faunal zone within the Late Precambrian of east Poland. *J. Geol. Soc. London.*, **152**, 599–611.

CONDON D., ZHU M., BOWRING S., WANG W., YANG A., JIN Y., 2005 — U-Pb ages from the Neoproterozoic Doushantuo Formation, China. *Science*, **308**: 95–98.

COOPER R.A., NOWLAN G.S., WILLIAMS S.H., 2001 — Global stratotype section and point for the base of the Ordovician System. *Episodes*, **24**: 19–28.

DIVER W.L., PEAT C.J., 1979 — On the interpretation and classification of Precambrian organic-walled microfossils. *Geology*, **7**: 401–404.

DONG L., XIAO S., SHEN B., ZHOU C., LI G., YAO J., 2009 — Basal Cambrian microfossils from the Yangtze Gorges area (South China) and the Aksu area (Tarim Block, northwestern China). *J. Paleont.*, **83**: 30–44.

DOWNIE C., EVITT W.R., SARJEANT W.A.S., 1963 — Dinoflagellates, hystrichospheres, and the classification of the acritarchs. *Stanford Univ. Publ. in Geol. Sci.*, **7**: 1–16.

DUTTA S., STEINER M., BANERJEE S., ERDTMANN B.D., JEEVANKUMAR S., MANN U., 2006 — *Chuaria 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.

DVOŘAK, J., 1998 — Lower Devonian basal clastics – Old Red Formation, Southern Moravia, Czech Republic. *Bull. Czech Geol. Sur.*, **73**, 4: 271–279.

EKIERT F., 1971 — Budowa geologiczna podpermskiego podłoża północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol*., **66**: 5–77.

EVITT W.R., 1963 — A discussion and proposal concerning fossil Dinoflagellates, Hystrichospheres and Acritarchs. *(U.S.) Nat. Ac. Sc. Proc*., **49**: 158–164, 298–303.

FATKA O., KONZALOVÁ M., 1995 — Microfossils of the Paseky Shale (Lower Cambrain, Czech Republic). *J. Czech Geol. Soc*., **40**, 4: 55–66.

FILIPIAK P., 2014 — Palinologia dolnodewońskich i środkowodewońskich osadów klastycznych z otworu wiertniczego Trojanowice 2. *Biul. Państw. Inst. Geol*., **459**: 7–32.

FORD T., BREED W.J., 1973 — The problematic fossil *Chuaria*. *Palaeontology*, **16**: 535–550.

GAUCHER C., FRIMMEL H.E., GERMS G.J.B., 2005 — Organic-walled microfossils and biostratigraphy of the upper Port Nolloth Group (Namibia): Implication or latest Neoproterozoic glaciations. *Geol. Mag*., **142**: 539–559.

GEYER G., 2005 — The Fish River Subgroup in Namibia: stratigraphy, depositional environments and Proterozoic Cambrian boundary problem revisited. *Geol. Mag*., **142**: 465–498.

GEYER G., UCHMAN A., 1995 — Ichnofossil assemblages from the Nama Group (Neoproterozoic-Lower Cambrian) in Namibia and the Proterozoic-Cambrian boundary revisited. *W*: The Lower-Middle Cambrian standard of Western Gondwana (red. G. Geyer, E. Landing): 175–202. *Beringeria Special Issue*, Marocco, **2**.

GRADSTEIN F.M., OGG J.G., SMITH A.G. (red.), 2004 — A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press.

GRADSTEIN F.M., OGG J.G., SCHMITZ M.D., OGG G.M., 2012 — The Geologic Time Scale 2012, vol. 2 . Elsevier.

GREY K., 2005 — Ediacaran palynology of Australia. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, **31**: 1–439.

GREY K., 2007 — Advances in Ediacaran biostratigraphy in Australia. *W*: Recent Advances in Palynology (red. P. Steemans, E. Javaux). *Notebooks on Geology, Memoir*, **2007/03**. Brest.

GREY K., CALVER C.R., 2007 — Correlating the Ediacaran of Australia. *W*: The Rise and Fall of the Ediacaran Biota (red. P. Vickers-rich, P. Komarower): 115–135. *Geol. Soc., London, Sp. Publ.*, **286.**

GREY K., WALTER M.R., CALVER C.R., 2003 — Neoproterozoic biotic diversification: Snowball Earth or aftermath of the Acraman impact? *Geology*, **31**: 459–462.

GUCIK S., 1973 — Dokumentacja wynikowa otworu Borzęta IG 1. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

HOFMANN H.J. 1971 — Precambrian fossils, pseudofossils and problematica in Canada. *Bull. Geol. Surv. Canada*, **189**: 1–146.

HOFMANN H.J., 1977 — The problematic fossils *Chuaria* from the late Precambrian Uinta Mountain group, Utah. *Precambrian Res*., **4**: 1–11.

HOFFMANN K.H., CONDON D.J., BOWRING S.A., CROWLEY J.L., 2004 — A U-Pb zircon date from the neoproterozoic Ghaub Formation, Namibia: constraints on Marinoan glaciation. *Geology*, **32**: 817–820.

HUTLEY W. J., XIAO S., KOWALEWSKI M., 2006 — 1.3 Billion years of acritarch history: An empirical morphospace approach. *Precambrian Res.*, **144**: 52–68.

JACHOWICZ M., 1994 — O występowaniu mikroskamienialosci grupy Acritarcha w utworach starszego paleozoiku północno-wschodniego obrzeżenia GZW. *Prz. Geol*., **42**: 631–637.

JACHOWICZ M., 1996 — Lower Palaeozoic Acritarch Assemblages from the Upper Silezian Block (USB). *Acta Univ. Carolinae Geol.*, **40**: 457.

JACHOWICZ M., 2005 — Ordowickie akritarchy bloku górnośląskiego. *Prz. Geol*., **53**: 756–762.

JACHOWICZ-ZDANOWSKA M., 2013 — Cambrian phytoplankton of the Brunovistulicum – taxonomy and biostratigraphy. *Pol. Geol. Inst. Sp. Papers*, **28**: 1–150.

JACHOWICZ M., MORYC W., 1995 — Platformowe utwory kambru dolnego z wierceń Rajbrot 1 I 2 na południe od Bochni. *Prz. Geol*., Zesz. **43**: 935–940.

JACHOWICZ M., PŘICHYSTAL A., 1997 — Lower Cambrian sediments in deep boreholes in south Moravia. *Bull. of the Czech Geol. Surv.*, **72** , 4: 329–332.

JACHOWICZ M., ŻELAŹNIEWICZ A., BUŁA Z., BOBIŃSKI W., HABRYN R., MARKOWIAK M., ŻABA J., 2002 — Geneza i pozycja stratygraficzna podkambryjskich i poordowickich anchimetamorficznych skał w południowej Polsce – przedpole orogenu neoproterozoicznego? Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, filia Sosnowiec.

JAGO J.B., ZANG W.-L., SUN X., BROCK G.A., PATERSON J.R., SKOVESTED C.B., 2006 — A review of the Cambrian biostratigraphy of South Australia. *Palaeoworld*, **15**: 406–423.

JANKAUSKAS T.V., 1989 — Mikrofossilii dokembriya SSSR: 190. Nauka, Moscow.

JANKAUSKAS T.V., 2002 — Cambrian stratigraphy of Lithuania: 1–249. Institute of Geology of Lithuania, Vilnus.

JANKAUSKAS T., LENDZION K., 1992 — Lower and Middle Cambrian acritarch-based biozonation of the Baltic syneclise and adjacent areas (East-European Platform) – *Prz. Geol*., **9**: 519–525.

JANKAUSKAS T., LENDZION K., 1994 — Biostratigraphic correlation of Lower and Middle Cambrian sections in the Baltic Syneclise and adjacent areas. *Prz. Geol.*, **42**, 5: 365–370.

JUX U., 1977 — Über die Wandstrukturen sphaeromorpher Acritarchen: *Tasmanites* Newton, *Tapajonites* Sommer and van Boekel, *Chuaria* Walcott. *Palaeontographica*, Abt. B, **160** (1–3): 1–16.

KIRJANOV V.V., 1974 — Novye akritarkhi iz kembrijskikh otlozhenij Volyni. *Paleontologicheskij Zhurnal*, **2**: 117–130.

KNOLL A.H., 2000 — Learning to tell Neoproterozoic time. *Precambrian Res.*, **100**: 3–20.

KNOLL A.H., WALTER M.R., NARBONNE G.M., CHRISTIC-BLICK N.C, 2004 — A new period for the Geologic Time Scale. *Science*, **305**: 621–622.

KNOLL A.H., WALTER M.R., NARBONNE G.M., CHRISTIC-BLICK N.C., 2006 — The Ediacaran Period: a new addition to the geological time scale. *Lethaia*, **39**: 13–30.

KOLOSOVA S.P., 1991 — Late Precambrian acanthomorphic microfossils of the eastern Siberian Platform. *Algologiya*, **1**, 2: 53–59.

LANDING E., 1994 — Precambrian–Cambrian boundary global stratotype ratified and a new perspective of Cambrian time. *Geology*, **22**: 179–182.

LANDING E., PENG S.C., BABCOCK L.E., GEYER G., MOCZYDŁOWSKA-VIDAL., 2007 — Global standard names for the Lowermost Cambrian Series and Stages. *Episodes*, **30**.

LEONOV M.V., RAGOZINA A.L., 2007 — Upper Vendian assemblages of carbonaceous micro- and macrofossils in the White Sea Region: systematic and biostratigraphic aspects. *W*: The Rise and Fall of the Ediacaran Biota (red. P. Vickers-rich, P. Komarower): 269–275. Geological Society, *London, Special Publications*, **286.**

MALINOWSKI M., ŻELAŹNIEWICZ A., GRAD M., GUTERCH A., JANIK T., 2005 — Seismic and geological structure of the crust in the transition from Baltica to Palaeozoic Europe in the SE Poland – CELEBRATION 2000 experiment, profile CEL02. *Tectonophysics*, **401**: 55–77.

MENDELSON C.V., 1987 — Acritarchs. *W*: Fossils Prokaryotes and Protists (red. J. Lipps). University of Tennessee, Knoxville.

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., 2005 — Taxonomic review of some Ediacaran acritarchs from the Siberian Platform. *Precambrian Res*., **136**: 283–307.

MOCZYDŁOWSKA M., 2008a — The Ediacaran microbiota and the survival of Snowball Earth conditions. *Precambrian Res*., **167**: 1–15.

MOCZYDŁOWSKA M., 2008b — New records of the late Ediacaran microbiota from Poland. *Precambrian Res*., **167**: 71–92.

MOCZYDŁOWSKA M., WILLIAM S., 2009 — Ultrastructure of cell walls in ancient microfossils as a proxy to their biological affinities. *Precambrian Res*., **173**: 27–38.

MORYC W., JACHOWICZ M., 2000 — Utwory prekambryjskie w rejonie Bochnia – Tarnów – Dębica. *Prz. Geol.*, **48**: 601–606.

ORŁOWSKI S., 1975 — Lower Cambrian trilobites from Upper Silesia (Goczałkowice borehole). *Acta Geol. Pol.,* 25: 377–383.

PACZEŚNA J., 2005 — Środowiska sedymentacji dolnokambryjskich osadów bloku górnośląskiego. LXXVI Zjazd PTG, Materiały Konferencyjne: 90–99.

PAŠKEVIČIENE L.T., 1980 — Akritarkhi pogranichnykh otlozhenij venda i kembrija zapada votochno-evropejskoj platformy: 1–60. Nauka, Moskwa.

PENG S.C., BABCOCK L.E., 2011 — Continuing progress on chronostratigraphic subdivision of the Cambrian System. *Bull. Geosciences*, **86**: 391–396.

PENG S.C., BABCOCK L.E., ROBINSON R.A., LIN H.L., RESS M.N., SALTZMAN M.R., 2004 — Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) on the Furongian Series and Paibian Stage (Cambrian). *Lethaia*, **37**: 365–379.

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).

REITLINGER E.A., 1948 — Cambrian Foraminifers of Yakutia. *Byull. Mosk. O-va Ispyt. Prir., Otd. Biol*., **2**, 23.

ROZANOV A.Yu., KHOMENTOVSKY V.V., SHABANOV Yu.Yu., KARLOVA G.A., VARLAMOV A.I., LUCHININA V.A., PEGEL T.V., DEMIDENKO Yu.E., PARKHAEV P.Yu., KOROVNIKOV I.V., SKORLOTOVA N.A., 2008 — To the Problem of Stage Subdivision of the Lower Cambrian. *Stratigr. Geol. Correl.*, **16**: 1–19.

SAMUELSSON J., 1997 — Biostratigraphy and palaeobiology of Early Neoproterozoic strata of the Kola Peninsula, Northern Russia. *Nor. Geol. Tidssk*., **77**: 1–28.

SERGEEV V.N., 2006 — The Importance of the Precambrian Microfossils for Modern Biostratigraphy. *Paleontol. J*., **40: 664–673.**

STEINER M., 1994 — Die Neoproterozoischen Megaalgen Südchinas. *Berliner Geowissenschaftliche*, Abt. E, **15**: 1–146.

STEINER M., 1996– *Chuaria circularis* WALCOTT 1899 — "Megasphaeromorph Acritarch" or Prokaryotic Colony ? *Acta Univ. Carolinae Geol.*, **40**: 645–665.

SUN W., 1987 — Palaeontology and biostratigraphy of Late Precambrian macrscopic colonial algae: *Chuaria* and *Tawuia* Hofmann. *Palaeontographica*, Abt. B, **203**: 106–134.

TIMOFEEV B.V., 1959 — Drevnejshaya flora Pribaltiki. *Trudy VNIGRI*, **129**: 1–129. Leningrad.

TIMOFEEV B.V., 1966 — Mikropaleofitologicheskoe issledovanie drevnykh svit: 1–149. Nauka, Moskwa.

TIMOFEEV B.V., 1969 — Sferomorfidy proterozoya: 1–145. Nauka, Leningrad.

TIWARI M., 1999 — Organic-walled microfossils from the Chert-phosphorite Member, Tal Formation, Precambrian–Cambrian boundary, India. *Precambrian Res.*, **97**: 99–113.

VANGUESTAINE M., VAN LOOY J., 1983 — Acritarches du Cambrian Moyen de la Vallee de Tacheddirt (Haut-Atlas, Maroc) dans le cadre d'une nouvelle zonation du Cambrien. *Ann. de la Soc. Géol. de Belgique*, **106**: 69–85.

VEIS A.F., VOROB'EVA N.G., GOLUBKOVA E.Yu., 2006 — The Early Vendian Microfossils First Found in the Russian plate: Taxonomic composition and biostratigraphic significance. *Strati. Geol. Correl.*, **14**: 368–385.

VIDAL G., 1974 — Late Precambrian microfossils from the basal sandstone unit of the Visingsö Beds, South Sweden. *Geologica et Paleontologica*, **8**: 1–14.

VIDAL G., 1976 — Late Precambrian microfossils from the Visingsö Beds in Southern Sweden. *Fossils and Strata*, **9**: 1–57.

VIDAL G., 1990 — Giant acanthomorph acritarchs from the upper Proterozoic in southern Norway. *Palaeontology*, **33**: 287–298.

VIDAL G., MOCZYDŁOWSKA M., RUDAVSKAYA V.A., 1993 — Neoproterozoic (Vendian) phytoplankton from the Siberian Platform, Yakutia. *Paleontology*, **36**: 495–521.

VOLKOVA N.A., 1968 — Akritarkhi dokembrijskikh i nizhnekembrijskikh otlozhenij Estonii. *W*: Problematiki pogranichnykh sloev rifeya i kembriya Russkoj platform (red. N.A. Volkova i in.): 8–36. Urala Kazakhstana. Nauka, Moskwa.

VOLKOVA N.A., 1969a — Raspredelenie akritatch v razrezakh severnovostochnoj Polshi. *W*: Tommotskij yarus i problema niznej granitsy kembriya (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 kembriya: 224–236. Nauka, Moskwa.

VOLKOVA N.A.,1973 — Akrtarkhi i korrelyatsiya venda i kembriya zapadnij chasti Russkoj platformy. *Sovietskaya Geologiya,* **4**: 48–62.

VOLKOVA N.A., 1990 — Akritarkhi srednego i verkhnego kembriya vostochno-evropejskoj platformy: 1–115. Nauka, Moskwa.

VOLKOVA N.A., KIRJANOV V.V. 1995 — Regionalnaja stratigraficheskaja skheme sredn-verhnekembrijskikh otlozhenij vostochno-evropejskoj platformy. *Strat. Geol.Correl.*, **3**, 5: 66–74.

VOLKOVA N.A., KIRJANOV V.V., PISKUN L.V., PAŠKEVIČIENÉ L.T., JANKAUSKAS T.V., 1983 – Plant microfossils. *W*: Upper Precambrian and Cambrian Palaeontology of the East-European Platform (red. A. Urbanek, A. Yu. Rozanov): 7–46. Wyd. Geol., Warszawa.

VOROB'EVA N.G., SERGEEV V.N., CHUMAKOV N.M., 2008 — New Finds of Early Vendian Microfossils in the Ura Formation: Revision of the Patom Supergroup Age, Middle Siberia. *Doklady Akademii Nauk*, **419**: 782–787.

VOROB'EVA N.G., SERGEEV V.N., KNOLL A.H., 2009 — Neoproterozoic microfossils from the northeastern margin of the East European Platform. *J. Paleont*., **83**: 161–196.

VOROB'EVA N.G., SERGEEV V.N., SEMIKHATOV M.A., 2006 — Unique Lower Vendian Kel'tma Microbiota, Timan Ridge: New Evidence for the Paleontological Essence and Global Significance of the Vendian System. *Doklady Earth Science*, **410**: 1038–104.

WALCOTT C.D., 1899 — Precambrian fossiliferous formations. *Geol Soc. Am., Bull.*, **10**: 199–244.

WILLMAN S., MOCZYDŁOWSKA M., 2008 — Ediacaran acritarch biota from the Giles 1 drillhole, Officer Basin, Australia, and its potential for biostratigraphic correlation. *Precambrian Res*., **162**: 498–530.

WILLMAN S., MOCZYDŁOWSKA M., GREY K., 2006 — Neoproterozoic (Ediacaran) diversification of acritarchs — A new record from the Murnaroo 1 drillcore, eastern Officer Basin, Australia. *Rev. Palaeob. Palynol*., **139**: 7–39.

XIAO S., BAO H., WANG H., KAUFMAN A.J., ZHOU C., LI G., YUAN X., LING H., 2004 — The Neoproterozoic Quruqtagh Group in the eastern Chinese Tianshan: evidence for a post-Marinoan glaciations. *Precambrian Res.*, **130**: 1–26.

YAO J., XIAO S., YIN L., LI G., YUAN X., 2005 — Basal Cambrian microfossils from the Yurtus and Xishanblanq formations (Tarim, north-west China): systematic revision and biostratigraphic correlation of *Micrhystridium*-like acritarchs. *Paleontology*, **48**: 687–708.

YIN L., 1995 — Microflora from the Precambrian-Cambrian boundary strata in the Yangtze Platform. *J. Stratigr*., **19**: 299–307.

ZHANG Y., YIN., XIAO S., KNOLL A.H., 1998 — Premineralized fossils from the Terminal Proterozoic Doushantuo Formation, South China. *Paleontol. Soc. Mem*., **50**: 1–52.

ZHOU C., XIE G., MC FADDEN K., XIAO S., YUAN X., 2007 — The diversification and extinction of Doushantuo – Pertatataka acritarchs in South China: causes and biostratigraphic significance. *Geol. J.*, **42**: 229–262.

ŻABA J., SIKORA R., 2007 — Analiza strukturalna. W: Dokumentacja geologiczna otworu badawczego Cianowice 2: 89–132. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

ŻELAŹNIEWICZ A., BUŁA Z., FANNING M., SEGHEDI A., ŻABA J., 2009 — More evidence on Neoproterozoic terranes in Southern Poland and southeastern Romania. *Geol. Quart*., Zesz. **53**: 93–124.

ŻYLIŃSKA A., 2008 — Standard chronostratygraficzny kambu – przegląd ostatnich działań Międzynarodowej Podkomisji Stratygrafii Kambru. *Prz. Geol*., Zesz. **56**: 144–149.

SUMMARY

According to newest views Kraków region lies on two large regional tectonic units, cross Upper Silesian and Małopolska blocks (Buła *et. al*., 1997; Buła, 2000; Buła, Żaba, 2005). The basis for their division are the distinct differences in the structures of the Precambrian basement and the Paleozoic rock cover which shows different paleogeographic-facies and paleotectonic development. These units are separated by a narrow Kraków-Lubliniec fault zone, approximately 500 m wide, cutting and moving all rock series of the Precambrian and the Paleozoic (Buła, 2000).

The Upper Silesian Block together with Brno Block, located in Czech Republic, form a large unit called the Brunovistulicum (Dudek, 1980; Buła et al., 1997; Buła, Żaba, 2005). Its Precambrian basement is heterogenic, built of Precambrian (Archean and Proterozoic) crystalline and anchimetamorphic rocks, which consolidation occurred at the Late Cadomian (Buła, Żaba, 2005). Studies by Buła, Jachowicz, 1996; Jachowicz, Přichystal, 2007; Buła, 2000 show that Lower Paleozoic cover is not complete recognized in this area. Lower Cambrian clastic rocks documented in the southern and eastern marginal parts of Upper Silesian Block are so far the best recognized. Younger sediments, Middle Cambrian and Ordovician, are recognized only in some boreholes in the northern part of the block (Buła, Jachowicz, 1996; Jachowicz, 2005). The oldest Cambrian clastic rocks (Subholmia Zone) form three-unit regressive sequence of Borzęta Formation documented in the easternmost area of the Upper Silesian Block.

The crystalline basement of Małopolska Block is unknown. The weakly metamorphose clastics which thickness is variously estimated from 2000 m to 20 km, are the oldest rocks discovered in this block. The anchimetamorphic rocks of flysch character underlying lithologies of different age from Ordovician to Miocene.

The stratigraphy of the oldest clastic sediments of Upper Silesian and Małopolska blocks is based first of all on organic microfossils assemblages (Buła, Jachowicz, 1996; Moryc, Jachowicz, 2000; Jachowicz, 2005). The trilobite fauna (Holmia Zone) was documented only in upper part of the Lower Cambrian profile in Upper Silesian Block (Orłowski, 1975). The U-Pb age of zircon from the unique tuff layer dated at 549 ±3 Ma indicated Ediacaran age of the Małopolska Block anchimetamorphic rocks.

In recent years two boreholes were drilled in the Kraków area, in the approximately six kilometers distance, in a straight line. They are located on the opposite sides of the Kraków–Lubliniec fault zone. Cianowice 2 borehole is situated at the western boundary of Małopolska Block, it cut Miocene rocks, Jurassic carbonates and clastics and at 265,3 m reached over 300 m thick clastic sediments of flysch nature, strongly tectonized. The clastic sediments of platform character were documented in Trojanowice 2 borehole (557–602 m), at the eastern margin of Upper Silesian Block.

The profiles drilled do not yield any macrofossils. In both cases palynological analyses have given positive results. Rich and relatively well preserved organic microfossils were documented in investigated samples. They represent following subgroups: Nematomorphitae (Diver, Peat, 1979), Sphaeromorphitae (Downie *et al.*, 1963), Netromorphitae (Downie *et al.*, 1963), Disphaeromorphitae (Downie *et al.*, 1963), Pteromorphitae (Downie *et al.*, 1963), Acanthomorphitae (Downie *et al.*, 1963) and Synaplomorphitae (Diver, Peat, 1979). Generally, simple Sphaeromorphitae and Nematomorphitae groups specimens are in researched material predominating, forming 80% of investigated assemblages.

Late Ediacaran assemblages were documented in Cianowice 2 profile, they are dominated by small tiny sferomorfs (10–30 μm) and simple cyanobacteria. In the material studied not numerous specimens of following species and genera are present: Granomarginata prima, Pterospermopsimorpha solida, Asteridium, Comasphaeridium and Leiovalia.

In Trojanowice 2 borehole, dark-grey claystones laminated with siltstones yield early Lower Cambrian microfossils. They are represented by genera as: Leiosphaeridia, Tasmanites, Chuaria, Leiovalia, Granomarginata and Ceratophyton, very abundant cyanobacteria are other characteristic constituents. In Upper Silesian Block similar organic microfossils assemblages are known from the lower part of Borzęta Formation (Buła, Jachowicz, 1996). They dated the oldest Cambrian sediments of pre-trilobite age – Terreneuvian series ac-

cording to the new chronostratigraphic scheme for Cambrian (Landing *et al.*, 2007).

Detail palynological research allowed to compare poorly differentiated in terms of genus and species, microflora assemblages from Late Ediacaran and Terreneuvian intervals. The material studied gave a new data about the organic microffosils distribution near the Precambrian/Cambrian boundary.

TABLICA I

Mikroflora otworu wiertniczego Cianowice 2

Microflora from Cianowice 2 borehole

Fig. 1. *Synsphaeridium* sp.

Fig. 2. ?*Asteridium* sp.

Fig. 3–7. *Granomarginata prima* Naumowa, 1961

Fig. 8. *Octoedrixium truncatum* (Rudavskaja) Vidal, 1976

Fig. 9. *Comasphaeridium sp*.

Fig. 10. *Siphonophucus rugosum* Hofmann et Jackson, 1994

Fig. 11. *Leiosphaeridia minutissima* Naumova, 1949

Fig. 12, 13, 21, 22. *Navifusa* sp.

Fig. 14. *Synsphaeridium* sp.

Fig. 15, 17. *Synsphaeridium* sp.

Fig. 16. *Pterospermopsimorpha* sp.

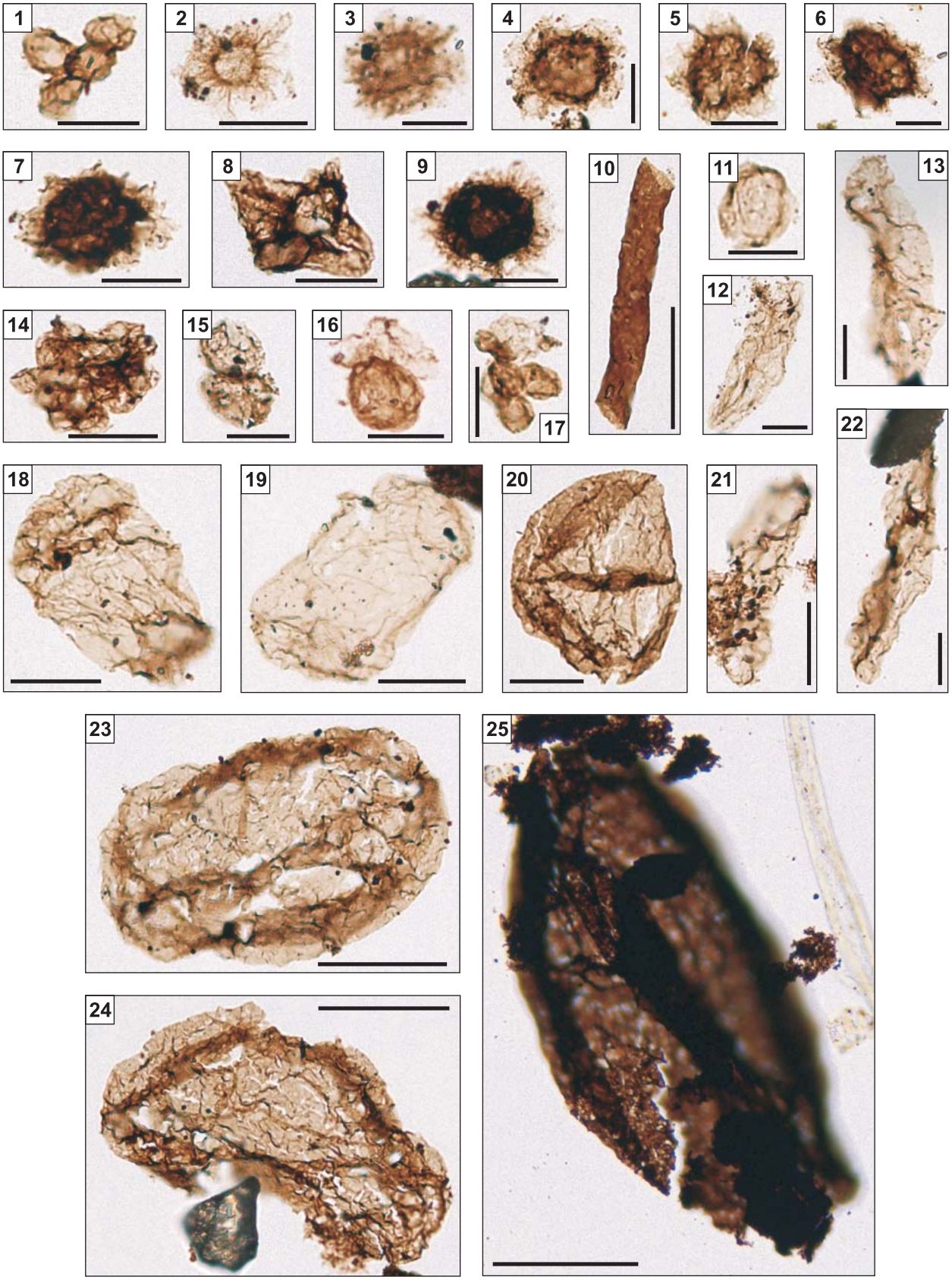
Fig. 18, 19. *Leiovalia* sp.

Fig. 20. *Leiosphaeridia* sp.

Fig. 23, 24. *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958

Fig. 25. ?Megasferomorfy – ?*Chuaria*

Fig. 1–9, 11–17, 21, 22 – skala liniowa 20 μm; Fig. 10 – skala liniowa 50 μm; Fig. 18–20, 23–25 – skala liniowa 100 μm
Figs. 1–9, 11–17, 21, 22 – scale bar equals 20 μm; Fig. 10 – scale bar equals 50 μm; Figs. 18–20, 23–25 – scale bar equals 100 μm



Monika Jachowicz-Zdanowska — Mikroskamieniałości organiczne terenewu (kambr dolny) i późnego ediakaru (neoproterozoik) okolic Krakowa

TABLICA II

Mikroflora otworu wiertniczego Trojanowice 2

Microflora from Trojanowice 2 borehole

Fig. 1. *Granomarginata* sp.

Fig. 2. *Leiosphaeridia* sp.

Fig. 3. *Disphaeromorphitae* sp.

Fig. 4, 5. *Synsphaeridium* sp.

Fig. 6. *Ceratophyton* sp.

Fig. 7, 8. ?*Teophipolia* sp.

Fig. 9. *Navifusa* sp.

Fig. 10. *Leiovalia* sp.

Fig. 11. *Leiosphaerida* sp.

Fig. 12. *Simia* sp.

Fig. 13. *Symplassosphaeridium* sp.

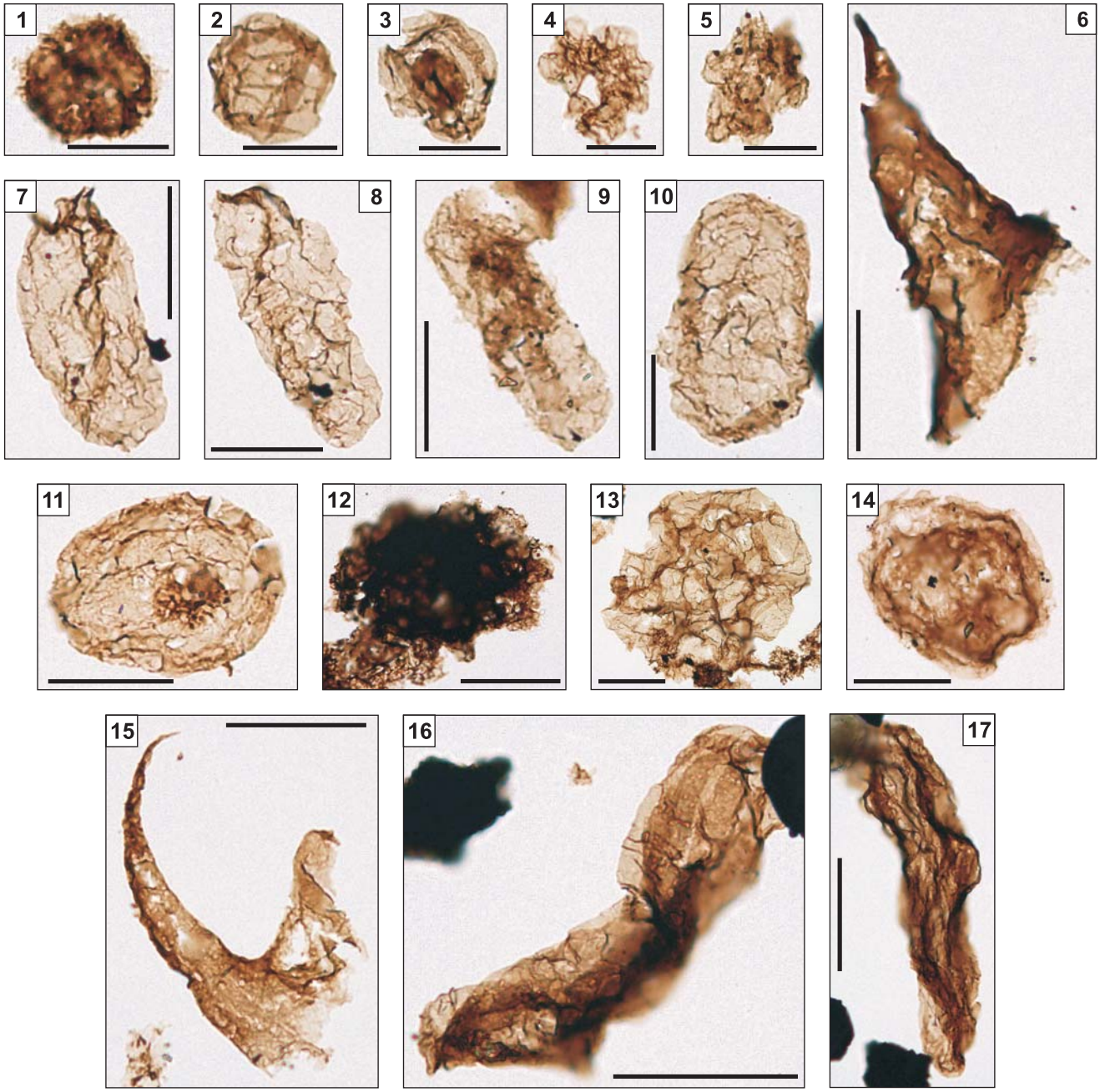
Fig. 14. *Ceratophyton* sp.

Fig. 15. *Ooidium* sp.

Fig. 16–17. *Navifusa* sp.

Fig. 1–5, 7–14 – skala liniowa 20 μm; Fig. 6, 15–17 – skala liniowa 100 μm

Figs. 1–5, 7–14 – scale bar equals 20 μm; Figs. 6, 15–17 – scale bar equals 100 μm



Monika Jachowicz-Zdanowska — Mikroskamieniałości organiczne terenewu (kambr dolny) i późnego ediakaru (neoproterozoik) okolic Krakowa

TABLICA III

Fig. 1. *Siphonophycus kestron* Schopf, 1968

Fig. 2. *Ceratophyton* sp.

Fig. 3. *Polytrichoides lineatus* (Hermann) Hermann, 1974

Fig. 4. *Oscilatorites* sp.

Fig. 5. *Ceratophyton* sp.

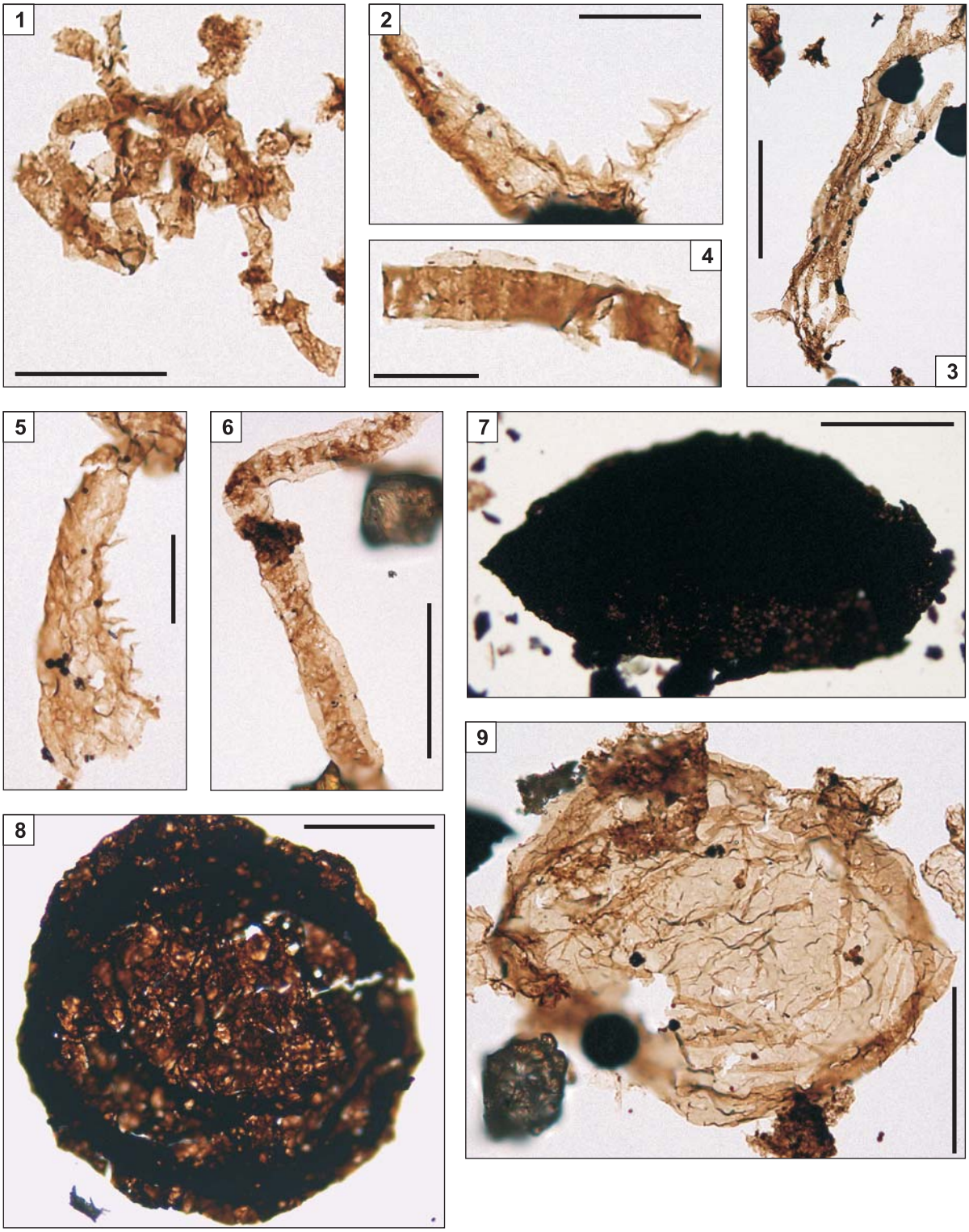
Fig. 6. *Palaeolyngbya* sp.

Fig. 7. ?*Chuaria* sp.

Fig. 8. *Chuaria circularis* (Walcott, 1899)

Fig. 9. *Leiosphaeridia* sp.

Fig. 1–9 – skala liniowa 100 μm
Figs. 1–9 – scale bar equals 100 μm



Monika Jachowicz-Zdanowska — Mikroskamieniałości organiczne terenewu (kambr dolny) i późnego ediakaru (neoproterozoik) okolic Krakowa