

## Wstępna charakterystyka mineralogiczna czarnych łupków antrakozjowych z obszaru synklinorium śródsudeckiego

Patrycja Wójcik-Tabol<sup>1</sup>, Jolanta Dąbek<sup>1</sup>, Grzegorz J. Nowak<sup>2</sup>



P. Wójcik-Tabol J. Dąbek

G.J. Nowak

**Preliminary mineralogical characteristics of the Anthracosia Shales from the Intra-Sudetic Synclinorium.** *Prz. Geol.*, 69: 389–392; doi: 10.7306/2021.23

*A b s t r a c t.* Anthracosia Shales within the Pennsylvanian–Lower Permian continental succession from the Intra-Sudetic Synclinorium are lacustrine sediments, represented by black shales intercalated with sandstones/mudstones. Mineral composition of each lithology consists of quartz, feldspar, mica, clay minerals (including kaolinite, the content of which decreases upward the section), and carbonates (calcite and siderite). The section is a continuous record of reduction and rise in terrigenous input. Mineral detritus is least weathered in the uppermost part of the Anthracosia Shales. The sedimentation occurred under dysoxic conditions that were ventilated by bottom currents.

**Keywords:** Carbon, Intra-Sudetic Synclinorium, lacustrine black shales, siderite, kaolinite

W wyniku orogenezy waryscyjskiej doszło do rozwoju licznych kontynentalnych basenów centralnej Europy. Jeziora są powszechnie spotykanym elementem środowisk kontynentalnych, a ich obecność została zaznaczona karbońsko-permskimi łupkami jeziornymi znanymi m.in. z obszarów Czech (Lojka i in., 2010) i Polski (Dziedzic, 1961; Mastalerz, Nehyba, 1997). Facje jeziorne występujące w karbońsko-permskiej sukcesji synklinorium śródsudeckiego są znane jako łupki antrakozjowe. Ze względu na wzbogacenie w materię organiczną (MO) dotychczasowe badania łupków antrakozjowych skupiały się na petrologicznej klasyfikacji MO oraz próbie oszacowania ich potencjału węglowodorowego na podstawie wyników badań petrograficznych, palinologicznych i geochemicznych materii organicznej (Nowak, 1998, 2003, 2007, 2011).

Łupki antrakozjowe z synklinorium śródsudeckiego (SŚ) nie były dotychczas badane metodami mineralogiczno-geochemicznymi, których wyniki, w korelacji z wynikami przeprowadzonych badań materii organicznej, mogłyby się przyczynić do bardziej szczegółowego rozpoznania środowiska (subśrodowisk) ich powstania. W tym celu podjęto badania składu mineralnego skał poziomu łupków antrakozjowych, w tym facji czarnych łupków, dla których wcześniej wykonano badania MO oraz skał niżej i wyżej ległych. Wyniki badań zawartości minerałów węglanowych metodą Scheiblera uszczegółowiono wynikami dyfraktometrii rentgenowskiej i skorelowano z wartościami podatności magnetycznej.

### BUDOWA GEOLOGICZNA

Odwiercony otwór Rybnica Leśna PIG 1 jest zlokalizowany na obszarze SŚ, będącego synklinalną jednostką o przebiegu NW–SE (ryc. 1). Powstanie opisywanej jednostki geologicznej jest związane z orogenezą waryscyjską, a jej ostateczne ukształtowanie jest wynikiem ruchów późnoalpejskich.

Synklinorium śródsudeckie wypełniają skały karbonu, permu, triasu i górnej kredy, pomiędzy którymi występują liczne luki stratygraficzne oraz lokalne niezgodności kątowe (Nemec i in., 1982). Łupkami antrakozjowymi nazywane są facje jeziorne występujące w obrębie lądowej sukcesji wulkaniczno-osadowej pensylwanu i dolnego permu (Awdankiewicz i in., 2003; Bossowski, Ilnatowicz, 2006). Łupki antrakozjowe są zaliczane do najwyższego pensylwanu lub najniższego autunu, chociaż ich dokładny wiek wciąż stanowi przedmiot dociekań naukowych (Górecka, 1981; Jerzykiewicz, 1987; Górecka-Nowak, 1989, 1995). Tradycyjnie wyodrębniane dwa poziomy łupków antrakozjowych nie występują we wszystkich profilach sekwencji pensylwańsko-permskiej. Nie tworzą też regularnych horyzontów, występują raczej jako płaskie ciała soczewkowane o zmiennej miąższości od 20 cm do 70 m (średnio kilka metrów) i ograniczonej rozciągłości.

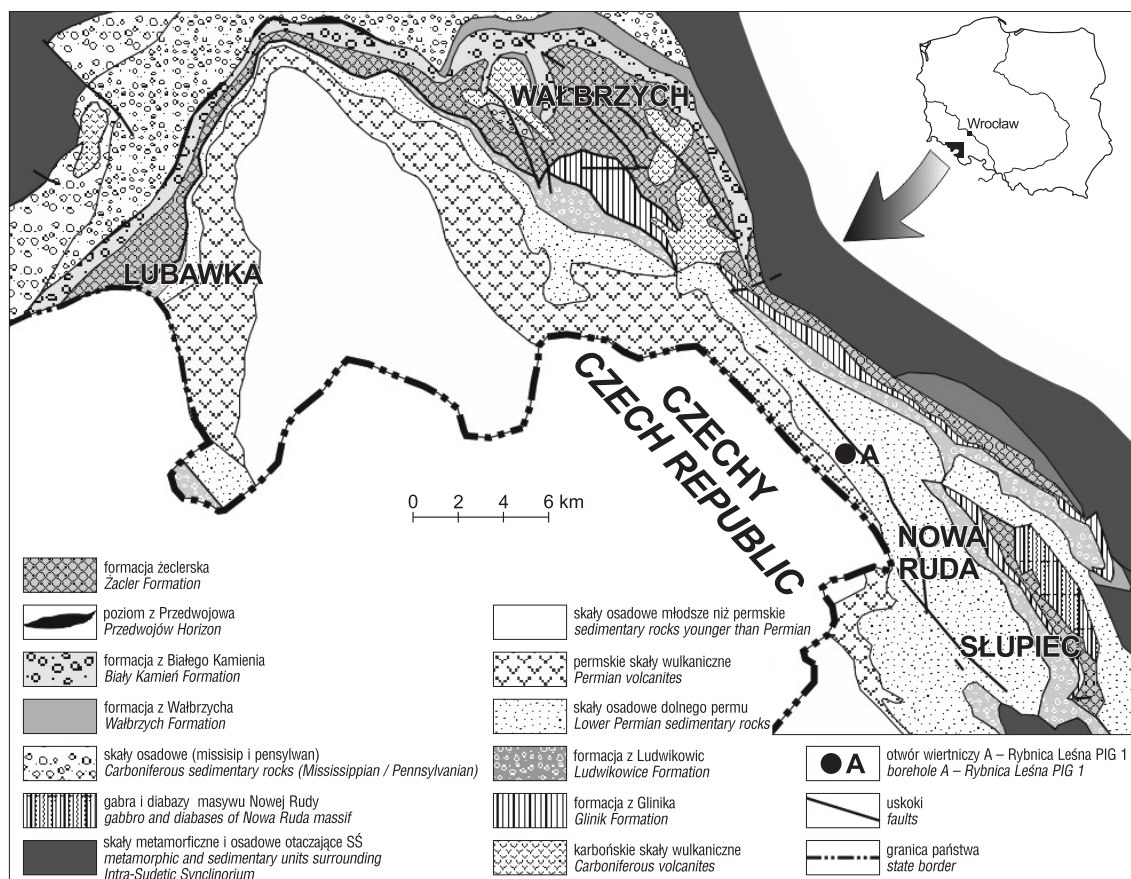
Łupki antrakozjowe składają się z naprzemiennych szarych piaskowców/mułowców i łupków ilastych (Dziedzic, 1961; Bossowski, Ilnatowicz, 1994). W opisywanych skałach stwierdzono również cienkie warstwy węgla oraz wkładki wapieni bitumicznych. Cechą charakterystyczną łupków antrakozjowych jest ich szaroczarńa barwa, która wynika ze stosunkowo wysokiej zawartości materii organicznej.

### MATERIAŁ I PROCEDURY BADAWCZE

Obiektem wykonanych badań mineralogicznych były łupki antrakozjowe nawiercone w otworze wiertniczym Rybnica Leśna PIG 1 w północno-wschodnim skrzydle synklinorium śródsudeckiego (ryc. 1), w interwale 95,00–156,50 m. Niżej ległe skały piaskowca płytowego wraz z łupkami antrakozjowymi należą do formacji z Ludwikowic. Wiek formacji został palinologicznie określony na stefan C (Górecka-Nowak, 2011). Na łupkach antrakozjowych zalega poziom zlepieńców kwarcowych formacji z Krajano-

<sup>1</sup> Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, Gronostajowa 3a, 30-387 Kraków; [p.wojcik-tabol@uj.edu.pl](mailto:p.wojcik-tabol@uj.edu.pl); [jolanta.dabek@doctoral.uj.edu.pl](mailto:jolanta.dabek@doctoral.uj.edu.pl)

<sup>2</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski we Wrocławiu, al. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław; [gnow@pgi.gov.pl](mailto:gnow@pgi.gov.pl)



Ryc. 1. Uproszczona mapa geologiczna synklinorium śródsudeckiego  
 Fig. 1. Generalized geological map of the Intra-Sudetic Synclinorium

wa (ryc. 2A). Nawiercony poziom łupków antrakozjowych o miąższości 61,50 m jest zbudowany z laminowanych, szarych iłowców i mułowców z licznymi przewarstwieniami piaskowców drobno- i średnioziarnistych, warstwianych poziomo i smużycie oraz żółtawych syderytów (ryc. 2B–E).

Uzyskane wyniki pomiarów refleksyjności wityrnytu dla poziomu łupków antrakozjowych dolnych z otworu Rybnica Leśna PIG 1 zawierają się w przedziale wartości  $R_0$  wityrnytu pomiędzy 0,53 a 0,73%. Wartości te wskazują, że materia organiczna osiągnęła stopień dojrzałości termicznej odpowiadający dolnej części okna ropnego.

Poziom łupków antrakozjowych został w całości opróbowany. Łącznie pobrano 28 próbek materiału skalnego, reprezentujących każdy typ litologiczny. Wszystkie próbki poddano badaniu podatności magnetycznej oraz analizie zawartości minerałów węglanowych metodą Scheiblera (Bąk, 1992), 20 próbek wytypowano do jakościowej analizy XRD. Badania laboratoryjne wykonano w Instytucie Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Podatność magnetyczna (MS) została zmierzona za pomocą magnetometru SM-30 firmy ZH Instruments. Dla każdej próbki wykonano trzy pomiary, które następnie uśredniono.

Analizę zawartości minerałów węglanowych przeprowadzono metodą Scheiblera z użyciem kalcytmu firmy Eijkelkamp. To analiza wolumetryczna, w której zawartość węglanów oblicza się na podstawie objętości dwutlenku węgla uwalnianego przez minerały węglanowe traktowane roztworem kwasu solnego. Ze względu na obecność syderytu czas reakcji wydłużono.

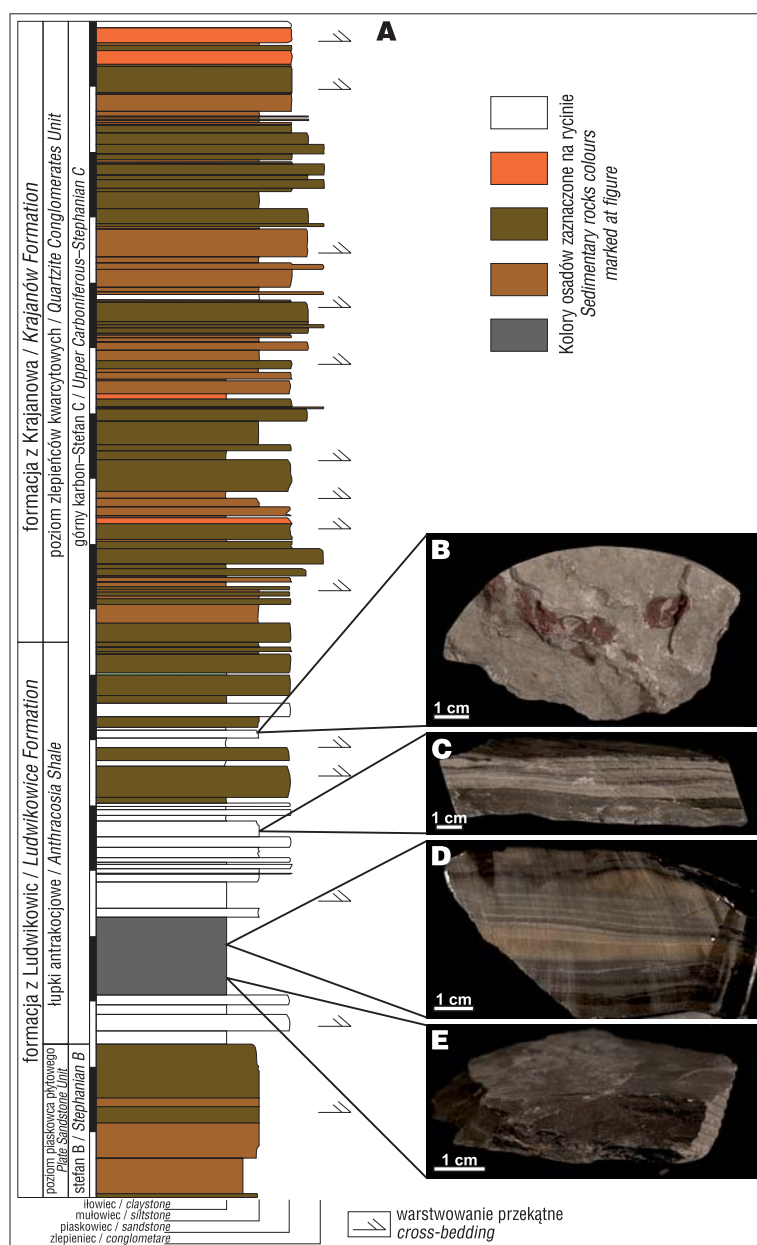
Analiza składu mineralnego została wykonana z zastosowaniem dyfraktometrii rentgenowskiej (XRD). Badania przeprowadzono z użyciem dyfraktometru Philips X'Pert APD, wyposażonego w pionowy goniometr PW3020 i monochromator grafitowy. Zastosowano promieniowanie  $\text{CuK}\alpha$ , przy napięciu przyspieszającym 40 kV i natężeniu prądu żarzenia katody 30 mA. Pomiaru dokonano w zakresie kątowym wynoszącym  $2-65^\circ 2\theta$  z prędkością  $0,02^\circ/\text{s}$ .

## WYNIKI

W profilu pionowym badanych łupków antrakozjowych dolnych wyodrębniają się trzy interwały, różniące się cechami litologicznymi (ryc. 3A). Główne minerały każdego z typów litologicznych to kwarc, skalenie, mika oraz minerały ilaste, którym w zmiennych ilościach towarzyszą minerały węglanowe, reprezentowane przez kalcyt i syderyt (ryc. 3C–D).

Dolny interwał badanego profilu (ok. 10 m) charakteryzuje się średnimi zawartościami minerałów węglanowych (16 g/kg). Środkowy interwał (ok. 20 m) obejmuje iłowce wapniste (mediana zawartości minerałów węglanowych wynosi 169 g/kg,  $n = 7$ ). Górnym interwałem (ok. 30 m) są słabo wapniste mułowce i piaskowce (mediana zawartości minerałów węglanowych wynosi 9 g/kg,  $n = 18$ ) (ryc. 3A).

Minerały ilaste w badanym profilu są reprezentowane przez illit i fazę mieszanopaketową zawierającą pakiety pęczniące. Kaolinit i chloryt są obecne w większości próbek, z wyjątkiem najwyższej części poziomu łupków antrakozjowych, gdzie zanikają. Syderyt występuje powszechnie w badanych łupkach, lecz szczególnie wyraźnie



**Ryc. 2.** A – profil litostratigraficzny formacji z Ludwikowic z poziomem łupków antrakocyjowych wraz z nadległą formacją z Krajanowa w otworze Rybnica Leśna. Zdjęcia: B – zielonkawy, plamisty mulowiec z interwału III; C – warstewka pyłowca i ciemnoszary mulowiec z warstewkami syderytowymi z interwału II; D – laminowany ciemnoszary mulowiec wapienisty z syderytami z interwału II; E – czarny łupek z interwału II. Interwały zaznaczone na ryc. 3A

**Fig. 2.** A – lithostratigraphic log of the Ludwikowice Formation including the Anthracosia Shales and overlying Krajanów Formation in the Rybnica Leśna well. Photographs: B – greenish spotty mudstone, interval III; C – siltstone layer and dark gray mudstone with sideritic layers, interval II; D – laminated dark gray calcareous mudstone with siderite, interval II; E – black shale, interval II. Intervals marked at Fig. 3A

jego obecność zaznacza się w górnym interwale badanych łupków antrakocyjowych (ryc. 3C–D).

W interwale łupków antrakocyjowych wartości podatności magnetycznej zawierają się w przedziale od 0,107 do  $0,389 \times 10^{-6}$  IS i korelują się negatywnie z zawartościami minerałów węglanowych (ryc. 3B). Może to mieć związek z malejącą ilością materiału detrytycznego dostarczanego do zbiornika na rzecz rosnącej zawartości faz węglanowych (Grabowski i in., 2016) wytrącanych w środowisku jeziornym.

Obecność syderytu świadczy o warunkach dysoksydacyjnych. Jego powszechność w facjach jeziornych jest interpretowana jako wskaźnik precipitacji synsedymenacyjnej lub wczesnodigenetycznej z wód niskosiarczanowych otwartego jeziora lub jeziora zamkniętego o niskim zasoleniu. Geneza syderytów w karbońskich oraz współczesnych facjach jeziornych jest wiązana z procesem redukcji tlenkowych związków Fe naniesionych do zbiornika, a powstałych wskutek intensywnego wietrzenia chemicznego w środowisku lądowym (Lojka i in., 2010).

Zawartość kaolinitu w osadzie jest często podstawą do wyciągania wniosków dotyczących warunków paleoklimatycznych, ponieważ proces kaolinityzacji wiąże się z zaawansowanym rozkładem chemicznym pierwotnych glinokrzemianów w środowisku wilgotnym (Chamley, 2013; Grabowski i in., 2021).

## PODSUMOWANIE I GŁÓWNE WNIOSKI

W badanym profilu łupków antrakocyjowych jest widoczna zmieniająca się intensywność dostawy materiału terygenicznego z minimum w interwale wapienistych łożysk.

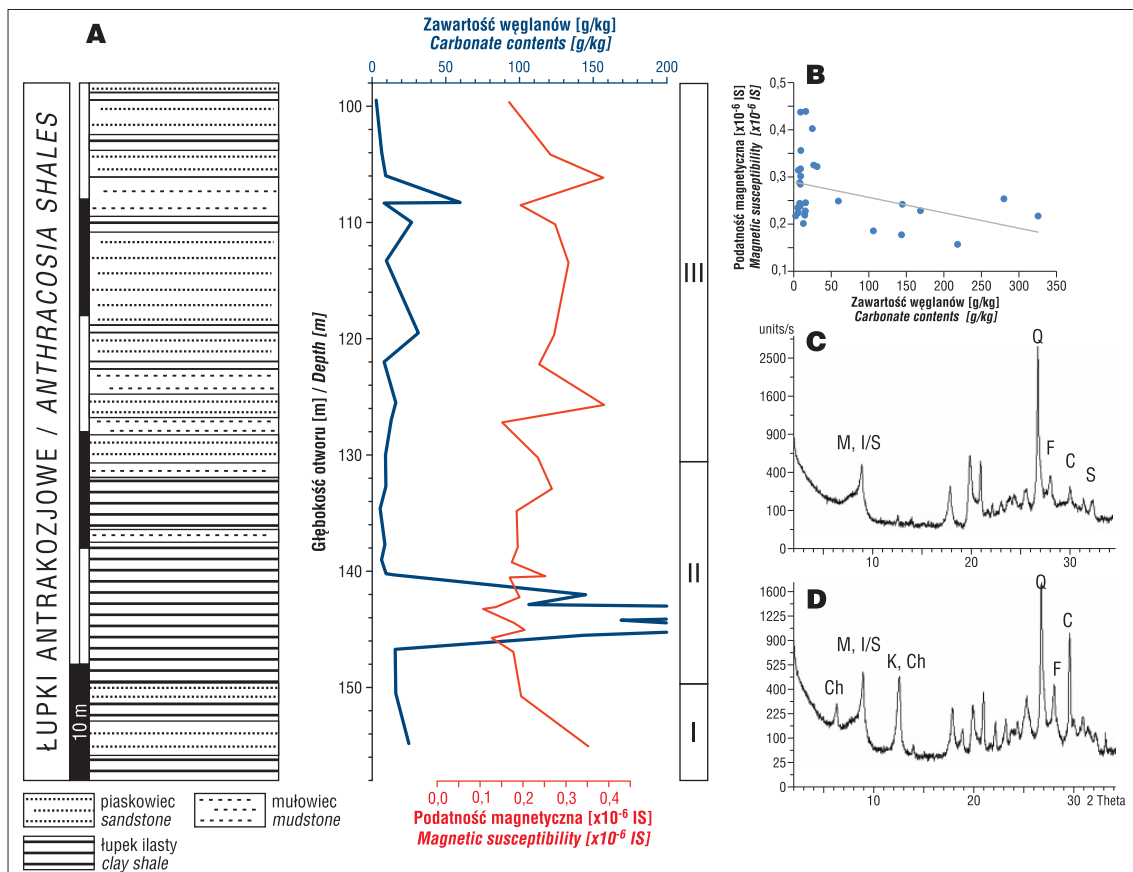
Skład mineralny materiału terygenicznego sugeruje, że zbiornik sedymentacyjny znajdował się w strefie klimatu, który sprzyjał intensywnemu wietrzeniu chemicznemu – słabnącemu z czasem, na co wskazuje zmniejszająca się w górę profilu obecność kaolinitu.

Depozycja łupków antrakocyjowych odbywała się na ogół w warunkach deficytu tlenowego, o czym świadczy niezaburzona laminacja oraz obecność syderytu. Do przewietrzania środowiska dennego mogło dochodzić wskutek oddziaływania natlenionych prądów zawieszonych, niosących i deponujących detrytus warstewek pylastych i piaskowcowych.

Autorzy składają podziękowania dr hab. Katarzynie Jarmolowicz-Szulc oraz anonimowemu Recenzentowi za cenne uwagi. Badania sfinansowano z funduszy przyznanych przez Wydział GiG UJ na działalność naukową uczestników studiów doktorskich oraz subwencji ING UJ w 2020 r.

## LITERATURA

- AWDANKIEWICZ M., KUROWSKI L., MASTALERZ K., RACZYŃSKI P. 2003 – The Intra-Sudetic Basin – a record of sedimentary and volcanic processes in late- to post-orogenic tectonic setting. *Geolines*, 16: 165–183.
- BAK K. 1992 – Możliwość zastosowania metody Schiblera w badaniach zawartości węgla wapienia w litych skałach węglanowych. *Rocz. Nauk.-Dydakt.* 151, Pr. Geogr., 14: 131–139.
- BOSSOWSKI A., IHNATOWICZ A. 1994 – Palaeogeography of the uppermost Carboniferous and lowermost Permian deposits in the NE part of the Intra-Sudetic Depression. *Geol. Quart.*, 38: 709–726.
- BOSSOWSKI A., IHNATOWICZ A. 2006 – Atlas geologiczny Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego 1:100 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CHAMLEY H. 2013 – Clay sedimentology. Springer Science & Business Media.
- DZIEDZIC K. 1961 – Utwory dolnopermskie w niecce śródsudeckiej. *Stud. Geol. Polon.*, 6: 1–121.
- GÓRCKA T. 1981 – Results of palynological studies of the Youngest Carboniferous of the Lower Silesia (in Polish). *Pr. Nauk. Inst. Górn. PWr.*, Monogr., 19: 1–58.



**Ryc. 3.** Zróżnicowanie mineralogiczne w profilu łupków antrakożjowych. **A** – krzywe zmienności zawartości minerałów węglanowych i wartości podatności magnetycznej; **B** – diagram zależności zawartości minerałów węglanowych względem wartości podatności magnetycznej; **C, D** – dyfraktogramy próbek całej skały szarego mułowca z interwału III (**C**) i wapnistego czarnego łupka ilastego z interwału II (**D**). I, II, III – interwały litologiczne; K – kaolinit, Ch – chlort, M – mika, I/S – faza mieszanopakietowa zawierająca pakiety pęczniejące, Q – kwarc, F – skałen, C – kalcyt, S – syderyt

**Fig. 3.** Vertical alteration in mineral composition through the Anthracosia Shales section. **A** – distribution of carbonate contents and magnetic susceptibility; **B** – diagram of relationship between carbonate contents and magnetic susceptibility; **C, D** – X-ray patterns of bulk rock samples of grey mudstone from interval III (**C**) and marly black shale from interval II (**D**). I, II, III – lithological intervals, K – kaolinite, Ch – chlorite, M – mica, I/S – mixed-layer clay minerals containing swelling layers, Q – quartz, F – feldspar, C – calcite, S – siderite

GÓRECKA-NOWAK A. 1989 – Late Carboniferous spore-pollen assemblages of the Unisław IG-1 borehole (in Polish). Pr. Nauk. Inst. Górn. PWr., 52, Stud. i Mater., 19: 51–57.

GÓRECKA-NOWAK A. 1995 – Palynostratigraphy of the Westphalian deposits of the north western part of the Intrasudetic Basin (in Polish, English abstract). Acta Univ. Wratisl. Pr. Geol.-Miner., 40: 1–156.

GÓRECKA-NOWAK A. 2011 – Wyniki kompleksowych badań palinologicznych próbek z otworów wiertniczych A i B Rybnica Leśna PIG 1 i Ścinawka Średnia PIG 1. [W:] Nowak G.J., Zintegrowany program płytkich wierzeń badawczych dla rozwiązania istotnych problemów budowy geologicznej Polski. Pkt. planu 219100.0501.00.0. Problem 7: Rozpoznanie petrologiczno-geochemiczne materii organicznej w osadach macierzystych dla węglowodorów z obszaru niecek sudeckich. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Oddz. Dolnośl. Wrocław, nr arch. I: 12/2012.

GRABOWSKI J., LAKOVA I., PETROVA S., STOYKOVA K., IVANOVA D., WÓJCIK-TABOL P., SOBIEN K., SCHNABL P. 2016 – Paleomagnetism and integrated stratigraphy of the Upper Berriasian hemipelagic succession in the Barlya section Western Balkan, Bulgaria: Implications for lithogenic input and paleoredox variations. Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 461: 156–177.

GRABOWSKI J., STOYKOVA K., WIERZBOWSKI H., WÓJCIK-TABOL P. 2021 – Upper Berriasian chemostratigraphy, clay minerals and calcareous nannofossils of the Barlya section (Western Balkan, Bulgaria): Implications for palaeoclimate and productivity changes, and stratigraphic correlations across the Alpine Tethys. Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., doi: doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110252

JERZYKIEWICZ J. 1987 – Latest Carboniferous (Stephanian) and Early Permian (Autunian) palynological assemblages from the intrasudetic basin, southwestern Poland. Palynology, 11: 117–131.

LOJKA R., SÝKOROVÁ I., LAURIN J., MATYSOVÁ P., MATYS-GRYGAR T. 2010 – Lacustrine couplet-lamination: evidence for Late Pennsylvanian seasonality in central equatorial Pangaea (Stephanian B, Mšec Member, Central and Western Bohemian basins). Bull. Geosci., 85 (4): 709–734.

MASTALERZ K., NEHYBA S. 1997 – Comparison of Rotliegende lacustrine depositional sequences from the Intrasudetic, Northsudetic and Boskovicke basins (Central Europe). Geol. Sudet., 30: 21–58.

NEMEC W., POREBSKI S., TEISSEYRE A.K. 1982 – Explanatory notes to the lithotectonic molasse profile of the Intra-Sudetic Basin, Polish Part. Veröffentlichungen des Zentralinstituts für Physik der Erde, Akademie der Wissenschaften der DDR, 66: 267–278.

NOWAK G.J. 1998 – Microscopic identification and classification of organic matter of the Upper Carboniferous Anthracosia Shales, Intra-Sudetic Depression, southwestern Poland. Geol. Quart., 42: 41–58.

NOWAK G.J. 2003 – Petrologia materii organicznej rozproszonej w późnopaleozoicznych skałach osadowych południowo-zachodniej Polski. Cuprum, 4 (29): 3–209.

NOWAK G.J. 2007 – Comparative studies of organic matter petrography of the late palaeozoic black shales from Southwestern Poland. Int. J. Coal Geol., 71: 568–585.

NOWAK G.J. 2011 – Zintegrowany program płytkich wierzeń badawczych dla rozwiązania istotnych problemów budowy geologicznej Polski. Pkt. planu 219100.0501.00.0. Problem 7: Rozpoznanie petrologiczno-geochemiczne materii organicznej w osadach macierzystych dla węglowodorów z obszaru niecek sudeckich. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Oddz. Dolnośl. Wrocław, nr arch. I: 12/2012.

Praca wpłynęła do redakcji 15.02.2021 r.  
Akceptowano do druku 30.04.2021 r.