

RAFOWE UTWORY MIOCENU Z ROZTOCZA ZACHODNIEGO

UKD 552.58:551.351:552.541.782.1(438—12 zach. Roztocze)

Obszar badań, a jednocześnie obszar najlepszego rozwoju utworów rafowych leży między Gościeradówem na W a Modliborzycami na wschodzie (ryc. 1). Poprzednio szczegółowe badania na tym terenie prowadzili Areń (2, 3), Bielecka (5), Brzezińska (6), Krach (12) oraz Liszkowski i Muchowski (13, 14). Wzmianki o rafowych utworach miocenu z tego obszaru podawane były jednak już znacznie wcześniej (vide 2).

Pod pojęciem utworów rafowych na badanym terenie często rozumiano bardzo różne, pod względem sedimentacyjnym i biologicznym, struktury. Brzezińska (6) wapieniem rafowym nazywa każdy osad ze znacznym nagromadzeniem fauny, który rafą oczywiście nie jest. W pracy niniejszej za rafę uważa się każdą *in situ* strukturę biogeniczną, która w momencie tworzenia się ma dodatni relief i leży powyżej lokalnej podstawy falowania. Nie jest to jedyna możliwa do przyjęcia definicja, lecz dotychczas nie ma zgodności, co do znaczenia słowa rafa.

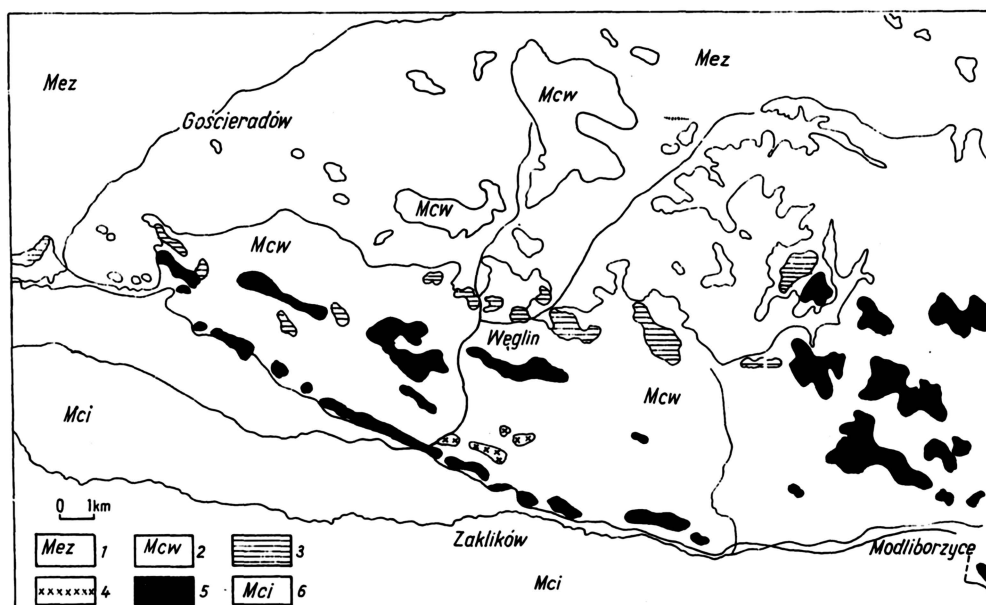
Na omawianym terenie występują 3 różne genetycznie typy raf — rafa glonowo-ślimalakowe (tzw. rafa haliotisowe), rafa ostrygowe oraz rafa kryptoalgowo-serpulowe (tzw. rafa serpulowe) (ryc. 1). Jedynie rafa kryptoalgowo-serpulowe doczekały się dotychczas bardziej szczegółowego opracowania (13, 14). Wydaje się więc celowe przeprowadzenie dokładniejszych badań służących wyjaśnieniu genezy oraz szczegółowej charakterystyce tych utworów interesujących ze względów sedimentologicznych i ekologicznych.

Rafy ostrygowe. Stwierdzone zostały one przez M. Bielecką (5) w kilku punktach na N od Zaklikowa (ryc. 1), lecz jedynym dobrym odsłonięciem rafa ostrygowej jest wysoka skarpa brzegowa potoku w Zdziechowicach (5; ryc. 2). Rozmiary rafa są nie-

wielkie — obserwowana długość nie przekracza 30 m, a miąższość około 5 m. Rzeczywista miąższość wynosiła niewątpliwie znacznie więcej. Struktura otoczona jest warstwowanymi utworami detrytycznymi z wkładkami ilastymi, składającymi się głównie z detrytusu ostryg. Obserwować można synsedymenacyjne podgięcia ławic (na granicy z rafą), które pozwalają ocenić relief rafa podczas sedimentacji, na około 1 m ponad lokalny poziom dna. Głównym organizmem budującym rafę są ostrygi z gatunku *Ostrea „cochlear”* Polli. Miejscami skała składa się wyłącznie z ich muszli. W dolnych partiach struktury ostrygi są mniej liczne i stanowiły tylko ośrodek gromadzenia węglanowego. Miejscami dużą rolę skałotwórczą mają glony wapienne i wapienne rurki robaków. Ostrygom towarzyszy liczna fauna małżów (głównie wierzące w muszlach ostryg lub przytwierdzające się do podłoża bisiosem) oraz ślimaków (głównie formy roślinożerne). Bardzo częste są ślady drążenia gąbek, dość rzadkie brachiopody.

Współczesne rafa ostrygowe, ze zbliżonym zespołem ekologicznym organizmów, są szeroko rozprze-strzenione (8) i charakteryzują laguny lub estuaria o obniżonym zasoleniu. Zespół organizmów z rafa w Zdziechowicach, w tym również obecność stenohalicznych brachiopodów, zdają się jednak wskazywać na normalne warunki zasolenia w czasie tworzenia się rafa. Tałus detrytyczny świadczy o płytkowodności struktury.

Rafa glonowo-ślimalakowe. Występują one w całej północnej części omawianego obszaru (ryc. 1). Najlepsze odsłonięcia zlokalizowane są w rejonie Węgli-na (ryc. 2). Obserwowana miąższość wynosi około 6 m, lecz na podstawie różnic w hipsometrycznym położeniu odsłonięć (o ile sytuacji nie komplikują



Ryc. 1. Schematyczna mapka rozmieszczenia rafowych utworów miocenu zachodniego Roztocza (na podstawie M. Bieleckiej).

1 — utwory mezozoiczne, 2 — miocen: wapień, piaski, margle, 3 — rafa glonowo-ślimalakowe, 4 — rafa ostrygowe, 5 — rafa kryptoalgowo-serpulowe, 6 — miocen, gliny krakowieckie.

Fig. 1. Sketch map of distribution of reef Miocene deposits in the western Roztocze (after M. Bielecka).

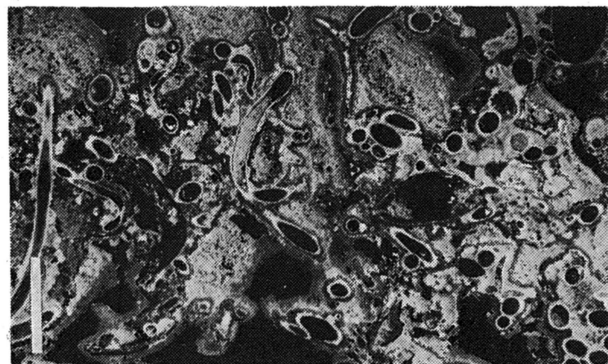
1 — Mesozoic deposits, 2 — Miocene: limestones, sands, marls, 3 — algal-gastropod reefs, 4 — oyster reefs, 5 — cryptoalgal-serpulid reefs, 6 — Miocene, Krakowice clays.



Ryc. 2. Odsłonięcie wapieni rafowych glonowo-ślimalkowych w Węglinie. Widoczny brak utwarcenia i porowatość skały. Odcinek na zdjęciu równa się 1 m.

Fig. 2. Exposure of algal-vermetid reef limestones of Węglin.

Note the lack of stratification and porosity of rock. Section shown on the photo is 1 m long.

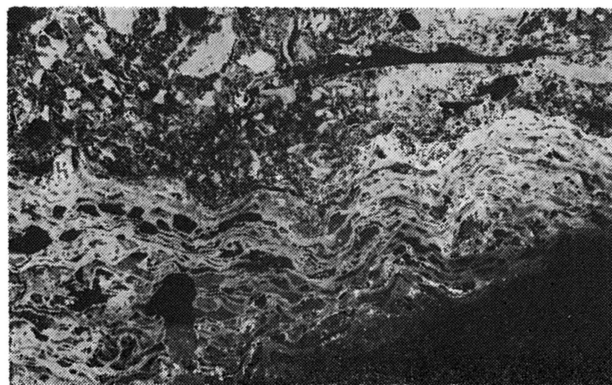


Ryc. 4. Mikrostruktura wapienia kryptoalgowo-serpulołowego z dużą ilością wapiennych rurek wieloszczetów, Łysaków. Zdjęcie negatywowe, odcinek na zdjęciu = 2,5 mm.

Fig. 4. Microstructure of cryptoalgal-serpulid limestone rich in calcareous polychaete tubes. Łysaków, negative print, section shown on the photo is 2.5 mm long.

uskoki) ocenić ją można na 20—25 m. Autor nigdzie nie obserwował bezpośredniego przejścia wapieni rafowych w utwory warstwowe. Z obserwacji terenowych, jak i prac B. Arenia (2) i M. Bieleckiej (5) istnienie takich przejść nie ulega wątpliwości. W. Krach (12) wskazał na skałotwórczą rolę glonów wapiennych, ślimaków i ostrzyg w rafach „haliotisowych”. M. Bielecka (5) podkreśliła rolę litotamniów, jako budujących właściwy szkielet rafy. Według badań autora struktury te budowane są głównie przez glony z rodzaju *Lithophyllum* oraz ślimaki *Vermetidae*. Organizmy te tworzyły szkielet (ang. frame) rafy (ryc. 3). W rzeczywistości są to więc rafy glonowo-ślimalkowe. Miejscami liczne są również glony wapienne z rodzaju *Lithoporella* i *Lithothamnium*.

Podrzedną rolę w budowie szkieletu rafy odgrywają mszywioly (głównie rodzaj *Schizoporella*). Poza wymienionymi już organizmami z rafą związany był bardzo bogaty zespół zwierząt (patrz zestaw gatunków podany przez W. Kracha; 12). Obecność licznych roślinożernych ślimaków oraz ślady obrastania przez mszywioly wskazują na występowanie traw morskich. Do najpospolitszych mięczaków należą ślimaki — *Turbo*, *Haliotis*, *Calliostoma*, małże *Venus*, *Arca*, *Cardita*, *Lima*, *Chlamys*, *Ostrea*, *Lithophaga*. Nieco inny zespół związany jest z kavernami w szkielecie rafy. Bardzo liczne są mszywioly, gałązkowe litotamnia, brachiopody, serpule, wąsonogi, kraby oraz młodociane formy gatunków żyjących na powierzchni rafy. W tym ostatnim przypadku jest to



Ryc. 3. Mikrostruktura wapienia rafowego glonowo-ślimalkowego. W dolnej części glony z rodzaju *Lithophyllum* tworzą zwartą konstrukcję. W górnej części wapien detrytyczny wypełniający kavernę w szkielecie rafy (internal sediments), Węglin. Zdjęcie negatywowe, bezpośrednio z płytki cienkiej, odcinek na zdjęciu = 2,5 mm.

Fig. 3. Microstructure of algal-vermetid reef limestone. Algae of the genus *Lithophyllum* form coherent construction in the lower part of the photo; detrital limestone infilling cavern in reef frame (internal sediments) visible in the upper part. Węglin locality, negative print directly from thin section, section on the photo is 2.5 mm long.

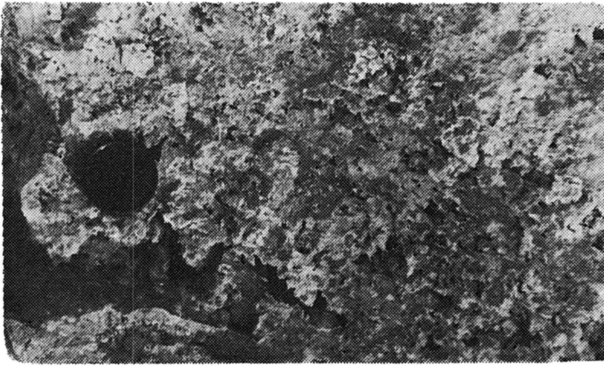
efekt większej śmiertelności form młodocianych i ich mechanicznego gromadzenia w takich próżniach. Mikrofauna to głównie otwornice (miliolidy i zlepieńcowate).

Szkielet rafy zawiera szereg warstwowych lub nie warstwowych osadów wypełniających pierwotne próżnie istniejące w strukturze (ang. internal sediments) (ryc. 3). Rozmiary takich próżni wahają się od kilku centymetrów do 2 m długości i kilkudziesięciu centymetrów szerokości. Udział tego typu dochodzi miejscami do 75% skały. Część z nich jest słabo scementowana, część silnie. W partiach silnie scementowanych aragonitowe muszle są rozpuszczone w procesie diagenety, a fauna występuje jedynie w postaci odcisków i ósrodek.

Glony wapienne spełniały wieloraką rolę w procesie formowania się rafy. Tworzyły podstawowy, sztywny szkielet rafy, stanowiły podłoże, do którego przrastały osiadłe *Vermetidae*, wychwytywały między innymi plechami drobny osad (muł wapienny, drobne ziarna kwarcu itp.), włączając je w szkielet rafy. Powstawała w ten sposób bardzo porowata struktura, w której próżniach i na powierzchni żyły liczne inne organizmy roślinne i zwierzęce oraz gromadził się mechanicznie osad.

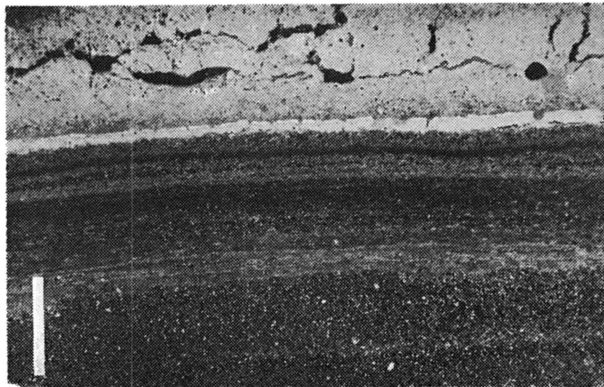
Obserwacje wykazały, iż najpospolitszym typem cementu jest cement mikrytowy (ang. micritic cement) — trudno jednak odróżnić od mechanicznie osadzonego mułu wapiennego. Często jest również cement sferulityczny (ang. sphaerulitic cement), związany przede wszystkim z próżniami w szkielecie litotamniów. Rzadko tylko spotyka się skalcyfikowane nitki glonów (ang. calcified algal filaments), z powłoką cementu palisadowego (ang. palisade cement). Występowanie takich typów cementu wskazuje na sbybką, praktycznie jednoczesną z sedymentacją — podmorską cementację rafy.

Współcześnie, podobne struktury budowane przez glony wapienne i osiadłe ślimaki *Vermetidae* (ze zbliżonym zespołem organizmów towarzyszących) znane są z obszaru Morza Śródziemnego i Atlantyku (10). Najbardziej zbliżone pod względem struktury do glonowo-ślimalkowych raf z Roztocza są „algal cup reefs” Bermudów. Skład fauny i silna cementacja podmorska są analogiczne jak w omawianych strukturach miocenkich. Modelem sytuacji morfologicznej natomiast wydaje się być dla nich izraelskie wybrzeże Morza Śródziemnego, gdzie podobne struktury związane są z szerokimi, przybrzeżnymi platformami



Ryc. 5. Makrostruktura wapienia kryptoalgalowo-serpulidowego, Łysaków, odcinek na zdjęciu = 8 cm.

Fig. 5. Macrostructure of cryptoalgal-serpulid limestone, Łysaków, section shown on the photo is 8 cm long.



Ryc. 7. Mikrostruktura wapienia laminowanego, kryptoalgalowego. W górnej części widoczna (jasna) warstewka mikrytu — fragment pogrzebanej maty sinicowej, Łysaków, Zdjęcie negatywowe, odcinek na zdjęciu = 2,5 mm.

Fig. 7. Microstructure of laminated, cryptoalgal limestone. Micritic layer visible in upper part of the photo (light) represents a part of buried blue-green alga mat. Łysaków, negative print, section shown on the photo is 2.5 mm long.

mami abrazyjnymi. Wszystkie współczesne rafy tego typu występują do głębokości około 12 m, ale maksymalny ich rozwój wiąże się ze strefą międzypływową lub bardzo płytką — litoralną. Również warunki zasolenia są typowo morskie. Podobne, do wymienionych wyżej struktur współczesnych, warunki powstawania w opinii autora przyjętą należy dla glonowo-ślimakowych raf z miocenu Roztocza.

Rafy kryptoalgalowo-serpulowe. Rafy owe rozciągają się na południe od poprzednio omawianych i tworzą, w części zachodniej, dwa wyraźne pasy (ryc. 1). Północny — szerszy, lecz o niewielkich miąższościach (wg Bieleckiej, około 3 m; 5) oraz południowy — węższy, lecz o miąższościach utworów rafowych 10—15 m. Ten drugi pokrywa się z krąwądzką morfologiczną (mającą założenia tektoniczne) zapadliska przedkarpackiego. Sytuacja paleogeograficzna, w momencie sedymentacji omawianych utworów, nie wydaje się już tak jasna. Obserwacje podane niżej dotyczą głównie południowego pasa raf, co spowodowane jest lepszym stanem odsłoneń w tym rejonie.

Struktura raf jest skomplikowana, składają się na nie soczewkowate w przekroju ławice o miąższościach około 3—4 m. Poszczególne ławice oddzielone są od siebie pokrywami wapieni laminowanych, warstwianych wapieni detrytycznych lub marglami o miąższościach do 30 m. Szczegółowy opis morfolo-



Ryc. 6. Mikrostruktura wapienia kryptoalgalowego, widoczne laminy peletowe i przekroje rurek serpul, Łysaków. Zdjęcie negatywowe, odcinek na zdjęciu = 2,5 mm.

Fig. 6. Microstructure of cryptoalgal limestone; note pelletoidal laminae and cross-section of serpulid tubes. Łysaków negative print, section shown on the photo is 2.5 mm long.



Ryc. 8. Mikrostruktura wapienia kryptoalgalowego, w centralnej części „jasny” widoczny osad wypełniający pierwotne próżnie w rafie (internal sediments), Łysaków. Zdjęcie negatywowe, odcinek na zdjęciu = 2,5 mm.

Fig. 8. Microstructure of cryptoalgal limestone; in the center of the photo is visible deposit (light) infilling original voids in reef (internal sediments). Łysaków, negative print, section shown on the photo is 2.5 mm long.

giczny tych struktur oraz ich wzajemny stosunek podają J. Liszkowski i J. Muchowski (13, 14). Miejscami pojawiają się biohermy mszywiolowe o rozmiarach do kilku metrów długości i 1 m miąższości.

Wewnętrzna struktura wapienia rafowego wykazuje obecność znacznej ilości wapiennych rurek pierścienic wieloszczetów (*Hydroides?*) (ryc. 4). Właściwą masę skały tworzą wapienie kryptoalgalowe (ryc. 5, 6). Są to peletowe, laminowane lub nie laminowane (ryc. 6), silnie porowate wapienie o brązowym zabarwieniu. Często są również wapienie mikrytowe, z licznymi nieregularnymi porami różnych rozmiarów. Serpule tylko miejscami tworzą znaczniejsze skupienia. Wewnątrzszkieletowe próżnie zawierają zwykle dwie generacje cementu — na włóknistym typie cementu rozwija się późniejsza generacja grubego cementu sparytowego. Większe próżnie wypełnione zostały w wielu wypadkach składanym nieco później osadem (ang. internal sediments) (ryc. 8).

Wapienie laminowane reprezentowane są przez bardzo różne typy mikrofacjalne. Najczęstsze są laminowane wapienie peletowo-mikrytowe lub mikrytowe. W jednej z płytek cienkich (ryc. 7) zaobserwowano ciekawą sekwencję — na warstwie laminowanego wapienia peletowo-mikrytowego spoczywa cienka warstewka bezstrukturalnego mikrytu. Ma ona wyraźne zabarwienie brunatne substancją organiczną. Warstewka ta wykazuje obecność spękań i pod-

gięć (szczeliny z wysychania?); ponad nią leży gruba warstewka mikrytu bez laminacji, lecz z licznymi nieregularnymi porami. Według interpretacji autora jest to fragment laminacji glonowej z pogrzebaną matą sinicową (warstewka z dużą ilością substancji organicznej).

W kilku odsłonięciach obserwować można pewną zonację facyjną rafy w kierunku N — S. W części północnej skała jest stosunkowo mało porowata i zawiera dużo „internal sediments” oraz mało serpul. W kierunku południowym skała staje się porowata, rośnie rola serpul, liczniejsza staje się makrofauna. Rafom tym towarzyszy liczna, lecz monotonna (wskazująca na warunki środowiska znacznie odbiegające od normalnych morskich) fauna mięczaków — *Cerastoderma*, *Modiolus*, *Mohrenstermia*, *Gibbula*. Miejskami, np. na Kamiennej Górze pod Gościeradowem (5, 14) lub w Łysakowie występują zlepy muszlowe rodzaju *Cerastoderma*.

Jednym z problemów jest geneza peletów, które stanowią główny składnik skały. Ich wielkość dochodzi do 2 mm, lecz zwykle nie przekracza 0,3 mm. Nie ulega wątpliwości, iż tylko nieliczne są grudkami fekalnymi. Część, głównie te o większych rozmiarach i kanciastym zarzysie, są zapewne zmikrytyzowanymi szczątkami organogenicznymi (okrucy glonów wapiennych, muszli mięczaków itp.). Pozostałe pelety są subsferyczne i noszą ślady struktury wewnętrznej w postaci koncentrycznych kręgów lub granulek. Są one bardzo zbliżone do peletów opisywanych ze „Schwamm fazies”, z jury Niemiec (4). Zdaniem autora pelety z wapieni kryptoalgowo-serpulowych w części mają analogiczną strukturę, a więc są skalcyfikowanymi koloniami sinic.

Innym problemem jest geneza naprzemianległych lamini mikrytu i włóknistego lub drobnoziarnistego sparytu. J. Liszkowski i J. Muchowski (14) interpretują je jako struktury glonowe. W opinii autora częściowo są one wynikiem procesów analogicznych, jak opisane przez Friedmana i innych (9), z hipersalinarnego środowiska z zatoki Akaba. Matą sinicową wytwarza tam naprzemianległe warstewki mikrytu i włóknistego sparytu. Warstewki włóknistego sparytu ze śladami laminacji są zapewne efektem poddawiania struktur w procesie diagenety. Część z nich mogła również powstać poprzez rekrytalizację lamini peletowych z włóknistym typem cementu jako efekt jego rozrutu (kosztem peletów).

Ponieważ wszystkie omówione wyżej cechy typowe są również dla współczesnych i kopalnych stromatolitów oraz utworów kryptoalgowych, za takie należy również uważać tzw. rafy serpulowe Roztocza. Składem fauny oraz strukturą wewnętrzną i typem zjawisk diagenetycznych kryptoalgowo-wapienne miocenne najbardziej zbliżają się do międzypluwowych i płytkich litoralnych stromatolitów z Shark Bay (Australia) (7, 15). W obu wypadkach są to środowiska o znacznie podwyższonym zasoleniu. W stanie kopalnym zbliżone utwory z jury Szkocji opisał Hudson (11). Interpretowane są one jako związane z podwyższonym zasoleniem. Prawdopodobnie wydało się więc, iż w czasie powstawania kryptoalgowych wapieni z Roztocza warunki zasolenia odbiegały od normalnego.

Inne miocenne utwory rafowe. Utwory rafowe są dość pospolite w osadach miocenu i pliocenu przedkampanackiego i Krymu (1, 16). Odpowiednikiem raf glonowo-slimakowych i kryptoalgowo-serpulowych Polski są rafowe wapienie w masywach Miodoborów (17). Zupełnie inne pod względem składu fauny i struktury są mszywiolowe i mszywiolowo-glonowe rafy Moldawii (16) i Krymu (1).

Przedstawiciele wyżej zagadnienia zostały tylko zarysowane i nie stanowią całości problematyki utworów rafowych Roztocza. Również interpretacje traktować należy jako wymagające dalszych, szczegółowych badań.

LITERATURA

1. Andrusov N. I. — Izbrannyje trudy, t. 1. Moskwa, 1961.

2. Areń B. — Miocen Roztocza Lubelskiego w okolicy Wierzchowisk. Biul. Inst. Geol. 1959, nr 130.
3. Areń B. — Miocen Roztocza Lubelskiego pomiędzy Sanną i Tanwią. Pr. Inst. Geol., 1962, t. 30.
4. Behr K., Behr H.-J. — Cyanophyten aus oberjurassischen Algen — Schamm Riffen. Lethaia, 1976, vol. 9, no. 3.
5. Bielecka M. — Trzeciorzęd południowo-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. Biul. Inst. Geol. 1967, nr 206.
6. Brzezińska M. — Miocen z pogranicza Roztocza zachodniego i Kotliny Sandomierskiej. Ibidem 1961, nr 158.
7. Davies G. R. — Algal laminated sediments, Gladstone Embayment, Shark Bay, Western Australia. [In:] Carbonate sedimentation and environments, Shark Bay, Western Australia. AAPG Memoir, 1970, no. 13.
8. Fairbridge R. W. (edit.) — The encyclopedia of geomorphology. New York, 1970.
9. Friedman G. M., Amiel A. J., Braun M., Miller D. S. — Generation of carbonate particles and laminates in algal mats — example sea marginal hypersaline pool, Gulf of Aqaba, Red Sea. AAPG Bull. 1973, no. 3.
10. Ginsburg R. N., Schroeder J. H. — Growth and submarine fossilization of algal cup reef, Bermuda. Sedimentology, 1973, no. 1.
11. Hudson J. D. — Algal limestones with pseudomorphs after gypsum from the Middle Jurassic of Scotland. Lethaia, 1970, no. 1.
12. Krach W. — Stratygrafia i fauna miocenu okolic Zaklikowa i Modliborzyc (Wyżyna Lubelska). Pr. Inst. Geol. 1962, t. 30.
13. Liszkowski J., Muchowski J. — Uwagi o „wapieniach serpulowych” dolnego sarmatu strefy progów zewnętrznych południowej krawędzi Wyżyny Lubelskiej. Pr. geol. 1968, nr 5.
14. Liszkowski J., Muchowski J. — Morfologia, budowa wewnętrzna oraz geneza masywów wapieni biogenicznych dolnego sarmatu progów zewnętrznych południowej krawędzi Wyżyny Lubelskiej. Biul. geol. Wydz. Geol. UW, 1969, t. 11.
15. Playford P. E., Cockbain A. E. — Modern algal stromatolites of Hamelin Pool, a hypersaline basin in Shark Bay, Western Australia. [In:] Walter M. R. (edit.) — Stromatolites. Amsterdam, 1976.
16. Sajanow W. S. — Sostaw, strojenije i proischozdenije sriednesarmatskich biogermow Moldawskoj SSR. [In:] Iskopajemyje rify i metodika ich izuczenija. Swierdłowski, 1968.
17. Teisseyre W. — O charakterze fauny kopalnej Miodoborów. Rozprawy Akad. Umiej. 1895, t. 30.

SUMMARY

Three genetically different types of Miocene reefs are described from the western Roztocze. Algal-vermetid reefs with rich micro- and macrofaunal assemblages are mainly built by calcareous algae of the genus *Lithophyllum* and sessile gastropods Vermetidae. These reefs are characterized by strong syndimentary cementation and a large contribution of "internal sediments". Oyster reef from Zdziechowice is built of representatives of the species *Ostrea "cochlera"* (Poli). The two reef types originated in very shallow normal marine environment. Cryptoalgal-serpulid reefs, built of strongly porous pelletal-micritic limestones, represent products of multilateral activity of blue-green algae. Reefs of this type originated in marine environment with physico-chemical parameters markedly diverging from the normal. They are accompanied by monotonous assemblage of micro- and macrofauna.