



Alfred UCHMAN

Zróznicowanie batymetryczne i facjalne skamieniałości śladowych w południowej części płaszczowiny magurskiej (polskie Karpaty zewnętrzne)

Przedstawiono próbę zastosowania modeli batymetrycznych A. Seilachera i M. Książkiewicza oraz modelu facjalnego T.P. Crimesa do interpretacji zmienności skamieniałości śladowych w albsko-oligocenijskim fliszu strefy krynickiej i bystrzyckiej płaszczowiny magurskiej. W konfrontacji z wieloma przedstawionymi faktami modele te nie sprawdzają się, a model Crimesa tylko częściowo wyjaśnia rozmieszczenie ichnoasocjacji w badanych profilach.

WSTĘP

Skamieniałości śladowe w albsko-oligocenijskich utworach strefy krynickiej i bystrzyckiej (sądeckiej) płaszczowiny magurskiej wykazują znaczne zmiany ilościowe i jakościowe ichnotaksonów (A. Uchman, 1990a). Próby zastosowania znanych modeli batymetrycznych A. Seilachera (1967) i M. Książkiewicza (1977) oraz facjalnych T.P. Crimesa i in. (1981) natrafiły na wiele trudności. Pojawiły się one w toku kompleksowych badań ichnologicznych, prowadzonych w 72 najlepiej odsłoniętych profilach utworów południowej części płaszczowiny magurskiej (A. Uchman, 1990a).

Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie problemów, jakie wynikają z prostego zastosowania wyżej wymienionych modeli dla wytłumaczenia zmian ichnoasocjacji w utworach strefy sądeckiej i bystrzyckiej. Litostratygrafię tych stref przedstawiono na fig. 1 oraz na tab. 1 i 2.

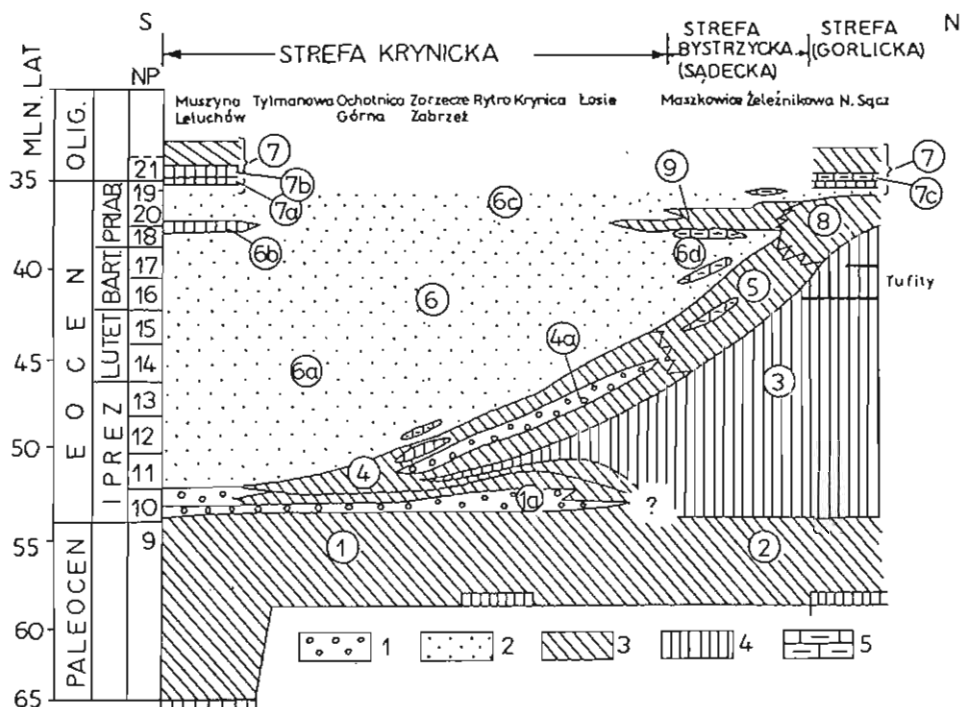


Fig. 1. Schemat litostratygrafii utworów paleogenu południowej części płaszczowiny magurskiej w Beskidzie Sądeckim i w Górcach (N. Oszczypko i in., 1990, zmienione)

1 — zlepienie; 2 — piaskowce grubofawicowe; 3 — cienko- i średniofawicowy flisz; 4 — mutowce i itowce; 5 — margle; cyfry w kółkach: 1 — formacja szczawnicka (fm), 1a — ogniwo z Życzanowa (og), 2 — warstwy inoceramowe, 3 — łupki pstre, 4 — formacja z Żarzeczka (fm), 4a — ogniwo krynickie (og), 5 — warstwy beloweskie, 6 — formacja magurska (fm), 6a — piaskowce z Piwnicznej (og), 6b — łupki z Mniszka (og), 6c — piaskowce z Popradu (og), 6d — warstwy z Maszkowic (og), 7 — formacja malcowska (fm), 7a — margle z Leluchowa (og), 7b — łupki ze Smereczka (og), 7c — margle globigerinowe, 8 — warstwy hieroglifowe, 9 — warstwy z Jazowska

Lithostratigraphic scheme of Palaeogene formations in the southern part of the Magura Nappe in the Beskid Sądecki and Gorce Mts groups (N. Oszczypko et al., 1990, with changes)

1 — conglomerates; 2 — thick-bedded sandstones; 3 — thin- and medium-bedded flysch; 4 — mudstones and claystones; 5 — marls; numbers in circles: 1 — Szczawnica Formation, 1a — Życzanów Member, 2 — Inoceraman beds, 3 — variegated shales, 4 — Żarzeczka Formation, 4a — Krynica Member, 5 — Beloveža beds, 6 — Magura Formation, 6a — Piwniczna Sandstones Member, 6b — Mniszek Shales Member, 6c — Poprad Sandstones Member, 6d — Maszkowice Member, 7 — Malcov Formation, 7a — Leluchów Marls Member, 7b — Smereczek Shales Member, 7c — Globigerina Marls, 8 — Hieroglyphic beds, 9 — Jazowsko beds

Autor pragnie wyrazić podziękowania Panu prof. N. Oszczypce za wprowadzenie w teren badań oraz Panu prof. A. Radomskiemu na krytyczne uwagi podczas przygotowania tego opracowania.

MODEL ICHNOFACJI SEILACHERA

Zgodnie z koncepcją A. Seilachera (1964, 1967) i jej późniejszymi modyfikacjami (A. Seilacher, 1978; R. W. Frey, A. Seilacher, 1980; R. W. Frey, G. S. Pemberton, 1985) skamieniałości śladowe są zależne od batymetrii. Hipoteza ta jest szeroko opisana także w polskiej literaturze (np. R. Gradziński i in., 1986). Prostota tej hipotezy sprawiła, że jest ona szeroko, lecz bezkrytycznie sfosowana.

W świetle koncepcji A. Seilachera (1967) utwory ze znacznym udziałem skomplikowanych morfologicznie skamieniałości śladowych, np. *Paleodictyon*, *Urohelminthoidea*, *Spirorhaphe*, wydzielanych jako grupa *Graphoglyptidae* (np. warstwy belowskie), charakterystyczne są dla ichnofacji *Nereites*. W warstwach belowskich spotyka się jednak *Thalassinoides* i *Ophiomorpha* (A. Uchman, 1990a, b, 1991) — ichnorodzaje charakterystyczne dla ichnofacji *Cruziana*. Utwory zdominowane przez *Chondrites*, *Phycosiphon* (np. formacja szczawnicka (fm), warstwy inoceramowe) zawierają ichnofację zbliżoną do *Zoophycos* z elementami ichnofacji *Nereites* i *Cruziana*. Część ogniwa piaskowców z Piwnicznej (og) z przewagą *Ophiomorpha* (Wierchomla Wielka) należałoby zaliczyć do ichnofacji *Cruziana*. Większość profili tego ogniwa (Tylmanowa, Zabrzeż) zawiera także ichnofację zbliżoną do *Nereites*. Trudno sobie jednak wyobrazić, by utwory należące do tego samego litosomu tworzyły się na znacznie zróżnicowanej głębokości — od szelfu po głębokie morze — w strefie depozycji turbidytów, wyrażonych przez odrębne ichnofacje, tj. *Nereites* i *Cruziana*.

Cruziana jest ichnofacją szelfową, a *Nereites* należy do basenów głębokomorskich (por. R. W. Frey, G. S. Pemberton, 1985) znajdujących się poniżej 2000 m. W takim przypadku różnice batymetryczne w czasie sedymentacji ogniwa piaskowców z Piwnicznej (og) dochodziłyby do 1500 m na przestrzeni zaledwie 30 km; jest to trudne do przyjęcia. Model A. Seilachera pozwala jedynie na stwierdzenie, że na badanym obszarze mamy ogólnie do czynienia z głębokomorską ichnofacją *Nereites* z licznymi elementami ichnofacji *Cruziana* i *Zoophycos* (tab. 3). Jest to jednak stwierdzenie mało zadowalające.

Niektóre "głębokowodne" skamieniałości śladowe (*sensu* A. Seilacher) na innych obszarach występują w utworach płytkowodnych, np. *Paleodictyon* (W. Häntzschel, 1964 *vide* B. D. Webby, 1969; A. W. Archer, C. G. Maples, 1984). Na współczesnym dnie wokół Antarktydy (na głęb. 2000–4000 m) obserwowano ichnofację *Nereites*, której brak na podobnych głębokościach w Arktyce (J. A. Kitchell i in., 1979). Rozmieszczenie producentów śladów kontrolowane jest więc przez inne czynniki niż batymetryczne. Znane są też sytuacje, w których na dnach oceanicznych położonych na tych głębokościach, gdzie powinna występować ichnofacja *Nereites*, pojawia się ichnofacja zbliżona do *Zoophycos* (np. A. A. Ekdale, W. H. Berger, 1978). Analogiczne obserwacje przeprowadził A. Wetzel (1983b), wykazując, że ichnofację *Zoophycos* (*sensu* A. Seilacher) w Morzu Sulu można podzielić na kilka odrębnych ichnofacji. Podobnie na badanym obszarze można wyróżnić szereg różnorodnych, lokalnych ichnofacji (A. Uchman, 1990a), które są bardziej precyzyjne niż klasyczne ichnofacje A. Seilachera.

Tabela 1

Litostratygrafia strefy krynickiej w płaszczynie magurskiej na badanym obszarze (według K. Birkenmajera i N. Oszczytki, 1989); *nazwy wydzielen traktowane przez autora jako jednostki nieformalne

Formacje	Ogniwa	Litologia	Wiek
Formacja malcowska		cienko- i średnioławicowy flisz, piaskowce kwarcowe i szarogłazowe, łupki margliste	eocen górny – oligocen (NP21)
	łupki ze Smereczka	ciemne łupki ilaste z rogowcami	oligocen
	margle z Letuchowa	oliwkowe i czerwone margle	najwyższy górny eocen
Formacja magurska	piaskowce z Popradu	gruboławicowe, wapniste piaskowce kwarcowe i szarogłazowe	eocen górny
	ogniwo łupków z Mniszka	pstre łupki ilaste	eocen górny (NP18)
	*warstwy z Kowańca	cienkoławicowy flisz, margle	eocen dolny/eocen środkowy
	piaskowce z Piwnicznej	gruboławicowe piaskowce z pakietami cienko- i średnioławicowego fliszu	eocen; od NP10–11(S) i NP 13–14(N)
Formacja z Zarzecza	ogniwo krynickie	zlepiefce, żwirowce ilaste, gruboławicowe piaskowce	eocen dolny; NP10–11 — NP13–14
		cienko- i średnioławicowy flisz, piaskowce kwarcowe, łupki margliste	
Formacja szczawnicka	ogniwo z Życzanowa	zlepiefce	paleocen – dolny eocen NP7 — NP11
		cienko- i średnioławicowy flisz, piaskowce kwarcowe ciemne, łupki margliste	
Formacja jarmucka		zlepiefce i piaskowce gruboławicowe	senon – paleocen
Formacja z Haluszowej		flisz cienkoławicowy, piaskowce wapniste, łupki bezwapniste	kampan
Formacja z Malinowej		pstre łupki ilaste	cenoman górny –kampan

Wiele faktów wskazuje na to, że jedynym czynnikiem związanym ze zmianą głębokości jest ciśnienie hydrostatyczne, które ma bardzo mały wpływ na bentos żyjący poniżej szelfu (R.V. Tait, 1971 *vide* A. Wetzel, 1983a, b).

Od kilkunastu lat w utworach fliszowych notowane są płytkowodne skamieniałości śladowe takie jak: *Skolithos*, *Rhizocorallium*, *Ophiomorpha*, *Thalassinoides* i inne (B. W. Hayward, 1976; J.M. Armentrout, 1980; R.E. Barrick, 1987; Chia-Chen Yeh, 1987; J.R. Ineson, 1987; L. K. Powichrowski, 1989). Występują one często wraz ze śladami "typowo głębokowodnymi", np. *Paleodictyon* i innymi (J.P. Kern, J.E. Warme, 1974; T. P. Crimes i in., 1981). Jest to jedno z wielu odstępstw od klasycznego modelu A. Seilachera (1967). Niektóre z "płytkowodnych" skamieniałości śladowych spotyka się na badanym obszarze. Są to: *Thalassinoides* ichnosp., *Ophiomorpha nodosa* Lund., *Ophiomorpha* ichnosp., *Rhizocorallium* ichnosp. i *Pelecypodichnus* ichnosp. (A. Uchman, 1990a, b, 1991).

Jak wynika z badań autorów, wiele ichnorodzajów uważanych za diagnostyczne dla płytkowodnej ichnofacji *Cruziana* występuje wraz z taksonami diagnostycznymi dla głębokowodnej ichnofacji *Nereites*, często na jednej ławicy. Dotyczy to zwłaszcza warstw belweskich, formacji szczawnickiej (fm) i ogniwa piaskowców z Piwnicznej (og).

W świetle coraz to nowych danych zmienia się spojrzenie na ichnofację A. Seilachera i ich batymetryczne znaczenie (np. C. W. Byers, 1982). W batymetryczne znaczenie ichnofacji *Zoophycos* powątpiewali już R.G. Osgood i J.R. Szmuc (1972). Obecnie uważa się, że ichnofacja *Zoophycos* związana jest raczej z niedotlenieniem niż z głębokością basenu (R.W. Frey, A. Seilacher, 1980; R.W. Frey, G.S. Pemberton, 1985).

Jak się wydaje, batymetryczna koncepcja A. Seilachera przedstawia jedynie archeotypy ichnofacji mających tendencję do powtarzania się w pewnych przedziałach batymetrycznych, lecz bez ścisłego z nimi związku (R.W. Frey i in., 1990). Często opisywane odstępstwa od klasycznego wzorca ichnofacji A. Seilachera i jego modyfikacji sprawiają, że jej praktyczne zastosowanie jest bardzo ograniczone.

Prawdopodobnie teoria A. Seilachera jest zbyt prostym uproszczeniem skomplikowanego obrazu rozmieszczenia skamieniałości śladowych, zależnego od wielu innych czynników. Dotyczy to przynajmniej środowisk głębokomorskich.

"PŁYTKOWODNE" SKAMIENTAŁOŚCI ŚLADOWE WE FLISZU W ŚWIETLE POGLĄDÓW T.P. CRIMESA

Teorii "batymetrycznej" A. Seilachera (1967) przeciwstawia się teoria "facjalna" T.P. Crimesa (T.P. Crimes, 1970, 1973, 1977; T.P. Crimes i in., 1981). Autor ten uważa, że nie batymetria, lecz rozkład facji związany z energią środowiska i oddaleniem od źródła sedymentacji decyduje o rozmieszczeniu skamieniałości śladowych. W utworach fliszowych, w strefach podwyższonej energii środowiska, dla wewnętrznej części stożka charakterystyczne byłyby "płytkowodne" skamieniałości śladowe (*sensu* A. Seilacher) — rozetowe i radialne, dla części środkowej stożka — spiralne i kręte. W dystalnej części stożka występowałyby skamieniałości śladowe z grupy *Graphoglyptidae*. Podobną interpretację dla fliszu z *Helminthoides* z Alp Liguryjskich przedstawił L.K. Powichrowski (1989).

Tabela 2

Litostratygrafia utworów strefy byszczyckiej w płaszczewinie magurskiej
(według K. Birkenmajera i N. Oszczyпки, 1989; N. Oszczyпки i in., 1990)

Wydzielenia	Litologia	Wiek
Piaskowce magurskie	piaskowce gruboławicowe	eocen górny
Warstwy z Jazowska	flisz cienkoławicowy	
Warstwy z Maszkowic	piaskowce gruboławicowe z pakietami cienkoławicowego fliszu, margle łuckie	eocen środkowy – eocen górny
Warstwy beloweskie	cienko- i średnioławicowy flisz, piaskowce kwarcowe, łupki margliste, ławice margli łuckich	eocen dolny – eocen środkowy NP10 – NP16
Łupki pstre z Łabowej	psre łupki ilaste, niekiedy z cienkimi ławicami piaskowców	?paleocen – eocen środkowy
Warstwy inoceramowe	flisz cienko-, średnio- i gruboławicowy z ciemnymi, marglistymi mułowcami, wkładki łupków pstrych	senon – paleocen
Formacja z Hatuszowej	flisz cienkoławicowy z marglami i wapieniami allodapicznymi	kampan
Pstre łupki formacji z Malinowej	psre łupki ilaste	turon – senon dolny
Formacja hulińska	skrzemionkowane plamiste margle	?alb – cenoman

Wiele wyżej wymienionych "płytkowodnych" skamieniałości śladowych znaleziono jednak w kilkusetmetrowych sekwencjach cienko- i średnioławicowego fliszu warstw belowskich i formacji szczawnickiej (fm), które można uważać za facje "dystalne" (por. N. Oszczycko, 1986a, b), osadzone w warunkach stosunkowo niskiej energii. R. W. Frey i G. S. Pemberton (1985) uważają, że jakkolwiek "płytkowodne" skamieniałości śladowe mogą pojawiać się we fliszu, to jednak nie występują w dużych nagromadzeniach charakterystycznych dla stref płytkomorskich. Tym niemniej w części ogniwa piaskowców z Piwnicznej (og) — Wierchomla, Milik i Tylmanowa — *Ophiomorpha* są liczne. Liczne ich występowanie zostało również opisane z kredowego fliszu Kalifornii (J. P. Kern, J. E. Warme, 1974). Niektóre ławice w warstwach belowskich zawierają także stosunkowo liczne *Thalassinoides* (Nowa Wieś, Uhryń).

We fliszowych utworach subfacji kanałowej z przełomu ordowiku i syluru w Kanadzie opisano ichnozespół charakterystyczny, według P. T. Crimesa, dla stref dystalnych stożka z *Helminthoida*, *Protopaleodictyon* i innymi skamieniałościami śladowymi (R. K. Pickerill, 1981).

Skamieniałości śladowe należące do *Graphoglyptidae* występują ponadto stosunkowo licznie w pakietach cienkoławicowego fliszu w gruboławicowych sekwencjach piaskowców z Piwnicznej (og) i warstw z Maszkowic, które trudno uznać za utwory zewnętrznej części stożka. Podobną sytuację zaobserwowano w

późnomezozoicznym fliszu wybrzeża Kalifornii (W. Miller, 1986). Tak więc i w tym miejscu fakty przeczą teorii "facjalnej".

Wydaje się więc, że wymienione wyżej skamieniałości śladowe nie pojawiają się w zależności od subfacji fliszu i są normalnym składnikiem wielu ichnozespołów fliszowych.

Mimo opisanych odstępstw koncepcja T.P. Crimesa dobrze odzwierciedla pewną tendencję w ogólnym rozmieszczeniu skamieniałości śladowych na badanym terenie. Założmy, że dla dolnego i środkowego eocenu formacja magurska (fm) rzeczywiście reprezentuje utwory wewnętrznego stożka, warstwy belowskie — utwory stożka zewnętrznego, a łupki pstre z Łabowej — utwory równi abysalnej. Można zauważyć, że większość "płytkowodnych" skamieniałości śladowych (*sensu* A. Seilacher, 1967) występuje jednak w formacji magurskiej (fm), zaś *Graphoglyptidae* w warstwach belowskich. W obrębie ogniwa piaskowców z Piwnicznej (og) wraz ze zwiększaniem się udziału pakietów cienko- i średnioławicowego fliszu ku półmocy, wzrasta udział *Graphoglyptidae*, a zmniejsza się ilość i wielkość *Ophiomorpha*.

Warstwy belowskie wykazują zdecydowanie większe zróżnicowanie skamieniałości śladowych niż formacja magurska (fm) czy pstre łupki z Łabowej. Analogicznie, we fliszu Alp Liguryjskich najbardziej zróżnicowaną ichnoasocjacje miały utwory zewnętrznego stożka (L.K. Powichrowski, 1989).

MODEL M. KSIĄŻKIEWICZA

M. Książkiewicz (1975, 1977) w rozważaniach nad batymetrią fliszu karpackiego nie posłużył się znanym już od wielu lat modelem A. Seilachera. Dane o rozmieszczeniu głębokościowym otwornic, cechy sedimentologiczne i podstawowe założenia modelu A. Seilachera próbował natomiast skorelować z pionowym i poziomym rozmieszczeniem skamieniałości śladowych. Na tej podstawie skonstruował model batymetryczny wybranych skamieniałości śladowych we fliszu karpackim (M. Książkiewicz, 1977, str. 37–44, tab. 11).

Dane wyjściowe użyte do konstrukcji tego modelu w zestawieniu z danymi uzyskanymi przez autora (A. Uchman, 1990a), jak i nowszymi badaniami geologicznymi w Karpatach uległy pewnej deaktualizacji. Zarówno pionowe, jak i poziome rozmieszczenie skamieniałości śladowych różni się w wielu przypadkach od podanego przez M. Książkiewicza (1977). Uważał on np., że *Sabularia* jest ichnorodzajem diagnostycznym dla batymetrii basenu. Tymczasem jest to ichnorodzaj jeden z najpospolitszych w Karpatach fliszowych (M. Książkiewicz, 1977; A. Uchman, 1990a) i występuje we wszystkich prawie ogniwach litologicznych. Wydaje się, że jego występowanie jest mało zależne od wielu czynników środowiskowych, w tym także od batymetrii. Autor ten podał też konkretne zasięgi batymetryczne dla takich ichnorodzajów, jak: *Chondrites*, *Zoophycos*, *Scolicia*, znanych z utworów o zróżnicowanej batymetrii. Sądził też, że piaskowce magurskie osadzały się w dolnej strefie epibatialnej i częściowo górnej mezobatialnej (M. Książkiewicz, 1977, str. 38, tab. 10). Jednak bezwapniste pstre łupki z konkrekcjami manganowymi w formacji magurskiej (fm) przemawiają za tym, że osadzały się one poniżej CCD. Głębokość

CCD w górnej kredzie i paleogenie północnego Atlantyku wynosiła 3500–4000 m (T. Andel, 1975). Przepuszczalnie podobne głębokości CCD panowały w tym czasie w zbiornikach karpaccich (B. Olszewska, 1984). To samo odnosi się do piaskowców ciężkowickich (eocen), które M. Książkiewicz uważał za nerytyczne i częściowo epibatialne (*Lc.* — str. 38, tab. 10). Studium sedimentologiczne tych warstw wskazuje raczej na bardziej głębokowodne środowisko sedimentacji (S. Leszczyński, 1981). Dane mikrofaunistyczne świadczą również o bardziej głębokowodnym charakterze wymienionych utworów (B. Olszewska, 1984). Wydaje się więc, że podane przez M. Książkiewicza (1977, str. 37–44, tab. 11) zasięgi batymetryczne skamieniałości śladowych oparte są w wielu przypadkach na przesłankach nie potwierdzonych w późniejszych badaniach.

CZYNNIKI KONTROLUJĄCE ROZMIESZCZENIE SKAMIENTAŁOŚCI ŚLADOWYCH

Obszerna dyskusja na temat czynników wpływających na rozmieszczenie skamieniałości śladowych wykracza poza ramy tej publikacji. Autor pragnie tu zasygnalizować tylko niektóre problemy.

Zauważono (A. Uchman, 1990a) wyraźne różnice ichnoasocjacji między zbliżonymi facjalnie warstwami belowskimi i utworami formacji szczawnickiej (fm). Warstwy belowskie zawierają znacznie zróżnicowaną ichnoasocjację (53 ichnorodzaje), o zbliżonym udziale skamieniałości śladowych pre- i postdepozycyjnych, z dużą ilością *Graphoglyptidae*. W utworach formacji szczawnickiej (fm) ichnoasocjacja jest słabiej zróżnicowana (37 ichnorodzaje), ze znaczną przewagą skamieniałości śladowych postdepozycyjnych, zdominowana przez *Chondrites*, *Zoophycos*, *Phycosiphon* i *Tubulichnium*. Mułowce należące do tej formacji są wyraźnie ciemniejsze niż w warstwach belowskich, co świadczy o gorszym natlenieniu osadu w czasie sedimentacji utworów formacji szczawnickiej (fm) w stosunku do utworów warstw belowskich. Obfite występowanie wymienionych wyżej ichnotaksonów związane jest z utworami zbiornika niedotlenionego (A.A. Ekdale, T.R. Mason, 1988).

Rozmieszczenie skamieniałości śladowych kontrolowane jest też przez erozję dna i tempo sedimentacji. Wiele różnorodnych skamieniałości śladowych to płytkie penetracje w przydennej, żywej warstwie osadu. Zostają one utrwalone jako skamieniałości śladowe predepozycyjne na spągach ławic turbidytowych jedynie w przypadku płytkiej, delikatnej erozji (A. Seilacher, 1977, 1978). W wyniku erozji głębszej wiele z nich nie zachowuje się (M. Książkiewicz, 1977). W rezultacie ichnoasocjacja jest wtórnie uszczuplona. Szybkie przyrosty miąższości osadu powodują rozrzedzenie zwierząt penetrujących w zwiększonej masie osadu. Duża częstość depozycji turbidytów eliminuje ichnofaunę związaną z późną kolonizacją ławic. Jednocześnie pozostają tylko zwierzęta zdolne do szybkiego wygrzebywania się z szybko akumulowanej masy osadu. Uszczuploną w ten sposób ichnoasocjację można zaobserwować na przykład w formacji magurskiej (fm).

Tabela 3

Wybrane przykłady występowania skamieniałości śladowych na terenie badań
w świetle modelu ichnofacji A. Seilachera (1967)

Wydzielenia litostratigraficzne	Ichnofacje i ichnotaksony											
	<i>Cruziana</i>				<i>Zoophycos</i>		<i>Nereites</i>					
	<i>Ophiomorpha</i>	<i>Thalassinoides</i>	<i>Rhizocorallium</i>	<i>Pelecypodichnus</i>	<i>Zoophycos</i>	<i>Phycosiphon</i>	<i>Cosmorhaphie</i>	<i>Urohelminthoidea</i>	<i>Helminthoidea</i>	<i>Taphrohelminthopsis</i>	<i>Paleodicyon</i>	<i>Spirorhaphie</i>
Warstwy inoceramowe		VR										
Formacja szczawnicka (fm)	VR		VR	VR	C	C		R	F		R	C
Formacja z Zarzecza (fm)												
Piaskowce z Piwnicznej (og)	F	R							R		R	VR
Piaskowce z Popradu (og)	C											
Warstwy belowskie	R	R		R	VR		R	R	C	C	R	VR
Warstwy z Maszkowic		R							R		R	

Częstość występowania : VR — bardzo rzadko, R — rzadko, C — często, F — bardzo często

Ilość składników odżywczych (materia organiczna) to także jeden z głównych czynników kontrolujących rozmieszczenie ichnofauny. Umiarkowany niedobór pożywienia jest prawdopodobnie przyczyną wzrostu różnorodności niektórych skamieniałości śladowych, głównie *Graphoglyptidae*, wykazujących znaczną specjalizację w zdobywaniu pożywienia (A. Seilacher, 1977). Czynniki ten prawdopodobnie wpływał na bogatą w *Graphoglyptidae* ichnoasocjację warstw belowskich (A. Uchman, 1990a). Znaczny niedobór pożywienia prowadził prawdopodobnie do zubożenia ichnoasocjacji, jak to ma miejsce w przypadku łupków pstrych.

UWAGI OGÓLNE

Jak wynika z wyżej przedstawionych obserwacji, hipotezy A. Seilachera, T.P. Crimesa czy M. Książkiewicza nie tłumaczą w sposób zadowalający rozmieszczenia skamieniałości śladowych na badanym terenie. Z cytowanej literatury można sądzić, że jest to problem o znacznie szerszym, światowym zasięgu.

Teoria batymetryczna A. Seilachera czy facjalna T.P. Crimesa zyskały dużą popularność ze względu na swoją prostotę. Jednak rozmieszczenie organizmów

zwierzęcych, a co za tym idzie i skamieniałości śladowych na dnie dawnych i współczesnych mórz i oceanów, jest o wiele bardziej skomplikowane niż to przyjmowali wymienieni autorzy. Zależy ono od wielu czynników (por. A.A. Ekdale, 1988; A.A. Ekdale, T.R. Mason, 1988), m.in.: natlenienia osadu, erozji dna, tempa sedymentacji i ilości pożywienia. Skłania to do wyróżniania raczej lokalnych ichnoasocjacji, zależnych od działania wielu czynników, wpływających jednocześnie na rozmieszczenie ichnofauny.

Instytut Nauk Geologicznych
Uniwersytetu Jagiellońskiego
Kraków, ul. Oleandry 2a
Nadesłano dnia 24 maja 1991 r.

PISMIENICTWO

- ANDEL T. (1975) — Mesozoic/Coenozoic calcite compensation depth and global distribution of calcareous sediments. *Earth Planet. Sci. Letters*, 26, p. 187–194.
- ARCHER A.W., MAPLES C.G. (1984) — Trace fossil distribution across a marine — to — nonmarine gradient in the Pennsylvanian of the Southwestern Indiana. *J. Paleont.*, 58, p. 446–448.
- ARMENTROUT J.M. (1980) — *Ophiomorpha* from upper bathyal Eocene subsea fan facies. *Northwest Washington. AAPG Bull.*, 64, p. 670–671.
- BARRIK R.E. (1987) — Trace fossils of the San Clemente deep-sea fan, California. In: *New concepts in the use of biogenic sedimentary structures for paleoenvironmental interpretation* (D.J. Bottjer ed.). SEPM Publ., p. 43–47. Los Angeles.
- BIRKENMAJER K., OSZCZYPKO N. (1988) — New lithostratigraphic standart for the Paleogene of the Magura Flysch Basin (Southern Part), Carpathians. *Bull. Pol. Acad. Sci. Earth Sci.*, 36, p. 253–259.
- BIRKENMAJER K., OSZCZYPKO N. (1989) — Cretaceous and Palaeogene lithostratigraphic units of the Magura Nappe, Krynica Subunit, Carpathians. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 59, p. 145–181.
- BYERS C.W. (1982) — Geological significance of marine biogenic sedimentary structures. In: *Animal - sediment relations. The biogenic alternation of sediments* (L.P. McCall, M.J.S. Tevesz eds.), p. 221–256. Plenum Press. New York — London.
- CHIA-CHEN YEH (1987) — A deep-sea trace fossils assemblage from Wheeler Gorge, Ventura County, California. In: *New concepts in the use of biogenic sedimentary structures for paleoenvironmental interpretation* (D.J. Bottjer ed.). SEPM Publ., p. 49–55. Los Angeles.
- CRIMES T.P. (1970) — The significance of trace fossils in sedimentology, stratigraphy and paleoecology with examples from Lower Paleozoic strata. *Geol. J., Spec. Issue*, 3, p. 101–126.
- CRIMES T.P. (1973) — From limestone to distal turbidites: a facies and trace fossil analysis in the Zumaya flysch (Paleocene — Eocene), North Spain. *Sedimentology*, 20, p. 105–131.
- CRIMES T.P. (1977) — Trace fossils of an Eocene deep-sea fan, northern Spain. *Geol. J., Spec. Issue*, 9, p. 71–90.
- CRIMES T.P., GOLDRING R., HOMEWOOD P., STUIJVENBERG J., WINKLER W. (1981) — Trace fossil assemblages of deep sea — fan deposits, Gurnigel and Schlieren flysch (Cretaceous — Eocene); Switzerland. *Ecolgae Geol. Helv.*, 74, p. 953–995.
- EKDALE A.A. (1985) — Paleoecology of the marine endobenthos. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, 50, p. 63–81.
- EKDALE A.A. (1988) — Pitfalls of paleobathymetric interpretations based on trace fossil assemblages. *Palaios*, 3, p. 464–472.
- EKDALE A.A., BERGER W.H. (1978) — Deep-sea ichnofacies modern organism traces on a pelagic carbonates of the western equatorial Pacific. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, 23, p. 268–278.

- EKDALE A.A., MASON T.R. (1988) — Characteristic trace-fossil associations in oxygen-poor sedimentary environments. *Geology*, 16, p. 720–723.
- FREY R.W., SEILACHER A. (1980) — Uniformity in marine invertebrate ichnology. *Lethaia*, 13, p. 183–207.
- FREY R.W., PEMBERTON G.S. (1985) — Biogenic structures in outcrops and cores. I. Approaches to ichnology. *Bull. Canad. Petr. Geol.*, 33, p. 72–115.
- FREY R.W., PEMBERTON G.S., SAUNDERS T.D.A. (1993) — Ichnofacies and bathymetry: a passive relationship. *J. Paleont.*, 64, p. 155–158.
- GRADZIŃSKI R., KOSTECKA A., RADOMSKI A., UNRUG R. (1986) — Zarys sedimentologii. *Wyd. Geol. Warszawa*.
- HAYWARD B.W. (1976) — Lower Miocene bathyal and submarine canyon ichnocoenoses from Northland, New Zealand. *Lethaia*, 9, p. 149–162.
- INESON J.R. (1987) — Trace fossils from a submarine fan-slope apron complex in the Cretaceous of James Ross Island, Antarctica. *Br. Antarct. Surv. Bull.*, 74, p. 1–16.
- KERN J.P., WARME J.E. (1974) — Trace fossils and bathymetry of the Upper Cretaceous Point Loma Formation, San Diego, California. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 85, p. 893–900.
- KITCHELL J.A., KITCHELL J.K., JOHNSON G.L., HUNKINS K.L. (1979) — Abyssal traces and megafauna: comparison of productivity, diversity and density in the Arctic and Antarctic. *Paleobiology*, 4, p. 171–180.
- KSIĄŻKIEWICZ M. (1975) — Bathymetry of the Carpathian Flysch Basin. *Acta Geol. Pol.*, 25, p. 309–367.
- KSIĄŻKIEWICZ M. (1977) — Trace fossils in the Flysch of the Polish Carpathians. *Palaeont. Pol.*, 36, p. 199–208.
- LESZCZYŃSKI S. (1981) — Piaszkowce ciężkowickie jednostki śląskiej w Polskich Karpatach: studium sedimentacji głębokowodnych osadów gruboklastycznych. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 51, p. 435–502.
- MILLER W. (1986) — Discovery of trace fossils in Franciscan turbidites. *Geology*, 14, p. 343–345.
- OLSZEWSKA B. (1984) — Interpretacja paleoekologiczna otwornic kredy i paleogenu polskich Karpat zewnętrznych. *Biul. Inst. Geol.*, 346, p. 7–62.
- OSGOOD R.G., SZMUC J.R. (1972) — The trace fossil *Zoophycos* as an indicator of water depth. *Bull. American Paleont.*, 62, p. 5–21.
- OSZCZYPKO N. (1986a) — Wycieczka B.16. Potok Żeleźnikowski. W: Przewodnik LVII Zjazdu Pol. Tow. Geol. Pieniny, 18–20 września 1986 (K. Birkenmajer, D. Poprawa red.), p. 123–127. Kraków.
- OSZCZYPKO N. (1986b) — Wycieczka B.18. Zarzecze. W: Przewodnik LVII Zjazdu Pol. Tow. Geol. Pieniny, 18–20 września 1986 (K. Birkenmajer, D. Poprawa red.), p. 120–122. Kraków.
- OSZCZYPKO N., DUDZIAK J., MAŁATA E. (1990) — Stratigraphy of the Cretaceous trough Paleogene deposits of the Magura Nappe in Beskid Sądecki Range, Polish Outer Carpathians. *Studia Geol. Pol.*, 97, p. 109–181.
- PICKERILL R.K. (1981) — Trace fossils in a Lower Palaeozoic submarine canyon sequence — the Siegs Formation of northwestern New Brunswick, Canada. *Maritime Sed. Atlantic Geol.*, 17, p. 36–58.
- POWICHROWSKI L.K. (1989) — Trace fossils from the Helminthoid Flysch (Upper Cretaceous — Paleocene) of the Ligurian Alps (Italy): development of deep marine ichnoassociations in fan and basin plain environments. *Eclogae Geol. Helv.*, 82, p. 385–411.
- SEILACHER A. (1964) — Biogenic sedimentary structures. In: *Approaches to Paleocology* (J. Imbrie, N. Newell eds.), p. 296–316. Wiley & Sons, New York.
- SEILACHER A. (1967) — Bathymetry of trace fossils. *Marine Geol.*, 5, p. 413–426.
- SEILACHER A. (1977) — Pattern analysis of *Paleodictyon* and related trace fossils. *Geol. J., Spec. Issue*, 9, p. 289–334.
- SEILACHER A. (1978) — Use of trace fossil assemblages for recognising depositional environments. In: *Trace fossil concept* (P.B. Basan ed.), p. 185–201. SEPM, Short Course.
- UCHMAN A. (1990a) — Skamieniałości śladowe w strefie krynickiej i bystrzyckiej płaszczowiny magurskiej (polskie Karpaty zewnętrzne). *Arch. Bibl. Jagiell. Kraków*.
- UCHMAN A. (1990b) — Skamieniałości śladowe z eocenu strefy sądeckiej w Żeleźnikowej Wielkiej koło Nowego Sącza (płaszczowina magurska, Karpaty zewnętrzne). *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 60, p. 107–124.
- UCHMAN A. (1991) — "Shallow-water" trace fossils in Paleogene flysch of the southern part of the Magura Nappe, Polish Outer Carpathians. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 61, p. 61–75.
- WEBBY B.D. (1969) — Trace fossils (*Pascichnia*) from the Silurian of NE South Wales, Australia. *Paläont. Zeitschr.*, 43, p. 81–94.

- WETZEL A. (1983a) — Biogenic sedimentary structures in a modern upwelling region: northwest African continental margin. In: Coastal upwelling and its sediments. Records of ancient upwelling (J. Thiede, E. Suess eds.), p. 123–144. Plenum Press, New York.
- WETZEL A. (1983b) — Biogenic structures in modern slope to deep-sea sediments the Sulu Sea Basin (Philippines). *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, **42**, p. 285–304.

Alfred UCHMAN

BATHYMETRIC AND FACIAL DIFFERENTIATION OF TRACE FOSSILS IN THE SOUTHERN PART OF THE MAGURA NAPPE IN THE POLISH OUTER CARPATHIANS

S u m m a r y

The Albian – Oligocene flysch formations of Sącz and Krynica zones of Magura Nappe (Polish Flysch Carpathians) contain several trace fossils (A. Uchman, 1990a) with notable share of *Graphoglyptidae*, typical for the *Nereites* ichnofacies (A. Seilacher, 1967). In Beloveža Beds *Thalassinoides* and *Ophiomorpha* — the typical forms of the ichnofacies — are often met. The Piwniczna Sandstones Member contains in the southern part the *Cruziana* ichnofacies, and in the northern part — the ichnofacies similar to *Nereites*. It is difficult, however, to accept that the formations of the same lithosome were formed at the depth so strongly differentiated, expressed by these ichnofacies. In such case the bathymetric differences in the sedimentary basin would reach about 1500 m at the distance of 30 km only. The ichnotaxa typical for shallow water, such as *Rhizocorallium*, *Ophiomorpha*, *Thalassinoides*, *Pelecypodichnus* and others (A. Uchman, 1990a, b, 1991) exist often with bathypelagic ichnotaxa, as for instance *Paleodictyon* and others.

According to T. P. Crimes et al. (1981) the shallow-water forms exist in the flysch of inner deep-sea fan. Many of them appear in the distal thin- and middle-bedded flysch of the Beloveža beds and the Szczawnica Formation. *Ophiomorpha* exist plentifully in the part of the Piwniczna Sandstones Member. Single beds in the Beloveža beds contain many *Thalassinoides*. It seems, that these ichnotaxa are not strictly dependent on the flysch subfacies. In spite of several discrepancies, the conception of T. P. Crimes describes well the general increase of the shallow-water forms with the increase of the proximity of the facies at the area of investigations.

M. Książkiewicz (1977) correlated the data about the depth of foraminifers and the sedimentological features of the sediments with the supposition of the model of A. Seilacher. As a result, he constructed the bathymetric model for the chosen ichnotaxa. The issue data for this model are presently not fully actual. For instance, the vertical and horizontal distribution of the ichnotaxa is different from that given by M. Książkiewicz (A. Uchman, 1990a). This author considered unjustly the Ciężkowice Sandstones (Eocene) as the neritic-epibathyal deposits, using as a basis the existence of the diagonal bedding. New microfaunal and sedimentological data show, that these sandstones are the deep-water deposits, similar to most of Senonian – Eocene formations of the Carpathian Flysch.

As we see, the hypotheses of A. Seilacher, T. P. Crimes and M. Książkiewicz do not explain sufficiently the distribution of trace fossils at the area of investigations. It is possible to distinguish (A. Uchman, 1990a) several local ichnoassociations, controlled mostly by the oxygenation of the sediment, the erosion of the bottom, the quickness of sedimentation and/or availability of food.