

PALINOLOGIA DOLNODEWOŃSKICH I ŚRODKOWODEWOŃSKICH OSADÓW KLASTYCZNYCH Z OTWORU WIERTNICZEGO TROJANOWICE 2

PALYNOLOGY OF THE LOWER AND MIDDLE DEVONIAN CLASTIC ROCKS FROM THE TROJANOWICE 2 BOREHOLE (SOUTHERN POLAND)

PAWEŁ FILIPIAK¹

Abstrakt. Kompleksowe badania palinologiczne przeprowadzono na 37 próbkach z otworu wiertniczego Trojanowice 2, z interwału 502,0–558,8 m. Na podstawie rozpoznanych gatunków miospor wyróżniono dwa standardowe poziomy miosporowe: *Emphanisporites annulatus-Camarozonotriletes sextantii* z emsu oraz *Grandispora douglastownense-Ancyrospora eurypterota* z pogranicza emsu i eiflu. Przeprowadzone analizy palinofacyjne pozwoliły określić środowisko sedymentacji spągowych partii profilu na morskie, bliskiego brzegu, z intensywną dostawą materiału organicznego z lądu. W części stropowej stwierdzono natomiast nieco głębsze warunki depozycji, w większym oddaleniu od obszarów źródłowych. Analiza kolorystyczna wykazała dojrzały stopień przeobrażenia termicznego materii organicznej. Formalnie opisano po raz pierwszy dwa nowe gatunki miospor: *Camptozonotriletes reticulum* sp.n. i *Perotriletes asymmetricus* sp.n.

Słowa kluczowe: palinostratygrafia, palinofacje, miospory, dewon, ems, eifel.

Abstract. The palynological investigation were carried out on 37 samples from the Trojanowice 2 borehole from a depth interval of 502.0–558.8 m. Based on the presence of index and important microflora species two standard miospore zones were recognized: *Emphanisporites annulatus-Camarozonotriletes sextantii*, from the Emsian and *Grandispora douglastownense-Ancyrospora eurypterota* from the Emsian/ Eifelian transition interval. Palynofacies from the lower part of the section indicate marginal marine palaeoenvironmental conditions. Palynofacies from the upper part prove deeper marine conditions further from the shoreline. Additionally, spore colour analyses revealed a high degree of thermal transformation. Two new miospore taxa have been formally erected: *Camptozonotriletes reticulum* sp.n. and *Perotriletes asymmetricus* sp.n.

Key words: palynostratigraphy, palynofacies, miospores, Devonian, Emsian, Eifelian.

WSTĘP

Otwór wiertniczy Trojanowice 2 wykonany w 2006 r. jest zlokalizowany we wsi Zielonki, kilka kilometrów na północ od granicy administracyjnej Krakowa (fig. 1). Pod względem geologicznym obszar ten leży w północno-wschodniej marginalnej części bloku górnośląskiego, a ściślej – w północnej części zrębu Rzeszotar (Buła, Jachowicz, 1996; Buła, 2000;

Buła, Habryn, 2010). Wiercenie osiąga 602 m (fig. 2), przecinając kolejno utwory mioceńskie (4–71 m), klastyczne i węglanowe skały jurajskie (71–312 m), następnie środkowodewońskie skały węglanowe (głównie dolomity, 312–519 m) i nierozdzielone utwory klastyczne (iłowce, piaskowce i mułowce) o niepewnej pozycji stratygraficznej. Wstępne

¹ Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; e-mail: filipiak@us.edu.pl

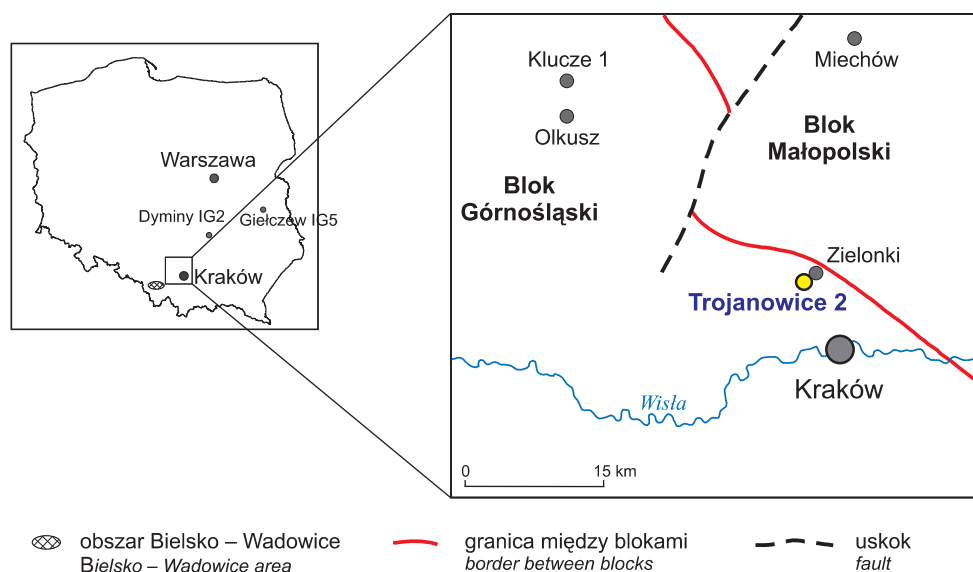


Fig. 1. Lokalizacja badanego otworu wiertniczego Trojanowice 2; schematyczne tło geologiczne wg Buła i in. (1997)

Location of the Trojanowice 2 borehole; schematic geological background after Buła *et al.* (1997)

analizy palinologiczne (Habryn i in., 2007; Filipiak, Jachowicz, 2007; Jachowicz, Filipiak, 2007) pozwoliły podzielić stratygraficznie te utwory na kambryjskie (Jachowicz-Zdanowska, 2010a, b, 2014) i dolnodewońskie. W celu szczegółowego określenia biostratygrafii, próbki z interwału 502,0–558,8 m poddano kolejnym analizom palinologicznym. Do opracowania przeznaczono utwory klastyczne występujące niezgodnie na kambryjskich mułowcach, po najniższą część utworów węglanowych. Interesujący odcinek profilu jest wykształcony w spągowej części w postaci mułowców i iłowców, które następnie przechodzą w kwarcytowe piaskowce, rytmicznie przeławiczone mułowcami i iłowcami (fig. 2). W części środkowej występuje następnie seria jasnych kwarcytów przechodząca ponownie w osady ilasto-mułowcowe. Na nich niezgodnie zalega miąższa seria dolomityczna z cienkimi ilastymi przeławiczeniami.

Przeprowadzone badania mikroflorystyczne miały na celu określenie pozycji stratygraficznej i warunków środowiska sedimentacji oraz paleotemperatury na podstawie barwy miospor. Do określenia wieku zastosowano standardowy podział wprowadzony dla utworów old red i rejonów przyległych (Richardson, McGregor, 1986). Wzięto także pod

uwagę charakterystykę innych, standardowych zon miosporowych obszaru reńsko-ardeńskiego (Strel i in., 1987) oraz Europy Wschodniej (Avkhimovitch i in., 1993; fig. 3). Zdecydowanie najczęściej oznaczonych taksonów należy do grupy form uznanych przez Richardsona i McGregora (1986) za stratygraficznie ważne. Brak niektórych gatunków definiujących bardziej precyzyjne lokalne zony zbiorcze Europy Zachodniej (Strel i in., 1987) wykluczył natomiast zastosowanie tego podziału. Palinofacjalne analizy jakościowe i ilościowe przeprowadzono z kolei w celu przybliżonego scharakteryzowania środowiska sedimentacji.

Ostatnio pojawiły się prace palinologiczne z analogicznego interwału czasowego, głównie o tematyce stratygraficznej i środowiskowej z południowej i centralnej Polski (Turnau i in., 2005; Fijałkowska-Mader, Malec, 2011; Filipiak, 2011; Filipiak, Zatoń, 2011; Turnau, 2011). Aktualne opracowanie materiału z północno-wschodniej części bloku górnośląskiego wypełnia częściowo lukę w danych palinologicznych pochodzących z południowej Polski.

Dwa nowe gatunki: *Camptozonotriletes reticulum* sp.n., i *Perotriletes asymmetricus* sp.n., formalnie opisano po raz pierwszy.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Analizom palinologicznym poddano 37 próbek pochodzących głównie z klastycznych osadów, mułowców i iłowców oraz ilastych przewarstwień między dolomitą ze spągowej części otworu wiertniczego Trojanowice 2 (fig. 2). Próbki te pobrano z głębokości 558–502 m. Częstość opróbowania była zmienna i zależna głównie od litologii (fig. 2). Macera-

cję skał przeprowadzono na podstawie standardowej metody opisanej przez Wooda i innych (1996). Do analizy przeznaczono około 25–30 g skały rozdrobnionej na fragmenty o wielkości około 0,5 cm³. Po dokładnym umyciu próbki zalano kwasem fluorowodorowym (40%), a po dekantacji – rozcieńczonym kwasem solnym. Uzyskane rezydum prze-

siano przez nylonowe sita o gradacji 20 μm , a następnie sporządzono po cztery preparaty palinologiczne dla każdej próbki. Do rozproszenia materii organicznej zastosowano preparat Cellosize, a jako kleju użyto substancji Petropoxy 154. Stan zachowania mikroflory można określić jako zróżnicowany. Z 37 próbek poddanych chemicznej maceracji, 25 zawierała mniej lub bardziej bogatą w mikroflorę pozostałość organiczną. Mikroflora w spągowej części profilu (próbki T40–T30; 542,3–558,8 m) jest zachowana bardzo dobrze (fig. 2). Nieco gorzej wygląda stan zachowania szczątków powyżej jasnych kwarcytów, ale w osadach jeszcze klastycznych (próbki T25–T17; 516,0–526,7 m). Żle zachowana i uboższa taksonomicznie jest natomiast mikroflora pozyskana z przeławień między dolomitami (T16–T5; 509,0–516,0 m). Prawie wszystkie miospory z tego interwału mają ślady rekrytalizacji mineralnej na powierzchni egzyn. Zupełny brak oznaczalnych szczątków odnotowano w próbkach z części profilu zdominowanej przez jasne kwarcytowe piaskowce (próbki T26–T29, fig. 2) oraz czterech najmłodszych próbkach pochodzących z interwału dolomitów (T1–T4).

Preparaty przeglądano w świetle przechodzącym w mikroskopie Prior i Nikon Eclipse 50i, przy użyciu obiektywów 20, 40 i $\times 60$. Dokumentację fotograficzną w świetle przechodzącym sporządzono mikroskopem Prior i Olympus BX51. Preparaty oraz maceraty palinologiczne są przechowywane na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu.

WYNIKI BADAŃ PALINOLOGICZNYCH

W wyniku przeprowadzonych procesów chemicznych pozyskano bogate zespoły mikroflorystyczne zawierające przede wszystkim zróżnicowane taksonomicznie zespoły miospor. Rezydual zawierały także mniej liczne pozostałości organiczne zaliczone do przetrwałników glonów, akritarch oraz skolekodontów. Poza miosporami i fitoplanktonem w preparatach palinologicznych obserwowano także często występujące fragmenty dużych tkanek okrywających oraz przewodzących pochodzące od roślin wyższych. Obok frakcji organiki roślinnej rozpoznano także fragmenty kutykuł zwierzęcych, prawdopodobnie należące do stawonogów.

PALINOSTRATYGRAFIA

Liczne i zróżnicowane taksonomicznie miospory pozwoliły na wyróżnienie w badanej części profilu dwóch standardowych poziomów miosporowych (Richardson, McGregor, 1986). Niższą zonę *Emphanisporites annulatus*-*Camaronotriletes sextantii* rozpoznano w próbkach z interwału 542,3–558,8 m. Poziom ten odpowiada wiekowi wczesnemu i częściowo późnemu emsowi, co koreluje się z zonami

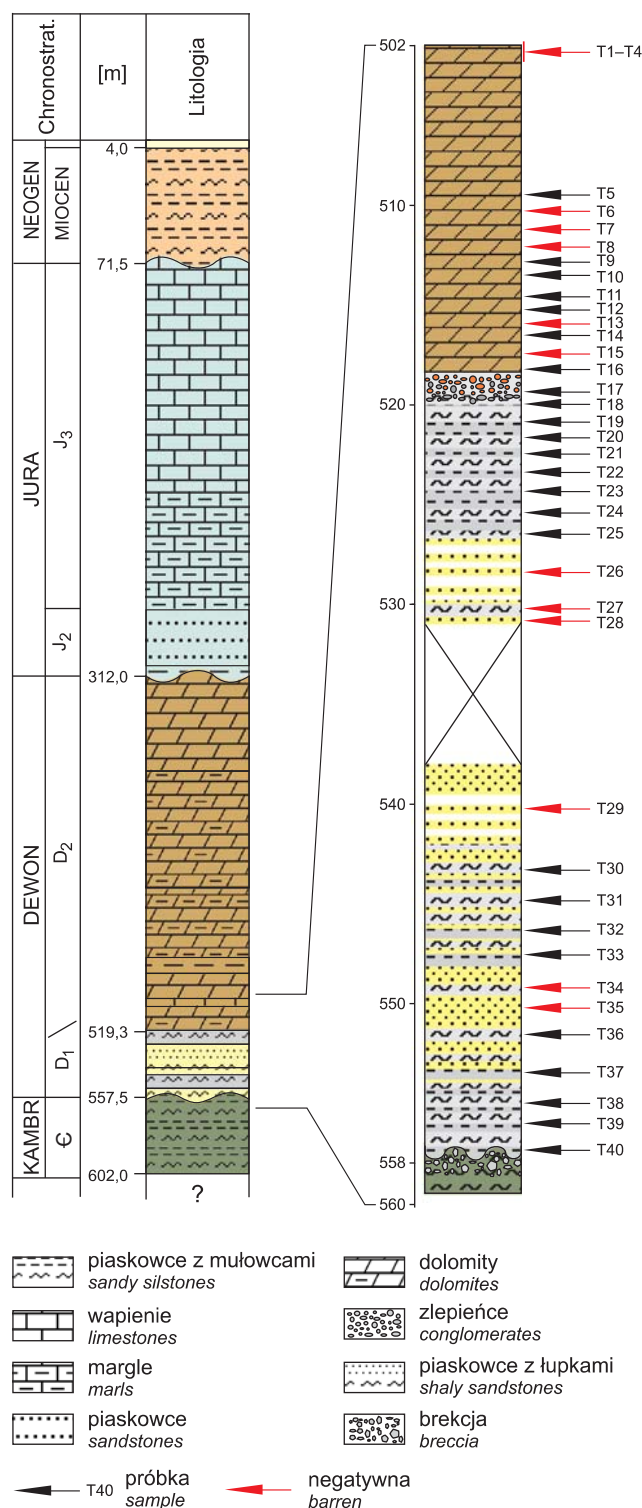


Fig. 2. Profil litologiczny otworu Trojanowice 2 (Habryn i in., 2007) z powiększonym interwałem odpowiadającym dewonowi dolnemu i środkowemu; na profilu wskazano miejsca pobrania próbek

Lithological profile of the Trojanowice 2 borehole (Habryn *et al.*, 2007) with the Lower/ Middle Devonian interval magnified sampling locations are indicated

System	Piętro	Zony konodontowe	Zony miosporowe				
			old red (Richardson, McGregor, 1986)	Europa Zachodnia (Streel i in., 1987)		Europa Wschodnia (Avkhimovitch i in., 1993)	
Dewon	eifel	kockelianus	devonicus - naumovii	acanthomammillatus - devonicus AD	Lem.	G. extensa	EX
		australis			Ref.	R. langii	RL
		costatus	velatus - langii	apiculatus - proteus AP	Mac.	P. tortus	PT
		partitus	douglastownense - eurypterota		Pro. Cor.	D. inassueta	DI
	ems	patulus	annulatus - sextantii	foveolatus - dubia FD	Min.	brak zonacji	RC
		serotinus			Pra.		
		inversus (laticostatus)		Fov.			
		nothoperbonus			annulatus-bellatulus AB		
		gronbergi (excavatus)		polygonalis - wetteldorfensis PoW			
		kitabicus					
	prag	pireneae	polygonalis - emsiensis				
		kindlei					

Fig. 3. Przybliżona korelacja jednostek chronostratygraficznych dolnego i środkowego dewonu z poziomami biostratygraficznymi: standardową zonacją miosporową old red, Europy Zachodniej i Europy Wschodniej z poziomami konodontowymi (kompilacja z: Streel i in., 1987, Avkhimovitch i in., 1993, House, Gradstein, 2004). W podziale dla Europy Zachodniej: * – lokalne poziomy zbiorcze, ** – poziomy interwałowe. Pionową szrafurą zaznaczono rozpoznany przedział stratygraficzny

Correlation between the Lower/Middle Devonian conodont zonation and standard miospore zonations for the Old Red Sandstone, Western Europe and Eastern Europe (compilation from Streel *et al.*, 1987, Avkhimovitch *et al.*, 1993, and House, Gradstein, 2004). Western Europe zonation: * – Oppel zones, ** – interval zones. Vertical pattern indicate recognized miospore zones

konodontowymi od *Polygnathus kitabicus* po dolną część *Polygnathus patulus* (House, Gradstein, 2004; fig. 3). Poziom ten wyróżniono na podstawie stałej obecności taksonu indeksowego *Emphanisporites annulatus* oraz występowania drugiego gatunku indeksowego *Camarozonotriletes sextantii* (Richardson, McGregor, 1986), pojawiającego się w analizowanym profilu nieco później – od próbki T36 (fig. 4). Obok tych ważnych gatunków, z punktu widzenia palinostratygrafii, istotne było także odnotowanie innych, pojawiających się po raz pierwszy w tym poziomie taksonów *Acinosporites lindlarensis* oraz *Dibolisporites echinaceus*. Za charakterystyczne taksony dla tego poziomu Richardson i McGregor (1986) uważają rozpoznane tu także: *Apiculiretusispora brandtii*, *A. plicata*, *Dibolisporites eifeliensis* oraz rzadko występujący *Emphanisporites schultzei* (fig. 4). Inne liczne i regularnie spotykane tu taksony, ale o mniejszej wartości stratygraficznej, to: *Emphanisporites erraticus*, *E. patagiatus*, *E. rotatus*, *Laevolancis divellomedia*, *Dibolisporites wetteldorfensis*, *Dictyotriletes australis*, *D. emsiensis*, *D. subgranifer*, *Kraeuselisporites gaspensis*, *Retusotriletes dubiosus*, *R. rotundus*, *Verrucosisorites polygonalis* i *Camarozonotriletes filatoffii* (fig. 4). Charakteryzując występującą w tym poziomie mikroflorę, należy stwierdzić, że w zespole przeważają nieduże miospory o dość prostej budowie z rodzaju *Emphanisporites*, *Acinosporites*, *Reusotriletes* czy *Apiculatasporites*. Obecne są tu ciągle reliktywne, prymi-

tywne zarodniki z grupy kryptospor – monady (np. *Laevolancis* czy *Artemopyra*), diady (np. *Cymbophilates*), czy permanentne tetrazy (np. *Tetrahedraletes*; tabl. I). Przypuszczalnie oznaczony tu zespół miospor, zaliczony do szerokiego poziomu *annulatus-sextantii* wg Richardsona i McGregora (1986), odpowiada węższej zonie FD (*foveolatus-dubia*) wg podziału Streela i in. (1987). Tym niemniej brak tu niektórych głównych taksonów (*Verruciretusispora dubia* i *Calypsoisporites biornatus*) ważnych dla lokalnego poziomu zbiorczego (Oppel Zone) FD, co nie pozwala na jednoznaczne wyznaczenie tego poziomu. Rozpoznano tu natomiast inny ważny gatunek – *Rhabdosporites minutus* (fig. 4; tabl. IV, fig. 4, 8) rozpoczynający, wg Streela i in. (1987), zakres występowania w wyższej części zony FD (podzona m.in. na fig. 3). Można założyć, że w zonacji konodontowej analizowana część profilu odpowiada poziomom w zakresie *serotinus-patulus* (fig. 3; Streel i in., 1987).

Drugi poziom miosporowy *Grandispora douglastownense-Ancyrospora eurypterota* (Richardson, McGregor, 1986) wyznaczono na podstawie próbek z interwału 509,0–526,7 m. Zespół gatunków tego poziomu różni się znacząco od zespołu z zony poprzedzającej (fig. 4). Pojawiają się tu duże spory o złożonej budowie (np. *Grandispora* spp.; tabl. V) często zaopatrzone w kotwicowato zakończone wyrostki (np. *Ancyrospora* spp., *Hystricosporites* spp.; tabl. VI). Poziom ten odpowiada wiekowo późnemu emsowi i wczesnemu

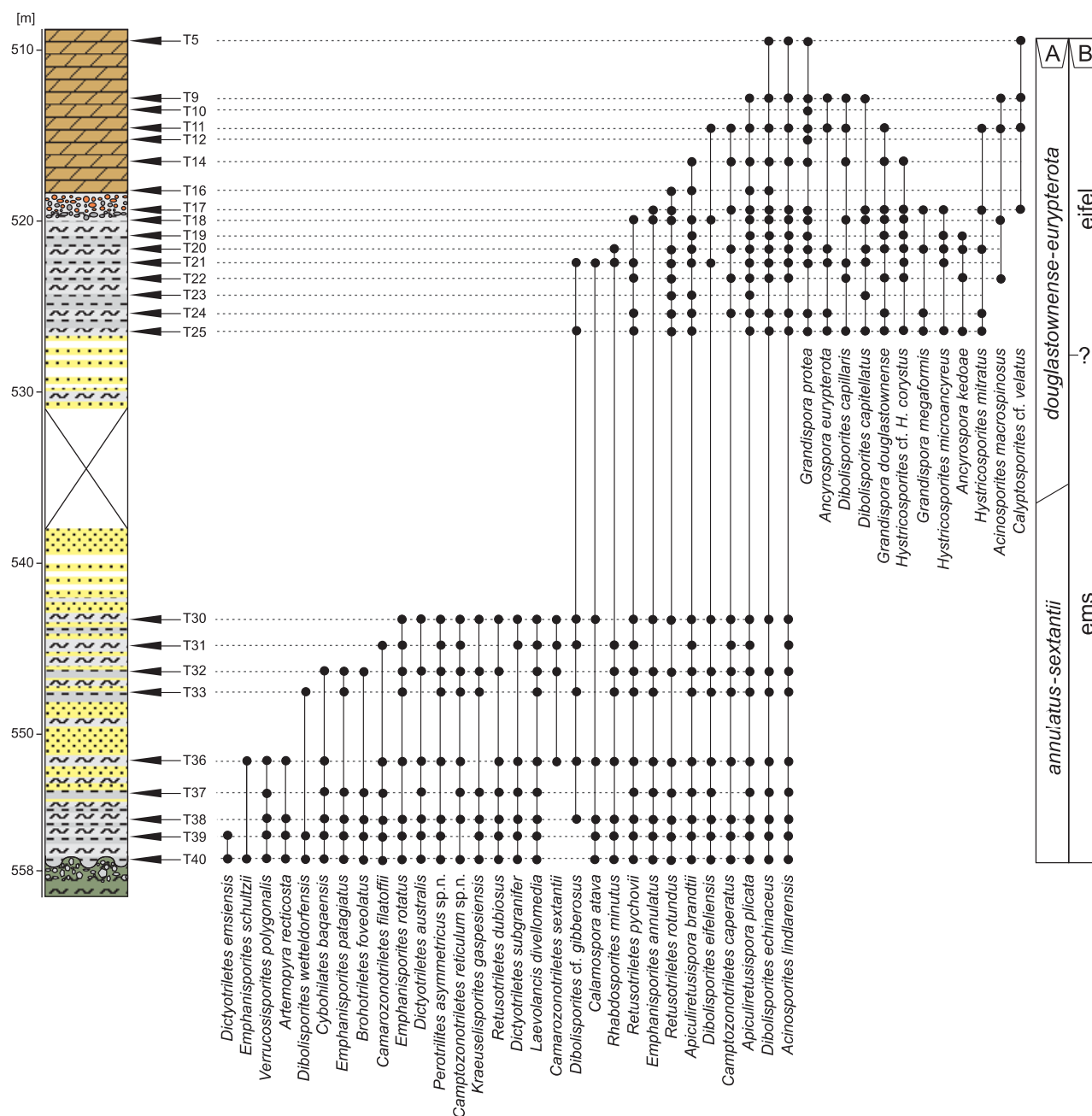


Fig. 4. Zasięgi stratygraficzne wybranych ważnych miospor
A – poziomy miosporowe (Richardson, McGregor, 1986); B – chronostratygrafia

Stratigraphic ranges of selected important spore taxa
A – miospore zones (Richardson, McGregor, 1986); B – chronostratigraphy

eiflowi, co koreluje go z górną częścią *Polygnathus patulus* po dolną część *Polygnathus costatus* w standardowej zonacji konodontowej (House, Gradstein, 2004; fig. 3). Za podstawę wyznaczenia tego poziomu uznano pojawienie się i regularne wystąpienia gatunku indeksowego *Grandispora douglstownense* w asocjacji z zespołem dużych spor opatrzonych wypustką równikową oraz podobnie dużych form o charakterystycznej ornamentacji kotwicowatych wyrostków (Richardson, McGregor, 1986). Drugi indeksowy takson występuje w analizowanych próbkach nieregularnie. Z zespołu uważane-

go przez Richardsona i McGregora (1986) za istotne w tej strefie uznano także następujące taksony: *Ancyrospora keddae*, *A. nettersheimensis*, *Grandispora protea*, *Hystricosporites* cf. *H. corystus* i *H. microancyreus* (fig. 4). Po raz pierwszy rozpoznano tu także gatunki *Diboldisporites capitellatus*, *Grandispora megaformis*, *Acinosporites macrospinosus* i *Samarisporites* spp. Inne taksony rozpoznane w tym poziomie to także starsze gatunki *Apiculiretusispora brandtii*, *A. plicata*, *Diboldisporites echinaceus* i *Acinosporites lindlarensis*. Warto podkreślić także regularne występowanie

charakterystycznego taksonu *Dibolisporites capillaris* (tabl. II, fig. 4–9), którego częstą obecność w tej strefie odnotowano także na obszarze Gór Świętokrzyskich i bloku górnośląskiego (Filipiak, 2011). Na uwagę zasługuje fakt znacznie rzadszego, wręcz śladowego występowania taksonów, które w poprzednim poziomie były bardzo liczne, np. *Emphani-sporites* spp. czy kryptospor *Laevolancis* spp.

Interesujące jest także pojawienie się w próbce T17 (516,6–519,7 m; fig. 4) i młodszych problematycznych, nie-licznych miospor *Calypptosporites* cf. *velatus* (tabl. IV, fig. 13). Oznaczenie gatunku *C. velatus* wskazuje na wystąpienie już kolejnego poziomu miosporowego *Calypptosporites vela-tus-Rhabdosporites langii* (Richardson, McGregor, 1986), da-towanego na eifel (fig. 3). Występujące tu taksony nie spełniają do końca wszystkich kryteriów identyfikujących ga-tunek *Calypptosporites velatus*. W zespole nie odnotowano drugiego taksonu indeksowego *Rhabdosporites langii*. Gatunek ten jednak nie występuje od samego początku strefy *velatus-langii*, ale pojawia się w wyższej części tego poziomu (Riegel, 1982; Streel i in., 1987). Nie stwierdzono także obec-ności innych młodszych taksonów, pojawiających się w tym poziomie. Wydaje się więc uzasadnione zaliczenie próbek T17–T5 z interwału 509,2–519,7 m do poziomu *douglastow-nense-eurypterota*. Wszystkie próbki z tego przedziału (T16–T5; fig. 4) pochodzą z przewarstwień między dolomi-tami. Mikroflora występuje tu rzadziej i jest gorzej zachowa-na, co dodatkowo utrudnia identyfikację miospor.

OPISY NOWYCH GATUNKÓW

Gatunki zostały przedstawione alfabetycznie z pominięciem sztucznej systematyki.

Camptozonotriletes reticulum sp.n.

Tabl. III, fig. 1–8

Holotype: tabl. III, fig. 7.

Derivatio nominis: od siatkowej ornamentacji; *reticulum* – z łaciny, sieć, siateczka.

Stratum typicum: poziom miosporowy *annulatus-sexantii*.

Locus typicus: południowa Polska, utwory emsu – otwór Trojanowice 2: głęb. 542–558 m.

Diagnoza. – Znak zrostu trójpromienisty z polumbrą, przechodzący w listwy łukowe. Powierzchnia dystalna orna-mentowana siatką o oczkach 1–3 µm. Dookoła ciała centralnego wąska, asymetryczna wypustka o szerokości 2–5 µm.

Materiał. – 25 okazów.

Opis. – Miospory o średnicy 40–68 (średnio 57) µm. Kształt owalny lub zbliżony do trójkątnego, z silnie za-okrąglonymi narożami i wypukłymi bokami. Potrójny znak

zrostowy, dobrze widoczny, często otwarty, o długości 3/4 średnicy spory, z polumbrą o trójkątnym zarysie. Ramiona znaku przechodzą w listwy łukowe. Na stronie dystalnej orna-mentacja w postaci siatki o nieregularnych oczkach o śred-nicy 1–3 µm. Dookoła ciała centralnego wąska, asymetrycz-na wypustka o szerokości 2–5 µm, niekiedy o bardzo deli-katnej ornamentacji (<1 µm).

Uwagi. – *Camptozonotriletes caperatus* McGregor, 1973 jest większy z szerszą wypustką równikową i inną mniej re-gularną ornamentacją na stronie dystalnej.

Występowanie. – Ems, poziom miosporowy *annulatus-sexantii*.

Perotriletes asymmetricus sp.n.

Tabl. III, fig. 10–14

2011 *Perotriletes* sp. Filipiak, pl. 2, fig. 21

Holotype: okaz zilustrowany na tabl. III, fig. 10, 11.

Derivatio nominis: od asymetrycznej strefy.

Stratum typicum: poziom miosporowy *annulatus-sexantii*.

Locus typicus: południowa Polska, utwory emsu – otwór Trojanowice 2: głęb. 542–558 m.

Diagnoza. – Miospory o znaku trójpromienistym prze-chodzącym w listwy łukowe. Egzyna dwuwarstwowa. Integ-zyna znacznie grubsza, egzoegzyna cieniutka, ściśle dopaso-wana, w strefie równikowej delikatnie wystaje poza ciało centralne, tworząc wąską asymetryczną strefę o szerokości 2–4 µm.

Materiał. – 7 okazów.

Opis. – Miospory o średnicy 55 (64) 71 µm. Zarys kolisto-trójkątny o silnie zaokrąglonych narożach i wypukłych bokach. Potrójny znak zrostowy, czasami otwarty, przecho-dzący w strefie równikowej w listwy łukowe. Strona dystal-na i obszar równikowy poza listwami łukowymi, znacznie grubsze niż pola kontaktowe. Egzyna dwuwarstwowa, bez ornamentacji. Integzyna znacznie grubsza i gładka, egzoegzy-na cieniutka, ściśle dopasowana, w strefie równikowej two-rząca wąską asymetryczną strefę o szerokości 2–4 µm.

Uwagi. – *Perotriletes selectus* (Arkhangelskaya) McGre-gor et Camfield, 1976 jest znacznie większy z wyraźniejszą zewnętrzną delikatnie ornamentowaną egzoegzyną. Od in-nych gatunków *Perotriletes*, rozpoznanych przez McGregora i Camfielda (1982) z dewonu środkowego, *Perotriletes asymmetricus* sp.n. różni się przede wszystkim proporcjami i brakiem ornamentacji na egzoegzynie. *Diaphanospora in-assueta* (Tchibrikova) Arkhangelskaya, 1985 różni się nieco większym rozmiarem i występującym na ciełe centralnym wyraźnym zgrubieniem w strefie równikowej.

Występowanie. – Ems, poziom miosporowy *annulatus-sexantii*. Takson ten odnotowano także w otworze Dyminy IG 1 w tym samym poziomie stratygraficznym (Filipiak, 2011).

OBSERWACJE PALINOFACJALNE

Obserwacje palinofacjalne odnoszą się głównie do klastycznej części profilu z uwagi na dobry stan zachowania mikroflory (próbki T40–T17; [fig. 2](#)). Biorąc pod uwagę skład jakościowy i ilościowy pozyskanej organiki z poszczególnych próbek, należy odnotować zdecydowaną dominację mikroflory pochodzenia lądowego w analizowanych preparatach. W składzie palinofacji przeważają miospory wraz z tkankami okrywającymi i przewodzącymi. Na uwagę zasługuje występowanie dość dużych tkanek okrywających, zawierających doskonale zachowaną strukturę komórkową wraz z aparatami szparkowymi ([tabl. VII](#), [fig. 8](#)). Tego typu szczątki znacznie częściej występują w spagowych partiach analizowanego otworu wiertniczego. Obok tkanek należących do roślin wyższych zaobserwowano także tkanki roślinne *Cosmochlaina*, *Nematothallus* i rurkowate *Porcaticubulus*. Poza materiałem pochodzenia roślinnego rzadziej obserwowano kutykule o zwierzęcym pochodzeniu, prawdopodobnie przynależne do wodno-lądowych stawonogów, takich jak eurypteridy czy skorpiony (Filipiak, Zatoń, 2011; Filipiak i in., 2012). Powyżej jasnych kwarcytów, w poziomie *douglastownense-eurypterota*, duże roślinne tkanki okrywające spotykane są nieco rzadziej. Może to jednak być pochodną ogólnie gorszego stanu zachowania mikroflory w tej części profilu. Warto także podkreślić, że miospory występują tu mniej licznie i są słabiej zróżnicowane taksonomicznie niż w partiach spagowych ([fig. 4](#)). Obok mikroflory pochodzenia lądowego znacznie rzadziej pojawia się fitoplankton w postaci głównie przetrwalników glonów, prawdopodobnie słodkowodnych. W spagowych próbkach w poziomie *annulatus-sextantii* odnotowano stałą obecność glonów cenobialnych *Mussivum gradzinskii* oraz innych, rzadziej występujących, bliżej nieoznaczonych pozostałości organicznych prawdopodobnie związanych z ?algami. Poza tym, nielicznie występują niemal we wszystkich preparatach leiosfery. Akritarchy, uważane powszechnie za typowo morskie składniki (Batten, 1996; Filipiak, 2005, 2009), występują stosunkowo rzadko i nieregularnie. W spagowej części profilu (*annulatus-sextantii*) spotyka się je pojedynczo, natomiast częściej występują w próbkach z poziomu *douglastownense-eurypterota*. Są to zazwyczaj formy drobne, sferyczne o intensywnie gęstej kolczastej ornamentacji, bardzo słabo zróżnicowane taksonomicznie ([tabl. VII](#), [fig. 1–5](#)). Ponieważ podobne akritarchy są znane także z utworów starszych, nie można wykluczyć ich redepozycji ze starszego stratygraficznie interwału (np. ordowik–sylur). Skolekodonty, także traktowane jako wskaźniki morskiej depozycji (Szaniawski, 1996), występują w spagowych partiach mniej licznie,

znacznie częściej pojawiają się w próbkach z drugiego poziomu mikroflorystycznego *douglastownense-eurypterota*. Obserwuje się także dość znaczne zróżnicowanie wielkościowe tych skamieniałości od form bardzo drobnych i delikatnych po formy bardzo duże ([tabl. VII](#), [fig. 16](#)) występujące częściej w profilu powyżej kwarcytów.

Interpretując obraz przedstawionej tu palinofacji, wydaje się, że sedymentacja odbywała się w warunkach morskich, stosunkowo blisko brzegu. Obszar depozycji, podczas sedymentacji spagowej części analizowanego profilu, był obficie zaopatrywany w lądową mikroflorę oraz słodkowodne algi. Świadczą o tym liczne duże tkanki roślinne i bogactwo taksonomiczne miospor w asocjacji ze sporadycznymi akritarchami (Tyson, 1993; Batten, 1996). Rozpoznane w populacji fitoplanktonu *Mussivum gradzinskii* ([tabl. VII](#), [fig. 18](#)) opisano pierwotnie zarówno z facji przybrzeżnych (Gielczew IG 5), jak i typowo morskich przez Wooda i Turnau (2001). Współczesne algi cenobialne są znane wyłącznie z wód słodkich. O bliskości brzegu świadczy także dość jednorodny taksonomicznie zespół akritarch, których występujące tu formy o niewielkich rozmiarach uważa się za wskaźniki środowiska bardziej przybrzeżnego (Dorning, 1981; Tyson, 1993; Lei i in., 2012). Z kolei obecność zróżnicowanych wielkościowo licznych pozostałości po wieloszczetach, skolekodontów, może wskazywać na tlenowe warunki panujące na dnie. Potwierdzają to także zaobserwowane ślady bioturbacji w osadzie (np. T31–T33; [fig. 2](#)) oraz brak zachowanej amorficznej substancji organicznej (np. Tyson, 1993; Batten, 1996; Filipiak, 2002). Liczne występowanie dobrze zachowanych, dużych tkanek okrywających, wraz z aparatami szparkowymi może natomiast wskazywać raczej na krótki transport i szybkie tempo pogrzebania. Pośród kutekul roślin rozpoznano tkanki prawdopodobnie przynależne do *Drephanophycus spinaeformis* ([tabl. VII](#), [fig. 8](#)) i enigmatyczne do niedawna kutykule nematofitów (*Cosmochlaina* i *Nematothallus*). Przedstawicieli *Neamtothallus* ostatnio ostatecznie zaklasyfikowano do glonów jako krasnorosty (Smith, Butterfield, 2013). Uboższa jakościowo lądowa pozostałość organiczna występująca w osadach ze stropowych partii analizowanego profilu (T16–T5; [fig. 2](#)) może być już wynikiem pogłębienia się zbiornika i oddalenia od brzegu miejsca depozycji.

Podobny obraz palinofacji odnotowano w regionie Biełsko–Wadowice (Turnau, 1974; Zdebska, 1978, 1982), a ostatnio w otworach wiertniczych Klucze 1 i Dyminy IG 2 (Filipiak, 2011; Filipiak, Zatoń, 2011).

ANALIZA KOLORYSTYCZNA

Do określenia stopnia przeobrażenia termicznego materii organicznej stosuje się kilka skal kolorystycznych, skorelowanych ze sobą i ze stopniem refleksyjności wityrytu (Traverse, 2007). Oceny kolorystycznej organiki dokonano na podstawie porównania barwy wybranych miospor z siedmiostopniową skalą TAS (Thermal Alternation Scale) (Batten, 1996; Traverse, 2007). Do analizy wyselekcjonowano grupę powszechnie występujących gatunków *Retusotriletes* spp., *Laevolancis* spp. oraz *Apiculiretusispora* spp. Miospo-

ry te licznie występują i charakteryzują się stosunkowo prostą budową, co ułatwia jednoznaczne określenie ich barwy. W wyniku przeprowadzonych obserwacji można stwierdzić dość jednorodny stopień zabarwienia miospor (barwa brązowa i ciemnobrązowa) wskazujący na wartość pomiędzy czwartym a piątym stopniem w siedmiostopniowej skali Battena (1996), co przekłada się na paleotemperaturę w okolicach 100–150°C i świadczy o termicznej dojrzałości substancji organicznej

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Dzięki przeprowadzonym kompleksowym analizom palinologicznym ustalono palinostratygrafię, rozpoznano przybliżone środowisko sedimentacji oraz określono paleotemperaturę, klastycznych osadów wczesno- i środkowodeńskich występujących w profilu otworu wiertniczego Trojanowice 2.

1. Występujące taksony przewodnie i charakterystyczne pozwalają na wyróżnienie w spągowej części profilu (542–558 m), odpowiadającej próbkom T40–T30, poziomu miosporowego *Empanisporites annulatus*-*Camarozonotriletes sextantii* (Richardson, McGregor, 1986). Obejmuje on stratygraficznie ems bez najwyższej części. Biorąc pod uwagę obecność ważnego stratygraficznie taksonu *Rhabdosporites minutus*, zasięg wyznaczonej zony można ograniczyć do jej górnej części, odpowiadającej poziomom konodontowym *serotinus-patulus*. Na podstawie mikroflory z próbek T25–T5 (509–527 m) wyznaczono kolejną zonę miosporową *Grandispora douglstownnense*-*Ancyrospora eurypterota*, odpowiadającą stratygraficznie późnemu emsowi i wczesnemu eiflowi. Negatywne próbki z jasnych kwarcytów (523–542 m) T29–T24 nie pozwalają na precyzyjne ustalenie granicy między tymi poziomami. Dodatkowo tuż przed zmianą litologii z klastycznej na węglanową w próbce T17 oznaczono takson *Calyptosporites* cf. *velatus*, który może zapowiadać już wystąpienie kolejnego poziomu mikroflorystycznego *Calyptosporites velatus*-*Rhabdosporites langii* z eiflu (Richardson, McGregor, 1986).

2. Przeprowadzone obserwacje palinofacjalne pozwalają określić środowisko sedimentacji klastycznych osadów profilu (T40–T17) na morskie, bliskiego brzegu (aluwialne), z intensywną dostawą materiału organicznego z lądu. Warunki panujące na dnie były tlenowe, a tempo pogrzebania organiki stosunkowo szybkie. Organika pochodząca z partii stropowych (T16–T5) wskazuje natomiast na nieco głębsze warunki depozycji i większą odległość od linii brzegowej.

3. Egzyny miospor mają brązową i ciemnobrązową barwę, co w skali TAS odpowiada wartościom czwartej i piątej, wskazując na podgrzanie osadu temperaturą około 100–150°C.

Podziękowania. Składam serdeczne podziękowania dr. Gordonowi D. Wood'owi (the irf group inc., USA) i dr. Monice Jachowicz (PIG, Sosnowiec) za cenne uwagi odnośnie oznaczonego fitoplanktonu. Prof. Elżbiecie Turnau (PAN, Kraków) i dr. Zbigniewowi Bule (PIG, Sosnowiec) dziękuję za przydatne uwagi dotyczące wstępnej wersji manuskryptu, a dr. Michałowi Zatoniowi (UŚI) za korektę języka angielskiego. Mgr E. Teper (UŚI) dziękuję za pomoc przy fotografowaniu mikroflory. Podziękowania za cenne i wnikliwe uwagi kieruję także pod adresem Recenzentek: prof. Elżbiety Turnau i dr. Moniki Masiak (PAN, Warszawa).

Prezentowane w niniejszym artykule wyniki analiz wykonano dzięki współfinansowaniu badań z grantów: KBN 2294/P01/2006/31 i KBN N307 028 31/2294.

LITERATURA

AVKHIMOVITCH V.I., TCHIBRIKOVA E.V., OBUKHOVSKAYA T.G., NAZARENKO A.M., UMNova V.T., RASKATOVA L.G., MANTSUROVA V.N., LOBOZIAK S., STREEL M., 1993 — Middle and Upper Devonian miospore zonation of Eastern Europe. *Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf. Aquitaine*, **17**: 79–147.

BATTEN D.J., 1996 — Chapter 26A. Palynofacies and palaeoenvironmental interpretation; *W: Palynology: Principles and Applications* (red. J. Jansonius, D.C. McGregor) **3**: 1011–1064. Am. Assoc. Strat. Palynol. Found., Dallas.

BUŁA Z., 2000 — Dolny paleozoik Górnego Śląska i zachodniej Małopolski. *Pr. Państ. Inst. Geol.*, **171**, 1–63.

- BUŁA Z., HABRYN R., 2010 — Budowa geologiczna prekambriu i paleozoiku regionu krakowskiego. *W: Prekambr i paleozoik regionu krakowskiego*. Mat. Konf. (red. M. Jachowicz-Zdanowska, Z. Buła): 7–39. Kraków 19 XI 2010.
- BUŁA Z., JACHOWICZ M., 1996 — The Lower Paleozoic sediments in the Upper Silesian Block. *Geol. Quart.*, **40**: 299–336.
- BUŁA Z., JACHOWICZ M., ŻABA J., 1997 — Principal characteristics of the Upper Silesian Block and Małopolska Block border zone (southern Poland). *Geol. Mag.*, **134**, 5: 669–677.
- DORNING K., 1981 — Silurian acritarch distribution in the Ludlovian shelf sea of South Wales and the Welsh Borderland. *W: Microfossils from recent and fossil shelf seas* (red. J.W. Neale, M.D. Brasier): 31–36. Ellis Horwood, Chichester.
- FIJAŁKOWSKA-MADER A., MALEC J., 2011 — Biostratigraphy of the Emsian to Eifelian in the Holy Cross Mountains (Poland). *Geol. Quart.*, **55**, 2: 109–138.
- FILIPIAK P., 2002 — Palynofacies around the Frasnian/Famennian boundary in the Holy Cross Mountains, southern Poland. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **181**: 313–324.
- FILIPIAK P., 2005 — Late Devonian and Early Carboniferous acritarchs and prasinophytes from the Holy Cross Mountains (central Poland). *Rev. Paleobot. Palynol.*, **134**: 1–26.
- FILIPIAK P., 2009 — Lower Famennian phytoplankton from the Holy Cross Mountains, Central Poland. *Rev. Paleobot. Palynol.*, **157**: 326–338.
- FILIPIAK P., 2011 — Palynology of the Lower and Middle Devonian deposits in southern and central Poland. *Rev. Paleobot. Palynol.*, **166**: 213–252.
- FILIPIAK P., JACHOWICZ M., 2007 — The new Lower Cambrian and Lower Devonian data from the Rzeszotary horst area (Southern Poland). *W: CIMP Lisbon'07 Joint Meeting of Spores/Pollen and Acritarch Subcommissions*. Abstracts (red. Z. Pereira, i in.): 21–23.
- FILIPIAK P., ZATOŃ M., 2011 — Plant and animal cuticle remains from the Lower Devonian of southern Poland and their palaeo-environmental significance. *Lethaia*, **44**: 397–409.
- FILIPIAK P., ZATOŃ M., SZANIAWSKI H., WRONA R., RACKI G., 2012 — Palynology and microfacies of Lower Devonian mixed carbonate-siliciclastic deposits in Podolia, Ukraine. *Acta Palaeontol. Pol.*, **57**, 4: 863–877.
- HABRYN R., BUŁA Z., CHMURA A., FILIPIAK P., GARECKA M., INDYK A., JACHOWICZ M., MARKOWIAK M., MATYJA B., NOWAK J., OLSZEWSKA B., PACZEŚNA J., POLECHOŃSKA O., SIKORA R., STADMULLER M., TOMAŚ A., TRUSZEL M., WOŹNIAK P., ZIÓLKOWSKI P., ŻABA J., 2007 — Dokumentacja geologiczna otworu badawczego Trojanowice 2 — Zintegrowany program płytkich wierceń badawczych dla rozwiązania istotnych problemów budowy geologicznej Polski. Problem 10. Geologiczno-strukturalne rozpoznanie strefy rozłamu Kraków–Lubliniec na odcinku krakowskim. Narod. Arch. Geol. PIB-PIB, filia w Sosnowcu.
- HOUSE M.R., GRADSTEIN F.M., 2004 — The Devonian Period. *W: A Geological Time Scale 2004* (red. F. Gradstein, i in.): 202–221. Cambridge University Press, Cambridge.
- JACHOWICZ M., FILIPIAK P., 2007 — Wstępne wyniki badań palinologicznych utworów kambru dolnego i dewonu dolnego w otworze wiertniczym Trojanowice 2. Mat. Konf. XX Konferencji Naukowej Paleobiologów i Biostratygrafów Pol. Tow. Geol.: 62. Święta Katarzyna.
- JACHOWICZ-ZDANOWSKA M., 2010a — Palinologia kambru dolnego bloku górnośląskiego i prekambriu bloku małopolskiego w regionie krakowskim. *W: Prekambr i paleozoik regionu krakowskiego*. Mat. Konf. (red. M. Jachowicz-Zdanowska, Z. Buła), Kraków 19 XI 2010 r.: 67–91.
- JACHOWICZ-ZDANOWSKA M., 2010b — Palinologia kambru dolnego bloku górnośląskiego w regionie krakowskim. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **443**: 1–32.
- JACHOWICZ-ZDANOWSKA M., 2014 — Mikroskamieniałości organiczne terenów (kambr dolny) i późnego ediakaru (neoproterozoiku) okolic Krakowa. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **459**: 61–82.
- LEI Y., SERVAIS T., FENG Q., HE W., 2012 — The spatial (near-shore-offshore) distribution of latest Permian phytoplankton from the Yangtze Block, South China. *Rev. Paleobot. Palynol.*, **363/364**: 151–162.
- MCGREGOR D.C., CAMFIELD M., 1982 — Middle Devonian miospores from the Cape De Bray, Weatherall, and Hecla Bay formations of northeastern Melville Island, Canadian Arctic. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, **348**: 1–115.
- RICHARDSON J.B., MCGREGOR D.C., 1986 — Silurian and Devonian spore zones of the Old Red Sandstone Continent and adjacent regions. *Bull. Geol. Surv. of Canada*, **364**: 1–79.
- RIEGEL W., 1982 — Palynological aspects of the Lower/Middle Devonian transition in the Eifelian region. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **55**: 279–292.
- SMITH M.R., BUTTERFIELD N.J., 2013 — A new view on *Nematothallus*: coralline red algae from the Silurian of Gotland. *Palaeontology*, **56**, 2: 345–357.
- STREEL M., HIGGS K., LOBOZIAK S., RIEGEL W., STEEMANS P., 1987 — Spore stratigraphy and correlation with faunas and floras in the type marine Devonian of the Ardennes-Rhenish region. *Rev. Paleobot. Palynol.*, **50**: 211–229.
- SZANIAWSKI H., 1996 — Scolecodonta *W: Palynology: Principles and Applications* (red. J. Jansonius, D.C. McGregor), **1**: 337–354. Am. Assoc. Strat. Palynol. Found., Dallas.
- TRAVERSE A., 2007 — Paleopalynology. *W: Topics in geobiology* (red. N.H. Landman, D.S. Jones), **28**: 1–813. Springer.
- 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**: 143–149.
- TURNAU E., 2011 — Palinostratygrafia dewonu obszaru radomsko-lubelskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **196**: 255–288.
- TURNAU E., MIŁACZEWSKI L., WOOD G., 2005 — Spore stratigraphy of Lower Devonian and Eifelian(?), alluvial and marginal marine deposits of the Radom–Lublin area (central Poland). *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **75**: 121–137.
- TYSON R.V., 1993 — Palynofacies analysis. *W: Applied Micropaleontology* (red. D.G. Jenkins): 153–191. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- WOOD G.D., TURNAU E., 2001 — New Devonian Cenobial Chlorococcales (Hydrodictyaceae) from the Holy Cross mountains and Radom–Lublin region of Poland: Their palaeoenvironmental and sequence stratigraphic implications. *W: Proceedings of the IX International Palynological Congress*, Houston, Texas, U.S.A., 1996 (red. D.K. Goodman, R.T. Clark): 53–63. Am. Assoc. Strat. Palynol. Found., Dallas.
- WOOD G.D., GABRIEL A.M., LAWSON J.C., 1996 — Palynological techniques – processing and microscopy. *W: Palynology: principles and applications* (red. J. Jansonius, D.C. McGregor) **1**: 29–50.
- ZDEBSKA D., 1978 — On *Spongiophyton* from the Lower Devonian of Poland. *Acta Palaeobot.*, **19**: 13–20.
- ZDEBSKA D., 1982 — A new zosterophyll from the Lower Devonian of Poland. *Palaeontol.*, **25**: 247–263.

SUMMARY

The Trojanowice 2 borehole was drilled in 2006. It is located in southern Poland close to the northern border of the Kraków (Fig. 1). Geologically, this area belongs to the northern part of the Rzeszotary Horst and is located in the south-eastern, marginal part of the Upper Silesian Block. The borehole penetrated Miocene rocks (4–71 m), Jurassic carbonate and clastic deposits (71–312 m), Middle Devonian carbonates (312–519 m; mainly dolomites) and a sequence of Lower Devonian (519–557 m) and Cambrian (557–602 m; Fig. 2) shales and mudstones.

Owing to the preliminary palynological studies, the lower, lithologically uniform part of the section has been successfully divided into two parts of distinctly different stratigraphic position (Filipiak, Jachowicz, 2007). On the evidence of well-preserved and identifiable microflora, these strata have been assigned to the oldest Lower Cambrian and the Lower Devonian.

The present, complex palynological investigation helps to establish precise palynostratigraphy, estimate the palaeo-environmental conditions and determine the paleotemperature based on the colour of miospores.

Two standard miospore zones have been recognized. Samples from a depth interval of 543–558 m revealed the presence of the Emsian *annulatus-sextantii* miospore Zone (Richardson, McGregor, 1986). Very common are relatively small miospores. The assemblage contains the index and characteristic species of this zone (Fig. 4), including: *Emphanisporites annulatus*, *E. schultzei*, *Acinosporites lindlarensis*, *Apiculiretusispora plicata*, *A. brandtii*, *Dibolisporites echinaceus*, *D. eifeliensis*, *Dictyotrilites subgranifer* and *D. emsiensis*. The constant presence of *Rabdospirites minutus* may indicate the upper part of the FD miospore Zone (*sensu* Streel *et al.*, 1987) which correlates this part of the section with the *serotinus-patylus* conodont Zones. A visible change in the land microflora assemblage appears in mudstones (sample T25; Fig. 4) located just above, in a light-colour sandstone. The miospores are represented by large forms belonging to various *Grandispora* species, and accompanied by miospores possessing anchor-shaped appendages classified to *Ancyrospora* and *Hystricosporites*. *Grandispora douglstownense* and *Ancyrospora eurypterota* were found among others, indicating the *douglstownense-eurypterota* miospore Zone (Richardson, McGregor, 1982). It is interesting that just below the carbonates (sample T17), single miospores of *Calyptosporites* cf. *velatus* were observed. *Calyptosporites velatus* is an index species for the succeeding, younger *vellatus-langii* miospore zone of the Eifelian (Fig. 3).

Two new taxa have been formally described: *Camptozonotrilites reticulum* sp.n., and *Perotrilites asymmetricus* sp.n.

In addition to the rich and well-diversified land microflora, there is also scarce phytoplankton especially in the lower part of the analysed Devonian sequence. Acritarch species

are represented by single specimens. Prasinophyta taxa with some scolecodonts are more numerous. In the lower part of the section (*annulatus-sextantii* miospore Zone), constant presence of ?freshwater *Musivum gradzinskii* (Chlorococcales) and some nematophytes (*Cosmochlaina* and *Nemathotallus*) were noted. Such a palynofacies composition from the clastic sediments, together with numerous well-preserved upper plant tracheids and cuticles, often with stomata, suggests rather short transport and a high sedimentation rate. Depositional environment for the lower clastic part of the section is interpreted as very nearshore. The palynofacies pattern from the upper part of the section indicates deeper and more distal conditions.

The colour of miospores is brown to dark-brown which indicates a mature state of organic particles (100–150°C).

DESCRIPTION OF THE NEW MIOSPORE SPECIES

An alphabetic arrangement of the genera is adopted, for simplicity and convenience.

Camptozonotrilites reticulum sp.n.

Table 3, figs. 1–8

Holotype: Specimen presented in Pl. III, fig. 7.

Derivatio nominis: from the reticulate ornamentation

Type horizon: Emsian, *annulatus-sextantii* miospore Zone.

Type locality: Southern Poland, Trojanowice 2 borehole: depth 542–558 m.

Diagnosis. – Spore with trilete mark; curvaturae perfectae. Distal surface ornamented with dense folds creating semireticulum (1–3 µm). Exoexine extended laterally at equator as asymmetrical zona 2–5 µm wide with delicate ornamentation of small processes.

Material. – 25 specimens from the Trojanowice 2 borehole.

Description. – Spore trilete, 40 (57) 68 µm in diameter. Amb oval to subtriangular with rounded apices and convex sides. Leasurae straight with triangular polumbra, distinct, 3/4 of the spore radius length. Curvaturae perfectae. Intexine thick and apparently smooth. Exoexine extended laterally at equator as asymmetrical zona 2–5 µm wide with delicate ornamentation of small processes (grana and spines) less than 1 µm in length. Distal surface ornamented with dense folds creating semireticulum (1–3 µm).

Remarks. – *Camptozonotrilites caperatus* McGregor 1973 is larger with a broader zona and less regular ornamentation.

Occurrence. – Emsian, *annulatus-sextantii* miospore Zone.

Perotrilites asymmetricus sp.n.

Table 3, figs. 10–14

2011 *Perotrilites* sp. Filipiak, Pl. II, fig. 21*Holotype*: Specimen presented in Pl. III, figs. 10, 11.*Derivatio nominis*: from asymmetric zona around central body*Type horizon*: Emsian, *annulatus-sextantii* miospore Zone.*Type locality*: Southern Poland, Trojanowice 2 borehole: depth 542–558 m.

Diagnosis. – Spore with trilete mark; curvature perfecta well-defined. Exine two-layered. Exoexine very thin, fitting closely to intexine, equatorially expands into an asymmetrical zona (2–4 µm broad).

Material. – Seven specimens from the Trojanowice 2 borehole.

Description. – Spores radial, 55 (64) 71 µm in length. Amb oval to subtriangular with rounded apices and convex sides. Leasure distinct, straight, sometimes opened. Curvature perfecta well-defined. Contact areas thinner. Exine two-layered, inner body thick and smooth. Exoexine very thin, fitting closely to intexine, equatorially expands into an asymmetrical zona (2–4 µm broad).

Remarks. – *Perotrilites selectus* (Arkhangelskaya) McGregor and Camfield 1976 is larger with the delicately ornamented exoexine. Lack of ornamentation on the exoexine differs *P. asymmetricus* sp. n. from other specimens of *Perotrilites* described by McGregor and Camfield (1982) from the Middle Devonian. *Diaphanospora inassueta* (Tchibrikova) Arkhangelskaya, 1985 differs in possessing a slightly thickened equatorial zone on the inner body, and is generally bigger.

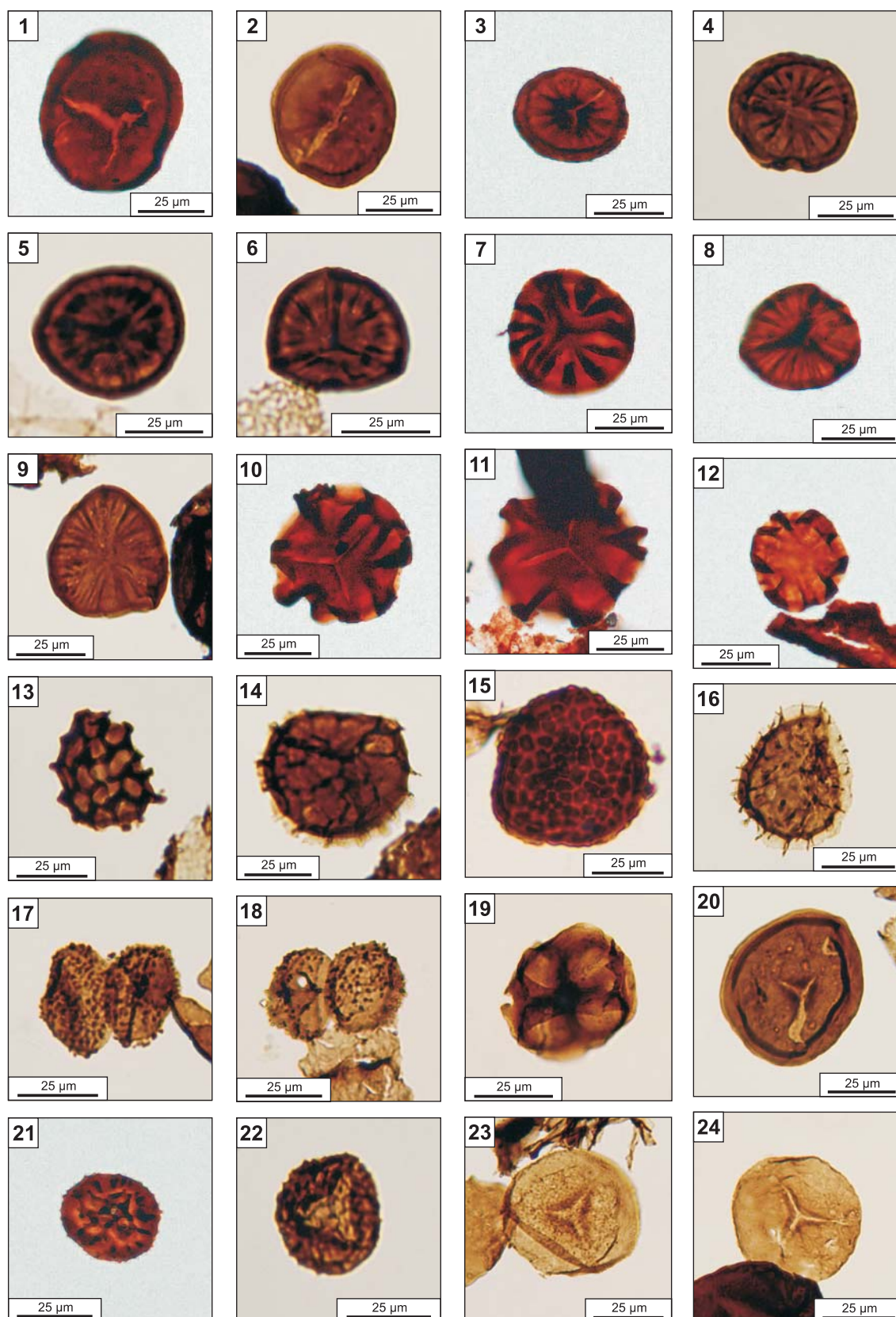
Occurrence. – Emsian, *annulatus-sextantii* miospore Zone.

TABLICA I

**Miospory z emsu: poziom *annulatus-sextantii*; otw. wiertn. Trojanowice 2, wszystkie okazy z głęb. 556,9–558,8 m (T40)
poza fig. 7 i fig. 10 z głęb. 554,3–556,9 m (T39)**

Emsian miospores of the *annulatus-sextantii* Zone, all Figs. from 556.9–558.8 m depth (T40)
instead of Fig. 7 and Fig. 10 from 554.3–556.9 m (T39)

- Fig. 1, 2. *Laevolancis divellomedia* (Chibrikova) Burgess et Richardson, 1991
- Fig. 3, 4. *Artemopyra recticosta* Breuer, Al-Ghazi, Al-Ruwaili, Higgs, Steemans et Wellman, 2007
- Fig. 5, 6. *Emphanisporites annulatus* McGregor, 1961
- Fig. 7. *Emphanisporites erraticus* McGregor, 1961
- Fig. 8, 9. *Emphanisporites rotatus* McGregor emend. McGregor, 1973
- Fig. 10–12. *Emphanisporites patagiatus* Allen, 1965
- Fig. 13. *Dictyotriletes emsiensis* (Allen) McGregor, 1973
- Fig. 14. *Dictyotriletes subgranifer* McGregor, 1973
- Fig. 15. *Verrucosisporites polygonalis* Lanninger, 1968
- Fig. 16. *Kraeuselisporites gaspesiensis* McGregor, 1973
- Fig. 17, 18. *Cymbohilates baqaensis* Breuer, Al-Ghazi, Al-Ruwaili, Higgs, Steemans et Wellman, 2007
- Fig. 19. *Terahedraletes madinensis* Strother, Traverse emend. Wellman et Richardson, 1993
- Fig. 20. *Calamospora atava* (Naumova) McGregor, 1973
- Fig. 21. *Camarozonotriletes filatoffii* Breuer, Al-Ghazi, Al-Ruwaili, Higgs, Steemans et Wellman, 2007
- Fig. 22. *Dictyotriletes australis* de Jersey, 1966
- Fig. 23. *Retusotriletes rotundus* (Streel) Streel, 1967
- Fig. 24. *Retusotriletes dubiosus* McGregor, 1973

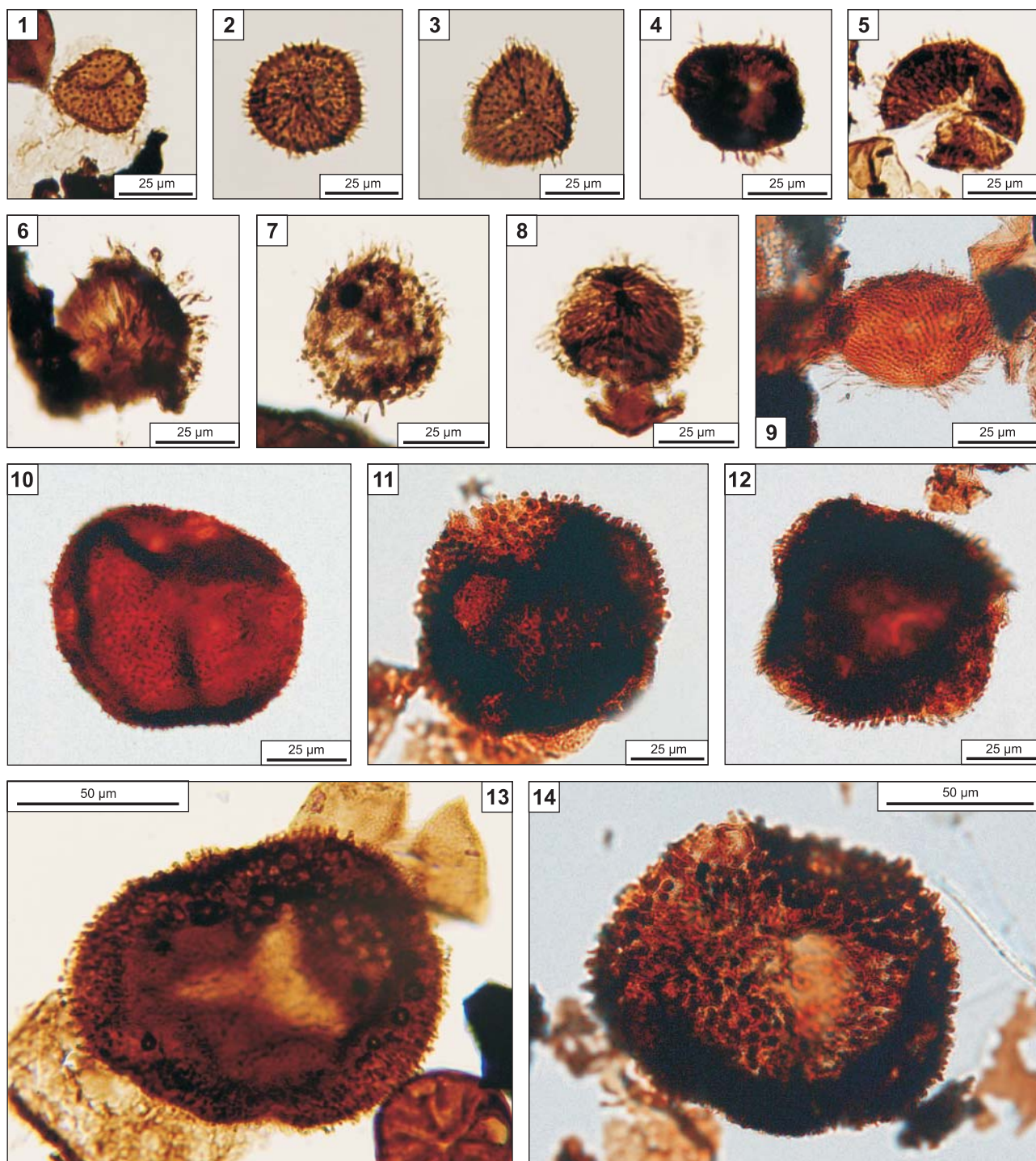


TABLICA II

Miospory z pogranicza emsu i eiflu: poziom *annulatus-sextantii* i *douglastownense-eurypterota*; otw. wiertn. Trojanowice 2

Emsian and lowermost Eifelian miospores of the *annulatus-sextantii* and *douglastownense-eurypterota* zones

- Fig. 1. *Dibolisporites wetteldorfensis* Lanninger, 1968;
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 2, 3. *Dibolisporites eifeliensis* (Lanninger) McGregor, 1973;
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 4–9. *Dibolisporites capillaris* Filipiak, 2011;
4–7 – głęb. 516,6–519,7 m (T14), 8 – głęb. 512,6–516,6 m (T9), 9 – głęb. 519,7–521,3 m (T18)/
4–7 – depth 516,6–519,7 m (T14), 8 – depth 512,6–516,6 m (T9), 9 – depth 519,7–521,3 m (T18)
- Fig. 10. *Dibolisporites* cf. *gibberosus* (Naumova) Richardson, 1956;
głęb. 554,3–556,9 m (T38)/ depth 554,3–556,9 m (T38)
- Fig. 11. *Dibolisporites* cf. *capitellatus* (Tchibrikova) Arkhangelskaya;
głęb./ 521,3–523,1 m (T21)/ depth 521,3–523,1 m (T21)
- Fig. 12, 13. *Dibolisporites echinaceus* (Eisenack) Richardson, 1965;
12 – głęb. 521,3–523,1 m (T21), 13 – głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ 12 – depth 521,3–523,1 m (T21), 13 – depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 14. *Dibolisporites capitellatus* (Tchibrikova) Arkhangelskaya;
głęb. 521,3–523,1 m (T21)/ depth 521,3–523,1 m (T21)



TABLICA III

**Miospory z emsu: poziom *annulatus-sextantii*; otw. wiertn. Trojanowice 2,
wszystkie okazy z głęb. 556,9–558,8 m (T40)**

Emsian miospores of the *annulatus-sextantii* Zone, all Figs. from 556.9–558.8 m depth (T40)

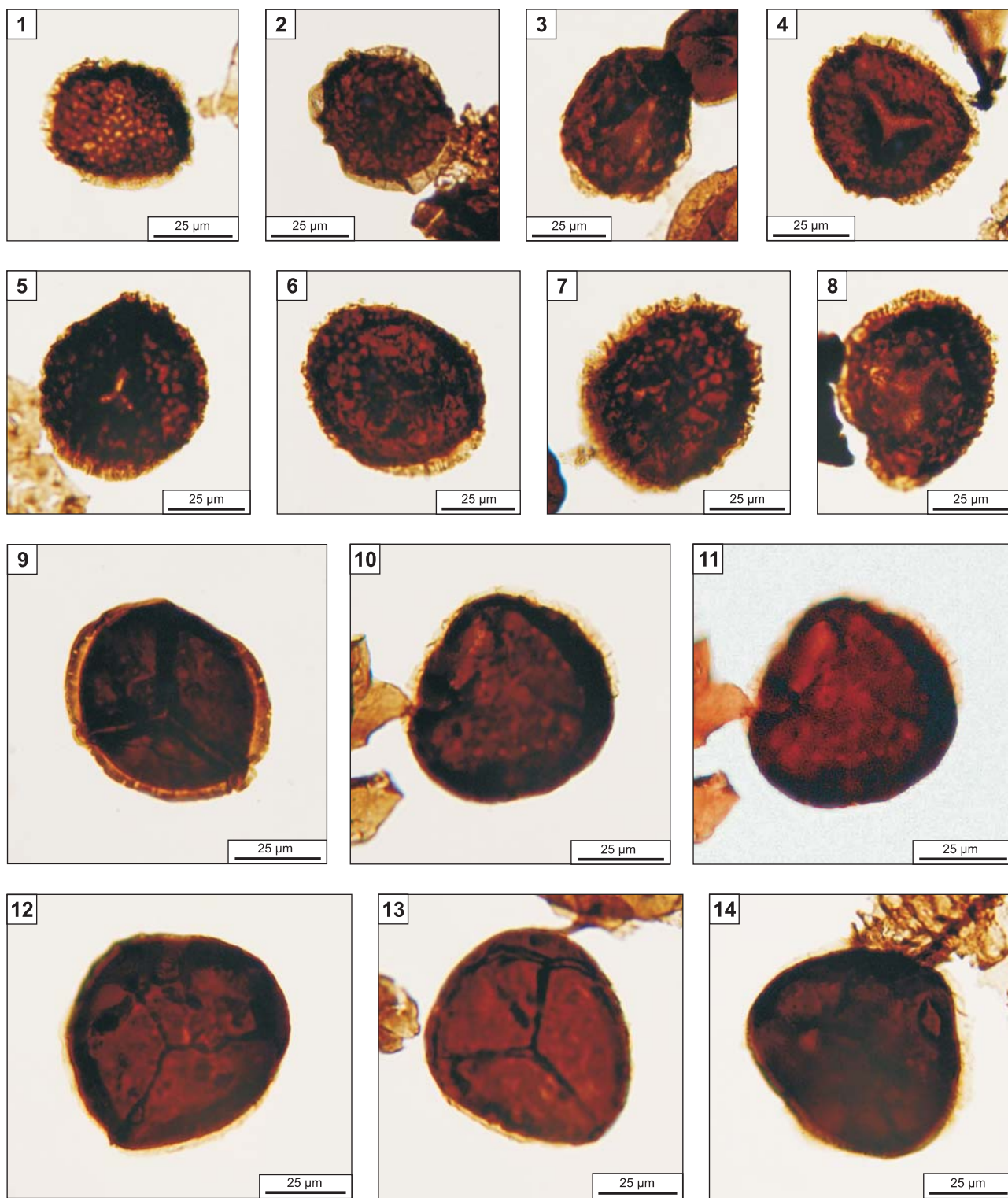
Fig. 1–8. *Camptozonotriletes reticulum* sp.n.;

7 – holotyp; 4, 6 – paratyp/ 7 – holotype; 4, 6 – paratype

Fig. 9. *Perotrilites* cf. *asymmetricus*

Fig. 10–14. *Perotrilites asymmetricus* sp.n.;

10, 11 – holotyp, ten sam okaz w różnej ostrości; 12, 14 – paratyp/ 10, 11 – holotype (the same specimen but in different focus);
12, 14 – paratype

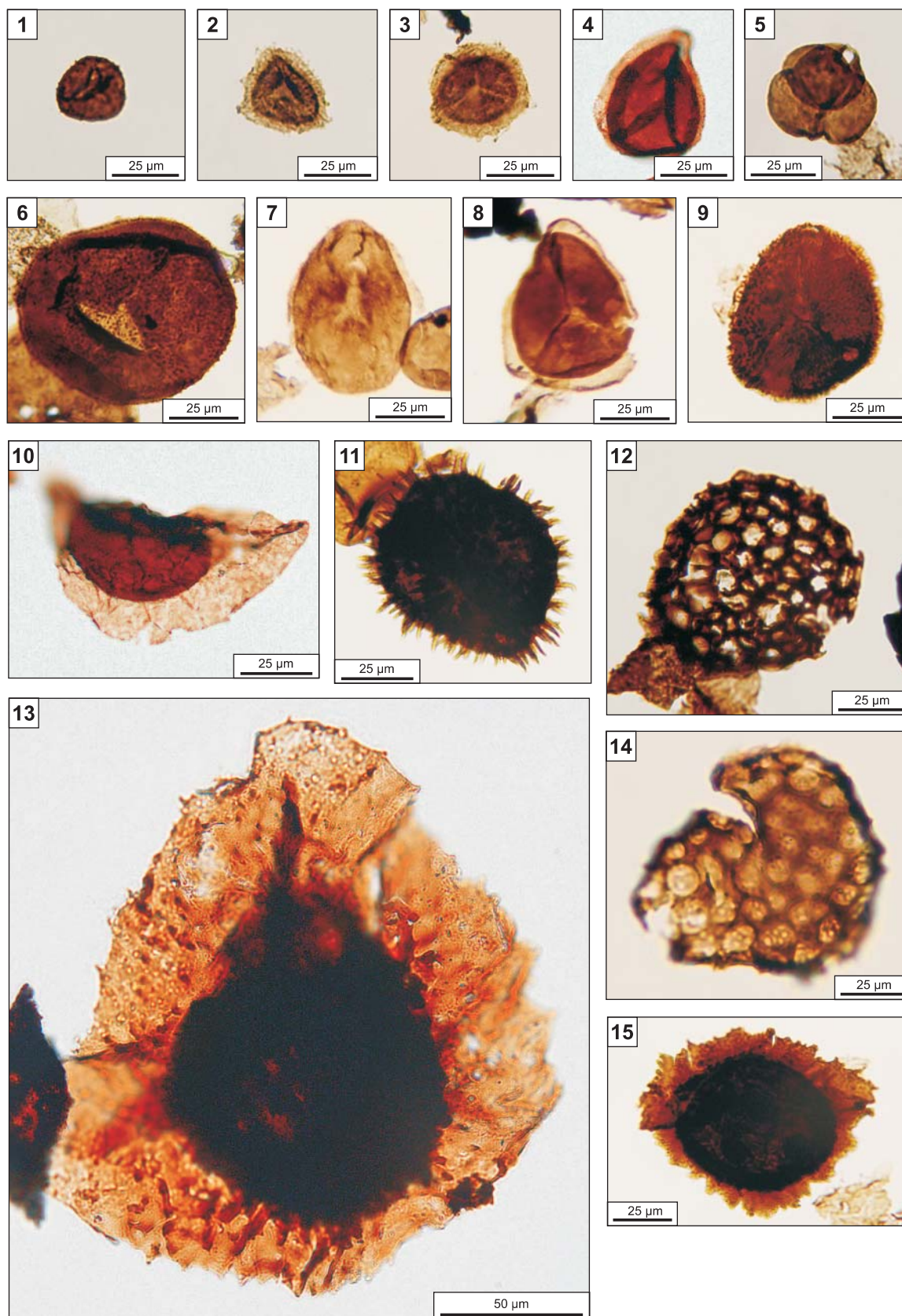


TABLICA IV

Miospory z pogranicza emsu i eiflu: poziom *annulatus-sextantii* i *douglastownense-eurypterota*; otw. wiertn. Trojanowice 2

Emsian and lowermost Eifelian miospores of the *annulatus-sextantii* and *douglastownense-eurypterota* zones

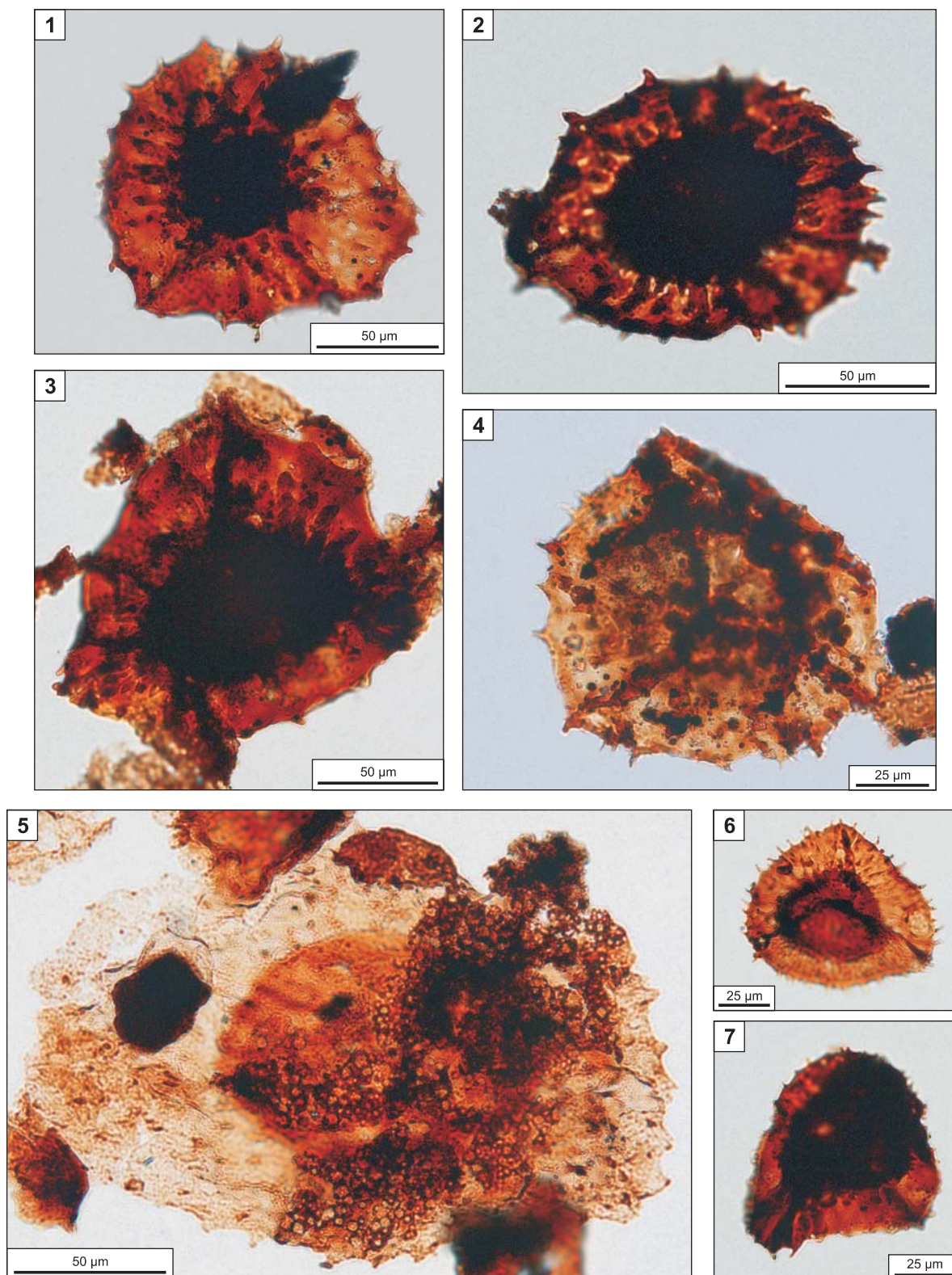
- Fig. 1. *Apiculatasporites perpusillus* (Naumova) McGregor, 1973;
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 2, 3. ?*Camptozonotriletes* sp.;
- głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 4. *Rhabdosporites minutus* Tiwari et Schaarschmidt, 1975;
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 5. terada (*tetrad*);
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 6. *Apiculiretusispora brandtii* Streel, 1964;
głęb. 554,3–556,9 m (T38)/ depth 554,3–556,9 m (T38)
- Fig. 7. *Apiculiretusispora plicata* (Allen) Streel, 1967;
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 8. *Rhabdosporites minutus* Tiwari et Schaarschmidt, 1975;
głęb. 554,3–556,9 m (T38)/ depth 554,3–556,9 m (T38)
- Fig. 9. *Acinosporites lindlarensis* Riegel, 1968;
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 10. *Camptozonotriletes caperatus* McGregor, 1973;
głęb. 554,3–556,9 m (T38)/ depth 554,3–556,9 m (T38)
- Fig. 11. ?*Dibolisporites nodosus* Turnau, 1986;
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 12. *Brochotriletes* sp.;
- głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 13. *Calyptosporites* cf. *velatus* (Eisenack) Richardson, 1962;
głęb. 516,6–519,7 m (T17)/ depth 516,6–519,7 m (T17)
- Fig. 14. *Brohotriletes foveolatus* Naumova, 1953;
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)
- Fig. 15. Nierozpoznany/ unidentified;
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556,9–558,8 m (T40)



TABLICA V

Miospory z pogranicza późnego emsu i eiflu: poziom *douglastownense-eurypterota* otw. wiertn. Trojanowice 2 Uppermost Emsian and Eifelian miospores of the *douglastownense-eurypterota* Zone

- Fig. 1, 2. *Grandispora douglastownense* McGregor, 1973;
1 – głęb. 523,1–526,7 m (T24), 2 – głęb. 521,3–523,1 m (T20)/ 1 – depth 523.1–526.7 m (T24), 2 – depth 521.3–523.1 m (T20)
- Fig. 3. *Grandispora megaformis* (Richardson) McGregor, 1973;
głęb. 523,1–526,7 m (T24)/ depth 523.1–526.7 m (T24)
- Fig. 4. *Grandispora protea* (Naumova) Moreau-Benoît, 1976;
głęb. 523,1–526,7 m (T24)/ depth 523.1–526.7 m (T24)
- Fig. 5. *Grandispora rarispinosa* Moreau-Benoît, 1980;
głęb. 521,3–523,1 m (T21)/ depth 521.3–523.1 m (T21)
- Fig. 6. *Grandispora ?macrotuberculata* (Arkhangelskaya) McGregor, 1973;
głęb. 523,1–526,7 m (T25)/ depth 523.1–526.7 m (T25)
- Fig. 7. *Grandispora protea* (Naumova) Moreau-Benoît, 1976;
głęb. 521,3–523,1 m (T21)/ depth 521.3–523.1 m (T21)

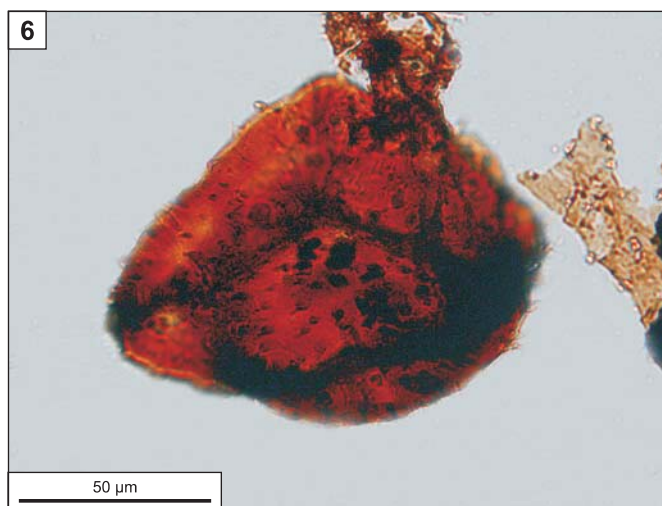
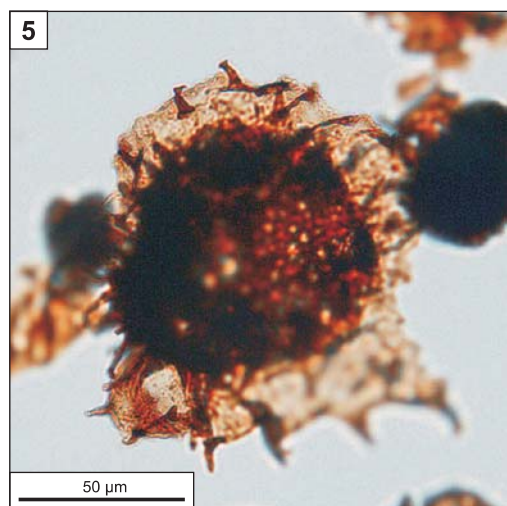
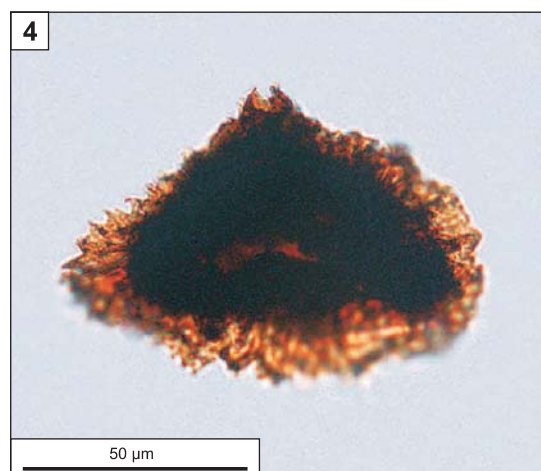
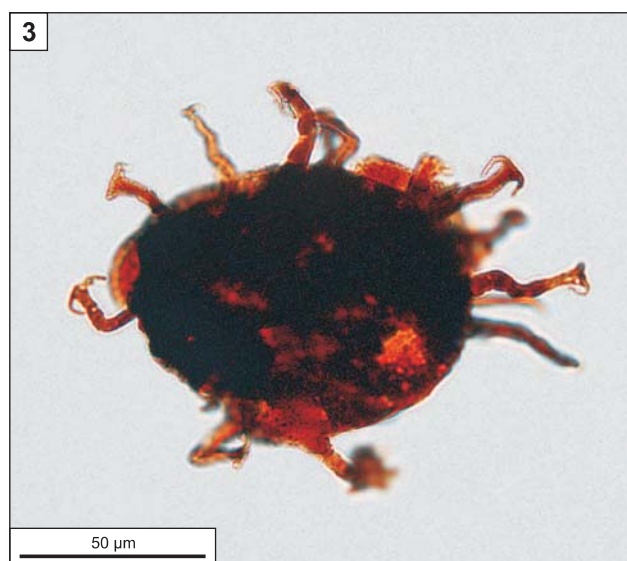
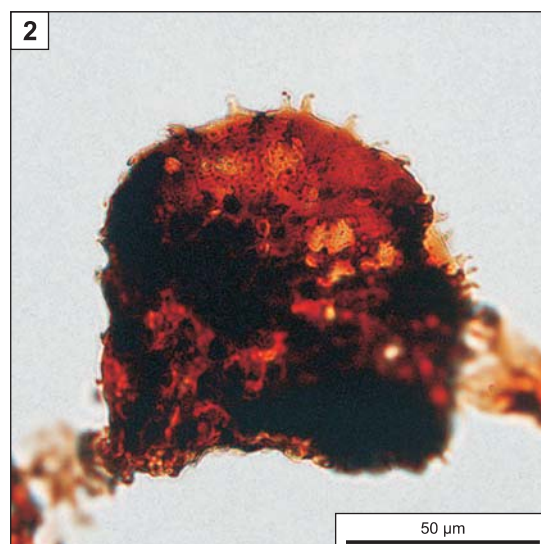
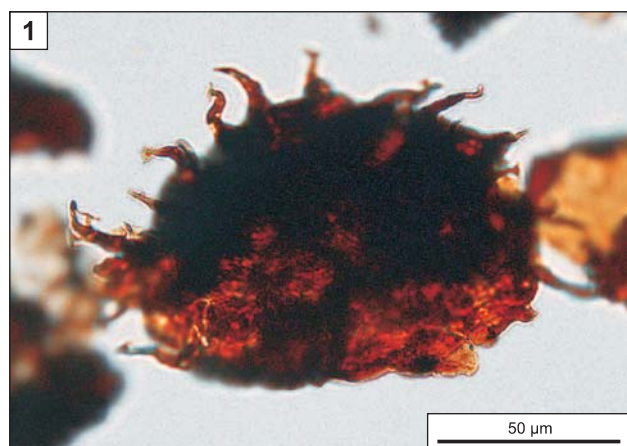


TABLICA VI

Miospory z pogranicza późnego emsu i eiflu: poziom *douglastownense-eurypterota* otw. wiertn. Trojanowice 2

Uppermost Emsian and Eifelian miospores of the *douglastownense-eurypterota* Zone

- Fig. 1. *Hystricosporites corystus* Richardson, 1965;
głęb. 523,1–526,7 m (T25)/ depth 523.1–526.7 m (T25)
- Fig. 2. *Hystricosporites microancyreus* Riegel, 1973;
głęb. 523,1–526,7 m (T25)/ depth 523.1–526.7 m (T25)
- Fig. 3. *Hystricosporites mitratus* Allen, 1965;
głęb. 523,1–526,7 m (T25)/ depth 523.1–526.7 m (T25)
- Fig. 4. *Ancyrospora kedoae* (Riegel) Turnau, 1974;
głęb. 523,1–526,7 m (T22)/ depth 523.1–526.7 m (T22)
- Fig. 5. *Ancyrospora loganii* McGregor, 1973;
głęb. 521,3–523,1 m (T21)/ depth 521.3–523.1 m (T21)
- Fig. 6. *Ancyrospora eurypterota* Riegel, 1973;
głęb. 523,1–526,7 m (T24)/ depth 523.1–526.7 m (T24)



TABLICA VII

Fitoplankton, skolekodonty i tkanki roślin wyższych z pogranicza emsu i eiflu: poziom *annulatus-sextantii* i *douglastownense-euryptero*; otw. Trojanowice 2

Emsian and lowermost Eifelian phytoplankton, scolecodonts and plant tissues of the *annulatus-sextantii*
and *douglastownense-euryptero* zones

- Fig. 1–5. *Comasphaeridium* sp.;
1–3 – głęb. 523,1–526,7 m (T25), 4 – głęb. 512,6–516,6 m (T9), 5 – głęb. 519,7–521,3 m (T19)/ 1–3 – depth 523.1–526.7 m (T25), 4 – depth 512.6–516.6 m (T9), 5 – depth 519.7–521.3 m (T19)
- Fig. 6. ?*Akritarcha* (?*acritarch*);
głęb. 554,3–556,9 m (T39)/ depth 554.3–556.9 m (T39)
- Fig. 7. Strzępki grzybów? (*funga* *hyphae*?);
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556.9–558.8 m (T40)
- Fig. 8. Fragment tkanki okrywającej z aparatem szparkowym (*Drephanophycus spinaeformis*) (*a cuticle with stomata, Drephanophycus spinaeformis*);
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556.9–558.8 m (T40)
- Fig. 9. *Leiosphaeridia* sp.;
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556.9–558.8 m (T40)
- Fig. 10. ?*Akritarcha* (?*acritarch*);
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556.9–558.8 m (T40)
- Fig. 11. Nierozpoznany (*unidentified*);
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556.9–558.8 m (T40)
- Fig. 12. *Navifusa* sp.;
głęb. 512,6–516,6 m (T11)/ depth 512.6–516.6 m (T11)
- Fig. 13. Nierozdzielone, młodociane ?miospory? (*unseparated, immature ?miospores*);
głęb. 554,3–556,9 m (T38)/ depth 554.3–556.9 m (T38)
- Fig. 14. *Synsphaeridium* sp.;
głęb. 523,1–526,7 m (T25)/ depth 523.1–526.7 m (T25)
- Fig. 15. Tkanka przewodząca (*plant tracheid*);
głęb. 556,9–558,8 m (T40)/ depth 556.9–558.8 m (T40)
- Fig. 16. Skolekodont (*scolecodont*);
głęb. 512,6–516,6 m (T9)/ depth 512.6–516.6 m (T9)
- Fig. 17. ?*Navifusa* sp.;
głęb. 554,3–556,9 m (T39)/ depth 554.3–556.9 m (T39)
- Fig. 18. *Musivum gradzinskii* Wood et Turnau, 2001;
głęb. 554,3–556,9 m (T39)/ depth 554.3–556.9 m (T39)

