

Karbon Sudetów w świetle nowych wyników badań biostratygraficznych

Anna Górecka-Nowak¹, Jolanta Muszer¹, Adrianna Maćko²



A. Górecka-Nowak



J. Muszer



A. Maćko

The Carboniferous of the Sudetes in the light of new biostratigraphic studies. *Prz. Geol.*, 73: 776–783; doi: 10.7306/2025.83

Abstract. The paper presents geological implications of new results of biostratigraphic studies (mainly palynostratigraphic) of Carboniferous rocks from the central part of the Sudetes. They brought important changes in stratigraphy, most often showing younger age of studied rocks than it was believed earlier. The onset of sedimentation in the Intra-Sudetic Basin, initially in the continental environment, was not earlier than in the middle Visean. Marine sediments, previously considered to be a manifestation of the Late Viseanian transgression, were found to be diachronic (from the late Visean to the Namurian C). Among profiles of the Szczawno Formation and its lithologic equivalents that were previously considered to be

Upper Visean, only two profiles: Ptasia Góra in the Intra-Sudetic Basin and Paprotnia in the Bardo Unit, represent the uppermost Visean. Most of the other profiles from the Wałbrzych region turned out to represent the Namurian A (Serpukhovian) or even Namurian B and C (Bashkirian age) in the case of some profiles in the Sowie Mountains Massif. The late Visean–early Namurian (Serpukhovian) age range also encompasses marine mudstones from the southern part of the Świebodzice Unit, which were previously considered Late Devonian. This discovery is of great importance for the model of development of the Świebodzice Unit. Consequently, the timing of the marine sedimentation in different geological units of the middle part of the Sudetes should be revised. The coal bearing rocks of the Wałbrzych Formation, analysed in the study, are of Namurian A (upper Serpukhovian and lower Bashkirian) age. The Biały Kamień Formation was included in the Namurian B and C and Westphalian A (Bashkirian), the Zacler Formation – in the Westphalian A–C (Bashkirian and Moscovian), and the Glinik Formation – in the Westphalian D(?). The documentation of successive miospore zones from VF to OT(?) indicates that there are no stratigraphic gaps in the Upper Visean–Westphalian D (?) interval in the Intra-Sudetic Basin. The problem of the chronostratigraphic significance of miospores dating the Walchia shales in the Intra-Sudetic Basin and the need to reinterpret the location of the Carboniferous/Permian boundary are also discussed.

Keywords: biostratigraphy, palynostratigraphy, miospores, Carboniferous, Sudetes

Rola datowań biostratygraficznych w rozpoznaniu zdarzeń zapisanych w skałach, a w konsekwencji budowy geologicznej, jest niepodważalna. Wyniki badań biostratygraficznych utworów karbonu w południowo-zachodniej Polsce, przeprowadzone w ciągu ostatnich lat, przyczyniły się do lepszego poznania stratygrafii tego systemu, częściowo potwierdzając i uzupełniając wcześniejsze poglądy, częściowo wskazując na konieczność ich rewizji. Wśród metod badawczych stosowanych w biostratygrafii karbonu tego obszaru szczególne miejsce zajmują badania palinologiczne. Są one skutecznym narzędziem datowań ze względu na powszechne występowanie miospor karbońskich, zarówno w skałach pochodzenia lądowego, jak i morskiego, oraz krótkie zasięgi stratygraficzne części taksonów. Miospory w skałach karbońskich pochodzenia morskiego często współwystępują ze skamieniałościami makrofauny morskiej (np. goniatyty, ramienionogami, małżami), które zwykle są słabo zachowane, przez co ich praktyczne zastosowanie w celach biostratygraficznych jest ograniczone. Opracowanie kryteriów i schematu zonacji miosporowej karbonu Europy Zachodniej (Clayton i in., 1977), późniejsza rewizja tej zonacji i rozszerzenie na Europę Środkową (Owens i in., 2004) oraz ich powszechna implementacja spowodowały, że palinostratygrafia stała się precyzyjnym narzędziem datowania skał karbońskich, które w

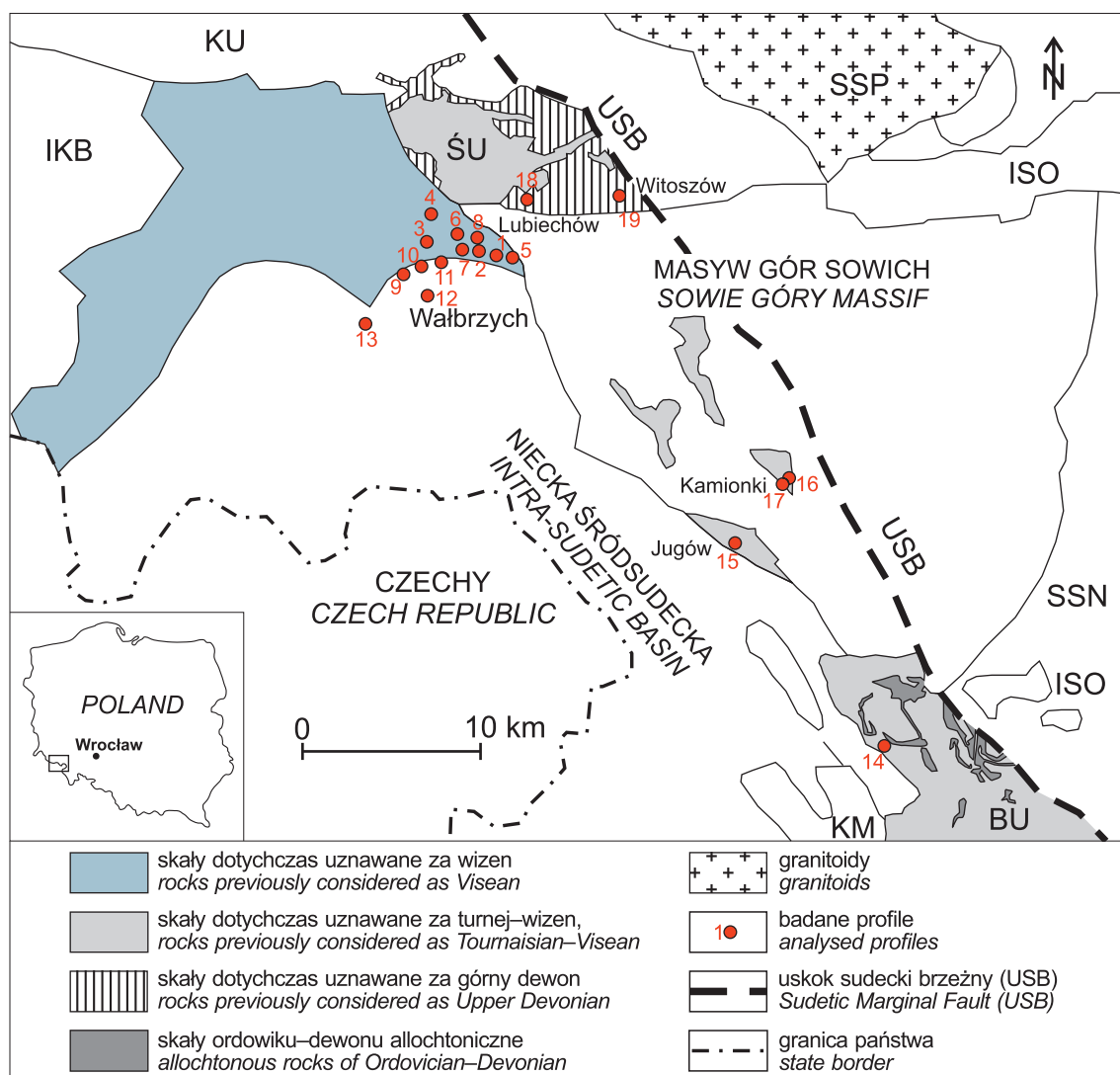
wielu przypadkach ma pierwszorzędne znaczenie praktyczne.

Przykładem skutecznego zastosowania metody palinologicznej jest wyjaśnienie niezrozumiałej wcześniej stratygrafii skał karbonu podłoża monokliny przedsudeckiej. Wyniki badań biostratygraficznych tych skał, trwających od lat 60. XX w., zarówno na podstawie występujących w nich skamieniałości makrofauny, jak i miospor, dawały sprzeczne wyniki, co podważało ich wiarygodność (patrz Górecka-Nowak, 2007). Rezultaty uzyskane w czasie nowego etapu badań palinologicznych wskazują na konieczność rewizji dotychczasowych poglądów na stratygrafię omawianych skał, przy jednoczesnym przyjęciu istotnej części wyników wcześniejszych badań palinologicznych innych autorów.

Wykazano, że profil karbonu podłoża monokliny przedsudeckiej stanowią skały od serpuchowu po stefan, które były objęte deformacją tektoniczną po westfalu C (Górecka-Nowak, 2007, 2009, 2010). Wcześniejsze sprzeczności wyjaśniono wpływem intensywnej redepozycji w czasie sedimentacji tych skał (Górecka-Nowak, 2009, 2010). Sformułowane wnioski stratygraficzne umożliwiły wyjaśnienie pozycji skał karbonu podłoża monokliny przedsudeckiej w strefie reno-hercyńskiej waryscydlów europejskich (Mazur i in., 2010).

¹ Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, ul. Cybulskiego 30, 50–204 Wrocław; anna.gorecka-nowak@uwr.edu.pl; jolanta.muszer@uwr.edu.pl; ORCID ID: A. Górecka-Nowak – 0000-0002-1731-7261; J. Muszer – 0000-0002-5753-0753

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski, ul. Jaworowa 19, 53–122 Wrocław; adrianna.macko@pgi.gov.pl; ORCID ID: 0000-0002-2693-4114



Ryc. 1. Uproszczony szkic geologiczny środkowej części Sudetów z lokalizacją badanych profili: BU – jednostka bardzka; IKB – blok izersko-karkonoski; ISO – ofiolit śródsudecki; KM – metamorfik kłodzki; KU – jednostka kaczawa metamorfiku kaczawskiego; SSN – strefa ścinania Niemczy; SSP – pluton Strzegom-Sobótka; ŚU – jednostka Świebodzic. Formacje badane w odsłonięciach: formacja ze Szczawna (1 – Ptasia Góra, 2 – Głęboki Wąwóz, 3 – Konradów, 4 – obwodnica Szczawna-Zdroju, 5 – Nowy Poniatów, 6 – Piaskowa Góra, 7 – Dworzec PKP Wałbrzych Miasto, 8 – Czarnota); formacja wałbrzyska (9 – Konradów, 10 – Biały Kamień, 11 – Szczawno-Zdrój); formacja białokamięńska (12 – Biały Kamień, 13 – otwór wiertniczy Grzędy IG 1); warstwy z Paprotni (14 – Paprotnia); warstwy sokoleckie (15 – Jugów, 16 – Kamionki 5, 17 – Kamionki 6); formacja z Pogorzały (18 – Lubiechów, 19 – Witoszów)

Fig. 1. Generalized geological sketch of the middle part of the Sudetes with locations of analysed profiles: BU – Bardo Unit; IKB – Izera-Karkonosze Block; ISO – Intra-Sudetic Ophiolite; KM – Kłodzko Metamorphic Massif; KU – Kaczawa Metamorphic Unit; SSN – Niemcza Shear Zone; SSP – Strzegom-Sobótka Pluton; ŚU – Świebodzice Unit. Formations studied in outcrops: the Szczawna Formation (1 – Ptasia Góra, 2 – Głęboki Wąwóz, 3 – Konradów, 4 – Szczawno-Zdrój bypass, 5 – Nowy Poniatów, 6 – Piaskowa Góra, 7 – Railway Station Wałbrzych Miasto, 8 – Czarnota); the Wałbrzych Formation (9 – Konradów, 10 – Biały Kamień, 11 – Szczawno-Zdrój); the Biały Kamień Formation (12 – Biały Kamień, 13 – Grzędy IG1 borehole); the Paprotnia Beds (14 – Paprotnia); the Sokolec Beds (15 – Jugów, 16 – Kamionki 5, 17 – Kamionki 6); the Pogorzała Formation (18 – Lubiechów, 19 – Witoszów)

W ostatnich latach przeprowadzono kompleksowe badania biostratygraficzne skał karbonu w środkowej części Sudetów, a więc niecce śródsudeckiej, jednostce bardzkiej oraz w masywie Gór Sowich, połączone z poszukiwaniem horyzontów chronostratygraficznych, tj. bentonitów. Objęto nimi skały uważane dotąd za górnowizeńskie (ryc. 1), zawierające skamieniałości fauny morskiej, głównie goniatyków, ramienionogów i małży. Ponadto przebadano skały namuru niecki śródsudeckiej oraz skały formacji z Pogorzały jednostki Świebodzic, uważane wcześniej za dewońskie (ryc. 1).

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie nowych datowań skał karbońskich środkowej części Sudetów na tle aktualnego stanu ich rozpoznania stratygraficznego, określenie wieku kolejnych etapów rozwoju sedymentacji oraz omówienie znaczenia geologicznego tych datowań. Zwrócono też uwagę na problem granicy karbon/permu oraz potrzebę zmiany jej lokalizacji w profilu karbonu i permu Sudetów. W artykule są stosowane środkowoeuropejskie nazwy jednostek chronostratygraficznych, których korelację z jednostkami globalnymi, podziałem na piętra brytyjskie i podziałem palinostratygraficznym przedstawiono na ryc. 2 i 3.

SUBSYSTEM	Piętra Stages		Brytyjskie podpiętra British Substages	Zonacja miosporowa Miospore zonation (Owens et al., 2004)	NIECKA ŚRÓDSUDECKA (OBSZAR WAŁBRZYCHA) INTRA-SUDETIC BASIN (WAŁBRZYCH AREA)													JED-NOSTKA BARDZKA BARDO UNIT	MASYW GÓR SOWICH GÓRY SOWIE MASSIF	
	Globalne Global	Regionalne Zach. Europy Regional W. Europe			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14	15
PENSYLVANIAN PENNSYLVANIAN	BASZKIR BASHKIRIAN	WESTFAL WESTPHALIAN	Langsettian	SS	PTASIA GÓRA GŁĘBOKI WAWÓZ KONRADÓW SZCZAWNO-ZDRÓJ OBW NOWY PONIATÓW PIASKOWA GÓRA WAŁBRZYCH MIASTO CZARNOTA KONRADÓW BIAŁY KAMIEŃ SZCZAWNO-ZDRÓJ BIAŁY KAMIEŃ GRZĘDY IG 1	WALBRZYCH MIASTO	CZARNOTA	KONRADÓW	BIAŁY KAMIEŃ	SZCZAWNO-ZDRÓJ	BIAŁY KAMIEŃ	GRZĘDY IG 1	PAPROTNIA	JUGÓW	KAMIONKI 5	KAMIONKI 6				
		NAMUR NAMURIAN	C	Yeadonian													FR			
			B	Marsdenian													KV			
				Kinderscoutian																
			A	Alportian													SO	SR		
	Chokerian	SV																		
	SERPU-CHOW SERPU-SERPU-KHOVIAN	WIZEN VISEAN	górny / Upper	Amsbergian													TK			
				Pendleian													CN	Vm		
				Brigantian													VF	Cc		
				Asbian													NM			

formacja z Wałbrzycha Wałbrzych formation
 formacja ze Szczawna i jej ekwiwalenty litologiczne w innych jednostkach Sudetów Szczawno formation and its lithologic equivalents in other units of Sudetes
 formacja z Białego Kamienia Biały Kamień formation

Ryc. 2. Pozycja stratygraficzna badanych karbońskich profili ze środkowej części Sudetów

Fig. 2. Stratigraphic position of analysed Carboniferous profiles from the middle part of the Sudetes

DOTYCHCZASOWE POGLĄDY NA STRATYGRAFIĘ KARBONU ŚRODKOWEJ CZĘŚCI SUDETÓW

Skały karbońskie w środkowej części Sudetów występują w niecce śródsudeckiej, jednostce bardzkiej i na obszarze masywu Gór Sowich, natomiast w jednostce Świebodzie ich występowanie było przedmiotem dyskusji. We wszystkich tych jednostkach litostratygrafia karbonu i stosowane kategorie jednostek o randze formacji i warstw są nieformalne. Terminem formacja zastąpiono tradycyjnie stosowane wcześniej *warstwy* bez formalnego wydzielenia tych jednostek.

Najpełniejszy profil karbonu występuje w niecce śródsudeckiej. Jest reprezentowany głównie przez skały klastyczne, miejscami węglonośne, o łącznej miąższości kilku tysięcy metrów, podzielone na formacje (ryc. 3). Skały te powstały w większości w środowisku lądowym, najczęściej fluwialnym i zawierają skamieniałości makroflory (m.in. skrzypowych, paproci, widłakowych). Wyjątkiem są skały formacji ze Szczawna, które powstały w warunkach morskich lub deltowych i zawierają skamieniałości fauny morskiej (głównie goniatyty, ramienionogi, małże, trylobity i lokalnie otwornice).

Wczesne rozpoznanie geologiczne karbonu śródsudeckiego było związane z eksploatacją pokładów węgla występujących w tych skałach w okolicy Wałbrzycha i Nowej Rudy. Początkowo do badań stratygraficznych wykorzystywano skamieniałości makroflory i makrofauny (goniatyty, ramienionogi, ślimaki), a historię kształtowania

się poglądów na temat wieku tych skał szczegółowo opisały m.in. Żakowa (1958a), Krawczyńska-Grocholska (1966) i Górecka (1969). Podział stratygraficzny pensylwanu niecki śródsudeckiej, bazujący na danych paleobotanicznych, uzupełniono datowaniem górnego wizenu na podstawie skamieniałości fauny morskiej, tj. goniatyty, ramienionogów i małży (Żakowa, 1958a, b). W powiązaniu z poglądami dotyczącymi wieku niemych paleontologicznie fragmentów profilu karbonu datowania te wyznaczyły powszechnie akceptowane przez dziesięciolecia ramy czasowe rozwoju sedymentacji karbońskiej w niecce śródsudeckiej na interwał od turneju do stefanu włącznie (m.in. Nemeč i in., 1982; Bossowski i in., 1995).

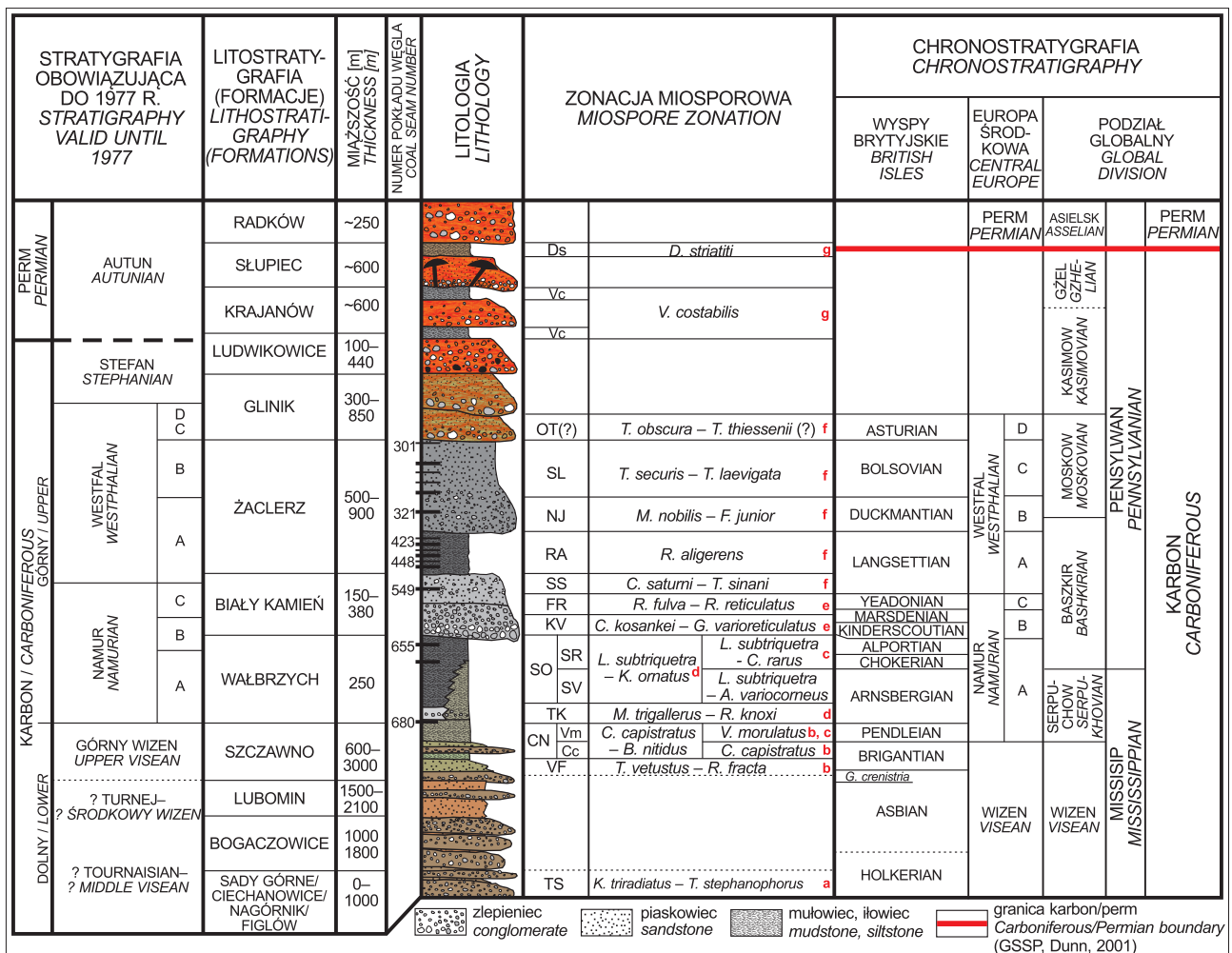
Formacja ze Szczawna do niedawna była uważana za swego rodzaju górnowizeński reper stratygraficzny w karbonie śródsudeckim, którego ekwiwalenty występują w jednostce bardzkiej (warstwy z Paprotni) oraz w masywie Gór Sowich (warstwy sokoleckie; Żakowa, 1958a, b, 1960, 1962, 1963, 1966). W niecce śródsudeckiej wiek tych skał określono głównie na podstawie skamieniałości goniatyty na poziomy Go α - γ (Żakowa, 1958a, b, 1960). W jednostce bardzkiej Żakowa (1963) na podstawie goniatyty przypisała je do poziomu *G. crenistria* (Go α), korelowanego z najwyższą częścią asbu. Późniejsze badania zespołu makroskamieniałości z różnych grup systematycznych (goniatyty, ramienionogi, małże, koralowce, trylobity) potwierdziły przynależność tych skał do górnego wizenu (Haydukiewicz, Muszer, 2002). W warstwach z Paprotni wyróżniono również horyzonty bentonitów (Kryza i in., 2011) i opisano ichnofosylia (Muszer, Haydukiewicz,

2009, 2010; Muszer, Uglik, 2013). Pozostałe skały klastyczne i wapienie missisipu jednostki bardzkiej są zgrupowane w kilka jednostek litostratygraficznych o różnym stopniu dokumentacji biostratygraficznej i reprezentują przedział turnej-wizen (patrz Haydukiewicz, Muszer 2002). Z kolei karbońskie skały klastyczne z soczewami wapieni, ze skamieniałościami morskiej fauny (goniatyty, małże, ramienionogi, koralowce), występujące w rowach tektonicznych zachodniej części masywu Gór Sowich, dotychczas były uznawane za środkowo- i górnówizeńskie (Żakowa, 1962, 1966). Najlepszą dokumentację paleontologiczną ma środkowa część tej sukcesji, tzw. warstwy soczoleckie, uważane przez Żakową (1963) za górnówizeńskie.

Istotny postęp w badaniach biostratygraficznych karbonu środkowej części Sudetów nastąpił w latach 60. ubiegłego stulecia, gdy podjęto badania palinostratygraficzne, któ-

rych wyniki uzupełniły i częściowo zmieniły wnioski na temat ich wieku (m.in. Krawczyńska-Grocholska, 1966; Górecka, 1969; Jerzykiewicz, 1973, 1975). Stan poglądów na stratygrafię karbonu śródsudeckiego przed opublikowaniem kryteriów i schematu zonacji miosporowej karbonu Europy Zachodniej (Clayton i in., 1977), których opracowanie przyczyniło się zwiększenia roli tej metody, przedstawiono na rycinie 3. Zonację miosporową karbonu zrewidowano później i rozszerzono na Europę Środkową (Owens i in., 2004), co spowodowało, że podział palinostratygraficzny jest niezwykle precyzyjny i stosowany we wszystkich późniejszych publikacjach (Górecka, 1981; Jerzykiewicz, 1987; Górecka-Nowak, 1988, 1989, 1995; Górecka-Nowak, Majewska, 2002; Turnau i in., 2002).

Istotną zmianę w poglądach na wiek skał karbońskich niecki śródsudeckiej wprowadziło datowanie palinologiczne najstarszych skał tej sukcesji przez Turnau i in. (2002).



Ryc. 3. Stratygrafia skał karbonu niecki śródsudeckiej (profil wg Bossowskiego i in., 1995, zmodyfikowany). Barwa tła na profilu odpowiada barwie skał: **GSSP** – pozycja globalnego profilu stratotypowego granicy karbon/perm. W pierwszej kolumnie przedstawiono stratygrafię stosowaną przed wprowadzeniem zonacji miosporowej karbonu Europy Zachodniej w roku 1977. Zony miosporowe datowane przez: **a** – Turnau i in. (2002) – zona TS z zonacji brytyjskiej; **b** – Muszer i in. (2016 a); **c** – Górecka-Nowak i in. (2021); **d** – Górecka-Nowak, Majewska (2002); **e** – Maćko, Górecka-Nowak (2024); **f** – Górecka-Nowak (1995); **g** – Jerzykiewicz (1987)

Fig. 3. Stratigraphy of the Carboniferous rocks of the Intra-Sudetic Basin (profile according to Bossowski et al., 1995, modified). The first column presents the stratigraphy used before the introduction of the Carboniferous miospore zonation of Western Europe in 1977. The colour of the background on the profile corresponds to the colour of rocks: **GSSP** – Global Stratotype Section and Point of the Carboniferous/Permian boundary. The miospore zones recognized by: **a** – Turnau et al. (2002) – TS Zone from the British miospore zonation; **b** – Muszer et al. (2016 a); **c** – Górecka-Nowak et al. (2021); **d** – Majewska, Górecka-Nowak (2002); **e** – Maćko, Górecka-Nowak (2024); **f** – Górecka-Nowak (1995); **g** – Jerzykiewicz (1987)

Badane skały formacji z Nagórniką zostały uznane za środkowowizeńską zonę miosporową *Knoxisporites triradiatus* – *Knoxisporites stephanophorus* (TS) w podziale brytyjskim i brytyjskie piętro holker. Oznacza to, że sedymentacja w niecce śródsudeckiej rozpoczęła się znacznie później niż przypuszczano. Skały formacji z Bogaczowic oraz formacji z Lubomina określono jako nieme paleontologicznie i dotychczas nie objęto badaniami palinologicznymi, a ich późnowizeński wiek wynika z pozycji w profilu stratygraficznym (Turnau i in., 2002).

Badania palinostratygraficzne węglonośnej formacji wałbrzyskiej przeprowadziła Krawczyńska-Grocholska (1966), datując skały w okolicy Nowej Rudy na namur A. Dużo późniejsze analizy skał tej formacji w okolicy Wałbrzycha (profile Konradów, Biały Kamień i Szczawno-Zdrój; ryc. 2) pozwoliły na wyróżnienie dwóch zon miosporowych namuru A w zonacji miosporowej Claytona i in. (1977): *Stenozonotriletes triangulus* – *Rotaspora knoxi* (TK) i *Lycospora subtriquetra* – *Kraeuselisporites ornatus* (SO; Górecka-Nowak, Majewska, 2002). Badania palinologiczne skał formacji białokamieńskiej w północno-zachodniej części niecki śródsudeckiej przeprowadziła Górecka (1969) jeszcze przed wprowadzeniem zonacji miosporowej karbonu, określając ich wiek na przedział późny namur B–wczesny westfal A. Skały węglonośnej formacji żaclerskiej (ryc. 3) zaliczono do trzech zon miosporowych: *Radiizonates aligerens* (RA), *Microreticulatisporites nobilis* – *Florinites junior* (NJ) i *Torispora securis* – *Torispora laevigata* (SL). Wskazuje to, że ich sedymentacja trwała od westfalu A do westfalu C (Górecka-Nowak, 1988, 1995), czyli znacząco dłużej niż to przyjmowano wcześniej na podstawie danych makroflorystycznych. Niepewne datowanie palinologiczne pstro zabarwionych skał formacji z Glinika na zonę *Thymospora obscura* – *Thymospora thiessenii* (?) (OT? – patrz ryc. 3), korelowaną z westfalem D (asturem), zamyka profil westfalu śródsudeckiego (Górecka-Nowak, 1995).

Powyżej formacji z Glinika zalegają miększe skały klastyczne o barwie czerwono-brunatnej, należące do formacji z Ludwikowic, która jest uważana za najmłodszą jednostkę litostratygraficzną karbonu (Nemec i in., 1982; Bossowski i in., 1995). Występujące powyżej skały klastyczne, również o barwie czerwono-brunatnej, zalicza się do dwóch formacji: z Krajanowa i ze Słupca, które są uznawane za permskie. Dodatkowo w profilu formacji ze Słupca występują skały wulkaniczne i wulkanoklastyczne. W górnej części profilu każdej z tych trzech formacji występują poziomy skały drobnoziarnistych o szarym zabarwieniu, które zawierają zespoły miospor. Są to odpowiednio dolny i górny poziom łupków antrakozjowych oraz łupki walchiowe, kończące profil formacji ze Słupca (ryc. 3). Wiek tych skał był przedmiotem dyskusji. Wyniki badań palinostratygraficznych łupków antrakozjowych Góreckiej (1981) i Góreckiej-Nowak (1989) wskazują na ich przynależność do stefanu, natomiast Jerzykiewicz (1973, 1975) uznała je za permskie. Następnie Jerzykiewicz (1987) zaliczyła oba poziomy łupków antrakozjowych do zony miosporowej *Vittatina costabilis* (Vc), a łupki walchiowe do zony *Dissaticites striatiti* (Ds). Autorka ta uważała obie wyróżnione zony za autuńskie zgodnie z korelacją zonacji miosporowej z podziałem chronostratygraficznym według Claytona i in. (1977), a granicę karbon/perm postawiła w górnej części

profilu formacji z Ludwikowic, poniżej dolnego poziomu łupków antrakozjowych.

W jednostce Świebodzie wyróżnienie skał karbońskich było problematyczne. W starszej literaturze wiek skał mułowcowych formacji z Pogorzały był przedmiotem kontrowersji, ponieważ zaliczono je do dewonu lub karbonu (patrz Pluta, Górecka-Nowak, 2018). Po włączeniu ich do górnego dewonu przez Gunię (1968) dyskusja na temat ich wieku wygasła na wiele lat. Natomiast formacje z Książa i Chwaliszowa, pomimo braku istotnej dokumentacji biostratygraficznej, włączano do dolnej części karbonu, gdyż uważano, że zalegają ponad formacją z Pogorzały (patrz Pluta, Górecka-Nowak, 2018).

NOWE WYNIKI BADAŃ BIOSTRATYGRAFICZNYCH KARBONU ŚRODKOWEJ CZĘŚCI SUDETÓW

Przeprowadzone w ostatnich latach kompleksowe badania litostratygraficzne i biostratygraficzne (makrofaunistyczne, mikrofaunistyczne, makroflorystyczne, palinostratygraficzne i ichnologiczne) skał formacji ze Szczawna wniosły nowe, zaskakujące dane (Muszer i in., 2016a, b; Wierna i in., 2019; Muszer, 2020a; Górecka-Nowak i in., 2021). W części profili (Ptasia Góra, Szczawno-Zdrój obwodnica i Konradów) po raz pierwszy znaleziono warstwy bentonitowe (Kryza i in., 2013) i precyzyjnie oznaczono wiek bentonitu z profilu Ptasia Góra na $334,125 \pm 0,085$ Ma (Muszer i in., 2016a).

Spośród wszystkich badanych grup skamieniałości, wśród których nie stwierdzono obecności konodontów, to miospory wyróżniały się jako grupa umożliwiająca najbardziej precyzyjne datowanie. Po raz pierwszy przeprowadzono badania palinologiczne skał formacji ze Szczawna z okolicy Wałbrzycha i ich wyniki wykazały, że zawierają one asocjacje miosporowe wskazujące na zróżnicowany wiek, zwykle młodszy niż wnioskowała Żakowa (1958a). Późnowizeński wiek skał formacji ze Szczawna potwierdzono jedynie w skałach profilu z Ptasiej Góry, reprezentujących zonę *Tripartites vetustus* – *Rotaspora fracta* (VF) lub dolną część zony *Cingulizonates capistratus* – *Bellisporites nitidus* (CN), tj. subzonę *C. capistratus* (Cc), korelowaną z najwyższym wizenem. Skały formacji ze Szczawna w profilach w Konradowie, Głębokim Wąwozie, Nowym Poniatowie, obwodnica Szczawno-Zdrój, w dolnej części profilu z Piaskowej Góry oraz dolnej części profilu Dworzec PKP Wałbrzych Miasto reprezentują subzonę *Verrucosporites morulatus* (Vm), odpowiadającą dolnej części namuru A (ryc. 2). Jeszcze młodsze okazały się skały z profilu na wzgórzu Czarnota, należące do środkowej części namuru A – zony *Mooreisporites trigallerus* – *Rotaspora knoxi* (TK). Natomiast górna część profilu Dworzec PKP Wałbrzych Miasto oraz górna część profilu Piaskowa Góra ujawniły występowanie zespołu miospor charakterystycznych dla dolnej części zony *Lycospora subtriquetra* – *Kraeuselisporites ornatus* (SO), co odpowiada górnej części namuru A (ryc. 2).

Należy zauważyć, że wyniki uzyskane na podstawie badań skamieniałości makrofauny (goniatyty, ramienionogi, małże) są spójne z opisanymi wynikami badań palinologicznych, choć mniej precyzyjne. Wcześniejsze, mało dokładne lub niepoprawne oznaczenie wieku tych skał jako późnowizeński (Żakowa, 1958a, b, 1960, 1962, 1963,

1966) należy wiązać ze zwykle słabym stanem zachowania skamieniałości makrofauny i późniejszą rewizją zasięgów stratygraficznych niektórych taksonów w kierunku rozszerzenia ich na serpuchow (patrz Muszer i in., 2016a; Górecka-Nowak i in., 2021). Dodatkowo prawdopodobnym czynnikiem, mającym wpływ na błędne wnioski stratygraficzne, była nie zawsze rozpoznana redepozycja (Muszer i in., 2016b). Uwagi te dotyczą również wyników badań biostratygraficznych skał karbońskich z jednostki bardzkiej i masywu Gór Sowich.

Nowym etapem badań objęto też skały formacji wałbrzyskiej i białokamięńskiej w niecce śródsudeckiej. Górecka-Nowak i in. (2021) udokumentowali w skałach wyższej części formacji wałbrzyskiej subzonę *Lycospora subtriquetra* – *Cirratriradites rarus* (SR) zony *Lycospora subtriquetra* – *Kraeuselisporites ornatus* (SO) według Owensa i in. (2004). Wyniki ponownych badań palinostratygraficznych skał formacji białokamięńskiej wykazały obecność w obrębie tej formacji dwóch zon miosporowych: *Crassispora kosankei* – *Grumosisporites varioreticulatus* (KV) i *Raistrickia fulva* – *Reticulatisporites reticulatus* (FR), odpowiadających dolnej części pensylwanu (profil Biały Kamień; ryc. 2), czyli interwałowi od najwyższego namuru A do namuru C włącznie (Maćko, Górecka-Nowak, 2024). W ramach tych badań nie udało się udokumentować w odsłonięciach powierzchniowych, skąd pobierano próbki, najwyższej części profilu tej formacji. Była ona wcześniej nawiercona otworem wiertniczym Grzędy IG 1 i została zaliczona do zony miosporowej *Cirratriradites saturni* – *Triquitrites sinani* (SS; ryc. 2), korelowanej z dolną częścią westfalu A (Górecka-Nowak, 1995). Precyzyjne datowania palinostratygraficzne skał formacji wałbrzyskiej i białokamięńskiej (Górecka-Nowak i in., 2021; Maćko, Górecka-Nowak, 2024) pozwoliły na jednoznaczne stwierdzenie braku ewidencji luk stratygraficznych w skałach namurskich.

Badaniami biostratygraficznymi objęto też skały karbońskie jednostki bardzkiej i masywu Gór Sowich, uważane za ekwiwalenty formacji ze Szczawna. W jednostce bardzkiej są to skały warstw z Paprotni, z odsłonięcia na wzgórzu o tej samej nazwie (ryc. 1, 2), z bentonitami datowanymi radiometrycznie na 334 ± 3 Ma (Kryza i in., 2011) oraz $335,333 \pm 0,093$ Ma (Muszer i in., 2016a), co wskazuje na przynależność do górnego asbu. Uzyskane wyniki badań palinologicznych pozwoliły zaliczyć dolną i środkową część profilu warstw z Paprotni do zony miosporowej *Tripertites vetustus* – *Rotaspora fracta* (VF), korelowanej z pograniczem asbu i brygantu. Z kolei górna część tego profilu należy do subzony *Cingulizonates cf. capistratus* (Cc), będącej najmłodszą zoną miosporową wizenu, co świadczy o obecności luki stratygraficznej obejmującej znaczną część zony VF (Górecka-Nowak, Muszer, 2011).

Nowe badania biostratygraficzne utworów karbonu w masywie Gór Sowich objęły warstwy sokoleckie w rejonie Jugowa oraz Kamionek (ryc. 1, 2). Na podstawie goniatów, małży i otwornic z rejonu Jugowa rozszerzono przedział wiekowy tych skał na późny wizen–namur oraz opisano mikromorficzne ramienionogi (Muszer, 2014). Metoda palinostratygraficzna okazała się bardziej precyzyjna i na podstawie oznaczonych zespołów miospor badane skały włączono do zony *Lycospora subtriquetra* – *Kraeuselisporites ornatus* (SO), odpowiadającej górnej części namuru A. Profile warstw sokoleckich z Kamionek

zaliczono natomiast do zony miosporowej *Raistrickia fulva* – *Reticulatisporites reticulatus* (FR), która jest korelowana z górną częścią namuru B i namurem C (Muszer i in., 2016a).

W ostatnich latach przeprowadzono też badania biostratygraficzne mułowców formacji z Pogorzały z południowej części jednostki Świebodziec. Wyniki badań palinologicznych mułowców z okolicy Lubiechowa (ryc. 1) wykazały, że występują w nich liczne miospory karbońskie. Tworzą one mieszany zespół, którego wiek określono na późny wizen–wczesny namur A, jednak bez możliwości wskazania przynależności do zony miosporowej (Pluta, Górecka-Nowak, 2018). Badania ichnologiczne skał tej formacji w okolicy Witoszowa ujawniły występowanie wśród ichnofosyliów przewodniego dla missisipu ichnotaksonu *Dicthyodora liebeana*, co potwierdza wczesnokarboński wiek tych skał (Muszer, 2020b).

ZNACZENIE GEOLOGICZNE NOWYCH WYNIKÓW BADAŃ

Uzyskane nowe datowania skał karbonu środkowej części Sudetów ujawniają nieznane dotąd aspekty sedymentacji skał w późnym wizenie i wczesnym namurze. W powiązaniu z wcześniejszymi wynikami badań biostratygraficznych pozwalają one na uporządkowanie etapów rozwoju sedymentacji karbonu na tym terenie.

Sedymentacja w niecce śródsudeckiej rozpoczęła się w środkowym wizenie – tuż po jej uformowaniu się jako zapadlisko śródgórskie. Powstawały wtedy mięszsze skały gruboklastyczne, które osadzały się w środowisku lądowym. Po pewnym czasie na teren środkowej części Sudetów wkroczyło morze. Skały powstałe w tym morzu, w przewodzie klastyczne ze skamieniałościami morskiej fauny, występują w niecce śródsudeckiej, jednostce bardzkiej, w rowach tektonicznych w masywie Gór Sowich i, jak się okazało, w jednostce Świebodziec. Wyniki ich datowania palinologicznego wskazują, że są wyraźnie diachroniczne i reprezentują dość szeroki przedział wiekowy – od późnego wizenu w przypadku skał formacji ze Szczawna w części niecki wałbrzyskiej oraz warstw z Paprotni w jednostce bardzkiej, do późnego namuru A w części lokalizacji w rejonie Wałbrzycha i Jugowa, a w okolicy Kamionek nawet do późnego namuru (ryc. 2). Do tej grupy skał należy zaliczyć również datowane na późny wizen–wczesny namur A mułowce ze skamieniałościami morskiej fauny z południowej części jednostki Świebodziec, które wcześniej uznawano za górnodewońskie.

Wycofanie się morza z Sudetów nastąpiło w namurze i było stopniowe. Warunki morskie w części niecki wałbrzyskiej utrzymywały się do końca namuru A, a na obszarze masywu Gór Sowich w okolicy Kamionek nawet do późnego namuru. Jednocześnie w innej części niecki wałbrzyskiej w namurze A trwała sedymentacja w środowisku lądowym (fluwialnym) skał węglonośnych formacji wałbrzyskiej, której kontynuacją było osadzenie się w namurze B i C gruboklastycznych skał formacji białokamięńskiej. Oznacza to również, że sedymentacja tych namurskich skał pochodzenia lądowego, miejscami z pokładami węgla kamiennego, odbywała się w bliskim sąsiedztwie morza.

Należy zauważyć, że wcześniej z granicą pomiędzy formacjami ze Szczawna i wałbrzyską, uważaną wówczas

za granicę wizen/namur, wiązano lukę stratygraficzną spowodowaną wpływem fazy sudeckiej (Dathe, 1901, 1904; Bederke, 1929; Oberc, 1957, patrz Górecka-Nowak i in., 2021). Według nowych datowań granica między tymi formacjami jest diachroniczna i przebiega w obrębie namuru A, a udokumentowanie w okolicy Wałbrzycha w skałach tych dwóch formacji kolejnych zon mioporowych wyklucza występowanie pomiędzy nimi luki (ryc. 2). Inną ważną kwestią jest, że w obrębie formacji wałbrzyskiej, a konkretnie pomiędzy subzonami SV i SR, przebiega tzw. granica śródkarbońska, rozdzielająca missisip i pensylwan. W niecce śródsudeckiej granica ta nie jest zauważalna w zapisie litologicznym.

Udokumentowanie kolejnych zon mioporowych na pograniczu formacji wałbrzyskiej i białokamięskiej zaprzecza obecności luki stratygraficznej również pomiędzy tymi formacjami, co było wcześniej sugerowane i wiązane z wpływem fazy kruszczogórskiej (Bubnoff, 1924; Berg, 1925; Schober, 1933, patrz Górecka, 1969). W skałach westfalskich karbonu śródsudeckiego zidentyfikowano kolejne zony mioporowe. Wskazuje to, że w interwale od górnego wizenu do westfalu C (lub D?) nie występują luki stratygraficzne. Łądowe warunki sedimentacji w niecce śródsudeckiej utrzymywały się do końca karbonu.

Odrębnym zagadnieniem, mającym wpływ na poglądy na wiek skał pogranicza karbonu i permu niecki śródsudeckiej, są dane wynikające z badań palinologicznych skał globalnego stratotypu granicy (GSSP) karbon/perm w Aidaralasz w Kazachstanie. Wykazały one, że granica ta przebiega w obrębie zony mioporowej *Disaccites striatiti* (Ds; Dunn, 2001), co zmienia wcześniejszy sposób korelacji zonacji mioporowej z podziałem chronostratygraficznym (ryc. 3). Zagadnienie to jest znaczące dla stratygrafii skał karbonu i permu niecki śródsudeckiej, ponieważ ta graniczna zona Ds została udokumentowana w skałach poziomu łupków walchiowych, stanowiących górną część profilu formacji ze Słupca (Jerzykiewicz, 1987). Konsekwencją zastosowania w niecce śródsudeckiej kryterium wyznaczenia granicy C/P, wynikającego z badań palinologicznych skał globalnego stratotypu tej granicy (GSSP; Dunn, 2001), jest potrzeba przesunięcia tej granicy do poziomu łupków walchiowych. Powoduje to włączenie do pensylwanu formacji z Krajanaowa i części formacji ze Słupca, leżącej poniżej łupków walchiowych. Zagadnienie to wymaga weryfikacji, również w kontekście nowych wyników badań geochronologicznych tufów ryolitowych Gór Suchych (Awdankiewicz i in., 2024).

Doniosłe znaczenie ma datowanie na missisip skał południowej części jednostki Świebodziec, uważanych wcześniej za górnodewońskie. Kwestionuje ono przyjmowany od lat pogląd na ramy czasowe sedimentacji w tej jednostce, zwracając jednocześnie uwagę na prawdopodobnie większe, niż to się przyjmuje, znaczenie procesów redepozycji. Jednocześnie udokumentowanie karbońskiego wieku skał osadowych tej jednostki, wcześniej uważanych za górnodewońskie, wyjaśnia ich bliskie sąsiedztwo ze zmetamorfizowanymi skałami dewońskimi jednostki kaczawskiej, co wcześniej było trudne do pogodzenia. W świetle tych faktów konieczne jest wznowienie badań geologicznych i dyskusji nad modelem rozwoju jednostki Świebodziec (patrz Pluta, Górecka-Nowak, 2018; Muszer, 2020b). Datowanie karbonu w tej jednostce przyczyni się do rewizji jej pozycji w budowie geologicznej Sudetów.

Autorki serdecznie dziękują za recenzje tego artykułu Panom Januszowi Jureczce (PIG-PIB) oraz Mikołajowi Zapalskiemu (Uniwersytet Warszawski). Uwagi i propozycje zmian zasugerowane przez Recenzentów przyczyniły się do tego, że artykuł jest lepszy. Badania, których wyniki opisano w niniejszym artykule, przeprowadzono w Zakładzie Geologii Stratygraficznej Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego i sfinansowano z funduszu grantu *Bentonity jako chronohoryzonty w wiezienie Sudetów* (NCN 2011/01/B/ST10/05112) oraz funduszy na badania statutowe ING UW.

LITERATURA

- AWDANKIEWICZ M., PAŃCZYK M., PLOCH I., RACZYŃSKI P., AWDANKIEWICZ H., GÓRECKA-NOWAK A., PAWLAK W., PERYT T. 2024 – Timing of post-orogenic silicic volcanism in the eastern part of the European Variscides: constraints from SHRIMP U–Pb zircon study of the Permo–Carboniferous Góry Suche Rhyolitic Tuffs (the Intra Sudetic Basin). *International Journal of Earth Sciences*, <https://doi.org/10.1007/s00531-024-02474-y>
- BOSSOWSKI A., IHNATOWICZ A., MASTALERZ K., KUROWSKI L., NOWAK G. J. 1995 – Lithostratigraphy and sedimentologic-paleogeographic development. Intra-Sudetic Depression. [W:] Zdanowski A., Żakowa H. (red.), *The Carboniferous System in Poland*. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, CXLVIII: 142–147.
- CLAYTON G., COQUEL R., DOUBINGER J., GUEINN K.J., LOBOZIAK S., OWENS B., STREEL M. 1977 – Carboniferous mioporos of Western Europe: illustration and zonation. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst* 29: 3–5.
- DUNN M. T. 2001 – Palynology of the Carboniferous–Permian boundary stratotype, Aidaralash Creek, Kazakhstan. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 116: 175–194.
- GÓRECKA T. 1969 – Stratygrafia warstw z Białego Kamienia w północno-zachodniej części niecki śródsudeckiej na podstawie badań palinologicznych. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 230: 167–292.
- GÓRECKA T. 1981 – Wyniki badań palinostratygraficznych najmłodszego karbonu z obszaru Dolnego Śląska. *Prace Naukowe Instytutu Górniczo-Politechniki Wrocławskiej*, 40. Monografie, 19: 1–58.
- GÓRECKA-NOWAK A. 1988 – Palinostratygrafia osadów górnokarbońskich z otworu wiertniczego Grzędy IG 1 (północna część depresji śródsudeckiej). *Geologia Sudetica*, 23 (1): 103–119.
- GÓRECKA-NOWAK A. 1989 – Późnokarbońskie zespoły sporo-pyłkowe z profilu otworu wiertniczego Unisław Śl. IG 1 (depresja śródsudecka). *Prace Naukowe Instytutu Górniczo-Politechniki Wrocławskiej*, 52. *Stud. i Mat.*, 19: 52–77.
- GÓRECKA-NOWAK A. 1995 – Palinostratygrafia osadów westfalskich północno-zachodniej części depresji śródsudeckiej. *Acta Universitatis Wratislaviensis*, 1583, *Prace Geologiczno-Mineralogiczne*, 40: 1–156.
- GÓRECKA-NOWAK A. 2007 – Palynological constrains on the age of Carboniferous clastic succession of western Poland. *Geological Quarterly*, 51 (1): 39–56.
- GÓRECKA-NOWAK A. 2009 – Palynological data from the Siciny IG 1 and Marcinki IG 1 boreholes and their significance in the recognition of the Carboniferous succession of SW Poland. *Geological Quarterly*, 53 (2): 167–186.
- GÓRECKA-NOWAK A. 2010 – Complementary data on the palynostratigraphy of the Carboniferous succession of SW Poland. *Geological Quarterly*, 54 (3): 337–356.
- GÓRECKA-NOWAK A., MAJEWSKA M. 2002 – Remarks on palynostratigraphy of the Namurian Wałbrzych Formation in the northern part of the Intrasudetic Basin (SW Poland). *Geological Quarterly*, 46 (2): 101–115.
- GÓRECKA-NOWAK A., MUSZER J. 2011 – Palynology of the upper Viséan Paprotnia Beds (Bardo Unit, Polish Sudetes). *Geological Quarterly*, 55 (2): 165–180.
- GÓRECKA-NOWAK A., JANKOWSKA A., MUSZER J. 2021 – Age revision of the Carboniferous rocks from the northern part of the Intra-Sudetic Basin based on the miopore data (SW Poland). *Geological Quarterly*, 65 (8): 1–14.
- GUNIA T. 1968 – Fauna, stratygrafia i warunki sedimentacji górnego dewonu depresji Świebodziec. *Geologia Sudetica*, 4: 115–220.
- HAYDUKIEWICZ J., MUSZER J. 2002 – Offshore to onshore transition in the Upper Viséan paleontological record from the Paprotnia section (Bardo Mts., West Sudetes). *Geologia Sudetica*, 34: 17–38.
- JERZYKIEWICZ J. 1973 – Wstępne wyniki badań mikroflorystycznych nad pozycją stratygraficzną łupków antrakozjowych (depresja śródsudecka). *Kwartalnik Geologiczny*, 17 (3): 285–292.

- JERZYKIEWICZ J. 1975 – Zespoły sporowo-pyłkowe z pogranicza karbonu i permu okolic Okrzeszyna. *Kwartalnik Geologiczny*, 19 (3): 559–567.
- JERZYKIEWICZ J. 1987 – Latest Carboniferous (Stephanian) and Permian (Autunian) Palynological Assemblages from the Intrasudetic Basin, Southwestern Poland. *Palynology*, 11: 117–131.
- KRAWCZYŃSKA-GROCHOLSKA 1966 – Namur Zagłębia Noworudzkiego w świetle badań sporowych. *Geologia Sudetica*, 2: 323–401.
- KRYZA R., MUSZER J., HAYDUKIEWICZ J., AUGUST C., JURASIK M., RODIONOV N. 2011 – A SIMS zircon age for a biostratigraphically dated Upper Visean (Asbian) bentonite in the Central – European Variscides (Bardo Unit, Polish Sudetes). *International Journal of Earth Sciences*, 100: 1227–1235 (published on line 2010).
- KRYZA R., MUSZER J., AUGUST C., GÓRECKA-NOWAK A. 2013 – Carboniferous (Mississippian) bentonites in the Sudetes (SW Poland): preliminary results of field and laboratory investigations. *Miner. Spec. Pap.* 41: 53. XXth Ann. Meet. Petrol. Gr. Miner. Soc. Pol. “From the deep Earth to the humans's environment”, Niemcza, Poland, 17–20 October 2013.
- MAČKO A., GÓRECKA-NOWAK A. 2024 – New palynostratigraphic data from the Namurian Biały Kamień Formation in the northern part of the Intra-Sudetic Basin (SW Poland). *Geological Quarterly* 68, 32; <http://dx.doi.org/10.7306/gq.1760>.
- MAZUR S., ALEKSANDROWSKI P., TURNIAK K., KRZEMIŃSKI L., MASTALERZ K., GÓRECKA-NOWAK A., KUROWSKI L., KRZYWIEC P., ŻELAŻNIEWICZ A., FANNING M. C. 2010 – Uplift and late orogenic deformation of the Central European Variscan belt as revealed by sediment provenance and structural record in the Carboniferous foreland basin of western Poland. *International Journal of Earth Sciences*, 99: 47–64.
- MUSZER J. 2014 – A new species of Lambdarina (Rhynchonellida, Brachiopods) from the Visean of central Sudetes (Poland) and its phylogenetic position. *Acta Geologica Polonica*, 64 (1): 1–12.
- MUSZER J. 2020a – Trace fossils from the Mississippian of the Piaskowa Góra section (the Intra-Sudetic Basin, SW Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 90: 195–213.
- MUSZER J. 2020b – First discovery of Mississippian trace fossils in the Świebodzice Unit from the Witoszów region (SW Poland). *Geological Quarterly*, 64 (4): 838–860.
- MUSZER J., HAYDUKIEWICZ J. 2009 – Occurrence of the trace fossil Zoophycos from the Upper Visean Paprotnia Beds of the Bardo Structural Unit (Sudetes, SW Poland). *Geologia Sudetica*, 41: 57–66 (published in 2010).
- MUSZER J., HAYDUKIEWICZ J. 2010 – First Paleozoic Zoophycos trace fossils from the Sudetes (the Bardo Unit). *Geological Quarterly*, 54 (3): 381–384.
- MUSZER J., UGLIK M. 2013 – Palaeoenvironmental reconstructions of the Upper Visean Paprotnia Beds (Bardo Unit, Polish Sudetes) using ichnological and palaeontological data. *Geological Quarterly*, 57 (3): 365–384.
- MUSZER J., GÓRECKA-NOWAK A., KRYZA R., AUGUST C. 2016a – New date on biostratigraphy and chronostratigraphy of the Carboniferous sediments in Sudetes. [W:] Pawłowska K., Pawłowski D. (red.), XXIII Konf. Nauk. Sekcji Paleont. Pol. Tow. Geol.: 73–74.
- MUSZER J., KRÓLEWIECKA K., STRZODA A. 2016b – Redepozycja górnego wizenu w osadach namuru Sudetów na przykładzie Konradowa i Jugowa. [W:] Pawłowska K., Pawłowski D. (red.), XXIII Konf. Nauk. Sekcji Paleont. Pol. Tow. Geol.: 75–76.
- NEMEC W., POREBSKI, S.J., TEISSEYRE A.K. 1982 – Explanatory notes to the lithotectonic molasses profile of the Intra-Sudetic Basin, Polish Part (Sudety Mts., Carboniferous–Permian) (Comment to Annex 23). *Veröff. Zentralinst. Physik der Erde*, 66: 267–278.
- OWENS B., MCLEAN D., BODMAN D. 2004 – A revised palynozonation of British Namurian deposits and comparison with eastern Europe. *Micropaleontology*, 50 (1): 89–100.
- PLUTA K., GÓRECKA-NOWAK A. 2018 – Miospore evidence for the Carboniferous age of rocks from the Świebodzice Unit (Sudetes, SW Poland). *Geological Quarterly*, 68 (1): 120–133.
- TURNAU E., ŻELAŻNIEWICZ A., FRANKE W. 2002 – Middle to early late Visean on set late orogenic sedimentation in the Intra-Sudetic Basin, West Sudetes: miospores evidence and tectonic implication. *Geologia Sudetica*, 34: 9–16.
- WIERNA E., MUSZER J., GÓRECKA-NOWAK J. 2019 – Rewizja wieku skał mississippu z profili Głęboki Wąwóz i Czarnota (niecka wałbrzyńska). W: Muszer J., Chrzastek A., Niedźwiedzki R. (red.), XXIV Konf. Nauk. Sekcji Paleont. Pol. Tow. Geol. „Od prekambru do holocenu – zmiany bioróżnorodności zapisane w skałach”, Wrocław, Długopole Górne 11–14 września 2019 r.: 85–86.
- ŻAKOWA H. 1958a – Biostratygrafia utworów morskich dolnego karbonu z obszaru Wałbrzycha Miasto na Dolnym Śląsku. *Prace Instytutu Geologicznego*, 19: 10–16.
- ŻAKOWA H. 1958b – Górny wizen dolnokarbońskiej niecki śródsudectkiej. *Kwartalnik Geologiczny*, 2 (3): 609–625.
- ŻAKOWA H. 1960 – Górny wizen z Konradowa koło Wałbrzycha. *Kwartalnik Geologiczny*, 4 (2): 331–347.
- ŻAKOWA H. 1962 – Dolny karbon z Kamionek (Góry Sowie). *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 173 (10): 169–277.
- ŻAKOWA H. 1963 – Stratygrafia i zasięgi fałdalne dolnego karbonu w Sudetach. *Kwartalnik Geologiczny*, 7: 73–94.
- ŻAKOWA H. 1966 – Poziom Goniatites crenistria Phill. w okolicy Sokolca i Jugowa u podnóży Gór Sowich (Sudety Środkowe). *Prace Instytutu Geologicznego*.

Praca wpłynęła do redakcji 12.02.2025 r.
Akceptowano do druku 13.04.2025 r.