

## Badania mineralogiczno-geochemiczne boranów występujących w cechsztyńskich złożach soli w Polsce

Helena Pitera\*

Zastosowanie w pracy takich metod badawczych jak: obserwacje mikroskopowe w świetle przechodzącym, analiza rentgenograficzna, spektrofotometryczna w podczerwieni, skaningowa oraz chemiczna pozwoliły na szczegółowe przebadanie skał solnych z Kłodawy pod kątem występowania minerałów boranowych. Badania wykazały rzadkość występowania i rozproszoną formę minerałów boranowych.

**Słowa kluczowe:** cechsztyń, kizeryt, karnalit, halit, sylwin, bassanit, bischofit, boracyt

Helena Pitera — **The mineralogical and geochemical analysis of boracites from Zechstein salt deposits in Poland.** Prz. Geol., 47: 1105–1107.

*Summary.* Salts rocks from Kłodawa deposits have been tested for the presence of borane minerals. The following research methods were applied: microscopic observations in transparent light, X-ray analysis, infrared spectroscopy, scanning analysis, and chemical analysis. It was found that borane minerals occurrence in these rocks was rather rare and had dispersed forms.

**Key words:** Zechstein, kieserite, carnallite, halite, sylvite, bassanite, bischofite, boracite

Celem pracy było poszukiwanie minerałów boranowych dotychczas nie stwierdzonych w cechsztyńskich złożach soli w Polsce.

Badaniom mineralogiczno-geochemicznym poddano 6 próbek karnalitowca kizerytowego pobranych w Kopalni Soli „Kłodawa” (tab. 1) oraz jedną próbkę (nr 7) pochodzącą z kopalni soli w Inowrocławiu w postaci buły, prawdopodobnie boracytowej. Ponadto analizie rentgenograficznej poddano jedną próbkę (nr 8), otrzymaną przez wypłukanie w wodzie 10 kg karnalitowca kizerytowego z poziomu 600 Kopalni Soli „Kłodawa”.

W pracy zastosowano mikroskopię optyczną w świetle przechodzącym, analizę rentgenograficzną, spektrofotometryczną w podczerwieni, mikroskopię skaningową oraz badania chemiczne.

W złożu inderskim (Kazachstan) Pitera (1999) wykazała obecność następujących minerałów boranowych: inyoitu, hydroboracytu, uleksytu i pinnoitu. W cechsztyńskich złożach soli w Polsce stwierdzono obecność szajbelytu, boracytu (Poborski i in., 1956; Prochazka 1957; Hanczke, 1969) oraz ascharytu (Fijał, 1970a, b, 1973).

Wykonane badania miały na celu wykazanie obecności różnych minerałów boranowych występujących w formie rozproszonej w analizowanych próbkach karnalitowca. W efekcie tych badań zamierzano porównać minerały boranowe występujące w Polsce z wybranymi minerałami boranowymi z rejonu Inder (Kazachstan).

Tab. 1. Lokalizacja badanych próbek z Kopalni Soli „Kłodawa”

Nr próbki	Poziom	Lokalizacja
1	600	7 m na NE od p.p. 2338
2	600	22 m na NEE od p.p. 1473
3	600	6 m na NEE od p.p. 1473
4	600	31 m na NE od p.p. 3225
5	600	30 m na NE od p.p. 3225
6	600	5 m na SW od p.p. 3225

p.p. — punkt pomiarowy i jego numer w kopalni

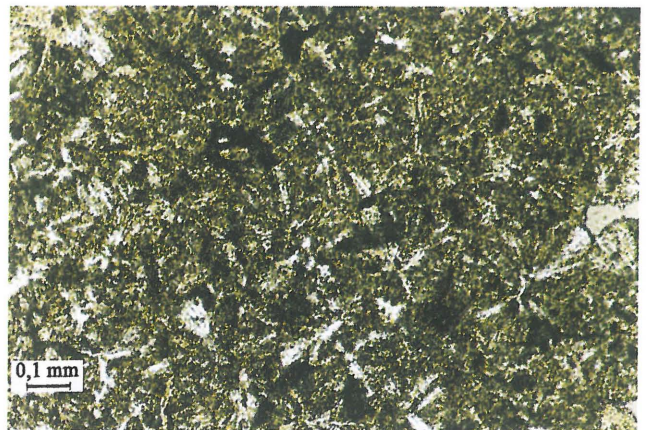
\*Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

### Wyniki badań

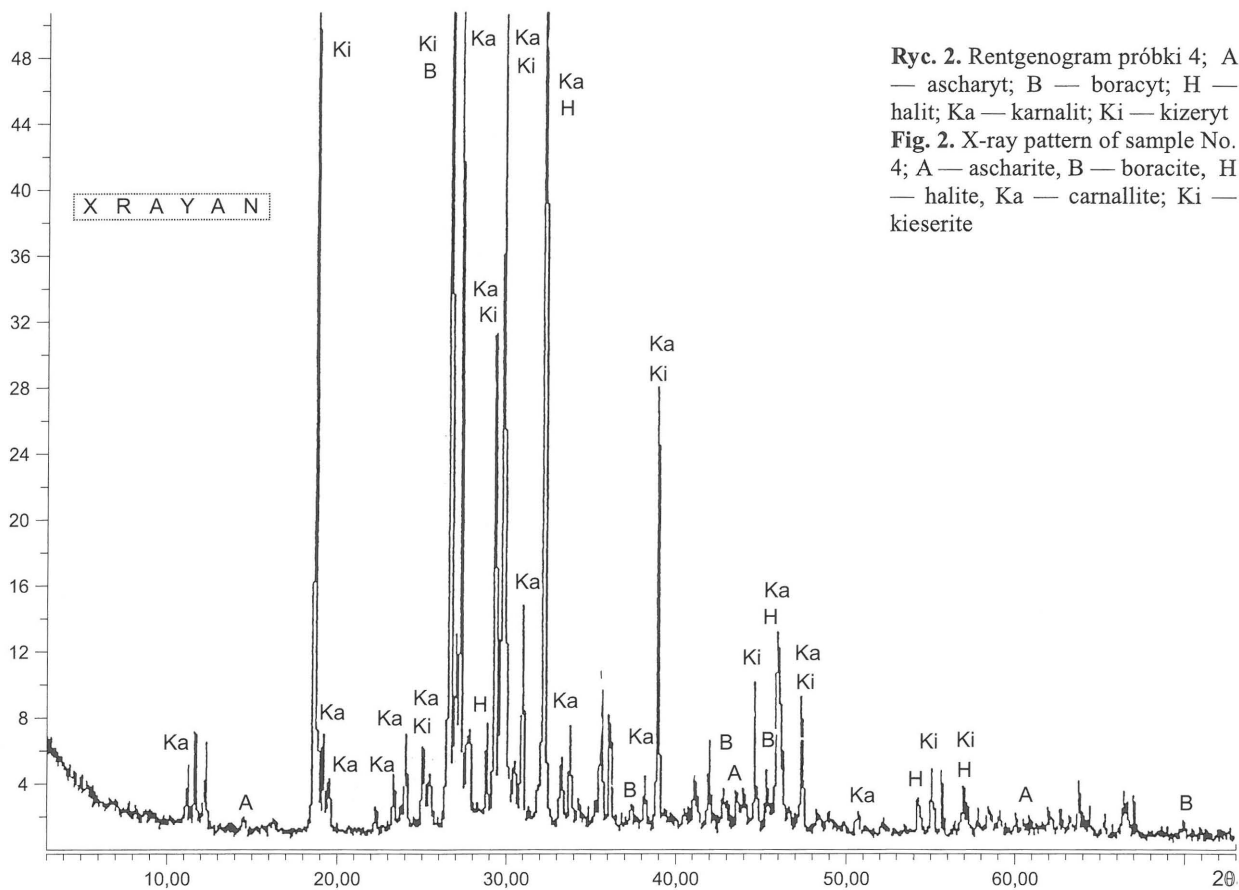
**Obserwacje mikroskopowe.** Badania optyczne w świetle przechodzącym wykonano przy użyciu mikroskopu Poladun VI (prod. Carl Zeiss, Jena) stosując standardowe preparaty w postaci płytek cienkich.

Z obserwacji mikroskopowych wynika, że w tle skały solnej w próbkach 1–6, w zmiennych ilościach występują: anhydryt, kalcyt, i kwarc. W próbkach 1–3 minerały te stanowią ok. 5%. Przeważa anhydryt, w nieco mniejszej ilości obecny jest kalcyt, a kwarc stanowi pojedyncze ziarna. W próbkach 4–6 zawartość anhydrytu dochodzi nawet do 15%. Zawierają ponadto domieszkę węglanów. W obrazie mikroskopowym próbka 7 ujawnia strukturę promienistą, charakterystyczną dla boracytu (ryc. 1). Obecne są również formy rozbieżnie promieniste spojone halitem, odznaczające się niską dwójłomnością i średnimi współczynnikami załamania światła.

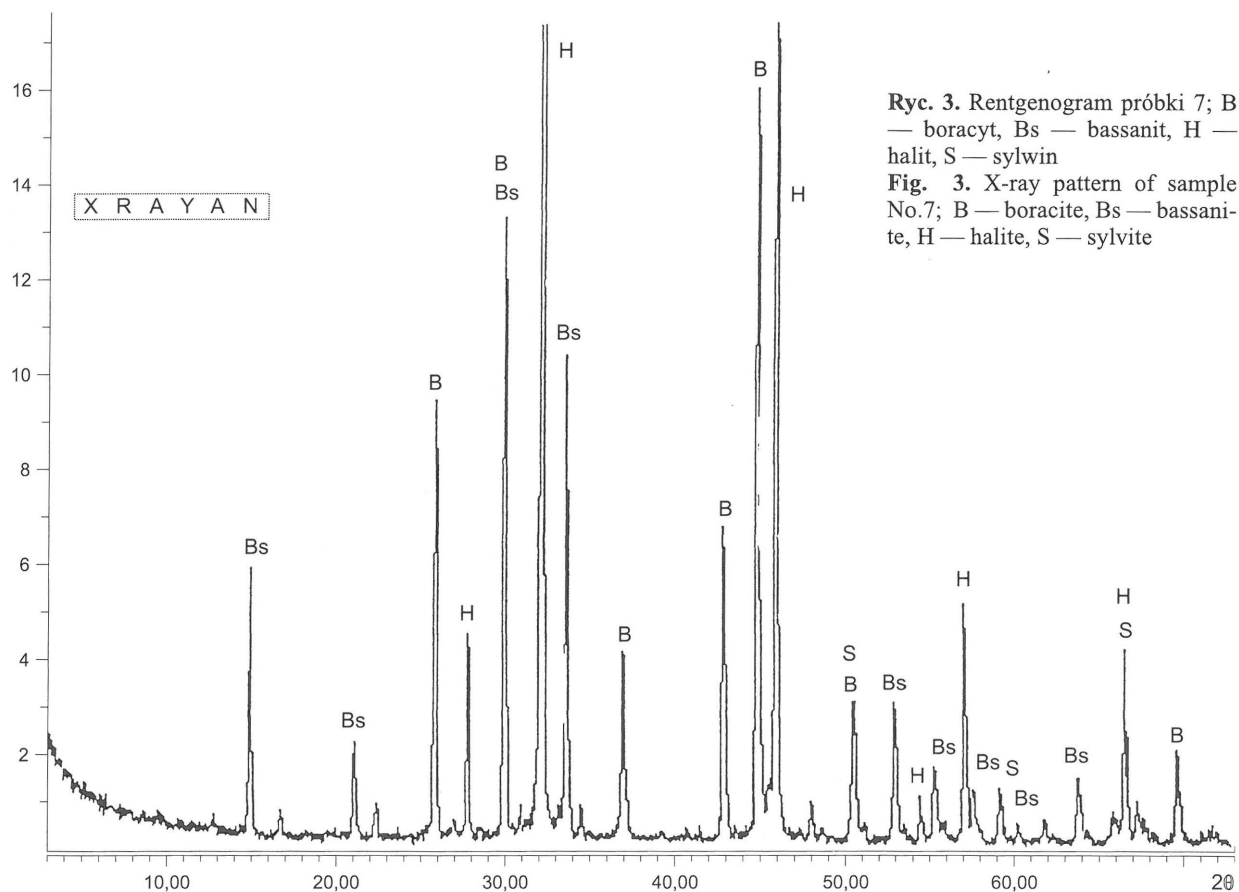
**Badania rentgenograficzne.** Badania rentgenograficzne wykonano przy użyciu dyfraktografu produkcji niemieckiej z przystawką komputerową i oprogramowaniem X-RAYAN. Stosowano promieniowanie  $\text{CuK}\alpha$  i standar-



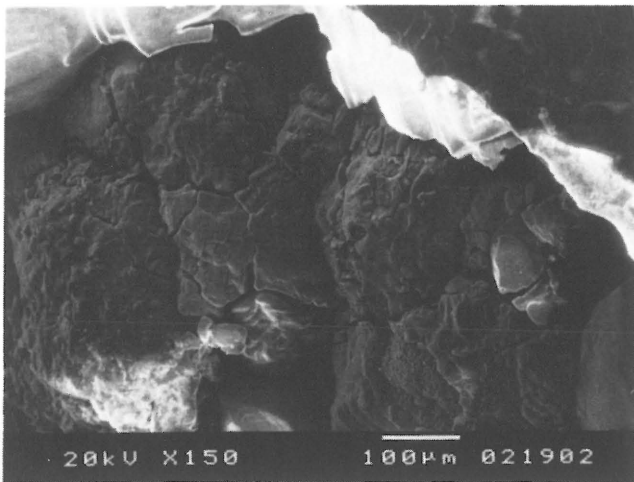
Ryc. 1. Obraz mikroskopowy boracytu z widoczną charakterystyczną strukturą promienistą. Widoczne formy rozbieżnie promieniste spojone halitem (próbka 7); nikole skrzyżowane  
Fig. 1. Microscopic picture of sample No. 7. Boracite with typical radial structure. Spherical forms with cemented halite can be seen; crossed polars



**Ryc. 2.** Rentgenogram próbki 4; A — ascharyt; B — boracyt; H — halit; Ka — karnalit; Ki — kizeryt  
**Fig. 2.** X-ray pattern of sample No. 4; A — ascharite, B — boracite, H — halite, Ka — carnallite; Ki — kieserite



**Ryc. 3.** Rentgenogram próbki 7; B — boracyt, Bs — bassanit, H — halit, S — sylwin  
**Fig. 3.** X-ray pattern of sample No. 7; B — boracite, Bs — bassanite, H — halite, S — sylvite



Ryc. 4. Obraz skaningowy kontaktu boracytu z halitem. Widoczne buły boracytowe (próbka 7)

Fig. 4. SEM picture of boracite and halite contact. The boracite nodules can be seen (sample No. 7)

dową preparatykę. W pracy zamieszczono wydruki komputerowe rentgenogramów analizowanych próbek.

Rentgenograficznie w próbce 4 wykazano 2 główne fazy mineralne (ryc. 2): kizeryt (K) oraz karnalit (Ka). W ilościach podrzędnych występują: halit (H), boracyt (B). Śladowo stwierdzono ascharyt (A).

Rentgenogram próbki 7 (ryc. 3) ujawnia obecność boracytu (B), bassanitu (Bs) oraz halitu. W ilościach podrzędnych stwierdzono sylwin (S). Z krzywej rentgenograficznej próbki 8 wynika, że w jej wyłącznym składnikiem mineralnym jest celestyn (Ce).

**Badania spektrofotometryczne w podczerwieni.** Badania spektrofotometryczne w podczerwieni wykonano na fourierowskim spektrometrze podczerwieni BIO-RAD, model FTS 165.

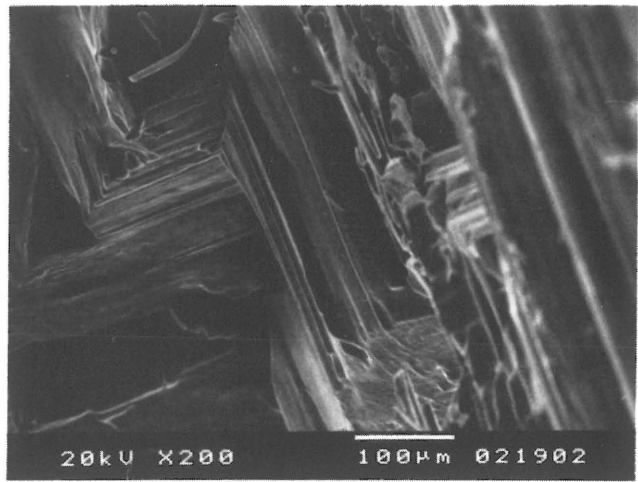
Analizom poddano próbki 1–7. Próbkę 1–4 są bardzo podobne. W ich składzie mineralnym stwierdzono kizeryt, karnalit, gips oraz nieznaczną domieszkę bassanitu i bischofitu. Natomiast w próbkach 5 i 6 poza minerałami wyżej wymienionymi, wykazano obecność śladowych ilości boracytu. Niemal czystym boracytem (ze śladowymi ilościami bassanitu) jest próbka 7 pochodząca z Inowrocławia.

**Badania skaningowe.** Badania skaningowe wykonano przy użyciu mikroskopu elektronowego typu JEOL ISM 5400.

Analizie tej poddano próbkę 7, reprezentującą kontakt halitu z boracytem (ryc. 4). Boracyt przy małym powiększeniu ujawnia charakterystyczne buły, przy większych powiększeniach wyraźnie widać budowę schodkową i pasmową (ryc. 5). Wykonana punktowa analiza chemiczna boracytu wykazuje dużą zawartość Mg i O. Natomiast punktowa analiza chemiczna wykonana w obrębie skały solnej charakteryzuje się dużą zawartością Na i Cl.

**Badania chemiczne.** Analizom chemicznym poddano 7 próbek. Próbkę 1–6 rozkładano na gorąco w wodzie destylowanej. Próbkę 7 rozkładano kwasem solnym. Zawartość procentową B, Cl, Na, K, Ca, Mg, SO<sub>4</sub> oznaczano metodą AAS (*atomic absorption spectrometer*). Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i TiO<sub>2</sub> oznaczano kolorymetrycznie.

Z badań tych wynika, że próbki 1–3 charakteryzują się dużą zawartością Cl (39,53–58,49% wag. i K (do 5,86% wag.) Stanowią więc głównie karnalitowiec ze znaczną zawartością karnalitu. W próbkach 4–6 zaznacza się wzrost zawartości Mg



Ryc. 5. Obraz skaningowy boracytu o bardzo wyraźnej, regularnej budowie schodkowej (próbka 7)

Fig. 5. SEM picture of boracite with distinct, regular stepped structure (sample No. 7)

i SO<sub>4</sub>. Świadczy to, że reprezentują one karnalitowiec kizerytowy. Analiza chemiczna próbki 7 potwierdza, że jest to boracyt (34,81% wag. B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) i 18,32% MgO. Stosunkowo niska zawartość B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> przy równoczesnej zawartości Na<sub>2</sub>O w ilości 13,41% wag. wskazuje, że analizie poddano kontakt boracytu z halitem, podobnie jak miało to miejsce w przypadku badań skaningowych.

### Wnioski końcowe

W wyniku przeprowadzonych badań mineralogiczno-geochemicznych próbek pochodzących z Kopalni Soli „Kłodawa” stwierdza się, że są to karnalitowce (próbki 1, 2, 3) i karnalitowce kizerytowe (próbki 4–6). W ich składzie mineralnym stwierdzono nieznaczne domieszki gipsu, anhydrytu, bassanitu, bischofitu, halitu, ascharytu i boracytu. Nie stwierdzono natomiast występowania innych minerałów boranowych, takich jak np. pinnoit czy inyoit. Składa się na to wiele przyczyn. Minerale boranowe występują rzadko i w formie bardzo rozproszonej. Być może zastosowanie specjalnej preparatyki (wyflukiwania wodą bardzo dużej ilości skały solnej) dałoby efekty pozytywne. Wskazują na to wyniki analizy chemicznej, gdzie zawartość B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> wynosi od 0,002 do 0,027% wag.

Próbka 7 pochodząca z Inowrocławia stanowi kontakt boracytu z halitem. Jedynym stwierdzonym w niej minerałem domieszkowym jest bassanit.

Próbka 8, otrzymana przez wyflukanie wodą 10 kg skały solnej, stanowi czysty celestyn.

### Literatura

- FIJAŁ J. 1970a — On the occurrence of ascharite in the Kłodawa salt dome. *Miner. Pol.*, 1: 29–36.  
 FIJAŁ J. 1970b — Ascharyt z kłodawskiego wysadu solnego. *Prz. Geol.*, 18: 47.  
 FIJAŁ J. 1973 — Studium mało rozpowszechnionych minerałów kujawskich złóż soli. *Pr. Miner.*, 33, Oddz. w Krakowie: 42–52.  
 HANCZKE T. 1969 — Mineralogia i petrografia soli cechsztyńskich kopalni „Kłodawa”. *Pr. Muz. Ziemi*, 16: 3–52.  
 PITERA H. 1999 (w druku) — Mineralogical and geochemical studies of borates from the Inder Region (Kazakhstan). *Acta Geol. Hungarica*.  
 POBORSKI J., PROCHAZKA K. & WALA A. 1956 — Sole potasowo-magnezowe w złożach Inowrocławia i Wapna. *Acta Geol. Pol.*, 6: 337–370.  
 PROCHAZKA K. 1957 — O występowaniu boracytu w złożu solnym Inowrocławia. *Arch. Miner.*, 21: 173–181.