

Jan GOLONKA, Jacek RAJCHEL

Stromatolity z górnej kredy okolic Krakowa

WSTĘP

Litologii i genezie stromatolitów poświęcono dotychczas kilkaset prac. W większości dotyczą one jednak stromatolitów prekambryjskich i paleozoicznych, znacznie rzadziej opisywane są stromatolity z mezozoiku. Autorom znane są jedynie trzy prace poświęcone szczegółowej analizie stromatolitów kredowych (J. Niegodzisz, 1965; C. W. Achauer, J. H. Johnson, 1969; J. P. Masse, 1969). O stromatolitach górnokredowych Polski pozakarpackiej wspominają S. Z. Różycki (1938) i J. Rutkowski (1965). W wyniku własnych obserwacji stwierdziliśmy ostatnio występowanie stromatolitów w utworach kredowych okolic Krakowa — w kamieniołomach w Mydlnikach-Wapienniku i w Zabierzowie (fig. 1). W rejonie tym występują jedynie morskie utwory kredy górnej, podczas gdy starsze od nich utwory kredy dolnej występują bardziej na północ. W górnej kredzie nastąpiły tu cztery kolejne transgresje: cenomańska, starsza i młodsza turońska oraz santonńska, ścinające utwory górnourajskie, a częściowo uprzednio osadzone utwory kredy.

S. Z. Różycki (1938) podaje występowanie stromatolitu w profilu utworów kredowych ze wsi Pniaki, na wschód od Lelowa (fig. 1, punkt A). J. Rutkowski (1965) w pracy o senonie okolic Miechowa wspomina o stromatolitopodobnych utworach w miejscowości Bocieniec, leżącej około 10 km na południowy zachód od Miechowa (fig. 1, punkt B).

Pozycja stratygraficzna niewątpliwego stromatolitu S. Z. Różyckiego (1938) i domniemanego J. Rutkowskiego (1965) wydaje się być analogiczna. Obaj autorzy lokalizują występowanie stromatolitu w spągu margli senońskich — J. Rutkowski w spągu margli santonu, a S. Z. Różycki w spągu margli senonu z *Belemnites quadratus*.

Pragniemy w tym miejscu wyrazić wdzięczność doc. drowi J. Kotlarczykowi, doc. drowi hab. S. W. Alexandrowiczowi i drowi W. Sikorze za krytyczne przejrzenie pracy oraz cenne rady i wskazówki. Dziękujemy również doc. dr hab. K. Oleksynowej za wykonanie analizy chemicznej, a także mgrowi inż. M. Muszyńskiemu za pomoc w badaniach rentgenograficznych.

OPIS OSŁONIĘĆ I POZYCJA STRATYGRAFICZNA STROMATOLITÓW

MYDLNIKI-WAPIENNIK

Kamieniołom w Mydlnikach-Wapienniku (fig. 1) założony jest w uławiconych wapieniach skalistych oksfordu. Utwory kredy występują w południowo-wschodniej części kamieniołomu, spoczywając na kredowej platformie abrazyjnej. Według poglądów S. W. Alexandrowicza (1954) w kamieniołomie tym utwory kredy reprezentowane są przez zlepienie i wapień z fauną dolnego turonu, należące do poziomu *Inoceramus labiatus* (niższa część turonu dolnego) i prawdopodobnie przez osady najwyższego cenomanu, przy czym ich miąższość nie przekracza nigdzie w tym rejonie 2 m, a w stropie ścinane są przez powierzchnię abrazyjną kolejnej kredowej transgresji.

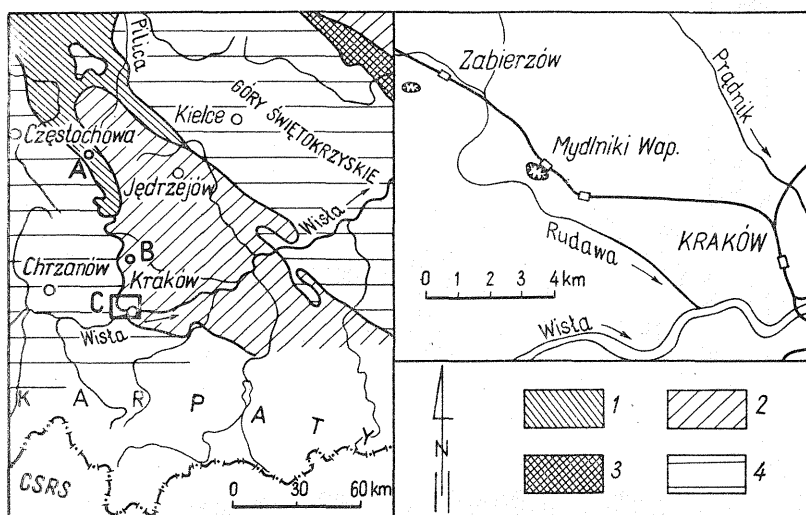


Fig. 1. Mapa rozmieszczenia odsłoneń ze stromatolitami na tle zasięgów facjalnych turonu wg W. Pożaryskiego (1962)

Locality map of exposures with stromatolites and facial extents of Turonian, according to W. Pożaryski (1962)

1 — osady wapienne zbite; 2 — osady margliste; 3 — osady krzemionkowo-wapienne (opoki); 4 — obszary morskie pozbawione obecnie osadów turonu; A — Pniaki — stanowisko S. Z. Różyckiego (1938); B — Bocieniec — stanowisko J. Rutkowskiego (1965); C — rejon stanowisk w okolicy Krakowa

1 — compact calcareous deposits; 2 — marly deposits; 3 — siliceous-calcareous deposits (opokas); 4 — marine areas, at present deprived of Turonian deposits; A — Pniaki — finding place of S. Z. Różycki (1938); B — Bocieniec — finding place of J. Rutkowski (1965); C — region of finding places in the vicinity of Cracow

Interesujący nas profil znajduje się u szczytu południowo-wschodniej ściany okresowo czynnej części kamieniołomu i idąc od spągu wygląda następująco (fig. 2):

Warstwa 1 — białoszare, skaliste, uławiczone wapień oksfordu z krzemieniami.

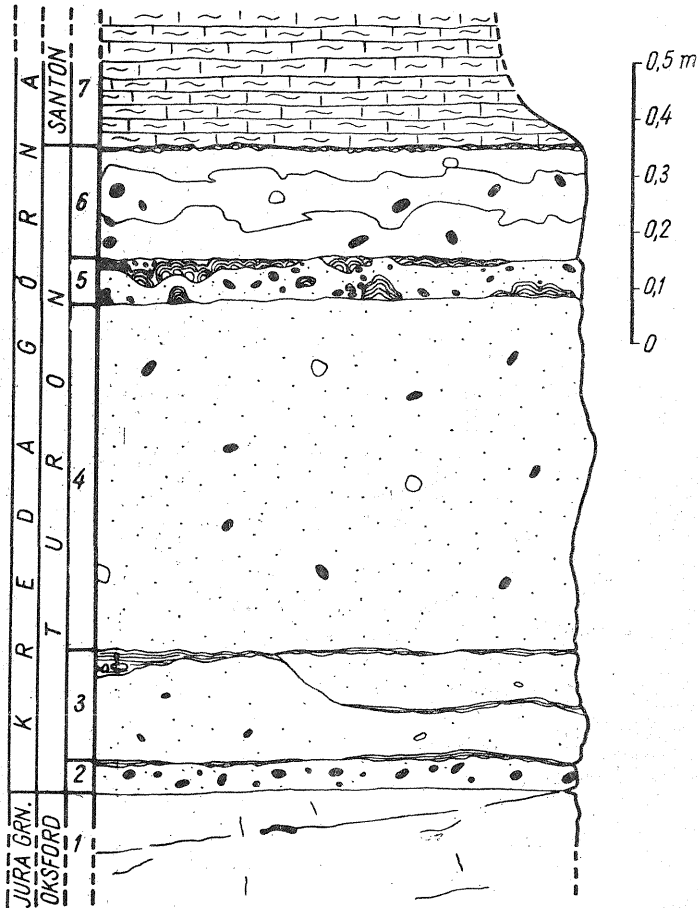


Fig. 2. Profil litostratygraficzny osadów kredowych w kamieniołomie w Mydlnikach-Wapienniku

Lithostratigraphical section of the Cretaceous deposits in a stonequarry at Mydlniki-Wapiennik

1-7 warstwy opisane w tekście

1-7 — beds described in the text

Warstwa 2 (6—7 cm) — wapień piaszczysty, w spągowej partii o charakterze zlepieńca, szarobrunatny, na powierzchniach zwietrzałych bardziej kremowy bądź żółtawy. Zawiera liczne otoczaki, głównie kwarcu rzędu 10—20 mm Φ ; drobniejszych otoczaków i ziarn kwarcu jest zdecydowanie mniej. Otoczaki i ziarna wykazują wysoki stopień obtoczenia, tekstura wapienia bezładna. Miejscami wzdłuż rozciągłości warstwa ta przechodzi w sposób ciągły w warstwę nadległą, tworząc jej spagową część. W stropie warstwy 2, szczególnie w miejscach, gdzie wyraźnie odgranicza się ona od wyżej ległej, występuje stromatolitowa powłoka grubości 5—10 mm, miejscami dochodzi do 20 mm.

Warstwa 3 (21 cm) — wapień jasnoszary, na zwietrzalej powierzchni szarobrunatny w brunatnordzawe plamy. Zawiera nieregularnie rozmie-

szczone ziarna kwarcu, dobrze na ogół obtoczone, do 5—10 mm ϕ , i sprowadycznie pancerze małych jeżowców około 1 cm ϕ . W odległości 10 cm od spągu oraz w stropie warstwy występują fugi, niekiedy łączące się. Fugom tym towarzyszą powłoki stromatolitowe o budowie zbliżonej do poprzednio opisanych. Grubość powłoki w wewnątrzławicowej fudze wynosi 5—10 (20) mm, w stropie warstwy — 3—5 mm. W miejscach, gdzie fuga nie zaznacza się, miąższość stromatolitowej powłoki jest na ogół większa, dochodzi nawet do kilku cm.

Warstwa 4 (60 cm) — wapień szary piaszczysty, z małą ilością otoczków kwarcu do 25 mm ϕ i pancerzami jeżowców około 2,5 cm ϕ .

Warstwa 5 (8 cm) — wapień piaszczysty niebieskawoszary, który wietrząc przybiera barwy szare lub szarobrunatnożółte. Barwę pierwotną zawdzięcza prawdopodobnie procesowi wtórnej pirytyzacji, o czym pisali S. Dżułyński i W. Żabiński (1954). Makroskopowo i przy niewielkim powiększeniu dostrzegamy w skale bardzo dużą ilość drobnych ziaren piryty, przeważnie powyżej 1 mm ϕ . Glaukonit występuje rzadko jako pojedyncze ziarna. Skała posiada dużą ilość otoczków kwarcu od kilku do około 20 mm ϕ . W spągowej i środkowej części warstwy 5 pojawiają się pojedyncze onkolity i kopulaste powłoki stromatolitowe, dochodzące do kilku (maksymalnie 5) cm wysokości. Natomiast w stropie ławicy występuje prawie jednolita warstwa stromatolitowa o poligonalnym charakterze. Miąższość jej jest zmienna — 1—3 cm.

Warstwa 6 (20 cm) — wapień zielonkawoszary, średniokrystaliczny, z nieregularnie rozszanym kwarcem detrytycznym. Warstwa ta, szczególnie w stropie, jest silnie wzbogacona w glaukonit, który gromadzi się w bardzo dużych ilościach, nadając skale intensywnie zielony kolor, zwłaszcza na ściankach kanałów żerowiskowych robaków i na nierównych, nieregularnie w obrębie warstwy rozmieszczonych powierzchniach oraz częściowo poniżej stromatolitowej warstewki. Stromatolit ten, o charakterze warstwy poligonalnej, narastał na niewyrównanej powierzchni warstwy 6, miąższość jego waha się w granicach 1—2 cm. Jak się wydaje, jest on ścięty transgresywnie. Skała zawiera liczne skupienia piryty o średnicy dochodzącej do 1 mm. Znamionym zjawiskiem jest fakt występowania dość licznych (najprawdopodobniej żerowiskowych) kanałów robaków w stropowej części ławicy, przy czym kanały te przechodzą przez warstwę stromatolitową.

Warstwa 7 — margle glaukonityczne szarzielone, piaszczyste, widoczne w zwietrzelinie.

ZABIERZÓW

Kamieniołom w Zabierzowie znajduje się po południowej stronie drogi Kraków — Chrzanów, na zachód od Zabierzowa (fig. 1). Eksploatowane tu są utwory jury górnej, w której stropie leżą niezgodnie utwory górnej kredy. W wyniku dość silnego zdyslokowania tych utworów i częściowego niszczenia utworów kredowych przez kolejne transgresje, w sąsiednich profilach pojawiają się ognia różne pod względem stratygraficznym i litologicznym. Według poglądów S. W. Alexandrowicza (1954, 1969) profil utworów kredowych w rejonie Zabierzowa przedstawia się następująco:

Najstarsze są zlepieńce i wapienie niższej części dolnego turonu (poziom z *Inoceramus labiatus*) i prawdopodobnie najwyższego cenomanu,

analogicznie jak w rejonie Mydlnik. Ponad nimi leżą wapienie z otoczkami kwarcu lub zbite wapienie organogeniczne ze stosunkowo ubogą fauną. Reprezentują one wyższą część turonu dolnego (poziom z *Inoceramus lamarcki*), a częściowo niższą część turonu górnego ze *Scaphites geinitzi*. Najmłodszymi utworami kredy są tu margle i opoki senońskie. W rejonie Zabierzowa i Mydlnik utwory te reprezentowane są przez santońskie glaukonityczne margle ilaste oraz leżący wyżej kompleks margli santonu i kampanu.

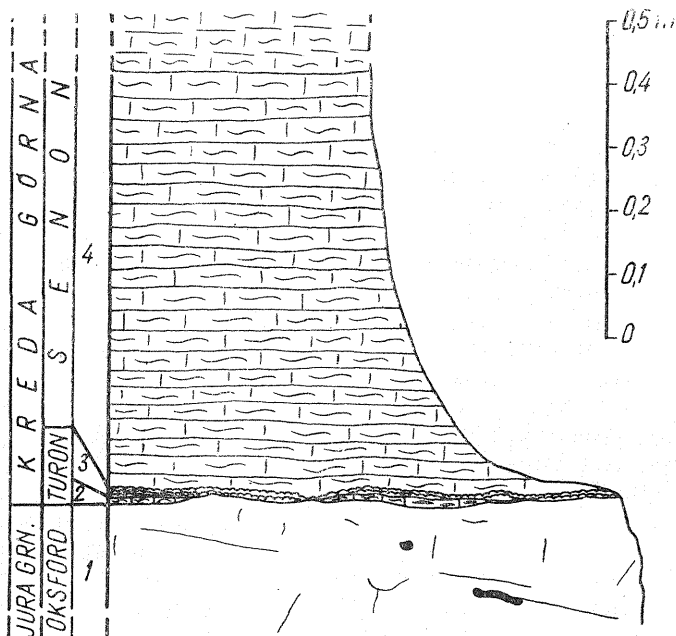


Fig. 3. Profil litostratygraficzny osadów kredowych w kamieniołomie w Zabierzowie

Lithostratigraphical section of the Cretaceous deposits in a stonequarry at Zabierzów

- 1 — wapienie jurajskie; 2 — wapienie margliste turońskie;
 3 — warstwa stromatolitowa; 4 — margle senonu
 1 — Jurassic limestones; 2 — Turonian marly limestones;
 3 — stromatolite bed; 4 — Senonian marls

Stromatolity w utworach kredy zaobserwowano tu w południowo-zachodniej części kamieniołomu, w miejscu skąd został usunięty nie eksploatowany nadkład senońskich margli. Stromatolit ten ma charakter płaskiej warstwy poligonalnej. Narastała ona na abrazyjnej platformie utworzonej w wapieniach górnajurajskich (fig. 3, warstwa 1) przez transgresję santońską lub też — co wydaje się bardziej prawdopodobne — na odpreparowanej platformie abrazyjnej starszej transgresji turońskiej lub cenomańskiej. Zwykle kremowoszare wapienie jurajskie tuż poniżej platformy abrazyjnej bądź też wzdłuż płaszczyzn uławiczenia, dochodzących pod kątem do platformy, ulegają miejscami zabarwieniu na kolor niebieskawo. S. Dżułyński i W. Zabiński (1954) przypisują ten fakt procesowi pirytyzacji wapieni jury, a częściowo turonu. Powierzchnia plat-

formy abrazyjnej posiada szereg drobnych wypukłości i zagłębień; są one bezpośrednio zarastane przez stromatolit (fig. 3, warstwa 3) bądź też wyrównywane nieregularną warstwą (1—2 cm miąższości) marglistego wapienia (fig. 3, warstwa 2), reprezentującego prawdopodobnie turon. Wapień ten jest barwy szarej, zawiera bardzo rzadko rozsiane ziarna bardzo dobrze obtoczonego kwarcu o średnicy do kilku mm. Niekiedy wykazuje objawy wtórnej sylikacji, podobne do opisanych przez J. Rajchela (w druku). Występują w nim nieregularne płaskury wtórnej krzemionki, w przekroju zbliżone kształtem do różnej wielkości (do kilkunastu cm) płasko ułożonych soczewek. Miejscami skała jest silnie wzbogacona w glaukonit, układający się wzdłuż nieregularnych płaszczyzn przecinających również leżącą wyżej powłokę stromatolitu. Glaukonit ten pochodzi prawdopodobnie z margli santonu, skąd przedostał się na drodze infiltracji. Miąższość warstwy stromatolitowej jest niewielka, przeciętnie 1—3 cm, wyjątkowo więcej. Na jej stropowej powierzchni, szczególnie wzdłuż szczelin spękań, zaznacza się gdzieniegdzie okruszcowanie pi-rytem.

Nad ławicą stromatolitową leżą bogate w glaukonit margle ilaste z liczną fauną (fig. 3, warstwa 4), głównie inoceramów, gąbek i belemnitów. Miąższość tej warstwy oraz kompleksu leżącego wyżej jest trudna do ustalenia. S. W. Alexandrowicz (1969) podaje dla margli zielonych miąższość 2 m, a w kilkumetrowym kompleksie leżących wyżej szarych i białoszarych margli płytkowych wydziela na podstawie mikrofauny margle santonu (6,20 m) i margle kampanu. Rozpatrywany profil ze stromatolitami w Zabierzowie pozbawiony jest zlepieńcowo-wapiennych utworów turonu, które odsłaniają się we wschodniej części kamieniołomu.

STRUKTURA I SKŁAD MINERALNY STROMATOLITÓW

Dla podania charakterystyki badanych stromatolitów kredowych posłużono się — ze względu na ich podobieństwo do opisanych przez M. Szulczewskiego (1968) polskich stromatolitów jurajskich — klasyfikacją proponowaną przez tego autora. Uwzględniono jednocześnie przynależność opisywanych stromatolitów do odpowiednich grup literowych według podziału B. W. Logana, R. Rezaka i R. N. Ginsburga (1964) oraz podział na podstawie cech morfologicznych przyjęty przez W. P. Masłowa (1960). Klasyfikacja B. W. Logana, R. Rezaka i R. N. Ginsburga (1964) niezbyt ściśle odpowiada opisywanym stromatolitom.

Wszystkie stromatolity występujące w odsłonięciach badanego obszaru możemy zaliczyć z pewnym uogólnieniem do dwu grup. Pierwsza, według podziału M. Szulczewskiego (1968), to grupa gładkich warstw stromatolitowych, czyli LLH wg B. W. Logana, R. Rezaka i R. N. Ginsburga (1964), co odpowiada formie *Collenia plana* W. P. Masłowa (1960). Charakterystyczną cechą tej grupy jest występowanie płaskich lub lekko pofalowanych lamin ciągłych, nie poprzecinanych interstycjami. Do grupy tej zaliczono stromatolity występujące w kamieniołomie w Mydlnikach-Wapienniku w stropie warstwy 2 oraz w stropie i w wewnątrzławicowej fudze warstwy 3.

Pozostałe stromatolity występujące w profilu Mydlnik w warstwie 5 i w stropie warstwy 6 oraz stromatolity z Zabierzowa zaliczono do dru-

giej grupy. Odpowiada ona warstwie poligonalnej z przejściami do jamistej, a częściowo pojedynczym kopułowemu stromatolitowemu M. Szulczewskiego (1968), SH-C — B. W. Logana, R. Rezaka i R. N. Ginsburga (1964) i formie *Collenia columnaris planolaminaris granulosa* W. P. Masłowa (1960). Najważniejszymi cechami tej drugiej grupy jest występowanie pojedynczych kopułów, oddzielonych interstycjami. Kopuły składają się z wypukłych ku górze lamin, pogrubiających się w środkowej części.

W przypadku grupy pierwszej (tabl. II, fig. 6c, 7; tabl. III, fig. 8) spąg stromatolitowej powłoki bywa bardziej nierówny niż strop, co spowodowane jest narastaniem stromatolitu na niezupełnie wyrównanej powierzchni wapienia. Niekiedy, jak w przypadku warstwy 2 w Mydlnikach, nierówność ta spowodowana jest przez wystające częściowo z podłoża stromatolitu kwarcowe otoczaki. Naprzemianległe jasne i ciemniejsze laminy, z których składa się powłoka stromatolitowa, układają się mniej więcej równoległe do stropu warstwy. W przypadku gdy strop jest pofalowany, oddają one tę nierówność. Wzrost miąższości warstwy stromatolitowej odbywa się kosztem wzrostu miąższości poszczególnych lamin, bądź też przez zwiększenie się ich ilości. Po rozciągłości — na przestrzeni kilku cm — laminy te szybko wyklinowują się, zmieniają miąższość lub odcień barwy. W przewodzie występują laminy białe, nadając całej warstwie stromatolitowej barwę białoszarą.

Według obserwacji makroskopowych cała powłoka stromatolitowa zbudowana jest z wapienia z niewielkimi domieszkami, które mogą stanowić pojedyncze drobne (do kilku mm średnicy) ziarna kwarcu, tkwiące w najniższych częściach stromatolitowej warstwy, jak to ma miejsce w warstwie 2 w Mydlnikach, bądź też mniej lub więcej zaokrąglone fragmenty wapienia pochodzące bezpośrednio z podłoża, tkwiące również w najniższej części warstwy stromatolitowej, co przypomina wyglądem zlepniec srodformacyjny (tabl. II, fig. 7). Laminy białej barwy zbudowane są z pelitycznego wapienia, często o zlewnym przełamie, ciemniejsze laminy zawierają różną ilość detrytycznych domieszek. Według makroskopowego szacunku średnica tych cząstek wynosi dziesiątne i setne części mm. Detryt ten makroskopowo jest nierozpoznawalny. Miąższość białych pelitycznych lamin jest zmienna i wynosi przeciętnie 0,5—2 mm, wyjątkowo 0,5 cm. Laminy ciemniejsze, detrytyczne, częściej ulegają wyklinowaniu bądź rozpraszaniu, ich miąższość jest przeważnie nieco mniejsza. Makroskopowo dostrzegalne są również drobne, brązoworudej barwy punkty o średnicy do 0,5 mm, najprawdopodobniej w różnym stopniu uwodnionych tlenków żelaza, przy czym rozmieszczone są one w obrębie ciemniejszych lamin.

Na niektórych stropowych powierzchniach lamin znajdują się nieregularnie rozmieszczone, drobne wypukłości, o średnicy poniżej 5 mm i wysokości rzędu 1—2 mm, co odpowiada modelowi LLH-S B. W. Logana, R. Rezaka i R. N. Ginsburga. Interstycjów w obrębie opisywanych gładkich warstw stromatolitowych nie stwierdzono. Jak już wspomniano przy opisie odsłoneń, całkowita miąższość poszczególnych gładkich warstw stromatolitowych waha się w granicach od kilku mm do około 5 cm, przeciętnie 1—2 cm.

W świetle badań mikroskopowych granice poszczególnych warstewek

są niezbyt ostre, stopniowo przenikają się. Dostrzec można naprzemianlegle ułożone laminy dwóch typów:

Typ 1 — laminy o grubości 1,5—3,5 mm zbudowane są w przeważającej mierze ze szczątków organicznych — otwornic (globotruncan i globigeryn), pitonelli, szczątków skorup inoceramów, okruchów szkarłupni i igieł gąbek wraz z ziarnami kwarcu, okruchami kwarcytów i krzemieni zlepionych mikrytowym węglanowym spoiwem. Wielkość okruchów jest zmienna — od 0,1 do 0,5 mm, rozłożone są one strefowo. Spotykamy strefy z ziarnem drobnym, źle obtoczonym oraz strefy z domieszką ziarna grubszego, lepiej obtoczonego. Zmienny jest również stosunek spoiwa do detrytu; wyróżnić można partie z przewagą spoiwa i z przewagą składników detrytycznych.

Typ 2 — laminy grubości 0,4—1,0 mm zbudowane niemal wyłącznie z kalcytowego mikrytu (wielkość kryształów 3—4 μm), z domieszką wodorotlenków żelaza, szczególnie obfitą w górnych partiach lamin. Sporadycznie jedynie spotykamy tu drobne szczątki organiczne i ziarenka kwarcu. Miejscami w obrębie lamin można wyróżnić ślady sinicowych mikrostruktur stromatolitowych w postaci cieniutkich (10—20 μm) lamin pofalowanych w nieregularne, wystające ostropromienne kopuły.

Stromatolity drugiej grupy rosną wykorzystując w jeszcze większym stopniu nierówności podłoża. Mogą one występować zarówno na granicy dwu oddzielnych warstw, jak i wewnątrz jednolitej warstwy wapienia piaszczystego. Stromatolity z Zabierzowa i Mydlnik, aczkolwiek ujęte w jedną grupę na podstawie cech makroskopowych, różnią się znacznie mikrostrukturą i składem mineralnym, zostały przeto oddzielnie opisane.

Warstwa stromatolitowa z Zabierzowa składa się z kopulek okrągłych lub owalnych, o średnicy 3—10 mm (tabl. I, fig. 4, 5). Oddzielone są one od siebie interstycjami dochodzącymi do kilku mm szerokości (tabl. I, fig. 6a, b), przeważnie osiagającymi spąg warstwy kopulek. Kopułki stromatolitu zbudowane są z jednorodnej fosforanowej substancji barwy brunatnej. Laminy w kopułkach osiagają zmienną grubość w granicach 0,2—1,0 mm i nieregularną falistą powierzchnię. Laminacja podkreślona jest jedynie zmianą intensywności zabarwienia, nie dostrzega się natomiast zmiany uziarnienia.

Interstycja wypełnione są drobnodziarnistym, miejscami zwietrzałym glaukonitem, zlepionym na ogół substancją marglistą i niekiedy fosforanową. Mikrostruktura stromatolitu jest doskonale widoczna (tabl. VI—VII), tworzą ją nieregularne, niewielkie, brodawkowate narośla i onkolity szerokości 0,08—0,4 mm, zbudowane z cienkich mikrolamin (grubości 5—11 μm). Mikrostruktury te podobne są do opisanych poprzednio lamin typu 2 i przypominają również stromatolitowe struktury opisane przez J. Niegodzisza (1965) z albu wierchowego Tatr. Poszczególne laminy zbudowane są z substancji fosforanowej o niskiej dwójłomności i ciemnoszarych barwach interferencyjnych, sporadycznie w skład lamin wchodzi mikrokryształiczny węglan wapnia oraz wodorotlenki żelaza. Przestrzenie pomiędzy naroślami i onkolitami zawierają natomiast obok fosforanów znaczną domieszkę drobnokryształicznego kalcytu, nieco substancji żelazistej i drobnych (poniżej 0,1 mm) ziaren glaukonitu i kwarcu.

Tabela 1

Porównanie wyników analiz rentgenowskich stromatolitu z Zabierzowa z fosorytem z Chałupek oraz z frankolitem i kalcytem

Stromatolit z Zabierzowa		Fosforyt z Chałupek wg K. Oleksynowej (1959)		Frankolit wg D. McConella (1938)		Kalcyt wg G. Browna (1962)	
ANTYKATODA							
Cu		Cu		Fe		—	
I	d _A ^o	I	d _A ^o	I	d _A ^o	I	d _A ^o
3	3,890					12	3,86
5	3,460	3	3,47	2	3,44		
2	3,340						
3	3,175						
8	3,032	2	3,05	2	3,05	100	3,035
10	2,780	10	2,78	10	2,78	3	2,845
7	2,690	9	2,69	7	2,69		
3	2,634	7	2,62	4	2,63		
1	2,505					14	2,495
1	2,468						
		3	2,28	1	2,28	18	2,285
2	2,256						
3	2,238	5	2,24	3	2,24		
2	2,126	1	2,13	2	2,13		
2	2,064					18	2,095
3	1,929	7	1,93	3	1,93	5	1,927
						17	1,913
3	1,877	6	1,88	1	1,88	17	1,875
4	1,834	9	1,84	3	1,84		
2	1,785	6	1,79	2	1,79		
2	1,761	4	1,76	2	1,76		
2	1,738						
1	1,723	4	1,73	2	1,72		
2	1,631	2	1,64	0,5	1,63	4	1,626
1	1,604					8	1,604
						2	1,587
						5	1,525
						4	1,518
						3	1,510
						2	1,473
2	1,459	3	1,46	1	1,46		
2	1,451	3	1,45	1	1,45		
		4	1,44				
		2	1,42	1	1,42		

Dla bardziej precyzyjnego ustalenia składu mineralnego stromatolitu wykonano badania rentgenograficzne i chemiczne. Analiza rentgenograficzna wykonana została w Instytucie Mineralogii i Złóż Surowców Mineralnych AGH metodą proszkową w aparacie TUR-61, w zakresie kątów 10—35° z zastosowaniem filtrowania promieniowania $\text{CuK}\alpha$, przesuwu licznika GM-15'/min i przesuwu taśmy 600 mm/h. Sproszkowaną próbkę prasowano w płaskiej szklanej kuwecie. Wyniki analizy przedstawiono w tabeli 1. Podstawowym składnikiem badanej próbki jest minerał z izomorficznej grupy apatytu, zbliżony składem do frankolitu ($\text{Ca}_5(\text{F}, \text{OH}, \text{CO}_3)(\text{PO}_4)_3$). Poza głównym minerałem w badanym stromatolicie stwierdzono również obecność kalcytu i minimalne ilości kwarcu (refleks 3,34Å). Jak wykazała analiza chemiczna wykonana przez K. Oleksynową (tab. 2), zawartość P_2O_5 w badanej próbce wynosi 31,5%.

Tabela 2

Analiza chemiczna stromatolitu z Zabierzowa (wg K. Oleksynowej)

Składniki	Procenty wagowe
CaO	45,22
P_2O_5	31,50
R_2O_3	7,20
CO_2	6,70
części nierozpuszczalne	1,20

Wapień marglisty, stanowiący w części odsłonięcia podłoże warstwy stromatolitowej, zbudowany jest z drobnych otwornic i szczątków skorup małżów i szarłupni wielkości rzędu dziesiętnych części milimetra, z rzadkimi ziarnami kwarcu i okruchami krzemieni zlepionych zailonym, węglanowym mikrytowym spoiwem.

W Mydlnikach w warstwach 5 i 6 kopułki stromatolitu są bardzo wyraźne, wysokość ich jest zmienna, waha się od 0,5 do 3 — 5 cm w warstwie 5 i około 1 cm w warstwie 6. Mniejsza grubość stromatolitu w warstwie 6 spowodowana jest częściowym jego ścięciem prawdopodobnie przez santonską transgresję. Laminy w kopułkach są pofalowane, odcinają się od siebie głównie dzięki smużastym skupieniom wodorotlenków żelaza. W skład lamin wchodzi drobnoziarnisty kalcyt z domieszką ziarn kwarcu. W jednorodnej masie węglanu wapnia i wodorotlenków żelaza budujących laminy sporadycznie zauważyć można większe ziarna kwarcu do 1 mm średnicy. W jednym miejscu cykl sedymentacji stromatolitowej został przerwany (tabl. V, fig. 12), osadziła się dwumilimetrowa warstewka kwarcowego piasku; mimo tej przerwy orientacja kopulek została utrzymana.

Kopułki stromatolitu posiadają przeważnie szerokość 0,5—3 cm, oddzielone są od siebie interstycjami wypełnionymi zróżnicowanym materiałem klastycznym. Wielkość materiału klastycznego doprowadzonego w czasie trwania sedymentacji stromatolitowej miała bezpośredni wpływ na szerokość powstałych interstycjów. W interstycjach wąskich (kilka mm) i płytkich, nie przebijających całej warstwy stromatolitowej, spo-

tykamy materiał piaszczysty — ziarna kwarcu wielkości do 2 mm, natomiast w interstycjach szerokich (do 1,5 cm) i głębokich (dochodzących do podłoża stromatolitu) występuje materiał zlepieńcowy, głównie otoczaki kwarcu około 0,5 cm, sporadycznie do 1 cm średnicy (tabl. III, fig. 9; tabl. IV, tabl. V, fig. 12). Miejscami spotykamy w interstycjach skupienia pirytu.

Analiza mikroskopowa wykazała, że stromatolity te są zbudowane z drobnych okruchów skorup mięczaków i szkarłupni, wielkości przeciętnie 0,1—0,2 mm, słabo lub średnioobtoczonych ziarn kwarcu wielkości 0,1—0,2 mm i szczątków otwornic (tabl. V, fig. 13). Składniki detrytyczne tkwią w spoiwie kalcytowym mikrytowym, miejscami przekryształizowanym w spoiwo drobnoziarniste (kryształki dochodzą do wielkości 20—30 μm), zawierającym znaczną domieszkę związków żelaza. Laminy prawie w ogóle nie dają się odróżnić od siebie pod mikroskopem. Kopułki stromatolitowe oddzielone są interstycjami, w których zawarty jest materiał klastyczny. Pośród licznych ziarn kwarcu możemy wyróżnić tu obok okruchów drobnych (dziesiąte części mm) słabo obtoczonych, okruchy większe (0,8—1,5 mm) i nieco lepiej obtoczone. W interstycjach znajduje się również znaczna ilość szczątków skorup mięczaków, szkarłupni i otwornic. Spoiwo jest analogiczne jak w kopułkach, zawiera jedynie mniejszą ilość substancji żelazistej, ta ostatnia skupia się głównie na bocznych ściankach kolumienek.

GENEZA STROMATOLITÓW

Stromatolity były obserwowane w kilku punktach wśród współczesnych osadów morskich strefy przybrzeżnej. Po raz pierwszy zaobserwował je M. Black (1933) u wybrzeży Wysp Bahama, tam również były obserwowane przez C. Monty'ego (1965, 1967). Inne współczesne stanowiska stromatolitów znane są z wybrzeży Florydy (R. N. Ginsburg, 1955, 1960; K. W. Klement, 1966), Australii (B. W. Logan, 1961), z Bermudów (C. D. Gebelein, 1969), z Zatoki Perskiej (C. G. Kendall, P. A. Skipwith, 1968), oraz z Zatoki Meksykańskiej (G. A. Rusnac, 1960).

Współczesne stromatolity tworzą się w wyniku życiowej działalności prymitywnych organizmów roślinnych — sinic, tworzących tzw. maty glonowe. Sinice te wiążą drobny materiał detrytyczny dzięki przyczepności śluzu wydzielanego na powierzchni błon komórkowych lub też poprzez chwytywanie poszczególnych okruchów pomiędzy włóknami glonu. Według W. P. Masłowa (1961) glony w wyniku działalności życiowej przyczyniają się do biochemicznego wytrącania pelitu wapiennego w procesie fotosyntezy.

W większości przypadków stromatolity obserwowane były w strefie eulitoralnej i supralitoralnej. Stwierdzono zależność struktury stromatolitu od głębokości (w stosunku do linii przyływu i odpływu), na której się tworzył. Ciągła warstwa stromatolitowa tworzyła się w cichych, odsłoniętych zbiornikach okresowo tylko łączących się z otwartym morzem, stromatolity kolumienkowe powstawały w strefie pływów, a onkolity — tuż poniżej linii odpływu.

C. Monty (1965) i C. D. Gebelein (1969) obserwowali stromatolity również w strefie sublitoralnej. Sublitoralne pochodzenie przypisywano

też niektórym stromatolitom kopalnym (P. E. Playford, A. E. Cockbain, 1969; C. W. Achauer, J. H. Johnson, 1969; J. Golonka, G. Haczewski, 1971). C. D. Gebelein twierdzi, że struktura stromatolitu zależy od szybkości prądu i ruchu sedymentu nad dnem zbiornika. Przy większych prędkościach tworzą się ciągle i płaskie warstwy stromatolitowe, natomiast stromatolity kolumnienkowe i pojedyncze powłoki stromatolitowe powstają przy mniejszych prędkościach. Cykliczność sedymencji w myśl poglądów C. Monty'ego (1965) i C. D. Gebeleina (1969) jest wynikiem cyklu dobowego metabolizmu glonów, natomiast według M. Blacka (1933) wynika z cykliczności zanurzania i wynurzania mat glonowych. G. A. Rusnac (1960), jak również niektórzy badacze glonów kopalnych (W. P. Masłow, 1960; A. G. Wołogdin, 1962; J. Golonka, 1970) są zdania, że poszczególne para lamin glonowych tworzyła się w okresie jednego roku i jest wynikiem zmian sezonowych.

Opisywane wapienne stromatolity z profilu Mydlnik tworzyły się zapewne w warunkach płytkiego morza epikontynentalnego, prawdopodobnie poniżej linii odpływu i w pewnej odległości od brzegu morskiego, analogicznie jak współczesne stromatolity z Bermudów (C. D. Gebelein, 1969). Świadczy o tym znaczny udział planktonicznych szczątków organicznych w badanych stromatolitach oraz brak detrytu wapieni jurajskich.

Cienkie kalcytowe laminy z płaskiej warstwy stromatolitowej są prawdopodobnie utworem powstałym w wyniku biochemicznego strącania węglanu przez glony. Świadczą o tym fragmenty obserwowanych pierwotnych struktur glonowych. Grube detrytyczne laminy tworzyły się w warunkach znacznieszego dopływu materiału terygenicznego, chwytanego w sposób mechaniczny przez sinice. W warunkach takich pierwotne struktury glonowe nie mogły się zachować.

Kolumnienkowe warstwy stromatolitowe powstały w wyniku bardziej równomiernego dopływu materiału detrytycznego, dlatego poszczególne laminy mało różnią się cechami mikrostrukturalnymi i składem mineralnym. W przypadku dopływu grubszego materiału gromadził się on w interstycjach pomiędzy poszczególnymi kopułkami stromatolitu. Przy większym dopływie materiału klastycznego warunki życia sinic pogarszały się, glonowa mata ulegała zasypaniu, a stromatolityczna sedymентация przerywaniu. Przy zmniejszeniu się dopływu materiału klastycznego stromatolityczna sedymентация odnawiała się. Warunki korzystne dla rozwoju stromatolitów powtarzały się kilkakrotnie w rejonie Mydlnik.

Fosforanowy stromatolit z Zabierzowa tworzył się zapewne w warunkach odmiennych. Detrytyczna sedymентация odegrała tu minimalną rolę w porównaniu z sedymentacją biochemiczną. Poszczególne mikrolaminy obserwowane w tym stromatolicie odpowiadają prawdopodobnie warstwowi komórek sinic lub innych prymitywnych organizmów, np. bakterii. We współczesnych osadach nie stwierdzono dotychczas stromatolitów fosforanowych. Wiadomo jednak, że sinice wytrzymują ogromne zmiany zasolenia — od 0 do 196‰ i mogą tworzyć osady chemiczne niewęglanowe, np. anhydrytów (C. G. Kendall, P. A. Skipwith, 1968). Znane są już stromatolity kopalne opisane z prekambriu Indii (Nath Mukti, V. N. Sant i in., 1969), wykształcone jako struktury kolumnienkowe, ciągle warstwy stromatolitowe, jak również onkolity zbudowane

z apatyty fluorowego, a występujące wśród dolomitycznych margli. Znalaziono również węglanowe stromatolity i onkolity w osadach fosforyto-
nośnych prekambriu Chin i Kazachstanu (G. Bushinski, 1964).

Szereg badaczy przypisuje znaczną rolę glonom w tworzeniu się złóż fosforanowych (np. L. Cayeux, 1951; G. Charles, 1953; G. Lucas, G. Noel, 1957; R. N. Wilcox, 1953). Nasuwają się dwie koncepcje powstania tego typu stromatolitów. Substancja fosforanowa mogła być gromadzona w obrębie komórek glonowych, bądź też glony wytrącały kalcyt, który reagował z zawartym w środowisku wodnym fosforanem amonu (powstałym w wyniku rozkładu organizmów), wydzielając wolny dwutlenek węgla przyspieszający metabolizm glonów.

Trudno stwierdzić, na jakiej głębokości tworzył się stromatolit fosforanowy, niewątpliwie powstawał jednak w spokojnym środowisku, bez dopływu substancji terygenicznej, być może, w osłoniętej zatoce lub lagunie. Korzystne warunki do tworzenia się fosforanowego stromatolitu w Zabierzowie trwały niezbyt długo, osadziła się bowiem jedynie cienka warstwa.

W rejonie najbliższym obszarowi badań fosforyty zostały opisane przez S. W. Alexandrowicza i W. Wrochniak-Stopkę (1959) w turonie okolic Krakowa. Wyżej wymienieni autorzy obserwowali jedynie pojedyncze konkretne fosforytowe, nie stwierdzając pokładowego ich występowania. Opisany stromatolit fosforanowy jest pierwszym przykładem ciągłej, jednolitej warstwy. Warstewka przez nas opisana jest, niestety, bardzo cienka, zapewne wskutek zbyt krótkiego okresu istnienia korzystnych warunków. Jak widać jednak w profilu Mydlnik, warunki korzystne dla życia sinic powtarzały się kilkakrotnie. Warunki korzystne dla rozwoju fosforanowych stromatolitów mogły występować również w innym miejscu i, być może, w dłuższym okresie czasu, pozwoliłoby to na wytrącenie się grubszego, regularnego pokładu fosforytowego, posiadającego znaczenie przemysłowe, podobnie jak cytowane wyżej fosforanowe stromatolity prekambryjskie.

WNIOSKI

Z przedstawionego opracowania wynikają następujące wnioski:

1. W okolicach Krakowa — w Zabierzowie i w Mydlnikach-Wapienniku — stwierdzono dwa nowe stanowiska kredowych stromatolitów.
2. Stromatolity z obu stanowisk są prawdopodobnie wieku turońskiego.
3. Stromatolity powstały w wyniku działalności życiowej sinic, prawdopodobnie w strefie sublitoralnej morza szelfowego.
4. Stromatolit z Zabierzowa jest pierwszym przykładem ciągłej, jednolitej warstwy fosforanowej w kredzie okolic Krakowa; istnieje możliwość wystąpienia grubszego pokładu fosforytu w tym rejonie.

Oddział Karpacki
Instytutu Geologicznego
Kraków, ul. Szerzatów 1.
Instytut Geologii Regionalnej
i Ziół Węgli
Akademii Górniczo-Hutniczej
Kraków, Al. Mickiewicza 30
Nadesłano dnia 21 lipca 1971 r.

PIŚMIENNICTWO

- ACHAUER C. W., JOHNSON J. H. (1969) — Algal stromatolites in the James Reef Complex (Lower Cretaceous), Fairway Field, Texas. *J. Sediment. Petrol.*, **39**, p. 1466—1472, nr 4. Menasha.
- ALEXANDROWICZ S. W. (1954) — Turon południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Acta geol. pol.*, **4**, p. 361—390, nr 3. Warszawa.
- ALEXANDROWICZ S. W. (1969) — Transgresyjne osady santonu w okolicach Krakowa. *Zesz. nauk. AGH, Geologia*, **11**, p. 45—59. Kraków.
- ALEXANDROWICZ S. W., WROCHNIAK-STOPKA W. (1959) — Konkrecje fosforytowe w osadach turonu okolic Krakowa. *Kwart. geol.*, **3**, p. 197—204, nr 1. Warszawa.
- BLACK M. (1933) — The Algal sediments of Andros Island, Bahamas. *Trans. Roy. Soc. Philos., Ser. B.*, **222**, p. 165—192. London.
- BROWN G. (1962) — Mineralogical Society (Clay minerals group). London.
- BUSHIŃSKI G. I. (1964) — On shallow water origin of phosphorite sediments. In: *Deltaic and shallow marine deposits*, p. 262—270. Amsterdam.
- CAYEUX L. (1951) — Les phosphates de chaux sedimentaires de France. Paris.
- CHARLES G. (1953) — Sur l'origin des gisements de phosphate de chaux sedimentaires. *Congr. Geol. Intern. C. R. XIX Session. Alger, 1952. Sec. XI*, **11**, p. 163—184. Alger.
- DŻUŁYŃSKI S., ZABIŃSKI W. (1954) — Ciemne wapienie w jurze krakowskiej. *Acta geol. pol.*, **4**, p. 181—190, nr 1. Warszawa.
- GEBELEIN C. D. (1969) — Distribution, morphology and accretion rate of recent subtidal algal stromatolites, Bermuda. *J. Sediment. Petrol.*, **39**, p. 49—69, nr 1. Menasha.
- GINSBURG R. N. (1955) — Recent stromatolitic sediments from south Florida. *J. Paleont.*, **29**, p. 725. Menasha.
- GINSBURG R. N. (1960) — Ancient analogues of recent stromatolites. *Intern. Geol. Cong. XXI Session. Copenhagen. Rept.*, **22**, p. 26—35. Copenhagen.
- GOLONKA J. (1970) — Stromatolity z utworów doggeru w wierceniach Puszczka-3 (zapadlisko przedkarpackie). *Kwart. geol.*, **14**, p. 914—915, nr 4. Warszawa.
- GOLONKA J., HACZEWSKI G. (1971) — Glony i struktury biosedymencyjne w wapieniach górnej jury okolic Krakowa. *Kwart. geol.*, **15**, p. 1033—1034, nr 4. Warszawa.
- KENDALL C. G., SKIPWITH P. A. (1968) — Recent algal mats of a Persian Gulf lagoon. *J. Sediment. Petrol.*, **38**, p. 1040—1058, nr 4. Menasha.
- KLEMENT K. W. (1966) — Studies on the ecological distribution of lime secreting and sediment trapping Algae in reefs and associated environments. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **12**, p. 363—381. Stuttgart.
- LOGAN B. W. (1961) — Cryptozoon and associate stromatolites from the recent Shark Bay, Western Australia. *J. Geol.*, **69**, p. 517—533, nr 5. Chicago.
- LOGAN B. W., REZAK R., GINSBURG R. N. (1964) — Classification and environmental significance of algal stromatolites. *J. Geol.*, **72**, p. 68—83, nr 1. Chicago.

- LUCAS G., NOEL D. (1957) — Sur l'importance des Coccolithoporides dans le nanoplankton de phosphates sédimentaires, du Lias à l'époque actuelle. *Comptes rendus Acad. Sci. France*, **245**, p. 94—96, nr 1. Paris.
- MASSE J. P. (1969) — Presence de structures à affinités stromatolitiques dans l'Urgonien des îles du Friol (rodé de Marseille, B.-du-RH.). *Bull. Soc. géol. de France*, **7**, p. 128—132, nr 11. Paris.
- McCONNEL D. (1938) — A structural investigation of the isomorphism of the apatite group. *Am. Mineralog.*, **23**, p. 1—19, nr 1. Menasha.
- MONTY C. (1965) — Recent algal stromatolites in the Windward Lagoon, Andros Island, Bahamas. *Ann. Soc. Geol. Belgique*, **88**, p. 269—276, nr 6. Bruxelles.
- MONTY C. (1967) — Distribution and structures of recent stromatolitic algal mats, eastern Andros Island, Bahamas. *Ann. Soc. Geol. Belgique*, **90**, p. 55—102, nr 1—3. Bruxelles.
- NATH MUKTI, SANT V. N., DAS N., CHAKRAVARTY B., SINGH G. B., SAXENA S. P., CHAKRAVARTY D. K. (1969) — Pre-Cambrian phosphorite near Udaipur, Rajasthan. *J. Mines, Metals and Fuels*, **17**, p. 335—339, nr 10. Calcutta.
- NIEGODZISZ J. (1965) — Stromatolity z albu wierchowego Tatr. *Acta geol. pol.*, **15**, p. 529—548, nr 4. Warszawa.
- OLEKSYNOWA K. (1959) — Charakterystyka mineralogiczno-chemiczna fosforytów z Chataupek. *Arch. miner.*, **23**, p. 215—274, nr 2. Warszawa.
- PLAYFORD P. E., COCKBAIN A. E. (1969) — Algal stromatolites: Deep water forms in the Devonian of Western Australia. *Science*, **165**, p. 1008—1010, nr 3897. Washington.
- RAJCHEL J. (w druku) — Badania sedymentologiczne krzemieni jurajskich pod Krakowem. *Spraw. z pos. Kom. PAN w Krakowie*. Kraków.
- RÓZYCKI S. Z. (1938) — Stratygrafia i tektonika kredy w okolicy Lelowa. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, **9**, nr 2. Warszawa.
- RUSNAC G. A. (1960) — Sediments of Laguna Madre, Texas. In: *Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico, 1951—1958*. *Publ. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, p. 153—196. Tulsa.
- RUTKOWSKI J. (1965) — Senon okolic Miechowa. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **35**, p. 3—47, nr 1. Kraków.
- SZULCZEWSKI M. (1968) — Stromatolity jurajskie w Polsce. *Acta geol. pol.*, **18**, p. 1—82, nr 1. Warszawa.
- WILCOX N. R. (1953) — The origin of beds of phosphatic chalk with special reference to these of Taplow, England. *Congr. Geol. Intern. C. R. XIX Session. Alger, 1952. Section XI*, **11**, p. 119—133. Alger.
- ВОЛОГДИН А. Г. (1962) — Древнейшие водоросли СССР. Москва.
- МАСЛОВ В. П. (1960) — Stromatolity (их генезис, метод изучения, связь с фациями и геологическое значение на примере ордовика сибирской платформы). *Тр. геол. Ин. АН СССР*. Москва.
- МАСЛОВ В. П. (1961) — Водоросли и карбонатсаждение. *Изв. АН СССР, сер. геол.*, № 12, стр. 81—86. Москва.

TABLICA I

Fig. 4. Powierzchnia stropowa warstwy stromatolitowej w Zabierzowie
Top surface of stromatolite bed at Zabierzów

Fig. 5. Fragmenty poligonalnej warstwy stromatolitowej z Zabierzowa. Widok powierzchni górnej; wielkość naturalna
Fragments of polygonal stromatolite bed at Zabierzów. Upper surface view; natural size



Fig. 4

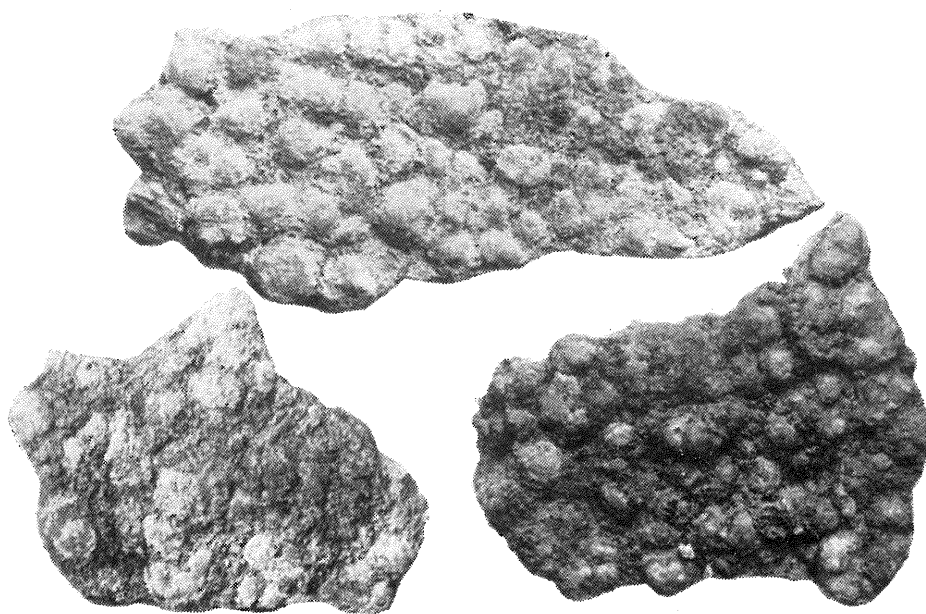


Fig. 5

TABLICA II

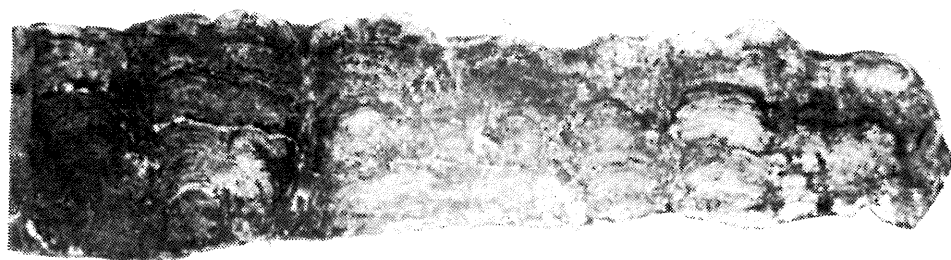
Fig. 6. Przekroje poprzeczne warstwy stromatolitowej (zgiady)

a — stromatolit z Zabierzowa, pow. 2,5 \times ; b — stromatolit z Zabierzowa, pow. 1,75 \times ; c — gładka warstwa stromatolitowa z Mydlnik (warstwa 2), pow. 1,75 \times

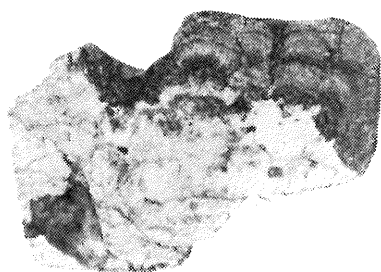
Cross section through the stromatolite bed (polished sections)

a — stromatolite from Zabierzów, enl. \times 2,5; b — stromatolite from Zabierzów, enl. \times 1,75; c — smooth stromatolite bed from Mydlniki (bed 2), enl. \times 1,75

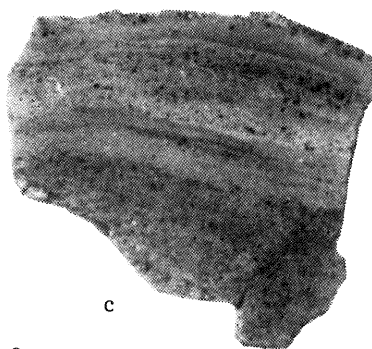
Fig. 7. Gładka warstwa stromatolitowa z Mydlnik. Strop warstwy 3; pow. 1,25 \times
Smooth stromatolite bed from Mydlniki. Top of bed 3, enl. \times 1,25



a



b



c

Fig. 6



Fig. 7

TABLICA III

- Fig. 8. Gładka warstwa stromatolitowa z Mydlnik. Strop warstwy 3; pow. 1,25 ×
Smooth stromatolite bed from Mydlniki. Top of bed 3; enl. × 1,25
- Fig. 9. Powierzchnia stropowa poligonalnej warstwy stromatolitowej z Mydlnik.
Strop warstwy 5; pow. 1,3 ×
Top surface of polygonal stromatolite bed from Mydlniki. Top of bed 5;
enl. × 1,3

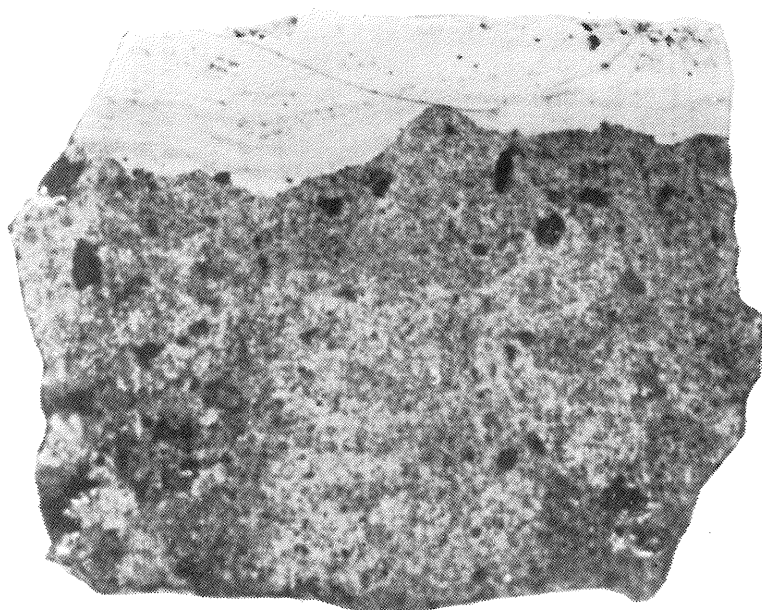


Fig. 8



Fig. 9

Jan GOLONKA, Jacek RAJCHEL — Stromatolity z górnej kredy okolic Krakowa

TABLICA IV

Fig. 10. Przekrój poprzeczny warstwy 5 z odsłonięcia w Mydlnikach. W spągu pojedyncze kopuły stromatolitowe, wewnątrz onkolity, w stropie poligonalna warstwa stromatolitowa. Wielkość naturalna

Cross section through the bed 5 from the exposure at Mydlniki. At the bottom there are single stromatolite domes, inside oncolites, at the top — polygonal stromatolite bed. Natural size

Fig. 11. Spąg warstwy 5 z odsłonięcia w Mydlnikach. Przekrój poprzeczny przez kopuły stromatolitowe z interstycjami wypełnionymi gruboziarnistym materiałem terygenicznym. Pow. 1,25 ×

Bottom of bed 5 from the exposure at Mydlniki. Cross section through the stromatolite domes with interstices filled in with coarse-grained terrigenous material; enl. × 1,25



Fig. 10

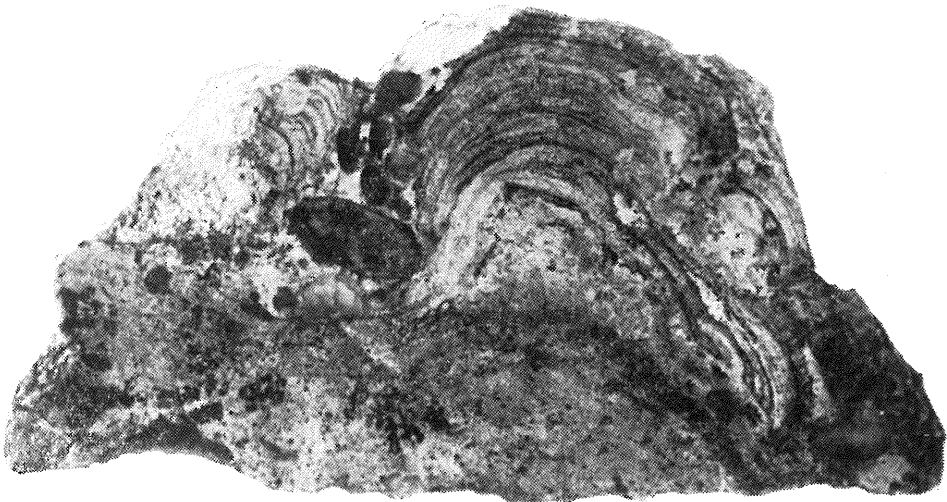


Fig. 11

TABLICA V

- Fig. 12. Przekrój poprzeczny przez poligonalną warstwę stromatolitową w stropie warstwy 5 w Mydlnikach; pow. 0,9 ×
Cross section through the polygonal stromatolite bed at the top of bed 5 at Mydlniki; enl. × 0,9
- Fig. 13. Obraz mikroskopowy stromatolitu ze spągu warstwy 5 w Mydlnikach. Nikole równoległe; pow. 150 ×
Microscope image of stromatolite bed 5 at Mydlniki. Parallel nicols; enl. × 150

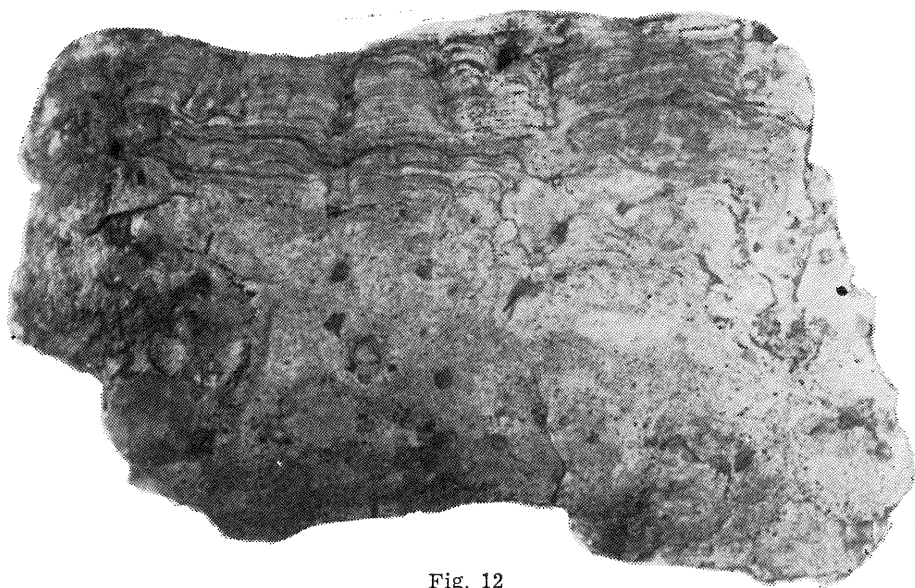


Fig. 12

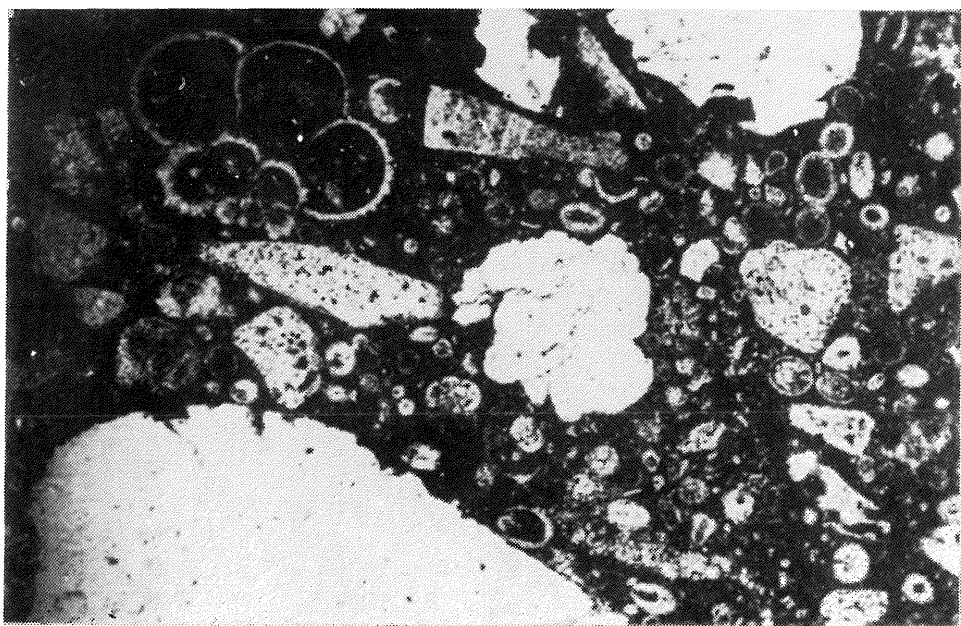


Fig. 13

TABLICA VI

Fig. 14, 15. Obrazy mikroskopowe fosforanowego stromatolitu z Zabierzowa. Nikole równoległe; pow. 150 ×

Microscope image of phosphate stromatolite from Zabierzów. Parallel nicols; enl. × 150



Fig. 14



Fig. 15

TABLICA VII

Fig. 16,17. objaśnienia jak do tablicy VI

Explanations as in Table VI

Zdjęcia przedstawione na fig. 4—12 wykonał M. Olszewski, pozostałe autorzy

Photographs presented in Figs. 4—12 — taken by M. Olszewski, other photographs taken by the present authors



Fig. 16

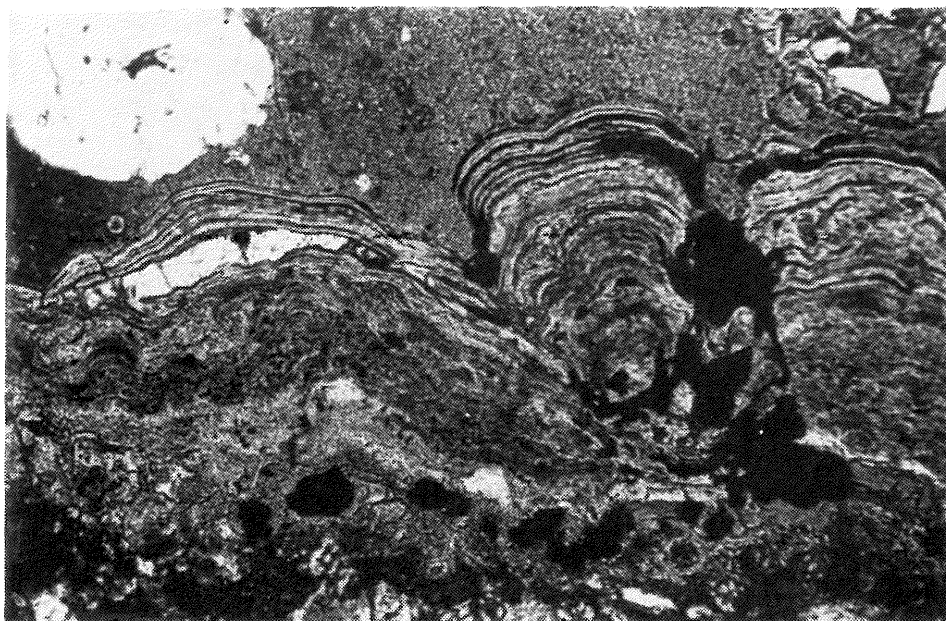


Fig. 17