

WIELICZKA – MEZOSTRUKTURALNE ŚWIADECTWA TEKTOGENEZY

UKD 551.247:553.631(438.312)

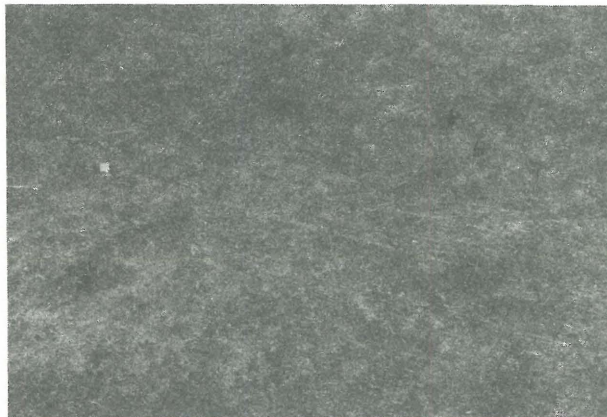
Wieliczka położona jest u czoła nasunięcia karpackiego. W wyniku tego nasunięcia powstała brekcja tektoniczna, jaką jest złoże bryłowe, nasunięte na złoże pokładowe – parautochton (5, 6, 15, 19, 26). Duży rozgłos uzyskała niedawno koncepcja K. Kolasy i A. Ślaczki, prezentowana przez nich w licznych publikacjach (13, 14, 25). Autorzy ci uważają, że złoże bryłowe jest produktem podmorskiego spływu olistostromowego, a kontakt złożeń pokładowego i bryłowego jest typowo sedymentacyjny. Wydaje się, że dyskusja ta przypomina spór o „argille scagliose” i różnice między melanzem tektonicznym a olistostromą (7–9, 16–18).

OBSERWACJE MEZOSTRUKTURALNE

Podstawowe znaczenie dla dyskusji o genezie złożeń bryłowego ma charakter kontaktu złożeń pokładowego i bryłowego. Kontakt ten jest trudny do obserwacji w kopalni, gdyż górnicy eksploatujący sole spizowe (leżące w górnej części złożeń pokładowego pod kontaktem) zawsze zostawiali półkę w stropie spizy. Nieliczne odsłonięcia stanowią wcinki prostopadłe do kontaktu, które nie pozwalają na pełniejszą obserwację. Jednak w kilku komorach w soli spizowej nastąpił obwał stropu, odsłaniając kontakt spizy i zuba (złożeń bryłowego). W kilku miejscach otrzymaliśmy piękne odsłonięcia, gdyż półka spizy, która opadła na spąg komory nie uległa zniszczeniu i możemy obserwować na spągu komory kontakt od strony stropu soli spizowej (złożeń pokładowe) i na stropie komory od strony spągu zuba (złożeń bryłowe).

Jednym z ciekawszych obiektów jest lustro tektoniczne (ryc. 1) odkryte w komorze Ferro (IV/100) międzypoziomu Kołobrzeg III/IV przez J. Wiewiórkę w 1985 r. Lustro widoczne jest na powierzchni stropowej soli spizowej

w obrębie oderwanego od stropu komory płata tej soli o długości 17 m i szerokości do 5 m. Rzeczywista wielkość lustra jest nieznana, gdyż jego kontynuacja w stropie komory zagłębia się w ocios. Cała jego powierzchnia pokryta jest drobnymi, równoległymi rysami i zadziorami, składającymi się na typowe lustro tektoniczne. Na powierzchni lustra występuje też większa rysa, równoległa do drobnych rys, o długości 8 m i szerokości 15 cm, o głębokości rosnącej na północ od 0 do 2,5 cm, która przedłuża się w niedostępną partię odsłonięcia w północnej części stropu komory. Na spągu zuba widoczne są ślady dwóch równoległych rys, które podobnie jak rysa w oderwanym płacie mają azymut 16°; mamy tu więc dowód



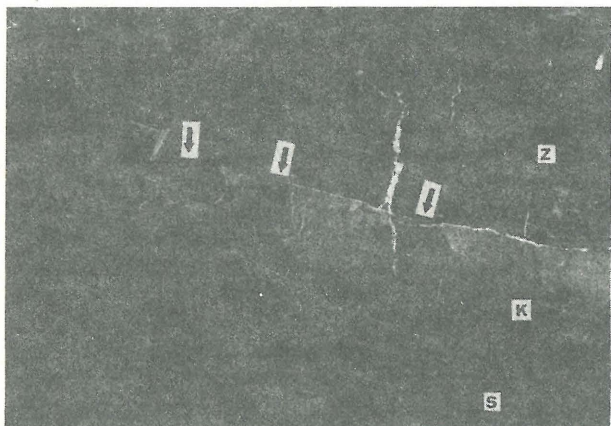
Ryc. 1. Lustro tektoniczne z rysami. Komora Ferro. Kompas i młotek jako skala. Fot. 1–9 i 11 F. Kalwajtys

Fig. 1. Tectonic slickenside with striae. Ferro Chamber. Compass and hammer as the scale. Photos 1–9 and 11 by F. Kalwajtys

transportu tektonicznego S–N z lekkim odchyleniem ku NE. Odślonienie to jest też wzmiankowane w (13), gdzie nie zyskało ostatecznej interpretacji.

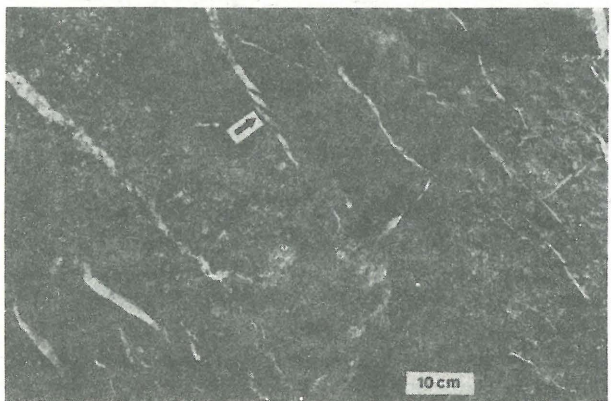
O tym, że w komorze Ferro mamy do czynienia nie z przypadkowym faktem, lecz ze zjawiskiem podstawowym dla zrozumienia tektoniki Wieliczki, świadczy odślonienie w zespole komór Russeger (między III a IV poziomem) – w komorze pod poprzeczną Antonia-Haluszka. Komory Russeger wybrano w soli spizowej, a w stropie odsłania się zuber, który jest przecięty kilkoma powierzchniami złustrowań, podkreślonymi halitem włóknistym. Orientacja tych struktur (azymut rys) jest identyczna ze strukturami komory Ferro. Najdłuższy ślad lustra na stropie ma kilkanaście metrów długości.

W tej samej komorze na ociosie o biegu N–S są widoczne języki spizy w zubrze wyciągnięte z południa na północ. Na innych ociosach komory Russeger, na kontakcie złoza pokładowego i bryłowego, można obserwować utwór będący zdaniem autorów efektem nasuwania się jednego złoza na drugie. Jest to warstwa brekcji solnej o ziarnach do kilkunastu centymetrów, o różnym stopniu obtoczenia, w matryksie z soli drobnoziarnistej. Warstwa ta, porożrywana i rozarta na kontakcie, stanowi „smar tektoniczny” (ryc. 2). Tak więc, w komorach Ferro i Russeger oddalonych



Ryc. 2. „Smar tektoniczny” na kontakcie spizy i zubra. Komora Russeger. Metrówka jako skala. S – spiza, K – warstwa na kontakcie, Z – zuber, strzałki wskazują rozdarcia warstwy na kontakcie

Fig. 2. „Tectonic grease” at contact of spiza and zuber. Russeger Chamber. Meter measure as the scale. S – spiza, K – layer at a contact, Z – zuber, arrows mark a bed tear at the contact



Ryc. 3. Zespół spękań wypełnionych halitem włóknistym, w spągu złoza bryłowego. Azymut spękań 145°, strzałka wskazuje spękania kulisowe o azymucie 195°. Zespół komór Ferro

Fig. 3. System of fissures filled with fibrous halite at the bottom of block deposit. Fissure azimuth is 145°, arrow marks echelon fissures with azimuth of 195°. System of Ferro chambers

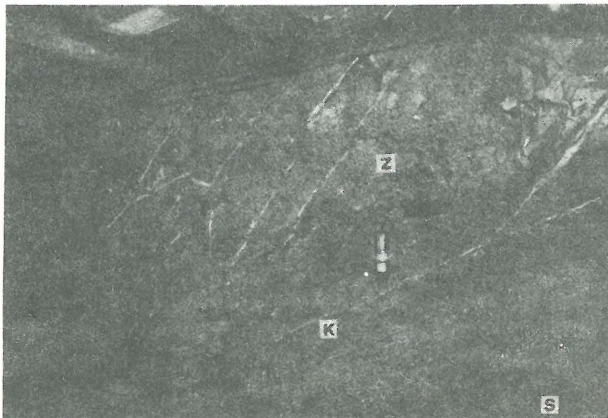
od siebie o kilkaset metrów napotykały ślady działania tych samych sił tektonicznych. Podobnie w komorze Lilienbach na poziomie III, ponad poprzeczną Walczyn, przy południowej granicy złoza, rysy tektoniczne na lustrach w „mydlarce” mają ten sam kierunek, co w komorze Ferro. Stałość kierunków rys przy zróżnicowanej orientacji powierzchni kontaktu (por. diagram) jest istotną wskazówką genetyczną.

Za obudową komory Kwiatkowski, między poziomem III a międzypoziosem Kazanów, na ociosie przyległym do poprzeczni Koerber i Lebzelttern, autorzy zauważyli rysy na kontakcie bryły soli z zuberem, jednak bliższa ich analiza jest niemożliwa.

Na kontakcie złoza pokładowego i bryłowego występuje wiele mezostruktur tektonicznych, jak drobne uskoki tnące kontakt (komory Ferro, Dunajewski), liczne zespoły i systemy spękań wypełnionych halitem włóknistym, żyłki wypełnione halitem włóknistym często spękane kulisowo (ryc. 3). Część tych struktur, głównie skośnych do kontaktu spękań, wydaje się być efektem działania sił ścinających na kontakcie złoź. Na III poziomie – w podłużni Pistek przy doślcu do szybiku Steinhauser – do kontaktu spiza/zuber skośnie dochodzą spękania w zubrze, wypełnione halitem (ryc. 4). Kąt ostry między spękaniem a kontaktem otwarty jest na północ. Zdaniem autorów spękania te trzeba interpretować jako ścięcia „obsekwentne” (10) utworzone w warunkach nasuwania się złoza bryłowego ku północy (por. maksimum południowe na diagramie).

Geometryczne zależności położenia drobnych struktur od osi głównego nacisku tektonicznego zapisanego na lustrze w komorze Ferro przedstawiono na ryc. 5. Wśród spękań dochodzących do kontaktu złoza pokładowego i bryłowego w rejonie komór Ferro i Thinfeld wyróżnia się zespół o dominującym kierunku 155°, a więc element systemu spękań ścinających, gdzie oś C jest zgodna z kierunkiem rys lustra komory Ferro. Co ciekawe, w kopalniach Bochnia i Siedlec również wyróżnia się ten zespół (27), i to mimo powszechnie przyjmowanej tezy o odrębności tektonicznej tych złoź i Wieliczki. Warto też zaznaczyć, że oś głównego nacisku tektonicznego wynikająca z lustra w komorze Ferro jest dwusieczną kąta zawartego między maksimami biegów spękań w złożu bryłowym, opisanymi przez K. Kolasę i J. Wiewiórkę (15).

W złożu wielickim występują liczne spękania wypełnione halitem włóknistym. Warstewka halitu włóknistego,

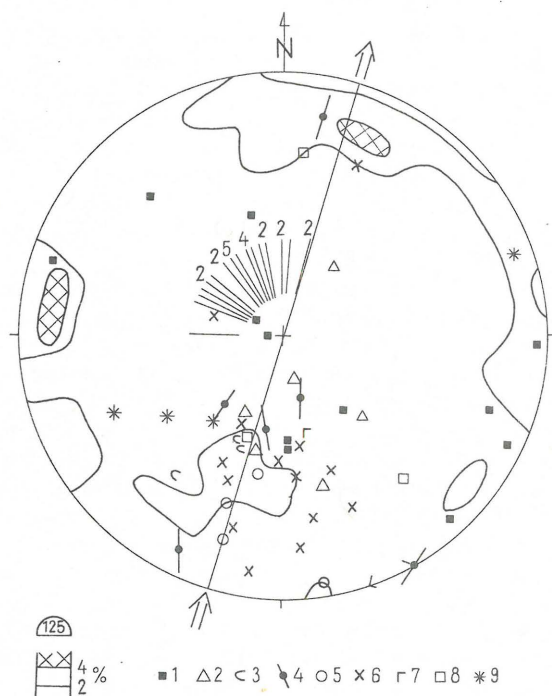


Ryc. 4. Spękania wypełnione halitem włóknistym dochodzące skośnie do kontaktu złoza pokładowego i bryłowego. Symbole jak na ryc. 2. Lampka (ok. 30 cm) jako skala. Podłużnia Pistek

Fig. 4. Fissures filled with fibrous halite running oblique to the contact of sheet and block deposits. For symbols see Fig. 2. Lamp (about 30 cm) as the scale. Corridor Pistek

niezależnie z przerostami anhydrytu, pokrywa niemal całą powierzchnię kontaktu spiza/zuber; także bryły soli w złożu bryłowym są pokryte tą warstwą. Kryształki halitu włóknistego są często prostopadłe do powierzchni spekania, często jednak wygięte. Wygięcia są efektem przesunięcia obu powierzchni spekań względem siebie, wskutek działania nacisków tektonicznych.

Tego typu struktury były przedmiotem analizy tektonicznej (4). W omawianej pracy autorzy wyróżnili cztery typy struktur: typ 1 (syntaxial growth): wypełnienie żyły jest z materiału typowego w jej otoczeniu, włókna rosną prostopadłe od ścian do szwu centralnego, wygięcia włókien następują do środka żyły; typ 2 (antitaxial growth): żyły wypełnione materiałem nieobecnym w otoczeniu, wzrost kryształków od środka żyły, włókna wyginają się do ścian spekania; typ 3 (composite growth): wypełnienie składa się z kilku warstw, kombinacje typów 1 i 2; typ 4



Ryc. 5. Diagram położenia mezostruktur tektonicznych. Diagram konturowy zestawiony na siatce Schmidta przedstawia położenie biegunów 125 płaszczyzn spekań. Kreski promieniste – kierunki 28 spekań, których pełnego położenia nie można było zmierzyć

Diagram punktowy: 1 – oś σ_2 obliczona z przecięcia komplementarnych płaszczyzn spekań, 2 – biegun płaszczyzny kontaktu spiza/zuber, 3 – oś rys tektonicznych (tam gdzie nie można było zmierzyć płaszczyzny lustra), 4 – biegun płaszczyzny lustra tektonicznego (kropka) i kierunek poślizgu (kreska), 5 – biegun płaszczyzny lustra (tam gdzie nie można było zmierzyć rys), 6 – biegun warstw, 7 – biegun powierzchni osiowej fałdu, 8 – biegun powierzchni uskoku, 9 – oś fałdu. Na diagramie zaznaczono kreską i strzałkami oś rys z komory Ferro

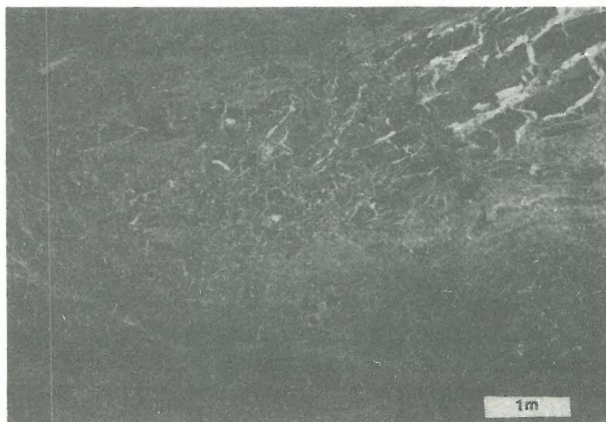
Fig. 5. Location diagram of tectonic mesostructures. Contour diagram on Schmidt net presents location of poles of 125 fissure surfaces. Radial lines mark directions of 28 fissures, a complete attitude of which could not be measured

Point diagram: 1 – axis σ_2 calculated from crossing of complementary fissure surfaces, 2 – pole of a contact surface spiza/zuber, 3 – axis of tectonic striae (in place where slickenside could not be measured), 4 – pole of slickenside (dot) and direction of slip (line), 5 – pole of slickenside (where striae could not be measured), 6 – pole of beds, 7 – pole of fold axial plane, 8 – pole of fault surface, 9 – fold axis. Lines and arrows in the diagram mark axis of striae from the Ferro Chamber

(stretched growth): zbliżony do typu 1, lecz nie ma szwu centralnego, jak w tym typie.

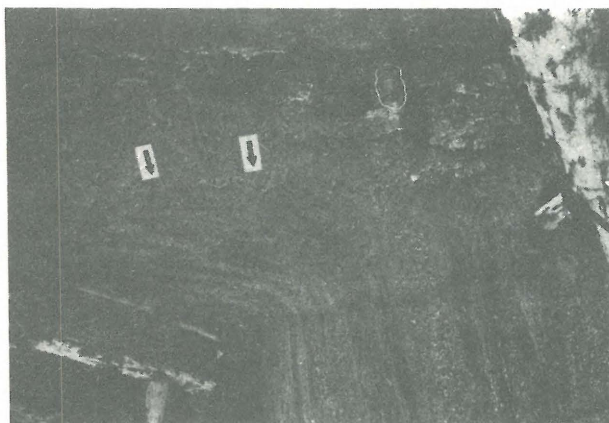
W złożu wielickim powszechne są struktury typu 1, a także występują wypełnienia spekań halitem, anhydrytem lub/i gipsem typu 3. Przesuw ścian spekań i wzrost wypełniających je włókien często były wieloetapowe, świadczą o tym kilkakrotne wypełnienia grubych żył, ze śladami przemieszczeń w kilku warstwach.

W wielu miejscach kopalni kontakt złoża pokładowego i bryłowego wykazuje dalsze cechy tektoniczne, jak np. w podłużni i poprzeczni oraz w komorach Thinfeld, czy w Ruprechcie. W komorze Thinfeld tuż nad kontaktem występuje piękny przykład brekcji tektonicznej (ryc. 6). Na ociosach schodów Ferdynand widać kilkakrotne nasunięcia soli spizowej na złożo bryłowe. Inne dobre odślonienie kontaktu tektonicznego to kontakt spiza i zuba w podłużni Baum na poziomie II niższym, na wschodzie kopalni. Bardzo interesujące odślonienie, świadczące o transporcie tektonicznym, znajduje się na poziomie III przy przejściu z poprzeczni Karol na podłużnię Wałczyn. Dwie bryły soli laminowanej rozdzielone są tu przez ok. 30 cm zuba, przy kontakcie z którym widać wygięcia lamin i fałdki ciągnięte do kontaktu. Powstanie tych struktur podczas podmorskiego spływu wydaje się niemożliwe. W poprzeczni Mina na poziomie IV widać plastyczne od-



Ryc. 6. Brekcja tektoniczna. Komora Thinfeld

Fig. 6. Tectonic breccia. Thinfeld Chamber



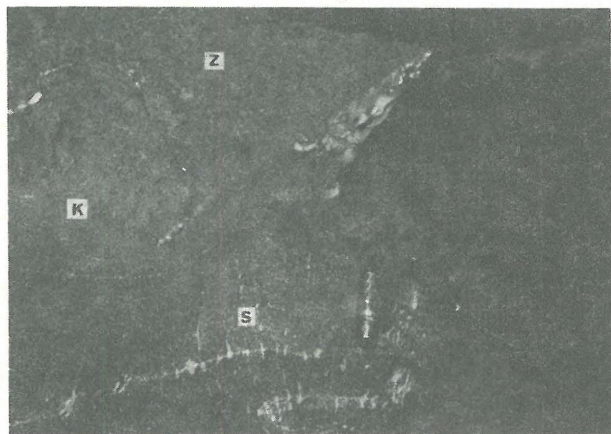
Ryc. 7. Fałdki ciągnięte i wygięcia lamin (strzałki) w bryle soli laminowanej. Lampka górnicza wisi w stropie, w warstwie zuba rozgraniczającej dwie bryły soli. Poprzeczni Karol/podłużni Wałczyn

Fig. 7. Drag folds and laminae curves (arrows) in a block of laminated salt. Mining lamp hangs at the top, in a zuber layer, that separates two blocks of salt. Transverse/longitudinal Wałczyn Corridor

kształcenie spizy – wybrzuszenie, którego kontynuacją w zubrze jest spękanie wypełnione halitem włóknistym (ryc. 8). Ta struktura także ma cechy typowo tektoniczne.

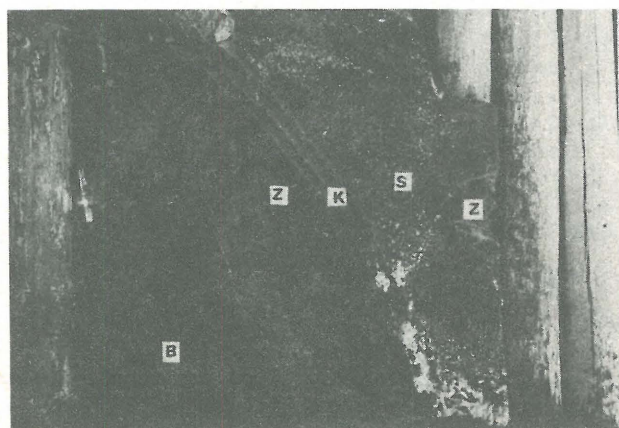
W wielu jednak odsłonięciach, wykorzystywanych przez zwolenników hipotezy sedymentacyjnej, spiza kontaktuje z zubrem bez ujawnienia zjawisk tektonicznych. O tym, że taki kontakt nie jest argumentem przeciw roli tektoniki świadczy odsłonięcie na poziomie III w poprzeczni Albrecht przy tamie TO 23h (ryc. 9). Zachodzi tam niewątpliwie tektoniczne odwrócenie normalnych stosunków stratygraficznych, a jednak strefa kontaktu nie zdradza żadnych mezostukturalnych objawów przemieszczeń tektonicznych.

W złożu wielickim występują typy litologiczne bardzo silnie zmienione tektonicznie, jak np. brekcja z komory Thinfeld czy „mydlarka”. „Mydlarka” to stara nazwa górnicza dla ilów, których dominującą cechą są liczne powierzchnie luster tektonicznych, o różnej orientacji. Skała łupie się zawsze wzdłuż luster, których wygładzone powierzchnie nadały jej charakterystyczny wygląd. Znamienne, że liczne odsłonięcia „mydlarki” występują w otoczeniu tzw. soczewki Klęczki, traktowanej w (6) jako płat spizy oderwany tektonicznie od pierwotnego pokładu, co zanegowano w (25).



Ryc. 8. Kontakt złoża pokładowego i bryłowego w poprzeczni Mina. Widać odkształcenia spizy i spękania w zubrze. Symbole jak na ryc. 2

Fig. 8. Contact of sheet and block deposits in the transversal Mina Corridor. Deformations of spiza and fissures in zuber can be seen. Symbols as in Fig. 2.



Ryc. 9. Bryła soli, zuber i spiza w poprzeczni Albrecht. B – bryła soli. Inne symbole jak na ryc. 2

Fig. 9. Salt block, zuber and spiza in the transversal Albrecht Corridor. B – salt block. For other symbols see Fig. 2.

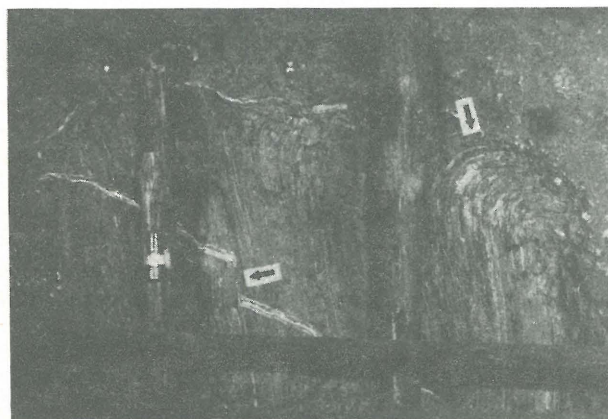
W komorach starego sanatorium na poziomie V odsłania się melanż tektoniczny. Sól zielona pokładowa jest drobno strzaskana, między ostrokrawędzistymi okruchami od kilku do kilkunastu cm występuje spoiwo ilaste, stanowiące do 50% składu skały, gdy w normalnej soli zielonej il stanowi zaledwie kilka procent. Melanż taki stanowił zdaniem autorów „smar tektoniczny”, dzięki któremu było możliwe powstanie nasunięć.

Podkreślić należy, że struktury tektoniczne są powszechne w całym złożu; niemal w każdym miejscu kopalni można uzyskać dowody na wieloetapowe zjawiska tektoniczne, jak np. fałdki kliważowe w chodniku Karolina na poz. I (ryc. 10, por. 28), czy odsłonięcie w podłużni Pistek na poziomie III (ryc. 11). Widać tam bryłę mułowca laminowanego, którą przecina spękanie, wypełnione w kilku etapach solą włóknistą i anhydrytem. Ta żyła przecięta jest z kolei uskokiem zgodnym z laminacją bryły. Uskok urywa się na krawędzi bryły, podkreślonej warstwą halitu włóknistego. Lamininy mułowca przy krawędzi bryły są silnie wygięte. Tak więc, można tu wyróżnić następujące etapy rozwoju: 1) powstanie żyłki halitu włóknistego, 2) powstanie uskoku, 3) podział pierwotnej warstwy mułowca na bryły i wygięcie lamin.



Ryc. 10. Fałdki kliważowe. Poziom I, Karolina. Fot. R. Tarka

Fig. 10. Cleavage folds. Horizon I, Karolina. Photo by R. Tarka



Ryc. 11. Wygięcia lamin w bryle mułowca i uskoku tnący spękanie. Podłużnia Pistek. Lampa jako skala, strzałki pokazują ugięcia lamin i rozsuniecie żyły wzdłuż uskoku. (Zdjęcie z „Dokumentacji geologicznej odsłonięć” Muzeum Żup Krakowskich)

Fig. 11. Curves of laminae in a siltstone block and fault that cuts a fissure. Longitudinal Pistek Corridor. Lamp as the scale, arrows mark curves of laminae and vein separation along a fault (photo from „Dokumentacja geologiczna odsłonięć” Muzeum of Cracow Salt Mines)

Również wiele innych faktów widocznych w kopalni przemawia przeciwko hipotezie sedymentacji. Już A. Gawel (6) zwrócił uwagę, że ułożenie brył w złożu bryłowym jest zgodne z tektoniką złoża pokładowego. Z wykonanych przezeń przekrojów widać, że w części północno-zachodniej kopalni dłuższe przekątne brył są równoległe do dominującej orientacji soli spizowych. W planie wydłużenie brył jest równoległe do rozciągłości złoża NWW-SEE.

Sprzeciw musi budzić pogląd (13), że zuber jest rodzajem matrix, w którym były przenoszone bryły. Zuber nie otacza wszystkich brył, obecność zaś świetnie zachowanych struktur szewronowych przemawia za jego genezą sedymentacyjną (12, 23). Uważamy, że zuber jest utworem sedymentacyjnym (24) i dopiero po powstaniu był poddany działaniu sił tektonicznych.

Dowody mikropaleontologiczne przemawiające przeciwko hipotezie olistostromowej podał J. Rolewicz (22): w stropie złoża pokładowego występuje zespół fauny litoralnej, którego nie stwierdzono w złożu bryłowym. Jeśli chodzi o odsłonięcie Gruszczyn (13), to brak kontaktu z typowym złożem bryłowym obniża jego wartość argumentacyjną.

DYSKUSJA

Kopalnia Soli Wieliczka stwarza unikatową możliwość badania w szczegółach nasunięcia orogenu na utwory ewaporatowe. Podobne zjawiska, w znacznie większej skali, ale na ogół bez możliwości obserwacji mezostrukturalnych są opisywane z kilkunastu miejsc na świecie, gdzie ewaporaty grały pierwszorzędą rolę w tektonice, takich jak: góry Jura, Pireneje, Góry Franklina, kanadyjski arktyczny pas fałdowy, Salt Range, Zagros, Sierra Madre Oriental, Cordillera Oriental, Atlas, Ural, Basen Amadeusz, Hellenidy.

Od czasów M. Smoluchowskiego znany jest problem warunków powstania nasunięć. Dopiero rozpoznanie roli wody i „smaru tektonicznego” złożonego z utworów, takich jak ility czy ewaporaty przyniosło znaczny postęp w tej dziedzinie. Procesy nasunięć tektonicznych na kompleksy ewaporatów były analizowane w ostatnich latach (1-3). Prace J.L. Uraia (29, 30) dają nowe spojrzenie na mechanizm deformacji soli i wpływ wody na ten proces (11).

W Karpatach tektoniczne znaczenie soli jest znane co najmniej od czasów L. Mrazca (17). W odniesieniu do Wieliczki S. Połtowicz (20, 21) omówił hipotezę ześlizgów grawitacyjnych. Wydaje się, że podane wyżej oraz znane z literatury argumenty na rzecz tektonicznej genezy deformacji w Wieliczce pozwalają wrócić do problemu roli ewaporatów w genezie nasunięcia karpackiego – bez względu na to, za jakim głównym czynnikiem tej tektonogenezy się wypowiedzieć.

PODSUMOWANIE

Autorzy uważają, że złoże bryłowe stanowi brekcję tektoniczną i powstało w wyniku nasunięcia na złoże pokładowe w kierunku SSW-NNE. Proces kształtowania struktury złoża był wieloetapowy, a jego historia zapisana jest w mezostrukturach tektonicznych. Autorzy nie negują faktu wystąpienia ruchów masowych na małą skalę (osuwiska podmorskie, stożki nasypowe), lecz są zdania, że nie należy z nimi wiązać genezy całego złoża.

Autorzy dziękują prof. W. Jaroszewskiemu, dr Z. Krysiak, mgr G. Czapowskiemu za dyskusje i liczne rady, kol. F. Kalwajtysowi za przygotowanie zdjęć, Dyrekcji Kopalni Soli Wieliczka za stworzenie odpowiednich warunków do podjęcia badań mezostrukturalnych w kopalni.

LITERATURA

1. Butler R.W.H., Coward M.P. et al. – Salt control on thrust geometry, structural style and gravitational collapse. [In:] I. Lerch, J.J.O'Brien (eds) *Dynamical Geology of Salt*. Academic Press 1987.
2. Davis D. M., Engelder T. – The role of salt in fold-and-thrust belts. *Tectonophys.* 1985 no. 119.
3. Davis D. M., Engelder T. – Thin-Skinned Deformation over Salt. [In:] I. Lerche, J.J.O'Brien (eds) *Dynamical Geology of Salt*. Academic Press 1987.
4. Durney D. W., Ramsay J. G. – Incremental Strains Measured by Syntectonic Crystal Growths. [In:] K.A.De Jong, R. Scholten (eds) *Gravity and Tectonics*. Wiley 1973.
5. Garlicki A. – Sedymentacja soli miocenijskich w Polsce. *Pr. Geol. Komis. Nauk Geol. PAN Krak.* 1979 nr 119.
6. Gawel A. – Budowa geologiczna złoża solnego Wieliczki. *Pr. Inst. Geol.* 1962 t. 30.
7. Hsü K. J. – Franciscan rocks of Santa Lucia Range, California and the argille scagliose of the Apennines, Italy. *GSA Spec. Pap.* 1965 no. 87.
8. Hsü K. J. – Principle of melanges and their bearing on the Franciscan-Knoxville paradox. *GSA Bull.* 1968 no. 79.
9. Hsü K. J. – Mesozoic evolution of the California Coast Ranges. [In:] K. A. De Jong, R. Scholten (eds) *Gravity and Tectonics*. Wiley 1973.
10. Jaroszewski W. – Drobnostukturalne kryteria tektoniki obszarów nieorogenicznych na przykładzie NE obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. *Studia Geol. Pol.* 1972 vol. 38.
11. Jenyon M. K. – Halite rheology: salt with a pinch of water. *Nature* 1986 no. 6097.
12. Kendall A. C. – Subaqueous Evaporites. *Facies Models* 12, *Geoscience Canad.* 1978 no. 5.
13. Kolasa K., Ślącza A. – Uwagi o genezie wielickiego złoża soli. *Studia i materiały do dziejów Żup solnych w Polsce* 1985 nr 14.
14. Kolasa K., Ślącza A. – Sedimentary salt megabreccias exposed in the Wieliczka mine. *Acta Geol. Pol.* 1985 vol. 35.
15. Kolasa K., Wiewiórka J. – Uwagi o systemach spękań bryłowego złoża solnego Wieliczki w rejonie Muzeum. *Spraw. z Pos. Komis. Nauk PAN Krak.* 1979 t. 21/1.
16. Maxwell J. C. – Turbidite, tectonic and gravity transport, northern Apennine Mountains. *AAPG Bull.* 1959 no. 43.
17. Mrazec L. – O diapiryzmie. *Karpaty i przedgórze*. Borysław 1935 nr 3.
18. Page B. M. – Gravity tectonics near Passo della Cisa, northern Apennines. *GSA Bull.* 1963 no. 74.
19. Poborski J., Skoczylas-Ciszewska K. – O miocenie w strefie nasunięcia karpackiego w okolicy Wieliczki i Bochni. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 1963 z. 3.
20. Połtowicz S. – Uwagi o rozwoju tektonicznym

złóż soli kamiennej w Wieliczce i Baryczu. Ibidem 1977 z. 2.

21. Połtowicz S. — Grawitacyjne ześlizgi brzeźnej strefy Karpat w świetle nowej tektoniki globu ziemskiego. Ibidem 1978 z. 3–4.
22. Rolewicz J. — Uwagi o sedymentacji i ewolucji złoża bryłowego soli rejonu Wieliczki. Prz. Geol. 1987 nr 4.
23. Shearman D. J. — Evaporites of Coastal Sebkhas. SEPM short course 1978 no. 4.
24. Skoczylas-Ciszewska K. — Zagadnienia paleogeograficznej rekonstrukcji krajobrazu mioceńskiego Wieliczki i jej okolic. Studia i materiały do dziejów Żup solnych w Polsce 1968 nr 2.
25. Ślęczka A., Kolasa K. — Soczewka soli Kłęzki z olistostromowych utworów Wieliczki. Prz. Geol. 1985 nr 4.
26. Szybist A. — Z badań geologicznych nad druzgotową częścią złoża solnego Wieliczki. Ibidem 1975 nr 9.
27. Tarka R. — Analiza statystyczna spękań w złożach soli Bochnia i Siedlec. Ibidem 1988 nr 8.
28. Tarka R. — The axial-plane cleavage in thin anhydrite layers. N.Jb. Geol. Paläont. 1988 no. 12.
29. Urai J.L., Spiers C.J. et al. — Weakening of rock salt by water during long-term creep. Nature 1986 no. 6097.
30. Urai J.L., Spiers C.J. et al. — Deformation mechanisms operating in naturally deformed halite rocks. Geol. en Mijnbouw 1987 no. 66.

SUMMARY

The salt mine Wieliczka is located at front of the Carpathian overthrust. A sheet complex (parautochthone) is overlain by a block one (breccia) formed due to a thrust from the south-southwest. Numerous stages of this process have been registered in abundant tectonic mesostructures that are to be easily observed in the mine. The paper presents numerous tectonic phenomena as polished surfaces, faults, groups and systems of fissures, drag and cleavage folds, breccia and melange, deformations of laminae and crystals (Figs. 1–11). Some of these mesostructures oppose the olistostromic origin of the deposit that has been recently proposed (13, 14, 25).

РЕЗЮМЕ

Соляное месторождение Величка располагается у фронта Карпатского надвига. Над платовой залежью — параавтохтоном залегают глыбовая залежь — брекчия, образовавшаяся в результате надвига с ЮЮЗ. Многоэтапность этого процесса отражается во множестве тектонических мезоструктур, отчетливо проявляющихся в выработках соляной копи. В работе описаны разнообразные тектонические формы: зеркала скольжения, сбросы, системы трещин, складки волочения и кливажа, брекчии, меланж, девормации слоев и кристаллов (рис. 1–11). Некоторые из этих структур противоречат высказанному в последнее время (13, 14, 25) взгляду об олистостромовом генезисе месторождения.