

Stanisław GEROCH, Maria KRYSOWSKA-IWASZKIEWICZ, Marek MICHALIK,
Karol PROCHAZKA, Andrzej RADOMSKI, Zbigniew RADWAŃSKI, Zofia UNRUG,
Rafał UNRUG, Józef WIECZOREK¹

SEDYMENTACJA MARGLI Z WĘGIERKI

(Pl. I—II i 3 fig.)

Sedimentation of Węgierka Marls (Late Senonian, Polish Flysch Carpathians)

(Pl. I—II and 3 Figs.)

Treść: Pierwotnym środowiskiem sedymentacyjnym margli z Węgierki były płytkie wody zewnętrznego szelfu. Następnie osady te zostały redeponowane do głębokowodnego basenu fliszowego w postaci olistolitów, płytów osuwiskowych i bloków występujących w zwirowcach ilowych i piaszczystych mułowcach, a część w postaci prądów gęstościowych powstałych z rozproszenia nieskonsolidowanego materiału marglistego.

WSTĘP

Osady margliste różnego wieku stanowią lokalnie istotny składnik litologiczny serii fliszowych. Dotychczasowa znajomość procesów sedymentacji tych utworów była nikła w porównaniu z dobrze poznanymi procesami prowadzącymi do powstania piaskowcowych i mułowcowych osadów prądów zawiesinowych. Poznanie procesów sedymentacji margli pozwoli na uzyskanie pełniejszych niż dotąd rekonstrukcji paleogeograficznych basenów sedymentacyjnych Karpat fliszowych.

Przeprowadzone badania sedymentologiczne margli z Węgierki mają charakter kompleksowy. Ich szeroki zakres narzucał podział pracy w zespole autorskim. Terenowe badania sedymentologiczne i opróbowanie wykonali M. Michalik, A. Radomski, Z. Radwański, R. Unrug i J. Wieczorek. Analizę sedymentologiczną i redakcję całości pracy opracowali A. Radomski i R. Unrug. Analizę ekologiczną mikrofauny przeprowadził S. Geroch, analizę ekologiczną ichno- i makrofauny — J. Wieczorek. Badania: petrograficzne — Z. Radwański, minerałów ciężkich — M. Kryowska-Iwaszkiewicz, minerałów ilastych — M. Michalik, analizy chemiczne wykonał K. Prochazka. Kolekcję dokumentacyjną opracowała Z. Unrug. Materiały są przechowywane w Muzeum Geologicznym Instytutu Nauk Geologicznych UJ pod nr inwentarzowym 2D (próbki skalne) i 13 (płytki cienkie).

Praca została wykonana w ramach Problemu Międzyresortowego MR I-16.

¹ Wszyscy autorzy: Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego, ul. Oleandry 2a, 30-063 Kraków.

PRZEGLĄD DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

Pojęcie litostratygraficzne „warstwy z Węgierki” wprowadził Szajnocha (1899) dla margli występujących wśród warstw inoceramowych jednostki skolskiej, opisując kamieniołom w Węgierce jako *locus typicus*. Stosunek margli odsłoniętych w kamieniołomie do innych litologicznych składników warstw inoceramowych nie został przez Szajnochę określony.

Skały litologicznie zbliżone do margli występujących w Węgierce opisywane były z Prałkowiec (Niedźwiedzki, 1876), Leszczyn koło Dobromila (Wiśniowski, 1905) i Łopuszki (Zuber, 1909).

Zuber (1909) wprowadził dla omawianych margli nazwę „karpackie warstwy bakulitowe”, od występującego w nich *Baculites anceps*, obejmując nią lokalne określenie warstw z Węgierki i zwracając uwagę na ich podobieństwo do margli bakulitowych Śląska morawskiego (szarych margli frydeckich we współczesnej terminologii litostratygraficznej). Zuber podkreśla w cytowanej pracy, że w Węgierce, Leszczynach i Łopuszce stosunek margli do skał otaczających nie jest znany. Należy tu dodać, że opisywane przez Zubera (op. cit.) występowanie piaszczystego marglu w Pogwizdowie koło Bochni znajduje się w obszarze zbudowanym z warstw istebniańskich i reprezentuje „wkładkę typu inoceramowego” w górnej kredzie jednostki śląskiej (Skoczylas-Ciszewska i Kamiński, 1950).

St. Wdowiarz (1949) i J. Wdowiarz (1948) opisali z obszaru na południowy wschód od Rzeszowa oraz z okolic Dubiecka i Krzywczy margle bakulitowe występujące w postaci soczewek w wyższej części warstw inoceramowych, uogólniając przy tym wycinkowe spostrzeżenia Chlebowskiego i in. (1937) oraz Horwitza (1936).

Charakterystykę petrograficzną margli z Węgierki podał Wawryk (1930), podkreślając ich podobieństwo do kredy przedgórza Karpat. Na epikontynentalny charakter margli z Węgierki zwrócił ostatnio uwagę również Kotlarczyk (1978), uważając, że powstały one w okresie połączenia basenu skolskiego z morzem epikontynentalnym.

Szczegółowe opracowanie margli z Węgierki opublikował Burzewski (1966), podając ciągłe profile warstw inoceramowych zawierających wkładki margli bakulitowych. Autor ten wypowiada pogląd, że margle bakulitowe są utworami fliszowymi związanymi facjalnie z najwyższą częścią warstw inoceramowych. Soczewkowata forma występowania margli świadczy o ich osuwiskowej genezie. Materiał klastyczny i wapienny pochodzi z jednego petrograficznie zróżnicowanego obszaru. Margle osadzały się wraz z materiałem klastycznym w strefie brzeżnej zbiornika i na drodze osuwiskowej były przemieszczane w miejsce (re)depozycji. Cytowany autor nie podaje, w jakim stopniu korzystał z odsłoneń sztucznych dla zestawienia ciągłych profili warstw ino-

ceramowych i margli bakulitowych. Odsłonięcia naturalne są w tej części Karpat fragmentaryczne.

Bromowicz (1974) uściślił pozycję margli bakulitowych w obrębie warstw inoceramowych. W górnych warstwach inoceramowych wyróżnił on od dołu:

- kompleks łupkowo piaskowcowy
- kompleks odznaczający się obecnością margli bakulitowych i gruboławicowych piaskowców oraz żwirowców iłowych
- kompleks łupkowo piaskowcowy przechodzący do pstrych łupków eocenu.

Cytowany autor pierwszy zwrócił uwagę na współwystępowanie margli ze żwirowcami iłowymi.

Ostatnio Kotlarczyk (1978) wprowadził w miejsce dotychczasowej nazwy „warstwy inoceramowe” formalną jednostkę litostratygraficzną określoną jako formacja z Ropianki (fm)¹. Margle z Węgierki stanowią w tym ujęciu charakterystyczny element ogniwa z Leszczyn (og) wchodzącego w skład tej formacji. W tej samej pracy Kotlarczyk wyraził pogląd, że przynajmniej część margli była redeponowana przez osuwiska podmorskie w głębsze partie basenu. Natomiast margle fukoidowe towarzyszące marglom z Węgierki stanowią według tego autora flisz wapienny gromadzący się w brzeżnej strefie basenu.

W dalszym ciągu pracy utrzymane jednak zostanie nadal określenie „margle z Węgierki”, które najlepiej precyzuje temat pracy a ponadto ma historyczny priorytet i nie jest sprzeczne z obowiązującymi zasadami terminologii litostratygraficznej.

Makrofauna znaleziona w marglach z Węgierki wskazuje wiek najwyższego kampanu — mastrychtu (patrz Bieda i in. 1963). Zdaniem Kotlarczyka (1979) cytowana w literaturze makrofauna świadczy raczej o dolnomastyrychskim wieku margli. Bogata mikrofauna otwornic wapienno-skorupowych potwierdza wiek mastrychski (Gucik 1962, Gućik, Morgiel 1965).

OBSZAR WYSTĘPOWANIA MARGLI Z WĘGIERKI

Margle z Węgierki występują w zewnętrznej części jednostki skolskiej, między dolną Wisłoką na północnym zachodzie a doliną Wiaru na południowym wschodzie. Ku wewnętrznej strefie jednostki skolskiej

¹ Przyjęcie nazwy formacja z Ropianki (fm) jako sformalizowanego odpowiednika warstw inoceramowych jednostki skolskiej budzi poważne wątpliwości, polegające głównie na tym, że *locus typicus* formacji z Ropianki znajduje się w tzw. południowym obszarze występowania warstw inoceramowych, gdzie ich wykształcenie różni się wielu istotnymi cechami od wykształcenia warstw inoceramowych w płaszczynie skolskiej (północny rejon inoceramowy). Ponadto północny i południowy (magurski) rejon inoceramowy stanowiły dwa odrębne baseny sedymentacyjne. Nowa nazwa, poza poprawnością formalną, jest równie mało precyzyjna jak i nieformalne określenie „warstwy inoceramowe”.

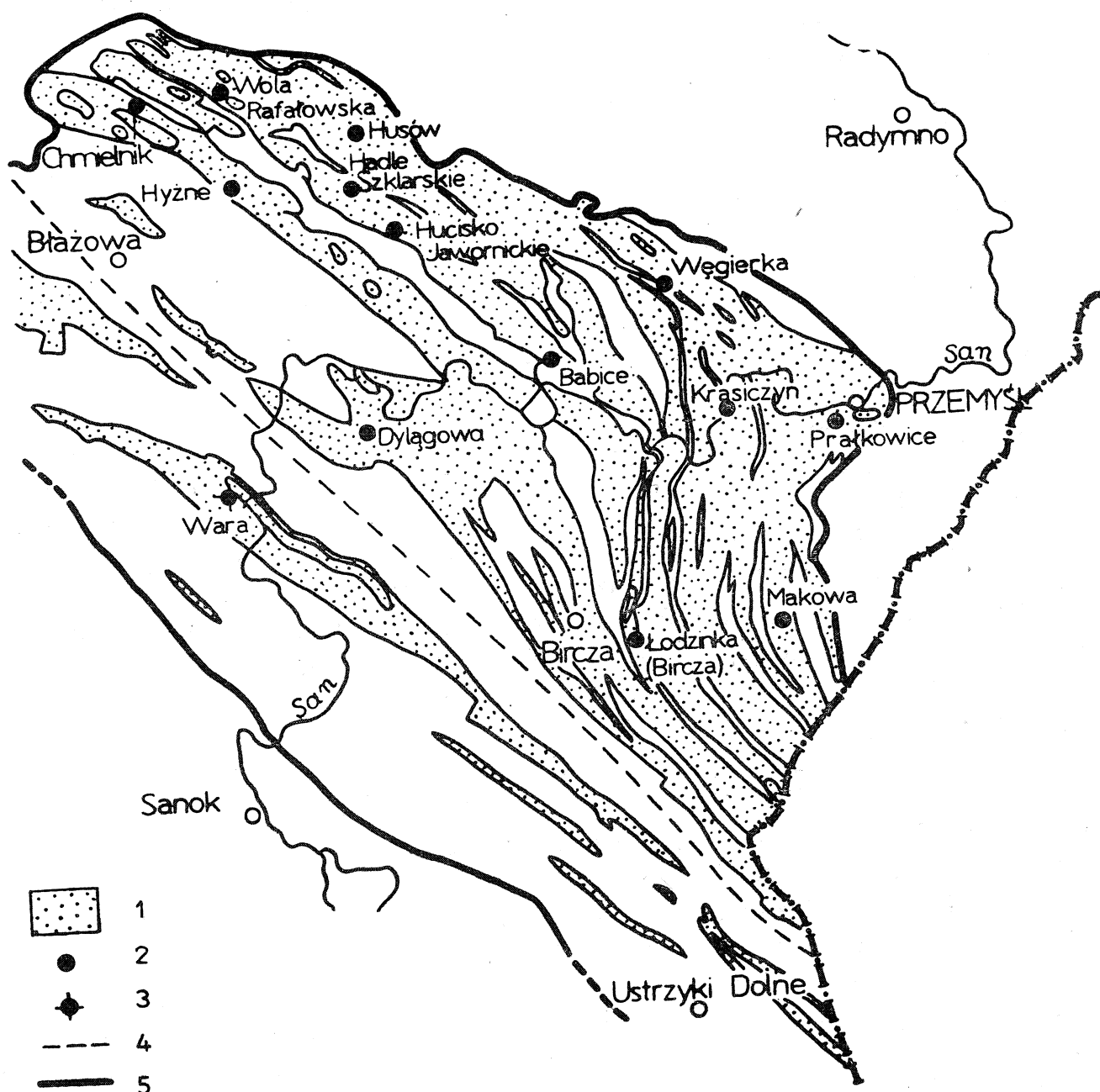


Fig. 1. Mapa występowania margli z Węgierki w warstwach inoceramowych
1 — warstwy inoceramowe; 2 — badane profile; 3 — margle z infauną; 4 — gra-
nica występowania margli z Węgierki; 5 — granice jednostki skolskiej

Fig. 1. Map of occurrence of the Węgierka Marls
1 — Inoceramanian Beds; 2 — investigated profiles; 3 — marls with infauna;
4 — extent boundry of Węgierka Marls; 5 — limits of the Skole unit

margle z Węgierki w typowych formach występowania sięgają po anty-
klinę Dylągowej-Futomy (Wdowiarz 1939). Margle występujące w na-
stępnej ku południowi antyklinie Wary różnią się litologicznie od mar-
gli z Węgierki.

Badaniami objęto wystąpienia margli z Węgierki wymienione niżej
kolejno od wschodu ku zachodowi (fig. 1).

1. Makowa Rustykalna — profil potoku Makówka, lewobrzeżnego do-
pływu Wiaru.

2. Przemyśl — nieczynne kamieniołomy w Prałkowcach.
3. Krasice koło Krasieczyna — odsłonięcie w korycie Sanu.
4. Bircza — profil potoku lewobrzeżnego dopływu Wiaru płynącego przez Łodzinę Górną na SE od Birczy.
5. Węgierka — odsłonięcie w dolinie potoku Węgierka i w jego bocznych dopływach.
6. Babice — odsłonięcia nad Sanem i w dolinkach lewobrzeżnych dopływów Sanu bezpośrednio na E od Babic.
7. Hucisko Jawornickie — profil prawobrzeżnego dopływu rzeki Mlecza uchodzącego koło stacji kolejki wąskotorowej w Zagórze.
8. Hadle Szklarskie — odsłonięcie w dolinie prawobrzeżnego dopływu rzeki Mlecza.
9. Husów — odsłonięcia w potoku Husówka.
10. Hyżne — odsłonięcia w dolinie prawobrzeżnego dopływu potoku Taty, uchodzącego na W od kościoła w Husowie.
11. Wola Rafałowska — profil prawobrzeżnego dopływu potoku Chmielnik.
12. Dylągowa — profil potoku Rozтока uchodzącego do Sanu.
13. Wara — odsłonięcie w potoku Magierówka uchodzącym do Sanu.

ZRÓŻNICOWANIE LITOLOGICZNE UTWORÓW MARGLISTYCH WARSTW INOCERAMOWYCH

Margle z Węgierki

Cechy litologiczne i struktury uławicenia margli z Węgierki pozwalają wyróżnić kilka typów tych skał.

Typ pierwszy stanowią margle uławicone, bez wkładek skał klastycznych. Ten typ margli odsłonięty jest w kamieniołomie w Węgierce, a ponadto występuje w Halach Szklarskich, w Makowej i w Babicach.

Typ drugi stanowią bloki i toczące margli w ławicach iłowych piaskowców i żwirowców, osadzonych przez podmorskie spływy osadu. Ten typ margli stwierdzono w Makowej, Krasicach, Birczy, Babicach, Hucisku Jawornickim, Dylągowej, Hyżnym, Husowie, Woli Rafałowskiej.

Typ trzeci stanowią margle uławicone występujące wspólnie z ławicami skał klastycznych: żwirowców iłowych, zlepieńców, piaskowców i mułowców. Ten typ margli stwierdzono w Hucisku Jawornickim, Węgierce, Krasicach, Woli Rafałowskiej.

Margle z infauną

W profilach wyższej części warstw inoceramowych występują, oprócz opisanych wyżej typów litologicznych margli z Węgierki, skały margliste innego rodzaju. Są to margle cienkoławicowe z bogatą ichnofauną. W starszej literaturze karpackiej były one określane nazwą „margli fu-

koidowych". Udział „fukoidów” w występującym w nich zespole ichnofauny jest jednak niewielki, dlatego omawiany typ skał będzie określany dalej bardziej ogólną nazwą „margli z infauną”.

MARGLE Z WĘGIERKI

Petrografia margli z Węgierki

Margle z Węgierki mają dość jednolity charakter petrograficzny na całym obszarze występowania, nie ma też istotnych różnic petrograficznych między wymienionymi uprzednio ich typami litologicznymi.

Omawiane skały margliste składają się z tła ilasto-węglanowego oraz występującego w zmiennych ilościach materiału klastycznego i bioklastycznego. Zawartość węglanu wapnia wynosi od 33,4 do 82,1%, dolomitu 0—6,5%¹, składników nierozpuszczalnych w kwasie solnym (stężenie 1:3) 15,9—66,6%. Podrzednymi składnikami są: piryt, glaukonit i substancja organiczna. Glaukonit, nieregularnie rozproszony w skale, reprezentowany jest przez ziarna kuliste oraz ziarna o nieregularnych zarysach zazębiające się z kryształami kalcytu.

Materiał klastyczny stanowią ziarna kwarcu, skaleni i muskowitu. Kwarc detrytyczny reprezentuje frakcja od średnioziarnistego (maksymalna średnica 0,30 mm) do bardzo drobnoziarnistego piasku (minimalna średnica 0,08 mm). Ziarna są ostrokrawędziste i półostrokrawędziste, z reguły silnie skorodowane. Występują zarówno ziarna monokrystaliczne, jak i polikrystaliczne. Niektóre ziarna są silnie spękane. Kwarc jest albo rozproszony w skale, albo skoncentrowany w laminach.

Skalenie, występujące w bardzo małych ilościach są reprezentowane głównie przez silnie zserycytizowane skalenie potasowe. Muskowit znajduje się najczęściej w niewielkiej ilości i występuje przeważnie na powierzchniach laminacji.

Na materiał bioklastyczny składają się: skorupki otwornic wapiennych i ich fragmenty, drobny detrytus skorup małżoraczków i mięczaków. Często elementy bioklastyczne (głównie otwornice) pokryte są zewnętrznymi inkrustacjami pirytowymi. Stosunki ilościowe głównych składników margli z Węgierki pozwalają określić omawiane skały jako margle piaszczyste i wapienie marglisto-piaszczyste (fig. 2).

Skład mineralny frakcji ilastej określony został przy zastosowaniu metody analizy termicznej (DTA i TG), częściowo był on analizowany również rentgenograficznie. Zawartość frakcji ilastej (poniżej 2 μm) nierozpuszczalnej w kwasie solnym jest niewielka i wynosi zazwyczaj 5—8% wagowych całej próbki. Głównym składnikiem tej frakcji są minerały ilaste o pakietach mieszanych illitowych i montmorillonitowych, obok których występuje drobno rozproszony kwarc.

¹ Zawartość CaCO_3 i CaMgCO_3 wyliczono na podstawie udziału CaO i MgO w częściach rozpuszczalnych w kwasie solnym.

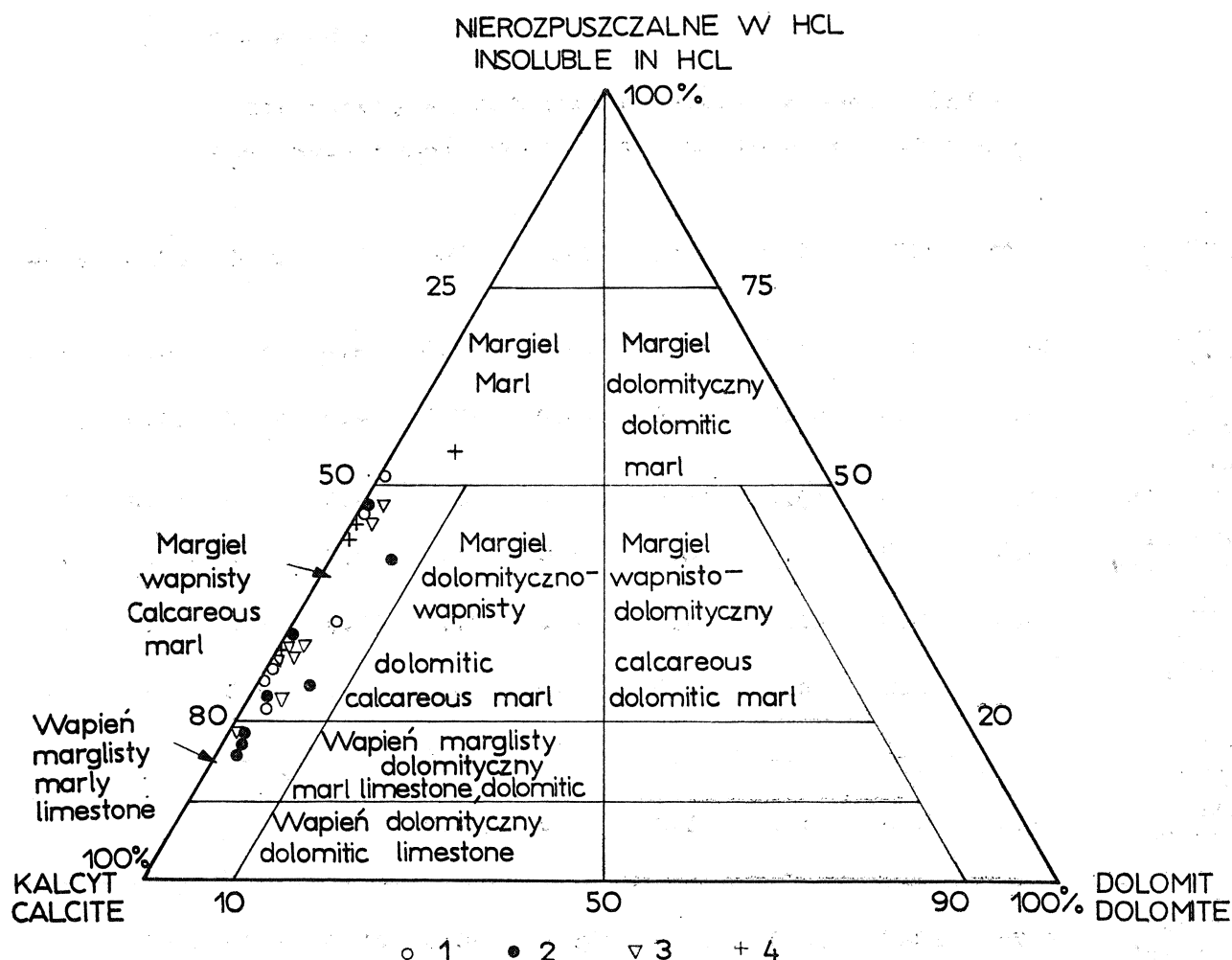


Fig. 2. Klasyfikacja margli

1 — margle ulawiczone; 2 — bloki i toczące margli; 3 — margle ulawiczone występujące wśród ławic skał klastycznych; 4 — margle z infauną

Fig. 2. Classification of marls

1 — bedded marls; 2 — slump blocks and balls of sandy marls; 3 — marl beds intercalating turbidites; 4 — marls with infauna

Analiza minerałów ciężkich wykazała we wszystkich trzech typach litologicznych margli z Węgierki obecność jednego, stosunkowo monotonnego zespołu tych minerałów (tab. 1). W zespole tym cyrkon, rutil, turmalin i granat stanowią składniki główne występujące licznie, natomiast staurolit, cyjanit, epidot i tytanit — składniki poboczne występujące w niewielkich ilościach i nie we wszystkich próbkach. Na uwagę zasługuje doskonała selekcja tego zespołu, zawierającego wśród składników głównych tylko najodporniejsze minerały.

Częstość występowania poszczególnych minerałów określono zliczając po 200 ziarn w preparacie. W niektórych próbkach o małej zawartości frakcji ciężkiej liczba ziarn zliczanych była mniejsza, w kilku przypadkach poniżej 100 ziarn (tab. 1). Cyrkon i turmalin wykazują najmniejszą zmienność częstości w próbkach; największą zmienność objawia gra-

Tabela - Table 1

Skład zespołów minerałów ciężkich /w procentach/
Composition of heavy minerals assemblages /per cent/

Próbka Sample	2D26	2D76	2D40	2D13	2D3	2D4	2D5	2D67	2D23	2D24
Granat Garnet	10.0	12.0	8.0	11.0	10.0	9.0	2.0	36.0	8.0	17.0
Cyrkon Zirkon	48.0	58.0	53.0	41.0	46.0	47.0	44.0	42.0	68.0	54.0
Turmalin Tourmaline	21.0	9.0	13.0	16.0	19.0	18.0	18.0	7.0	13.0	21.0
Staurolit Staurolite	3.0	6.0	4.0	6.0	5.0	1.0	8.0	2.0	2.0	4.0
Rutyl Rutile	13.0	12.0	20.0	19.0	14.0	21.0	24.0	11.0	9.0	4.0
Cyjanit Kyanite	2.0	2.0	ś1	2.0	-	-	4.0	2.0	-	-
Epidot Epidote	2.0	-	1.0	2.0	-	2.0	-	-	-	-
Tytanit Titanite	1.0	1.0	1.0	3.0	6.0	2.0	-	-	-	-

Próbka Sample	2D71	2D47	2D49	2D53	2D50	2D18	2D70	2D72	2D74
Granat Garnet	16.0	30.0	18.0	20.0	55.0	15.0	11.0	11.0	15.0
Cyrkon Zirkon	54.0	39.5	52.0	38.0	18.0	41.0	48.0	40.0	44.0
Turmalin Tourmaline	11.0	10.5	8.0	12.0	7.0	14.0	16.0	26.0	27.0
Staurolit Staurolite	1.0	1.0	3.0	5.0	3.0	1.0	1.0	ś1	2.0
Rutyl Rutile	13.0	13.5	16.0	16.0	14.0	21.0	21.0	18.0	12.0
Cyjanit Kyanite	1.0	3.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	2.0	-
Epidot Epidote	2.0	2.0	2.0	4.0	2.0	3.0	1.0	-	-
Tytanit Titanite	2.0	-	-	2.0	ś1	4.0	1.0	3.0	-
Amfibol Amphibole	-	-	-	-	ś1	-	-	-	-

nat. Wartość stosunku częstości maksymalnej do minimalnej wynosi 3,78 dla cyrkonu, 3,85 dla turmalinu, 6,00 dla rutylu i 27,5 dla granatu.

Stosunki ilościowe składników głównych zespołu minerałów ciężkich są dość zmienne. Najmniejszą zmienność wykazuje stosunek turmalin

/cyrkon: wartość minimalna wynosi 0,15, maksymalna 0,65, mediana 0,28. Dla stosunku ilościowego rutil/cyrkon odpowiednie wartości wynoszą: minimalna 0,07, maksymalna 0,65, mediana 0,39. Stosunek ilościowy granat/cyrkon wykazuje największą zmienność: wartość minimalna wynosi 0,09, maksymalna 3,05, mediana 0,28. Trzeba dodać, że tylko w jednej próbie stwierdzono przewagę ilościową granatu nad cyrkonem. Dla wszystkich pozostałych próbek najwyższa wartość stosunku granat/cyrkon wynosi 0,76.

W grupie składników pobocznych zespołu minerałów ciężkich margli z Węgierki największe częstości w próbkach wynoszą: dla staurolitu 8% dla tytanitu 6%, dla cyjanitu i epidotu po 3%.

Większość ziarn minerałów ciężkich wykazuje obtoczenie dobre lub dość dobre. Obok ziarn obtoczonych występują ziarna pokruszone i ułamane, a ziarna o pokroju idiomorficznym spotyka się sporadycznie.

Doskonała selekcja zespołu minerałów ciężkich oraz stopień obróbki mechanicznej ziarn świadczą, że materiał frakcji ciężkiej przeszedł przez kilka cykli sedymentacyjnych. Na podstawie jakościowego składu zespołu minerałów ciężkich można wnioskować, że pierwotnym źródłem tego materiału były głównie skały magmowe — granitoidy a szczególnie pegmatytowe ich odmiany, skały metamorficzne, a w mniejszym stopniu zasadowe skały magmowe.

Zawartość frakcji ciężkiej największa jest w próbkach margli uławiconych bez wkładek skał klastycznych, a najmniejsza w próbkach margli uławiconych przeławicających się ze skałami klastycznymi.

Analiza ekologiczna makro- i ichnofauny margli z Węgierki

Margle z Węgierki zawierają liczną makrofaunę (tab. 2) (Szajnocha 1899; Nowak 1909; Wiśniowski 1918; Kotlarczyk et al. 1972) znajdującą w kamieniołomie w Węgierce (formy oznaczone gwiazdkami w tab. 2) oraz w Prąkowcach, Leszczynach, Łopuszce Wielkiej, Gruszowie i Kalwarii Paclawskiej. W analizie ekologicznej wykorzystano zarówno formy cytowane w literaturze, jak i znalezione przez autorów, oparto się przy tym o kryteria podane w pracach: Nestler 1965, Stanley 1968, Hudson i Palframan 1969, Carter 1972, Tasch 1973, Walker i Bambach 1974, Fursich 1976. Interpretacja ichnofauny margli uławiconych oparta jest na obserwacjach z kamieniołomu w Węgierce.

Fauna margli z Węgierki reprezentowana jest przez amonity (głównie *Scaphites*), belemnity (bardzo rzadkie), małże (głównie *Pecten* s. l.), liczne igły gąbek krzemionkowych, kolce jeżowców, skamieniałości śladowe *Rhizocorallium* stanowiące efekt działalności życiowej skorupiaków, oraz rurki robaków. Zespół faunistyczny składa się zatem głównie z form nektonicznych oraz bentonicznych należących do epifauny. In-

Tabela - Table 2

Analiza ekologiczna makrofauny margli z Węgierki
Ecological analysis of macrofauna of the Węgierka Marls

Fauna	Tryb życia - Mode of life		Sposób odżywiania ¹ - Trophic category			
	Nekton	Bentos		Drapieżcy Predators	Filtratory Suspension feeders	Mułojady Deposits feeders
		Epifauna	Infauna			
<u>Ammonoidea</u>						
^x Phylloceras	x			x		
Lytoceras	x			x		
^x Hoplites	x			x		
Pachydiscus	x			x		
^x Hamites	x			x		
Baculites	x			x		
^x Scaphites	x			x		
<u>Belemnoidea</u>						
Belemnitella	x			x		
<u>Lamellibranchia</u>						
ta						
^c Pecten sl.		x			x	
Avicula		x			x	
^x Ostrea		x			x	
Inoceramus		x			x	
Lima		x			x	
Plicatula		x			x	
Anomia		x			x	
Nucula			x			x
Leda			x			x
<u>Annelida</u>		x			x	
^c Ślady - traces			x			x
<u>Arthropoda</u> - trace fossils						
^c Rhizocorallium			x		x	
<u>Silicispongiae</u>		x			x	

¹ Kategorie troficzne /Trophic category/ wg Walker K.R. i Bambach R.K. /1974/

^x Fauna występująca w kamieniołomie w Węgierce. Fauna from Węgierka quarry.

fauna reprezentowana jest jedynie przez bliżej nie określone ślady mułozerców oraz *Rhizocorallia* — struktury pozostawione przez formy penetrujące w przypowierzchniowych partiach osadu. Większość fauny bentonicznej należy jednocześnie do filtratorów (*suspension feeders*).

Stan zachowania makrofauny jest na ogół bardzo dobry. Zachowane są doskonale nawet bardzo cienkie delikatnie urzeźbione muszle pektenów. Można zatem sądzić, że skamieniałości przed ostatecznym pogrzebaniem w osadzie nie ulegały dalekiemu transportowi i zostały pogrzebane w miejscu lub w pobliżu miejsca bytowania organizmów. Niewątpliwie in situ znajdują się ślady mułozerców oraz struktury *Rhizocorallium*. Zespół fauny pozwala nam zatem wnioskować o charakterze środowiska, w którym zostały osadzone margle.

Głębokość. Fauna występująca w marglach z Węgierki charakterystyczna jest dla środowisk płytkowodnych. *Rhizocorallia* znane są na ogół ze stref tuż poniżej pływów (por. Seilacher, 1964, 1967; Fursich, 1975; Sellwood, 1970 Goldring, Bridges, 1973; Ager and Wallace 1970; Kaźmierczak i Pszczółkowski, 1968; Kennedy, 1975). Zespół małżów wskazuje na środowisko szelfowe (Nestler, 1965). Amonity charakterystyczne dla margli z Węgierki reprezentują (Scott, 1940) strefę infranerytyczną (głębokości 7—30 m).

Charakter podłoża. Zdecydowana przewaga epifauny nad infauną wskazuje na dość skonsolidowane stabilne podłoże (por. Purdy, 1964; Thorson, 1957). Również występujące tu struktury *Rhizocorallium* pozostawione przez organizmy należące do infauny charakterystyczne są dla podłoża o dość znacznym stopniu konsolidacji (por. Fursich, 1975; Kaźmierczak i Pszczółkowski, 1968). Taka konsolidacja podłoża może być wywołana usuwaniem powierzchniowego osadu przez prądy lub też jest rezultatem wczesnej lityfikacji osadu w okresach wolnej sedymentacji (por. dane ze współczesnych środowisk sedymentacji węglanowej — Shinn 1969, Taft et al. 1968). Występowanie struktur *Rhizocorallium* w wyraźnych horyzontach świadczyłoby o okresowo wolnej sedymentacji (Kaźmierczak, Pszczółkowski, 1968; Howard, 1975; Rhoads, 1975). Brak jest jednakże fauny charakterystycznej dla powierzchni typu „twardego dna”. Zapewne kilkuprocentowa domieszka minerałów ilastych zawartych w marglach stanowiła przeszkodę w dalszej lityfikacji osadów (por. dane w pracy Goldring, Kaźmierczak, 1974).

Turbulencja. Przewaga wśród epifauny „filtratorów” nad mułozercami wskazuje na ruchliwość wód przydennych spowodowaną słabymi prądami lub falowaniem. Cienkoskorupowa na ogół fauna świadczy o dość spokojnych warunkach sedymentacji. Nierównomierne rozmieszczenie fauny w profilu, jej koncentracja w określonych horyzontach jak i struktury sedymentacyjne w strefach pozbawionych skamieniałości wskazywałyby jednak na periodyczne zmiany warunków hydrodynamicznych. Dno zbiornika zasiedlane było przez faunę jedynie w okre-

sach dość spokojnych, natomiast w okresach burzowych życie denne ulegało zniszczeniu.

Na podstawie analizy ekologicznej makrofauny margli z Węgierki można sądzić, że osady te tworzyły się w płytkim szelfowym zbiorniku o głębokości rzędu kilkunastu-kilkudziesięciu metrów mającym dobre połączenie z otwartym morzem (obecność dość licznych amonitów!). Dno zbiornika znajdowało się niewątpliwie poniżej podstawy falowania. Sedymencja miała charakter nieciągły, co umożliwiało w okresach zwol-

Tabela - Table 3

Zespoły mikrofauny w marglach z Węgierki /przybliżone % okazów/

A - margle uławiczone; B - bryły i toczące w ławicach spływowych; C - margle uławiczone współwystępujące z osadami klastycznymi

Microfaunal assemblages from the Węgierka marls /approx. percentage of individuals/
A - bedded marls; B - slump blocks and balls; C - single marl beds

Próbka - Sample	2D47 A	2D48 A	2D50 B	2D51 B	2D53 B	2D54 B	2D71 B	2D72 A	2D73 A	2D74 A	2D15 C	2D77 C
Otwornice planktoniczne: Planktonic Foraminifera:	50	55	48	43	56	59	71	52	64	74	17	41
Heterohelidae	39	40	40	32	45	37	45	42	53	57	7	30
Globigerinelloides } Hedbergella?	10	14	8	10	10	20	20	9	10	15	9	10
Globotruncanidae	1	1	<1	1	1	2	6	<1	1	2	1	1
Otwornice bentoniczne wapienne: Benthic calcareous Foraminifera:	50	45	52	57	44	41	29	48	36	25	83	59
Nodosariidae } Glandulinidae }	2	3	3	3	5	3	4	5	1	2	5	4
Polymorphinidae } Pleurostomellidae }	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	4	2
Buliminacea /głównie- mainly: Praebulimina, Pseudoungerina/ }	6	3	5	4	4	4	4	6	6	4	8	6
Olivinitidae	2	<1	<1	<1	<1	1	<1	1	1	<1	1	1
Gibicididae, Osangula- ridae, Anomalinidae, Alabaminidae, Discorbidae, inne-other Rotaliina }	36	33	38	47	31	30	18	32	26	17	67	44
Nonionidae	2	2	2	<1	<1	1	<1	2	<1	<1	1	2
Otwornice aglutynujące: Arenaceous Foraminifera:												
Ataxophragmiidae	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1			<1		
Inne skamieniałości: Other microfossils:												
Małżoraczki-Ostracoda	xx	x	x	x	xx	x	x	x	x	x		x
Okruchy inoceramów Inoceramus fragments	x		x		x		x		x			
Kolce jeżowców Echinoderms spines	x						x			x		
Igły gąbek Sponge spicules	x	x	x					x	x	x		x
Promienice-Radiolaria			x	x	x							
Okrzemki-Diatomeae					x							

nionej sedymentacji wczesną lityfikację osadów oraz zasiedlanie dna przez epifaunę a także infaunę wymagającą dość skonsolidowanego podłoża (tab. 2).

Analiza ekologiczna mikrofauny margli z Węgierki

Margle z Węgierki zawierają bogaty zespół mikroskamieniałości oraz drobnoziarnisty materiał bioklastyczny. Stwierdzono występowanie otwornic wapiennych bentonicznych i planktonicznych (liczne), promienic i okrzemek (rzadkie), otwornic aglutynujących (bardzo rzadkie), małżoraczków (rzadkie) igieł gąbek. Otwornice są na ogół niezbyt dobrze zachowane, często uszkodzone.

Skład zespołów otwornic określono we frakcji 0,1—0,5 mm materiału szlamowanego, zliczając 300 okazów w próbce. Oznaczenia prowadzono w miarę możliwości do szczebla gatunku, rodzaju lub rodziny, stosując systematykę według Loeblich i Tappan (1964). Oznaczone formy pogrupowano, wydzielając otwornice planktoniczne, bentoniczne wapienne, bentoniczne aglutynujące. Tabela 3 przedstawia rodziny i rodzaje dominujące w tych grupach.

W zespołach mikrofauny (tab. 3) występują prawie wyłącznie otwornice wapienne bentoniczne i planktoniczne. Wśród otwornic planktonicznych przeważają okazy z rodzin *Heterohelicidae*, *Planomalinidae* i *Hedbergellinae*?, które łącznie stanowią 16% (2D15) do 72% (2D74) w zespole. Okazy z rodziny *Globotruncanidae* osiągają zaledwie 1% do 6% (2D71). Duży udział otwornic z rodziny *Heterohelicidae* a mała liczebność okazów z rodziny *Globotruncanidae* wskazywałaby na środowisko niegłębokie. *Heterohelicidae* i *Hedbergellinae* jako organizmy przeważnie epipelagiczne mogły łatwiej rozprzestrzeniać się na obszar szelfu niż *Globotruncanidae* określane jako przeważnie mezo- i batypelagiczne (Sliter 1972, Scheibnerová 1976).

Nikły jest w tych zespołach udział otwornic aglutynujących (poniżej 1%) przeważnie z rodzin *Ataxophragmiidae*, *Textulariidae*, *Astrorhizidae*. Znalezione tu okazy mają skorupkę zbudowaną z udziałem węglanu wapnia.

W tabeli 4 zestawiono niektóre rodzaje otwornic znalezione w marglach z Węgierki oraz zakresy głębokości bytowania tych otwornic w środowiskach morskich według danych z literatury (Saidowa 1961, Hanzliková 1969, Sliter i Baker 1972, Murray 1973, Książkiewicz 1975, Scheibnerová 1976, Boltovskoy i Wright 1976, Sliter 1977, Olsson 1977).

Współwystępowanie tych rodzajów otwornic bentonicznych z uwzględnieniem przewagi *Heterohelicidae* w planktonie i nikłego udziału otwornic aglutynujących może wskazywać na szelf zewnętrzny jako obszar pochodzenia zespołów mikrofauny znajdujących się w marglach z Węgierki (por. Książkiewicz 1975).

Tabela - Table 4

Rodzaje otwornic znalezione w marglach z Węgierki oraz zakres głębokości ich bytowania w morskich środowiskach.

Foraminifers found in the Węgierka Marls and their depth ranges in marine basins.

/wg - acc.to: Saidova 1961; Sliter, Baker 1972; Murray 1973;

Scheibnerová 1976; Boltovskoy, Wright 1976; Sliter 1977;

Olsson 1977/

	Szelf - Shelf			Stok kontynentalny Slope		
	Wewn. Inner	Środkowy Middle	Zewn. Outer	Górny Upper	Środkowy Middle	Dolny Lower
Dorothia						
Dentalina						
Nodosaria						
Lenticulina						
Saracenaria						
Marginulina						
Lagena						
Fissurina						
Pleurostomella						
Guttulina						
Globulina						
Praebulimina						
Pseudouvigerina						
Bolivina						
Cibicides						
Osangularia						
Gyroidinoides						
Anomalina						
Gavelinella						
Alabamina						
Gyroidina						
Chilostomella						
Quadrinorpha						
Pullenia						
Nonionella						

Przedstawiona analiza mikropaleontologiczna ujawnia ponadto, że nie ma istotnych różnic między zespołami mikrofauny pochodzącymi z różnych typów margli z Węgierki (tab. 3).

Niektóre otwornice margli z Węgierki,
próbka 2D54 — bryły i toczne w ławicach spływowych

Some Foraminifera from the Węgierka Marls
sample 2D53 — slump ball

Otwornice planktoniczne:
Planktonic Foraminifera:

Heterohelix globulosa (Ehrenberg)
H. striata (Ehrenberg)
H. glabrans (Cushman)
Pseudotextularia elegans (Rzehak)
P. fructicosa (Egger)
Guembelitra cretacea Cushman
Globigerinelloides aspera (Ehrenberg)
G. multispina (Lalicker)
Hedbergella? sp.
Rugoglobigerina rugosa (Plummer)
Globotruncana arca (Cushman)
G. fornicata Plummer
G. contusa (Cushman)
G. stuarti (de Lapp.)
G. mayaroensis Bolli

Otwornice bentoniczne:
Benthic Foraminifera:

Dorothia retusa (Cushman)
Dentalina cf. *gracilis* d'Orbigny
Lenticulina comptoni (Sowerby)
Saracenaria triangularis (d'Orbigny)
Marginulina bullata Reuss
Pseudonodosaria manifesta (Reuss)
Oolina apiculata Reuss

Fissurina orbignyana Sequenza
Guttulina adhaerens (Olszewski)
G. communis d'Orbigny
G. caudata Fornasini
Globulina lacrima Reuss
Praebulimina laevis Beissel
P. spinata (Cushman, Campbell)
Pseudouvierina cristata (Marsson)
Bolivina sp.
Bolivina incrassata Reuss
Cibicides excavatus Brotzen
Alabamina obtusa (Burrow, Holland)
Osangularia cordieriana (d'Orb.)
Gyroidinoides globosus (Hagenow)
G. nitidus (Reuss)
G. girardanus (Reuss)
Anomalinoidea cf. *affinis* (Hantken)
Gavelinella sandidgei (Brotzen)
Chilostomella trinitatensis (Cushman, Todd)
Quadrinorphina allomorphinoides (Reuss)
Pullenia minuta Cushman
Nonionella troostae (Visser)
N. cf. austinana Cushman
N. cretacea Cushman

Mikrofauna potwierdza mastrychski wiek margli z Węgierki. Udokumentowany jest górnomastrychski poziom z *Globotruncana mayaroensis*¹ (tab. 5). Dolna granica wieku margli z Węgierki nie została przez nas mikropaleontologicznie ustalona.

Analiza sedymentologiczna margli z Węgierki

I. Margle uławicone bez wkładek osadów klastycznych

Występowanie margli bez wkładek osadów klastycznych stwierdzono w czterech punktach: Węgierka — kamieniołom, Hadle Szklarskie, Makowa, Babice.

Kamieniołom w Węgerce stanowi największe odsłonięcie tego typu margli (Pl. I, fig. 1). Margle występują tu w ławicach o miąższości

¹ Stwierdzono tu nannoplankton z *Nephrolithus frequens* (inf. ust. dr. E. Gaździckiej)

15—50 cm. Spągowe i stropowe powierzchnie ławic są ostre, w fugach międzyławicowych występują warstewki ilowe o miąższości rzędu milimetrów. Margle są piaszczyste, laminowane z detrytusem roślinnym i muskowitem na płaszczyznach laminacji. Na powierzchniach stropowych niektórych ławic występują prostolinijne asymetryczne riplemarki (Pl. II fig. 2), a na spągowych i stropowych powierzchniach skamieniałości śladowe reprezentowane przez *Rhizocorallium*.

Margle występujące w Hadlach Szklarskich są litologicznie bardzo podobne do odsłoniętych w kamieniołomie w Węgierce.

Nieco inna odmiana margli występuje w Babicach i w Makowej (Pl. II fig. 1). Są to naprzemianległe warstwy marglu piaszczystego grubo łupiącego się, o miąższości 10—40 cm, i warstwy marglu łupkowego cienko łupiącego się o miąższości 30—100 cm. Granice pomiędzy warstwami są nieostre. Margle piaszczyste są wyraźnie laminowane, margle łupkowe pozbawione są laminacji; zawierają one materiał frakcji pyłastej i ilastej. Muskowit występuje zarówno w marglach piaszczystych, jak i w marglach łupkowych.

Najbardziej charakterystyczną strukturą sedymentacyjną opisywanego typu margli jest laminacja. Lamininy są stosunkowo ciągłe, i tam gdzie warunki odsłonięcia na to pozwalają, można je śledzić na długości kilku metrów. Często obserwuje się wyklinowywanie lamin.

Obserwacje mikroskopowe pozwalają stwierdzić, że najczęściej spotykany typ laminacji polega na przekładaniu się lamin mikrytowo-ilastych i lamin sparytowych. Igły gąbek są ułożone równoległe do laminacji lub chaotycznie w miejscach, gdzie laminacja zanika. Kwarce o maksymalnej średnicy ziarn 0,30 mm występuje w niewielkiej ilości, lokalnie tworząc skupienia w postaci nieregularnych smug.

W drugim typie laminacji występują na przemian lamininy złożone z ziarn kwarcu ze spoiwem sparytowym i lamin zbudowanych z mikrosparytu i mikrytu z igłami gąbek układającymi się równoległe do laminacji. Grubość lamin wynosi od 1 do 4 mm. W grubszych laminach kwarcowych zaznacza się niekiedy warstwowanie przekątne typu tabularnego. Krótkie soczewkowate lamininy tego typu są zaczątkowymi izolowanymi riplemarkami. Maksymalna średnica ziarn kwarcu wynosi 0,3 mm.

W typie trzecim lamininy zaznaczone są koncentracją blaszek miki. Pośród laminami występuje margiel z małą ilością rozproszonych równomiernie ziarn kwarcu i z obfitym materiałem bioklastycznym. Maksymalna średnica ziarn kwarcu wynosi 0,22 mm.

Występowanie laminacji i riplemarków świadczy o transporcie materiału klastycznego i bioklastycznego, w tym także materiału węglanowego, którego pierwotna tekstura została zatarta przez późniejszą rekrystalizację, zarówno w dolnym reżimie przepływu, jak i w górnym reżimie przepływu. Ławice, w których wzrasta ku stropowi miąższość

i gęstość lamin mikrytowo-ilastych, mogą świadczyć o stopniowym zmniejszaniu energii prądu deponującego ławicę. Uwzględniając wyniki analizy ekologicznej makrofauny i mikrofauny, należy przypuszczać, że sedymentacja margli bez wkładek skał klastycznych następowała w morzu płytkim przy udziale prądów burzowych dostarczających większych ilości materiału osadowego do obszaru depozycji. W okresach zwolnionej sedymentacji na dno mogły oddziaływać słabe prądy pływowe.

II. Bloki i toczénce margli w ławicach iłowych piaskowców i żwirowców

Bloki i toczénce margli tkwiące w ławicach iłowych piaskowców i żwirowców mają rozmiary liniowe od decymetrów do kilku metrów. Najczęściej występują bloki ostrokrawędziste, rzadsze są toczénce z widocznymi zawinięciami krawędzi (Pl. I fig. 2). W brzeżnej partii bloków i toczénców występują otoczki, w których ziarna piasku wciśnięte są w margiel na głębokość do 2 cm. Bromowicz (1974) opisuje występowanie w rejonie Birczy toczénców marglowych opancerzonych otoczkami o średnicy 1 cm.

Bloki i toczénce margli występują w zróżnicowanych litologicznie, bardzo grubych ławicach osadzonego przez podmorskie spływy osadu. Najczęściej są to piaskowce ilaste barwy czarnej lub czarnobrunatnej (występujące w Babicach, Dylągowej, Hyżnym i Woli Rafałowskiej), niekiedy żwirowce ilaste (Hucisko Jawornickie) zawierające większe ilości otoczek frakcji żwirowej lub mułowce piaszczyste o mniejszej zawartości frakcji piaskowej (Makowa). Spotykane są także ławice piaskowców rozsypliwych pozbawionych masy podstawowej i spoiwa, a zawierające bloki margli. Blokom margli towarzyszą w takich ławicach bloki piaskowca zlepioncowatego oraz mułowca z wkładkami piaskowca i bloki łupku marglistego. Takie ławice występują w Babicach i w Krasicach.

Margle występujące w postaci bloków i toczénców są ewidentnie redeponowane przez podmorskie osuwiska i spływy osadu. Pierwotny charakter sedymentacyjny tych margli nie różni się natomiast od opisanych poprzednio margli bez wkładek skał klastycznych. Margle te osadzały się w morzu płytkim, a następnie zostały redeponowane do głębszej części basenu sedymentacyjnego.

III. Margle uławicone występujące wspólnie z ławicami skał klastycznych

W typie tym można wydzielić trzy odmiany margli na podstawie ich cech litologicznych i stosunku do współwystępujących skał klastycznych.

W odmianie pierwszej margle występują ponad utworami podmorskich spływów osadu — piaskowcami iłowymi lub żwirowcami iłowymi,

z którymi wiążą się ciągłym przejściem litologicznym. Margiel jest piaszczysty, frakcjonalnie uziarniony, o zmniejszającej się ku górze domieszce piasku, niekiedy laminowany, zawiera bloki innych skał: piaskowców, czarnych mułowców lub łupków, wapieni jurajskich. Miąższości zespołów warstw: żwirowiec iłowy — margiel lub piaskowiec iłowy — margiel zmieniają się w granicach od 12 m (w tym żwirowiec iłowy 8 m, margiel 4 m — Hucisko Jawornickie) do 1,40 m (w tym piaskowiec iłowy 80 cm, margiel 60 cm — Wola Rafałowska).

W odmianie drugiej ławice marglu przekładane są ławicami piaskowca lub mułowca. Margiel jest mikowy, frakcjonalnie uziarniony, w części spągowej ławicy silniej piaszczysty lub mułowcowy, laminowany z piaszczystymi laminami i soczewkami z laminacją przekątną. Granica z podścielającym mułowcem lub piaskowcem jest ostra. Stropowa powierzchnia ławic marglu jest ostra, niekiedy zdeformowana przez pogrąży nadległego mułowca.

Tego rodzaju ławice obserwowano w Hucisku Jawornickim i w Węgierce (odsłonięcia w bocznym prawobrzeżnym dopływie potoku Węgierka na N od kamieniołomu). Miąższości zespołów ławic: piaskowiec lub mułowiec — margiel laminowany wynoszą od 7,0 m (w tym piaskowiec 1 m, margiel laminowany 6 m — Hucisko Jawornickie) do 60 cm (w tym mułowiec 30 cm, margiel laminowany 30 cm — Węgierka).

Laminowane mułowce — nie podścielające ławicy marglowej, ale identyczne z mułowcami występującymi pod ławicami marglu zawierają niekiedy bloki piaskowcowe.

Trzecią odmianę stanowią soczewkowate ławice piaszczystego marglu o miąższości 10—40 cm oraz cieńsze, o miąższości poniżej 10 cm, z powierzchnią stropową pokrytą riplemarkami. Ławiczki takie występują w jasno zabarwionych mułowcach przedzielających bardzo grube ławice rozsypliwego piaskowca średnioziarnistego i gruboziarnistego w odsłonięciach w dolinie Sanu w Krasicach.

Opisane wyżej odmiany trzeciego typu margli współwystępują z utworami klastycznymi typu fliszowego osadzonymi przez prądy zawieszinowe i inne podmorskie ruchy masowe osadu. Same margle składają się z płytkowodnego materiału osadowego, jak wykazują wyniki analizy mikropaleontologicznej, przemieszczonego przez podmorskie gravitacyjne prądy zawieszinowe lub spływy osadu i osadzonego w głębszych częściach basenu sedymentacyjnego. Materiał osadowy był niezlityfikowany i ulegał zdyspergowaniu w czasie transportu. Obecność laminacji poziomej i laminacji przekątnej wskazuje, że w niektórych spływach rozwijała się turbulencja.

Doświadczalnie stwierdzone przejście spływu osadu typu *debris flow* w turbulentny prąd zawieszinowy opisał Hampton (1972). Przejście takie następuje poprzez zmieszanie spływającego osadu z wodą u czoła spływu i tworzenie turbulentnej warstwy pokrywającej spływający osad. Po zatrzymaniu się spływu osadu (*debris flow*) taka turbulentna warstwa

usamodzielnia się i może kontynuować ruch na pochyłości dna jako gęsty prąd zawiesinowy (Kelling i Stanley, 1976).

Margle występujące ponad żwirowcami iłowymi lub piaskowcami iłowymi i połączone z nimi stopniowym przejściem (odmiana pierwsza) są masywne — nie laminowane — i zawierają bloki skalne. Reprezentują one osady spływów typu *debris flow*. Zdyspergowany drobnoziarnisty materiał osadowy marglu został podczas transportu częściowo odsegregowany od gruboziarnistego materiału osadowego utworów podścielających.

Margle przekładane mułowcami i tworzące soczewkowate ławice w mułowcach o ostrych powierzchniach stropowych i spągowych reprezentują zapewne osad usamodzielnionej warstwy turbulentnej rozwiniętej ze spływu osadu typu *debris flow*.

Materiał osadowy budujący ławice margli pomimo zdyspergowania nie był poddany ważniejszym modyfikacjom wskutek hydraulicznego sortowania. Stąd mikrofauna, makrofauna i materiał bioklastyczny posiadają cechy pierwotnego płytkowodnego środowiska sedimentacji.

MARGLE Z INFAUNA

Margle z infauną tworzą cienkie warstwy występujące w obrębie ławic o zróżnicowanej litologii w sąsiedztwie opisanych wyżej margli z Węgierki (Wola Rafałowska, Dylągowa, Hucisko Jawornickie). Margle z infauną występują też w wewnętrznej części jednostki skolskiej w górnej części profilu warstw inoceramowych, gdzie margle z Węgierki są nieobecne (Bircza, Wara).

Warstwy marglu występują w sekwencjach frakcjonowanych (wielkość ziarna maleje w sekwencji ku górze w kolejnych warstwach). Margiel zwykle występuje ponad mułowcem lub piaskowcem a pod łupkiem marglistym. Przejścia pomiędzy warstwami są ciągłe. Rzadziej występują warstwy marglu wśród łupków ilastych. W takich przypadkach przejścia pomiędzy warstwami są ostre, a margle wykazują słabo wyrażone uziarnienie frakcjonalne. W tych marglach występują laminy z tabularnym warstwowaniem przekątnym mikroskopowej skali, a w partiach stropowych milimetrowych rozmiarów riplemarki.

Obserwacje te pozwalają interpretować margle z infauną jako osad słabych prądów zawiesinowych. Przykłady sekwencji warstw zawierających margle z infauną przedstawia fig. 3.

Petrografia

W skład margli z infauną wchodzi kalcyt w postaci mikrosparytu, sparytu a lokalnie mikrytu oraz substancja ilasta. Są one pozbawione materiału klastycznego frakcji piaskowej i na ogół nie zawierają materiału bioklastycznego. Rozmieszczenie mikrytu i substancji iłowej podkreśla niekiedy laminację. Margle z domieszką materiału klastycznego

frakcji piaskowej i materiału bioklastycznego spotykane są sporadycznie. Zawartości minerałów ilastych nie wykazuje większych różnic w stosunku do margli z Węgierki. Podobnie zespół minerałów ciężkich stwierdzony w marglach z infauną nie odbiega jakościowo od zespołu minerałów ciężkich margli z Węgierki. Ilościową różnicą jest bardzo niska zawartość minerałów ciężkich w marglach z infauną.

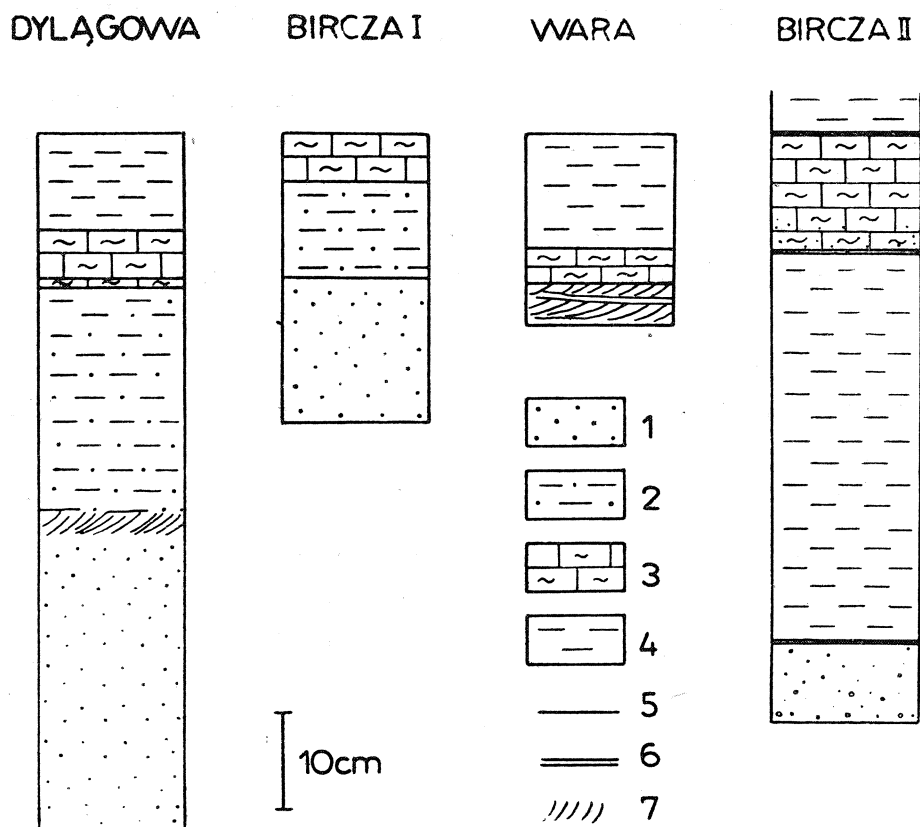


Fig. 3. Sekwencje warstw zawierających margle z infauną
1 — piaskowce; 2 — mułowce; 3 — margle; 4 — łupki ilaste; 5 — przejście ciągłe;
6 — granica ostra; 7 — laminacja przekątna

Fig. 3. Sequences containing marls with infauna
1 — sandstone; 2 — mudstone; 3 — marl; 4 — clayey shale; 5 — gradual passage;
6 — sharp boundary; 7 — diagonal lamination

Wśród badanych próbek 50% nie zawierało przezroczystych minerałów ciężkich, a 25% próbek wykazywało ich bardzo niską zawartość. Zmienność zawartości poszczególnych składników zespołu minerałów ciężkich jest większa niż w przypadku margli z Węgierki.

Główne składniki margli z infauną są takie same jak w marglach z Węgierki: kalcyt (39,1—71,1%), dolomit (0—6,5%) i materiał nierozpuszczalny w kwasie solnym (28,8—54,4%). Różnice ilościowe polegają na nieco większej zawartości materiału nierozpuszczalnego a mniejszej zawartości kalcytu w marglach z infauną. Margle te określić można petrograficznie jako margle wapniste i wapienie margliste. Składnikami drugorzędnymi są piryty i substancja organiczna.

Analiza ekologiczna ichno- i mikrofauny

Margle z infauną zawierają bogaty zespół ichnofauny — głównie śladów pozostawionych przez mułozerne robaki. Stwierdzono obecność śladów należących do ichnorodzajów *Chondrites* i *Fucusopsis*. Niektóre ślady być może reprezentują ichnorodzaj *Planolites* (przypominają formy zilustrowane przez Gregory'ego, 1969). Ślady zachowane są jako exichnia i hypichnia, występują one w pelitycznym, laminowanym marglu. Koncentrują się w strefach o miąższości od kilku milimetrów do 1 cm przedzielonych strefami również małej miąższości pozbawionymi śladów lub zawierającymi tylko pojedyncze ślady. Kanały mułozerców wypełnione są osadem ciemniejszym od osadu je otaczającego. W marglach z infauną nie stwierdzono makrofauny skorupowej.

Batymetrię basenu sedymentacyjnego margli z infauną można określić na podstawie zespołu ichnofauny oraz mikrofauny. Ichnorodzaj *Chondrites* znany jest zarówno z facji bardzo płytkowodnych (Simpson, 1957; Farrow, 1966; Fürsich, 1975), jak i głębokowodnych. W basenach geosynklinalnych *Chondrites* uważany jest za charakterystyczny dla górnej części strefy batialnej (Chamberlain, 1971; Książkiewicz, 1975, 1977). Ichnorodzaj *Fucusopsis* należy do zespołu ichnofacji *Zoophycos* charakterystycznej dla strefy przejściowej sublitorał-batiał (Seilacher, 1964, 1967). Według Książkiewicza (1977) *Fucusopsis* występuje najczęściej w środkowej części batiału (głębokości 1000—2500 m). Można zatem sądzić, że górna część strefy batialnej jest najbardziej prawdopodobnym środowiskiem sedymentacji margli z infauną.

Sposób zachowania kanałów *Chondrites* w osadzie świadczy, że margliste podłoże było nieco skonsolidowane. Osad nie skonsolidowany uległby bowiem homogenizacji pod wpływem działalności mułozerców (Rhoads, 1970; Rhoads, Young, 1970). Ponadto obecne w marglach kanały mułozerców podlegały jedynie niewielkiej kompaktacji.

Duża liczebność ichnofauny mułozernejskiej wskazuje na obfitość substancji organicznej w osadzie. Nierównomierne rozmieszczenie śladów w profilach margli oraz brak homogenizacji osadu wskazywałoby na depozycję margli przez prądy zawieszinowe. Ichnofauna, jak i otwornice bentoniczne, zasiedlała dno w okresach przedzielających depozycję osadów kolejnych prądów zawieszinowych.

Rola sedymentacji pelagicznej w powstawaniu omawianych osadów była zapewne znikoma. W marglach pelagicznych strefy z bioturbacjami sięgają ponad 20 cm w głąb od powierzchni osadu (Hesse 1975).

Brak innej fauny w marglach można tłumaczyć zmniejszoną ilością tlenu oraz obniżeniem pH wskutek rozkładu materii organicznej (Książkiewicz, 1961; Emery and Hülsemann, 1962).

Zespoły otwornic występujące w marglach z infauną (tab. 6 i tab. 7) składają się głównie z form bentonicznych aglutynujących, które sta-

nowią ponad 90% okazów. Otwornice bentoniczne wapienne stanowią w tych zespołach zaledwie kilka procent okazów (maksymalnie do 6%), a otwornice planktoniczne stanowią do 4% okazów. Większość otwornic aglutynujących należy do form rurkowatych z rodzajów *Dendrophrya*, *Rhabdammina*, *Bathysiphon*, *Hyperammina*. Otwornice te w materiale szlamowanym są zachowane w ułamkach, których liczba nie oddaje naturalnej proporcji ilościowej w stosunku do innych otwornic zespołu. Kolejne miejsca co do ilości okazów w zespołach zajmują otwornice aglutynujące z rodzajów *Recurvoides*, *Trochamminoides*, *Haplophragmoides* (łącznie do 26%), *Hormosina*, *Reophax*, *Kalamopsis*, *Saccammina*

Tabela - Table 6

Zespoły mikrofauny w marglach z infauną /przybliżone % okazów/
Microfaunal assemblages in marls with infauna /approx. percentages of individuals/

Próbka - Sample	2D66	2D68	2D69	2D44
Otwornice planktoniczne: Planktonic Foraminifera:	3	4	2	2
Heterohellicidae	1		1	
Globigerinelloides } Hedbergella		2		
Globotruncanidae	2	2	1	2
Otwornice bentoniczne wapienne: Calcareous benthic Foraminifera:	6	2	1	6
Osangulariidae } Anomalinidae } Nonionidae }	5	1	1	5
Nodosariidae	1	1		1
Otwornice aglutynujące: Arenaceous Foraminifera:	91	94	97	92
Dendrophrya, Rhabdammina } Bathysiphon, Hyperammina }	35	62	50	52
Ammodiscidae	5	7	5	3
Hormosina, Reophax } Kalamopsis, Saccammina }	14	8	11	19
Recurvoides, Trochamminoides } Haplophragmoides }	25	12	26	12
Trochamminidae	1	2	1	
Gaudryina, Dorothis } Plectina }	8	2	3	6
Rzehakina	1	1	1	
Textulariidae	1			

Tabela - Table 7

Lista mikrofauny z margli z infauną.

List of microfauna from marls with infauna.

Próbki - Samples: 2D44, 2D66, 2D68, 2D69.

Otwornice aglutynujące:

Arenaceous Foraminifera:

Rhabdammina div.sp.
Hyperammina sp.
Bathysiphon sp.
Dendrophrya excelsa Grzybowski
Ammodiscus siliceus /Terquem/
Glomospira charoides /J.et P./
G.gordialis /J.et P./
Saccamina placenta /Grzybowski/
Reophax pilulifer Brady
R.duplex Grzybowski
Hormosina excelsa /Dyląganka/
H.ovulum /Grzybowski/
H.ovulum gigantea Geroch
Kalamopsis grzybowskii /Dyląganka/
Nodellum velascoense /Cushman/
Haplophragmoides sp.
Recurvoides div.sp.
Trochamminoides div.sp.
Spiroplectammina sp.
Gaudryina div.sp.
Plectina sp.
Dorothia crassa /Marsson/
Rzehakina epigona /Rzehak/

Otwornice wapienne:

Calcareous Foraminifera:

Osangularia sp.
?Anomalina sp.
Pullenia sp.
Globotruncana sp.
G.arca /Cushman/
Globigerinelloides sp.
Hedbergella sp.
Heterohelix sp.
 okruchy skorup inoceramów
 Fragments of Inoceramus shells

(łącznie do 19%), *Gaudryina*, *Dorothia*, *Plectina* (do 8%) *Trochammini-*
dae (do 2%), *Textulariidae* (ok. 1%), *Rzehakina* (ok. 1%). Wszystkie wy-
 mienione otwornice aglutynujące mają skorupki piaszczysto-krzemionko-
 we bez materiału wapiennego.

Skład rodzajowy tej mikrofauny odpowiada zespołom występującym
 w pelitach fliszu górnej kredy — paleocenu i świadczy, podobnie jak
 zespół ichnofauny o batialnych głębokościach środowiska sedymentacyj-
 nego. Nieznaczny udział w tej mikrofaunie otwornic wapiennych i ich
 skład rodzajowy nie przeczy powyższemu wnioskowi.

WNIOSKI

Wobec jednorodności petrograficznej margli z Węgierki i margli
 z infauną występujących w górnej części warstw inoceramowych jedno-
 stki skolskiej, najistotniejsze wnioski dotyczące genezy tych margli opar-

te są na analizie paleoekologicznej i obserwacjach sedymentologicznych.

Margle z Węgierki występują wśród osadów zbiornika sedymentacyjnego, którego batialna głębokość jest udokumentowana charakterem mikrofauny a także w pewnej mierze ichnofauny margli z infauną. Materiał osadowy margli z Węgierki jest natomiast płytkowodny i w niektórych typach litologicznych wykazuje ewidentne cechy redepozycji. Podczas redepozycji materiał osadowy przemieszczany był z płytszej części basenu sedymentacyjnego. Redepozycja była spowodowana przez podmorskie osuwiska i spływy osadu przekształcające się w niektórych przypadkach w prądy zawiesinowe.

Inny mechanizm redepozycji musi być przyjęty dla margli bez wkładek skał klastycznych, tworzących wieloławicowe kompleksy osadów o płytkowodnym charakterze. Litosomy margli bez wkładek skał klastycznych mogą być interpretowane jako olistolity przemieszczone bez rozdrobnienia przez ześlizg, zapewne z aktywnych skorup uskoku oddzielających płytkowodną i głębokowodną część basenu sedymentacyjnego. Rozmiary liniowe olistolitów ocenia się na setki metrów w odniesieniu do olistolitu częściowo odsłoniętego w kamieniołomie w Węgierce i na dziesiątki metrów w odniesieniu do olistolitów występujących w Makowej i Babicach.

Przejawy intensywnych procesów redepozycji, a zwłaszcza występowanie olistolitów margli i starszych skał (jurajska skałka w Kruhelu Wielkim) wskazują na aktywność diastroficzną północnego obrzeżenia basenu fliszowego Karpat Zewnętrznych podczas najmłodszej kredy — paleocenu. Aktywność ta zaznacza się zarówno w basenie sedymentacyjnym serii podśląskiej (margle frydeckie), jak i w basenie serii skolskiej (margle z Węgierki). W tym samym czasie aktywność diastroficzną wykazywała również śródgeosynklinalna kordyliera śląska.

*Maszynopis nadesłano X 1978
przyjęto do druku XI 1978*

WYKAZ LITERATURY — REFERENCES

- Ager D. V., Wallace P. (1970), The distribution and significance of trace fossils in the uppermost Jurassic rocks of the Boulonnais, northern France. In T. P. Crimes and J. C. Harper (eds.), *Trace Fossils. Geol. J., Spec. Issue 3*: 1—18 Liverpool.
- Bieda F., Geroch S., Koszarski L., Książkiewicz M., Żytko K. (1963), *Stratigraphie des Karpates externes polonaises. Inst. Geol., Biul.* 181: 5—174, Warszawa.
- Boltovskoy E., Wright R. (1976), *Recent Foraminifera. The Hague.*
- Bromowicz J. (1974), Zmienność facjalna i wykształcenie litologiczne piaskowców inoceramowych jednostki skolskiej między Rzeszowem a Przemyślem. *Pr. geol.*, 84, 83 p., Kraków.

- Burzewski W. (1966), Margle bakulitowe na tle litostratygrafii górnych warstw inoceramowych w Karpatach skibowych. *Zesz. Nauk. AGH, Geologia*, 7: 83—115, Kraków.
- Carter R. M. (1972), Adaptation of British Chalk Bivalvia. *J. Paleont.*, 46 (3): 325—340, Tulsa.
- Chamberlain C. K. (1971), Bathymetry and paleoecology of Quachita geosyncline of southeastern Oklahoma as determined from trace fossils. *Bull. AAPG*, 55 (1): 34—50, Tulsa.
- Chlebowski T., Obtułowicz J., Wdowiarz J. (1937), Badania geologiczne zachodnich Karpat brzeżnych w okolicy Rzeszowa, Tyczyna i Ropczyc. *Kosmos*, 62: 669—683, Lwów.
- Crimes T. P. (1973), From limestones to distal turbidites: a facies and trace fossils analysis in the Zumaya flysch (Paleocene — Eocene), North Spain. *Sedimentology* 20: 105—131, Amsterdam.
- Crowell J. C. (1957), Origin of pebbly mudstones. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 68: 993—1010, New York.
- Emery K. O., Hülsemann J. (1962), The relationships of sediments, life and water in a marine basin. *Deep-sea Res.*, 8: 165—180, Amsterdam.
- Farrow G. E. (1966), Bathymetric zonation of Jurassic trace fossils from the coast of Yorkshire, England. *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol.*, 2: 103—151, Amsterdam.
- Fürsich F. T. (1975), Trace fossils as environmental indicators in the Corallian of England and Normandy. *Lethaia*, 8: 151—172, Oslo.
- Fürsich F. T. (1976), Fauna-substrate relationships in the Corallian of England and Normandy. *Lethaia*, 9: 343—356, Oslo.
- Goldring R., Bridges P. (1973), Sublitoral sheet sandstone. *J. Sed. Petrol.*, 43 (3): 736—747, Menasha.
- Goldring R., Kaźmierczak J. (1974), Ecological succession in intraformational hardground formation. *Palaeontology*, 17 (4): 949—962, London.
- Gucik S. (1962), Budowa geologiczna północnego brzegu jednostki skibowej między Pruchnikiem i Ujkowicami. *Kwart. geol.*, 6 (4): 794, 795, Warszawa.
- Gucik S., Morgiel J. (1965), Les dépôts du Crétacé inférieur et supérieur dans le Maestrichtien de l'unité de „Skibas” des Karpates polonaises. *Carpatho-Balkan Geolog. Assoc., VII Congress Sofia, Sept. 1965. Reports, Part II*, 2: 73—76, Sofia.
- Hanzliková E. (1969), The Foraminifera of the Frydek Formation (Senonian). *Sbornik geol. ved., paleont.* 11: 7—84, Praha.
- Hesse R. (1975), Turbiditic and non-turbiditic mudstone of Cretaceous flysch section of the East Alps and other basins. *Sedimentology*, 22: 387—416, Amsterdam.
- Horwitz L. (1936), Sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych w roku 1935 na ark. Przemyśl, Dynów (Błażowa) i Rzeszów. *Pos. nauk. PIG*, 45: 19—26, Warszawa.
- Howard J. D. (1975), The sedimentological significance of trace fossils. In W. R. Frey (ed.), *The study of trace fossils*, Berlin, Heidelberg, New York.
- Hudson D. J., Palframan D. F. B. (1969), The ecology and preservation of the Oxford Clay fauna at Woodham, Buckinghamshire. *Quart. J. Geol. Soc. London*, 124 (4): 387—418, London.
- Kauffman E. G. (1976), Deep-sea Cretaceous macrofossils: Hole 317A, Manihiki Plateau. In Schlanger S. O., Jackson E. D. et al.: *Initial Rep. DSDP*, 33: 503—535 Washington.
- Kaźmierczak J., Pszczółkowski A. (1968), Nieciągłości sedymentacyjne

- w dolnym kimerydzie południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. *Acta geol. pol.*, 18 (3): Warszawa.
- Kelling G., Stanley D. J. (1976), Sedimentation in canyons, slope and base of slope environments. In Stanley D. J., Swift D. J. P. (eds.) *Marine sediment transport and environmental management*.
- Kennedy W. J. (1975), Trace fossils in carbonate rocks. In Frey R. W. (ed.) *The study of trace fossils*, 377—398, Berlin.
- Kotlarczyk J., Kowalik J., Krupa R., Marsz J., Rajchel J. (1972), Nowe stanowiska fauny i flory z margli bakulitowych Karpat przemyskich. *Zesz. nauk. AGH, Geologia*, 16: 121—126, Kraków.
- Kotlarczyk J. (1978), Stratygrafia formacji z Ropianki (fm), czyli warstw inoceramowych w jednostce skolskiej Karpat fliszowych. *Komisja Nauk Geol. PAN Oddz. Kraków, Pr. geol.*, 108: 81, Kraków.
- Kotlarczyk J. (1979), Uwagi o wieku margli bakulitowych (margli z Węgierki) w świetle formalnej rewizji oznaczeń fauny głowonogów i inoceramów. *Spraw. z Pos. Kom. Nauk. Oddz. PAN w Krakowie, VII—XII*, 1977: Kraków.
- Książkiewicz M. (1961), Life conditions in Flysch Basins. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 31 (1): 3—22, Kraków.
- Książkiewicz M. (1975), Bathymetry of the Carpathian Flysch Basin. *Acta geol. pol.*, 25 (3): 309—367, Warszawa.
- Książkiewicz M. (1977), Trace fossils in the flysch of the Polish Carpathians. *Palaeont. pol.*, 36: 208, Warszawa.
- Loeblich A., Tappan H. (1964), Treatise on Invertebrate Paleontology. Part C, Protista 2, Sarcodina chiefly „Thecamoebians” and Foraminiferida. Kansas.
- Murray J. W. (1973), Distribution and ecology of living benthic Foraminiferids. Heinemann Educational Books Ltd: London.
- Nestler H. (1965), Die Rekonstruktion des Lebensraumes der Rügner Fauna (Unter-Maastricht) mit Hilfe der Paläoökologie und Paläobiologie. *Geologie*, 14, Bh 49: 1—147, Berlin.
- Niedźwiedzki J. (1876), Spostrzeżenia geologiczne w okolicy Przemyśla. *Kosmos*, 1: 263—268, 317—325, Lwów.
- Nowak J. (1909), O kilku głowonogach i charakterze fauny z karpackiego kampanu. *Kosmos*, 34: 765—787, Lwów.
- Olsson R. K. (1977), Mesozoic Foraminifera — Western Atlantic. *Developments in Palaeont. and Stratigr.* 6: 205—230, Elsevier.
- Purdy E. G. (1964), Sediments as substrates. In Imbrie J., Newell N. D. (eds.) *Approaches to paleoecology*: 238—271, New York.
- Rhoads D. C. (1970), Mass properties, stability and ecology of marine muds related to burrowing activity. In Crimes T. P., Harper J. C. (eds.) *Trace fossils*, *Geol. J. Spec. Issue*, 3: 391—406, Liverpool.
- Rhoads D. C., Young D. K. (1970), The influence of deposits-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.* 28 (2): 150—178.
- Rhoads D. C. (1975), The paleontological and environmental significance of trace fossils. In Frey R. W. (Ed.): *The study of trace fossils*: 147—160, Berlin, Heidelberg, New York.
- Scheibnerová V. (1976), Cretaceous Foraminifera of the Great Australian Basin. *Memoirs Geol. Survey of New South Wales. Palaeont.* 17: 265 p. Australia.
- Scott G. (1940), Paleocological factors controlling the distribution and mode of life of Cretaceous ammonoids in the Texas area. *J. Paleont.*, 14: 1164—1203.
- Seilacher A. (1964), Biogenic sedimentary structures. In Imbrie J., Newell N. D. (eds.) *Approaches to paleoecology*: 296—316, New York.

- Seilacher A. (1967), Bathymetry of trace fossils. *Mar. Geol.*, 5: 189—200.
- Sellwood B. W. (1970), The relation of trace fossils to small scale sedimentary cycles in British Lias. In Crimes T. P., Harper J. C. (eds.) *Trace fossils. Geol. J. Spec. Issue*, 3: 489—504, Liverpool.
- Shinn E. A. (1969), Submarine lithification of Holocene carbonate sediments in the Persian Gulf. *Sedimentology*, 12 (1): 109—144, Amsterdam.
- Simpson S. (1957), On the trace fossil Chondrites. *Quart. J. Geol. Soc. London*, 112 (4): 475—499, London.
- Skoczylas-Ciszewska K., Kamiński M. (1950), O facji inoceramowej warstw istebniańskich pogórza wielicko-rożnowskiego. *Kwart. geol.* 3: 977—995, Warszawa.
- Sliter W. V. (1972), Upper Cretaceous planktonic foraminiferal, zoogeography and ecology — Eastern Pacific Margin. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 12 (1—2): 15—31, Amsterdam.
- Sliter W. V. (1977), Cretaceous Benthic Foraminifers from the Western South Atlantic Leg 39, Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 39: 657—697, Washington.
- Sliter W. V., Baker R. A. (1972), Cretaceous bathymetric distribution of benthic foraminifers. *J. Foram. Res.* 2 (4): 167—183, Kansas.
- Stanley S. M. (1968), Post-paleozoic adaptive radiation of infaunal bivalve molluscs a consequence of mantle fusion and siphon formation. *J. Paleontol.*, 42: 214—229.
- Szajnocha W. (1899), Warstwy z Węgierki pod Przemyślem. *Kosmos*, 24: 174—182, Lwów.
- Taft W. H. Arrington F., Haimovitz A., Mac Donald C., Woolheater C. (1968), Lithification of modern marine carbonate sediments of Yellow Bank, Bahamas. *Bull. Mar. Sci.*, 18 (4): 762—828.
- Tasch P. (1973), Paleobiology of the invertebrates. Data retrieval from the fossil record. J. Wiley and Sons, New York.
- Thorson G. (1957), Bottom communities (sublitoral or shallow shelf). *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 67: 461—534, New York.
- Unrug R. (1963), Warstwy istebniańskie — studium sedymentologiczne (Istebna beds — a fluxoturbidite formation in the Carpathian Flysch). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 33: 49—92, Kraków.
- Walker K. R., Bambach R. K. (1974), Feeding by benthic invertebrates: Classification and terminology for paleoecological analysis. *Lethaia*, 7 (1): 67—78, Oslo.
- Wawryk W. (1930), Analiza petrograficzna epoki lwowskiej oraz margli z Łopuszki i Węgierki. *Kosmos A*, 54: 889—915, Lwów.
- Wdowiarz J. (1948), Budowa geologiczna Karpat w okolicy Dubiecka i Krzywczy. *Biul. PIG*, 11: 35, Warszawa.
- Wdowiarz J. (1939), Budowa geologiczna Karpat w okolicy Dynowa. *Biul. PIG*, 10: 1—20, Warszawa.
- Wdowiarz S. (1949), Budowa geologiczna Karpat brzeżnych na południowy wschód od Rzeszowa. *Biul. PIG*, 11: 1—51, Warszawa.
- Wiśniowski T. (1905), O wieku karpackich warstw inoceramowych. *Rozpr. PAU*, 45: 132—152, Kraków.
- Wiśniowski T. (1918), Fauna małżów górnej kredy karpackiej okolicy Przemyśla. *Kosmos*, 43/44: 77—93, Lwów.
- Zuber R. (1909), Przyczynki do stratygrafii i tektoniki Karpat. *Kosmos*, 34: 788—833, Lwów.
- Saidova Kh. M. — Саидова Х. М. (1961), Экология фораминифер и палеогеография дальневосточных морей СССР и северо-западной части Тихого океана. Издат. АН. СССР, Москва.

SUMMARY

Abstract: The Węgierka Marls (Late Senonian of the Carpathian Flysch) are present in the upper part of the profile of the Inoceranian Beds in the outer, north-eastern zone of the Skole nappe. The Węgierka Marls consist of material deposited in shallow water outer shelf environment, and then redeposited in a deep water flysch basin as olistoliths, slump balls and blocks occurring in pebbly mudstones and sandy mudstones, and flows of dispersed unconsolidated marly sediment.

The Węgierka Marls (Late Senonian) occur in the upper part of the profile of the Inoceranian Beds in the outer, north-eastern zone of the Skole nappe (Fig. 1). Three lithological types are distinguished in the Węgierka Marls, namely:

- bedded sandy marls, several metres to several tens of metres thick, occurring among alternating turbidite sandstones and shales;
- slump blocks and balls of sandy marl occurring in pebbly mudstone and sandy mudstone beds;
- single beds of sandy marl, resting on top of pebbly mudstone or sandy mudstone beds, among alternating turbidite sandstones and shales.

The petrographic character, (Fig. 2) the heavy mineral assemblage (Table 1) and the chemical composition of all three lithological types of marl is similar.

The macrofauna of the Węgierka Marls (Table 2) is represented by nectonic forms (ammonites, belemnites) and benthic epifauna with rare representants of infauna. The palaeoecological analysis of the faunal assemblage indicate a shallow marine basin with partly consolidated bottom and significant turbulence of near-bottom water, as indicated by predominance of suspension feeders.

The microfauna of the Węgierka Marls forms a rich assemblage (Tables 3, 4 and 5) consisting of calcareous planctonic (numerous) and benthic foraminifera, radiolarians, diatoms, arenaceous foraminifera (very rare), ostracods (rare) and sponge spicules (numerous). The foraminiferal tests are often damaged.

The palaeoecological analysis of the microfaunal assemblage indicate the outer shelf as the sedimentary environment of the Węgierka Marls. There are no significant differences in the microfaunal assemblages between the three lithological types of the Węgierka Marls.

Marls with abundant infauna represented by the ichnogenera *Chondrites* and *Fucusopsis* are occurring in association with turbidite sandstones and mudstones (Fig. 3) in the same profiles as the Węgierka Marls. The marls with infauna contain a microfaunal assemblage consisting mainly of arenaceous benthic foraminifera (Table 6 and Table 7). Both the ichnofaunal assemblage and the microfaunal assemblage indicate bathyal depth of the sedimentary basin.

It is concluded therefore, that the sedimentary material of the Węgierka Marls accumulated originally in a shallow-water — neritic part of the basin and was subsequently redeposited in a deep-water — bathyal part of the basin. The slump blocks and balls of the Węgierka Marls in pebbly mudstones are clearly redeposited. The material of single beds of marl is redeposited by turbidity currents as indicated by grading of the sand admixture in the marls, and their association with typical turbidite beds. These beds were probably formed by redeposition of unconsolidated sandy marl sediment, which was dispersed to form turbidity currents during transport by subaqueous mass sediment flow. The bedded marls are interpreted as olistoliths of the neritic sediment transported by sliding, possibly from active fault scarps, into the bathyal part of the basin.

OBJASNIENIE PLANSZ — EXPLANATION OF PLATES

PLANSZA — PLATE I

- Fig. 1. Kamieniołom w Węgierce, margle uławicone — olistolit
Fig. 1. Quarry at Węgierka. Bedded marls — olistholith
Fig. 2. Bloki marglu w ławicy piaskowca ilowego, Babice
Fig. 2. Slump balls and blocks of marl in pebbly mudstone, exposed at Babice

PLANSZA — PLATE II

- Fig. 1. Kamieniołom w Makowej, margle uławicone — olistolit
Fig. 1. Quarry at Makowa, bedded marls — olistholith
Fig. 2. Riplemarki na stropie ławicy marglu, kamieniołom w Węgierce
Fig. 2. Ripplemarks on top of a marl bed, quarry at Węgierka



