

Maria HUBICKA-PTASIŃSKA, Ksenia MOCHNACKA,  
Maria SASS-GUSTKIEWICZ

SUKCESJA MINERALNA W ZŁOŻU RUD CYNKU  
I OŁOWIU W KOPALNI POMORZANY ORAZ WSTĘPNA  
CHARAKTERYSTYKA GEOCHEMICZNA WYBRANYCH  
GENERACJI SIARCZKÓW

(Pl. I—II, 3 fig.)

*Mineral succession of Zn—Pb ores in the Pomorzany deposit  
and preliminary geochemical characteristics  
of the selected sulphide generations*

(Pl. I—II, 3 Figs.)

Maria Hubicka-Ptasińska, Ksenia Mochnacka, Maria Sass-Gustkiewicz: Mineral succession of Zn-Pb ores in the Pomorzany deposit and preliminary geochemical characteristics of the selected sulphide generations. Summary. Ann. Soc. Geol. Poloniae, 53/1—4: 127—142, 1983 Kraków.

**Abstract:** Detailed study of sulphides in Zn-Pb deposit of Pomorzany resulted in recognizing several generations of sphalerite, marcasite-pyrite and galena. These sulphides form two paragenetic assemblages. The older paragenetic association occurs in metasomatic ore deposits while the younger one — within brecciated deposits. Sphalerites of these two associations differ in trace elements abundances. No such differences were found in galena except its cubic variety of the youngest generation showing specific geochemical features.

**Key words:** Zn-Pb ores, trace elements Silesian-Cracow region, M. Hubicka-Ptasińska, K. Mochnacka, M. Sass-Gustkiewicz: Instytut Geologii i Surowców Mineralnych, AGH, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków.

manuscript received: August 1980

accepted: March 1982

**Treść:** Przeprowadzono badania siarczków w złożu Zn-Pb w Pomorzanych. Stwierdzono obecność szeregu generacji sfalerytu, markasytu-pirytu i galeny, które tworzą dwa zespoły paragenetyczne. Starszy zespół paragenetyczny występuje w złożu metasomatycznym, młodszy zaś wchodzi w skład złoża brekcjowego.

Stwierdzono ilościowe zróżnicowanie pierwiastków śladowych w sfalerytach reprezentujących oba typy złóż. Zróżnicowania takiego nie wykazuje galena, odrębny skład wykazuje jedynie galena kostkowa najmłodszej generacji.

## WSTĘP

Złoże rud cynkowo-ołowiowych Kopalni Pomorzany jest jednym ze złóż rejonu śląsko-krakowskiego i stanowi w sensie geologicznym jedną całość ze znanymi w literaturze złożami Olkusz i Bolesław. Szczegółowo złożę to zostało opisane w pracach (Mochnacka, Sass-Gustkiewicz, 1980 oraz 1982), dlatego poniżej podano tylko kilka najistotniejszych informacji dotyczących sytuacji geologicznej i budowy złoża.

Celem niniejszej pracy było przedstawienie zespołów paragenetycznych minerałów, ich następstwa oraz charakterystyki geochemicznej głównych generacji kruszców.

## SYTUACJA GEOLOGICZNA

Złoże Kopalni Pomorzany znajduje się w węglanowych utworach dolnego wapienia muszlowego. Utwory te wraz z osadami permu i innych ogniw triasu stanowią fragment pohercyńskiej pokrywy platformowej, spoczywającej na pofałdowanym i zerodowanym podłożu paleozoicznym. Złoże występuje w dolomicie kruszconośnym, który jest utworem epigenetycznym powstałym głównie przez dolomityzację wapieni lub rekrytalizację dolomitów wczesnodiagenetycznych (Bogacz et al. 1975). Nagromadzenia kruszców o znaczeniu złożowym obserwuje się głównie w dolnych częściach ciał dolomitowych, a najbogatsze koncentracje rud wiążą się ze spągami dolomitów kruszconośnych.

Węglanowa seria skał otaczających złożę zalega prawie poziomo. Cały obszar jednakże pocięty jest licznymi uskokami. Dominujące są uskoki o kierunkach zbliżonych do równoleżnikowego. Wyznaczają one przebieg głównych rowów tektonicznych i zrębów. Większość płaszczyzn uskokowych zapada stromo. Złoże Kopalni Pomorzany spoczywa głównie w rowie tektonicznym, oddzielonym od złoża Kopalni Olkusz strukturą zrębową. W strefach uskoków jest rozcięte i przemieszczone łącznie ze sztywnymi blokami skał otaczających.

Złoże ma formę nieregularnych gniazd, rozmieszczonych wśród dolomitów kruszconośnych. Prawie zawsze wymiary poziome gniazd przekraczają wielokrotnie ich wymiary pionowe. W niektórych przypadkach złożę przybiera formę dość regularnych pokładów, które jednakże przebiegają niezgodnie w stosunku do warstwowania skał otaczających.

Dominujące w złożu, nieregularne formy gniazdowe zbudowane są w przeważającej mierze z brekcji, w których fragmenty dolomitów kruszconośnych spojone są siarczkami cynku, ołowiu i żelaza. Brekcje te podobnie jak brekcje w pobliskim złożu Kopalni Olkusz (Sass-Gustkiewicz 1974, 75) są brekcjami krasowo-zawałowymi.

Rzadziej spotykane w złożu pokładowe ciała rudne zbudowane są zwykle z rud warstwowanych i plamistych powstałych na drodze zastę-

powania dolomitu kruszczońskiego sfalerytem i markasytem. Oba rodzaje rud, zarówno brekcjowe, jak i metasomatyczne czasami występują łącznie, tworząc zwykle nieregularne gniazda.

Z obserwacji w wyrobiskach kopalnianych opisanych w pracy Mochackiej, Sass-Gustkiewicz (1980) wynika, że złożo rud metasomatycznych zostało uformowane przed rozwojem złożotwórczych procesów krasowych i jest od niego starsze. Potwierdzają to ponadto liczne fragmenty rud warstwowych otoczone naskorupieniami minerałów kruszcowych, należących do zespołu paragenetycznego charakterystycznego dla złoża brekcjowego (patrz Pl. I, fig. 1).

Omawiane złożo podobnie jak wszystkie złoża typu Mississippi Valley, do którego zaliczane są złoża rejonu śląsko-krakowskiego, odznaczają się prostym składem mineralnym. W obrębie złoża siarczkowego, które nie uległo procesom wietrzenia, można wyróżnić makroskopowo zaledwie sfaleryt, galenę oraz piryt z markasytem. Sfaleryt występuje w dwóch odmianach: stosunkowo rzadko w formie krystalicznej i często w formie kolomorficznym naskorupień zbudowanych z drobnokrystalicznych pręcikowatych ośobników narastających promieniście, prostopadle do powierzchni nukleacji. Minerałom siarczkowym często towarzyszy kalcyt.

Ułogi zespół minerałów kruszcowych charakteryzuje się jednak różnorodnym wykształceniem strukturalnym i teksturalnym oraz ściśle określonym stosunkiem do skały otaczającej, bądź współwystępujących minerałów rudnych. Pozwoliło to na wyróżnienie szeregu generacji minerałów kruszcowych powstałych w różnym czasie i odmiennych warunkach fizyko-chemicznych.

W oparciu o wspomniane wyżej obserwacje złoża w wyrobiskach kopalnianych, badania licznych tekstur rudnych oraz obserwacje mikroskopowe ustalono przedstawione na fig. 1 następstwo minerałów kruszcowych.

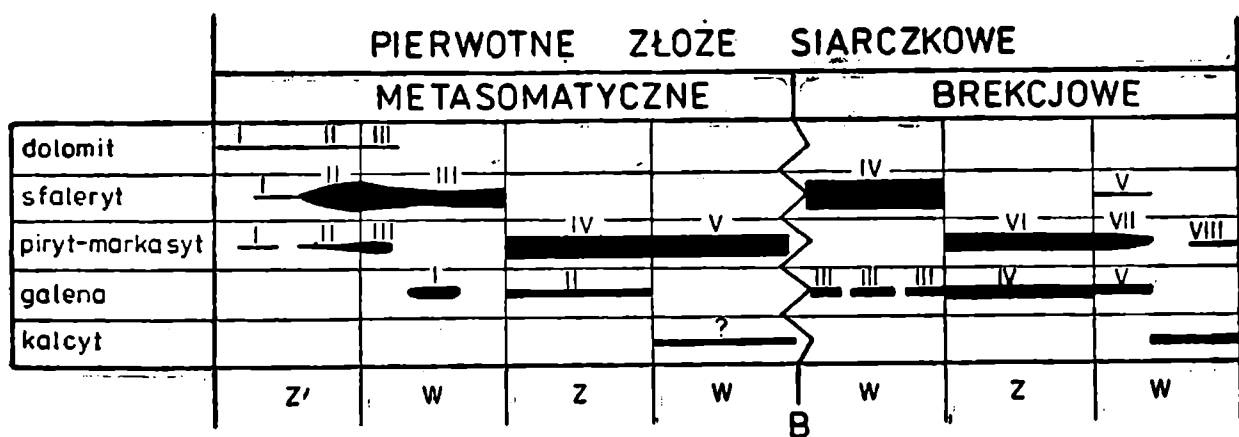


Fig. 1. Sukcesja mineralna w złożu Kopalni Pomorzany. z — proces zastępowania, w — proces wypełniania wolnych przestrzeni, B — brekcjowanie, I—VIII — generacje minerałów

Fig. 1. Mineral succession in the Pomorzany deposit. z — replacement, w — voids filling, B — brecciation, I—VIII — mineral generations

## SUKCESJA MINERALNA A PROCESY ZŁOŻOTWÓRCZE

W obszarze Kopalni Pomorzany wyróżniono dwa główne typy złóż: starsze złoża rud metasomatycznych oraz złoża młodsze powstałe na drodze wypełnienia wolnych przestrzeni w brekcjach krasowo-zawałowych. Tworzenie się tych złóż oddzielone jest okresem brekcjowania krasowego.

W formowaniu się złóża rud metasomatycznych stwierdzono udział procesów zastępowania i wypełniania wolnych przestrzeni, występujących po sobie w określonej kolejności (patrz fig. 1):

1. zastępowanie metasomatyczne dolomitu kruszconośnego,
2. wypełnienie wolnych przestrzeni powstałych w procesie metasomatozy,
3. zastępowanie minerałów kruszcowych starszych generacji minerałami kruszcowymi młodszej generacji,
4. wypełnienie pozostałych wolnych przestrzeni, powstałych w procesie metasomatozy, przez markasyt.

Spośród wymienionych wyżej procesów dominującym procesem złożotwórczym jest metasomatyczne zastępowanie. Proces wypełniania wolnych przestrzeni chociaż o niemałym znaczeniu złożowym, jest ściśle podporządkowany procesowi zastępowania ponieważ wypełniane są tu prawie wyłącznie wolne przestrzenie powstałe w procesie metasomatozy. Oba procesy — zastępowania i wypełniania wolnych przestrzeni są ściśle ze sobą związane. Minerały utworzone w obu procesach wykazują stałe następstwo i jednakowy układ przestrzenny, wskazujący na ciągłość precypitacji minerałów kruszcowych od procesu zastępowania począwszy od wypełniania wolnych przestrzeni. Uzasadnione jest zatem nazywać złoża to złożem rud metasomatycznych.

Podobnie jak w złożu metasomatycznym również w złożu brekcjowym występują oba procesy złożotwórcze, ale w złożu brekcjowym najważniejszym procesem złożotwórczym jest wypełnianie wolnych przestrzeni utworzonych w wyniku brekcjowania krasowego. Powstałe w tym czasie najbogatsze skupienia rud cynkowo-ołowiowych stanowią spoiwo brekcji złożonych z okruchów dolomitów kruszconośnych oraz wypełniają spękania w otaczających brekcję skałach. W niektórych przypadkach obserwuje się efekty wielokrotnego brekcjowania zachodzącego w trakcie procesu mineralizacji. W brekcjach tych okruchy kruszców starszych generacji spojone są młodszymi generacjami kruszców. Zjawisko występowania brekcji wielokrotnych w przeciwieństwie do złoża w Olkuszu (Sass-Gustkiewicz, 1975) ma jednak charakter lokalny, wobec czego w przedstawionej sukcesji mineralnej nie uwzględniono powstałych na tej drodze dodatkowych generacji kruszców.

Dość powszechnym zjawiskiem w obrębie złoża brekcjowego jest zastępowanie starszych minerałów kruszcowych galeną i markasytem

młodszych generacji. Ostatnim z procesów o charakterze złożotwórczym jest wypełnienie wolnych przestrzeni pozostałych po głównej fazie mineralizacji.

#### OPIS WYDZIELONYCH GENERACJI KRUSZCÓW

Wydzielone na podstawie badań makro- i mikroskopowych generacje kruszców zestawiono na fig. 1. Podstawą wydzielenia było określenie stosunku poszczególnych minerałów do skały otaczającej oraz do innych minerałów kruszcowych genetycznie starszych. Określone generacje różniły się często sposobem wykształcenia i cechami optycznymi. W opracowaniu niniejszym pominięto szczegółową charakterystykę mikroskopową minerałów kruszcowych, ponieważ znajduje się ona w pracy Mochnackiej, Sass-Gustkiewicz (1980).

#### S f a l e r y t

Badaniami rentgenowskimi stwierdzono, że siarczek cynku w przeważającej mierze występuje jako regularny sfaleryt. Odmianę heksagonalną wurcytową napotymano bardzo rzadko, zatem dla uproszczenia w dalszym ciągu pracy ZnS będzie nazywany sfalerytem.

Sfaleryt I — występuje w formie rozproszonych ziarn o wymiarach równych lub mniejszych od ziarn dolomitu kruszconośnego.

Sfaleryt II — występuje w postaci zbitych skupień zawierających pojedyncze romboedry dolomitu. Obie generacje sfalerytu tworzą się w dolomitach już zrekrytalizowanych, przy czym sfaleryt II zdaje się być równoczesny z dolomitom o wyższym stopniu rekrystalizacji — dolomitom II. Sfaleryt II tworzący większe skupienia widoczny jest makroskopowo (Pl. I, fig. 2).

Sfaleryt III — najczęściej narasta na zbitych skupieniach sfalerytu II stanowiąc jego kontynuację (Pl. I, fig. 2). W przeciwieństwie do niego precypituje jednakże w wolnej przestrzeni powstałej w procesie metasomatozy, tworząc kolomorficzne naskorupienia o grubości nie przekraczającej zwykle 1 centymetra. Charakteryzują się one słabo widoczną budową rytmicznie wstęgową wynikającą z pojawiania się na przemian lamin o zabarwieniu jasnomiodowym i ciemnobrązowym.

Sfaleryt IV — stanowi obok sfalerytu III główną generację złożotwórczą. Wykształcony jest w postaci kolomorficznych naskorupień rozwijających się swobodnie w wolnych przestrzeniach powstałych w wyniku brekcjowania (Pl. II, fig. 1). Naskorupienia osiągają grubość kilku, a nawet kilkunastu centymetrów. Jego ciemnobrązowa zwykle prawie czarna barwa czasami zmienia się na jasnobrązową. W niektórych przy-

padkach jasna barwa tego sfalerytu jest rezultatem odbarwienia, co wynika z braku ciągłości jasnej barwy w obrębie poszczególnych lamin tworzących naskorupienia.

Sfaleryt V — to ostatni przejaw mineralizacji sfalerytowej tworzy on bardzo cienkie krystaliczne powłoki pokrywające ostatnie pasma naskorupień kolomorficzych.

### P i r y t - m a r k a s y t

Siarczek żelaza występuje w postaci pirytu oraz markasytu. Tworzą one w większości generacji wzajemne przerosty. Wyróżnianie osobno pirytu i markasytu w tej sytuacji zdaje się być niecelowe. W zespole minerałów kruszcowych piryt-markasyt tworzą największą ilość generacji. Obecne są one we wszystkich etapach tworzenia się złoża, zarówno zastępując inne minerały, jak i wypełniając wolne przestrzenie.

Piryt-markasyt I — to drobne rozproszone w całej masie dolomitu kruszczonego ziarna przypuszczalnie pirytu. Jest on starszy niż sfaleryt I.

Piryt-markasyt II — tworzy nieregularne skupienia ziarn widoczne makroskopowo w obrębie dolomitu kruszczonego.

Piryt-markasyt III — wyściela ścianki drobnych kawern w dolomicie.

Piryt-markasyt IV — zbudowany jest z markasytu i zastępuje sfaleryt III (Pl. I, fig. 1).

Piryt-markasyt V — narasta na sfalerycie kolomorficznym tworząc kolomorficzne struktury wypełnienia wolnych przestrzeni (Pl. I, fig. 2).

Piryt-markasyt VI — obserwowany w dużych ilościach w obrębie pasm kolomorficznego sfalerytu IV powstał przez jego zastępowanie. Jego pseudomorfozy powtarzają wiernie fragmenty pasm kolomorficzych sfalerytu lub pojedyncze laminy często na długich odcinkach naskorupień (Pl. II, fig. 1).

Piryt-markasyt VII — tworzy poduszkowate naskorupienia na górnych powierzchniach naskorupień sfalerytu IV. Jego wewnętrzna budowa jest promieniście wachlarzowata. Najczęściej wypełnia zagłębienia w kolomorficzych powierzchniach sfalerytowych naskorupień (Pl. I, fig. I).

Piryt-markasyt VIII — obserwowany w złożu jako ostatnia generacja tego minerału, pokrywa powierzchnie piramidalne wykształconych kryształów kalcytu tworząc charakterystyczne pseudomorfozy w przypadku jego wyługowania.

## Galena

Galena I — tworzy drobne wrostki w sfalerycie kolomorficznym III.

Galena II — charakteryzuje się formami zastępowania sfalerytu kolomorficznego III.

Galena III — obserwowana jest w przerostach ze sfalerytem IV w formach sugerujących ich równoczesne powstanie (Pl. I, fig. 1). Pojawia się ona w różnych pasmach kolomorficznych naskorupień, czasami w kilku kolejnych pasmach równocześnie.

Galena IV — cechuje się wyraźną agresywnością w stosunku do starszego od niej sfalerytu III i tworzy w obrębie jego kolomorficznych pasm nieregularne struktury zastępowania (Pl. I, fig. 1).

Galena V — najmłodsza generacja tworzy charakterystyczne dobrze wykształcone formy krystaliczne sześciątów i ośmiościanów swobodnie rosnących w kierunku wolnych przestrzeni. Jest bliska czasowo sfalerytowi V o czym świadczą charakterystyczne z nim przerosty.

Jednym z ostatnich minerałów w sukcesji jest kalcyt, który tworzy nagromadzenia o zróżnicowanym nasileniu wypełniając wolne przestrzenie.

Interesujące z punktu widzenia fizyko-chemicznych warunków precipitacji minerałów kruszcowych są obserwowane dość często przejawy rozpuszczania górnych powierzchni naskorupień zbudowanych zarówno ze sfalerytu (Pl. II, fig. 2), jak i markasytu. Efektem rozpuszczania są charakterystyczne koncentryczne kratery w kolomorficznych powłokach tych minerałów. Rozpuszczane minerały kruszcowe stanowią prawdopodobnie materiał, który na drodze remobilizacji wytrącał się ponownie w postaci siarczków, jak np. piryt-markasyt VII na kalcycie. Przeobrażenia te nie mają jednak związku z procesami wietrzenia złoże i odbywają się prawdopodobnie również w warunkach redukcyjnych panujących w czasie formowania się pierwotnego złoże siarczkowego.

W celu bliższego poznania warunków chemicznych precipitacji minerałów kruszcowych poddano analizie chemicznej wybrane generacje sfalerytu i galeny. Dobór generacji wynikał z możliwości uzyskania czystych frakcji w niezbędnych do badań ilościach. Tak więc przeanalizowano udział poszczególnych pierwiastków śladowych w następujących generacjach siarczków: sfalerycie II, III i IV oraz galenie II, III, IV i V.

### METODYKA BADAŃ GEOCHEMICZNYCH

Sfaleryt II oddzielano od dolomitu metodą cieczy ciężkich przy zastosowaniu jodku metylenu. Ze względu na bardzo subtelne przerosty ZnS z dolomitem i minerałami krzemianowymi, pomimo stosowania bardzo drobnej frakcji (poniżej 0,066 mm), uzyskana frakcja ciężka siarczków

zawierała pewne ilości dolomitu oraz minerałów krzemianowych. Badania sfalerytu II odnoszą się więc do koncentratu zawierającego 90—95% ZnS oraz domieszkę siarczków Fe (sfalerytowi II towarzyszy piryt-markasyt I generacji), dolomitu i minerałów krzemianowych.

Siarczki Zn i Pb pozostałych generacji oddzielano ręcznie pod lupą za pomocą wiertarki dentystycznej.

Pierwiastki śladowe oznaczano metodą absorpcji atomowej oraz metodą kolorymetryczną.

Metodą absorpcji atomowej\* określano zawartości następujących pierwiastków: Cd, Tl, Sb, Ag, Fe, Zn, Pb, a w niektórych próbkach również As. Próbkę rozkładano w HNO<sub>3</sub> (2 : 1). Część nierozpuszczalną oddzielano od przesączu — sączek z osadem spalano i prażono. Następnie osad trawiono w HF z dodatkiem jednej kropli H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Po usunięciu HF (ogrzewanie do białych dymów) pozostałość dołączano do przesączu. Analizy przesączu wykonano na spektrofotometrze absorpcji atomowej Pye Unicam SP-90 B stosując do atomizacji płomień mieszaniny gazów powietrze-acetylen. Przeprowadzono kontrolę wzajemnych oddziaływań pierwiastków obecnych w próbkach na pierwiastki badane, wpływy te usuwano stosując odpowiednio przygotowane roztwory wzorcowe. Metodą kolorymetryczną oznaczano arsen i german. Arsen oznaczano metodą błękitu arsenomolibdenowego z roztworów przygotowanych do absorpcji atomowej, po uprzednim jego oddzieleniu metodą destylacji w obecności siarczanu hydrazyny, bromku potasu i stężonego HCl. German oznaczano z osobnej naważki. Po rozłożeniu próbki kolejnym działaniem stężonego HNO<sub>3</sub>, HF i H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ekstrahowano german w obecności 9n HCl do czterochlorku węgla. Reekstrahowano następnie german do fazy wodnej, w której oznaczono go metodą fenylofluoronową. Oznaczenia kolorymetryczne wykonano na spektrofotokolorymetrze Spekol firmy Zeiss.

#### CHARAKTERYSTYKA GEOCHEMICZNA WYDZIELONYCH GENERACJI SIARCZKÓW

Wyniki badań chemicznych siarczków Zn, Pb zestawiono w tabelach 1, 2 oraz na fig. 2, 3.

Ze szczegółowego, lecz nie obejmującego Kopalni Pomorzany, opracowania nad zawartością pierwiastków śladowych występujących w śląsko-krakowskich złożach rud cynku i ołowiu (Harańczyk, 1965) wynika, iż pierwiastki występujące w badanych siarczkach można podzielić na następujące grupy.

- I. Wchodzące w skład jednego siarczku np. Cd, Ge, Ga w Zns.
- II. Wchodzące w skład dwóch siarczków np. Ag w galenie i blendzie cynkowej, Fe w siarczkach żelaza, blendzie cynkowej.

---

\* Oznaczenia metodą absorpcji atomowej wykonali J. Tarkowski i M. Sikora.



Wyniki analiz chemicznych sfalerytów w ppm

| Generacja    | Symbol lab. próby | Cd   | Ge  | Mn | Tl | Sb  | As   | Ag | Fe    | Pb    | Mg    |
|--------------|-------------------|------|-----|----|----|-----|------|----|-------|-------|-------|
| Sfaleryt II  | II/A — 1          | 400  | 45  | 42 | 55 | 50  | 330  | 5  | 16500 | 55    | 15000 |
|              | II/A — 2          | 210  | 15  | 55 | 60 | <10 | 250  | 6  | 8800  | 60    | 25000 |
|              | II/A — 3          | 240  | 30  | 48 | 50 | 10  | 280  | 5  | 8900  | 25    | 8000  |
|              | II/A — 4          | 450  | 20  | 20 | 45 | <10 | 320  | 12 | 8000  | 35    | 10000 |
|              | II/A — 5          | 400  | 50  | 34 | 65 | 20  | 300  | 5  | 11000 | 20    | 8500  |
|              | II/A — 6          | 230  | 25  | 68 | 50 | <10 | <100 | 22 | 7500  | 180   | 50000 |
|              | II/A — 7          | 370  | 30  | 36 | 60 | 30  | 180  | 9  | 9500  | 32    | 12000 |
|              | II/A — 8          | 360  | 100 | 18 | 80 | 25  | 200  | —  | 8500  | 28    | 5000  |
|              | II/A — 9          | 410  | 85  | 55 | 70 | <10 | 1200 | 10 | 34000 | 45    | 23000 |
|              | II/A — 10         | 630  | 20  | 36 | 55 | 10  | 300  | 5  | 10500 | 40    | 11000 |
| Sfaleryt III | III/B — 1         | 850  | 135 | 50 | 30 | 25  | 380  | 5  | 1600  | 1850  | n.o.  |
|              | III/B — 2         | 670  | 80  | 80 | 40 | 40  | 300  | —  | 6700  | 2000  | n.o.  |
|              | III/B — 3         | 650  | 190 | 15 | 50 | 60  | 420  | 5  | 2800  | 2150  | n.o.  |
|              | III/B — 4         | 770  | 130 | 40 | 30 | 55  | 270  | 15 | 3600  | 720   | n.o.  |
|              | III/B — 5         | 750  | 220 | 30 | 40 | 90  | 820  | 8  | 3200  | 3000  | n.o.  |
|              | III/B — 6         | 650  | 80  | 80 | 40 | 30  | 230  | 12 | 3800  | 300   | n.o.  |
|              | III/B — 7         | 890  | 260 | 25 | 30 | 40  | 980  | 14 | 3200  | 2200  | n.o.  |
|              | III/B — 8         | 440  | 120 | 70 | 35 | 30  | 220  | 35 | 1800  | 3650  | n.o.  |
| Sfaleryt IV  | IV/C — 1          | 990  | 185 | 9  | 18 | 100 | <100 | 7  | 800   | 5000  | n.o.  |
|              | IV/C — 2          | 1450 | 120 | 16 | 32 | 120 | 250  | 6  | 1400  | 5000  | n.o.  |
|              | IV/C — 3          | 2150 | 180 | 14 | 40 | 50  | 1100 | 10 | 2200  | 4000  | n.o.  |
|              | IV/C — 4          | 1950 | 150 | 15 | 50 | 70  | 200  | 20 | 3800  | 810   | n.o.  |
|              | IV/C — 5          | 1750 | 165 | 5  | 70 | 85  | 1350 | 18 | 2000  | 3000  | n.o.  |
|              | IV/C — 6          | 2100 | 135 | 32 | 10 | 60  | <100 | 7  | 1200  | 900   | n.o.  |
|              | IV/C — 7          | 2000 | 220 | 12 | 60 | 50  | <100 | 12 | 2000  | 3000  | n.o.  |
|              | IV/C — 8          | 1660 | 180 | 8  | 40 | 40  | 280  | 6  | 180   | 7000  | n.o.  |
|              | IV/C — 9          | 1400 | 100 | 15 | 40 | 35  | 150  | 8  | 1500  | 10000 | n.o.  |
|              | IV/C — 10         | 1870 | 120 | 20 | 55 | 70  | 520  | 10 | 3200  | 7500  | n.o.  |

n.o. — nie oznaczano

III. Wchodzące w skład wszystkich współwystępujących siarczków bez uprzywilejowania któregokolwiek z nich. Należy tu As, Tl, Mn.

W świetle tego podziału rzetelnych informacji o różnicy w składzie chemicznym wyróżnionych generacji mogą dostarczyć tylko pierwiastki grupy I. W badanych siarczkach cynku pierwiastkami tymi są Cd i Ge. Poszczególne generacje siarczków cynku wykazują wyraźne różnice pod względem zawartości Cd (fig. 2) oraz nieco mniej wyraźne różnice pod względem zawartości Ge.

Wyniki analiz chemicznych galen  
[w ppm]

| Generacja  | Symbol lab. próby | Ag   | As   | Tl | Sb  | Fe   | Zn    |
|------------|-------------------|------|------|----|-----|------|-------|
| Galena II  | II/G — 1          | 10   | 2200 | 50 | 65  | n.o. | n.o.  |
|            | II/G — 2          | —    | 2350 | 75 | 40  | n.o. | n.o.  |
|            | II/G — 3          | 6    | 1900 | 60 | 70  | n.o. | n.o.  |
|            | II/G — 4          | 12   | 1200 | 30 | 60  | n.o. | n.o.  |
| Galena III | III/G — 5         | 5    | 1000 | 20 | 30  | 800  | 67000 |
|            | III/G — 6         | 10   | 1100 | 25 | 80  | 2100 | 24500 |
|            | III/G — 7         | 5    | 2000 | 35 | 50  | 55   | 21500 |
|            | III/G — 8         | 5    | 2500 | 40 | 45  | 1000 | 21000 |
|            | III/G — 9         | 15   | 700  | 65 | 100 | 900  | 20000 |
| Galena IV  | IV/G — 10         | 12   | 2800 | 40 | 50  | 300  | 200   |
|            | IV/G — 11         | 5    | 1250 | 35 | 120 | 1000 | 78000 |
|            | IV/G — 12         | 10   | 1700 | 80 | 180 | 800  | 19000 |
|            | IV/G — 13         | 6    | 1500 | 50 | 30  | 500  | 12000 |
| Galena V   | V/G — 14          | —    | <100 | 18 | 100 | 50   | 180   |
|            | V/G — 15          | 13   | <100 | 5  | 25  | 150  | 6600  |
|            | V/G — 16          | 6    | <100 | 10 | 30  | 40   | 380   |
|            | V/G — 17          | —    | <100 | 10 | 10  | 20   | 450   |
|            | V/G — 18          | 15   | <100 | 5  | 35  | 150  | 11500 |
|            | V/G — 19          | 20   | 300  | 15 | 40  | 200  | 6500  |
|            | V/G — 20          | 10   | <100 | 10 | 15  | 80   | 120   |
| V/G — 21   | 5                 | <100 | 5    | 20 | 120 | 350  |       |

n.o. — nie oznaczano

Wahania w zawartościach pozostałych pierwiastków śladowych Mn, Tl, Sb, As, Ag trudno wiązać tylko z siarczkami cynku, gdyż z podanych w tabeli 1 oznaczeń Pb, Fe wynika, iż analizowane siarczki Zn nie są fazami idealnie czystymi.

Analizowane siarczki ołowiu nie zawierają pierwiastka, który byłby charakterystyczny tylko dla galeny. Z analiz chemicznych wynika jednakże (Tabela 2), że siarczki ołowiu generacji: galena II, galena III, galena IV, są uprzywilejowane pod względem zawartości As, a w mniejszym stopniu również pod względem zawartości Tl. Pod względem składu chemicznego generacje galena II, galena III oraz galena IV są bardzo podobne. Charakteryzują się one dużymi zawartościami As w porównaniu zarówno z generacją galeny V, jak również ze współwystępującymi siarczkami Zn. Omawiane trzy generacje galeny zawierają również nieco

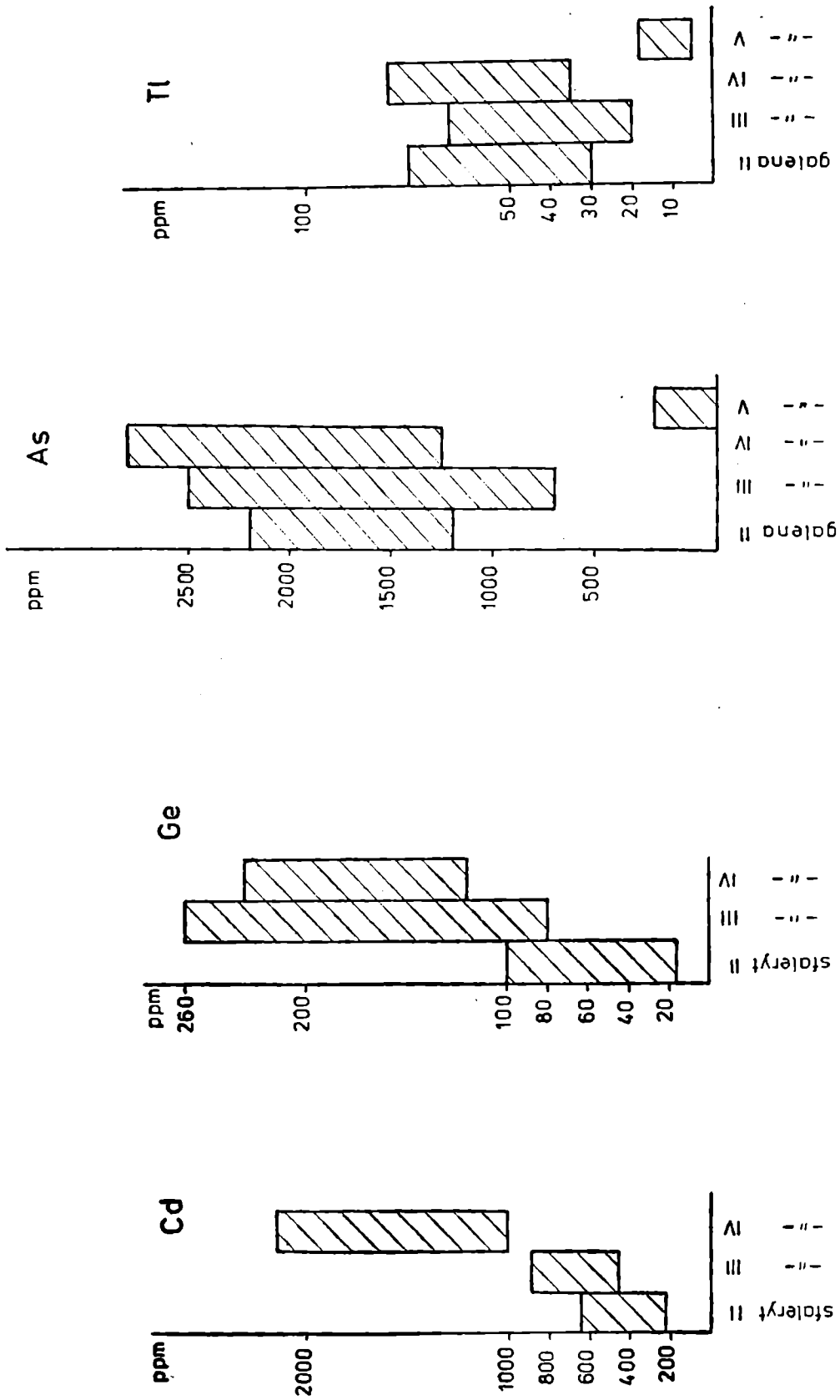


Fig. 2. Zawartość Cd i Ge w sfalerytach

Fig. 3. As and Tl contents in galena

Fig. 2. Zawartość Cd i Ge w sfalerytach

Fig. 3. As and Tl contents in galenas

większe ilości Tl w porównaniu z galeną V. Forma występowania As i Tl jest bliżej nieokreślona i nie wyklucza się, iż są to submikroskopowe wtrącenia siarkosoli. Badania bowiem galen z różnych polskich złóż Zn-Pb pod mikroskopem elektronowym, przeprowadzone przez Chu-Tuan-Nha i Kubisza (1973) wykazały w galenie obecność inkluzji ciał obcych. Znacznie podwyższone zawartości Zn i Fe w galenach III i IV należy również wiązać z innymi fazami to jest siarczkami Zn i Fe. Pod względem zawartości innych pierwiastków np. Ag, Sb nie stwierdzono żadnych istotnych różnic pomiędzy generacjami.

#### PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono następujące prawidłowości występowania kruszców:

- Wydzielone w złożu dwa główne zespoły paragenetyczne minerałów kruszczowych odpowiadają dwóm typom genetycznym złóż obserwowanych w Kopalni Pomorzany.
- W obrębie każdego z typów formy występowania siarczków wskazują na dwa podstawowe procesy złóżotwórcze: metasomatyczne zastępowanie oraz wypełnienie wolnych przestrzeni.
- Złożotwórcza rola wspomnianych procesów jest różna i została przedstawiona schematycznie na fig. 1.
- Rozpoznane w złożu siarczki występują w szeregu generacji.
- Spośród wyróżnionych generacji siarczków główną formację złożową stanowią: sfaleryt III i IV oraz galena III.
- W zespole pierwiastków śladowych siarczków cynku zaobserwowano wyraźne zróżnicowanie pomiędzy generacjami złoża metasomatycznego i złoża brekcjowego, przejawiające się odmiennymi zawartościami Cd i Ge. Podkreślają one odrębność genetyczną wyróżnionych typów złóż.
- Spośród badanych generacji galeny, generacje II, III i IV wykazują podobieństwo pod względem ilościowej zawartości pierwiastków śladowych, mimo że reprezentują odmienne typy genetyczne złoża. Może to świadczyć o podobieństwie składu chemicznego roztworów mineralizujących, lub też o krystalizacji z tego samego roztworu.
- W przeciwieństwie do generacji galeny II, III i IV galena V wykazuje wyraźne zubożenie w pierwiastki śladowe, co sugeruje krystalizację z roztworów o odmiennym składzie chemicznym.
- Badania geochemiczne nad zawartością Pb w sfalerycie z pierwszego etapu tworzenia się złoża wykazały jedynie śladowe zawartości ołowiu, rzędu 0,00X<sup>0</sup>% (fig. 1 — sfaleryt II). Obserwacje mikroskopowe również nie wykazały obecności własnych faz mineralnych ołowiu w tym etapie tworzenia się złoża.

— Zaobserwowano procesy rozpuszczania siarczków oraz ich tworzenia się po głównej fazie mineralizacji, być może w wyniku remobilizacji.

WYKAZ LITERATURY — REFERENCES

- Bogacz K., Dżułyński S., Harańczyk C., Sobczyński P. (1975), Origin of the ore-bearing dolomite in the Triassic of the Cracow-Silesian Pb-Zn ore district. O pochodzeniu dolomitu kruszconośnego w triasie śląsko-krakowskim. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 45, 2: 139—155, Kraków.
- Chu-Tuan-Nha, Kubisz J. (1973), Cechy typomorficzne siarczków Zn, Pb i Fe ze złóż śląsko-krakowskich. *Pr. Miner. PAN*, 32, 61 p. Warszawa.
- Harańczyk C. (1965), Geochemia kruszców śląsko-krakowskich złóż rud cynku i ołowiu. *Pr. Geol. PAN*, 30, 111 p. Warszawa.
- Mochnacka K., Sass-Gustkiewicz M. (1981), The metasomatic zinc deposit from Pomorzany Mine (Cracov-Silesian Ore district, Poland). Metasomatyczne złoża rud cynku w kopalni Pomorzany (rejon śląsko-krakowski). *Ann. Geol. Poloniae*, 51, 1/2: 133—151. Kraków.
- Mochnacka K., Sass-Gustkiewicz M. (1982), Złoże rud cynku i ołowiu Kopalni Pomorzany. *Geologia B*, 1: 46—58, Kraków.
- Sass-Gustkiewicz M. (1974), Collapse breccias in the ore bearing dolomite of the Olkusz Mine (Cracov-Silesian Ore-District), Brekcje zawałowe w dolomitach kruszconośnych Kopalni Olkusz, rejon śląsko-krakowski. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 44, 2/3: 217—226. Kraków.
- Sass-Gustkiewicz M. (1975), Zinc and lead mineralization in collapse breccias of the Olkusz Mine (Cracov-Silesian region, Poland), Mineralizacja cynkowo-ołowiowa w brekcjach zawałowych Kopalni Olkusz, rejon śląsko-krakowski. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 45, 3/4: 303—326. Kraków.

SUMMARY

The zinc-lead deposit at Pomorzany belongs to the Cracow-Silesian region. It is emplaced in carbonate formation of the Lower Muschelkalk. The deposit is embedded in the ore-bearing dolomites which were formed by the dolomitization of limestones and recrystallization of early-diagenetic dolomites. Accumulations of economic-grade ores can be observed chiefly in the lower parts of dolomite bodies, and the highest ore concentrations are connected with the bottom of ore-bearing dolomites. The surrounding rocks lie almost horizontally. The main part of the Pomorzany deposit occurs in a tectonic graben. In fault zones the deposit is split up and dislocated together with rigid blocks of the surrounding rocks.

Generally, the ore bodies are flat and horizontally deposited. However, their boundaries cross-cut the sedimentary bedding planes of surrounding rocks. Two different types of the ore bodies can be distin-

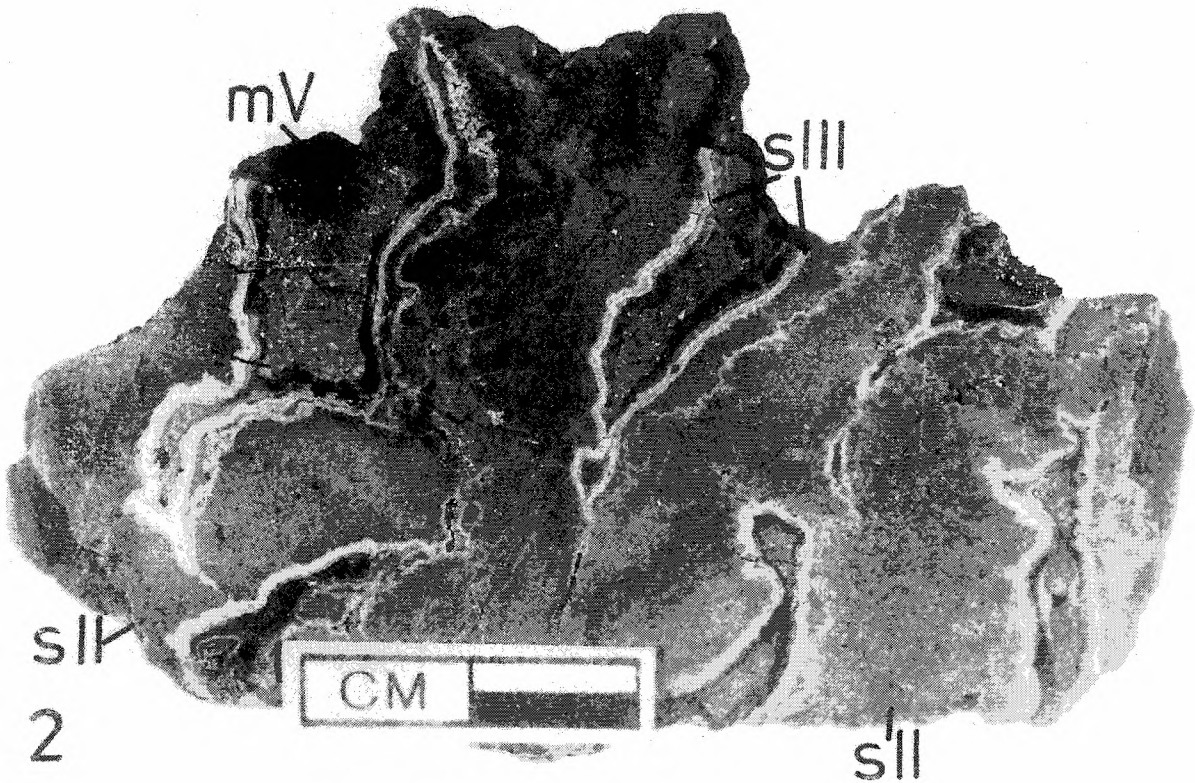
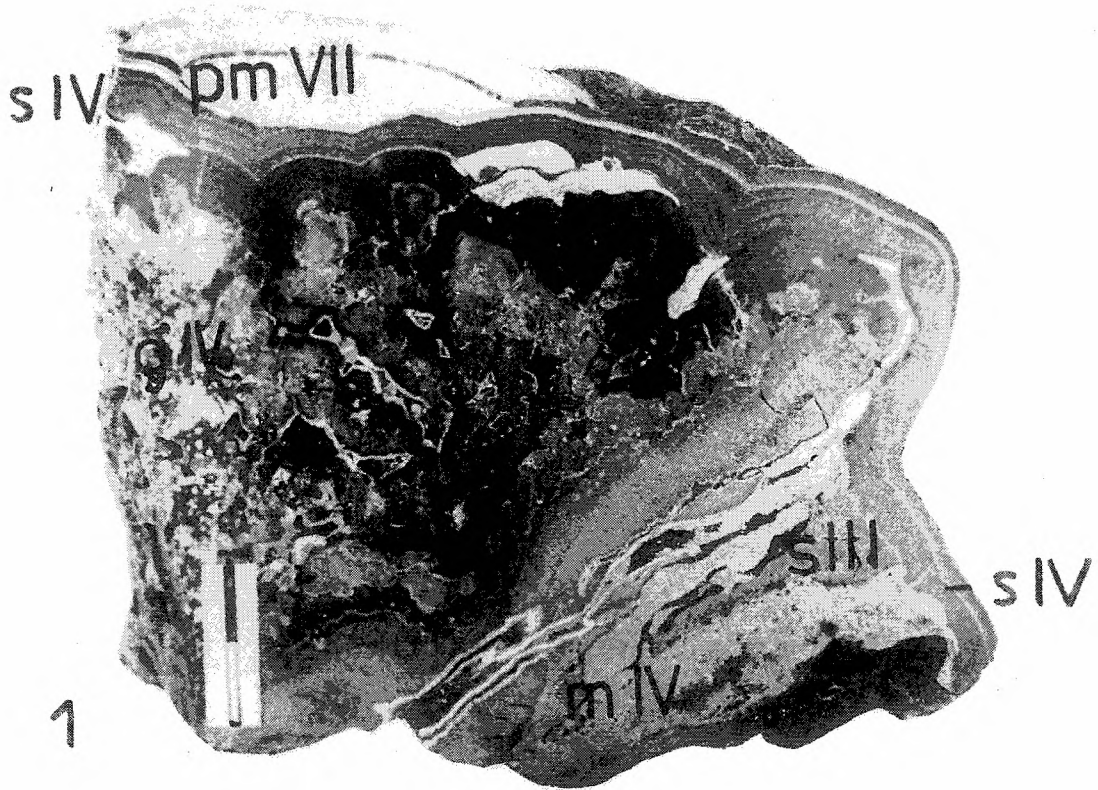
guished. The flat, nest-like, karstic collapse breccias prevail. Less common, are the almost tabular bodies consisting of zinc sulphides formed by the replacement of ore-bearing dolomite. Both types of ores occasionally occur together forming irregular nests.

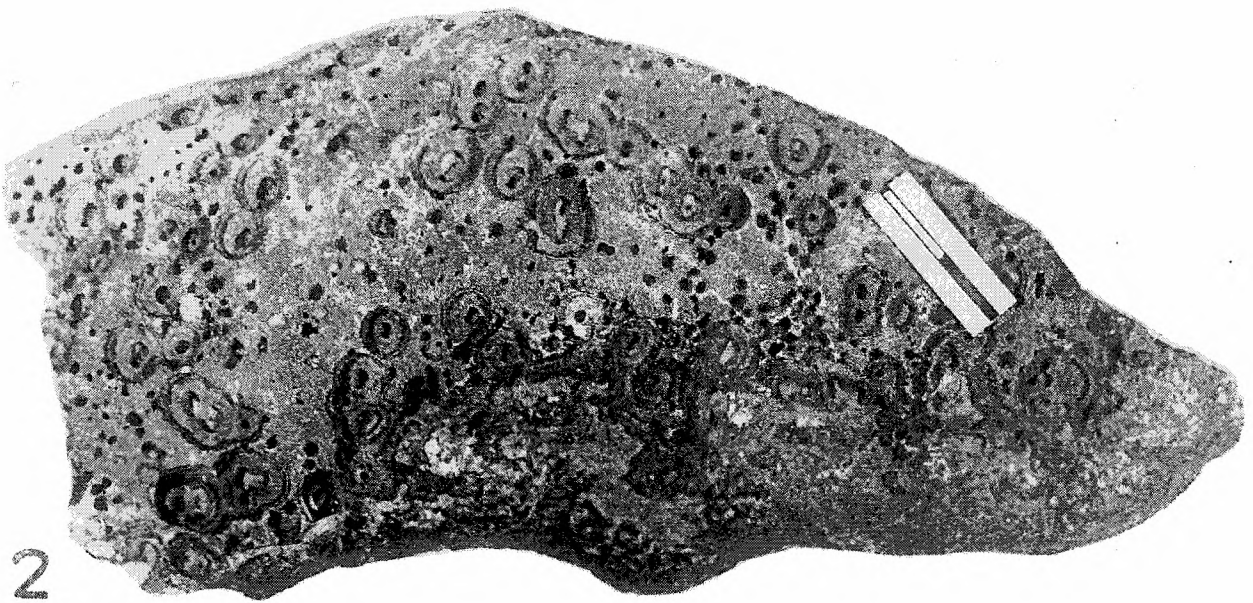
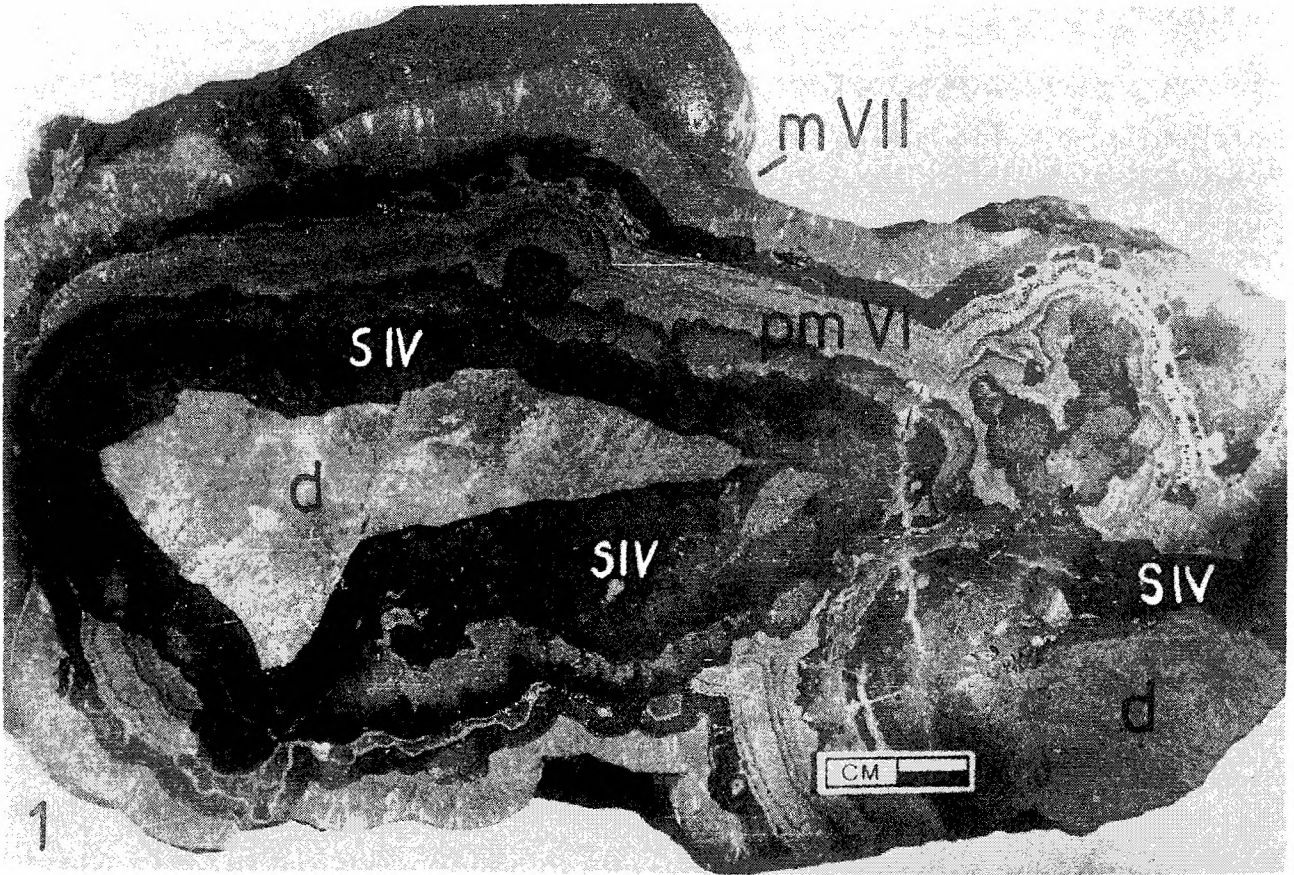
The mineral composition of the deposit is simple. The primary sulphide ores are composed of sphalerite, galena and pyrite with marcasite. These minerals are accompanied with calcite.

Two basic genetic types of deposits were distinguished: the older metasomatic one and the younger resulted from the infilling of empty voids in collapse breccias. Both deposits are separated in time by a karstic brecciation and are characterized by the occurrence of specific paragenetic assemblages of ore minerals. On the basis of macro- and microscopic studies a number of ore minerals generations were distinguished, formed at a different time and under different physico-chemical conditions (Fig. 1). They often differ in the mode of development and in optical properties.

Among the distinguished sulphide generations sphalerite III and IV, and galena III constitute the main deposit formation. An apparent differentiation between generations of the metasomatic deposit and the brecciated one was observed in the trace elements assemblage of zinc sulphides. It is characterized by the different Cd and Ge contents. They accentuate a genetic distinction of the distinguished types of deposits.

Among the galena generations, galena II, III and IV are similar in the content of trace elements, despite the fact that they represent diverse genetic types of the deposit. This may evidence either a similarity in the chemical composition of mineralizing solutions, or crystallization from the same solution. Unlike galena generations II, III and IV, galena V shows a visible depletion of trace elements, which points to the crystallization from solutions with different chemical composition. Geochemical studies of the Pb content in sphalerite from the metasomatic deposit revealed only trace amounts of lead, at the value of 0,00X% (Fig. 1 — sphalerite II). Microscopic studies did not reveal, as well the presence of own mineral phases of lead in this stage of deposit formation. Processes of sulphide dissolution and precipitation of sulphides after the main mineralization phase were observed. Possibly there are a result of remobilization.







OBJAŚNIENIA PLANSZ — EXPLANATION OF PLATES

Plansza — Plate I

Fig. 1. Fragment rudy metasomatycznej otoczony naskorupieniami minerałów kruszcowych należących do zespołu paragenetycznego złoża brekcjowego; m — markasyt, pm — piryt-markasyt, s — sfaleryt, g — galena, III, IV, VII — generacje minerałów.

Fig. 1. Metasomatic ore surrounded with encrustations of ore minerals belonging to the paragenetic assemblage of brecciated deposit; m — marcasite, pm — pyrite-marcasite, s — sphalerite, g — galena, III, IV, VII — mineral generations.

Fig. 2. Przykład rudy metasomatycznej o strukturze warstwowej, zbudowanej ze sfalerytu i markasytu; m — markasyt, s — sfaleryt, II, III, V — generacje minerałów.

Fig. 2. Metasomatic banded ore composed of sphalerite and marcasite; m — marcasite, s — sphalerite, II, III, V — mineral generations.

Plansza — Plate II

Fig. 1. Kolomorficzne naskorupienia minerałów kruszcowych na okruchach dolomitu kruszconośnego (d); m — markasyt, pm — piryt-markasyt, s — sfaleryt, IV, VI, VII — generacje minerałów.

Fig. 1. Colomorphic encrustations of ore minerals on a fragments of the ore-bearing dolomite (d); m — marcasite, pm — pyrite — marcasite, s — sphalerite, IV, VI, VII — mineral generations.

Fig. 2. Drobne „kratery” powstałe w wyniku rozpuszczania górnych kolomorficznych powierzchni naskorupień sfalerytu.

Fig. 2. Fine “craters” formed as a result of dissolution of colomorphic upper surfaces of sphalerite encrustations.