

MARIUSZ PASZKOWSKI

Uniwersytet Jagielloński

SINICOWE STRUKTURY BIOSEDYMENTACYJNE W WAPIENIACH DINANTU W REJONIE KRZESZOWIC

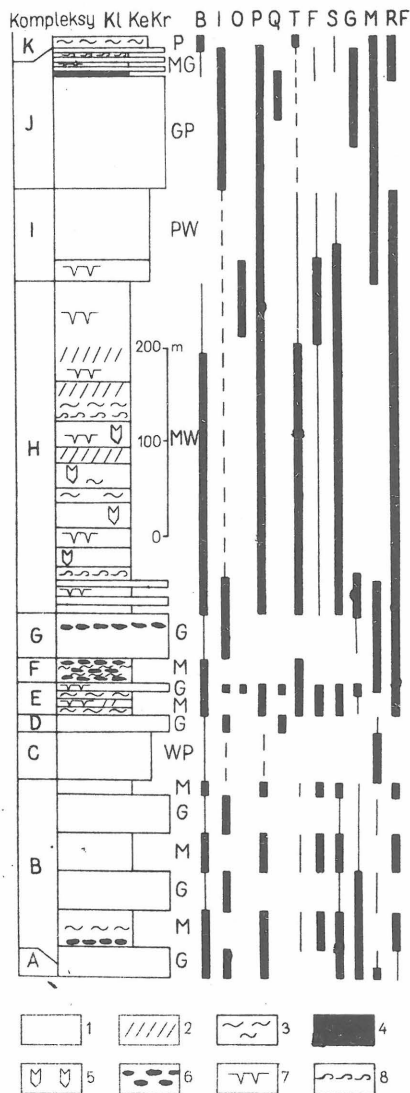
UKD 552.14:552.122:550.73/.74:552.541:551.735.1(438.31 Krzeszowice)

Piśmiennictwo poświęcone strukturom biosedymentacyjnym pochodzenia sinicowego w osadach węglanowych dolnego karbonu, aczkolwiek obfite i sięgające początków XX w. (10), jest głównie ograniczone do opisów wystąpień z Europy Zachodniej i Ameryki Północnej. W polskiej literaturze znajdujemy tylko nieliczne wzmianki o interesującej nas grupie struktur. Oprócz prac paleontologicznych (6, 12), jedynie kilku autorów wspomina o obecności onkoidów w wapieniach dinantu (3, 7, 25), o strukturach fenostralnych (2) i o stromatolitach (4)*. Stromatolity zostały zaobserwowane po raz pierwszy w 1979 r. w wapieniach dinantu na N od Krzeszowic przez J. Wieczorka.

Zidentyfikował on także niektóre występujące tam nie-laminowane struktury kryptalgowe jako trombolity.

Seria skał węglanowych dinantu o miąższości ponad 1000 m odsłaniająca się na N od Krzeszowic została wstępnie podzielona przez autora na 11 nieformalnych jednostek litostratygraficznych – kompleksów. Skały w obrębie poszczególnych kompleksów stanowią osad bardzo zróżnicowanych środowisk sedymentacyjnych. Sięgają one od

* Wspomnieć należałoby tu także o tzw. „serii stromatopowej” (7, 21), w której występuje od dawna znana forma *Labechia*. Może ona być uważana za rodzaj stromatolitu w rozumieniu J. Kaźmierczaka (13).



głębokiego szelfu (czarne, margliste spikulity z rogowcami kompleksu F) aż po strefę sebhya (laminowane mikryty i dolomikryty z pseudomorfozami po gipsie oraz anhydrycie bulastym kompleksu H). W profilu zdarzają się nawet często poziomy z rozwojem paleokrasu, gleb kopalnych i pokryw kalkretów i silicikretów (w kompleksach E, H, I, J), co sugeruje okresy dłuższej subaeralnej ekspozycji. Jedynie kompleksy A, B, E, H, I, K zawierają znaczącą ilość struktur pochodzenia sinicowego (ryc. 3, 1).

Zgeneralizowany profil omawianej serii został zestawiony z kilku odcinków dostępnych do obserwacji w różnych punktach badanego obszaru. Największym odsłonięciem jest wyrobisko Kopalni Wapienia Czatkowice, gdzie widoczny jest odcinek profilu o długości ponad 700 m. Korelacja warstw z pozostałych odsłonięć oparta jest na kryteriach litostratygraficznych, ze względu na brak badań dostatecznie precyzyjnych danych biostratygraficznych (na obecnym etapie). Profil na ryc. 1 przedstawia jedynie zmienność cech litologicznych osadów w pionie, natomiast zmienność lateralna jest trudniejsza do prześledzenia, z powodu trudności korelacyjnych i niewielkich rozmiarów odsłonięć.

Ryc. 2 przedstawia morfologiczną klasyfikację makroform bez uwzględniania ich podziału genetycznego na mikrostruktury szkieletowe i kryptalgowe. Wstępne badania mikrostruktury tych form pozwoliły w części z nich zidentyfikować wiele tworzących je organizmów. Wyróżniono kilka rodzajów glonów wapiennych z rodziny

Ryc. 1. Zgeneralizowany profil litologiczny osadów dinantu w rejonie na N od Krzeszowic.

Frakcja osadu: kl – kalcylutyt, ke – kalkarenit, kr – kalcyrudyt (klasyfikacja skał węglanowych Dunhama spolszczona (11)). M – madston, W – wakston, P – pakston, G – greinston; cechy litologiczne osadu: B – bitumicznosc, I – intraklasty, O – ooidy i pizoidy, P – peloidy, Q – kwarc detrytyczny, T – skamieniałości śladowe, F – struktury fenestralne (9), S – struktury sinicowe i kryptalgowe, G – glony wapienne (zielenice i krasnorosty), M – fauna otwartego szelfu, RF – fauna zubożala (lagunowa); 1 – wapień, 2 – dolomit, 3 – margiel, 4 – ilowiec, mułowiec pstry (przeławiczenie o cechach „red beds”), 5 – pseudomorfozy po ewaporatach, 6 – rogowce, 7 – szczeliny z wysychania, 8 – brekcje sedimentacyjne (osuwiskowe, kolapsyjne i in.).

Fig. 1. Simplified lithological section of Dinantian rocks in area north of Krzeszowice.

Fraction of sediment: kl – calcilutite, ke – calcarenite, kr – calcirudite (Polish version of Dunham's classification of carbonate rocks after (11)).

M – mudstone, W – wackestone, P – packstone, G – grainstone; lithological features of sediment: B – presence of bituminous matter, I – intraclasts, O – ooids and pisoids, P – pelloids, Q – detrital quartz, T – trace fossils, F – fenestral structures (9), S – algal and cryptalgal structures, G – calcareous algae (green algae and red algae), M – open shelf fauna, RF – impoverished (lagoon) fauna; 1 – limestone, 2 – dolomite, 3 – marl, 4 – claystone, mottled mudstone (intercalations of the "red beds" type), 5 – pseudomorphoses after evaporites, 6 – hornfelses, 7 – mud cracks, 8 – syndimentary breccias (slump and collapse breccias, etc.).

Porostromata (*Girvanella*, *Ortonella*, *Garwoodia* i in.). Towarzyszą im w konstrukcji „budowli” sinicowych zarówno inne glony wapienne (krasnorosty), oprócz tego przypuszczalnie porosty, jak i skamieniałości zwierzęce (otwornice inkrustrujące, rurki wieloszczetów, mszywioly, robakokształtne ślimaki i in.).

Model rozmieszczenia poszczególnych typów struktur sinicowych zależnie od środowiska sedimentacji (dolna część ryc. 2) oparty jest zarówno na szczegółowych badaniach sedimentologicznych osadów otaczających daną strukturę, jak i na analizie całych sekwencji litologicznych.

Oprócz pospolitych form sinicowego pochodzenia, takich jak stromatolity i onkoidy, którym poświęcona już została obszerna literatura, na uwagę zasługują przede wszystkim struktury słabiej rozpoznane, rzadziej spotykane. Niewątpliwie należą do nich stromatolity subaeralne (23) tworzone przypuszczalnie przy współdziałaniu porostów (14) i sinic (15). Występują one w omawianym profilu w asocjacji ze skorupami kalkretów i mają charakterystyczną fenestralno-lamelarną budowę (ryc. 2 A5).

Uderzająca jest w skałach dinantu obfitość struktur nielaminowanych, zwłaszcza trombolitów. Termin ten, wprowadzony przez Aitkena (1), został zdefiniowany na nowo przez Pratta i Jamesa (19) jako: „kryptalgowe struktury o zróżnicowanym kształcie od spłaszczonego do kolumnowego, które mogą być rozgałęzione i anastomozujące, nie posiadające wyraźnej laminacji, na ogół występujące w grupach, nadając makroskopowo grudkowy (plamisty) wygląd skał”. W omawianych skałach tworzą one biohermy o rozmiarach do ponad 1 m i kształcie najczęściej stożkowo-kopulastym, biostromy o rozciągłości do kilku metrów oraz nieregularne skupienia (ryc. 2 B1). Część z nich ujawnia przy badaniach mikroskopowych obecność glonów wapiennych z rodziny Porostromata – *Girvanelli* i *Ortonelli*. W świetle obserwacji autora wnioski o niżej-

Ryc. 2. Morfologiczna klasyfikacja makroform sinicowych i kryptalgowych struktur biosedymentacyjnych z wapieni dinantu na N od Krzeszowice i model ich rozmieszczenia w poszczególnych środowiskach sedimentacji.

Typ A – struktury laminowane; A1–A5 przytwierdzone do podłoża, A6 – nieprzytwierdzone, A1 – mata gładka kryptalgowa, a – zundulowana, b – kopuła, c – kopuła kumulatywna (skala 1:5); A2 – mata poligonalna kryptalgowa ze szczelinami z wysychania i podgięciem lamin ku górze (skala 1:10); A3 – mata poligonalna kryptalgowa (?) ze szczelinami z wysychania i podgięciem lamin ku dołowi (skala 1:10); A4: a – mata fenestralna (9), b – kolumnienki stromatolitowe, c – kolumnienki stromatolitowe fenestralne, d – naskorupienia koniatolitowe (20), skala 1:1; A5 – stromatolit subaeralny (porostowy ?, pustynny) (23, 14, 15), skala 1:1; A6 – struktury nie przytwierdzone do podłoża, a – onkoid szkieletowy porostromatowy (18), b – onkoid spongiostromatowy (18), c – „placki” maty kryptalgowej, d – onkoidy fenestralne, e – płaskie fragmenty maty fenestralnej (skala 1:1). Typ B – struktury nielaminowane, B1 – trombolity: a – bioherma stożkowo-kopulasta, b – biostroma, c – nieregularne skupienia (skala 1:20), B2 – zbite masy kryptalgowe: a – bioherma, b – biostroma, c – masa fenestralna (skala 1:10). Typ C – struktury złożone: C1 – a – biostroma serpulowo-stromatolitowa, b – bioherma trombolitowo-wieloszczetowa (skala 1:3), C2 – formy budowane przez robakokształtne ślimaki i sinice, a – kopuły zbudowane z biohermy ślimakowej i okrywy stromatolitowej, b – makroid sinicowo-ślিমakowy, c – bioherma trombolitowo-ślিমakowa (skala 1:15); C3 – a – makroid budowany przez sinice i krasnorosty, b – trombolit inkrustowany powłokami podobnymi do *Archaeolithoporella* (skala 1:1), c – onkoid inkrustowany otwornicami płójącymi się po podłożu, WW – poziom wysokiej wody, WN – poziom niskiej wody.

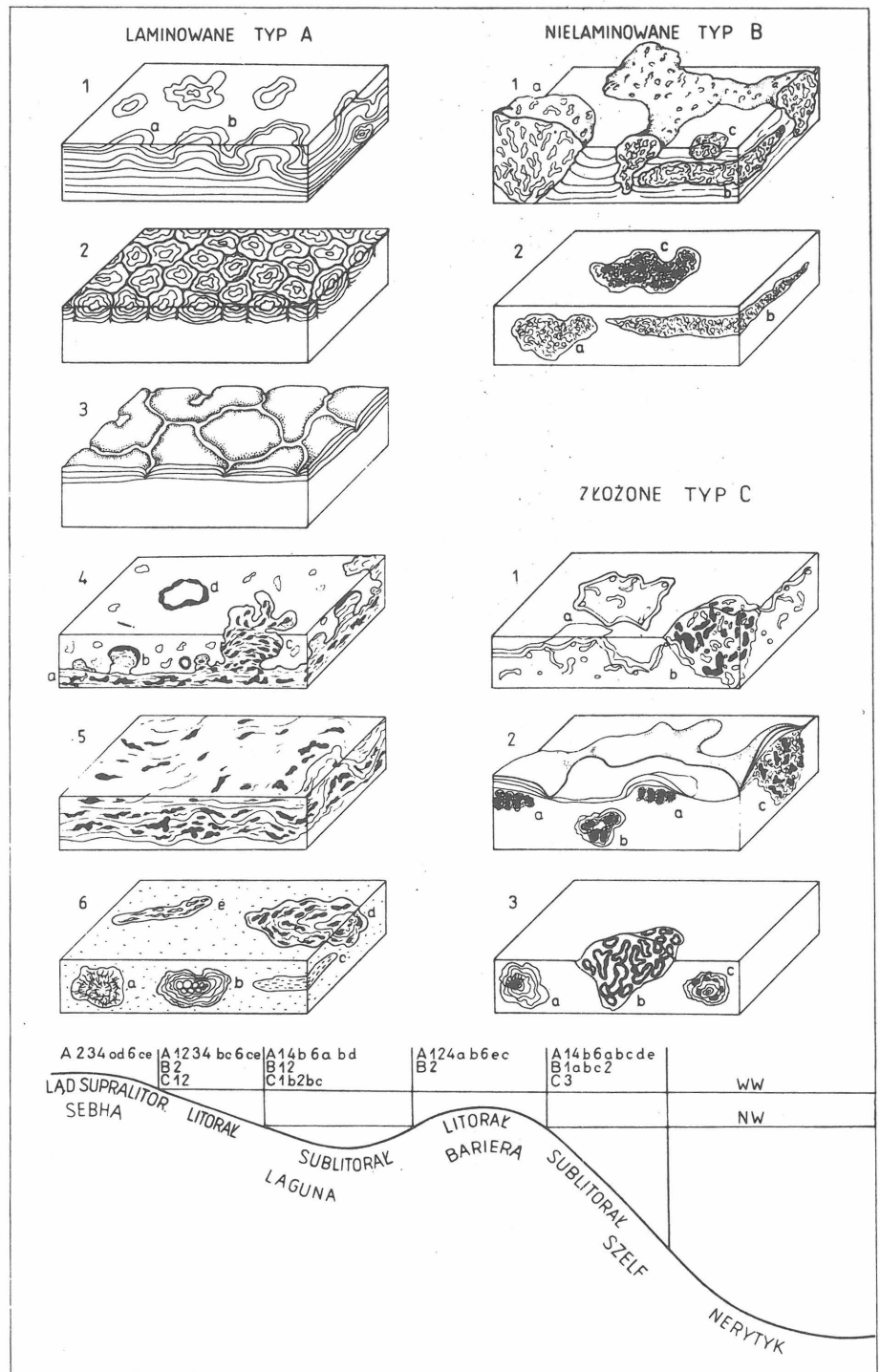


Fig. 2. Morphological classification of macroforms of algal and cryptalgal biosedimentary structures in Dinantian limestones N of Krzeszowice and a model of their distribution in individual sedimentary environments.

Type A – laminated structures; A1–A5 – attached to bedrock, A6 – not attached, A1 – smooth cryptalgal mat, a – undulated, b – dome, c – cumulative dome (scale 1:5); A2 – polygonal cryptalgal mat with mud cracks and laminae bent upwards (scale 1:10); A3 – polygonal (?) cryptalgal mat with mud cracks and laminae bent downwards (scale 1:10); A4: a – fenestral mat (9), b – stromatolite columns, c – fenestral stromatolite columns, d – coniatolite crusts (20), scale 1:1; A5 – subaerial (?) overgrowing desert (23, 14, 15), scale 1:1; A6 – structures unattached to bedrock, a – skeletal porostromatocoid (18), b – spongiostromatocoid (18), c – patches of cryptalgal mat, d – fenestral oncooids, e – plat fragments of fenestral mat (scale 1:1). Type B – unlaminated structure, B1 – thrombolites: a – conical-dome bioherm, b – biostrome, c – irregular accumulations (scale 1:20), B2 – compact cryptalgal masses: a – bioherm, b – biostrome, c – fenestral mass (scale 1:10). Type C – compound structures, C1 – a – serpulid-stromatolite biostrome, b – thrombolite-polychaete bioherm (scale 1:3), C2 – forms built by worm-like gastropods and algae, a – domes built of gastropod bioherms and stromatolite cover, b – algal-gastropod macroid, c – thrombolite-gastropod bioherm (scale 1:15); C3 – a – macroid built by algae and Rhodophyta, b – thrombolite encrusted by *Archaeolithoporella*-like covers (scale 1:1), c – oncooid encrusted by sessile foraminifers, WW – high water level, WN – low water level.

stromat oncooid (18), c – patches of cryptalgal mat, d – fenestral oncooids, e – plat fragments of fenestral mat (scale 1:1). Type B – unlaminated structure, B1 – thrombolites: a – conical-dome bioherm, b – biostrome, c – irregular accumulations (scale 1:20), B2 – compact cryptalgal masses: a – bioherm, b – biostrome, c – fenestral mass (scale 1:10). Type C – compound structures, C1 – a – serpulid-stromatolite biostrome, b – thrombolite-polychaete bioherm (scale 1:3), C2 – forms built by worm-like gastropods and algae, a – domes built of gastropod bioherms and stromatolite cover, b – algal-gastropod macroid, c – thrombolite-gastropod bioherm (scale 1:15); C3 – a – macroid built by algae and Rhodophyta, b – thrombolite encrusted by *Archaeolithoporella*-like covers (scale 1:1), c – oncooid encrusted by sessile foraminifers, WW – high water level, WN – low water level.

K	A 6b C 3c
J	A 5 6 b d
I	A 1a 4a 5 6 a b d B 1 2 C 2c 3b
H	A 1 2 3 4 5 6 B 1 2 C 1 2 3
G	A 6 a b C 3a
F	
E	A 2 4a 5 6 B 2 C 2a 3a
D	A 6d --
C	A 6d
B	A 1 4a 6 B 1 2 C 2c 3a
A	A 6 b d

Ryc. 3. Rozmieszczenie struktur sinicowych w poszczególnych kompleksach profilu zilustrowanego na ryc. 1. Objaśnienia jak na ryc. 2.

Fig. 3. Distribution of algal structures in individual members of the section shown in Fig. 1. Explanations as given in Fig. 2.

plywowym i rzadziej międzyplywowym środowisku powstania form ujęty w pracach (16, 19, 1) w pełni się potwierdza.

Częste w omawianym profilu są struktury złożone, budowane nie tylko przez sinice, lecz także przez inne rośliny i zwierzęta bentoniczne o twardym szkielecie. Dotyczy to zwłaszcza bioherm i biostrom budowanych przez robakosształtne ślimaki z towarzyszącymi inkrustacjami stromatolitowymi i trombolitami (ryc. 2 C2). Formy te są znane z dolnego karbonu w W. Brytanii (8, 24) i innych krajach Europy Zachodniej. W Polsce znane są dotychczas jedynie pojedyncze fragmenty szkieletów tych „rafotwórczych” ślimaków (5). Wright (24) sugeruje lagunowe, schizohalinowe środowisko ich powstawania, jednak autor napotkał w omawianym profilu biohermy trombolitowo-ślimakowe także w osadach otwartego szelfu w towarzystwie pełnomorskiej fauny (m. in. głowonogi). Podobne sugestie, co do ekologii form budowanych przez rurki wieloszczetów (serpul i spirorbidów) „przeplatające się” ze strukturami sinicowymi, najczęściej stromatolitami i trombolitami (ryc. 2 C1), znajdujemy w pracach Peryta (17) oraz Toomeya i Cysa (22). W badanej przez autora serii w wielu przypadkach wspomniane struktury występują w sąsiedztwie pseudomorfoz po ewaporatach lub w osadach pozbawionych innej makrofauny (środowisko schizohalinowe, lagunowe).

Porównując wyniki badań autora z wnioskami zawartymi w licznych pracach poświęconych ekologii współczesnych i kopalnych struktur pochodzenia sinicowego należy stwierdzić, że w przypadku węglanowych osadów dinantu potwierdza się ich wartość jako narzędzia analizy facjalnej i do tworzenia rekonstrukcji paleogeograficznych.

LITERATURA

1. Aitken J. D. — Classification and environmental significance of cryptalgal limestones and dolomites with illustrations from the Cambrian and Ordovician of SW Alberta. *J. Sedim. Petr.* 1967 vol. 37.
2. Alexandrowicz S. W., Mamet B. L. — Microfacies du Carbonifere inferieur du Dome de Dębniek (Pologne Meridionale). *Rev. Espanola Micro-pal.* 1973 nr 3.
3. Alexandrowicz S. W., Siedlecka A. — Charakterystyka litologiczna wapieni wizeńskich z Czernej koło Krzeszowic. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 1964 z. 3.
4. Bełka Z. — The alleged algal genus *Aphralysia* is a foraminifer. *N. Jb. Paläont. Mh.* 1981 nr 5.
5. Bełka Z., Skompski S. — A new open-coiled gastropod from the Visean of Poland. *Ibidem* 1982 nr 7.
6. Bilan W., Golonka J. — Upper Devonian Lower Carboniferous Calcareous Algae from the Fore-Carpathian Depression. *Acta Geol. Pol.* 1973 nr 1.
7. Bogacz K. — Budowa geologiczna paleozoiku dębnieckiego. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 1980 z. 2.
8. Burchette T. P., Riding R. A. — Attached vermiform gastropods in Carboniferous marginal marine stromatolites and biostromes. *Lethaia* 1977 nr 1.
9. Grover G. Jr., Read J. F. — Fenestral and associated vadose diagenetic fabrics of tidal flats carbonates, Middle Ordovician New Market Limestone, SW Virginia. *J. Sedim. Petr.* 1978 nr 2.
10. Gürich G. — Les spongiostromodes du Viseen de la Province de Namur. *Mus. Hist. Natur. de Belgique* 1906 mem. 3 nr 4.
11. Jaworowski K. — W sprawie spolszczenia klasyfikacji skał węglanowych Dunhama. *Prz. Geol.* 1982 nr 4.
12. Jurkiewicz H., Żakowa H. — Głony i otwor-nice z wizenu górnego synekliny gałęzickiej. *Pr. Inst. Geol.* 1978 t. 85.
13. Kaźmierczak J. — Stromatoporoid stromatolites: new insight into evolution of cyanobacteria. *Acta Paleont. Pol.* 1980 nr 2.
14. Klappa C. F. — Lichen stromatolites: criterion for subaerial exposure and a mechanism for the formation of laminar calcretes (caliche). *J. Sedim. Petr.* 1979 nr 1.
15. Krumbein W. E., Giele C. — Calcification in a coccoid cyanobacterium associated with the formation of desert stromatolites. *Sedimentology* 1979 nr 4.
16. Mazzullo S. J., Friedman G. M. — Competitive algal colonization of peritidal flats in a schizohaline environment: the Lower Ordovician of New York. *J. Sedim. Petr.* 1977 nr 1.
17. Peryt T. M. — Spirorbid-algal stromatolites. *Nature* 1974 vol. 249.
18. Peryt T. M. — Phanerozoic oncoids: an overview. *Facies* 1981 vol. 4.
19. Pratt B. R., James N. P. — Cryptalgal-metazoan bioherms of early Ordovician age in the St. George Group, western Newfoundland. *Sedimentology* 1982 nr 4.
20. Purser B. H., Loreau J. P. — Aragonitic supratidal encrustations on the Trucial Coast, Persian Gulf. *W: The Persian Gulf* ed. B. H. Purser 1973 Springer-Verlag.
21. Siedlecki S. — Utwory paleozoiczne okolic Kra-

kowa. (Zagadnienia stratygrafii i tektoniki). Biul. Inst. Geol. 1954 nr 73.

22. Toomey D. F., Cys J. M. — Spirorbid algal stromatolites, a probable marginal marine occurrence from the Lower Permian of New Mexico USA. N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1977 nr 6.
23. Wright V. P. — A subaerial stromatolite from the Lower Carboniferous of South Wales. Geol. Mag. 1981 nr 1.
24. Wright V. P., Wright E. V. G. — The paleoecology of some algal-gastropod bioherms from the Lower Carboniferous of South Wales. N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1982 nr 9.
25. Zajączkowski W. A. — Stratygrafia i litologia wapieni dinantu w Czernej koło Krzeszowic. Biul. Inst. Geol. 1975 nr 282.

S U M M A R Y

Biosedimentary algal structures are important components of over 1000 m series of Dinantian carbonate rocks cropping out in the Krzeszowice area near Cracow. There were differentiated a number of macroforms of these structures according to morphological features including geometry of algal mats, the presence or lack of lamination, attachment to bedrock, etc. Besides common Phanerozoic structures of the stromatolite and oncoid types, there were identified some rarer ones such as thrombolites, subaerial stromatolites occurring in proximity of caliche covers, and complex stromatolites, built due to parallel growth of algae and other benthic skeletal organisms (serpulids, vermetoidal gastropods, bryozoans and Rhodophyta).

A model of distribution of individual macroforms in Dinantian sedimentary basin, reconstructed on the basis of facies analysis, confirms the value of these structures as a tool in paleogeographic and paleoecological reconstructions. They are especially useful for tracing subtle changes in bathymetry and salinity of environments adjoining tidal zone and lagoon ones.

Р Е З Ю М Е

Синяковые биоседиментационные структуры являются важным составным элементом более 1000-метровой серии карбонатных осадков динанта, обнаженной в районе Кшешовиц ок. Кракова. Выделен ряд типов макроформ и сделана их классификация по морфологическим свойствам, таким как геометрия матов водорослей, присутствие или недостаток ламинации, прикрепление к почве и др. Кроме распространенных в фанерозое структур типа строматолитов и онкоидов, выделены также более редкие формы, такие как тромболиты, субаэральные строматолиты выступающие вблизи покрова „калич” и сложные структуры образованные совместно водорослями и другими бентоническими скелетными организмами (верматоидные гастроподы, мшанки, багрянки, серпулы). Модель расположения отдельных макроформ в седиментационном бассейне динанта, реконструированная на основании фациального анализа, подтверждает пригодность этих структур для палеогеографических и палеоэкологических реконструкций. Они являются особенно пригодными для определения тонких изменений батиметрии и засоленности лагунной среды.