

J. POBORSKI, K. PROCHAZKA i A. WALA

Sole potasowo-magnezowe w złożach Inowrocławia i Wapna

TREŚĆ: Wstęp — *Sole potasowo-magnezowe w złożu Inowrocławia* — Przegląd wiadomości starszych o solach potasowo-magnezowych — Warunki ich występowania w kopalni „Sołno” — Metody badań — Opis wybranych utworów: skała karnalitowa w chodnikach nr 19; warstwa sylwinitu wraz z utworami żylnymi w chodnikach nr 540; żyła sylwinitu wraz z utworami żylnymi w chodnikach nr 18 — Próba wyjaśnienia genezy opisywanych utworów — *Sole potasowo-magnezowe w złożu Wapna* — Ogólne warunki występowania — Opis ważniejszych utworów: skała karnalitowa w komorach nr 44 i 45 na poziomie V; sól karnalitowa w komorze nr 37 na poziomie V; skupienie soli potasowo-magnezowych w chodniku głównym na poziomie VI — Uwagi o pozycji stratygraficznej opisywanych utworów — *Zakończenie* — Literatura cytowana

WSTĘP

Występowanie soli potasowo-magnezowych w złożach Inowrocławia i Wapna znane jest od dawna i wzmianki o nich znajdują się w nielicznych dawniejszych opisach geologicznych tych złóż. Spotykane tam sole potasowo-magnezowe stawały się niekiedy przedmiotem zainteresowania i dorywczych badań. Próbowano oznaczyć je mineralogicznie, a nawet przedsięwzięto krótkotrwałe roboty poszukiwawcze, zainteresowanie jednak gasło z chwilą, gdy okazało się, że nie przedstawiają one wartości przemysłowej. W owych czasach, kiedy ogólna znajomość cechsztyńskich złóż soli w regionie kujawskim była jeszcze słaba, właściwa pozycja geologiczna tych soli nie mogła być należycie wyjaśniona.

W ostatnich latach, dzięki rozbudowie kopalń soli, udostępnione zostały nowe i stosunkowo duże partie wymienionych złóż, gdzie pośród przeważającej masy soli kamiennej trafiają się tu i ówdzie przerosty z solami potasowo-magnezowymi. Dzięki tym nowym odsłonięciom w kopalniach poznana została lepiej stratygrafia samej serii solnej oraz tektonika wewnętrzna wysadów solnych. Na tle poszerzonej w ten sposób znajomości budowy geologicznej złóż cechsztyńskich rozpatrzenie zagadnienia

solu potasowo-magnezowych pod względem morfologii ich występowania, składu mineralnego, genezy, możliwości górniczych itp. wydaje się obecnie aktualne.

Mimo to, że sole potasowo-magnezowe w dotychczas znanych warunkach występowania w kopalniach Inowrocławia i Wapna nie nadają się, jak się okazuje, do eksploatacji, opisanie ich pod wymienionymi względami może przyczynić się do lepszego poznania cechsztyńskiej formacji solonośnej na Ziemiach Polskich.

Zebranie materiałów do niniejszej pracy, wykonanie laboratoryjnych badań petrograficznych i opracowanie graficzne stało się możliwe dzięki finansowej pomocy Komitetu Geologicznego przy Wydziale III Polskiej Akademii Nauk, co autorzy zawdzięczają życzliwemu ustosunkowaniu się do tego tematu Kierownictwa naukowego Wydziału.

Praca została wykonana zespołowo przez pracowników Zakładu Złóż Soli Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Sole potasowo-magnezowe w złożu Inowrocławia

PRZEGLĄD WIADOMOŚCI STARSZYCH

Jakkolwiek złożo soli w Inowrocławiu odkryte było i udostępnione dość, w porównaniu z naszymi złożami mioceńskimi, późno, gdyż dopiero na przestrzeni lat 1871-1886, posiada ono bogatą historię i kilkanaście pozycji w literaturze geologicznej i górniczej. Pomimo to jednak odczuwamy dziś brak monografii, a przynajmniej obszernego opisu złoża inowrocławskiego, który by przedstawił budowę tego wysadu solnego w świetle nowych materiałów.

Pochodzące z ostatniej ćwierci ubiegłego i z początku bieżącego stulecia materiały geologiczne z dawnych wierceń eksploatacyjnych oraz z kopalń zatopionych użytkował geolog pruski F. Beyschlag do konstrukcji pierwszego obrazu całego złoża (1)*. Na podstawie nowszych materiałów z lat 1920-1945 J. Poborski starał się w publikacji z r. 1947 (6) uzupełnić obraz budowy wewnętrznej złoża zarówno w Inowrocławiu, jako też i w Wapnie.

W ubiegłym dziesięcioleciu materiałów najważniejszych zarówno dla prawidłowej konstrukcji profilu całego wysadu, jak i dla poznania jego budowy wewnętrznej dostarczyły głębokie wiercenia oraz rozbudowująca się kopalnia „Solno“. Szczególnie sieć nowych chodników kopalnianych, tworząca cały system sztucznych odkrywek, pozwala nam poznać duży urozmaicony zespół skał cechsztyńskiej serii solnej i zorientować się w stylu tektoniki wewnętrznej wysadu.

* Liczby kursywą w nawiasach odsyłają do spisu literatury na końcu artykułu.

W starych zatopionych kopalniach napotymano niejednokrotnie sole potasowo-magnezowe, przeważnie w postaci cienkich przerostów, które miejscami tylko osiągały miąższość paru metrów. Niekiedy stawały się one przedmiotem zainteresowania i wówczas starano się określić ich skład chemiczny. W wyjątkowych miejscach próbowano je urabiać, a nawet śledzić osobnym chodnikiem poszukiwawczym. Kilka ciekawych szczegółów w tym względzie podaje wspomniany już geolog F. Beyschlag, a także pruski urzędnik górniczy v. Ertel w swej kronice salinarnej okręgu poznańskiego (3).

W pruskiej kopalni rządowej, udostępniającej głównie środkową część wysadu, krótkotrwałe zainteresowanie wzbudziła warstwa soli potasowo-magnezowych, która była, jak się okazało, mieszaniną halitu (NaCl) z sylwinem (KCl) i kainitem ($\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Według analiz, wykonanych w ówczesnej Poznańskiej Stacji Rolniczej (Landwirtschaftliche Untersuchungsstation), w trzech przeciętnych próbach z tej warstwy stwierdzono procentową zawartość chlorku potasowego: 1) 24,6, 2) 25,5, 3) 21,6. Warstwa ta, śledzona wzdłuż rozciągłości, wskutek wyklinowywania się zanikała.

W kopalni prywatnej, założonej na południowej części wysadu, przeprowadzono osobny chodnik poszukiwawczy w kierunku na południe od szybu „Sedan“ w nadziei odkrycia złoża soli potasowo-magnezowych. Chodnikiem tym przebito rzeczywiście na ósmym dziesiątku metrów jego długości cienki pokład tych soli, w których analiza stwierdziła 32,2% kainitu i 6,7% sylwinu. Czysty sylwin stanowił tam wtórne wypełnienie szczelin. W dalszym ciągu śledzono ten pokład wzdłuż jego rozciągłości na przestrzeni 120 m, aby ostatecznie uznać go za niezdatny do odbudowy.

Również z inicjatywy przedsiębiorców kopalni prywatnej założono głębokie wiercenie „Goecke I“ w poszukiwaniu soli potasowo-magnezowych na południowym krańcu wysadu. W otworze tym, poczynając od głębokości 817 m, przewiercono 28,3 m soli karnalitowej, z upadem 30–40°. Obliczenie wykazało, że normalna miąższość pokładu ma 20 m, co zachęciło przedsiębiorstwo do założenia następnego wiercenia „Goecke II“, które dało jednak mniej pomyślne wyniki.

Warto nadmienić, że w szkicowanym profilu poprzecznym wysadu solnego, podanym przez Beyschlaga, zaznaczona jest grubsza warstwa interesujących nas soli.

Trzeba podkreślić, że na ogół wszelkie notatki o solach potasowo-magnezowych w starych kopalniach są materiałem cennym, który można spożytkować w nowym pełniejszym opisie.

W nowszych czasach próbki soli potasowo-magnezowych z Inowrocławia były określane pod względem petrograficznym tylko w sposób dowodowy dla scharakteryzowania tamtejszej serii solnej dla innych celów.

Z okresu ostatniej wojny zachowała się wiarygodna notatka z badania mikroskopowego skały karnalitowej, jakie przeprowadził K. Spangenberg (10) w ówczesnym Zakładzie Mineralogii i Petrografii Uniwersytetu Wrocławskiego. Skała ta pochodziła z żyły szczelinowej (fugi dyslokacyjnej?), która nie została wprawdzie zlokalizowana we wspomnianej notatce, lecz mogła się odnosić do jednego z kilku znanych w kopalni utworów tego rodzaju. W wyniku badania stwierdzono tam występowanie ciekawego agregatu, jaki tworzy halit z karnalitem ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) i tenardytem (Na_2SO_4).

W ostatnich kilku latach, w związku z badaniami radioaktywności skał złoże w Inowrocławiu, oznaczono chemicznie zawartość potasu w licznych szeregu prób. W ten sposób wykryto nawet słabo potasonośne człony serii solnej. Wyniki tego oryginalnego studium są streszczone w wydawnictwie „Acta Geophysica Polonica“ (9).

W obchodzącym nas zagadnieniu soli potasowo-magnezowych rozstrzygającą była niedawna próba charakterystyki petrograficznej serii solnej w Inowrocławiu, podjęta w r. 1954 przez pracowników Akademii Górniczo-Hutniczej K. Prochazkę i A. Walę na zlecenie Instytutu Geologicznego (8).

WARUNKI WYSTĘPOWANIA SOLI POTASOWO-MAGNEZOWYCH W KOPALNI „SOLNO“

Kopalnia „Solno“ udostępnia południową część wysadu solnego na ośmiu poziomach, które założono w pionowych odstępach co 18 m na głębokościach od 470 m (poziom I) do 596 m (poziom VIII). Kopalnia rozbudowuje się ku północy przedłużając w tym kierunku roboty górnicze. Dochodzą one obecnie do połowy długości czyli do środka wysadu. Warto przy tym zauważyć, że stare zatopione kopalnie znajdowały się na małej głębokości (122-180 m), tj. tuż poniżej zwierciadła solnego, a po części nawet w czapie gipsowej.

Występowanie soli potasowo-magnezowych w obrębie kopalni „Solno“ może być obecnie rozpatrywane na tle wewnętrznej budowy geologicznej złoże, którą ilustrują przekroje poziome i pionowe, najlepiej zaś szczegółowe plany geologiczne poziomów kopalnianych (przekroje poziome).

Schemat stratygrafii serii solnej podano w jednym z następných rozdziałów. W skróconym natomiast zarysie tektoniki wewnętrznej złoże, w jego części objętej kopalnią, jako ważne zjawisko należy podnieść, że warstwy serii solnej są ułożone w systemy fałdów biegunowych, których osi podłużne przebiegają bardzo stromo z góry na dół. Wskutek tego powtarza się sytuacja geologiczna na wszystkich poziomach kopalnianych.

Toteż każda niemal warstwa może być prześledzona po upadzie w dół poprzez wszystkie poziomy kopalniane, o ile nie ulega wyklinowaniu. Umożliwia nam to zrekonstruowanie planu geologicznego zwierciadła solnego, a tym samym identyfikację warstw z solami potasowo-magnezowymi, jakie napotkano w starych kopalniach.

Uderzającym zjawiskiem w tektonice wewnętrznej złoża jest kontrastowe zachowanie się mechaniczne sztywnych i plastycznych członów serii solnej. Bardziej plastyczne warstwy charakteryzują się z jednej strony nadzwyczajnymi zgrubieniami (nabrzmieniami) na przegubach fałdowych, z drugiej zaś — ścienieniami (wyprasowaniami) na skrzydłach fałdów. Warstwy sztywniejsze natomiast łatwo ulegają na skrzydłach fałdów rozerwaniu, wyklinowują się gwałtownie i w ten sposób wypadają tektonicznie z szeregu warstw. Dochodzi wówczas do nienormalnego kontaktu różnych członów serii solnej. Śladem takiego wyklinowania bywa tzw. fuga kontaktowa, wypełniona okruciami wyklinowanej skały, scementowanymi bardziej plastyczną solą.

Sole potasowo-magnezowe wykazują zupełnie odmienne niż sól kamienna właściwości mechaniczne, zależne zresztą od ich rodzaju. Znajduje to wyraz w morfologii występowania tych soli pośród soli kamiennej w tak silnie sfałdowanym i zdyslokowanym układzie warstw, jaki widzimy w wysadzie inowrocławskim.

Sole potasowo-magnezowe występują w wielu różnych miejscach kopalni „Solno“ w postaci cienkich warstw, nieregularnych przerostów i żył o zmiennym ukształtowaniu. W wyjątkowych miejscach osiągają one miąższość kilku metrów. Niezależnie od zwartych skupień występują one również w stanie zupełnego rozproszenia, w postaci pojedynczych ziarn i małych gron krystalicznych, milimetrowej grubości soczewek i warstewek oraz innego rodzaju cienkich przerostów w soli kamiennej, tworząc słabo potasonośne człony serii solnej.

Jeśli odkrywki z solami potasowo-magnezowymi będziemy rozpatrywać na podkładzie kopalnianych planów geologicznych, odzwierciedlających stratygrafię i tektonikę wewnętrzną złoża, to pozorna mnogość i różnorodność występowania tych soli zredukuje się do kilku warstw i potasonośnych członów serii solnej. Oczywiście nie będzie się to odnosić do wtórnych wypełnień szczelinowych, tj. do żył mineralnych. Okaze się wówczas, że jedna interesująca nas warstwa może się odsłaniać w różnych miejscach na danym poziomie kopalnianym, stosownie do zakłócanego przebiegu linii fałdów biegunowych, oraz że ma ona swe odpowiedniki na innych poziomach, tj. daje się prześledzić w przekrojach pionowych na wysokości całej kopalni.

Dokonując systematycznego przeglądu odsłoneń z solami potasowo-magnezowymi w kopalni „Solno“ stwierdzamy, że są to na ogół

mniejsze skupienia. Zdarzają się one przeważnie w postaci cienkich przerośnięć wśród uławiconych mas soli kamiennej, najczęściej jako wypełnienie szczeliny lub fugi dyslokacyjnej, co świadczy o wyklinowaniu się tektonicznym właściwego poziomu tych soli. W tych warunkach szczególnie uwagę zwracają wyjątkowe miejsca w kopalni z grubymi przerośnięciami soli potasowo-magnezowych.

W badaniach naszych zajęliśmy się jedynie kilku wyjątkowo dużymi skupieniami soli potasowo-magnezowych, które są związane z głównymi potasonośnymi członami serii solnej i które dają się prześledzić w przekrojach pionowych poprzez kilka poziomów kopalnianych. Do nich należą: warstwa skały karnalitowej w chodnikach nr 19, warstwa sylwinitu wraz z grubymi utworami żylnymi w okolicy chodników nr 540 i żyła sylwinowo-halitowa w chodnikach nr 16.

METODY BADAŃ

Badania soli potasowo-magnezowych przeprowadzono w dwóch stadiach, na które się złożyły prace kopalniane o charakterze polowym oraz prace laboratoryjne.

W ramach prac kopalnianych wykonano szczegółowe zdjęcia geologiczne wymienionych powyżej trzech najważniejszych występowania soli potasowo-magnezowych w skali 1 : 100 opisując je równocześnie makroskopowo. W związku z tym wypadało również określić bliżej struktury badanych obiektów. Najbardziej charakterystyczne cechy strukturalne sfotografowano ponadto na miejscu.

Drugim zadaniem w kopalni było właściwe pobranie prób do badań laboratoryjnych. Pobrano próby dwojakiego rodzaju. Celem ustalenia przeciętnego składu mineralnego w warstwach przypuszczalnie syngenetycznych soli potasowo-magnezowych uznano za potrzebne pobrać z nich próby bruzdowe, poza tym wzięto szereg prób punktowych z miejsc charakterystycznych, i to w odniesieniu do wszystkich badanych obiektów.

Próby starano się pobierać w odsłonięciach świeżych, po uprzednim usunięciu gąbczasto-ziemistej zwietrzliny, jaka narasta na łatwiej rozpuszczalnej skale solnej (pl. III, fig. 1 i 2 i pl. V, fig. 2). Próby bruzdowe wycięto z całej szerokości badanych warstw na ścianach chodników, prostopadle do linii uwarstwienia. Wymiary poprzeczne bruzdy dobrano zależnie od przeciętnej tekstury skały przyjmując dla skały karnalitowej szerokość 10 cm i głębokość 5 cm (p. pl. III, fig. 2) i dla sylwinitu — szerokość 6 cm i głębokość 3 cm (pl. V, fig. 2).

Cały urobek uzyskany przy wykuwaniu bruzd rozdrobniono, a następnie wzięto zeń próby średnie przez wielokrotne pomniejszanie kwartowaniem.

Próby punktowe pobrano w postaci pojedynczych brył (okazów) o wadze 3-5 kg (pl. VIII, fig. 1 i pl. X, fig. 2).

Zebrane w kopalni próby stały się przedmiotem następujących badań laboratoryjnych: makroskopowego studium petrograficznego skał w pojedynczych bryłach, badania mikroskopowego w płytkach cienkich oraz w preparatach proszkowych i wreszcie analizy chemicznej.

W opisie petrograficznym skał solnych zastosowano pewne wyrażenia i pojęcia, które objaśniamy w sposób następujący.

Skały solne są naturalnymi agregatami minerałów solnych, powstałymi na drodze sedymentacji chemicznej, ponadto zmodyfikowanymi niekiedy przez późniejsze procesy metamorfozy. Odróżniamy tu skały solne monomineralne i polimineralne. Najpospolitszą skałą monomineralną jest sól kamienna, złożona z ziarn takiego minerału skałotwórczego, jakim jest halit. Wyrazu „halit“ będziemy zatem używać w znaczeniu minerału. Sole potasowo-magnezowe są skałami polimineralnymi, tj. złożonymi przynajmniej z dwóch skałotwórczych minerałów solnych, np. z halitu i sylwinu w przypadku sylwinitu. W skałach tego rodzaju minerały składowe są związane ze sobą warunkami paragenezy.

Sole są to skały krystaliczne o swoistym wykształceniu składników mineralnych i o swoistej budowie wewnętrznej. W odniesieniu do soli okazało się praktyczne zastosowanie terminów „tekstura“ i „struktura“ w znaczeniach następujących.

Przez teksturę rozumiemy wykształcenie elementarnych składników skały solnej, tj. wielkość ziarn mineralnych, ich kształt i wzajemny stosunek przestrzenny w „tkaninie“ skalnej. Natomiast pojęcie struktury obejmuje te cechy masy skalnej, które są uzewnętrznieniem pewnych zmian składu mineralnego i tekstury w obrębie jednej warstwy lub pomiędzy sąsiadującymi ze sobą warstwami. Do cech strukturalnych należy zatem uławicenie i uwarstwienie we wszystkich znanych odmianach (normalne, stopniowane, przekątne i inne), a więc także typowe dla skał solnych zjawisko „pierścieni rocznych“ i rytmiczne zmiany barwy w naprzemianległych warstewkach (pasiastość), dalej występowanie przerośnięć i konkrecji wszelkiego rodzaju itd. Dlatego też cechy strukturalne, jako grubsze rysy budowy skały, są łatwiejsze do zaobserwowania w odkrywkach, aniżeli w pojedynczych próbkach.

Co się tyczy tekstury soli, przyjęto następujące normy wielkości ziarna:

- poniżej 1 mm — drobne
- od 1 do 5 mm — średnie
- powyżej 5 mm — grube.

Stosownie do tego sól określano jako drobno-, średnio- i gruboziarnistą. W wielu jednak przypadkach, jeśli cechy strukturalne nie były wybitne, przymiotniki te opuszczano.

OPIS WYBRANYCH UTWORÓW

Skała karnalitowa w chodnikach nr 19

Największe i najokazalsze skupienie soli potasowo-magnezowych, odkryte dotychczas w kopalni „Solno“, tworzy skała karnalitowa w części złoza udostępnionej niedawno chodnikami nr 19 na sześciu poziomach kopalnianych (od poziomu I do VI włącznie). Chodniki te, zorientowane w kierunkach W-E, wypadają w pionie ponad sobą.

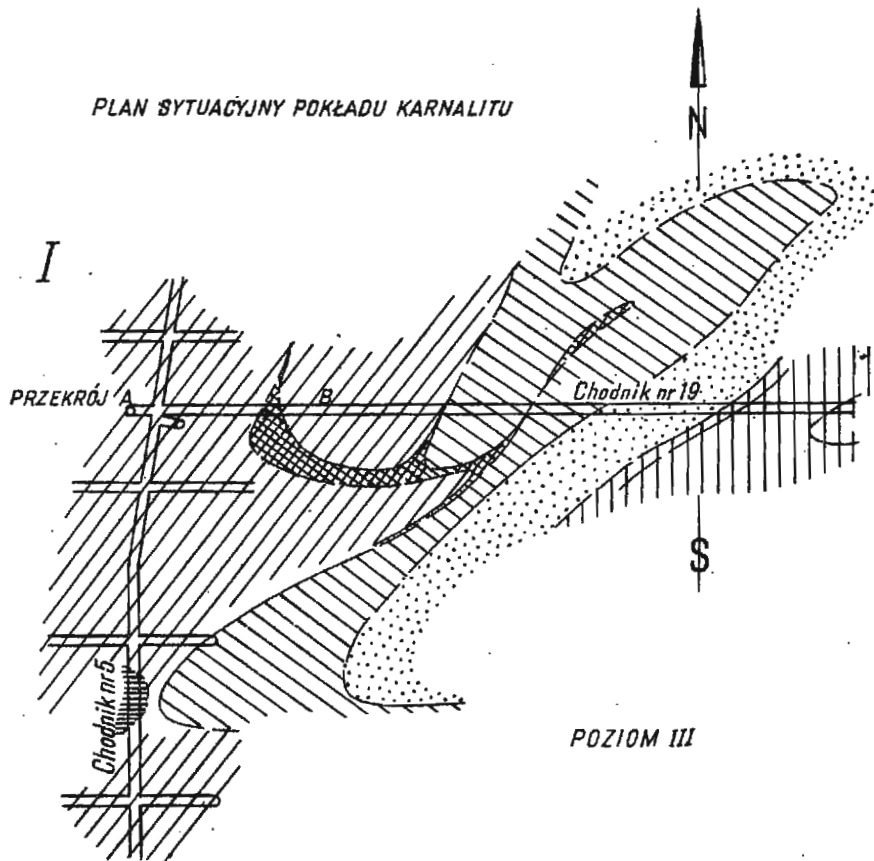
Aby przedstawić należycie morfologię skały karnalitowej, skonstruowano przekrój pionowy W-E w skali 1 : 400 oraz przekrój poziomy pomocniczy (plan na poziomie III) w skali 1 : 2000 (tabl. I). Na podstawie uzyskanego w ten sposób bardzo wyrazistego obrazu ukształtowanie przestrzenne opisywanego utworu ująć można w sposób następujący.

Utwór karnalitowy występuje tu w postaci warstwy, która odznacza się pewną ciągłością przebiegu, jakkolwiek miąższość jej zmienia się miejscami dość raptownie, w sposób niejako plastyczny — od kilku m do paru zaledwie cali. Na przeważającej przestrzeni w obrębie kopalni jest ona tektonicznie wyeliminowana, tj. wygnieciona (wyprasowana) na kształt ciastowatej masy, wypełniającej fuge dyslokacyjną.

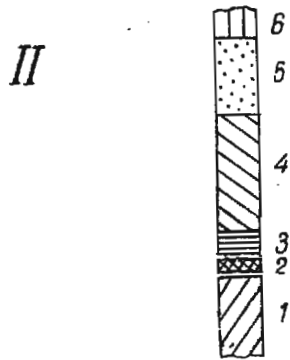
W danej części kopalni interesująca nas warstwa zachowała się w większej miąższości na ostrym przegubie fałdu biegunowego tworząc tam duże skupienie. Widoczne to jest na planie sytuacyjnym (tabl. I, fig. 1) w skali 1 : 2000. W podanym przekroju pionowym w skali 1 : 400 szerokość warstwy karnalitowej zmienia się soczewkowato od ok. 8 m na poziomie IV i V do ok. 1 m na poziomie I, tj. na przestrzeni ponad 90 m, co jest oczywiście wynikiem przyjętej intersekcji.

Utwór karnalitowy leży zgodnie pośród większej masy uławiconej soli kamiennej szaro-białej w pasie ograniczonej szerokości. O ile jednak granica zachodnia jest dość ostra, to po wschodniej stronie występuje warstwa skały przejściowej jako sól kamienna, z mniejszymi przerostami soli potasowo-magnezowych. Również jednak i po stronie zachodniej, tuż przy pokładzie skały karnalitowej stwierdzono pod mikroskopem w soli kamiennej obecność rozproszonych drobnych ziarn karnalitu, kizerytu i miejscami polihalitu (pl. I, fig. 2 i fig. 1 w tekście). Wymienione minerały wskazują swoim wykształceniem na pochodzenie syngeneetyczne.

Budowa wewnętrzna utworu karnalitowego jest zamaskowana powłoką zwietrzliny, pokrywającej ściany chodnika (pl. III, fig. 1 i 2), po-



UPROSZCZONY SCHEMAT STRATYGRAFICZNY



Pokład Karnalitu w Kopalni „Solno”

chodniki 19

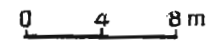
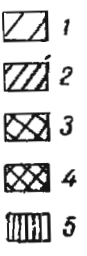
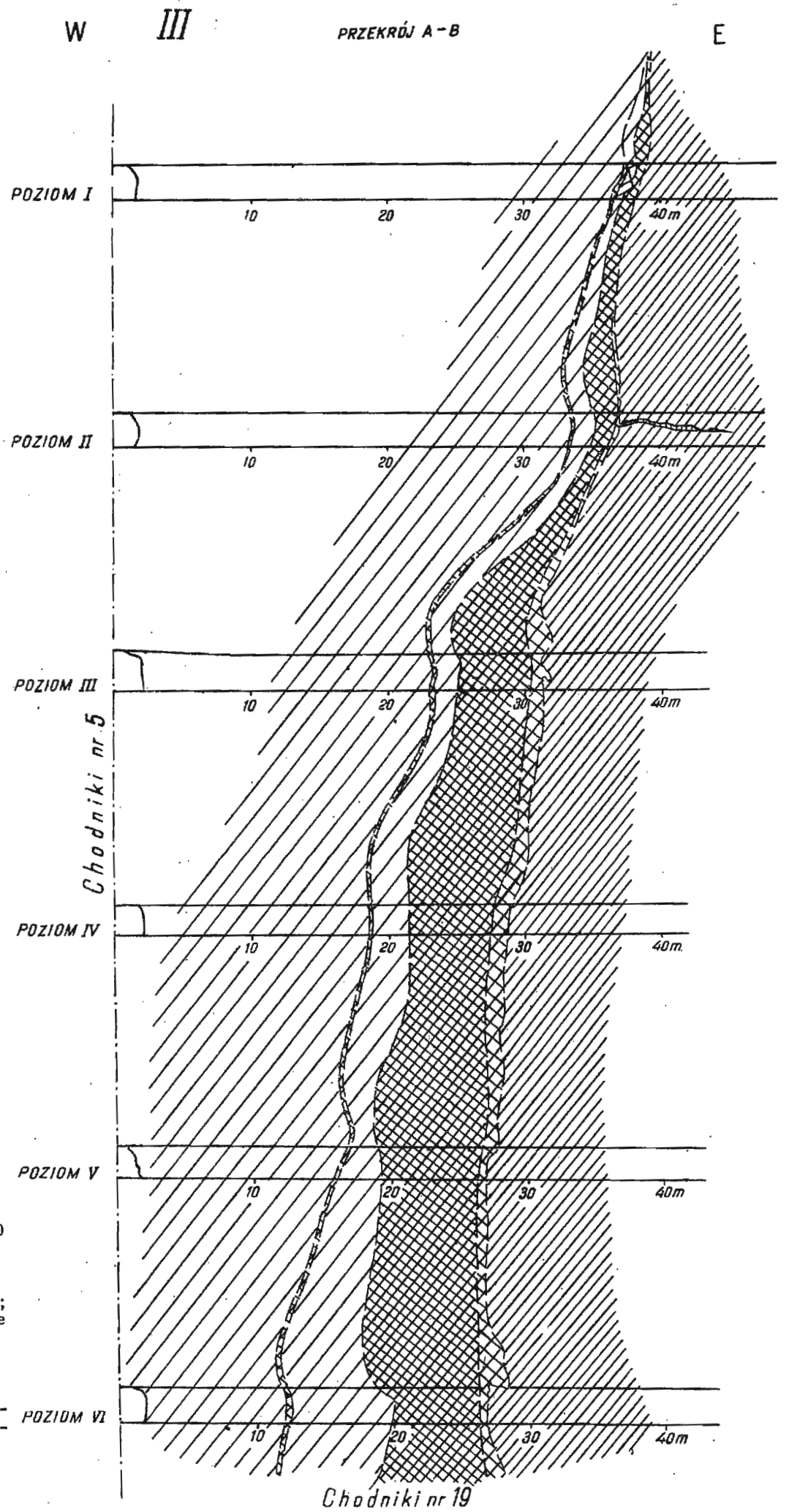
I — plan sytuacyjny pokładu karnalitu, poziom III — skala 1:2000

II — Uproszczony schemat stratygraficzny

1 starsze sole kamienne; 2 starsza sól potasowa; 3 anhydryt główny; 4 młodsze sole kamienne; 5 zuber brunatny młodszy; 6 najmłodsze sole kamienne

III — Przekrój A-B — skala 1:400

1 sól kamienna; 2 sól kamienna z przerostami anhydrytu; 3 sól z przerostami karnalitu i kizerytu; 4 karnalit kizerytowy; 5 żyła halitu z kizerytem



przez którą uzewnętrzniają się tylko wybitniejsze cechy strukturalne skały (pl. IV, fig. 1 i 2). Udało się jednak wejrzeć w tę budowę dzięki próbie bruzdowej na poziomie IV; przed pobraniem jej jednak konieczne było usunięcie zwietrzeliny. Stało się wówczas widoczne, że badany utwór dzieli się na kilka cienkich ławic, które różnią się poniekąd skła-

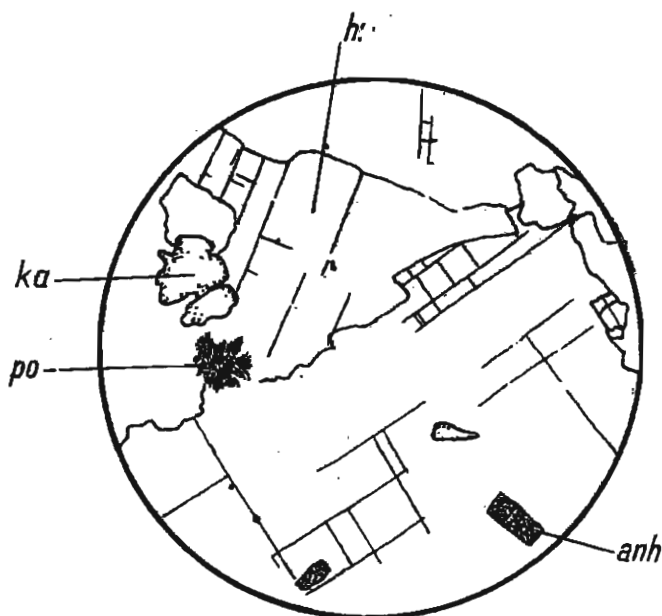


Fig. 1

Sól kamienna miódowozółta z rozproszonymi minerałami: karnalitem (*ka*), halitem (*h*), polihalitem (*po*) i anhydrytem (*anh*)
Inowrocław $\times 30$

dem mineralnym i teksturą wykazując pewną ciągłość w przebiegu z dołu do góry, jakkolwiek przechodzą one stopniowo jedna w drugą. Owo zróżnicowanie uwidocznione jest w szczegółowym profilu chodnika na poziomie IV (fig. 2).

Utwór karnalitowy składa się z czterech członów, które opisano petrograficznie poniżej w kolejności pokazanej w profilu (fig. 2) idąc od zachodu ku wschodowi. Są one oznaczone literami a, b, c, d. Człon „e” stanowi przejście do soli kamiennej.

a) *Warstwa różowej soli karnalitowej, druzgotowej*

Warstwa ta charakteryzuje się brakiem uwarstwienia i niejednorodną strukturą druzgotową. Zawiera ona bezładnie rozrzucone okruchy i bryłki ciemnoszarej soli ilastej, spojone solą karnalitową. Sól ta jest agregatem miódowozółtego halitu gruboziarnistego, o nieregularnym po-

kroju ziarn, czerwonego karnalitu różnoziarnistego i szarego kizerytu drobnoziarnistego, tworzącego gruzłowate skupienia. Wymienione składniki są wykształcone ksenomorficznie i wykazują dużą rozpiętość wielkości ziarn. Zanieczyszczenie skały stanowią sporadycznie rozrzucone drobne ziarna anhydrytu oraz substancja ilasta, gromadząca się na zrostach ziarn lub też rozproszona w pojedynczych ziarnach minerałów solnych. Miąższość warstwy wynosi ok. 2 m.

b) Warstwa czerwono-szarego karnalitu

Jest to najciekawszy człon w opisywanym zespole, odznaczający się brakiem uwarstwienia i strukturą masywną. Tekstura skały nierówna, allotriomorficzna pod mikroskopem (pl. I, fig. 1). Niejednolite plamiste zabarwienie skały, na ogół czerwono-szare na odczyszczonej caliznie, wywołane jest nierównomiernym przerastaniem się skupień różnobarwnych składników. W składzie mineralnym skały wyróżniono:

1) *Karnalit* jako główny składnik, tworzący większe lub mniejsze skupienia ziarn o różnej wielkości. Rzadziej spotyka się go w postaci pojedynczych osobników. Zarysy ziarn karnalitu są przeważnie owalne, rzadziej bywają one wystrzępione. Przeważnie są one zabarwione na czerwono. Pod mikroskopem obserwować można w karnalicie różnorodne wtrącenia, tj. drobniotkie wrostki hematytu i skupienia substancji ilastej, rzadziej — idiomorficzne ziarenka anhydrytu i ksenomorficzne ziarenka kizerytu.

2) *Halit* jest drugim co do ilości minerałem skałotwórczym, który tworzy większe lub mniejsze skupienia barwy szarej, przerastające się z karnalitem. Występuje również w pojedynczych ziarnach, które bywają wykształcone idiomorficznie. W poszczególnych ziarnach pod mikro-

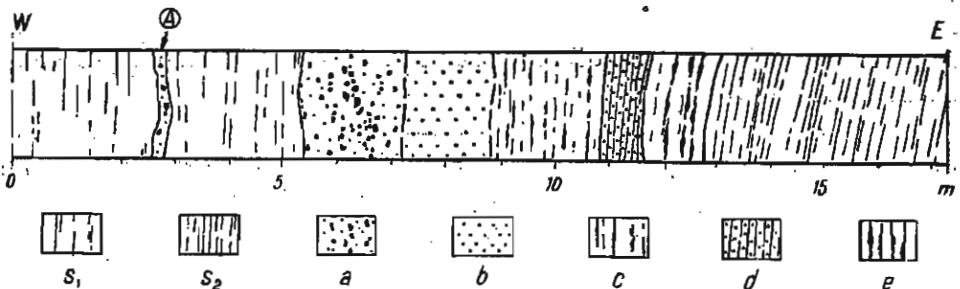


Fig. 2

Pokład karnalitu w kopalni „Solno” poziom IV, chodnik 19
 s₁, sól kamienna białoszara; s₂, sól kamienna białoszara, przetkana anhydrytem;
 a karnalit różowy druzgotowy z bryłkami soli kamiennej; b karnalit czerwono-szary masywny; c sól kamienna miodowa z warkoczami karnalitu i kizerytu; d karnalit różowy warstwowany; e sól kamienna z warkoczami karnalitu; A fuga tektoniczna z karnalitem druzgotowym

skopem obserwuje się w nim blaszkowate wrostki hematytu, drobne wystrzępione ziarenka karnalitu i ziarenka kizerytu. Rozmieszczenie wymienionych wtrąceń w halicie jest nierównomierne.

3) *Kizeryt* tworzy w skale bądź ziarniste skupienia, bądź też jest rozproszony w postaci pojedynczych ziarn, tkwiących pomiędzy ziarnami karnalitu i halitu. Jest on wykształcony bardziej drobnoziarnisto, przy czym ziarna bywają zaokrąglone. Na zwierzającej powierzchni skały obserwować można wykwitające plamki białego epsomitu, który jest produktem uwodnienia kizerytu.

Sporadycznie tylko trafiają się w opisywanej skale ziarna anhydrytu, przeważnie o pokroju słupkowym.

Wykonana pełna analiza chemiczna próby tej skały dała następujący wynik:

Skład chemiczny	Zaw. w % wag.
Na	15,20
K	7,62
Mg	6,16
Ca	0,45
Cl	37,56
SO ₄	6,51
H ₂ O (180°C)	23,75
Cz. nierozp. w H ₂ O	2,66

Razem 99,91%

Stosunek potasu do sodu wyraża się:

$$\frac{K}{Na} = 0,50$$

Opierając się na obserwacjach mikroskopowych przeliczono wynik analizy na następujący skład mineralny:

Nazwa minerału	Zaw. w % wag.
Karnalit	45,11
Halit	36,76
Kizeryt	13,01
Anhydryt	1,07
H	1,59

Razem 99,54%

Wynik analizy chemicznej potwierdza rezultaty uprzednich badań optycznych i dowodzi, że głównym minerałem skałotwórczym jest tu karnalit.

Zwraca uwagę stosunkowo wysoka zawartość potasu w badanym członie „b”, co zaważy na wyniku analizy próby bruzdowej z całej skały karnalitowej.

Mięszość warstwy „b” wynosi około 1,6 m.

c) *Sól kamienna miódowożółta z warkoczami karnalitu i kizerytu*

Sól kamienna o nierówno wykształconym ziarnie, miódowożółta z licznymi nieciągłymi przerostami (warkoczami) soli kamiennej szarej z karnalitem i kizerytem. Zawiera rzadko rozrzucone całowej wielkości kryształy halitu, idiomorficznie wykształcone. W skale tej, poza wymienionymi przerostami, trafiają się bezładnie rozmieszczone mniejsze gniazdzka różowego karnalitu o drobniejszym ziarnie oraz biało-szarawego kizerytu. Miąższość warstwy „c” wynosi ok. 2 m.

d) *Karnalit różowy warstwowany*

Jest to utwór wyraźnie warstwowany równoległymi nieciągłymi przerostami szarej soli ilastej i białego kizerytu. Ta cecha strukturalna uwydatnia się najlepiej na zługowanej i zwietrzalej całźnie wskutek łatwiejszego rozpuszczania się karnalitu, dzięki czemu tworzą się bruzdy pomiędzy pasami soli kamiennej ilastej (pl. IV, fig. 2).

Karnalit tworzy agregat różnej wielkości ziarn, jest przerośnięty ziarnami halitu i bardzo drobnoziarnistym kizerytem.

Miąższość warstwy „d” wynosi ok. 0,6 m.

Utwarem przejściowym od opisywanej skały karnalitowej do zwykłej soli kamiennej, przyległej od strony wschodniej, jest warstwa „e” szarej soli kamiennej z rzadkimi przerostami karnalitu i kizerytu. Bliższa obserwacja tej soli pozwala wyróżnić w niej zespół naprzemianległych, bez wyraźnego rozgraniczenia warstewek soli kamiennej szarej z ciemniejszymi smugami iłu, tejsze soli przerośniętej karnalitem i kizerytem oraz czystej soli kamiennej, miódowożółtej.

Miąższość warstwy przejściowej wynosi około 1 m.

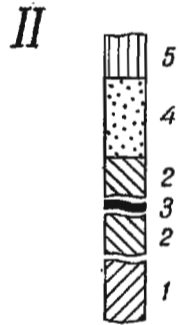
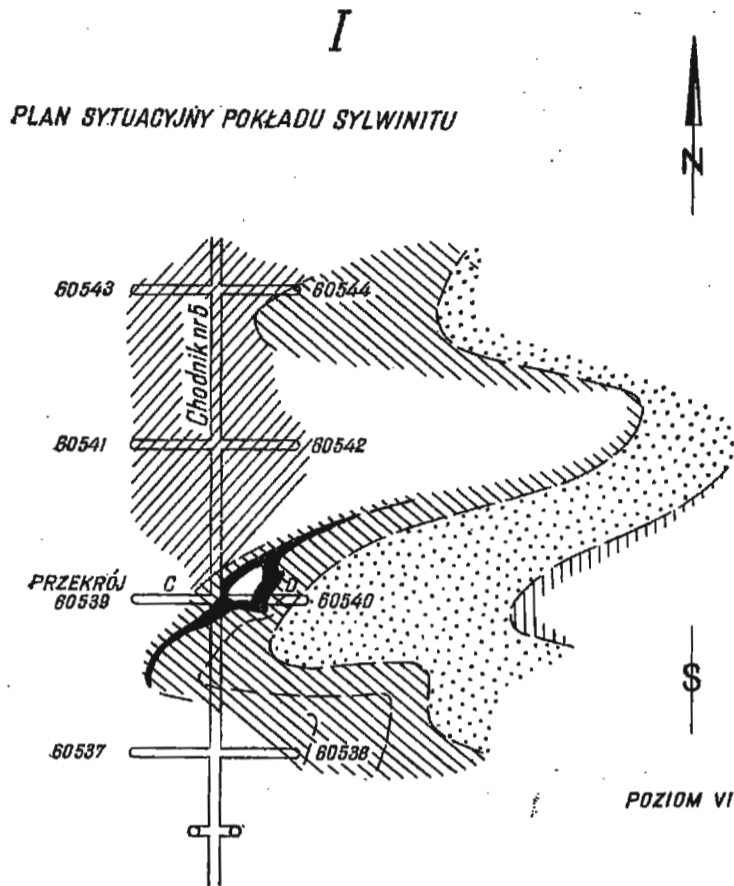
W opisanym zespole warstw karnalitowych (warstwy a, b, c, d) trafiają się tu i ówdzie białe konkracje soli boranowych (boracyt) o budowie kryptokrystalicznej. Wyjątkowo okazała buła boracytu została sfotografowana w ścianie chodnika na poziomie VI (pl. V, fig. 1).

Średni skład chemiczny skały karnalitowej w zespole warstw a, b, c i d uzyskano na podstawie analizy próby bruzdowej. Przedstawia się on jak następuje:

Skład chem.	Zaw. w % wag.	Stos. mol.
Na	23,15	1,0060
K	5,06	0,1292
Mg	2,62	0,1078
Ca	0,35	0,0087
Cl	43,21	1,2180
SO ₄	12,39	0,1289
H ₂ O (180°C)	12,22	0,8780
Cz. nierozp. w H ₂ O	0,78	—

Razem 99,78%

Pokład sylwinitu w kopalni „Solno”
 chodniki 5 i 540



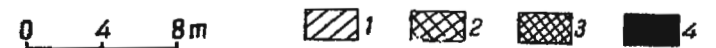
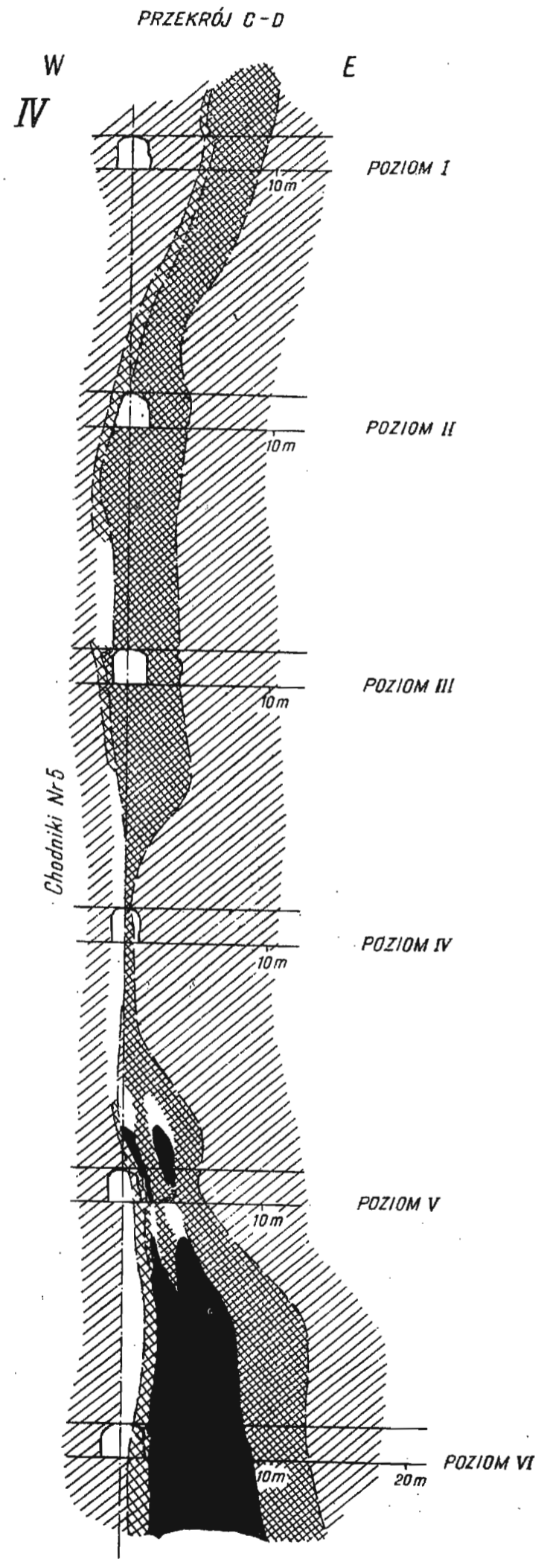
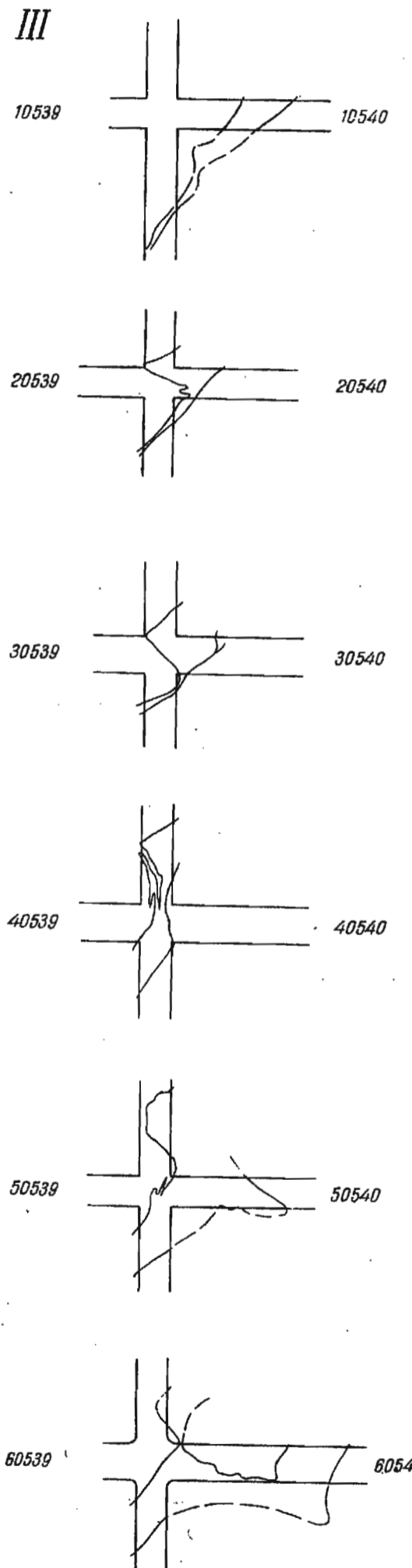
I — Plan sytuacyjny pokładu sylwinitu na poziomie VI — skala 1:2000

II — Uproszczony schemat stratygraficzny
 1 starsze sole w ogólności; 2 młodsze sole kamienne z pokładem sylwinitu; 3; 4 zuber brunatny młodszy; 5 najmłodsze sole kamienne

III — Przekroje poziome pokładu sylwinitu na poszczególnych poziomach — skala 1:400

IV — Przekrój C-D — skala 1:400
 1 sól kamienna przetkana anhydrytem; 2 sól kamienna z warkoczami sylwinitu; 3 sylwinit; 4 utwory żyłne (sylwin, polihalit, halit)

PRZEKROJE POZIOME POKŁADU SYLWINITU NA POSZCZEGÓLNYCH POZIOMACH



Stosunek potasu do sodu wyraża się:

$$\frac{K}{Na} = 0,22$$

Zawartość potasu w przeliczeniu na K_2O wynosi 6,27% wag.

Jeśli uwzględnimy bardzo dużą nierównomierność w wykształceniu zespołu karnalitowego oraz głęboko sięgający proces wietrzenia, to ilość przeanalizowanego materiału próbnego okaże się niedostateczną do ustalenia jego średniego składu mineralnego. Dlatego też nie przeliczano wyniku analizy na skład mineralny poprzestając na orientacyjnym obliczeniu zawartości minerału karnalitu. W tym celu powiązano stechiometrycznie całkowitą ilość potasu z odpowiednimi ilościami magnezu, chloru i wody. W ten sposób obliczona zawartość karnalitu ($K Mg Cl_2 \cdot 6 H_2O$) w skale wyniesie 19,65% wag., co by odpowiadało przybliżonej ocenie w preparatach proszkowych pod mikroskopem.

Jak widać z porównania wyników analiz, zawartość potasu w karnalicie czerwono-szarym warstwy „b” jest wyższa od przeciętnej w całym zespole. Uwydatnia się to szczególnie w porównaniu stosunków $K : Na$.

Warstwa „b”, odznaczająca się w całym zespole budową bardziej jednorodną i wyższą zawartością karnalitu, może być dokładnie określona petrograficznie jako typowy karnalinit kizerytowo-halitowy.

Warstwa sylwinitu wraz z utworami żyłowymi w chodnikach nr 540

Drugim większym i okazałym utworem z solami potasowo-magnezowymi jest warstwa sylwinitu wraz z utworami żyłowymi, która odsłania się przy skrzyżowaniu chodników nr 5 z parami chodników poprzecznych 539-540. Jest to utwór o bardziej zawiłym ukształtowaniu przestrzennym, które najłatwiej jest przedstawić na rysunku. W tym celu skonstruowano najbardziej w tym względzie decydujący przekrój pionowy poprzez 6 poziomów kopalnianych wzdłuż chodników nr 540, których osi przebiegają z zachodu na wschód i znajdują się w jednej ponad sobą płaszczyźnie. Do tego dołączono w tej samej skali (1 : 400) zarysy badanego utworu w przekrojach poziomych, tj. na planach odpowiednich poziomów kopalnianych, przy skrzyżowaniu chodników nr 5 i 539-540. Ponadto pokazano ogólną sytuację utworu sylwinitowego w mniejszej skali (1 : 2000) w planie geologicznym części poziomu IV (tabl. II).

Sylwinit występuje niemal zgodnie pośród uławiczonej soli kamiennej w postaci nieciągłej warstwy o bardzo zmiennej miąższości, która przeciętnie jest mała. Przy skrzyżowaniu chodników nr 5 i 539-540 obser-

wujemy ten utwór w większym skupieniu, które można wytłumaczyć sobie na załączonym planie geologicznym (w skali 1 : 2000) poziomowi VI (tabl. II). Jak można sądzić, pozostaje ono w związku z drugorzędnym zaburzeniem tektonicznym przy ostrym przegubie fałdu biegunowego.

W przekroju pionowym C-D (tabl. II, fig. IV) sylwinit daje się prześledzić poprzez wszystkie poziomy w niemal pionowo przebiegającym pasie o szerokości, która zmienia się dość gwałtownie i z załamaniami. Fakt ten rzuca pewne światło na dość sztywne mechaniczne zachowanie się tej skały w procesach tektonicznych. Ten sam styl deformacji obserwujemy we fragmentarycznych przekrojach poziomych (tabl. II, fig. III).

W dolnej części przekroju C-D, poczynając od poziomu IV w dół, silnie zdeformowana warstwa sylwinitu zawiera w sobie grubą żyłę sylwinitu kryształowego, wydłużoną wrzecionowato w kierunku pionowym i posiadającą zapewne boczne odgałęzienia.

Szerokość pasa sylwinitowego w przekroju C-D, a więc na długości zaledwie ponad 90 m, zmienia się w granicach od 0,5 do 6 m, łącznie z utworami żylnymi — nawet do 12 m.

Sylwinit wyodrębnia się spośród otaczającej go masy soli kamiennej czerwonym zabarwieniem. Ponadto zwraca na nim uwagę mszysta zwietrzelina, porastająca ścianę skalną (pl. V, fig. 2).

Wskutek drugorzędnych zaburzeń tektonicznych i pewnego zwiędnięcia w przebiegu warstw, w otoczeniu sylwinitu można obserwować kilka jakby rodzajów soli kamiennej. Właściwym, normalnie doń przylegającym utworem jest tu sól kamienna białawo-szara z odcieniem różowym, z ciemnoszarymi smugami, przetkana dość gęsto nitkami anhydrytu. Istnieje jednak utwór przejściowy od tej soli do sylwinitu w postaci warstwy soli woskowożółtej, szaro smugowanej, z warkoczykami czerwonego sylwinitu. Jest ona wyraźnie widoczna od strony zachodniej, tj. w chodnikach nr 5 (tabl. II, fig. IV).

Czerwono-szary sylwinit charakteryzuje budowa masywna (pl. VIII, fig. 1). Jest on zróżnicowany pod względem wielkości składników, przy czym przeważają w nim ziarna większe. Zazwyczaj osobniki duże otoczone są drobniejszym agregatem mineralnym. Na zrostach ziarn gromadzi się często szara substancja ilasta.

W skale tej wyróżniono następujące minerały skałotwórcze:

1) *Sylwin*, który stanowi główny składnik skały, występuje w ziarnach o bardzo nieregularnych zarysach, owalnych lub niejednokrotnie bardzo wydłużonych. Tworzy on skupienia ziarn bezładnie ze sobą porzastanych, najczęściej o zabarwieniu czerwonym, pochodzącym od koloidalnych związków żelaza, lecz bywa również przejrzysty, biały lub lekko zmętniały. Jako wrostki występują w nim bezładnie rozproszone ziarenka polihality i halitu, rzadziej inkluzje gazowe.

2) *Halit* jest, w porównaniu z sylwinem, wykształcony na ogół bardziej drobnoziarnisto. Sporadycznie tylko trafiają się osobniki większe. Ziarno o zarysach bardzo nieregularnych bywa zarówno wydłużone, jak i zaokrąglone. Wrostki w nim tworzą drobne ziarenka sylwinu i postrzępione, włókniste lub blaszkowate, ziarenka polihalitu.

3) *Polihalit* jest, obok sylwinu i halitu, trzecim podstawowym składnikiem opisywanej skały. Wykształcony jest bądź w postaci drobnokrystalicznych, włóknistych agregatów (fig. 3), bądź tworzy skupienia przerastających się nawzajem ziarn o pokroju blaszkowatym.

Anhydryt występuje w skałe sporadycznie, zwykle w postaci pojedynczych osobników o pokroju słupkowym, lub tworzy skupienia po-
zrastanych ze sobą kilku ziarn.

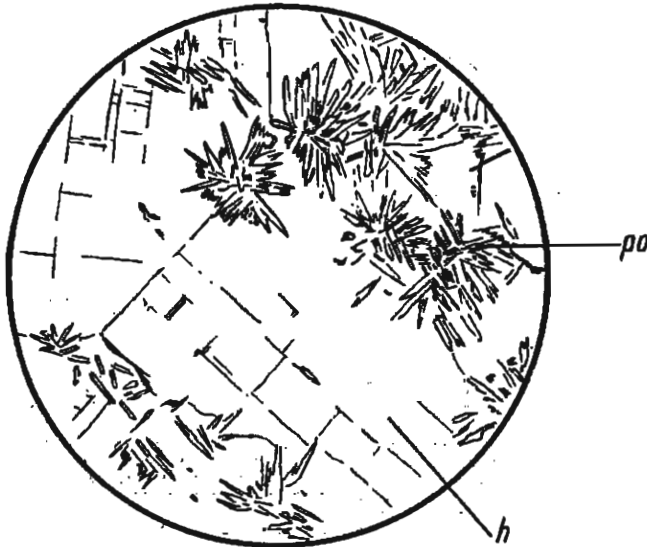


Fig. 3

Struktura halitu w sylwinicie — Inowrocław
po polihalit; h halit

× 30

Skała zanieczyszczona jest substancją ilastą, występującą zresztą w nieznacznej ilości i bardzo nierównomiernie.

Przeprowadzone badania mikroskopowe na materiale zebrany z odsłonięcia tej skały na poziomie III dowiodły, że polihalit jest tam całkowicie zastąpiony przez kainit. Halit i sylwin odznacza się tutaj mniejszym ziarnem.

Kainit widoczny jest w szlifie mikroskopowym w postaci ziarn o zarysach często kanciastych, rzadziej zaokrąglonych (pl. I, fig. 4). Przeważnie tworzy on większe lub mniejsze skupienia ziarniste (fig. 4). Ziar-

na kainitu są kilkakrotnie mniejsze niż ziarna halitu i sylwinu i najczęściej łupkowatości nie wykazują (pl. I, fig. 3).

Zebrany przez nas materiał nie jest wystarczający, aby z całą pewnością można było twierdzić, że w górnej części warstwy sylwinitu zu-

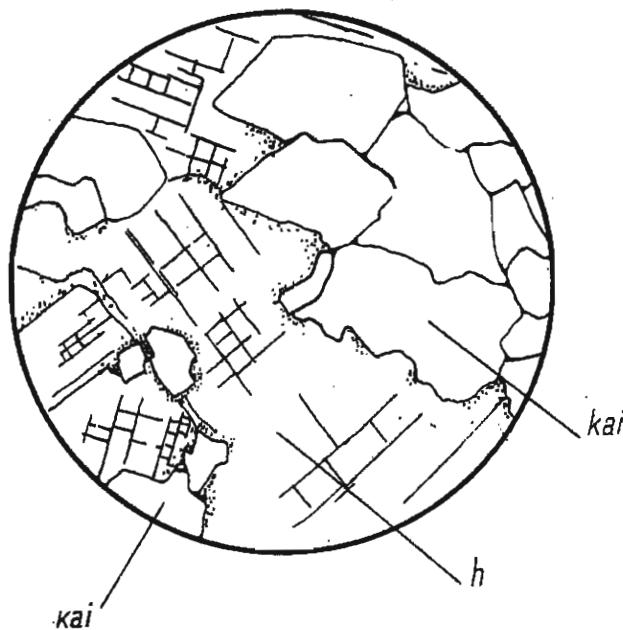


Fig. 4
Kainit w sylwinitcie — Inowrocław
kai kainit, h halit $\times 30$

pełny brak jest polihalitu (na poziomach I, II i III). Brak również podstawy do ustalenia wzajemnego stosunku kainitu i polihalitu. Sprawa ta może być rozstrzygnięta dopiero po przeprowadzeniu bardziej dokładnych badań, opartych na większym materiale pobranych prób.

Średnia próba bruzdowa dla sylwinitu, pobrana na poziomie VI, odnosi się do odmiany zawierającej wyłącznie polihalit. Wykonana z niej analiza chemiczna dała wynik następujący:

Skład chemiczny	Zaw. w % wag.
K	17,86
Na	15,98
Mg	1,12
Ca	4,13
Cl	40,12
SO ₄	19,62
H ₂ O (180°C)	0,18
Cz. nierozp. w H ₂ O	0,34
	<hr/> 99,35%

Stosunek potasu do sodu wynosi:

$$\frac{K}{Na} = 1,125$$

Zawartość potasu w przeliczeniu na K_2O wynosi 21,45%.

Wynik analizy chemicznej przeliczono na skład mineralny:

Minerał	Zaw. w % wag.
Sylwin	32,56
Halit	40,61
Polihalit	27,80
Anhydryt	1,47
II	0,34

Razem 102,78% wag.

Na podstawie przeprowadzonych badań dla wyróżnionych odmian skały sylwinitowej proponujemy nazwy: *sylwinit polihalitowy* i *sylwinit kainitowy*.

Wspomniana powyżej żyła w warstwie sylwinitu, pokazana w dolnej części przekroju C-D (tabl. II, fig. IV), składa się głównie z masy kryształowego sylwinitu z podrzędnie występującym w niej halitem i polihalitem. Ważniejsze szczegóły budowy wewnętrznej żyły przedstawia załączony profil chodnika nr 540 na poziomie VI (fig. 5). Minerale żyłne wykształcone są tu w następujący sposób.

Sylwin stanowiący główną masę żyły jest bardzo gruboziarnisty i wykształcony ksenomorficznie lub też kryształowy. Kryształy sylwinitu są czyste lub lekko zmętniałe. W większej masie ma zabarwienie białe. Wewnątrz kryształów trafiają się libelki wypełnione roztworem chlorku

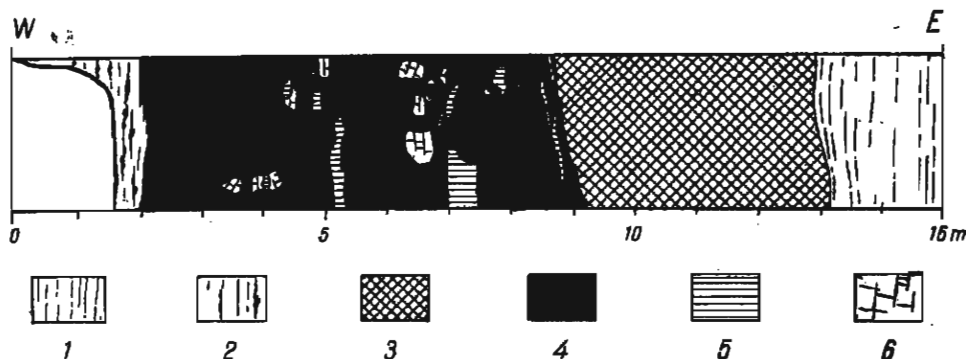


Fig. 5

Żyła sylwinowa w pokładzie sylwinitu w kopalni „Solno“ poziom VI, chodnik 540
 1 sól kamienna przetkana anhydrytem; 2 sól kamienna z czerwonymi warkoczami sylwinitu; 3 sylwinit czerwony; — utwory żyłne: 4 sylwin biały kryształowy; 5 polihalit różowy; 6 halit miodowóżółty, kryształowy

sodowego oraz pojedyncze ziarenka anhydrytu w postaci wrostków. Analiza chemiczna próby pozornie czystego sylwinu wykazała, że jest on zanieczyszczony chlorkiem sodowym oraz siarczanem wapnia w ilości:

NaCl — 7,38% wag.

CaSO₄ — 0,43% wag.

Halit występuje najczęściej w idiomorficznie wykształconych kryształach wielkości dochodzącej nawet do 30 cm. Kryształy te są bądź rozrzucone bezładnie w masie sylwinu, bądź też pozrastane ze skupieniami polihalitu. Są one barwy miodowożółtej i wykazują doskonałą przejrzystość i łupliwość.

Polihalit jest zbity, barwy kremowej lub bladioróżowej. Tworzy większe skupienia konkrecyjne w postaci nerkowatych buł i pni, wystających z kryształowej masy sylwinu (pl. VIII, fig. 2). Pod mikroskopem widać w nim nieregularne przerastanie się wzajemne bardzo drobnoziarnistych agregatów o budowie promieniowatej z mniejszymi skupieniami większych ziarn polihalitu o budowie blaszkowatej (pl. II, fig. 1).

Szczeliny powstałe wskutek rozdarcia warstw sylwinitu mają boczne odgałęzienia, które sięgają dość daleko w skały otaczające. Tak np. w komorze udostępnionej przez chodnik nr 539 na poziomie IV odkryto większe utwory żyłne, wypełniające szczelinę o dużej rozwartości. Głównym materiałem wypełniającym jest tam halit kryształowy, poprzez który przewijają się mniejsze żyły sylwinu. Kryształy halitu w kontakcie z sylwinem przybierają zabarwienie miodowożółte, które w całźnie ściany wydaje się niemal czarne (pl. VII, fig. 2). Największą jednak osobliwością jest istnienie pustych, niezupełnie zarosłych kryształami przestrzeni szczeliny, które tworzą jakby wejścia do niezbadanych jeszcze grot kryształowych (pl. VI).

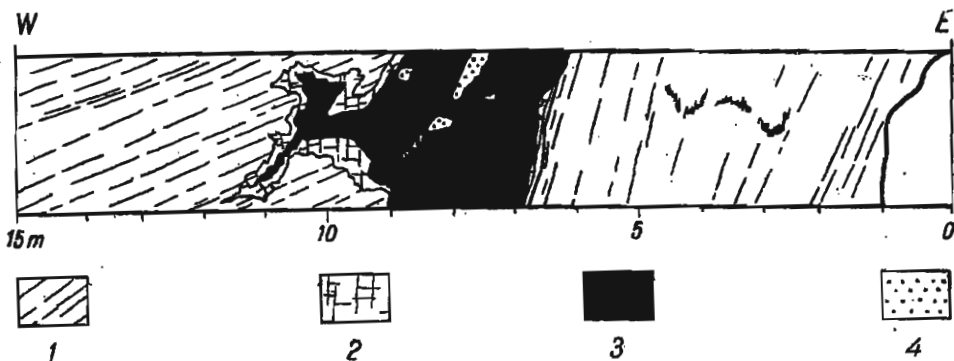
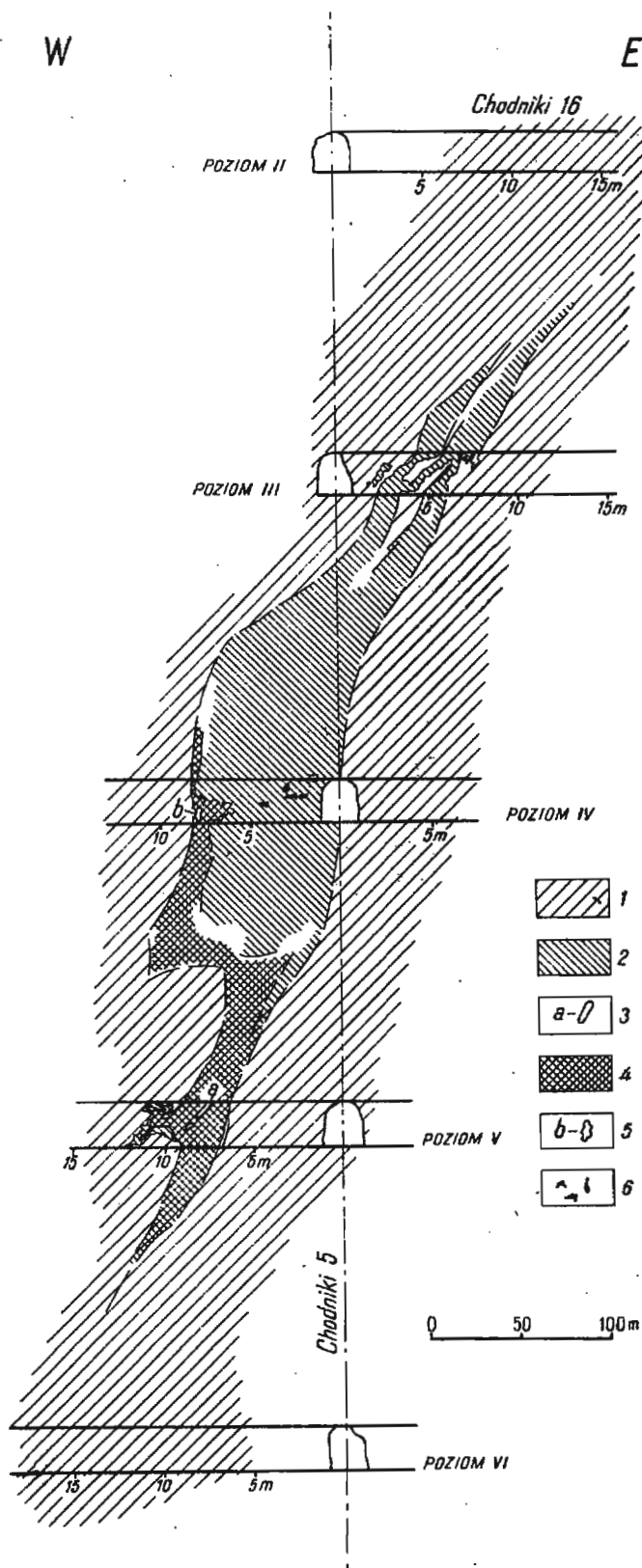


Fig. 6

Ziła sylwinowo-halitowa w kopalni „Solno“ poziom V, chodnik 16
1 sól kamienna przetkana anhydrytem; — utwory żyłne: 2 halit miodowożółty, kryształowy; 3 sylwin śnieżnobiały, gruboziarnisty; 4 halit niebieski, gruboziarnisty

**Żyła sylwinowo-halitowa w kopalni „Solno”
chodnik 16**



1 sól kamienna przetkana anhydrytem; 2 halit biały, kryształowy; 3 halit niebieski, gruboziarnisty; 4 sylwin śnieżnobiały, gruboziarnisty; 5 sylwin niebieski, gruboziarnisty; 6 anhydryt szary

Żyła sylwinowo-halitowa w chodnikach nr 16

W chodnikach nr 16, w pobliżu ich skrzyżowania z chodnikami nr 5, występuje większa żyła sylwinowo-halitowa. Wypełnia ona szczelinę w uwarstwionej soli kamiennej, różowawo-szarej, przetkanej dość obficie anhydrytem. Celem zobrazowania stosunków przestrzennych, w jakich ta żyła występuje, skonstruowano przekrój pionowy, niemal poprzeczny w stosunku do rozciągłości szczeliny, wzdłuż chodników nr 16 na kilku poziomach (tabl. III). Do tego dołączono profil odcinka chodnika 16 na poziomie V (fig. 6), przedstawiający szczegóły wewnętrznej budowy żyły w dość okazałym odsłonięciu. Masa żyły składa się z następujących minerałów:

1) *Halit biały kryształowy* wypełnia górną część żyły. W dolnej części nagromadza się tylko wzdłuż brzegów szczeliny. Wykształcony jest w postaci dużych osobników o owalnym lub kanciastym zarysie, dochodzących nawet do 5 cm i przerastających się nawzajem. W ociosie chodnika halit widoczny jest w postaci jednolitej masy o słabo zaznaczającej się ziarnistości. Na zrostach poszczególnych osobników, rzadziej wewnątrz nich, gromadzą się drobne ziarenka anhydrytu, najczęściej o pokroju słupkowym.

2) *Sylwin śnieżnobiały gruboziarnisty* gromadzi się w dolnej części żyły stanowiąc tu jej główną masę. Oddziela się on wyraźnie od halitu kryształowego. Jego budowa jest również masywna, lecz o wyraźniej zaznaczającej się ziarnistości. W stosunku do halitu jest wykształcony bardziej drobnoziarnisto, lecz zarazem ze znacznym zróżnicowaniem poszczególnych osobników pod względem wielkości. Przeważają ziarna w granicach od 0,5 do 1 cm, sporadycznie zaś tylko trafiają się ziarna większe do 5 cm, rozrzucone beładnie w masie sylwinu. Analiza chemiczna potwierdziła przypuszczenie co do obecności w nim bardzo drobnych ziarn halitu, wykazała bowiem 12,35% wag. zawartości NaCl. Stwierdzono również obecność anhydrytu jako zanieczyszczenia w ilości 1,06% wag.

3) *Halit niebieski* tworzy agregaty gruboziarniste, w postaci niewielkich buł rozrzuconych wewnątrz białego sylwinu i z nim poznaczających (fig. 6). Spotyka się go wyłącznie w odsłonięciu na poziomie V. Występowanie pośród masy szarego halitu licznych ziarn halitu niebieskiego nadaje tym agregatom niebieskawe plamiste zabarwienie. Zaobserwowano również obecność drobnych ziarenek o barwie fioletowej.

4) *Sylwin niebieski* napotkano tylko w jednym miejscu na poziomie IV, w chodniku 16 (tabl. III), gdzie tworzy on niewielkie i nieforemne gniazdo pośród sylwinu białego. Jego budowa jest gruboziarnista, o wielkości osobników od 0,5 do 1,5 cm, kształcie ziarn nieregularnym, przeważnie wydłużonym. Charakterystyczne swe niebieskawe zabarwie-

nie zawdzięcza obecności bezładnie rozproszonych ziarn niebieskiego halitu wielkości poniżej 0,5 mm. Gołym okiem są one dostrzegalne w postaci niebieskich plamek wewnątrz ziarn przejrzystego czystego sylwину. Obecność halitu stwierdzono dopiero w mikroskopie, idiomorficznie najczęściej wykształconego, rzadziej o kształtach owalnych. Jako wrostki występują tu również ziarenka anhydrytu oraz drobne inkluzje gazowe. Gazonośność tej odmiany (metan) stwierdzono metodami laboratoryjnymi. Na podstawie wyników analizy wskaźnikowej zawartość NaCl wynosi 0,17%, CaSO₄ zaś — 2,13% wag.

5) *Anhydryt szary* odgrywa rolę podrzędną pośród utworów żylnych i towarzyszy wyłącznie halitowi kryształowemu na wyższych poziomach, IV i III. Ma on niekiedy odcień różowawy; wykształcony jest w postaci ziarn o słupkowej lub igiełkowatej formie, rozmiarów do 2 mm. Występuje w bryłach rozrzuconych miejscami w masie halitu kryształowego lub w naskorupieniach nagromadzających się w brzeźnych partiach żyły, zwłaszcza na poziomie IV, od strony wschodniej. Wykazuje strukturę radialno-promienistą lub włóknistą.

PRÓBA WYJAŚNIENIA GENEZY OPISYWANYCH UTWORÓW

W porównaniu ze starszymi opisami występowania soli potasowo-magnezowych w Inowrocławiu studium niniejsze może być oparte na szerszych podstawach geologicznych, tj. na stratygrafii całej serii solnej z uwzględnieniem zarysu osobliwej tektoniki wewnętrznej wysadu.

Jak dotychczas, cechsztyńska seria solna w regionie wału kujawskiego, a nawet w ogóle na Niżu Polskim jest najlepiej udostępniona na terenie kopalni „Solno”. Seria ta została tam rozpoziomowana przed kilku laty; niektóre jej człony są zidentyfikowane przez porównanie z klasycznymi profilami cechsztynu w Niemczech. Pierwsze studium porównawcze tego rodzaju (6) wykazało, że w Inowrocławiu mamy do czynienia z pionowym wykształceniem cechsztynu, bardzo zbliżonym do profilu hanowerskiego, który jest najbardziej kompletny i przedstawia fację środkowej części dość głębokiej i oddalonej od brzegów panwi osadowej.

Poznane w regionie kujawskim utwory cechsztynu należą wyłącznie do cechsztynu górnego. Cechsztyń środkowy, a tym bardziej dolny, nie był tam, jak dotychczas, napotkany nie tylko przez roboty górnicze, lecz nawet przez głębokie wiercenia. Nasza więc znajomość tamtejszej serii solnej nie jest jeszcze kompletna.

Nowoczesny opis litologiczny i rozważania nad całokształtem stratygrafii serii solnej w Inowrocławiu wykraczają poza ramy niniejszego opracowania. Dla interesujących nas celów wystarczy przytoczyć próbny schemat stratygrafii serii solnej, naszkicowany w ostatnich kilku latach (p. niżej tabela 1). W schemacie tym wyszczególniliśmy w oddziel-

nej kolumnie poziomy z solami potasowo-magnezowymi uwzględniając w grubym przybliżeniu stosunki ilościowe. Słabo potasonośne poziomy wykryto badaniami radioaktywnymi (9), a także na drodze chemicznej przy sposobności sporządzania pierwszej charakterystyki petrograficznej serii solnej (8). Do poniższej tabeli podajemy następujące wyjaśnienia.

Cykliczność w procesie sedymentacji soli jest zjawiskiem dobrze znanym. Przez cyklotem solny rozumiemy taki jednostkowy zespół warstw, który powstał w jednym cyklu sedymentacji soli. W ten sposób odróżniamy sam proces geologiczny, jakim jest cykl sedymentacji, od powstałej treści skalnej, która jest produktem tego procesu.

Seria solna Inowrocławia składa się z kilku cyklotemów, które oznaczono cyframi II, III, IV, od starszego począwszy do najmłodszego, określając je równocześnie nazwami stratygraficznymi, przyjętymi w ostatnich latach w Niemczech. Cyklotem I (Werra) z solami najstarszymi, należący do cechsztynu środkowego, nie jest dotychczas na Kujawach odkryty.

Sole starsze, rozwinięte w swej największej miąższości, dzieli się na ogół w sposób, jaki widzimy na tabeli 1 (str. 358).

W celu określenia, w jakiej proporcji ilościowej występują w soli kamiennej sole potasowo-magnezowe, wprowadzono poniższą skalę znaków:

- + — Ślady w postaci rozproszonych pojedynczych ziarn, trudno rozpoznawalne w masie soli kamiennej
- ++ — Występowanie w przeciętnej ilości co najwyżej kilku % w postaci pojedynczych ziarn i drobnych gron (agregatów) krystalicznych oraz milimetrycznych przerostów
- +++ — Skupione występowanie w postaci nieregularnych soczewek (płaskich gniazd) i nieciągłych warstw o mniejszej miąższości przeciętnej (poniżej 2 m)
- ++++ — Skupione występowanie w pokładach o miąższości ponad 2 m i o dużej ciągłości.

Inne oznaczenia:

- Mg Głównie sole magnezowe
- } Odnosi się do całego członu (poziomu) stratygraficznego
- Odnosi się tylko do określonej warstwy danego poziomu

Jak wynika z tabeli 1, do wyraźnie potasonośnych członów serii solnej, ze skupionym występowaniem soli potasowo-magnezowych, należą: najwyższy oddział soli starszych z poziomem (pokładem) „Stassfurt“ i poziom „sole przetkane anhydrytem“ w niższym oddziale soli młodszych.

Na ogół wszelkie występowanie soli potasowo-magnezowych w Inowrocławiu można podzielić na dwa następujące rodzaje utworów:

1) Utwory syngenetyczne, występujące w określonych poziomach stratygraficznych, powstałe zaś niemal współcześnie z towarzyszącą im solą kamienną na drodze normalnej sedymentacji chemicznej. Mogły one później ulegać procesowi metamorfozy, tj. wtórnym przeobrażeniom na miejscu.

Tabela 1

Schemat stratygrafii cechsztyńskiej serii solnej w Inowrocławiu w kopalni „Solno”

Nazwa cyklotemu	Oddział cyklotemu	Poziom (człon)	Poziomy z solami K—Mg
IV Sole najmłodsze („Aller”)	górnny Bowiec solny (druzgot) Zuber hematytowy Sól czerwono-szara	
	dolny	Sól różowa, przetkana anhydrytem Sól jadalna, różowa i biała Sól warstwowa (ze skórami anhydrytu) Anhydryt pegmatytowy (komórkowy)	+ Mg
III Sole młodsze („Leine”)	górnny	Sól stropowa (przegradzająca) Zuber brunatny (z przewodnim pokładem soli „Inowrocław”) Sól spagowa (szpetna)	
	dolny	Sól dymna (z warstwami anhydrytu: A, B, C) Sól przetkana anhydrytem Sól pomarańczowa Sól liniowana (nutowa) Anhydryt główny	+ }++-+++
II Sole starsze („Stassfurt”)		Szary li solny Starsza sól potasowa (pokład „Stassfurt”) Warstwy przejściowe Starsza sól kamienna Zuber trzaskający	++++ ++

Uwaga: Objasnienia znaków podano w tekście.

2) Utwory epigenetyczne w postaci żył i gniazd mineralnych, które powstały przez wtórne wypełnienie szczelin i jam w złożu solnym. Tworzenie się ich pozostaje przeważnie w związku z intensywnymi procesami tektonicznymi, deformującymi serię solną, i jest oczywiście wynikiem krążenia roztworów solnych w szczelinach.

Skąta karnalitowa w chodnikach nr 19, jako bardzo charakterystyczna pod względem litologicznym i związana jednostronnie ciągłością przejścia z typową starszą solą kamienną, jest łatwa do zidentyfikowania. Jest to bowiem najwyższy oddział soli starszych poziomu karnalitowego i po części kizerytowego, a więc starsza sól potasowa, tj. pokład „Stassfurt“ ze spągowymi warstwami przejściowymi. Jakkolwiek utwór ten odsłania się w chodnikach nr 19 na wyjątkowo dużej przestrzeni, nie występuje tam jednak w oryginalnym pełnym wykształceniu, ani też w normalnym następstwie warstw. Wskutek bowiem nasilonych zaburzeń tektonicznych ten pakiet z solami potasowo-magnezowymi został zredukowany w swej miąższości a po części zniszczony.

W dokładnym profilu chodnika nr 19 na poziomie IV (fig. 2) stwierdzamy, że po wschodniej stronie właściwej starszej soli potasowej (karnalitu kizerytowo-halitowego), oznaczonej literami a i b, występuje utwór tworzący przejście do typowej starszej soli kamiennej (poziomu anhydrytowego), a więc utwór spągowy pokładu „Stassfurt“. Natomiast stropowa partia tego pokładu od strony zachodniej została ścięta wzdłuż dużej powierzchni dyslokacyjnej i zniszczona mechanicznie, przedstawia się więc w postaci brekcji dyslokacyjnej (a), która od strony zachodniej kontaktuje nienormalnie ze starszą solą kamienną zamiast z solami młodszymi.

W zachowanym pakiecie warstw z solami potasowo-magnezowymi zaszła znaczna i nierównomierna redukcja miąższości zgodnie z wytrzymałością mechaniczną poszczególnych warstw składowych.

Jak wynika z naszych rozważań, opisany zespół karnalitowy jest utworem syngenetycznym w serii solnej i występuje w ustalonej pozycji stratygraficznej. Spoczywa on bowiem w najwyższym poziomie olbrzymiego cyklotemu soli starszych jako pokład znany ze swej ciągłości i stałości wykształcenia „Stassfurt“. Jest to zatem skała osadowa, powstała w ostatnim stadium pełnego cyklu sedimentacji soli w tak wyjątkowych warunkach fizyczno-chemicznych, jakie nie powtórzyły się więcej w skali geologiczno-historycznej. Pod względem petrochemicznym ta interesująca skała wykształciła się przeważnie w postaci karnalitu kizerytowo-halitowego. W jakim stopniu uległa ona procesom metamorfozy, przynajmniej metamorfozy termodynamicznej, szczególnie zaś — w jakim procencie skałotwórczy minerał karnalit jest wtórnym (descenzyj-

nym) w stosunku do pierwotnego, musi pozostać kwestią do rozstrzygnięcia przez bardziej dokładne badania petrograficzne.

Warstwy serii solnej w Inowrocławiu, ułożone w systemy fałdów biegunowych, wychodzą ku górze na zwierciadło solne pod stromym kątem wzniosu. Warstwa skały karnalitowej na wychodniach podlega najłatwiej hydrometamorfozie, tj. rozpuszczaniu i wtórnym przeobrażeniom pod działaniem wód, wnikających od czapy gipsowej do wnętrza wysadu. Dlatego też w starej kopalni prywatnej, eksploatującej płytko pod zwierciadłem solnym, nie stwierdzono karnalitu w napotkanych warstwach soli potasowo-magnezowych. Natomiast zbadana skała kainitowa, do której odnoszą się zachowane analizy chemiczne, była prawdopodobnie produktem hydrometamorfozy karnalitu w pokładzie „Stassfurt“. W tym przypadku wtórne przeobrażenie byłoby typowym procesem kainityzacji.

Warstwa sylwinitu z żyłami mineralnymi występuje pośród takiej soli kamiennej, której pozycję stratygraficzną udało się z trudem ustalić. Trudności pochodziły stąd, że badany utwór znajduje się w partii złoża podległej wyjątkowo silnym zaburzeniom tektonicznym, które można rozwikłać dopiero na szerszym tle tektoniki pierwszego rzędu. Na tym tle okazało się, że mamy tam do czynienia ze szczególnymi zawiłaniami na ostrym przegubie fałdu biegunowego. Drugiego rodzaju trudności związane były z rzadkim zjawiskiem lokalnego odbarwienia tych soli kamiennych, które zawierają w swej masie opisywany sylwinit, a których barwa jest jedną z rozpoznawczych cech makroskopowych. Dużą pomocą w rozwiązywaniu zadania były tu wspomniane już badania radioaktywne. Sylwinit bowiem znajduje się w znanym skądinąd, na ogół słabo potasonośnym członie serii solnej, który wyróżnia się większym przeciętnym natężeniem naturalnego promieniowania (9). Również do wyjaśnienia sprawy pomogły rozważania na temat mechanizmu zawiłań tektonicznych, przeprowadzone na podkładzie dokładniejszego planu geologicznego. Wyniki tych badań można streścić jak następuje:

Sylwinit jest utworem syngenetycznym w serii solnej, gdyż spoczywa mniej więcej zgodnie w uławiczonej masie soli kamiennej, w tzw. „soli przetkanej anhydrytem“, która jest znanym potasonośnym członem serii solnej w niższym oddziale soli młodszych. Dowodem tego jest również stopniowe przejście sedymentacyjne od sylwinitu do sąsiadującej z nim soli kamiennej poprzez warstwę z warkoczami czerwonego sylwinitu, co widać np. od strony zachodniej w profilu chodnika 540 na poziomie VI (fig. 5). Ponadto o syngenetycznym charakterze sylwinitu świadczy jego budowa wewnętrzna, wyrażająca się w teksturze i strukturze tej skały.

Niezależnie od silnych zaburzeń tektonicznych warstwa sylwinitu jest, jak się okazuje, utworem o mniejszej ciągłości sedymentacyjnej. W związku z tym wydaje się prawdopodobnym, że w jednym z poziomów w „soli przetkanej anhydrytem“ występuje szereg soczewkowatych ławic sylwinitu. Być może, że poziom ten odpowiada pokładowi sylwinitu „Ronneberg“ w dolnym oddziale soli młodszych w Niemczech północnych.

Co się tyczy petrograficznego charakteru opisywanej skały, szczególnie ciekawe jest wykrycie na drodze badań laboratoryjnych, że nie jest to prosty sylwinit, będący agregatem samego halitu i sylwinitu, lecz sylwinit po części kainitowy, po części zaś polihalitowy. Nie było to łatwe do zauważenia w kopalni. Mianowicie w paru pojedynczych próbach sylwinitu z poziomów wyższych stwierdzono wyraźnie kainit, a w podobnych próbach punktowych oraz w próbie bruzdowej z poziomów niższych — jedynie polihalit (bez kainitu). Niestety, zebrany materiał jest zbyt fragmentaryczny i, jak widać, niedostateczny do przestrzennego rozgraniczenia sylwinitu kainitowego i polihalitowego. Pierwotna skała sylwinitowa podlegała tu nierównomiernie postępującym procesom metamorfozy.

Ciekawe to zagadnienie pozostawić musimy do rozwiązania na drodze dokładniejszych badań mineralogicznych. Na ogół jednak geneza opisywanego sylwinitu jako skały osadowej, po części zmetamorfizowanej, wydaje się oczywista.

Warto jeszcze nadmienić, że odkryta w dawnej pruskiej kopalni rządowej sól potasowa, która była analizowana chemicznie, może być identyfikowana z naszą warstwą sylwinitu w odmianie kainitowej.

Żyły i gniazda mineralne są utworami oczywiście epigenetycznymi. Trzeba jednak wyjaśnić ich pozycję w złożu soli i warunki powstawania.

Jest rzeczą uderzającą, że obie opisane największe żyły halitowo-sylwinitowe, jak w ogóle wszelkie utwory szczelinowe, znajdują się w jednym i tym samym większym członie stratygraficznym, tj. w solach przetkanych anhydrytem. Jednocześnie zwraca naszą uwagę podatność tego zespołu ławic soli kamiennej do tworzenia się w nich szczelin i jam, szczególnie w sąsiedztwie utworu sylwinitowego. Przyczyny tego zjawiska dopatrujemy się w całkowicie odmiennym zachowaniu się mechanicznym z jednej strony halitu czy soli kamiennej, z drugiej zaś sylwinitu czy też sylwinitu w ciągu intensywnych deformacji tektonicznych. Weźmy tu chociażby pod uwagę znaczną różnicę wytrzymałości na ciśnienie pomiędzy niektórymi skałami cechsztyńskimi według wyników doświadczeń Stöckego i Borcherta, opublikowanych w czasopiśmie „Kali“ w r. 1936:

Wytrzymałość na ciśnienie w kg/cm^2

Młodsza sól kamienna	200-300
Sylwinit	400

Różnice zaznaczają się również wyraźnie w stopniu elastyczności tych skał.

W ogólności tworzenie się szczelin i jam jest zapewne wynikiem nadmiernych różnic w reagowaniu soli kamiennej i sylwinitu na naprężenia ściskające, rozciągające i skręcające, jakim poddawana była interesująca nas partia górotworu solnego w ostatnim stadium formowania się wysadu. Rzecz oczywista, że najłatwiej ulega rozdarciu sama warstwa sylwinitu pośród soli kamiennej.

Treść mineralna żył i gniazd, a więc materiał, który wypełnia szczeliny i jamy, wykrystalizował z roztworów wodnych, krążących po tych pustych przestrzeniach. Poszukując źródła, z którego mogłyby pochodzić sole w roztworze, zwróćmy przede wszystkim uwagę na skały otaczające. Wody wnikały szczelinami do złoża ługowały oczywiście na swej drodze w głąb caliznę ścian skalnych aż do stanu nasycenia roztworu. W tych właśnie skałach otaczających, a więc w solach przetkanych anhydrytem i w sylwincie, upatrujemy źródła chlorku potasowego, tak pięknie wykrystalizowanego w niektórych przestrzeniach pustych w skale.

Nie wszystkie szczeliny i jamy zarosły kryształami w zupełności. Dzięki temu otwiera się droga do niezbadanych jeszcze grot kryształowych, z których jedną napotkano w komorze nr 539 na poziomie IV (pl. VI).

Kolejność krystalizacji soli z roztworów, krążących szczelinami, zmiany składu chemicznego tych roztworów oraz stosunki przestrzenne w sposobie zarastania tych szczelin różnymi minerałami mogłoby stać się przedmiotem osobnego studium mineralogicznego.

Sole potasowo-magnezowe w złożu Wapna

OGÓLNE WARUNKI WYSTĘPOWANIA

Podstawową publikacją o wysadzie solnym w Wapnie pozostaje nadal opis W. Friedberga (4), który może być uzupełniony nowszymi materiałami geologicznymi, pochodzącymi z kopalni (6). Ponieważ jednak jest to jeden z najmniejszych wysadów o charakterze wąskiej intruzji szczelinowej, rozbudowa kopalni, polegająca na zakładaniu coraz to niższych poziomów eksploatacyjnych, nie odsłania nam szerzej serii solnej.

Rdzeń wysadu w jego górnej części, udostępnionej robotami górniczymi, stanowi masa białej soli kamiennej, przeważnie niewyraźnie prążkowanej (liniowanej), z pierścieniami rocznymi, które zawierają

anhydryt. W przeciwstawieniu do opinii, wyrażonej w publikacji z r. 1947 (6), dziś już nie mamy wątpliwości co do pozycji stratygraficznej tej soli. Są to sole starsze poziomu anhydrytowego, występujące jako duży, litologicznie monotony zespół warstw, tworzący masę na popór bezładnie skłębioną, w rzeczywistości silnie zmiętą w zawikłanym systemie fałdów biegunowych. W kilku tylko miejscach odsłonięto w kopalni warstwy soli kamiennej, przetkane nieznacznie polihalitem lub kizerytem, a więc należące do poziomów wyższych.

W przygranicznej strefie wysadu, badanej poziomymi wierceniami „Craelius“ z kopalni, stwierdzono występowanie kolorowych przeważnie soli kamiennych, tu i ówdzie ze skupieniami soli potasowo-magnezowych oraz anhydrytu i ihu, które prawdopodobnie należą do wyższych poziomów serii solnej. Stosunkowo niegruby płaszcz tych utworów, bardzo silnie zdyslokowanych i wyprasowanych tektonicznie, otacza opisaną rdzenną masę wysadu.

W kilku zaledwie miejscach w kopalni bliżej granic wysadu odkryto wyrobiskami górniczymi większe skupienia soli potasowo-magnezowych, najszerzej odsłonięte na poziomie V i VI.

OPIS WAŻNIEJSZYCH UTWORÓW

Skała karnalitowa w komorach nr 44 i 45 na poziomie V

W południowo-wschodniej części wysadu, poprzez komory nr 44 i 45 na poziomie V, przewija się stromo ustawiony pokład soli potasowo-magnezowych o miąższości od 0,5 do 1,5 m (pl. IX, fig. 1). Pokład ten występuje zgodnie pośród wyraźnie pasiastej białej soli kamiennej. Jest to czerwono-szara skała karnalitowa o charakterze druzgotu, na co wskazują tkwiące w niej okruchy i buły ciemnoszarej soli ilastej.

Sól karnalitowa w komorze nr 37 na poziomie V

Większe i mniej regularne skupienia soli potasowo-magnezowych znajdujemy w północno-zachodniej części kopalni. Jedno z nich odkryto częściowo w komorze nr 37 na poziomie V, gdzie na jednej ze ścian północno-zachodnich odsłania się szeroki pas soli karnalitowej, zgodny w bardzo stromym przebiegu linii uwarstwienia z otaczającą go białą solą kamienną. Jeśli uwzględnimy stosunki przestrzenne, to profil tej ściany komory daje nam przekrój przez przegubową część fałdu biegunowego, którego jądro tworzy opisywana sól karnalitowa, w tym przypadku sól kamienna z warstewkami i mniej prawidłowymi przerostami czerwonego karnalitu kizerytowego. W pewnej części odsłonięcia z solą karnalitową występują okruchy ciemnoszarej soli ilastej z pojedynczymi porwakami anhydrytu, co robi wrażenie brekcji dyslokacyjnej.

Analiza chemiczna jednej próby soli karnalitowej, którą wykonano w r. 1946, dała, w przeliczeniu na pojedyncze związki, wvnik następujący:

Związek chem.	Zaw. w % wag.
NaCl	65,68
CaSO ₄	0,87
MgSO ₄	9,92
MgCl ₂	8,95
KCl	14,78
Razem 100,00%	

Obliczona na tej podstawie zawartość karnalitu wynosiłaby ok. 30,4% wag.

*Skupienie soli potasowo-magnezowych w chodniku głównym
na poziomie VI*

Przed paru laty, przedłużając główny chodnik poziomu VI w kierunku na NW, odkryto większe i zapewne najciekawsze skupienie soli potasowo-magnezowych w Wapnie (pl. IX, fig. 2). Nie przebito tam jednak tego utworu w całej miąższości zatrzymując w nim przodek chodnika. Jak przedstawia się to skupienie w profilu końcowego odcinka chodnika, pokazano na fig. 7.

W wymienionym miejscu kopalni interesujący nas utwór ograniczony jest od strony SE wyraźną powierzchnią kontaktu z masą charakterystycznej białej, i drobnoziarnistej soli kamiennej. Utwór ten składa się z kilku niewyraźnie rozgraniczonych warstw, które opisano poniżej oznaczając je kolejno od strony SE ku NW literami: a, b, c, d (fig. 7).

a) *Skąła karnalitowa, różowa*, nieco ciemniejsza w partii przyległej do soli twardej. Na tle drobnoziarnistej masy skalnej rozrzucone są bezładnie większe ziarna halitu i rzadziej karnalitu. Większe nagromadzenia kizerytu tworzą widoczne na odcisie niewielkie białawo-szare bryłki, bardzo nierównomiernie rozmieszczone. Przełam skały jest nierówny, szorstki, o charakterystycznym tłustym połysku. Wyróżniono składniki skalne:

1) Karnalit o wielkości ziarn od 0,2 do 2,0 mm. Poszczególne ziarna o bardzo nieregularnych krawędziach po zrastane są ze sobą tworząc skupienia lub przerastając się z ziarnami halitu i kizerytu. Jako wzrostki występują w karnalicie drobne ziarenka kizerytu i kłaczkowate skupienia tlenków żelaza, od których pochodzi różowe zabarwienie skały. W mikroskopie widoczne są często pasmowe zbliżnienia karnalitu (fig. 8).

2) Halit tworzy ksenomorficznie wykształcone ziarna o zmiennej wielkości. Jest szary lub zabarwiony czerwono. W postaci nierównomier-

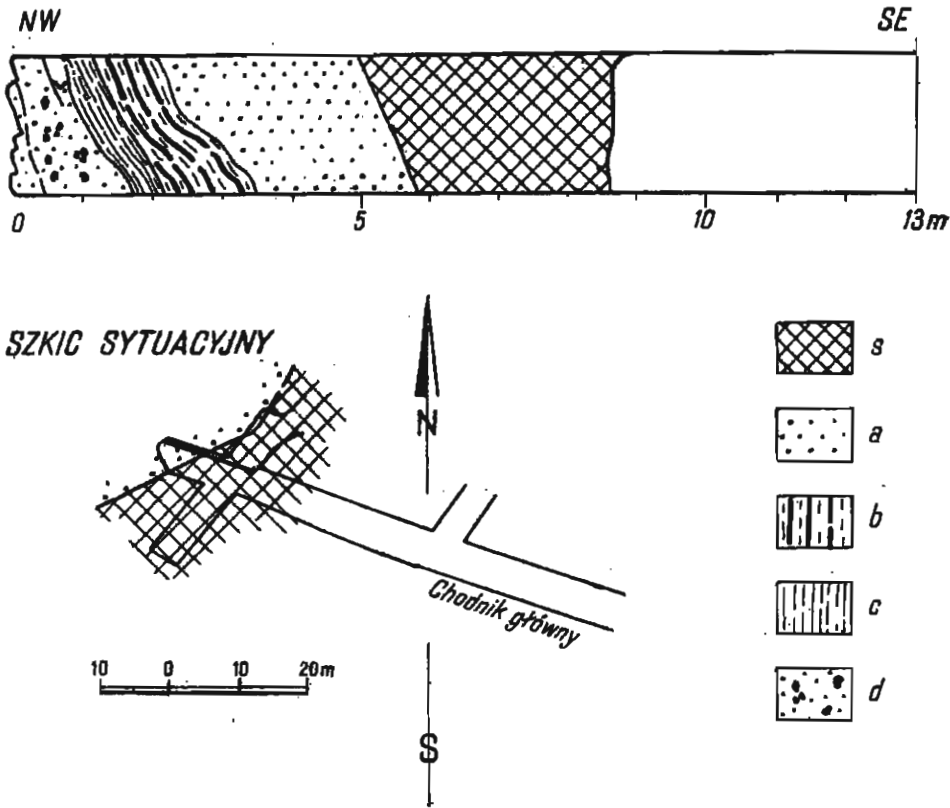


Fig. 7

Pokład karnalitu z przerostem soli twardej w kopalni „Wapno“ poziom VI,
 chodnik główny
 s sól kamienna biała, drobnziarnista, masywna; a karnalit różowy, masywny,
 niejednorodny; b sól twarda brunatna, uwarstwiona, z kizerytem; c sól kamien-
 na brązowa z przerostami soli twardej; d karnalit czerwony masywny, po części
 druzgotowy — Poniżej szkic sytuacyjny

nie rozproszonych wtrąceń występują w nim: substancja ilasta i drobne, postrzępione ziarenka karnalitu.

3) Kizeryt tworzy ziarno kilkakrotnie drobniejsze (od 0,02 do 0,3 mm) od karnalitu i halitu. Gromadzi się on głównie w szarych skupieniach, poprzerastanych z karnalitem i halitem. Na zwietrzałej powierzchni skały daje on charakterystyczne białe wykwitły epsomit (pl. II, fig. 2).

Jako domieszka występuje w skale szara substancja ilasta oraz pojedyncze ziarenka anhydrytu.

b) *Sól twarda, brunatna*, uwarstwiona, zbudowana z przerastających się nawzajem nieciągłych pasm soli kamiennej szarej z pasmami białoszarego kizerytu i czerwonego sylwinu. Sól kamienna jest na ogół

drobnoziarnista, masywna i zawiera cienkie pasemka lub skupienia kizerytu i sylwinu. Ostatnio wymienione składniki skupiają się przede wszystkim w większych nieciągłych pasmach przegradzających sól kamienną. Kizeryt tworzy w nich zazwyczaj białawo-szarą drobnoziarnistą masę, pośród której tkwią nieregularne skupienia bardzo drobnokryształicznego sylwinu (pl. II, fig. 3 i 4). W skale tej występują również partie parocalowej grubości, złożone z gęsto przewarstwiających się pasek halitu, kizerytu i sylwinu.



Fig. 8
Budowa karnalitu różowego, drobnoziarnistego. — Wapno
ka karnalit; ki kizeryt; h halit
X 30

c) *Sól kamienna brązowa* o wyraźnym warstwowaniu, podkreślonym cienkimi pasmowymi przerostami szarego kizerytu i kizerytu z czerwonym sylwinem. Grubsze i ciągle przerosty zarówno samego kizerytu, jak i kizerytu z sylwinem gromadzą się na kontakcie tej soli z karnalitem czerwonym. Kizeryt i sylwin wykształcone są identycznie jak w warstwie poprzedniej. Obserwuje się tu natomiast różnicę w budowie soli kamiennej. Drobnoziarnista masywna sól wykształcona jest w ten sposób, że pomiędzy smugami szarej soli układają się mniej więcej równoległe przerosty soli kamiennej z czerwonym sylwinem. Nadaje to skale strukturę pasiastą i brązowe zabarwienie. Zgodnie z tym warstwowaniem występują rzadsze warstewki białego kizerytu i kizerytu z czerwonym sylwinem. Ziarna halitu pod mikroskopem wykazują budowę ksenomorficzną, najczęściej o zarysach kanciastych. Wśród masy



Fig. 1

Karnalit kizerytowo-halitowy
Inowrocław

Widoczne są drobne ziarenka kizerytu, rozmieszczone głównie na zrostach ziarn karnalitu i halitu, tworzących tło skalne. Zaznaczają się pasmowe zbliżnienia w karnalicie Szlif. mikr. $\times 70$



Fig. 2

Sól kamienna miódwożółta, przyległa do pokładu karnalitu
Inowrocław

Na tle masy halitu widoczne ziarna karnalitu Szlif. mikr. $\times 180$

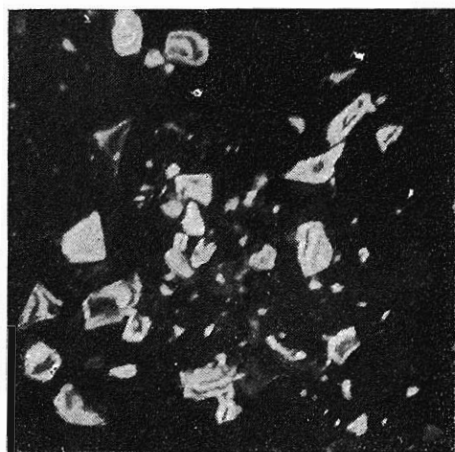


Fig. 3

Ziarna kainitu wydzielone z sylwinitu kainitowego — Inowrocław
Preparat proszkowy $\times 70$

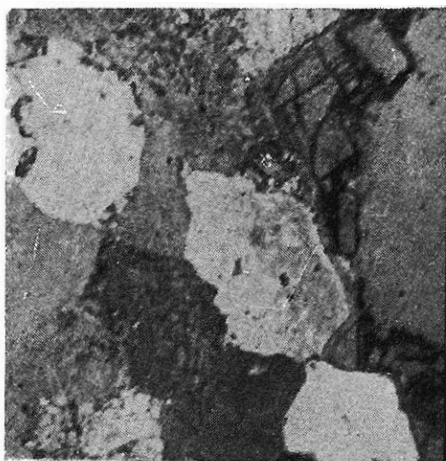


Fig. 4

Sylwinit kainitowy — Inowrocław
Na szarym tle halitowym widoczne porzrastane ze sobą ziarna kainitu o zarysach kanciastych
Szlif mikr. $\times 70$

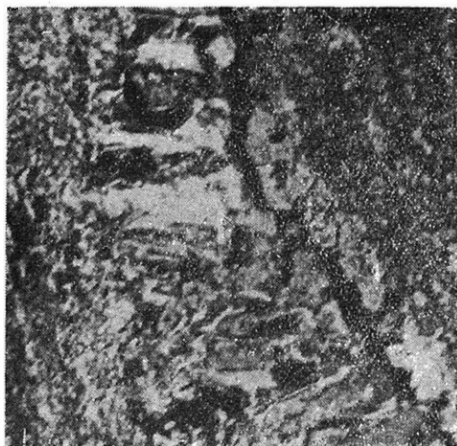


Fig. 1

Żyła sylwinowa w pokładzie sylwinitu polihalitowego — Inowrocław
Widoczne kryptokrystaliczne i blaszkowate wykształcenie polihalitu żylnego Szlif mikr. $\times 70$

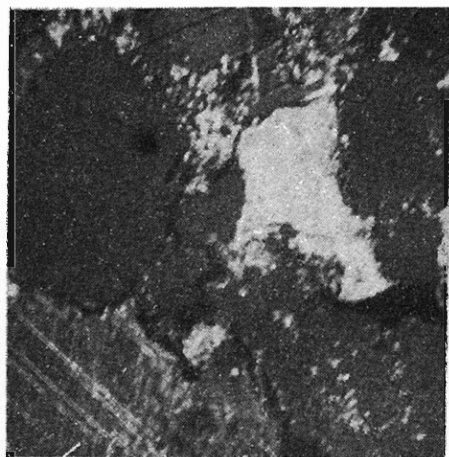


Fig. 2

Karnalit różowy masywny — Wapno
Widoczne są drobne ziarenka kizerytu skupiające się na zrostach ziarn karnalitu, tworzących tło skalne Szlif mikr. $\times 70$

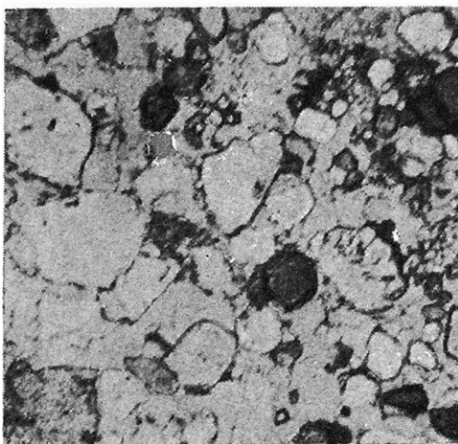


Fig. 3

Sól twarda kizerytowa — Wapno
Drobne owalne lub kanciaste ziarenka kizerytu na ciemnoszarym tle halitowym Szlif mikr. $\times 70$

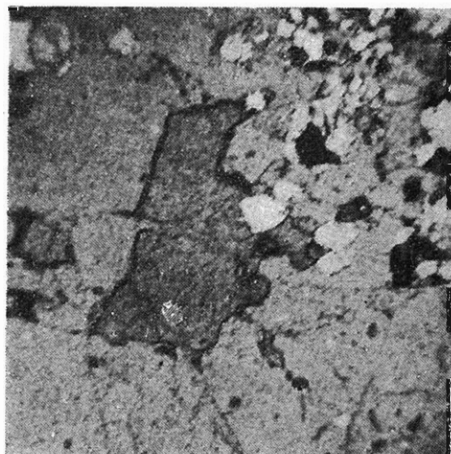


Fig. 4

Sól twarda kizerytowa — Wapno
Na jasnoszarym tle halitowym widoczne drobne skupienia ziarn kizerytu (białe i ciemne) oraz ziarna sylwinitu (szare) Szlif mikr. $\times 150$

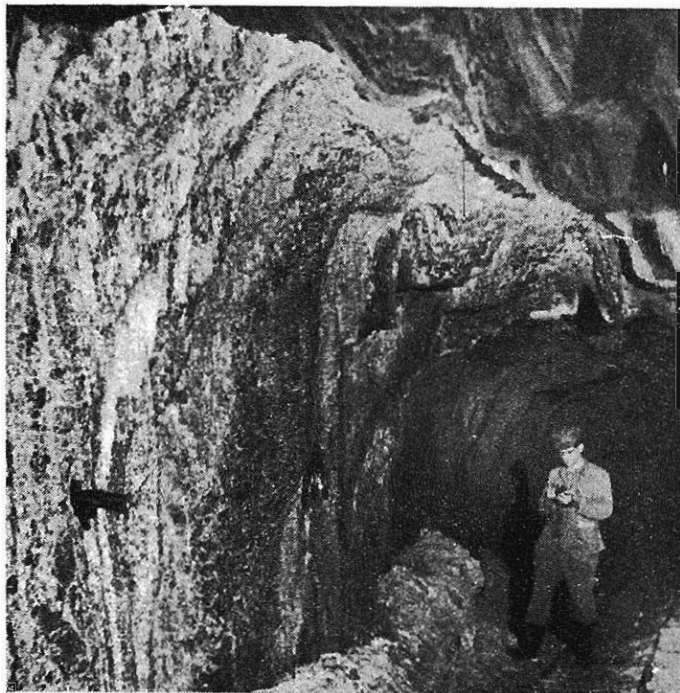


Fig. 1

Odślonięcie skały karnalitowej w chodniku 19 na poziomie VI — Inowrocław
Widoczne pokrycie ściany zwierzelną, która, opadając w dół, tworzy zwal na spągu chodnika.

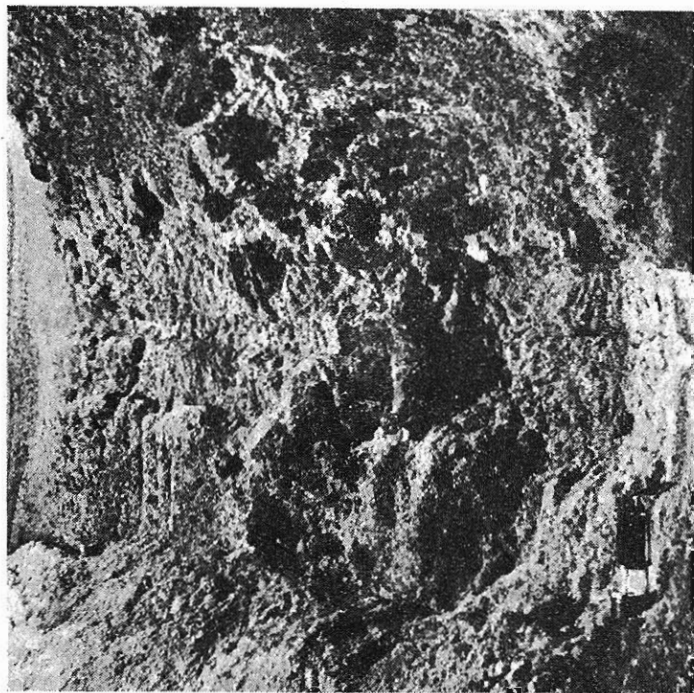


Fig. 2

Gruba zwierzelina na ścianie karnalitowej w chodniku 19 na poziomie VI — Inowrocław
Widoczny jest odczyszczony pas poziomy z bruzdą dla pobrania próby



Fig. 1

Warstwowana partia skały karnalitowej w ścianie chodnika 19 na poziomie VI — Inowrocław



Fig. 2

Pasmowa struktura skały karnalitowej na ścianie chodnika 19 na poziomie VI — Inowrocław
Warstwa d w kontakcie z warstwą e (od prawej strony)



Fig. 1

Buła boracytu (biała) w ścianie karnalitowej chodnika 19
na poziomie VI — Inowrocław

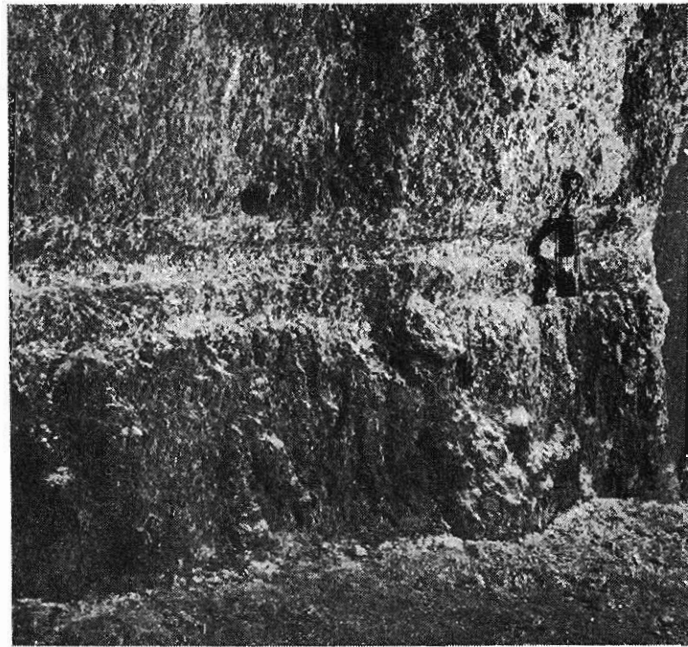


Fig. 2.

Ściana sylwinitowa w chodniku 5 na poziomie VI, pokryta
zwietrzeliną — Inowrocław
Widoczna bruzda pozioma dla pobrania próby



Grota kryształowa w ścianie komory 539 na poziomie IV — Inowrocław

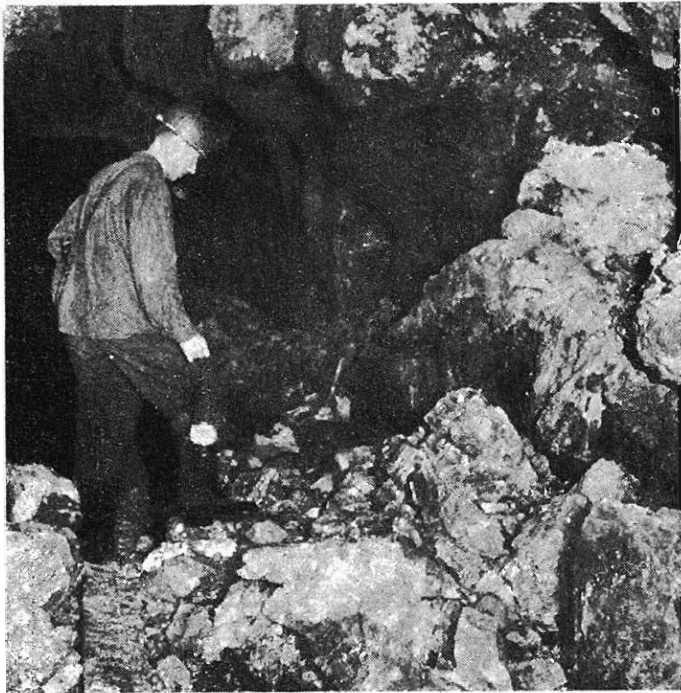


Fig. 1

Przykład niszczenia groty kryształowej w komorze 539 na poziomie IV — Inowrocław
Porozbijane kryształy halitu tworzą zwal na dnie komory

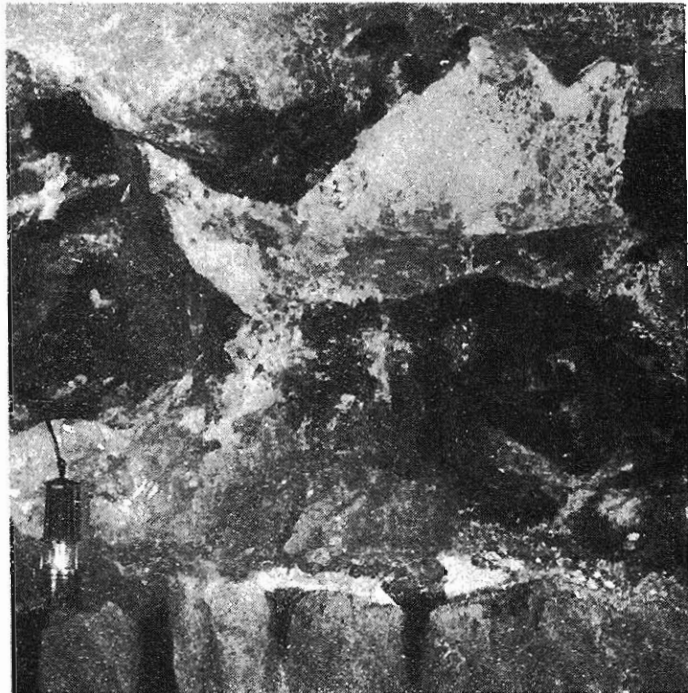


Fig. 2

Fragment żyły sylwinowo-halitowej w ścianie komory 539 na poziomie IV — Inowrocław
Białe gniazdo sylwinu obrzeżone halitem, który w kontakcie z sylwinem przybiera barwę miodowożółtą



Fig. 1
Tekstura sylwinitu w próbie pochodzącej z chodnika 540
na poziomie VI — Inowrocław
Szerokość próby 31 cm u podstawy

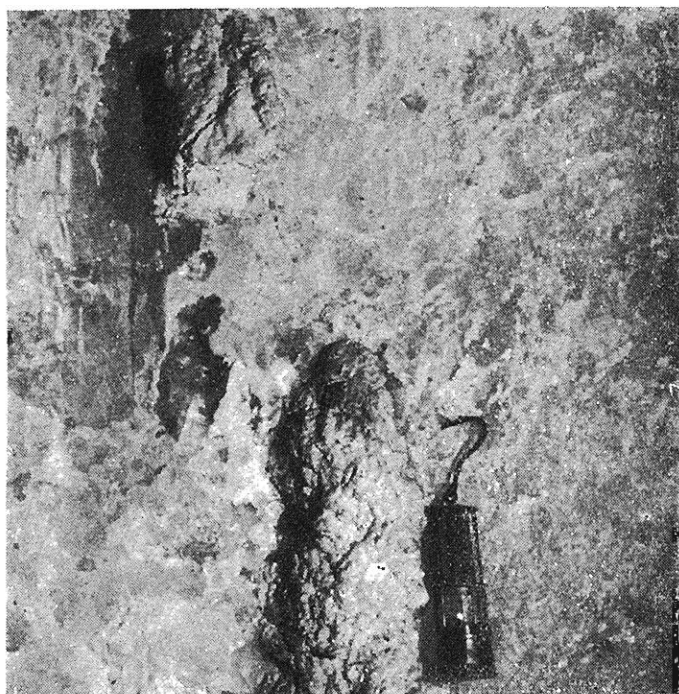


Fig. 2
Nerkowate konkrety polihalitu w ścianie sylwinowej
w chodniku 540 na poziomie VI — Inowrocław

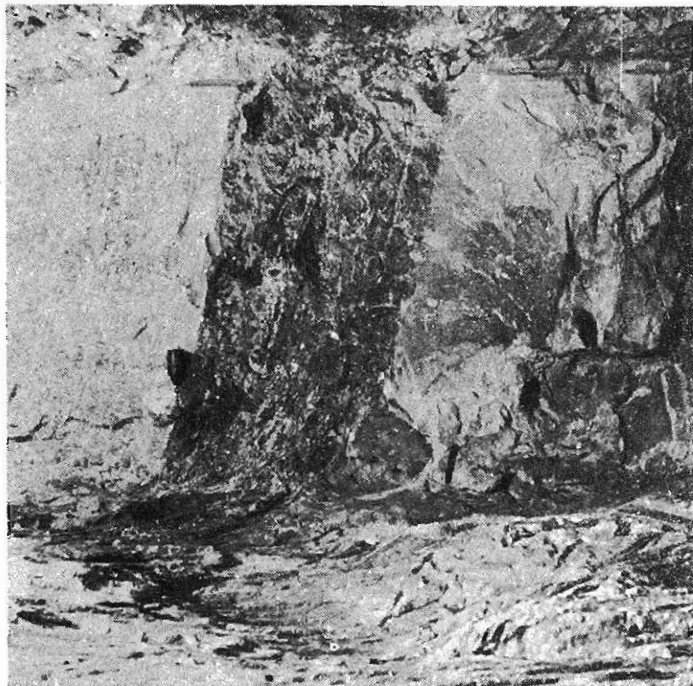


Fig. 1

Warstwa skały karnalitowej w komorze 44 na poziomie V
Wapno

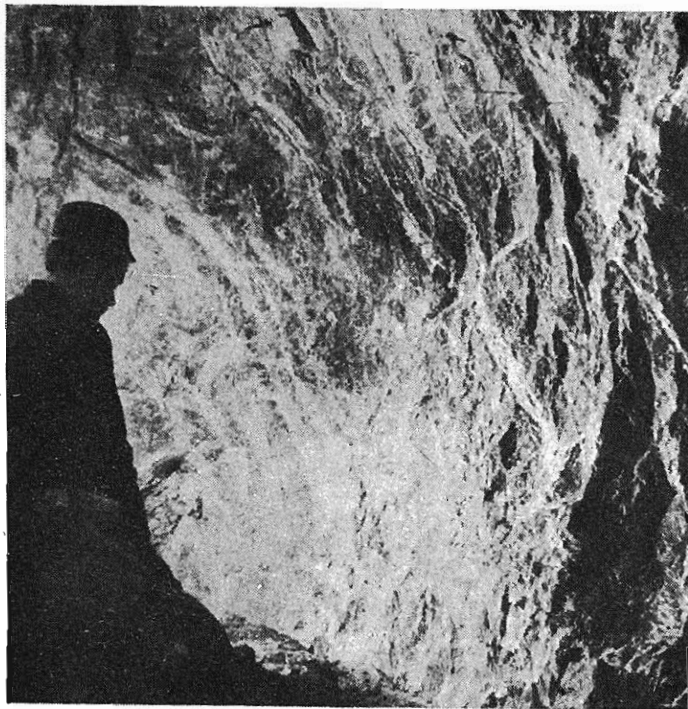


Fig. 2

Odkrywką soli potasowo-magnezowych w końcowym odcinku chodnika głównego na poziomie VI, ściana pn.-wschodnia
Widoczne uwarstwienie — Wapno



Fig. 1

Sól twarda uwarstwiona, w kontakcie ze skałą karnalitową (od strony prawej) w ścianie chodnika głównego na poziomie VI — Wapno

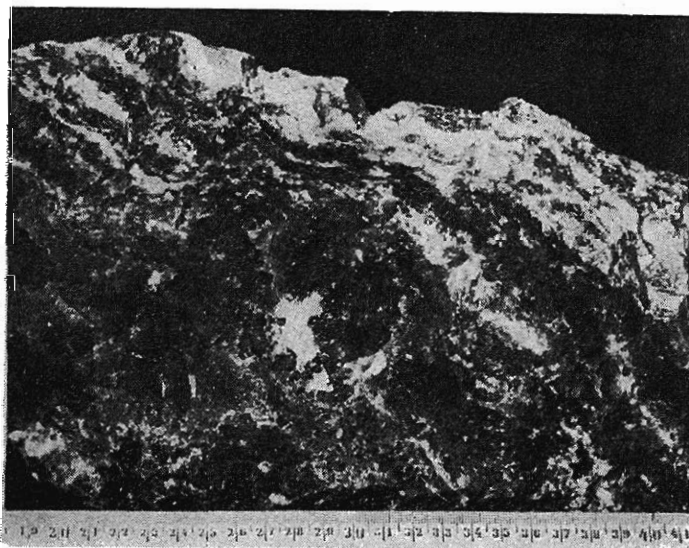


Fig. 2

Okaz warstwowanej (wstęgowej) soli twardej z odkrywki w chodniku głównym na poziomie VI — Wapno

beładnie pozrastanych ziarn halitu tkwią tu i ówdzie nieforemne ziarna sylwinu, dochodzące nawet do 0,6 mm wielkości. Trafiają się również niewielkie skupienia tego minerału. Partie soli kamiennej pozbawione sylwinu i kizerytu są często ciemnoszare i nieprzejrzyste. Spowodowane jest to zanieczyszczeniami ilastymi oraz rozproszoną w niektórych warstewkach tej soli substancją ilastą.

d) *Karnalit czerwony* różni się od poprzedniego („a“) intensywniejszą barwą i bardziej drobnoziarnistą zbitą strukturą. W drobnej masie ziarn karnalitu występują większe, ksenomorficznie wykształcone ziarna brunatnego halitu i czerwonego karnalitu. W caliznie chodnika widoczne są na czerwonym tle skały rozrzucone nierównomiernie duże skupienia białego kizerytu oraz bryłki szarej soli kamiennej, zanieczyszczonej iłem i substancją węglistą. Obecność tych bryłek przemawia za druzgotową budową skały.

Dla występujących w opisanym odsłonięciu odmian karnalitu („a“ i „d“) wykonano analizy wskaźnikowe na zawartość potasu. Otrzymano wyniki następujące:

Odmiana	Zaw. K w % wag.	Zaw. K w przeliczeniu na K_2O w % wag.
Karnalit różowy („a“)	5,46	9,37
Karnalit czerwony („d“)	7,78	6,56

UWAGI O POZYCJI STRATYGRAFICZNEJ OPISYWANYCH UTWORÓW

Sól kamienna eksploatowana w Wapnie należy do soli starszych poziomu anhydrytowego. W kilku zaledwie miejscach odsłaniają się pośród niej fragmenty warstw soli kamiennej poziomu polihalitu i kizerytu.

Odkryte dotychczas blisko granic wysadu sole potasowo-magnezowe, opisane powyżej, są związane kolejnością następstwa z solami starszymi. Jeśli weźmiemy ponadto pod uwagę ich charakter petrochemiczny, to wypada nam przyjąć, że są to starsze sole potasowe, występujące w pokładzie „Stassfurt“ oraz w warstwach spagowych tego pokładu, przejściowych do starszej soli kamiennej. W szczególności w komorze nr 37 na poziomie V odsłonięte są warstwy przejściowe z tymi solami oraz fragment zniszczonego tektonicznie pokładu „Stassfurt“. Natomiast w końcu chodnika głównego na poziomie VI występuje właściwy pokład „Stassfurt“ w szczególnym wykształceniu facjalnym jako karnalit kizerytowo-halitowy z towarzyszącą mu kizerytową solą twardą.

Zakończenie

W ramach niniejszej pracy dokonano przeglądu ważniejszych odkrywek z solami potasowo-magnezowymi w kopalniach Inowrocławia i Wapna na tle budowy wewnętrznej tamtejszych złóż. Następnie rozpoznano petrograficznie ważniejsze skupienia tych soli, starano się wreszcie wyjaśnić ich genezę w związku z potasonośnymi członami serii solnej.

Jakkolwiek opisane skupienia tych niezwykłych soli nie przedstawiają wartości przemysłowej i zapewne nie będą przedmiotem eksploatacji górniczej, wyniki przeprowadzonych badań i nasuwające się w ślad za nimi wnioski mogą mieć znaczenie dla lepszego poznania cechsztyńskiej formacji solonośnej w Polsce. Wnioski te odnoszą się głównie do paleogeograficznych warunków sedymentacji i stratygrafii serii solnej na tak dużym obszarze.

Ważne wydaje się potwierdzenie nadzwyczaj dużej rozległości i stałości w wykształceniu petrochemicznym takiego poziomu z solami potasowo-magnezowymi w cyklotemie soli starszych, jakim jest pokład „Stassfurt“. W pokładzie tym, rozpościerającym się na ziemiach Europy środkowej, zawarte jest największe bogactwo potasu na świecie.

Wschodnia granica zasięgu pokładu „Stassfurt“ na paleogeograficznych mapkach cechsztyynu Europy środkowej wykreślana była dotychczas przez autorów niemieckich w grubym przybliżeniu. Obejmowała ona zaledwie miejscowości Szubin i Inowrocław i nie przekraczała linii Wisły. Opierając się na paru fragmentarycznych zresztą profilach tego pokładu w kopalniach Inowrocławia i Wapna byłibyśmy obecnie skłonni przesunąć jego granice nieco dalej ku wschodowi, a równocześnie rozczłonkować ją w tym kierunku zgodnie z nowszym stanem wiadomości o starszym podłożu w Polsce.

Również ważnym wydaje się stwierdzenie typu petrochemicznego, w jakim pokład „Stassfurt“ odsłania się w naszych kopalniach. Pod tym względem najciekawszy jest profil odkrywki na poziomie VI w Wapnie (karnalityt z kizerytową solą twardą). W bardziej szczegółowym opracowaniu można by wyciągnąć stąd wnioski dla rozgraniczenia odmian regionalnych i facjalnych w wykształceniu starszych soli potasowych.

Jeszcze ważniejsze i nowe jest odkrycie w niższym oddziale soli młodszych w Inowrocławiu potasonośnego poziomu z warstwą sylwinitu. Wydaje się możliwe, że poziom ten odpowiada młodszym solom potasowym, szczególnie pokładowi „Ronneberg“ z obszaru nad dolną Wezerą i dolną Łabą w Niemczech północnych. Nie wdając się bliżej w korelacje stratygraficzne na tak dużych odległościach zauważmy ogólnie, że opracowane materiały z Inowrocławia mogą być bardzo pomocne w rekonstrukcji warunków sedymentacji soli młodszych na niżu Polski.

W ograniczonych ramach czasu i możliwości badawczych poprzestaliśmy na prowizorycznym pobraniu prób ze skupień z solami potasomagnezowymi w kopalniach i na doraźnych oznaczeniach petrograficznych. Dla lepszego poznania litologicznego tych utworów, wraz z uwzględnieniem zjawiska metamorfozy, konieczne będzie w przyszłości oparcie się na liczniejszym materiale prób i na dokładniejszych analizach chemicznych i mikroskopowych.

Każdy z opisanych ważniejszych utworów, odsłaniających się w kopalniach, może stać się przedmiotem oddzielnego dokładniejszego opracowania petrograficznego, może też dostarczyć ciekawego materiału do studium w zakresie mineralogii soli.

Opisane utwory żyłne w kopalni „Solno“, przede wszystkim zaś żyła sylwinowa w chodniku 540 na poziomie VI oraz żyła z grotą kryształową w komorze 539 na poziomie IV (pl. VI), stanowią osobliwości mineralogiczne w skali europejskiej i godne są ochrony jako zabytki przyrody nieożywionej.

*Zakład Złóż Soli
Akademii Górniczo-Hutniczej
w Krakowie, maj 1956*

LITERATURA CYTOWANA

1. BEYSCHLAG F. Das Salzvorkommen von Hohensalza. — Festschr. XII Allg. Bergmannstage, Breslau. Berlin 1913.
2. BISKUPSKI S. O metodzie szybkiego oznaczania minerałów potasowych w surowcu kałuskim. — Przem. Chem. z. 7-8. Warszawa 1930.
3. ERTEL von. Salinenbetrieb und Salzbergbau in der Provinz Posen. — Festschr. XII Allg. Bergmannstage, Breslau. Berlin 1913.
4. FRIEDBERG W. Kopalnia soli w Wapnie. — Kosmos, 1921, z. II i III. Lwów 1922.
5. PETTIJOHN F. J. Sedimentary rocks. Harper a. Brothers, New York 1949.
6. POBORSKI J. Nowsze materiały do geologii złóż solnych w Wielkopolsce (Recent contributions to the geology of salt beds in Western Poland). — Biał. P.I.G. (Bull. Serv. Géol. Pol.) nr 36. Warszawa 1947.
7. POBORSKI J. Złoże solne w Kłodawie. — Biał. Inst. Geol. do użytku służb. Warszawa 1955.
8. PROCHAZKA K. & WALA A. Sprawozdanie z badań petrograficznych cechsztyńskiej serii solnej na Kujawach (maszynopis w Archiwum Inst. Geol. w Warszawie). Kraków 1954.
9. PRZEWŁOCKI K., BUJA Z., JURKIEWICZ L. & POBORSKI J. An attempt of a radioactive characteristic of the Zechstein salt series in Kujawy (Próba radioaktywnej charakterystyki cechsztyńskiej serii solnej na Kujawach). — Acta Geophys. Pol. vol. IV. Warszawa 1956.

10. SPANGENBERG K. Bericht über die mikroskopische Untersuchung eines Carnallit-Gesteines aus dem Salzbergwerk Solno bei Hohensalza (maszynopis, Wrocław 1941, w Zakładzie Ziół Soli Akad. Gór.-Hutn. w Krakowie).
 11. TOKARSKI J. Analiza mikroskopowa na usługach geologii. — Przegląd Geol z. 9, 1953. Warszawa 1953.
-

ACTA GEOLOGICA POLONICA

ÉDITION TRIMESTRIELLE

(CONSPECTUS)

Vol. VI

Warszawa 1956

No. 4

Ю. ПОВОРСКИ, К. ПРОХАЗКА и А. ВАЛА

КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫЕ СОЛИ В ЗАЛЕЖАХ ИНОВРОЦЛАВ И ВАПНО

(Резюме)

В центральной части Польши, в геологическом районе т. наз. куявского вала, расположено несколько соляных куполов чехштейнового возраста. Впервые был обнаружен соляной купол в Иновроцлаве, впоследствии в Вапне (около 40 км. югозападнее г. Быдгощ). В этих двух местностях находятся копи каменной соли.

Наличие калийно-магниевых солей в копях Иновроцлав и Вапно, преимущественно в виде тонких прослоек среди массы каменной соли, было известно издавна.

В настоящей статье авторы представляют результаты наблюдений над более значительными обнажениями калийно-магниевых солей в вышеупомянутых копях в связи с геологической структурой залежей. Петрографическим методом были исследованы более значительные накопления этих солей. Авторы пытались установить их генезис в связи с калиеносными членами соляной серии.

Хотя накопления калийно-магниевых солей в копях Иновроцлав и Вапно при настоящих условиях не представляют экономического значения, однако полученные результаты исследований и вытекающие из них выводы могут иметь влияние на уточнение знакомства чехштейновой соленосной формации в Польше. Эти выводы касаются главным образом палеогеографических условий седиментации и стратиграфии соляной серии.

J. POBORSKI, K. PROCHAZKA & A. WALA

POTASSIUM-MAGNESIUM SALTS IN INOWROCLAW AND WAPNO

(Summary)

ABSTRACT: A report is given of survey work in potassium-magnesium salt exposures within the mines of Inowrocław (German: Hohensalza) and Wapno (Western Poland). The conclusions drawn refer mostly to palaeogeographic conditions of sedimentation, and to the stratigraphy of the salt series. They are of some importance for the study of the Zechstein salt-bearing formation in Poland.

A number of salt domes belonging to the Zechstein occur in Central Poland, within the geological unit of the so-called Kujawy Ridge. That of Inowrocław is the first to have been discovered, that of Wapno, 40 km. to the SW of Bydgoszcz (German: Bromberg), coming next. In both these localities there are older rock salt mines which are now being worked out on a largely extended scale. This has led to a system of excellent artificial exposures of the Zechstein salt series.

Occurrence of potassium-magnesium salt has long been noted both in the Inowrocław and the Wapno mines, mostly as thin intergrowths within the predominant rock salt mass.

In 1955 the authors surveyed the more important potassium-magnesium salt exposures in the mines at Inowrocław and Wapno from the aspect of the geological structure of the local deposits, they made a petrographic study of the major exposures, and they attempted to clear up the problem of their genesis in connection with the potassium-bearing members of the salt-series.

Potassium-magnesium salt in the salt mine „Solno“ of Inowrocław

These salts are to be found in various parts of the Inowrocław mine as rather thin layers, irregular intergrowths and veins of varying development. Only quite exceptionally do they attain a thickness in excess of several meters. Independently of sites of concentrated occurrence they are also found in a state of strong dispersion as isolated grains and small crystalline aggregates, layers only some millimeters in thickness and other fine intergrowths in the rock salt, thus constituting meagre potassium-bearing members of the salt series.

The writers are here concerned with those few exceptionally strong concentrations of potassium-magnesium salt, which are associated with the cardinal members of the salt series and are discernible in the vertical profiles of several mine levels.

CONSPECTUS

The largest and most important concentration of potassium-magnesium salts is developed as a carnallite rock in galleries 19, occurring there as a lenticular body within bedded, grey-white older rock salt (table I, see the Polish text). This formation consists of the four layers which have been shown in a detailed section of gallery 19 in level IV (see fig. 2, layers *a-e*). In general, as is to be inferred from petrographic studies, the here mentioned assemblage of layers *a-e* (see below: Description of fig. 2) is shown to be a kieserite-halite-carnallite with an average 19.65 per cent weight content of the mineral carnallite.

The genesis of the described carnallite rock, as well as that of other potassium-magnesium salt occurrences, has been cleared up from the stratigraphic aspect of the salt series with consideration to the internal tectonics of the salt dome.

The stratigraphy of the Inowrocław salt series has been determined by drawing a comparison with the classical Zechstein profiles of Germany. Already at the outset of these comparative studies it was disclosed that the Inowrocław formation is a vertical development of the Zechstein, greatly resembling the profile of the Hannover region.

The salt series, thus far confirmed in Inowrocław, is made up of the following minor salt layer assemblages, i. e. of salt cyclothems:

- cyclothem IV — salts of youngest age
- cyclothem III — salts of younger age
- cyclothem II — salt of older age

The carnallite rock in galleries 19 is a syngenetic product of the salt series, with readily recognisable stratigraphy. It is, indeed, the typical potassium salt occurring in the uppermost cyclothem horizon of the older salts, the so-called Stassfurt horizon.

Another major formation in the Inowrocław mine containing potassium-magnesium salts is a layer of sylvinite in galleries 540 (table II). The sylvinite there occurs nearly conformably within the bedded younger rock salt, as a non-continuous layer displaying greatly varying range of thickness. This strongly deformed rock stratum contains a vein of coarse crystalline sylvine, descending from level V.

Sylvinite is a non-bedded rock of red-grey colouration, with a massive structure. The chief rock-building minerals here are sylvine, halite and polyhalite. In some portions polyhalite is altogether replaced by kainite. Hence the described rock is a polyhalite sylvinite, in parts — kainite sylvinite. It is contaminated by anhydrite and argillaceous matter.

The vein which infills the sylvinite crevice consists of white coarse crystalline sylvine. Larger crystals of white halite are here and there embedded in the sylvine mass. It also contains some kidney-shaped loaves and concretions of cream-coloured polyhalite (pl. VIII, fig. 2). Structural details of the sylvine vein are illustrated in the section of a gallery in level VI (fig. 5).

The sylvinite layer in gallery 540 is a syngenetic formation of the salt series, since it lies more or less conformably within the bedded salt rock mass, in the so-called salt "with anhydrite threads", which is a commonly known potassium-bearing member of the salt series in the lower zone of the younger salts. It is possible that this sylvinite corresponds to the "Ronnenberg" horizon in the bottom division of the younger salts in northern Germany.

The sylvine-halite vein in galleries 16 constitutes the third major product here. It infills a crevice in the bedded, younger, pink-grey rock salt, densely interwoven by anhydrite. With a view of illustrating the dimensions in the occurrence of this vein, a vertical section has been drawn of galleries 16 (table III). The structural details of the vein have been shown in the section of a gallery on level V (fig. 6).

The here mentioned vein in galleries 16, like all other veins and knots, is an epigenetic product. It is a striking feature of the fissural products in the Inowrocław mine that they occur mostly in one stratigraphic member only, that is in salt "with anhydrite threads", in the lower zone of the younger salts. On the whole it is a poor potassium-bearing member of the salt series, with relatively less mechanical resistance. The material infilling the crevices is supplied by the walls of the crevices being leached by circulating water solutions.

Potassium-magnesium salts in the salt mine at Wapno

Concentrations of these salts thus far recorded from the salt mine at Wapno occur in the marginal zone of the salt dome, mostly in levels V and VI of the mine. The strongest concentration, and one presenting most interest is, however, situated in the north-western termination of the main gallery in level VI (fig. 7; see below: Description of fig. 7).

The here described concentration of potassium-magnesium salts, as well as others, thus far recorded from the Wapno mine, are syngenetic products of the salt series there and belong to the horizon of older potassium salt (the Stassfurt horizon).

Although in the present stage of development the concentrations of potassium-magnesium salts in the salt mines of Inowrocław and Wapno are of no economic value, yet data secured by survey work there and the inferences drawn may lead to a better knowledge of the Zechstein salt-bearing formation in Poland. These inferences are mainly concerning palaeogeographical conditions of sedimentation and stratigraphy of the salt series.

*Salt Beds Institute
College of Mining & Metallurgy
Kraków, May 1956*

CONSPECTUS

DESCRIPTION OF FIGURES IN THE POLISH TEXT

Fig. 1 (p. 345)

Honey-yellow rock salt with dispersed minerals: *ka* carnallite, *po* polyhalite, *anh* anhydrite — Inowrocław mine × 30

Fig. 2 (p. 346)

Carnallite bed in the Solno mine (Inowrocław), level IV, gallery 19
*s*₁ white-grey rock salt; *s*₂ ditto with anhydrite threads; *a* pink brecciated carnallite with lumps of rock salt; *b* massive red-grey carnallite; *c* honey-coloured rock salt with tresses of carnallite and kieserite; *d* pink layered carnallite; *e* rock salt with tresses of carnallite; *A* tectonic joint with brecciated carnallite

Fig. 3 (p. 351)

Structure of polyhalite in sylvinite — Inowrocław mine
po polyhalite, *t* halite × 30

Fig. 4 (p. 352)

Kainite in sylvinite — Inowrocław mine
kai kainite, *h* halite × 30

Fig. 5 (p. 353)

Sylvine vein in a sylvinite bed in the Solno mine (Inowrocław) level VI, gallery 540
1 rock salt with anhydrite threads; *2* rock salt with red tresses of sylvine; *3* red sylvinite — vein products; *4* white crystalline sylvine; *5* pink polyhalite; *6* crystalline honey-yellow halite

Fig. 6 (p. 354)

Vein of sylvine-halite in the Solno mine (Inowrocław) level V, gallery 16
1 rock salt with threads of anhydrite — vein products; *2* crystalline honey-yellow halite; *3* coarse-grained snow-white sylvine; *4* coarse-grained blue halite

Fig. 7 (p. 365)

Carnallite bed with hard salt intergrowth in the Wapno mine, level VI, main gallery
s fine-grained, massive white rock salt; *a* pink massive, non-homogeneous carnallite; *b* hard brown layered salt with kieserite; *c* brown rock salt with intergrowths of hard salt; *d* massive red carnallite, partly brecciated With adjacent sketch map

Fig. 8 (p. 366)

Structure of pink fine-grained carnallite — Wapno mine
kai kainite; *ki* kieserite; *h* halite

Table I (facing p. 344)

Carnallite bed in the Solno mine (Inowrocław)
galleries 19

I — sketch map of carnallite bed, level III, drawn to scale 1:1000

II — simplified stratigraphic sketch diagram

1 older rock salts; *2* older potassium salt; *3* main anhydrite seam; *4* younger rock salts; *5* younger brown „zuber“ (loamy breccia with salt crystals); *6* the youngest rock salts

ACTA GEOLOGICA POLONICA, VOL. VI

III — section A-B, drawn to scale 1 : 400

1 rock salt; 2 rock salt with anhydrite threads; 3 salt with carnallite and kieserite intergrowths, 4 kieserite carnallite; 5 vein of halite with kieserite

Table II (facing p. 348)

Sylvinite bed in the Solno mine (Inowrocław)
galleries 5 and 540

I — sketch map of sylvinite bed, drawn to scale 1 : 1000

II — simplified stratigraphic sketch diagram

1 older rock salts in general; 2 younger rock salts with a sylvinite bed 3; 4 younger brown „zuber“; 5 the youngest rock salts

III — horizontal sections of the sylvinite bed in the particular levels, drawn to scale 1 : 400

IV — section C-D

1 rock salt with anhydrite threads; 2 rock salt with tresses of sylvine; 3 sylvinite; 4 vein products (sylvine, polyhalite, halite)

Table III (facing p. 354)

Sylvine-halite vein in the Solno mine (Inowrocław)
galleries 16

1 rock salt with anhydrite threads; 2 white crystalline halite; 3 blue coarse-grained halite; 4 snow-white coarse-grained sylvine; 5 blue coarse-grained sylvine; 6 grey anhydrite

Pl. I

Fig. 1

Kieserite-halite carnallite — Inowrocław mine

Grainlets of kieserite disposed where grains of carnallite and halite forming the rock matrix coalesce. Banded twinning conspicuous in carnallite

Micr. thin section $\times 70$

Fig. 2

Honey-yellow rock salt, adjacent to the carnallite bed — Inowrocław mine

Within the halite matrix carnallite grains are visible

Micr. thin section $\times 180$

Fig. 3

Grains of kainite separated from the kainite sylvinite — Inowrocław mine

Powder prepar. $\times 70$

Fig. 4

Kainite sylvinite — Inowrocław mine

Fused, angular shaped, intergrown grains of kainite are discernible within the grey halite matrix

Micr. thin section $\times 70$

Pl. II

Fig. 1

Vein of sylvine in a polyhalite sylvinite bed — Inowrocław mine

Cryptocrystalline and laminar pattern of the vein polyhalite

Micr. thin section $\times 70$