

UKD 553.07:549.08:552.521:552.16/18:622:355.3(438 – 35 jeleniogórskie, Rędziny)

Krystyna WOŁKOWICZ

## Mineralizacja kruszcowa w kamieniołomie marmuru dolomitycznego w Rędzinach (Dolny Śląsk)

Opisano mineralizację tkwiącą w łupkach biotytowo-skaleniowych stwierdzonych w północno-zachodniej części kamieniołomu marmuru dolomitycznego w Rędzinach. Na podstawie obserwacji mikroskopowych i makroskopowych oznaczono 17 minerałów kruszczowych, przy czym niektóre z nich występują w kilku generacjach. Stwierdzono, że obecne tu okruszczowanie powstało w wyniku metamorfizmu regionalnego, kontaktowego oraz procesów hydrotermalnych i hipergenicznych.

### WSTĘP

W kamieniołomie marmuru dolomitycznego w Rędzinach (fig. 1) stwierdzono występowanie skał zawierających mineralizację kruszczową. Przeprowadzono badania wchodzące w zakres pracy dyplomowej wykonanej w Zakładzie Geologii i Ekonomiki Złóż Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego. W Instytucie Geologicznym przeprowadzono badania na mikrosondzie typu 35-SDS, DDS sprzężonej z mikroskopem elektronowym typu JSM-35 firmy JEOL.

Serdeczne podziękowanie składam doc. dr hab. E. Zimnoch promotorowi pracy dyplomowej oraz drowi H. Sylwestrzakowi za przejrzanie pierwszej wersji artykułu i krytyczne uwagi; doc. drowi hab. A. Nowakowskiemu za konsultację wyników badań petrograficznych; doc. drowi S. Przeniosło i K. Kujawskiemu za wykonanie badań w mikroobszarze; M. Marcinkiewicz za wykonanie zdjęć (znajdujących się na tabl. I–II) w Zakładzie Geologii i Ekonomiki Złóż UW.

Marmury dolomityczne w Rędzianach należą według podziału J.H. Teissyre'a (1971) do formacji łupków z Czarnowa (fig. 1). Tworzą one soczewkę wydłużoną w kierunku NNE–SSW i w wyniku hercyńskich ruchów górotwórczych rozzerwaną na kilka części, pomiędzy które wcisnęły się kwarcowo-skaleniowe łupki metamorficzne (M. Znańska, *fide* W. Kowalski i in., 1976).

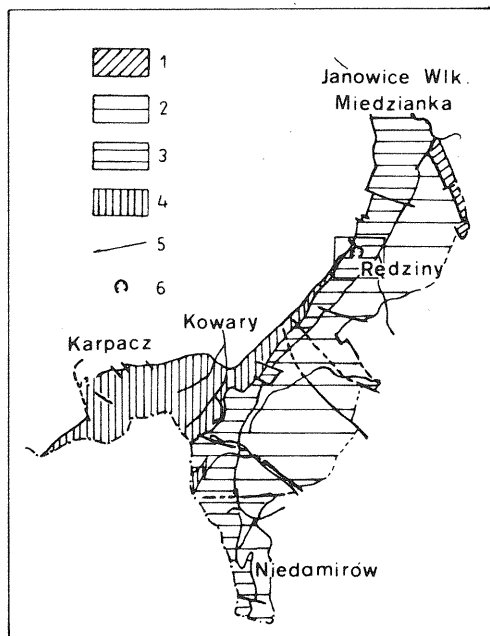


Fig. 1. Schematyczny podział skał metamorficznych Rudaw Janowickich i Grzbietu Lasockiego wg J.H. Teisseyre'a (1971)  
Sketch subdivision of metamorphic rocks at Rudawy Janowickie and the Grzbiet Lasocki Crest after J.H. Teisseyre (1971)

1 – fyllity i zielenice okolic Ciechanowic i Przybkowic; 2 – formacja wulkaniczna z Leszczyńca; 3 – formacja łupkowa z Czarnowa; 4 – grupa gnejsów z Kowary; 5 – główne uskoki (uskok znajdujący się w rejonie kamieniołomu marmuru w Rędzinach został zaznaczony przez autorkę); 6 – kamieniołom marmuru dolomitycznego w Rędzinach

1 – phyllites and greenstones from the vicinities of Ciechanowice and Przybkowice; 2 – Leszczyńiec volcanic formation; 3 – Czarnów schist formation; 4 – Kowary gneiss group; 5 – major faults (fault traceable in area of marble quarry at Rędziny added here by the Authorress); 6 – quarry of dolomitic marble at Rędziny

Wzmianki o występowaniu minerałów kruszcowych w kamieniołomie marmuru dolomitycznego w Rędzinach zamieścili J. Domański i W. Piotrowicz (1966) pisząc o obecności siarczków miedzi (głównie bornitu) pokrytych powłoką malachitu i azurytu oraz W. Kowalski i in. (1976), którzy wymieniają piryt, chalkozyn i hematyt. W pracy J. Fedaka i M. Lindner (1966) napotkano informację o obecności w kamieniołomie żyły (długości 15 m i miąższości do 1 m), zawierającej chalkozyn, malachit, kupryt, azuryt i tlenki żelaza.

Podczas przeprowadzania przez autorkę badań w kamieniołomie i okolicznych łomikach nie stwierdzono w marmurze (poza strefami bogatymi w hematyt) mineralizacji kruszcowej. Natomiast w zachodniej części północnej ściany kamieniołomu (stan z 1980 r.) zauważono obecność okruszczowanych łupków biotytowo-skaleniovych. Wąska strefa występowania tych skał, widoczna na wysokości całej ściany (ok. 15 m), zapadała stromo ku zachodowi. Szerokość tej strefy wynosiła w dolnym i górnym poziomie od 2 do 20 cm. W poziomie środkowym – w centrum strefy łupkowej – znajdowała się soczewka marmurów szerokości około 0,8 m. Łączna szerokość tej soczewki i opływających ją łupków wynosiła około 1,5 m.

## OPIS PETROGRAFICZNY ŁUPKÓW BIOTYTOWO-SKALENIOWYCH

Łupki biotytowo-skaleniove są skałą bardzo zwięzłą, o barwie zmieniającej się od ciemnozielonej do brunatnowiśniowej w partiach przepojonych hematytem. Makroskopowo niewidoczna tekstura łupkowa ujawnia się w badaniach mikroskopowych. Struktura jest bardzo drobnoblastyczna.

Głównymi minerałami skały są: biotyt, serycyt, skalenie potasowe; rzadziej obserwowano kwarc, chloryt i minerały ilaste. Lamelki lyszczyków zbudowane są

w przeważającej części z blastów beżowobrunatnego biotyту wykazującego silny pleochroizm wokół występujących w nim wrostków cyrkonu. Drobnofuseczkowy serycyt tworzy w tych lamelkach gniazdowe skupienia. Pomiedzy strefami bogatymi w łyszcyki znajdują się wąskie pasemka bardzo drobnoblastycznego skaleni potasowego. Niektóre ziarna skaleni uległy zmętnieniu, inne zostały całkowicie zastąpione minerałami ilastymi o cechach optycznych kaolinu. Powstanie pseudo-morfoz minerałów ilastych po skaleniach mogło się wiązać z przemianami hydrotermalnymi.

Minerałami akcesorycznymi badanych łupków są: rutyl, apatyt i cyrkon. Skala pocięta jest żyłkami serpentynowymi, hematytowymi, kwarcowymi i kwarcowo-albitowymi (tabl. I, fig. 7).

Wydzielenia kruszców, osiągające wymiary do 5–6 mm, występują w skale w sposób nieuporządkowany; czasami mają kształty charakterystyczne dla różnych przekrojów układu regularnego. Skąły te mają odmienny obraz mikroskopowy od występujących w sąsiedztwie kamieniołomu łupków metamorficznych opisanych w pracach M. Borkowskiej (1966), J. Szalamachy (1969) i J. H. Teisseyre'a (1971, 1973). Wiązać się to może z ich specyficzną pozycją geologiczną, gdyż łupki biotyto-skaleniowe występują na wysokości jednego z uskoków prostopadłych do kontaktu granitu z osłoną oraz najprawdopodobniej znajdowały się w strefie działania roztworów hydrotermalnych.

## OPIS MINERALIZACJI KRUSZCOWEJ

W łupkach biotyto-skaleniowych stwierdzono obecność następujących minerałów kruszcowych: piryту, pirotynu, markasytu, tenantyту, chalkopiryту, galenitu, sfalerytu, rutylu, anatazu, leukoksenu, hematytu, bornitu, chalkozynu, kowelinu i limonitu. W silnie zwietrzałych skałach obserwowano makroskopowo azuryt i malachit. Na podstawie obserwacji mikroskopowych płytek cienkich i płytek polerowanych ustalono niżej podaną sukcesję mineralną (fig. 2). Szerzej opisano przemiany w systemie Fe–S ze względu na ich złożony charakter. Siarczki żelaza stanowią również główną masę stwierdzonych kruszców.

W skale obserwowano duże ilości drobnych ziarn rutylu I, których genezę można wiązać z metamorfizmem pierwotnych skał ilastych zawierających tytan. Na brzegach ziarn rutylu I występują obwódki leukoksenowe. Pirotyn I, tworzący agregaty wydłużone w kierunku zgodnym z laminacją łupków oraz wyginające nieco lamelki skały, prawdopodobnie również powstał na etapie metamorfizmu regionalnego.

Makroskopowo obserwowano w skale spore ilości wydzielen kruszców o regularnych kształtach, posiadających duże rozmiary (5–6 mm), których wypełnienie stanowi głównie markasyt I (tabl. I, fig. 4) – minerał zachowujący charakterystyczne struktury popirytowe. Jednakże pirotyn, krystalizujący w układzie heksagonalnym lub jednoskośnym, nie może przybierać kształtów charakterystycznych dla układu regularnego. Ma słabą prężność krystalizacji i tworzy na ogół formy nieregularne, dopasowuje się do warunków panujących w momencie powstawania minerału. Kształty opisywanych wydzielen są charakterystyczne dla minerału krystalizującego w układzie regularnym, np. dla piryту. Obserwacje mikroskopowe owych regularnych form wykazały obecność resztkowych splekanych ziarn piryту I, w którym napotymano emulsyjne wydzielenia pirotynu II i chalkopiryту I (tabl. I, fig. 5). Powyższe rozważania prowadzą do wniosku, że opisywane regularne formy wypełnione głównie

Nazwa minerału	Etap metam. reg.-kont.	Etap hydrotermalny	Etap hipergeiczny
rutyl I	—		
pirotyn I	—		
piryt I	—		
chalkopiryt I	—		
pirotyn II	—		
rutyl II	— ?		
markasyt I	— ?	—	
piryt II		—	
hematyt		—	
anataz		—	
piryt III		—	
markasyt II		—	
tenantyt		—	
chalkopiryt II		—	
chalkozyn I		—	
sفالeryt		—	
galenit		—	
limonit			—
bornit			—
chalkozyn II			—
kowelin			—

Fig. 2

Fig. 2. Sukcesja minerałów kruszcowych stwierdzonych w łupkach biotytowo-skaleniowych z kamieniołomu marmuru dolomitycznego w Rędzinach

Ore-mineral succession found in biotite-feldspar schiste from quarry of dolomitic marble at Rędziny

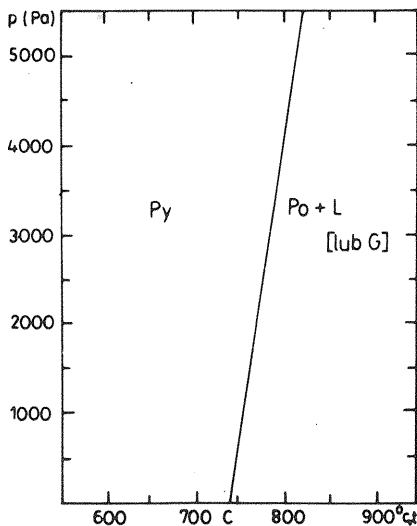


Fig. 3

Fig. 3. Krzywa równowagi pirit-pirotyn ( $\text{FeS}_2 = \text{Fe}_{1-x}\text{S} + \text{L}$ ) wg G. Kullerud i H.S. Yoder (1959)

Equilibrium curve pyrite-pyrrhotite ( $\text{FeS}_2 = \text{Fe}_{1-x}\text{S} + \text{L}$ ) after G. Kullerud and H.S. Yoder (1959)

Punkt c – temperatura 743°C, ciśnienie  $10^6$  Pa; L – ciecz; G – gaz

Point c – temperature 743°C and pressure  $10^6$  Pa; L – liquid; G – gas

popirotynowym markasytem I były niegdyś pirytem. Krzywą przejścia piryty do pirotynu badaniami laboratoryjnymi wyznaczili G. Kullerud i H.S. Yoder (1959). Temperaturą początkową, najniższą, w której proces ten może nastąpić jest tu temperatura 743°C (przy ciśnieniu  $10^6$  Pa). Warunki te spełnić mógł zarówno metamorfizm regionalny, jak i kontaktowy (fig. 3).

Przejście piryty do popirotynowego powtórnice w piryty (pirotyn II – piryty II), poprzez stadium produktu przejściowego i markasytu I (tabl. I, fig. 4, 5), można wiązać z etapem kontaktowego oddziaływania intruzji karkonoskiej lub z procesami hydrotermalnymi. Równocześnie z przemianami w systemie Fe – S mogły się tworzyć izometryczne ziarna rutylu II (tabl. I, fig. 4; tabl. III, fig. 10) tkwiące w popirotynowych agregatach markasytowo-pirytowych (markasyt I, piryty II).

W procesie zastępowania pirotynu I agregatem markasytowo-pirytowym nie zaobserwowano stadium produktu przejściowego (tabl. I, fig. 6). Główna przemiana porządkująca system Fe – S (przejście pirotynu II w markasyt I i piryty II) musiała mieć miejsce przed wytrąceniem się siarczków i siarkosoli metali: chalkopiryty II, tenantytu, chalkozynu I, sfalerytu i galenitu, które wypełniły „szczeliny i pustki” w agregatach markasytu I i piryty II (tabl. III, fig. 10, 11). W niewielkiej skali zjawisko to zachodziło również we wczesnych etapach wytrącania się siarczków, gdyż zaobserwowano proces korodowania chalkopiryty II przez produkt przejściowy od pirotynu do markasytu (tabl. I, fig. 5).

Prawdopodobnie w początkowej fazie procesów hydrotermalnych powstał hematyt. Liczne, drobne żyłki tego minerału tną skałę nadając jej wiśniowy kolor. Główna mineralizacja kruszcowa została doprowadzona do skały żyłkami kwarcowymi i kwarcowo-albitowymi (tabl. I, fig. 7). W żyłkach tych obserwowano ziarna piryty III i anatazu. Piryty III tworzy niekiedy wspólne agregaty z polisyntetycznie zbliżnionymi markasytem II (tabl. III, fig. 8, 9). Według P. Ramdohra (1960) zbliżnienia te świadczą o warunkach stressowych panujących w czasie powstawania markasytu. Oba współwystępujące minerały Fe są wypierane przez chalkopiryty II (tabl. II, fig. 8), któremu w innych wydzieleniach towarzyszą: tenantyt (tabl. II, fig. 10, 11), sfaleryt i galenit (tabl. II, fig. 11; tabl. III, fig. 12–16) oraz chalkozyn I (tabl. II, fig. 10). Chalkopiryty II jest w tych wydzieleniach jednym z wcześniejszych minerałów. Z pewnością więc wszystkie kruszce współwystępujące z chalkopirytem II są późniejsze od piryty III i markasytu II. Kolejność wytrącania się wymienionych siarczków i siarkosoli jest więc następująca: tenantyt, chalkopiryty II (chalkozyn I), sfaleryt, galenit. Główną masę w wydzieleniach stanowią: tenantyt i chalkopiryty II, sfaleryt i galenit obecne są w niewielkich ilościach w partiach brzeżnych.

Stwierdzono występowanie żyłek chalkopiryty II w pirotynie I (tabl. I, fig. 6). Obserwowano również struktury wypierania kwarcu przez sfaleryt (tabl. IV, fig. 17–20).

Skład tenantytu ustalono na podstawie badań w mikroobszarze. Głównymi pierwiastkami są: Cu, As, S; domieszkami zaś Fe, Zn, Sb i Ag. W strukturze badanego minerału Cu jest częściowo podstawiona przez Ag i Fe, As przez Sb i Zn. Domieszką Fe można tłumaczyć nietypowy szary odcień tenantytu, zaś domieszka Ag powoduje brak refleksów wewnętrznych (P. Ramdohr, 1960).

Obecność markasytu i chalkopiryty w badanych płytkach polerowanych może być wskaźnikiem temperatury, jaka panowała na pewnych etapach wytrącania się siarczków. Badaniami laboratoryjnymi ustalono, że markasyt jest trwały do około 400°C. Powyżej tej temperatury następuje przejście markasytu w piryty (G. Kullerud, H.S. Yoder, 1959). W pojedynczych ziarnach chalkopiryty II obserwowano anomalnie silne efekty anizotropii, dające wrażenie obecności struktur „liści oleandru”. Struktury te świadczą o przejściu chalkopiryty z układu regularnego w tetragonalny, co następuje w temperaturze około 547°C (P.A. Yund, G. Kullerud, 1966).

Etap hipergeniczny reprezentują następujące minerały wtórne: bornit, chalkozyn II, kowelin (zastępują one chalkopiryty II) oraz minerały z grupy limonitów (zastępujące piryty). W silnie zwietrzałych skałach obserwowano makroskopowo malachit i azuryt.

## WNIOSKI

1. Stwierdzona mineralizacja kruszcowa powstała w trzech etapach: metamorficznym, hydrotermalnym i hipergenicznym.

Etap metamorfizmu (regionalnego, kontaktowego) spowodował powstanie rutyli I, pirotyny I i piryty I. Na tym etapie nastąpiło przejście piryty I w pirotyny II.

W etapie hydrotermalnym dokonały się zapewne końcowe przemiany w systemie Fe–S (przejście pirotyny II w piryty II) oraz powstała mineralizacja polimetaliczna. Podstawową drogą krążenia roztworów hydrotermalnych były uskoki prostopadłe do kontaktu granitu z osłoną metamorficzną.

W etapie hipergenicznym powstały minerały wtórne zastępujące chalkopiryty i piryty.

2. Zespół minerałów kruszcowych nie odbiega składem od asocjacji znanych ze złóż i punktów mineralizacji wschodniej osłony granitu karkonoskiego. Zasadniczą różnicą w porównaniu z sąsiednimi strefami zmineralizowanymi jest brak arsenopiryty, stanowiącego główny minerał kruszcowy w punkcie mineralizacyjnym w rejonie starego kamieniołomu w Rędzinach, w odległości około 500 m na północ oraz w złożu Czarnów (M. Banaś, 1967) w odległości około 1500 m na południe. W opisywanym wystąpieniu arsen został stwierdzony tylko w tenantycie.

3. W badanym materiale nie stwierdzono występowania minerałów cyny ani Sn w postaci domieszek w innych minerałach.

Zakład Mineralogii i Petrografii  
Instytutu Geologicznego  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Nadesłano dnia 21 kwietnia 1983 r.

#### PIŚMIENNICTWO

- BANAŚ M. (1967) – Złoże rudy arsenowej w Czarnowie. *Pr. Geol.*, **15**, p. 239, nr 5.
- BORKOWSKA M. (1966) – Petrografia granitu Karkonoszy. *Geol. Sudetica*, **2**, p. 7–107.
- DOMAŃSKI J., PIOTROWICZ W. (1966) – Niektóre cechy petrograficzno-chemiczne dolomitów ze złoża Rędziny koło Kamiennej Góry. *Szkło i Ceram.*, **17**, p. 31–37, nr 2.
- FEDAK J., LINDNER M. (1966) – Metalogeneza Sudetów. *Prace IG*. Warszawa.
- KOWALSKI W., MAZUREK Z., MAZUREK A. (1976) – Geochemiczno-mineralogiczna charakterystyka marmurów dolomitycznych ze złoża Rędziny. *Kwart. Geol.*, **20**, p. 21–34, nr 1.
- KULLERUD G., YODER H.S. (1959) – Pyrite stability relations in the Fe–S system. *Economic Geology*, **54**, p. 534–572, nr 4.
- RAMDOHR P. (1960) – Die erzminerale und ihre verwachsungen. Akademie-Verlag, Berlin.
- SZAŁAMACHA J. (1969) – Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Sudetów. Arkusz Janowice Wielkie. Wyd. Geol. Warszawa.
- TEISSEYRE J.H. (1971) – O wieku i następstwie warstw w skałach metamorficznych Rudaw Janowickich i Grzbietu Lasockiego. *Geol. Sudetica*, **5**, p. 165–201.
- TEISSEYRE J.H. (1973) – Skały metamorficzne Rudaw Janowickich i Grzbietu Lasockiego. *Geol. Sudetica*, **8**, p. 7–110.
- YUND P.A., KULLERUD G. (1966) – Thermal stability of assemblages in the Cu–Fe–S system. *J. Petrology*, **7**, p. 454–488.

Крыстына ВОЛКОВИЧ

## КРЕМНЕВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В КАМЕНОЛОМНЕ ДОЛОМИТОВОГО МРАМОРА В РЕНДЗИНАХ (НИЖНЯЯ СИЛЕЗИЯ)

### Резюме

В статье описана минерализация биотитово-полевошпатовых сланцев, залегающих в северо-западной части карьера доломитового мрамора в Рендзинах. По микро и макроскопическим наблюдениям определено 17 рудных минералов, причем некоторые из них встречаются в нескольких генерациях. Было установлено, что существующее орудуение явилось результатом регионального и контактного метаморфизма (сульфиды Fe, рутил) и гидротермальных процессов (сульфиды Fe, тиосоли и сульфиды Cu, сфалерит, галенит). В процессе гипергенеза образовались вторичные минералы, замещающие халькопирит и пирит.

Изменения в системе Fe—S в группе минералов, составляющих основную массу этих руд — были сложными и проявились в переходах: пирит—пиротин—переходный продукт—марказит—пирит.

Изучение под электронным микроскопом позволило установить элементарный состав пинантинита (Cu, As, S и примеси Fe, Zn, Sb, Ag) и отсутствие в препаратах олова.

Установлено, что описанная группа рудных минералов по составу не отличается от ассоциаций в месторождениях и точках минерализации восточного обрамления. Основным отличием от ближайших минеральных зон является отсутствие арсенопирита. Арсен присутствует только в составе тенантита.

Krystyna WOŁKOWICZ

## ORE MINERALIZATION IN DOLOMITIC MARBLE QUARRY AT RĘDZINY (LOWER SILESIA)

### Summary

Mineralization found in biotite-feldspar schists from northwestern part of dolomitic-marble quarry at Rędziny is described. Micro- and macroscopic studies made it possible to identify 17 ore minerals, some of which are present in a few generations. The mineralization has been found to be mainly related to regional and contact metamorphism (Fe sulfides, rutile) and hydrothermal processes (Fe sulfides, sulfur-salts and Cu sulfides, sphalerite and galenite). Secondary minerals, replacing chalcocopyrite and pyrite, originated at the hypergenic stage.

Transformations in the Fe—S system (the group of minerals forming the bulk of the described ores) are shown to be fairly complex in character. This is expressed by transitions: pyrite → pyrrotite → transitional product → marcasite → pyrite.

Electron microscope studies made it possible to reconstruct elementary composition of tenanite (Cu, As, S and admixtures of Fe, Zn, Sb and Ag) and to exclude possibility of presence of Sn in the studied material.

The above described ore mineral association does not differ in composition from those known from deposits and point mineralizations at eastern cover. The major difference in comparison with the neighbouring zones of mineralization is connected with the lack of arsenopyrite. Arsen is here present but it enters composition of tenanite.

## TABLICA

Fig. 4. Agregat markasytu I (m I) powstały z pirotynu popirytyowego. Dobrze widoczne granice wydzielenia mającego kształt regularny. Wewnątrz i na zewnątrz agregatu szare ziarna rutylu II (r II) oraz białe piryty I-II? (py). Pow. 70 × przy jednym polaroidzie, światło odbite

Marcasite I (m I) aggregate formed of post-pyrite pyrrhotite, regular in shape and with well visible boundaries. Gray rutile II and white pyrite I-II? grains present both in the aggregate and around it; × 70, single polaroid, reflected light

Fig. 5. Produkt przejściowy (pp) przechodzący w lamelki drobnoziarnistego markasytu I (m I). Obecne „resztki” piryty I (py I). Wewnątrz piryty I widoczne wydzielenia emulsyjne chalkopiryty I i pirotynu II II (ch I, po II). W dolnej części zdjęcia wydzielenia chalkopiryty II (ch II) – widoczne skorodowane granice ziaren. Obecne pojedyncze, szare ziarna rutylu II (r II). Pow. 40 ×, przy jednym polaroidzie, światło odbite

Intermediate product (pp), passing into lamellae of fine-grained marcasite I (m I). Pyrite I (py I) is represented by "relics". Inside pyrite I, there may be noted emulsional secretions of chalcopyrite I and pyrrhotite II (ch I, po II). Secretions of chalcopyrite II (ch II) may be noted in lower part of the photo. Single, gray grains of rutile II (r II) are also present; × 40, single polaroid, reflected light

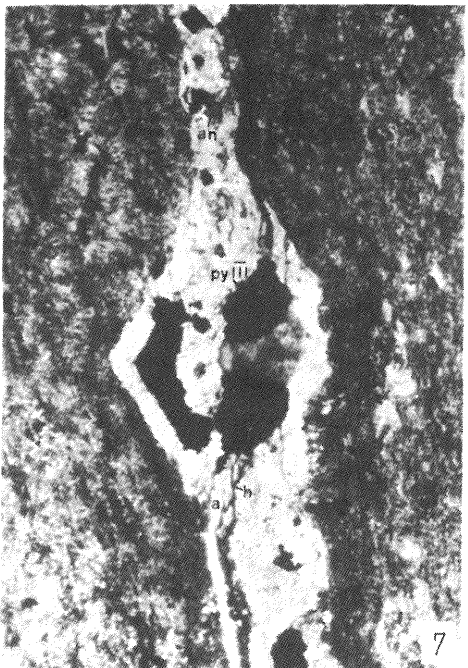
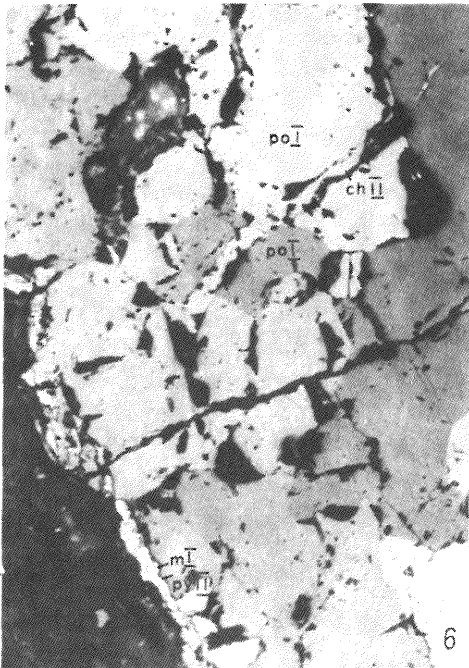
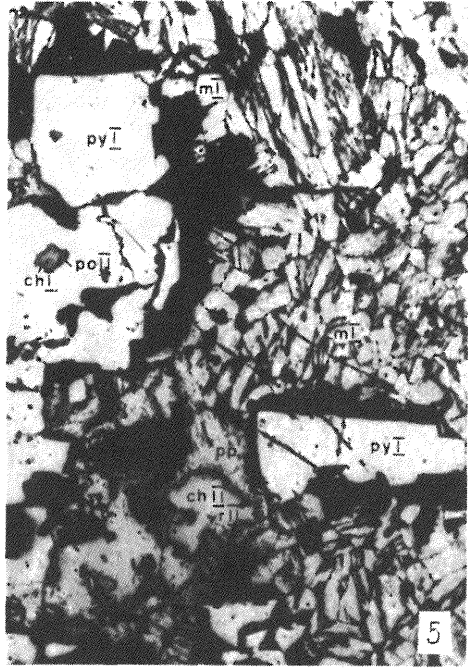
Fig. 6. Agregat pirotynu I (po I – różne odcienie szarości) cięty przez żyłkę chalkopiryty II (ch II). Od brzegów pirotyn I jest zastępowany przez piryty II (py II) i markasyt I (m I). Pow. 80 ×, polaroidy niezupełnie skrzyżowane, światło odbite

Pyrrhotite I (po I – various shades of gray) aggregate cut by veinlet of chalcopyrite II (ch II). Pyrrhotite I is replaced by pyrite II (py II) and marcasite I (m I) from its margins; × 80, polaroids incompletely crossed, reflected light

Fig. 7. Żyłka albitowo-kwarcowa tnąca drobnoziarniste łupki łuszczkowo-skalieniowe. Widoczne w niej minerały: piryty III (py III – czarny), anataz (an – ciemnoszary). Nieco późniejsze żyłki: hematytowa (h – ciemna), albitowa (a – jasna). Pow. 80 ×, polaroidy niezupełnie skrzyżowane, światło przechodzące

Albite-quartz veinlet cutting fine-grained micaceous-feldspar schists. The veinlet displays such minerals as pyrite III (py III – black) and anatase (an – dark-gray). Hematite (h – dark) and albite (a – light) veinlets are somewhat younger; × 80, incompletely crossed polaroids, transmittent light





Krystyna WOŁKOWICZ – Mineralizacja kruszcowa w kamieniołomie marmuru dolomitycznego w Rędzinach (Dolny Śląsk)

## TABLICA II

Fig. 8. Skataklazowany agregat piryto-markasytowy (piryt III – py III, markasyt II – m II) wypierany przez chalkopiryt II (ch II). Pow. 80 ×, polaroidy niezupełnie skrzyżowane, światło odbite  
Cataclastic pyrite-marcasite (pyrite III – py III, marcasite II – m II) aggregate, replaced by chalcopyrite II (ch II); × 80, polaroids incompletely crossed, reflected light

Fig. 9. Zbliżniaczenia polisyntetyczne w markasycie II (m II). Szczeliny wypełnione chalkopirytem II (ch II). Pow. 500 ×, polaroidy niezupełnie skrzyżowane, światło odbite

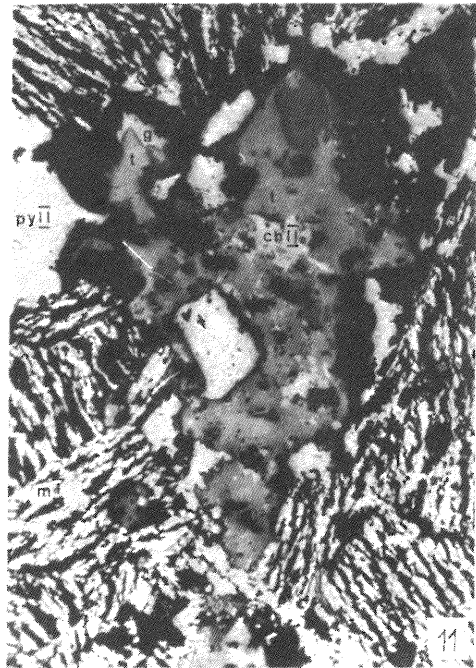
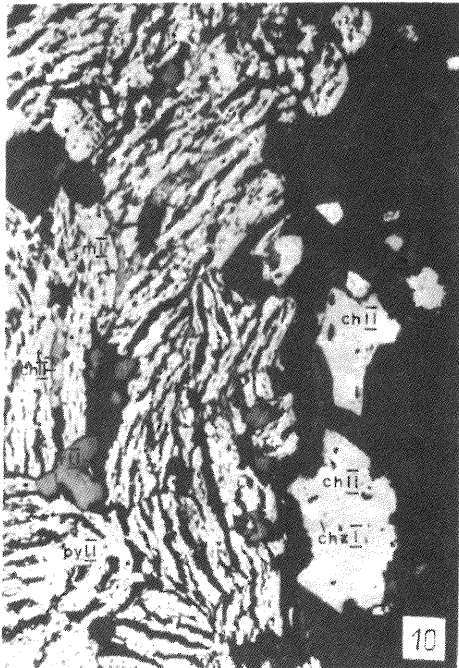
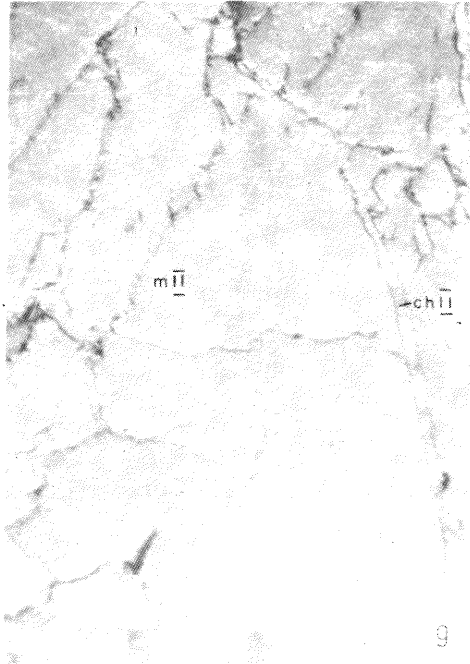
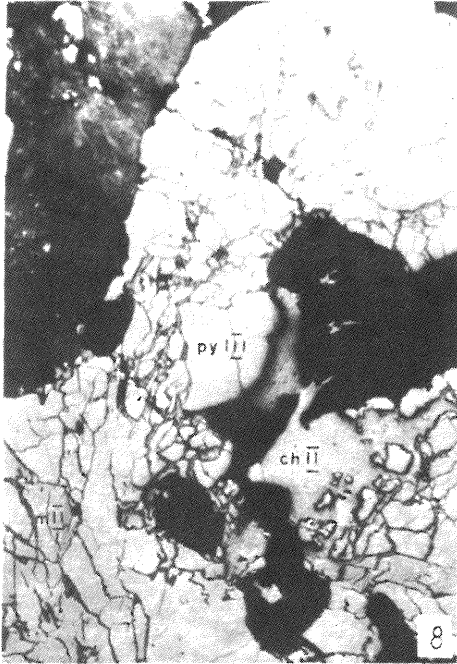
Polysynthetic twinnings in marcasite II (m II); fractures filled by chalcopyrite II (ch II); × 500, polaroids incompletely crossed, reflected light

Fig. 10. Popirotynowy agregat markasytowo-pirytowy (markasyt I – m I, piryty II – py II). Szczeliny wypełnione tenantytem (t – ciemnoszary) i chalkopirytem II (ch II – jasnoszary). Widoczne ziarna rutylu II (r II). Na zewnątrz agregatu wydzielenia chalkopirytu II (ch II) i chalkopirytu II z chalkozynem I (chz I) Pow. 90 ×, polaroidy niezupełnie skrzyżowane, światło odbite

Post-pyrrhotite marcasite-pyrite aggregate (marcasite I – m I, pyrite II – py II). Fissures filled up with tentite (t – dark-gray) and chalcopyrite II (ch II – light-gray). Note grains of rutile (r II) and, around the aggregate, secretions of chalcopyrite II (ch II) and chalcopyrite II and chalcocite I (ch I); × 90, polaroids incompletely crossed, reflected light

Fig. 11. Wydzielenie tenantytu (t – szary), chalkopirytu II (ch II – jasnoszary), sfalerytu (s – ciemnoszary) i galenitu (g – biały) wewnątrz agregatu markasytowo-pirytoowego (markasyt I – m I, lamelki; piryty II – py II). Widoczne szare ziarna rutylu II (r II). Pow. 80 ×, przy jednym polaroidzie, światło odbite

Secretions of tenantite (t – gray), chalcopyrite II (ch II – light-gray), sphalerite (s – dark-gray) and galenite (g – white) within marcasite-pyrite aggregate (marcasite I – m I, lamellae; pyrite II – py II). Note gray grains of rutile II (r II); × 80, single polaroid, reflected light



Krystyna WOŁKOWICZ – Mineralizacja kruszcowa w kamieniołomie marmuru dolomitycznego w Rędzinach (Dolny Śląsk)

### TABLICA III

Rozmieszczenie pierwiastków w mikroobszarze wydzielenia tenantytowo-sfalerytowo-galenitowego w popirotynowym agregacie markasytowo-pirytowym (markasyt I, piryt II)

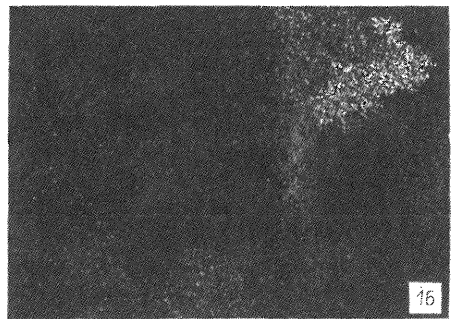
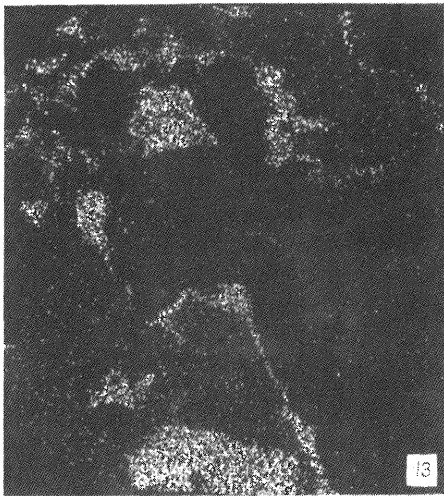
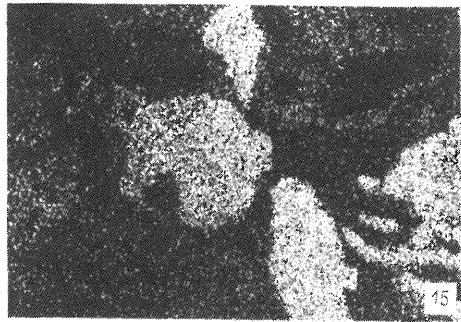
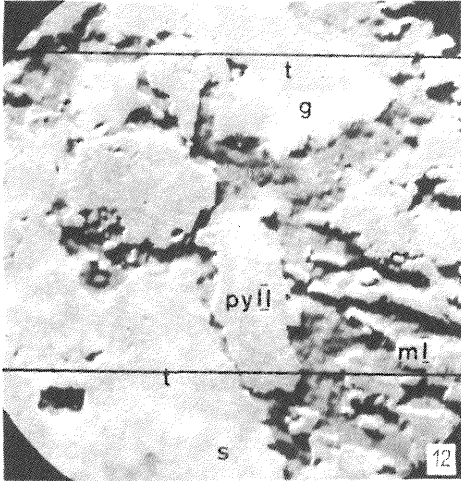
Distribution of elements in micro-area of tenantite-sphalerite-galenite secretion in post-pyrrhotite marcasite-pyrite aggregate (marcasite I, pyrite II)

Fig. 12. Obraz elektronów elastycznie odbitych. Tenantyt (t), galenit (g), sfaleryt (s), markasyt I (m I), piryt II (py II). Pow. 210 ×

Image of elastically reflected electrons. Tenantite (t), galenite (g), sphalerite (s), marcasite I (m I), pyrite II (py II); × 210

Fig. 13–16. Mapa rozmieszczenia: miedzi (fig. 13), żelaza (fig. 14), arsenu i ołowiu (fig. 15), cynku (fig. 16); pow. 210 ×

Map of distribution of: copper (Fig. 13), iron (Fig. 14), arsenic and lead (Fig. 15) and zinc (Fig. 16); × 210



Krystyna WOŁKOWICZ – Mineralizacja kruszcowa w kamieniołomie marmuru dolomitycznego w Rędzinach (Dolny Śląsk)

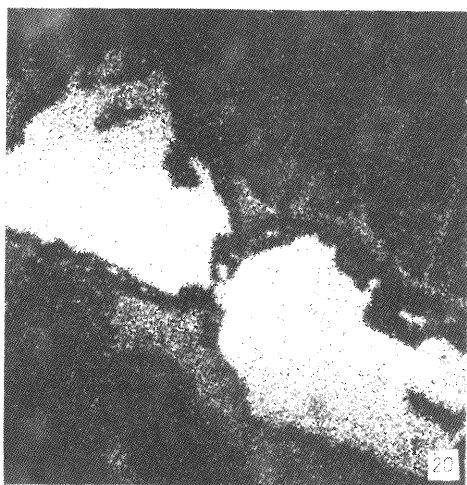
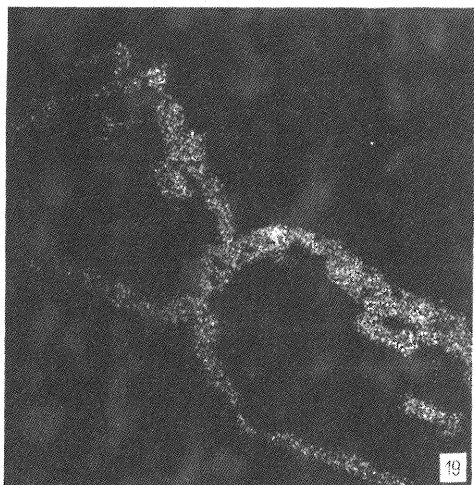
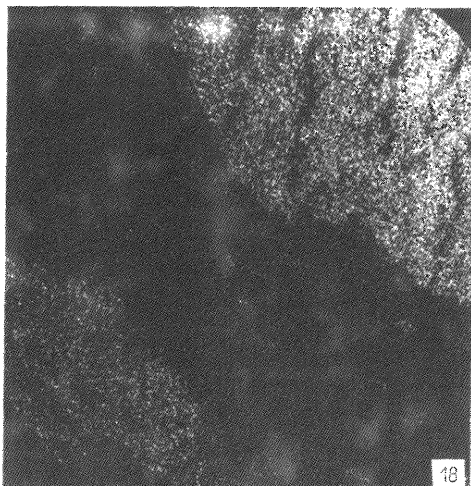
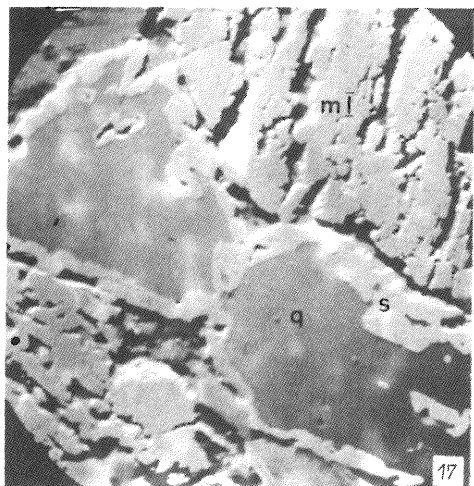
#### TABLICA IV

Rozmieszczenie pierwiastków w mikroobszarze kwarcu i sfalerytu (sfaleryt wypiera kwarc) — minerałów znajdujących się w „szczelinie” popirotynowego agregatu wypełnionego markasytem I

Distribution of elements in micro-area of quartz and sphalerite (which is replacing quartz), i.e. minerals occurring in „fissure” in post-pyrrhotite aggregate infilled with marcasite I

Fig. 17. Obraz elektronów elastycznie odbitych. Kwarc (g), sfaleryt (s), Markasyt I (m I). Pow.  $\times 220$   
Image of elastically reflected electrons. Quartz (g), sphalerite (s) and marcasite I (m I);  $\times 220$

Fig. 18–20. Mapa rozmieszczenia: żelaza (fig. 18), cynku (fig. 19), krzemu (fig. 20); pow.  $220 \times$   
Map of distribution of: iron (Fig. 18), zine (Fig. 19), silica (Fig. 20);  $\times 220$



Krystyna WOŁKOWICZ — Mineralizacja kruszcowa w kamieniołomie marmuru dolomitycznego w Rędzinach (Dolny Śląsk)