

BIOSTRATYGRAFIA MIKROPALEONTOLOGICZNA UTWORÓW KREDY GÓRNEJ I MIOCENU W WIERCENIU „BIBICE” (OKOLICE KRAKOWA)

Micropaleontological biostratigraphy of the Upper Cretaceous and Miocene deposits in “Bibice” borehole (Krakow area)

Barbara ZAPĄŁOWICZ-BILAN¹
Monika PILARZ¹ & Elżbieta MACHANIEC²

¹*Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska,
Katedra Geologii Ogólnej, Ochrony Środowiska i Geoturystyki,
Katedra Analiz Środowiskowych, Kartografii i Geologii Gospodarczej;
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: pilarz@agh.edu.pl, bbilan@poczta.onet.pl*

²*Uniwersytet Jagielloński, Instytut Nauk Geologicznych,
Katedra Analiz Środowiskowych, Kartografii i Geologii Gospodarczej;
ul. Oleandry 2a, 30-063 Kraków; e-mail: ella@geos.ing.uj.edu.pl*

Abstract: Lower Campanian marls and marly opokas with cherts (“Bibice” borehole, Krakow vicinity) are rich in benthic forams (mainly *Stensioeina* and *Gavelinella* species) and rare planktic ones (*Hedbergella*). The overlying Miocene deposits (Kłodnik and Skawina beds), are developed as conglomerates (equivalent of fresh-water marls in Krakow region) which are completely devoid of microfossils, but younger clays are full of the Badenian forams

Key words: biostratigraphy, micropaleontology, Late Cretaceous, Miocene, Krakow area

Słowa kluczowe: biostratygrafia, mikropaleontologia, późna kreda, miocen, okolice Krakowa

WSTĘP

Badania nad stratygrafią osadów górnej kredy regionu krakowskiego zapoczątkowane zostały w latach siedemdziesiątych XIX wieku (Zaręczny 1874). Stratygrafię makropaleontologiczną tych osadów opracowali także: Panow (1934), Bukowy (1956), Barczyk (1956), Alexandrowicz (1954, 1969) oraz Rutkowski (1965, 1989). Zainteresowanie wielu badaczy tym regionem wiąże się z faktem, iż znajduje się on na pograniczu czterech wielkich jednostek strukturalnych (monokliny śląsko-krakowskiej, niecki miechowskiej, zagłębia górnośląskiego i zapadliska przedkarpackiego (Fig. 1A) (Machaniec *et al.* 2004b). Ma na to wpływ ogromne zróżnicowanie tego obszaru i dotyczy to także osadów górnej kredy, której stratygrafia jest przedmiotem badań niniejszego opracowania. Stratygrafia otwornicowa osadów kredowych tego regionu była proponowana w pracach Alexandrowicza (1954, 1956, 1969), Machaniec *et al.* (2004), Zapąłowicz-Bilan *et al.* (2004) oraz Machaniec & Zapąłowicz-Bilan (2005). Opracowanie mikropaleontologiczne górnej kredy z wiercenia „Bibice”, stanowi kolejny etap w rozpoznaniu szczegółowej stratygrafii otwornicowej tych osadów w okolicach Krakowa.

Osady kredy górnej przykryte są utworami miocenu, a granica między tymi kompleksami jest ostra i wyraźnie zaznacza się w profilu. Utwory miocenu tego rejonu należące do zapadliska przedkarpackiego opisywane były głównie przez Alexandrowicza (1958, 1962), który wyróżnił tu dwie jednostki litostratygraficzne: formację kłodnicką (karpat) oraz formację skawińską (baden).

Badane osady pochodzą z wiercenia zlokalizowanego we wsi Bibice położonej około 10 km na północny-wschód od Krakowa (Fig. 1).

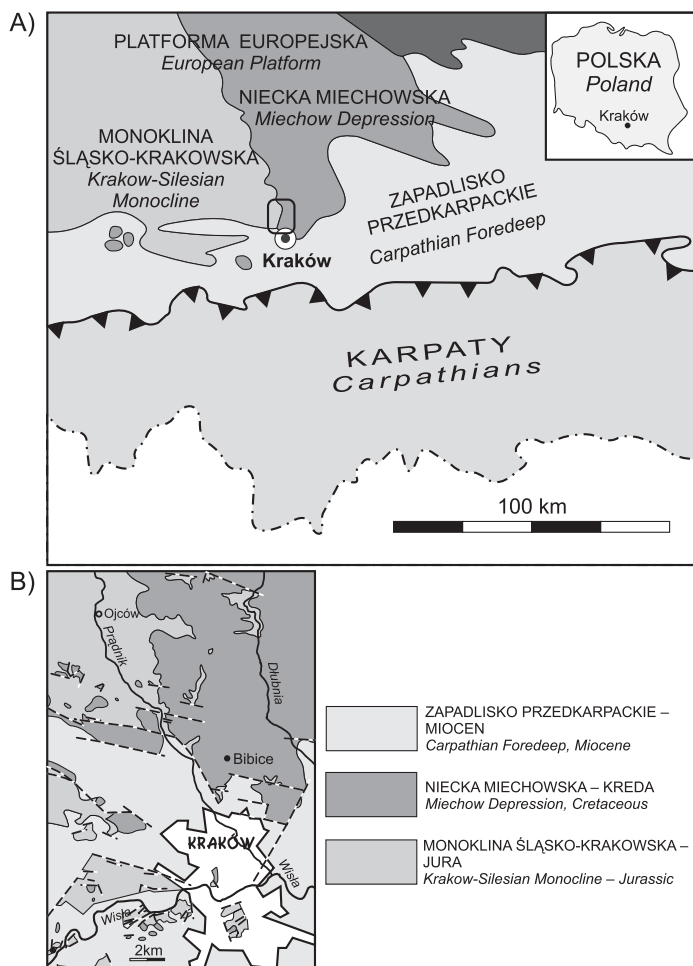


Fig. 1. A) Mapa tektoniczna Platformy Europejskiej, zapadliska przedkarpackiego i Karpat zewnętrznych – lokalizacja obszaru badań, B) mapa geologiczna osadów mezozoicznych regionu krakowskiego (Gradziński 1972)

Fig. 1. A) Tectonic sketch map of the European Platform, Carpathian Foredeep and the Outer Flysch Carpathians showing the location of investigated sections. B) Geological map of the Mesozoic deposits of the Kraków area (Gradziński 1972)

LITOLOGIA I STRATYGRAFIA

Dolny kampan

Osady kredy górnej w Bibicach wykształcone są w postaci dwu odmian litologicznych. Młodsze utwory to jasnoszare margle i opoki nieregularnie warstwowane, o falistej oddzielności, z cienkimi warstewkami białawoszarych margli (Fig. 2). Opoki są twarde, o gładkim przełamie muszlowym, występują w nich jasnoszare czerty, oraz szczątki skorup małżów z rodzaju *Inoceramus*, fragmenty pancerzy jeżowców (*Echinocorys*) i odciski gąbek (*Ventriculites*) (Alexandrowicz 1963b).

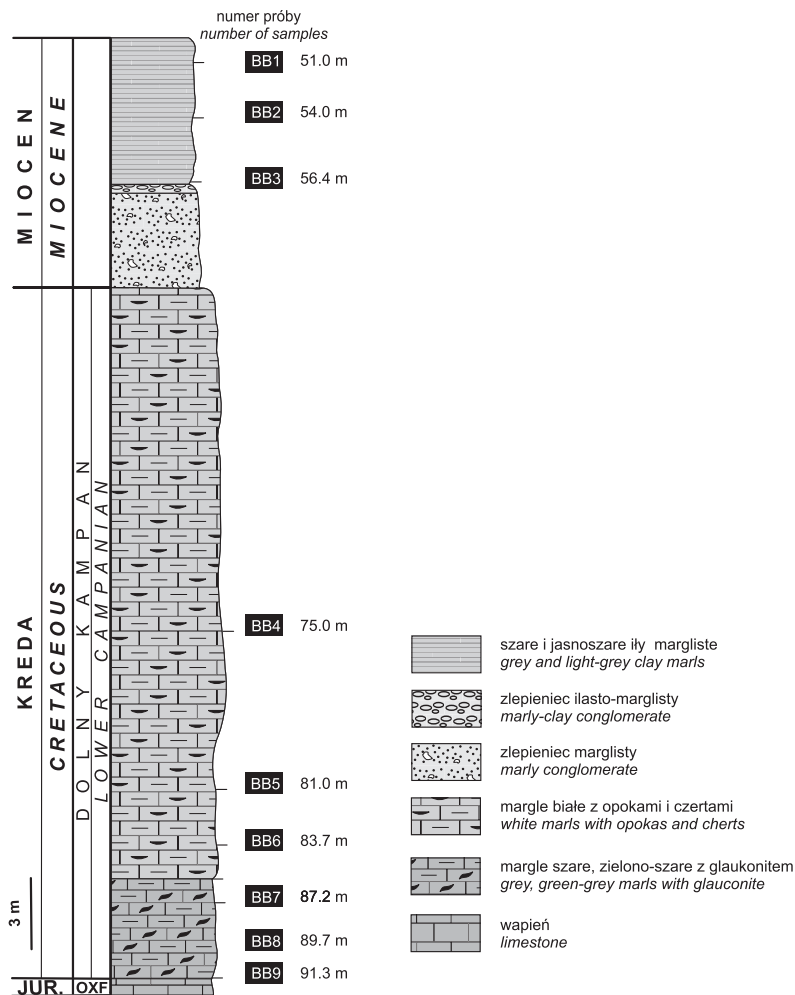


Fig. 2. Profil badanych osadów z wiercenia w Bibicach

Fig. 2. Profile of the studied sections from borehole Bibice

W materiale szlamowanym stwierdzono występowanie wielu gatunków otwornic, pojedyncze małżoraczki oraz nieliczne przyzmy małżów *Inoceramus*. Na głębokości 75 m (BB4) wśród otwornic dominują przedstawiciele rodzaju *Stensioeina* z gatunkami: *Stensioeina gracilis* Brotzen, *S. pommerana* Brotzen, *S. exsculpta* (Reuss), *S. clementiana* (d’Orbigny), (ta ostatnia występuje rzadko) (Tab. 1). Gatunkom tym towarzyszą przedstawiciele rodzaju *Gavelinella* reprezentowane przez *Gavelinella stelligera* (Marie), *G. costulata* (Marie), *G. umbilicatula* (Vassilenko), *G. tenuissima* Gawor-Biedowa. W zespole tym występują też otwornice aglutynujące (Tab. 1), a otwornice planktoniczne reprezentowane są przez liczne formy bezkilowe – *Hedbergella* oraz nieliczne *Marginotruncana marginata* (Reuss). Zespół ten występuje w całym kompleksie margli i opok, z tym że na głębokości 83.7 m (BB6) (Tab. 1), w próbie zwiększa się liczebność gatunków otwornic bentonicznych aglutynujących.

Tabela (Table) 1

Występowanie kredowych otwornic w próbkach z wiercenia „Bibice”: R – 1÷4 okazów, C – 5÷14 okazów, A – 15÷40 (wyjątkowo > 40) okazów

Occurrence of the Cretaceous foraminifers in samples from “Bibice” borehole: R – 1÷4 specimens, C – 5÷14 specimens, A – 15÷40 (or exceptionally > 40) specimens

Próbki Samples	Dolny kampan Lower Campanian					
	BB4	BB5	BB6	BB7	BB8	BB9
<i>Arenobulimina obessa</i> (Reuss)	C	R	C			
<i>Arenobulimina minutissima</i> Gawor-Biedowa	C					
<i>Arenobulimina conica</i> (Marie)	R			R		
<i>Orbignyna orpata</i> Hagenow	R		C			C
<i>Orbignyna variabilis</i> (d’Orbigny)	C		C			
<i>Ataxophragmium depressum</i> (Perner)	R	R	C	R	C	C
<i>Spiroplectammina dentata</i> (Alth)	R		C			R
<i>Marsonella trochus</i> (d’Orbigny)	R		C			
<i>Gaudryina pyramidata</i> (Cushman)	R		C			
<i>Tritaxia dubia</i> Reuss	R	R	C		R	
<i>Verneulina muensteri</i> Reuss	R	R	C			
<i>Marginotruncana marginata</i> (Reuss)	R	C			R	
<i>Gyroidinoides umbilicatulus</i> (d’Orbigny)	C	C	R	R	R	C
<i>Gavelinella stelligra</i> (Marie)	C	C	C	A	A	C
<i>Gavelinella costulata</i> (Marie)	C	R	C	A	A	C
<i>Gavelinella tenuissima</i> Gawor-Biedowa	R	R	R			R
<i>Gavelinella umbilicatula</i> (Vassilenko)	R	R	R	R		
<i>Stensioeina clementiana</i> (d’Orbigny)	R	R	R			R
<i>Stensioeina exsculpta</i> (Reuss)	C	C	C	R	C	R
<i>Stensioeina gracilis</i> Brotzen	A	A	A	C	C	R
<i>Stensioeina pommerana</i> Brotzen	A	A	C	C	C	C
<i>Neoflabellina rugosa</i> (d’Orbigny)	R			R		
<i>Globorotalites michelinianus</i> (d’Orbigny)	C	A	C			C

Starsze osady to zielonoszare margle, o regularnej płytkowej oddzielności, w spągowej części z glaukonitem i nielicznymi konkrecjami fosforytowymi (Fig. 2). W kompleksie obserwuje się dość liczną makrofaunę, są to okruczy małżów z rodzaju *Inoceramus* i jeżowców z rodzaju *Echinocorys*. W materiale szlamowanym obserwuje się bardzo liczne pryzmy małżów z rodzaju *Inoceramus*, w spągu występują także dość liczne ziarna glaukonitu (Alexandrowicz 1963b). W materiale otwornicowym natomiast dominują przedstawiciele rodzaju *Gavelinella*, są to *Gavelinella costulata* (Marie) i *G. stelligera* (Marie), gatunki z rodzaju *Stensioeina* reprezentowane są dość licznie, zwłaszcza *Stensioeina gracilis* Brotzen (Tab. 1). Bentos aglutynujący charakteryzuje się niską bioróżnorodnością, plankton natomiast jest dość liczny, reprezentowany głównie przez formy bezkilowe (Tab. 1).

Miocen

Podłoże osadów miocenu w okolicach Krakowa stanowią wapienie górnej jury lub wapienie i margle górnej kredy (Alexandrowicz 1962). W Bibicach utwory miocenijskie zalegają na opokach i marglach górnej kredy (dolny kampan).

Osady miocenu reprezentowane są przez utwory należące do formacji kłodnickiej oraz skawińskiej. Formacje te stanowią nieformalne jednostki litostratygraficzne miocenu, szeroko rozprzestrzenione w tym rejonie zapadliska przedkarpackiego (Alexandrowicz *et al.* 1982, Jasionowski 1995, Alexandrowicz 1997).

Osady formacji kłodnickiej wykształcone są w postaci zlepieńca o spoiwie marglistym, stanowiącego 4-metrowe wydzielenie w profilu ($56.7 \div 60.7$ m), który nie zawiera skamieniałości i zalega bezpośrednio na osadach kredy (Fig. 2). Zlepienieć złożony jest z otoczków i fragmentów margli, opok i czertów senońskich, a spoiwo tworzy margiel, który litologicznie odpowiada tzw. marglom słodkowodnym znanym z okolic Krakowa, a wiekowo zaliczanym do karpatu (Alexandrowicz 1958, 1962, 1964). Osady te zaliczono do formacji kłodnickiej na podstawie cech litologicznych oraz biorąc pod uwagę ich pozycję w profilu (Fig. 2).

Wyżej w profilu ($23.0 \div 56.7$ m) występuje kompleks osadów ilastych, należących do formacji skawińskiej, powyżej którego występują utwory czwartorzędowe ($0 \div 23.0$ m). Kompleks ten rozpoczyna warstwa zlepieńca o spoiwie ilasto-marglistym, złożona z otoczków opok i klastów tzw. margli słodkowodnych ($56.4 \div 56.7$ m), powyżej której zalegają szare i jasnoszare iły margliste, miejscami nieco piaszczyste, w spągowej części zawierające znaczną domieszkę glaukonitu ($23.0 \div 56.4$ m) (Alexandrowicz 1963b). Ze spągowej części kompleksu pobrano próby do badań mikropaleontologicznych: BB1 – z głębokości 51.0 m, BB2 – z głębokości 54.0 m oraz BB3 – z głębokości 56.5 m (Fig. 2).

We wszystkich próbkach stwierdzono masowo występującą mikrofaunę otwornicową, której towarzyszą pojedyncze małżoraczki, bolboformy (BB2), otolity, kolce jeżowców, fragmenty skorup nieoznaczalnych ostryg oraz rozpoznawalne okazy *Ostrea cochlear* Poli, a także fragmenty wieczek ślimaków (BB3). W składzie residuum charakterystyczna jest znaczna domieszka glaukonitu, a w próbce BB2 także obecność kryształków kwarcu piroklastycznego, które znane są z badeńskich osadów okolic Krakowa (Alexandrowicz 1957).

W spągu badanych osadów (próbki BB3, BB2, BB1) występuje bogaty zespół otwornic. Podstawowy skład zespołu i występowanie najbardziej charakterystycznych gatunków ujęto w tabeli 2.

Tabela (Table) 2

Występowanie miocenских otwornic w próbkach z wiercenia „Bibice”: R – 1÷4 okazów,
C – 5÷14 okazów, A – 15÷40 (wyjątkowo > 40) okazów

Occurrence of the Miocene foraminifers in samples from “Bibice” borehole:
R – 1÷4 specimens, C – 5÷14 specimens, A – 15÷40 (or expectionally > 40) specimens

Próbki Samples	Zona otwornicowa Foraminiferal zone <i>Candorbulina suturalis</i> (Łuczowska 1964)		
	BB3	BB2	BB1
<i>Spirorutilus carinatus</i> (d'Orbigny)	A	R	C
<i>Cylindroclavulina rudis</i> (Costa)	C		R
<i>Nodosaria hispida</i> Soldani	C	R	
<i>Lenticulina</i> div. sp.	A	A	C
<i>Marginulina hirsuta</i> d'Orbigny	C	R	R
<i>Vaginulina legumen</i> (Linne)		C	
<i>Turborotalita quinqueloba</i> (Natland)		A	A
<i>Globigerina tarchanensis</i> Subbotina & Chutzieva		A	A
<i>Globorotalia bykovaе</i> Aisenstat	A	A	A
<i>Paragloborotalia mayeri</i> (Cushman et Ellisor)		A	C
<i>Globigerinoides bisphaericus</i> (Todd)	A		R
<i>Globigerinoides trilobus</i> (Reuss)	A	R	A
<i>Globigerinoides immaturus</i> (Le Roy)	A		C
<i>Orbulina suturalis</i> Bronniman		R	A
<i>Globoquadrina altispira</i> (Cushman et Jarvis)	A		A
<i>Bolivina antiqua</i> d'Orbigny	A	A	C
<i>Bolivina hebes</i> MacFayden		C	C
<i>Uvigerina pygmoides</i> Papp et Turnovsky	A		
<i>Uvigerina acuminata</i> Hosius		A	A
<i>Lapugyina schmidi</i> Popescu		A	
<i>Siphonodosaria verneuili</i> (d'Orbigny)	R	R	C
<i>Stilostomella adolphina</i> (d'Orbigny)		R	C
<i>Siphonina reticulata</i> (Czjzek)	C	R	R
<i>Cibicidoides conspiciendus</i> Pishvanova		A	C
<i>Cibicidoides ungerianus</i> (d'Orbigny)		C	
<i>Fontbotia wuellerstorfi</i> (Schwager)		R	R
<i>Melonis pompilioides</i> (Fichtel et Moll)	C	C	C
<i>Anomalinoidea badenensis</i> (d'Orbigny)	A		R
<i>Heterolepa dutemplei</i> (d'Orbigny)	A	C	C
<i>Hansenisca soldanii</i> (d'Orbigny)	R	R	C

W próbcie BB3 zespół zdominowany jest przez otwornice bentoniczne, wśród których charakterystyczna jest obecność licznych gatunków z rodzaju *Lenticulina*: *L. inornata* (d'Orbigny), *L. vortex* (Fichtel et Moll), *L. calcar* (Linne), *L. echinata* (Soldani), których udział

w zespole wyraźnie zmniejsza się w próbkach BB2 i BB1 (Tab. 2). Otwornice planktoniczne reprezentowane są głównie przez gatunki należące do rodzajów: *Globigerinoides* [*G. bisphaericus* (Todd), *G. trilobus* (Reuss), *G. immarturus* (Le Roy)] oraz *Globoquadrina*, a także mniej liczne *Globorotalia bykovae* Aisenstat.

Powyżej, w próbce BB2 i BB1 zespół zdominowany jest przez masowo występujące drobne otwornice planktoniczne: *Globorotalia bykovae* Aisenstat, *Paragloborotalia mayeri* (Cushman et Ellisor), *Turborotalita quinqueloba* (Natland), *Globigerina tarchanensis* Subbotina et Chutzieva i inne, przy czym pojawia się ważny stratygraficznie gatunek *Orbulina suturalis* Bronniman. Natomiast wśród otwornic bentonicznych (BB2, BB1) pojawiają się także nowe elementy zespołu w postaci gatunków: *Uviegrina acuminata* Hosius, *Lapugyina schmidi* Popescu, *Stilostomella adolphina* (d'Orbigny), *Vaginulina legumen* (Linne), *Fontbotia wuellerstorfi* (Schwager) oraz *Cibicidoides conspiciendus* Pishvanova.

Skład gatunkowy mikrofauny otwornicowej zidentyfikowanej w badanych próbkach wskazuje na zespół IIA (Alexandrowicz 1958, 1963a), który odpowiada poziomowi z *Candorbulina suturalis* (Łuczkowska 1964, 1997) i występuje powszechnie w spągowej części formacji skawińskiej (Łuczkowska 1975, Olszewska 1999).

PODSUMOWANIE

Badania nad stratygrafią otwornicową górnej kredy okolic Krakowa pozwoliły na wyróżnienie trzech poziomów otwornicowych (Machaniec & Zapałowicz-Bilan 2005). Poziomy zostały zdefiniowane zgodnie ze schematem zaproponowanym przez Zapałowicz-Bilan (1982). W zielonych marglach i wapieniach marglistych z krzemieniami z Bonarki zdefiniowano dwa poziomy otwornicowe – poziom niesamoistny *Bolivinoides strigillatus* oraz poziom niesamoistny *Bolivinoides decoratus* (Machaniec & Zapałowicz-Bilan 2005). W zielonoszarych marglach oraz jasnoszarych marglach i opokach z krzemieniami z Bibic stwierdzono zespół otwornic prawie identyczny jak w osadach górnej kredy z Bonarki, z tą tylko różnicą, że w kredzie z Bibic brak taksonów indeksowych poziomów otwornicowych zdefiniowanych w kredzie górnej Korzkwi i Bonarki (Machaniec & Zapałowicz-Bilan 2005). Zdefiniowanie zatem takich poziomów otwornicowych w kredzie z Bibic nie jest możliwe. Wiek badanych osadów określono więc na podstawie zasięgu gatunków z rodzaju *Gavlinella*. Dolną granicę kompleksu oparto o pojawienie się gatunku *Gavlinella tenuissima* Gawor-Biedowa, który zasięgiem swoim obejmuje interwał wiekowy kampan-mastrycht (Gawor-Biedowa 1992), obok gatunku *Gavlinella tenuissima* granicę te wyznaczają niektóre gatunki otwornic aglutynujących takie jak *Tritaxia dubia* (Reuss) i *Orbignyna variabilis* (d'Orbigny) – oba wyznaczają interwał wiekowy kampan–mastrycht. Granicę górną wyznaczono zasięgiem *Gavlinella stelligera* (Marie), które kończy się na granicy dolny kampan/górny kampan (Gawor-Biedowa 1992). Granica między santonem a kampanem w Korzkwi i na Bonarce przebiega w obrębie zielonych margli. Zespół otwornic stwierdzony w zielonych marglach w Bibicach nie daje podstaw do wyróżnienia osadów santonu.

W Bibicach osady kampanu dolnego leżą bezpośrednio na osadach jury górnej–oksfordu. W okolicach Krakowa znany jest fakt zalegania różnych ogniów kredy górnej na wapieniach oksfordu (Machaniec & Zapałowicz-Bilan 2005), jednak lukę stratygraficzną obejmującą osady od cenomanu po kampan stwierdzono jedynie w Bibicach oraz Pychowicach (w przygotowaniu do druku).

Badania stratygraficzne osadów miocénskich pozwoliły na wyróżnienie utworów należących do formacji kłodnickiej oraz skawińskiej. Zlepienieć o spoiwie marglistym (56.7÷60.7 m) zaliczono do formacji kłodnickiej na podstawie cech litologicznych i pozycji stratygraficznej w profilu (Fig. 2). Wyżej leżący kompleks osadów ilastych zawiera w badanych próbkach bogatą mikrofaunę otwornicową. Skład zespołu jest typowy dla spągowej części warstw skawińskich i zgodnie z podziałem stratygraficznym opracowanym przez Alexandrowicza (1958, 1963) odpowiada zespołowi IIA, co pozwala określić wiek tych osadów na baden (moraw), poziom z *Candorbulina suturalis* (Łuczowska 1964, 1997).

Praca finansowana z umowy badań statutowych nr 11.11.140.447 (MP) oraz 11.11.140.560 (BZB).

LITERATURA

- Alexandrowicz S., 1954. Turonian of the southern part of the Cracow Upland. *Acta Geologica Polonica*, 4, 3, 361–390.
- Alexandrowicz S., 1956. Globotruncana assemblages in the Turonian of the Cracow region. *Acta Geologica Polonica*, 6, 1, 206–212.
- Alexandrowicz S.W., 1957. Piroklastyczne kwarce w tortonie okolic Krakowa. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 115, 27–61.
- Alexandrowicz S.W., 1958. Zarys stratygrafii mikrofaunistycznej miocenu śląsko-krakowskiego. *Kwartalnik Geologiczny*, 2, 54–81.
- Alexandrowicz S.W., 1962. Zarys stratygrafii miocenu okolic Krakowa. *Sprawozdania z Posiedzeń KNG PAN Oddz. w Krakowie*, 6, 2, 520–523.
- Alexandrowicz S.W., 1963a. Stratygrafia osadów miocénskich w Zagłębiu Górnośląskim. *Prace Instytutu Geologicznego*, 39, 1–147.
- Alexandrowicz S.W., 1963b. Wyniki badań stratygraficznych nad profilem studni głębinowej Zakł. Mięsnych w Bibicach koło Krakowa. *Materiały niepublikowane*.
- Alexandrowicz S.W., 1964. Stratygrafia mikropaleontologiczna iłów miocénskich na obszarze Krakowa. *Sprawozdania z Posiedzeń KNG PAN Oddz. w Krakowie*, 8, 1, 274–277.
- Alexandrowicz S.W., 1969. Les dépôts transgressifs du Santonien aux environs Cracovie. *Zeszyty Naukowe AGH*, 11, 45–59.
- Alexandrowicz S.W., 1997. Lithostratigraphy of the Miocene Deposits in the Gliwice Area (Upper Silesia, Poland). *Bulletin of the Polish Academy of Sciences Earth Sciences*, 45, 2–4, 167–179.
- Alexandrowicz S.W., Garlicki A. & Rutkowski J., 1982. Podstawowe jednostki litostratygraficzne miocenu zapadliska przedkarpackiego. *Kwartalnik Geologiczny*, 26, 2, 470–471.
- Barczyk W., 1956. On the Upper Chalk deposits on Bonarka near Cracow. *Studia Soc. Scientes Torunensis*, 3, 2, 1–26.
- Bukowy S., 1956. Geology of the area between Cracow and Korzkiew. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 10, 4–43.
- Gawor-Biedowa E., 1992. Campanian and Maastrichtian Foraminifera from the Lublin Upland, Eastern Poland. *Paleontologia Polonica*, 32, 1–187.
- Gradziński R., 1972. *Przewodnik po okolicach Krakowa*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

- Jasionowski M., 1995. Budowa geologiczna zachodniej części zapadliska przedkarpackiego. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 371, 5–23.
- Łuczowska E., 1964. Stratygrafia paleontologiczna miocenu w rejonie Tarnobrzeg – Chmielnik. *Prace Geologiczne*, 20, 1–56.
- Łuczowska E., 1975. Otwornice spągowych utworów badenianu (tortonu s. l.) na Bonarce w Krakowie. *Sprawozdania z Posiedzeń KNG PAN Oddz. w Krakowie*, 19, 1, 182–184.
- Machaniec E., Zapałowicz-Bilan B. & Kędzior A., 2004. Biostratygrafia i paleoekologia górnokredowych osadów marglistych okolic Krakowa (Polska) na podstawie otwornic. *V Paleontologiczna Konferencja, Zbornik Abstraktov*, czerwiec 2004, 69–71.
- Machaniec E. & Zapałowicz-Bilan B., 2005. Foraminiferal biostratigraphy and palobathymetry of Senonian Marls (Upper Cretaceous) in vicinity of Kraków (Januszowice – Korzkiew area, Bonarka quarry-preliminary study). *Studia geologica Polonica*, 124, 285–295.
- Olszewska B., 1999. Biostratygrafia neogenu zapadliska przedkarpackiego w świetle nowych danych mikropaleontologicznych. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 168, 9–28.
- Panow E., 1934. Sur la stratigraphie du Crétacé des environs de Cracovie. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 10, 577–585.
- Rutkowski J., 1965. Senonian the area of Miechów, Southern Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 35, 1, 3–53.
- Rutkowski J., 1989. Geological structure of the Cracow region, South Poland (in Polish with English summary). *Przegląd Geologiczny*, 37, 6, 302–308.
- Zapałowicz-Bilan B., 1982. Foraminifer zones from Upper Cretaceous in the Lublin Coal Basin. *Bulletin De L'Academie Polonaise Des Sciences. Serie des sciences de la terre*, 25, 4, 261–269.
- Zapałowicz-Bilan B., Machaniec E. & Kędzior A., 2004. Zespoły otwornic w profilu górnej kredy okolic Krakowa. *XIX Konferencja Naukowa Paleobiologów i Biostratygrafów PTG*, „Zapis Paleontologiczny jako wskaźnik paleośrodowisk”, Wrocław, 16–18 września 2004, 96–98.
- Zaręczny S., 1874. On the middle Cretaceous beds in Cracow area (in Polish). *Sprawozdania Komisji Fizjograficznej*, 12, 1–76.