

UKD 550.72/.74:761.1/.2:552.541/.542+552.513(26.02+210.5+285.32+286.6)(438.132 Góry Świętokrzyskie)

Hanna SENKOWICZOWA

Struktury biogeniczne w osadach retu i dolnego wapienia muszlowego Gór Świętokrzyskich

Opisano struktury biogeniczne (ślady działalności organizmów, skałotocza, koprolity i tropy kręgowców) napotkane w osadach retu i wapienia muszlowego Gór Świętokrzyskich. Występują one w wapieniach, marglach i piaskowcach i są związane z płytkimi strefami morza oraz z obszarami nadbrzeżnymi – plażami, bagnami i deltami.

WSTĘP

Opracowując stratyografię utworów górnego pstręgo piaskowca – retu i wapienia muszlowego – w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (H. Senkowiczowa, 1956, 1957, 1959, 1970) znalazłam kilkanaście okazów piaskowców i wapieni ze śladami działalności organizmów, koprolitami i tropami. Pierwszym badaczem, który w morskich utworach triasu obrzeżenia Gór Świętokrzyskich stwierdził ślady działalności organizmów był przypuszczalnie B. Kowalczewski (1926). W wapieniach retu okolic Piekoszowa i Zajączkowa znalazł on wałeczkowate hieroglify, których bliżej nie opisał. Następnie o śladach działalności organizmów, kanałach skałotoczy i tropach wspominali: J. Samsonowicz (1929), A. Kleczkowski (1953, 1959), H. Senkowiczowa (1956, 1957, 1959, 1970), H. Senkowiczowa, A. Ślącza (1962), W. Karaszewski (1966), J. Kaźmierczak, A. Pszczółkowski (1969), J. Pawłowska (1970), J. Trammer (1974, 1975) i A. Kostecka (1978).

Z wcześniejszych obserwacji wynika, że ślady pozostawione przez zwierzęta żyjące w zbiorniku retu i wapienia muszlowego były dostrzegane przez wielu badaczy. Ślady, które przedstawiam niżej, rozszerzają, lecz nie wyczerpują tego zagadnienia. Niektóre z nich można przyrównać do śladów wcześniej opisanych. Identyczne lub podobne struktury spotyka się w osadach triasu oraz w osadach paleozoicznych i młodszego mezozoiku. Część z opisanych struktur nie ma w dostępnej mi literaturze swych odpowiedników. Oznaczam je kolejnymi literami alfabetu nie tworząc nowych ich rodzajów, ponieważ nie ma pewności, że tego typu ślady nie były dotychczas opisane.

Wszystkie numerowane okazy przedstawione w tym artykule znajdują się w Archiwum Muzeum Instytutu Geologicznego w Warszawie, pozostałe – w zbiorach autorki. Fotografie wykonane zostały w Pracowni Fotografii Naukowej Instytutu Geologicznego w Warszawie.

STRUKTURY ORGANICZNE

Osady retu i dolnego wapienia muszlowego, w których znalezione zostały opisane struktury organiczne, powstały w morzu wolno transgredującym ku północnemu wschodowi i wschodowi oraz na jego brzegu – w strefie nadbrzeżnych plaż, bagien i delt utworzonych przez spływające ku morzu rzeki.

W północnej części obrzeżenia Gór Świętokrzyskich dominowały w recie utwory piaszczyste, a w wapieniu muszlowym wapienne i margliste, w południowej i zachodniej – przede wszystkim wapienie i margle.

W skałach piaszczystych i ilastych szczątki fauny są rzadkie. Reprezentują je głównie małże *Costatoria costata* (Zenker) świadczące o morskim pochodzeniu osadów. Bliżej nieokreślone zwierzęta, których ślady są przedmiotem moich rozważań, żyły zapewne w strefie płytkich wód przybrzeżnych. Gady, których kilka tropów znaleziono, zamieszkiwały na lądzie.

W skałach wapiennych i marglistych są liczne skorupki otwornic, małżów, ślimaków, głowonogów, pancerzyki małżoraczków i liczne szczątki ryb. Jedynie w skałach wapienia muszlowego znajdują się igły gąbek, szczątki szkarłupni i konodonty. Struktury występujące w dolnym wapieniu muszlowym wskazują, że żyły w tej strefie jeszcze liczne skałotcza i drażące w mule jelitodyszne oraz organizmy, których przynależności systematycznej nie można na podstawie zachowanych śladów powiązać z żadną ze stwierdzonych grup zwierząt żyjących w triasie.

Struktury organiczne znalezione w utworach retu i dolnego wapienia muszlowego grupuję dla jasności wykładu następująco (W. Häntzschel, 1975): ślady działalności organizmów (zaliczam do nich przypuszczalne ślady pełzania, zerwania i jamki mieszkalne), skałotcza i koprolity. Ponadto omawiam napotkane tropy kręgowców.

ŚLADY DZIAŁALNOŚCI ORGANIZMÓW

W omawianych utworach najstarsze ślady znalezione zostały przez J. Samsonowicza (1929) w najniższym recie w Wąchocku (fig. 1). Występują tu piaskowce wiśniowe i różowe, przeważnie średnio- i gruboziarniste z otoczkami kwarcu i kwarcytu (czasem z polewą pustynną), przekątnie warstwowane, przekładane wiśniowymi ilarami. Na powierzchniach piaskowców J. Samsonowicz obserwował często hieroglify. W swym opracowaniu zamieścił fotografię wateczkowatych śladów wzajemnie się krzyżujących, określając je jako *Problematicum*, przypuszczając, że mogą to być ślady robaków. Piaskowce z Wąchocka badacz ten zaliczył do dolnego pstrego piaskowca. Dopiero później H. Senkowiczowa i A. Ślącza (1962) wiśniowe piaskowce z Wąchocka zaliczyli do najniższego retu.

Z tych samych odsłoneń co *Problematicum* pochodzi okaz *Cylindricum* Linck (tabl. I, fig. 1). Są to walcowate formy o średnicy 4 mm, ich zewnętrzna powierzchnia jest gładka. Wszystkie są ustawione prostopadle w stosunku do powierzchni ławicy, na której występują. Powierzchnia okazu wynosi około 42 cm², mieści się na niej ponad 100 bezładnie rozmieszczonych śladów. Odległości między śladami są różne, czasem znajdują się tak blisko siebie, że niemal stykają się bocznymi powierzchniami. Okazy *Cylindricum* zbudowane są z drobnoziarnistych piaskow-

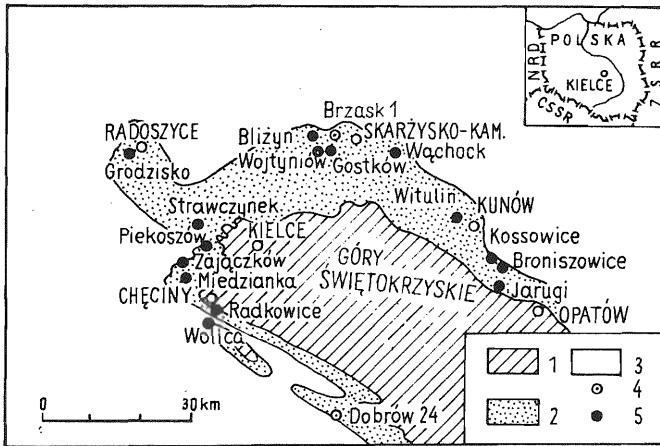


Fig. 1. Rozmieszczenie miejsc występowania struktur organicznych w osadach retu i wapienia muszlowego Gór Świętokrzyskich

Localities in which biogenic structures were found in Rhöt and Muschelkalk rocks in the Góry Świętokrzyskie Mts

1 - paleozoik; 2 - trias dolny i środkowy; 3 - utwory młodsze od środkowotriasowych; 4 - miejscowości, w których znaleziono struktury organiczne; 5 - otwory wiertnicze

1 - Paleozoic; 2 - Lower and Middle Triassic; 3 - rocks younger than Middle Triassic; 4 - localities in which biogenic structures were found; 5 - boreholes

ców, takich samych jak skała, z którą połączone są bez śladów odgraniczenia. Sprawiają wrażenie wypełnień pionowych kanalików predepozycyjnych w stosunku do ławicy, na której zostały utrwalone ich odlewy. Z opisu typowego *Cylindricum* wynika, że zakończenia kanalików są zaokrąglone. Na opisanym okazie wszystkie ślady są odłamane, a ich zakończenia mają kształt przypadkowy.

W dolnej części osadów retu nie napotkałam innych śladów, które można by łączyć z obecnością organizmów. A. Kleczkowski (1953) wspomina jednak o występowaniu problematycznych śladów robaków w postaci rurek, które znalazł w poziomie podrudnym (Tpr2), odpowiadającym według podziału wprowadzonego przez H. Senkowiczową (1965), prawdopodobnie wyższej części dolnego retu. Występowały one między Gostkowem a Wojtyniowem, na zachód od Skarżyska-Kamiennej, w jasnych piaskowcach często nie wykazujących uławicenia; w piaskowcach są również ślady falowania i bliżej nieokreślone hieroglify.

Bardzo liczne ślady działalności organizmów znalazłam w osadach górnego retu z otworu wiertniczego Brzask 1 (fig. 1). Na głębokości 104,0 m znajduje się warstwa piaskowców (30 cm miąższości) białych, drobnoziarnistych, cienkoławicowych z przemazami szarzielonych ilów. Piaskowce te stanowią strop piaszczysto-dolomitowego kompleksu wyróżnionego jako warstwa z Dalejowa (H. Senkowiczowa, 1965). Są one przepelnione śladami zbliżonymi do *Palaeophycus* Hall (tabl. I, fig. 2a, b). Na dolnej i górnej powierzchni ławicy widać wypukłe ślady, mniej lub bardziej równoległe do powierzchni. Największa ich szerokość wynosi 4,0 mm, największa długość 26,0 mm. Przebieg śladów jest nieregularny, często krzyżują się ze sobą, na powierzchni zaznacza się niekiedy słabo widoczna podłużna rzeźba. Ich przynależność do *Palaeophycus* nie jest pewna, ale przypominają one te ślady, charakteryzujące się szerokim zakresem morfologii.

W najwyższej części osadów retu północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich liczne ślady działalności organizmów stwierdzono w okolicach Kunowa i

Opatowa. J. Samsonowicz (1929) opisuje z tego obszaru piaskowce ciosowe, średnioziarniste, zwięzłe, głównie żółtawe, rzadziej różowe i czerwone, przelawiczone iltami. W piaskowcach znajdują się soczewki iltów bezwapiennych. Na powierzchniach ławic piaskowców są oscylacyjne riplemarki, szczeliny wysychania, czasem liczne kości drobnych kręgowców, czteropalczaste tropy zwierząt oraz odciski skorup małżów *Costatoria costata* (Zenker). W Broniszowicach (fig. 1) w bruzdach oddzielających grzbiety riplemarków autor ten znalazł różnej szerokości ślady pełzań. Węższe z nich przypisał działalności robaków, szersze – mięczaków. Fotografia zamieszczona w pracy J. Samsonowicza (*l.c.*, tabl. VII, fig. 1) nie pozwala na ustosunkowanie się do tego poglądu.

W. Karaszewski (1966) na powierzchniach piaskowców z Jarug, podobnych do opisanych wyżej, znalazł liczne ślady żerowania *Planolites* Nicholson.

W Witulinie koło Kunowa odsłonięte są piaskowce najwyższego retu wykształcone analogicznie jak w okolicach Broniszowic i Jarug. Spotyka się w nich często kanały ułożone mniej lub bardziej horyzontalnie – odpowiadające kanałom *Planolites* Nicholson – takie same jak na fotografii zamieszczonej przez W. Karaszewskiego (1966, tabl. III, fig. 3a, b). Obok nich znajdują się jeszcze kanały, ustawione pionowo lub nieco skośnie w stosunku do powierzchni ławicy, których długość dochodzi do 43,0 mm, średnica wynosi 2,5–5,0 mm (tabl. I, fig. 3a, b). Ścianki kanałów są doskonale wygładzone, w dolnej części kanały są zakończone półokrągło, przeważnie wypełnione jasnym mułowcem, rzadko puste. W przekroju poprzecznym kanały są okrągłe, nie zaobserwowałam by krzyżowały się wzajemnie. Kanały ustawione pionowo przypominają jamki mieszkalne, natomiast kanały horyzontalne W. Karaszewski (1966) uznał za prawdopodobne ślady żerowania. *Planolites* występuje w Górach Świętokrzyskich w utworach retu osadzonych u wschodnich wybrzeży morza. Autor przypuszcza, że powstały one w strefie przejściowej między środowiskiem morskim a lądowym. Według L. Courel i in. (1979), którzy obserwowali podobne kanały w osadach środkowego triasu na południowym obrzeżeniu Masywu Centralnego Francji, są to ślady robaków powstałe w środowisku płytkowodnym.

Na górnej powierzchni jednego z okazów znalezionych w Witulinie widać liczne, różnorodne ślady działalności organizmów (tabl. II, fig. 1). Są wśród nich płaskie bruzdy ułożone horyzontalnie, które wyróżniam jako ślady pełzania A (tabl. II, fig. 1). Ich szerokość wynosi około 3,0 mm, długość przekracza 110,0 mm. Powierzchnie śladów pokryte są cienkimi podłużnymi bruzdkami i grzbiecikami. G. Demathieu (1977) podobne ślady, ale ponad dwa razy szersze i złożone z trzech podłużnych bruzdek, opisał jako *Paraophidichnium triassicum*, a ich powstanie wiąże z ruchem beznogich kręgowców.

Opisane ślady przebite są miejscami przez kanały *Planolites* Nicholson, między którymi zauważa się inne ślady; wyróżniam je jako ślady pełzania B. Są to wałeczki (tabl. II, fig. 2–4) o średnicy 0,48–1,12 mm i długości przekraczającej zapewne 15,0 mm (najkrótszy ma 0,5 mm długości), zbudowane z dobrze scementowanych ziarn piasku. Łączą one wyloty kanalików *Planolites* lub zagłębiają się w skałę obok nich. Sprawiają wrażenie, że pozostawiły je zwierzęta, które wchodziły do kanałów *Planolites*.

Całą powierzchnię opisywanej próbki pokrywają delikatne, równoległe zmarszczki, układające się miejscami (tabl. II, fig. 1, 5) we wstążkowate ślady wzajemnie się krzyżujące i zacierające, które wyróżniam jako ślady pełzania C. Długość pojedynczych zmarszczek wynosi około 5,0 mm, szerokość jest różna: obok dość grubych (około 0,5 mm) są bardzo cienkie, zaledwie zaznaczone. Na lepiej zach-

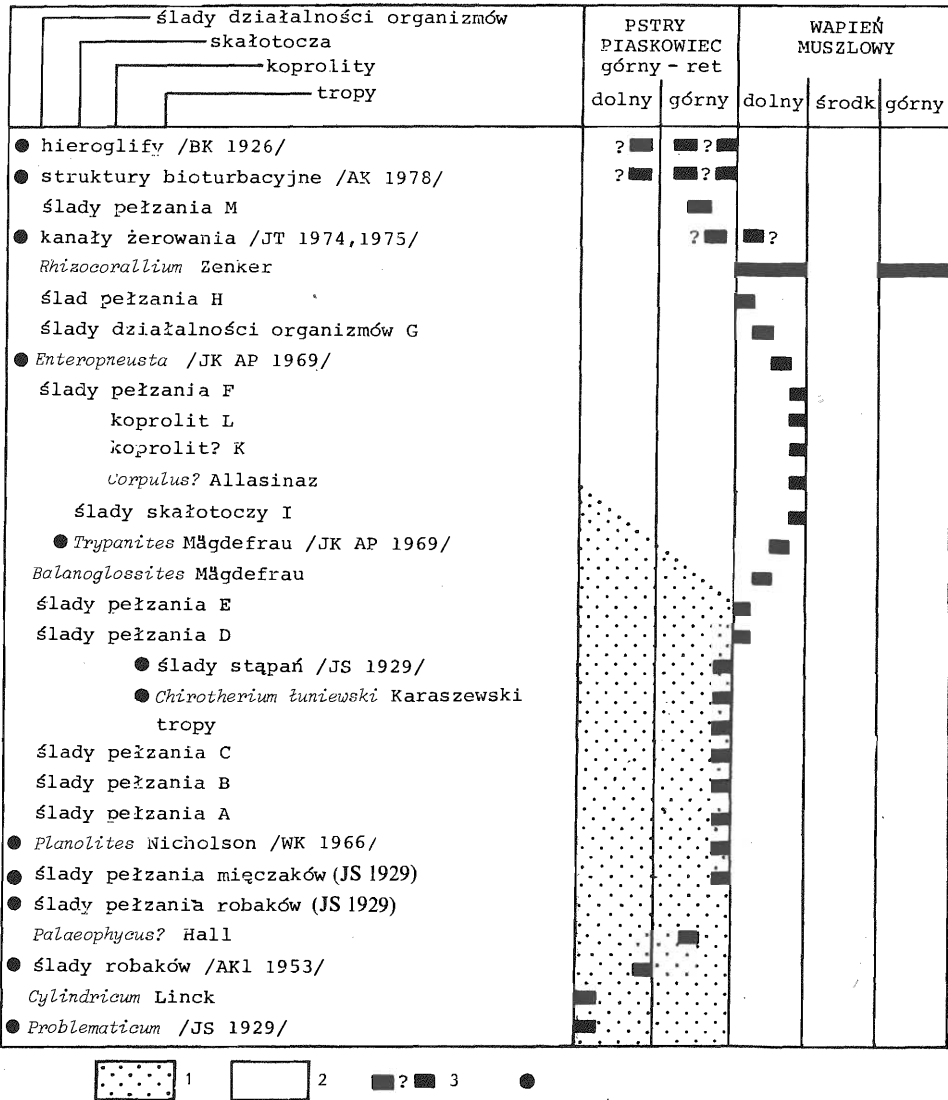


Fig. 2. Zestawienie struktur organicznych stwierdzonych dotychczas w osadach retu i wapienia muszlowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich

List of biogenic structures hitherto found in Rhöt and Muschelkalk rocks at the margin of the Góry Świętokrzyskie Mts

1 - utwory piaszczyste; 2 - utwory wapienne i margliste; 3 - pozycja stratygraficzna sprecyzowana niedokładnie; 4 - struktury organiczne cytowane na podstawie literatury: WK - W. Karaszewski, JK AP - J. Kaźmierczak, A. Pszczółkowski, AK1 - A. Kleczkowski, AK - A. Kostecka, BK - Kowalczewski, JS - J. Samsonowicz, JT - J. Trammer

1 - sandy deposits; 2 - carbonate and marly deposits; 3 - imprecise stratigraphic position; 4 - biogenic structures reported by other authors: WK - W. Karaszewski, JK AP - J. Kaźmierczak, A. Pszczółkowski, AK1 - A. Kleczkowski, AK - A. Kostecka, BK - B. Kowalczewski, JS - J. Samsonowicz, JT - J. Trammer

wanych fragmentach śladów pełzania *C* można dopatrywać się istnienia osi śladu w postaci bruzdki, po obu stronach której ułożone są zmarszczki.

W węglanowych utworach retu w rejonie Piekoszowa, gdzie przypuszczalnie ślady działalności organizmów znalazł B. Kowalczewski (1926), a A. Kostecka (1979) obserwowała struktury bioturbacyjne, znalazłam ślad (wapienie margliste okolic Miedzianki), który wyróżniam jako ślad pełzania *M* (tabl. II, fig. 6). Szerokość śladu pozostawionego na górnej powierzchni ławicy waha się w granicach 8,0–10,0 mm, największa długość 145,0 mm. Ma on postać silnie spłaszczonego wałeczka, zbudowanego z szarych margli, o nieregularnym przebiegu. Pozostawiło go zwierzę poruszające się po powierzchni bruku muszlowego utworzonego ze skorup *Pleuromya rugosa* Ahlburg. Osad, z którego zbudowany jest ślad, wypełnia zagłębienia pomiędzy poszczególnymi skorupkami leżącymi na jego trasie.

W Wolicy (południowe obrzeżenie Gór Świętokrzyskich, fig. 1), na granicy retu i dolnego wapienia muszlowego J. Trammer (1974, 1975) napotkał kanały żerowiskowe. Wiek tych osadów nie jest pewny, gdyż w pracy z 1974 r. autor ten podaje, że są to utwory dolnego wapienia muszlowego, zaś w pracy z 1975 r., że utwory te należą do retu.

Na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich w Bliżynie (fig. 1) na powierzchni ławic rdzawych wapieni piaszczystych spotyka się nierzadko ślady działalności organizmów. Znalazłam tu ślady podobne do *Imbrichnus* Hallam, które wyróżniam jako ślady pełzania *D* (tab. III, fig. 2, 3). Są to proste, lekko spłaszczone wałeczki, w przekroju poprzecznym owalne. Na ich powierzchniach zaznaczone są delikatne zmarszczki dzielące ślad na człony. Ślady ułożone są równolegle do powierzchni ławicy, nie rozgałęziające się, ale często krzyżujące. Szerokość śladów waha się od 4,0 do 6,4 mm, największa stwierdzona długość wynosi 25,0 mm, grubość członu (imbrykacji) waha się od 0,2 do 0,8 mm. Ślady te dachówkowatą budową odpowiadają śladom *Imbrichnus* Hallam, opisanym z osadów środkowej jury. Różnica zaznacza się w imbrykacji bardzo wyraźnej u *Imbrichnus*, a zaledwie zaznaczonej na opisywanych okazach i w znacznie większej szerokości śladów typowych *Imbrichnus*.

Na powierzchni tej samej ławicy co opisanie wyżej ślady pełzania *D* znajdują się dwa wałeczkowate ślady wyróżnione jako ślady pełzania *E* (tabl. III, fig. 4). Ich szerokość wynosi około 0,75 mm, długość do 8,0 mm. Wałeczki są prawie jednakowej szerokości, zaginają się ukształtnie pod kątem około 90°, zbudowane są z osadu ilasto-piaszczystego. Na ich powierzchni widać nieregularne wgłębienia pozostawione, być może, przez pełzające lub żerujące na nich organizmy, które spowodowały częściowe spłaszczenie i zdeformowanie wałeczków.

W niższej części dolnego wapienia muszlowego – w Radkowicach koło Chęcina – znalazłam ślady określone jako ślady żerowania *H* (tabl. III, fig. 1). Stanowią one wypukły relief równoległy do powierzchni ławicy. Są proste, bez widocznej ornamentacji i krzyżują się wzajemnie. Ich szerokość waha się od 3,5 do 7,0 mm, największa stwierdzona długość wynosi 53,0 mm.

Na powierzchni ławicy wapieni pochodzących z warstw falistych dolnego wapienia muszlowego, odsłoniętych w Grodzisku koło Radoszyc, zachował się wypukły relief utworzony z prostych wałeczkowatych śladów, zbudowanych z takich samych wapieni jak skała, z którą są ściśle związane. Wałeczki przebiegają nieregularnie i przypominają negatywy śladów działalności organizmów (tabl. V, fig. 2). Wyróżniam je jako ślady działalności organizmów *G*.

W Wolicy, w utworach warstw z *Plagiostoma striatum* (najwyższa część dolnego wapienia muszlowego), znalazłam w zlepie muszlowym – złożonym ze zniszczonych, pokruszonych skorup małżów i brachiopodów – skorupę *Enan-*

tiostreon sp., na której jest kilka spłaszczonych, esowato wygiętych – nierozgałęzionych wałeczków (tabl. III, fig. 5), zbudowanych z szarych iłowców. Maksymalna szerokość tych wałeczków wynosi 1 mm, a długość 13,0 mm. Są to prawdopodobnie ślady pęłzania pozostawione przez zwierzę poruszające się wśród skorup nagromadzonych przez fale. Wyróżniam je jako ślady pęłzania *F*.

W obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich w warstwach łukowskich dolnego wapienia muszlowego występują masowo kanały wytworzone przez organizmy ryjące w mule. J. Kaźmierczak i A. Pszczółkowski (1969) uważają, że powstały one w wyniku działalności organizmów jelitodysznych (*Enteropneusta*) i podkreślają, że są bardzo podobne do kanałów opisanych przez K. Mägdefrau (1932) z dolnego wapienia muszlowego Turynii. O obecności takich kanałów w utworach dolnego wapienia muszlowego Gór Świętokrzyskich wspominali również J. Trammer (1975) i A. Kostecka (1978). *Enteropneusta* żyły przypuszczalnie w niższej części strefy międzyplytowej, rzadziej w strefie subplytowej. Ponieważ rozwijały się w okresach, gdy nie było sedymentacji, wraz ze zmianami warunków życia przemieszczały się na coraz to inne obszary, zasiedlając rozległe powierzchnie.

W Bliżynie na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich w niższej części dolnego wapienia muszlowego (A. Kleczkowski, 1959) znajdują się kanały w przekroju poprzecznym okrągłe, o średnicy do 6,0 mm (tabl. IV, fig. 2). W stosunku do powierzchni ławicy są one ustawione pod różnymi kątami. Wokół kanałików widać otoczki o innym zabarwieniu niż skała. W bezpośredniej bliskości ścianki barwa otoczki jest jaśniejsza niż barwa skały, szerokość otoczki wynosi 1,0–2,0 mm. Niekiedy kanały mają dwie otoczki, jedną jaśniejszą od skały, drugą ciemniejszą o podobnej szerokości. Powstały one prawdopodobnie w związku z wydzielaniem śluzu w czasie rycia. Podobnie tłumaczy się powstanie otoczek wokół kanałów *Enteropneusta* (J. Kaźmierczak, A. Pszczółkowski, 1969). Wnętrza kanałów wypełniają kryształy kalcytu lub margiel z licznymi, małymi członami liliowców. Na ściankach kanałów nie ma widocznej ornamentacji. Są one bardzo podobne do kanałów z dolnego wapienia muszlowego Turynii, określonych przez A.H. Müllera (1963, fig. 818) jako *Balanoglossites triadicus* Mägdefrau.

W marglach i iłowcach dolnego i górnego wapienia muszlowego powszechnie występuje *Rhizocorallium* Zenker (tabl. IV, fig. 1, 4; tabl. V, fig. 1) znane na całym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich nie tylko z odsłoneń, lecz i z otworów wiertniczych oddalonych od trzonu paleozoicznego. Są to spłaszczone u-kształtne wałki o szerokości 18,0 mm i długości dochodzącej czasem do 200 mm, ułożone mniej lub bardziej równoległe do powierzchni ławic. Ich występowanie związane jest zawsze, jak się przypuszcza, z obszarami pozostającymi pod stałym przykryciem wody.

SKAŁOTOCZA

Ślady działalności organizmów drążących skałę znane są z utworów dolnego wapienia muszlowego. J. Kaźmierczak i A. Pszczółkowski (1969) zidentyfikowali je jako *Trypanites* Mägdefrau. Są to kanałiki o małej średnicy (1,0–2,0 mm) występujące w warstwach łukowskich na południowym i zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Obserwowane były również przez J. Trammera (1975), a na zachodnim obrzeżeniu w okolicach Piekoszowa przez A. Kostecką (1978). Być może, iż do *Trypanites* należały kanały, które J. Pawłowska (1970) opisała ze Strawczynka koło Piekoszowa. Organizmy drążące kanały *Trypanites* pojawiały się wtedy, gdy w wyniku dłuższych przerw w sedymentacji następowało stwardnienie przydennej strefy osadu.

Kilka śladów skałotoczy (tabl. IV, fig. 3) znalazłam na skorupie małża *Prospodylus comptus* (Goldfuss) pochodzącej ze zlepow muszlowych najwyższej części dolnego wapienia muszlowego, odsłoniętych w Wolicy. Są to płytkie ry-nienkowate wydrążenia, w przekroju zaokrąglone, których przebieg jest nieregularny. Szerokość wynosi 0,8 mm i jest jednakowa na całej długości, maksymalna długość – 12,0 mm. Część wydrążeń jest na końcach nieco zaokrąglona i rozszerzona. Wyróżniam je jako ślady skałotoczy I.

W utworach wapienia muszlowego obok śladów działalności skałotoczy triasowych zaobserwowałam również wydrążenia pozostawione przez skałotocza dolnotortońskie (A. Radwański, 1969). We wschodniej części południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich w otworze wiertniczym Dobrów 24 (fig. 1), na głębokości 197,6 m znajduje się kontakt środkowego wapienia muszlowego z tortonem. Najwyższą część zachowanego tu środkowego triasu stanowią wapienie i one właśnie, kiedy znalazły się w strefie litoralnej dolnotortońskiego zbiornika, były zasiedlane przez masowo rozwijające się skałotocza. Niektóre z tych organizmów drażyły powierzchnię odsłoniętych wapieni triasowych (tabl. VI, fig. 1a, b), inne wnikały w wypełnione miękkim marglem fugi między poszczególnymi ławicami wapieni, nadtrawiając powierzchnię tych ostatnich (tabl. VI, fig. 1c).

KOPROLITY

Występowanie koprolitów zanotowano w utworach dolnego wapienia muszlowego południowego i zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. A. Kostecka (1978) w wapieniach okolic Piekoszowa zaobserwowała koprolity występujące w skale lub w tunelach przecinających skały; te ostatnie są niekiedy sprasowane.

W wapieniach falistych odsłoniętych w Radkowicach (fig. 1) znalazłam kilkadziesiąt struktur zbliżonych kształtem do elipsy, które określam jako struktury L (tabl. IV, fig. 4). Ich maksymalna szerokość wynosi 0,63 mm, długość – 1,2 mm. Są one rozmieszczone nieregularnie w obrębie śladu *Rhizocorallium* Zenker i przypominają elipsoidalne struktury opisane przez G. Mayera (1952, 1965) z górnego wapienia muszlowego południowej części RFN jako *Coprulus oblongus* Meyer, w obrębie struktury *Rhizocorallium* Zenker.

W utworach dolnego wapienia muszlowego reprezentowanych przez wapienie margliste (otwór wiertniczy Dobrów 24, głęb. 260,1 m) znalazłam trzy okazy należące przypuszczalnie do *Coprulus* Allasinaz. Są to krzemionkowe wałeczki (tabl. IV, fig. 5, 6) lekko spłaszczone o gładkiej powierzchni. Ich szerokość wynosi 0,3 mm i 0,44 mm, a długość odpowiednio 1,35 mm i 1,45 mm. Końce wałeczków są słabo zaokrąglone.

W zlepow muszlowych warstw z *Plagiostoma striatum* odsłoniętych w Wolicy znalazłam strukturę, którą, jak sądzę, należy również zaliczyć do koprolitów (tabl. IV, fig. 7). Wyróżniam ją jako koprolit? K. Jest to cienki wałeczek, którego największa grubość przypadająca na środkową część okazu wynosi 0,2 mm, długość 3,5 mm. Ku zakończeniom wałeczek stopniowo cienieje. Na jego powierzchni jest słabo widoczna spiralna linia.

TROPY

We wschodniej części północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich obok opisanych poprzednio struktur organicznych znalezione zostały jeszcze tropy zwierząt kręgowych. Po raz pierwszy w tym rejonie zauważył je J. Samsonowicz (1929),

który w żółtawych piaskowcach najwyższego retu w Kossowicach (fig. 1) znalazł czteropalczaste tropy zwierząt. W. Karaszewski (1966) z osadów tego samego wieku, występujących w Jarugach, opisał pięciopalczasty trop gada *Chirotherium luniewskii*. Ślady stąpań *Chirotherium* nie dają jednak żadnych informacji o sposobie życia tych zwierząt (A. Scheinpflug, 1977). W. Karaszewski (1966) przypuszcza, że pozostawiły je zwierzęta przechodzące przez obszar przybrzeżny, okresowo wysychający; świadczą o tym widoczne przy tropach ślady wysychania.

W Witulinie w utworach najwyższej części retu (w kamieniołomie przy papierni fig. 1) na powierzchni płyty jasnego, drobnoziarnistego piaskowca znalazłam dwa krzyżowo ustawione tropy (tabl. IV, fig. 8, 9), odpowiadające pojedynczemu krokowi zwierzęcia (obecnie płyta jest rozbita i tropy znalazły się na dwóch różnych okazach). Sądzę, że są to tropy pozostawione przez tylną parę kończyn. Składają się one z trzech zagłębień odpowiadających zapewne palcom II, III i IV. W przedniej części zagłębienia są ostro zakończone z wyraźnymi śladami zakrzywionych pazurów. Długość tropu wynosi 16,0 mm, szerokość 18,0 mm. Trop został wgnieciony ciężarem zwierzęcia w piasek na nieznaczną głębokość – 2,0 mm. Największe zagłębienie występuje w przedniej części tropu. Długość pojedynczego kroku (= odległość między śladami prawej i lewej kończyny) wynosi 200,0 mm.

Wielkość tropu wskazuje, że pozostawiło je zwierzę małe. Silniejsze wgniecenie tropu w jego przedniej części może świadczyć (A. Scheinpflug, 1977), że poruszało się ono w tym momencie szybko. W stosunku do tropów znanych z pstrego piaskowca nie wydaje się, by opisane ślady mogły należeć do *Chirotherium* Kaup, m. in. z tej przyczyny, że III i IV palec mają tę samą długość a jedną z cech diagnostycznych *Chirotherium* jest fakt, że III palec jest najdłuższy.

H. Haubold (1967) omawiając tropy *Pseudosuchia* z pstrego piaskowca południowej Turynii wspomina, że obok typowych śladów *Rotodactylus*, których IV palec jest dłuższy od III, spotyka się również tropy, nie posiadające tej cechy. Być może, że tropy opisane z Witulina należą do tej właśnie grupy śladów *Rotodactylus*. Za taką ich przynależnością świadczyć jeszcze może brak odcisków I palca i brak śladów kończyn górnych, które to cechy nierzadko spotyka się w tropach *Rotodactylus*. Ślady z Witulina znalezione zostały w podobnym położeniu stratygraficznym co tropy *Chirotherium* w Jarugach, tj. w najwyższej części retu. Przypuszczalnie powstały one w tych samych warunkach nadbrzeżnej plaży.

UWAGI KOŃCOWE

Opisane struktury organiczne z utworów retu i wapienia muszlowego wskazują, że w piaszczystych utworach retu znajdują się różnorodne ślady działalności organizmów i tropy zwierząt, zaś w utworach wapienno-marglistych obok śladów działalności organizmów – innych niż w piaskowcach – występują ślady skałotoczy i koprolity.

Struktury biogeniczne znalezione w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich w kilku przypadkach są identyczne z tymi, które występują w osadach powstałych w centralnej i zachodniej części zbiornika triasowego. Znalezione przeze mnie ślady działalności organizmów *Cylindricum*, *Planolites*, *Rhizocorallium* i *Balanoglossites* znane są z terenów NRD, RFN i Francji, a ślad pełzania *A* przypomina *Paraophi-dichnium triassicum* Demathieu z obrzeżenia Masywu Centralnego Francji.

Ze skałotoczy znalezionych w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich szerokie rozprzestrzenienie ma *Trypanites* Mägdefrau występujący w NRD i RFN, a koprolity *Coprolus* Richter, są podobne do znanych z terenu NRD i RFN *Coprolus oblongus* Mayer.

Wśród śladów stąpań tropy *Chirotherium* są szeroko znane z triasu NRD, RFN, Francji i Wielkiej Brytanii, zaś tropy *Rotodactylus* z NRD (Turyngii), Francji i Arizony.

Zasięgi stratygraficzne struktur biogenicznych z Gór Świętokrzyskich mieszczą się w tych samych interwałach co struktury cytowane z triasu zachodniej Europy.

Ogólna znajomość środowisk sedymentacyjnych basenu retu i wapienia muszlowego w obszarze świętokrzyskim pozwala na próbę powiązania znalezionych tu struktur z warunkami, w jakich mogły powstać. Ślady *Cylindricum* i *Problematicum* znalezione zostały w piaskowcach, które powstały prawdopodobnie w strefie równi zalewowych i delt (H. Senkowiczowa, A. Ślącza, 1962). Kanały *Planolites*, ślady pełzania *A* zbliżone do *Paraophidichnium*, ślady żerowania *B* występujące przy kanałach *Planolites* i zmarszczkowane ślady pełzania *C* utworzyły się w strefie przybrzeżnej morza. Uważa się bowiem, że piaszczyste osady wyższych ogniw retu, odsłonięte we wschodniej części północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, zostały osadzone w środowisku płytkiego zbiornika morskiego i na obszarze strefy brzegowej (plaża, wydmy). Struktury *Palaeophycus*?, ślady pełzania robaków i mięczaków obserwowane przez J. Samsonowicza (1929) oraz ślady robaków, o których wspomina A. Kleczkowski (1953), powstały zapewne również w płytkim zbiorniku lub na jego plaży. W najbardziej wschodniej części północnego obrzeżenia – na nadmorskich plażach i piaszczystych wyspach wśród rozlewisk – powstały tropy *Chirotherium*, tropy podobne do *Rotodactylus* i bliżej nieokreślone tropy czteropalczastych zwierząt (J. Samsonowicz, 1929). Pozostały je zwierzęta zamieszkujące lądy, przez strefę brzegową jedynie przechodzące.

W zachodniej części obrzeżenia Gór Świętokrzyskich istniało w recie płytkie ruchliwe środowisko sublitoralne. W strefie sedymentacji mułów wapnistych powstały tu wałeczkowane hieroglify zanotowane przez B. Kowalczewskiego (1926), struktury bioturbacyjne (A. Kostecka, 1978) i kanały żerowania (J. Trammer, 1974, 1975). Na powierzchni bruku muszlowego utworzonego na obrzeżu płytczn pozostał wstęgowaty ślad pełzania *M*. W dolnym wapieniu muszlowym północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich w płytkiej części środowiska sublitoralnego powstały ślady pełzania *D* podobne do *Imbrichnus* i u-kształtne ślady pełzania *E*, ponadto ślady działalności organizmów *H* i *G* oraz kanały *Rhizocorallium*. Przypuszcza się, że te ostatnie wytworzyły zwierzęta żyjące w strefie permanentnie zanurzonej. Jelitodyszne (*Enteropneusta*), których kanały licznie występują w warstwach łukowskich na południowym i zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, rozwijały się w płytkim zbiorniku morskim podczas okresowych przerw w sedymentacji. Przypuszczalnie w podobnych warunkach powstały kanały *Balanoglossites* opisane z niższej części dolnego wapienia muszlowego północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Skałotocza *Trypanites* występujące razem z jelitodysznyimi rozwijały się wówczas, gdy następowało twarwienie nie pokrywającego osadami dna zbiornika.

Wzrost ruchliwości wody w czasie sedymentacji warstw z *Plagiostoma striatum* spowodował powstanie muszłowców zapewne w strefie plaży, na granicy zasięgu fal. Wśród tych muszłowców znalazłam skorupy ze śladami pełzania *F* i ze śladami drażeń skałotoczy *I*. Koprolit? *K* i koprolit *L* oraz okazy podobne do *Coprulus* Allasinaz są związane z wapieniami marglistymi rozdzielającymi zlepy muszlowe. Tworzyły się one prawdopodobnie w czasie zmniejszonej ruchliwości wód zbiornika.

Reasumując spostrzeżenia dotyczące środowisk, w których prawdopodobnie

powstały struktury organiczne znalezione w Górach Świętokrzyskich, można stwierdzić, że wszystkie wiążą się z płytkimi strefami morza oraz z obszarami leżącymi wzdłuż jego brzegu.

Zakład Stratygrafii, Tektoniki i Paleogeografii
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 23 kwietnia 1982 r.

PIŚMIENNICTWO

- COUREL L., DEMATHIEU G., GALL J.C. (1979) – Figures sedimentaires et traces d'origine biologique du Trias moyen de la bordure orientale du Massif Central. Signification sedimentologique et Paleocologique. *Geobios*, **12**, p. 379–397, nr 3.
- DEMATHIEU G. (1977) – La palichnologie des Vertebres. Développement récent et rôle dans la stratigraphie du Trias. *Bull. Bur. Rech. Geol. Min. Sect. IV*, nr 3, p. 269–278.
- HÄNTZSCHEL W. (1975) – Miscellanea in Treatise on Invertebrate Paleontology, part W, Supl. 1. (R.C. Moore ed.).
- HAUBOLD (1967) – Eine Pseudosuchiaer – Fahrtenfauna aus dem Buntsandstein Südthuringens. *Hall. Jb. Mitteldt. Erdg.*, **8**, p. 12–48.
- KARASZEWSKI W. (1966) – Tropy gadów i ślady wleczenia na powierzchni piaskowca retu z Jarug pod Ostrowcem Świętokrzyskim. *Kwart. Geol.*, **10**, p. 327–333, nr 2.
- KAZIMIERCZAK J., PSZCZÓLKOWSKI A. (1969) – Burrows of *Enteropneusta* in Muschelkalk (Middle Triassic) of the Holy Cross Mountains, Poland. *Acta Palaeont. Pol.*, **14**, p. 299–324, nr 2.
- KLECZKOWSKI A. (1953) – Budowa geologiczna osłony triasowej Gór Świętokrzyskich w okolicach Suchedniowa. *Biul. Inst. Geol.*, (b.n.).
- KLECZKOWSKI A. (1959) – Wapień muszlowy północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich na zachód od Skarżyska Kamiennej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **29**, p. 3–71, nr 1.
- KOSTECKA A. (1978) – The Lower Muschelkalk carbonate rocks of the South-Western margin of the Holy Cross Mountains (Central Poland). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **48**, p. 211–243, nr 2.
- KOWALCZEWSKI B. (1926) – O wapieniu muszlowym na zboczu południowym Gór Świętokrzyskich między rz. Łośnią a Czarną Nidą. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, **3**, p. 468–492, nr 3/4.
- MÄGDEFRAU K. (1932) – Über einige Bohrgänge aus dem Unteren Muschelkalk von Jena. *Palaeont. Z.*, **14**, p. 150–160, nr 3.
- MAYER G. (1952) – Neue Lebenspuren aus dem Unteren Hauptmuschelkalk (Trochitenkalk) von Wiesloch: *Coprolus oblongus* n. sp. und *C. sphaeroideus* n. sp. *N. Jb. Geol. Paleontol. Mh.*, 1952 p. 376–379.
- MAYER G. (1965) – Über einige Lebenspuren aus dem Muschelkalk. *Aufschluss*, **16**, p. 57–60.
- MÜLLER A.H. (1963) – Lehrbuch der Paläozoologie. II, Invertebraten, 3. Jena.
- PAWŁOWSKA J. (1970) – Petrografia i geneza złoża barytu w Strawczynku. *Pr. Inst. Geol.*, **59**, p. 179–221.
- RADWAŃSKI A. (1969) – Transgresja dolnego tortonu na południowych stokach Gór Świętokrzyskich (strefa zatok i ich przedpola). *Acta Geol. Pol.*, **19**, nr 1.
- SAMSONOWICZ J. (1929) – Cechsztyń, trias i lias na północnym zboczu Łysogór. *Spraw. Pol. Inst. Geol.*, **5**, p. 1–250, nr 1/2.
- SCHEINPFLUG A. (1977) – Chirotherien – Fahrten aus dem östlichen Spessart. *Aufschluss*, **28**, p. 1–14.

- SENKOWICZOWA H. (1956) – Wapień muszlowy na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.*, **113**, p. 65–137.
- SENKOWICZOWA H. (1957) – Wapień muszlowy na południowym zboczu Gór Świętokrzyskich między Czarną Nidą a Chmielnikiem. *Biul. Inst. Geol.*, **122**, p. 5–81.
- SENKOWICZOWA H. (1959) – Ret i wapień muszlowy w okolicy Chęcin. *Biul. Inst. Geol.*, **159**, p. 53–105.
- SENKOWICZOWA H. (1961) – Ret i wapień muszlowy na zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.*, **167**, p. 41–99.
- SENKOWICZOWA H. (1965) – Podział i rozwój facjalny retu w Górach Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.*, **10**, p. 769–785, nr 3.
- SENKOWICZOWA H. (1970) – Trias (bez utworów retyku). *Pr. Inst. Geol.*, **56**, p. 7–48.
- SENKOWICZOWA H., ŚLĄCZKA A. (1962) – O wieku piaskowców z Wąchocka. *Kwart. Geol.*, **6**, p. 35–49, nr 1.
- TRAMMER J. (1974) – Über zwei Lebensspuren aus dem Unteren Muschelkalk des Heilige-Kresuz-Gebirges, Polen. *Aufschluss*, **25**, p. 351–353.
- TRAMMER J. (1975) – Stratigraphy and facies development of the Muschelkalk in the South-Western Holy Cross. Mts. *Acta Geol. Pol.*, **25**, p. 179–216, nr 2.

Ганна СЕНКОВИЧОВА

БИОГЕННЫЕ СТРУКТУРЫ В ОТЛОЖЕНИЯХ РЕТА И РАКОВИННОГО ИЗВЕСТНЯКА В СВЕНТОКШИСКИХ ГОРАХ

Резюме

В статье описаны органические структуры, обнаруженные в отложениях рета и нижнего раковинного известняка на обрамлении Свентокшиских гор (фиг. 1). Они проявляются в виде следов деятельности организмов (камнеточки, копролиты и ходы донных животных). В органических структурах встречаются следы известных по триасовым породам Западной Европы: *Cylindricum*, *Planolites*, *Rhizocorallium*, *Balanoglossites*, *Trypanites* и ходы *Chirotherium*. Остальные структуры неизвестны за пределами Свентокшиских гор. Некоторые из них похожи на известные структуры. След А напоминает *Paraophidichnium triassicum* Demathieu. След D похож на *Imbrichnus* Hallam. Некоторые следы ползания напоминают *Palaeophycus* Hall. Среди ходов имеются следы, которые могут уменьшаться до *Rotodactylus Praebody* (табл. IV, фиг. 8, 9). Кремнистые копролиты напоминают *Coprolus* Allasinaz.

Региональная изученность седиментационной среды бассейна рета и раковинного известняка в Свентокшиских горах позволяет предположить, что следы *Cylindricum* и *Problematicum* образовались в зоне низменных равнин и дельт. На песчаном дне мелкого бассейна или на его пляже остались следы ползания А, В, С, следы ползания червей и моллюской, структуры? *Palaeophycus*? и каналы *Planolites*. В зоне песчаных пляжей остались также тропы, оставленные проходившими позвоночными животными.

В мелководной сублиторальной среде, в зоне седиментации известковых илов, остались следы D, E, H и G, а также *Rhizocorallium*. Во время периодических перерывов в седиментации развивались *Enteropneusta* и *Balanoglossites*. Когда дно твердело появлялись *Trypanites*. В раковинных слепках, образовавшихся, вероятно, в зонах пляжей, остались следы ползания F и следы долбления I. Копролит? K, копролит L и *Coprolus*? *Allasinaz* приурочены к мелководным осадкам, отложившимся в мелководной части бассейна.

Hanna SENKOWICZOWA

**BIOGENIC STRUCTURES IN RHÖT AND MUSCHELKALK ROCKS
IN THE GÓRY ŚWIĘTOKRZYSKIE MTS**

S u m m a r y

Biogenic structures found in Rhöt and Lower Muschelkalk rocks at the margin of the Góry Świętokrzyskie Mts (Fig. 1) are discussed. They include traces of browsing in deposits and other life activities: borings, coprolites and trails. Of these, *Cylindricum*, *Planolites*, *Rhizocorallium*, *Balanoglossites*, *Trypanites* and *Chirotherium* trails are known from Triassic rocks in western Europe. Some other traces resemble those known from other regions whereas the remaining ones seem to be unknown beyond the area of the Góry Świętokrzyskie Mts. Trace *A* resembles *Paraophidichnium triassicum* Demathieu, *D* – *Imbrichnus* Hallam, and some traces of crawling – *Palaeophycus* Hall. Some of trails may belong to *Rotodactylus* Praebody (Table IV, Figs. 8, 9) and siliceous coprolites look similar to *Coprulus* Allasinaz.

The knowledge of sedimentary environments in the Rhöt and Muschelkalk basins in the Góry Świętokrzyskie Mts makes admissible the presumption of origin of *Cylindricum* and *Problematicum* traces in zones of tidal flat and deltas. Crawling traces *A*, *B*, *C*, and those of worms and molluscs, *Palaeophycus*? structures and *Planolites* channels originated at sandy floor or beach of a shallow reservoir. Trails of vertebrates were similarly made in sandy beach zone.

The traces *D*, *E*, *H*, *G* and *Rhizocorallium* originated in shallow sublittoral environment of sedimentation of calcareous muds. The development of *Enteropneusta* and *Balanoglossites* was connected with seasonal breaks in sedimentation. *Trypanites* traces were beginning to appear along with hardening of basin floor sediments. Traces of crawling *F* and borings *I* were presumably originating in cocquinas accumulating in beach zone. Coprolite? *K*, coprolite *L* and *Coprulus*? Allasinaz appear related to shallow-water low-energy environment.

TABLICA I

Fig. 1. *Cylindricum* Linck (MUZ IG 1365/II/4)

Wąchock, ret – piaskowce; nieco zmniejsz.

Wąchock, Rhöt – sandstones; somewhat reduced

Fig. 2a, b. *Paleophycus?* Hall (MUZ IG 1365/II/12)

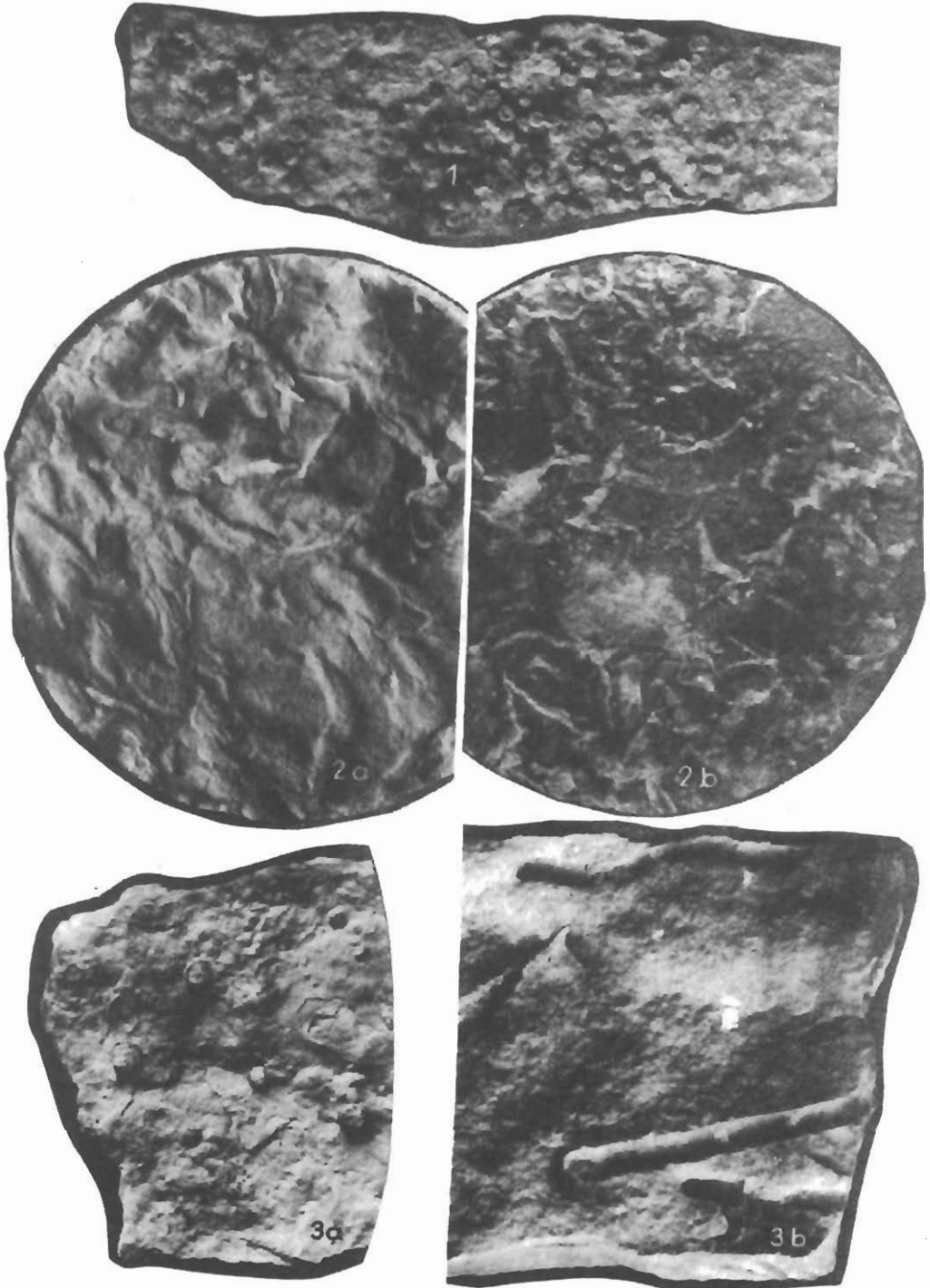
a – górna powierzchnia ławicy, b – dolna powierzchnia ławicy. Otwór Brzask 1, głęb. 104,0 m; ret – piaskowce; nieco zmniejsz.

a – top surface of layer, b – sole of layer. Borehole Brzask 1, depth 104.0 m; Rhöt – sandstones; somewhat reduced

Fig. 3a, b. *Planolites* Nicholson (MUZ IG 1355/II/2)

a – górna powierzchnia ławicy z wylotami kanałów, b – kanały widziane w przekroju pionowym. Witulin, ret – piaskowce; wielkość naturalna

a – top surface of layer with outlets of channels, b – cross-section of channels. Witulin, Rhöt – sandstones; natural size



Hanna SENKOWICZOWA – Struktury biogeniczne w osadach retu i dolnego wapienia muszlowego Gór Świętokrzyskich

TABLICA II

Fig. 1. Powierzchnia ławicy piaskowca z licznymi śladami pełzania, żerowania, kanałami *Planolites* (a) i śladami *A* zbliżonymi do *Paraophidichnium* Demathieu (b) – MUZ IG 135/II/1. Witulin, ret – piaskowce; zmniejsz. 2 ×

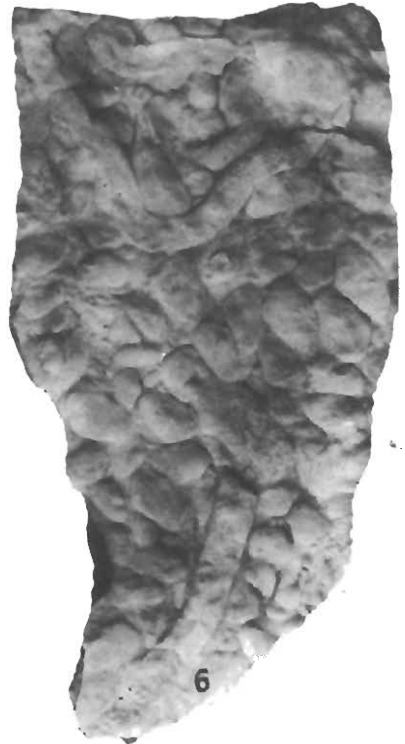
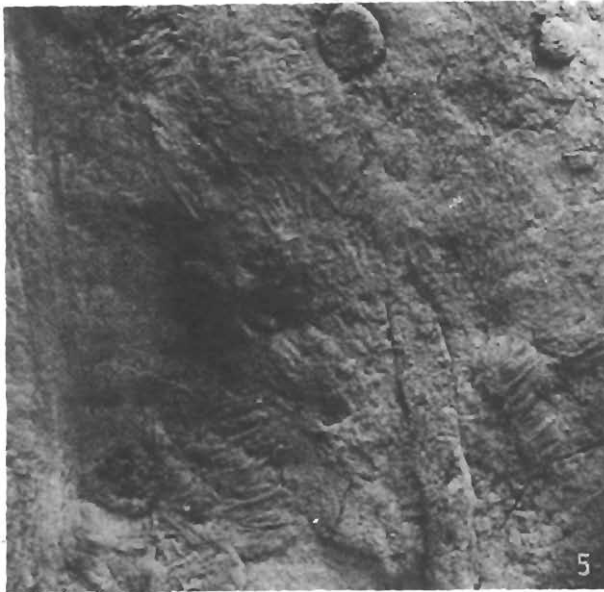
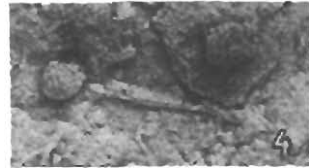
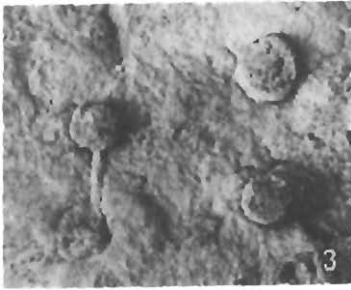
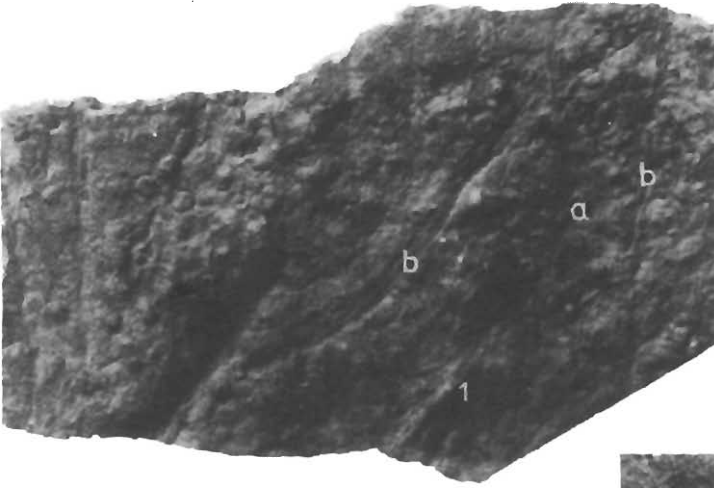
Surface of sandstone layer with numerous traces of crawling and browsing, *Planolites* channels (a) and the traces *A*, resembling *Paraophidichnium* Demathieu (b). Witulin, Rhöt – sandstones, × 0.5

Fig. 2–4. Ślady żerowania *B* między kanałami *Planolites* (MUZ IG 1365/II/1). Witulin, ret – piaskowce; pow. 3 ×

Traces of browsing *B* among *Planolites* channels (MUZ IG 1365/II/1). Witulin, Rhöt – sandstones; × 3

Fig. 5. Zmarszczkowany ślad pełzania *C* (MUZ IG 1365/II/1). Witulin, ret – piaskowce; pow. 3 ×
Ripple-like trace of crawling *C*. Witulin, Rhöt – sandstones; × 3

Fig. 6. Wstęgowaty ślad pełzania *M* na powierzchni bruku muszlowego złożonego ze skorup małżów *Pleuromya rugosa* Ahlburg (MUZ IG 1209/II/81). Miedzianka, ret – wapień marglisty; zmniejsz. 2 ×
Band-like trace of crawling *M* at surface of shell pavement built of shells of bivalves *Pleuromya rugosa* Ahlburg. Miedzianka, Rhöt – marly limestone; × 0.5



Hanna SENKOWICZOWA – Struktury biogeniczne w osadach retu i dolnego wapienia muszlowego Gór Świętokrzyskich

TABLICA III

Fig. 1. Ślady żerowania *H* (MUZ IG 1355/II/10). Radkowice, dolny wapień muszlowy – wapienie; wielkość naturalna

Traces of browsing *H*. Radkowice, Lower Muschelkalk – limestones; natural size

Fig. 2, 3. Ślady żerowania *D* podobne do *Imbrichnus* Hallam. Fig. 2 – MUZ IG 1365/II/3, nieco powiększ.; fig. 3 – MUZ IG 1365/II/3, pow. 3 ×. Bliżyn, dolny wapień muszlowy – wapień piaszczysty

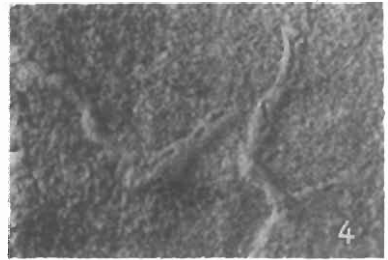
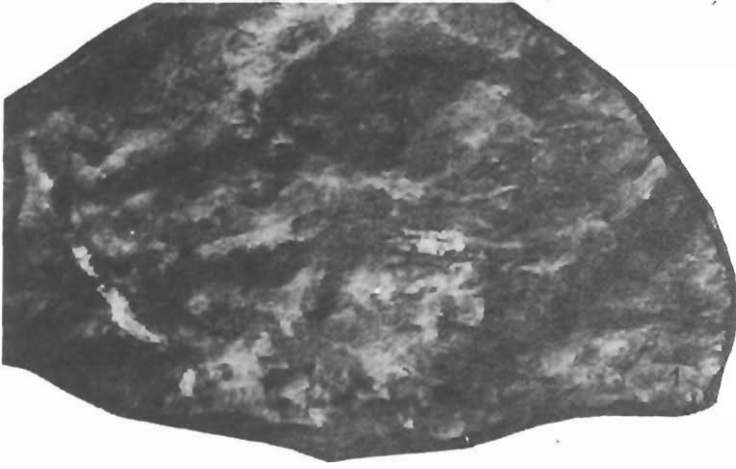
Traces of browsing *D*, similar to *Imbrichnus* Hallam. Fig. 2 – MUZ IG 1365/II/5, somewhat enlarged; fig. 3 – MUZ IG 1365/II/3, × 2. Bliżyn, Lower Muschelkalk – sandy limestone

Fig. 4. Ślady pełzania *E* (MUZ IG 1365/II/3). Bliżyn, dolny wapień muszlowy – wapień piaszczysty; pow. 2 ×

Traces of browsing *E*. Bliżyn, Lower Muschelkalk – sandy limestone; × 2

Fig. 5. Ślad pełzania *F* na górnej powierzchni skorupki małża *Enantiostrongylus* sp. (MUZ IG 1365/II/9), Wolica, dolny wapień muszlowy – wapień o spoiwie marglistym; pow. 2 ×

Trace of crawling *F* at upper surface of shell of bivalve *Enantiostrongylus* sp. Wolica, Lower Muschelkalk – limestone with marly cement; × 2



Hanna SENKOWICZOWA – Struktury biogeniczne w osadach retu i dolnego wapienia muszlowego Gór Świętokrzyskich

TABLICA IV

Fig. 1. *Rhizocorallium* Zenker (MUZ IG 1365/II/6)

Radkowice, dolny wapień muszlowy – wapienie; wielkość naturalna

Radkowice, Lower Muschelkalk – limestones; natural size

Fig. 2. *Balanoglossites* Häntzschel (MUZ IG 1365/II/8)

Radkowice, dolny wapień muszlowy – wapienie; wielkość naturalna

Radkowice, Lower Muschelkalk – limestones; natural size

Fig. 3. Ślady działalności skałotoczy *I* na skorupce małża *Prospodylus comptus* (Goldfuss) – MUZ IG 1209/II/105). Wolica, dolny wapień muszlowy (warstwy z *Plagiostoma striatum*) – zlepek muszlowy o spoiwie marglistym; wielkość naturalna

Traces of activity of rock-borers *I* on shell of bivalve *Prospodylus comptus* (Goldfuss). Wolica, Lower Muschelkalk (*Plagiostroma striatum* Beds) – shell cocquina with marly cement; natural size

Fig. 4. Koproplit *L* w śladzie *Rhizocorallium* Zenker (MUZ IG 1365/II/7). Radkowice, dolny wapień muszlowy – wapienie; wielkość naturalna

Coprolite *L* in trace *Rhizocorallium* Zenker. Radkowice, Lower Muschelkalk – limestones; natural size

Fig. 5, 6. Koproplity *Coprulus* ? Allasinaz. Otwór Dobrów 24, głęb. 260,1 m, dolny wapień muszlowy – wapienie margliste; pow. 30 ×

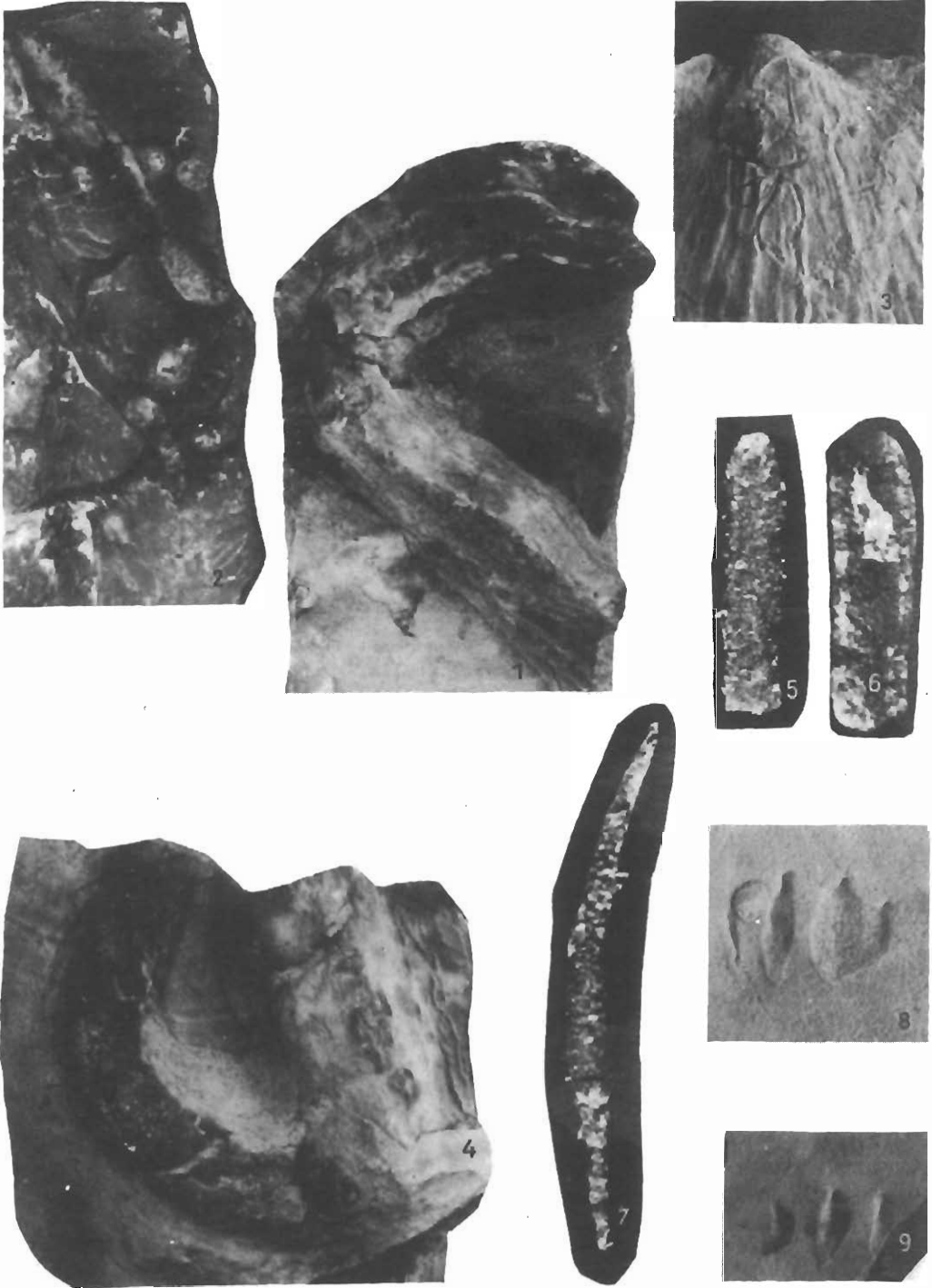
Coprolites *Coprulus*? Allasinaz, Borehole Dobrów 24, depth 260.1 m, Lower Muschelkalk – marly limestones; × 30

Fig. 7. Koproplit ? *K*. Wolica, dolny wapień muszlowy (warstwy z *Plagiostroma striatum*) – zlepek muszlowy; pow. 20 ×

Coprolite? *K*. Wolica, Lower Muschelkalk (*Plagiostroma striatum* Beds) – cocquina; × 20

Fig. 8. Tropy gada (MUZ IG 1365/II/13). Witulin, ret – piaskowce; wielkość naturalna

Reptilian trails. Witulin, Rhöt – sandstones; natural size



Hanna SENKOWICZOWA — Struktury biogeniczne w osadach retu i dolnego wapienia muszlowego Gór Świętokrzyskich

TABLICA V

Fig. 1. *Rhizocorallium* Zenker

Otwór Żółcza 1, głęb. 1456,5 m, dolny wapień muszlowy – wapienie; wielkość naturalna
Borehole Żółcza 1, depth 1456,5 m, Lower Muschelkalk – limestones; natural size

Fig. 2. Ślady działalności organizmów *G* (MUZ IG 1365/II/11). Grodzisko, dolny wapień muszlowy – wapienie; nieco zmniejsz.

Traces of organic activity *G*. Grodzisko, Lower Muschelkalk – limestones; somewhat reduced

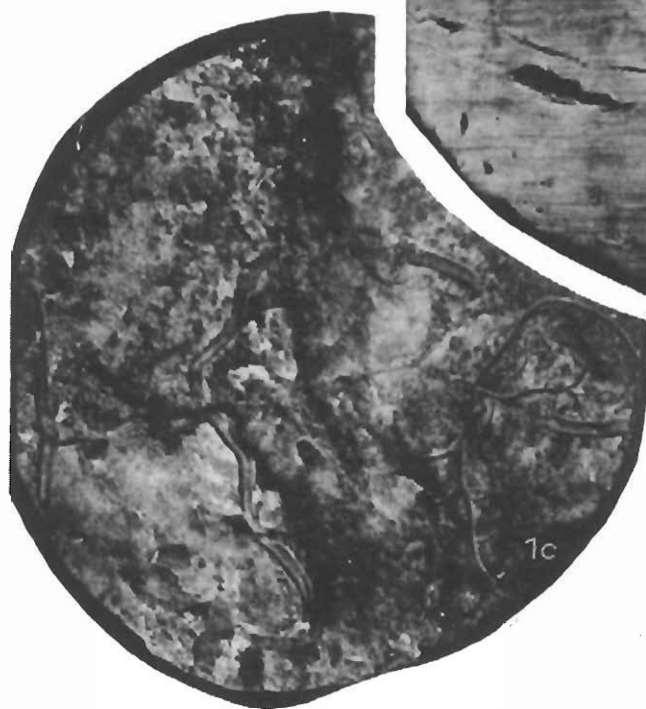
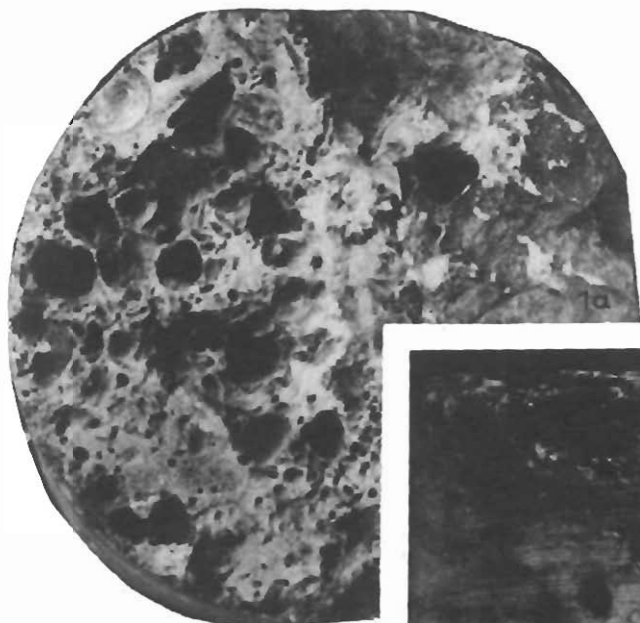


Hanna SENKOWICZOWA — Struktury biogeniczne w osadach retu i dolnego wapienia muszlowego Gór Świętokrzyskich

TABLICA VI

Fig. 1a – c. Wydrążenia dolnotortonńskich skalotoczy w wapieniach środkowego wapienia muszlowego; a – górna powierzchnia ławicy ze śladami wydrążeń, m.in. małżów, b – widok z boku, c – dolna powierzchnia tej samej ławicy ze śladami drążeń

Borings made in Middle Muschelkalk limestone by rock-borers in the Early Tortonian; a – top surface of layer with borings, including those made by bivalves, b – side view, c – sole of the same layer with borings



Hanna SENKOWICZOWA – Struktury biogeniczne w osadach retu i dolnego wapienia muszlowego Gór Świętokrzyskich