

UKD 553.631.04.553.635.1:551.782.1(438–13 przedgórze Karpat) "311/313"

Aleksander GARLICKI

## Warunki występowania i perspektywy odkrycia nowych zasobów soli kamiennych na przedgórzu Karpat

W ciągu ostatnich 25 lat odkryto i udokumentowano nowe złoża w okolicy Bochni i Tarnowa. Między Tarnowem a Przemyślem w wielu otworach wiertniczych napotkano występowania soli kamiennych, ale osady te wykazywały niewielkie miąższości i występowały na dużych głębokościach.

### WSTĘP

Morskie osady miocenu występują tylko w południowej Polsce i zajmują obszar zapadliska przedkarpackiego. Największe rozprzestrzenienie wykazują utwory badenu, które osadziły się w całym zapadlisku przedkarpackim od Górnego Śląska po obszar Przemyśl–Lubaczów. Równocześnie badaniński basen solny pozostawił najpełniej rozwinięte osady w porównaniu z innymi miocenijskimi formacjami solonośnymi na terenie Polski.

Miocenijskie sole kamienne zapadliska przedkarpackiego od dawna były przedmiotem zainteresowań wielu geologów, głównie z uwagi na poważne znaczenie surowcowe tych utworów. Współczesny intensywny rozwój przemysłu chemicznego południowej Polski spowodował budowę nowych kopalń soli, a tym samym powstała konieczność dalszego rozwijania bazy surowcowej dla tych zakładów.

### MIOCEN SFAŁDOWANY U CZOLA KARPAT I JEGO STOSUNEK DO MIOCENU AUTOCHTONICZNEGO ZAPADLISKA PRZEDKARPACKIEGO

Większość osadów miocenu morskiego w zapadlisku przedkarpackim należy do strefy zewnętrznej, odpowiadającej obszarowi występowania miocenu autochtonicznego. W południowej części, wzdłuż brzegu Karpat, ciągnie się strefa miocenu sfałdowanego. Utwory te osadziły się pierwotnie w południowej części mio-

ceńskiego zbiornika sedymentacyjnego (miejscami także na utworach fliszowych), a następnie w wyniku fałdujących i nasuwawczych ruchów Karpat zostały sfałdowane i przesunięte wraz z fliszem na znaczną odległość w kierunku północnym. Równocześnie sfałdowane osady miocenu, odkłute od swego podłoża, zostały nasunięte na autochtoniczny baden lub sarmat zapadliska przedkarpacciego, których warstwy tylko w nieznacznym stopniu uległy zaburzeniom tektonicznym i to wyłącznie w strefie kontaktu z mioceniem nasuniętym. Dzięki dosyć licznym pracom geologicznym, wykonanym w południowej części zapadliska przedkarpacciego, można rozgraniczyć strefę miocenu sfałdowanego od miocenu autochtonicznego i wykreślić w przybliżeniu powierzchniowy przebieg linii nasunięcia utworów sfałdowanych (A. Garlicki, 1979).

Na obszarze położonym na zachód od Krakowa i Skawiny, aż po Cieszyn, strefa sfałdowanego miocenu u czoła Karpat zanika. Strefa sfałdowanego miocenu stosunkowo najlepiej została poznana na odcinku między Skawiną a Dębicą. Szerokość tej strefy jest bardzo różna i waha się od kilkuset metrów do kilku kilometrów. Na południe od Krakowa, w okolicy Swoszowic i Chorowic, zaznacza się płaskie nasunięcie fliszu karpacciego wraz z osadami sfałdowanego badenu (warstwy skawińskie) na tego samego wieku osady autochtonicznego miocenu przedpoła Karpat. Szerokość strefy sfałdowanego miocenu wynosi tam około 500 m. W okolicy Barycza i Wieliczki, gdzie pojawiają się już osady chemiczne w facji chlorkowej a podłoże jurajskie występuje na większej głębokości, zmienia się także styl tektoniczny miocenu sfałdowanego. Utwory fliszowe wraz z utworami podsolnymi, osadzonymi na fliszu, nasunęły się po powierzchni warstw solnych, zgarniając przed sobą i stromo spiętrzając osady badenu. Strefa sfałdowanego miocenu osiąga tam szerokość do 2 km, przy czym osady solne, zgarnięte z pasa o szerokości co najmniej kilku kilometrów, zajmują obecnie strefę do 1 km szerokości, tworząc znane złoża solne Barycza i Wieliczki (A. Gawęł, 1962).

Na wschód od Wieliczki, tj. w północnej części zatoki gdowskiej, obraz tektoniki miocenu sfałdowanego zmienia się jeszcze bardziej. Brzeg Karpat cofa się daleko na południe w okolicy Gdowa, a całą zatokę gdowską wypełniają osady niższego badenu. W północno-wschodniej części zatoki gdowskiej, rozpoczynając na wschód od Siedlca, miocen sfałdowany pozostaje znowu w bezpośrednim kontakcie z fliszem karpaccim. Między Łęzkowicami, Siedlcem i Bochnią strefa sfałdowanego miocenu (szerokości 1–2 km) charakteryzuje się występowaniem stromo spiętrzonych fałdów solnych ze złożami soli kamiennej: Łęzkowice–Siedlec, Moszczenica–Łapczyca (A. Garlicki, 1960, 1967, 1970, 1979) i Bochnia (J. Poborski, 1952); złoża te tworzą jeden ciąg fałdów na długości około 10 km. Strefa fałdów solnych wraz ze sfałdowanymi osadami ilastymi badenu jest nasunięta na miocen autochtoniczny przedpoła Karpat, a od południa nasunięte są na nią utwory fliszowe płaszczowiny śląskiej. Utwory fliszowe tworzą także jądra fałdów bocheńskich.

Na wschód od Bochni (po okolice Tarnowa) strefa sfałdowanego miocenu poszerza się do około 8 km. Od Brzeska po Tarnów w sfałdowanych osadach badenu spotyka się już osady solne, tworzące złoża soli kamiennej w Sierakowicach na północ od Wojnicz (J. Kruczek, S. Połtowicz, 1964; A. Garlicki, 1969, 1972). W najbliższej okolicy Tarnowa strefa powierzchniowego występowania miocenu sfałdowanego zwęża się, kryjąc się na południu pod fliszowym półwyspem góry św. Marcina i dalej na wschód poszerza się do kilku kilometrów, ciągnąc się przez okolice Pogórskiej Woli i Pilzna po Dębicę (R. Ney, 1968; S. Połtowicz, 1974). W strefie tej, począwszy od Tarnowa, pojawia się nowy rys tektoniczny, odznaczający się występowaniem wgłębnego elementu fliszowego, zaklinowanego w utworach sfałdowanego miocenu a stwierdzonego w przekrojach przez Tarnów, Pogórską Wolę i Pilzno.

Dalej na wschód od Pilzna strefa sfałdowanego miocenu u czoła Karpat została poznana znacznie słabiej. Ogólnie wiadomo, że strefa ta jest o wiele węższa niż w zachodniej części brzeżnej strefy Karpat. Szerokość strefy sfałdowanego miocenu w okolicy Albigowej dochodzi do 3 km, a na wschód od Kańczugi w sfałdowanym miocenie występują osady jednostki stebnickiej nasunięte na autochtoniczny sarmat zapadliska przedkarpacciego.

## OBSZAR SEDYMENTACJI SOLI KAMIENNYCH

Występowania soli kamiennej w badenie zapadliska przedkarpacciego były znane od dawna, przede wszystkim z dwóch obszarów: Górnego Śląska oraz okolic Wieliczki i Bochni.

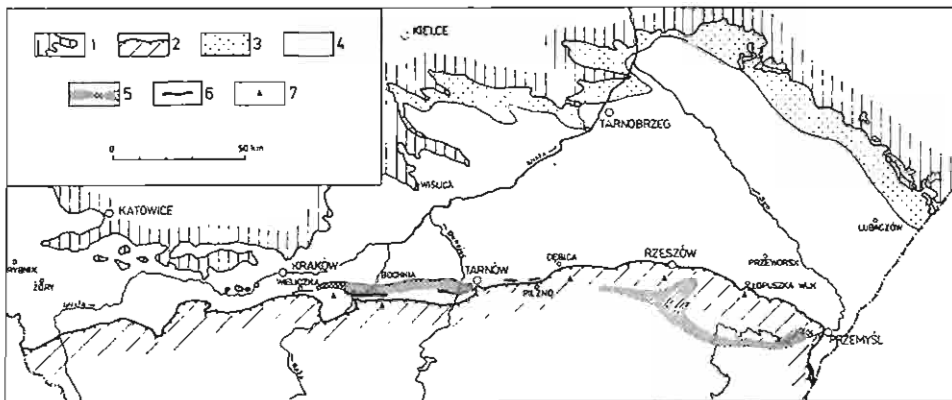


Fig. 1. Mapa występowania miocenijskich ewaporatów w zapadlisku przedkarpaccim  
Map of distribution of Miocene evaporates in the Carpathian Foredeep

1 – podzwartorzędowe wychodne utworów paleozoicznych i mezozoicznych; 2 – brzeg nasunięcia Karpat fliszowych; 3 – facja brzeżna ewaporatów badenu; 4 – facja siarczanowa ewaporatów badenu; 5 – sole kamienne w jednostce autochtonicznej; 6 – sole kamienne w jednostce sfałdowanej i nasuniętej; 7 – ważniejsze występowania gipsów miocenijskich

1 – Quaternary subcrops of Paleozoic and Mesozoic rocks; 2 – margin of overthrust of Flysch Carpathians; 3 – marginal facies of Badenian evaporates; 4 – sulfate facies of Badenian evaporates; 5 – rock salts in autochthonous unit; 6 – rock salts in folded and overthrust unit; 7 – major occurrences of Miocene gypsum

Basen sedymentacyjny soli kamiennych na Górnym Śląsku był płaską niecką, powstałą ponad tektonicznie obniżonymi osadami karbonu. Kształtem przypominał trójkąt o zaokrąglonych wierzchołkach, rozciągający się między miejscowościami Rybnik, Żory i Orzesze (fig. 1). Pole facji chlorkowej zajmuje tam około 70 km<sup>2</sup>, przechodząc we wszystkich kierunkach w pole facji siarczanowej. Następny obszar sedymentacji soli kamiennych zaczynał się na południe od Wieliczki i poprzez zwężoną strefę północną łączył się z rozległym basenem Łęczkowic – Moszczenicy – Łapczycy – Bochni i dalej z basenem Brzesko – Tarnów. Na wschód od Tarnowa sedymentacja soli odbywała się w znacznie zwężonym pasie, za czym przemawia wykształcenie ewaporatów napotkanych w profilach Pogórskiej Woli, Pilzna i Stasiówki. Na południe od Rzeszowa basen solny uległ rozszerzeniu i rozgałęzieniu na dwie odnogi. Wąska odnoga południowa zamyka się na zachód od Przemyśla. Cały obszar basenu solnego między Rzeszowem i Przemyślem znajduje się obecnie pod nasuniętymi utworami fliszowymi na głębokości od 1 do 3 km.

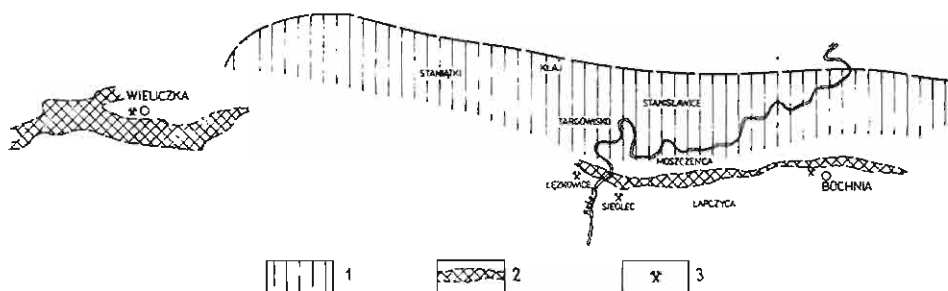


Fig. 2. Mapa złóż soli kamiennej na obszarze Wieliczka – Tarnów  
Map of rock salt deposits in the Wieliczka – Tarnów area

Sedymentacja osadów solnych starszego miocenu w Polsce najprawdopodobniej wiąże się z basenem dolnoworotyszczeńskim (A. Garlicki, 1973, 1979). W skrajnej części tego basenu w Polsce, na południe od Przemyśla, sedymentacja chemiczna o niskim stopniu natężenia pozostawiła cienkie wkładki soli kamiennych wśród ilów solnych. W kolejnym, młodszym basenie solnym zapadliska przedkarpackiego osadziły się utwory serii stebnickiej, wykształcone na terenie Polski jako osady klastyczne. Zarówno seria worotyszczeńska, jak i seria stebnicka osadziły się w szczątkowych basenach pofliszowych u czoła Karpat i nie należy spodziewać się ciągłości występowania tych osadów wzdłuż całego odcinka łuku karpackiego na obszarze Polski.

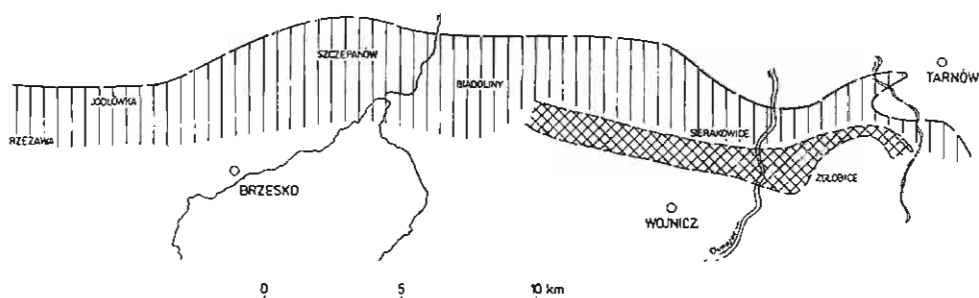
#### STWIERDZONE WYSTĘPOWANIA SOLI KAMIENNEJ W ZAPADLISKU PRZEDKARPACKIM I STAN ICH UDOKUMENTOWANIA

Eksploatowane od kilkuset lat złoża soli kamiennej Wieliczki i Bochni zostały dokładnie rozpoznane i udokumentowane. Zasoby tych złóż są już na wyczerpaniu i prace geologiczno-rozpoznawcze ograniczają się do wybranych małych pól kopalnianych. Także inne złoża w strefie miocenu sfałdowanego między Wieliczką a Bochnią, tj. złoża w Łęczkowicach, Siedlcu, Moszczenicy i Łapczycy, posiadają zatwierdzone dokumentacje geologiczne zasobów w kategoriach przemysłowych i są zagospodarowywane górnictwem. W przypadku złoża w Łęczkowicach eksploatacja otworowa ma tam już miejsce od 12 lat. Dalsze występowania soli kamiennej w miocenie sfałdowanym znane są z okolic Tarnowa, na obszarze Sierakowic na północ od Wojnicza (fig. 2) oraz w okolicy Pilzna (fig. 1).

Sole kamienne miocenu autochtonicznego zostały udokumentowane tylko w złożu okolic Rybnika, ale dominacja górnictwa węglowego nie rokuje podjęcia eksploatacji soli na tym obszarze w najbliższych latach. Kolejny obszar soli kamiennych w miocenie autochtonicznym rozciąga się między Wieliczką a Tarnowem. Obszar ten rozpoznano pojedynczymi otworami wiertniczymi i w przybliżeniu znana jest północna granica zasięgu facji chlorkowej (fig. 2).

Najślabiej rozpoznano do tej pory obszar występowania soli między Dębicą a Przemyślem. Na odcinku tym autochtoniczne lub parautochtoniczne osady solne stwierdzono w ostatnich latach otworami wiertniczymi poszukiwań naftowych (J. Czernicki, 1977).

Pojedyncze stwierdzone występowania soli kamiennych w osadach starszego



1 – złoża soli w jednostce autochtonicznej; 2 – złoża soli w jednostce sfałdowanej i nasuniętej; 3 – kopalnie soli  
 1 – rock salts deposits in autochthonous unit; 2 – rock salt deposits in folded and overthrust unit; 3 – rock salt mines

miocenu na południe od Przemyśla nie wyjaśniły ostatecznie możliwości przemysłowej wartości tego obszaru (A. Garlicki, 1973).

#### KIERUNKI I PERSPEKTYWY PRAC POSZUKIWAWCZYCH ZŁÓŻ SOLI

Dalsze badania złóż soli w utworach badenu autochtonicznego powinny mieć miejsce przede wszystkim na obszarze położonym między Wieliczką a Tarnowem (fig. 2). Już na podstawie nielicznych otworów wiertniczych zasoby perspektywiczne tego obszaru ocenia się na około 3 miliardy ton soli kamiennej. Cały omawiany obszar, o powierzchni około 100 km<sup>2</sup>, może być przedmiotem dalszych prac rozpoznawczych i dokumentacyjnych, przy czym można wybrać takie wycinki złóż, które przy niewielkiej ilości dodatkowych prac wiertniczych mogą być udokumentowane w kategorii C<sub>1</sub>. W Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Górnictwa Surowców Chemicznych w Krakowie opracowano już wstępne kryteria bilansowości dla tego typu złóż w jednostce autochtonicznej, przewidując, że przy położeniu spągu złoża na głębokości do 1000 m minimalna miąższość złoża powinna wynosić 6,0 m, na głębokości 1000–1200 m – 12,0 m, poniżej 1200 m – 25,0 m. Szczególnie interesujące są miejsca płytszego występowania osadów solnych między Wieliczką a Kłajem. Innym terenem wymagającym rozpoznania geologicznego jest obszar głębokiego występowania soli kamiennych pod nasunięciem fliszowym między Dębicą, Rzeszowem i Przemyślem. W pierwszym etapie należałoby określić zasięg i miąższość osadów solnych, pozostawiając ocenę surowcową pracom następnego etapu.

Wśród utworów badenu sfałdowanego, najbardziej obiecujący jest obszar rozciągający się między Tarnowem, Sierakowicami i Biadoliniami. Prace poszukiwawcze i dokumentacyjne Instytutu Geologicznego, prowadzone od około 10 lat, pozwolą w najbliższym czasie na udokumentowanie części złoża położonej po zachodniej stronie Dunajca między Sierakowicami a Łętowicami. Dla przyszłych prac poszukiwawczych i dokumentacyjnych interesujący będzie także wycinek złoża położony po wschodniej stronie Dunajca oraz zachodnie przedłużenie złoża na obszarze Biadoliny, w kierunku Maszkienic. Cały obszar występowania złoża soli kamiennej między Zgłobicami a Biadoliniami wykazuje zasoby perspektywiczne przekraczające 3 miliardy ton soli.

Poszukiwania złóż soli kamiennej w osadach starszego miocenu na południe od Przemyśla nie doprowadziły do odkrycia nowych złóż soli kamiennej. Pewne

możliwości wiążą się jeszcze z osadami miocenu pod brzeźną strefą jednostki skolskiej, jednak charakter sedimentacji starszych osadów miocenu w peryferyjnej części zbiornika nie rokuje nadziei na występowanie złóż soli o znaczeniu przemysłowym.

## POSZUKIWANIA ZŁÓŻ GIPSÓW

Do facji chlorkowej badeńskiego basenu solnego w zapadlisku przedkarpackim przytykały od południa osady facji siarczanowej. Znaczna część tych utworów osadziła się na sfałdowanym fliszu karpackim i wraz z nim została przesunięta dalej ku północy. Późniejsza erozja spowodowała, że osady te zachowały się tylko fragmentarycznie, w formie odosobnionych płatów leżących na Karpatach (Niedźwiada i Broniszów k. Dębicy, Siedliska i Tyczyn k. Rzeszowa, Łopuszka Wielka k. Przeworska i inne). Niewielkie powierzchniowe występowania gipsów znane są także z północnej części zatoki gdowskiej (fig. 1).

Poza udokumentowanymi zasobami dużych złóż gipsu w rejonie Wiślicy i Buska zainteresowanie przemysłu wapienniczego i gipsowego dotyczy głównie złóż wysokogatunkowych gipsów typu alabastrowego o zawartości  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  od 96 do 99% i minimalnych zasobach 2 miliony ton. Najczystsze odmiany gipsu typu alabastrowego występują w złożu Łopuszka Wielka, gdzie dalsze prace poszukiwawcze podjął w ostatnich latach Kombinat Geologiczny „Południe”.

Należy podkreślić, że w zapadlisku przedkarpackim i w brzeźnej strefie Karpat wykonano bardzo mało prac w poszukiwaniu złóż gipsów.

W pierwszej kolejności należy wykonać dalsze prace rozpoznawcze i dokumentacyjne w okolicy Niedźwiady i Broniszowa, jako na obszarze najbardziej perspektywicznym. W dalszej kolejności należy przeprowadzić szczegółową rejestrację wszystkich przypowierzchniowych występowania gipsów, wykonać dodatkowe prace kartograficzne i wstępne rozpoznanie wiertnicze wybranych obszarów, co w przyszłości stworzy podstawę do sporządzenia projektów prac poszukiwawczych, rozpoznawczych i dokumentacyjnych.

Instytut Geologii Surowców Mineralnych  
Akademii Górniczo-Hutniczej  
Kraków, Al. Mickiewicza 30  
Nadesłano dnia 13 kwietnia 1982 r.

## PIŚMIENICTWO

- CZERNICKI J. (1977) – Utwory miocenu autochtonicznego w strefie nasunięcia Karpat między Wisłokiem a Sanem. Spraw. z Pos. Komis. Nauk Geol. PAN Krak., 20, p. 211–214, nr 1.  
GARLICKI A. (1960) – Złoże soli kamiennej Łęzkowice–Siedlec w zatoce gdowskiej. Prz. Geol., 8, p. 43–45, nr 1.  
GARLICKI A. (1967) – Tektonika miocenu okolicy na zachód od Bochni. Kwart. Geol., 11, p. 442–443, nr 2.  
GARLICKI A. (1969) – Perspektywy poszukiwań złóż soli kamiennej w okolicy Tarnowa. Prz. Geol., 17, p. 65–67, nr 2.

- GARLICKI A. (1970) – Złoże soli kamiennej Moszczenica – Łapczyca na zachód od Bochni. *Kwart. Geol.*, 14, p. 350–358, nr 2.
- GARLICKI A. (1972) – Wstępne wyniki wiercenia Sierakowice IG I. *Kwart. Geol.*, 16, p. 1070–1071, nr 4.
- GARLICKI A. (1973) – Wyniki badań miocenu solonośnego na południe od Przemyśla. *Kwart. Geol.*, 17, p. 92–103, nr 1.
- GARLICKI A. (1979) – Sedymentacja soli miocenijskich w Polsce. *Pr. Geol. Komis. Nauk Geol. PAN Krak.*, nr 119.
- GAWEŁ A. (1962) – Budowa geologiczna złoża solnego Wieliczki. *Pr. Inst. Geol.*, 30, p. 305–327, cz. 3.
- KRUCZEK J., POŁTOWICZ S. (1964) – Seria solna w otworze Sierakowice nad Dunajcem. *Geof. Geol. Naft.*, nr 10–12.
- NEY R. (1961) – Objawy soloności miocenu wzdłuż brzegu Karpat na południe od Przemyśla. *Prz. Geol.*, 9, p. 607–609, nr 11.
- NEY R. (1968) – Rola rygla krakowskiego w geologii zapadliska przedkarpackiego i rozmieszczeniu złóż ropy i gazu. *Pr. Geol. Kom. Nauk Geol. PAN Oddz. w Krakowie*, nr 45, p. 7–61.
- POBORSKI J. (1952) – Złoże solne Bochni na tle geologicznym okolicy. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 78.
- POŁTOWICZ S. (1974) – Wglębna tektonika brzegu Karpat w okolicy Tarnowa i Pilzna. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 44, p. 491–514, z. 4.

Александр ГАРЛИЦКИ

#### УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОТКРЫТИЯ НОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ КАМЕННОЙ СОЛИ В ПРЕДГОРЬЯХ КАРПАТ

##### Резюме

Миоценовые каменные соли Предкарпатского прогиба, добываемые вот уже несколько сотен лет в месторождениях Величка и Бохня, не удовлетворяют потребностей химической промышленности на юге Польши. Открытие и подсчет запасов новых залежей в течение последних 25 лет также не улучшило положения с сырьем.

За последние годы поисковые и документационные работы были сосредоточены в районе Бохни, где открыт доступ к новым залежам, а также в районе Тарнова, где велись поиски и подсчет запасов каменных солей. В зоне соленосного складчатого миоцена на фронте Карпат между Тарновом и Пшемьсьлем в разрезах многих скважин были встречены каменные соли, но ввиду небольшой мощности и глубокого залегания (ниже 2000–3000 м) они в настоящее время не привлекают внимания промышленности.

Следует детально изучить также многочисленные залежи миоценовых гипсов у края Карпат, трансгрессивно лежащих на флишевых шарьяжах краевой части Карпат. Объектом изучения могут быть небольшие месторождения с запасами свыше 2 000 000 т., но с высоким содержанием  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и отсутствием вредных примесей (т.н. высокомарочные месторождения гипсов).

Aleksander GARLICKI

CONDITIONS OF OCCURRENCE AND PERSPECTIVES OF FURTHER DISCOVERIES  
OF ROCK SALT DEPOSITS IN FORELAND OF THE CARPATHIANS

S u m m a r y

Miocene rock salt deposits at Wieliczka and Bochnia, Carpathian Foredeep, have been exploited for several centuries and they fail to cover the demand of chemical industry of southern Poland. The last 25 years witnessed discovery and documentation of several new deposits which, however, did not solve that problem. In the last years, prospecting and documentation works were mainly concentrated in the vicinities of Bochnia, where were started mining works aimed at exploitation of some new deposits, and in the Tarnów area, in connection with recognition and proving of resources of rock salt in other deposits. Rock salts were found in several drillings in the zone of folded salt-bearing Miocene, stretching between Tarnów and Przemyśl in the front of the Carpathians. However, they are usually thin and fairly deep seated (at depths even over 2,000–3,000 m) so they are at present treated as without economic value.

Much attention should be also paid to numerous occurrences of Miocene gypsum both along the margin of the Carpathians and in sequences transgressively overlaying the Flysch nappes in marginal part of that range. The studies should cover small deposits with resources over 2,000,000 t but high content of  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  and lack of disadvantageous admixtures (i.e. deposits of high-quality gypsum).