

Małe otwornice „eocenu numulitowego” Tatr — stratygrafia i paleośrodowisko

Barbara Olszewska¹



Small foraminifera of “Nummulitic Eocene” of the Tatra Mts. — stratigraphical aspect and paleoenvironment.
Prz. Geol., 57: 703–713.

Abstract. Shallow-water carbonate sediments of the so called “Nummulitic Eocene” of the Tatra Mts. yield numerous large foraminifera as well as abundant and diversified assemblages of small foraminifera. Both benthic and planktic species indicate the late Bartonian-Priabonian age of the “Nummulitic Eocene”. Paleoenvironmental analysis of the identified assemblages demonstrated their correlation with the Arni’s sedimentological model of the shallow-water carbonate sediments. The affiliations of foraminiferal faunas with the bioprovince of the Mediterranean Tethys have also been indicated.

Keywords: “Nummulitic Eocene”, small foraminifera, stratigraphy, paleoenvironment, paleobiogeography

W 1968 r. profesor Franciszek Bieda w stanowiącej podsumowanie wieloletnich badań pracy *Formacja numulityczna w zachodnich Karpatach fliszowych* zamieścił bardzo ważne stwierdzenie — że paleogeńskie utwory sukcesji fliszowej zawierają egzotyki skał węglanowych, które tworzyły się w znacznie płytszym środowisku niż utwory fliszowe. Jednym z obszarów, na którym owe skały węglanowe znajdują się *in situ*, są północne stoki Tatr. Utwory te są zróżnicowane litologicznie (Roniewicz, 1969) i obfitują w szczątki organiczne, wśród których dominujące znaczenie mają tzw. duże otwornice — numulity, dlatego zwane są „eocenem numulitowym” Tatr (Bieda, 1963; Olempska, 1973; Kulka, 1984, 1985).

Wskutek szybkiego tempa ewolucji, zróżnicowania gatunkowego i liczego występowania duże otwornice są powszechnie wykorzystywane do badań stratygraficznych płytkowodnych utworów platform węglanowych (Serra-Kiel i in., 1998). Na podstawie zasięgów stratygraficznych dużych otwornic opracowano schemat podziału biostratygraficznego paleoceńskich i eoceńskich płytkowodnych facji Tetydy, w którym wyróżniono 20 poziomów — SBZ 1–20 (Serra-Kiel i in., 1998; Luterbacher i in., 2004). Schemat ten skorelowano ze schematami opracowanymi na podstawie otwornic planktonicznych (Berggren & Pearson, 2005) i nanoplanktonu wapiennego (Martini, 1971). Znajduje on również zastosowanie w stratygrafii „eocenu numulitowego” Tatr (ryc. 1). Większość tatrzańskich profili „eocenu numulitowego” reprezentuje poziom SBZ 17, nieliczne obejmują również poziomy SBZ 18 i 19. W podobnych poziomach sytuuje utwory „eocenu numulitowego” Bartholdy i in. (1999).

Nie mniejszą rolę odgrywają w badaniach stratygraficznych i paleośrodowiskowych tatrzańskich utworów

mln lat Ma	Epoka Epoch		Wiek Age		Otwornice planktoniczne Planktonic foraminifera		Wapienny nanoplankton Calcareous nannoplankton		Duże otwornice Large foraminifera	
	Berggren & Pearson, 2005		Berggren et al., 1995		Berggren & Pearson, 2005		Martini, 1971		Serra-Kiel et al., 1998	
36	E	N	późny Late	priabon Priabonian	P 15	E 15	NP 19-20	SBZ 19		
40	E	N	w y e	P 13	E 13	NP 17	SBZ 17			
										45
49	E	O	C	P 11	E 11	NP 15	SBZ 15			
										49
49	E	O	C	P 10	E 9	NP 15	SBZ 14			
										49

Ryc. 1. Korelacja schematu stratygraficznego płytkowodnych otwornic bentonicznych (wg Serra-Kiel i in., 1998) ze standardowymi schematami planktonicznymi (Berggren i in., 1995; Berggren & Pearson, 2005) i wapiennego nanoplanktonu (Martini, 1971)

Fig. 1. Correlation between „Shallow Benthic Zones” (after Serra-Kiel i in., 1998) and standart plankton zones (Berggren et al., 1995., 1998; Berggren & Pearson, 2005) and calcareous nannoplankton (Martini, 1971)

„eocenu numulitowego” gatunki małych otwornic (w tym formy planktoniczne). W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań prowadzonych w celu korelacji zasięgów małych otwornic „eocenu numulitowego” Tatr ze schematem podziału biostratygraficznego paleoceńskich i eoceńskich płytkowodnych facji Tetydy (Serra-Kiel i in., 1998; Luterbacher i in., 2004).

¹Państwowy Instytut Geologiczny — Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków; barbara.olszewska@pgi.gov.pl

Metodyka

Materiał skalny do badań stratygraficznych pobrano z 19 profili „eocenu numulitowego” Tatr (ryc. 2). Wykonano z niego i poddano analizie 434 płytki cienkie. Obserwacje prowadzono przy użyciu mikroskopu Eclipse LV 100 Pol firmy Nikon, a do wykonania fotografii otwornic zastosowano przystawkę fotograficzną NIS-Elements D.

Wyniki analizy stratygraficznej małych otwornic

Otwornice bentoniczne

SBZ 17. Większość gatunków otwornic bentonicznych występujących w tym poziomie jest charakterystyczna dla płytkowodnej sedimentacji węglanowej (tab. 1). Są to najczęściej formy masywne, o grubych ściankach, lub płożące się na stabilnym podłożu. Do najbardziej charakterystycznych należą: *Chapmanina gassinensis* (Silvestri), *Gyroidinella magna* Le Calvez, *Gypsina mastelensis* Bursch, *Halkyardia minima* (Liebus), *Korobkovella grosserugosa* (Gümbel) (ryc. 3F), *Mississippina binkhorsti* (Reuss), *Sphaerogypsina globulus* (Reuss). Licznie reprezentowane są również rodzaje *Rotalia* i *Pararotalia*, szczególnie *Pararotalia lithothamnica* (Uhlig) (ryc. 3H). Zasięg stratygraficzny tych form obejmuje przeważnie interwał lutet–priabon (tab. 1).

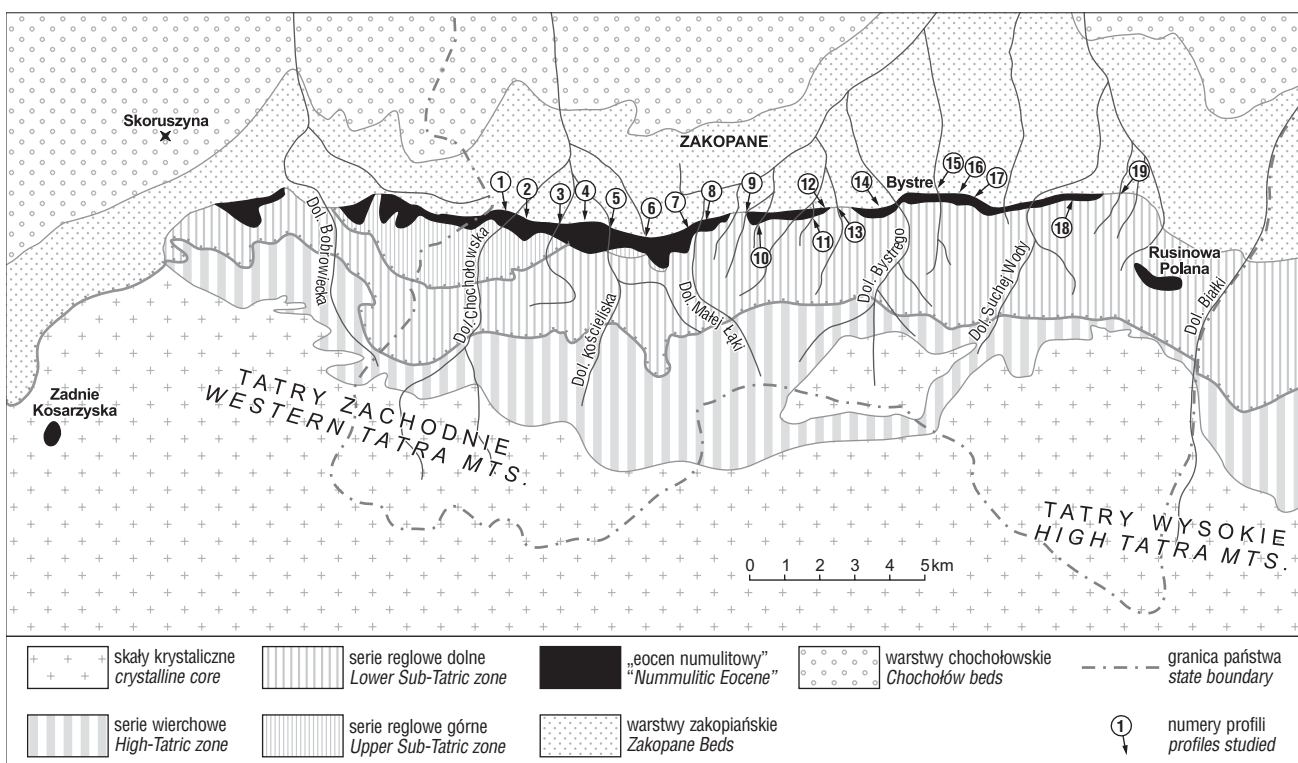
SBZ 18. Charakterystyczną cechą zespołów tego poziomu jest wzrost liczby małych, wolno żyjących gatunków, o cienkiej ściance. Należą do nich między innymi:

Angulogerina muralis (Terquem), *Brizalina mississippiensis* (Cushman) (ryc. 3B), *Cibicides praeaventratimidus* Mjatluk, *Eponides polygonus* Le Calvez, *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob) i *Reussella oberburgensis* (Freyer) (ryc. 3E). Gruboskorupowe formy występują nielicznie, ale warto wymienić gatunki aglutynujące skorupkę z cząstek wapiennych: *Dorothia traubi* Hagn (ryc. 3G), *Clavulina parisiensis* (d'Orbigny) oraz *Valvulina terquemi* Le Calvez. Część z wymienionych gatunków znana jest od priabonu (tab. 1).

SBZ 19. Zespół małych otwornic bentonicznych występujących w poziomie 19 jest bardzo podobny do zespołu poziomu 18. Wyróżnia się tym, że zawiera nieliczne formy gruboskorupowe, takie jak: znane z priabonu *Victoriella conoidea* Rutten (ryc. 3D) czy *Maslinella champani* Glaessner & Wade (ryc. 3C).

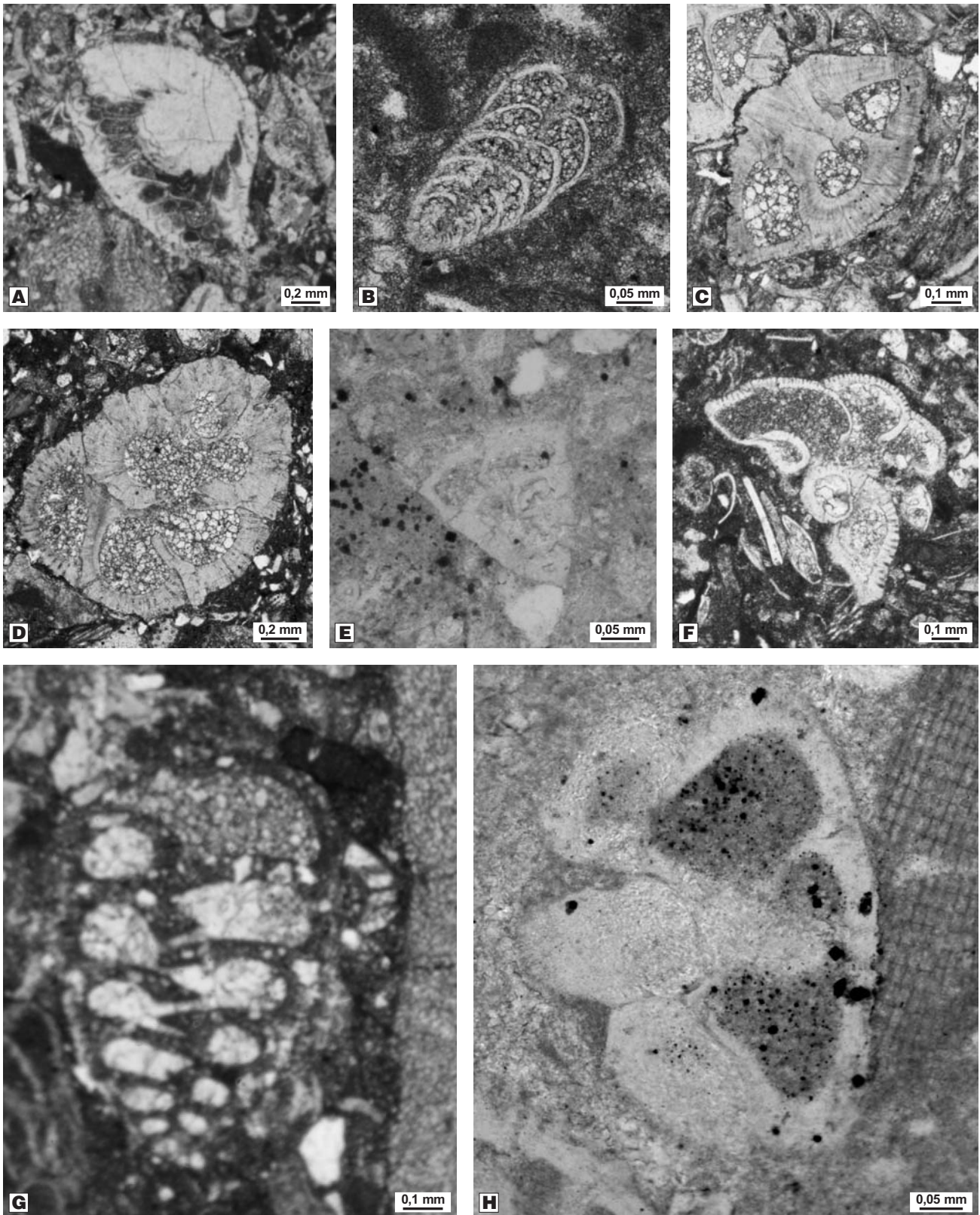
Otwornice planktoniczne

Według Alexandrowicza i Gerocha (1963) spośród otwornic planktonicznych największe znaczenie dla badań stratygraficznych „eocenu numulitowego” Tatr mają: *Globigerinatheka index* (Finlay), *Globigerinatheka subconglobata* (Schutskaia), *Turborotlia cerroazulensis* (Cole) i *Acarinina bullbrooki* (Bolli). Obecność w tym zespole *Globigerinatheka index* (Finlay) (ryc. 4A) sytuuje go w otwornicowych poziomach P 15–16 (ryc. 1) (Berggren i in., 1995), reprezentujących priabon, lub według nowego schematu paleogenu — w poziomach E 14–15 (Berggren & Pearson, 2005).



Ryc. 2. Lokalizacja analizowanych profili „eocenu numulitowego” Tatr: 1 — Polana Molkówka, 2 — Macicki Żleb, 3 — Dolina Lejowa, 4 — Żleb Jaroniec, 5 — Dolina Kościeliska, 6 — Staników Potok, 7 — Dolina Małej Łąki, 8 — Mały Żlebek, 9 — Dolina za Bramką, 10 — Suchy Żleb, 11 — Dolina ku Dziurze, 12 — Potok Spadowiec, 13 — Dolina Białego, 14 — kamieniołom Pod Capkami, 15 — Dolina Olczyńska, 16 — Kapliczka Witkiewicza, 17 — Potok Chłabówka, 18 — Broniarski Żleb, 19 — Potok Przyporniak

Fig. 2. Location of studied “Nummulitic Eocene” profiles of the Tatra Mts.: 1 — Molkówka Clearing, 2 — Macicki Gully, 3 — Lejowa Valley, 4 — Jaroniec Gully, 5 — Kościeliska Valley, 6 — Staników Stream, 7 — Mała Łąka Valley, 8 — Mały Gully, 9 — Za Bramką Valley, 10 — Suchy Gully, 11 — Ku Dziurze Valley, 12 — Spadowiec Stream, 13 — Białego Valley, 14 — Pod Capkami quarry, 15 — Olczyńska Valley, 16 — Witkiewicz Chapel, 17 — Chłabówka Stream, 18 — Broniarski Gully, 19 — Przyporniak Stream



Ryc. 3. Stratygraficznie ważne małe otwornice bentoniczne „ocenu numulitowego” Tatr: **A** — *Heterostegina multifida* (Bieda), Dolina Lejowa; **B** — *Brizalina mississippiensis* (Cushman), Dolina Olczyska; **C** — *Maslinella chapmani* Glaessner & Wade, Potok Chłabówka; **D** — *Victoriella conoidea* Ruten, Dolina Małej Łąki; **E** — *Reussella oberburgensis* (Freyer), Suchy Żleb; **F** — *Korobkovella grosserugosa* (Gümbel), Suchy Żleb; **G** — *Dorothis traubi* Hagn, Suchy Żleb; **H** — *Pararotalia lithothamnica* (Uhlig), Dolina Małej Łąki

Fig. 3. Stratigraphically important small benthic foraminifera of the “Nummulitic Eocene” of the Tatra Mts.: **A** — *Heterostegina multifida* (Bieda), Lejowa Valley; **B** — *Brizalina mississippiensis* (Cushman), Olczyska Valley; **C** — *Maslinella chapmani* Glaessner & Wade, Chłabówka Stream; **D** — *Victoriella conoidea* Ruten, Mała Łąka Valley; **E** — *Reussella oberburgensis* (Freyer), Suchy Gully; **F** — *Korobkovella grosserugosa* (Gümbel), Suchy Gully; **G** — *Dorothis traubi* Hagn, Suchy Gully; **H** — *Pararotalia lithothamnica* (Uhlig), Mała Łąka Valley

Tab. 1. Występowanie i wiek małych otwornic bentonicznych w 19 badanych profilach „eocenu numulitowego” Tatr (patrz ryc. 2)
Table 1. Distribution and age of small benthic foraminifera in 19 studied profiles (see Fig. 2)

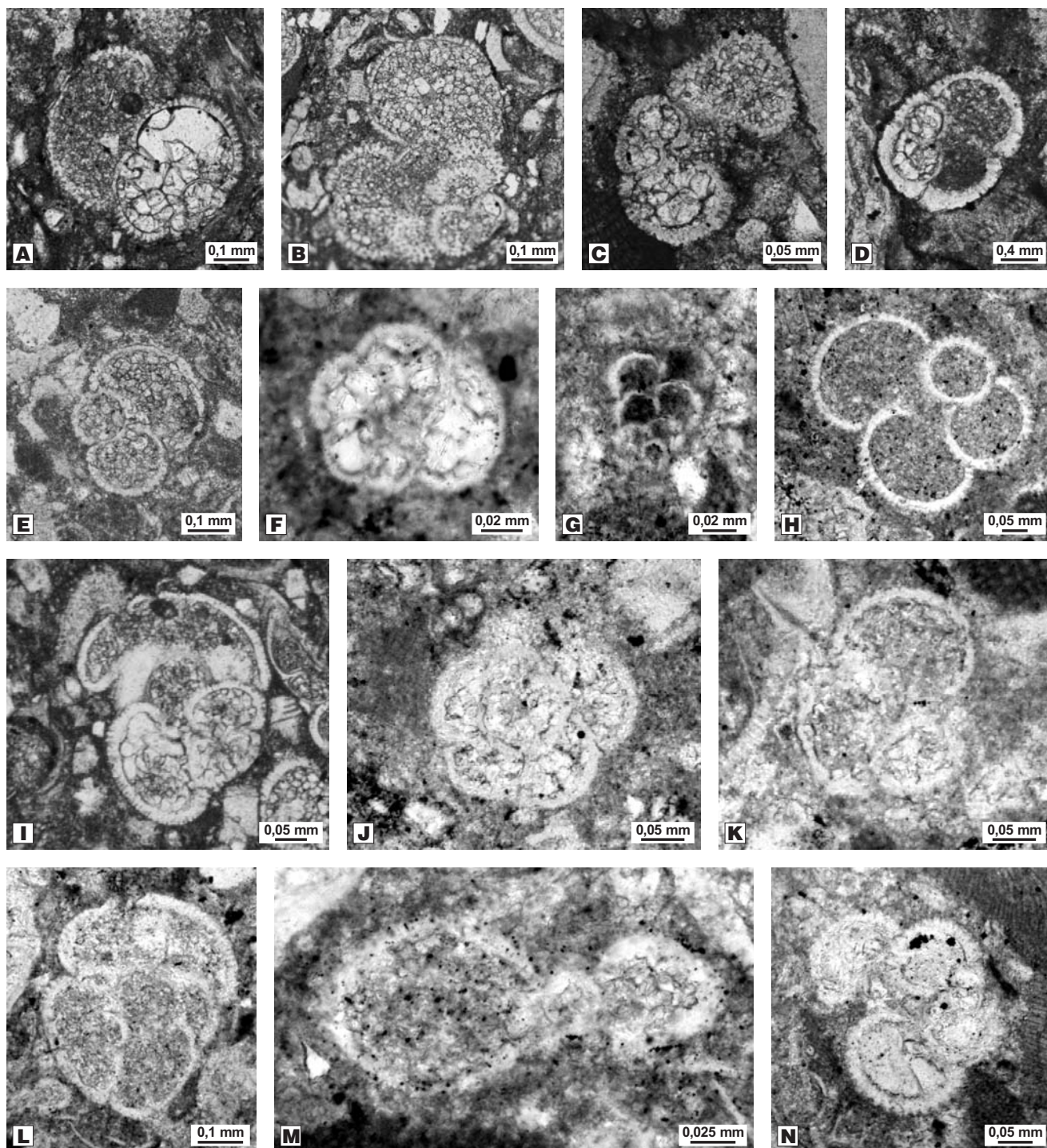
Gatunek Species	Profile Profiles																			Lutet Lutetian	Barton Bartonian	Priabon Priabonian
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
<i>Angulogerina muralis</i>	X	X	X				X		X							X				X	X	
<i>Asterigerina campanella</i>		X											X							X	X	X
<i>Asterigerinoides guerichi</i>							X	X	X	X										X	X	X
<i>Brizalina mississippiensis</i>		X			X		X															X
<i>Chapmanina gassinensis</i>			X							X	X		X		X	X				X	X	
<i>Cibicides praevenstratumidus</i>	X		X		X	X	X		X		X	X		X	X	X	X	X	X	X		
<i>Clavulina parisiensis</i>	X				X		X	X	X			X								X	X	
<i>Dorothia traubi</i>	X		X			X		X	X	X				X			X					X
<i>Eponides polygonus</i>	X	X	X	X	X	X	X			X		X				X				X	X	
<i>Fabiania cassis</i>			X	X				X	X	X							X		X		X	X
<i>Gypsina mastelensis</i>							X			X	X				X	X	X			X	X	X
<i>Gyroidinella magna</i>	X		X	X			X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X
<i>Haddonina heissigi</i>					X	X	X			X							X			X	X	X
<i>Halkyardia minima</i>			X			X	X		X	X				X			X				X	X
<i>Korobkovella grosserugosa</i>	X	X	X				X		X	X	X	X		X			X					X
<i>Lobatula lobatula</i>			X				X	X		X				X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Marssonella lodoensis</i>			X				X			X				X		X				X		
<i>Maslinella chapmani</i>			X				X		X						X		X					X
<i>Mississippina binkhorsti</i>	X									X				X			X			X	X	X
<i>Pararotalia lithothamnica</i>	X			X			X			X				X	X			X	X	X	X	X
<i>Reussella cognata</i>			X	X		X	X			X	X			X		X						X
<i>Rotalia perovalis</i>							X			X				X				X		X	X	
<i>Rotalia septifera</i>										X			X		X		X			X	X	
<i>Sphaerogypsina globulus</i>	X	X	X				X		X	X		X	X	X	X					X	X	
<i>Spirolina striata</i>										X												
<i>Textularia minuta</i>	X		X			X	X	X		X	X	X		X	X		X			X	X	X
<i>Valvulina terquemi</i>						X														X	X	
<i>Victoriella conoidea</i>	X	X	X			X	X															X

W utworach eocenu numulitowego najliczniej występują: *Globigerinatheka index* (Finlay) oraz tego samego wieku *Turborotalia cerroazulensis* (Cole) (ryc. 4L) i *Subbotina utilisindex* (Jenkins) (ryc. 4E; tab. 2). W profilach, w których występuje *Nummulites fabianii* Prever (Bieda, 1963), pojawiają się również pojedynczo takie eoceno-oligoceno-gatunki, jak: *Chiloguembelina gracillima* (Andreae) (ryc. 4G), *Tenuitella gemma* (Jenkins) (ryc. 4J) i *Tenuitellinata angustiumbilitata* (Bolli) (ryc. 4F). Do częstych, ale długowiecznych gatunków otwornic planktonicznych obecnych w badanym materiale należą *Globigerina eocaena* (Gümbel) (ryc. 4H) i *Globigerina leroyi* Blow & Banner (ryc. 4K). Pojedynczo natomiast występują gatunki starsze, takie jak *Guembelitrionides nuttallii* (Hamilton) (ryc. 4B), *Acarinina rohri* (Brönnimann & Bermudez) (ryc. 4C), *Acarinina bullbrooki* (Bolli), *Turborotalia possagnoensis* Toumarkine & Bolli (ryc. 4I), *Pseudohastigerina micra* (Cole) (ryc. 4M) czy *Globotur-*

borotalita ouachitaensis (Howe & Wallace) (ryc. 4N; tab. 2). Należy wspomnieć, że szczególnie bogate w szczątki licznych gatunków planktonicznych są profile Potoku Stanikowego (profil 6), Doliny Małej Łąki (profil 7) oraz skałki nad Kapliczką Witkiewicza (profil 16).

Na podstawie analizy stratygraficznej zespołu gatunków otwornic planktonicznych można przyjąć, że sedymentacja górnej części profilu „eocenu numulitowego” Tatr odbywała się we wczesnym priabonie, a niektóre gatunki wskazują na to, że proces ten trwał do późnego priabonu.

Lokalnie (np. w profilach 14 i 19) utwory eocenu numulitowego są przykryte warstwą szarych margli z licznymi otwornicami planktonicznymi — są to tzw. szare margle z globigerinami. W marglach tych występują takie same zespoły otwornic jak w utworach „eocenu numulitowego” Tatr. Na podstawie otwornic wiek margli jest oceniany na poziomy P 15–16 (Berggren i in., 1995) lub E 14–15 (Berggren & Pearson, 2005; Olszewska & Wiczorek, 1998).



Ryc. 4. Charakterystyczne otwornice planktoniczne „eocenu numulitowego” Tatr: **A** — *Globigerinatheka index* (Finlay), Suchy Żleb; **B** — *Guembeltrioides nuttalli* (Hamilton), kamieniołom Pod Capkami; **C** — *Acarinina rohri* (Brönnimann & Bermudez) Dolina Olczyska; **D** — *Subbotina senni* (Beckmann), Dolina Olczyska; **E** — *Subbotina utilisindex* (Jenkins), Dolina Małej Łąki; **F** — *Tenuitellinata angustiumbilitata* (Bolli), Suchy Żleb; **G** — *Chiloguembelina gracillima* (Andreae), Suchy Żleb; **H** — *Globigerina eocaena* (Gümbel), Suchy Żleb; **I** — *Turborotalia possagnoensis* Toumarkine & Bolli, Suchy Żleb; **J** — *Tenuitella gemma* (Jenkins), Żleb Jaroniec; **K** — *Globigerina leroyi* Blow & Banner, Dolina Lejowa; **L** — *Turborotalia cerroazulensis* (Cole), Dolina Lejowa; **M** — *Pseudohastigerina micra* (Cole), Dolina Lejowa; **N** — *Globoturborotalita ouachitaensis* (Howe & Wallace), Dolina Lejowa

Fig. 4. Characteristic planktic foraminifera of the “Nummulitic Eocene” of the Tatra Mts.: **A** — *Globigerinatheka index* (Finlay), Suchy Gully; **B** — *Guembeltrioides nuttalli* (Hamilton), Pod Capkami quarry; **C** — *Acarinina rohri* (Brönnimann & Bermudez), Olczyska Valley; **D** — *Subbotina senni* (Beckmann), Olczyska Valley; **E** — *Subbotina utilisindex* (Jenkins), Mała Łąka Valley; **F** — *Tenuitellinata angustiumbilitata* (Bolli), Suchy Gully; **G** — *Chiloguembelina gracillima* (Andreae), Suchy Gully; **H** — *Globigerina eocaena* (Gümbel), Suchy Gully; **I** — *Turborotalia possagnoensis* Toumarkine & Bolli, Suchy Gully; **J** — *Tenuitella gemma* (Jenkins), Jaroniec Gully; **K** — *Globigerina leroyi* Blow & Banner, Lejowa Valley; **L** — *Turborotalia cerroazulensis* (Cole), Lejowa Valley; **M** — *Pseudohastigerina micra* (Cole), Lejowa Valley; **N** — *Globoturborotalita ouachitaensis* (Howe & Wallace), Lejowa Valley

Tab. 2. Występowanie i wiek otwornic planktonicznych w 19 badanych profilach „eocenu numulitowego” Tatr (patrz ryc. 2)
 Table 2. Distribution and age of the planktic foraminifera in 19 studied profiles (see Fig. 2)

Gatunek Species	Profile Profiles																			Wiek Age Berggren & Pearson, 2005
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
<i>Gumbeltrioides nuttalli</i>		×					×							×						E 8–10
<i>Globigerina leroyi</i>	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×				E 10–0 4
<i>Globoturborotalita ouachitaensis</i>			×				×			×						×	×			E 1–0 6
<i>Subbotina eocaena</i>			×			×	×			×				×		×	×	×		E 6–0 1
<i>Subbotina senni</i>															×	×				E 6–13
<i>Subbotina utilisindex</i>	×		×	×		×	×	×	×	×					×	×		×		E 15–0 1
<i>Globigerinatheka index</i>	×					×	×	×		×				×		×		×		E 9–15
<i>Acarinina bullbrooki</i>										×										E 7–11
<i>Acarinina rohri</i>							×			×			×		×					E 10–13
<i>Pseudohastigerina micra</i>			×											×						E 7–0 1
<i>Turborotalia cerroazulensis</i>	×		×			×	×			×						×		×		E 11–16
<i>Turborotalia possagnoensis</i>										×				×						E 9–11
<i>Chiloguembelina gracillima</i>			×	×			×			×										E 16–0 1
<i>Tenuitella gemma</i>				×						×										E 16–0 6
<i>Tenuitellinata angustiumbilicata</i>			×				×			×						×				E 15–M 5

Wapienny nanoplankton

W utworach „eocenu numulitowego” występują ubogie zespoły nanoplanktonu wapiennego z poziomów NP 16–18 (ryc. 1), reprezentujących interwał późny lutet–wczesny priabon (Bartholdy i in., 1995, 1999). Natomiast leżące nad szarymi marglami najstarsze utwory fliszu podhalańskiego, tzw. warstwy szaflarskie, dostarczyły zespołów wapiennego nanoplanktonu z poziomu NP 24, czyli pogranicza rupelu i szatu (Garecka, 2005). Jako uzupełnienie danych stratygraficznych należy jeszcze wspomnieć, że wkładka tufitu w zlepieńcu podstawowym eocenu w dolinie Suchej Wody jest korelowana z tufitem z Polan (na południe od Grybowa) w jednostce magurskiej, datowanym na 39,8–41,7 mln lat — wczesny barton (Głazek i in., 1998).

Analiza paleośrodowiskowa

Płytkowodne morskie środowisko sedimentacji jest niezwykle zróżnicowanym obszarem życia świata organicznego, dlatego też bytujące w tym środowisku małe i duże otwornice są wysoce zróżnicowane. Wyniki badań kenozoicznych otwornic zasiedlających środowiska rafowe i towarzyszących im glonów wykorzystano do określenia prawdopodobnych mikrośrodków zajmowanych przez niektóre rodzaje wymarłe (Ghose, 1977). Przypuszcza się, że rodzaj *Alveolina* zasiedlał obszar zaraflowy, ale w pobliżu grzbietu rafy. Rodzaj *Spiroclypeus*, podobnie jak współczesny *Cycloclypeus*, reprezentował środowisko przedławicowe — czoło i skłon rafy. Rodzaj *Pellatispira* preferował płycizny przedrafowe. Rodzaje *Discocyclina* i *Nummulites*, podobnie jak *Pellatispira*, to typowe formy przedrafowe, w sprzyjających warunkach tworzące samodzielne ławice. Małe otwornice preferują na ogół osłonięte obszary w pobliżu krawędzi rafy. Takie grupy, jak miliolidy, rotaliidy czy tekstulariidy, są liczniejsze w środowisku

lagunowym, natomiast nodosariidy, buliminidy czy uvigerinidy są typowe dla głębszego środowiska przedrafowego (Luterbacher, 1984). Na połączenie z otwartym morzem wskazuje obecność otwornic planktonicznych (*Globigerina*). Ze środowiskiem rafowym związane są także otwornice osiadłe: *Acervulina*, *Gypsina*, *Sphaerogypsina*, *Miniacina*, *Victoriella*, *Planorbulina*, a także *Cibicides* i *Lobatula* (Ghose, 1977).

Rozpoznanie mikrośrodków zajmowanych podczas wczesnego i środkowego eocenu przez duże i małe otwornice doprowadziło Arniego (1963) do skonstruowania modelu rozkładu biofacji śródziemnomorskiej platformy węglanowej. W modelu tym, sprawdzonym w trakcie dalszych badań (Decrouez & Lanterno, 1979), Arni wydzielił trzy strefy zajmowane przez odmienne biofacje numulitowe:

Ławica numulitowa (biofacja 1). Ławica ta występowała na krawędzi platformy i składała się na ogół z przedstawicieli jednego gatunku, m.in. *Nummulites perforatus* (Montfort). Nagromadzenie tych form było spowodowane działalnością fal kumulujących niescementowane skorupki. Numulitom tej strefy często towarzyszyły krasnorosty (Decrouez & Lanterno, 1979).

Facje załawicowe (biofacja 2 — strefa między ławicą numulitową a lądem). Facje załawicowe charakteryzowała obecność numulitów średnich rozmiarów (np. *Nummulites burdigalensis*). Facje te bywają bogate w małe otwornice gruboskorupowe (np. *Gyroidinella*, *Maslinella* oraz *Victoriella*), które są przystosowane do przetrwania w niestabilnym środowisku wewnętrznej laguny.

Facje przedławicowe (biofacja 3 — strefa rozciągająca się na przedpolu ławicy w kierunku otwartego morza). Utwory tych facji charakteryzowały się obfitością detrytusu pochodzącego z ławicy numulitowej, obecnością numulitów o bardzo cienkiej skorupce (np. *Nummulites millecaput* i *Nummulites planulatus*) oraz licznych dyskocyklin.

Poza wymienionymi trzema biofaccjami numulitowymi Arni wyróżnił jeszcze wiele innych biofaccji: biofaccję przejściową do lagunowej z licznymi przedstawicielami rodzajów *Orbitolites* i *Alveolina* (biofaccja 4); wapienie z miliolidami (biofaccja 5); strefę dolomityzacji, która może się nakładać na biofaccję 2 do 5; marglistą biofaccję z *Operculina* (biofaccja 7); biofaccję parapelagiczną z licznymi małymi otwornicami bentonicznymi (biofaccja 8); biofaccję z licznymi otwornicami pelagicznymi (biofaccja 9); wapienie z peneroplidami (biofaccja 10).

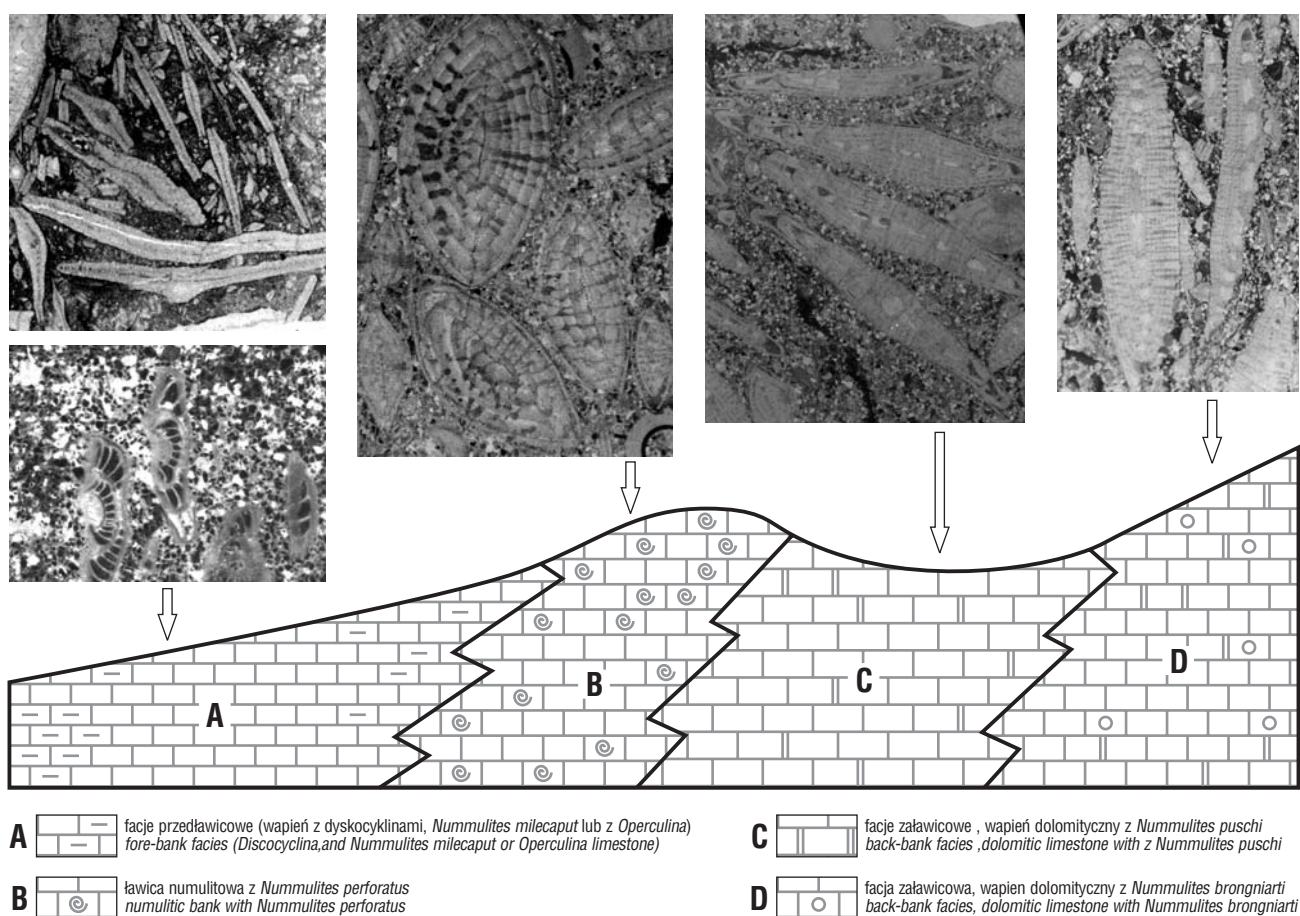
Już pierwsze próby zastosowania modelu Arniego do rozpoznania zespołów otwornicowych i co za tym idzie mikrośrodowisk sedymentacji „eocenu numulitowego” Tatr wykazały dużą zgodność zespołów dużych otwornic z modelem rozkładu biofaccji Arniego (Kulka, 1985). Według Kulki (1985) ławicy numulitowej Arniego może odpowiadać skała zwana jarcem, składająca się głównie z osobników *Nummulites perforatus* (Montfort). Osady facji załawicowych są reprezentowane między innymi przez wapienie dolomityczne z *Nummulites puschi* d’Archiac lub *Nummulites brongiarti* d’Archiac & Haime. Natomiast facje przedławicowe to głównie wapienie margliste z dyskocyklinami i *Nummulites millecaput* Boubee, a także margle z *Operculina* (ryc. 5).

W trakcie przeprowadzonych ostatnio badań stwierdzono, że w każdej z tych facji występują charakterystycz-

ne małe otwornice. Ich występowanie w profilu „eocenu numulitowego” Tatr przedstawiono na przykładzie profilu Kamieniołomu Pod Capkami (ryc. 6).

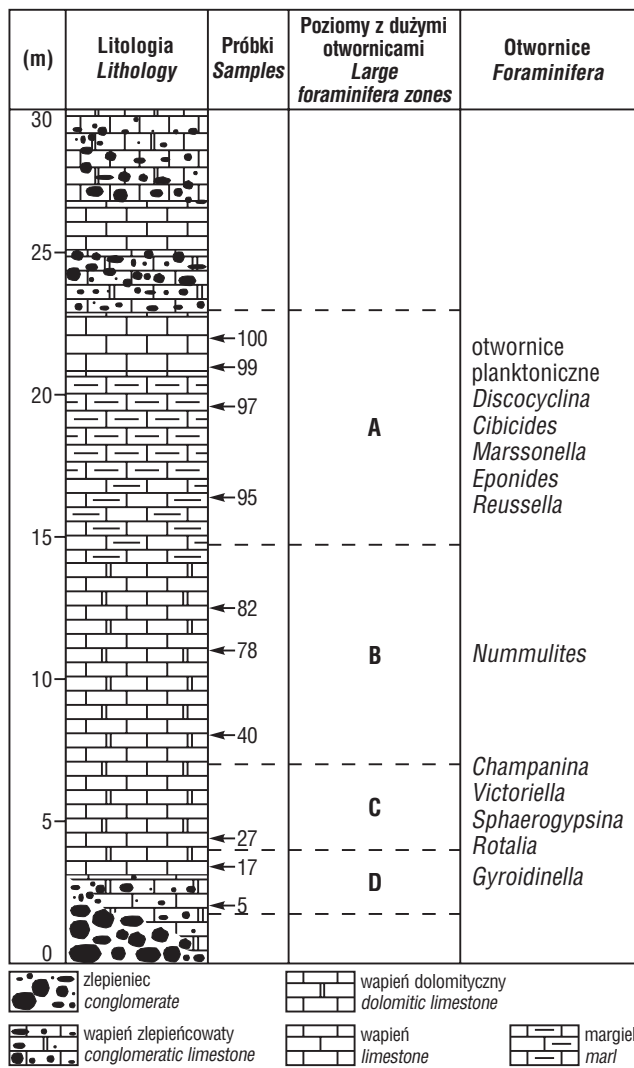
Facje załawicowe występują w dolnej części profilu 6, 12–15 i 17 (ryc. 2) „eocenu numulitowego” Tatr. Najniższe, dolomityczne wapienie z *Nummulites brongiarti* d’Archiac & Haime zawierają pojedynczych przedstawicieli rodziny *Polymorphinidae* (charakterystycznej dla wewnętrznego szelfu), jak również pojedyncze formy zasiedlające środowisko pararafowe, np. *Gyroidinella magna* Le Calvez (ryc. 7J).

Nadległe zespoły załawicowe, z *Nummulites puschi* d’Archiac, są bogatsze w gatunki dużych i małych otwornic. W zespołach tych zaczyna się pojawiać *Nummulites perforatus* (Montfort) oraz wiele gatunków małych otwornic charakterystycznych dla płytkowodnej platformy węglanowej. Są to między innymi: *Dorothia traubi* Hagn, *Chapmanina gassinensis* (Silvestri) (ryc. 7D), *Fabiania cassis* Oppenheim (ryc. 7B), *Gypsina mastelensis* Bursch (ryc. 8C), *Korobkovella grosserugosa* (Gümbel), *Sphaerogypsina globulus* (Reuss) (ryc. 7I), *Maslinella chapmani* Cushman & Wade, *Spirolina striata* d’Orbigny (ryc. 7C), *Valvulina terquemi* Le Calvez (ryc. 7E), *Haddonella heissigi* Hagn (ryc. 8B), *Mississippiina binkhorsti* (Reuss) (ryc. 7F), *Victoriella conoidea* Rutten, *Pararotalia lithothamnica* (Uhlig), *Rotalia septifera* (Terquem) (ryc. 8F), *Rotalia*



Ryc. 5. Rozkład facji „eocenu numulitowego” Tatr (według Kulki, 1985, zmodyfikowany): **A** — facje przedławicowe (wapienie z dyskocyklinami, *Nummulites millecaput* lub z *Operculina*); **B** — ławica numulitowa z *Nummulites perforatus*; **C** — facje załawicowe, wapienie dolomityczne z *Nummulites puschi*; **D** — facja załawicowa, wapienie dolomityczne z *Nummulites brongiarti*

Fig. 5. Facies distribution in the „Nummulitic Eocene” of the Tatra Mts. (after Kulka, 1985, modified): **A** — fore-bank facies (*Discocyclina*, and *Nummulites millecaput* or *Operculina* limestone); **B** — nummulitic bank with *Nummulites perforatus*; **C** — back-bank facies, dolomitic limestone with *Nummulites puschi*; **D** — back-bank facies, dolomitic limestone with *Nummulites brongiarti*



Ryc. 6. Facje dużych i małych otwornic w profilu „eocenu numulitowego” Tatr w Kamieniołomie Pod Capkami: A–D — facje sedymentacyjne z dużymi otwornicami według Kulki (1985)

Fig. 6. Distribution of large and small foraminiferal facies in the “Nummulitic Eocene” profile in the Pod Capkami quarry in Tatra Mts. A–D sedimentary facies with large foraminifera after Kulka (1985)

perovalis (Terquem) (ryc. 8E) oraz *Halkyardia minima* (Liebus) (ryc. 7G).

Ławicę numulitową zidentyfikowano w Tatrach w profilach: 3, 4, 6, 12–14 i 18 (ryc. 2). Tworzą ją nagromadzenia *Nummulites perforatus* (Montfort) (Kulka, 1985). Małe otwornice nie występują w tej ławicy lub są tak zniszczone, że nie jest możliwa ich identyfikacja gatunkowa.

Facje przedławicowe są obecne w górnej części wszystkich 19 badanych profili „eocenu numulitowego” Tatr (ryc. 2). W większości z nich występują one w postaci biofacji parapelagicznej z małymi otwornicami bentonicznymi i dyskocyklinami, w pozostałych — w postaci margli z *Operculina* (ryc. 8K), np. w profilach 2, 5, 8 i 17. W profilach 7 i 16 w facjach tych znaczący udział mają otwornice planktoniczne.

Do charakterystycznych gatunków bentonicznych biofacji parapelagicznej należą: *Marssonella lodoensis* Israel-sky (ryc. 8A), *Textularia minuta* Terquem, *Angulogerina muralis* (Terquem) (ryc. 7H), *Asterigerina campanella* (Gümbel) (ryc. 7A), *Asterigerinoides guerichi* (Franke) (ryc. 8J), *Cibicides praeventratumidus* Mjatluk (ryc. 8H), *Brizalina mississippiensis* (Cushman), *Eponides polygonus* Le Calvez (ryc. 8G), *Clavulina parisiensis* (d’Orbigny) (ryc. 8D), *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob) (ryc. 8I), *Reussella oberburgensis* (Freyer).

Zmiana zespołów małych otwornic w profilach „eocenu numulitowego” Tatr nawiązuje do opisanych przez Bartholdy’ego i in. (1999) zmian sedymentacji spowodowanych eustatycznymi wahaniami poziomu morza. Sedymentacja osadów dolnej części profilu (facje załawicowe) następowała w trakcie cyklu regresywnego i niskiego poziomu morza, który umożliwił rozwój platformy węglanowej. Natomiast margliste utwory wyższych części profilu (biofacja parapelagiczna), jak również nadległe utwory „szarych margli z globigerinami” wskazują na epizod transgresywny. Epizod ten poprzedzał przerwę sedymentacyjną (Olszewska & Wieczorek, 1998), po której nastąpiła sedymentacja fliszu podhalańskiego.

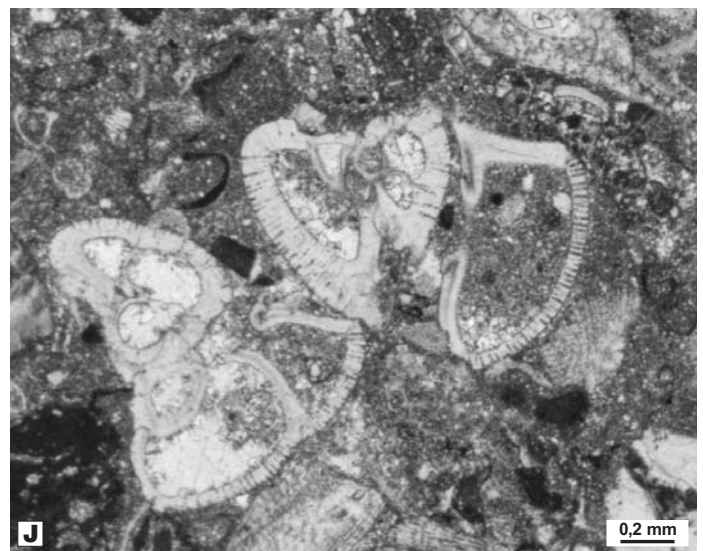
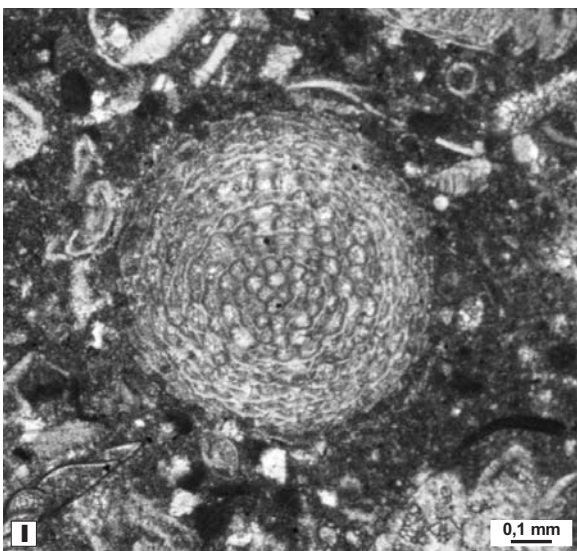
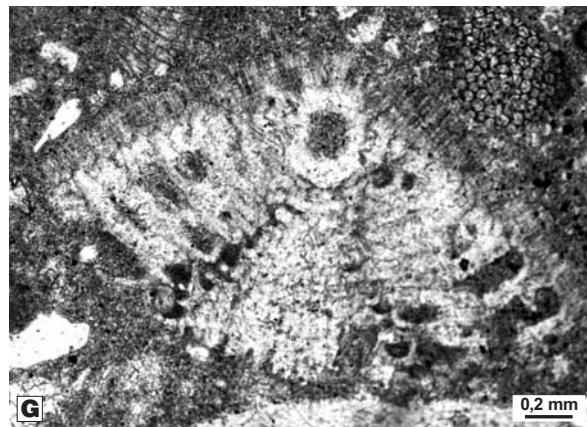
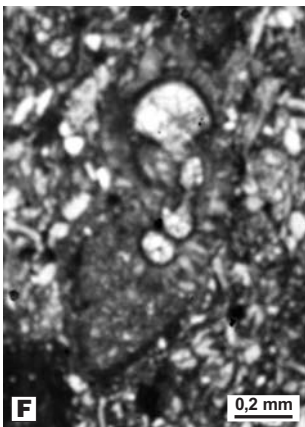
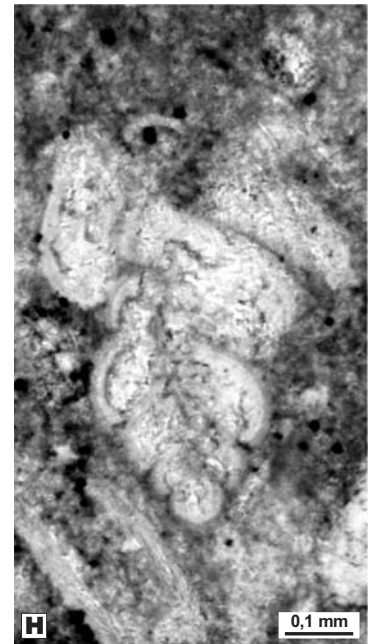
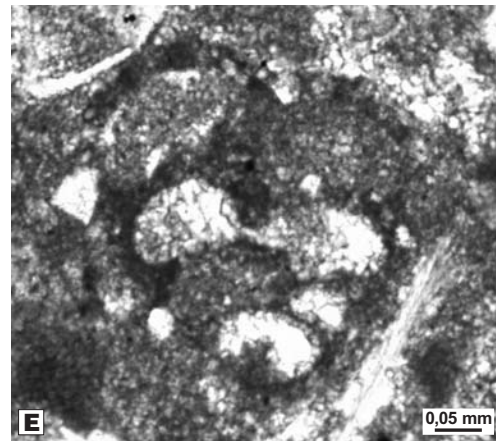
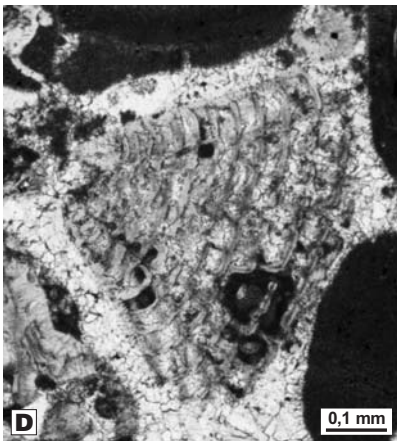
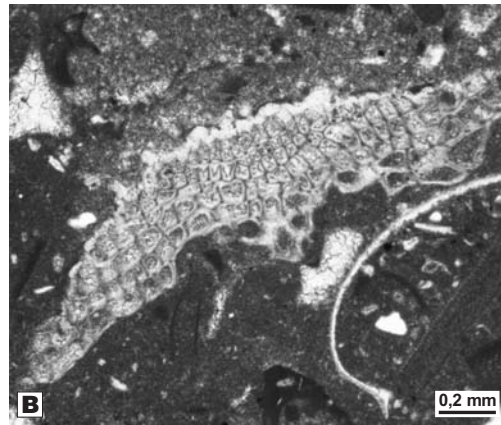
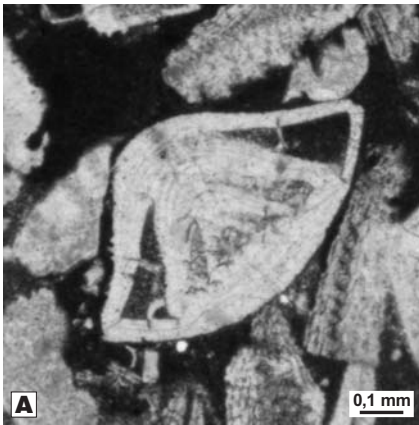
Uwagi paleobiogeograficzne

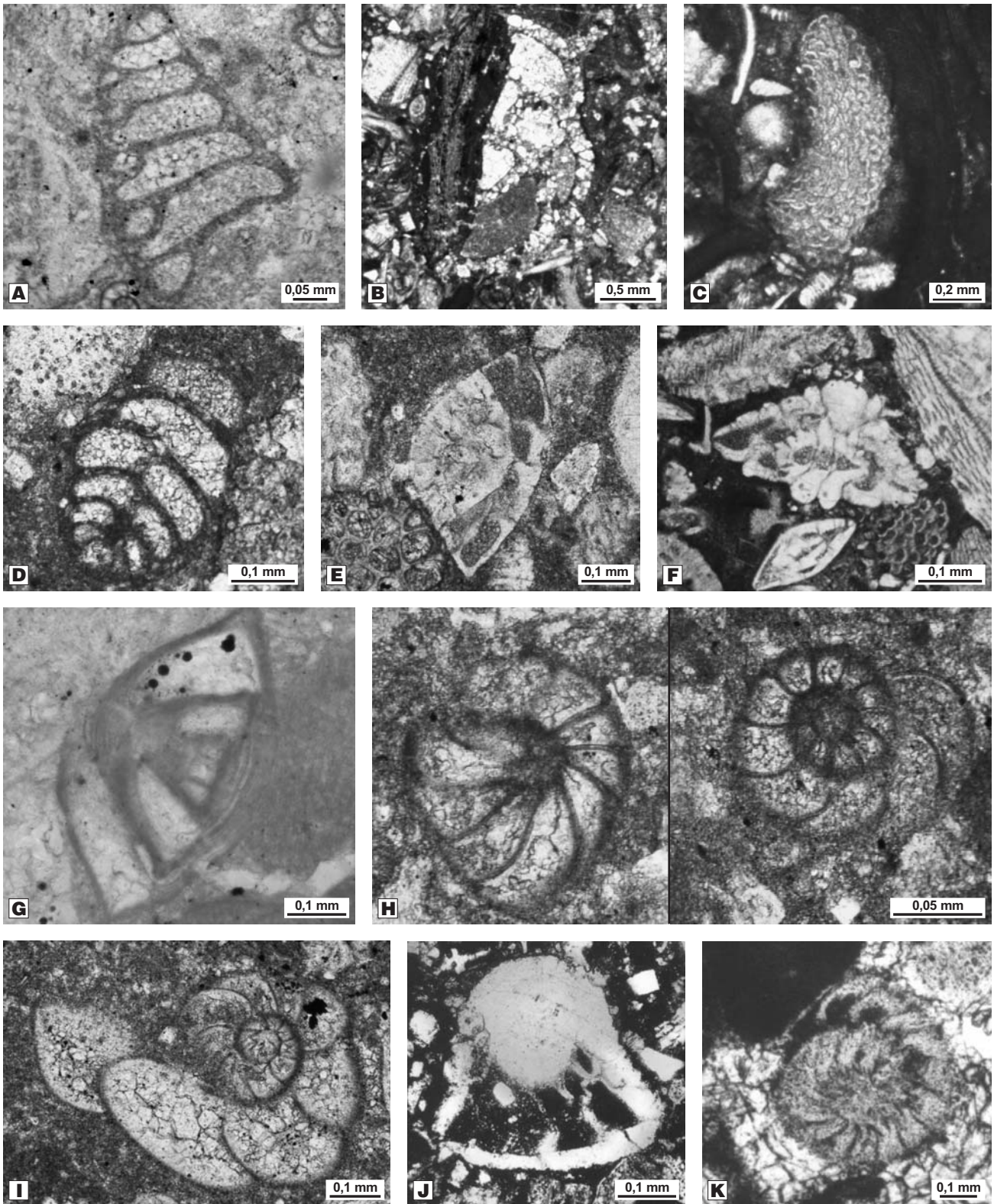
Na całym obszarze Karpat w utworach paleogeńskich, zarówno *in situ*, jak i w egzotykach, najliczniej są reprezentowane fauny otwornicowe środkowego eocenu (lutetu i bartonu). W okresie tym panował ciepły, łagodny klimat (Frakes, 1979; Oberhänsli, 1996), który przyczynił się do największego rozwoju oraz zróżnicowania gatunkowego dużych i małych otwornic bentonicznych, a także otwornic planktonicznych. Te korzystne warunki klimatyczne przetrwały do niższej części priabonu i wpłynęły na szerokie rozprzestrzenienie się faun otwornicowych w obrębie biogeograficznej prowincji Tetydy. Analiza rozprzestrzenienia biogeograficznego stwierdzonych w Karpatach dużych i małych otwornic charakterystycznych dla płytkowodnego środowiska sedymentacji węglanowej wskazuje na przynależność tych faun do śródziemnomorskiej części Tetydy (Fleury i in., 1985).

→

Ryc. 7. Charakterystyczne paleośrodowiskowo gatunki małych otwornic bentonicznych „eocenu numulitowego” Tatr: **A** — *Asterigerina campanella* (Gümbel), Suchy Żleb; **B** — *Fabiania cassis* (Oppenheim), Mały Żlebek; **C** — *Spirolina striata* d’Orbigny, Potok Spadowiec; **D** — *Chapmanina gassinensis* (Silvestri), Potok Chłabówka; **E** — *Valvulina terquemi* Le Calvez, Dolina Małej Łąki; **F** — *Mississippina binkhorsti* (Reuss), Suchy Żleb; **G** — *Halkyardia minima* (Liebus), Dolina Małej Łąki; **H** — *Angulogerina muralis* (Terquem), Suchy Żleb; **I** — *Sphaerogypsina globulus* (Reuss), Dolina Małej Łąki; **J** — *Gyroidina magna* Le Calvez, Suchy Żleb

Fig. 7. Environmentally important small benthic foraminifera of the „Nummulitic Eocene” of the Tatra Mts.: **A** — *Asterigerina campanella* (Gümbel), Suchy Gully; **B** — *Fabiania cassis* (Oppenheim), Mały Gully; **C** — *Spirolina striata* d’Orbigny, Spadowiec Stream; **D** — *Chapmanina gassinensis* (Silvestri), Chłabówka Stream; **E** — *Valvulina terquemi* Le Calvez, Mała Łąka Valley; **F** — *Mississippina binkhorsti* (Reuss), Suchy Gully; **G** — *Halkyardia minima* (Liebus), Mała Łąka Valley; **H** — *Angulogerina muralis* (Terquem), Suchy Gully; **I** — *Sphaerogypsina globulus* (Reuss), Mała Łąka Valley; **J** — *Gyroidina magna* Le Calvez, Suchy Gully





Ryc. 8. Charakterystyczne paleośrodowiskowo gatunki małych otwornic bentonicznych „eocenu numulitowego” Tatr: **A** — *Marssonella lodoensis* Israelsky, Dolina Lejowa; **B** — *Haddonnia heissigi* Hagn, Dolina Małej Łąki; **C** — *Gypsina mastelensis* Bursch, Dolina Małej Łąki; **D** — *Clavulina parisiensis* d’Orbigny, Dolina Małej Łąki; **E** — *Rotalia perovalis* (Terquem), Potok Chłabówka; **F** — *Rotalia septifera* (Terquem), Potok Chłabówka; **G** — *Eponides polygonus* Le Calvez, Dolina Lejowa; **H** — *Cibicides praeventratumidus* Mjatluk, Dolina Małej Łąki; **I** — *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob), skałka przy Kapliczce Witkiewicza; **J** — *Asterigerinoides guerichi* (Franke), Suchy Żleb; **K** — *Operculina subgranulosa* d’Orbigny, Potok Chłabówka

Fig. 8. Environmentally important small benthic foraminifera of the “Nummulitic Eocene” of the Tatra Mts.: **A** — *Marssonella lodoensis* Israelsky, Lejowa Valley; **B** — *Haddonnia heissigi* Hagn, Mała Łąka Valley; **C** — *Gypsina mastelensis* Bursch, Mała Łąka Valley 15; **D** — *Clavulina parisiensis* d’Orbigny, Mała Łąka Valley; **E** — *Rotalia perovalis* (Terquem), Chłabówka Stream; **F** — *Rotalia septifera* (Terquem), Chłabówka Stream; **G** — *Eponides polygonus* Le Calvez, Lejowa Valley; **H** — *Cibicides praeventratumidus* Mjatluk, Mała Łąka Valley; **I** — *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob), a klippe above the Witkiewicza Chapel; **J** — *Asterigerinoides guerichi* (Franke), Suchy Gully; **K** — *Operculina subgranulosa* d’Orbigny, Chłabówka Stream

Eocen środkowy. Stwierdzone w profilach „eocenu numulitowego” Tatr numulity z grupy *Nummulites laevigatus-brogniarti* (Bieda, 1963; Kulka 1984b) są charakterystyczne dla północnego brzegu Tetydy — podobnie jak numulity z grupy *Nummulites perforatus*, których wschodni zasięg jest większy niż poprzedniej grupy (Fleury i in., 1985). Alweoliny eocenu środkowego (np. rzadka w utworach „eocenu numulitowego” grupa *Alveolina elliptica*) zachodnim krańcem występowania sięgają Korsyki i Sardynii. Z charakterystycznych dla środowiska węglanowego małych otwornic rodzaje *Fabiania* i *Linderina* mają najszerszy zasięg biogeograficzny, rodzaj *Chapmanina* najdalej na wschodzie był stwierdzony w Iranie, natomiast rodzaj *Halkyardia* sięga wschodnich krańców Indii (Fleury i in., 1985).

Eocen późny. W późnym eocenie (priabonie) nastąpiło wyraźne ograniczenie zasięgów biogeograficznych wielu gatunków i wykształciły się dwie odrębne bioprowincje: zachodnia (tetydzka) i wschodnia (indopacyficzna), stykające się na obszarze Indii (Nagappa, 1959). Dla prowincji zachodniej charakterystyczne jest występowanie takich gatunków numulitów, jak *Nummulites fabianii* (Prever) czy *Nummulites chavannesi* de la Harpe, a z innych rodzajów np. *Grzybowskaia*, *Spiroclypeus*, *Chapmanina* i *Fabiania*. Natomiast indopacyficzny rodzaj *Pellatospira* zachodnią granicą występowania sięgał południa Hiszpanii. Wszystkie wymienione taksony występują nie tylko w profilach „eocenu numulitowego” Tatr i skałek andrychowskich (skałka Targaniczanki i Pańskiej Góry), ale również w egzotykach na obszarze Karpat zewnętrznych.

Podsumowanie

Oprócz zróżnicowanego zespołu dużych otwornic utwory „eocenu numulitowego” Tatr zawierają obfite i zróżnicowane gatunkowo zespoły małych otwornic (bentonicznych i planktonicznych). Zasięgi stratygraficzne tych otwornic potwierdzają sedymentację większości utworów „eocenu numulitowego” Tatr pod koniec środkowego i na początku późnego eocenu. Teza ta znajduje również potwierdzenie w zespołach nanoplanktonu wapiennego (Bartholdy i in., 1999).

Wyniki przeprowadzonej analizy paleośrodowiskowej małych otwornic „eocenu numulitowego” Tatr wskazują, że zespoły małych otwornic korelują się z głównymi biofajami platformy węglanowej Arniego i są odbiciem regionalnych wahań poziomu morza. Analiza paleobiogeograficzna potwierdza przynależność faun dużych i małych otwornic „eocenu numulitowego” do północnego obrzeżenia śródziemnomorskiej Tetydy.

Autorka serdecznie dziękuje panom: Dr J. Chowańcowi za konsultacje merytoryczne, anonimowemu Recenzentowi za konstruktywne uwagi oraz Mgr. inż. M. Borowcowi za pomoc w przygotowaniu graficznych elementów artykułu.

Literatura

ALEXANDROWICZ S. & GEROCZ S. 1963 — Zespół małych otwornic w eocenie tatrzańskim. Roczn. PTG, 33: 219–227.
 ARNI P. 1965 — L' Evolution des *Nummulitinae* en tant que facteur des modifications des dépôts littoraux. Colloque International de Micropaleontologie, Dakar 6–11 mai, 1963. Memoires du BRGM, 32: 7–27.

BARTHOLDY J., BELLAS S., MERTMANN D., MACHANIEC E. & MANUTSOGLU E. 1995 — Fazies-Entwicklung und Biostratigraphie einer Sequenz eoziäner Sedimente im Steinbruch Pod Capkami, Tatra Gebirge, Polen. Berliner Geowissenschaftliche Abh., E 16: 409–425.
 BATHOLDY J., BELLAS S., ČOSOVIĆ V., PREMEC FUČEK V. & KEUPP H. 1999 — Processes controlling Eocene mid-latitude larger foraminifera accumulations: modelling of the stratigraphic architecture of a fore-arc basin (Podhale basin, Poland). Geol. Carpath., 50: 435–448.
 BERGGREN W.A., KENT D.V., SWISHER C.C. III & AUBRY M.-P., — A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. [W:] Berggren W.A., Kent D.V., Aubry M.-P. & Hardenbol J. (eds.), Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogist Sp. Publication, 54: 129–212.
 BERGGREN W.A. & PEARSON P.N. 2005 — A revised tropical to subtropical Paleogene planktonic foraminiferal zonation. J. Foraminiferal Res., 35: 279–298.
 BIEDA F. 1963 — Duże otwornice eocenu tatrzańskiego. Pr. Inst. Geol., 37.
 BIEDA F. 1968 — Formacja numulityczna w zachodnich Karpatach fliszowych. Roczn. PTG, 38: 233–262.
 DECROUZET D. & LANTERNO E. 1979 — Les “Bancs a Nummulites” de l'Éocène Mésogéen et leurs implications. Archives des Sciences Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, 32: 67–89.
 FLEURY J.-J., BIGNOT G., BLONDEAU A. & POIGNANT A. 1985 — Biogéographie de Foraminifères benthiques du Sénonien à l'Éocène supérieur. Bull. Soc. Géol. France, 8(1/5): 757–770.
 FRANKS L.A. 1979 — Climates throughout geologic time. Elsevier, Amsterdam.
 GARECKA M. 2005 — Calcareous nannoplankton from the Podhale Flysch (Oligocene-Miocene, Inner Carpathians, Poland). Stud. Geol. Pol., 124: 353–369.
 GHOSE B.K. 1977 — Paleocology of cenozoic reefal foraminifera and algae — a brief review. Paleogeogr., Paleoclim., Paleocool., 22: 231–256.
 GŁAZEK J., PRZYBYCIN A. & SOCHACZEWSKI A. 1998 — Tufit wśród zlepieńców górnioeocenyjskich Tatr i jego znaczenie stratygraficzne. Prz. Geol., 46: 622–629.
 KULKA A. 1984 — Problematyka poziomów numulitowych w polskich Karpatach. Biul. Inst. Geol., 346: 161–165.
 KULKA A. 1985 — Arni sedimentological model in the Tatra Eocene. Kwart. Geol., 29: 31–64.
 LUTERBACHER H. 1984 — Paleocology of Foraminifera in the Paleogene of the Southern Pyrenees. [W:] Oertli H.J. (ed.) Benthos '83; 2nd International Symposium on Benthic Foraminifera (Pau, April 1983). Elf Aquitaine, Esso REP and Total CFP, Pau and Bordeaux, 1984: 389–391.
 LUTERBACHER H.P., ALI J.R., BRINKHUIS H., GRADSTEIN F.M., HOOKER J.J., MONECHI S., OGG J.G., POWELL J., RÖHL U., SANFILIPPO A. & SCHMITZ B. 2004 — The Paleogene Period. [In:] Gradstein F., Ogg J. & Smith A. (eds.), A Geologic Time Scale. Cambridge: 384–408.
 MARTINI E. 1971 — Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. Proceedings of 2nd Planktonic Conference, Roma, 2: 739–785.
 NAGAPPA Y. 1959 — Foraminiferal biostratigraphy of the Cretaceous-Eocene succession in the India-Pakistan-Burma region. Micropaleontology, 5: 145–192.
 OBERHÄNSLI H. 1996 — Klimatische und ozeanographische Veränderungen im Eozän. Z. Deutsch. Geol. Ges., 147: 303–413.
 OLEMPKA E. 1973 — The genus *Discocyclus* (Foraminiferiada) from the Eocene of the Tatra Mts, Poland. Acta Palaeont. Pol., 18: 71–87.
 OLSZEWSKA B. & WIECZOREK J. 1998 — The Paleogene of the Podhale Basin (Polish Inner Carpathians) — micropaleontological perspective. Prz. Geol. 46: 721–728.
 RONIEWICZ P. 1969 — Sedymentacja eocenu numulitowego Tatr. Acta Geol. Pol., 19: 503–587.
 SERRA-KIEL J., HOTTINGER L., CAUS E., DROBNE K., FERRÁNDEZ C., JAUHRI A.K., LESS G., PAVLOVEC R., PIGNATTI J., SAMSÓ J.M., SCHAUB H., SIREL E., STROUGO A., TAMBAREAU Y., TOSQUELLA J. & ZAKREWSKAYA E. 1998 — Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. Bull. Soc. Géol. France, 169: 281–299.

Praca wpłynęła do redakcji 02.06.2009 r.
 Po recenzji akceptowano do druku 16.07.2009 r.