

Mikrofacje utworów węglanowo-silikoklastycznych miocenu w dolinie Opatówki (północna marginalna strefa zapadliska przedkarpackiego)

Urszula Czarniecka¹



U. Czarniecka

Microfacies of Miocene siliciclastic-carbonate deposits in the Opatówka Valley (northern marginal zone of the Carpathian Foredeep). *Prz. Geol.*, 59: 625–632.

Abstract. The study concerns the Miocene carbonate and mixed siliciclastic-carbonate deposits of the Pińczów and Chmielnik Formations. They are located on the south-eastern slopes of the Holy Cross Mountains. Based on the thin sections analysis the framework components, kinds of cements and character of porosity were described. The framework components were qualified according to their size, roundness and sorting. Two types of components predominate: carbonate intraclasts and non-carbonate extraclasts. Among the intraclasts, mainly well rounded algal bioclasts occur. Moreover, poorly rounded skeletal elements of bryozoans, foraminifera, echinoids, serpulids, bivalves, gastropods, as well as rare glauconite grains have also been observed. The extraclasts are represented mainly by quartz grains and rare litoclasts, among which fragments of sandstones and limestones were recognized. These grains are poorly rounded or angular. Overall, the framework components are poorly sorted. Microspar is the main kind of pore-filling carbonate cements. The examined deposits have considerable porosity. The following types of porosity were distinguished: intergranular, intragranular, intercrystalline, moldic and vuggy. Based on the results of thin sections analysis, seven types of microfacies were distinguished: algal foraminiferal packstone, algal packstone, quartz-rich algal packstone, lithoclastic algal packstone, quartz-rich bryozoan algal packstone, bryozoan packstone, quartz-rich bryozoan packstone.

Keywords: Opatówka Valley, Carpathian Foredeep, siliciclastic-carbonate deposits, Pińczów Formation, Chmielnik Formation, petrography, microfacies

Utwory mioceńskie doliny Opatówki były przedmiotem obserwacji i badań wielu geologów. Były to prace poświęcone stratygrafii miocenu na tym obszarze oraz analizie warunków sedimentacji utworów tego wieku. Pawłowska (1965) przedstawiła szczegółowy opis litologii utworów sarmatu w odsłonięciach okolic Gór Wysokich. Krach (1971) opisał profil utworów sarmackich w Dwikozach. Szczegółowe analizy sedimentologiczne utworów sarmackich, w tym również tych występujących w dolinie Opatówki, przeprowadzone zostały przez Rutkowskiego (1969, 1976). W oparciu o wyniki analiz: granulometrycznej, petrograficznej żwirów, stopnia obtoczenia ziarn i struktur warstwowania przekątnego, określił on środowisko sedimentacji badanych utworów jako wysokoenergetyczne i płytkomorskie. Areń (1971) sugerował istnienie rozległej delty utworzonej przez pra-Opatówkę. Radwański (1973) przedstawił koncepcję litoralnej platformy akumulacyjnej. Czapowski (1973) dokonał szczegółowej charakterystyki profili odsłoneń, na którą składa się opis litologii, struktur sedimentacyjnych oraz występującej fauny. Opisał również (1976) procesy i genezę cementacji w utworach sarmatu doliny Opatówki.

Dolina Opatówki, położona w południowo-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, tektonicznie związana jest z północną brzezną strefą zapadliska przedkarpackiego (ryc. 1A, 1B). Obszar objęty badaniami znajduje się pomiędzy wsią Zagrody na zachodzie a miejscowością Dwikozy na wschodzie (ryc. 1C). Podłoże utworów miocenu stanowią tu zróżnicowane pod względem litologicznym skały paleozoicznego trzonu Gór Świętokrzyskich oraz ich mezozoicznego obrzeżenia. Pod koniec miocenu środkowego obszar Gór Świętokrzyskich ulegał wynoszącym ruchom tektonicznym, co spowodowało zmienne w czasie

tempo dostawy materiału terygenicznego do zbiornika morskiego na przedpolu.

W dolinie Opatówki występują utwory silikoklastyczne formacji z Trzydnika (Alexandrowicz i in., 1982; wiek: karpat-baden dolny) oraz utwory silikoklastyczne, węglanowe i mieszane (węglanowo-silikoklastyczne) formacji z Pińczowa (Alexandrowicz i in., 1982; wiek: baden dolny) i formacji z Chmielnika (Alexandrowicz i in., 1982; wiek: baden górny-sarmat dolny; ryc. 2).

Celem artykułu jest przedstawienie szczegółowej charakterystyki litofacji i mikrofacji wyróżnionych w obrębie zliityfikowanych utworów węglanowo-silikoklastycznych (wapienie organodetrytyczne i wapienie organodetrytyczno-kwarcowe – ryc. 3) formacji z Pińczowa i formacji z Chmielnika (ryc. 4, 5 – patrz na str. 594). Litofacje wyróżniono na podstawie obserwacji i opisów makroskopowych. Podstawową metodą badawczą w analizie mikrofacjalnej była analiza płytek cienkich w mikroskopie optycznym.

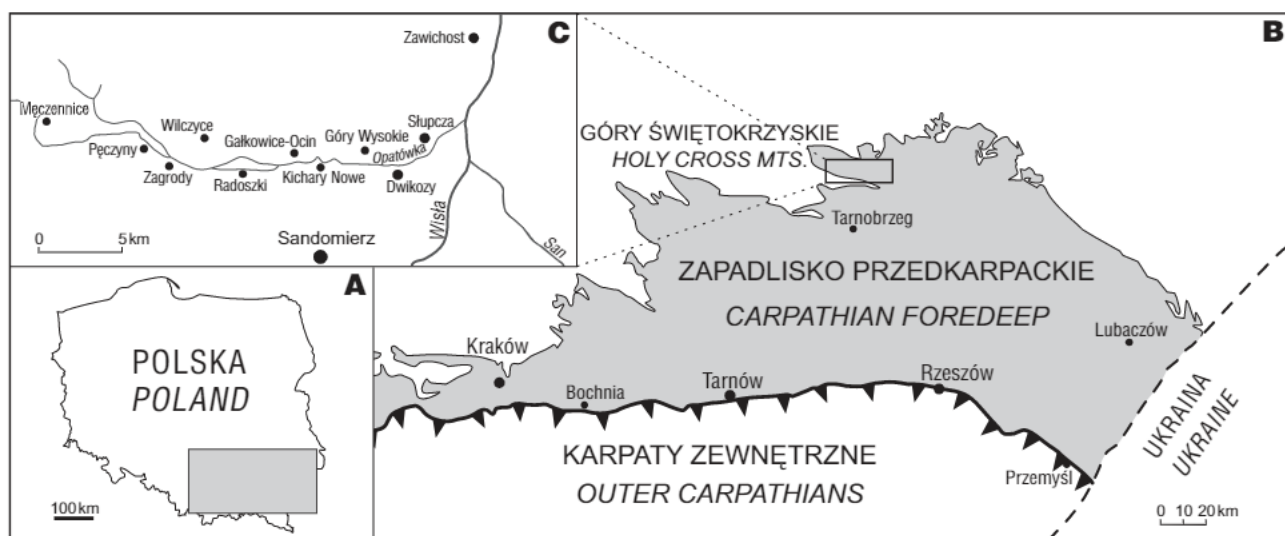
Litologia

W oparciu o przeprowadzone obserwacje terenowe wyróżniono dwie główne litofacje występujące na obszarze badań: piaszczystą i węglanową (ryc. 3).

Litofacja piaszczysta występuje prawie we wszystkich odsłonięciach na badanym obszarze, wśród utworów formacji z Trzydnika, Pińczowa (odsłonięcia okolic Zagród – ryc. 1C) i Chmielnika (odsłonięcia okolic Nowych Kiehar, Gór Wysokich i Dwikoz – ryc. 1C). W obrębie tej litofacji wyróżniono trzy odmiany litologiczne:

- warstwowane horyzontalnie, skośnie i zmarszczkowo piaski i piaskowce kwarcowe;
- piaski i piaskowce kwarcowo-organodetrytyczne, warstwowane skośnie i horyzontalnie; w utworach tych

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; urszula.czarniecka@student.uw.edu.pl.



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań: A – lokalizacja terenu badań na tle obszaru Polski; B – lokalizacja obszaru badań na tle zasięgu zapadliska przedkarpackiego; C – szczegółowa lokalizacja obszaru badań

Fig. 1. Location of the study area: A – location of the study area against background of Poland; B – location of the study area against background of the Carpathian Foredeep extent; C – detailed location of the study area

głównym składnikiem ziarnistym jest kwarc, obserwuje się ponadto istotny udział bioklastów glonowych, małżowych i ślimakowych;

c) warstwowane horyzontalnie, skośnie i zmarszczkowo piaski kwarcowo-glaukonitowe.

Litofacja węglanowa jest charakterystyczna dla utworów formacji z Pińczowa (odsłonięcia okolic Zagród – ryc. 1C) i formacji z Chmielnika (odsłonięcia okolic Nowych Kichar i Gór Wysokich – ryc. 1C). Do litofacji węglanowej zaliczono cztery odmiany litologiczne: muszlowce, wapień litotamniowe marglisto-glaukonitowe, wapień organodetrytyczne i wapień organodetrytyczno-kwarcowe.

Muszlowce, o charakterze zlepów o różnym stopniu lityfikacji, składają się głównie z muszli małży, podrzędnie towarzyszą im serpule i mszywoły w postaci bioklastów.

Wapień litotamniowe marglisto-glaukonitowe występujące w dolinie Opatówki zbudowane są z rodoidów utworzonych przez glony Rhodophyta, otoczonych marglisto-glaukonitową masą wypełniającą.

Kolejne dwie odmiany litologiczne litofacji węglanowej – warstwowane skośnie, zmarszczkowo, rynnowo i horyzontalnie wapień organodetrytyczne i wapień organodetrytyczno-kwarcowe (ryc. 5) – są makroskopowo bardzo trudne do rozdzielenia. Mają one charakter skał mieszanych (węglanowo-silikoklastycznych). W wapieniach organodetrytycznych i organodetrytyczno-kwarcowych występują przede wszystkim bioklasty i kwarc. Wśród bioklastów rozpoznano pokruszone fragmenty glonów, otwornic, mszywołów, serpuli, małży, ślimaków i jeżowców.

W dolinie Opatówki występuje także litofacja mułowcowa w postaci marglisto-ilastych wkładek w obrębie wapieni organodetrytyczno-kwarcowych i piasków kwarcowo-organodetrytycznych formacji z Chmielnika. Z uwagi na podrzędne występowanie tej litofacji jej opis został pominięty.

Zwięzłe utwory węglanowe i węglanowo-silikoklastyczne formacji z Pińczowa i formacji z Chmielnika pod-

dane zostały szczegółowej analizie petrograficznej i mikrofacjalnej.

Petrografia

W oparciu o badania terenowe, wytypowano okazy w celu wykonania płytek cienkich. Próby pobrano na podstawie obserwacji zmienności frakcji materiału ziarnowego i struktur sedymentacyjnych w profilach poszczególnych odsłoneń. Na podstawie analizy płytek cienkich w mikroskopie optycznym opisano skład szkieletu ziarnowego, rodzaje cementów i charakter porowatości (ryc. 6). Składniki ziarniste określono pod względem wielkości, stopnia obtoczenia i wysortowania.

Ponieważ w badanych skałach przeważają intraklasty węglanowe i ekstraklasty niewęglanowe, można je określić jako kalkarenity i kalkarenity kwarcowe (Zuffa, 1980). Wśród intraklastów dominują dobrze obtoczone bioklasty glonowe (ryc. 7E; ryc. 8B, C, E, F). Obserwuje się również silnie pokruszone i słabo obtoczone mszywoły (ryc. 7F; ryc. 8H), otwornice (ryc. 8A), szkarłupnie, serpule (ryc. 7D, E), małże (ryc. 7D) i ślimaki (ryc. 7B, E; ryc. 8C). Jako ekstraklasty w badanych skałach występują ziarna kwarcu (5% – 45%) i nieliczne litoklasty, wśród których rozpoznano okruchy piaskowców (ryc. 8F) i wapieni jurajskich (ryc. 8E). W ilościach śladowych zaobserwowano również redeponowane ziarna glaukonitu. Ziarna kwarcu i litoklasty są słabo obtoczone lub ostrokrawędziste. Szkielet ziarnowy cechuje się słabym wysortowaniem. Cechy te wskazują na bliskie sąsiedztwo obszarów alimentacyjnych.

Głównym rodzajem cementu spajającym ziarna jest mikrosparyt (ryc. 8A–H). Rzadziej spotykany jest mikryt (ryc. 7B) i sparytowy kalcyt blokowy (ryc. 7C–F). Często widoczny jest cement syntaksjalny, jednoosiowy, który otacza szczątki szkarłupni zbudowane z wysokomagnezowego kalcytu, jest współkształtny do nich i wykazuje iden-

B A D E N	GÓRNY UPPER	formacja z Chmielnika <i>Chmielnik Fm.</i>		ogniwo ilów syndesmiowych <i>syndesmia clays Mb.</i>	ogniwo ilów krakowieckich <i>Krakowiec clays Mb.</i>	KOMPLEKS NADWEAPORATOWY OVEREVAPORITE DEPOSITS	
		formacja z Machowa <i>Machów Fm.</i> ogniwo ilów i margli pektenowych <i>pecten clays Mb.</i>					
	ŚRODKOWY MIDDLE	formacja z Radruża <i>Radruż Fm.</i>	formacja z Krzyżanowic <i>Krzyżanowice Fm.</i>				KOMPLEKS EWAPORATOWY EVAPORITE DEPOSITS
	DOLNY LOWER	ogniwo wapieni litotamniowych <i>lithothamnium limestones Mb.</i>	warstwy baranowskie <i>Baranów beds</i>	ogniwo ilów korytnickich <i>Korytnica clays Mb.</i>	formacja ze Skawiny <i>Skawina Fm.</i>	KOMPLEKS PODEWAPORATOWY UNDEREVAPORITE DEPOSITS	
KARPAT KARPATIAN	formacja z Trzydnika <i>Trzydnik Fm.</i>						

Ryc. 2. Schemat litostratigraficzny utworów miocenu północnego brzegu zapadliska przedkarpacciego (wg: Czapowski, 2004; Gąsiewicz i in., 2004; Jasionowski i in., 2004; Jasionowski & Peryt, 2004; zmienione)

Fig. 2. Lithostratigraphic scheme of Miocene deposits of the northern margin of the Carpathian Foredeep (after: Czapowski, 2004; Gąsiewicz et al., 2004; Jasionowski et al., 2004; Jasionowski & Peryt, 2004; changed)

tyczne właściwości optyczne (ryc. 7C, E). Zaobserwowano również mikrytowe obwódki wokół ziarn kwarcu.

Badane utwory cechują się znaczną porowatością (10%–40%; ryc. 6). Wyróżniono porowatość międzyziarnową (ryc. 7A, C, E), wewnątrzziarnową (ryc. 7A), międzykryształiczną (ryc. 7A), druzową (ryc. 7C, D) i szczelinową (ryc. 7A, C, E). Dużą porowatość i dobrą przepuszczalność analizowane skały zawdzięczają niewielkiemu nasileniu procesów wczesnodiagenetycznych, wśród których wymienić należy kompaktację i cementację węglanem wapnia. Nie bez znaczenia dla porowatości są również procesy rozpuszczania. Ługowanie badanych utworów miocenu wodami meteorycznymi niedosyconymi węglanem wapnia, ułatwione znaczną wodoprzepuszczalnością tych skał, doprowadziło do wykształcenia porowatości wtórnej w postaci szczelin i porów druzowych, powstałych wskutek rozpuszczania szczątków organizmów oraz porów wewnątrzziarnowych, widocznych wewnątrz skorupki otwornic, ślimaków i w zocjach mszywiolów (Kurza, 1990). Pierwotna porowatość międzyziarnowa i wtórna

porowatość szczelinowa są w utworach mioceńskich na badanym obszarze najbardziej powszechne.

Mikrofacje

Na podstawie analizy wyżej opisanych elementów, w oparciu o klasyfikację Dunhama (1962), w badanych utworach wyróżniono siedem mikrofacji (ryc. 6): pakston glonowo-otwornicowy, glonowy, glonowo-kwarcowy, litoklastowo-glonowy, mszywiolowo-glonowo-kwarcowy, mszywiolowy i mszywiolowo-kwarcowy.

Pakston glonowo-otwornicowy (ryc. 6; ryc. 8A) to mikrofacja, która składa się głównie z dobrze obtoczonych glonów oraz równie licznie występujących, dobrze zachowanych otwornic. Rzadko spotyka się okruchy szkarłupni, a podrzędne są fragmenty małży, ślimaków, mszywiolów i serpuli. We wszystkich płytkach cienkich widoczny jest kwarc i glaukonit. Pod względem wielkości składników szkieletu ziarnowego, utwory tej mikrofacji możemy określić jako kalkarenity. Jako cement międzyziarnowy występuje najczęściej mikrosparyt, rzadziej jest to mikryt, kalcyt blokowy i cement syntaksjalny. Ziarna kwarcowe sporadycznie otaczają mikrytowe obwódki, a wewnątrz niektórych ziarn węglanowych wypełnia kalcyt blokowy. Jest to skała o znacznej porowatości. Występuje głównie porowatość międzyziarnowa i wewnątrzziarnowa, rzadziej szczelinowa. Mikrofacja ta jest charakterystyczna dla utworów formacji z Chmielnika występujących w okolicach Dwikoz (ryc. 1C).

Pakston glonowy (ryc. 6; ryc. 8B) i pakston glonowo-kwarcowy (ryc. 6; ryc. 8C, D) to mikrofacje, które różnią się tylko zawartością kwarcu. W pierwszej wyróżnionej mikrofacji dominują dobrze obtoczone glony, a w drugiej oprócz glonów równie licznie występują ziarna kwarcu. Rzadko obserwuje się fragmenty małży, otwornic, mszywiolów, szkarłupni i serpuli. Na podstawie wielkości ziaren utwory omawianych mikrofacji można określić jako kalkarenity i kalcyrudyty. Głównym rodzajem cementu jest mikrosparyt. Dominuje porowatość międzyziarnowa i szczelinowa. Mikrofacje te są pospolite w utworach formacji z Chmielnika okolic Dwikoz i Gór Wysokich (ryc. 1C).

Pakston litoklastowo-glonowy (ryc. 6; ryc. 8E, F) tworzą przede wszystkim litoklasty. Rozpoznano wśród nich okruchy piaskowców i wapieni jurajskich. Litoklasty piaskowcowe są ostrokrawędziste lub słabo obtoczone, natomiast litoklasty wapienne są dobrze obtoczone. Wśród bioklastów dominują glony, rzadziej występują pozostałe grupy organizmów. Ziarna zlepione są przede wszystkim mikrosparytowym cementem, szczątkom szkarłupni towarzyszy

	Litofacja piaszczysta <i>Sandy lithofacies</i>			Litofacja węglanowa <i>Carbonate lithofacies</i>			
	Piaski i piaskowce kwarcowe <i>Quartz sands and sandstones</i>	Piaski i piaskowce kwarcowo-organodetrytyczne <i>Organodetrithic-quartz sands and sandstones</i>	Piaski kwarcowo-glaukonitowe <i>Glaucouitic-quartz sands</i>	Wapienie organodetrytyczne <i>Organodetrithic limestones</i>	Wapienie organodetrytyczno-kwarcowe <i>Quartz-organodetrithic limestones</i>	Muszlowce <i>Coquina beds</i>	Wapienie litotamniowe, marglisto-glaukonitowe <i>Glaucouitic-marly Lithothamnium limestones</i>
Miaższość maksymalna <i>Maximal thickness</i>	6,5 m	0,8 m	0,4 m	8 m (te dwa typy litologiczne współwystępują ze sobą w profilach, makroskopowo ich rozdzielenie nie jest możliwe) <i>these two lithotypes appear together in outcrops</i>	0,2 m	0,5 m	
Składniki ziarniste <i>Grains</i>	kwarc, minerały cienne, podziębnie bioklasty, pojedyncze ziarna glaukonitu <i>quartz, dark minerals, rare bioclasts, trace amounts of glauconite grains</i>	kwarc, bioklasty, pojedyncze ziarna glaukonitu <i>quartz, bioclasts, trace amounts of glauconite grains</i>	kwarc, glaukonit <i>quartz, glauconite</i>	bioklasty, podziębnie kwarc, pojedyncze ziarna glaukonitu <i>bioclasts, rare quartz, trace amounts of glauconite grains</i>	bioklasty, kwarc, pojedyncze ziarna glaukonitu <i>bioclasts, quartz, trace amounts of glauconite grains</i>	bioklasty, kwarc <i>bioclasts, quartz</i>	bioklasty, glaukonit, kwarc <i>bioclasts, glauconite, quartz</i>
Struktury sedymentacyjne <i>Sedimentary structures</i>	warstwowanie horyzontalne, skośne, zmarszczkowe, zaburzone, rozmycia erozyjne, <i>Ophiomorpha</i> sp. <i>horizontal-, cross-, ripple and contorted bedding, erosional channels, Ophiomorpha sp.</i>	warstwowanie horyzontalne, skośne, ślady rycia jeżowców <i>horizontal- and cross bedding, burrow traces of echinoids</i>	warstwowanie horyzontalne, skośne, zmarszczkowe <i>horizontal-, cross- and ripple bedding</i>	warstwowanie horyzontalne, skośne, zmarszczkowe, rynnowe, zaburzone, gradacja ziarna, kanały i rozmycia erozyjne, ślady ucieczki organizmów <i>horizontal-, cross-, ripple, trough-, and contorted bedding, graded bedding, erosional channels, escape traces of organisms</i>	nie zaobserwowano <i>not observed</i>		
Bioklasty <i>Bioclasts</i>	małże, ślimaki, jeżowce <i>bivalves, gastropods, echinoids</i>	glony, małże, ślimaki <i>algae, bivalves, gastropods</i>	mszywioty <i>bryozoans</i>	glony, otwornice, mszywioty, serpule, małże, ślimaki i jeżowce <i>algae, foraminiferas, bryozoans, serpulids, bivalves, gastropods and echinoids</i>	małże, podziębnie serpule i mszywioty <i>bivalves, rare serpulids and bryozoans</i>	rodoidy <i>rodoids</i>	rodoidy <i>rodoids</i>

Ryc. 3. Charakterystyka litofacji piaszczystej i węglanowej utworów miocenu w dolinie Opatówki
 Fig. 3. Description of the sandy and carbonate lithofacies of Miocene deposits in the Opatówka Valley

Mikrofacje <i>Microfacies</i>	Szkielet ziarnowy <i>Framework components</i>										Cementy międzyziarnowe <i>Intragranular cements</i>				Cementy wewnątrzziarnowe <i>Intergranular cements</i>				Porowatość <i>Pore types</i>				
	Kwarc <i>Quartz</i>	Glaukonit <i>Glauconite</i>	Slimaki <i>Gastropods</i>	Małże <i>Bivalves</i>	Otwornice <i>Foraminiferas</i>	Mszywioły <i>Bryozoans</i>	Szkarłupnie <i>Echinoderms</i>	Serpule <i>Serpulids</i>	Głony <i>Algal clasts</i>	Litoklasy <i>Lithoclasts</i>	Mikrosparyt <i>Microspar</i>	Mikryt <i>Micrite</i>	Kalcyt blokowy <i>Blocky spar</i>	Cement syntaksjalny <i>Syntaxial spar overgrowths</i>	Kalcyt blokowy <i>Blocky spar</i>	Obwódki mikrytowe <i>Micrite around grains</i>	Mikrosparyt <i>Microspar</i>	Mikryt <i>Micrite</i>	Międzyziarnowa <i>Intergranular</i>	Wewnątrzziarnowa <i>Intragranular</i>	Międzykryształowa <i>Intercrystalline</i>	Szczelinowa <i>Vug</i>	Drużowa <i>Moldic</i>
Packstone glonowo - otwornicowy <i>Foraminiferal algal packstone</i>	■	■	□	□	■	□	□	■	□	■	■	■	■	■	□	□	□	■	■	□	■	□	□
Packstone glonowy <i>Algal packstone</i>	■	□	□	□	□	□	□	■	□	■	■	□	■	■	□	□	■	■	□	□	■	■	■
Packstone glonowo - kwarcowy <i>Quartz-rich algal packstone</i>	■	□	□	□	□	□	□	■	□	■	□	■	■	■	□	□	□	■	□	□	■	□	□
Packstone litoklastowo - glonowy <i>Algal lithoclastic packstone</i>	■	□	□	□	□	□	□	■	■	■	□	□	■	■	□	□	□	■	□	□	■	□	□
Packstone mszywiolowo - glonowo - kwarcowy <i>Quartz-rich bryozoan algal packstone</i>	■	□	□	□	□	■	□	■	□	■	□	□	■	■	□	□	□	□	□	□	■	□	□
Packstone mszywiolowy <i>Bryozoan packstone</i>	■	□	□	□	□	■	□	□	□	■	□	□	■	■	□	□	□	□	□	□	■	□	□
Packstone mszywiolowo - kwarcowy <i>Quartz-rich bryozoan packstone</i>	■	□	□	□	□	■	□	□	□	■	□	□	■	■	□	□	□	□	□	□	■	□	□

■ dominujące (> 25%) *dominant (> 25%)* ■ powszechne (< 25%) *common (< 25%)* ■ rzadkie (< 10%) *rare (< 10%)* ■ śladowe (< 1%) *trace (< 1%)* □ nie zaobserwowano *not observed*

Ryc. 6. Mikrofacje zwięzłych utworów węglanowo-silikoklastycznych miocenu w dolinie Opatówki

Fig. 6. Microfacies of lithified Miocene siliciclastic-carbonate deposits in the Opatówka Valley

cement syntaksjalny. W oparciu o wielkość składników ziarnistych utwory tej mikrofacji możemy określić jako kalkarenity i kalcyrudyty. Dominuje porowatość szczelinowa. Jest to mikrofacja powszechna w utworach formacji z Chmielnika, czyli we wschodniej części terenu badań (ryc. 1C).

Pakston mszywiolowo-glonowo-kwarcowy (ryc. 4, 6) to mikrofacja, w której dominują mszywioły, glony i kwarc. Powszechne są także serpule. Rzadziej spotyka się małże, otwornice i szkarłupnie. Składniki ziarniste spaja mikrosparyt. Pod względem wielkości składników szkieletu ziarnowego, utwory tej mikrofacji możemy określić jako kalcyrudyty. Najczęściej obserwuje się porowatość szczelinową i druzową. Opisywana mikrofacja jest charakterystyczna dla utworów formacji z Chmielnika w okolicach Gór Wysokich (ryc. 1C).

Pakston mszywiolowy (ryc. 6; ryc. 8G) i pakston mszywiolowo-kwarcowy (ryc. 6; ryc. 8H) różnią się jedynie zawartością kwarcu. Dominującym składnikiem są mszywioły, a w przypadku drugiej wymienionej mikrofacji również kwarc. Podrzednie występują także małże, otwornice, szkarłupnie, serpule i glony. Głównym rodzajem cementu w tych utworach jest mikrosparyt, sporadycznie elementem szkieletowym szkarłupni towarzyszy cement syntaksjalny. Wnętrza ziarn węglanowych wypełnia kalcyt blokowy. Pakston mszywiolowy kwarcowy cechuje się większą porowatością niż pakston mszywiolowy. Jest to głównie porowatość o charakterze wewnątrzziarnowym i szczelinowym. Na podstawie wielkości ziaren utwory omawianych mikrofacji można określić jako kalkarenity i

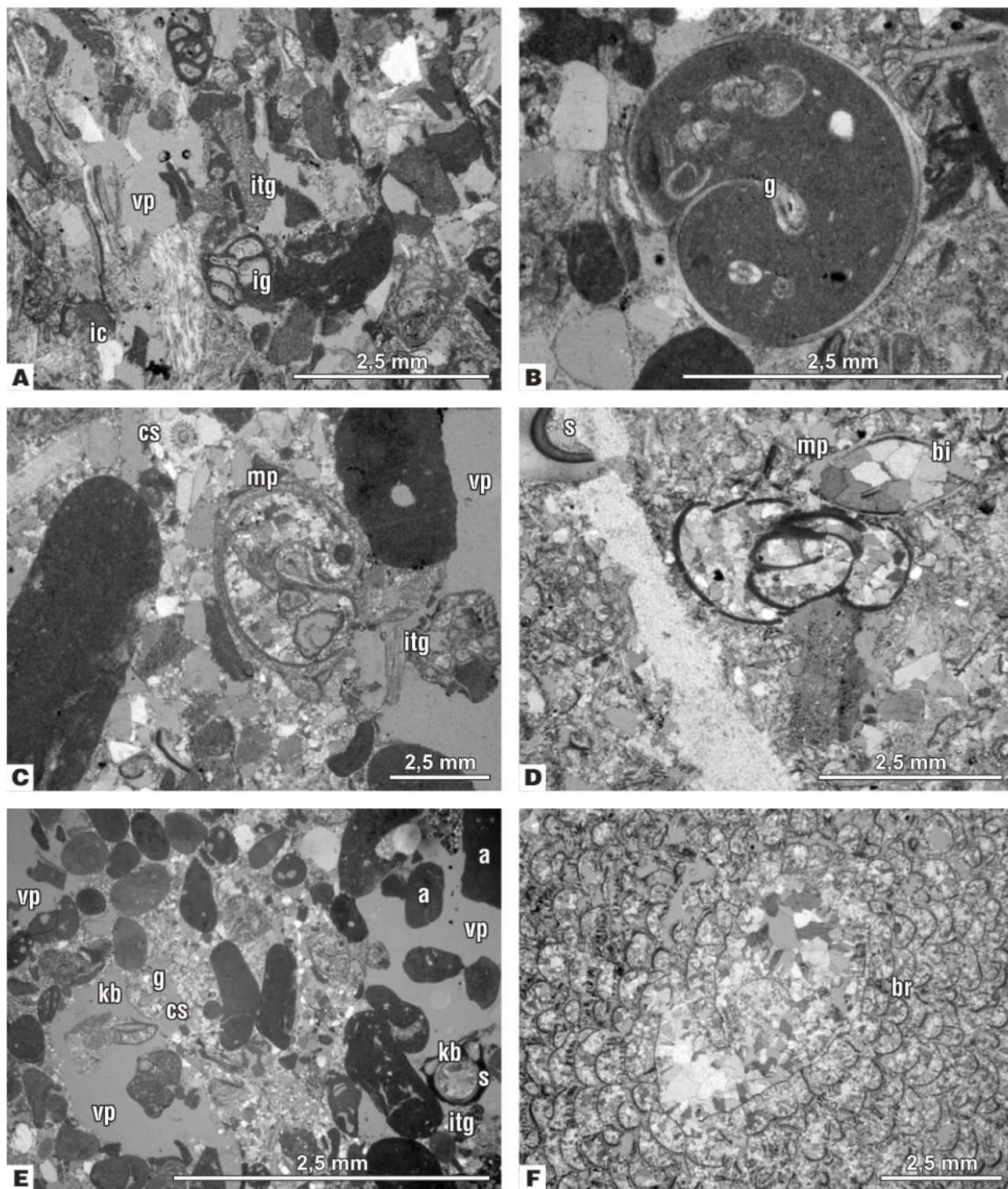
kalcyrudyty. Mikrofacje te spotyka się w utworach formacji z Pińczowa w okolicach miejscowości Zagrody (ryc. 1C).

Podsumowanie

Na podstawie badań terenowych w utworach miocenu doliny Opatówki wyróżniono dwie główne litofacje: piaszczystą i węglanową. Litofację węglanową reprezentują przede wszystkim utwory mieszane, węglanowo-silikoklastyczne (wapienie organodetrytyczne i wapienie organodetrytyczno-kwarcowe), formacji z Pińczowa i formacji z Chmielnika.

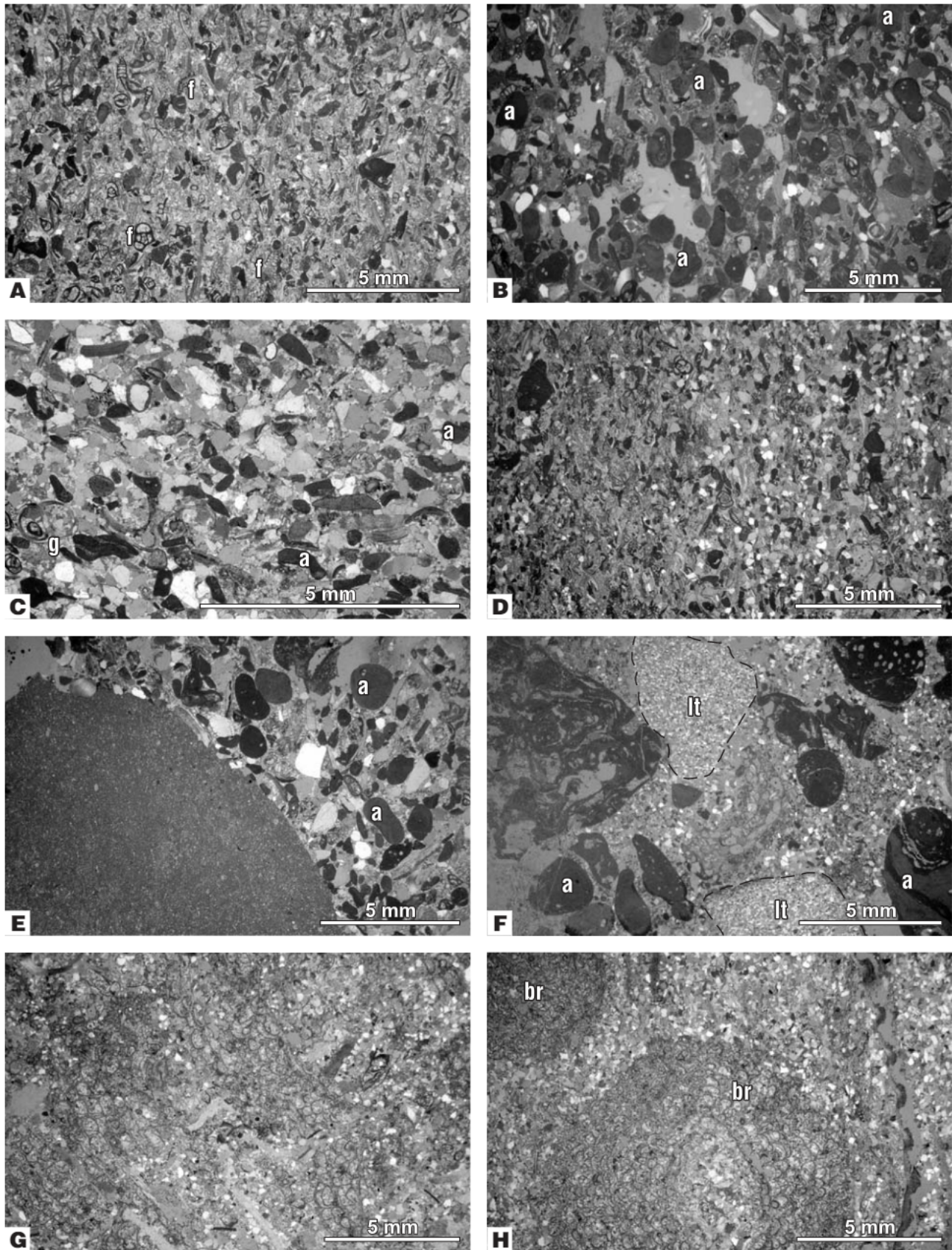
W oparciu o analizę petrograficzną zwięzłych odmian utworów węglanowo-silikoklastycznych formacji z Pińczowa i Chmielnika możliwe było procentowe określenie składu materiału ziarnowego, rodzaju cementów i charakteru porowatości.

Na podstawie danych analizy petrograficznej dokonano klasyfikacji mikrofacjalnej badanych utworów (według klasyfikacji mikrofacjalnej skał węglanowych – Dunham, 1962). Wyniki analizy mikrofacjalnej pozwalają na interpretację warunków i środowiska depozycji tych utworów. Zespół fauny obserwowany w płytkach cienkich świadczy o depozycji w środowisku morskim o normalnym zasoleniu. Obecność pokruszonych i obtoczonych mszywiołów o frakcji zwirowej, wymieszanych z allochemami o frakcji piaszkowej wskazywać może na transport przez silne prądy lub nawet fale sztormowe. Mikrofacje pakston w badanych utworach świadczyć mogą o depozycji w środowisku nieco głębszym lub o niższej energii niż mikrofacje pakston



Ryc. 7. Rodzaje cementów i charakter porowatości w utworach węglanowo-silikoklastycznych miocenu w dolinie Opatówki: A – porowatość wewnątrzziarnowa (ig), międzyziarnowa (itg), międzykryształiczna (ic) i szczelinowa (vp); B – mikryt wypełniający wnętrze skorupki ślimaka (g – ślimak, a – glon); ziarna cementowane mikrosparytem; C – cement syntaksjalny (cs), porowatość międzyziarnowa (itg), szczelinowa (vp) oraz porowatość druzowa wtórnie wypełniona kalcytem (mp); D – porowatość druzowa (mp), wewnątrz bioklastów wypełnione kalcytem blokowym (bi – małż, s – serpula); E – porowatość szczelinowa (vp), porowatość międzyziarnowa (itg), cement syntaksjalny (cs), kalcyt blokowy (kb) wypełniający wnętrze skorupki ślimaka i serpuli (g – ślimak, s – serpula, a – glony); F – wewnątrzziarnisty kalcyt blokowy wypełniający zoecea mszywiola (br); widoczne jest zwiększanie rozmiaru kryształów do wnętrza zoecei; w obrębie zoecei występuje porowatość wewnątrzziarnowa

Fig. 7. Kind of cements and character of porosity of Miocene siliciclastic-carbonate deposits in the Opatówka Valley: A – pore types: intergranular (ig), intragranular (itg), intercrystalline (ic) and vug (vp); B – intergranular micrite within gastropod (g) bioclast; C – syntaxial spar overgrowths (cs), intragranular porosity (itg), vug porosity (vp), blocky spar within moldic pores (mp); D – moldic porosity (mp), intragranular blocky spar within bioclasts (bi – bivalves, s – serpulid); E – vug pores (vp), intragranular pores (itg), syntaxial spar overgrowths (cs), blocky spar (kb); g – gastropods, s – serpulid, a – algae; F – intergranular blocky spar filling bryozoan zoecia (br)



Ryc. 8. Mikrofacje organodetrytyczno-silikoklastycznych utworów miocenu w dolinie Opatówki: A – pakston glonowo-otwornicowy (f – otwornice); B – pakston glonowy (a – glony); C, D – pakston glonowo-kwarcowy (a – glony, g – ślimak); E, F – pakston litoklastowo-glonowy (a – glony, lt – litoklasty piaskowcowe); G – pakston mszywiolowy; H – pakston mszywiolowo-kwarcowy (br – mszywioly)

Fig. 8. Microfacies of siliciclastic-organodetritic Miocene deposits in the Opatówka Valley: A – algal foraminiferal packstone (f – foraminiferas); B – algal packstone (a – algae); C, D – quartz-rich algal packstone (a – algae, g – gastropods); E, F – lithoclastic algal packstone (a – algae, lt – sandstone lithoclasts); G – bryozoan packstone; H – quartz-rich bryozoan packstone (br – bryozoans)

kwarcowy. Zmienny udział kwarcu w wyróżnionych mikrofacjach wskazuje na zmieniające się w czasie tempo dostawy materiału silikoklastycznego do zbiornika (Wysocka, 2002). Był to prawdopodobnie efekt ruchów tektonicznych (późny baden-sarmat), którym podlegał obszar Gór Świętokrzyskich, znajdujących się w obrębie północnego brzegu zapadliska przedkarpackiego, i wywołanych nimi zmian położenia linii brzegowej powodujących fluktuacje tempa erozji na obszarze lądowym. Źródłem materiału klastycznego były utwory odsłaniające się na obszarze Gór Świętokrzyskich oraz starsze utwory mioceńskie.

Analiza mikrofacjalna zwięzłych utworów węglano-silikoklastycznych formacji z Pińczowa i formacji z Chmielnika, przeprowadzona dla tych utworów po raz pierwszy, uzupełnia ich charakterystykę, potwierdzając wnioski dotyczące warunków i środowiska depozycji, wynikające z dotychczasowych opracowań utworów miocenu Opatówki.

Dziękuję prof. dr. hab. Piotrowi Roniewiczowi i dr. hab. Annie Wysockiej za cenne uwagi i sugestie oraz za opiekę naukową nad pracą magisterską, której fragmentem jest niniejszy artykuł. Dziękuję również Recenzentowi za czas poświęcony na przeczytanie i korektę poprzednich wersji artykułu.

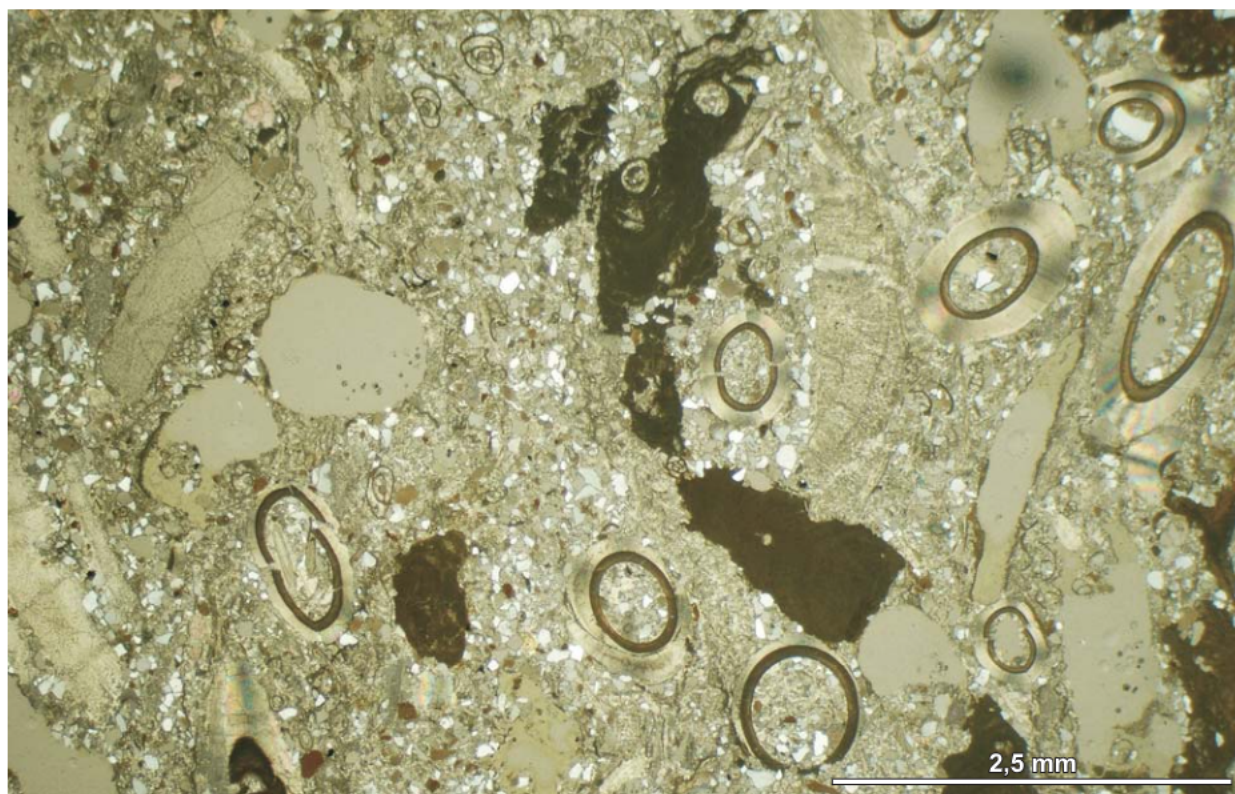
Literatura

ALEXANDROWICZ S.W., GARLICKI A. & RUTKOWSKI J. 1982 – Podstawowe jednostki litostratigraficzne miocenu zapadliska przedkarpackiego. *Kwart. Geol.*, 26: 470–471.
AREŃ B. 1971 – Trzeciorząd regionu świętokrzyskiego. *Prac. Inst. Geol.*, LXIV: 107–121.
CZAPOWSKI G. 1973 – Charakterystyka litologiczno-sedymentacyjna piasków mioceńskich doliny Opatówki. Praca magisterska. Archiwum IGP UW.

CZAPOWSKI G. 1976 – Several kinds of carbonate cementation in Miocene sediments in the vicinity of Sandomierz (Holy Cross Mts., Central Poland). *Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences, Série des Sciences de la Terre*, 24: 83–92.
CZAPOWSKI G. 2004 – Miocen. Otoczenie Gór Świętokrzyskich, [W:] Budowa geologiczna Polski. Tom I, część 3a. Red.: T. M. Peryt & M. Piwocki: 239–245.
DUNHAM R. J. 1962 – Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Mem. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, 1: 108–121.
GAŚIEWICZ A., CZAPOWSKI G. & PARUCH-KULCZYCKA J. 2004 – Granica baden-sarmat w zapisie geochemicznym osadów północnej części zapadliska przedkarpackiego-implikacje stratygraficzne. *Prz. Geol.*, 52: 413–420.
JASIONOWSKI M. & PERYT T. M. 2004 – Zapadlisko przedkarpackie. Historia badań, [W:] Budowa geologiczna Polski. Tom I, część 3a. Red.: T. M. Peryt & M. Piwocki: 203–212.
JASIONOWSKI M., PERYT T. M. & CZAPOWSKI G. 2004 – Zapadlisko przedkarpackie. Miocen. [W:] Budowa geologiczna Polski. Tom I, część 3a. Red.: T. M. Peryt & M. Piwocki: 213–247.
KRACH W. 1971 – Facjostratotyp sarmatu w Dwikozach (Góry Wysockie) koło Sandomierza. *Spraw. z Pos. Komis. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie*, 2: 475–477.
KURZAWA M. 1990 – Wpływ wczesnej diagenety na kształtowanie fizycznych właściwości mioceńskich wapieni organodetrytycznych Rostocza. *Kwart. Geol.*, 34, nr 2: 369–392.
PAWŁOWSKA K. 1965 – Odsłonięcie sarmatu detrytycznego w Górach Wysokich koło Dwikoz. *Przewodnik 38 Zjazdu P. T. Geol.*: 53–59.
RADWAŃSKI A. 1973 – Transgresja dolnego tortonu na południowo-wschodnich i wschodnich stokach Gór Świętokrzyskich. *Acta Geologica Polonica*, 23: 375–434.
RUTKOWSKI J. 1969 – Uwagi o sedymentacji detrytycznych osadów sarmatu na obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.*, 13: 177–184.
RUTKOWSKI J. 1976 – Detrytyczne osady sarmatu na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Prace PAN*, 100: 1–67.
WYSOCKA A. 2002 – Clastic Badenian deposits and sedimentary environments of the Rostocze Hills across the Polish-Ukrainian border. *Acta Geologica Polonica*, 52: 535–561.
ZUFFA G.G. 1980 – Hybrid arenites: their composition and classification. *Jurnal of Sedimentary Petrology*, 50: 21–29.

Praca wpłynęła do redakcji 17.02.2010 r.
Akceptowano do druku 15.11.2010 r.

Mikrofacje utworów węglanowo-silikoklastycznych miocenu w dolinie Opatówki (północna marginalna strefa zapadliska przedkarpackiego) (patrz str. 625)



Ryc. 4. Pakston mszywiolowo-glonowo-kwarcowy (na zdjęciu widoczny fragment płytki cienkiej z nagromadzeniem serpulii)
Fig. 4. Quartz-rich algal bryozoan packstone (photomicrograph showing a part of the thin section with a large number of serpulids)



Ryc. 5. Wapienie organodetrytyczno-kwarcowe formacji z Chmielnika, warstwowane horizontalnie i rynnowo (miocen, północna marginalna strefa zapadliska przedkarpackiego). Obie fot. U. Czarniecka
Fig. 5. Quartz-organodetritic limestones of the Chmielnik Formation with horizontal- and trough cross-bedding (Miocene, northern marginal zone of the Carpathian Foredeep). Both photos by U. Czarniecka

