

ANDRZEJ SZYBIST

Akademia Górniczo-Hutnicza

## Z BADAŃ GEOLOGICZNYCH NAD DRUZGOTOWĄ CZĘŚCIĄ ZŁOŻA SOLNEGO WIELICZKI

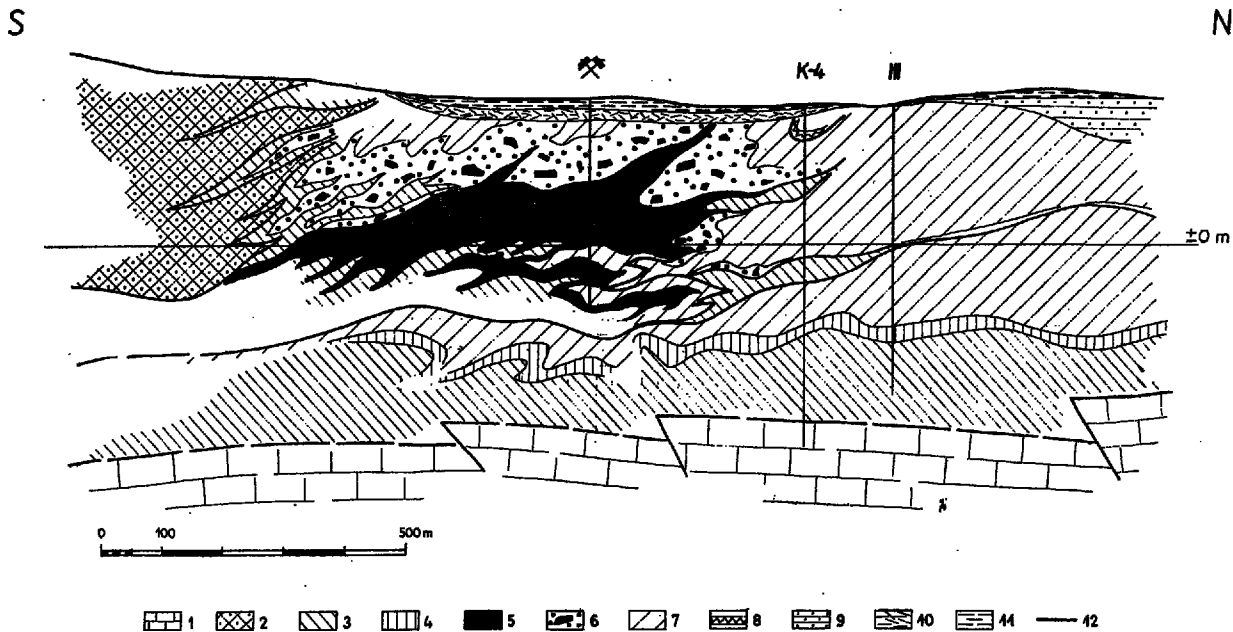
UKD 553.631:551.248.2:552.531+552.524:552.542+549.451.1:548.59(438.312)

Podkarpackie złoże solne, udostępnione górnictwu i eksploatowane od kilku wieków przez kopalnię w Wieliczce, stało się obiektem geologicznym najbardziej popularnym w Polsce, a skomplikowana budowa geologiczna tego złoża była przedmiotem wielu kontrowersyjnych dyskusji oraz licznych publikacji. W związku z tym można by przypuszczać, że geologia tego złoża solnego została już dostatecznie wyjaśniona i odpowiednio zilustrowana. Jednak wbrew takiemu przypuszczeniu, geolodzy salinarni orientują się jak zwykle są stosunki geologiczne, szczególnie tektoniczne, w jakich to złoże solne występuje oraz ile jeszcze bardzo ważnych zagadnień geologicznych pozostaje do rozwiązania. Do takich właśnie należy

między innymi budowa wewnętrzna górnej części złoża solnego, która bywa nazywana druzgotową lub zubrową, w przeciwstawieniu do części dolnej, warstwowej lub też pokładowej. Petrologia tej górnej części złoża jest przedmiotem niniejszego artykułu.

### GENERALNY OBRAZ BUDOWY ZŁOŻA SOLNEGO WIELICZKI

Rozwój poglądów na budowę złoża jako przestrzennej całości zaznacza się wyraźnie dopiero od końca XVIII w. (2). Obecny obraz budowy geologicznej złoża wielickiego, poznawany stopniowo w miarę postępu odbudowy górnictwa, jest jednym z ostatnich



Ryc. 1. Przekrój geologiczny przez szyb Kingi, wg J. Poborskiego.

1 — wapień jury górnej, 2 — utwory flyszowe, 3 — warstwy skawińskie, 4 — warstwy wielokłkie w facji siarczanowej (gipsy z ilam), 5 — kompleks „soli warstwowych”, 6 — kompleks „zubrowy” (zuber z bryłami soli), 7 — warstwy chodenickie, 8 — gipsy kompleksu „zubrowego”, 9 — warstwy grabowieckie, 10 — zwietrzalna gipsowo-łłowa na złożu solnym, 11 — gliny plejstoceńskie, 12 — linie głównych nasunięć.

Fig. 1. Geological section through Kinga shaft (after J. Poborski).

1 — Upper Jurassic limestones, 2 — Flysch deposits, 3 — Skawińskie Beds, 4 — Wieliczka Beds developed in sulphate facies (gypsum with clays), 5 — "layered rock-salt" series, 6 — "zuber" series ("zuber" with blocks of rock-salt), 7 — Chodenickie Beds, 8 — gypsum of "zuber" series, 9 — Grabowieckie series, 10 — gypsum-clay weathering cover on rock-salt deposit, 11 — Pleistocene tills, 12 — lines of main overthrusts.

ogniw w ewolucyjnym szeregu graficznych rozwiązań. Wynikiem najnowszej syntezy graficznej, dokonanej przez J. Poborskiego w 1974 r., jest obraz całości opisywanego złoża, wystawiony ostatnio w podziemiach Muzeum Żup Krakowskich. Zarazem jednym z najbardziej charakterystycznych przekrojów, obrazującym dość dobrze stosunki geologiczne, jest przekrój poprzeczny przez szyb Kingi (ryc. 1).

Południową granicę złoża, wkomponowanego w otaczające je formacje skalne, wyznacza czołowa masa nasuniętych i rozczłonkowanych oraz złuskwanych formacji flyszowych wraz z przyległymi ilomarglami skawińskimi; natomiast północną granicę wyznacza kontakt zubrów z piaszczystymi ilami łupkowymi, które uważa się za ich bezpośrednie utwory stropowe. Zawikłany obraz tego złoża solnego (ryc. 1) staje się łatwiej zrozumiały, jeśli uwzględnimy, że jest to jak gdyby geometryczna wypadkowa kilku aktów ostatniej fazy górotwórczej Karpat. W wyniku kilkukrotnych nasunięć doszło do tektonicznego uformowania się złoża, tj. zgrnięcia warstw serii solnej, osadzonej w 2 panwliach na przedpołu Karpat, w pasie o szerokości ok. 10 km oraz skupienia ich na obecnej szerokości tego złoża, wynoszącej ok. 1,5 km.

Charakterystycznym i uderzającym rysem w budowie geologicznej złoża wielickiego jest jego dwudzielność tektoniczna. Wyraża się ona tym, że górna, druzgotowa część złoża, osadzona pierwotnie dalej na południu (panew południowa), składająca się z ilów solnych (zubry) z bryłami soli oraz egzotykami innych skał, została nasunięta na część dolną, warstwową, osadzoną w panwi północnej. Ta dolna, warstwowa część złoża zbudowana jest z zielonych soli pokładowych, soli szybkowej i soli spizowych.

Sole warstwowe, zdeformowane i przemieszczone plastycznie, zaszczepiają się z górną częścią złoża w postaci wyciśniętych łusek i fałdów, powalonych ku N, tj. w kierunku działania sił tangencjalnych. Obie wymienione jednostki złoża wielickiego, rozdzielone

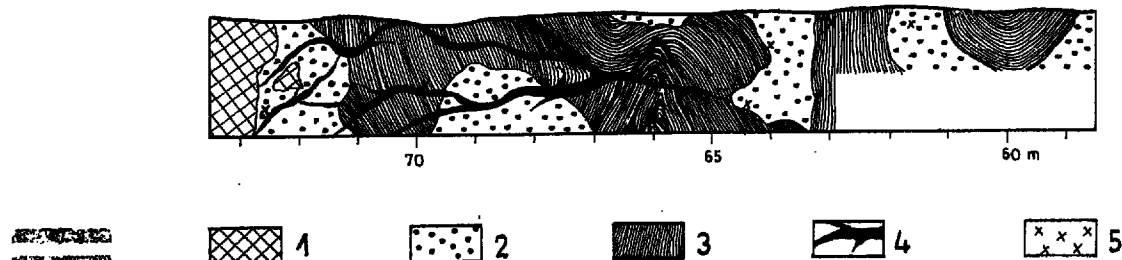
powierzchnią nasunięcia, wtórnie zafałdowaną, są z kolei nasunięte na autochtoniczną serię ewaporatów.

#### GÓRNA CZĘŚĆ ZŁOŻA

Górna część złoża wielickiego, utwór bryłowy lub też druzgotowy, ma rzeczywiście charakter grubego druzgotu, tj. brekcji tektonicznej. Powstała ona z rozbitcia procesami tektonicznymi grubego kompleksu utworów przeważnie ilastych z pokładami soli kamiennej, zajmującej łącznie tylko niewielki odcinek w profilu stratygraficznym serii solnej. Pod działaniem sił tangencjalnych, przy braku amortyzacji całego kompleksu, nastąpiło potrzaskanie i przemieszanie ze sobą masy różnych skał przenoszonych ruchami nasuwającymi.

Największą objętość w tak powstałej „hałdzie”, nasuniętej od S, zajmują zubry, będące masą charakterystycznych ciemnoszarych utworów ilowo-solnych, obfitujących w beładnie zawieszone ziarna halitu. Nieco ciemniejsze partie utworów ilastych bez takich ziarn halitu, wyraźnie odcinające się od tła zubrów, są gniazdami i skibami ciemnoszarych ilów lub ilowców marglistych (ilomargli), które uważa się za utwory spagowe właściwych zubrów. Utwory te są wyraźnie i mocno zlustrowane. W zubrach bardzo często spotyka się egzotyki skał flyszowych. Są to toczące lub wygniezione soczewki i płyty oraz smugi ilów lub ilomargli barwy czerwonej, zielonej i brunatnej oraz okruchy piaskowców średnioziarnistych, jasnoszarych, jak również innych skał z przedmurza Karpat. Obok egzotyków, w zubrach występują charakterystyczne bryły soli dolomitycznej, która była przedmiotem osobnego opracowania (3).

Zubry, podobnie jak i bloki ciemnoszarych ilów bezsolnych, poprzecinane są żyłami białej soli włóknistej. Grubość oraz liczba żył tworzących całą sieć rozgałęzień, jak również zagęszczenie ziarn halitu w zubrze wzrasta w miarę zbliżania się do brył soli. Bryły soli w zubrze mają różny kształt i wielkość, poczynając od brył o objętości ok. 1 m<sup>3</sup>, aż do du-



Ryc. 2. Skiby łowe pośród zubru na ścianie chodnika kopalnianego.

1 — bryły soli „zielonej”, 2 — zuber, 3 — sfaldowane skiby łów, 4 — żyły białej soli włóknistej, 5 — skupienia anhydrytu.

zych bloków o normalnej grubości ok. 15 m. Zarysy tych brył, występujących pojedynczo lub w uszeregowanych ciągach, są przeważnie nieregularne, niekiedy zaś wydłużone lub romboidalne. Ich powierzchnie, jako tektoniczne pęknięcia, są dość często pstrzępione i skośne do delikatnego smugowania warstewkami łowymi, zagęszczającymi się w pobliżu pierwotnego spągu warstwy solnej. Pozwala to ustalić przestrzenną orientację bryły (1).

Sole kamienne budujące te bryły są nierównozłazniste, przeważnie grubozłazniste, barwy zielonawoszarej. Zanieczyszczone są drobnymi, sprasowanymi skupieniami łałstymi, rozmieszczonymi nieregularnie wzdłuż krawędzi ziarn halitu. Same ziarna halitu natomiast są w większości szare, sporadycznie zupełnie czyste i przejrzyste.

**Metoda badań.** Przeprowadzone obserwacje i badania geologiczne w złożu wielickim dotyczyły wyłącznie jego górnej, druzgotowej części. Badania przeprowadzono w południowo-wschodniej części kopalni, na poziomach: V, V/VI (między poziom) oraz VI. Miejscem obserwacji były przede wszystkim chodniki poprzeczne oraz szereg chodników podłużnych, prowadzących do najdalej na E wysuniętych krawędzi kopalni. Prace prowadzono metodą tzw. kartowania pośredniego w skali 1:100, z uwzględnieniem ważniejszych szczegółów w skali 1:10. Z uwagi na skomplikowaną budowę złoża bryłowego, profilowano oba odcisy chodników, a w szczególnych przypadkach także strop.

W badaniach poprzestawano wyłącznie na makroskopowym rozpoznawaniu różnorodnych skał tej części złoża oraz ich opisie w sposób przyjęty w nowszej literaturze z zakresu geologii salinarnej w Polsce. Otrzymaane wyniki obserwacji były podstawą do przeprowadzenia wstępnego stadium petrologicznego oraz pozwoliły na konstrukcję map i szczegółowych przekrojów geologicznych, obrazujących rozmieszczenie, prawdopodobne kształty, wielkości i zróżnicowanie petrograficzne brył soli, a także utworów łałstych kompleksu złoża bryłowego.

**Charakterystyka petrologiczna górnej części złoża.** Niższy opis jest wynikiem przeprowadzonych obserwacji w ograniczonej partii złoża bryłowego, w jednym z pól kopalnianych. Opis ten odnosi się głównie do brył solnych, a w mniejszym stopniu do przeważających skał płonnych. W dotychczasowych opisach kompleksu zubrowego wymieniano głównie jeden rodzaj soli występującej w bryłach, tj. soli zielonej. Wynikało to z dość pospolitego występowania brył tej soli oraz faktu, że tylko te bryły eksploatowano w kopalni wielickiej od najdawniejszych czasów.

Rozmieszczone nierównomiernie w kompleksie zubrowym bryły soli zielonej są dość często uszeregowane w ciągach. Powierzchnie brył danego ciągu są niejednokrotnie mniej więcej jednakowo nachylone. Podkreśla to zaznaczające się delikatne uwarstwienie, wyraźniejsze na bryłach zługowanych nieco w atmosferze kopalnianej. Zaznacza się ono cienkimi

Fig. 2. Tectonic slices of clay between "zuber" displayed by gallery wall.

1 — blocks of "green" rock-salt, 2 — "zuber", 3 — folded tectonic slices of clays, 4 — veins of white fibrous rock-salt, 5 — concentrations of anhydrite.

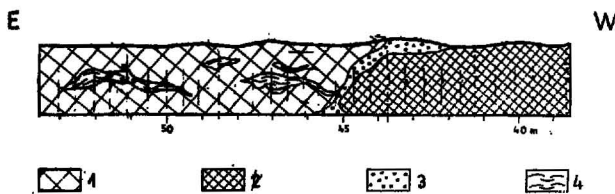
kimi smugami łałstymi, które zagęszczają się w miarę zbliżania do pierwotnego spągu warstwy solnej. Bardzo ciekawym zjawiskiem, zaobserwowanym głównie na małych i owalnych bryłach tej soli, jest otulająca je rdzawobrunatna otoczka (skorupka) żelazista o grubości od 2 do 5 mm.

Sól kamienna budująca opisywane bryły jest nierównozłaznista, przeważnie grubozłaznista, barwy zielonawoszarej, pochodzącej od koloidalnej zawiesiny łowej, rozproszonej wewnątrz ziarn halitu. Poszczególne ziarna halitu, posiadające zarysy hipidiomorficzne, a często idiomorficzne są w większości szare, niekiedy brunatne lub mleczne, sporadycznie czyste i przejrzyste. W osobnikach zupełnie czystych widoczne są małe skupienia niebieskiego anhydrytu w postaci krup o średnicy do 5 mm. Miejscami widoczne są w nich również drobnutki ziarenka piasku lub zwęglonych pyłków roślinnych. Ponadto sól zielona w bryłach bywa zanieczyszczona w niewielkim stopniu cienkimi, sprasowanymi skupieniami łał, grupującego się niekiedy pomiędzy poszczególnymi ziarnami halitu.

Oprócz brył soli zielonej, w kompleksie druzgotowym na uwagę zasługują bryły soli innego rodzaju. W dotychczasowych opisach złoża nie zwracano na nie szczególnej uwagi. Jak wynika jednak z przeprowadzonych obserwacji, bryły tej soli należy uważać za ważny składnik kompleksu bryłowego. Ten drugi rodzaj soli różni się od bryłowej soli zielonej zarówno strukturą i teksturą, jak i zabarwieniem. Jest to bowiem sól barwy zielonawoszarej, lecz z odcieniem żółtawym, nazywana soią witrażową z uwagi na swą specyficzną teksturę.

Sól witrażowa budująca ten drugi rodzaj brył jest tak grubozłaznista, że w przyjętej klasyfikacji strukturalnej skał solnych można ją nazwać kryształową. Rozmiary poszczególnych ziarn halitu wahają się od 15 do 50 mm, a ich zarysy są często idiomorficzne. Pośród przeważającej masy ziarn halitu mogą występować na ich kontaktach niewielkie ilości sprasowanych skupień łałstych, niekiedy z drobnymi koncentracjami anhydrytu. Skupienia anhydrytu mogą tworzyć otoczkę mniejszych ziarn, bywają też zatopione wewnątrz dużych kryształów. Niekiedy skupienia te gromadzą się na kontaktach ziarn. Poszczególne ziarna halitu przylegają do siebie wzdłuż krawędzi prostych lub zazębiają się wzajemnie. Ich barwa jest przeważnie jasnoszara, sporadycznie brunatna i mleczna.

Oprócz wymienionych małych skupień łałstych, bardzo charakterystycznym zjawiskiem dla tych brył są występujące w nich różnych rozmiarów soczewki łał marglistego, masywnego nie złustrowanego. Soczewki te rozmieszczone bywają nierównomiernie w masie całej bryły (ryc. 3). Bardzo często wymienione soczewki łowe rozmieszczone są w masie bryły dość regularnie. Tworzą one wtedy lekko pofalowane, nieciągłe warstewki grubości 5—10 cm i długości do kilku metrów, rozmieszczone w bryle w odstępach pionowych ok. 1 m.



Ryc. 3. Dwa rodzaje soli bryłowej na ścianie chodnika kopalnianego.

1 — bryła soli „kryształowej”, 2 — bryła soli „zielonej”,  
3 — zuber, 4 — soczewki iltu marglistego.

Fig. 3. Two types of block rock-salt displayed by gallery wall.

1 — block of "crystal" rock-salt, 2 — block of "green" rock-salt, 3 — "zuber", 4 — lenses of marly clay.

Pojedyncze bryły soli kryształowej, o zarysach przeważnie nieregularnych, mogą towarzyszyć bryłom soli zielonej (ryc. 3). Bardzo często bryły te występują w uszeregowanych ciągach, a powierzchnie sąsiadujących brył bywają schodkowe i postrzępione oraz nierówne. Występujące wśród masy zubrów skiby i gniazda ciemnoszarych iltów lub iltowców marglistych posiadają przeważnie zarysy nieregularne. Pośród nich obserwuje się żyły białej soli włóknistej, tworzące miejscami sieci, niekiedy rozgałęziające się krzewiasto. Stanowią one wypełnienia systemu spękań i szczelin o rozwarciu od paru do kilkudziesięciu centymetrów. Dość często obserwuje się skiby iltów układające się w małe i krótkie ciągi. Przynależność skib iltowych do jednego z ciągów wynika ze sposobu ich wzajemnego rozmieszczenia i orientacji przestrzennej.

Opisywane utwory iltowe bywają często sfaldowane oraz zmięte (ryc. 2), tworząc formy imitujące antykliny i synkliny o kubaturze około 1 m<sup>3</sup>. Zlustrowania w tych formach mogą być zablźnione białą solą szczelinową, której wzbogacenie następuje w rozwarstwionych przegubach antyklinalnych. Szczególnie górne partie tych form bywają ścięte i później przesunięte wzdłuż grubych żył soli. Obok dość jednolitych iltowców ciemnoszarych i zlustrowanych, w kompleksie złoża bryłowego na uwagę zasługują skiby iltów nieco ciemniejszych, po części zlustrowanych, przepękionych cienkoskorupną fauną mięczaków. Spotykane dość często w zubrach, jako egzotyki skał fliszowych toceńce lub wygniecione soczewki iltów czy iltomargli pstrych, tj. zielonych lub wiśniowych, posiadają różne rozmiary od centymetrowych do przekraczających 1 m. Na uwagę

#### SUMMARY

Geological image of Wieliczka salt deposit is given on the basis of newly made transversal section through Kinga shaft and some older data. Particular attention was paid to upper part, so called "brecciated" or "zuber" part of the deposits.

Geological studies and particularly macroscopic identifications of rocks occurring in that part of the deposit gave the basis for preliminary petrological analysis of rocks from the most easterly parts of the mine. A special attention should be paid to the co-occurrence of two different types of rock-salt blocks in the "brecciated" part of the deposit: blocks of "green" rock-salt, described by several authors, and blocks of rock-salt differing from the former in structure, texture, colour as well as in yielding fairly large, irregular lenses of marly clay. The latter type of rock-salt blocks so called "stained-glass window" salt blocks were hitherto considered as occasional in that part of the deposit. However, it appears that they are fairly common, forming long oriented horizons. On account of size of halite grains these blocks may be termed as "crystal" and at the same time regarded as an important component of the "brecciated" series.

wśród tych utworów zasługują toceńce tych iltów, z zawieszonymi wewnątrz kryształkami halitu idiomorficznego, przeważnie przejrzysto-mleczne. Posiadają one dość ostro zarysowane krawędzie i naroża oraz wymiary od 10 do 20 mm.

W zakończeniu artykułu należy stwierdzić, że zaniedbane poniekąd obserwacje i badania wielkiej „haidy” kompleksu druzgotowego — górnej części złoża wielickiego — mogą dostarczać danych do dokładniejszego poznania jego budowy wewnętrznej. O kilkukrotnym działaniu sił tangencjalnych, jeszcze niezupełnie wygasłych, świadczą mogą uszeregowane na pewnych odcinkach ciągi brył soli. Orientacja przestrzenna tych brył przemawia za pierwotnie plastyczną deformacją soli w formie fałdów i łusek, które w następnych fazach formowania się złoża uległy połamanu oraz rozczłonkowaniu, a niekiedy pokruszeniu. O jeszcze późniejszym przemieszczeniu pojedynczych brył soli w masie zubrów, zwłaszcza mniejszych, świadczą ich owalne zarysy (toczenie lub też przesuwanie pośród zubrów) i być może nasakorupienia żelaziste.

Występowanie w druzgotowej części złoża dwóch odmiennych rodzajów brył soli należałoby tłumaczyć ich równowiekowym pochodzeniem. Sedymentacja soli zielonej i kryształowej następowała w jednej dużej panwi solnej; sole kryształowe jako odpowiednik facjalny soli zielonej musiały osadzać się w przyległym pasie zagłębień. Znajdowałoby to potwierdzenie w strefowym układzie brył tej soli.

Zatopione w masie zubrów skiby i gniazda ciemnoszarych iltów lub iltowców marglistych w pierwotnym ułożeniu stratygraficznym stanowiły spąg zubrów. Podczas formowania się złoża zostały one najpierw razem sfaldowane, a dopiero w późniejszym okresie uległy porozrywaniu i rozprowadzeniu wśród masy zubrów. Występowanie natomiast w zubrach toceńców pstrych iltów z zawieszonymi wewnątrz kryształkami halitu potwierdzałoby przypuszczenia A. Gawła (1), sprawdzone w późniejszym okresie, o istnieniu poziomu stratygraficznego z egzotykami w pewnej części basenu południowego.

#### LITERATURA

1. Gawł A. — Budowa geologiczna złoża solnego Wieliczki. Wyd. Geol., 1962.
2. Poborski J. — Historyczny rozwój poglądów na budowę złoża solnego Wieliczki. Studia i materiały do dziejów żup solnych w Polsce, T. 1, Wyd. Min. Kult. i Szt., 1965.
3. Prochazka K., Wala A. — Sól dolomityczna w złożu Wieliczki. Roczn. PTG, t. 29, 1959. z. 1.

#### РЕЗЮМЕ

На основании нового графического построения обобщенного геологического разреза через шахту Кинга на месторождении соли Величка представлено геологическое строение месторождения. Более детально анализируется кровельный интервал залежи, называемый „обломочным” или „зуберным”.

Были проведены геологические наблюдения, охватывающие, главным образом, макроскопическое определение пород, слагающих эту часть месторождения на восточной его окраине. В „обломочной” части залежи представлены глыбы солей двух типов: глыбы „зеленой” соли, до сих пор описывающиеся наиболее часто, и глыбы солей другой структуры и текстуры и другой окраски, включающие довольно крупные и нерегулярные линзы мергелистой глины.

До сих пор считалось, что глыбы солей второго типа, называемых витражными, представляют редкое явление. Оказалось, однако, что они встречаются чаще и образуют иногда длинные цепочки. В связи с крупными кристаллами галита их можно назвать „хрустальными”. Соли в глыбах второго типа представляют важный компонент „обломочного” комплекса.