



Project 157

UKD 551.736.3:552.543:552.143(438–17)

Aleksander PROTAS

Zmienność form i mikrostruktur stromatolitów w zależności od środowiska na przykładzie utworów dolomitu głównego NW Polski

Występowanie stromatolitów w utworach dolomitu głównego związane jest z określonymi strefami litofacjalnymi. Forma stromatolitów zmienia się w zależności od środowiska. Mikrostruktury są wspólne dla podobnych form i nie zależą od środowiska. Stromatolity są dobrym wskaźnikiem zmian zachodzących w czasie sedymentacji utworów dolomitu głównego.

WSTĘP

Artykuł poświęcony jest stromatolitom cechsztyńskiego dolomitu głównego z obszaru Polski północno-zachodniej. Obserwacje przeprowadzono na wybranych profilach wierceń wykonanych przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Nafty i Gazu w Pile.

Badanie struktur stromatolitowych w rdzeniach wiertniczych jest trudne i wymaga określonej metodyki. Podstawowe utrudnienia powodowane są: 1 – przypadkowością materiału rdzeniowego, 2 – ograniczoną jego ilością, 3 – ograniczoną lub niemożliwą obserwacją marginalnej partii stromatolitu. Często również i jakość otrzymanego materiału nie jest zadowalająca. Średnica rdzenia z dolomitu głównego nie przekracza w zasadzie 65 mm. Stromatolity, jak wiemy, mogą tworzyć kopuły znacznych rozmiarów w porównaniu ze średnicą rdzenia. Jeżeli nie uzyskamy materiału z marginalnej części stromatolitu – to informacja o strukturze może być niewłaściwa. Chcąc w takim przypadku uzyskać możliwie wiarygodną interpretację struktur stromatolitowych należy zebrać jak największą ilość informacji: 1 – badając pionowe i poziome warstwowe przekroje stromatolitów, 2 – badając mikrostruktury stromatolitów, 3 – określając przestrzenny przebieg szwów strukturalnych, 4 – określając formę, kierunek rozwoju i charakter strefy marginalnej stromatolitu.

Po zebraniu powyższych obserwacji można wykorzystać stromatolity jako jeden ze wskaźników środowiska (W.V. Preiss, 1976). Przedstawiona metodyka

znana z literatury, częściowo uzupełniona przez autora, była podstawą przy obserwacjach i badaniach stromatolitów prezentowanych w artykule.

Struktur stromatolitowych nie można rozpatrywać w oderwaniu od podłoża, na którym się rozwijają oraz bez uwzględnienia zmian środowiska sedymentacji na danym etapie jego rozwoju. Stromatolity muszą być rozpatrywane na tle sytuacji facjalnej w nieco szerszym ujęciu. Jest to bardzo ważne przy badaniu cech sztyńskich utworów węglanowych, których pozioma zmienność jest duża, a siatka penetrujących je otworów wiertniczych stosunkowo rzadka.

ZMIENNOŚĆ FACJALNA DOLOMITU GŁÓWNEGO

Utwory węglanowe dolomitu głównego (Ca₂) na badanym obszarze nie mają jednolitego wykształcenia (fig. 1). Obok zróżnicowanej miąższości obserwuje się w nich zmienność facjalną, jak również odpowiadającą jej zmienność w profilu pionowym (A. Protas, 1979).

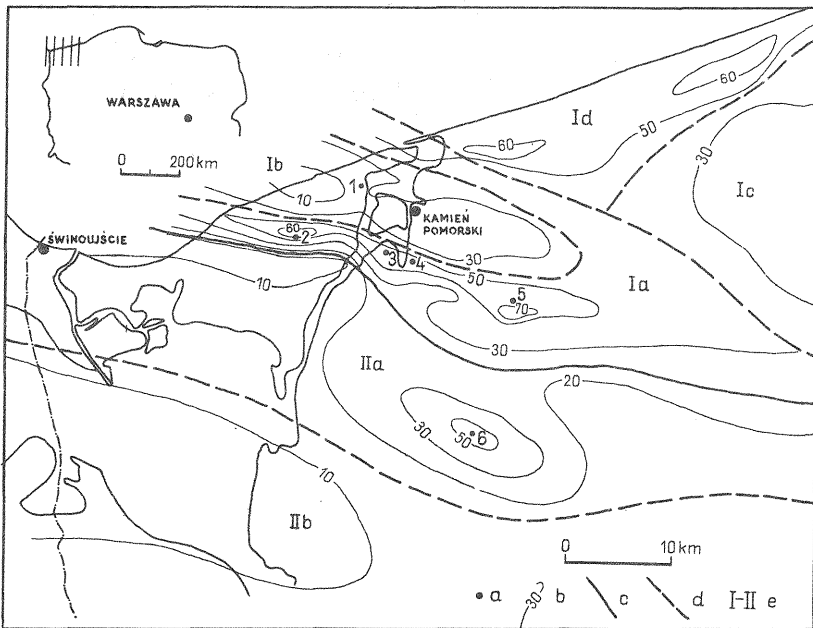


Fig. 1. Mapa miąższości i facji dolomitu głównego

Distribution of thickness and facies of the Main Dolomite

a – otwory wiertnicze omówione w tekście: 1 – Zastań 1; 2 – Żółwino 1; 3 – Dusin 1; 4 – Skarchowo 1; 5 – Benice 1; 6 – Wysoka Kamieńska 5; b – miąższość dolomitu głównego w metrach; c – granica facji dolomitowej i wapiennej; d – granice stref; e – strefy facjalne (I – facja dolomitowa, II – facja wapienna): Ia – strefa bariery dolomitowej i bioherm, Ib – strefa laguny wewnętrznej, Ic – strefa równi szelfowej, Id – strefa laguny przybrzeżnej z przegłębieniami; IIa – strefa przejściowa (skłonu), IIb – strefa głębsza zbiornika otwartego

a – boreholes discussed in the text: 1 – Zastań 1; 2 – Żółwino 1; 3 – Dusin 1; 4 – Skarchowo 1; 5 – Benice 1; 6 – Wysoka Kamieńska 5; b – thickness of Main Dolomite in meters; c – boundary of dolomite and limestone facies; d – boundary of zones; e – facies zones (I – dolomite facies, II – limestone facies): Ia – zone of dolomite barrier and bioherms; Ib – inner lagoon zone, Ic – shelf flat zone, Id – zone of nearshore lagoon with depressions; IIa – transitional (slope) zone, IIb – open-sea, deep zone

Wykształcenie dolomitu głównego jest odbiciem niestabilnych warunków fizykochemicznych, batymetrycznych i dynamicznych w brzeżnej partii zbiornika cechszyńskiego. Nie bez wpływu na wykształcenie paleogeograficzne dolomitu

głównego jest istnienie w omawianej strefie wału anhydrytowego w anhydrycie górnym werry; południowy skłon tego wału pokrywa się z granicą między facją dolomityczną i facją wapienną w poziomie Ca2.

Obszar facji dolomitowej (I, fig. 1) różnicuje się na następujące strefy:

Ia – strefę bariery dolomitowej i bioherm,

Ib – strefę laguny wewnętrznej,

Ic – strefę równi szelfowej,

Id – strefę laguny przybrzeżnej z przegłębieniami.

Na obszarze występowania facji wapiennej (II, fig. 1) dają się wydzielić dwie strefy: IIa – strefa przejściowa i IIb – strefa głębsza otwartego zbiornika.

FACJA DOLOMITOWA

Strefa bariery. W strefie tej, mającej niewielką szerokość, obserwuje się znaczny wzrost miąższości utworów dolomitu głównego (do 60–80 m). Charakterystyczne dla strefy barierowej jest występowanie, przy spągu brekcji dolomitowej a w wyższej części profilu, kompleksu stromatolitowo-onkolitowego o skomplikowanej budowie (fig. 2: Żółwino 1, Dusin 1, Skarchowo 1, Benice 1). Występowanie stromatolitów i onkolitów oraz ich przestrzenne rozmieszczenie wskazują, że w tej strefie mogły utworzyć się masywy biohermowe (tabl. II, fig. 6).

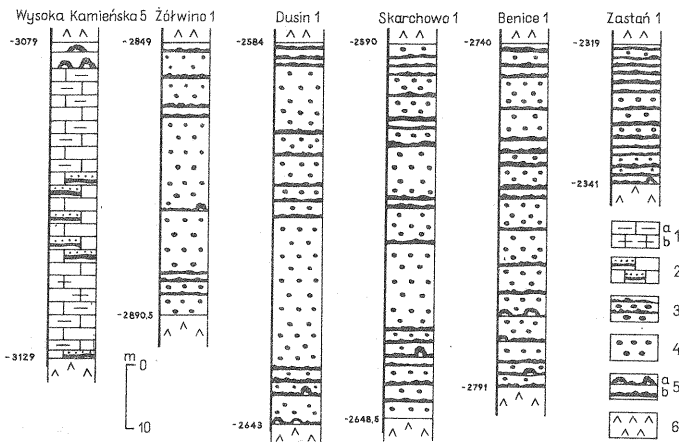


Fig. 2. Profile litologiczno-facjalne dolomitu głównego
Lithological-facies sections of the Main Dolomite

1 – wapienie: a – smugowane, b – laminowane; 2 – wapienie o reliktywnej strukturze algowej; 3 – dolomity; 4 – onkolity; 5 – stromatolity: a – kopolowe, b – warstwowe; 6 – anhydryty

1 – limestones: a – streaky, b – laminated; 2 – limestones with relic algal structure; 3 – dolomites; 4 – oncolites; 5 – stromatolites: a – domes, b – layers; 6 – anhydrites

Strefa laguny wewnętrznej. Strefa laguny ograniczona jest od otwartego zbiornika barierą dolomitową, a od równi szelfowej strefą z biohermami. Laguna wewnętrzna była izolowana. Kontakt ze środowiskami sąsiednimi był utrudniony. W profilu dominują stromatolity. Udział onkolitów jest minimalny (fig. 2, Zastań 1). Utworom węglanowym towarzyszy w znacznej ilości anhydryt. Typowy jest brak wyraźnej granicy między anhydrytami a węglanami w spągu i stropie dolomitu głównego; obserwuje się tu kilkumetrowe strefy przejściowe.

Strefa równi szelfowej. W utworach dolomitu głównego strefy szelfu dominują laminowane utwory węglanowe z podrzędnie występującymi

onkolitami, stromatolitami i dolomitami organodetrycznymi. Typowe jest występowanie znacznej domieszki materiału terygenicznego.

Strefa laguny przybrzeżnej z przegłębieniami. Strefa ta jest najslabiej poznana. Dotychczas stwierdzono tu ciemne dolomity laminowane i smugowane materiałem ilastym, z podrzędnie występującymi dolomitami z rozproszonymi szczątkami fauny. Ten typ osadu związany jest z przegłębieniami. W części laguny bliższej brzegu występują dolomity z anhydrytami i solą, z domieszką materiału terygenicznego.

FACJA WAPIENNA

Utwory wapienne reprezentują głębsze środowisko sedymentacyjne. Są to w strefie przejściowej wapienie laminowane i smugowane materiałem ilastym z podrzędnie występującymi wapieniami algowymi, a w strefie głębszej, otwartego zbiornika, ciemne ilowce i mułowce wapniste. Stromatolity w utworach dolomitu głównego strefy przejściowej są nieliczne. Występują zazwyczaj w utworach wskazujących na bardziej płytkowodną sedymentację i skupiają się w najwyższej, dolomitowej części profilu dolomitu głównego (fig. 2, Wysoka Kamińska 5).

WYSTĘPOWANIE STROMATOLITÓW I ICH FORMY (MAKROSTRUKTURY)

Najbardziej różnorodne i najlepiej wykształcone struktury stromatolitowe występują w strefie bariery dolomitowej i w lagunie. W strefie bariery, w przyspągowej partii dolomitu głównego, tuż nad brekcją, pojawiają się złożone formy stromatolitowe przypuszczalnie znacznych rozmiarów. Sądzić tak można obserwując przebieg szwów strukturalnych oraz przestrzenne ułożenie warstewek węglanowych (tab. I, fig. 3 i 4). Stromatolity tej części profilu zazwyczaj nie tworzą form odosobnionych, lecz skupiają się w zespoły, dając skomplikowane, o złożonej budowie struktury przestrzenne. Dominujący typ stromatolitów – to kopuły typu SH (B. Logan i in., 1964) i płaskie laminy. W wyższej części dolomitu głównego dominują formy laminowane i formy bez wyraźnej tekstury warstewkowej, kawerniste, z relikami struktur algowych. W utworach bariery dolomitowej przeważają onkolity; w stromatolitech, które tworzą cienkie poziomy, obserwuje się formy dobrze wykształcone.

W utworach lagunowych dominują stromatolity. Najpowszechniej występującym typem jest stromatolit złożony z zespołu mniej lub bardziej pofalowanych warstewek węglanowych różnej grubości. Można przypuszczać, że w niektórych przypadkach zespoły warstewek węglanowych budują stromatolity typu SH-V i LLH-S (B. Logan i in., 1964). W stromatolitech omawianej strefy stwierdza się, że warstewka węglanowa – podstawowy element stromatolitu – może występować w zespole regularnych warstewek budujących określoną formę stromatolitową lub w zespole warstewek o różnej grubości i nieregularnym przebiegu z przewarstwieniami anhydrytu. W drugim przypadku nie obserwuje się wyraźnej formy stromatolitowej.

W utworach facji wapiennej stromatolity stwierdzono w nielicznych profilach dolomitu głównego. Struktury stromatolitowe występują w przystropowej, dolomitowej części profilu dolomitu głównego, na granicy z anhydrytem podstawowym (A2). Najczęściej obserwowaną formą stromatolitu jest płaska kopuła o nieregularnej powierzchni i niezbyt wyraźnej budowie warstewkowej. W niższej, wa-

pieńnej części profilu dolomitu głównego stwierdza się warstewki różnej grubości z relikdami struktur algowych; nie obserwuje się tu jednak struktur stromatolitycznych.

Na podstawie zebranych materiałów i obserwacji w omawianych utworach stwierdzono występowanie stromatolitów niekopułowych typu: warstw płaskich, warstw falistych, warstw płaskich z kolumnami (LLH-S), nieregularnie warstwowanego oraz stromatolitów kopułowych typu SH-V i SH-C.

Wielkość struktur stromatolitycznych jest różna. Formy kopułowe osiągają wielkość od kilku do kilkunastu centymetrów. Wielkość form niekopułowych jest trudna do określenia, brak jest bowiem kryterium oceny. Zespoły składające się z warstewek o grubości od kilku milimetrów do kilku centymetrów tworzą czasem metrowej miąższości serie węglanowe.

MIKROSTRUKTURY STROMATOLITÓW

Badane stromatolity zbudowane są z drobno- i mikroziarnistych węglanów z niewielką domieszką materiału terygenicznego i organodetrytycznego. Materiał terygeniczny to głównie kwarc frakcji aleurytowej. Z reguły występuje mniej lub bardziej widoczna laminacja ilasta. Zróżnicowanie składu materiału organodetrytycznego jest niewielkie. Najczęściej występują szczątki małżów, a obok nich pojawiają się ślimaki i otwornice. Wydłużone elementy detrytyczne, głównie szczątki małżów, układają się zazwyczaj beładnie, ale można również spotkać ułożenia w przybliżeniu równoległe do powierzchni lamin.

Obserwowane mikrostruktury można podzielić na następujące grupy:

- 1 – warstewki o zróżnicowanej teksturze (tabl. II, fig. 6),
- 2 – warstewki o strukturze różnoziarnistej z laminacją ilastą (tabl. III, fig. 7, 8; tabl. IV, fig. 9),
- 3 – warstewki o strukturze ziarnisto-gruzelkowej (tabl. IV, fig. 10),
- 4 – warstewki o strukturze ziarnisto-szkieletowej (tabl. V, fig. 11),
- 5 – warstewki o złożonej budowie wewnętrznej, np. siatkowej, „chmurkowej” itp. (tabl. V, fig. 12).

Pierwsza grupa spotykana jest sporadycznie i tylko w utworach facji dolomitowej. Stromatolity tej grupy z trudem można zróżnicować na podstawie alternacji zespołów warstewek materiału mikrytowego i bardziej gruboziarnistego. Warstewki o strukturze różnoziarnistej mają zmienną grubość i z reguły falisty przebieg. Zbudowane są najczęściej z drobnoziarnistych węglanów, którym może towarzyszyć mikryt i drobne gruzelki algowe. Między jaśniejszymi, nieco przekryształizowanymi warstewkami węglanowymi gromadzi się w smugach i laminach ciemna substancja ilasto-żelazista. Podobieństwo do tej mikrostruktury wykazują czasem przekryształizowane mikrostruktury niektórych stromatolitów wykształconych w formie kopuły.

Warstewki o strukturze ziarnisto-gruzelkowej i ziarnisto-szkieletowej są odmianami jednej mikrostruktury. Cechą wspólną obu odmian jest dwudzielność warstewek. W dolnej części warstewki występuje zawsze węglan drobnoziarnisty, czasem laminowany, przechodzący ku górze w węglan złożony z drobnych gruzelków algowych lub w węglan o teksturze szkieletowej. Szkielet jest węglanowy, a wypełnienie siarczanowo-halitowe. Każda z dwudzielnych warstewek utworzyła się w czasie jednego cyklu sedymentacyjnego. Cykle takie mogą powtarzać się kilkakrotnie (tabl. V, fig. 11).

Cykliczność sedymentacji w omawianych utworach nie budzi wątpliwości. Zjawisko to obserwowane jest bardzo często. Trudno jest ustalić okres, w którym cykl taki zamyka się.

Występowanie warstewek o złożonej budowie wewnętrznej stwierdzono w stromatolitach z wyższej partii profilu dolomitu głównego Żółwino I (tabl. V, fig. 12). Występują tu liczne kawerny wypełniane anhydrytem lub halitem (tabl. V, fig. 12). Mikrostruktury tego typu tworzą się w czasie bujnego rozwoju glonów w płytkim środowisku.

WNIOSKI

Obserwacje mikrostruktur stromatolitów wskazują na istnienie cyklicznej sedymentacji węglanowej. Określenie czasu trwania cyklu jest w większości wypadków niemożliwe. Mikrostruktury stromatolitów nie wskazują na istnienie pływów w zbiorniku cechsztyńskim. Decydujący wpływ na lokalną zmienność wykształcenia utworów węglanowych miało ukształtowanie podłoża i zmieniająca się dynamika środowiska związana z wahaniami poziomu wód w długich cyklach.

Mikrostruktury stromatolitów są wspólne dla podobnych form i nie zależą od środowiska sedymentacji. Wydaje się, że istnieje duży związek między mikrostrukturą stromatolitu a typem glonów.

Obserwowane stromatolity tworzyły się w środowisku sublitoralnym i litoralnym. Stromatolity w głębszej części zbiornika świadczą o spłyceńiach w końcowym etapie sedymentacji utworów Ca₂.

Stwierdzenie występowania stromatolitów i badanie ich mikrostruktur może mieć duże znaczenie przy regionalnej analizie paleofacjalnej i może ułatwić zrozumienie charakteru zmian zachodzących w trakcie sedymentacji utworów dolomitu głównego.

Przedsiębiorstwo Poszukiwań Nafty i Gazu
Piła, Plac Staszica 9
Nadesłano dnia 2 marca 1981 r.

PIŚMIENICTWO

- LOGAN B., REZAK R., GINSBURG R. (1964) – Classification and environmental significance of algal stromatolites, *J. Geol.* 72.
- PREISS W.V. (1976) – Basic field and laboratory methods for the study of Stromatolites. In: *Stromatolites. Developments in Sedimentology*. M.R. Walter (Editor).
- PROTAS A. (1979) – Zróżnicowanie mikrofacjalne dolomitu głównego w NW części synklinorium szczecińskiego i antyklinorium pomorskiego (praca doktorska). Arch. PPNiG. Piła.

Александр ПРОТАС

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФОРМ И МИКРОСТРУКТУР СТРОМАТОЛИТОВ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ПОРОД
ГЛАВНОГО ДОЛОМИТА НА СЗ ПОЛЬШИ**

Резюме

Породы главного доломита (Ca₂) на СЗ Польши отличаются большой литофациальной разнородностью (фиг. 1). В породах доломитовой фации в разрезе главного доломита преобладают онколиты и строматолиты (фиг. 2). В глубокой части бассейна строматолиты появляются в конце седиментации пород главного доломита (фиг. 2) и свидетельствуют о седиментации в более мелководных условиях.

Строматолиты, образовавшиеся в литоральных и в sublиторальных условиях, отличаются разнообразием форм и микроструктур. Такие же структуры могут наблюдаться в разных формах строматолитов, образовавшихся в разных средах. Микроструктуры тесно связаны с типом водорослей, участвовавших в образовании биогенных строматолитовых форм.

Описываемые микроструктуры указывают на цикличность седиментации, вероятно обусловленную длительными периодами колебания уровня вод в цехштейновом бассейне.

Открытие строматолитов и изучение их микроструктур имеет большое значение для палеофациального анализа рассматриваемых пород.

Aleksander PROTAS

**VARIABILITY IN FORM AND MICROSTRUCTURE OF STROMATOLITES
IN DEPENDENCE ON ENVIRONMENT AT THE EXAMPLE
OF MAIN DOLOMITE DEPOSITS IN NW POLAND**

Summary

In NW Poland, Main Dolomite (Ca₂) deposits appear highly varying in lithofacies (Fig. 1). Onkolites and stromatolites predominate in Main Dolomite deposits developed in dolomite facies (Fig. 2). In deep parts of the reservoir, stromatolites appeared towards the end of sedimentation of the Main Dolomite Series (Wysoka Kamieńska — see Fig. 2), indicating decrease in water depth.

The studied stromatolites, originating in littoral and sublittoral environments, are markedly varying in form and microstructure. It should be noted that the same microstructures may be displayed by stromatolites differing in form and environment of origin. The microstructures are closely related to the type of algae contributing to the origin of the biogenic stromatolite forms.

The discussed microstructures suggest cyclic nature of sedimentation, presumably related to long-term oscillations in water level in the Zechstein reservoir.

The knowledge of occurrences of stromatolites and their microstructure markedly contributes to paleofacies analysis of the relevant deposits.

TABLICA I

Fig. 3. Stromatolit niekopułowy złożony z szeregu płaskich warstewek z widocznymi szwami strukturalnymi typu mikrostylolitów. Bariera dolomitowa. Benice 1, głęb. 2789,2 m
Stromatolite not belonging to the dome type, consisting of several flat layers with distinct stylolite-type structural sutures. Dolomite barrier. Borehole Benice 1, depth 2789.2 m

Fig. 4. Stromatolit typu SH-V. Laguna wewnętrzna. Zastań 1, głęb. 2325,5 m
Stromatolite of the SH-V type. Inner lagoon. Zastań 1, depth 2325.5 m

Na tabl. I–II skala = 1 cm

Scale equals 1 cm in Tabl. I–II

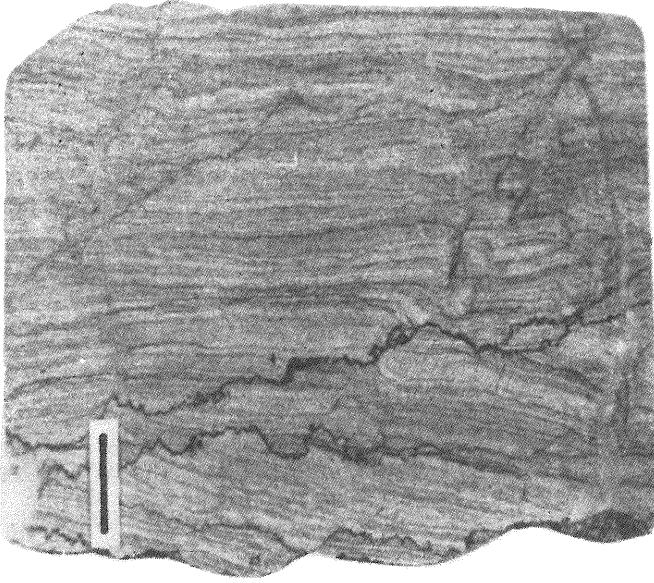


Fig. 3

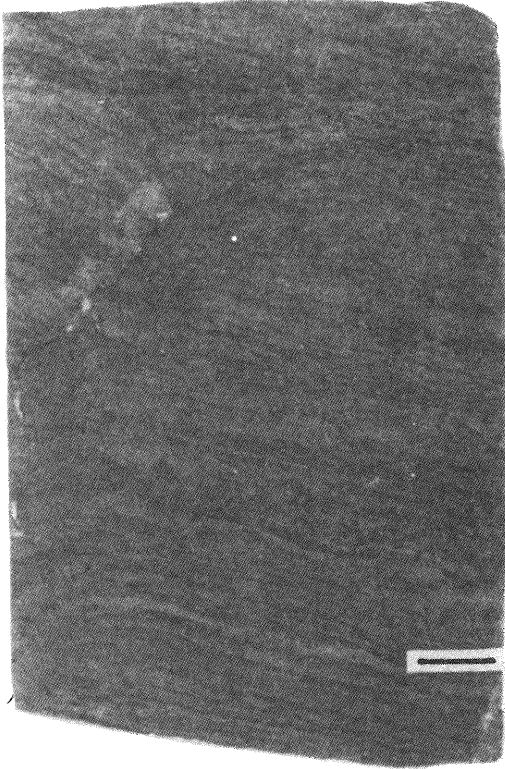


Fig. 4

Aleksander PROTAS – Zmienność form i mikrostruktur stromatolitów w zależności od środowiska
na przykładzie utworów dolomitu głównego NW Polski

TABLICA II

Fig. 5. Stromatolit typu nieregularnie warstwowanego z utworów bariery dolomitowej. Liczne szwy strukturalne typu mikrostylolitów. Skarchowo 1, głęb. 2642,6 m

Stromatolite of the irregularly layered type from rocks of the dolomite barrier. Note numerous stylolite-type structural sutures. Skarchowo 1, depth 2642.6 m

Fig. 6. Stromatolit o zróżnicowanej teksturze. Bariera dolomitowa. Żółwino 1, głęb. 2874,5 m. Pow.

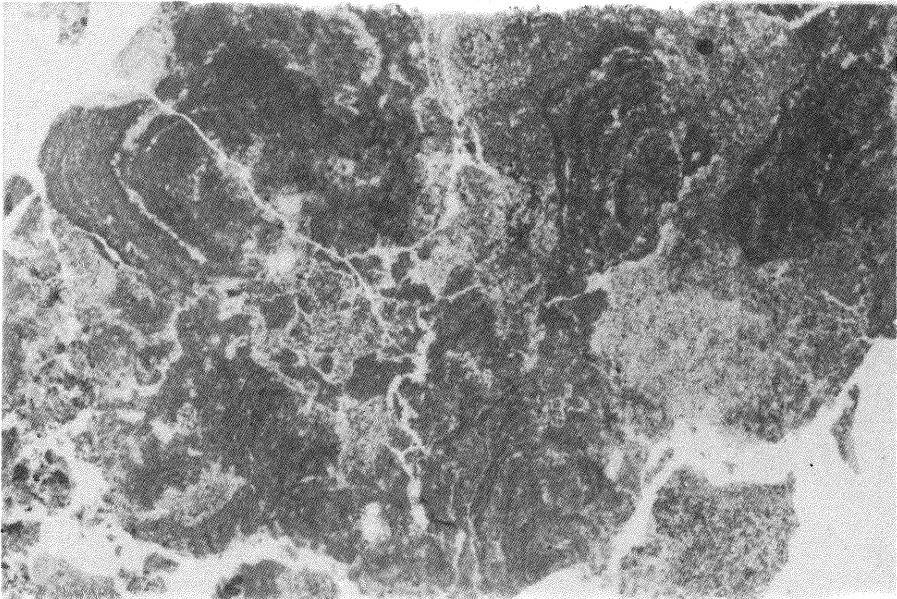
5 ×

Stromatolite with differentiated texture. Dolomite barrier. Żółwino 1, depth 2874.5 m. Enl. × 5



Fig. 5

Fig. 6



Aleksander PROTAS – Zmienność form i mikrostruktur stromatolitów w zależności od środowiska na przykładzie utworów dolomitu głównego NW Polski

TABLICA III

Fig. 7. Mikrostruktura typu warstewkowego z laminacją i smugowaniem substancją ilastą. Warstewki o zmiennej grubości. Zastań 1, głęb. 2335,1 m. Pow 5 ×

Microstructure of the layered type, with laminations and streaks formed of clay matter. Layers varying in thickness. Zastań 1, depth 2335.1 m. Enl × 5

Fig. 8. Mikrostruktura typu warstewkowego z nieregularną laminacją substancją ilasto-żelazistą. Wysoka Kamieńska 5, głęb. 3079,8 m. Pow 5 ×

Microstructure of the layered type, with irregular lamination with clay-ferruginous matter. Wysoka Kamieńska 5, depth 3079.8 m. Enl. × 5

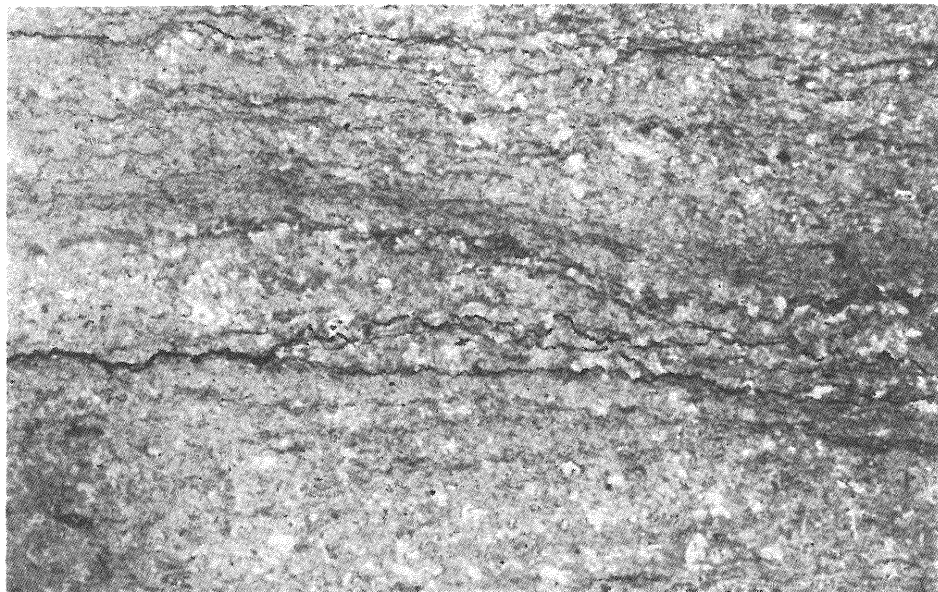


Fig. 7

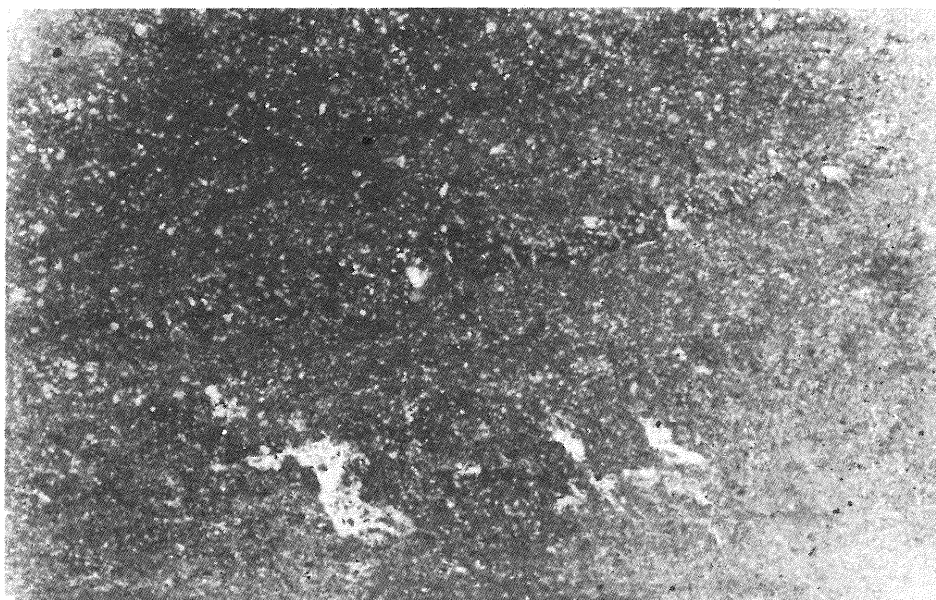


Fig. 8

Aleksander PROTAS – Zmienność form i mikrostruktur stromatolitów w zależności od środowiska
na przykładzie utworów dolomitu głównego NW Polski

TABLICA IV

Fig. 9. Mikrostruktura typu warstewkowego. Warstewki o falistym przebiegu i różnej grubości. Benice 1, głęb. 2785,6 m. Pow. 5 ×

Microstructure of the layered type. Layers wavy and varying in thickness. Benice 1, depth 2785.6 m. Enl. × 5

Fig. 10. Mikrostruktura warstewkowa, ziarnisto-gruzelkowa. Zastań 1, głęb. 2323,0 m. Pow. 5 ×

Microstructure of the layered type, grainy-lumpy. Zastań 1, depth 2323.0 m. Enl. × 5

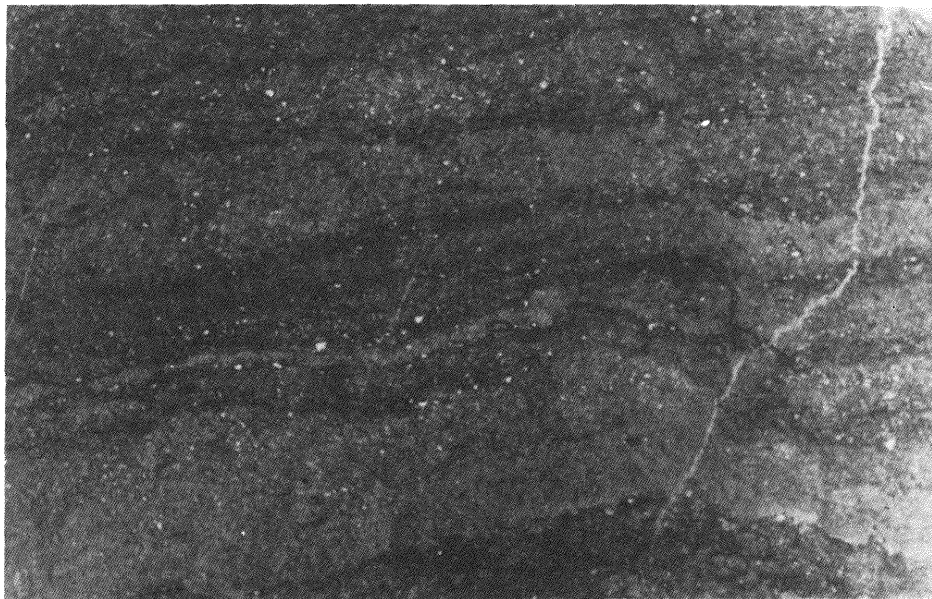


Fig. 9

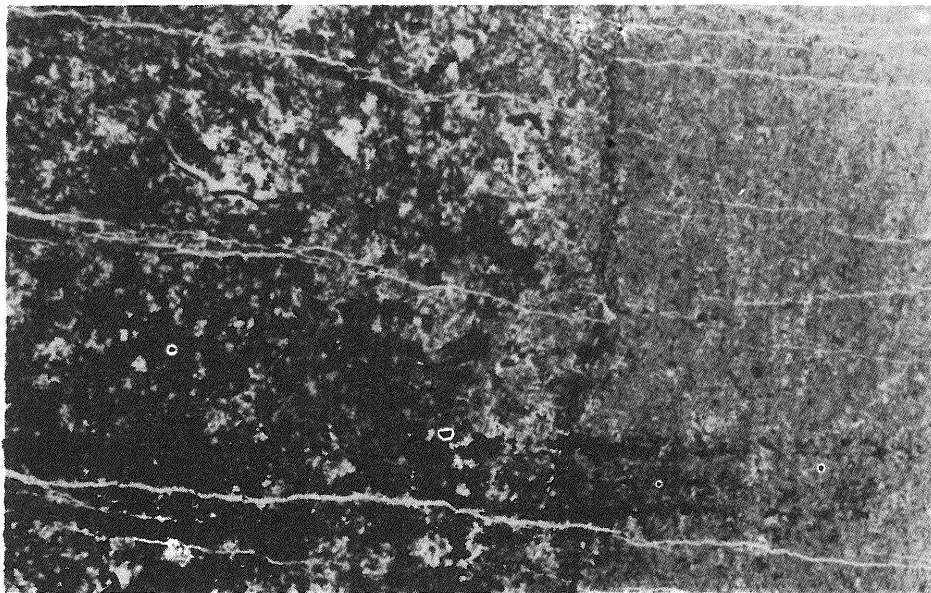


Fig. 10

Aleksander PROTAS – Zmienność form i mikrostruktur stromatolitów w zależności od środowiska na przykładzie utworów dolomitu głównego NW Polski

TABLICA V

Fig. 11. Mikrostruktura warstewkowa, ziarnisto-szkieletowa. Zastań 1, głęb. 2320,8 m. Pow. 5 ×
Microstructure of the layered type, grainy-skeletal. Zastań 1, depth 2320.8 m. Enl. × 5

Fig. 12. Mikrostruktura warstewkowa o złożonej budowie kawernisto-„chmurkowej”. Żółwino 1,
głęb. 2858,7 m. Pow. 5 ×

Microstructure of the layered type, internally complex, cavernaceous "cloudy". Żółwino 1, depth
2858.7 m. Enl. × 5

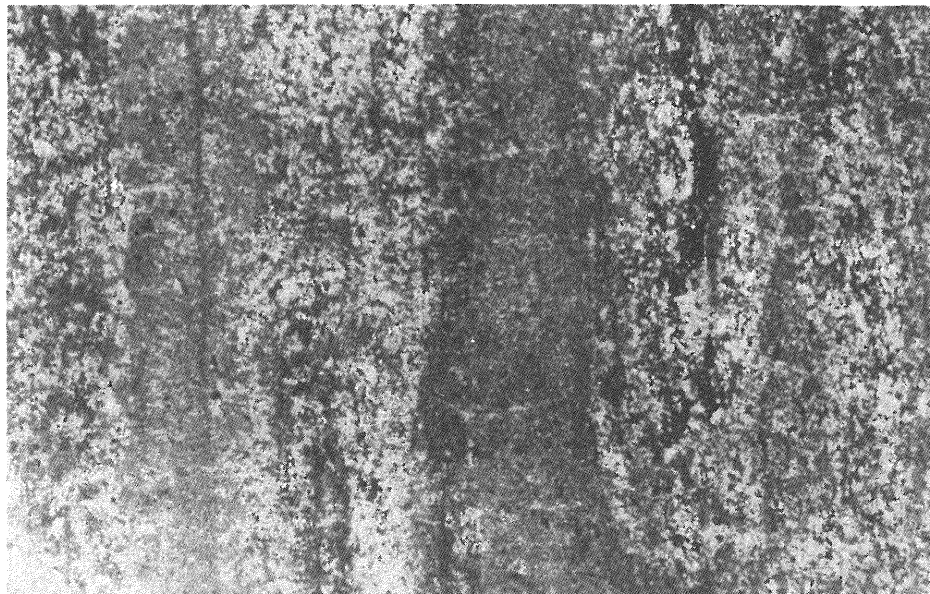


Fig. 11

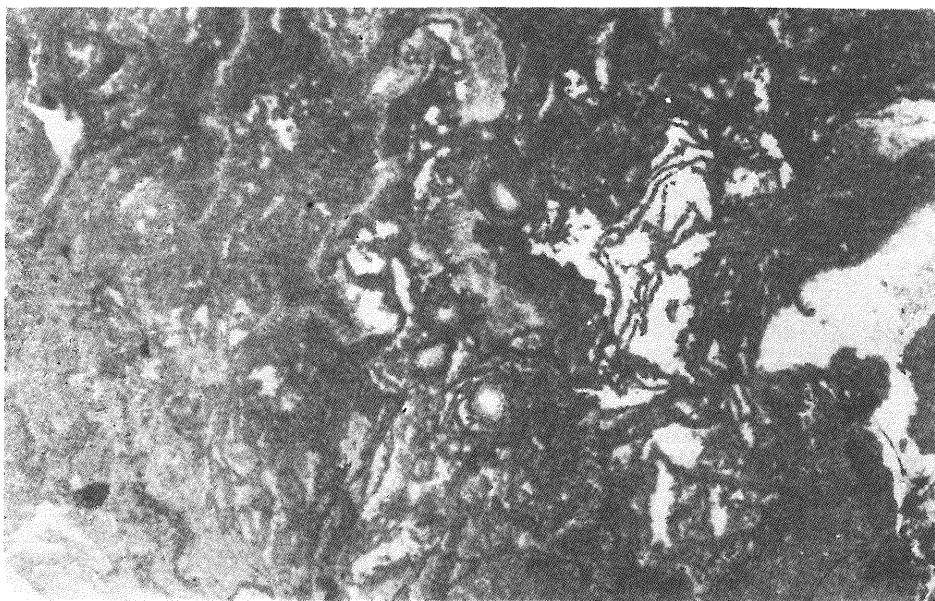


Fig. 12

Aleksander PROTAS – Zmienność form i mikrostruktur stromatolitów w zależności od środowiska
na przykładzie utworów dolomitu głównego NW Polski