

## PORÓWNANIE ZESPOŁÓW OTWORNICOWYCH POKLADOWEGO I BRYŁOWEGO ZŁOŻA SOLI W WIELICZCE

Ewa Łuczowska<sup>1</sup> & Jan Rolewicz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instytut Geologii i Surowców Mineralnych Akademii Górniczo-Hutniczej, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

<sup>2</sup>*Przedsiębiorstwo Geologiczne, ul. Berczyńska 39, 03-908 Warszawa*

Łuczowska, E. & Rolewicz, J., 1990. Porównanie zespołów otwornicowych pokładowego i bryłowego złoża soli w Wieliczce. Comparison between assemblages of foraminifers from the Stratified Salt Member and the Salt Breccia Member from Wieliczka. (In Polish, English summary). *Ann. Soc. Geol. Polon.*, 60: 149-168

**Abstract:** The salt megabreccia and the stratified salt deposits from Wieliczka differ one from the other in their content of microfauna. The stratified deposits are devoid of microfauna, except for the rocks in its topmost part which yielded redeposited foraminiferal assemblages of a shallow environment, derived from deposits corresponding to the upper part of the Skawina beds. The salt megabreccia contains rich microfauna typical of the Skawina beds. Most often it represents the *Uvigerina costai* Zone of mid Badenian (Wielician), and less commonly the *Candorbulina suturalis* Zone of lower Badenian (Moravian). These assemblages are very diverse and thus different from the poor ones occurring in the autochthonous Skawina beds underlying the salt deposits in the vicinity of Wieliczka. They are much more similar in composition to the assemblages known from the Miocene deposits involved in thrusts together with the Carpathian flysch, for instance in vicinity of Bochnia.

*Manuscript received 12 May 1987, revision accepted 25 May 1989*

**Abstrakt:** Badania występowania zespołów mikrofauny otwornicowej w złożu pokładowym i bryłowym Wieliczki wykazały, że są one pod względem mikrofaunistycznym różne. Złoże pokładowe jest przeważnie pozbawione mikrofauny, a jedynie w górnej części znaleziono płytkowodną, redeponowaną mikrofaunę, pochodzącą z górnej części warstw skawińskich. Złoże bryłowe zawiera bogatą mikrofaunę typową dla warstw skawińskich, reprezentującą najczęściej poziom *Uvigerina costai* środkowego badenianu (wielicianu) i rzadziej poziom *Candorbulina suturalis* dolnego badenianu (morawianu). Zespoły te są znacznie bogatsze od tych, jakie występują lokalnie w autochtonicznych utworach podsolnych, bardziej są natomiast zbliżone do zespołów z *Candorbulina suturalis* i z *Uvigerina costai* występujących w utworach miocenu nasuniętych wraz z fliszem wzdłuż brzegu Karpat, np. w okolicach Bochni.

## WSTĘP

Stratygrafia złoża solnego Wieliczki (Fig.1) stanowi ostatnio przedmiot zainteresowania ze względu na nowe koncepcje dotyczące jego genezy i zagadnień litologiczno-sedymentacyjnych. Koncepcji uznającej kontakt tektoniczny pomiędzy złożem pokładowym i nadległym złożem brylowym, którą przyjmowała większość autorów (Gaweł, 1962; Poborski, 1965; Poborski & Skoczylas-Ciszewska, 1963; Olewicz, 1968; Garlicki, 1968a, 1968b, 1975, 1979), została przeciwstawiona inna koncepcja powstania złoża brylowego, w myśl której obecna jego nadległa pozycja jest następstwem ciągłości sedymentacyjnej w tym samym zbiorniku. W wyniku wielkoskalowych podmorskich ruchów masowych pod koniec osadzania się soli spizowych złoża pokładowego nastąpiło gwałtowne zrywanie klifowego brzegu południowego skrzydła basenu, na skutek czego materiał osuwiskowy utworzył potężne ławice olistostromowe, budujące złożo brylowe (Kolasa & Ślącza, 1984, 1985, 1986).



Fig. 1. Mapa osadów solonośnych w rejonie Wieliczka-Bochnia i rozmieszczenie omawianych wiercń. 1 — osady solne w jednostce nasuniętej; 2 — północny brzeg Karpat; 3 — otwory wiertnicze (z Garlickiego, 1975)

Fig. 1. Map showing position of salt bearing deposits in Wieliczka-Bochnia region. 1 — salt deposits in overthrust unit; 2 — northern margin of the Carpathians; 3 — boreholes (after Garlicki, 1975)

Warto przypomnieć, że dawniejsza koncepcja tektonicznego pochodzenia złoża brylowego nie wykluczała rozwoju utworów olistostromowych w złożu pokładowym i brylowym, o czym pisali Charysz i Wiewiórka (1974) oraz Alexandrowicz (1975). Zakładała ona jednak, że rozwój tych utworów miał miejsce w znacznie bardziej na południe wysuniętych częściach basenu, a formowanie się złoża brylowego nastąpiło nie później niż w czasie odpowiadającym okresowi sedymentacji najwyższych części złoża pokładowego. Złożo brylowe zgodnie z tą koncepcją zostało nasunięte na

pokładowe jeszcze przed kosowianem, a więc pod koniec wielicianu.

Tak więc obydwie koncepcje różnią się co do czasu formowania się złoża bryłowego, jego pozycji w profilu stratygraficznym, wpływu późniejszych zjawisk tektonicznych na formowanie się obecnej postaci złoża. Autorzy niniejszej pracy podjęli próbę naświetlenia problemu pochodzenia złoża bryłowego na podstawie badań mikrofauny otwornicowej.

W utworach solnych Wieliczki występuje liczna miocenska mikrofauna, znana od przeszło stu dwudziestu lat, tj. od czasu opublikowania pierwszej pracy Reussa (1867) na temat otwornic ilów solnych Wieliczki. Od tego czasu mikrofauna ta nie doczekała się szerszego opracowania, z wyjątkiem kilku przyczynkowych prac: Małeckiego (1954), Łuczowskiej (1967, 1978), Alexandrowicza (1975). Wobec skąpych informacji zainteresowanie mikrofauną złoża Wieliczki jest nadal duże. Duża jest również ilość materiałów porównawczych, co skłoniło autorów do zbadania zmienności zespołów otwornic w kolumnie stratygraficznej złoża, a tym samym porównania tych zespołów między złożem pokładowym i bryłowym.

## OGÓLNY PROFIL LITOLICZNY ZŁOŻA SOLNEGO W WIELICZCE I OKOLICY

Utwory solne Wieliczki generalnie dzielą się na niżej leżące złoże pokładowe i nadległe złoże bryłowe. Podścielają je ilowce margliste warstw skawińskich, w części stropowej przechodzące w piaskowce lub zlepieńce (np. w otworach eksploatacyjnych 1022 i 1023). Złoże bryłowe jest przykryte utworami ilowcowymi warstw chodenickich.

Złoże pokładowe jest wykształcone w postaci naprzemianległych pokładów soli oraz piaskowców i ilowców z anhydrytami. Początek sedymentacji złoża wyznaczają ilowce podsolne z gipsem i anhydrytem oraz sole (Wiewiórka, 1974) z przerostami mułowców i piaskowców typu olistostromowego (Charysz & Wiewiórka, 1976). Wyżej leżą kolejno sole zielone, szybikowe i spizowe, które w górnej części wykazują różnego typu struktury sedymentacyjne, jak warstwowanie przekątne, riplemarki prądowe i utwory olistostromowe, które Kolasa i Ślącza (1986) wiąże z powstaniem całego kompleksu bryłowego. W tej najwyższej części soli spizowych występuje charakterystyczny utwór w postaci tzw. „makowicy”, tj. soli silnie zanieczyszczonej materiałem terygenicznym.

Złoże bryłowe jest utworzone z mułowców i ilowców, w których tkwią rozproszone, różnie wykształcone okruchy, bryły i bloki soli (Kolasa & Ślącza, 1986), a także duże bloki różnorodnych skał. W ilowcach laminowanych już Alexandrowicz (1975) zauważył struktury olistostromowe, a Kolasa i Ślącza (1986) rozpatrują całe złoże bryłowe jako utwór olistostromowy.

Złoże solne Wieliczki należy do wąskiego pasa solonośnego, ciągnącego się równoleżnikowo wzdłuż brzegu Karpat, na obszarze od Baryczy na

zachodzie poprzez Łęzkowice, Siedlec do Bochni na wschodzie. Liczne wiercenia na tym obszarze wykazały, że utwory solne należą w części do autochtonicznej serii miocenu na przedpołu Karpat i pod Karpatami (np. w złożu Łęzkowice i Siedlec), w części zaś stanowią element allochtoniczny, wraz z nasuniętymi wzdłuż brzegu Karpat utworami miocenu (np. w Wieliczce i Bochni, Fig. 10; patrz wskazane na wstępie pozycje literatury).

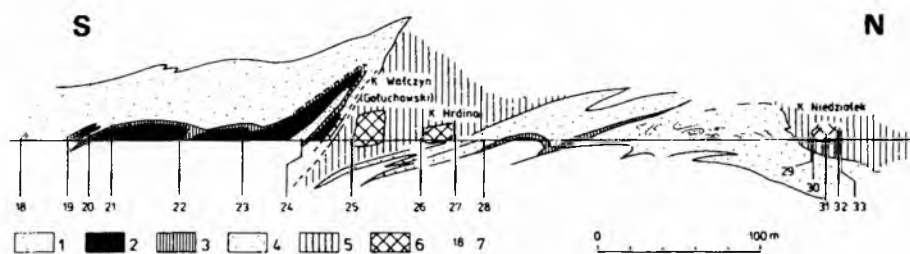


Fig. 2. Profil poprzeczni Walczyn (poziom III) wg Gawła (1962). 1 — piaskowiec „podsolny”; 2 — sole zielone pokładowe; 3 — sól szybikowa; 4 — sole spizowe; 5 — otwory bezsolne złoża bryłowego; 6 — bryły soli w złożu bryłowym; 7 — miejsca pobrania prób; *K* — komora

Fig. 2. Profile of gallery Walczyn (level III), after Gawel (1962). 1 — sandstone; 2 — green laminated salts; 3 — „shaft” salts; 4 — Spiza salts; 5 — barren deposits of Salt Breccia Member; 6 — boulders of salt in Salt Breccia Member; 7 — location of samples; *K* — chamber

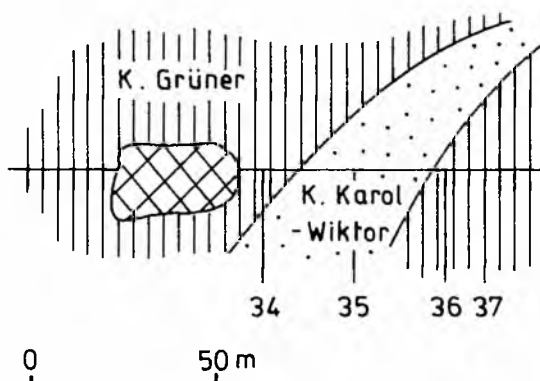


Fig. 3. Fragment profilu poprzeczni Kaniów. Objasnienia jak na Fig. 2  
Fig. 3. Fragment of profile of gallery Kaniów. Explarations as in Fig. 2

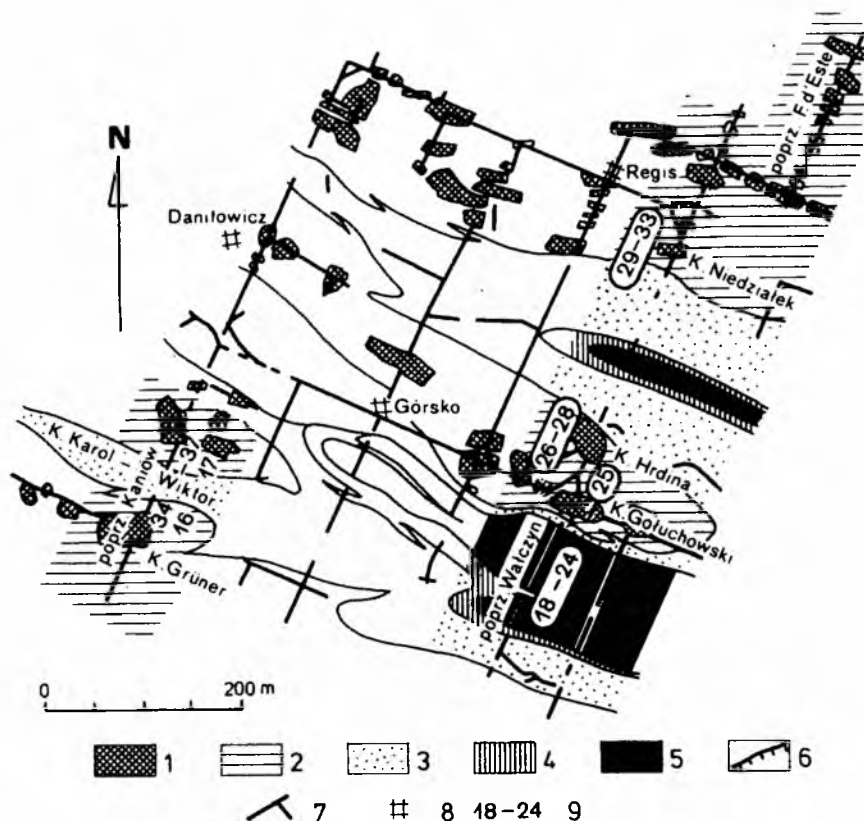


Fig. 4. Plan kopalniany poziomu III wg Gawła (1962). 1 — bryły soli w złożu brylowym; 2 — utwory bezsolne złoża brylowego; 3 — sole spizowe; 4 — sole szybikowe; 5 — sole zielone pokładowe; 6 — granica nasunięcia karpackiego; 7 — chodniki; 8 — szyby; 9 — orientacyjna lokalizacja opróbowania

Fig. 4. Sketch-map of level III, after Gawel (1962). 1 — boulders of salt in the Salt Breccia Member; 2 — barren deposits of Salt Braccia Member; 3 — Spiza salts; 4 — „shaft” salts; 5 — green laminated salts; 6 — northern limit of Carpathian overthrust; 7 — galleries; 8 — shafts; 9 — approximate location of samples

## MATERIAL

Opróbowaniu poddano około 30 odsłoneń w kopalni i pobrano około 50 prób z wierceń w okolicy Baryczy. Wykorzystano także materiał archiwalny Zakładu Paleontologii Akademii Górniczo-Hutniczej, pochodzący z kopalni i z wierceń, w liczbie około 40 prób. Z ogólnej liczby około 120 prób, 67 zawierało mikrofaunę.

Z materiału archiwalnego wzięto pod uwagę przede wszystkim szereg prób pobranych przez E. Łuczrowską w różnym czasie przy okazji wycieczek do kopalni. Są to próbki 1 do 17 z poprzeczni Mina, Rarańcza, Kunegunda

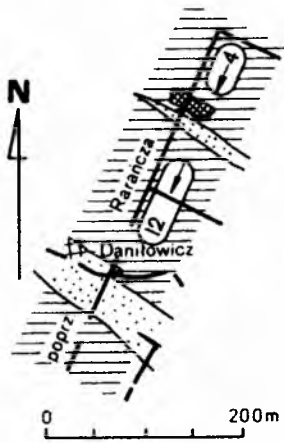


Fig. 5. Plan kopalniany poziomu II dolnego wg Gawła (1962). Objasnienia jak na Fig. 4

Fig. 5. Sketch-map of level II (lower), after Gawel (1962). Explanations as in fig. 4

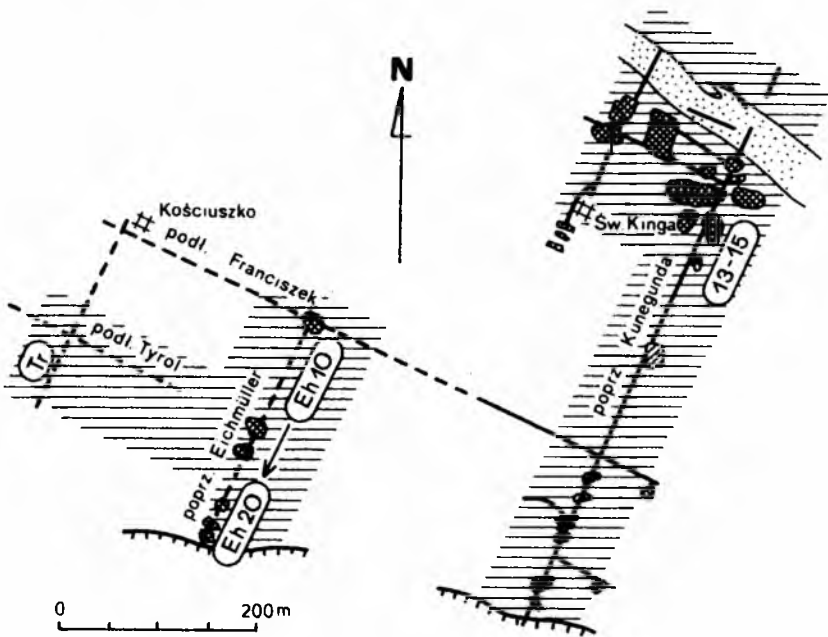


Fig. 6. Plan kopalniany poziomu II (gornego) wg Gawła (1962). Objasnienia jak na Fig. 4

Fig. 6. Sketch-map of level II (upper), after Gawel (1962). Explanations as in Fig. 4

i Kaniów. Kolejne próby od numeru 18 do 37 pobrane zostały w latach pięćdziesiątych przez pracowników dawnej Katedry Paleontologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, według profilu Gawła (1962) i pod jego kierunkiem, z poprzeczni Walczyn i Kaniów. Lokalizację tych prób zaznaczono na pro-



filach tych poprzeczni. (Fig. 2 i 3), które orientacyjnie zaznaczono na planie kopalnianym III poziomu (Fig. 4). Opróbowanie poprzeczni Rarańcza i Kunegunda zaznaczono również orientacyjnie na planie II poziomu (Fig. 5 i 6). Wykaz oznaczonych gatunków otwornic z tych materiałów zamieszczono w Tabeli 1. Lista prób podana jest poniżej.

### PRÓBKI ARCHIWALNE

Poziom IV, początek chodnika Mina, poprzeczna N, piaskowce podsolne i mulowce z anhydrytem, złoże pokładowe (próbki 1 — 3):

- 1 — lewa ściana nad piaskowcem podsolnym, pod solami zielonymi,
- 2 — ily między pokładami soli zielonej,
- 3 — piaskowce podsolne poniżej,

Poziom II niższy, poprzeczna Rarańcza, chodnik N, złoże bryłowe, (Fig. 5) (próbki 4 — 12):

- 4 — czoło chodnika, zubry, bryły ilów wielkości 1 — 3 m, szare zbite, tkwiące w solach,
- 5, 7 — ilowce szare, zbite, po prawej stronie chodnika,
- 6 — bryła ilowca, częściowo laminowana, po prawej stronie chodnika,
- 8 — ilowce laminowane w ścianie po prawej stronie chodnika,
- 9 — 12 — bryły ilowca tkwiące w soli,

Poziom II wyższy, poprzeczna Kunegunda, złoże bryłowe (Fig. 6, próbki 13 do 15):

- 13, 14 — bryły ilów na N od komory Pieskowa Skala,
- 15 — bryła ilowca w ścianie po lewej stronie, między komorą Staszica a kaplicą św. Kingi, za kaplicą u góry.

Poziom III, poprzeczna Kaniów, złoże bryłowe i strop pokładowego (Fig. 4, próbki 16 i 17):

- 16 — bryły ilowca na S od soli spizowej, między komorami Karol Wiktor i Grüner,
- 17 — Komora Karol Wiktor, makowica w soli spizowej, z licznymi żwirkami skał karpaccich i ilów mioceńskich.

Poprzeczna Walczyn, kontakt złoże pokładowego (próbki 18 — 24) ze złożem bryłowym (próbki 25 — 33) (Fig. 2):

- 18 — Walczyn S, wkładki ilów w soli spizowej,
- 19 — Walczyn S, ily podstawowe pod I spizą,
- 20 — Pokład Mayera,
- 21 — ily między I i II solą zieloną pod pokładem Mayera,
- 22 — ily pod III solą zieloną u czoła zafaldowania Mayera,
- 23 — ily na wprost chodnika podłużnego, północnego,
- 24 — piaskowiec,
- 25 — komora Walczyn, zuber dolny,
- 26 — komora Hrdina, strona S, ily otaczające bryły soli zielonej,
- 27 — komora Hrdina, zubry między solą spizową a bryłą soli zielonej,
- 28 — ily w spizie drugiej, na N od zejścia Sulkowskiego,
- 29 — komora Niedziałek, zuber nadległy z bryły soli zielonej,
- 30 — komora Niedziałek, strona S,
- 31 — komora Niedziałek, strona NE,
- 32, 33 — komora Niedziałek, strona N,



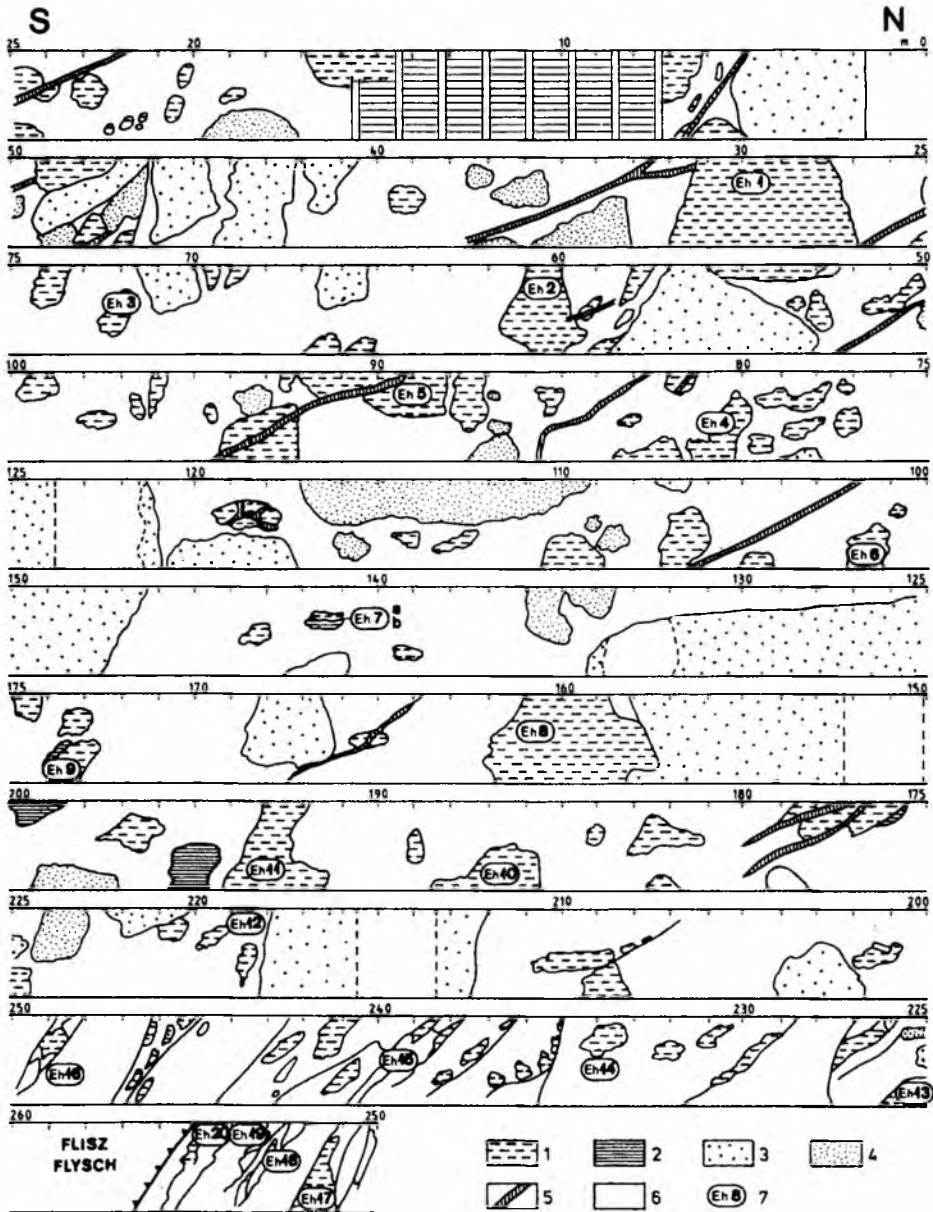


Fig. 7. Profil zachodniego odcisu poprzeczni Eichmüller (poziom II górny) wg Rolewicza (1986). 1 — ilowce margliste (warstwy skawinijskie); 2 — ilowce laminowane; 3 — sole brylowe, typowe; 4 — sole brylowe, wielkoziarniste; 5 — sole włókniste; 6 — Zubry, ilowce solne; 7 — miejsca opróbowania

Fig. 7. Profile of western wall of gallery Eichmüller (level II, upper), after Rolewicz (1986). 1 — marly claystones (Skawina beds); 2 — laminated claystones; 3 — salt boulders, typical; 4 — salt boulders, coarse-grained; 5 — fibrous salt; 6 — Zuber salt, salt claystones; 7 — location of samples

Poprzeczna Kaniów, ily złoża bryłowego otaczające sole spizowe (Fig. 3, próbki 34 — 37):

- 34 — najwyższe ily nadkładowe,
- 35 — komora Karol Wiktor, sól spizowa ze żwirkami skał karpaccich i mioceńskich, „makowica”,
- 36 — komora Karol Wiktor, ily szare z fauną, na kontakcie z solami spizowymi,
- 37 — komora Karol Wiktor, pokład soli spizowej.

### MATERIAŁY POBRANE DO NINIEJSZEGO OPRACOWANIA

Poprzeczna Eichmüller, złoże bryłowe (Fig. 6, próbki Eh 1 do Eh 20). Próbki oznaczone numerami Eh1 do Eh20 pobrane zostały przez J. Rolewicza z poziomu II wyższego znajdującego się w zachodniej części złoża. Ich szczegółową lokalizację podano na szkicu zachodniego odcisu poprzeczni (Fig. 7). Próbki Eh7a i Eh7b pobrano w miejscu kontaktu sedymentacyjnego iłowca laminowanego i marglistego.

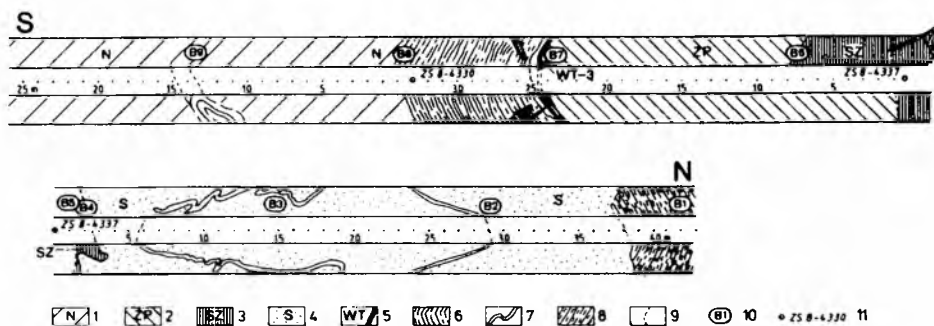


Fig. 8. Profil odcisów poprzeczni Barycz (poziom VIII) wg M. Furowej (archiwum kopalni). 1 — sól najstarsza; 2 — zespół soli zielonych pokładowych; 3 — sole szybkowe; 4 — sole spizowe; 5 — wkładka tuftowa; 6 — piaskowiec „podsolny”; 7 — sól włóknista; 8 — iłowiec stropowy; 9 — granice kompleksów; 10 — miejsca pobrania próbek; 11 — punkty geodezyjne

Fig. 8. Wall profile of gallery Barycz (level VIII), after M. Furowa (archive of the mine). 1 — oldest salt; 2 — complex of green laminated salt; 3 — „shaft” salt; 4 — Spiza salt; 5 — tuffite layer; 6 — sandstone; 7 — fibrous salt; 8 — roof claystons; 9 — limits of complexes; 10 — location of samples; 11 — mine surveying points

Podłużnia Tyrol, podłużnia Franciszek, poprzeczna Kunegunda, złoże bryłowe (Fig. 6 próbka Tr). Próbkę Tr pobrano w podłużni Tyrol z otoczenia wkładki tuftowej WT1 w złożu bryłowym, kilkaset m od poprzeczni Eichmüller (Fig. 6). Kilka próbek pobrano również z iłowca laminowanego z podłużni Franciszek i poprzeczni Kunegunda (część S) na poziomie II.

Poprzeczna Barycz, złoże pokładowe (Fig. 8). Opróbowano poprzeczną Barycz, znajdującą się na poziomie VIII, obejmującą prawie pełny profil złoża pokładowego, od soli zielonych do spizowych. Pobrano 8 próbek z ważniejszych przerostów płonnych.

Wiercenie H-11, 1022 i 1023, złoże pokładowe. Niezależnie od materiałów z kopalni opróbowano częściowo trzy wiercenia, a mianowicie: otwór badawczy H-11, położony w centralnej części kopalni i dwa otwory eksploatacyjne 1022 i 1023, zlokalizowane w pobliżu Baryczy. Z wiercenia H-11 pobrano 22 próbki z interwału 106 — 152 m, to jest z części

należącej do centralnej partii złoża bryłowego, około 35 m poniżej stropu złoża. Utwory te reprezentują iłowce margliste, szare, silnie spękane i zlustrowane, żyły i konkretje gipsu, zubry różnego typu, naprzemianległe z iłowcem oraz sól gruboziarnista, zanieczyszczona iłowcem marglistym i sól zieloną, bryłową.

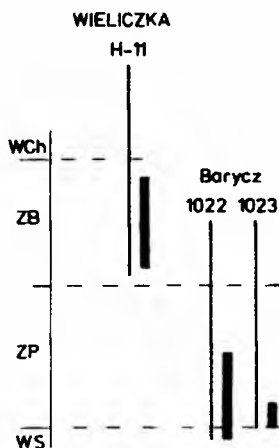


Fig. 9. Pozycja stratygraficzna opróbowanych fragmentów otworów H-11, 1022/86, 1023/85. WS — warstwy skawinińskie; ZP — złożo pokładowe; ZB — złożo bryłowe; WCh — warstwy chodenickie; o — opróbowanie

Fig. 9. Stratigraphic position of investigated parts of borehole sections H-11, 1022/86 and 1023/85. WS — Skawina beds; ZP — Stratified salt member; ZB — Salt Breccia Member; WCh — Chodenice beds; o — sampled levels

## WYNIKI BADAŃ

Z przedstawionych badań wynika, że w przerostach płonnych złoża pokładowego nie ma mikrofauny. Wykazały to badania próbek 18 do 24 z poprzeczni Wałczyn, próbek 1 do 3 z chodnika Mina, ośmiu próbek z poprzeczni Barycz oraz próbek z otworów eksploatacyjnych 1022 i 1023 w Baryczy. Jedynie w stropowej części złoża pokładowego (poprzecznia Kaniów, próbka 17 i poprzecznia Wałczyn, próbka 35) napotkano mikrofaunę płytkowodną występującą w tzw. makowicy. W zespołach tych przeważają otwornice należące do rodzajów *Elphidium*, *Borelis*, *Dendritina* i *Quinqueloculina div. sp.* Fauna płytkowodna występuje również w górnej części soli spizowych (poprzecznia Kaniów, próbka 28). W wymienionych próbkach występuje też takson przewodni dla wielicianu *Uvigerina costai*.

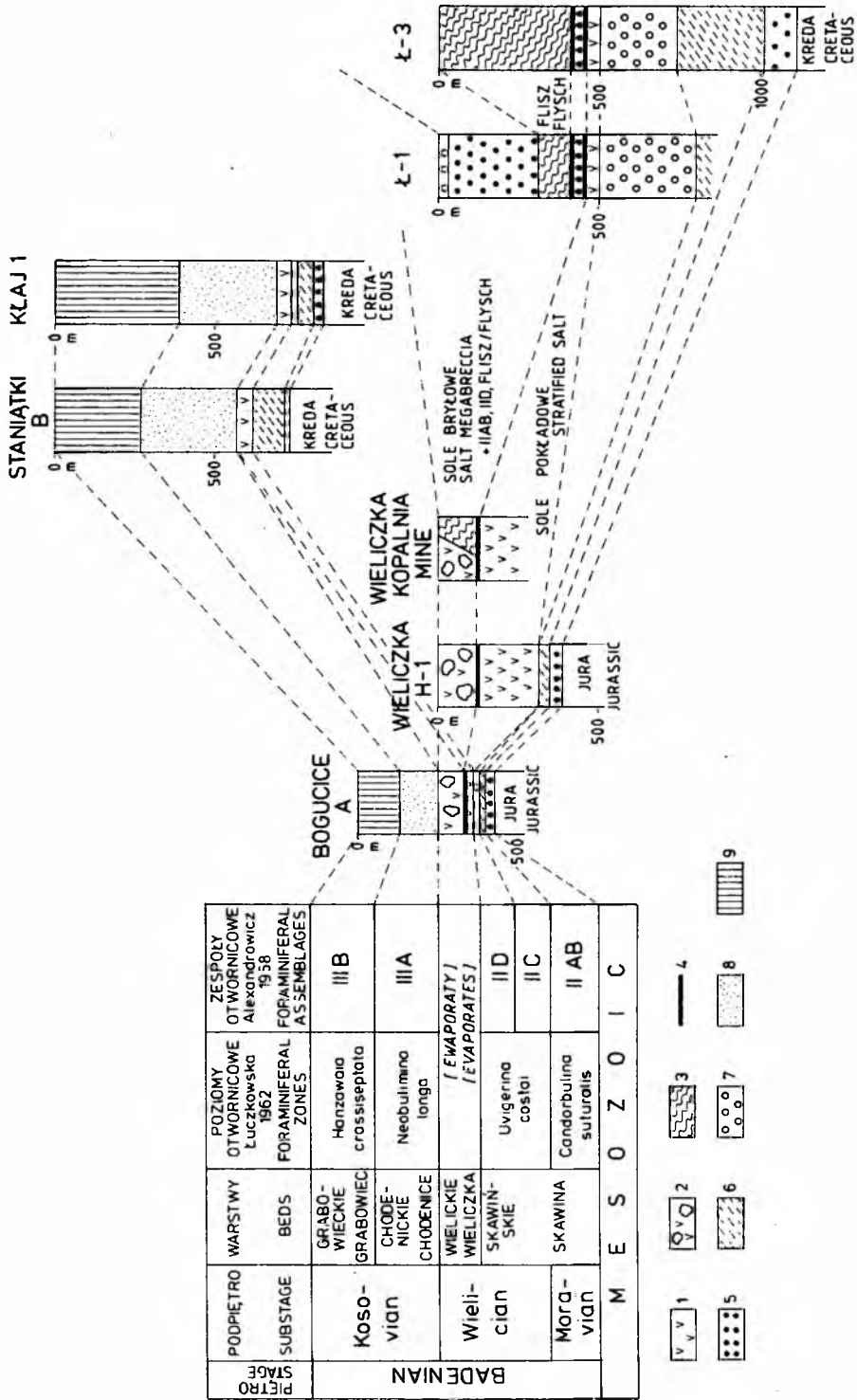
W złożu bryłowym natomiast występuje z reguły bogata mikrofauna. Z niewielkimi wyjątkami przedstawia ona zespoły różnych facji poziomu *Uvigerina costai*, reprezentującego utwory podsolne (Luczkowska, 1964, 1978). Znajdowano je w zubrach i bryłach iłowcowych z poprzeczni Rarańcza (próby 4 do 9 i 11, 12), poprzeczni Kunegunda (próby 13 do 15), poprzeczni

Kaniów (próba 16), poprzeczni Wałczyn (próby 25 do 27 i 29 do 33), poprzeczni Eichmüller (próby Eh1 do Eh10 i Eh12 do Eh18), a także w siedemnastu próbach z wiercenia H-11. Ogółem na 67 próbek z mikrofauną 60 zawierało zespoły z *Uvigerina costai* (II D). Tego typu zespoły są tak pospolicie spotykane i tak typowe dla kopalni, że posłużyły do wydzielenia stratotypu podpiętra wielician w poprzeczni Rarańcza (Łuczowska, 1978). Również Alexandrowicz (1963) uznał je za reprezentacyjne dla kopalni, nadając im nazwę „zespołu wielickiego”. Zespół wielicki odpowiada wydzielonemu również przez tego autora (1958) zespołowi II D, reprezentującemu górną część warstw skawińskich.

Zespoły z *Uvigerina costai* różnią się między sobą przede wszystkim wartością otwornic planktonicznych, których ilość waha się od 30 — 100%, przy czym trafiają się również próbki bez tych otwornic (np. w poprzeczni Kunegunda i Kaniów) lub takie, które zawierają prawie wyłącznie otwornice planktoniczne. Spotyka się również zespoły o dominacji innych otwornic np. piaszczystych *Spiroplectamina carinata*, *S. serrata*, *Alveolophragmium crassum*, *Pseudotriplasia minuta*, *P. plana* albo o przewadze różnych gatunków *Bulimina* i *Uvigerina*: *Bulimina elongata*, *B. gibba*, *B. inflata*, *B. striata*, *Caucasina gutsulica*, *Uvigerina asperula*, *U. brunnensis*, *U. costai*, *U. pudica*. Niektóre zespoły zawierają liczne miliolidy i inne formy płytkowodne np.: *Quinqueloculina akneriana*, *Q. pygmea*, *Q. suturalis*, *Q. regularis*, *Pyrgo amphiconica*, *P. truncata*, *Elphidium flexuosum*, *E. macellum*.

Mimo tych różnic w zespołach, pewne taksony w zmiennych stosunkach ilościowych spotyka się w większości próbek reprezentujących poziom *Uvigerina costai*. Są to: *Spiroplectamina carinata*, *Quinqueloculina akneriana*, *Globigerina bulloides*, *G. decoraperta*, *G. apertura*, *G. concinna*, *G. diplostoma*, *Sphaeroidina bulloides*, *Bolivina dilitata*, *Stilostomella adolphina*, *Bulimina elongata*, *B. gibba*, *B. inflata*, *B. striata*, *Uvigerina asperula*, *U. brunnensis*, *U. costai*, *U. pudica*, *Fursenkoina schreibersiana*, *Caucasina gutsulica*, *Valvulineria complanata*, *Cibicides lobatulus*, *Cibicidoides ungerianus*, *Pullenia miocenica*, *Melonis soldanii*. Dość rzadko natomiast spotyka się przewodnie dla tego poziomu gatunki otwornic piaszczystych *Pseudotriplasia minuta* i *P. plana*.

Do zupełnej rzadkości można zaliczyć znalezienie w złożu bryłowym próbek zawierających mikrofaunę starszą, pochodzącą z dolnego badenianu, podpiętra morawian, poziomu *Candorbulina suturalis* (Łuczowska, 1964, 1978). Spośród przebadanych próbek mikrofaunę starszą reprezentuje próbka 10 z chodnika Rarańcza i być może próbka Eh-11 z poprzeczni Eichmüller. Również w wierceniu H-11, na głębokości 106 — 107,5 m występuje *Candorbulina suturalis* i inne elementy starszej mikrofauny, jednak łącznie z formami typowymi dla poziomu *Uvigerina costai* (np. *Uvigerina pudica*, *Bulimina striata*, *Silostomella adolphina*). Również



Alexandrowicz (1975) notuje występowanie zespołu II AB (należącego do poziomu *Candorbulina suturalis*) w utworach mioceńskich z poprzeczni Kungunda.

## PORÓWNANIE ZESPOŁÓW OTWORNICOWYCH MIOCENU WIELICZKI I OKOLICY

W związku z występowaniem licznej mikrofauny w złożu bryłowym i prawie zupełnym jej brakiem w złożu pokładowym, nasuwają się dwa pytania: (1) jakiego wieku jest ta mikrofauna i (2) skąd pochodzi oraz jaki jest jej stosunek do mikrofauny tego samego wieku występującej w bliższej i dalszej okolicy.

Jeżeli chodzi o wiek, to nie ulega wątpliwości, że badana mikrofauna reprezentuje dwa podpiętra badenianu: w bardzo małym procencie morawian, poziom *Candorbulina suturalis* i w znacznej większości wielician, poziom *Uvigerina costai*. Zespołów kosowianu w badanych próbkach nie stwierdzono.

Problem pochodzenia tej mikrofauny może naświetlić porównanie jej z analogicznymi zespołami z wierceń wykonanych w samej Wieliczce oraz w jej okolicy. Dane dotyczące wykształcenia litologicznego oraz miąższości poszczególnych jednostek stratygraficznych w tych otworach, a także następstwo występowania w nich różnych zespołów otwornic przedstawiono na Figurze 10.

W wierceniu H-1 w Wieliczce, w utworach podsolnych, występują kolejno utwory z *Candorbulina suturalis* należące do morawianu i utwory z rzadkimi przedstawicielami poziomu *Uvigerina costai* (zespołu II C; Alexandrowicz, 1958) należące do wielicianu (Łuczkowska, 1987). W złożu pokładowym w tym profilu brak mikrofauny lub spotyka się pojedyncze okazy otwornic mioceńskich i fliszowych na wtórnym złożu. W stropie tych warstw

Fig. 10. Korelacja zespołów otwornicowych w kopalni w Wieliczce i w profilach okolicznych wierceń. 1 — sole pokładowe; 2 — sole bryłowe; 3 — utwory fliszu nasuniętego; 4 — niezgodność tektoniczna; 5 — zespół IIAB; 6 — zespół IIC; 7 — zespół IID; 8 — zespół IIIA; 9 — zespół IIIB. Uwaga: Bogucice A, Wieliczka H1, Wieliczka kopalnia, Łapczyca-1 i Łapczyca-3 reprezentują profile obejmujące utwory miocenu autochtonicznego oraz nasuniętego wraz z fliszem; Staniątka B i Klaj-1 reprezentują utwory miocenu autochtonicznego, położone na N od brzegu Karpat

Fig. 10. Correlation of foraminiferal assemblages in the mine Wieliczka and in neighbouring borehole profiles. 1 — stratified salt; 2 — salt megabreccia; 3 — overthrust flysch; 4 — tectonic contact; 5 — assemblage IIAB; 6 — assemblage IIC; 7 — assemblage IID; 8 — assemblage IIIA; 9 — assemblage IIIB. Remark: Bogucice A, Wieliczka H1, Wieliczka mine, Łapczyca-1 and Łapczyca-3 are profiles including autochthonous Miocene deposits and those overthrust with the Carpathian flysch; Staniątka B and Klaj-1 represent autochthonous Miocene deposits north of Carpathian overthrust limit

występują piaskowce około 20 m miąższości z nieliczną mikrofauną płytkowodną, analogiczną do tej, jaka występuje w górnej części złoża pokładowego w kopalni („makowica”). Natomiast w wyżej leżącym złożu bryłowym w omawianym profilu występuje bogata mikrofauna z *Uvigerina costai* i *Pseudotriplasia* (zespół II D wg Alexandrowicza, 1958). W górnej części tych utworów znaleziono liczne *Candorbulina suturalis* (zespół II AB wg Alexandrowicza). Te bogate zespoły są identyczne z tymi, które występują w złożu bryłowym w kopalni.

W profilu wiercenia Bogucice A, położonego na NW od Wieliczki (Fig. 1), w utworach podsolnych ponad utworami z *Candorbulina suturalis* występują również utwory z bardziej lub mniej licznymi otwornicami planktonicznymi reprezentującymi zespół II C. Wyżej pojawia się typowy dla poziomu *Uvigerina costai*, lecz bardzo ubogi zespół II D. Wyższa część profilu obejmuje utwory gipsowo-solne nie zawierające mikrofauny oraz wyżej leżące allochtoniczne utwory margliste z bogatymi zespołami z *Uvigerina costai* (II D), które również są identyczne z występującymi w złożu bryłowym kopalni.

W wierceniach (Staniątka B i Kłaj-1) położonych na wschód od Wieliczki, poza nasunięciem Karpackim (Fig. 1), zespoły otwornic warstw skawińskich reprezentują początkowo poziom *Candorbulina suturalis* (zespół II AB) oraz ubogie zespoły wielicianu z nielicznym planktonem i rzadkimi okazami *uvigerin* (zespół II C). Dopiero w górnej części tych warstw, tuż pod ewaporatami, podobnie jak w profilu Bogucice A, pojawia się zespół II D z *U. costai* i *Pseudotriplasia*, jednak znacznie uboższy niż zespoły utworów bryłowych Wieliczki.

Dalej na wschód od Wieliczki (około 30 km) są usytuowane wiercenia Łapczyca-1 i Łapczyca-3, które mogą posłużyć do porównań. Leżą na brzegu Karpat i obejmują utwory miocenu autochtonicznego i allochtonicznego, nasunięte na nie wraz z fliszem (Fig. 10). Zespoły otwornic miocenu autochtonicznego z otworu Łapczyca-3 reprezentują od dołu: poziom *Candorbulina suturalis* należący do podpiętra morawian i poziom *Uvigerina costai* należący do podpiętra wielician. Warstwy z *Uvigerina costai* są pod względem mikrofaunistycznym dwudzielne, w dolnej części zawierają zespoły z *Globigerina* i *Valvulineria* (II C) i liczne otwornice piaszczyste z rodzajów *Hyperammina*, *Rhabdammina*, *Cyclammina*, *Haplophragmoides*, w górnej części pojawiają się typowe zespoły z *Uvigerina costai* (II D). Wyżej leżą ewaporaty, na których kończy się autochtoniczna część utworów miocenu.

W obu otworach nad ewaporatami widoczne są utwory fliszowe podścielone cienką warstwą allochtonicznego miocenu z zespołem II AB. W wierceniach Łapczyca-1 są one przykryte utworami mioceńskimi około 300 m miąższości, zawierającymi również zespół II AB. Jedynie w górnej części nasuniętych utworów mioceńskich w tym wierceniach zaznacza się

występowanie młodszego zespołu II D. Zespołu II C z otwornicami piaszczystymi, tak typowymi dla autochtonicznych utworów miocenu tych okolic, w utworach nasuniętych nie stwierdzono.

Porównując zespoły otwornic złoża bryłowego z tymi, które występują w autochtonicznych utworach podsolnych Wieliczki i okolicy, a także w utworach miocenijskich nasuniętych wraz z fliszem, można dojść do następujących wniosków:

Otwornice autochtonicznych utworów miocenu na obszarze między Wieliczką a Bochnią charakteryzują 3 typy zespołów: w spągu z *Candorbulina suturalis* (II AB), wyżej z *Globigerina* i *Valvulineria* i otwornicami piaszczystymi (II C) i w stropie z *Uvigerina costai* (II D). Zespół II AB jest jednostajny na całym badanym obszarze. Zespół II C wykazuje zróżnicowanie, w okolicy Wieliczki jest bardzo ubogi i składa się przeważnie z okazów *Globigerina Valvulineria* i niewielkiej liczby otwornic piaszczystych *Hyperammina* i *Haplophragmoides*. W kierunku Bochni wzrasta zarówno miąższość warstw z tym zespołem od kilkudziesięciu do kilkuset metrów, jak i liczebność okazów i gatunków. Szczególnie liczebność otwornic piaszczystych z rodzajów *Hyperammina*, *Rhabdammina*, *Cyclammina* i *Haplophragmoides* dochodzi nieraz do 80 — 100% okazów. Zespół II D pojawia się tuż pod ewaporatami, w warstwach o miąższości 3 — 4 m (Bogucice-A, Staniątki B, Kłaj-1), w postaci charakterystycznego zespołu z *Uvigerina costai* obejmującego 15 — 20 gatunków i znacznie uboższego niż w złożu bryłowym kopalni.

Otwornice złoża bryłowego, reprezentujące zespół II D, zarówno w kopalni jak i w wierceniach Bogucice A, Wieliczka H-1, są znacznie bogatsze pod względem liczby gatunków (47 gatunków), w tym również liczne są gatunki przewodnie dla wielicianu, jak: *Uvigerina costai*, *U. pudica*, *Caucasina gutschulica*, *Bulimina striata*, *Globigerina decoraperta*, *G. concinna*, *G. diplostoma*, *G. apertura*. Tego typu zespoły są widoczne na ograniczonym obszarze okolic Wieliczki, od Bogucic na zachodzie do Sułkowa na wschodzie, wyłącznie w obrębie utworów nasuniętych. Na przedpołu Karpat np. w wierceniach Wieliczka H-5 usytuowanym 1,5 km na N od szybu Kinga i kilkadziesiąt metrów od brzegu Karpat nie ma śladu tych zespołów nad ewaporatami. Występują tam warstwy chodenickie i grabowieckie zawierające inną, charakterystyczną dla autochtonicznych utworów nadewaporatowych mikrofaunę, należącą do kosowianu. Nie ma ich także w warstwach chodenickich i grabowieckich w wierceniach Staniątki B i Kłaj-1 na przedpołu Karpat.

Natomiast w wierceniach okolic Bochni, np. Łapczyca-1, można znaleźć analogiczne zespoły w nasuniętych utworach miocenu, z tym że przeważa w nich zespół II AB, a zespół II D widoczny jest jedynie w górnej części tych warstw. Na uwagę zasługuje brak zespołów II C w nasuniętych utworach miocenu w tym wierceniach. Sporadycznie spotyka się je w nadewapo-



ratowej części wierceń Bogucice A i Wieliczka H-1 oraz w kopalni, jednak bez charakterystycznych dla autochtonicznych utworów miocenu otwornic piaszczystych.

Z badań mikrofaunistycznych wynika więc, że zespoły otwornic złoża bryłowego nie reprezentują utworów autochtonicznych, rozwiniętych w okolicy Wieliczki, lecz obszar sedimentacyjny wspólny z tym, w którym się tworzyły utwory allochtoniczne miocenu leżącego na fliszu karpackim i odległego od basenu sedimentacyjnego autochtonicznych utworów podsolnych Wieliczki. Badania mikrofaunistyczne potwierdziły więc obecność odległego zbiornika południowego, oddzielonego przydenną barierą od zbiornika północnego i reprezentującego odmienny pod względem facjalnym obszar.

Następstwo zespołów otwornicowych w zbiorniku południowym różni się od następstwa tych zespołów w zbiorniku północnym (autochtonicznym) tym, że nie rozwinęła się w nim charakterystyczna dla zespołów II C mikrofauna piaszczysta i że zespoły II D są znacznie bogatsze pod względem liczby okazów i gatunków od spotykanych w zbiorniku północnym.

Również różnie pod względem facjalnym przebiegała sedimentacja ewaporatów w obu zbiornikach. Istotne różnice w środowiskach sedimentacyjnych warstw skawińskich i ewaporatów pomiędzy obszarem południowym i północnym znalazły swe odbicie w składnikach złoża bryłowego. Pod wpływem ruchów nasuwczych Karpat basen południowy podlegał ciągłej redukcji, co powodowało deformacje dna i wpływało na rozwój erozji. Proces ten przebiegał równocześnie z tworzeniem się złoża pokładowego i zakończył się w czasie odpowiadającym tworzeniu się górnych soli spizowych. Zbiornik południowy uległ w tym czasie maksymalnej redukcji i pod wpływem silnie rozwiniętej erozji materiał detrytyczny z dużą ilością faun litoralnych deponowany był w stropie złoża pokładowego („makowica”) z otwornicami płytkowodnymi. Następnie były rozmywane dużej miąższości osady poziomu *Uvigerina costai*, widoczne w kopalni i w wierceniach okolic Bochni i Wieliczki w nasunięciu. Duże bryły olistostromowe wielkości dochodzącej nieraz do kilkudziesięciu metrów, spotykane w złożu bryłowym, reprezentują więc w większości ten poziom. W końcu przyszła kolej na utwory z *Candorbulina*, które jednakże w niewielkim stopniu uległy rozmyciu i w kopalni są dość rzadko spotykane.

Duża aktywność tektoniczna w tym okresie i wzrost gradientu morfologicznego stref brzeżnych powodowały silny rozwój ruchów masowych i powstanie utworów olistostromowych opisanych przez Kolasę i Ślączkę (1984, 1985, 1986). Tak uformowane złożo bryłowe zostało nasunięte na złożo pokładowe i wraz z nim podlegało dalszej ewolucji tektonicznej w fazach późniejszych. Jest to tzw. model erozyjny powstania złoża bryłowego (Rolewicz, 1987).

## WNIOSKI

1. Złoże pokładowe w zasadzie nie zawiera mikrofauny z wyjątkiem pojedynczych redeponowanych okazów mioceńskich nie dających jednak wskazówek co do wieku i pochodzenia.

2. W części stropowej złoża pokładowego (górne sole spizowe — „makowica”) występuje redeponowana fauna litoralna odmienna od występującej wyżej w utworach złoża bryłowego i zawierająca również taksony indeksowe dla poziomu *Uvigerina costai* (II D).

3. W złożu bryłowym występują w większości zespoły należące do poziomu *Uvigerina costai* (II D), które reprezentują bogatą i uważaną ogólnie za typową dla kopalni w Wieliczce mikrofaunę. Sporadycznie spotyka się też zespoły należące do poziomu *Candorbulina suturalis* (II AB) lub zespoły mieszane z obu poziomów oraz zespoły II C bez otwornic piaszczystych.

4. Mikrofauna złoża bryłowego jest allochtoniczna, pochodzi z rozmycia warstw odpowiadających górnej części warstw skawińskich i jest znacznie bogatsza od mikrofauny występującej w lokalnych profilach warstw skawińskich.

5. W wierceniach w samej Wieliczce (H-1, Bogucice A) lub w bliższej i dalszej okolicy (Staniątki B, Kłaj-1, Łapczyca-1, 3) mikrofauna górnej autochtonicznej części warstw skawińskich jest znacznie uboższa i reprezentuje głównie zespół II C (Fig. 10); zespół II D spotyka się w autochtonicznym miocenie sporadycznie tuż pod ewaporatami.

6. Złoże bryłowe tworzyło się w oddzielnym zbiorniku południowym równocześnie ze złożem pokładowym w znacznie różniących się warunkach sedymentacyjnych. Aktywność tektoniczna nasuwających się w tym okresie ku północy Karpat powodowała stopniową redukcję basenu południowego i tworzenie się różnego rodzaju struktur sedymentacyjnych pod wpływem wzmożonej erozji brzegów i dna zbiornika.

7. Zakończenie formowania się utworów złoża bryłowego przypada mniej więcej na czas odpowiadający depozycji litoralnej mikrofauny z *Uvigerina costai* w stropie soli spizowych („makowica”).

## Podziękowanie

Autorzy dziękują Głównemu Geologowi Kopalni J. Wiewiórcę za umożliwienie pobrania prób do badań, życzliwą pomoc i liczne dyskusje. Dziękują również prof. A. Garlickiemu za udostępnienie materiałów z wierceń Bogucice A i Staniątki B, użytych do porównań z badanymi materiałami z kopalni.

## LITERATURA CYTOWANA — REFERENCES

- Alexandrowicz, S.W., 1958. Zarys stratygrafii mikrofaunistycznej miocenu śląsko-krakowskiego. Outline of microfaunistic stratigraphy of the Silesian-Cracovian Miocene. *Kwart. Geol.*, 27: 54 — 77.
- Alexandrowicz, S.W., 1963a. Zarys stratygrafii miocenu okolic Krakowa. *Sprawozd. Pos. Komisji PAN Oddz. w Krakowie, lipiec — grudzień 1962*: 520 — 523.
- Alexandrowicz, S.W., 1963b. Stratygrafia osadów miocenijskich w Zagłębiu Górnośląskim. Stratigraphy of the Miocene Deposits in Upper Silesian Basin. *Pr. Inst. Geol.*, 39: 1 — 147.
- Alexandrowicz, S.W., 1975. Pozycja stratygraficzna utworów miocenijskich z poprzeczni Kunegunda w kopalni Wieliczka. *Spraw. Pos. Komis. PAN Oddz. w Krakowie*, 18 (2): 510 — 513.
- Charysz, W. & Wiewiórka, J., 1976. Paleogeograficzne warunki sedymentacji ewaporatów w dolnej części złoża wielickiego. *Spraw. Pos. Komis. PAN Oddz. w Krakowie*, 19 (2): 187 — 189.
- Garlicki, A., 1968a. Z rozważań sedymentologicznych nad profilem autochtonicznej formacji solonośnej okolicy Wieliczki i Bochni. Sedimentological investigations of the profile of the autochthonous saliferous formation in the area of Wieliczka and Bochnia. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 38: 219 — 223.
- Garlicki, A., 1968b. Autochtoniczna seria solna w miocenie Podkarpacia między Skawiną a Tarnowem. Autochthonous salt series in the Miocene of the Carpathian Foredeep, between Skawina and Tarnów. *Biul. Inst. Geol.*, 215: 5 — 77.
- Garlicki, A., 1975. Miocene salt deposits in Poland. *Fourth Symposium on Salt*. Vol. 1. *Cleveland, Ohio*, pp. 129 — 134.
- Garlicki, A., 1979. Sedymentacja soli miocenijskich w Polsce. Sedimentation of Miocene salts in Poland. *Pr. Geol. PAN Oddz. w Krakowie*, 119: 5 — 67.
- Gawel, A., 1962. Budowa geologiczna złoża solnego Wieliczki. The geological structure of the Wieliczka salt deposit. *Pr. Inst. Geol.*, 30: 305 — 331.
- Kolasa, K. & Ślącza, A., 1984. Sedimentology of the Middle Miocene salt deposit in Wieliczka (Carpathian Fore-Deep). *I.A.S. 5-th European Regional Meeting of Sedimentology. Marseille, Abstracts*, p. 241.
- Kolasa, K. & Ślącza, A., 1985. Sedimentary salt megabreccia exposed in the Wieliczka Mine (Fore-Carpathian Depression). *Acta Geol. Polon.*, 35: 221 — 230.
- Kolasa, K. & Ślącza, A., 1986. Uwagi o genezie wielickiego złoża soli. *Studia i Materiały do dziejów Żup Solnych w Polsce*, 14: 7 — 49.
- Luczkowska, E., 1953. Zespoły otwornicowe tortonu w rejonie Gdów-Bochnia. *Archiwum Przemysłu Naftowego Kraków*, 22 pp., (niepublikowane — unpublished).
- Luczkowska, E., 1964. Stratygrafia mikropaleontologiczna miocenu w rejonie Tarnobrzeg-Chmielnik. The micropaleontological stratigraphy of the Miocene in the region of Tarnobrzeg-Chmielnik. *Pr. Geol. PAN Oddz. w Krakowie*, 20: 5 — 56.
- Luczkowska, E., 1967. Remarks on foraminifers described from the Miocene of Wieliczka by A.E. Reuss in 1967. *Biul. Inst. Geol.*, 211 (2): 328 — 336.
- Luczkowska, E., 1969. Problem „mikrofauny lancendorfskiej” i facji utworów spagowych badenianu (tortonu) w południowej Polsce. *Spraw. Pos. Komis. PAN Oddz. w Krakowie*, 13 (2): 582 — 586.
- Luczkowska, E., 1978. Holostratotypen der Unterstufen des Badenien. Wielicien. In: *Chronostratigraphie und Neostratotypen M<sub>4</sub> Badenien*. Veda. Bratislava, pp. 148 — 151.
- Luczkowska, E., 1981. Biostratygrafia miocenu z wierceń H-1 i H-5 w Wieliczce. *Spraw. Pos. Komis. PAN Oddz. w Krakowie (1985)*, 29: 310 — 312.
- Małeki, J., 1954. O nowych rodzajach otwornic aglutynujących z polskiego miocenu. New genera of agglutinated foraminifera from the Polish Miocene. *Rocz. Pol. Tow.*

- Geol.*, 22: 497 — 505.
- Olewicz, Z.R., 1968. Stratygrafia warstw jednostki bocheńskiej i brzegu jednostki śląskiej między Wieliczką i Bochnią oraz pierwotne ich położenie w basenach sedimentacyjnych Karpat lub przedgórze. Stratigraphy of the beds of the Bochnia unit and the border of the Silesian Unit between Wieliczka and Bochnia and their original position in the Carpathian and Foreland sedimentary basins. *Pr. Inst. Naft. Katowice*, 00: 3 — 76.
- Poborski, J., 1965. Historyczny rozwój poglądów na budowę geologiczną złoże solnego Wieliczki. *Studia i Materiały do Dziejów Krakowskich Żup Solnych*, 1: 37 — 54.
- Poborski, J. & Skoczylas-Ciszewska, K., 1963. O miocenie w strefie nasunięcia karpackiego okolicy Wieliczki i Bochni. Miocene in the zone of the Carpathian overthrust in the area of Wieliczka and Bochnia. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 33: 339 — 349.
- Rolewicz, J., 1987. Uwagi o sedimentacji i ewolucji złoże bryłowego soli rejonu Wieliczki. *Prz. Geol.*, 35: 211 — 213.
- Reuss, A.E., 1867. Die fossile Fauna der Steinsalzablagerung von Wieliczka. *Sitzber. Wiener Akad.*, 55: 17 — 182.
- Wiewiórka, J., 1974. Poziom najstarszej soli kamiennej w pokładowym złoże solnym Wieliczki. *Studia i Materiały do Dziejów Żup Solnych w Polsce*, 3: 46 — 58.

### Summary

## COMPARISON BETWEEN ASSEMBLAGES OF FORAMINIFERS FROM THE STRATIFIED SALT MEMBER AND SALT BRECCIA MEMBER FROM WIELICZKA

Ewa Luczkowska & Jan Rolewicz

The purpose of the investigations on the Miocene microfauna from the Wieliczka salt mine (Fig. 1) was to recognize the variability of the assemblages and to compare those from the Stratified Salt Member with the ones from the Salt Breccia Member. Sixty samples from the mine and fifty samples from boreholes drilled in the vicinity of Wieliczka were processed. The samples from the mine included thirty one collected in former times and stored in the Institute of Palaeontology of the Academy of Mining and Metallurgy (AGH) in Kraków. The samples represented sandstone and claystone intercalations from the Stratified Salt Member and boulders of claystone and salt (so called „Zuber”) from the Salt Breccia Member. The location of the sampled sites is shown in Figs. 2 — 8.

It appears that the rocks of the Stratified Salt Member are devoid of microfauna or contain single, redeposited forams. In the topmost part of these deposits, in the so-called „makowica” of the Chamber Karol Wiktor, there occurs a characteristic microfauna of a shallow environment, redeposited from the underlying deposits representing a littoral facies of the *Uvigerina costai* Zone (Fig. 10).

In the Salt Breccia Member there occurs a rich and well preserved microfauna derived also from the older deposits, mostly of the *U. costai* Zone. This microfauna represents various environments. The deeper-water assemblages are dominated by planktonic forams, and the shallow-water ones by benthic and arenaceous forams and by miliolids.

This microfauna is found commonly in the mine and is considered to be characteristic of these salt deposits.

Out of the 67 samples which yielded microfauna, 60 contained assemblages of the *U. costai* Zone and only 6 included an admixture of the ones characteristic of the *C. suturalis* Zone. One sample represented the latter zone.

The composition of the assemblages is shown in Table 1.

The microfauna of the *U. costai* Zone from the salt megabreccia is not identical to that occurring locally in the deposits underlying the salts. The microfauna of the upper part of the Skawina beds in Wieliczka and its vicinity is much poorer suggesting unfavourable conditions in the sedimentary basin. The discussed assemblages resemble more closely those from the Miocene deposits overthrust with the Carpathian flysch, for instance those occurring near Bochnia, and those from the autochthonous Miocene deposits of the Carpathian Foredeep in vicinity of Kraków and in Upper Silesia. This suggests that the boulders from the Wieliczka mine containing rich assemblages of microfauna are not derived from the local deposits but have been brought from some more distant area with the flysch.

The order in which the Miocene deposits were being eroded is reflected in the succession of assemblages occurring in the salt deposits in the mine. The first to undergo erosion were littoral, shallow-water deposits which were redeposited at the top of the Stratified Salt Member („makowica”). Later, the erosion involved the thick deposits of the *U. costai* Zone, and still later, the deposits of the *C. suturalis* Zone which, however, had been eroded only slightly, and at this stage the sedimentation of the allochthonous deposits in the mine ended. The next stage is represented by the Chodenice beds.