

Bogusław MARCINKOWSKI

Przejawy mineralizacji kruszcowej w kompleksie magmowo-metamorficznym okolic Bogatyni

Przedstawiono wyniki badań mineralizacji typu hydrotermalnego oraz infiltracyjnego utworów magmowo-metamorficznych rejonu Bogatyni, ze szczególnym uwzględnieniem stosunków przestrzennych między przejawami mineralizacji a skałami, w których te przejawy występują. Stwierdzono minerały kruszcowe: piryty, pirotyn, chalkopiryty, magnetyt, sfaleryt, galenę oraz podrzędnie: tenantyt–tetraedryt, hematyt, rutyl i inne tlenki tytanu. Wyróżniono orientacyjną sekwencję rozwoju procesów mineralizacji siarczkowej, z uwzględnieniem wzajemnych stosunków między rozwojem mineralizacji magmowej typu tlenkowego oraz mineralizacji hydrotermalnej typu siarczkowo-siarkosolowego. Przedstawiono dwie koncepcje mineralizacji kruszcowej, przytoczone na podstawie literatury i niepublikowanych opinii.

WSTĘP

Treścią artykułu są obserwacje i badania z zakresu petrografii i mineralogii kruszcowej utworów magmowo-metamorficznych metamorfiku izerskiego okolic Bogatyni (niecka żytawska), objętych projektem wieloletnich prac poszukiwawczych, prowadzonych przez Instytut Geologiczny w Warszawie.

W próbkach z rdzeni wiertniczych oraz z odsłoneń stwierdzono mineralizację kruszcową przywiązaną do zróżnicowanych litologicznie utworów skalnych wieku od prekambriu do górnego paleozoiku. Na podstawie obserwacji petrograficznych, w powiązaniu z niektórymi danymi geologicznymi, podjęto próbę wyjaśnienia form przestrzennego występowania oraz genezy mineralizacji tlenkowo-siarczkowej.



Fig. 1. Lokalizacja rejonu badań
Location of the studied area

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Niecka żytawska znajduje się w zachodniej części bloku karkonosko-izerskiego (J. Svoboda, 1966; J. Oberc, 1972) i cechuje się budową płytową (fig. 1). Starsze piętro strukturalne zbudowane jest z prekambryjskich i paleozoicznych skał magmowo-metamorficznych, natomiast młodsze z mezozoiczno-kenozoicznych skał osadowych i wulkanicznych. Budowa geologiczna starszego piętra strukturalnego charakteryzuje się występowaniem szeregu pasm skał metamorficznych – gnejsów, granitognejsów oraz łupków krystalicznych, jak również skał magmowych – granitów i granodiorytów. Przykryte są one w kilku miejscach zmetamorfizowanymi skałami staropaleozoicznymi, reprezentowanymi przez fyllity i łupki szarogłazowe. Ponadto kompleks skał należących do starszego piętra strukturalnego poprzecinany jest stosunkowo licznymi żyłami i dajkami skał intruzyjnych i ekstruzyjnych, niekiedy częściowo zmetamorfizowanych (R. Grahmann, H. Ebert, 1937; Z. Berezowski, 1973; J. Blusztajn i in., 1980; M. Jęczmyk i in., 1982).

Prezentowane dotychczas w literaturze wyniki obserwacji petrografii kruszcowej w świetle odbitym, wykorzystujące materiał podstawowy z rejonu niecki żytawskiej, koncentrowały się z jednej strony na badaniach konkrecji siarczkowych, występujących w trzeciorzędowych skałach osadowych KWB Turów (W. Kowalski, K. Hułas, 1979), z drugiej natomiast na określeniu charakteru przejawów mineralizacji pierwiastkami promieniotwórczymi i rzadkimi w rejonie Markocic (M. Banaś, H. Kucha, 1969, 1975; J. Mikuszewski, 1974; H. Kucha, 1980; A. Nowakowski, W. Olszyński, 1981).

Treścią kilkuletniej pracy autora było rozpoznanie pod względem petrograficznym i mineralogicznym mineralizacji kruszcowej w utworach magmowo-metamorficznych starszego piętra strukturalnego w niecce żytawskiej (J. Blusztajn i in., 1980; B. Marcinkowski *vide* M. Panasiuk, M. Jęczmyk, 1982; B. Marcinkowski *vide* M. Jęczmyk i in., 1982).

MINERALIZACJA KRUSZCOWA

Do badań wykorzystano 40 preparatów polerowanych, pobranych z różnych odmian litologicznych, pochodzących głównie z południowo-wschodniego obrzeżenia niecki żytawskiej oraz częściowo z jej części centralnej. Badaniami tymi objęto również preparaty polerowane pochodzące z północnego obrzeżenia niecki, z niektórych wystąpień grejzenów turmalinowych granitu rumburskiego, jednakże ich wyniki nie są prezentowane w niniejszym artykule.

Rozpoznanie mineralizacji kruszcowej w niecce żytawskiej w chwili obecnej nie może być przedstawione w formie dostatecznie wyczerpującej z uwagi na niezupełnie jasne stosunki geologiczne między poszczególnymi formacjami skalnymi, co rzutuje w sposób zasadniczy na formy przestrzennego występowania mineralizacji, jak również na jej genezę. W związku z tym, autor prezentuje wyniki badań petrograficznych w odniesieniu do konkretnych jednostek geologicznych, w których przejawy danej mineralizacji występują.

MINERALIZACJA W GRANITACH

Mineralizacja kruszcowa w granitach omawianego obszaru notowana jest w postaci impregnacyjnej i żyłkowej, tak w „masie”, jak i w spękaniach skał.

W okolicach Rybarzowic mineralizacja siarczkowa koncentruje się głównie w przystropowych partiach podłoża krystalicznego. Stropowe partie granitu są zmineralizowane głównie pirytem i współwystępującym z nim w niewielkiej ilości markasytem. Piryty występują w postaci różnorodnych form żyłkowych: równoległych, krzyżujących się, siatkowych itp. (tabl. I, fig. 2, 3). Grubość ich wynosi od setnych części do 2 mm. Formy żyłkowe przechodzą nieraz w małe, nieregularne skupienia gniazdowe. Spotykane są również wydłużone formy piryty w postaci soczewek. Żyłki i soczewki piryty wypełniają spękania kwarcu, niekiedy wnikają w płaszczyzny łupliwości łyszczyków (tabl. II, fig. 4).

Markasyt tworzy podobne formy, a niekiedy występuje w postaci automorficznych kryształów, tkwiących w skupieniach piryty. Ponadto w skupieniach markasytu obserwowane są zbliżnienia polisyntetyczne. Sporadycznie w agregatach piryto-markasytowych spotyka się izometryczne, drobne wrostki sfalerytu. Ten typ mineralizacji związany jest prawdopodobnie z infiltracją z góry, o czym świadczy stopniowy zanik mineralizacji wraz z głębokością, w miarę jak granit staje się zwężony i niezwiertzały. Również w rejonie Rybarzowic mineralizacja występuje w strefach tektonicznych na głęb. ok. 100 m poniżej stropu podłoża krystalicznego. Obserwuje się tam gniazda i żyły węglanu – syderytu i kalcytu, zawierające siarczki i siarkosole Cu, Sb, As z podwyższoną zawartością Th, TR_2O_3 i Nb. Rozpoznano tutaj: chalkopiryty, minerały szeregu tetraedryt – tenantyt i chalkozyny. Ziarna chalkopiryty i chalkozyny występują w postaci zrostów, a tetraedryt tworzy izolowane ziarna w bliskim ich sąsiedztwie.

Poza rejonem Rybarzowic w granitach notowane były pojedyncze ziarna, a rzadziej zrosty piryty, pirotynu i chalkopiryty. Piryty, w postaci rozproszonej, tworzą automorficzne kryształy, zaś w zrostach z innymi minerałami – formy ksenomorficzne. Chalkopiryty jest notowany podrzędnie i buduje najczęściej wrostki w piryty lub też zrosty z nim. Pirotyt występuje sporadycznie, a jego relikty o automorficznych zarysach zachowały się w kilku punktach. Stwierdzono również nieregularne ziarna ilmenitu, na bokach których rozwijał się proces leukoksenizacji. Oprócz tego w granitach są dosyć liczne, pojedyncze, drobne ziarna tlenków tytanu wielkości od setnych części do 2 mm. Część tych ziarn charakteryzuje się automorficznymi formami. Mają one cechy typowe dla rutylu. Występują głównie w gniazdach łyszczykowych, a rzadziej w skaleniach.

Ziarna rutylu tworzą owalne, wydłużone, a sporadycznie automorficzne kryształy o wyraźnych refleksach wewnętrznych, w odcieniu miodowym i żółtomiodowym. W skaleniach tlenki tytanu mają większe rozmiary, bardziej regularne kształty (tabl. II, fig. 5) i wspólne cechy z rutylem drugiej generacji, opisanym w strefie Markocic (A. Nowakowski, W. Olszyński, 1981). W gniazdach łyszczykowych

są to bardzo drobne ziarenka wielkości od setnych do dziesiątych części milimetra, układające się zgodnie z łupliwością biotyту, a także jest to „pył rutyłowy” o wyraźnym kierunkowym ułożeniu. Ten typ rutyłu ma podobne cechy do rutyłu trzeciej generacji w strefie Markocic (A. Nowakowski, W. Olszyński, 1981). Drobne ziarna rutyłu powstały przypuszczalnie w wyniku rozpadu innych minerałów tytanowych (zawierających tytan) pod wpływem przeobrażeń hydrotermalnych lub też metamorficznych. W tych przypadkach rutył jest najprostszą i najtrwalszą formą sukcesji mineralnej.

MINERALIZACJA W GNEJSACH I W ŁUPKACH KRYSZALICZNYCH

Mineralizacja siarczkowa występuje najobficiej w obrębie łupków krystalicznych (głównie w przeobrażonych bazytach oraz rzadziej w aplitach – w ujęciu M. Juskowiak *vide* M. Jęczmyk i in., 1982) oraz łupków o najsilniej zaznaczonym łupkowaceniu (gnejsy drobnowarstwowe), natomiast rzadziej w gnejsach słojujowych i oczkowych. Łupki krystaliczne, wchodzące w skład kompleksu magmowo-metamorficznego okolic Bogatyni, zawierają mineralizację kruszczową w postaci pirytu i markasytu. W mniejszej ilości występują sfaleryt, chalkopiryt dwóch generacji, pirotyn, galena i bizmutyn (?) oraz tlenki tytanu.

Minerały kruszczowe tworzą głównie impregnację w postaci drobnych ziarn, wielkości od setnych i dziesiątych części do kilku milimetrów, a rzadziej małe skupienia nieregularnych kształtów o wymiarach kilku milimetrów. Niekiedy w łupkach krystalicznych o wyraźnej laminacji wydłużone ziarna kruszczowe układają się zgodnie z laminacją, wykorzystując płaszczyzny osłabionej spójności między laminami. Obserwuje się również wypełnienia spękań poprzecznych do laminacji.

Piryt ma postać ziarn automorficznych, rozproszonych (tabl. III, fig. 6 i 7), a niekiedy zgrupowanych w kilka agregatów milimetrowej wielkości. Część spośród ziarn ma wyraźnie nieregularne kształty. Rzadziej spotykane są wydłużone ziarna pirytu w formie soczewek i strzałek. Piryt współwystępuje z chalkopirytem pierwszej generacji, markasytem, sfalerytem, budując z nimi zgrupowania niewielkich rozmiarów.

Markasyt tworzy głównie euhedralne formy o postrzępionych bokach, powstałych w wyniku przeobrażeń ziarn pirytu (tabl. III, fig. 7). W sąsiedztwie tych form spotyka się ziarna o cechach pośrednich między markasytem i pirytem. Jest to pierwszy typ markasytu, obserwowany w sąsiedztwie strefy tektonicznej Markocic. Inny typ markasytu ma kształt wydłużonych tabliczek, ułożonych równolegle względem siebie. Między te tabliczki wnika sfaleryt i oba te minerały tworzą skupienia – struktury lamelkowe o naprzemianległym ułożeniu (tabl. IV, fig. 8 i 9). Sfaleryt stopniowo wypiera markasyt, zastępując coraz bardziej ten minerał, aż do prawie całkowitego zaniku (tabl. V, fig. 10). W niektórych ziarnach między tabliczki markasytu wnika chalkopiryt II i bizmutyn, które wypiera sfaleryt (tabl. III, fig. 6).

Współwystępowanie sfalerytu i chalkopirytu pierwszej generacji w łupkach i gnejsach jest powszechne. Minerały te tworzą zrosty (tabl. V, fig. 11) i przerosty, a także występują jako rozproszone, izometryczne ziarna. Większe ziarna tworzące zrosty mają nieregularne kształty.

Pirotyn notowany jest sporadycznie w postaci izometrycznych wzrostków w pirycie i w markasycie pierwszego typu, co pośrednio może świadczyć o powstaniu pseudomorfoz markasytowych po pirotynie. W pojedynczych przypadkach stwierdzono galenę w zrostach ze sfalerytem.

Podobnie jak w granitach, tak w łupkach i gnejsach obserwowano rozproszoną mineralizację tlenków tytanu, wielkości od setnych do dziesiątych części milimetra. Fazy mineralne tytanu występują w formach o postrzępionych bokach. Spotykane były również ziarna izometryczne o prostych zarysach. Sporadycznie ziarna kwarcu zastępowane były przez wtórne tlenki tytanu.

Liczne obserwacje mikroskopowe pozwoliły ponadto stwierdzić, że najwcześniejszym minerałem kruszcowym w tych skałach jest pirotyt, który uległ przeobrażeniu w markasyt. Następnie markasyt został zastąpiony przez sfaleryt, który wniknął między tabliczki markasytu powodując stopniowe jego wypieranie (tabl. IV, fig. 8 i 9). W kolejnym etapie tego procesu obserwowano zastępowanie sfalerytu przez chalkopiryty drugiej generacji i minerał o cechach optycznych zbliżonych do bizmutynu (tabl. III, fig. 6). Notowane wzrostki pirotytu w piryty i markasyty mogą świadczyć, że pirotyt jest tego samego wieku co piryty. W innych przypadkach piryty zostały zastąpione przez markasyt. Ponadto obserwowano formy przejściowe — piryty-markasytowe, szczególnie w sąsiedztwie dobrze zachowanych automorficznych ziarn piryty (tabl. III, fig. 7).

MINERALIZACJA W DIABAZACH

W południowej części obszaru badań, przy granicy państwowej z Czechosłowacją, występuje drobnoziarnista odmiana diabazu, w formie częściowo zerodowanego neku. Skała ta zawiera rozproszoną mineralizację tlenkową. Dominującym minerałem jest ilmenit, zawierający odmieszania hematytu i magnetytu. Odmieszania hematytu mają postać soczewek i form „pertytowych” (tabl. VI fig. 12). Są one bardziej pospolite i występują w większości ziarn. Rzadziej obserwowany jest magnetyt zawierający odmieszane lamelki ilmenitowe. Ilmenit i magnetyt tworzą najczęściej ksenomorficzne ziarna. Podrzednymi minerałami w diabazie są piryty i chalkopiryty o wielkości ziarn do 1 mm. Piryty tworzą automorficzne kryształy i niekiedy zawiera wzrostki magnetytu i pirotytu. Spośród minerałów wtórnych obserwuje się tlenki żelaza typu getytu, w postaci cienkich obwódek na zewnątrz ziarn piryty (tabl. VI, fig. 13), oraz tlenki tytanu o cechach rutylu. Wokół ziarn ilmenitu i w spękaniach rozwija się leukoksenizacja (tabl. VI, fig. 12). Diabaz zawiera również dużo drobnych ziarenek tlenków żelaza i tytanu, których dokładna identyfikacja w świetle odbitym jest niemożliwa.

Rozproszoną mineralizację magnetytowo-ilmenitową i wtórne jej przeobrażenia stwierdzono również w diabazie występującym w obrębie gnejsów i granitów. Rozwinięty w tych skałach proces hydrotermalny, połączony ze zmianami faz mineralnych, spowodował powstanie, a następnie rozpad minerałów tytanowych i utworzenie się drobnych, niezorientowanych wystąpień rutylu. Niektóre ziarna uległy częściowemu przeobrażeniu, gdyż centralne części ziarn zajmują nieznacznie zmieniony ilmenit, natomiast zewnętrzne ich części stanowią już produkt wtórny, o cechach leukoksenu czy też rutylu. Na mineralizację tlenkową nałożyła się następnie mineralizacja siarczkowa.

WNIOSKI

1. W niecce żytawskiej mineralizacja kruszcowa w skałach magmowo-metamorficznych wieku prekambryjskiego i paleozoicznego została stwierdzona w granitach, gnejsach oraz w łupkach krystalicznych i w diabazach.

2. Do minerałów kruszcowych należy zaliczyć: piryt, markasyt, pirotyn, chalkopiryt, sfaleryt, galenę, bizmutyn, minerały szeregu tenantyt – tetraedryt oraz pierwiastków ziem rzadkich. Ponadto stwierdzono dosyć liczne wystąpienia pierwotnych tlenków żelaza i tytanu, przede wszystkim w diabazach.

3. W granitach, gnejsach, łupkach krystalicznych oraz w diabazach notowano liczne minerały wtórne, produkty rozpadu ilmenitu w postaci drobnych ziarn rutilu. W minerałach tytanowych zaobserwowano dosyć powszechnie produkty procesu leukoksenizacji.

4. Na podstawie obserwacji mikroskopowych wysunięto przypuszczenie dotyczące sukcesji minerałów siarczkowych w gnejsach i łupkach krystalicznych:

piryt
pirotyn → chalkopiryt I → markasyt → sfaleryt → chalkopiryt II → bizmutyn?

5. W niektórych przypadkach stwierdzono kolejność rozwoju procesów mineralizacji, polegającą na nakładaniu się późniejszej mineralizacji siarczkowej na pierwotną mineralizację magmową typu tlenkowego.

PODSUMOWANIE

S. Jaskólski (1967), opisując mineralizację tlenkowo-siarczkową w granitognej-sach i gnejsach z północnych stoków Gór Izerskich, stwierdził, że istnieje wyraźny związek między tektoniką nieciągłą a okruszcowaniem, co jego zdaniem odzwierciedla rozwój mineralizacji w efekcie wstępowania roztworów hydrotermalnych ku strefom przypowierzchniowym. Z kolei liczne prace geologów czeskich wskazują na rozwój mineralizacji kruszcowej w podłożu trzeciorzędowych skał osadowo-wulkanicznych w niektórych zapadliskach tektonicznych Masywu Czeskiego w wyniku descenzji zmineralizowanych wód pochodzenia meteorycznego.

Powołując się na te poglądy autor sądzi, że liczne ślady przejawów mineralizacji kruszcowej w polskiej części niecki żytańskiej mogą być prawdopodobnie związane zarówno z działalnością hydrotermalną niskich temperatur, jak również z infiltracją roztworów wodnych wzbogaconych w niektóre pierwiastki rzadkie, ze stropowych partii podłoża krystalicznego trzeciorzędowych skał osadowo-wulkanicznych niecki żytańskiej. Do mineralizacji hydrotermalnej należy zaliczyć wystąpienia żył syderytowo-kalcytowych z siarczkami i siarkosolami: Th, TR_2O_3 , Nb, Cu, As, Sb i innych (M. Panasiuk, M. Jęcznyk, 1982), natomiast do mineralizacji typu infiltracyjnego liczne przejawy impregnacyjne w postaci „pyłu” siarczkowego w skałach magmowych i osadowych, z których część może się wiązać z rozwojem mineralizacji *basal type* (D.R. Boyle, 1979).

Zakład Złóż Rud Metali
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4

Nadesłano dnia 10 stycznia 1984 r.

PIŚMIENNICTWO

- BANAŚ M., KUCHA H. (1969) – Mineralizacja torowa pegmatytów z obszaru Bogatyni. Spraw. z Pos. Kom. Nauk. PAN Oddz. w Krakowie, 13, p. 597–599, z. 2.
- BANAŚ M., KUCHA H. (1975) – Niobium-bearing rutile, ilmenorutile and iron mossite? from pegmatites of the marginal zone of the Łużyce granitoids. Miner. Pol., 6, p. 3–13, nr 2.
- BEREZOWSKI Z. (1973) – Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Sudetów, ark. Bogatynia. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- BLUSZTAJN J., MARCINKOWSKI B., PANASIUK M., SZYMKOWIAK A. (1980) – Wstępne wyniki badań petrograficzno-mineralogicznych na tle budowy geologicznej metamorfiku izerskiego w rejonie Bogatyni. Kwart. Geol., 24, p. 936–937, nr 4.
- BOYLE D.R. (1979) – The dispersion of uranium in the vicinity of Miocene „basal type” uranium occurrences in Lassie Lake area, South Central British Columbia. Geol. Surv. Can. Pap., 79-1A, p. 349–356.
- GRAHMANN R., EBERT H. (1937) – Erläuterungen zur geologischen Karte von Sachsen. Blatt Hirschfelde. Preuss. Geol. Landesanst. Leipzig.
- JASKÓLSKI S. (1967) – Polimetaliczna mineralizacja tlenkowo-siarczkowa w granitognejsach Gór Izerskich (Dolny Śląsk) i jej pochodzenie. Pr. Geol. Komis. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie, 43.
- JĘCZMYK M., BERESTKA A., BELOK A. i in. (1982) – Wyniki rozpoznania geologiczno-surowcowego mineralizacji toru i pierwiastków towarzyszących. Rejon Opolno Zdrój – Markocice. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- KOWALSKI W., HUŁAS K. (1979) – Mineralogia i geochemia siarczków żelaza w kopalni „Turów”. Materiały Sympozjum nt. Mineralogia i geochemia utworów niecki żytańskiej, Bogatynia 19–20 października 1979 r. Warszawa.
- KUCHA H. (1980) – Continuity in the monazite-huttonite series. Miner. Mag., 43, p. 1031–1034.
- MIKUSZEWSKI J. (1974) – Wstępne wyniki badań nad występowaniem pierwiastków ziem rzadkich w rejonie Bogatyni. Kwart. Geol. 18, p. 883–885, nr 4.
- NOWAKOWSKI A., OLSZYŃSKI W. (1981) – Badania paragenez mineralnych z rejonu Markocice (Sudety Zachodnie), na podstawie mikroskopii w świetle odbitym i przechodzącym. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- OBERC J. (1972) – Budowa geologiczna Polski. 4, Tektonika, cz. 2. Sudety i obszary przyległe. Inst. Geol. Warszawa.
- PANASIUK M., JĘCZMYK M. (1982) – Wyniki badań uranonośności i toronośności utworów podłoża krystalicznego niecki żytańskiej w rejonie Rybarzowic. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- SVOBODA J. (1966) – Regional geology of Czechoslovakia. Part. I, The Bohemian Massif. Prague.

Борислав МАРЦИНКОВСКИ

**ПРОЯВЛЕНИЯ РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ
В МАГМАТИЧЕСКО-МЕТАМОРФИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ ОКОЛО БОГАТЫНИ**

Резюме

В статье приведены результаты изучения минерализации гидротермального и инфильтрационного типа в магматическо-метаморфических породах в районе Богатynи (Житавская муть-

да), причем особое внимание уделено площадным соотношениям минеральных проявлений и пород, в которых эти проявления обнаружались.

Отмечено присутствие множества рудных минералов, среди которых ведущее место занимают: пирит, пиротин, халькопирит, магнетит, сфалерит, галенит, а подчиненное — тантит-тетраэдрит, гематит, рутил и другие окислы титана.

Ориентировочно установлена очередность процессов сульфидной минерализации с тем, что особое внимание уделялось взаимоотношениям между процессами магматической минерализации окисного типа и гидротермальной минерализации сульфидно-сульфосолевого типа.

В статье предлагаются две концепции происхождения рудной минерализации, опирающиеся на литературные данные и на неопубликованные оценки.

Bogusław MARCINKOWSKI

TRACES OF ORE MINERALIZATION IN THE IGNEOUS-METAMORPHIC COMPLEX IN THE VICINITIES OF BOGATYNIA

S u m m a r y

The paper presents results of studies on mineralizations of the hydrothermal and infiltrational types in igneous-metamorphic rocks in the Bogatynia area (Żytawa Basin), especially spatial relations of the recorded traces of mineralizations and rocks affected by the processes. There have been recorded numerous occurrences of ore minerals in these rocks. Pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, magnetite, sphalerite, and galena predominate here whereas tenantite-tetrahedrite, hematite, and rutile and other titanium oxides are of secondary importance. A tentative sequence of development of sulfide mineralization processes is reconstructed with reference to interrelationships of development of igneous mineralization of the oxide type and hydrothermal one of the type of sulfides and sulfur salts.

Two models of origin of the ore mineralization are presented with reference to the literature.

TABLICA I

Fig. 2. Fragment żyłki pirytu w granicie. Rybarzowice, światło odbite, 1 nikol; pow. 90 ×
Fragment of pyrite veinlet in granite. Rybarzowice, reflected light, single nicol; ×90

Fig. 3. System form żyłkowych pirytu w granicie. Rybarzowice, światło odbite, 1 nikol; pow. 90 ×
A system of pyrite veinlet forms in granite. Rybarzowice, reflected light, single nicol; ×90

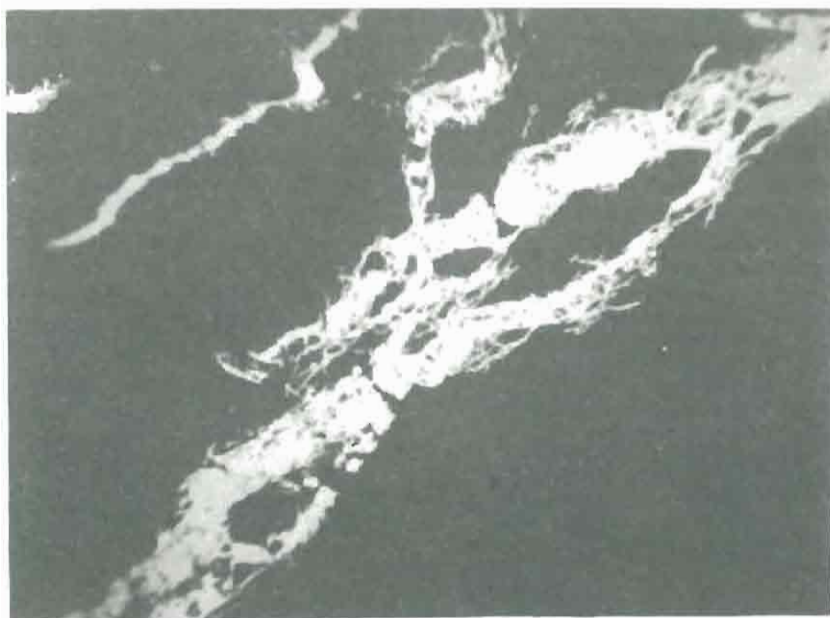


Fig. 2

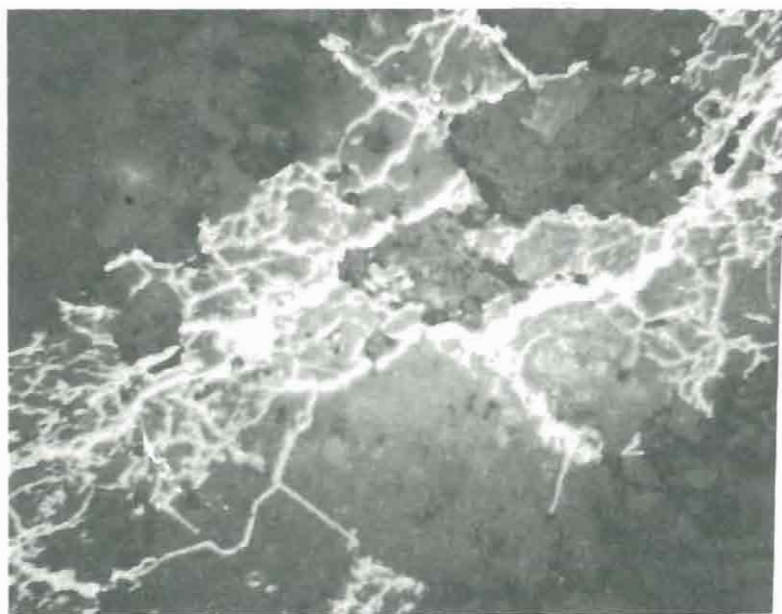


Fig. 3

Bogusław MARCINKOWSKI — Przejawy mineralizacji kruszcowej w kompleksie magmowo-metamorficznym okolic Bogatyni

TABLICA II

- Fig. 4. Fragment żyłki pirytu przechodzącej w formie soczewek do dużego ziarna biotyту; soczewki pirytu układają się zgodnie z łupliwością biotyту. Rybarzowice, światło odbite, 1 nikol; pow. 60 ×
Fragment of pyrite veinlet continuing in the form of lenses to large biotite grain in granite; pyrite lenses are arranged concordantly with cleavage of biotite. Rybarzowice, reflected light, single nicol; × 60
- Fig. 5. Współwystępowanie ziarn pirytu (jasne) i rutyłu (szare). Markocice, światło odbite, 1 nikol; pow. 80 ×
Cooccurrence of pyrite (light) and rutile (gray) grains. Markocice, reflected light, single nicol; × 80

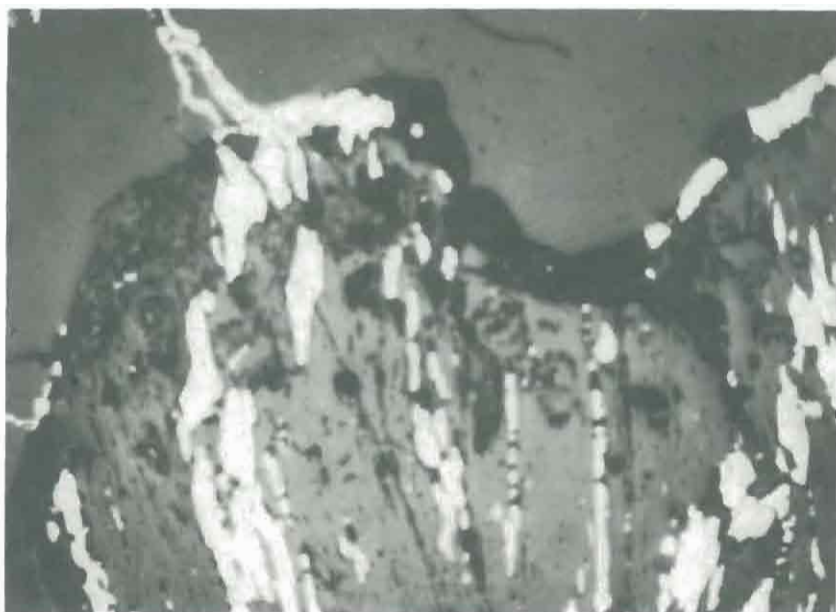


Fig. 4

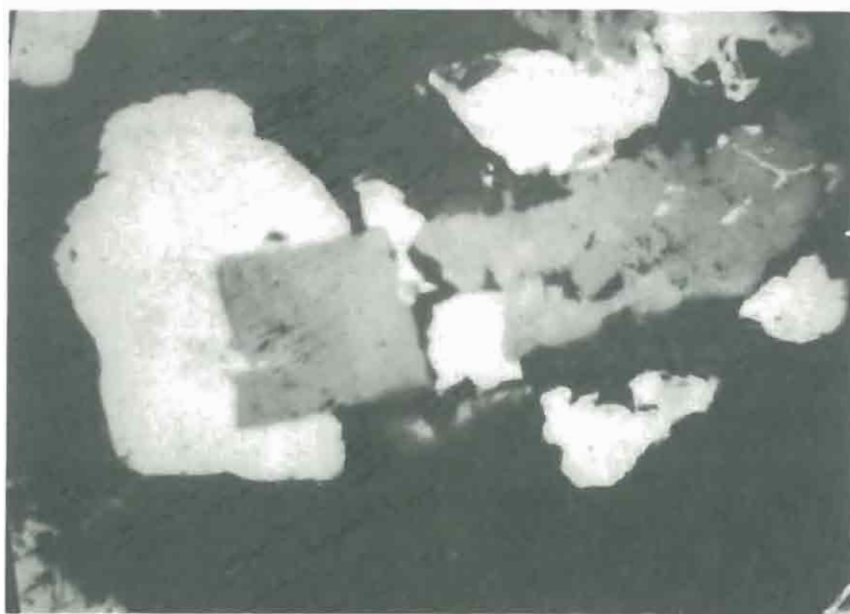


Fig. 5

Bogusław MARCINKOWSKI — Przejawy mineralizacji kruszcowej w kompleksie magmowo-metamorficznym okolic Bogatyni

TABLICA III

Fig. 6. Pseudomorfoza markasytu (m) po pirotyynie. W następnym stadium markasyt wypierany jest przez sfaleryt (s) i bizmutyn (b); obok automorficzne ziarna pirytu (p). Markocice, światło odbite, 1 nikol; pow. 80 ×

Pseudomorphosis of marcasite (m) after pyrrhotite. In the next stage marcasite is replaced by sphalerite (s) and bismutite (b); note authimorphic pyrite grains (p). Markocice, reflected light, single nicol; × 80

Fig. 7. Ziarna markasytu (m) powstałe z przeobrażenia pirytu (p). Markocice, światło odbite, 1 nikol; pow. 100 ×

Marcasite grains (m) formed in result of alteration of pyrite (p). Markocice, reflected light, single nicol; × 100

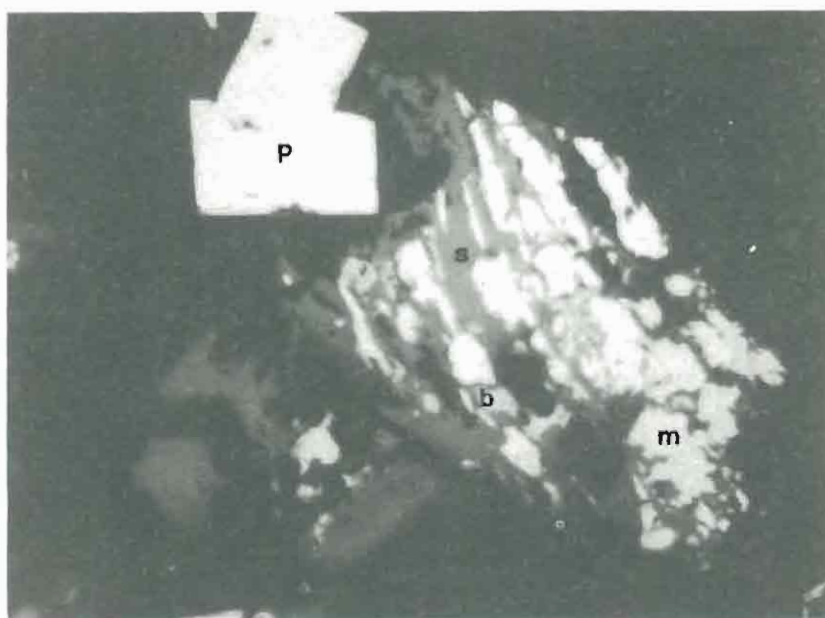


Fig. 6

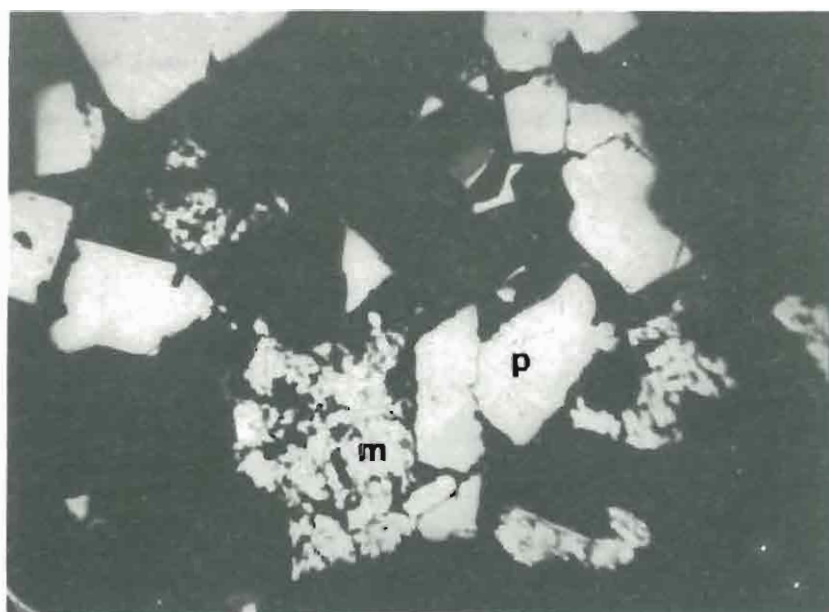


Fig. 7

Bogusław MARCINKOWSKI – Przejawy mineralizacji kruszczowej w kompleksie magmowo-metamorficznym okolic Bogatyni

TABLICA IV

Fig. 8. Początkowe stadium zastępowania markasytu (m) przez sfalcryt (s); wewnątrz automorficzne ziarna pirytu (p). Markocice, światło odbite, 1 nikol; pow. 240 ×

Initial stage of replacement of marcasite (m) by sphalerite (s); note authimorphic pyrite grains (p) inside. Markocice, reflected light, single nicol; × 240

Fig. 9. Zaawansowany proces wypierania markasytu (jasny) przez sfaleryt (szary). Markocice, światło odbite, 1 nikol; pow. 130 ×

Advanced replacement of marcasite (light) by sphalerite (gray). Markocice, reflected light, single nicol; × 130

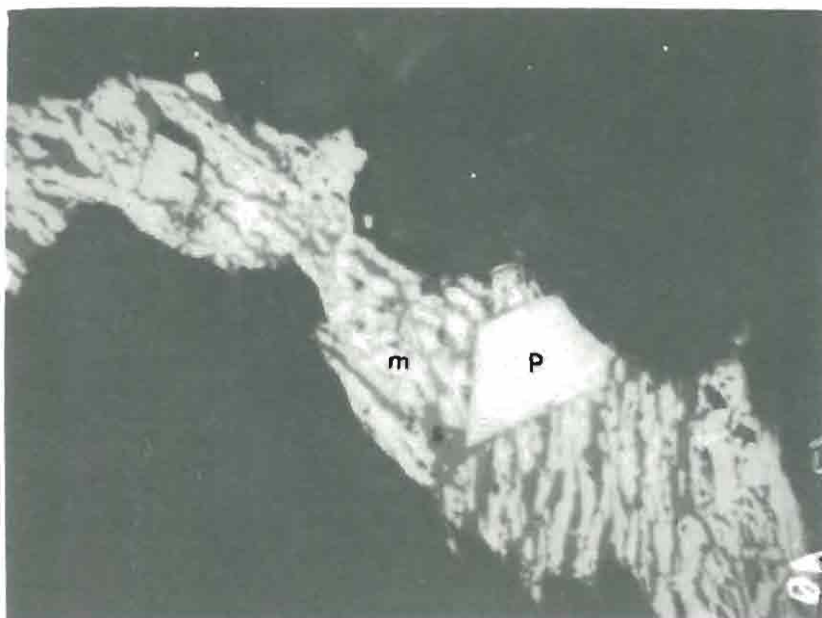


Fig. 8

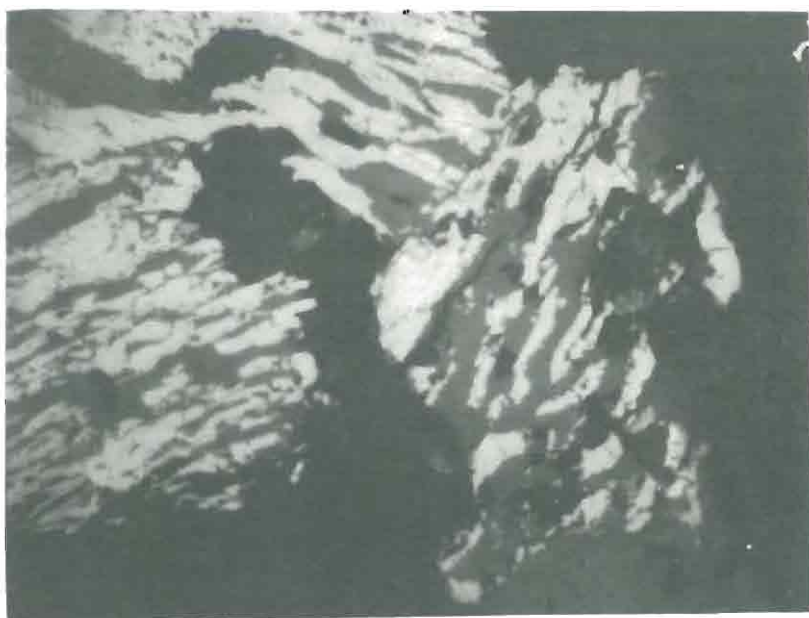


Fig. 9

Bogusław MARCINKOWSKI – Przejawy mineralizacji kruszcowej w kompleksie magmowo-metamorficznym okolic Bogatyni

TABLICA V

Fig. 10. Końcowe stadium wypierania markasytu (m) przez sfaleryt (s). Markocice, światło odbite, 1 nikol; pow. 100×

Final stage of replacement of marcasite (m) by sphalerite (s). Markocice, reflected light, single nicol; × 100

Fig. 11. Zrost sfalerytu (s) z chalkopirytem I (c). W sfalerycie widoczne relikty markasytu (m) ulegające wypieraniu. Markocice, światło odbite, 1 nikol; pow. 90×

Ingrowth of sphalerite (s) and chalcopyrite I (c). Sphalerite displays relics of marcasite (m), subjected to replacement. Markocice, reflected light, single nicol; × 90

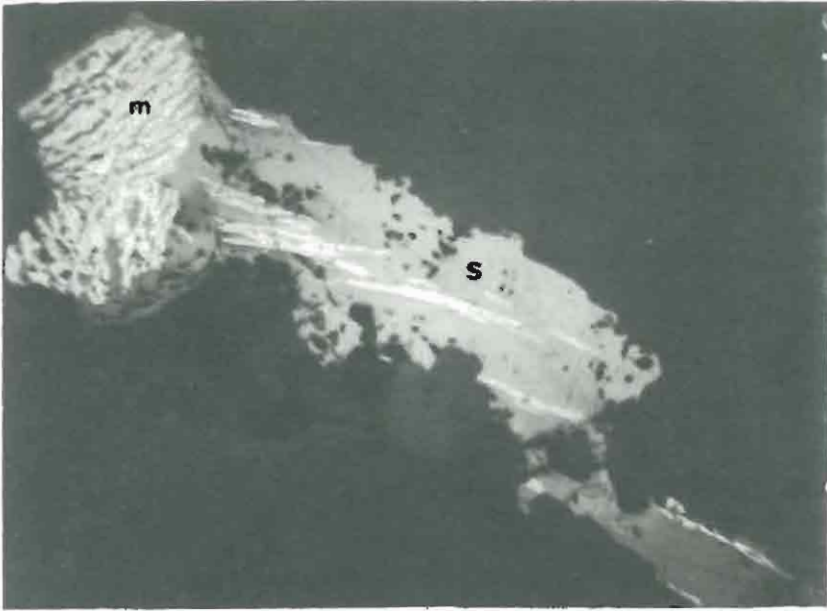


Fig. 10

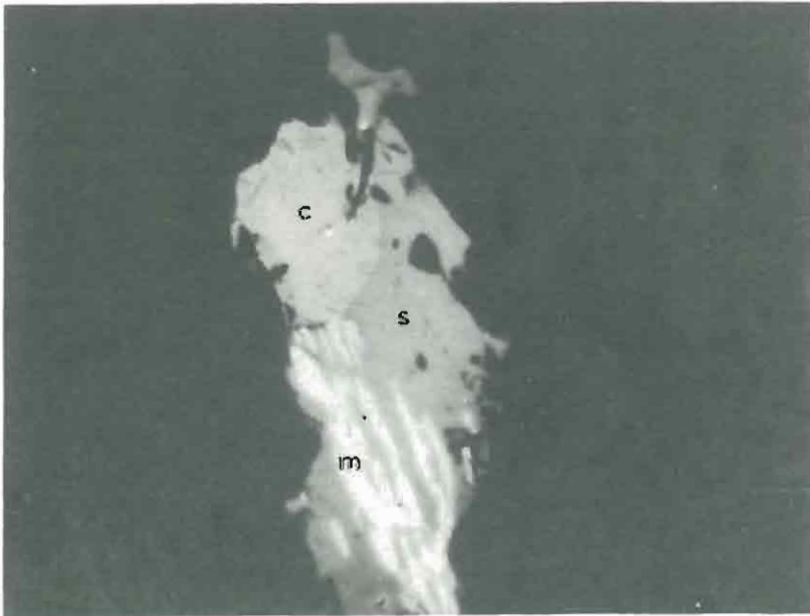


Fig. 11

Bogusław MARCINKOWSKI – Przejawy mineralizacji kruszczowej w kompleksie magmowo-metamorficznym okolic Bogatyni

TABLICA VI

Fig. 12. Odmieszania hematytu (jaśniejsze) w ilmenicie (ciemniejszy). Jasna Góra, światło odbite, 1 nikol; pow. 220 ×

Separations of hematite (lighter) in ilmenite (dark). Jasna Góra, reflected light, single nicol; × 220

Fig. 13. Ziarna pirytu (p) otoczone cienką obwódką tlenków żelaza typu getytu (g). Jasna Góra, światło odbite, 1 nikol; pow. 260 ×

Pyrite grains (p) surrounded by a thin rim of iron oxides of the goethite (g) type. Jasna Góra, reflected light, single nicol, × 260

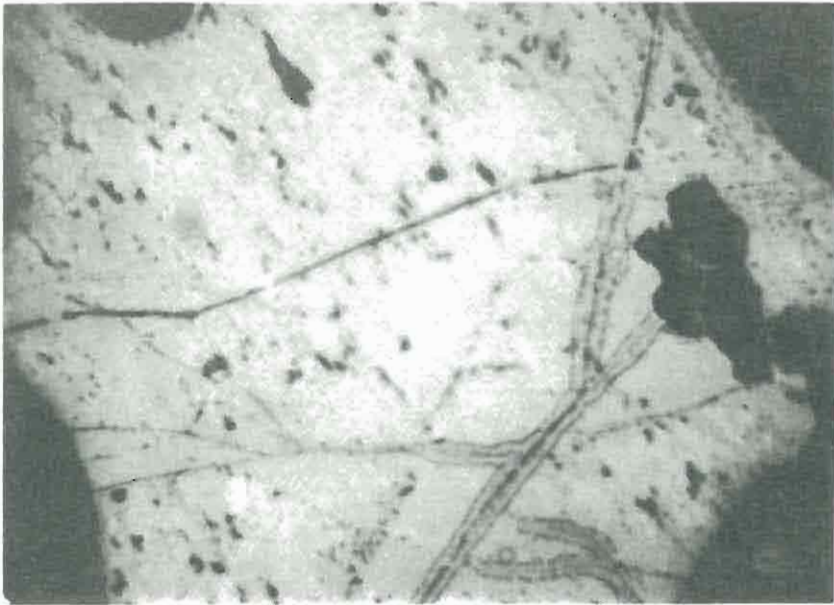


Fig. 12

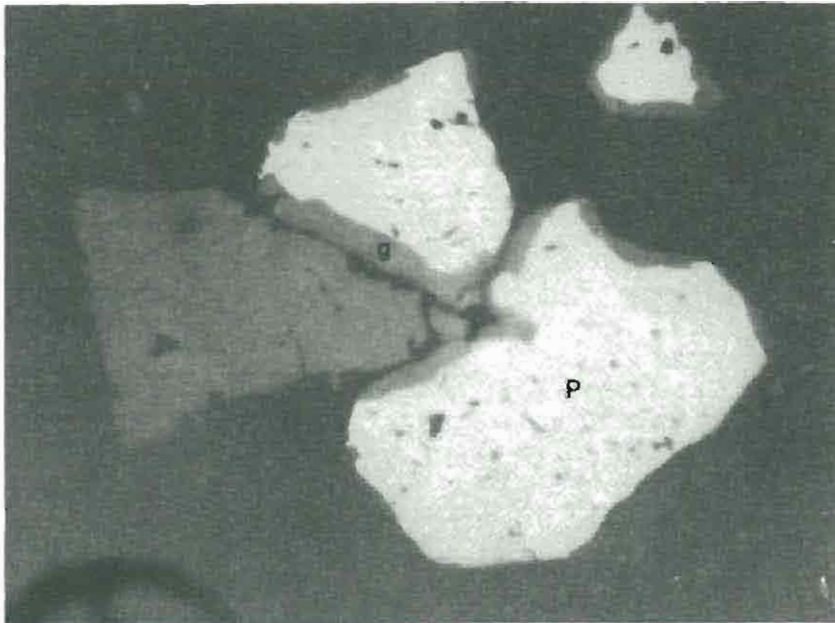


Fig. 13

Bogusław MARCINKOWSKI – Przejawy mineralizacji kruszcowej w kompleksie magmowo-metamorficznym okolic Bogatyni