

# SKAMIENIAŁOŚCI ŚLADOWE Z EOCENU STREFY SADECKIEJ W ŻELEŹNIKOWEJ WIELKIEJ KOŁO NOWEGO SĄCZA (PŁASZCZOWINA MAGURSKA, KARPATY ZEWNĘTRZNE)

Alfred Uchman

*Uniwersytet Jagielloński, Instytut Nauk Geologicznych ul. Oleandry 2a, 30-809 Kraków*

Uchman, A., 1990. Skamieniałości śladowe z eocenu strefy sądeckiej w Żeleźnikowej Wielkiej koło Nowego Sącza (płaszczowina magurska, Karpaty zewnętrzne). Trace fossils in the Eocene of the Nowy Sącz facies zone in Żeleźnikowa Wielka near Nowy Sącz (Magura nappe, Outer Carpathians). (In Polish, English summary). *Ann. Soc. Geol. Polon.*, 60: 107-124

**Abstract:** Ichnofauna was studied in an Eocene section, 1100 m thick, comprising the variegated shales, Beloveza Beds (thin-bedded flysch) and the Maszkowice Beds (thick-bedded flysch), exposed in Żeleźnikowa Wielka. The assemblage comprises 29 ichnogenera, and it is akin to that of the Nereites ichnofacies. Most agrichnia, e.g. *Paleodictyon*, are related to thin-bedded flysch. *Chondrites* occurs together with numerous and diversified ichnofauna. The vertical distribution of trace fossils in beds reflects the original multistorey distribution of traces in sediment. For instance agrichnia occur in the highest position, *Helminthoidea*, *Scolicia*, *Naviculichnium*, and *Chondrites* occur at lower levels, and *Sabularia* and *Planolites* at the lowest.

*Manuscript received 10 October 1987, accepted 30 March 1989*

**Abstrakt:** W eocেনским профилу (1100 m, łupki pstre, cienkoławicowy flisz — warstwy beloweskie, gruboławicowy flisz — warstwy z Maszkowic) w Żeleźnikowej Wielkiej występuje 29 ichnorodajów, reprezentujących ichnofację zbliżoną do ichnofacji Nereites. Większość agrichnia, np. *Paleodictyon*, związanych jest z fliszem cienkoławicowym. *Chondrites* występuje razem z liczną i zróżnicowaną ichnofauną. Rozmieszczenie skamieniałości śladowych w ławicach wskazuje na ich pierwotne piętrowe rozmieszczenie w osadzie. W najwyższej pozycji występują penetracje agrichnia, niżej *Helminthoidea*, *Scolicia*, *Naviculichnium* i *Chondrites*, a najniżej *Sabularia* i *Planolites*.

## WSTĘP

Skamieniałości śladowe w utworach eocenu okolic Nowego Sącza (Be-rest, Myślec) znane są z literatury (Książkiewicz, 1977), lecz nie były nigdy przedmiotem systematycznego przeglądu w jakimś określonym profilu.

W potoku Żeleźnikowskim w Żeleźnikowej Wielkiej, kilka km na południe od Nowego Sącza (Fig. 1), w południowym skrzydle antykliny Żeleźnikowa — Myslec, odsłania się ciągle, prawie niezaburzony tektonicznie, liczący około 1100 m miąższości, profil eoceńskich utworów fliszowych strefy sądeckiej w płaszczynie magurskiej (Oszczypko, 1973, 1986). Są to lupki pstre przechodzące ku górze we flisz cienko- i średnioławicowy, a następnie w gruboławicowy (Fig. 2). Osady te interpretowane są jako osady stożka progradującego na równię basenową (Oszczypko, 1986). Jest to profil wyjątkowy, prawie kompletny dla strefy sądeckiej o określonej stratygrafii i zaproponowanym modelu środowiska sedymentacji (Oszczypko, 1986; Oszczypko *et al.*, w druku).

Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie zespołu skamieniałości śladowych w utworach eocenu w Żeleźnikowej Wielkiej oraz interpretacja niektórych prawidłowości ich pionowego rozmieszczenia.

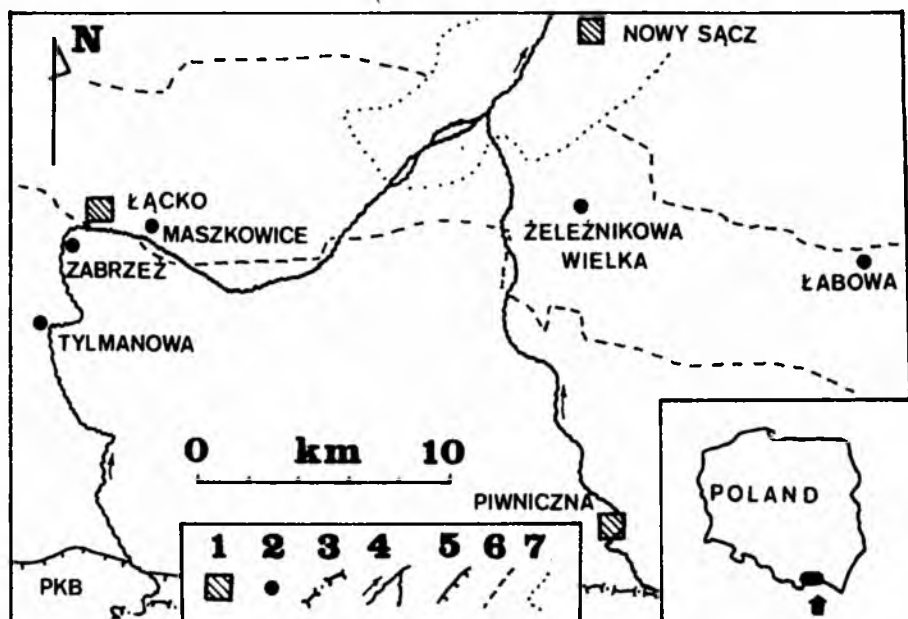


Fig. 1. Mapa z lokalizacją profili. 1 — miasta; 2 — miejscowości wymienione w tekście; 3 — granica państwa; 4 — główne rzeki; 5 — główne nasunięcia; 6 — granica strefy sądeckiej; 7 — granica miocennej pokrywy post-tektonicznej; PKB - Pieniński Pas Skalkowy

Fig. 1. Map showing location of mentioned sections. 1 — towns; 2 — localities mentioned in text; 3 — state boundary; 4 — main rivers; 5 — lines of main thrusts; 6 — boundary of the Nowy Sącz facies zone; 7 — outline of the Miocene post-tectonic cover; PKB - Pieniny Klippen Belt

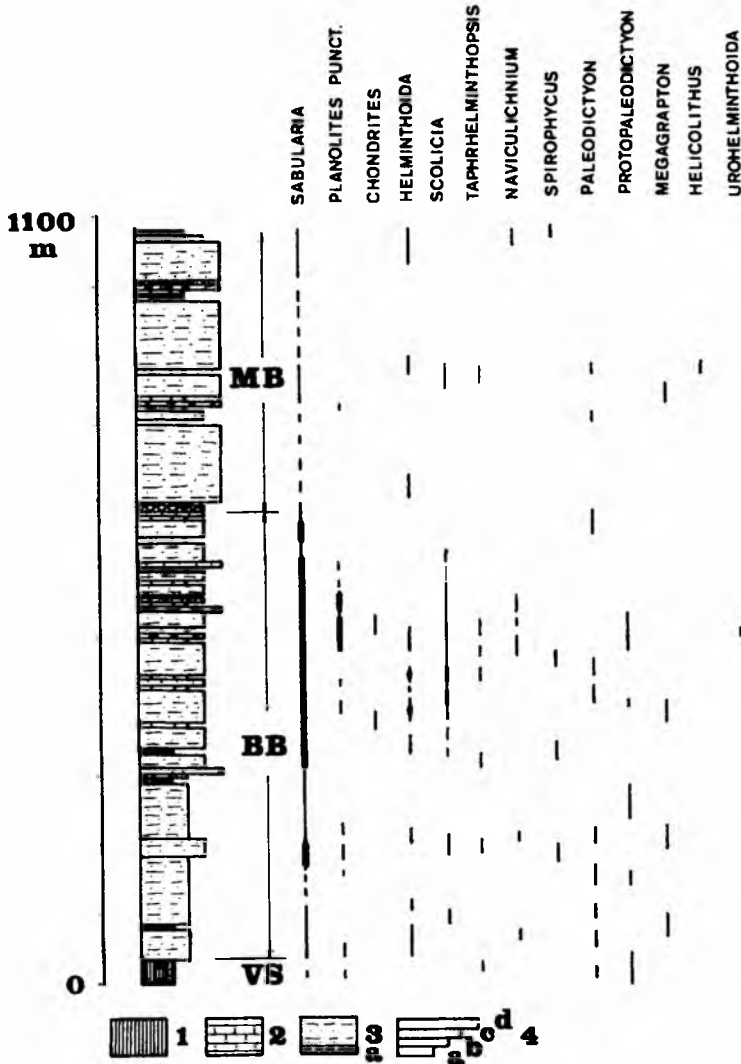


Fig. 2. Profil paleogenu z Żeleźnikowej Wielkiej (wg Oszczypko, 1986; szrafury częściowo zmienione) wraz z zasięgami wybranych skamieniałości śladowych. 1 — pstre łupki; 2 — margle (margle łąckie); 3 — flisz (piaskowce i mulowce): a — osuwisko podmorskie; 4 — ulawienie: a — łupki z bardzo cienkimi piaskowcami, b — flisz cienkoławicowy, c — flisz średnioławicowy, d — flisz gruboławicowy; VS — łupki pstre; BB — warstwy beloweskie; MB — warstwy z Maszkowic. Grubość linii zasięgu obrazuje względną ilość form.

Fig. 2. Palaeogene section in Żeleźnikowa Wielka (after Oszczypko, 1986, hatchures partly modified) with indicated ranges of selected trace fossils. 1 — variegated shales; 2 — marls (Łącko Marls); 3 — flysch (sandstones and mudstones); a — submarine slump; 4 — bedding thickness: a — shales with very thin sandstones, b — thin-bedded flysch, c — medium-bedded flysch, d — thick-bedded flysch; VS — variegated shales; BB — Beloveza Beds; MB — Maszkowice Beds. Thickness of the range lines is proportional to the relative frequency of forms.

Termin *agrichnia* (Ekdale, 1985) rozumiany jest jako nowa kategoria skamieniałości śladowych obejmująca w większości ichnorodza je tworzące „wzorzyste” systemy reliefów, tzw. Graphoglypten (Fuchs, 1895), do których należy *Paleodictyon* i *Cosmoraphe*.

## STRATYGRAFIA I LITOLOGIA

Opisany przez Oszczypkę (1986) profil (Fig. 2) rozpoczyna się od łupków pstrych (ok. 50 m), datowanych w rejonie Nowego Sącza na paleocen — eocen dolny (środkowy?) (Sikora, 1970; Oszczytko, 1973). Wyżej występuje najpierw cienko-, a później średnioławicowy flisz warstw belowskich (590 — 650 m) z wkładkami margli (margle łąckie) charakterystycznych dla strefy sądeckiej. Nad warstwami belowskimi pojawia się flisz gruboławicowy z pakietami fliszu cienko- i średnioławicowego. Są to warstwy z Maszkowic (350 — 400 m), znane z położonego nieco na północny zachód stratotypowego profilu w Maszkowicach (Fig. 1) z eocenu górnego. W omawianym profilu są one przypuszczalnie młodsze (Oszczytko *et al.*, w druku).

*Lupki pstre* to ilaste łupki czerwone z nielicznymi smugami łupków niebieskich i rzadko z cienkimi ławicami drobnoziarnistych piaskowców.

*Warstwy belowskie* w niższej części zawierają cienkoławicowe, drobnoziarniste, krzemionkowe i krzemionkowo-wapniste piaskowce z uwarstwieniem  $T_{e-d}$  (por. Bouma, 1962). Łupki są niebieskawoszare, często bezwapniste. W dolnej części warstw belowskich pojawiają się wkładki łupków pstrych. Położone wyżej cienko- i średnioławicowe piaskowce z uwarstwieniem  $T_{bc}$ - $T_{cd}$ ,  $T_c$  i  $T_d$  oraz  $T_{abcd}$  posiadają liczne hieroglify prądowe i wleczeniowe oraz bioglify. W tej części profilu występują wkładki margli (margle łąckie) w grubych (do 3,5 m) ławicach. Zazwyczaj obserwuje się przejście w ławicach od drobnoziarnistych piaskowców do margli. Margle te to ilowce węglanowe z glaukonitem, otwornicami wapiennymi i detrytusem roślinnym (Oszczytko, 1986).

*Warstwy z Maszkowic* to fliszowe piaskowce gruboławicowe z uwarstwieniem  $T_{a-b-c}$  i konwolutnym, rzadko z hieroglifami prądowymi, przekładane pakietami (15 — 20 m) fliszu cienko i średnioławicowego i niekiedy z grubymi ławicami margli (margle łąckie — Fig. 2).

Utwory tego profilu interpretowane są jako progradujący na równię basenową stożek osadów turbidytowych. Hemipelagiczny muł reprezentują łupki pstre z głębokowodnym zespołem otwornic *Rhabdammina* (górną kreda — paleocen, 1 — 3 do 5 tys. m głębokości — zob. Oszczytko, 1986).

## SKAMIENTAŁOŚCI ŚLADOWE

Skamieniałości śladowe z łupków pstrych zostały zebrane wyłącznie z ciekich ławic piaskowców przelawicających łupki. Silne wietrzenie łupków

Tabela — Table 1

Skamieniałości śladowe z łupków pstrych. Oznaczenia: hy — hypichnia, end — endichnia, ep — epichnia, post — postdepozycyjny, pre — predepozycyjny

Trace fossils from variegated shales. Symbols: hy — hypichnia, end — endichnia, ep — epichnia, post — postdepositional, pre — predepositional

<i>Planolites punctatus</i> .....	hy,	end,	post
<i>Planolites</i> ichnosp. ....	hy,	end,	post
<i>Sabularia simplex</i> .....	hy,	end,	post
? <i>Tuberculichnus</i> ichnosp. ....	hy,	end,	post
<i>Taphrhelminthopsis auricularis</i> .....	hy,	pre	
<i>Paleodictyon strozzi</i> .....	hy,	pre	
<i>Protopaleodictyon incompositum</i> .....	hy,	pre	
? <i>Paleomeandron</i> ichnosp. ....	hy,	pre?	
? <i>Gordia</i> ichnosp. ....	hy,	pre?	

Tabela — Table 2

Skamieniałości śladowe z warstw beloveskich. Oznaczenia jak w tabeli 1

Trace fossils from Beloveza Beds. Symbols as in Table 1

<i>Planolites punctatus</i> (Pl. I: 1) .....	hy,	end,	post
<i>Planolites</i> ichnosp. ....	hy,	end,	post
<i>Sabularia simplex</i> (Pl. I: 4, 5) .....	hy,	end,	post
<i>Naviculichnium marginatum</i> .....	hy,	ep,	post
? <i>Tuberculichnus</i> ichnosp. ....	hy,	end,	post
? <i>Buthotrepis</i> ichnosp. ....	hy,	post?	
<i>Ophiomorpha ?irregulaire</i> .....	hy,	post,	pre
<i>Circulichnis</i> ichnosp. ....	hy,	pre	
<i>Chondrites ?patulus</i> .....	end,	ep,	post
<i>Phycosiphon incertum</i> .....	ep,	post	
<i>Paleocypodichnus</i> ichnosp. ....	hy,	pre	
<i>Fucusopsis angulata</i> .....	hy,	post	
<i>Helminthoida (Helminthoraphe) labyrinthica</i> .....	ep,	post	
<i>Helminthoida (Helminthoraphe) crassa</i> .....	ep,	post	
<i>Helminthopsis irregularis</i> .....	hy,	pre?	
? <i>Munsteria</i> ichnosp. ....	hy,	post	
<i>Taphrhelminthopsis auricularis</i> .....	hy,	pre	
<i>Scolicia prisca</i> (Pl. I: 3) .....	ep,	post	
<i>Spirophycus bicornis</i> .....	hy,	pre	
<i>Spirorhaphe ?zumayensis</i> .....	ep,	post	
<i>Strobilorhaphe pussila</i> (Pl. I: 5) .....	hy,	post	
<i>Paleodictyon majus</i> (Pl. I: 2) .....	hy,	pre	
<i>Protopaleodictyon incompositum</i> .....	hy,	pre	
<i>Protopaleodictyon submontanum</i> .....	hy,	pre	
<i>Megagraption irregulare</i> .....	hy,	pre	
<i>Acanthoraphe delicatula</i> .....	hy,	pre	
<i>Cosmoraphe</i> ichnosp. ....	hy,	pre	
<i>Urohelminthoida</i> ichnosp. (Pl. I: 5) .....	hy,	pre	
<i>Paleomeandron</i> ichnosp. ....	hy,	pre?	
? <i>Gordia</i> ichnosp. ....	hy,	pre?	

Tabela — Table 3

Skamieniałości śladowe w warstwach z Maszkowic. Oznaczenia jak w tabeli 1

Trace fossils from Maszkowice Beds. Symbols as in Table I

<i>Planolites punctatus</i> .....	hy,	end,	post
<i>Sabularia simplex</i> .....	hy,	end,	post
<i>Naviculichnium marginatum</i> .....	ep,	post	
<i>Taphrhelminthopsis auricularis</i> .....	hy,	pre	
<i>Scolicia prisca</i> .....	ep,	post	
<i>Helminthoida (Helminthoraphe) crassa</i> .....	ep,	post	
<i>Spirophycus bicornis</i> .....	hy,	pre	
<i>Paleodictyon majus</i> .....	hy,	pre	
<i>Helicolithus sampelayoi</i> .....	hy,	pre	
<i>Megagraption ichnosp.</i> .....	hy,	pre	
<i>Paleomeandron ichnosp.</i> .....	hy,	pre	

pstrych w omawianym profilu nie pozwoliło zaobserwować skamieniałości śladowych wewnątrz osadu. Autor obserwował skamieniałości śladowe w analogicznych utworach w innych odsłonięciach. Również niewyraźna granica pomiędzy utworami turbidytowymi a pelagicznymi wewnątrz ławic w warstwach belowskich utrudnia wydzielenie skamieniałości śladowych w osadach niewątpliwie pelagicznych.

Zespoły skamieniałości śladowych z lupków pstrych, warstw belowskich i warstw z Maszkowic wraz z określeniem ich przynależności ekologicznej i toponomicznej zostały przedstawione w tabelach 1 — 3.

Przynależność ichnogatunków do grupy post- lub predepozycyjnych została określona na podstawie cech wyróżnionych przez Książkiewicz (1970) i Kerna (1980). Za predepozycyjne uznano na przykład te, które noszą ślady rozmycia wskutek erozji (np. *Protopalcoedictyon*), a za postdepozycyjne te, które występują w postaci pełnych reliefów (np. *Sabularia*) lub mają delikatną ornamentację (np. *Solicia*).

Niektóre skamieniałości śladowe uznawane powszechnie za predepozycyjne. np. niektóre *Paleodictyon* (Kern, 1980) noszą cechy postdepozycyjne (Simpson, 1967; Książkiewicz, 1977; Roniewicz & Pieńkowski, 1977; Pieńkowski & Westwalewicz-Mogilska, 1986). W omawianym profilu istnieje kilka form, np. *Paleomeandron*, ?*Gordia*, w których brak jest wyraźnych cech post- lub predepozycyjności (Tab. 1 — 3) lecz nie stwierdzono przypadków, które budzą kontrowersje (np. postdepozycyjny *Paleodictyon*).

Analizując dane z obserwacji terenowych oraz dane przedstawione w tabelach 1 — 3 i na Fig. 2 można zaobserwować pewne prawidłowości w rozmieszczeniu skamieniałości śladowych w badanym profilu:

- najwięcej skamieniałości śladowych występuje we fliszu cienko- i średnioławicowym;
- przeważają formy hypichnialne (70 — 90%), mułolubne (por. Kern, 1980), sieciowate i meandrujące;

— niektóre formy sieciowate i meandrujące, np. zaliczane do agrichnia *Paleodictyon*, *Megagraption* i *Helicolithus* (Ekdale, 1985) występują także we wkładkach cienko- i średnioławicowego fliszu w bardziej „dystalnych” warstwach z Maszkowic;

— z cienkoławicowym fliszem dolnej części profilu związane jest występowanie *Protopaleodictyon* i *?Gordia*;

— masowe pojawienie się *Sabularia* związane jest z fliszem średnioławicowym;

— zasięg *Chondrites* w warstwach beloweskich skorelowany jest z przedziałami profilu ze szczególnie licznymi i zróżnicowanymi skamieniałościami śladowymi;

— brak jest ichnofauny w marglach.

Obserwacje rozmieszczenia skamieniałości śladowych w stosunku do pojedynczych ławic piaskowców i łupków pozwoliły stwierdzić pewne prawidłowości odnośnie do poszczególnych ichnorodzajów (Fig. 3):

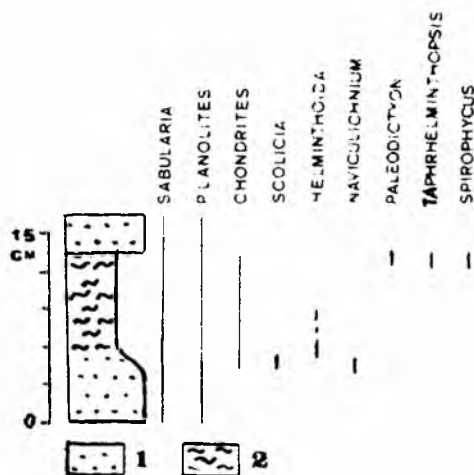


Fig. 3. Model występowania skamieniałości śladowych w stosunku do ulawicenia w warstwach beloweskich. 1 — piaskowce; 2 — łupki mulowcowe.

Fig. 3. Model of trace fossil occurrence relative to bedding in Beloveza Beds. 1 — sandstones; 2 — mudstone shales.

— *Sabularia* i *Planolites* występują zarówno na powierzchniach, jak i wewnątrz ławic piaskowców oraz rzadziej w łupkach;

— *Chondrites* (wyłącznie drobne formy o grubości do 1 mm) występuje tylko w łupkach oraz w strefie przejścia od piaskowca do łupku wewnątrz ławicy;

— *Scolicia*, *Helminthoidea* i *Naviculichnium* występują w strefie przejścia od piaskowca do łupku wewnątrz ławicy, przy czym *Helminthoidea* występuje

nieco wyżej od *Scolicia* (Fig. 3),

— *Paleodictyon*, *Protopaleodictyon*, *Urohelminthoida*, *Cosmoraphe*, *Pa-leomeandron*? *Gordia*, *Taphrhelminthopsis*, *Spirophycus* występują w postaci półreliefów na dolnych powierzchniach ławic jako formy predepozycyjne.

Najliczniej występującymi skamieniałościami śladowymi, pojawiającymi się niekiedy masowo, są postdepozycyjne *Sabularia*, *Planolites punctatus*, *Scolicia* i *Helminthoida*.

## INTERPRETACJA

Wymieniony w tabelach 1 — 3 ichnozespół z dominacją form sieciowatych i meandrujących najbardziej zbliżony jest do głębokomorskiej, klasycznej ichnofacji *Nereites* (por. Seilacher, 1967; Frey & Seilacher, 1980). Przewaga form meandrujących i sieciowatych przy jednoczesnym braku form rozetowych i radialnych bywa uważana za typową dla dystalnej i środkowej części stożka osadów turbidytowych (Crimes *et al.*, 1981).

Powyższe interpretacje generalnie zgodne są z dotychczasowymi poglądami na batymetrię fliszu karpackiego (Książkiewicz, 1975) i modelem sedymentacji w badanym profilu (Oszczypko, 1986). Mimo to dotychczasowe modele odnoszące się do skamieniałości śladowych jako wskaźników batymetrycznych i facjalnych budzą coraz więcej wątpliwości (np. Frey & Pemberton, 1985), także w omawianym profilu. Na przykład ichnozespół z warstw beloweskich (Tab. 2) zawiera ichnorodzaj *Ophiomorpha* (pojedyncze okazy) charakterystyczny dla płytkomorskiej ichnofacji (Seilacher, 1967). *Ophiomorpha* występuje w pakiecie kilku grubych ławic piaskowca w obrębie cienkoławicowego fliszu oraz na cienkiej ławicy piaskowca w obrębie fliszu średnioławicowego. Mimo, że stwierdzono występowanie wielu ichnorodząjów uznawanych za płytkowodne w utworach proksymalnej części stożka (Crimes *et al.*, 1981), to wspomniane wyżej grube ławice można uznać co najwyżej za proksymalne turbidyty w obrębie zewnętrznej części stożka, reprezentowanego przez warstwy belowskie. *Ophiomorpha* jest, jak się wydaje, ichnorodzajem kosmopolitycznym znanym nawet ze środowisk lądowych (Merrill, 1984).

Stwierdzono również, że *Paleodictyon* i *Megagraption* występują w pakiecie cienkoławicowego fliszu w obrębie warstw z Maszkowic, interpretowanych jako utwory dystalnej części stożka środkowego, nie mniej liczne niż w cienkoławicowym fliszu warstw beloweskich. Analogiczna sytuacja występuje w warstwach z Piwnicznej (eocen) w strefie krynickiej płaszczowiny magurskiej (Tylmanowa, Zabrzeż, obserwacje własne) i np. w późnomezozoicznym fliszu wybrzeża Kalifornii (Miller, 1986). Są to fakty niezgodne z teorią Crimesa i innych (Crimes *et al.*, 1981), według której formy sieciowate charakterystyczne są wyłącznie dla zewnętrznej części stożka. Jak się powszechnie sądzi, twórcy form sieciowaty h (agrichnia)



żyli płytko w mule (por. Ekdale, 1980). Wydaje się, że wszędzie tam, gdzie była odpowiednia głębokość basenu i gdzie zachodziła delikatna erozja, powodująca odsłanianie kanałów agrichnia, były największe szanse na ich utrwalenie i zachowanie na spągu ławic w postaci wypukłych reliefów. Nie jest to zależne wprost od proponowanego miejsca w modelu stożka. Agrichnia mogą występować także w bardziej proksymalnej części, jak w omawianych przypadkach.

Znaczne zróżnicowanie ichnotaksonomiczne w badanym profilu (29 ichnorodzajów), liczne występowanie form o przypuszczalnie dużej specjalizacji w odżywianiu, jak np. *Paleodictyon* (Seilacher, 1977), wskazuje na stabilne warunki środowiska (por. Ekdale, 1984) oraz umiarkowany niedobór pożywienia zmuszający bentos do zajmowania wyszukanych nisz ekologicznych. Duże zróżnicowanie taksonomiczne i jasne barwy skał wskazują na dobre natlenienie osadu. Przemawia za tym również stosunkowo liczne występowanie *Taphrhelminthopsis* i *Scolicia* — form wyprodukowanych przez jeżowce (por. Smith & Crimes, 1983), które jako fauna o szkielecie wapiennym wymagają dobrego natlenienia (por. Rhoads & Morse, 1971), co zostało zaobserwowane w osadach współczesnych (np. Thompson *et al.*, 1985) i kopalnych (Pieńkowski & Westwalewicz-Mogilska, 1986).

Najliczniej występują formy postdepozycyjne, zazwyczaj zasiedlające masowo osad po depozycji ławicy turbidytowej (np. *Sabularia*, *Planolites*, *Helminthoida*) (por. Kern, 1980). Mniej liczne są ichnorodzaje penetrujące w mule, związane z okresami między aktami depozycji turbidytowej, zachowane głównie jako formy predepozycyjne (np. *Protopaleodictyon*, *Megagraption*, *Urohelminthoida*).

Zwierzęta żyły na różnej głębokości w piaszczystym lub mulistym dnie co prowadziło do piętrowego zasiedlania osadu (por. Bromley & Ekdale, 1986; Wetzel & Aigner, 1986).

Określona też była kolejność zajmowania poszczególnych pięter (por. Książkiewicz, 1977). Okazuje się, że postdepozycyjne *Sabularia* i *Planolites* przecinają wszystkie inne skamieniałości śladowe i znajduwane są we wszystkich częściach ławicy piaskowca i łupku (Fig. 3). W omawianym profilu *Sabularia* występuje w dolnej części ławic o grubości 1 m. Przypuszczać można, że właśnie zwierzęta produkujące te ichnotaksony penetrowały najgłębiej, zwłaszcza po depozycji kolejnych ławic turbidytowych, nawet do osadów pogrzebanych, osadzanych we wcześniejszych aktach depozycji. W łupkach (mulowcach) nad ławicą piaskowca występuje *Chondrites*. Nie wiadomo, czy penetracje tego typu sięgały głębiej w piasek czy też warunki zachowania nie pozwalają odnaleźć *Chondrites* w piaskowcach. W najwyższej części ławic drobnoziarnistych piaskowców jest on jeszcze widoczny. Nieco wyżej na granicy piaskowiec — mulowiec występuje *Scolicia*. Reliefy *Scolicia* bywają przecinane reliefami *Naviculichnium*, znajdowanymi zawsze na górnych powierzchniach ławic piaskowców. Wyżej, o około

0,2 — 1,0 cm w strefie przejściowej od piaskowca do mułowca pojawia się zazwyczaj *Helminthoida*. Delikatne penetracje zachowane jako formy predepozycyjne w postaci hyporeliefów produkowane były przypuszczalnie płytko w mule. Na przykład *Paleodictyon* zgodnie z rekonstrukcją jego kanałów (Seilacher, 1977), mógł penetrować nie głębiej niż szerokość oczka sieci (por. Ekdale, 1980). Prawdopodobnie zbliżone głębokości w osadzie zajmowały zachowane jako heporeliefy *Taphrhelminthopsis* i *Spirophycus*, powstałe w wyniku zasypywania rozmytych przez erozję kanałów lub bruzd tworzonych na dnie przez poruszające się zwierzęta. Nie stwierdzono, by *Helminthoida* występowała w postaci hyporeliefów jako forma predepozycyjna. Stąd można wysnuć wniosek, że erozja nie sięgała głębokości kanałów *Helminthoida* (por. Wetzel & Aigner, 1986) i wszystkie predepozycyjne hyporeliefy reprezentują ślady zwierząt penetrujących płycej niż *Helminthoida*. Pozycja pozostałych ichnorodzajów w osadzie z badanego profilu jest trudna do określenia. Tak więc można przypuszczać, że najgłębsze penetracje należą do *Sabularia* i *Planolites*, płytsze do *Chondrites*, *Naviculichnium*, *Scolicia* i *Helminthoida*, a najpłytsze do agrichnia, *Taphrhelminthopsis*, *Spirophycus* i innych. Jest to generalnie zgodne z poglądami Książkiewicza (1977) odnoszącymi się do skamieniałości śladowych w całych polskich Karpatach fliszowych.

*Helminthoida*, *Scolicia* i *Naviculichnium* występują głównie we fliszu średniolawicowym (Fig. 2), lecz nie w najniższej części profilu. *Chondrites* występuje tylko w dwóch odcinkach profilu. Wydaje się, że piętro tworzone przez *Scolicia* i *Naviculichnium* związane jest raczej z cienko- i średniolawicowymi piaskowcami niż wprost z odległością od dna. Wiąże się to z adaptacją zwierząt do różnego typu podłoża (por. Kern, 1980). *Scolicia* występuje masowo na górnej powierzchni ławic piaskowców o grubości od 10 do 50 cm, gdzie warstwa mułowca liczy około 10 cm.

*Chondrites* produkowany był prawdopodobnie przez zwierzęta bardzo odporne na niedotlenienie (Bromley & Ekdale, 1984; Savrda & Bottjer, 1986). W badanym profilu występuje głównie w miejscach szczególnie bogatych w inne ichnorodzaje, które — jak można przypuszczać — reprezentują okresy szczególnie dogodnych dla rozwoju bentosu, związane być może ze zwiększoną ilością pożywienia. Nie obserwuje się w tych miejscach zwiększonej ilości detrytusu roślinnego, który ewentualnie w warunkach dobrego utlenienia mógł ulec rozkładowi, lub zmiany barwy łupków. Rozkład materii organicznej mógł powodować obniżenie zawartości tlenu w osadzie. Jest prawdopodobne, że zwierzęta produkujące *Chondrites* penetrowały głęboko do pożywienia, w strefy o obniżonej zawartości tlenu, niezbyt licznie zasiedlane przez zwierzęta mniej tolerancyjne na niedotlenienie, produkujące np. *Sabularia* i *Planolites*. Nie stwierdzono żadnej korelacji występowania *Chondrites* z wapnistością osadu, sugerowanej przez Książkiewicza (1977).

Zastanawiający jest brak ichtnofauny w marglach łąckich. Być może gwałtowna zmiana rodzaju materiału podłoża odegrała jakąś rolę, chociaż w marglach krzemionkowych (górna kreda) z płaszczowiny skolskiej w polskich Karpatach fliszowych skamieniałości śladowe są liczne (Książkiewicz, 1977). Możliwe, że silne nasycenie osadu wodą, niekorzystne dla penetracji jak i ich zachowania, jest głównym czynnikiem braku ichtnofauny w marglach łąckich (por. Pickerill, 1975; Ekdale, 1985). W Łabowej, kilkanaście kilometrów na wschód od Żeleźnikowej Wielkiej, autor znalazł ławice margli łąckich z dobrze zachowanymi penetracjami *Chondrites* występującymi tylko w najwyższych 10 cm ławicy. Przypuszczalnie nie było zwierząt mułolubnych, które zdolne były penetrować w głąb grubych na kilka metrów, prawdopodobnie gwałtownie deponowanych, ławic margli. Górne części tych ławic z ewentualnymi bioturbacjami ulegały bardzo często erozji. Wydaje się więc, że ostatnia z wymienionych możliwości jest przyczyną braku ichtnofauny w marglach łąckich. Przypuszczalnie erozja przydennej warstwy osadu, potencjalnie najbogatszej w skamieniałości śladowe (por. Crimes *et al.*, 1981), doprowadziła do względnego zwiększenia liczby wystąpień *Sabularia* we fliszu średniolawicowym (Fig. 2), gdzie liczne są hieroglify prądowe. Piaskolubne zwierzęta produkujące *Sabularia* miały duże możliwości szybkiej i głębokiej penetracji (znajdywane wewnątrz grubych ławic piaskowców) (por. Książkiewicz, 1977; Kern, 1980) i dlatego mogą się później jawić jako dominujące.

### Podziękowania

Serdeczne podziękowania składam Panu doc. N. Oszczytko (Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie) za wprowadzenie w teren badań i udostępnienie materiałów dotyczących geologii okolic Nowego Sącza oraz Panu prof. A. Radomskiemu (ING UJ) i Panu dr. G. Pieńkowskiemu (Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie) za krytyczne uwagi podczas pisania rękopisu.

### LITERATURA CYTOWANA — REFERENCES

- Bromley, R.G. & Ekdale, A.A., 1984. Chondrites: a trace fossil indicator of anoxia in sediments. *Science*, 224: 872 — 874.
- Bromley, R.G. & Ekdale, A.A., 1986. Composite ichnofabric and tiering of burrows. *Geol. Mag.*, 123: 59 — 65.
- Bouma, A.H., 1962. *Sedimentology of Some Flysch Deposits. A Graphic Approach to Facies Interpretation*. Elsevier, Amsterdam, 168 pp.
- Crimes, T.P., 1973. From limestones to distal turbidites: a facies and trace fossil analysis in the Zumaya flysch (Paleocene — Eocene), North Spain. *Sedimentology*, 20: 105 — 131.
- Crimes, T.P., Goldring, R., Homewood, P., Stuijvenberg, J., & Winkler, W., 1981. Trace fossil assemblages of deep sea — fan deposits, Gurnigel and Schliren flysch (Cretaceous — Eocene), Switzerland. *Ecologiae Geol. Helv.*, 74: 953 — 995.
- Ekdale, A.A., 1980. Graphoglyptid burrows in modern deep sea sediment. *Science*, 207: 304 — 306.

- Ekdale, A.A., 1985. Paleocology of the marine endobenthos. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 50: 63 — 81.
- Frey, R.W. & Seilacher, A., 1980. Uniformity in marine invertebrate ichnology. *Lethaia*, 13: 183 — 207.
- Frey, R.W. & Pemberton, G.S., 1985. Biogenic structures in outcrops and cores. I. Approaches to ichnology. *Bull. Canad. Petrol. Geol.*, 33: 72 — 115.
- Fuchs, T., 1895. Studien über Fucoiden and Hieroglyphen. *Acad. Wiss. Wien., math.-naturwiss. kl., Denkschr.*, 62: 369 — 448.
- Kern, J.Ph., 1980. Origin of trace fossils in Polish Carpathian flysch. *Lethaia*, 13: 347 — 362.
- Książkiewicz, M., 1970. Observations on the ichnofauna of the Polish Carpathians. In: Crimes, T.P. & Harper, J.C. (eds.), *Trace Fossils. Geol. J. Spec. Issue*, 3: pp. 283 — 322.
- Książkiewicz, M., 1975. Bathymetry of the Carpathian Flysch Basin. *Acta Geol. Polon.*, 25: 309 — 367.
- Książkiewicz, M., 1977. Trace fossils in Flysch of the Polish Carpathians. *Palaeontol. Polonica*, 36: 1 — 206.
- Merrill, R.D., 1984. Ophiomorpha and other nonmarine trace fossils from the Eocene Ione Formation, California. *J. Paleontol.*, 58: 542 — 549.
- Miller, W., 1986. Discovery of trace fossils in Franciscan turbidites. *Geology*, 14: 343 — 345.
- Oszczypko, N., 1973. Budowa geologiczna Kotliny Sądeckiej. The geology of the Nowy Sącz Basin; The Middle Carpathians. *Biul. Inst. Geol.*, 271: 101 — 180.
- Oszczypko, N., 1986. Wycieczka B. 16. Potok Żeleźnikowski. In: Birkenmajer, K. & Poprawa, D. (eds.), *Przewodnik 57 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Pieniny, 18 — 20 wrzesień 1986*. 123 — 127, Kraków
- Oszczypko, N., Dudziak, J. & Malata, E. (w druku — in print). Stratygrafia osadów płaszczowiny magurskiej (kreda — paleogen) w Beskidzie Sądeckim (Karpaty Zewnętrzne). Stratigraphy of the Cretaceous through Paleogene deposits of the Magura Nappe in Beskid Sądecki Range, Polish outer Carpathians (In Polish, English summary). *Stud. Geol. Polon.*
- Pickerill, R.K., 1975. Application of ichnology to the study of ancient marine benthic community paleoecology. *Maritime Sed. Atlantic Geol.*, 11: 49 — 52.
- Pieńkowski, G. & Westwalewicz-Mogilska, E., 1986. Trace fossils from the Podhale Flysch Basin, Poland — an example of ecologically based lithocorrelation. *Lethaia*, 19: 53 — 65.
- Rhoads, D.C. & Morse, J.W., 1971. Evolutionary and ecologic significance of oxygen-deficient marine basins. *Lethaia*, 4: 413 — 426.
- Roniewicz, P. & Pieńkowski, G., 1977. Trace fossils of the Podhale Flysch Basin. In: Crimes, T.P. & Harper, J.C. (eds.), *Trace fossils. Geol. J. Spec. Issue*, 9: pp. 273 — 288.
- Savrdá, E.Ch. & Bottjer, J.D., 1986. Trace fossil model for reconstruction of paleo-oxygenation in bottom waters. *Geology*, 14: 3 — 6.
- Seilacher, A., 1967. Bathymetry of trace fossils. *Marine Geol.*, 5: 413 — 426.
- Seilacher, A., 1977. Pattern analysis of Paleodictyon and related trace fossils. In: Crimes, T.P. & Harper, J.C. (eds.), *Trace fossils. Geol. J. Spec. Issue*, 9: pp. 289 — 334.
- Sikora, W., 1970. Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej między Szymbarkiem Ruskim a Nawojową. Geology of the Magura Nappe between Szymbark Ruski and Nawojowa. *Biul. Inst. Geol.*, 225: 5 — 121.
- Simpson, F., 1967. Some morphological variations of *Paleodictyon Meneghini*. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 37: 509 — 514.
- Smith, A.B. & Crimes, T.P., 1983. Trace fossils formed by heart-urchins — a study of *Scolicia* and related traces. *Lethaia*, 16: 79 — 92.

- Thompson, J.B., Mullins, H.T., Newton, C.R. & Vercourtère, T.L., 1985. Alternative biofacies model for dysaerobic communities. *Lethaia*, 18: 179 — 186.
- Werner, F. & Wetzel, A., 1982. Interpretation of biogenic structures in oceanic sediments. *Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine*, 31: 275 — 288.
- Wetzel, A. & Aigner, Th., 1986. Stratigraphic completeness: Tiered trace fossils provide a measuring stick. *Geology*, 14: 234 — 237.

### Summary

## TRACE FOSSILS IN THE EOCENE OF THE NOWY SĄCZ FACIES ZONE IN ŻELEŹNIKOWA WIELKA NEAR NOWY SĄCZ (MAGURA NAPPE, OUTER CARPATHIANS)

Alfred Uchman

Ichnofauna was studied in a section, 1100 m thick, of Paleogene flysch (variegated shales, thin- and medium-bedded flysch with marl intercalations) exposed in Żeleźnikowa Wielka near Nowy Sącz (Fig. 1). The assemblage comprises 29 ichnogenera (Tables 1 — 3, Fig. 2). It is dominated by patterned and meandering forms, and resembles the classical deep-sea Nereites ichnofacies (Seilacher, 1967; Frey & Seilacher, 1980). The predomination of the patterned and meandering forms, together with the absence of rosette and radial forms, is usually accepted as characteristic of distal and middle parts of turbidite fans (Crimes *et al.*, 1981). The distribution of trace fossils in this section shows some features conflicting with the widely accepted concepts of the authors quoted above. For instance, in the Beloveza Beds there occur some specimens of the genus *Ophiomorpha*, characteristic of shallow-marine ichnofacies (Seilacher, 1967). Though it was found in sediments of a proximal part of fan (Crimes *et al.*, 1981), it occurs in the Beloveza Beds, representing outer parts of a fan (Oszczypko, 1986).

Also *Paleodictyon* and *Megagraption* are not less numerous in the sequences of thin-bedded flysch within the Maszkowice Beds, considered to be deposits of the middle-fan distal part, than they are in the thin-bedded flysch of the Beloveza Beds, similarly as in the Piwniczna Beds (Eocene — Tylmanowa, Zabrzeż) and, e.g. in the late-Mesozoic flysch of California (Miller, 1986). It is suggested that these forms occur wherever conditions favourable for the preservation of their delicate burrows have occurred, regardless of the position within a submarine fan.

Large differentiation of the ichnoassemblage (29 ichnogenera), numerous occurrence of forms attributed to animals of specialized feeding as e.g. *Paleodictyon* (Seilacher, 1977), or the presence of forms produced by urchins as *Scolicia* or *Taphrhelminthopsis* (Smith & Crimes, 1983) indicates that

environmental conditions were favourable for benthos (cf. e.g. Ekdale, 1984), including good oxygenation of sediment (cf. Thompson *et al.*, 1985; Pieńkowski & Westwalewicz-Mogilska, 1986).

Post-depositional *Sabularia* and *Planolites* cut through the other forms and they are found mainly in sandstones, less frequently in shales (Fig. 3), also in the lower parts of one metre thick beds. It may be supposed that the animals producing these ichnogenera penetrated deepest into the sediment. *Chondrites* occurs in shales and in the highest parts of the sandstone beds. We do not know if the burrows of this type did not reached deeper into the sand or the conditions of preservation do not permit recognition of *Chondrites* in sandstones. *Scolicia* occurs at the boundary between mudstone and sandstone. Some *Scolicia* are cut by *Naviculichnium*. *Helminthoida* appears about 0.2 — 1.0 cm higher, in the zone of transition from sandstone to mudstone.

Agrichnia, preserved as pre-depositional forms, hyporeliefs, were probably produced at shallow depths in the mud; e.g. *Paleodictyon* could not penetrate deeper than its mesh size (cf. Ekdale, 1980). Probably at similar depths within sediment were situated *Taphrhelminthopsis*, preserved as hyporeliefs, and *Spirophycus*, both originated by filling with sediment of partly eroded burrows or furrows formed in the bottom by moving animals. *Helminthoida* was never found as pre-depositional hyporeliefs, suggesting that erosion has never reached to the *Helminthoida* burrows (cf. Wetzel & Aigner, 1986), and all hyporeliefs belong to animals which penetrated to smaller depths than *Helminthoida*.

Therefore, the deepest penetrations are probably represented by *Sabularia* and *Planolites*, more shallow to *Chondrites*, *Naviculichnium*, *Scolicia* and *Helminthoida*, and the shallowest to agrichnia, *Taphrhelminthopsis*, *Spirophycus* and others. It seems that the horizon formed by *Scolicia* and *Naviculichnium* is related rather to thin- and medium beds of sandstones (Fig. 2) than directly to the distance from the bottom. This is related to the adaptation of animals to various types of substrate (cf. Kern, 1980). *Scolicia* occurs in great masses on tops of sandstone beds 10 — 50 cm thick.

*Chondrites*, which is probably produced by organisms tolerant to reduced oxygen content (Bromley & Ekdale, 1984; Savrda & Bottjer, 1986) occurs only in two fragments of section which are especially rich in ichnogenera (Fig. 2). They may represent periods especially favourable for benthic life, related e.g. to the increased amount of food. The decomposition of organic matter could reduce the oxygen content in sediment. The *Chondrites*-producing animals probably penetrated in the search for food deep into sediment, to the zone of reduced oxygen content. There is no correlation of the *Chondrites* occurrence with carbonate content of sediment, suggested by Książkiewicz (1977).

The lack of ichnofauna in the Łącko Marls is probably related to the

great thickness (of several metres in some cases) of the suddenly deposited marl beds; the mud-dwelling animals were unable to penetrate so deep, and the upper parts of beds, with possible bioturbations, were in many cases eroded.

### OBJAŚNIENIA PLANSZY — EXPLANATIONS OF PLATE

Plansza — Plate I

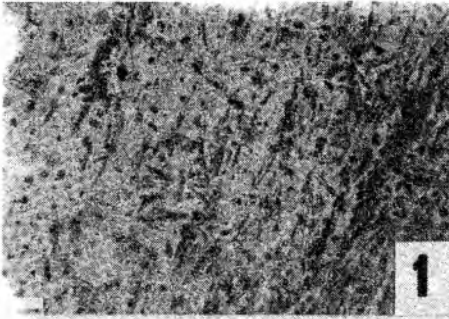
Podziałka = 1 cm, Scale bar = 1 cm

Skamieniałości śladowe z warstw belowskich z Żeleźnikowej Wielkiej  
Trace fossils from Beloveza Beds, Żeleźnikowa Wielka

- 1 — *Planolites punctatus*
- 2 — *Paleodictyon majus*
- 3 — *Scolicia prisca*
- 4 — *Sabularia simplex*
- 5 — *Strobilorhapse pussila*
- 6 — *Sabularia simplex* (s), *Urohelminthoida* ichnosp. (U)







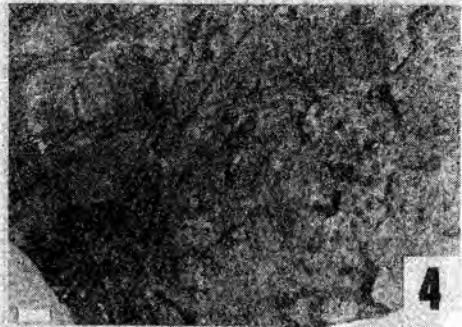
1



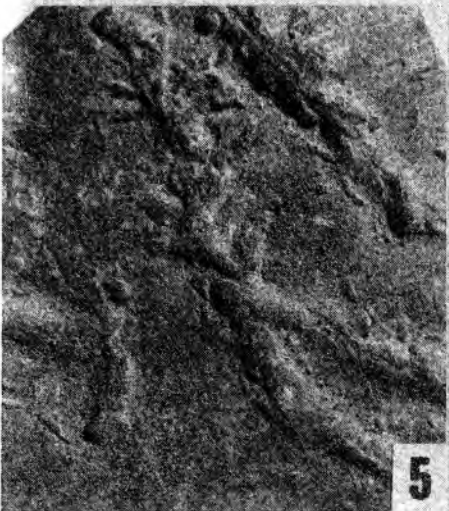
2



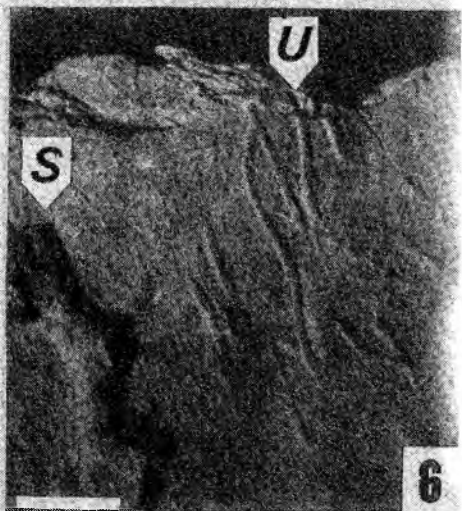
3



4



5



6