

OSADY BARIEROWE W GÓRNYM MIOCENIE POŁUDNIOWEGO OBRZEŻENIA GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH

UKD 551.351.1/.2.063:551.435.327+551.468.3:551.782.13.022(438.13:234.38 Świątokrzyskie obrzeżenie S)

Osady górnego miocenu na południowym obrzeżeniu Gór Świątokrzyskich są wykształcone głównie w 2 typach facjalnych: ilastym – tzw. ility krakowieckie i klastycznym – tzw. „sarmat detrytyczny” (ryc. 1). Na podstawie prowadzonych w tych utworach badań mikrofaunistycznych (24, 25, 26, 34, 35, 36) ustalono wiek facji ilastej na górny baden – dolny sarmat, facji okruchowej zaś – na dolny sarmat (ryc. 2). Jednak ostatnie (14) analizy zespołów mikrofauny obniżyły wydatnie stratygraficzne znaczenie wielu taksonów i nie jest wykluczone – jak sugerowano to uprzednio (28) – że znaczna część utworów uważanych za sarmackie reprezentuje baden górny. Makrofauna, stosunkowo nieliczna w utworach ilastych, a bardzo specyficzna w skałach okruchowych (21, 22) nie ułatwia ścisłego datowania obu litofacji.

Szczególnie interesujące ze względu na zmienność litologiczną i bogactwo struktur sedimentacyjnych są osady facji okruchowej, tzw. „sarmat detrytyczny” (19, 27). Utwory te, widoczne w wielu odsłonięciach wzdłuż pasa wschodni od Chmielnika po Sandomierz i Opatówkę (ryc. 1), były przedmiotem zainteresowania wielu autorów. Uważano je za utwory transgresywne morza dolnego sarmatu (19) – osady płytkiego przybrzeża (21, 31, 33, 37); część z nich rozpatrywano jako utwór podmorskiej platformy akumulacyjnej (29). Rozważano także pośrednio ich aluwialne pochodzenie (17). Dotychczasowe obserwacje autora (5, 6) nad wykształceniem osadów „sarmatu detrytycznego” w szerszym kontekście utworów górnego miocenu wskazują, że część z nich, występująca między Chmielnikiem a Bukową (ryc. 1), uformowała się w strefie wybrzeża barierowego, a ich pełniejsza charakterystyka sedimentologiczna jest przedmiotem niniejszego opracowania.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OSADÓW BARIEROWYCH

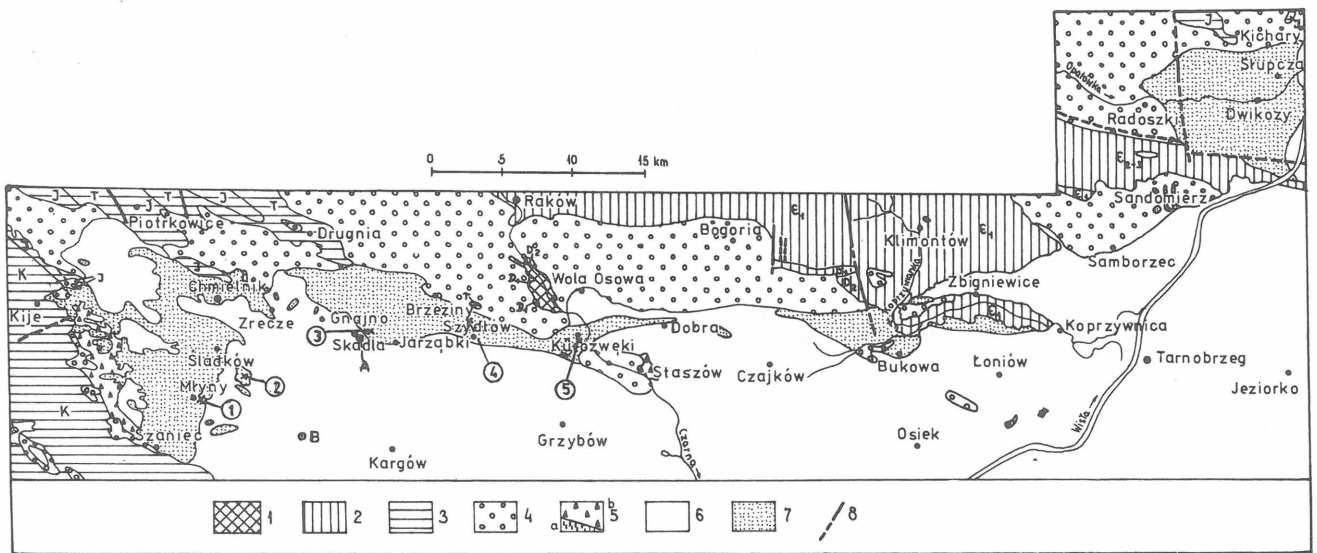
Współczesne obszary wybrzeży barierowych (11, 23, 30, 39) zawierają 4 podstawowe strefy sedimentacji osadów:

- a) strefę brzegu z osadami płytkiego przybrzeża, plaży i pasa wydmowego,
- b) strefę laguny,
- c) strefę bariery z utworami podmorskiego skłonu bariery (barrier toe), plaży (beach), wydm eolicznych (dunes), równi barierowej (back barrier = barrier flat) i przesmyków (inlet). W skład utworów bariery wchodzi również osady stożków przelewowych (washover fan; 1, 8).
- d) strefę otwartego morza.

W utworach kopalnych (3, 7, 9, 13) osady poszczególnych stref zaznaczają się w różnym stopniu w zależności od rozwoju sedimentacji. Szybka transgresja, połączona ze znaczną subsydencją, sprzyja zachowaniu niemal pełnej sekwencji osadów, natomiast powolne migracje zasięgu morza powodują wielokrotne przetworzenie złożonego materiału i powstanie szczytkowych sekwencji facjalnych. Najmniejsze szanse na zachowanie się mają w takich warunkach utwory strefy brzegu, jak również osady barierowe plaży, wydm eolicznych, a częściowo i równi barierowej.

Górnomiocenijskie utwory ilaste i detrytyczne z Gór Świątokrzyskich wykazują wiele analogii w wykształceniu litologicznym i teksturalnym, jak również w swym rozwoju przestrzennym, do wzmiankowanych facji wybrzeża barierowego.

Osady okruchowe – tzw. „sarmat detrytyczny” – spoczywają albo niezgodnie na starszym podłożu paleo-mezozoicznym lub starszych ogniwach miocenu (19, 27, 28, 37) albo – jak wskazują materiały wiertnicze (27) – kontaktują w sposób mniej lub bardziej zgodny z utworami ilastymi o szerszym zasięgu stratygraficznym (ryc. 2). Materiał detrytyczny ma różną wielkość: od bloków po drobny pelit i tworzy skały luźne (żwiry, piaski i ility) oraz zwięzłe (zlepience, piaskowce, iłomułowce), których spoiwem jest węglan wapnia. Stopień wysortowania i dojrzałości strukturalnej osadu jest bardzo zmienny; utwory grubszej frakcji cechuje zwykle gorsza selekcja i mała dojrzałość. Materiał aleurytowo-pelitowy występuje jako niewielka procentowo domieszka wśród grubszych ziarn,



Ryc. 1. Mapa odkryta południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich bez utworów czwartorzędowych (wg Czarnockiego i Walczowskiego uzupełniona)

1 – utwory przedkambryjskie, 2 – utwory paleozoiczne (kambr, dewon dolny i środkowy), 3 – utwory mezozoiczne (trias, jura, kreda); utwory miocenu: 4 – osady badenu i grabowu (a – gipsy, b – wapienie i margle), 5 – osady bochenu i grabowu (a – gipsy, b – wapienie i margle), 6 – osady ilaste sarmatu dolnego (facja ilów krakowieckich), 7 – osady klastyczne sarmatu dolnego (facja piaszczysto-żwirowa i wapieni organodetrytycznych), 8 – dyslokacje (linia ciągła – pewne, przerywana – prawdopodobne), A, B, 1–5 – lokalizacja wierceni i odsonięć prezentowanych na ryc. 4 i 5

Fig. 1. Geological map of southern margin of the Holy Cross Mts. without the Quaternary (after Czarnocki and Walczowski, supplemented)

1 – Precambrian, 2 – Paleozoic (Cambrian, Lower and Middle Devonian), 3 – Mesozoic (Triassic, Jurassic and Cretaceous), 4 – Badenian (Lithothamnium Limestone facies), 5 – Bochenian and Grabovian: a – gypsum, b – limestones and marls; 6 – clay Lower Sarmatian (Krakowiec Clays), 7 – detrital Lower Sarmatian (sandy gravel and organodetrital limestone facies), 8 – dislocations: continuous line – controlled, broken line – inferred, A, B, 1–5 – boreholes and outcrops shown in Figs. 4 and 5

Regionalne piętra stratygraficzne	Biostratygrafia		Litologia
	Biozony otwornicowe / Łuczowska 1961, 1967, Rutkowski 1976 /	Fauny mięczaków / Krach 1967, 1971, 1972d /	
dolny sarmat	zona z <i>Elphidium hauerinum</i> zona z <i>Quinqueloculina</i> / <i>Varidentella</i> / <i>sarmatica</i> zona z <i>Quinqueloculina</i> / <i>Cyclophorina</i> / <i>karreri ovata</i> zona z <i>Anomalinoidea dividers</i>	Dominują rodzaje: 1/ <i>Ślimaki</i> , <i>Pirene</i> , <i>Cerithium</i> , <i>Hydrobia</i> , <i>Mohrensternia</i> , <i>małże</i> , <i>Ervillea</i> , <i>Abra</i> .	część SE i S część NW i N piaski i żwir z Sabowia i Osic z <i>Serpula</i> margle i wapienie / góry sarmat-czwartorzęd / z <i>Abra</i> OSADY BADENI margle i wapienie / pectenowe brak danych +
górny baden	grabow zona z <i>Cibicides crassiseptatus</i> bochen zona z <i>Neobulimina longa</i> brak fauny	<i>Chlamys neumayri</i> <i>Chlamys etini</i>	gipsy i wapienie / pogipsowe

*Brak danych może być spowodowany: przerwą w sedymentacji, erozją lub nie pojawieniem się indeksów zon.

Ryc. 2. Schemat następstwa stratygraficzno-litologicznego osadów górnego miocenu południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich

rzadko pojawiają się drobne soczewki lub warstewki ilomulowców lub margli. Główne składniki ziarniste to kwarc, okruchy organiczne (głównie fragmenty mięczaków, szkarłupni, mszywiolów, litotamni, otwornic) i fragmenty skał starszego podłoża (margle, wapienie, piaskowce, krzemienie). Dominacja składników organicznych nad innym materiałem i duża ilość węglanowego cementu prowadzą do powstania różnych odmian wapieni organodetrytycznych (2, 37). Występują również nagromadzenia muszli mięczaków o różnym stanie zachowania, a sporadycznie – szczątki roślinne (40).

Osady detrytyczne cechuje ogromne zróżnicowanie struktur sedymentacyjnych. Występują tu różne typy struktur akumulacyjnych, erozyjnych i deformacyjnych. Struktury akumulacyjne są reprezentowane przez wiele rodzajów warstwowań (ryc. 3), odpowiadających różnym przekrojom

Fig. 2. Stratigraphic-lithological succession of Upper Miocene rocks at southern margin of the Holy Cross Mts.

form nagromadzenia osadu, typu zmarszczek (ryc. 6), pręg czy odsypów (ryc. 7, 10). Rekonstrukcja kształtu form akumulacyjnych, na podstawie warstwowania, pozwoliła określić kierunki ich przemieszczania, a analiza kierunków bardziej stabilnych dynamicznie form wielkoskalowych – pręgi i odsypy – określiła ogólnie kierunki ruchu osadu. Struktury erozyjne to różnej wielkości rozmoczenia i ścięcia od drobnych jamek wirowych po głębokie koryta. Wśród struktur deformacyjnych rejestruje się formy biogeniczne: ślady ucieczki organizmów (ryc. 9) i norki mieszkalne; mechaniczne: bąble gazowe (ryc. 8), warstwowania konwolutive, fałdy i łuski o genezie grawitacyjno-fluidacyjnej (37). Na kontakcie z wkładkami ilastymi czasem są widoczne struktury pograzowe, a w samych wkładkach pojedyncze inicjalne spekania błotne.

Mięszość serii detrytycznej nie przekracza 60 m, a jej

Typ		Nazwa	Szkic	
I	a	warstwowanie przekątne		
	b	warstwowanie tangencjalne		
	c	warstwowanie sigmoidalne X		
II		warstwowanie rynnowe		
III		warstwowanie horyzontalne		
IV		warstwowanie zmarszczkowe		
V	a	warstwowanie frakcyjne X / uziarnienie frakcjonalne s.l. /	warstwowanie gradacyjne X	
	b		uziarnienie frakcjonalne s.s.	
VI		warstwy osadu o bezładnym ułożeniu składników X		

Uwagi: terminologia warstwowań zaczerpnięta głównie z prac: Roniewicz 1966, Książkiewicz 1954, 1968, Gradziński 1973, Gradziński et al. 1976. Prócz nazw, uznanych przez autora za znamienne dla danego typu, w nawiasach podano inne polskie terminy, mogące mieć zastosowanie w odniesieniu do badanych struktur. Znakiem "X" sygnowano nazwy, utworzone i zastosowane przez autora do pewnych typów spotykanych struktur, a nie mających w pełni adekwatnych terminów w literaturze polskiej.

Ryc. 3. Główne typy warstwowań w utworach klastycznych górnego miocenu („sarmat detrytyczny”)

Fig. 3. Major types of bedding in detrital Upper Miocene („detrital Sarmatian”) rocks

ogromna zmienność strukturalno-tektoniczna uniemożliwia korelację pojedynczych poziomów litologicznych na większych przestrzeniach.

Osady ilaste górnego miocenu, tzw. ily krakowieckie – to głównie ily i margle (18, 20, 27) z pojedynczymi wkładkami piaskowców drobnoziarnistych i poziomami bentonitów (10, 27) i tufitów (35, 37). Występują nagromadzenia muszli małży i fragmenty zwęglonych roślin. Czasem widoczne jest warstwowanie horyzontalne, rzadziej soczewkowe. Miąższość serii ilastej waha się od kilku do ponad kilkuset metrów i rośnie ku południowi, w stronę centrum zapadliska przedkarpackiego.

FACJE BARIEROWE W UTWORACH GÓRNEGO MIOCENU

Dokładne badania strukturalno-teksturalne osadów, poparte analizą przestrzennego rozmieszczenia obu facji: okruchowej i ilastej (5, 6), pozwoliły wyróżnić w badanych utworach wiele sekwencji, odpowiadających sedimentacji

w różnych strefach wybrzeża barierowego. Charakterystyczne cechy osadów tych stref ukazuje tabela, ryc. 4 i 5 zaś przedstawiają oprócz wielu cech również następstwa różnych stref w profilach wybranych odsłoneń i wierceń.

Większość tzw. iłóv krakowieckich, zlokalizowanych na południe od pasa występień „sarmatu detrytycznego” (ryc. 1, 4), reprezentuje fację otwartego morza. Cechuje je brak warstwowań, bądź pojedyncze warstwowania horyzontalne i zmarszczkowe w pakietach piaszczystych, dobre wysortowanie składników ziarnistych, obfita fauna, lokalnie pojawia się detrytus roślinny. Utwory te powstały z dala od brzegu w warunkach spokojnej sedimentacji zawieszinowej, rzadko przerywanej działaniem prądów, dostarczających grubszego materiału. Grubsze pakiety piaszczyste z nagromadzeniami fauny małży (ryc. 4A) mogą odpowiadać dystalnym partiom skłonu odmorskiego migrującej bariery.

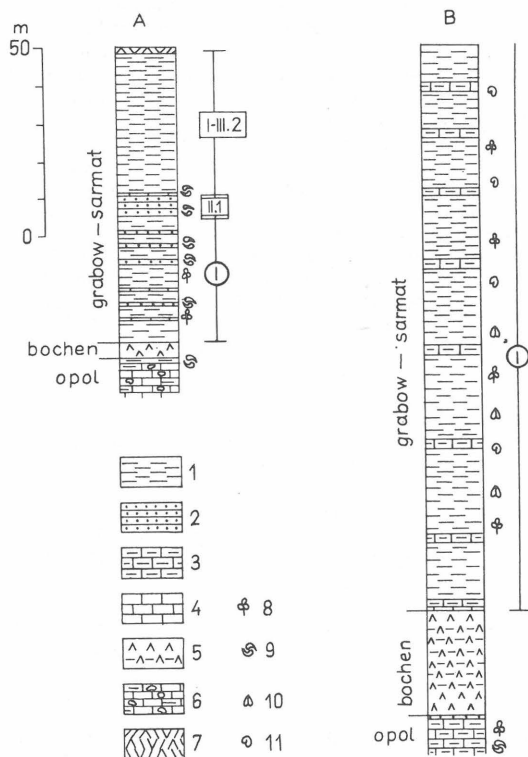
Znaczna część utworów „sarmatu detrytycznego” powstała w strefie *stricte* barierowej. Można tu wyróżnić: utwory odpowiadające dystalnym partiom odmorskiego

Charakterystyczne cechy osadów z różnych stref sedimentacji wybrzeża barierowego w górnym miocenie południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Uwaga: osady strefy otwartego morza (I) reprezentowane są przez rozpoznaną głównie wierceniami serię ilów i margli tzw. „warstw krakowieckich”

Characteristic features of rocks representing individual sedimentary environments of the Upper Miocene barrier coast at southern margin of the Holy Cross Mts. Note: open-sea sediments (I) are represented by a series of clays and marls of the so-called Krakowiec Clays, mainly known from drillings

Strefy sedimentacyjne	Osad	Struktury sedimentacyjne	Główne kierunki przemieszczania form akumulacyjnych	Fauna i flora
I. Strefa otwartego morza	Iły i muły, sporadycznie dobrze wysortowane piaski	Pakiety osadów homogenicznych o beładnym ułożeniu składników (typ VI), warstwowanie i laminacja horyzontalna (typ III), sporadycznie warstwowanie zmarszczkowe (typ IV) i konwolucje	Brak jednoznacznych danych	Epi- i infauna małży i ślimaków obfity nekton i plankton, szkarłupnie lokalnie detrytus roślinny
II. Strefa barier				
1. dystalne partie podmorskie barier	Piaski drobnoziarniste, dobrze wysortowane, warstewki ilaste	Warstwowanie horyzontalne (III), zmarszczkowe (IV), sporadycznie skośne (typ 1a – c), granice jednostek rzadko erozyjne, bąble gazowe	Kierunek równoległy i prostopadły do rozciągłości bariery	Liczne całe muszle cienkoskorupowych małży, fauna ślimaków i małży (całe i pokruszone muszle) ślady ucieczki organizmów
2. trzon barier				
a) wody płytkie, powierzchnia dna zbiornika słabo i równomiernie nachylona	Piaski drobno-średnioziarniste, dobrze – średnio wysortowane, cienkie warstewki lub okruchy mułowców czy ilowców marglistych	Warstwowanie wielkoskalowe tabularne, (typ 1a), słabo nachylone, warstwowanie zmarszczkowe (IV), rzadko granice erozyjne zespołów, jamki wirowe	Formy wielkoskalowe przemieszczane prostopadłe do rozciągłości bariery i zmarszczki o szerokim wachlarzu kierunków (ok. 180°), prostopadłych i równoległych do rozciągłości bariery	Nieuszkodzone muszle mięczaków, w tym małże cienkoskorupowe, ślady ucieczki organizmów i pojedyncze formy mieszkalne
b) wody głębsze, obszar podmorskiej platformy akumulacyjnej	Piaski i wapień organodetrytyczne od drobno do gruboziarnistych, wysortowanie zmienne, wkładki żwirowe	Warstwowania wielkoskalowe skośne (typ 1a – c), silnie nachylone, w obrębie warstw skośnych uziarnienie frakcyjne (typ Vb), rzadziej gradacyjne (typ Va). Sporadycznie wielkoskalowe warstwowanie rynnowe (typ II) i warstwy jednorodne o beładnym ułożeniu składników (typ VI) Granice zespołów erozyjne i sedimentacyjne. Fałdy nachylone i obalone	Struktury wielkoskalowe przemieszczane w kierunku morza, prostopadłe do rozciągłości bariery	Obfity detrytus muszli mięczaków, rzadko sieczka roślinna na powierzchniach ławic i ślady ucieczki organizmów
3. równie barierowe	Piaski i wapień organodetrytyczne od grubo do drobnoziarnistych, źle – słabo wysortowane, wkładki żwirowe, okruchy ilowców i mułowców marglistych	Warstwowania wielkoskalowe rynnowe (II), rzadziej skośne (Ib) sporadycznie drobnoskalowe rynnowe. Granice zespołów erozyjne, liczne rozmycia i ściecia, drobne formy korytowe, wypełnione żwirem (bruk korytowy?). Drobne fałdy nachylone, inicjalne spękania błotne (szczeliny z wysychania?)	Bardzo szeroki wachlarz kierunków (300–360°, rzadziej 180°) dominują kierunki skośne lub prostopadłe do rozciągłości bariery	Dość obfity detrytus i całe muszle mięczaków (zwłaszcza w spągu rozmyć), sporadycznie ślady ucieczki organizmów
4. przesmyki (cieśniny)	Wapień detrytyczny średnio- gruboziarnisty źle wysortowany, liczne wkładki i soczewy żwirów (zwłaszcza w spągu zespołów skośnych. Okruchy i większe bloki ilowców i mułowców, sporadycznie częściowo rozmyte warstwy margli ilasto-mułowcowe u podstawy koryt	Warstwowania wielkoskalowe skośne (Ib) i rynnowe (II), sporadycznie drobnoskalowe skośne, uziarnienie frakcyjne (Vb) lub warstwy osadu o beładnym ułożeniu składników (VI). Granice zespołów erozyjne, liczne głębokie formy korytowe z warstwą żwirów przy dnie (bruk korytowy), pseudoimbrykacja. Struktury pogrążowe (typ „ball-and-pillow”, fałdy nachylone, obalone, łuski	Osie koryt prostopadłe lub skośne do rozciągłości bariery podobne kierunki wykazują formy wypełniające koryta, dominuje transport w kierunku morza	Obfity detrytus muszli mięczaków, często w formie „bruku” na dnie koryt

<p>III. Zbiorniki w różnym stopniu odcięte od otwartego morza (zatoeki, laguny) 1. strefy płycizn</p> <p>2. przegłębienia</p>	<p>Piaski i wapień detrytyczne od drobno do gruboziarnistych, przeważnie średnioziarniste, słabo-średnio wysortowane, czasem partie żwirowe bądź warstwy żwirków. Liczne częściowo porożniane warstwy marglistych wapieni czy mułowców, iłowców oraz obfite ich okruchy w partiach detrytycznych</p> <p>Osady marglisto-mułowcowe lub ilaste, czasem wkładki drobnopiaszczyste, kongrecje węglanowe</p>	<p>Wielko- i drobnoskalowe warstwowania skośne (Ib) i rynnowe (II), warstwowania zmarszczkowe (IV), i horyzontalne (III), czasem pakiety osadu jednorodnego o bezładnym ułożeniu składników (VI). Granice zespołów erozyjne o charakterze płytkich rozmyć. Struktury pogrążowe, warstwowania konwolutive</p> <p>Czasem laminacja lub warstwowanie horyzontalne (III), podkreślona niewielką zmianą frakcji (muł, piasek-il), sporadycznie drobne warstwowanie soczewkowe i konwolutive</p>	<p>Bardzo szeroki wachlarz kierunków (ponad 300°), częste dominanty przeciwstawne lub prostopadłe do siebie</p> <p>Brak wyraźnych kierunkowych struktur akumulacyjnych</p>	<p>Liczny detrytus muszlowy, w warstwach pelitycznych czasem sieczka roślinna</p> <p>Dość liczne nieuszkodzone muszle ślimaków i małży, sporadycznie sieczka roślinna</p>
<p>IV. Koryta okresowych silnych prądów (sztormowych, wiatrowych)</p>	<p>Żwiry, piaski i wapień organodetrytyczne gruboziarniste, brak wysortowania, okruchy i bloki marglistych mułowców - iłowców i wapieni</p>	<p>Warstwowania wielkoskalowe skośne (Ia-b), wypełniające głębokie rozmycia korytowe. W warstwach skośnych pakiety osadu o bezładnym ułożeniu składników (VI) lub o uziarnieniu frakcyjnym (Vb). Płaty deformacyjne i toceńce</p>	<p>Formy wypełniające koryta rozbudowywane skośnie do ich przebiegu</p>	<p>Obfity detrytus muszlowy, szczątki roślinne w blokach i toceńcach marglistych iłowców wapieni</p>



Ryc. 4. Profile wiercnicze z osadami górnego miocenu, reprezentującymi różne strefy sedymentacji

1 - iły, 2 - piaskowce kwarcowe drobnoziarniste, 3 - margle, 4 - wapień, 5 - gipsy, często z domieszką iłów, 6 - wapień litotamniowe, 7 - gleba, 8 - szczątki roślinne, 9 - nagromadzenia muszli małży, 10 - nagromadzenia muszli i ślimaków, 11 - nagromadzenia muszli spiralisów. I - oznaczenia stref sedymentacji jak w tabeli

Fig. 4. Boreholes columns of Upper Miocene rocks representing various sedimentary environments

1 - clays, 2 - fine-grained quartz sandstones, 3 - marls, 4 - limestones, 5 - gypsum, often with clay admixture, 6 - Lithothamnium limestones, 7 - soil, 8 - plant remains, 9 - concentrations of bivalve shells, 10 - concentrations of bivalve and gastropod shells, 11 - concentrations of Spiralis shells, I - zone of sedimentation of open-sea sediments (see Table).

skłonu bariery, osady trzonu bariery, równi barierowej i przesmyków.

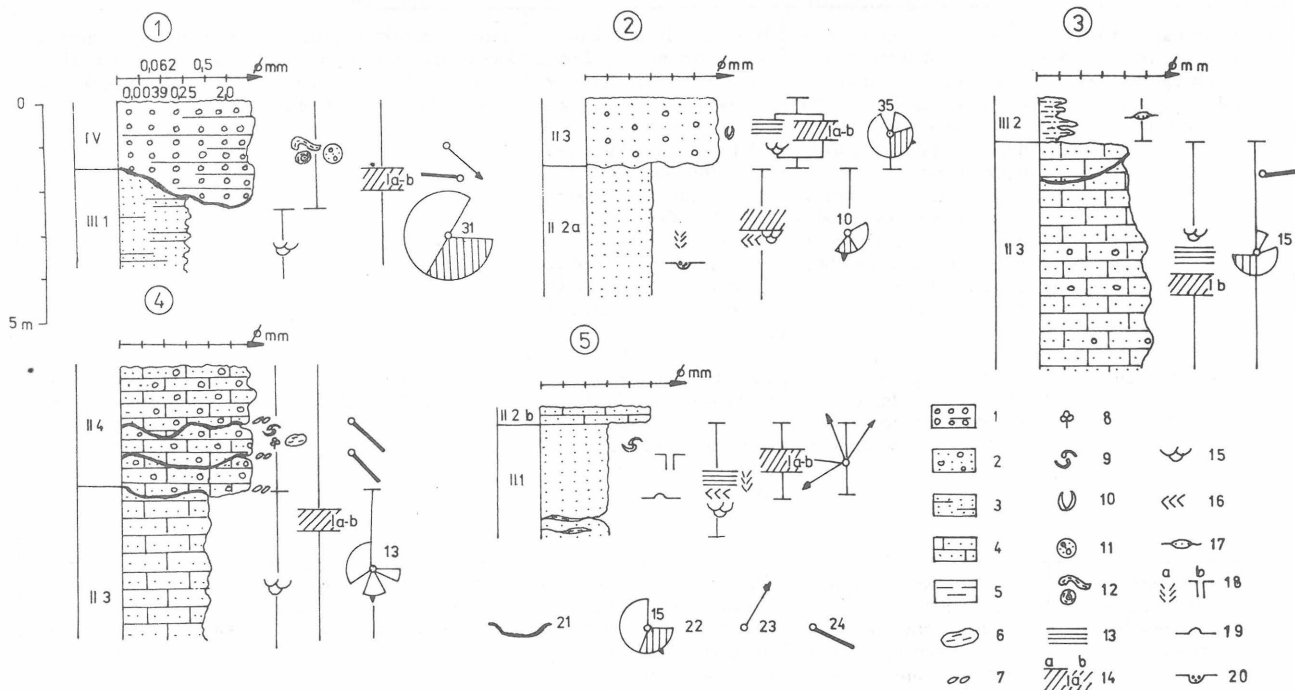
Strefę dystalną skłonu bariery cechują dobrze wysortowane psamity, z cienkimi warstewkami ilastymi. Osady warstwowane są horyzontalnie i zmarszczkowo, sporadycznie skośnie, powierzchniowo erozyjne są rzadkie, a czasami występuje liczna fauna mięczaków. Tworzy te powstały u podnóża bariery, gdzie drobny, dostarczany w trakcji dennej materiał był przemieszczany przez falowania i prądy wzdłuż skłonu bariery. O okresach wzmożonej akumulacji, spowodowanej działaniem prądów

rozrywających lub sztormem (1, 18), świadczą ślady ucieczki organizmów.

Trzon bariery stanowią osady psefitowo-psamitowe, o zmiennym stopniu wysortowania, z rzadkimi wkładkami mułowo-iłowymi. Dominują warstwowania wielkoskalowe, skośne (ryc. 12, 13), rzadziej rynnowe. W barierach formujących się na nachylonym skłonie podmorskiej platformy akumulacyjnej warstwy skośne są stromo nachylone (do 30°), często zafałdowane synsedymacyjnie (ryc. 12), a w ich obrębie pojawiają się warstwowanie frakcyjne i gradacyjne, powstające podczas sedymentacji z osuwisk, ześlizgujących się po skłonie bariery, i towarzyszących im chmur zawiesiny. Szybka akumulacja materiału, przerywana okresami erozji przez silne prądy, utrudniała rozwój fauny dennej, dlatego ślady ucieczki organizmów są nieliczne.

Na obszarach o łagodnie nachylonym dnie wolniejsza akumulacja, rzadsze okresy erozji przez prądy sprzyjały rozwojowi fauny bentonicznej.

Bardzo zróżnicowane pod względem frakcji osady powstały na obszarze równi barierowych. Są to żwiry,



Ryc. 5. Syntetyczne profile z odsłoneń utworów klastycznych górno-miocenu („sarmat detrytyczny”)

1 – żwiry lub zlepionce, 2 – piaski ze żwirem, 3 – piaski lub piaskowce, 4 – wapień organodetrytyczne, 5 – iły, 6 – bloki iłów lub margli, 7 – pseudoimbrykacja, 8 – szczątki roślinne, 9 – nagromadzenia szczątków małży, 10 – muszle małży w pozycji przyżyciowej, 11 – osady o beładnym ułożeniu składników, 12 – ilaste toczenie i płyty deformacyjne, 13 – warstwowanie poziome, 14 – warstwowanie skośne (granice zespołów: a – erozyjne, b – sedimentacyjne, la – typ warstwowania wg ryc. 3), 15 – warstwowanie rynnowe, 16 – zmarszczkowe, 17 – soczewkowe, 18 – struktury biogeniczne: a – norki mieszkalne?, b – ślady ucieczki, 19 – bąble gazowe, 20 – jamki wirowe, 21 – powierzchnie erozyjne (koryta), 22 – diagram kierunków przemieszczania wielkoskalowych form akumulacyjnych (zakresowane wycinki obejmują ponad 50% pomiarów, strzałki – kierunki dominujące, obok – liczba pomiarów), 23 – pojedyncze pomiary kierunków przemieszczenia, 24 – bieg osi koryt (w przypadku oznaczeń kierunkowych górna część arkusza odpowiada umownie kierunkowi północy). III. 1 – oznaczenie stref sedymentacji jak w tabeli

Fig. 5. Synthetic columns of detrital Upper Miocene ("detrital Sarmatian") strata exposed in the studied area

1 – gravels or conglomerates, 2 – sands with gravel, 3 – sands or sandstones, 4 – organodetrital limestones, 5 – clays, 6 – blocks of clays or marls, 7 – pseudoimbrication, 8 – plant remains, 9 – concentrations of bivalve remains, 10 – bivalve shells in life position, 11 – structureless sediments, 12 – clay rolls and deformed clay plates; bedding: 13 – horizontal, 14 – cross (with a – erosional, and b – sedimentary boundaries of sets of layers; la – type of bedding as shown in Fig. 3), 15 – trough, 16 – ripple, 17 – lenticular; 18 – biogenic structures: a – Domichnia?, b – escape structures; 19 – gass bubbles, 20 – flute casts, 21 – erosional surfaces (channels), 22 – diagram of directions of movement of large-scale accumulative forms (hachured sections comprise over 50% of measurements, arrows – major directions, accompanying numbers – number of measurements), 23 – single measurements of direction of movement, 24 – strike of channel axis (in the case of oriented measurements, top of the figure corresponds to the north), III. 1 – symbols of zones of sedimentation (explanations as given in Table)



Ryc. 6. Zmarszczki prądowe sinusoidalne i płaskogrzbietowe, prostolinijne zmarszczki przetworzone na powierzchni drobnoziarnistego piaskowca. Kierunek prądu z góry ku dołowi. Fot. autora

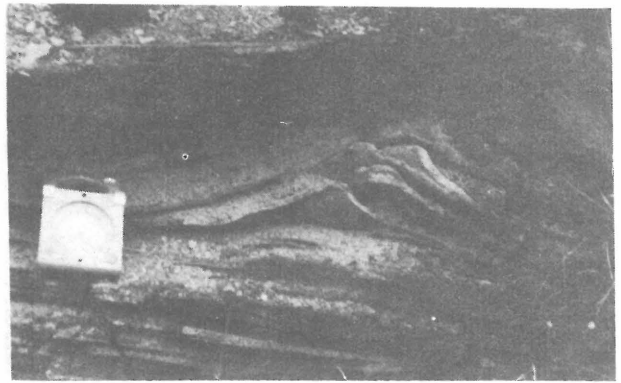
Fig. 6. Sinusoidal current and flat-topped straight transformed ripples from upper surface of fine-grained sandstone. Direction of flow – from top to the bottom. Photo by the Author

piaski, wapień organodetrytyczne o różnej wielkości ziarn, słabo lub źle wysortowanych. Przeważają warstwowania rynnowe, rzadziej skośne, o granicach erozyjnych (ryc. 7), liczne są formy korytowe z brukiem korytowym. Ogromnie różnorodne są kierunki transportu osadu, choć dominują skośne lub prostopadłe do rozciągłości bariery (rozumianej jako rozciągłość pasa kompleksu osadów barierowych). Środowisko równi było płytkowodne, bardzo dynamiczne, modelowane przez prądy o zmiennym kierunku i prędkości, związane z falowaniem przy różnych stanach pogody. Na obszarze równi powstawały także w czasie sztormowego przzerwiania pasa wydmowego bariery osady stożków przelewowych (zdjęcie na okładce, zespół 2). Wahaniami poziomu wód gruntowych równi wywołane oscylacjami poziomu morza i laguny powodowały formowanie bąbli gazowych, utrwalonych w osadzie (ryc. 8).



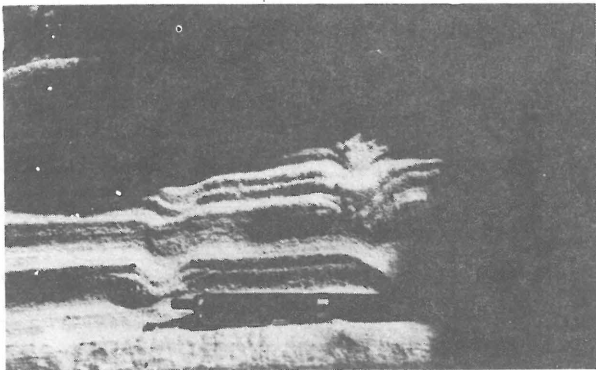
Ryc. 7. Warstwowanie skośne różnej skali i poziomy bruku korytowego w piaskach różnoziarnistych. Szeroki rozrzut kierunków transportu ok. 300°. Osady strefy równi barierowej. Fot. autora

Fig. 7. Cross-bedding of various scale and lag horizons in various-grained sands. Directions of transportation varying up to 300° Barrier-flat sediments. Photo by the Author



Ryc. 8. Bąble gazowe w stropowej części wielkoskalowego zespolu skośnego. Piaskowce różnoziarniste — osady równi barierowej. Fot. autora

Fig. 8. Gas bubbles in top part of large-scale cross set of various-grained sandstones (barrier-flat sediments). Photo by the Author



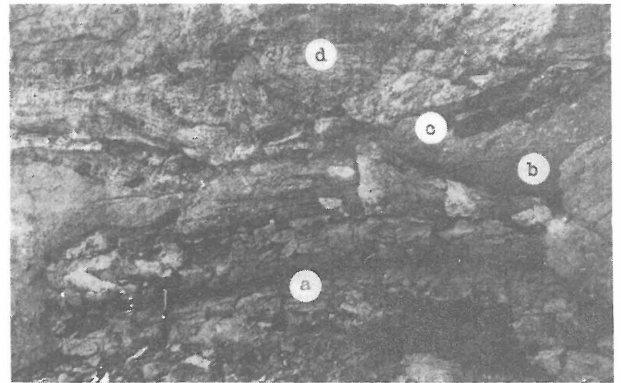
Ryc. 9. Ślady ucieczki organizmów w piaskach drobnoziarnistych, warstwowanych horyzontalnie. Osady trzonu bariery. Fot. autora

Fig. 9. Escape structures in horizontally bedded fine-grained sandstones — barrier body sediments. Photo by the Author

Kolejną fację bariery stanowią osady przesmyków. Są to źle wysortowane psefity i psamity, często z blokami i płytkami margli i ilowców, złożonymi w formie bruku na dnie koryt lub rozmyć erozyjnych (ryc. 10). Dominują warstwowania wielkoskalowe skośne (ryc. 13) i rynnowe oraz pojawiają się pakiety o beładnym (ryc. 10) lub frakcyjnym ułożeniu składników, świadczące o raptownej lub zwolnionej sedymentacji gęstej, o zróżnicowanym składzie zawiesiny. Intensywna akumulacja materiału okrucowego przesmyków w strefach ich wkraczania na pelitowe osady lagun powodowała powstawanie na kontakcie obu osadów licznych pogrążeń, zafałdowań serii ilastej.

Część utworów „sarmatu detrytycznego” reprezentuje osady pływiczne, występujących albo w obrębie zbiorników typu lagun czy zatok, odciętych od otwartego morza barierą, albo w strefie przybrzeża pozbawionego pasa barier. Są to serie piaszczysto-żwirowe, średnio-słabo wysortowane, z bogatym zestawem warstwowań o granicach erozyjnych. Kierunki transportu materiału są bardzo różne, często wzajemnie przeciwstawne. Występujące tu czasem warstwy margli czy ilowców są częściowo porozmywane, a ich fragmenty tkwią w utworach detrytycznych. Warunki sedymentacji w tej strefie były bardzo dynamiczne, analogicznie jak na obszarze równi barierowej.

Grubsze pakiety osadów pelitycznych typu „iłów krakowieckich”, przewarstwiewające się z osadami klastycznymi,



Ryc. 10. Blok ilów marglistych (a) i płytki margli (c) w różnoziarnistym wapieniu organodetrytycznym. Warstwowanie rynnowe (d) i partie o beładnym ułożeniu składników (b). Osady przesmyków. Fot. autora

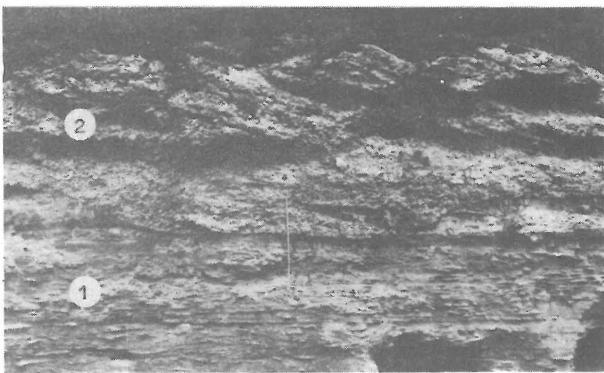
Fig. 10. Block of marly clays (a) and plates of marls (c) in various-grained organodetrital limestone; note trough bedding (d) and structureless parts of sediment (b); inlet facies. Photo by the Author

reprezentują zapewne partie przegłębienia w obrębie wzmiankowanych zbiorników. Są bardzo podobne do utworów otwartego morza, ze względu na zbliżone warunki sedymentacji, a bliskość lądu zaznacza się większym udziałem frakcji piaszczysto-mułowej w zawieszynie.

Stosunkowo rzadko napotyka się w utworach strefy barierowej osady koryt okresowych, silnych prądów, o genezie zapewne sztormowej (37). Są to psefity i psamity, wypełniające zagłębienia korytowe o różnych wymiarach i kształcie (ryc. 11), zawierające bloki, toczące i zdeformowane plastycznie płyty ilowców i wapieni marglistych. Fragmenty skał pelitowych zawierają nagromadzenia części łądów i liści roślin. Dominują tu wielkoskalowe warstwowania skośne, odpowiadające odsypom lub łachom bocznym (12, 30), wypełniającym koryta skośnie do ich przebiegu. Utwory te powstały w warunkach szybkiej, poprzedzonej głęboką erozją, depozycji w formie odsypów różnego materiału, wyrwanego i przyniesionego z przyległych obszarów lagun i pływiczn przez szybkie prądy o wielkiej sile nośnej.

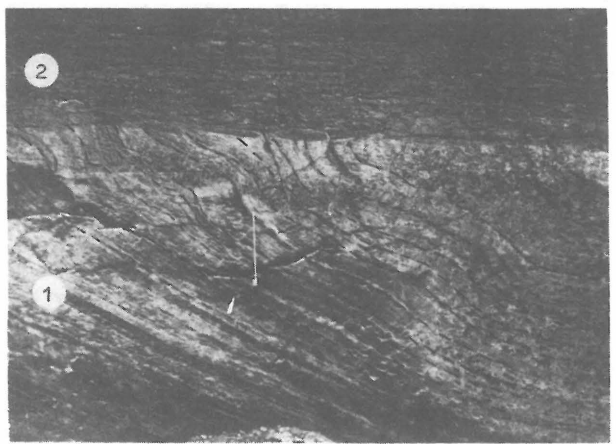
CHARAKTER SEDYMENTACJI BARIEROWEJ W OSADACH GÓRNEGO MIOCENU

Odpowiedniki większości omawianych stref sedymentacji są widoczne w modelu odcinka wybrzeża barierowego (ryc. 14). Ciągła migracja i przebudowa samej bariery zarówno w efekcie przesuwania się przesmyków, jak i fluk-



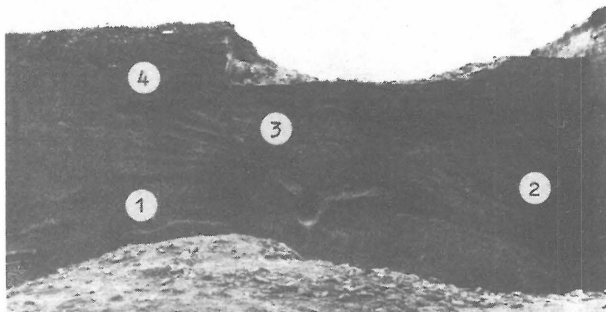
Ryc. 11. Warstwowane przekątnie i tangencjalnie zlepienie korytowe (2) wypełniające rozmycie w drobno i średnioziarnistych piaskach (1) warstwowanych rynnowo i zmarszczkowo. Osady koryty okresowych prądów w strefie płycizn. Długość miarki – 1,5 m. Fot. autora

Fig. 11. Tangentially and tabularly bedded channel conglomerates (2) infilling a scour in fine- and medium-grained sands (1) with ripple and trough bedding; channel sediments formed in area of shallow bar facies due to action of strong episodic currents; measure 1.5 m long. Photo by the Author



Ryc. 12. Osady trzonu bariery (1) warstwowane tangencjalnie, z synsedymacyjnym faldowaniem warstw, ścięte erozyjnie przez horyzontalnie i zmarszczkowo warstwowane utwory płycizn (2). Długość miarki – 1 m. Fot. autora

Fig. 12. Barrier-body sediments (1) with tangential bedding and synsedimentary folds, with top part erosionally truncated and overlain by shallow bar sediments with horizontal and ripple bedding (2); measure 1.0 m long. Photo by the Author



Ryc. 13. Osady trzonu bariery warstwowane przekątnie (1) i tangencjalnie (2), rozcięte przez korytowe osady przesmyków (3). Wyżej horyzontalnie i zmarszczkowo warstwowane utwory płycizn (4). Wysokość ściany odsłonięcia – 4 m. Fot. autora

Fig. 13. Barrier-body sediments with tabular (1) and tangential (2) bedding, truncated and overlain by channel inlet sediments (3) Above – shallow bar sediments (4) with horizontal and ripple bedding. Wall 4 m high. Photo by the Author

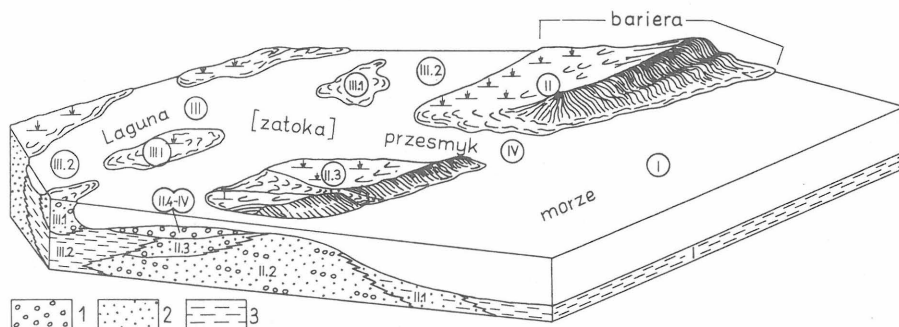


Fig. 14. Model of sedimentary environment of Upper Miocene barrier-coast deposits

Ryc. 14. Model środowiska sedimentacji górnomiocenijskich osadów barierowych

1 – osady psefitowe, 2 – osady psamitowe, 3 – osady aleurytowo-pelitowe, II – oznaczenie stref sedimentacji jak w tabeli

1 – psephites, 2 – psemmites, 4 – aleurites-pelites, II – zones of sedimentation (see Table for explanations)

tuacji poziomu morza (4, 15, 16, 38) dają efekt poziomego i pionowego zastępowania się osadów różnych stref, doskonale widoczny w miocenijskich materiałach wiertniczych i odsłonięciach (ryc. 4 i 5). Trudno zatem wyróżnić i korelować poziomy czy powierzchni powstałe w tym samym czasie. Ogromna dynamika strefy barierowej powoduje, że osady w niej powstające, zachowane w stanie kopalnym, należy na ogół traktować jako jeden kompleks, którego elementy składowe mogły formować się w różnych odcinkach czasu. Nader rzadko zachowują się pełne sekwencje osadów bariery z przedzielającymi je utworami lagun, czy otwartego morza, co pozwala ustalić kolejność i kierunki rozwoju poszczególnych barier.

Sz szczególnie duże luki w profilu wybrzeża barierowego pojawiają się podczas regresji morza. Brak wówczas facji przybrzeża i plażowo-wydmowych brzegu, a także znacznej redukcji ulegają utwory lagunowe. Podobne zjawiska są

widoczne w utworach górnego miocenu, choć częściowo luki w sekwencji osadów można tłumaczyć erozją po miocenie. Słabe ogólnie wysortowanie osadów klastycznych, duży udział elementów litologicznych o zmiennym stopniu obróbki a pochodzących z lokalnego podłoża wskazują na tak obfitą dostawę materiału z miejscowych źródeł, że nawet wysokoenergetyczne procesy, operujące w strefie barier, nie były w stanie w pełni przerobić dostarczonego osadu. Zachowaniu się miększych serii osadów trzonu bariery sprzyjała zapewne lokalna intensywne subsydenca w obrębie podmorskiej platformy akumulacyjnej lub aktywnego tektonicznie skłonu dna zbiornika. Na innych obszarach, gdzie subsydenca nie kompensowała wystarczająco przyrostu osadów, utwory trzonu bariery zachowują się fragmentarycznie i zwykle są przetworzone w facje równi barierowych lub lagunowe.

Powyższe fakty świadczą, że osady górnego miocenu

na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, między Szańcem, Chmielnikiem i Bukową, powstały w dynamicznym środowisku barierowego wybrzeża w czasie regresji morza, przy zaznaczaniu się lokalnie wzmózonej subsydencji, spowodowanej zapewne czynnikami tektonicznymi.

LITERATURA

1. Andrews P.B. — Facies and genesis of a hurricane-washover fan, St. Joseph Island, Central Texas Coast. *Bur. Econ. Geol. Report. Invest.* 1970 vol. 67.
2. Bugajska-Pająk A. — Charakterystyka surowcowa wapieni lekkich miocenu południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.* 1974 nr 9.
3. Carter C.H. — Regressive barrier and barrier-protected deposit, depositional environments and geographic setting of the late Tertiary Cohansey Sand. *J. Sed. Petrol.* 1978 nr 3.
4. Cooke C.W. — Barrier Island Formation: Discussion. *Geol. Soc. Am. Bull.* 1968 nr 6.
5. Czapowski G. — Analiza facjalna detrytycznych osadów sarmatu w południowej części Gór Świętokrzyskich. *Mat. Konf. Nauk. pt.: Współczesne i kopalne środowiska sedimentacji skał okruchowych.* Warszawa 1980.
6. Czapowski G. — Środowisko barierowe w utworach detrytycznych sarmatu południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.* 1981 nr 4.
7. Davies D.K., Ethridge E.G., Berg R.R. — Recognition of barrier environments. *AAPG Bull.* 1971 nr 4.
8. Deery J.R., Howard J.D. — Origin and character of washover fans on the Georgia Coast, USA. *Geol. Soc. Trans.* 1977 no. 2.
9. Dickinson K.A., Berryhill H.L., Jr., Holmes C.W. — Criteria for recognizing ancient barrier coastlines. *SEMP Spec. Publ.* 1972 vol. 16.
10. Fijałkowska E., Fijałkowski J. — Bentonit w utworach miocenu południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.* 1966 nr 194.
11. Greenwood B., Davidson-Arnott R.G.D. — Marine bars and nearshore sedimentary processes, Kouchibouguac Bay, New Brunswick. [In:] Hails J.A. Carr (ed) — *Nearshore sediment dynamics and sedimentation.* J. Wileys and Sons 1975.
12. Gradziński R., Kostecka A., Radomski R., Unrug R. — *Sedymentologia.* Wyd. Geol. 1976.
13. Hobbay D.K., Tankard A.J. — Transgressive-barrier and shallow-shelf interpretation of the Lower Paleozoic Peninsula Formation, South Africa. *Geol. Soc. Am. Bull.* 1978 nr 12.
14. Hoffman A., Pisera A. — Benthic foraminiferal associations in the Miocene of Southern Poland. *Acta Geol. Pol.* 1979 nr 1.
15. Hoyt J.H. — Barrier island formation. *Geol. Soc. Am. Bull.* 1967 nr 10.
16. Hoyt J.H., Henry V.J.Jr. — Influence of island migration on barrier-island sedimentation. *Ibidem* 1967 nr 1.
17. Karnkowski P. — Paleodelta w miocenie przedgórza Karpat. *Prz. Geol.* 1978 nr 11.
18. Komar P.D. — *Beach processes and sedimentation.* Prentice Hall 1976.
19. Kowalewski K. — Stratygrafia miocenu południowej Polski ze szczególnym uwzględnieniem południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.* 1958 nr 1.
20. Krach W. — Miocen okolic Grzybowa. *Acta Geol. Pol.* 1967 nr 1.
21. Krach W. — Facjostratotyp sarmatu w Dwikożach (Góry Wysokie) koło Sandomierza. *Spraw. z Pos. Komis. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie* 1971 z. 2.
22. Krach W. — Facjostratotyp sarmatu z obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (Machów—Piaseczno). *Ibidem* 1972 z. 1.
23. Kraft J.C., Biggs R.B., Halsey S.D. — Morphology and vertical sedimentary sequence models in Holocene transgressive barrier systems. [In:] Coates D.R. (ed) — *Costal Geomorphology.* State Univ. New York 1973.
24. Łuczowska E. — Stratygrafia mikropaleontologiczna miocenu w rejonie Tarnobrzeg—Chmielnik. *Pr. Geol. Kom. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie* 1964 nr 20.
25. Łuczowska E. — Paleoekologia i stratygraficzna mikropaleontologia miocenu okolic Grzybowa koło Staszowa. *Acta Geol. Pol.* 1967 nr 1.
26. Łuczowska E., Rutkowski J. — Pozycja stratygraficzna detrytycznych osadów sarmatu na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Spraw. z Pos. Komis. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie* 1969 z. 2.
27. Pawłowska K. — Syntetyczny opis litostratygraficzny osadów miocenu na obszarze między Chmielnikiem i Tarnobrzegiem. *Przew. 38 Zjazdu PTG Tarnobrzeg* 1965.
28. Pawłowski S. — Zarys budowy geologicznej okolic Chmielnika—Tarnobrzega. *Prz. Geol.* 1965 nr 6.
29. Radwański A. — Transgresja dolnego tortonu na południowo-wschodnich i wschodnich stokach Gór Świętokrzyskich. *Acta Geol. Pol.* 1973 nr 2.
30. Reineck H.E., Singh I.B. — *Depositional Sedimentary Environments: with Reference to Terrigenous Clastics.* Springer Verlag 1973.
31. Roniewicz P. — Kilka pozycji terminologicznych z zakresu sedymentologii. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 1966 z. 2.
32. Rutkowski J. — O przekątnym warstwowaniu utworów sarmatu w rejonie Staszowa. *Spraw. z Pos. Komis. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie* 1966 z. 2.
33. Rutkowski J. — Uwagi o sedimentacji detrytycznych osadów sarmatu na obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.* 1969 nr 1.
34. Rutkowski J. — Pozycja stratygraficzna detrytycznych osadów sarmatu na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Spraw. z Pos. Komis. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie* 1970 z. 2.
35. Rutkowski J. — O geologicznych warunkach występowania utworów tufogenicznych w sarmacie rejonu Sandomierza. *Ibidem* 1972 z. 1.
36. Rutkowski J. — Utwory sarmatu na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Ibidem* 1972 z. 2.
37. Rutkowski J. — Detrytyczne osady sarmatu na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Pr. Geol. Kom. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie* 1976 nr 100.
38. Sanders J.E., Kumar N. — Evidence of shoreface retreat and in-place „drowning” during Holocene

- submergence of barriers, shelf and off Fire Island, New York. Geol. Soc. Am. Bull. 1975 nr 1.
39. S h e p a r d F.P. — Gulf Coast barriers. AAPG Spec. Publ. 1960.
40. Z a s t a w n i a k E. — Sarmatian leaf flora the southern margin of the Holy Cross Mts (South Poland). Pr. Muz. Ziem, 1980 z. 33.

S U M M A R Y

In the Holy Cross Mts, Upper Miocene is represented by rocks of pelitic facies, "Krakowiec Clays", and detrital one, termed as "detrital Sarmatian". Stratigraphic position of these rocks still remains unknown or at least debatable. Studies on textural development of rocks of the two above facies in area between Chmielnik and Bukowa near Klimontów, carried out by the Author, showed their origin in barrier-island coast zone in times of marine regression. There were differentiated rocks of the following facies: open marine, barrier zone (including distal marine slope), main barrier body, barrier flat and inlet as well as lagoon and/or embayment, of both shallow- and deep-water types. Moreover, there were identified channel deposits formed in result of strong, episodic currents. Migration of the barrier, accompanied by progradation of coast line, resulted in very rapid shifts of the above facies in space or

reduction of area occupied by a given facies. The origin of thick packet of barrier-body deposits was facilitated by locally increased rates of subsidence.

Р Е З Ю М Е

Осадки верхнего миоцена Свентокшиских Гор представлены в глинистой фации, так называемых „краковецких глин” и в обломочной фации „детритного сармата”. До сих пор не определена точно стратиграфическая позиция обеих фаций. Исследуя их структурно-текстурные свойства в области между Хмельником и Буковой около Климонтова, автор пришёл к выводу, что эти осадки образовались во время регрессии моря в зоне барьерного побережья. Здесь выделены осадки открытого моря, барьера с отложениями дистальных партии отморского склона, ствола барьера, барьерной плоскости и перешеек, а также бассейнов типа лагун или заливов с партиями более мелкими и более глубокими. Было также отмечено существование русловых осадков образованных периодическими сильными течениями. Развитие барьеров, связано с проградацией береговой линии, вызвало пространственное замещение этих литофаций или сокращение некоторых из них. Местно увеличенная субсиденция сделала возможным сохранение мощных серий ствола барьера.