

MACIEJ HAKENBERG

Przekątne warstwowanie i struktury organiczne (Chondrites) w cenomańskich piaskowcach z Brzeźna

STRESZCZENIE: W słabo scementowanych cenomańskich piaskowcach glaukonitowych w Brzeźnie (południowo-zachodnie obrzeżenie mezozoiczne Gór Świętokrzyskich) opisano skośne (przekątne) warstwowanie. Z analizy siedmiu opisanych zespołów skośnych wynika, że zostały one osadzone przez prądy morskie. W piaskowcach stwierdzono występowanie czterech odmian chodników mułojadów, należących do pseudorodzaju *Chondrites*.

WSTĘP

Skały cenomanu występujące w odsłonięciu z Brzeźna wchodziły w skład południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. Wymieniona miejscowość leży na zachodnim brzegu Nidy, o 2,2 km na północny zachód od Sobkowa (fig. 1). Odkrywka z Brzeźna nie była dotychczas opisywana, natomiast widoczne w niej zielone, słabo zdiagenezowane piaskowce z glaukonitem znane były innym autorom, prowadzącym badania w tej okolicy (Świdziński 1931, Mitura 1954, Senkiewicz 1959). Dokładny opis utworów albu i cenomanu, stwierdzonych w Brzeźnie, przedstawiony jest w innej pracy (Hakenberg 1968), tu natomiast podają tylko ich profil (fig. 2).

Z uwagi na pewną niejednoznaczność terminów, używanych w literaturze polskiej i zagranicznej, dla określenia niepoziomego, sedymentacyjnego ułożenia warstw, uważam za celowe wyjaśnić znaczenie w jakim używam określenia warstwowanie skośne, przekątne i krzyżowe.

Termin warstwowanie skośne stosuję zgodnie z sensem nadanym mu przez L. N. Botvinkinę (1962) i P. Roniewicza (1966). Autorzy ci jako warstwowanie skośne traktują niepoziomy sposób warstwowania, przy czym L. N. Botvinkina, oprócz warstwowania poziomego i skośnego, wyróżnia jako typ równorzędny warstwowanie faliste. Według tych klasyfikacji warstwowania przekątne i krzyżowe są odmianami warstwowania

skośnego. Jako warstwowanie przekątne (diagonalne) uznają takie skośne ułożenie warstw, w którym są one pochylone zasadniczo w jednym kierunku. Za warstwowanie krzyżowe uważam takie skośne ułożenie warstw, w którym warstewki skośne, w różnych zespołach, są pochylone w różnych kierunkach.

Ponieważ w opisywanym odsłonięciu warstwy mają małe miąższości (od kilkunastu centymetrów do kilku milimetrów), będą one dalej nazywane warstewkami. Jako zespoły skośne traktowane są skupienia

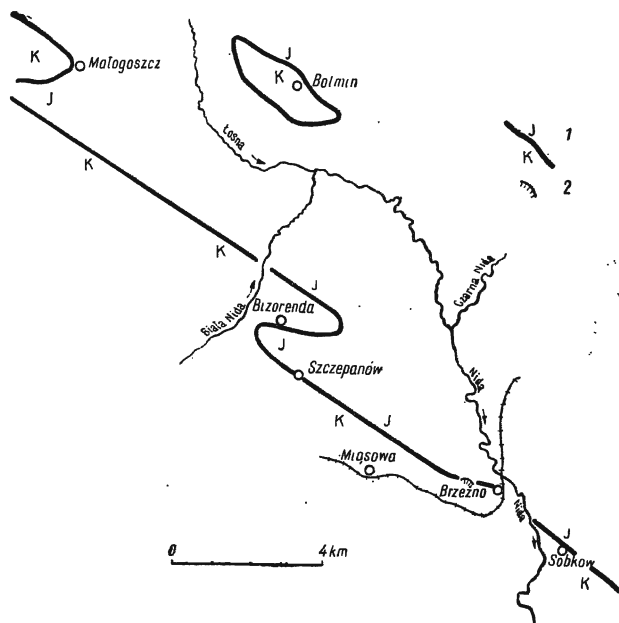


Fig. 1

Schematyczna mapka granicy jury i kredy między Sobkowem a Małogoszczem

1 granica jury i kredy, 2 odkrywka w Brzeźnie

Diagrammatic sketchmap of the Jurassic-Cretaceous boundary between Sobków and Małogoszcz

1 Jurassic-Cretaceous boundary, 2 exposure at Brzeźno

warstewek ułożonych skośnie, o podobnych biegach i upadach, ograniczone wspólnymi powierzchniami, których pochodzenie jest często erozyjne (Roniewicz 1966).

Odkrywka w Brzeźnie (fig. 1 i 3) jest położona o około 320 m na północny zachód od tej miejscowości, przy polnej drodze wiodącej do szosy krakowskiej. Jest to odsłonięcie sztuczne, które powstało w wyniku eksploatacji przez miejscową ludność piaskowców z glaukonitem. Ma ono

około 35 m długości i średnio 4 m wysokości oraz ogólny kierunek około 105° , który jest w przybliżeniu równoległy do biegu warstw. W czasie opracowywania tego odsłonięcia wykonane zostały dodatkowo u podnóża skarpy 4 płytkie wkopy.

Odsłaniająca się tu seria skał składa się z 7 zespołów skośnych, słabo zdiagenezowanych piaskowców z glaukonitem (fig. 3). Zespoły mają miąższość 0—3,5 m i są oddzielone od siebie nierównoległymi powierzchniami niezgodności erozyjno-sedymentacyjnej. Zespoły składają się z warstewek skośnych, różniących się między sobą zawartością glaukonitu i średnicą ziaren. Dla poszczególnych zespołów skośnych charakterystyczne są kierunki i nachylenia warstewek, wchodzących w ich skład. Nad-

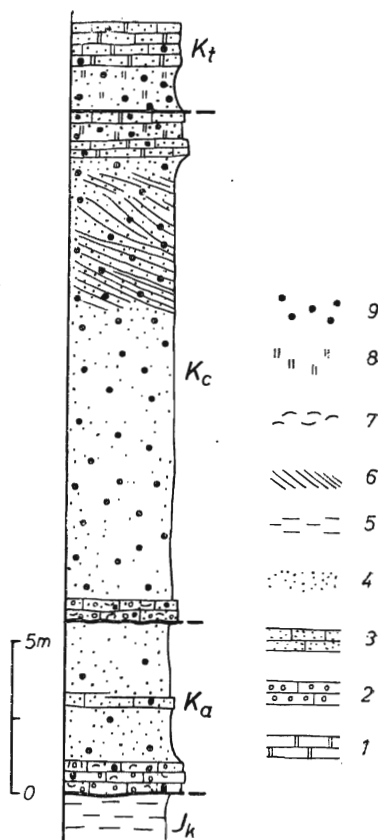
Fig. 2

Syntetyczny profil albu i cenomanu w okolicy Brzeżna

1 wapień, 2 zlepienie, 3 piaskowce, 4 piaski i piaskowce słabo zdiagenezowane, 5 mułowce margliste, 6 strefa przekątnego warstwowania widoczna w odkrywce, 7 zsylikowane skorupki, 8 węgiel wapnia, 9 glaukonit, J_k kimeryd, K_a alb, K_c cenoman, K_t turon

Synthetic profile of the Albian and Cenomanian in the vicinity of Brzeżno

1 limestones, 2 conglomerates, 3 sandstones, 4 sands and poorly diagenised sandstones, 5 marly siltstones, 6 diagonal stratification observable in the outcrop, 7 silicified shells, 8 calcium carbonate, 9 glauconite, J_k Kimeridgian, K_a Albian, K_c Cenomanian, K_t Turonian



mienić przy tym należy, że w ramach zespołów istnieje również pewna zmienność kierunków i nachyleń tworzących je warstewek. Zmiany te jednak przebiegają stopniowo.

Rysunek odkrywki z Brzeżna (fig. 3) jest jej rzutem na płaszczyznę pionową, przy czym azymut tej płaszczyzny wynosi około 105° . Naturalną

konsekwencją przetworzenia przypadkowej powierzchni odkrywki na rzutnię pionową są pewne niezgodności w położeniu niektórych jej elementów na rysunku i w terenie.

Stwierdzone tu skały są pocięte licznymi chodnikami (kanałami). Są to ślady działalności organizmów. Struktury te są na ogół interpretowane w literaturze jako ślady działalności organizmów zwierzęcych z grupy wieloszczetów. Są one nazywane fukoidami, przy czym fukoidy o cechach podobnych do stwierdzonych przez mnie są grupowane w pseudorodzaj *Chondrites*, w którym można wyróżnić kilka odmian.

Jest moim miłym obowiązkiem wyrażenie podziękowania prof. dr E. Passendorferowi, prof. dr M. Turnau-Morawskiej, prof. K. Guzikowi, doc. dr A. Urbankowi i dr A. Radwańskiemu za dyskusję, jakie prowadziłem z nimi w czasie pisania niniejszej pracy.

WARSTWOWANIE

Obecnie obserwowane nachylenie zespołów skośnych i występujących w ich obrębie warstewek jest efektem 1° skośnego warstwowania w czasie sedymentacji, i 2° ruchu tektonicznego, który spowodował zmianę położenia elementów poziomych do stanu określonego w tej części badanego terenu biegiem około 105° upadem 18° S. Zgodnie z tym, niżej podawane elementy położenia zespołów skośnych i tworzących je warstewek, odpowiadając stanowi faktycznemu obserwowanemu w odkrywce, nie odpowiadają ich położeniu w czasie sedymentacji.

Poniżej opisane zostaną poszczególne zespoły skośne w kolejności od dołu.

Zespół I. Został on odsłonięty dwoma płytkimi wkopami w zachodniej części odkrywki. Jego spąg jest nieodsłonięty, a widoczna miąższość dochodzi do 1 m. Zespół składa się z szeregu dość wyraźnych warstewek, o miąższości od kilku do kilkunastu centymetrów, które różnią się między sobą zawartością glaukonitu. Mają one bieg od 43° do 47° oraz upad od 33° do 35° na południe. Warstwowanie podkreślone jest występowaniem chodników *Chondrites*, które są wypełnione białą substancją skalną. Trafiają się tu również mniej liczne chodniki zawierające zieloną substancję. W niewielkich ilościach występują białe kanały bez otoczki, rozmieszczone niezależnie od uławicenia.

Zespół III. Występuje on w zachodniej części odkrywki, zajmując jej dolną partię ponad zespołem I. Spąg opisywanego zespołu odsłonięty został dwoma wkopami. Jest to wypukła powierzchnia niezgodności erozyjno-sedymentacyjnej, pochylona we wkopie zachodnim kilka stopni na zachód, a we wkopie wschodnim około 18° na wschód. W dolnej części zespołu, głównie na odcinku pochylenia jej spągu na zachód, występuje wyraźne zgrubienie frakcji (osad grubopiaszczysty) i zwiększenie zawartości glaukonitu. W tej części warstwowanie jest prawie niewidoczne.

W stropie warstwy grubopiaszczystej licznie występują kanały niezgodne z uławiceniem. Ponad partią grubopiaszczystą warstwowanie jest zupełnie wyraźne. Również wyraźnie zaznacza się zmiana biegu i zmniejszanie kąta upadu w kierunku spągu ławicy. Bieg zmienia się z 173° — 178° w górnej części ławicy na 139° i 164° w dolnej, a upad odpowiednio z 27° i 32° S na 20° i 24° S.

Warstwowanie zaznacza się głównie dzięki różnej zawartości glaukonitu w poszczególnych warstewkach. Niezależnie od tego w górnej części ławicy występują drobne, kilkucentymetrowe przewarstwienia mułów. W sumie ta piaszczysto-mułowa część zespołu ma miąższość około 0,5 m. Miąższość całego zespołu w zachodniej części odsłonięcia dochodzi do 1,5 m.

Zespół III. Tworzy on partię środkową w zachodniej części odsłonięcia oraz spągową w części środkowej. Spąg tego zespołu, widoczny w zachodniej części odkrywki, jest powierzchnią erozyjną nachyloną pod kątem 10° do 18° na wschód. Nad spągiem ciągnie się strefa występowania frakcji grubopiaszczystej, o miąższości od 0 do 30 cm.

Warstwowanie w tym zespole zaznacza się słabiej, niż w zespołach opisanych poprzednio. Na uwagę zasługuje fakt dużej zmienności biegów i upadów w opisanym zespole. Przytaczam tu wyniki kilku pomiarów, które zilustrują to zjawisko: metr 10 $40/20$ E, metr 15 $72/21$ S, metr 18 $115/27$ S, metr 20,5 $114/20$ S.

Zespół IV. Zajmuje on spąg wschodniej części odsłonięcia. Spąg tego zespołu stanowi powierzchnia niezgodności sedymentacyjnej pochylona na wschód. Warstwowanie w zachodniej części zespołu mało wyraźne, staje się bardzo wyraźne w części wschodniej. Podkreślają to dodatkowo zespoły chodników zgodnych z warstwowaniem, wypełnionych zieloną masą skalną. Bieg i upad w części zachodniej zespołu wynosi $83/17$ S, a w części wschodniej $53/31$ S.

Zespół V. Zajmuje on niemal całe odsłonięcie. Spąg jego widoczny jest w dolnej i środkowej części odkrywki. Jest to wklęsła powierzchnia niezgodności erozyjno-sedymentacyjnej, pochylona w części zachodniej i środkowej pod małym kątem na wschód, a w części wschodniej łagodnie na zachód. W dolnej części zespołu od metra 13 do 23,5 występuje zgrubienie frakcji w postaci gruboziarnistych piaskowców. Między 25 a 37 metrem bieżącym odkrywki (fig. 3) warstwowanie jest prawie niewidoczne, a w pozostałej części tego zespołu staje się ono bardzo wyraźne. Zaznacza się ono dzięki różnej zawartości glaukonitu. Miąższość poszczególnych warstewek waha się od kilku milimetrów do kilkunastu centymetrów. Warstwowanie podkreślone jest występowaniem warstewek z chodnikami *Chondrites*, wypełnionymi zieloną masą skalną. Biegi i upady wynoszą w części wyraźnie warstwowanej: na 20 m $1/39$ E, na 18,5 m $177/33$ E, na 20,5 m $43/34$ S. Na podkreślenie zasługuje fakt, że w kie-

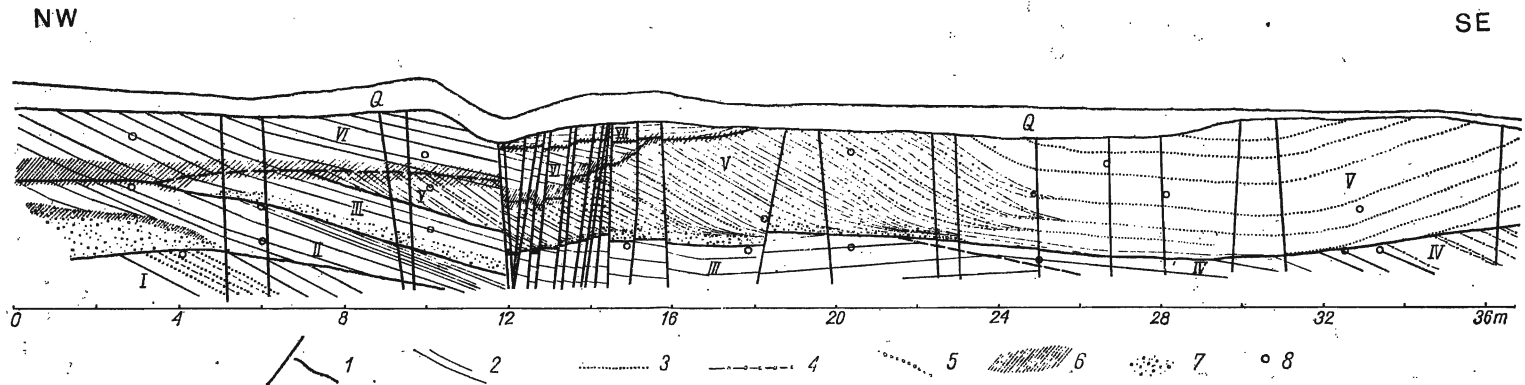


Fig. 3

Odkrywka piaskowców glaukonitowych cenomanu w Brzeźnie

1 uskoki i granice zespołów skośnych, 2 warstwowanie wyraźne, 3 warstwowanie niewyraźne, 4 warstwówki z *Chondrites* sp. A, 5 warstwówki z *Chondrites* sp. B, 6 strefy z „*Chondrites*”, 7 piaskowce gruboziarniste, 8 miejsca pomiarów biegów i upadów, Q piaski i żwiry czwartorzędowe, I—VII numery zespołów skośnych

Exposure of glauconitic sandstones of the Cenomanian in Brzeźno

1 faults and boundaries of sets of cross-strata, 2 distinct stratification, 3 indistinct stratification, 4 beds with *Chondrites* sp. A, 5 beds with *Chondrites* sp. B, 6 *Chondrites*-bearing zones, 7 coarse-grained sandstones, 8 sites of dip- and strike measurements, Q Quaternary sands and gravels, I—VII numbers of sets of cross-strata

runku spągu warstewki zmniejszają swój upad, zmniejsza się ich miąższość, znikają zielone kanały i warstwowanie staje się mniej wyraźne.

Strefa dobrego warstwowania i występowania kanałów wypełnionych wzbogaconą w glaukonit masą skalną przechodzi stopniowo (między metrem 23 a 25) w kierunku wschodnim we wspomnianą już strefę o warstwowaniu bardzo niewyraźnym, gdzie brak jest warstewek z zielonymi wypełnieniami kanałów. Przejście to związane jest również ze zmianą biegu i upadu warstw. Można przy tym obserwować, jak wraz z tą zmianą następuje stopniowy zanik występowania kanałów wypełnionych zieloną substancją. Obserwuje się również redukcję miąższości warstewek. Biegi i upady wynoszą w tej części odsłonięcia: 25 m 83/32 S, 27 m 106/34 S, 28 m 93/30 S, 33 m 131/32 S. W całej tej strefie występowania zespołu V, podobnie jak innych zespołów, trafiają się rzadko rozrzucone, występujące niezależnie od sposobu warstwowania, chodniki wypełnione białokremową, miejscami żelazistą substancją. W stropie zespołu, między metrem 7 a 16, stwierdziłem strefę bardzo liczego występowania tych kanałów. Ma ona miąższość około 30 cm i jest wyraźnie związana ze spągową powierzchnią niezgodności erozyjno-sedymentacyjnej zespołu VI.

Zespół VI. Występuje on w górnej, zachodniej części odkrywki między 0 a 15,5 metrem bieżącym. Spąg tego zespołu jest wklęsłą powierzchnią niezgodności erozyjno-sedymentacyjnej, pochyloną pod zmiennymi kątami na zachód. Z powierzchnią tą wydaje się być związana, wspomniana już wyżej, a istniejąca również w zespole V, strefa występowania chodników nie związanych z warstwowaniem, wypełnionych białokremową miejscami żelazistą substancją.

Warstwowanie tego zespołu jest dość wyraźne, a zaznacza się ono dzięki występowaniu różnych ilości glaukonitu w poszczególnych warstewkach. Bieg i upad tu stwierdzony wynosi 84/33 S na metrze 10 i 41/33 S na metrze 3.

Zespół VII. Jest on położony w najwyższej części odsłonięcia, między metrem 2 a 19. Ograniczony jest od dołu powierzchnią niezgodności erozyjno-sedymentacyjnej i związaną z nią strefą występowania struktur „Chondrites”, pochyloną pod kątem 1° do 2° na zachód. Występują tu bardzo drobne, lecz wyraźne warstewki, różniące się między sobą zawartością glaukonitu i frakcją. Jest to właściwie grupa zespołów skośnych o małych miąższościach, składająca się z dwóch zespołów warstwowanych poziomo, przedzielonych trzecim warstwowanym tangencjalnie. Spągowa część tej grupy skośnej składa się z warstwy piaszczystej (miąższość 5 mm), która jest przykryta warstewką mułu (miąższość 2 mm). Na niej leży tangencjalnie warstwowany zespół piaszczysty (miąższość 6 cm), przykryty z kolei poziomo warstwowanym zespołem mułowym o miąższości około 30 cm.

Opisane zespoły skośne wchodzi w skład ławic, których sytuacja tektoniczna wyraża się biegiem około 105° i upadem około 18° na połud-

nie. W celu uzyskania rzeczywistych, sedymentacyjnych kierunków i nachyleń warstewek w poszczególnych zespołach skośnych, wykonałem dla każdego z osobna pomiaru biegu i upadu, kład na siatce Wulfa o 18° na północ wzdłuż osi prostopadłej do biegu warstw, według sposobu podanego przez A. B. Ruchina (1953). Otrzymane zostały w ten sposób kierunki i nachylenia warstewek, nie zniekształcone późniejszymi ruchami tektonicznymi (fig. 4).

Wykonane zostały 23 pomiary. Około 64% pomiarów daje kierunki zawarte między azymutem 98 a 120° , 21% między 150 a 200° . Pozostałe 15% pomierzonych kierunków rozkłada się równomiernie na azymuty 224° , 270° i 76° . Interpretacja wyników pomiarów podana jest na stronie 148.

Według morfologicznej klasyfikacji L. N. Botvinkinej (1962), w odkrywce z Brzeźna występują piaskowce warstwowane skośnie, o miąż-

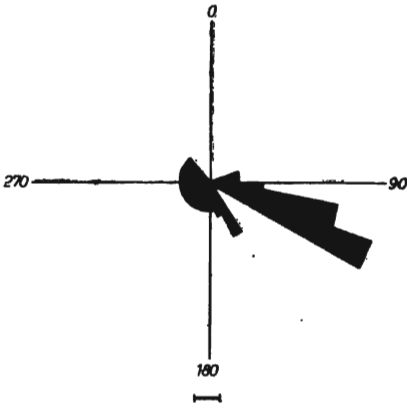


Fig. 4

Wykres kierunków pochyleń warstewek skośnych w odkrywce z Brzeźna

Diagram of the inclination trends of cross laminae in the outcrop at Brzeźno

szości zespołów bardzo dużej (powyżej 1 m), rzadziej dużej (od 10 cm do 1 m) i małej (od 1 do 10 cm). Granice zespołów są w stosunku do siebie nierównoległe i często wygięte, lecz same zespoły nie są zbyt silnie rozmyte. Warstewki są wklęsłe u dołu zespołu, rzadziej są prostolinijne, jeszcze rzadziej esowate (tangencjalne) i są nachylone zasadniczo w jednym kierunku, rzadziej w dwóch. Używając zdefiniowanych powyżej określeń, warstwowanie to należy uznać za przekątne. Skłania do tego silnie zaznaczona jednokierunkowość nachylenia zarówno warstewek, jak i granic zespołów skośnych (fig. 4). Uważam, że kilka pomiarów, które dały przeciwne kierunki nachylenia warstewek, nie upoważnia do uznania tego warstwowania za krzyżowe.

Środowiskiem, w jakim osadzały się piaski warstwowane w Brzeźnie, było morze. Świadczy o tym przede wszystkim występujący w nich licznie glaukonit.

W basenie sedymentacyjnym, jakim jest morze, istnieją trzy główne środowiska, w których może dojść do osadzenia się piasków skośnie warstwowanych (Dżułyński 1950, Botvinkina 1962). Są to strefy podwod-

nych części delt, strefa litoralna i sublitoralna oraz strefy dennych prądów morskich.

Ze względu na występowanie glaukonitu, opisywane piaski nie mogły być osadzone w delcie (Smulikowski 1954). Przeciwno takiemu ich pochodzeniu świadczy również forma warstewek w niektórych zespołach. Są one esowate w jednych zespołach, a silnie wygięte w dole w drugich, co według L. N. Botvinkinej (1962) nie jest typowe dla osadów deltowych. Interesujące nas osady piaszczyste nie powstały również w strefie litoralnej czy sublitoralnej, ze względu na występowanie w nich zespołu, składającego się z esowato (tangencjalnie) wygiętych warstewek (Botvinkina 1962). Nietypowe dla tej strefy (Botvinkina 1962) są również dość duże kąty nachylenia warstewek, które przekraczają niekiedy 30° .

Po wyeliminowaniu dwóch powyższych środowisk można wyrazić przypuszczenie, że przekątnie warstwowane piaskowce z Brzeżna są sedymentem osadzonym w środowisku morskim przez prądy denne.

Mechanizm osadzania się piaskowców przekątnie warstwowanych z Brzeżna, wyobrażam sobie następująco. Warunkiem koniecznym do powstania takiego warstwowania jest, jak wspomniałem, istnienie odpowiednio silnych prądów dennych. Prądy te swoim erozyjno-akumulacyjnym działaniem doprowadzają do powstania nierówności dna, które stają się morfologiczną przyczyną, umożliwiającą skośne osadzanie się sedymentu. Dłuższe osi nierówności pokrywają się na ogół z kierunkiem prądu. Z chwilą zmiany kierunku prądu na prostopadły lub skośny do formy morfologicznej, powstają na jej zboczach zaprądowych zawirowania wsteczne i związane z nimi pola utraty energii. Niesiony dotychczas w prądzie materiał sedymentowany jest na zboczu i przyzboczowej partii dna zagłębienia, przy czym zasadniczo jest on osadzony równoległe do dna. Powstaje w ten sposób cienka warstewka piasku, której miąższość zależy od czasu, w jakim prąd niesie podobny materiał i od zawartości tego materiału w prądzie. Uważam także, że grubość zespołów (to jest odległość od spągu zespołu do jego stropu, liczona wzdłuż warstewek) zależy od wielkości pierwotnych zagłębień. W skład niektórych zespołów (II, III i V) wchodzi, prócz drobno- i średnioziarnistego, także materiał grubopiaszczysty, który był osadzony przez prądy o większej szybkości. W czasie sedymentacji grubszy materiał staczał się po zboczu formy morfologicznej, powodując wypadnięcie z prądu niesionego materiału i osadzał się u jej podnóża (Botvinkina 1962).

Z przedstawionych wyżej uwag dotyczących sposobu powstawania warstwowania przekątnego wynika, że wartości pomiarów biegów i upadków warstewek przekątnie warstwowanych obrazują w pierwszym rzędzie pewne cechy lokalnej morfologii dna morza. Jeśli chodzi o kierunek prądu, to pomiary te pozwalają na jego ogólne określenie wtedy, gdy możemy obserwować zachowanie się warstwowania pomiędzy punktami poszczególnych pomiarów. Obserwacje te umożliwiają branie pod uwagę zmian

warstwowania w ramach jednego zespołu, które wyglądają na wywołane nie zmianami kierunku prądu, lecz zróżnicowaną morfologią dna. Przy interpretacji w taki sposób wspomnianych uprzednio pomiarów kierunków upadów (fig. 4) dochodzę do wniosku, że przeważające kierunki upadów (64%) zawarte są pomiędzy azymutami 100—120°. Sygnalizują one niewątpliwie istnienie prądów dennych płynących w tym miejscu w ogólnym kierunku na ESE. Natomiast w zespole V, gdzie kierunki upadów zmieniają się stopniowo z ESE w zachodniej części zespołu na SE i S w części wschodniej, skłania mnie do przypuszczenia, że w tym przypadku przyczyną zmiany kierunku warstwowania był inny w części wschodniej kierunek nachylenia dna zbiornika. Opisanemu zjawisku towarzyszy silne, prawie dwukrotne zmniejszenie się miąższości osadu w części wschodniej, co tłumaczę pogorszeniem się warunków osadzania piasku na powierzchni dna, zorientowanej skośnie czy nawet równoległe do kierunku prądu. Wydaje się również, że w podobny sposób można wyjaśnić zmiany kierunku upadu w zespole III, chociaż ze względu na jego gorsze odsłonięcie taka interpretacja jest mniej pewna.

Tak więc pomiary przekątnego warstwowania w odkrywce w Brzeźnie wykazały istnienie w tym miejscu morza cenomańskiego dennych prądów, płynących zasadniczo w kierunku od 100° do 120° (fig. 4). Natomiast prawie wszystkie lokalne zmiany kierunków nachylenia warstewek w tych samych zespołach były prawdopodobnie wywołane morfologią dna w danym miejscu.

STRUKTURY ORGANICZNE

W odsłonięciu z Brzeźna, wśród opisanych wyżej piaskowców przekątnie warstwowanych, stwierdziłem występowanie kanałów drążących je. Zgodnie z obecnie panującymi poglądami (Abel 1935, Vassojevič 1948, Lessertiseur 1955, Simpson 1957), są to ślady działalności organizmów (*traces fossiles d'activité animale*, *traces fossils*, *Lebensspuren*). Ich klasyfikacja i geneza są problemami złożonymi i mogą być rozpatrywane z punktu widzenia sedymentologii i ekologii, formalnej — morfologicznej klasyfikacji danego śladu, wreszcie przynależności osobnika, który je wywołał, do określonej grupy zwierzęcej. Dział paleontologii, który zajmuje się tymi wszystkimi problemami, nazwany został palichnologią (Seilacher 1953).

Klasyfikacja i opis struktur

Na wstępie kilka słów poświęcić należy analogiom i różnicom w nazywaniu stosowanym w zoologii i paleontologii w stosunku do używanego w paleontologii. Zagadnienia te wyczerpująco są przedstawione w pracy A. Seilachera (1953). Podobnie jak w dwóch wymienionych wy-

zej naukach, większość badaczy stosuje dla oznaczenia określonego typu struktury nazwę rodzajową, czy gatunkową. Ze względu jednak na to, że badany obiekt jest tylko śladem organizmu, utworzona nazwa rodzaju i gatunku nie odpowiada rodzajowi i gatunkowi w sensie taksonomii zoologicznej. Jest ona przywiązana na ogół do określonego stanu zachowania się pewnego zwierzęcia w określonych warunkach sedymentacyjnych. Terminy, rodzaj i gatunek są zastępowane w palichnologii przez A. Seilachera (1953), a za nim i przez S. Simpsona (1957) określeniami ichnogenus i ichnospecies. Natomiast J. Lessertisseur (1955) używa terminu pseudo-genres.

Jeżeli chodzi o większe jednostki klasyfikacyjne, to A. Seilacher (1953) z ekologicznego punktu widzenia ujął je w sposób następujący:

Cubichnia (Ruhespuren)	— ślady spoczynkowe	} na powierzchni osadu
Repichnia (Kreichspuren)	— ślady pełzania	
Pascichnia (Weidespuren)	— ślady żerowania	
Fondinichnia (Fressbauten)	— chodniki żerowiskowe	} pod powierzchnią osadu
Dominichnia (Wohnbauten)	— chodniki mieszkalne	

Jak wynika to z dalszych rozważań, opisywane tu struktury należą do Fondinichnia. Z punktu widzenia klasyfikacji morfologicznej są to struktury wchodzące w skład grupy *Fucoides* Brongniart, 1822. J. Lessertisseur (1955) charakteryzuje tę grupę jako ślady organizmów, niewątpliwego pochodzenia zwierzęcego, powstałe na powierzchni warstwy, lub wewnątrz niej, w formie rozgałęzionych walcowatych kanałów, o różnej długości i orientacji. Do grupy tej zaliczane są, według J. Lessertisseura (1955), takie rodzaje jak: *Chondrites* Sternberg, *Nulliporites* Heer, *Bythotrephis* Hall, *Granularia* Pomel i inne.

Wspomnieć należy, że istniało wiele poglądów na temat genezy fukoidów. Początkowo panował pogląd (Sternberg 1833, i inni), że są one pochodzenia roślinnego (algi morskie). Obecnie, dzięki pracom takich autorów jak A. Nathorst (1881), T. Fuchs (1895), K. Krejci-Graf (1936), a zwłaszcza R. Richter (1931) i A. Tauber (1949), przeważa opinia, że struktury te są śladami aktywności zwierząt. Wielu autorów jest zdania, że zwierzętami tymi były pierścienice (Abel 1935, Vassojevič 1948, Tauber 1949). Fukoidy o takiej morfologii jak struktury z Brzeżna należą do pseudorodzaju *Chondrites*.

Pseudorodzaj *Chondrites* Sternberg, 1833

Forma ta została opisana przez Sternberga w jego pracy „Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt”. Praca ta nie była mi dostępna i w opisie tego pseudorodzaju musiałem częściowo opierać się na krótkiej wzmiance, zamieszczonej w artykule

S. Simpsona (1957). Wynika z niej, że Sternberg traktował jako *Chondrites* rozgałęziające się utwory, połączone przez Brongniarta (1822) w grupę *Fucoides*. Tę bardzo ogólną i niekompletną charakterystykę uzupełniałem przy oznaczaniu tego pseudorodzaju opisami i ilustracjami z prac O. Abela (1935, fig. 330—332), J. Lessertisseura (1955, fig. 18, pl. VIII, fig. 10—13) i S. Simpsona (1957, fig. 1 i 2, pl. XXI—XXIV). Skorzystałem również z określenia tego ostatniego autora pseudorodzaju *Chondrites*, jako sfossylizowanych śladów (traces fossils), powstałych w wyniku drażenia osadu na dnie morza, systemem regularnie rozgałęziających się tuneli o jednakowej średnicy, przez zwierzę pozostające stale w jednym miejscu na dnie, lub bezpośrednio poniżej.

Nieco inaczej rozumiany jest pseudorodzaj *Chondrites* przez radzieckich autorów pracy zbiorowej pt. „Atlas tekstur i struktur skał osadowych” (1962). Nie podając powodów, stosują oni tę nazwę dla grupy struktur (o kształtach podobnych do opisanych przez innych autorów wyżej wymienionych) występujących wyłącznie na powierzchni ławic, jako ślady robaków pełzających po dnie zbiornika. Ponieważ w pracach innych autorów, opublikowanych wcześniej (Richter 1927, Abel 1936, Vassojevič 1948, Tauber 1949, Lessertisseur 1955, Simpson 1957), chondryty są traktowane jako struktury, występujące zarówno wewnątrz warstwy, jak i na jej powierzchni, nie widzę powodu do zawężania tego pojęcia.

Trzy spośród czterech, występujących na badanym terenie odmian struktur (określenia odmiana używam w potocznym nie taksonomicznym tego słowa znaczeniu), odpowiadają w ogólnych zarysach opisom i ilustracjom pseudorodzaju *Chondrites* zamieszczonym w wymienionych już pracach. Są to kanały okrągłe w przekroju i o stałej średnicy. Kanały na ogół nie są prostolinijne — jedno z nich dość silnie rozgałęziają się w płaszczyźnie mniej więcej równoległej do warstwowania, a inne są mniej rozgałęzione. Nie udało mi się natomiast stwierdzić, czy opiswane struktury łączą się w jakieś większe systemy, mające być może wspólne ujścia na powierzchnię osadu, tak jak to podaje S. Simpson (1957), czy inni autorzy. Prócz tej różnicy, być może pozornej, inne cechy zgadzają się z cechami opisanymi przez innych wymienionych autorów, co skłania mnie do uznania tych struktur jako należących do pseudorodzaju *Chondrites*.

Jeśli chodzi o oznaczenie pseudogatunków, to wspomniane już wyżej trudności w ustaleniu, czy kanały wiążą się w większe systemy, których kształty są ważnymi cechami gatunkowymi, uniemożliwiły ich ustalenie. Z drugiej strony rzucające się w oczy różnice, polegające na innym rodzaju masy skalnej wypełniającej kanał, otoczki wokół niego, oraz wielkości kanału, skłoniły mnie do, być może, tymczasowego wydzielenia w ramach tego pseudorodzaju grup struktur oznaczonych przy pomocy dużych liter alfabetu. W ten sposób określone zostały *Chondrites*

sp. A, *Chondrites* sp. B i *Chondrites* sp. C. Czwarty rodzaj struktur, odbiegający silnie od pozostałych, oznaczony został jako „*Chondrites*”.

Wypełnienia wszystkich kanałów i ich otoczki, podobnie jak otaczająca skała, składają się głównie z ziaren kwarcu i zmiennej ilości glaukonitu.

Chondrites sp. A

(fig. 5; pl. I, fig. 2; pl. II i III)

Rozmiary: średnica kanałów 8 do 10 mm, stwierdzona maksymalna długość kanału do 20 cm.

Chodniki wypełnione ciemnozieloną, wzbogaconą w glaukonit masą skalną, z wąską (ok. 1 mm), białą, zbudowaną z ziaren kwarcu, prawie pozbawioną glaukonitu otoczką.

W przekrojach skośnych do warstewek chodniki tworzą koncentracje, miąższości od 1,5 do 8 cm a wyjątkowo do 20 cm, równoległe do nich, chociaż niektóre z kanałów przecinają poszczególne warstewki. Chodniki rozgałęziają się, przy czym maksymalny stopień rozgałęzienia

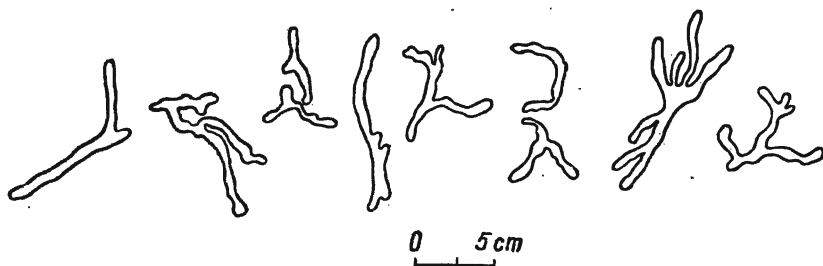


Fig. 5

Sposoby rozgałęziania się struktur *Chondrites* sp. A (rysunek z fotografii)

Various ramifications of the *Chondrites* sp. A structures (from a photograph)

występuje na powierzchniach zbliżonych do równoległych do warstewek. Głównie w tych przekrojach widać, że kanały nie są prostolinijne, lecz łukowato powyginane (pl. III, fig. 1 i 2). Chociaż chodniki wypełniają bardzo gęsto przestrzeń skały, to na ogół nie obserwuje się ich wzajemnego przecinania. Zjawisko to u chondrytów opisał R. Richter (1927), nazywając je fobotaksją

Glaukonit wypełniający opisywane chodniki różni się od występującego w otaczającej skale. Oto wyniki częściowej analizy chemicznej, wykonanej z glaukonitu pobranego z kanału i warstewki o maksymalnej

ilości tego minerału (analizę wykonała mgr W. Gronau z Katedry Geochemii Wydziału Geologii U.W.).

	Glaukonit z warstwy %	Glaukonit z kanału %
SiO ₂	50,58	50,23
Al ₂ O ₃	5,01	8,11
Fe ₂ O ₃	20,28	15,94
FeO	2,02	1,98
MgO	4,52	5,58
Na ₂ O	0,04	0,10
K ₂ O	6,50	7,10
	88,95	89,95

Składnikiem dopełniającym do 100% jest woda.

W preparatach i szlifach (szlify wykonane są ze skały nieco silniej zdiagnozowanej z przekroju Małogoszcz 1 — 15 km na północny zachód — Hakenberg 1968) stwierdzono również istnienie pewnych różnic między glaukonitem z kanałów a glaukonitem z otaczającej skały. Różnice te polegają na innym zabarwieniu i kształtach ziaren. Glaukonit wypełniający kanały ma barwę trawiasto-jasnozieloną, nieco żółtawą, przy czym częściej niż w otaczającej skale trafiają się ziarna częściowo, a nawet całkowicie jasnobrazowe. Glaukonit pochodzący z warstewki, w której koncentracja tego minerału jest tak duża jak w kanałach, ma barwę oliwkowo-ciemnozieloną. Glaukonit z chodników rzadko występuje w postaci stosunkowo dużych, w pełni wykształconych i całkowicie zachowanych ziaren. Są to przeważnie skupienia tego minerału o charakterze zbliżonym do spoiwa. Ziarna są tu pokruszone, lub o jakby nadzartych powierzchniach.

Chondrites sp. B

(fig. 6; pl. IV i V)

Rozmiary: średnica kanałów 8 do 10 mm, stwierdzona maksymalna długość kanału do 15 cm.

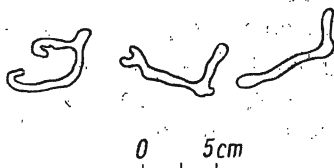


Fig. 6

Sposoby rozgałęziania się struktur *Chondrites* sp. B (rysunek z fotografii).
Various ramification of the *Chondrites* sp. B. structures (from a photograph)

Chodniki wypełnione białą, prawie pozbawioną glaukonitu masą skalną, z wąską (ok. 1 mm), zieloną, wzbogaconą w glaukonit w stosunku do otaczającej skały otoczką. Koncentracje kanałów są, podobnie jak u *Chondrites* sp. A, zgodne z warstwowaniem, lecz wydaje się, że rozgałęziają się w sposób mniej skomplikowany.

Chondrites sp. C
(pl. VI, fig. 1)

Rozmiary: średnica kanałów 1 do 2 mm, stwierdzona maksymalna długość kanału do 2,5 cm.

Małe chodniki, pozbawione otoczki, wypełnione białą, prawie pozbawioną glaukonitu masą skalną. Kanały mają proste rozgałęzienia, a ich koncentracje są zgodne z warstwowaniem.

„*Chondrites*”
(fig. 7; pl. VI, fig. 2)

Rozmiary: średnica kanałów 6 do 8 mm, stwierdzona maksymalna długość kanału do 30 cm.

Chodniki pozbawione otoczki, przebiegające na ogół niezgodnie z warstwowaniem, wypełnione są białą, prawie pozbawioną glaukonitu, miejscami żółtobrazową, wzbogaconą w związki żelaza masą skalną. Chodniki prostolinijne zasadniczo pojedyncze, rzadko rozgałęziające się, wy-

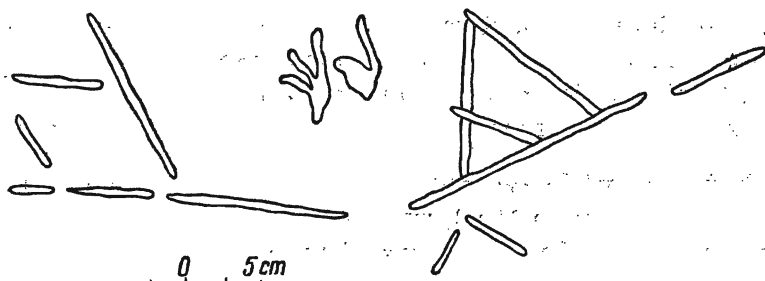


Fig. 7

Kształty struktur „*Chondrites*”
Shapes of „*Chondrites*” structures

daje się, że mogą się przecinać. Nieliczne kanały zawierają coś w rodzaju rdzeni o średnicy około 3 mm. Rdzenie te stwierdzone zostały w środkowych częściach kanałów. Składają się one z osadu bardzo przypominającego otaczającą skałę.

Sposób powstawania struktur chondrytowych

Jak wynika z przedstawionego wyżej opisu, chondryty z odkrywki w Brzeźnie różnią się między sobą rodzajem masy skalnej wypełniającej kanał, brakiem lub występowaniem otoczki wokół niego, rodzajem tej otoczki, rozmiarem i kształtem oraz stosunkiem ich zespołów do warstwowania. Ostatnia z wymienionych właściwości odgrywa dużą rolę przy wyjaśnianiu powstawania tych struktur, dlatego też dalsze rozważania ich dotyczące będą uporządkowane według tej właściwości.

Zespoły kanałów występujące zgodnie z warstwowaniem

W grupie tych struktur mamy trzy typy kanałów (*Chondrites* sp. A, *Chondrites* sp. B i *Chondrites* sp. C), z których każdy tworzy występujące razem lub osobno nagromadzenia chodników, przebiegających równolegle do warstwowania. W ramach tej ogólnej zgodności poszczególne chodniki mogą przecinać poprzecznie poszczególne warstewki.

Można wyróżnić następujące współzależności zachodzące pomiędzy wymienionymi wyżej typami chodników:

a) Chodniki wypełnione zieloną masą skalną tworzą najliczniejsze skupienia i zwykle występują samodzielnie (bez innych chodników).

b) Chodniki wypełnione białą masą skalną wchodzi w skład tylko nielicznych warstewek. Mogą one występować samodzielnie lub z niewielką ilością poprzednio wymienionych chodników. W takich przypadkach chodniki „zielone” przecinają „białe”.

c) Chodniki małe, zawierające białą substancję, są bardzo nieliczne. Występowanie ich stwierdziłem wyłącznie w asocjacji z chodnikami „zielonymi”. Wzajemny ich stosunek nie jest zupełnie jasno określony. Wydaje się, że w większości przypadków kanały „zielone” przecinają „białe”.

Jak podaje większość autorów (Richter 1927, Tauber 1949, Lesertisseur 1955, Simpson 1957), zwierzęta, wytwarzające struktury chondrytowe, drażyły osad w celu zapewnienia sobie pożywienia.

Pierwszym rozpatrywanym zagadnieniem będzie problem zależności pomiędzy występowaniem chodników a składem skały i sposobem jej warstwowania.

Z uwagi na to, że opisywane struktury znajdują się w piaskowcach z glaukonitem, najłatwiejsze do stwierdzenia są zmiany ilości glaukonitu w poszczególnych warstewkach. Widać wyraźnie, że w tych częściach zespołów, gdzie występują kanały, przeważają warstewki o dużej i średniej zawartości glaukonitu. Kanały wypełnione masą skalną wzbogacaną w glaukonit tworzą zazwyczaj największe skupienia w zespołach warstewek o średniej zawartości glaukonitu. Nie są jednak odosobnio-

ne przypadki, gdzie kanały, tworzące zespół o większej miąższości, przecinają kilka warstewek o małej, średniej i dużej ilości glaukonitu. Mniej wyraźna jest sytuacja w zespołach kanałów z zieloną otoczką wzbogacaną w glaukonit, wypełnionych skałą o bardzo małej zawartości glaukonitu. Wydaje się, że występują one głównie w warstewkach o średniej lub dużej zawartości glaukonitu.

Z przedstawionych faktów wynika, że istnieje prawdopodobnie pewna zależność pomiędzy składem warstewek a występowaniem i rodzajem kanałów. Jest to jednak zależność luźna, z której nie wynika ściśle podporządkowanie określonych zawartości glaukonitu w warstewkach określonych rodzajem wypełnień kanałów, w nich występujących.

Powiązanie określonego sposobu ułożenia warstewek z występowaniem w nich zespołów chondrytów jest bardziej wyraźne. Warstewki poprzecinane chodnikami mają upady, których kierunki wahają się w granicach $102\text{--}116^\circ$. Skrajne różnice w kątach upadów są co prawda stosunkowo większe (37° i 23°), lecz duża większość odczytów ma wartości około 30° . Bardzo charakterystyczna w tej mierze jest sytuacja w zespole V. Zespół ten w swojej zachodniej części jest zbudowany z warstewek o małej i średniej miąższości, wyraźnie odcinających się od siebie, dzięki różnej zawartości glaukonitu. Kierunek ich upadu waha się w granicach $103\text{--}116^\circ$, a wartości upadów wynoszą $29\text{--}37^\circ$. W tej części zespołu dość liczne serie warstewek są poprzecinane zespołami chodników. Stopniowo w kierunku wschodnim widać powolną ale ciągłą zmianę kierunków upadów oraz ich wartości. Wyraża się to azymutami 103° , 155° , 165° oraz kątami upadów 31° , 14° , 12° . Ze zmianą tą związane jest stopniowe zmniejszanie się miąższości warstewek, zanikanie drążących ich zespołów chodników, oraz dużo mniej wyraźne warstwowanie, wywołane ujednoczeniem ilości glaukonitu w poszczególnych warstewkach na poziomie jego średniej zawartości.

W świetle przedstawionych wyżej faktów zarysowują się dwa podstawowe sposoby wyjaśniania zależności występowania chodników od rodzaju osadu, w jakim one występują.

Pierwszy z nich przypisuje powiązanie przestrzenne kanałów organizmów, z określonym typem osadów, odpowiedniemu składowi niektórych zespołów warstewek, gdyż — jak to wyżej zostało przedstawione — zdają się istnieć pewne zależności pomiędzy występowaniem chondrytów a ilością glaukonitu, lub być może innego nie badanego, a w jakiś sposób związanego z nim składnika. Mielibyśmy wtedy do czynienia z sytuacją, w której osad spoczywający na dnie morskim byłby drążony przez zapewniające sobie pożywienie organizmy, wzdłuż odpowiadających im składem zespołów warstewek (Simpson 1957).

Drugi sposób uwzględnia fakt występowania lub pojawiania się chodników w zespołach i częściach zespołów uławiconych w określony, podany wyżej sposób. Mogłoby to oznaczać, że organizmy znajdowały

optymalne warunki rozwoju wyłącznie w środowisku, w którym mogły osadzać się tak ułożone warstewki. Zgodnie z punktem widzenia przedstawionym na stronie 147, tak uławicony osad powstawał na zaprądowym zboczu akumulacyjnej, dennej formy morfologicznej, osadzonej przez prąd płynący w przybliżeniu prostopadle do osi tej formy. Kierunek tego prądu był zgodny z kierunkiem nachylenia przekątnie osadzonych warstewek. W ten sposób organizmy, tworzące systemy chodników, drażyły warstewki w bliskich powierzchni osadu, zaprądowych częściach omawianych form. Przywiązanie organizmów do tych miejsc można by zapewne wiązać z szybszym ruchem wody w osadzie położonym na stoku, a tym samym lepszym jego przewietrzaniem.

Z uwagi na to, że obie hipotezy opierają się na różnych, ale nie wykluczających się przesłankach, oba wytłumaczenia uważam za prawdopodobne. O ile jednak położenie warstewek na stosunkowo stromym zaprądowym stoku było okolicznością bardzo ważną dla drażących osad organizmów, o tyle skład warstewek odgrywał rolę mniej istotną. Konsekwencją tak rozumianego sposobu powstawania systemów tego typu chodników *Chondrites* jest przyjęcie ich stosunkowo bliskiego położenia od powierzchni dna w czasie drażenia. Byłyby one tym samym prawie syngenetyczne w odniesieniu do warstewek, w których występują.

Ostatnim wreszcie zagadnieniem, wymagającym poruszenia, jest problem mechanizmu powstawania kanałów, rozpatrywany na tle różnych w stosunku do otaczającej skały koncentracji glaukonitu, zarówno w masie skalnej wypełniającej kanał, jak i w jego otocze.

W dostępnych mi pracach (Abel 1936, Lessertisseur 1955, Simpson 1957) nie natrafiłem na opis struktur chondrytowych, które występowałyby w skałach obfitych w glaukonit. W konsekwencji brak jest w tych pracach opisu i interpretacji zjawisk związanych ze wzbogaceniem czy zubożeniem w glaukonit, zarówno masy skalnej zapełniającej chodnik, jak i ich otoczki.

Istnieją dwa główne poglądy wyjaśniające mechanizm powstawania kanałów typu *Chondrites*. Według pierwszego z nich reprezentowanego przez S. Simpsona (1957), kanały były drażone przez mułojady, a następnie, po ich śmierci lub opuszczeniu kanałów, mechanicznie zasypywane aktualnie sedymentowanym osadem. Pogląd drugi, którego autorami są K. Krejci-Graf (1936) i A. Tauber (1949) polega (wg J. Lessertisseura, 1955) na przyjęciu, że chodniki wydrażone przez mułojady są wypełnione nie strawioną przez nie masą skalną zlepioną śluzem. W odniesieniu do struktur z Brzeźna drugi punkt widzenia wydaje mi się słuszniejszy.

S. Simpson (1957) wyczerpująco omawia zagadnienie sposobu powstawania kanałów typu *Chondrites* w ogóle, a w szczególności pochodzących z dolnego liasu z Westhay Cliff, Charmouth, Dorset. Jeśli chodzi o morfologię systemu kanałów chondrytów, to autor w oparciu o seryjne przekroje dolnoliasowych margli „belemnitowych” (Belemnite Marls)

wykonał rekonstrukcję systemu tych kanałów. Według niej każdy system zaczyna się na powierzchni warstwy kilkoma ujściami głównych kanałów. Kanały te zanurzają się w warstwie początkowo pionowo w dół, a następnie zaczynają stopniowo podginać się w kierunku poziomym, rozbieżnie i promieniście w stosunku do siebie. Poniżej pionowej części przebiegu kanały główne zaczynają się stopniowo rozgałęziać. W pewnych przypadkach końcowe, najintensywniej rozgałęzione, części kanałów mogą mieć przebieg zupełnie równoległy do warstwowania (zwykle poziomy). Powstaje w ten sposób radialnie rozgałęziony system kanałów, wypełniających bardzo szczelnie, na pewnej głębokości od powierzchni warstwy, przestrzeń skalną. Kanały te na ogół nie przecinają się, mają stałą średnicę i są zwykle proste. Autor zaznacza, że ten kompletny radialny system nie jest cechą niezbędną chondrytów. Cecha ta jest, być może, ograniczona do pewnych gatunków, czy określonych warunków ekologicznych. W innych przypadkach kanały główne mogą nie grupować się w radialny system, lecz wyciągać się linearnie, wyginać łukowo, czy nawet mogą być rozrzucone w sposób nieuporządkowany.

Przechodząc do wyjaśnienia sposobu drażenia chodników, S. Simpson wspomina na wstępie o opisanym przez Richtera (1927) zjawisku fobotaksji, polegającym na nieprzecinaniu jednych kanałów przez drugie. Następnie zwraca uwagę, że jeśli w ramach fobotaksji jeden kanał zatrzymuje się przed drugim, to zawsze tym zatrzymującym się jest odgałęzienie kanału o bardziej proksymalnym (bliższym środka całego układu) położeniu. Można więc wnioskować z tego, że proces rozgałęziania zaczyna się w miejscach położonych dalej od środka układu (leżących dystalnie) i postępuje w kierunku środka, to jest w stronę kanałów głównych wychodzących na powierzchnię. W dalszym ciągu swoich rozważań S. Simpson dochodzi do wniosku, że w ten sposób mogło działać tylko takie zwierzę, które było stale związane z powierzchnią osadu, bowiem tylko wtedy istniały warunki pozwalające na usuwanie nie przetrawionego osadu poza system chodników. Tak więc zwierzę musiało drażyć osad i pobierać pokarm organem przypominającym długą i rozciągliwą trąbkę. Poszukiwania autora wśród dziś żyjących zwierząt rodzaju, który odpowiadałby wyżej nakreślonym cechom, nie zostały uwieńczone powodzeniem. W jakimś stopniu zwierzęta te są podobne do przedstawicieli rodziny Sipunculoidea. Jest to grupa robaków niesegmentowanych, włączana czasem do pierścienic, a czasem wydzielana w osobny typ. Sposób wypełniania kanałów osadem wyjaśniany jest przez S. Simpsona następująco. Po śmierci lub opuszczeniu zajmowanego przez zwierzę kanału, cały wytworzony przez nie system chodników jest stopniowo zasypywany poprzez ujścia głównych kanałów, wydobywające się na powierzchnię, aktualnie osadzającym się sedymenem. W ten sposób wiele spośród występujących kanałów typu *Chondrites* jest wypełnionych osadem z nadległej warstwy. Zdarza się również, że po takim wypełnie-

niu kanałów warstwa nadległa zostaje zniszczona wskutek podmorskiej erozji. Wtedy na nowo osadzona warstwa może różnić się swym składem od wypełnienia chodników, którego pochodzenie jest wówczas pozornie trudno wytłumaczalne.

Przyjęcie mechanicznego sposobu zapełnienia chodników osadem, podane przez S. Simpsona, nasuwa w odniesieniu do kanałów występujących w odkrywce w Brzeźnie, szereg wątpliwości. Pierwsza z nich polega na tym, że w osadzie brak jest w ogóle warstewek o tak niewielkiej ilości glaukonitu, jaka występuje w sedymencie wypełniającym kanały ze zubożoną ilością glaukonitu. Co prawda S. Simpson uważa, że w takim przypadku można przyjąć zniszczenie takiej warstewki przez erozję podwodną, lecz w odniesieniu do przekątnego warstwowania w Brzeźnie erozja działająca na powierzchni, niewiele odbiegającej od poziomej, niszczyła górną część zespołu skośnego, pozostawiając nienaruszoną jego dolną część. Trudna także do pogodzenia z poglądami S. Simpsona, o zasypanych chodnikach w czasie sedymentacji nadległej warstwy materiałem należącym do niej, jest okoliczność, że glaukonit, wypełniający kanały wzbogacone w ten minerał, różni się od glaukonitu występującego w otaczającej skale (s. 152). Niezrozumiałą jest także fakt, dlaczego występują tylko kanały maksymalnie wzbogacone i zubożałe w glaukonit, a brak jest wypełnień o pośrednich ilościach glaukonitu. Wypełnienia takie musiałyby przecież odpowiadać swoim składem najliczniej reprezentowanym warstewkom o średniej zawartości glaukonitu. Zagadnienia powstawania wokół kanałów otoczek o różnej zawartości glaukonitu, które przy zastosowaniu hipotezy S. Simpsona również byłyby trudne do wytłumaczenia, tu nie poruszam, gdyż autor ten nie opisywał kanałów z otoczką.

Z powyższych uwag nie wynika, że sposób interpretacji podany przez S. Simpsona w odniesieniu do przypadków przez niego opisanych uważam za niewłaściwy. Wprost przeciwnie — sędzę, że niektóre rodzaje występowania chodników *Chondrites* trudno inaczej wyjaśnić.

Przedstawione wyżej trudności wynikłe z interpretacji, zgodnie z teorią S. Simpsona, wszystkich zjawisk związanych z występowaniem rodzaju *Chondrites* w piaskach z Brzeźna, skłaniają mnie do podjęcia próby ich wyjaśnienia przy założeniu nieco innego sposobu powstawania kanałów, a zwłaszcza ich wypełnień. Opiera się ono częściowo na koncepcjach Krejci-Grafa (1936) i Taubera (1949), którzy przyjmowali (podają za J. Lessertisseurem, 1955), że chodniki były drążone przez robaki mułojady i wypełnione nie strawioną przez nie pozostałością skalną zlepioną śluzem. W ten sposób „organiczna obróbka” materiału skalnego, wypełniającego chodniki, wpływa na zmianę jego składu.

Przyjęcie takiego sposobu powstawania wypełnień chodników ma zasadniczy wpływ na morfologię zwierzęcia i jego tryb życia. Był więc to robak swobodnie poruszający się w osadzie, który ewentualnie w pew-

nych przypadkach mógł wydostawać się na powierzchnię osadu. Jeśli chodzi o sposób powstawania rozgałęzień, to wspomniane już wyżej zjawisko fobotaksji skłania do założenia, że zwierzę w czasie drążenia chodników nie mogło powtarzać tej samej drogi, co jest ze względu na jego sposób odżywiania zupełnie zrozumiałe. Wynika z tego, że tam, gdzie od jednego kanału odgałęzia się drugi, musiał się znaleźć drugi osobnik. Tłumacząc to procesem rozmnażania przez podział, nierzadkim w tej grupie zwierzęcej.

W zakończeniu tych ogólniejszych rozważań chcę zwrócić uwagę na okoliczność, że chociaż obserwacje nad morfologią chodników *Chondrites*, przeprowadzone w odkrywcze z Brzeżna, nie wyjaśniły jednoznacznie, czy stwierdzone tam kanały łączą się w większe systemy i czy taki system kontaktuje się z powierzchnią osadu (tak jak to podaje S. Simpson), to jednak pewne jest, że chodniki mają inne kształty (nie są prostolinijne), a tym samym i systemy chodników są inne.

Wszystkie wyżej przedstawione spostrzeżenia i wnioski pozwalają przypuszczać, że zwierzęta opisane na podstawie ich chodników przez S. Simpsona zajmowały zapewne nieco inną pozycję systematyczną niż stwierdzone w Brzeżnie.

Sposób powstawania poszczególnych odmian chodników chondrytów

Chondrites sp. A — chodniki wypełnione masą skalną wzbogaconą w glaukonit. Na zaprawowym, dość stromym stoku podwodnej formy morfologicznej osadza się przyniesiony przez prąd materiał klastyczny. Wydaje się, że w warstewkach tworzących tę formę istniały, ze względu na stosunkowo stały i szybki ruch wody i związane z tym dobre przewietrzanie, warunki sprzyjające rozwojowi organizmów drążących osad. W toku sedymentacji osadzały się, w zależności od zmieniającego się chemizmu wody, warstewki o różnej zawartości glaukonitu. Wydaje się przy tym, że większość kanałów wzbogaconych w glaukonit grupuje się w kompleksach warstewek o średniej zawartości glaukonitu. Być może istniała, trudna dziś do stwierdzenia, lecz teoretycznie możliwa, zależność pomiędzy zawartością glaukonitu w osadzie a ilością występującej tam materii organicznej. Mogłoby to wtedy oznaczać, że kompleksy warstewek o średniej zawartości glaukonitu stwarzały optymalne warunki żerowania dla organizmów drążących osad. Robaki drążące chodniki pochłaniały osad, posuwając się równocześnie w ten sposób naprzód. Z sedymentu, który dostawał się do organizmu, przyswajane były składniki organiczne, podczas gdy glaukonit był prawdopodobnie, niejako przypadkowo, w czasie procesów trawienia nieco rozdrabniany mechanicznie, nie podlegając zasadniczo rozkładowi chemicznemu. W szlifach z przekroju Małogoszcz 1 niektóre skupienia glaukonitu w kanałach robią wrażenie nieco silniej utlenionych niż ziarna tego minerału wystę-

pujące w otaczającej skale. Ponieważ jednak analiza chemiczna glaukonitu pobranego z kanałów, opisanych z odkrywki w Brzeźnie, nie wykazała wzrostu zawartości żelaza dwuwartościowego, w stosunku do glaukonitu spoza kanału, być może utlenienie żelaza w kanałach z przekroju Małogoszcz 1 było zjawiskiem wtórnym, związanym na przykład z silniejszym jego rozdrobnieniem. Równocześnie całe ciało robaka wydzielało śluz, który powodował rozkład glaukonitu w osadzie wokół chodnika. Powstawała w ten sposób dookoła ciała robaka biała otoczka, pozbawiona glaukonitu. Niestrawiona masa skalna, zawierająca między innymi glaukonit i wydalone związki organiczne, była usuwana do chodnika poza robakiem. Tu związki organiczne, w skład których wchodziły między innymi składniki potrzebne do budowy glaukonitu, lub może odpowiednie katalizatory, reagowały lub powodowały reakcję z nasycającą osad wodą morską. Prowadziło to do powstawania w chodniku dodatkowej ilości glaukonitu innego rodzaju. W ten sposób w skład masy skalnej wypełniającej kanał wchodzi dwa rodzaje glaukonitu. Analiza chemiczna, wykonana sumarycznie dla obu rodzajów glaukonitu z kanału, wykazała, że posiadają one wyraźnie mniejszą (o 3,3^{0/0}) ilość żelaza trójwartościowego w stosunku do glaukonitu pochodzącego z zewnątrz kanału. Miejsce tego żelaza zajmuje glin. W niewielkim również stopniu glaukonit z kanału wzbogacony jest w magnez i potas (szczegółowe wyniki analizy podane są na s. 152).

Konsekwencją stwierdzeń, że w kanałach znajdują się dwa rodzaje glaukonitu, oraz że jeden z nich ma skład bardzo zbliżony do glaukonitu występującego w otaczającej skale, jest wniosek, że glaukonit, który powstał wtórnie w chodniku, zawierał jeszcze mniej żelaza niż to wykazuje analiza chemiczna, wykonana przeciw dla obu rodzajów glaukonitu łącznie. Mogło by wynikać stąd, że w środowisku, w którym powstał ten wtórny glaukonit, był dość duży niedobór żelaza, w stosunku do warunków powstawania glaukonitu, wchodzącego w skład otaczającej skały. Nadmienić należy, że wszystkie wnioski, wynikające bezpośrednio lub pośrednio z analiz chemicznych glaukonitu, powinny być traktowane odpowiednio ostrożnie, gdyż wykonane zostały tylko dwie analizy, które porównano ze sobą.

Chondrites sp. B — chodniki wypełnione masą skalną zubożałą w glaukonit. Organizmy te drążyły warstewki o średniej i dużej zawartości glaukonitu. Inny niż w *Chondrites* sp. A rodzaj wypełnień kanałów, przy przyjętym wyżej założeniu o niemechanicznym pochodzeniu tych wypełnień, skłania do przypuszczenia, że przyczyną takiego stanu rzeczy należy szukać w samym organizmie. Sądzę, że wchodzi tu w grę inny sposób odżywiania, który, w przypadku organizmów pozostawiających za sobą białe wypełnienia chodników, polegał na rozkładzie glaukonitu i przyswojeniu przez organizm, prócz ewentualnej substancji organicznej zawartej w skale, również i pewnych składników z glaukonitu np. żelaza.

Podobnie jak w przypadku organizmów wypełniających chodniki masą skalną wzbogaconą w glaukonit, opisywane zwierzęta również wydzielały całym ciałem śluz. Ze względu jednak na inny sposób odżywiania się tych zwierząt, a tym samym nieco inną przemianę materii, śluz wzbogacony był w niektóre składniki niezbędne do powstania glaukonitu, lub też specyficzne organiczne substancje o znaczeniu katalitycznym. Wspomniane składniki reagowały z wodą morską, lub też tylko powodowały taką reakcję. Doprowadziło to w efekcie do powstania otoczki wzbogaconej w glaukonit w najbliższym sąsiedztwie organizmu.

Niestrawiona pozostałość skalna, prawie całkowicie pozbawiona zarówno glaukonitu jak i składników potrzebnych do jego powstawania, była wydalana do kanału poza robakiem. Powstawało w ten sposób białe bezglaukonitowe wypełnienie chodnika.

Chondrites sp. C — chodniki małe, wypełnione masą skalną zubożałą w glaukonit, nie posiadające otoczki. Kanały te występują wraz z chodnikami wypełnionymi osadem wzbogaconym w glaukonit. Wydaje się, że sposób odżywiania tych organizmów był zbliżony do opisanego u *Chondrites* sp. B. Ich kanały różnią się jednak od wszystkich dotychczas opisanych brakiem otoczki. Być może, że, ze względu na niewielkie rozmiary tych organizmów, mała ilość śluzu przez nie wydalana była niewystarczająca do wywołania widocznych zmian w osadzie otaczającym ciało robaka.

„*Chondrites*” — zespoły kanałów występujące niezgodnie z warstwowaniem

Struktury te są rozmieszczone dość rzadko i względnie równomierne w całym osadzie, a rzadziej tworzą koncentrację. Te strefy zgrupowań kanałów układają się wzdłuż niektórych powierzchni kontaktów zespołów skośnych. W jednym przypadku koncentracja tych chodników została stwierdzona w stropowej części warstwy grubopiaszczystej, zawierającej dużą ilość glaukonitu. Strefy zgrupowań kanałów mają przebieg niezgodny z warstwowaniem, co mogłoby wskazywać na ich epigenezę w stosunku do warstwowania. Z bliższej analizy stosunku kanałów do powierzchni granicznej zespołu, wzdłuż której one występują, wynika, że kanały są zgrupowane zarówno poniżej, jak i powyżej erozyjnej granicy zespołu. Podobnie rzecz się ma w przypadku granicy piaskowca drobno- i gruboziarnistego, z tym, że ilość kanałów, przebijających górną drobnoziarnistą i zawierającą mniejszą ilość glaukonitu część kompleksu, jest niewspółmiernie mała w stosunku do ich ilości, występującej w części dolnej wzbogaconej w glaukonit i grubopiaszczystej.

Sposób powstawania opisanych tu kanałów wyobrażam sobie następująco. Osadzony przekątnie piasek z glaukonitem był do pewnych (trudnych do określenia) głębokości drażony przez robaki mułojady. Zwie-

rzęta te drażyły zasadniczo mniej więcej równomiernie cały osad. Jeśli chodzi o większe koncentracje kanałów, to z zamieszczonego wyżej opisu wynika, że związane one były z erozyjnymi granicami zespołów, stanowiącymi rodzaj twardego dna, w które wwiercały się robaki, wytwarzające kanały. W czasie fazy sedymentacji następnego wyższego zespołu, niektóre z osobników drażyły osad w górę, co było, być może, wywołane tendencją do nieutrącenia kontaktu z dnem. Na pytanie, co wpływało na wytworzenie się warunków optymalnych dla organizmów drażących chodnik w całej tej strefie, nie potrafię w tej chwili dać zadowalającej odpowiedzi.

Drugi przypadek występowania większego zgrupowania kanałów związany jest ze stropową częścią warstwy grubopiaszczystej wzbogaczonej w glaukonit (pl. VI, fig. 2). Sądzę, że decydującym czynnikiem, który wpłynął na jego powstanie, była zwiększona ilość glaukonitu. Wiąże się to ze sposobem odżywiania tych organizmów, o czym szczegółowiej będzie mowa niżej.

Wnioskując z rodzaju skały jaki wypełnia ten rodzaj kanałów dochodzę do wniosku, że sposób odżywiania tworzących je organizmów był podobny do opisanego już dla kanałów zgodnych z warstwowaniem, wypełnionych białą masą skalną (*Chondrites* sp. B). Podobnie jak w tamtym przypadku, glaukonit po znalezieniu się w przewodzie pokarmowym robaka był rozkładany, a pewne jego składniki były wchłaniane przez organizm. Zawartość brązowych tlenków żelaza w wydalonej masie skalnej wypełniającej kanał mogłaby wskazywać na mniejszą absorbcję żelaza przez organizm. Opisywane tu kanały nie posiadają otoczki. Było to, jak sądzę, związane z niemożliwością wejścia w reakcję chemiczną z wodą morską wskutek silniejszej diagenety osadu i związanym z tym mniejszym jego nasyceniem wodą, a zwłaszcza brakiem jej przepływu w osadzie.

Na koniec wyjaśnić należy powstawanie, znajdujących we wnętrzu niektórych kanałów, opisanych już wyżej „rdzeni”. Składają się one ze skały z podobną ilością glaukonitu jak otaczająca chodnik masa skalna. Rdzenie te są, jak przypuszczam, niestrawioną lub częściowo strawioną masą skalną: „zjedzoną” przez robaka na krótko przed jego śmiercią. O ile „rdzeń” nie jest położony na końcu kanału, może to świadczyć o jakimś zakłóceniu procesu trawienia, po którym zwierzę znów dochodziło do normy.

W zakończeniu opisu struktur *Chondrites*, chciałbym przedstawić próbę powiązania wyżej opisanych kanałów z określonymi organizmami zwierzęcymi. Podobne kanały opisuje L. van Straaten (1959) w pracy dotyczącej małych struktur, które występują we współczesnych osadach delty Renu, w miejscu gdzie przechodzi ona w szelf. W przekroju poprzecznym są to, według tego autora, „piętna” wypełnione ilem ciem-

niejszym od ilasto-mułowego otoczenia. W przekroju poziomym, a więc równoległym do warstwowania, większość tych śladów ma wydłużony, a niektóre z nich robakowaty kształt. Średnica kanałów waha się od kilku milimetrów do jednego centymetra. Niektóre ze śladów mają koncentryczne otoczki. Van Straaten uważa za prawdopodobne, że ciemniejszy materiał wypełniający kanał jest ilem, który przeszedł przez jelito wieloszczetów. Przymuszenie swe opiera na tym, że w kilku okazach stwierdzono w położeniu poziomym te organizmy.

Porównanie tych struktur z opisanymi wyżej przeze mnie, pozwala dostrzec pewne podobieństwa między nimi. Polegają one na podobnej (równoległej do warstwowania) ich orientacji, wypełnieniu różnym materiałem w stosunku do otaczającej skały, posiadaniu otoczki przez niektóre z nich oraz na zbliżonych częściowo kształtach.

Wymienione podobieństwa pozwalają, jak sądzę, szukać wśród wieloszczetów, lub grup zwierzęcych zbliżonych do nich morfologią i trybem życia, sprawców opisanych w tej pracy struktur.

Wspomnieć także należy, że struktury *Chondrites* stwierdzone zostały również w osadach cenomanu na północny zachód i południowy wschód od Brzeżna w przekrojach Sobków, Miąsowa 2, Szczepanów, Bizorenda 1 i Małogoszcz (Hakenberg 1968). Fotografie podobnych struktur zamieszcza również w swej pracy W. Moryc (1965). Jest to fragment rdzenia z wiercenia w Baszni koło Lubaczowa z utworów zaliczonych przez tego autora do neokomu. Sądząc ze zdjęcia, są to struktury podobne do *Chondrites* sp. B, tylko dużo mniejsze (ok. 0,8 mm średnicy i do 30 mm długości).

Na koniec pragnę podkreślić, że przedstawiony wyżej mój punkt widzenia na całość zagadnień związanych z genezą struktur typu *Chondrites* w Brzeżnie traktuję jako hipotezę. Jako taka będzie ona zapewne podlegała zmianom w wyniku dalszych prac nad tym zagadnieniem.

Pracownia Kartografii Geologicznej
Zakładu Nauk Geologicznych Pan
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 6
Warszawa, w grudniu 1965 r.

LITERATURA CYTOWANA

- ABEL O. 1935. *Vorzeitliche Lebensspuren*. Jena.
- BOTVINKINA L. N. 1962. *Stoiskost' osadočnych porod.* Izd. Akad. Nauk SSSR. Moskwa.
- DZUŁYŃSKI S. 1950. *Spostrzeżenia nad utworami litoralnymi jury brunatnej na południe od Krzeszowic (Littoral deposits of the Middle Jurassic south of Krzeszowice).* — Roczn. P.T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. 19, z. 2. Kraków.
- FUCHS T. 1895. *Studien über Fucoiden und Hieroglyphen.* Denkschr. Akad. Wiss. Wien.
- HAKENBERG M. 1968 (w druku). *Alb i cenoman między Małogoszczem a Staniewi-*

- camii w południowo-zachodnim obrzeżeniu mezozoicznym Gór Świętokrzyskich (Albian and Cenomanian deposits between Małogoszcz and Staniewice of the south-western marginal Mesozoic area of the Święty Krzyż Mts.). — *Studia Geol. Pol.* Warszawa.
- KREJCI-GRAF K. 1936. Zur Natur der Fukoiden. — *Senckenbergiana*, vol. 18.
- LESSERTISSEUR J. 1955. Traces fossiles d'activité animale et leur signification paléobiologique. — *Mém. Soc. Géol. France*, vol. 74. Paris.
- MITURA F. 1954. Stratygrafia kredy południowo-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich w okolicy Korytnicy (ark. Pińczów). *Maszynopis. Arch. Inst. Geol.* Warszawa.
- MORYC W. & WIASNIEWSKA J. 1965. Utwory neokomskie z Basznią koło Lubaczowa (Neocomian deposits at Basznia near Lubaczów — SE Poland). — *Rocz. P.T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)*, t. 35, z. 1. Kraków.
- NATHORST A. 1881. Om spår af några evertebrerade djur m.m. och deras palaeontologiska betydelse. — *Kong. Svenska Vetensk. Akad. Handl.*, vol. 18 (7).
- RICHTER R. 1927. Die fossilen Fährten und Bauten der Würmer, ein Überblick über ihre biologische und deren geologische Bedeutung. — *Paläont. Z.*, Bd. 9.
- 1931. Tierwelt und Umwelt im Hunsrückschiefer; zur Entstehung eines schwarzen Schlammsteins. — *Senckenbergiana*, vol. 13, Frankfurt a.M.
- RONIEWICZ P. 1966. Klasyfikacja osadów dolnego wierzni (seisu) w Tatrach (Lower Werfenian (Seisian) clastics in the Tatna Mts.). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 16, nr 1. Warszawa.
- RUCHIN A. B. 1953. Osnovy litologii. Leningrad, Moskwa.
- SEILACHER A. 1953. Studien zur Paläichnologie. I. Über die Methoden der Paläichnologie. — *N. J. Geol. Paläont.*, Bd. 96.
- SENKOWICZ E. 1959. Jura i kreda między Jędrzejowem a rzeką Nida (The Jurassic and Cretaceous between Jędrzejów and the Nida river, Święty Krzyż Mountains). W: *Z badań geologicznych regionu świętokrzyskiego*, t. 3 (*In: From the geological researches in Święty Krzyż Mts. region*, v. 3). — *Biul. I. G. (Bull. Inst. Géol. Pol.)* 159. Warszawa.
- SIMPSON S. 1957. On the trace-fossil Chondrites. — *Quart. J. Geol. Soc. London*, vol. 112. London.
- SIMULTIKOWSKI K. 1954. The problem of glauconite (Zagadnienie glaukonitu). — *Arch. Miner.*, t. 18, z. 1. Warszawa.
- STERNBERG K. 1833. Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Leipzig, Prague.
- STRAATEN van L. M. 1959. Minor structures of some recent littoral and neritic sediments. — *Geol. en Mijnbouw.*, n. ser., jg. 21. Gravenhage.
- ŚWIDZIŃSKI H. 1931. Utwory jurajskie między Małogoszczą a Czarną Nidą (Dépôts jurassiques entre Małogoszcz et la Czarna Nida, versant sud-ouest du massif de Ste-Croix). — *Spraw. P. I. G. (C.-R. Séanc. Serv. Géol. Pol.)*, t. 6, z. 4. Warszawa.
- TAUBER A. F. 1949. Paläobiologische Analyse von Chondrites furcatus Sternberg. — *Jb. Geol. Bundesanst.*, Bd. 92. Wien.
- VASSOJEVIČ N. B. 1948. Fliš i metodika jego izučenijsa. Moskwa, Leningrad.
- VIKULOVA M. F. & CHABAĀKOV A. B. (redaktorzy). 1962. Atłas tekstur i struktur osadocnych gornych porod. Čast' I — Oblomocnyje i glinistyje porod. Moskwa.

M. HAKENBERG

ON THE DIAGONAL CROSS BEDDING AND ORGANIC STRUCTURES (CHONDRITES) IN THE CENOMANIAN SANDSTONES NEAR BRZEŻNO

(Summary)

ABSTRACT: Cross (diagonal) bedding is described from the poorly cemented glauconite-bearing sandstones in Brzeżno (south-western Mesozoic margin of the Holy Cross Mts.). An analysis of the seven here described sets of cross strata suggests that their deposition was effected by sea currents. Four varieties of burrows of slime-eaters, belonging to the pseudo-genus *Chondrites*, have been observed in the sandstones under consideration.

INTRODUCTION

The exposure mentioned above occurs in the vicinity of Brzeżno, 12 km. SW of Chełciny (Holy Cross Mts., Central Poland). The poorly diagenesised, glauconite-bearing sandstones occurring there belong to the Cenomanian rocks which are a part of the south-western Mesozoic margin of the Holy Cross Mts. (fig. 1).

A detailed description of the Albian and Cenomanian sediments found in Brzeżno will be given in another paper (Hakenberg 1968); while the present paper contains only a description of their section (fig. 2).

The Brzeżno exposure (fig. 3) is about 35 m. long with a mean height of about 4 m. Four shallow pits have been excavated at the foot of the scarp in the course of the investigations. The figure illustrating this exposure is a vertical-plane projection with an azimuth of about 108 degrees.

BEDDING

The series of poorly diagenesised, diagonally bedded Cenomanian sandstones consists of 7 sets of beds. These sets have a thickness from 0. to 3.5 m. and are separated by surfaces of sedimentary unconformity. They consist of laminae that are diagonally bedded in relation to the intervening surfaces in the particular sets of beds. The thickness of laminae which differ in their glauconite content and in grain-diameter ranges from a few millimetres to some tens of centimetres. The sandstones here are on the whole fine-grained. There are a few thin, some millimetres thick, laminae, silty-clayey in character. Concentrations of coarser sandy material, 2.5 mm. in diameter are sporadically encountered in the bottom of some sets of beds. The surfaces separating the particular sets of strata are not, as a rule, parallel to each other and usually have the same direction of dip. The sedimentary inclination of laminae (taking into account their tectonic dip) ranges from 12 to 37 degrees, most of them (64%) being directed under azimuths from 100 to 120 degrees (fig. 4). Within the particular sets of strata oscillations in the value of inclinations are smaller, the dip values being distinctly smaller in the bottom of some sets. This is more readily discernible in set V where, moreover, there is a considerable decrease in the value of inclinations, in the lateral (W-E) direction.

The deposits here described formed in a marine environment. The character of the sets of strata and of the laminae of which they are built suggests that

bottom sea currents participated in their formation (Dzuleński 1950, Botvinkina 1962) while the trends and values of the inclination of laminae were largely influenced by the morphology of the bottom of the basin.

ORGANIC STRUCTURES

The presence of burrowed canals has been observed by the writer within the diagonally bedded sandstones of the Brzeźno exposure. These are currently regarded as relics of organic activities (or trace-fossils) (Abel 1935, Vassojevič 1948, Lessertisseur 1955, Simpson 1957).

Classification of structures

Various methods are now in use for determining palaeontological names. That most commonly used to indicate a definite structural type is the assignment of the generic or of the generic and specific name. These terms are substituted by A. Seilacher (1953) by the terms ichnogenus and ichnospecies while J. Lessertisseur (1955) uses the terms of pseudo-genus (pseudo-genres).

As will be shown below, ecologically speaking the structures from Brzeźno belong to the group of feeding tunnels — fondlinichnia — Fressbauten (Seilacher 1953).

After J. Lessertisseur (1955), from the point of view of morphological classification, the structures here considered are assignable to the group of *Fucoides* Brongniart 1822. *Fucoids* (whose morphology resembles that described from Brzeźno) belong to the pseudo-genus *Chondrites*.

Pseudogenus *Chondrites* Sternberg, 1833

Sternberg's work was not accessible to the writer, hence in describing this pseudogenus he was obliged to accept as a basis the short mention contained in S. Simpson's (1957) paper. This clearly indicates that the ramified structures, by Brongniart (1822) assembled into the *Fucoid* group, were regarded by Sternberg as the *Chondrites*. In the identification of this pseudogenus the writer supplemented the above incomplete description by notes and illustrations from O. Abel (1935, figs. 330—332), J. Lessertisseur (1955, fig. 38, pl. VIII, figs. 10—13), S. Simpson (1957, figs. 1—2, pl. XIX—XXIV). He also found it convenient to use S. Simpson's definition of *Chondrites* as trace fossils produced in result of the sea-bottom deposits being bored into a system of regularly branched tunnels, equal in diameter, by sedentary animals attached to the sea-bottom or just below it.

Out of the four structural types observed in Brzeźno, three roughly coincide with the descriptions and illustrations of the pseudogenus *Chondrites* contained in the above mentioned works. They occur as canals circular in section and constant in diameter, but as a rule not rectilinear. Some branch out considerably in planes sub-parallel to the bedding, while others are not so strongly ramified. The writer has not, however, been able to find out whether the structures under consideration merge together to form some major systems with one outlet leading to the surface of the deposit, as reported by S. Simpson (1957). This one, possibly

apparent difference excepted, all their other features agree with those described by the above authors, prompting the present writer to recognise these structures as belonging to the pseudogenus *Chondrites*.

The identification of pseudospecies has been impeded by difficulties encountered in determining whether the canals make up some major systems whose shapes are important specific characters. On the other hand, conspicuous differences concerning the sediment filling in the canal, the rims around it and the dimensions of the canals have suggested to the writer tentatively to differentiate within this pseudogenus a group of structures, lettered by Latin capitals. And thus we have *Chondrites* sp. A., *Chondrites* sp. B., and *Chondrites* sp. C.

The fourth structural type, differing more strongly, is referred to as „*Chondrites*”.

Chondrites sp. A
(pl. I, fig. 2 and pl. III; fig. 5)

Dimensions: diameter of canals from 8 to 10 mm., observed maximum length of the canal up to 20 cm.

The tunnels are filled in by a dark-green, glauconite-rich sediment, surrounded by a narrow (ca. 1 mm.) white rim, consisting of quartz grains containing hardly any glauconite. In sections diagonal to the laminae the tunnels produce concentrations from 1.5 to 8, exceptionally up to 20 cm. in thickness, parallel to the laminae, even though some of the canals traverse the particular laminae. The tunnels branch out, the maximum ramification occurring on surfaces sub-parallel to the laminae. It is these sections that show off that the canals do not run straight on but are arched (fig. 5). Though the tunnels are densely arranged within the sediment they have not been observed to cross each other. The structures here described occur separately or, seldom, together with *Chondrites* sp. B.

The glauconite filling in the tunnels under consideration differs from that present in the surrounding rock (results of the chemical analyses are given in the Polish text on p. 152).

Chondrites sp. B
(fig. 6; pl. IV and V)

Dimensions: canal diameter from 8 to 10 mm.; observed maximum length of canal up to 15 cm.

The tunnels are filled in by a white rock matrix, nearly devoid of glauconite, with a narrow (ca. 1 mm.) green rim, rich in glauconite (as compared with the surrounding rock). Similarly as in *Chondrites* sp. A the canal concentrations conform with the bedding but their ramifications seem less complicated. They occur together with *Chondrites* sp. A, less often separately.

Chondrites sp. C
(pl. VI, fig. 1)

Dimensions: diameter of canals from 1 to 2 mm., observed maximum length of canals up to 2.5 cm.

The tunnels are small, without a rim, filled in by a white rock matrix nearly destitute of glauconite. Canal concentrations conformable with the bedding. Ramifications straight. They occur in association with *Chondrites* sp. A.

„*Chondrites*”
(fig. 7; pl. VI, fig. 2)

Dimensions: canal diameter from 6 to 8 mm., observed maximum length of canal up to 30 cm.

The tunnels are rimless, as a rule unconformable with the bedding, filled by a white, sporadically yellow-brown rock mass, nearly destitute of glauconite. Tunnels straight, as a rule running singly, rarely ramified, possibly cutting each other. Some few canals contain a core-like filling, ca. 3 mm. in diameter. These cores have been observed in the central portions of the canals. They consist of a deposit strongly resembling the surrounding rock.

Formation of structures

Sets of canals conformable with the bedding

Three canal types occur in this group of structures (*Chondrites* sp. A, *Ch.* sp. B, *Ch.* sp. C). Each of them produces canal concentrations that occur together or separately and are sub-parallel to the bedding. Within this general conformability particular tunnels traverse particular laminae.

It is interesting to note the close interdependence of the occurrence of the sets of *Chondrites* and the arrangement of laminae. A representative example is provided by the beds in set V (fig. 3). In the western part of this set the inclination trends of laminae range from 103—116°, the angles being from 29 to 37°. In this part of the set fairly numerous series of the laminae are burrowed by sets of tunnels. Towards the east the directions and angles change gradually but continuously. This is expressed by azimuths of 103, 155 and 165 degrees and by angles of 31, 14 and 12 degrees. These changes are associated with progressive decrease in the thickness of laminae, the extinction of tunnel sets that bore them, and obviously less distinct bedding owing to the glauconite content in the particular laminae being more or less standardised.

All this reliably suggests optimal life conditions for the canal-producing organisms which drilled near-to-the-surface the steeply bedded laminae that formed the fore-set slopes of the bottom mounds of accumulation.

The interdependence of the occurrence of canals and the amount of glauconite contained in the rock is less distinct. It is supposed that the largest concentrations of *Chondrites* sp. A occur in layers with a moderate glauconite content while those of *Chondrites* sp. B occur in layers with a moderate or high glauconite content.

There are two plausible interpretations of canal formation and of their infillings. One of them, postulated by S. Simpson (1957) accepts a mechanical basis. It suggests that animals that burrowed the canals while feeding were provided with an organ on the surface of the deposit for excretion of the undigested rock material. Hence the canal was actually filled with sedimented material after the animal's death or after its migration from the canal.

In the case of the Brzeźno structures the above interpretation raises a number of doubts:

1. Laminae with so low a glauconite content as is observed in the canals of *Chondrites* sp. B are absent in the Brzeźno outcrop.

2. On the other hand the occurrence is noted there of canals displaying a maximum enrichment or impoverishment in glauconite, while infillings bearing

a moderate amount of glauconite are missing though laminae of this kind are those most common in the Brzeźno outcrop.

3. The existence of two kinds of rim — one impoverished in glauconite, the other enriched in it, is hardly explicable.

4. The chemical composition of the canal glauconite differs from that of the glauconite from the surrounding rock.

Because of these doubts the writer is inclined to suppose that the bio-chemical formation of the canal infillings is the more probable one. This is a conception partly advanced by K. Krejčí-Graf (1936) and A. Tauber (1949) who believed that the canals were filled in by rock material excreted by the animals and glued together by their mucus. The Brzeźno canals do not intersect which means that the previously „exploited” places were avoided by animals in the search of food, and this seems sensible. Hence, the branching off of a canal implies the presence of another individual and this is explained by the writer as reproduction by division, fairly common in this animal group (Polychaeta).

An attempt is here made to clarify the origin of the *Chondrites* structures from Brzeźno on the basis of the above concept.

Chondrites sp. A. Current-transported clastic material is deposited on the foreset steeply inclined slope of the underwater ridge of accumulation. Thanks to the relatively constant and quick water circulation and the resulting satisfactory aeration, conditions prevailing in the near-to-the-surface layers forming this structure favoured the development of burrowing organisms. These burrowed tunnels, absorbing the rock material and at the same time moving on ahead. The organic elements of the absorbed rock material were assimilated while the whole body of the worm secreted a mucuous substance that decomposed the glauconite contained in the sediment surrounding the tunnel. A white rim was thus produced. The undigested rock material which contained glauconite and the excreted organic elements were laid down in the tunnel behind the animal. There the organic elements, including the glauconite-building constituents, possibly also some catalysts, reacted with or caused the reaction with sea water saturating the sediment. This led to the formation of an additional amount of glauconite of a different kind in the tunnel. The chemical analysis of glauconite throughout the canal shows a distinctly lower trivalent iron content (3.3 per cent less, see p. 152 of the Polish text), as compared with glauconite outside the canal.

Chondrites sp. B. These organisms burrowed canals through laminae with a moderate or high glauconite content. Differences in the canal infillings and their assumed non-mechanical origin suggest that the organism itself may be held responsible for this state of conditions. The writer thinks that it may be the result of differences in nutrition. In organisms, whose excretions are left behind as white-coloured infillings, nutrition consists in the decomposition of glauconite and the assimilation not only of the organic substances possibly present in the rock, but also perhaps of some glauconite constituents, such as iron. A mucuous substance was secreted by the body of the animals here considered, similarly as by the organisms of *Chondrites* sp. A. Because of the different mode of nutrition and consequently of the metabolism, too, their mucus was enriched in certain glauconite-building constituents or in special organic substances, important as catalysts. These constituents either reacted with sea water or caused this reaction. This led to the formation of a glauconite-enriched rim in the nearest proximity of the organism. The undigested rock material, almost totally devoid of glauconite and of glauconite-building constituents, was excreted into the canal behind the worm, and produced the glauconiteless white infilling of the tunnel.

Chondrites sp. C. The mode of the formation of these structures resembled that of *Chondrites* sp. B., described above. Their canals differ, however, from all the others so far described, in the absence of rims. Quite likely, because of the small size of these organisms, the amount of the mucus they secreted was insufficient to produce detectable changes in the sediment surrounding the body of the polychaets.

Sets of canals unconformable with the bedding („Chondrites”)

These structures are rather sparsely and uniformly distributed throughout the deposit. Their concentrations are not frequent. The zones of the concentration of canals occur along some contact surfaces of the sets of beds. In one case a concentration of these tunnels has been observed in the top of a coarse-grained sand layer with a high glauconite content. The zones of canal concentrations occur unconformably to the bedding, suggesting their epigenesis.

The following represents the writer's idea of the formation of these structures. The diagonally bedded, glauconite-bearing sand was being more or less uniformly burrowed by slime-eaters. The major canal concentrations were connected with the erosional boundaries of sets intermittently representing the bottom surface burrowed by canal-producing organisms. During the sedimentary phase of the successive higher set some of the buried individuals drilled the sediment upward. Another occurrence of a major concentration of this type of canals is connected with the top part of a coarse-grained sand layer enriched in glauconite. In the writer's opinion the increase in the amount of glauconite was a decisive factor in its formation. This is connected with the mode of nutrition of these organisms, as given below, resembling that described in structures *Chondrites* sp. B and *Chondrites* sp. C. The canals here considered are rimless, because of their inability to enter in chemical reaction with sea water owing to the stronger diagenesis of the sediment and, consequently, its smaller saturation by water, still more the inadequate water circulation in the sediment.

The previously mentioned „cores” encountered inside some canals, and composed of a sediment resembling the surrounding rock mass, probably represents the undigested or partly digested rock mass, „eaten” by the animal shortly before its death. If the „core” does not occur at the end of the canal it might indicate some irregularity in the process of digestion after which the animal may have regained its normal condition.

FINAL REMARKS

Similar structures are described by L. van Straaten (1959). They occur within recent sediments of the delta of the Rhine where it passes into a shelf. According to that author's opinion they are represented in cross section by patches filled in by clay that is darker than the clay-silty rock mass. In horizontal section (i.e. parallel to the bedding), most of these relics are elongated, sporadically vermicular in shape. The canals are from a few millimetres to one centimetre in diameter. Some canals have concentric rims.

L. van Straaten supposes that the darker material probably represents clay passed through the intestines of polychaets, basing his supposition on the presence of these organisms in several specimens.

A comparison of these structures with those described above discloses certain characters in common. Hence it seems reasonable to look for the cause of the *Chondrites* structures here described among polychaets or other animal groups resembling them in morphology and mode of life.

It is noteworthy that *Chondrites* structures have also been observed in Cenomanian sediments NW and SE of Brzeźno in the vicinity of Sobków, Miąsowa, Szczepanów, Bizorenda and Małogoszcz (Hakenberg 1968).

Laboratory of Geological Cartography
of the Institute of Geological Sciences
Polish Academy of Sciences
Warszawa 22, Al Żwirki i Wigury 6
Warsaw, December 1965

OBJAŚNIENIA DO PLANSZ I—VI
DESCRIPTION OF PLATES I—VI

PL. I

Fig. 1

Ogólny widok środkowej części odkrywki piaskowców z glaukonitem w Brzeźnie

General view of the central part of glauconite-bearing sandstone exposure at Brzeźno

Fig. 2

Struktury *Chondrites* sp. A w przekroju poprzecznym do warstwowania. W lewej części fotografii widoczny mały uskoki

Chondrites sp. A structures in section transversal to the bedding. Minor fault observable to the left

PL. II

Fig. 1

Struktury *Chondrites* sp. A w przekroju poprzecznym do warstwowania; w bocznych częściach fotografii widoczne uskoki

Chondrites sp. A structures in section transversal to the bedding; faults observable at the sides of the photograph

Fig. 2

Struktury *Chondrites* sp. A; w dolnej części w przekroju poprzecznym, w górnej w przekroju zbliżonym do równoległego do warstwowania

Chondrites sp. A structures: at the bottom in cross section, at the top in section sub-parallel to the bedding

PL. III

Fig. 1

Wycinek tej samej powierzchni w powiększeniu
A fragment of the same surface under magnification

Fig. 2

Struktury *Chondrites* sp. A w przekroju zbliżonym do równoległego. Fragment powierzchni widocznej na pl. II, fig. 2

Chondrites sp. A structures in section sub-parallel to the bedding. A fragment of the surface shown in pl. II, fig. 2

PL. IV

Fig. 1

Struktury *Chondrites* sp. B (warstewka wyższa) i *Chondrites* sp. A (warstewka niższa). Przekrój poprzeczny do warstwowania. W środku fotografii widoczny mały uskoki

Chondrites sp. B structures (in upper layer) and *Chondrites* sp. A structures (in lower layer). Section transversal to the bedding. Minor fault observable in the centre of the photograph.

Fig. 2

Struktury *Chondrites* sp. B i A. Przekrój poprzeczny w płaszczyźnie zbliżonej do poziomej

Chondrites sp. B and A structures in cross section in sub-horizontal plane

PL. V

Fig. 1

Struktury *Chondrites* sp. B. Przekrój w płaszczyźnie zbliżonej do równoległej do warstwowania

Chondrites sp. B structures; section sub-parallel to the bedding

Fig. 2

Struktury *Chondrites* sp. B. Przekrój poprzeczny w płaszczyźnie zbliżonej do poziomej

Chondrites sp. B structures; cross section sub-horizontal plane

PL. VI

Fig. 1

Struktury *Chondrites* sp. C (kanały małe) i *Chondrites* sp. A (kanały duże). Przekrój poprzeczny

Chondrites sp. C structures (small burrows) and *Chondrites* sp. A structures (big burrows), cross section

Fig. 2

Strefa występowania struktur „*Chondrites*” w stropie warstwy grubopiaszczystej, wzbogaconej w glaukonit

Occurrence zone of the „*Chondrites*” structures in the top of the coarse-grained sand layer enriched in glauconite

Fotografie wykonał M. Hakenberg
All photographs by M. Hakenberg

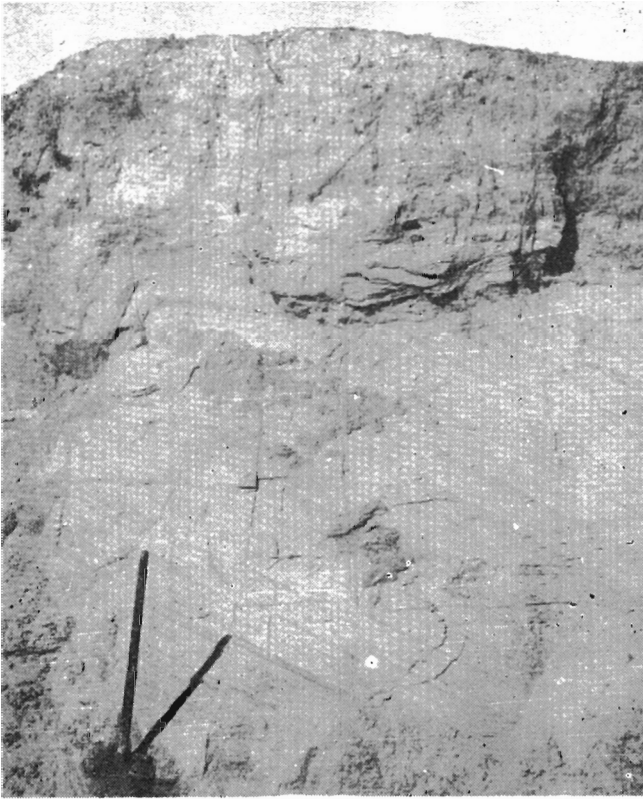


Fig. 1

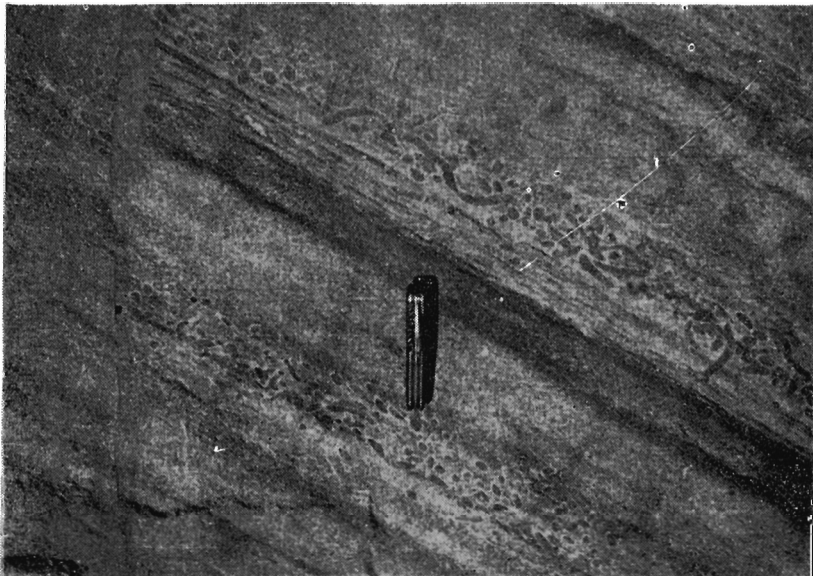


Fig. 2

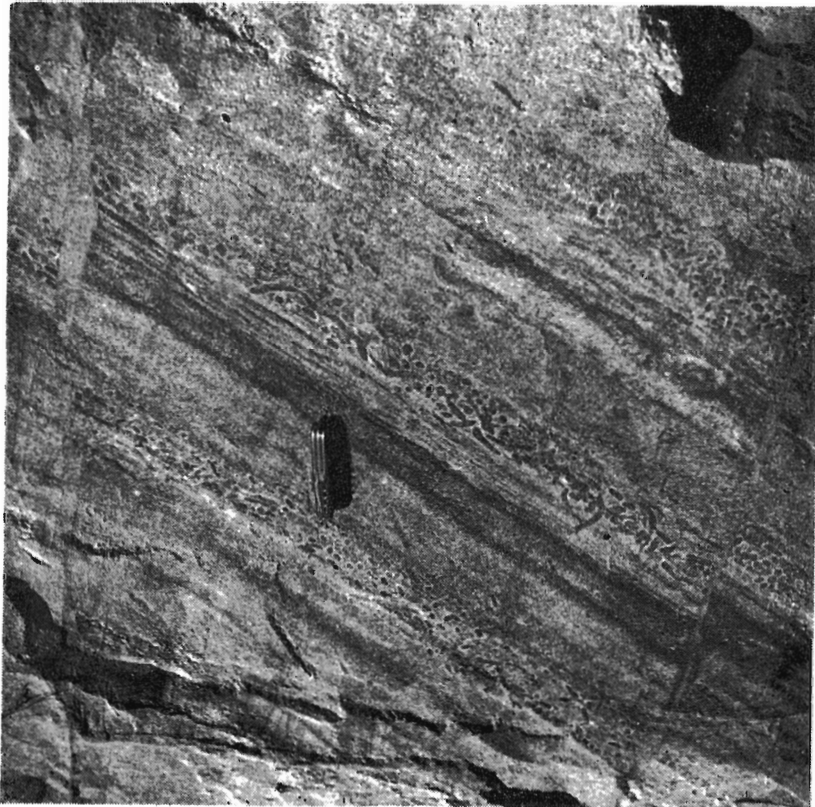


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 1

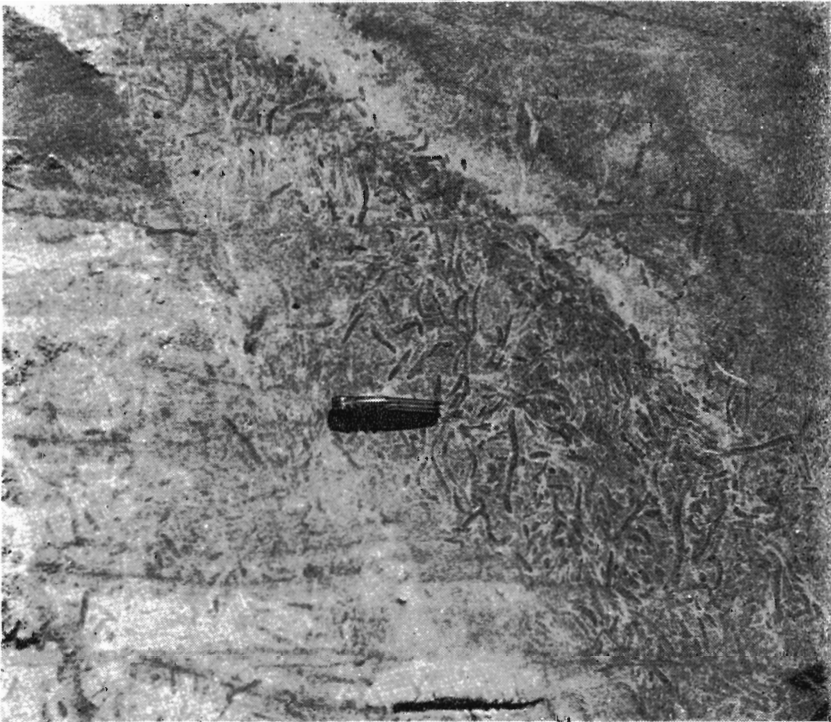


Fig. 2



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 1



Fig. 2

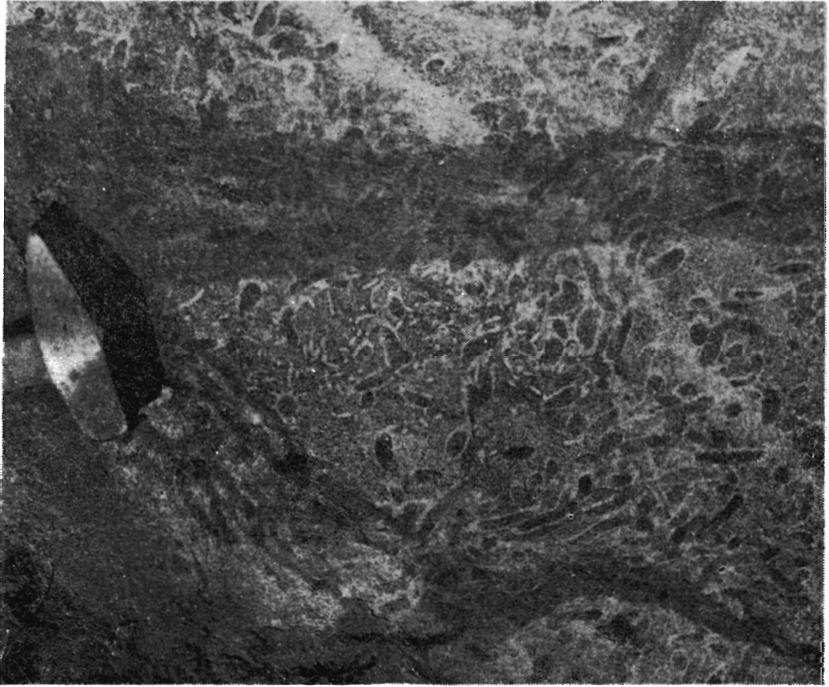


Fig. 1



Fig. 2