

PROFIL SEDYMENTOLOGICZNY PRZEDKELOWEJSKICH (JURAJSKICH) UTWORÓW SILIKOKLASTYCZNYCH W OTWORZE BADAWCZYM CIANOWICE 2 (OKOLICE KRAKOWA)

SEDIMENTOLOGICAL PROFILE OF THE PRE-CALLOVIAN (JURASSIC) SILICICLASTIC DEPOSITS IN THE CIANOWICE 2 BOREHOLE (NEAR KRAKÓW, POLAND)

GRZEGORZ PIENKOWSKI¹

Abstrakt. W otworze Cianowice 2 (okolice Krakowa), bezpośrednio na niezgodności erozyjnej ze zmetamorfizowanymi łupkami neo-proterozoiku (ediakaru), a pod węglanowymi utworami jury środkowej (keloweju), występuje ponad 20-metrowy kompleks utworów silikoklastycznych (brekcje, zlepieńce, piaskowce, mułowce z podrzędnymi wkładkami węgla, syderytów i margli). Wykonane w czterech próbkach analizy palinologiczne pozwoliły uzyskać stosunkowo ubogi zespół miosporowy o szerokim zasięgu stratygraficznym, niedający rozstrzygających rezultatów, potwierdzający bardzo ogólnie jedynie jurajski wiek utworów (Jadwiga Ziaja, inf. ustna). Pozycja stratygraficzna tych utworów nie jest jasna – mogą one należeć zarówno do wczesnej jury, do środkowej jury, jak i obu tych epok, a najniższe warstwy grubookruchowe mogą być jeszcze starsze i reprezentować późny trias. Cały nawiercony kompleks silikoklastyczny został podzielony na pięć wyraźnych sukcesji. W poszczególnych sukcesjach dominują podrzędne cykle proste o ziarnie (i energii przepływu) malejące ku górze. Sukcesja 1 składa się z brekcji i zlepieńców o nieuporządkowanej strukturze, co wskazuje na spływy mułowe (soliflukcyjne), przechodzące być może w spływy wodne w środowisku stożków aluwialnych. Sukcesja 2 składa się z pięciu cykli prostych piaszczysto-mułowcowych, ze śladami wegetacji roślinnej, utworzonych na równi rzecznej. Sukcesja 3 składa się w całości z mułowców o genezie jeziorno-bagiennej, z licznymi śladami wegetacji roślinnej i węglami w stropie. Sukcesje 4 i 5 to ponownie sukcesje złożone z cykli prostych o genezie rzecznej. Cały profil badanych utworów silikoklastycznych wykazuje peneplenizację żywej początkowo rzeźby obszarów źródłowych i ciągły spadek energii procesów depozycyjnych ku górze aż do stropu sukcesji 3 z węglami, a następnie ponowny nawrót równi rzecznej. Poszczególne sukcesje są oddzielone powierzchniami nieciągłości (przeważnie erozyjnymi, jedynie spąg sukcesji 3 ma charakter odpowiednika powierzchni mogącej być korelatywną powierzchnią transgresji), które mogą stanowić regionalne powierzchnie korelacyjne (zwłaszcza dolne granice sukcesji 1, 3 i 5). Sukcesje o dolnych granicach erozyjnych mogą odpowiadać sekwencjom depozycyjnym. Porównania regionalne otworu wiertniczego Cianowice 2 z otworem Parkoszowice 58 BN położonym ok. 40 km na północny zachód skłaniają do uznania tych utworów wstępnie za jurę dolną (najprawdopodobniej pliensbach-toark), grubookruchowe utwory sukcesji 1 w spagu otworu mogą reprezentować także wiek późnotriasowy. Do czasu uzyskania bardziej precyzyjnych danych biostratygraficznych lub chemostratygraficznych nie można potwierdzić tego z całą pewnością ponad stwierdzenie, że są to utwory jurajskie starsze od keloweju.

Słowa kluczowe: utwory silikoklastyczne, sedymentologia, ?wczesna jura, okolice Krakowa.

Abstract. In the Cianowice 2 borehole (located in the vicinity of Kraków), straight on the erosional unconformity on the top of metamorphosed Neo-Proterozoic (Ediacaran) shales and below carbonate deposits of Callovian, 20 meters thick interval of siliciclastic rocks has been encountered. The siliciclastic rocks are composed of conglomerates, sandstones, mudstones and subordinate intercalations of coal, siderite and marls. Stratigraphical position of this interval can be inferred based on poorly-preserved miospore assemblage, spanning relatively long geological time (Jadwiga Ziaja, *pers. comm.*) – it can represent either Early or Middle Jurassic, or both of those epochs, while the lowermost coarse-grained package can be even of an older, *i.e.* Triassic age. The interval was subdivided into 5 well-distinguished sedimentary successions, separated by bounding surfaces, mostly of erosional character – only succession 3 starts with sharp lithological contrast between sandy deposits and overlying mudstones, which reflects flooding and rapid retrogradation (either lacustrine or lagoonal). All these bounding surfaces (particularly bottoms of successions 1, 3 and 5) are of regional correlative significance-erosional bounding surfaces can represent

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: grzegorz.pienkowski@pgi.gov.pl

sequence boundaries, while bottom of the succession 3 can represent correlative surface of a transgression. In each succession, except for the lowermost one, subordinate fining-upward cycles are dominating. They represent diminishing-upward energy of transport. The succession 1 is composed of breccia and conglomerates with chaotic structure, indicative of mudflow – dominated fans, possibly passing into alluvial fans and back to the mudflow fan again in the top. There is a marked lithological contrast (possibly connected also with considerable hiatus) between the coarse-grained deposits of succession 1 and following successions built of fine-grained sandstones, siltstones, mudstones and claystones. The succession 2 is composed of five fining-upward cycles, indicative of fluvial environment (fluvial plain), with traces of plant vegetation. The succession 3 is entirely composed of mudstones of lacustrine origin, with numerous traces of plant vegetation, siderite concretions and bands and coals at the top. Successions 4 i 5 again contain typical fining-upward fluvial cycles with traces of plant vegetation. The overall profile shows peneplanation of a landscape and continuous diminishing of energy of sedimentary processes up to the top of succession 3 marked with coals. Then, fluvial sedimentation returned. Regional comparison of the Cianowice 2 borehole with borehole Parkoszowice 58 BN, located some 40 km to NW tends to suggest the Early Jurassic (most probably Pliensbachian–Toarcian) age of the profile (the lowermost coarse-grained part can be of a Triassic age), but until more reliable biostratigraphical or chemostratigraphical evidences are obtained, these more detailed interpretations of stratigraphical division remain tentative.

Key words: siliciclastic deposits, sedimentology, ?Early Jurassic, vicinity of Kraków.

WSTĘP

Pełnordzeniowy otwór Cianowice 2 odwiercono w 2006 r. w Grębownicach, gmina Zielonki, powiat krakowski (fig. 1). Wykonanie otworu zleciło Ministerstwo Środowiska w ramach realizacji zadania badawczego „Zintegrowany program płytkich wierceń badawczych dla rozwiązania istotnych problemów budowy geologicznej Polski”. Był to jeden z dwóch otworów badawczych zaprojektowanych w celu rozwiązania Problemu nr 10 „Geologiczno-strukturalne rozpoznanie strefy rozłamu Kraków–Lubliniec na odcinku krakowskim”. Otwór jest położony w południowo-zachodniej, krawędziowej części bloku małopolskiego, którego granicę stanowi strefa uskoku Kraków–Lubliniec. Pod piaskowcami organodetrytycznymi o spoiwie węglanowym zaliczonymi do keloweju i nad lekko zmetamorfizowanymi łupkami ediakaru nawiercono ponad 20-metrowy kompleks szarych, szarobrazowych i szarozielonych utworów terygenicznych (brekcji, zlepieńców, piaskowców i mułowców z podrzędnymi wkładkami syderytów, węgla i margli). Dwa odcinki rdzenia przedstawiono na figurach 2 (interwał 261,4–265,8 m) i 3 (interwał 252,6–258,4 m). Uzysk rdzenia wynosił ok. 85–95%, większe miejscami luki rdzenia uzupełniono w opisie (fig. 4) na podstawie karotażu i fragmentów okruchów rdzenia. Wykonane dla czterech prób analizy palinologiczne pozwoliły uzyskać stosunkowo ubogi zespół miosporowy o szerokim zasięgu stratygraficznym, niedający rozstrzygających rezultatów, potwierdzający jedynie jurajski wiek utworów (Jadwiga Ziaja, inf. ustna). Pozycja stratygraficzna tych utworów nie jest więc jasna – mogą one należeć zarówno do wczesnej jury, do środkowej jury, jak i obu tych epok, a najniższy pakiet gruboziarnisty może reprezentować wiek późnotriasowy. Kompleks został podzielony na 5 wyraźnych sukcesji depozycyjnych (fig. 4).

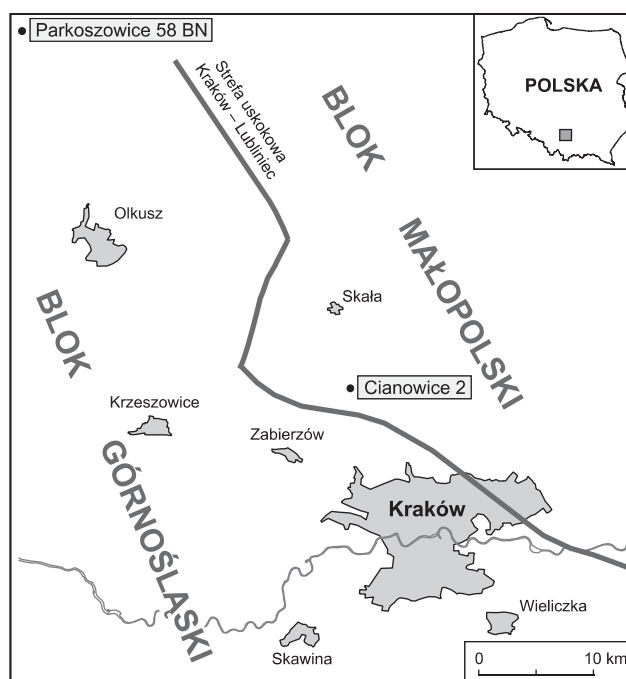
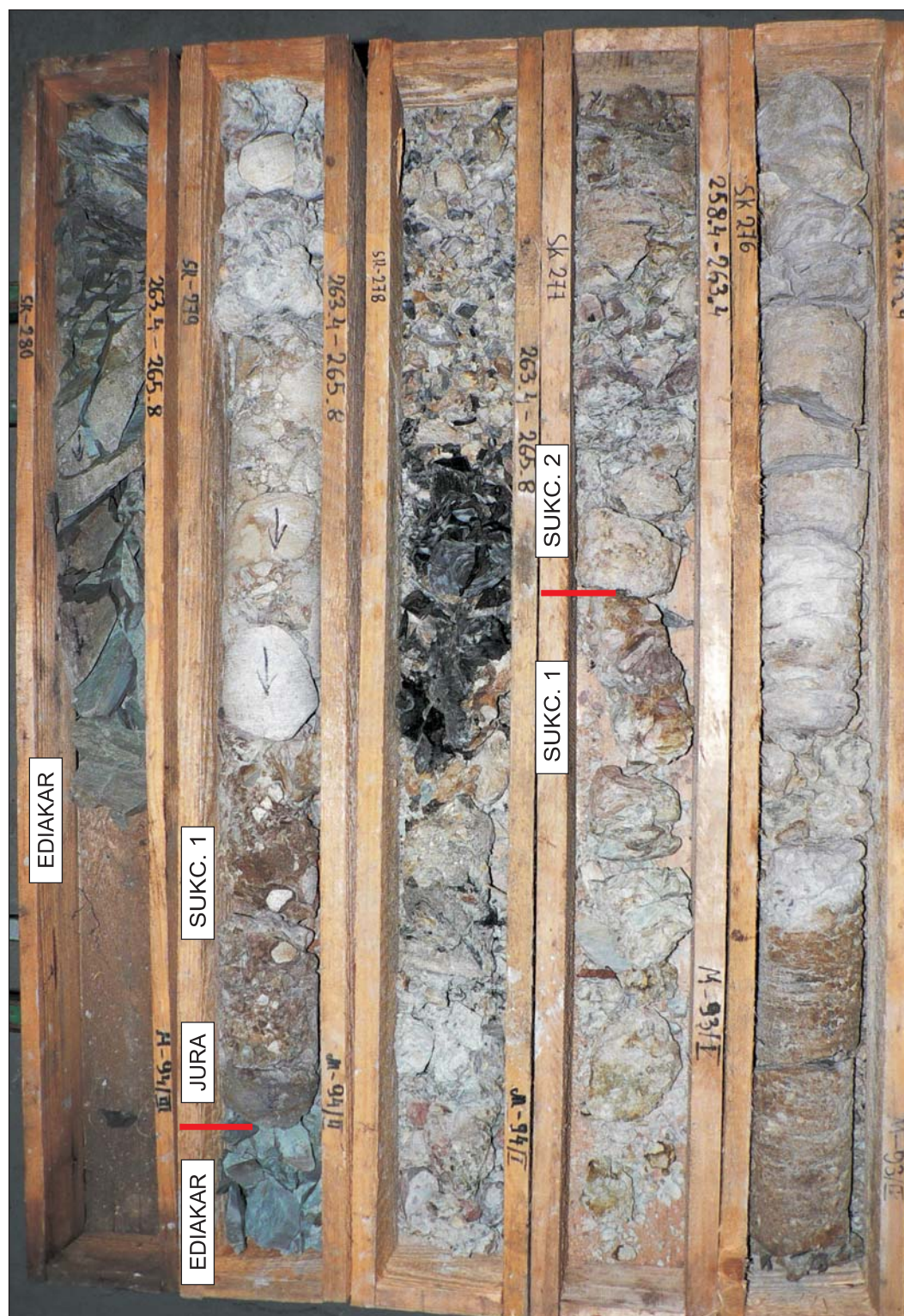


Fig. 1. Lokalizacja otworów wiertniczych Cianowice 2 i Parkoszowice 58 BN na tle głównych jednostek paleotektonicznych (blok górnośląski i blok małopolski)

Locations of the Cianowice 2 and Parkoszowice 58 BN boreholes on the background of main palaeotectonic units (Upper Silesian Block and Małopolska Block)



W dolnej części widoczne stromo nachylone tektonicznie zmetamorfizowane łupki ediakaru, wyżej na powierzchni erozyjnej grubookruchowe utwory jurajskie (być może także starsze), 1 sukcesja – utwory spływów mulowych/ stożków napływowych; granice sukcesji zaznaczone czerwonymi liniami; warstwa węgla (napławionej flory) pośrodku zlepieńców i brekcji sukcesji 1. Sukcesja 2 wykazuje odmienny typ znacznie bardziej drobnoziarnistego, lepiej wysortowanego, przekątnie warstwowanego osadu piaszczystego koryt rzecznych

Cianowice 2 borehole, 261.4–265.8 m cored interval

Slightly metamorphosed and steeply tectonically inclined Ediacaran shales are visible at the bottom; upon the erosional surface, coarse-grained Jurassic (or possibly older) deposits of Succession 1 are visible (debris flow/alluvial fan deposits); red bars = succession boundaries. Coal (drifted flora) in the middle part of conglomerates and breccias of Succession 1. Succession 2 shows a different character of finer, better sorted, cross-bedded sandy deposits of fluvial origin

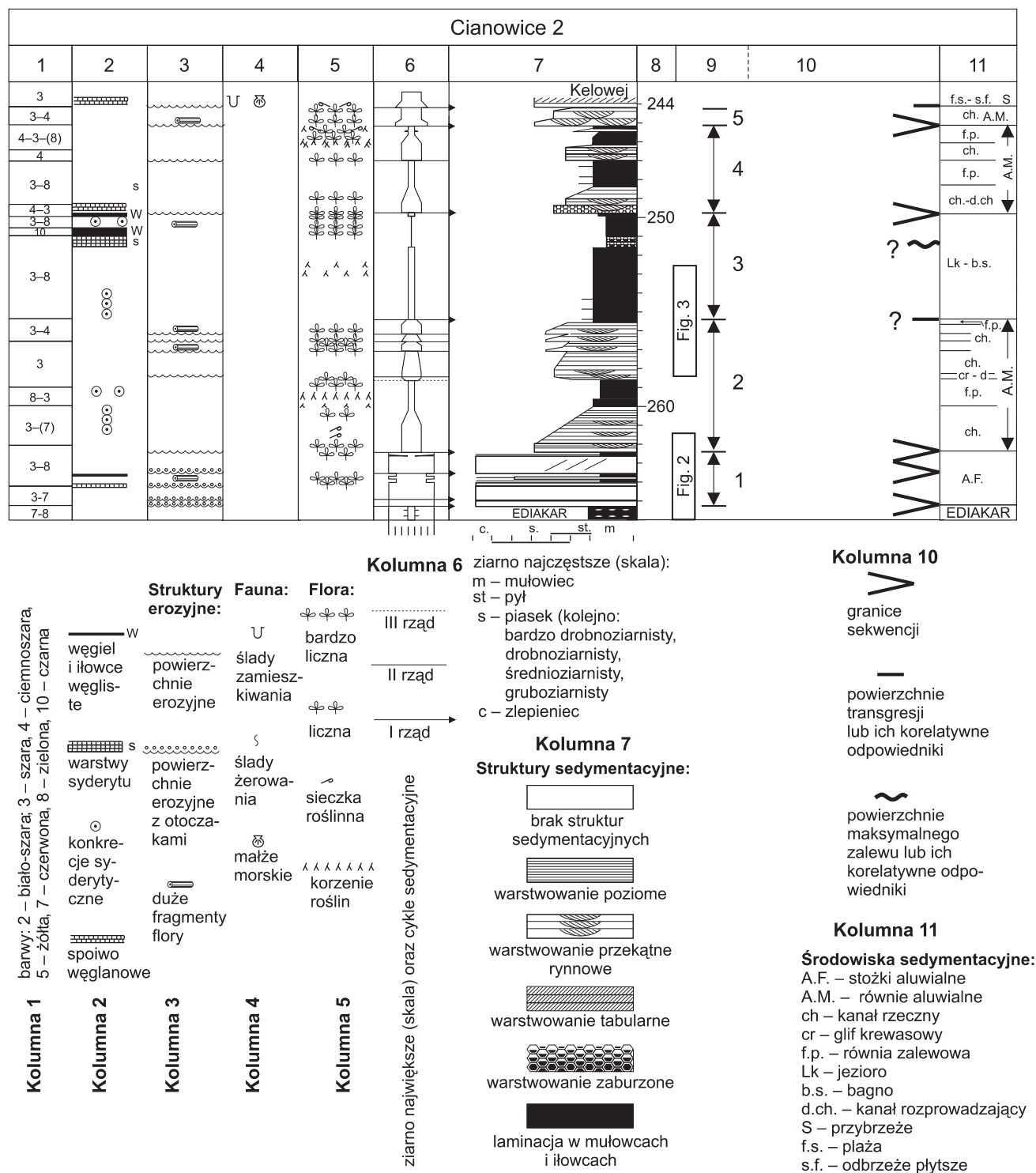


Fig. 4. Profil litologiczno-sedymologiczny otworu wiertniczego Cianowice 2

Sukcesje oznaczono numerami 1–5. Pozycje zilustrowanych na figurach 2 i 3 interwałów rdzeni oznaczono odpowiednio jako fig. 2 i 3

Lithological-sedimentological profile of the Cianowice 2 borehole

Successions marked with numbers 1–5. Positions of core intervals presented in Figs. 2 and 3 marked as Fig. 2 and 3, respectively. For explanation see Fig. 5

OPIS LITOLOGICZNO-SEDYMENTOLOGICZNY UTWORÓW SILIKOKLASTYCZNYCH W OTWORZE WIERTNICZYM CIANOWICE 2

SUKCESJA 1 (262,4–265,2 m)

Nad słabo zmetamorfizowanymi (anchimetamorficznymi) utworami ediakaru (wendu) o upadach tektonicznych nachylonych około 20 do 40°, bezpośrednio na powierzchni erozyjnej (fig. 2, 3, głęb. 265,2 m) leżą utwory brekcji przechodzących w zlepienie o miąższości ok. 2,5 m. W dolnej części występują okruchy skał ediakaru o wielkości do kilku centymetrów (materiał lokalny), natomiast wyżej przeważają allogeniczne okruchy kwarcytów (?dewońskich) o średnicy do 12 cm. Tekstura jest bezładna, osad skrajnie niedojrzały (niewysortowany), wymieszane są frakcje od grubopsefitowej do mułowej – okruchom skalnym przekraczającym 10 cm średnicy towarzyszą warstewki mułowców (fig. 2, głęb. 262,60–265,15 m). Osad ma barwy na przemian zielonoszare i szaroczerwone. W środkowej części sukcesji występuje liczna napławiona flora (w tym duże fragmenty – fig. 2, interwał na głęb. 263,9–264,1 m), ponad wkładką z florą pojawiają się bardzo niewyraźne upady sedymentacyjne – są one stosunkowo niewielkie i mogą odzwierciedlać nachylenie paleostoku – powierzchni depozycyjnej. Powyżej, do samego stropu sukcesji (262,4 m), występują zlepienie i brekcje o teksturze bezładnej. Ostatni metr profilu sukcesji nosi cechy charakterystyczne dla progradacji środowisk (na stosunkowo bardziej drobnoziarnistym, lepiej uporządkowanym osadzie leżą zlepienie i brekcje polimiktyczne). Lokalnie pojawia się spoiwo węglanowe (fig. 2).

SUKCESJA 2 (255,5–262,4 m)

Zaznacza się raptowny spadek wielkości ziarna w porównaniu z sukcesją 1, osad jest przy tym znacznie lepiej wysortowany, pojawiają się czytelne struktury sedymentacyjne (warstwowania poziome, podrzędnie przekątne rynnowe), co wskazuje na ustabilizowanie warunków sedymentacyjnych. W dolnej części sukcesji 2 dominują piaskowce drobnoziarniste (w spągu z domieszką ziarna średniej wielkości), przechodzące w piaskowce bardzo drobnoziarniste, pyłowce i mułowce – wielkość ziarna w dolnej części sukcesji (260,0–262,4 m) bardzo stopniowo zmniejsza się ku górze (fig. 2–4). Wyżej, nad 1,5-metrową warstwą mułowców powraca osad piaszczysty (piaskowce drobno- i bardzo drobnoziarniste), w piaskowcach występują wyraźne struktury sedymentacyjne – warstwowania poziome i rynnowe, będące efektem migracji megariplemarków prądowych. Występuje też wyraźna cykliczność sedymentacji (pięć regularnych cykli prostych o ziarnie malejącym ku górze). W spągu drugiego (licząc od dołu) cyklu prostego zachowały się osady małego (15 cm miąższości) cyklu odwróconego (progradacyjnego). Jeden z cykli kończy się poziomem gleby kopalnej z korzeniami roślin i konkrecjami sydereotowymi, wszędzie w stropie występują nagromadzenia napławionej flory.

SUKCESJA 3 (249,8–255,5 m)

Najbardziej jednolity litologicznie kompleks (fig. 3, 4), zbudowany z zielono-szarych, laminowanych poziomo mułowców i ilowców, zalega ze stosunkowo ostrym kontaktem (kontrast wielkości ziarna) na leżących niżej piaskowcowych utworach sukcesji 2 (fig. 3, głęb. 255,5 m). Powierzchnia ta ma charakter powierzchni oddzielającej (*bounding surface*). Utwory sukcesji 3 powstawały na skutek spokojnej, niskoenergetycznej sedymentacji (wytrącania osadu z zawiesiny). Poziomy z korzeniami roślin (252–253 m) świadczą o spłyceniu środowiska sedymentacji w środkowej części sukcesji, a w samym stropie sukcesji występują także warstwy ilowca węglatego z węglem i dużymi fragmentami flory oraz sydereytu występującego pod postacią konkrecji (w tym niewielkich sferolitów) i nieregularnych przewarstwień. Utwory tej sukcesji są zerodowane od góry.

SUKCESJA 4 (245,1–249,8 m)

Utwory tej sukcesji leżą na powierzchni erozyjnej, w spągu zaczynają się od 0,4 m drobnoziarnistych piaskowców o zaburzonem warstwowaniu (miejscami zachowało się pierwotne warstwowanie przekątne rynnowe), stopniowo przechodzących w piaskowce bardzo drobnoziarniste warstwowane poziomo i rynnowo, a wyżej – w laminowane pyłowce i mułowce. Dominują regularne cykle proste o ziarnie malejącym ku górze (dwa cykle – dolny ok. 2,5 m, górny nieco mniej niż 2 m). Wyższy cykl kończy się poziomami gleby kopalnej z korzeniami, wszędzie występują nagromadzenia flory. W utworach piaszczystych w spągu kompleksu (w niższym cyklu) występuje spoiwo węglanowe.

SUKCESJA 5 (244,0–245,1 m)

Sukcesja ta składa się z około metrowej ławicy przekątnie (rynnowo) warstwowanego szarego piaskowca drobnoziarnistego (w spągu z domieszką ziarna średniej wielkości), stanowiącej jeden cykl o ziarnie zmniejszającym się ku górze. Występuje bardzo liczna napławiona flora, w spągu znaleziono jej duże fragmenty. Spąg ławicy jest erozyjny.

Na utworach sukcesji 5 (głęb. 244 m) występuje powierzchnia transgresji, powyżej której zalegają piaskowce o spoiwie węglanowym z pokruszoną fauną morską i skamieniałościami śladowymi (dominują ślady zamieszkiwania – domichnia). Są to transgresywne utwory przybrzeżne wieku kelowejskiego.

INTERPRETACJA SEDYMENTOLOGICZNA I PORÓWNANIE Z PROFIEM PARKOSZOWICE 58-BN

W wyniku przeprowadzonych badań wyróżniono pięć sukcesji osadowych rozdzielonych wyraźnymi powierzchniami nieciągłości (powierzchnie korelatywne). Są to na ogół powierzchnie erozyjne (mogące być odpowiednikami granic sekwencji), a w przypadku spagu sukcesji 3 jest to prawdopodobnie korelatywny odpowiednik powierzchni transgresji. Wyraźną powierzchnią transgresji morskiej jest spąg utworów keloweju (= strop sukcesji 5).

Sukcesja 1 zawiera utwory gruboziarniste, zlepieńcowate, krańcowo źle wysortowane, w obrębie sukcesji można wyróżnić trzy cykle oddzielone powierzchniami erozyjnymi. Skrajnie źle wysortowanie osadu, chaotyczne ułożenie składników ziarnistych, brak albo bardzo niewyraźne i niepewne (oddające paleostok) warstwowania pozwalają stwierdzić, że osad ten jest pozostałością zwietrzeliiny przemieszczanej w dół stoku jako spływ kohezyjny (spływ mułowy), przechodzący w spływ wodno-mułowy w środowisku stożka napływowego. W samym stropie sukcesji ponownie zaznacza się progradacja stożka i spływ kohezyjny skrajnie źle wysortowanego osadu w postaci brekcji i zlepieńców. Materiał lokalny (skały ediakaru) koncentruje się w spagu sukcesji, wyżej pojawiają się okruchy kwarcytów – być może wieku paleozoicznego. Brak struktur sedimentacyjnych lub ich zaczątkowy, niewyraźny charakter wskazują na środowisko stożków napływowych i dominację spływów mułowych – naprzemian grawitacyjnych, mułowych (kohezyjnych) i wodnych w formie kanałów roztokowych na powierzchni stożka napływowego (Jones i in., 2001). Wskazuje to na żywą morfologię i bezpośrednie sąsiedztwo stoków morfologicznych, a także raczej półsuchy klimat z sezonowymi, nawałnicowymi deszczami, choć pojawienie się w środkowej części sukcesji nagromadzenia napławionych, zwęglonych szczątków roślinnych może odzwierciedlać wahania klimatyczne i bardziej wilgotne warunki. Liczne powierzchnie erozyjne mogą odzwierciedlać cykle erozyjno-sedimentacyjne różnej rangi – od pojedynczych powodzi po amalgamowane granice sekwencji depozycyjnych.

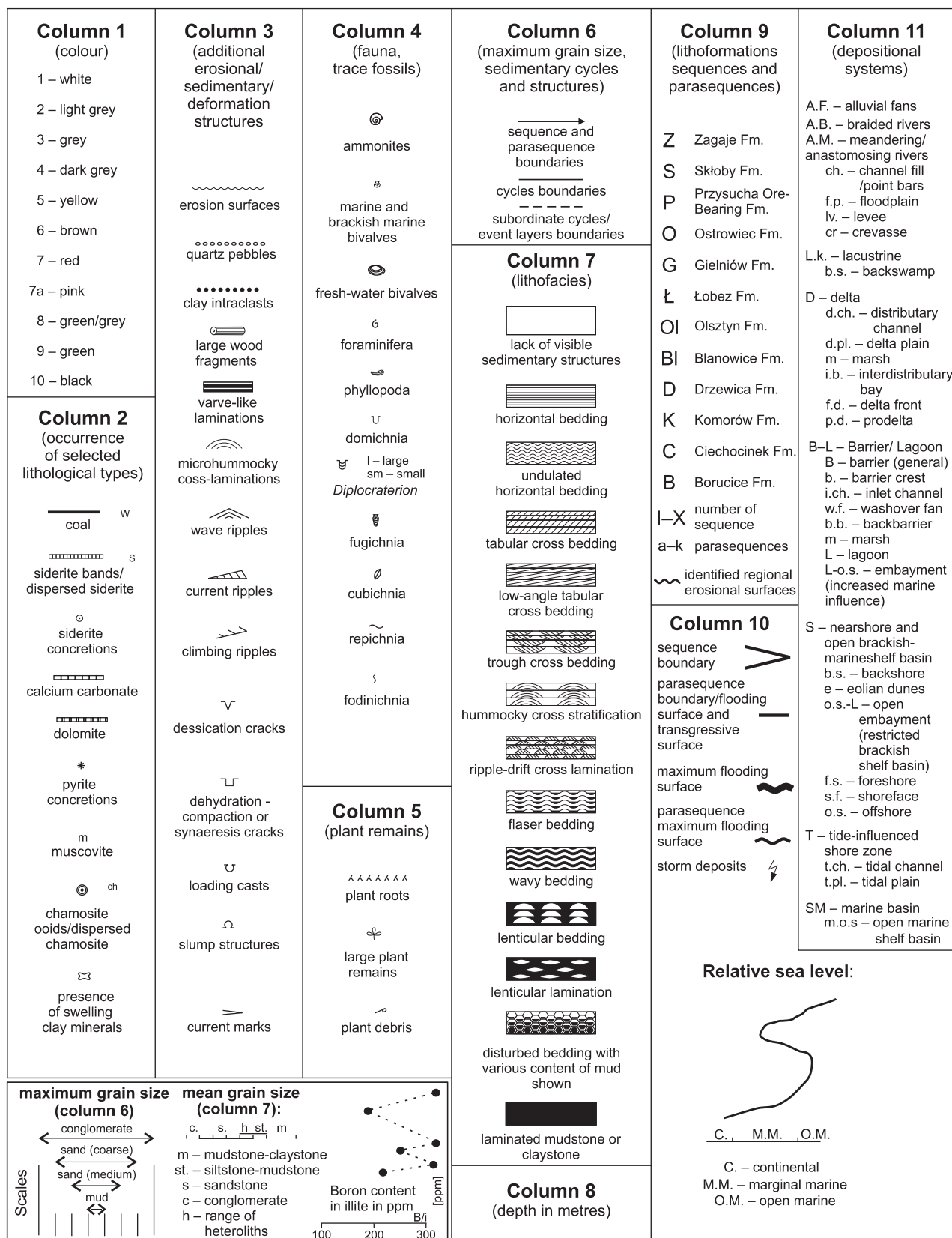
Kontrast sukcesji 1 z następnymi jest wyjątkowo wyraźny – zarówno jeśli chodzi o wielkość ziarna, jak i jego wysortowanie i uporządkowanie. Drastycznie różne były też warunki sedimentacji. Być może sukcesję 1 od następnych dzieli ogromna luka wiekowa.

Sukcesje 2, 4 i 5 są zbudowane z utworów piaszczysto-mułowcowych, tworzących proste cykle sedimentacyjne (o ziarnie malejącym ku górze). Cykle te zawierają najczęściej florę, a w dwóch przypadkach w ich stropie pojawiają się korzenie roślin (gleby kopalne). Cykliczność sedimentacji (pięć regularnych cykli prostych o ziarnie malejącym ku górze w sukcesji 2, dwa podobnie regularne cykle w sukcesji 4) oraz stopniowa zmiana uziarnienia i struktury sedimentacyjne (warstwowania poziome i przekątne rynnowe) wskazują na uporządkowanie procesów sedimentacyjnych w kanałach rzecznych, co odzwierciedla cykliczność sedimentacji.

Należy przyjąć, że koryta miały stosunkowo kręty charakter, co wyraziło się w regularnej powtarzalności cykli. Wskazuje to na stopniowy spadek energii procesów depozycyjnych w poszczególnych cyklach – jest to typowe dla cykli rzecznych (Allen, 1964). W spagu drugiego cyklu sukcesji 2 zachowały się cienkie osady progradacyjne – prawdopodobnie glifu krewasowego. Spagowe partie piaszczowca w sukcesji 4 zawierają spoiwo węglanowe – być może jest to efekt erozji wychodni skał węglanowych w obszarze alimentacyjnym tych piaszczowców. Sukcesja 5 zawiera jeden cykl depozycyjny koryta rzecznego.

Szczególny charakter ma sukcesja 3, złożona wyłącznie z szarozielonych mułowcowo-iłowcowych utworów drobnoziarnistych. W środkowej części tej sukcesji pojawiają się korzenie roślin (gleby kopalne), natomiast w stropie – warstwy węgla, świadczące o zmniejszeniu tempa sedimentacji i dostawy materiału okrucowego. Utwory te reprezentują środowisko jeziorne i jeziorno-bagiennie. W utworach mułowcowych i ilastych tej sukcesji występują diagenetyczne skupienia syderytów, zarówno w postaci owalnych konkrekcji, jak i przewarstwień (w górnej części). Świadczy to o deficycie tlenowym w osadzie. Nie jest wykluczone, że gwałtowny spadek energii transportu i procesów depozycyjnych w czasie powstawania tej sukcesji był związany z podniesieniem bazy erozyjnej (transgresją). Spąg sukcesji reprezentowałby wtedy korelatywną powierzchnię transgresji. Można też założyć alternatywną interpretację gwałtownej zmiany charakteru sedimentacji z rzecznej na jeziorno-bagienną – przyczyną takiej zmiany mogła być zmiana klimatu na znacznie wilgotniejszy i rozwój środowiska jeziornego. Dodatkowy wpływ, którego nie można wykluczyć z rozważań interpretacyjnych, mogły mieć też lokalne czynniki tektoniczne, powodujące obniżenie terenu (lub powstanie bariery morfologicznej) i w konsekwencji zahamowanie przepływu rzek. Spąg pakietu o najdrobniejszym ziarnie (fig. 4, głęb. 251,5 m) może być związany z hipotetycznym maksymalnym zalewem zbiornika. Nie można stwierdzić, jaki charakter miał zbiornik, w którym powstały utwory sukcesji 3 (jeziorno czy zatoka/ laguna morska). Rozstrzygnięcie tej kwestii zależy od wyników analiz mikropaleontologicznych (w tym zwłaszcza palinologicznych).

Podobnie wiek całego badanego profilu nie może być określony bez wykonania szczegółowych badań palinologicznych i chemostratygraficznych. Na podstawie porównań litologicznych profil wykazuje pewne analogie zarówno do wydzieleń litologicznych jury środkowej (Jurkiewicz, 1974), jak i jury dolnej (Pieńkowski, 2004). Ta druga korelacja (porównanie fig. 4 i 5) wydaje się szczególnie sugestywna, zwłaszcza że referencyjne wiercenie z udokumentowaną jurą dolną pochodzi ze stosunkowo niedalekich okolic Zawiercia (Parkoszowice 58 BN) – fig. 1. Ponadto, z okolic Zawiercia pochodzi więcej podobnych, pełnordzeniowych, udokumentowanych profili wiertniczych (Pieńkowski, 2004).



paleośrodowiskową (na podstawie: Pieńkowski, 2004). Zaznacza się podobieństwo do profilu Cianowice 2

(after Pieńkowski, 2004). Note similarity with the Cianowice 2 profile

Przy takim założeniu, poszczególne sukcesje depozycyjne z Cianowic (fig. 4) znajdują swoje następujące odpowiedniki w Parkoszowicach (fig. 5):

- grubookruchowe utwory sukcesji 1 – odpowiednik: sam spąg formacji blanowickiej, głębokość w Parkoszowicach 172,2 m, ale możliwe też krańcowo źle wysortowane zlepieńce i mułowce poniżej tej głębokości, zaliczone do triasu górnego lub jeszcze starsze utwory;
- rzeczne utwory piaszczysto-mułowcowe z liczną florą sukcesji 2 – odpowiednik: utwory formacji blanowickiej w Parkoszowicach – 159,0–172,2 m. W profilu Parkoszowic zaznacza się w formacji blanowickiej krótkotrwała, udokumentowana faunistycznie ingresja morska, mogła one jednak nie sięgnąć w okolice Cianowic;
- mułowcowo-ilaste, szaro-zielone utwory sukcesji 3 – odpowiednik: podobne litologicznie utwory formacji ciechocińskiej – 139,2–159,0 m;
- piaszczysto-mułowcowe i piaszczyste utwory rzeczne sukcesji 4 i 5 – odpowiednik: piaszczyste utwory o podobnej genezie formacji borucickiej – 123,7–139,2 m.

W takim przypadku opisywane utwory z Cianowic reprezentowałyby wiek pliensbach–toarc (grubookruchowe utwory w spagu mogłyby reprezentować także późnotriasowy lub jeszcze wcześniejszy wiek, luka obejmowałaby wtedy hetang i synemur, być może mogłaby być znacznie większa). Należy jednak cały czas pamiętać, że silikoklastyczne utwory jury środkowej w okolicach Krakowa mogą wyglądać podobnie pod względem litologicznym. W każdym przypadku powyższą korelację zamyka od góry powierzchnia transgresji kelowej – dalej w kierunku północnym transgresja ta wystąpiła wcześniej.

Do ostatecznego rozstrzygnięcia kwestii wieku utworów konieczne jest wykonanie szczegółowych badań palinologicznych, a także izotopowych węgla. Wykazanie, np. że w obrębie sukcesji 3 występuje, podobnie jak w Parkoszowicach, zaburzenie cyklu węglowego o znacznej amplitudzie (Hesselbo, Pieńkowski 2011), wskazałoby jednoznacznie na wczesnotoarcę wiek tej sukcesji.

LITERATURA

- ALLEN J.R.L., 1964 — Studies in fluvial sedimentation: Six cyclothems from the lower Old Red Sandstone, Anglo-Welsh Basin. *Sedimentology*, **3**: 163–198.
- HELSELBO S.P., PIENKOWSKI G., 2011 — Stepwise atmospheric carbon isotope excursion during the Early Jurassic Oceanic Anoxic Event. *Earth and Planetary Science Letters*, **301**, 1/2: 365–372.
- JONES S.J., FROSTICK L.E., ASTIN T.R., 2001 — Braided stream and flood plain architecture: the Rio Vero Formation, Spanish Pyrenees. *Sedim. Geol.*, **139**: 229–260.
- JURKIEWICZ I., 1974 — Rozwój jury środkowej we wschodniej części obszaru krakowskiego. *Biul. Inst. Geol.*, **278**: 201–239.
- PIENKOWSKI G., 2004 — The epicontinental Lower Jurassic of Poland. *Pol. Geol. Inst. Sp. Papers*, **12**: 1–156.

SUMMARY

The Cianowice 2 borehole yielded a 20-metre thick core representing siliciclastic deposits – conglomerates, sandstones, mudstones and subordinate intercalations of coal, siderite and marls. There is a giant stratigraphical gap at the base, with Mesozoic sediments lying directly – with an angular unconformity – on steeply dipping Ediacaran strata. Based on scarce palynological evidences (J. Ziaja, pers. comm.), the pre-Callovian can be attributed to the Early and/or Middle Jurassic. The lowermost coarse-grained package can even be older, i.e., of Triassic age. These deposits show a variety of sedimentological features, pointing to a general upward-diminishing energy of sedimentary processes, resulting in fining-upward character of the whole interval, particularly visible at the lower part. The section can be divided into five sedimentary successions, separated by bounding surfaces, mostly of erosional character. In two cases, these are either a transgressive surface (base of the Callovian) or

transgression-correlative surface (between Succession 2 and Succession 3). Stratigraphical gaps are likely to be significant also within the Jurassic siliciclastic interval. In each succession, except for the lowermost one showing no clear cyclicity, subordinate fining-upward cycles are dominant, frequently with traces of plant vegetation. These are interpreted as fluvial cycles. The overall profile shows peneplanation of the landscape and continuous diminishing of energy of sedimentary processes up to the top of Succession 3 marked with coals. Then, higher energy fluvial sedimentation renewed. General similarity of the trends observed in the Cianowice 2 profile with the Parkoszowice 58 BN borehole, located some 40 km to the NW, tends to suggest the Early Jurassic (most probably Pliensbachian–Toarcian) age of the interval studied. However, this tentative hypothesis needs to be tested by biostratigraphical or chemostratigraphical investigations.