

Krzysztof JAWOROWSKI

## Struktury nagromadzeń graptolitów na powierzchniach warstwowania

### WSTĘP

W ostatnich latach Zakład Geologii Nizu I.G. wykonał w północnej Polsce kilka głębokich wierceń. Dzięki temu uzyskano obszerne materiały dotyczące m.in. syluru. H. Tomczyk opracowując je wstępnie zainteresował autora strukturami nagromadzeń graptolitów na powierzchniach warstwowania. Obserwacjami objęto utwory stanowiące odpowiedniki brytyjskiego piętra ludlow w wierceniach Lębork IG 1 i Gołdap IG 1. W rezultacie, wśród nagromadzeń graptolitów z rodziny *Monograptidae*, stwierdzono bezładne, równoległe i pierzaste ułożenie ich szczątków. Jak wiadomo, bezładne ułożenie rabdozomów spotyka się powszechnie we wszystkich utworach z graptolitami, ułożenie równoległe także jest dość częste. Natomiast pierzaste ułożenie graptolitów zaobserwowane w warstwach siedleckich (środkowy ludlow) wiercenia Lębork IG 1 nie było dotychczas znane. Struktury z wierceń Lębork IG 1 i Gołdap IG 1 zostaną przedstawione niżej w zestawieniu ze strukturami nieznanymi w polskim sylurze. Pozwoli to na nieco szersze potraktowanie zagadnień stanowiących przedmiot niniejszej pracy.

Omawiane struktury, genetycznie rzecz biorąc, należy zaliczyć do „struktur powierzchni ławic“ K. Birkenmajera (1959), które autor ten określa jako „zachowane na powierzchniach spągu i stropu ślady mechanicznego oddziaływania czynników, które bądź doprowadziły do powstania osadu, bądź też działały wkrótce po jego utworzeniu się“. Ponieważ opisane niżej struktury związane są nie tylko z powierzchniami ograniczającymi megastrukturalne elementy występowania skał osadowych, przeto w niniejszej pracy określa się je jako występujące na powierzchniach warstwowania. Termin ten odpowiada anglosaskiemu „*stratification planes*“.

W celu uporządkowania wiadomości dotyczących omawianych struktur (zarówno znanych, jak i nie znanych w Polsce), autor uważa za pożyteczne nadanie określonych nazw poszczególnym ich rodzajom. Nazwy takie proponuje się w przedstawionym niżej przeglądzie tych struktur. Proponowane nazwy mają charakter opisowy. Uwzględnia się w nich przede wszystkim prawidłowości w układzie szczątków graptolitów.

Autor pragnie serdecznie podziękować dr H. Tomczykowi za udostępnienie interesujących materiałów i zachętę do podjęcia niniejszej pracy, doc. dr A. Urbankowi za wskazanie i udostępnienie niektórych pozycji literatury oraz mgr P. Roniewiczowi za przedyskutowanie niektórych omówionych niżej zagadnień.

## PRZEGLĄD STRUKTUR

### STRUKTURA BEZŁADNA

Struktura bezładna występuje powszechnie w utworach stanowiących odpowiedniki brytyjskiego piętra ludlow zarówno w wierceniach Lębork IG I, jak i Gołdap IG 1. Wyraża się ona całkowicie bezładnym i przypadkowym rozmieszczeniem graptolitów mniej lub bardziej kompletnych. Bezładne ułożenie szczątków graptolitów jest rezultatem braku prądów dennych w środowisku sedymentacji (R. Ruedemann, 1935) względnie innych czynników o zorientowanym, kierunkowym działaniu.

### STRUKTURA RÓWNOLEGŁA

W przypadku tej struktury szczątki graptolitów ułożone są wzajemnie równoległe i zgodnie z rozciągłością struktury. O równoległym ułożeniu graptolitów pisali: R. Hundt, H. Klachn (*vide* O. M. B. Bulman, 1957), P. Kraft (1926), R. Ruedemann (1935). Struktura ta jest dość częsta w marglach należących do środkowej partii warstw mielnickich (H. Tomczyk — informacja ustna) wiercenia Gołdap IG 1. Według H. Tomczyka warstwy

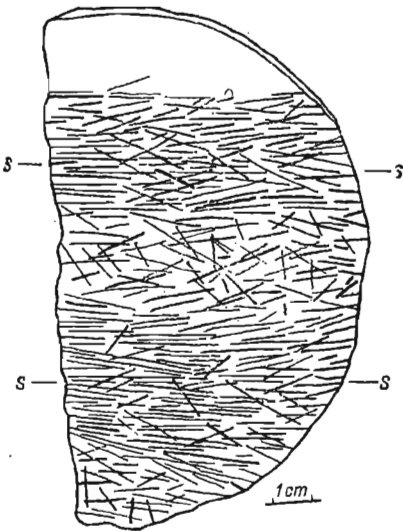


Fig. 1. Fragment rdzenia ze strukturą równoległą z wiercenia Gołdap IG 1 (głęb. 1245 m)

Fragment of drill core showing parallel structure; bore hole Gołdap IG 1, depth 1245 m

s — s — smugi złożone ze zorientowanych równoległe graptolitów, stanowią one ślad nurtu szybszego w obrębie prądu

s — s — bands consisting of parallelly oriented graptolites. They represent trace of more speedy current within the stream

mielnickie odpowiadają dolnej części brytyjskiego piętra ludlow (E. Tomczykowa, H. Tomczyk, 1961). Opisane margle są szare, czasem z lekkim odcieniem zielonym i wykazują warstwowanie laminowe. Na niektórych powierzchniach warstwowania wśród nagromadzeń graptolitów obserwuje się ułożenie równoległe.

Na okazie z głębokości 1245 m (fig. 1) widać ponadto, że masowo występujące nieoznaczalne szczątki graptolitów (*Cucullograptinae?*) two-

rzą rodzaj smug, w których obrębie są szczególnie liczne. Między smugami fragmenty rabdozomów występują w nieco mniejszej ilości i układają się bezładnie. Równoległe ułożenie szczątków graptolitów R. Ruedemann (1935) wiąże z działaniem słabych prądów. Opisane wyżej smugi złożone z obficie nagromadzonych i równoległe ułożonych rabdozomów są śladem nurtu szybszego w obrębie prądu, obszary występujące między nimi i związane z nurtem wolniejszym znajdowały się, być może, w „cieńniu“ jakiegoś przedmiotu lub niewielkiej wypukłości dna zakłócającej przepływ prądu. Należy podkreślić, że strukturze równoległej nie towarzyszą żadne inne struktury powierzchni warstwowania, świadczące np. o oddziaływaniu prądu na powierzchnię sedymentu.

### STRUKTURA PIERZASTA

Struktura ta została zaobserwowana (K. Jaworowski, 1962) w utworach należących do spągowej partii warstw siedleckich (H. Tomczyk — informacja ustna) wiercenia Lębork IG I. Według podziału stratygraficznego, wprowadzonego przez H. Tomczyka (E. Tomczykowa, H. Tomczyk, 1961), warstwy siedleckie stanowią na obszarze Niziu Polskiego środkową część ludlowu.

Opisaną strukturę rozpoznano w kompleksie iłowców ciemnoszarych. Obserwuje się tu naprzemianległe warstewki, ciemne o bardzo subtelnej, niewyraźnej makroskopowo laminacji, oraz warstewki jasne o warstwowaniu przekątnym. Miąższość warstewek jasnych waha się od paru milimetrów do 1, czasem 2 centymetrów, warstewki ciemniejsze są przeważnie grubsze. Warstewki warstwowane przekątnie mają postać soczewek wyerodowanych w warstewkach ciemnych. Soczewki te były następnie ścięte przez młodsze warstewki ciemne. Omawiane struktury należy odnieść do wymyć wśródwarstwowych. Świadczą one o erozyjnej działalności prądów dennych w zbiorniku sedimentacji.

Charakterystyczną cechą wymyć wśródwarstwowych jest ostro zaznaczona, niezgodna granica między warstewkami o różnym typie strukturalnym, a także wyraźny wypukły ku spągowi i stosunkowo płaski w stropie zarys tego rodzaju struktur. Cechy te obserwuje

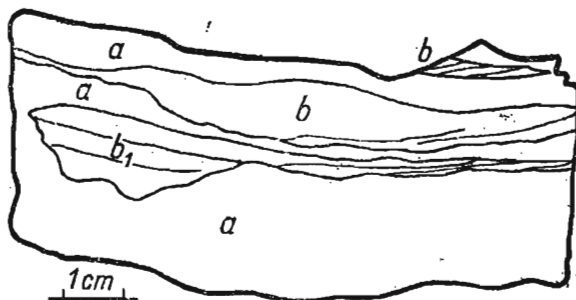


Fig. 2. Wymycia wśródwarstwowe w utworach z warstw siedleckich. Powierzchnia boczna fragmentu rdzenia z wiercenia Lębork IG 1 (głęb. 2755)

Intraformational wash-out phenomena in the Siedleckie beds. Lateral surface of drill core fragment from bore hole Lębork IG 1, depth 2755 m

a — warstewki ciemne; b — warstewki jasne; b<sub>1</sub> — opisywana rynienka erozyjna w przekroju zbliżonym do poprzecznego

a — dark laminae, b — light laminae, b<sub>1</sub> — erosional channel described in the paper, in a cross section approximate to transversal one

się w strukturach występujących w ilowcowych utworach warstw siedleckich z wiercenia Lębork IG I. Na okazie pochodzącym z głębokości 2755 m (fig. 2, 3) stwierdzono charakterystyczne, pierzaste ułożenie graptolitów, związane z jedną z opisywanych struktur. Wspomniany okaz jest fragmentem rdzenia o średnicy około 90 mm z wyraźnie zaznaczającą się na powierzchni bocznej soczewkowatą warstewką jasną o warstwowaniu przekątnym. Jest ona nieregularnie wypukła do spągu i dość płaska w stropie, gdzie ścina ją niezgodnie warstewka ciemna. Rozbicie okazu prostopadłe

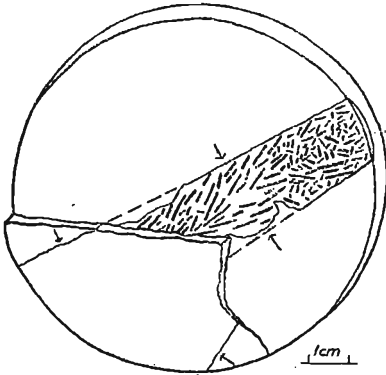


Fig. 3. Fragment rynienki erozyjnej ze szczątkami graptolitów

Part of erosional channel with graptolite fragments

strzałki wskazują brzegi rynienki  
arrows show edges of channel

do osi rdzenia umożliwiło prześledzenie fragmentu rynienki erozyjnej. Rynienka ta wypełniona jest substancją mułowcową z dużą zawartością drobnych blaszek miki. Występują tu nieoznaczalne szczątki graptolitów (*Monograptidae*). W węższym krańcu obserwowanego fragmentu rynienki gromadzą się one bardzo licznie, są drobne i nie wykazują wyraźnej orientacji w ułożeniu. W kierunku rozszerzania się rynienki pojawiają się dłuższe fragmenty rabdozomów. Są one mniej liczne i układają się skośnie do brzegów rynienki, albo prawie równoległe do jej osi (fig. 3).

Strukturę pierzastą należy wiązać z akcją prądu dennego, który naniósł szczątki graptolitów, składając je wraz z osadem wypełniającym wyerodowaną w dnie rynienkę. Fragmenty rabdozomów leżące w osiowej partii rynienki, gdzie nurt był najszybszy, zostały zorientowane niemal równoległe do jej osi, a fragmenty leżące przy jej brzegach ułożyły się skośnie. Końce ich, bliższe środkowej części rynienki, przesunięte są w kierunku płynięcia prądu. Ułożenie to przypomina rozmieszczenie promieni w piórze ptasim — stąd proponowana nazwa tej struktury.

Jak podkreślono wyżej, najczęściej spotykanym typem struktury nagromadzeń graptolitów jest struktura bezładna, powszechna we wszystkich skałach z graptolitami. Struktura równoległa jest znacznie rzadsza, choć opisano ją także z syluru amerykańskiego, niemieckiego i szwedzkiego<sup>1</sup>.

Inne struktury nagromadzeń graptolitów należą do rzadkości i znane są jedynie z jednorazowych opisów. Struktury te omawia się w dalszym ciągu niniejszej pracy, w celu nieco obszerniejszego nakreślenia całości problemu.

<sup>1</sup> Równoległe ułożenie graptolitów obserwowano także w brytyjskich utworach z graptolitami (C. H. Holland — informacja ustna).

## STRUKTURA SIECIOWA

Nazwa ta dotyczy struktury opisanej przez L. Størmera (1938, Pl. fig. 1, 2) z łupków ceratopygowych oraz dolnych łupków didymograptusowych ordowiku z rejonu Oslo. W strukturze tej, na powierzchniach łupków pokrytych masowo występującymi graptolitami (w jednym przypadku *Trichograptus bulmani* Mønsen, w drugim *Bryograptus ramosus* Brøgger), obserwuje się charakterystyczne, najczęściej okrągłe obszary, które nie są pokryte szczątkami rabdozomów. W rezultacie na powierzchni łupków widać sieć, której oczka mają średnicę od 2÷3 mm do 8÷10 mm. Powstanie struktury sieciowej L. Størmer wiąże z działaniem bąbli gazowych, powstających w najwyższej warstwie bogatego w rozkładającą się materię organiczną sedymentu. Oczka sieci powstawały w miejscach, gdzie wędrujące ku górze bąble osiągały powierzchnię osadu, rozsuwając równomiernie na boki leżące na dnie szczątki graptolitów.

Za związkiem struktury sieciowej z działaniem bąbli gazowych przekonywająco przemawia podany przez L. Størmera<sup>2</sup> fakt, iż niezwykle zbliżone struktury powstałe za sprawą bąbli gazowych można obserwować na pokrytych igłami sosen dnach niektórych współczesnych jezior.

## STRUKTURA PIERŚCIENIOWA

Tak określa się w niniejszej pracy strukturę opisaną przez L. Størmera (1938, fig. 1) z czarnych łupków dolnego ordowiku w rejonie Oslo. W strukturze tej na powierzchni łupka pozbawionej graptolitów wspomniany autor znalazł jedynie drobne szczątki rabdozomów (*Clonograptus*?) ułożone w postaci zamkniętego pierścienia o średnicy ok. 20 mm. Struktura ta według L. Størmera jest rezultatem wirującego prądu, dzięki któremu wiązka rabdozomów uzyskała na dnie ruch obrotowy.

## STRUKTURA PASMOWA

Nazwa ta określa strukturę opisaną przez J. Weigelta (1930, fig. 2) na podstawie pojedynczego okazu łupku kolonusowego. Na spagowej powierzchni, wyraźnie warstwowanej, piaszczystej skały J. Weigelt zaobserwował podłużne wybrzuszenie, które interpretuje jako wypełnienie bruzdy dzielącej dwa sąsiednie grzbiety zmarszczek (*ripple marks*) występujących na powierzchni stropowej warstwy bezpośrednio starszej. W obrębie wspomnianego wybrzuszenia gromadzą się licznie szczątki graptolitów tworząc wyraźne, podłużne pasmo. Stąd proponowana nazwa struktury. J. Weigelt zwraca uwagę na fakt, że w stosunku do osi bruzdy, a więc zarazem w stosunku do rozciągłości struktury, szczątki graptolitów zorientowane są poprzecznie, względnie skośnie. Orientacja ta jest rezultatem akcji prądu tworzącego zmarszczki.

W przypadku idealnym należałoby oczekiwać nagromadzenia szczątków graptolitów w wielu podłużnych bruzdach zmarszczek prądowych. Na powierzchni warstwowania pokrytej takimi zmarszczkami powstałby wtedy cały szereg charakterystycznych pasm złożonych z licznie nagromadzonych rabdozomów.

<sup>2</sup> Na podstawie informacji E. M. Stroma.

Ponieważ graptolity mogą występować niemal w każdym rodzaju morskiego sedymentu (O. M. B. Bulman, 1957), należy rozważyć możliwość powstania struktur wynikających z charakterystycznego rozmieszczenia ich szczątków na powierzchniach ze zmarszczkami falowymi. Zmarszczki falowe na powierzchni warstwowania w łupku sylurskim opisał H. Frebold (1926). Z opisu wynika, że na powierzchni ze z-

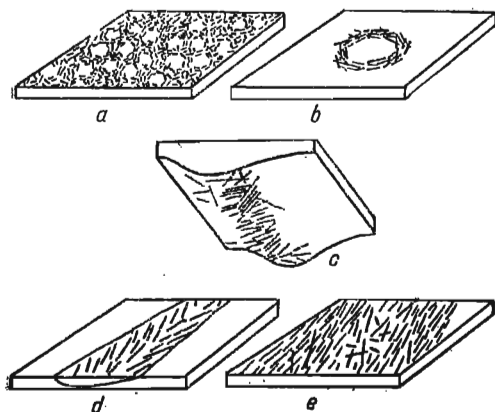


Fig. 4. Struktury nagromadzeń graptolitów na powierzchniach warstwowania (uproszczone).

Structures of graptolite amassments on stratification plane

a — struktura siatkowa (wg ilustracji L. Stormera, 1938); b — struktura pierścieniowa (wg ilustracji L. Stormera, 1938); c — struktura pasmowa (wg ilustracji L. Weigelta, 1930); d — struktura pierzasta; e — struktura równoległa

a — net structure (after illustration by L. Stormer, 1938); b — ring structure (after illustration by L. Stormer, 1938); c — streak structure (after illustration by J. Weigelt, 1930); d — feather structure; e — parallel structure

środowisku przybrzeżnym. Opis i ilustracja P. Krafta nie pozwalają jednak na stwierdzenie czy opisane przez tego autora ułożenie szczątków graptolitów związane jest z istnieniem zmarszczek na powierzchni warstwowania. Jak się wydaje, opisaną przez P. Krafta strukturę należałoby raczej wiązać z działaniem prądów dennych. Zgodnie z nazewnictwem proponowanym w niniejszej pracy byłyby to struktura równoległa.

Należy podkreślić, że struktura pasmowa, tak jak się ją tu pojmuje, związana jest ściśle z tymi powierzchniami warstwowania, na których występują zmarszczki (*ripple marks*). Wspomnianą wyżej strukturę pasmową, w której szczątki graptolitów gromadzą się w bruzdach dzielących grzbiety zmarszczek, J. Weigelt odnosi do płytkich wód przybrzeżnych.

zmarszczkami autor ten znalazł tylko jeden fragment rabdozomu (*Monograptus* sp.) o długości 11 mm. Nie sposób więc na podstawie pracy H. Frebolda wnioskować, w jaki sposób układały się szczątki graptolitów w środowisku wód dennych zaburzonych falowaniem. Prawdopodobnie skupiałyby się one wzdłuż grzbietów zmarszczek. W ten sposób powstałby rodzaj struktury pasmowej, w której szczątki graptolitów gromadziłyby się nie w bruzdach, jak to ma miejsce w przypadku struktury pasmowej, związanej z działaniem prądu, ale na grzbietach zmarszczek.

P. Kraft (1926, Tab. XVII, fig. 1) opisuje zaobserwowane w wapieniu (głaz narzutowy) pasmo złożone ze szczątków graptolitów (*Pristiograptus frequens* J a e k e l) zorientowanych równoległe, przy czym ułożenie rabdozomów zgodne jest z kierunkiem rozciągłości pasma, a jego szerokość wynosi 20–25 mm. Autor ten uważa, że pasmo to jest rezultatem falowania wód w śro-

## OMAWIANE STRUKTURY A PROBLEM ANALIZY FACJALNEJ

W niniejszej pracy przyjmuje się terminologię facjalną według R. C. Moore'a (1949). Zgodnie z ujęciem tego autora, facja osadowa jest ograniczoną do pewnego obszaru częścią danej jednostki stratygraficznej, wykazującą cechy, które różnią ją w charakterystyczny sposób od innych partii tejże jednostki. Litofacja, zdaniem R. C. Moore'a, oznacza całokształt cech jakiegokolwiek skały osadowej, które odzwierciedlają jej warunki sedimentacji. W tym ujęciu biofacja jest pojęciem podrzędnym w stosunku do litofacji — odnosi się bowiem tylko do zespołu biologicznych ( a raczej paleontologicznych) cech skały. Cechy skały będące odbiciem fizyko-chemicznych warunków jej powstania R. C. Moore określa mianem fizjofacji (*physiofacies*).

Struktury nagromadzeń graptolitów na powierzchniach warstwowania są bardzo czułym wskaźnikiem dynamiki wód na dnie zbiornika sedimentacji. Jako takie stanowią jedną z tych cech skały, które składają się na fizjofację. W obrębie ich wyróżnić można dwie zasadnicze grupy: 1 — struktury spokojnych wód dennych; 2 — struktury zaburzonych wód dennych.

1. **Struktury spokojnych wód dennych.** Do grupy tej autor niniejszej pracy zalicza strukturę sieciową i beżładną. Struktura sieciowa traktowana zgodnie z poglądem L. Størmera (1938) jako rezultat działania bąbli gazowych jest świadectwem środowiska o wodach spokojnych. W środowisku takim zachodziły procesy rozkładu materii organicznej powodujące wydzielanie się gazów. Powstała w tych warunkach struktura sieciowa nie uległa późniejszym zaburzeniom. Struktura beżładna także świadczy o spokoju wód dennych. Brak prądów uniemożliwił zorientowanie opadłych na dno graptolitów (R. Ruedemann, 1935).

2. **Struktury zaburzonych wód dennych.** Do grupy tej należą struktury: pierścieniowa, pasmowa, pierzasta i równoległa.

Struktury: równoległa i pierścieniowa pozostają w związku z prądami, które płynąc tuż ponad dnem nie erodowały powierzchni osadu. Na słabość prądów związanych ze strukturą równoległą wskazuje R. Ruedemann (1935).

Struktura pasmowa, w której szczątki graptolitów gromadzą się w bruzdach zmarszczek, związana jest bezpośrednio z działaniem prądu, który je tworzył. Strukturę pasmową, w której szczątki graptolitów znajdowałyby się na grzbietach zmarszczek należałoby odnieść do wód dennych zaburzonych falowaniem.

Struktura pierzasta wiąże się z przepływem prądu składającego materiał wypełniający wyerodowaną w osadzie rynienkę.

Pisząc o równoległym ułożeniu rabdozomów graptolitów R. Ruedemann (1935) wskazuje na fakt, że ułożenie to spotyka się w tzw. „mieszanych“ łupkach graptolitowych. Nazwą tą R. Ruedemann (1934, 1935) określa łupki, które zawierają mieszaninę złożoną z graptolitów i drobnego bentosu, mianowicie brachiopodów, mięczaków i trylobitów. „Mie-

szane“ łupki graptolitowe świadczą, w ujęciu R. Ruedemanna, o istnieniu życia dennego w środowisku sedymentacji. Umożliwiały je prądy powodujące cyrkulację wód dennych i orientujące równolegle szczątki graptolitów. Obecność fauny bentonicznej w utworach z równoległym ułożeniem graptolitów opisuje także H. Klachn (fide O. M. B. Bulman, 1957).

Struktura bezładna, świadcząca o stagnacji wód (R. Ruedemann, 1935), występuje w łupkach, które R. Ruedemann (1934, 1935) określa jako „czyste“. Są to łupki w zasadzie płonne, jeśli idzie o formy nie graptolitowe. Łupki te osadzały się w środowisku wód dennych, pozbawionych cyrkulacji, w warunkach uniemożliwiających egzystencję organizmów bentonicznych.

Ogólnie rzecz biorąc w kompleksach łupków „mieszanych“ należałoby się spodziewać głównie struktur świadczących o ruchu wód dennych, a w łupkach „czystych“ — struktur wskazujących na ich stagnację (bezładna, sieciowa). Przypuszczenie to nie wyklucza wyjątków. I tak np. struktury świadczące o działaniu prądów dennych mogą się pojawić w kompleksie łupków „czystych“ jako przejaw krótkotrwałej cyrkulacji wód. W tym jednak przypadku byłyby to zapewne struktury świadczące o akcji prądów słabych (pierzścieniowa, równoległa). Odpowiednio struktury sygnalizujące spokój wód dennych w kompleksie łupków „mieszanych“ oznaczałyby epizodyczny zastój tych wód. Możliwe jest także nakładanie się na siebie odmiennych struktur: w utworach syluru z wierceń Gołdap IG I i Lębork IG I autor obserwował nakładanie się struktury bezładnej na równoległą.

Podział R. Ruedemanna na „mieszane“ i „czyste“ łupki graptolitowe jest podziałem, którego zasada polega na stwierdzeniu obecności lub nieobecności fauny bentonicznej w tych łupkach, innymi słowy jest to podział biofacyjny. Fakt, że jednocześnie tym dwóm rodzajom łupków towarzyszą przeważnie odmiennie struktury nagromadzeń graptolitów na powierzchniach warstwowania, świadczące odpowiednio o ruchu lub stagnacji wód dennych, może służyć za przykład współzależności fizjologii biofajalnych cech skały.

## ZAGADNIENIA BIOSTRATONOMICZNE

Charakterystyczne rozmieszczenie trwałych szczątków organicznych w osadzie stanowi, obok innych zagadnień, przedmiot biostratonomii.

Niniejsza praca dotyczy tych szczątków graptolitów, które są elementami w przybliżeniu prostymi. Sprawę zorientowanego ułożenia tego rodzaju wydłużonych szczątków organicznych omawia obszernie w swej interesującej pracy A. H. Müller (1951). Autor ten opisuje m.in. prądowe zorientowanie szczątków organicznych o kształcie stożkowym i walcowatym. Szczątki stożkowate, w których wysokość stożka znacznie przewyższa średnicę jego podstawy, układają się równolegle do kierunku płynięcia prądu, natomiast wydłużone szczątki walcowate zorientowane są poprzecznie do tego kierunku. Sposób ułożenia graptolitów w zaobserwowanej przez autora strukturze pierzastej, będącej niewątpliwym wynikiem działania prądu, wskazuje, że sposób ich zorientowania jest taki



jak w przypadku organizmów o kształcie stożkowatym. Jak się wydaje istota sprawy leży w podobnym umieszczeniu środka ciężkości zarówno w szczątkach graptolitów, jak i organizmów stożkowatych. W przypadku tych ostatnich był on położony bliżej podstawy stożka, tj. bliżej jednego z krańców wydłużonych szczątków tych organizmów. Jest rzeczą prawdopodobną, że u graptolitów (mowa przede wszystkim o wydłużonych, prostych formach) środek ciężkości znajdował się bliżej jednego z końców rabdozomu. Położenie środka ciężkości w pobliżu jednego z końców rabdozomu postulował w 1930 r. H. Klächn (fide O. M. B. Bulman, 1957) opisując równoległe ułożenie masowo występujących graptolitów (*Pristiograptus dubius* (Suess) w łupkach kolonusowych Skanii.

Zakład Geologii Niżu I.G.

Nadesłano dnia 23 października 1962 r.

#### PIŚMIENNICTWO

- BIRKENMAJER K. (1959) — Systematyka warstwowań w utworach fliszowych i podobnych. *Studia Geologica Polonica*, 3. Warszawa.
- BULMAN O. M. B. (1957) — Graptolites. Treatise on Marine Ecology and Paleocology, 2, *Paleocology*, Geol. Soc. Amer. Mem., 67, p. 987—992. Baltimore.
- FREBOLD H. (1928) — Rippeln im Graptolithenschiefer. *Zeitschr. f. Geschiebeforschung*, 4, p. 60—65, Berlin.
- JAWOROWSKI K. (1962) — O pierzastej strukturze nagromadzenia szczątków graptolitów. *Prz. geol.*, 10, p. 608—609, nr 11. Warszawa.
- KRAFT P. (1926) — Ontogenetische Entwicklung und Biologie von Diplograptus und Monograptus. *Paleont. Zs.*, 7, p. 207—249. Berlin.
- MOORE R. C. (1949) — Meaning of Facies. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 39, p. 1—34. Baltimore.
- MÜLLER A. H. (1951) — Grundlagen der Biostratonomie. *Abh. Deutsch. Akad. Wiss.*, Jahrgang 1950, 3. Berlin.
- RUEDEMANN R. (1934) — Paleozoic Plankton of North America. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 2, p. 1—141. Washington.
- RUEDEMANN R. (1935) — Ecology of Black Mud Shales of Eastern New York, *J. Paleont.*, 9, p. 79—91. Menasha.
- STØRMER L. (1938) — To the problem of Black Graptolite Shales. *Norsk Geol. Tidsskr.*, 17, p. 173—176. Oslo.
- TOMCZYKOWA E., TOMCZYK H. (1961) — Problem granicy między sylurem a dewonem w Polsce. *Prz. geol.*, 9, p. 357—362, nr 7. Warszawa.
- WEIGELT J. (1930) — Biostratonomisch wichtige Geschiebe von obersilurischen Colonus-Schiefer von Köthen und der Greifswalder Oie. *Zeitschr. f. Geschiebeforschung*, 6, nr 1. Berlin.

Кшиштоф ЯВОРОВСКИ

## СТРУКТУРЫ НАКОПЛЕНИЯ ГРАПТОЛИТОВ НА ПОВЕРХНОСТЯХ НАПЛАСТОВАНИЯ

### Резюме

Автором производится краткий обзор структур накопления граптолитов и предлагается присвоить названия отдельным их разновидностям.

Спутанная структура. Эта структура является результатом отсутствия донных течений в седиментационном бассейне. Параллельная структура (фиг. 4е). Описываемая многими авторами была встречена в средней части мельницких слоев в буровой скважине Голдап I.G.1. Мельницкие слои на Польской низменности относятся к нижнему лудловскому ярусу (Э. Томчикова, Г. Томчик, 1961). Параллельная структура является результатом деятельности слабых донных течений. Перистая структура (фиг. 4д). Остатки граптолитов распространены в ложбинках течений и располагаются косо к их берегам. Концы рабдосом более близкие осевой части ложбинки указывают на направление движения потока. Залегание граптолитов в перистой структуре указывает на правильность взгляда Г. Клахна (см. О. М. В. Бульман, 1957), который в 1930 г. внушил что центр тяжести граптолитов находится вблизи одного из краев рабдосома. Перистую структуру автор отметил в седлецких слоях в буровой скважине Лемборк IG1 (глуб. 2755 м). Седлецкие слои на Польской низменности относятся к среднелудловскому ярусу (Э. Томчикова, Г. Томчик, 1961). Сетчатая структура (фиг. 4а) образуется в результате выделения газовых пузырьков на поверхности осадка (Л. Стэрмер, 1938; фиг. 1, 2). Кольцевидная структура (фиг. 4б) является результатом вихревого течения (Л. Стэрмер, 1938; фиг. 1). Ленточная структура (Фиг. 4с). Граптолиты накаплиются в борозде отделяющей грядки знаков ряби, располагаясь косо или поперечно к ним (Я. Вейгельт, 1930; фиг. 2). Эта структура связана с деятельностью течений образующих знаки ряби. Структуры накопления граптолитов являются ценным показателем динамики донных вод в седиментационном бассейне. В связи с этим применяя фаціальную терминологию Р. Ц. Мура (1949) можно их считать интересным элементом физиофаціального анализа.

Krzysztof JAWOROWSKI

## STRUCTURES OF GRAPTOLITE AMASSMENTS ON THE STRATIFICATION PLANES

### Summary

The author shortly presents structures of graptolite amassments and proposes the names for the structures investigated as follows.

Chaotic structure. This structure is formed in the case when bottom currents are missing in sedimentary basin. Parallel structure (Fig. 4e) has

been observed in the middle part of the Mielnickie beds in bore hole Gołdap IG-I, and described by many authors. The Mielnickie beds are, in the Polish Lowland area, referred to the lower Ludlovian (E. Tomczykowa, H. Tomczyk, 1961). The parallel structure arises as a result of activity of feeble bottom currents. Feather structure (Fig. 4d). Graptolite fragments occurring in current channel are arranged obliquely to its edges. Ends of rhabdosomes occurring in a closer distance to the axial part of a channel reflect direction of current. Arrangement of graptolites in the feather structure lends support to the view of H. Klachn (fide O.M.B. Bulman, 1957), who in 1930 suggested existence of gravity center by graptolites near the end of a rhabdosome. The feather structure was observed by the author in the Siedleckie beds in bore hole Lębork IG-I at a depth amounting 2755 m. The Siedleckie beds are related in the Polish Lowland area to the middle Ludlovian (E. Tomczykowa, H. Tomczyk, 1961). Net structure (Fig. 4a) originates as a result of activity of gas bubbles occurring on the surface of sediment (L. Størmer, 1938, Pl. Figs. 1, 2). Ring structure (Fig. 4b) is formed by eddy currents (L. Størmer, 1938, Fig. 1). Streak structure (Fig. 4c). Graptolites assemble in furrows filled with sediment, separating crests of ripple marks, and arrange obliquely or transversally to the latter (J. Weigelt, 1930, Fig. 2). This structure is connected with currents forming ripple marks.

Structures of graptolite amassments are valuable index of bottom water dynamics in sedimentary basin. Thus, using facies nomenclature introduced by R. C. Moore (1949) we may determine these structures as an interesting element of physiofacial analysis.