

Przebieg sedymentacji osadów „sarmatu detrytycznego” na obszarze pomiędzy Stawianami a Sędziejowicami

Joanna Brzozowska*

Sedimentary evolution of the “detrital Sarmatian” deposits in the area between Stawiany and Sędziejowice (central Poland).
Prz. Geol., 52: 55–60.

Summary. Studies undertaken by the author in the area between Stawiany and Sędziejowice shown that deposits known as “detrital Sarmatian” created barrier facies, thus confirming arguments of Czapowski (1984). These deposits are indicated in the landscape morphology as elongated and sinuous banks which during the early Sarmatian became the barriers built by along-shore currents of SE–NW direction. Analysis of the paleotransport directions showed diversification of the local transport, NW-directed in the south-east part of the area and S and SE-directed in its northern part. This suggests that besides the a long-shore current, which in the early Sarmatian built the “barrier” that separated the Chmielnik Bay to the E from the Korytnica Bay to the NW, there were also some different directions of clastic material supply. Within Sarmatian deposits two lithofacies were distinguished, with different lithification stage, material sorting and lamination type. Both facies are separated by an erosional boundary. One of these facies represents sediment that built the barrier, the other one consists of sediments deposited in the shallow, coastal environment. Discussed deposits a transgressively overlap the older deposits; in the northern part of the area they lie on the Kraków Clays and in the southern part they lie on the gypsum of the Krzyżanowice Formation. Main carbonate components are algae of genus *Archaeolithothamnium*, foraminifera and crumbled molluscs shells. The most common fossil is a bivalve *Mytilaster* (Upper Badenian–Lower Sarmatian).

Key words: Sarmatian, barrier deposits, paleotransport, northern Carpathian Foredeep

Obszar badań znajduje się pomiędzy Stawianami a Sędziejowicami (ryc. 1) i należy do północnego skrajnego zapadliska przedkarpacciego, które zostało ukształtowane w wyniku wczesnobadeńskiej transgresji morskiej. Zapadlisko przedkarpaccie jest jednostką tektoniczno-sedymentacyjną. W jego obrębie wyróżniono (Ney i in., 1974) część wewnętrzną, którą wypełniają osady dolnego i środkowego miocenu, oraz część zewnętrzną wypełnioną głównie osadami środkowego miocenu. Podczas transgresji dolnobadeńskiej morze miocenijskie zajęło całe zewnętrzne zapadlisko przedkarpaccie. Na północnym skrajnym zapadlisku rozpoczęła się depozycja osadów detrytycznych i ilastych.

W wyniku ruchów tektonicznych w środkowym badenie doszło do chwilowej izolacji basenu zapadliska przedkarpacciego z Paratetydą (Malinowska & Piwocki, 1996, s. 527). Efektem był wzrost zasolenia wód, a co za tym idzie, depozycja osadów chemicznych. W północnej części zapadliska deponowane były osady znane jako formacja z Krzyżanowic. Z końcem badenu w brzeżnej, północnej części polskiego morza środkowomiocenijskiego wykształciło się wybrzeże pełne licznych zatok. Stały się one basenem sedymentacyjnym dla ilów. Natomiast w środowisku przybrzeżnym były deponowane piaski, zlepieńce i wapienie organodetrytyczne. Na podstawie badań mikrofaunistycznych prowadzonych m.in. przez Łuczowską (1964, 1967), Czepiec (1996), Garecką i Jugowiec (1999) osady te tj. iły, piaski, zlepieńce i wapienie detrytyczne zaliczono do wczesnego sarmatu. W biostratygrafii przyjęto podział na cztery poziomy otwornicowe (na terenie Polski), które zaliczono do sarmatu wczesnego. Są to: poziom *Anomalinoides dividens*, *Cycloforina karrerii* ovata, *Variidentella sarmatica* oraz *Elphidium hauerinum*. Badania prowadzone przez Dudziaka i Łaptasia (1991) dowodzą, iż

wiek omawianych utworów może być badeński (poziomy NN5 i NN6). Natomiast Olszewska (1999) wskazuje na ich późnobadeński–sarmacki wiek.

Celem niniejszego artykułu jest wciąż problematyczny przebieg sedymentacji utworów „sarmatu detrytycznego”. Radwański (1969) wskazuje na formy abrazyjne i akumulacyjne. Czapowski i Studencka (1990) na podstawie fauny i cech litologicznych omawianych osadów dowodzą, iż utwory znane jako „sarmat detrytyczny” były deponowane w środowisku wybrzeża barierowego. Autorzy ci wskazują na dwa etapy rozwoju tych osadów. W pierwszej fazie materiał był deponowany przy udziale prądu litoralnego, w drugiej zachodziły blokowe ruchy tektoniczne. Na podstawie m.in. analizy kierunków transportu przeprowadzonej w omawianych osadach Roniewicz i Wysocka (2001) dowodzą, iż osady te nie były deponowane przez prąd wzdłużbrzeżny, lecz tylko przez prądy typowe dla płytkich, morskich środowisk. Autorzy ci wskazują na występowanie linii uskokowej.

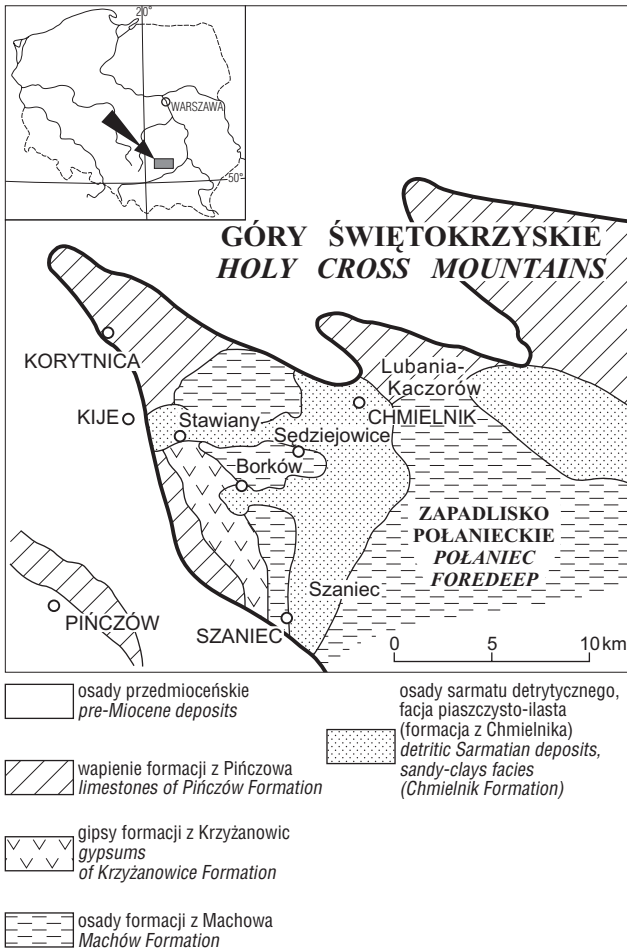
W niniejszej pracy odtworzono warunki sedymentacji utworów „sarmatu detrytycznego” występującego w rejonie Stawian i Sędziejowic. Przedstawiono zmienność warunków depozycji i środowisk depozycji tychże utworów, udowadniając tym samym, iż na badanym terenie najprawdopodobniej istniała bariera. Metodyka badań została oparta o obserwacje terenowe i mikroskopowe omawianych osadów. W terenie przeprowadzono pomiar paleotransportu deponowanego materiału. Wykonano go poprzez pomiarzenie kierunków nachylenia lamin w warstwowaniu przekątnym.

Charakterystyka osadów

Litologia. W rejonie Stawian, Samostrzałowa i Sędziejowic osady „sarmatu detrytycznego” zalegają na osadach ilastych formacji z Mach Gartatowic na gipsach formacji z Krzyżanowic. W Stawianach sarmat detrytyczny zalega transgresywnie na ilach (ryc. 2) na pozostałym terenie nie

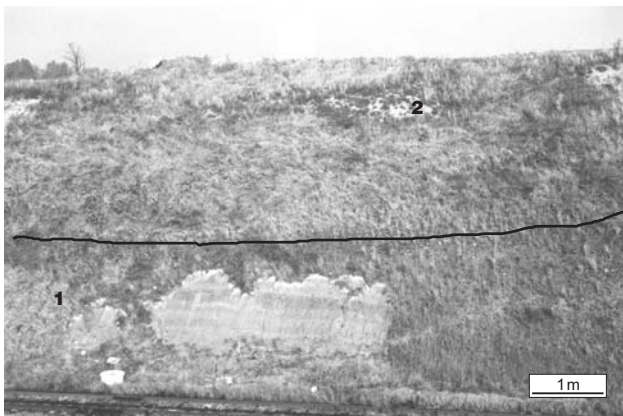
*Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, ul. Oleandry 2a, 30-063 Kraków; joabrz@poczta.wp.pl

było możliwe takie stwierdzenie ze względu na brak właściwych odsłoneń.



Ryc. 1. Rozmieszczenie osadów miocenijskich na obszarze badań (na podstawie Dudziak & Łaptaś, 1991)

Fig. 1. Distribution of the Miocene deposits in the study area (based on Dudziak & Łaptaś, 1991)



Ryc. 2. Transgresywna granica między osadami „sarmatu detrytycznego” (1), a łałami formacji z Machowa (2). Granica oznaczona grubą linią. Odsłonięcie w Stawianach, w przekopie kolejowym

Fig. 2. Transgressive boundary between “detrital Sarmatian” deposits (1) and clays of Machów Formation (2). Boundary indicated by black line. Outcrop in Stawiany, in the railway cut

Do osadów sarmatu detrytycznego zaliczono piaski i piaskowce wapniste, żwiry i zlepieńce wapniste (ryc. 3–5). Są to utwory o barwie kremowej, żółtej lub beżowej. Wykazują zróżnicowany stopień lityfikacji. Cechą najbardziej charakterystyczną jest ich silna wapnistość, wynikająca z dużej zawartości węglanowej fauny oraz innych składników węglanowych. Najliczniejszymi składnikami faunistycznymi są pokruszone muszle mięczaków, całe muszle mięczaków z rodzaju *Mytilaster*, pokruszone lub zachowane w



Ryc. 3. Zlepienie wapniste z kanałem erozyjnym; odsłonięcie w Samostrzałowie

Fig. 3. Carbonatic conglomerate with erosional channel; outcrop in Samostrzałów

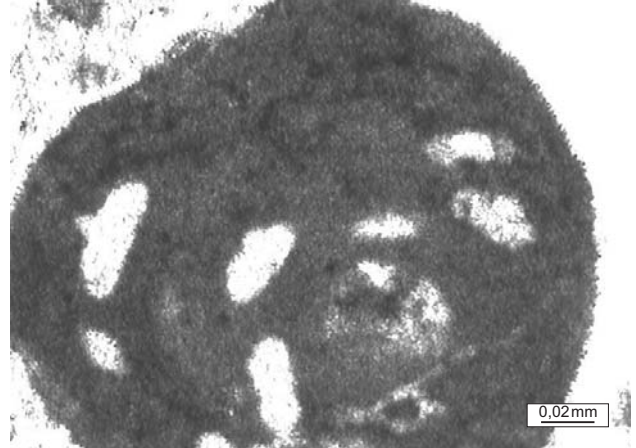


Ryc. 4. Warstwowania skośne w zlepieńcu wapnistym; odsłonięcie w Samostrzałowie

Fig. 4. Cross stratification in carbonatic conglomerate; outcrop in Samostrzałów



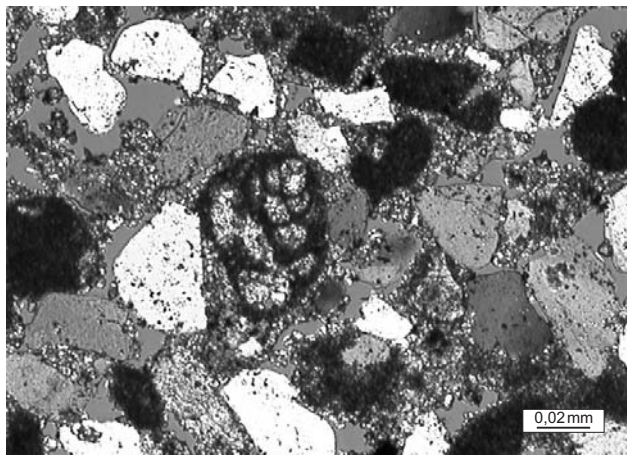
Ryc. 5. Warstwowanie rynnowe w piaskowcu wapienistym; odsłonięcie w Sędziejowice, wschodnia część odsłonięcia prezentowanego na ryc. 11
Fig. 5. Scour stratification in a calciferous sandstone; outcrop in Sędziejowice, eastern part of the outcrop presented in Fig. 11



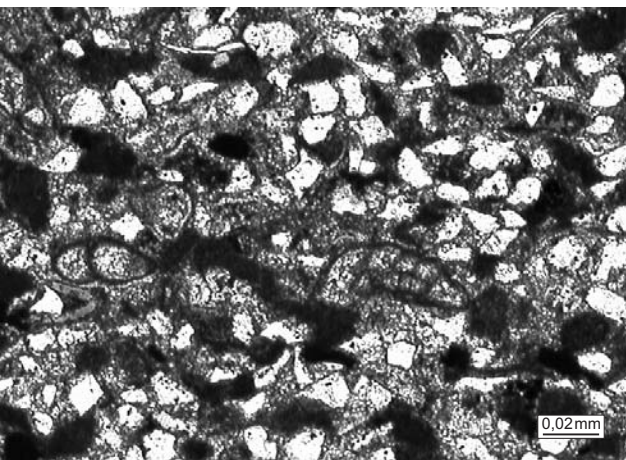
Ryc. 8. Zdjęcie z płytki cienkiej, nikole równoległe; przykład rodolitu z piaskowca wapienistego, rejon Sędziejowic
Fig. 8. Photo of a thin section, parallel nicols; rhodolite from calciferous sandstone, Sędziejowice



Ryc. 6. Zdjęcie z płytki cienkiej, nikole równoległe; *Archeolithothamnium*, zlepienie wapienisty z rejonu Sędziejowic
Fig. 6. Photo from thin section, parallel nicols; *Archeolithothamnium*, carbonatic conglomerate from Sędziejowice area



Ryc. 9. Zdjęcie z płytki cienkiej, nikole skrzyżowane; piaskowiec wapienisty z rejonu Sędziejowic z otwornicą z rodzaju *Siphotextularia*
Fig. 9. Photo from thinsection, intersected nicols; calciferous sandstone from Sędziejowice area with foraminifera of genus *Siphotextularia*



Ryc. 7. Zdjęcie z płytki cienkiej, nikole skrzyżowane; otwornice z rodzaju *Bulimina* i pokruszone glony z rodzaju *Archeolithothamnium* w piaskowcu wapienistym z rejonu Sędziejowic
Fig. 7. Photo from thinsection, intersected nicols. Foraminifera (*Bulimina*) and crumbled rhodophyte algae (*Archeolithothamnium*) in a calciferous sandstone from Sędziejowice area



Ryc. 10. Piaskowiec wapienisty z warstwowaniem skośnym i warstwą zlitifikowaną konkretyjnie; odsłonięcie w Sędziejowicach
Fig. 10. Calciferous sandstone with cross stratification and with concretionally lithificated bed; outcrop in Sędziejowice

całości krasnorosty mioceńskie z rodzaju *Archaeolithothamnium* (ryc. 6), duże bentoniczne otwornice (ryc. 7, 9), pojedyncze kolce jeżowców. Pozostałymi składnikami węglanowymi są rodolity (ryc. 8), pojedyncze ooidy, ekstraklasty wapieni i magli kredowych oraz wapieni jurajskich, a także duża ilość klastów wapienia pińczowskiego i wapienia serpulowego. Oprócz wyżej wymienionych składników występują ziarna kwarcu silnie zerodowane, klasty czertów, krzemieni, kwarcytowych piaskowców, litytów.



Ryc. 11. Osady piasków i piaskowców wapnistych (1) z wyżej-
leżymi zlepieńcami wapnistymi (2); facja I, odsłonięcie pomię-
dzy Sędziejowicami a Chomentówkiem

Fig. 11. Sandstones and calciferous (1) with overlaying
carbonatic conglomerates (2); facies I, outcrop between Sędziej-
owice and Chomentówek

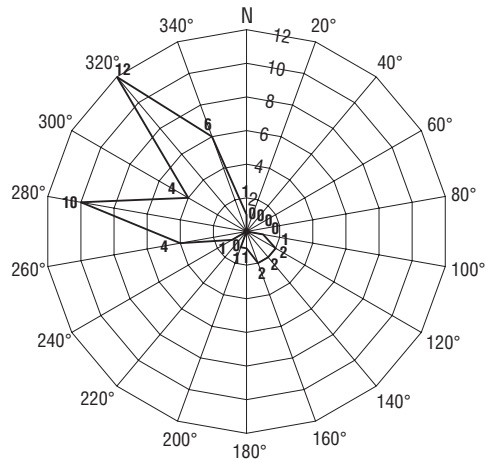


Ryc. 12. Piaski wapniste z wkładką ilastą (1) i warstwowa-
niem przekątnym (2); facja II, odsłonięcie w polu w rejonie Samo-
strzałowa

Fig. 12. Carbonate sands with clay intercalation (1) and cross
stratification (2); facies II, outcrop near Samostrzałów

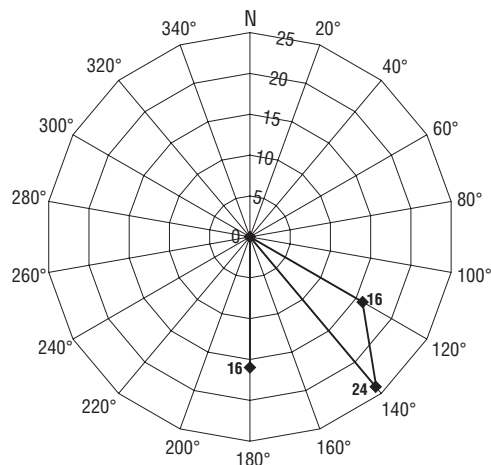
Ziarna kwarcu w osadach sarmatu są drobne i ostrokra-
wędziste, często silnie zerodowane. Wykazują **ściemnia-
nie** proste. Szkielet ziarnowy jest rozproszony, jedynie w
bardziej zwięzłym osadzie jest on zwarty. Spoiwem jest
substancja węglanowa w postaci sparytu (ryc. 6) oraz
matriksu (ryc. 7, 9). Matriks jest spoiwem znacznie czę-
ściej występującym w omawianych utworach niżeli sparyt.
W zależności od stopnia lityfikacji, występuje zróżnicowa-
na ilość porów, które można określić mianem porowatości
międzyziarnowej.

Cechą tych osadów jest złe wysortowanie oraz zróżni-
cowane struktury depozycyjne i erozyjne. Najczęściej spoty-
kane struktury depozycyjne to uziarnienie frakcyjne normalne,
warstwowania poziome i skośne, z przewagą
tych ostatnich. Wśród warstwowań skośnych spotykane są
przekątne, przekątne sigmoidalne, krzyżowe (klinowe).
Struktury erozyjne w omawianych osadach to małe kanały
erozyjne i jamki erozyjne. W obrębie tych osadów spotyka-



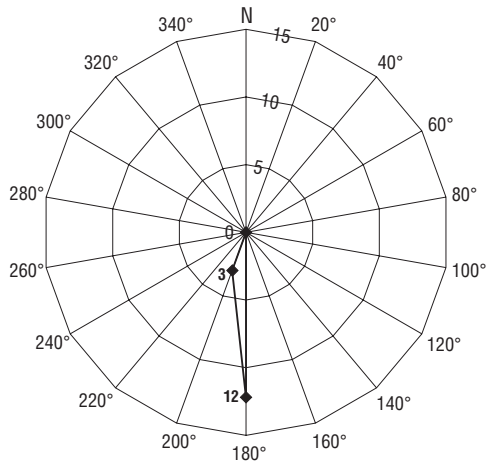
Ryc. 13. Paleotransport w piaskowcach wapnistych. Wykonano
49 pomiarów w odsłonięciu w Sędziejowicach

Fig. 13. Paleotransport in the calciferous sandstones. The outcrop
in Sędziejowice, 49 measurements



Ryc. 14. Paleotransport w dolnej części zlepieńca wapniste-
go. Wykonano 25 pomiarów w odsłonięciu w drodze pomiędzy Sta-
wianami a Samostrzałowem

Fig. 14. Paleotransport in the lower part of the carbonatic con-
glomerates. The outcrop between Stawiany and Samostrzałów. 25
measurements

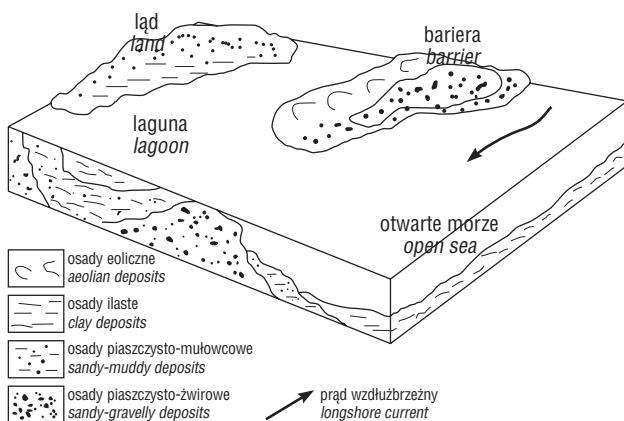


Ryc. 15. Paleotransport w górnej części zlepieńca wapiennego. Wykonano 32 pomiary w odsłonięciu w drodze pomiędzy Stawianami a Samożrzalowem

Fig. 15. Paleotransport in the upper part of the carbonatic conglomerates. The outcrop between Stawiany and Sędziejowice, 32 measurements

ne są pojedyncze, często nierównej miąższości warstwy ilaste oraz wkładki żwirów o wielkości klastów ok. 8–12 cm, często w postaci imbrykacji.

Facjalne zróżnicowanie osadów. W morfologii terenu osady sarmatu detrytycznego tworzą albo kręte, wydłużone wały, albo rozległe płyty. Utwory tworzące wały są bardziej zlitfikowane i grubieziarniste o przebiegu NW–SE, wyodrębniono je jako fację pierwszą tj. piaszczysto-zlepieńcową (ryc. 3–5, 10, 11). W dolnej części ich profilu przeważają piaskowce naprzemiennie drobno i gruboziarniste, o warstwowaniu poziomym i skośnym. W górnej części pojawiają się zlepieńce wapienne, które można określić mianem zlepieńca organodetrytycznego. Zlepieńiec ten zalega na powierzchni erozyjnej. Utwory tworzące tę fację mogą być horyzontem górnym wyróżnionym przez Rutkowskiego (1976). Osady, które w morfologii tworzą „płyty” są to drobno- i średnioziarniste piaski (ryc. 12). Wyróżniono je jako fację drugą tj. piaszczysto-ilastą. W



Ryc. 16. Ogólny model środowiska depozycji osadów „sarmatu detrytycznego” (wg Czapowskiego, 1984, uproszczony)

Fig. 16. General model of the depositional environment of the “detrital Sarmatian” deposits (after Czapowski, 1984, simplified)

dolnej części utwory te są barwy białej z wkładkami ilastymi, w górnej części profilu są barwy kremowożółtej i zawierają wkładki żwiru. W górnej części zaznacza się delikatne warstwowanie poziome i przekątne. Często wśród luźnych osadów występują pojedyncze, przerwane warstwy piaskowca wapiennego zdecydowanie silniej zlitfikowanego (ryc. 10), co wskazuje na proces tzw. lityfikacji konkrecyjnej. Procesy diagenetyczne opisywał Rutkowski (1976), wskazując na znaczenie węglanowych składników tychże utworów dla cementacji. Przedstawione utwory są zaliczane do poziomu otwornicowego z *Anomalinoidea dividens* (Łuczkowska, 1964).

Analiza kierunków paleotransportu. Na badanym obszarze wykonano około 100 pomiarów paleotransportu w osadach zaliczonych do facji pierwszej, gdyż osady te są bardziej zwięzłe i są bogate w warstwowania przekątne. Pomiary dokonano przy pomocy kompasu geologicznego, mierzono kierunki zalegania lamin w ławicach z warstwami przekątnymi w piaskowcu (ryc. 13), oraz w zlepieńcu (ryc. 14, 15). Wyniki pomiarów przedstawiono w postaci rozet.

Rozkłady kierunków transportu są przeważnie jednokierunkowe, co pozwala precyzyjnie określić kierunek prądu wzdłużbrzeżnego. Analizy dowodzą, iż we wschodniej części badanego terenu dominował kierunek transportu ku NW, oraz ku S i SE w północnej jego części. Kierunki te są zgodne z kierunkami pomierzonymi m.in. przez Rutkowskiego (1976).

Warunki sedymentacji. Uważa się, iż główną przyczyną depozycji osadów sarmatu detrytycznego były ruchy zachodzące w Karpatach zewnętrznych, Górach Świętokrzyskich, a co za tym idzie, nieznaczne ustąpienie morza po jego wcześniejszym wkroczeniu na obszar badań (Czapowski, 1984; Rutkowski, 1976). Ruchy wynoszące nie były równomierne, stąd omawiane utwory zalegają na różnych ogniwach badenu (iły krakowieckie, gipsy nidziańskie). Utwory zaliczone do facji drugiej były deponowane w płytkim i spokojnym środowisku, o czym świadczy ich charakter litologiczny. Osady facji pierwszej powstawały w zdecydowanie bardziej zróżnicowanym środowisku o zmiennej energii, na co wskazują warstwowania osadu i struktury erozyjne. Prawdopodobnie obszar ten był odległą od morza zatoką. Duża ilość glonów litotamniowych oraz klasty wapienia serpulowego (znane tylko z rejonów Hańczy i Chmielnika) w tych osadach świadczą o napływie materiału ze E i N. Okruchy litotamniowe znajdujące się w osadach sarmatu pochodzą z niszczenia wcześniej zdeponowanych, badeńskich osadów. Należą do nich okruchy organogenicznych osadów znanych jako wapień pińczowski. Występują w obszarze wału pińczowsko-wójczańskiego oraz w rejonie Chmielnika.

Analiza kierunków paleotransportu wskazuje, iż materiał pochodził również z N, co nie dziwi, gdyż w osadach sarmackich znajduje się wiele okruchów skał jurajskich i kredowych, a także starszych np. piaskowców kwarcytowych pochodzących z Gór Świętokrzyskich. Stwierdzono, że osady sarmatu detrytycznego w tym rejonie były deponowane zarówno przez morski prąd wzdłużbrzeżny, jak i część materiału mogła być nanoszona od strony morza (tj. od południa). Przeważnie utwory te można określić mia-

nem facji barierowej. Charakter „morfologiczny” utworów zaliczonych do facji I, czyli krętych i wydłużonych wałów przywołuje na myśl barierę, która np. w czasie sztormów mogła być rozrywana i mogły powstać charakterystyczne przesmyki, w których był deponowany grubszy materiał.

Analizując warunki sedymentacji omawianych osadów należy wskazać strefy sedymentacyjne: otwartego morza, bariery oraz strefy odcięte od morza np. zatoki (ryc. 16). Każda ze stref charakteryzuje się odmiennymi litologicznie osadami.

Trzon bariery tworzą osady piaszczysto-żwirowe z warstwowaniami skośnymi (ryc. 11). Od strony morza dochodziło do osuwania się materiału, stąd osady o chaotycznej teksturze. Środowisko równi barierowej jest płytkie i energetyczne, dlatego były w nim deponowane osady piasków, żwirów, zlepieńców, słabo wysortowane z warstwowaniami rynnowymi i kanałami erozyjnymi (ryc. 3–5). W czasie sztormów dochodziło do przerywania bariery i deponowania stożków przelewowych. W środowisku odciętym przez barierę od otwartego morza deponowane były osady zarówno drobne z warstwowaniem poziomym, drobnymi wkładkami ilów lub grubszego materiału (ryc. 12), jak i osady gruboziarniste z warstwowaniami rynnowymi, źle wysortowane.

Wnioski

Osady „sarmatu detrytycznego” były deponowane w środowisku morskim o zróżnicowanej energii, o czym świadczą struktury sedymentacyjne i erozyjne, a także charakter litologiczny obu wyróżnionych litofacji. Sposób warstwowań facji piaszczysto-zlepieńcowej wskazuje na sedymentację nieco poniżej podstawy falowania. Dodatkowo świadczą o tym znajdowane grube i masywne skorupki otwornic. Duża ilość frakcji pylastej w utworach zaliczanych do facji drugiej tj. piaszczysto-ilastej oraz delikatna pozioma laminacja dowodzą spokojnych warunków sedymentacji. Prawdopodobnie utwory te były deponowane z dala od otwartego morza, w spokojnej zatoce, co również potwierdza Rutkowski (1976). W utworach facji piaszczysto-zlepieńcowej w górę profilu wzrasta udział warstwowań skośnych oraz warstwowań poziomych, w niższych częściach odsłoneń przeważa warstwowanie ripplemarkowe. Najlepsze odsłonięcie tychże utworów jest zlokalizowane w drodze pomiędzy Sędziejowicami a Chomentówkiem (ryc. 11). Analiza kierunków paleotransportu i charakteru laminacji tj. małoskalowa laminacja ripplemarkowa naprzemiennie występująca z laminacją poziomą wskazują na barierę (Reading, 1978, s. 149–152). Bariery charakter tych utworów wykazuje również Cza-

powski (1984), Czapowski i Studencka (1990). Zatem jest bardzo prawdopodobne, że w rejonie badań istniała bariera oddzielająca zatoki od otwartego morza. Zatoki te były środowiskiem sedymentacji dla osadów piaszczysto-ilastych.

Autorka dziękuje prof. dr hab. inż. Nestorowi Oszczytko za pomoc i opiekę naukową nad pracą magisterską, której częściowym skrótem jest niniejszy artykuł.

Literatura

- CZEPIEC I. 1996 — Biostratygrafia i warunki depozycji osadów północnej strefy brzeżnej sarmatu Polski. *Geologia*, 22: 309–335.
- CZAPOWSKI G. 1984 — Osady barierowe w górnym miocenie południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 32: 185–193.
- CZAPOWSKI G. & STUDENCKA B. 1990 — Studium sedymentologiczno-paleontologiczne osadów barierowych dolnego sarmatu w rejonie Chmielnika. *Prz. Geol.*, 38: 117–126.
- DUDZIAK J. & ŁAPTAŚ A. 1991 — Stratigraphic position of miocene carbonate-siliciclastic deposits near Chmielnik based on calcareous Nannofossils. *Bull. Polish Acad. Sc.*, 39: 55–66.
- GARECKA M. & JUGOWIEC M. 1999 — Wyniki badań biostratygraficznych miocenu zapadliska przedkarpacciego na podstawie nanoplanktonu wapiennego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 168: 29–38.
- READING H.G. 1978 — *Sedimentary Environments and Facies*. Blackwell Sc. Publ.: 143–177.
- KOWALEWSKI K. 1958 — Stratygrafia miocenu południowej Polski ze szczególnym uwzględnieniem południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.*, 2: 3–27.
- ŁUCZKOWSKA E. 1964 — Stratygrafia mikropaleontologiczna miocenu w rejonie Tarnobrzeg-Chmielnik. *Prz. Geol. Kom. Nauk. Geol. PAN Oddz. Kraków*, 20: 56.
- ŁUCZKOWSKA E. 1967 — Kilka nowych gatunków otwornic z miocenu Polski. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 32: 23–241.
- MALINOWSKA L. & PIWOCKI M. 1996 — Budowa geologiczna Polski, Atlas skamieniałości przewodnich i charakterystycznych. T. III, cz. 3a, Kenozoik, Trzeciorzęd, Neogen. *Państw. Inst. Geol.*: 500–529.
- NEY R., BURZEWSKI W., BACHLEDA T., GÓRECKI W., JAKÓBCZAK K. & SŁUPCZYŃSKI K. 1974 — Zarys paleogeografii i rozwoju litologiczno-facjalnego utworów miocenu zapadliska przedkarpacciego. *Pr. Geol. Kom. Nauk Geol. PAN Kraków*, 82: 3–51.
- OLSZEWSKA B. 1999 — Biostratygrafia neogenu zapadliska przedkarpacciego w świetle nowych danych mikropaleontologicznych. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 168: 9–17.
- OLSZEWSKA B. & GARECKA M. 1998 — Biostratigraphy of Early Miocene of the Southern Poland based on planktic foraminifera and calcareous nannoplankton. *Prz. Geol.*, 46: 712–720.
- RADWAŃSKI A. 1969 — Transgresja dolnego tortonu na południowych stokach G. Świętokrzyskich. *Acta Geol. Pol.*, 19: 1–7.
- RONIEWICZ P. & WYSOCKA A. 2001 — Uwagi o mioceniejszej sedymentacji pomiędzy Szydłowem a Smerdyną, południowo-wschodnie obrzeżenie Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 49: 639–642.
- RUTKOWSKI J. 1969 — Uwagi o sedymentacji detrytycznych osadów sarmatu na obrzeżu G. Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.*, 13: 177–182.
- RUTKOWSKI J. 1976 — Detrytyczne osady sarmatu na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Pr. Geol. Kom. Nauk Geol. PAN Kraków*, 100: 7–5.