



NOWE DANE O MINERALIZACJI TELLUROWO-BIZMUTOWEJ Z REJONU MYSZKOWA I MYŚŁOWA, STREFA KONTAKTU BLOKU MAŁOPOLSKIEGO Z BLOKIEM GÓRNOŚLĄSKIM

NEW DATA ON TELLURIUM-BISMUTH MINERALIZATION FROM THE MYSZKÓW AND MYŚŁÓW REGIONS IN THE CONTACT ZONE OF THE MAŁOPOLSKA BLOCK WITH THE UPPER SILESIA BLOCK

STANISŁAW Z. MIKULSKI¹, MAREK MARKOWIAK², GRZEGORZ ZIELIŃSKI¹, LESZEK GIRO¹

Abstrakt. W wyniku przeprowadzonych prac na mikroskopie polaryzacyjnym, skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) oraz mikrosondzie elektronowej (EPMA) CAMECA-SX-100 rozpoznano szereg minerałów Te i Bi i występujących z nimi siarkosoli Bi, Ag, Pb, Cu i Ni w próbkach utworów prekambryjsko-paleozoicznych pobranych ze strefy granicznej pomiędzy blokiem małopolskim i górnośląskim. Minerale Te i Bi stwierdzono w trzech archiwalnych otworach z dwóch obszarów perspektywicznych: Myszków (wiercenia: Pz-40 i 82-Ż) oraz Myśków (wiercenie 25-WB). Wśród rozpoznanych rzadkich minerałów dominują minerale Te-Bi-(Se + S) reprezentowane przez minerale z grupy tetradymitu (tetradymit, kawazulit i sulfotsumoit), tellurki Bi z szeregu hedleyit–tellurobismutyty (pilsenit, tsumoit i rucklidgeit) oraz siarczki bizmutu (bismutynit, newskit i paraganajuatyt). W otworze Pz-40 stwierdzono również hessyt, empressyt i matildyt. Ponadto stwierdzono wystąpienia siarkosoli Bi, Te, Pb, Se, Cu, (np. padërait, heyrovskÿit, gustavit, aleksyt, pavonit i in.). Mineralizacja tellurowa w paragenezie z mineralizacją bizmutową wraz z różnymi siarkosolami (Ag-Bi-Te-Pb-Cu-Au-Se-S) występuje w asocjacji z siarczki metalu podstawowego (galena, chalkopiryt, pirit i sfaleryt) w strefach brzeżnych wokół waryscyjskiej mineralizacji porfirowej typu Mo-Cu(-W) związanej z intruzjami granitoidowymi i ich dajkami o teksturze porfirowej.

Słowa kluczowe: minerale Bi i Te, siarkosole Bi, Ag, Pb i Cu, złoża porfirowe Cu-Mo, blok małopolski, blok górnośląski, Polska.

Abstract. A number of tellurium and bismuth minerals and Bi, Ag, Pb, Cu and Ni sulphosalts have been identified as a result of work carried out on the polarizing microscope, scanning electron microscope (SEM) and electron microprobe (EPMA) CAMECA SX-100. They are hosted by Ediacaran-Paleozoic rocks from the contact zone of the Małopolska Block with the Upper Silesia Block. These minerals have been found in three boreholes drilled in two prospective areas of Myszków (Pz-40 and 82-Ż boreholes) and Myśków (25-WB borehole). The rare minerals are dominated by those with the Te-Bi-(Se + S) system. They are represented by minerals of the tetradymite Group (tetradymite, kawazulite and sulphotsumoite), Bi tellurides from the hedleyite-tellurobismuthite group (pilsenite, tsumoite and rucklidgeite) and bismuth sulphides (bismuthinite, nevskite and paraganajuatite). In the Pz-40 borehole, Ag tellurides (hessite and empressite) and Ag, Bi sulphosalts (matildite) were also found. In addition, there are sulphosalts of Bi, Ag, Au, Pb, Se and Cu of variable compositions (e.g. padëraite, heyrovskÿite, gustavite, aleksite, pavonite and others). The tellurium and bismuth mineralization occur together with the sulphosalts in close association with basic metal sulphides (galena, chalcopyrite, pyrite and sphalerite). They form a veinlet-impregnation mineralization type in the marginal zones around Variscan Mo-Cu(-W) porphyry mineralization related to the granitoid intrusions and their dykes with porphyritic textures.

Key words: minerals of Bi and Te, sulphosalts of Bi, Ag, Pb and Cu, Cu-Mo porphyry deposits, Małopolska Block, Upper Silesia Block, Poland.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: stanislaw.mikulski@pgi.gov.pl, grzegorz.zielinski@pgi.gov.pl, leszek.giro@pgi.gov.pl.

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Górnośląski, ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec; e-mail: marek.markowiak@pgi.gov.pl.

WSTĘP

Tellur w Unii Europejskiej jest zaliczany do pierwiastków krytycznych, a w perspektywie do 2020 r., jego popyt ma wzrosnąć prawie trzykrotnie w stosunku do podaży. Spowodowane to ma być głównie stałym wzrostem zapotrzebowania w przemyśle paneli słonecznych oraz w produkcji nośników informacji. Również znaczenie bizmutu ze względu na szerokie zastosowanie w metalurgii, elektronice i przemyśle chemicznym stale rośnie (np. Mikulski, 2014). W Polsce obydwa te pierwiastki nie są odzyskiwane w procesach technologicznych. Rozpoznanie Te i Bi pod względem mineralogicznym w różnych formacjach metalogicznych w Polsce, jest coraz powszechniejsze ze względu na zastosowanie w badaniach surowcowych nowoczesnego sprzętu badawczego, jakim jest mikrosonda elektronowa.

Minerały telluru Bi-tellurki i S-tellurki, rzadziej Ag-, Cu-, i Pb-tellurki, stwierdzono w skarnach z rejonu Zawiercia oraz w żyłkach kwarcowych z rejonu Myszkowa, Smolenia, Ryczowa, Pilicy i Jaworzniaka (Harańczyk, 1978; Ślósarsz, 1994; Koszowska, 2005). W latach 2006–2008 w wyniku przeprowadzonych przez PIG-PIB prac badawczych (Oszczepalski i in., 2008; Mikulski i in., 2008, 2009)

uzyskano nowe informacje na temat wystąpień tellurków w utworach prekambryjsko-paleozoicznych strefy granicznej pomiędzy blokami małopolskim i górnośląskim. Asocjacje mineralne zawierające minerały telluru stwierdzono w trzech następujących rejonach: Myszków, Żarki-Kotowice oraz Mysłów. Zawartość Te, Ag, Au, Bi, Pb i Cu w badanych próbkach skał z archiwalnych wierceń na bloku małopolskim wynosiła od poniżej 0,5 do ok. 30 ppm (dane wg Oszczepalskiego i in. 2008). W wyniku prac prowadzonych w ostatnich latach paragenety mineralne zawierające minerały Te i Bi stwierdzono w trzech rejonach: Mrzygłód–Myszków–Nowa Wieś Żarecka (wiercenia: Pz-10, Pz-38, Pz-40 i 82-Ż), Żarki-Kotowice (wiercenia: 144-Ż i ZW-1 – Markowiak, 2015) oraz Mysłów (wiercenie 25-WB), (Mikulski i in., 2009).

W niniejszym artykule przedstawiono rezultaty najnowszych prac (Mikulski i in., 2014a) uzupełniające dotychczasowe wyniki dotyczące występowania mineralizacji Te, Bi, Ag, Pb, Se i S w obszarach perspektywicznych w rejonie Myszkowa i Mysłowa w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ OBSZARU BADAŃ

Obszar badań jest zlokalizowany w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim. Dwa z trzech otworów wiertniczych (82-Ż i Pz-40), w których stwierdzono mineralizację tellurową i bizmutową znajdują się w rejonie Myszkowa, a otwór 25-WB w rejonie Mysłowa (fig. 1). Obydwa te rejonu są uznawane za perspektywiczne dla złożowych wystąpień mineralizacji porfirowych typu Cu-Mo-W związanych z waryscyjskim cyklem orogenicznym (np. Oszczepalski i in., 2008, 2010; Mikulski i in., 2012). Dodatkowo, w rejonie Myszkowa, udokumentowano pierwsze w Polsce złożo rud molibdenowo-wolframowo-miedziowych (Piekarski i in., 1993; Siata, 2007). Złożo to o formie sztokwerku występuje na powierzchni ok. 0,5 km² i głębokości od ok. 200 do 1250 m. Jest to typ mineralizacji Mo-Cu-W, związanej z granitoidami i porfirami o charakterystycznej strefowości występowania mineralizacji impregnacyjno-żyłkowej, typowej dla złóż porfirowych Cu-Mo±W (Piekarski, 1994, 1995; Podemski, 2001; Lasoń, 2003; Karwowski i in., 2005; Markowiak i in., 1994, 2009; Oszczepalski i in., 2010; Mikulski in., 2012).

Głównymi minerałami rudnymi w złożu Myszków są chalkopiryt i molibdenit oraz w mniejszym stopniu scheelit. W strefach zewnętrznych wokół Cu-Mo jądra siarczkowego pojawiają się w paragenety z siarczkami metali podstawowych (Pb, Cu, Fe i Zn) również znaczne domieszki metali takich jak Bi, Te i Se (np. Harańczyk, 1978, 1979, 1983; Podemski, 2001; Lasoń, 2003; Koszowska, 2005; Mikulski i in., 2009, 2014a), metali szlachetnych Au i Ag (Mikulski

i in., 2008; Mikulski, Markowiak, 2011) czy w strefach zmian metasomatycznych pierwiastków ziem rzadkich (Oszczepalski i in., 2008; Pańczyk i in., 2012; Markowiak, 2012, 2014; Mikulski i in., 2014b, ten tom).

Rozwój magmatyzmu waryscyjskiego w tym obszarze jest związany ściśle z aktywnością strefy uskokowej Kraków–Lubliniec (Żaba, 1999). Wieloetapowość rozwoju tektonicznego tej strefy miała wpływ zarówno na sedimentację osadów prekambryjskich paleozoicznych na obu blokach, jak i na ich ewolucję strukturalną (np. Buła, 2002; Buła, Żaba, 2005; Truszel i in., 2006). W badanym rejonie Myszkowa oraz Mysłowa wokół intruzji granitoidowych rozwinął się związany z nimi system dajek ryolitów, diabazów i lamprofirów (Ekiert, 1971; Harańczyk, 1979; Markiewicz, 1998, 2002; Żaba, 1999). Datowania skał magmowych wskazują na rozwój magmatyzmu waryscyjskiego głównie w górnym karbonie (Żelaźniewicz i in., 2008; Nawrocki i in., 2010). Z procesami magmowymi i hydrotermalnymi wokół intruzji waryscyjskich jest związany rozwój procesów kruszczośnych, przejawiających się krystalizacją paragenety siarczkowych, głównie chalkopiryty i molibdenitu. Datowania molibdenitu metodą Re-Os wskazują na ich precypitację w czasie od 296,3 ± 1,4 mln lat do 301 ± 2 mln lat (Stein i in., 2005; Mikulski, Stein, 2012). W strefach rozwoju procesów mineralizacyjnych zarówno waryscyjskie skały magmowe, jak i skały osłony, uległy procesom silnych zmian hydrotermalnych, takich jak argilityzacja, sylifikacja, feldspatyżacja, serycytyzacja, karbonatyzacja, chlorytyzacja, epidotyżacja,

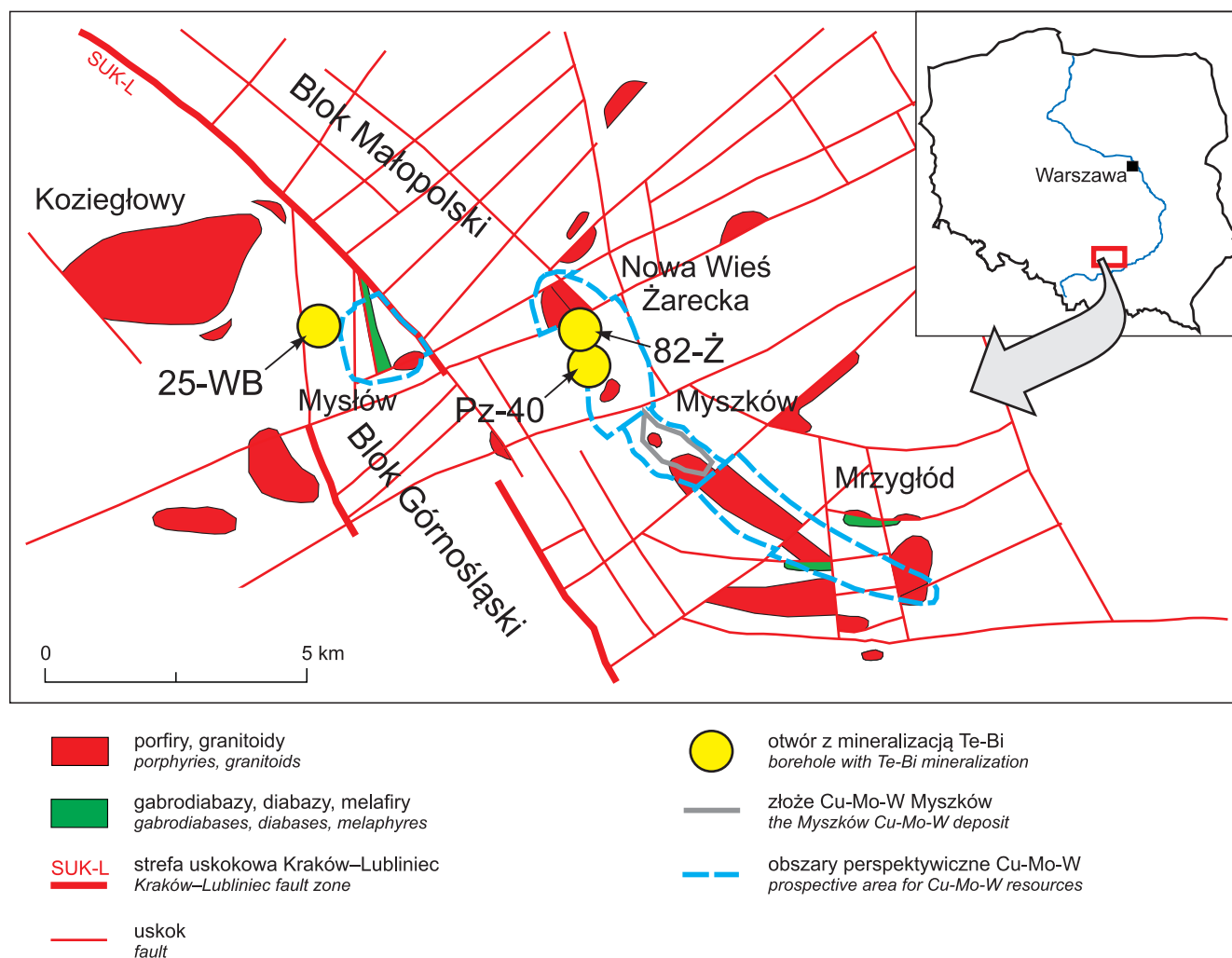


Fig. 1. Lokalizacja archiwalnych wierceń z rozpoznaną mineralizacją Te-Bi ze strefy kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim

Location of the boreholes with Te-Bi mineralization from the contact zone of the Małopolska Block with the Upper Silesia Block

czy osiarczkowanie (np. Harańczyk 1983; Markowiak i in., 1994; Ślósarz 1994; Podemski, 2001; Lasoń, 2003; Karwowski i in. 2005; Oszczepalski i in., 2008; Markowiak, 2015). Zasięg termiczno-metasomatycznego oddziaływania intruzji granitoidowych w tych rejonach dochodzi do ok. 1800 m od jej granic (Markowiak, 2015, wraz z literatu-

ra). W strefach oddalonych o ok. 0,5–1,8 km od głównego jądra z mineralizacją siarczkową Cu-Mo pojawia się mineralizacja siarczkowa reprezentowana głównie przez piryt i siarczki Cu, Pb, Fe i Zn, którym w podrzędnych ilościach towarzyszą minerały i domieszki pierwiastków takich jak Te, Bi, Se, Ag czy Au.

METODY BADAŃ

Szczegółowe badania składu chemicznego rzadkich minerałów kruszcowych przeprowadzono na mikroskopie polaryzacyjnym, skaningowym mikroskopie elektronowym ZEISS LEO 1430 i nowoczesnej mikrosondzie elektronowej CAMECA SX-100 produkcji Ametek – Cameca (Francja). Dane techniczne oraz informacje o zastosowanych wzorcach są następujące:

Napięcie 15 kV, prąd wiązki 10 nA, wiązka skupiona. Czasy akwizycji: w pozycji piksu – 20 s, w pozycji tła – 10 s. Napylenie węglem. Użyte wzorce – z zestawu SPI-53 firmy SPI i/ lub z zestawu sulph-16 firmy P&H: Ag, Te – hessyt Ag_2Te : Ag [62,84%], Te [37,16%]; Bi, Se – Bi_2Se_3 synt. : Bi [63,84%], Se [36,17%]; Cu, S, Fe – chalkopiryt : Cu [34,63%], Fe [30,43%], S [34,94%]; Au – Au metal. : Au

[100%]; Co, As – skutterudyt : Co [15,45%], As [79,09%]; Sb – antymonit Sb_2S_3 : Sb [71,68%]; Ni – Ni metal. : Ni [100%]; Si, Ca – wollastonit : Si [23,99%], Ca [34,17%]; Al – albit; Al. : [10,34%]; Zn – ZnS synt. : Zn [67,10%]; Pb – galena : Pb [86,60%]; Hg – cynober HgS : Hg [86,22%]; Cd – CdS synt. : Cd [77,81%]; Mo – molibdenit : Mo [59,86%].

Prace na CAMECA SX-100 poprzedziły badania Leszka Giro oraz dokumentacja fotograficzna (BSE) wykonane przy pomocy wysokopróżniowego (10–5–10–6 Torr) ska-

ningowego mikroskopu elektronowego (SEM, z ang. scanning electron microscope) LEO 1430 (firmy ZEISS) wyposażonego w detektor dyspersji energii (EDS) ISIS 300 firmy Oxford Instruments Ltd. EDS posiada okienko Si-Li (krzemowo-litowe) umożliwiające identyfikację pierwiastków od B do U. Podczas badań stosowano napięcie przyspieszające 20kV o natężeniu $50\mu A$ i prądzie na powierzchni próbki 120–244 pA.

WYNIKI BADAŃ

OTWÓR WIERTNICZY 25-WB

Wiercenie 25-WB jest zlokalizowane w miejscowości Brzeziny, ok. 1,5 km na północ od Mysłowa i 3,5 km na SEE od Koziegłów (fig. 1). W pionowym profilu otworu o głębokości 651,0 m pod pokrywą mezozoicno-kenozoiczną (do 295,5 m) rozpoznano osady górnego dewonu z intruzjami waryscyjskich porfirów. Poniżej występuje intruzja złożona, zbudowana z porfirów i diabazów o sumarycznej miąższości pozornej dochodzącej w profilu wiercenia do ok. 50 m, a pod nią nawiercono zmienione ilowce ordowiku z intruzją porfiry (fig. 2). Skały magmowe stanowią ok. 27% paleozoiczne-

go profilu wiercenia. W rejonie Mysłowa nie natrafiono na intruzje skał głębinowych, a skały magmowe są reprezentowane przez liczne dajki diabazów i porfirów. Skały te zostały opisane przez Ciemnieuską (zob. Wielgomas i zespół, 1988), jako porfiry ryolitowe i dacytowe, natomiast pozycję systematyczną na diagramie dyskryminacyjnym (Na_2O+K_2O vs. SiO_2) dla skał subwulkanicznych określiła Markiewicz (2002), zaliczając je do dacytów, sporadycznie ryolitów.

Zarówno skały dewonu, jak i ordowiku uległy zmianom metasomatycznym. W skałach węglanowych dewonu stwierdzono przede wszystkim rekrystalizację wapieni i lokalnie oskarnowanie. W żyłach porfirowych obserwuje się głównie epidotyzację i feldspatyzację, dość powszechna jest również serycytyzacja i karbonatyzacja. Użylenie jest małe i średnie a minerały płonne żyłek to przede wszystkim węglany i kwarc. Okruszczowanie jest ogólnie śladowe, reprezentowane głównie przez piryt, rzadziej chalkopiryt, jednak zdarzają się interwały silniej okruszczowane z licznymi siarczkami metali podstawowych. W dacytach pojawiają się również paragenezy kwarcowych żyłek z molibdenitem oraz pirytem i chalkopirytem (Oszczepalski i in., 2008). Zróżnicowaną mineralizację kruszczową stwierdzono też w zrekrystalizowanych i oskarnianych wapieniach dewońskich. Skarny mają niewielkie rozmiary i rozciągają się wzdłuż uławicenia skały. Minerale płonne to: węglany, kwarc, chloryt, granaty (głównie andradyt), talk, amfibole (z grupy tremolit-aktynolit), pirokseny (głównie diopsyd), skalenie, łuszczki, minerały serpentynowe, rzadziej baryt, fluoryt i in. (Truszel, Markowiak, 1999; Markowiak, Habryn, 2003).

W próbkach z głębokości ok. 628,6 m stwierdzono żyłkę kwarcowo-molibdenitową z siarczkami Pb, Cu, Fe i Zn, tnącą silnie przeobrażony dacyt (Mikulski i in., 2009). W dacycie jest widoczna silna serycytyzacja i karbonatyzacja plagioklazów oraz chlorytyzacja biotyty. Mineralizacja kruszczowa ma charakter impregnacyjno-żyłkowy. Dominuje piryt, który współwystępuje z molibdenitem i chalkopirytem. Molibdenit jest drobnoziarnisty i ma pokrój pręcikowy ($<100\mu m$ długości) oraz przerasta się z pirytem (fig. 3A) i/lub chalkopirytem. Towarzyszą im gruboziarniste siarczki – piryt, sfaleryt oraz podrzędnie galena (fig. 3B). Skład chemiczny (WDS) molibdenitu wykazuje ok. 62% wag. Mo, ok. 38% wag. S oraz śladowe domieszki Fe (tab. 1). Na podstawie

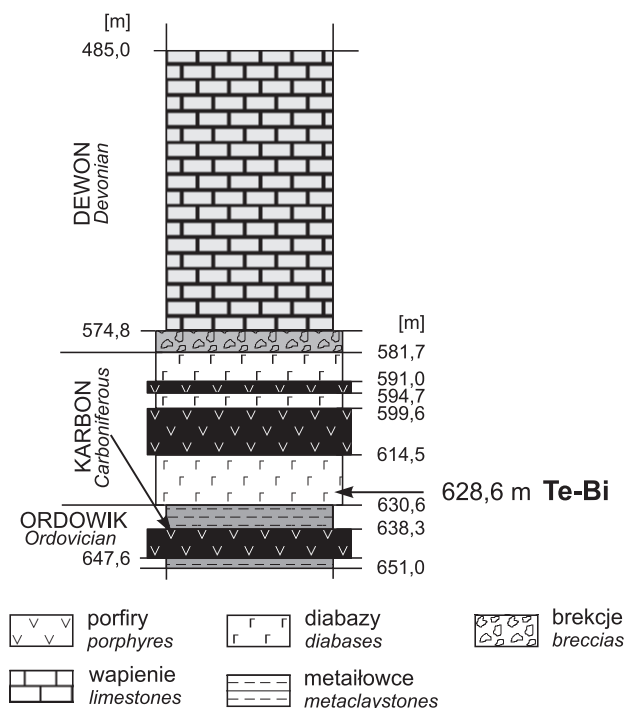


Fig. 2. Fragment profilu litologicznego otworu 25-WB wraz z zaznaczoną głębokością (628,6 m) poboru próbki z mineralizacją Te-Bi

Part of the lithological section of the 25-WB borehole. Sampled interval (628.6 m depth) with Te-Bi mineralization is marked

Tabela 1

**Skład chemiczny (w % wag.) mineralów z próbki z wiercenia 25-WB z głębokości 628,6 m
(na podstawie badań skaningowym mikroskopem elektronowym – SEM)**
EDS composition (in wt. %) of minerals in the sample from of the 25-WB borehole (depth 628.6 m)

Próbka/ foto nr, punkt nr	S	Fe	Cu	Se	Ag	Pb	Te	Bi	Minerał
f. 8, p. 3	15,02	3,53	1,07*	0,59	7,13	23,70*	–	48,95	gustavit [PbAgBi ₃ S ₆]
f. 9, p. 1	12,72	2,88	–	1,26	–	–	21,04	62,10	tetradymit [Bi ₂ Te ₂ S]
f. 2, p. 2	7,99	2,34	–	0,79	–	–	27,16	61,72	?sulfotsumoit [Bi ₃ Te ₂ S]
f. 12, p. 4a	8,74	2,72	–	0,57	–	–	24,25	63,73	sulfotsumoit
f. 12, p. 4b	–	3,66	–	0,81	–	–	32,11	63,42	pilsenit [Bi, Te]
f. 12, p. 4c	–	2,92	–	0,63	–	31,28	26,02	39,16	ruckildgeit [(Bi, Pb) ₃ Te ₄]
f. 12, p. 4d	4,55	2,41	–	0,50	–	25,97	21,71	44,85	?aleksyt [PbBi ₂ Te ₂ S ₂]
f. 5, p. 1	12,00	0,61*	–	–	–	87,36*	–	–	galena
Próbka/ foto nr, punkt nr	S	Fe	Cu	Zn	–	–	Mo	Cd	Minerał
f. 3, p. 2	38,32	–	–	–	–	–	61,68	–	molibdenit
f. 5, p. 2	52,48	45,08	–	2,44	–	–	–	–	piryt
f. 5, p. 3	29,50	0,83	–	66,75	–	–	–	2,70	sfaleryt
f. 2, p. 2	38,10	58,60	0,19*	–	0,35*	–	–	Au: 2,75	pirotyn
f. 2, p. 1	50,74	44,39	–	–	0,10*	–	–	Au: 4,78	piryt
f. 2, p. 2	52,04	47,89	–	–	0,06*	–	–	–	piryt
f. 3, p. 1	34,94	30,63	34,42	–	–	–	–	–	chalkopiryt

* Dokładność oznaczeń = <2 Sigma

* Accuracy of analysis = <2 Sigma

oznaczeń w mikroobszarze (EDS) w pirycie stwierdzono domieszki złota (do 4,78% wag.) oraz występowanie wrostków mineralów Te i Bi. Analizy składu chemicznego (EDS) pirytu wskazują poza domieszkami złota na obecność kilku faz mineralnych o zmiennej zawartości siarki (0–15% wag.), srebra (0–8% wag.), ołowiu (0–32% wag.), telluru (0–32% wag.) oraz bizmutu (0–64% wag.). Oznaczono takie minerały jak: tetradymit [Bi₂Te₂S], tsumoit [BiTe], sulfotsumoit [Bi₃Te₂S], minerały z grupy gustawitu i niezidentyfikowane siarkosole Pb-Ag-Bi (fig. 3B, D). Skład chemiczny tetradymitu na podstawie badań (EDS) jest następujący: Bi ok. 62% wag., Te – ok. 21–27% wag. Se – ok. 0,8–1,3% wag. oraz S – ok. 7–12% wag. Skład chemiczny sulfotsumoitu i innych mineralów oznaczony na podstawie EDS przedstawiono w tabeli 1.

W innej próbce pobranej z głębokości 643,0 m stwierdzono żyłkę kwarcowo-siarczkową przecinającą silnie zmieniony diabaz. W diabazie jest obecna mineralizacja impregnacyjno-żyłkowa reprezentowana głównie przez pojedyncze (10–30 µm średnicy) lub agregatowe skupienia chalkopiryty (do 1–5 mm długości) i/lub pirytu. Duże agregaty ziarniste pirytu (do 1–5 mm średnicy) są spękane. W nich pojawiają się niewielkie wrostki chalkopiryty oraz rzadziej galeny. W zmienionym diabazie są liczne wtórne minerały tytanu (tytanit/ leukokseny) najczęściej zastępujące biotyt oraz jest widoczna serycytyzacja plagioklazów.

W aktualnie zbadanych preparatach pobranych z wiercenia 25-WB z głębokości ok. 623–624 m stwierdzono również mineralizację siarczkową w żyłkach kwarcowych. Głównie jest to mineralizacja pirytowa, której towarzyszy molibdenit, chalkopiryt, sfaleryt oraz galena (fig. 4A, B, E). W strefach z kalcytem i łyszczkami obok siarczków pojawiają się również monacyt, cyrkon oraz niezidentyfikowane minerały z grupy węglanów, zawierające domieszki pierwiastków ziem rzadkich (fig. 4D). Molibdenit jest obecny w strefach chlorytowych wraz z kwarcem, plagioklazami oraz skaleniem potasowym. Z siarczków towarzyszy mu chalkopiryt oraz piryt (fig. 4E). Molibdenit występuje w postaci drobnych łusek o długości do 10–40 µm. Piryt występuje w postaci większych wydłużonych agregatów (do kilku mm długości) oraz w postaci drobno-, i średniokrystalicznej impregnacji głównie w strefach kalcytowo-łyszczkowo-chlorytowych. Rozmiary pozostałych paragenetycznych siarczków osiągają z reguły od kilkudziesięciu do kilkuset mikrometrów. Kryształy monacytu oraz cyrkonu są zazwyczaj drobne (10–30 µm średnicy; fig. 4C). Obserwowano przerosty mikrokryształów galeny ze sfalerytem czy narastanie pirytu lub galeny na chalkopirycie. W strefach okruszczonych jest obecny również rutyl, który występuje w postaci automorficznych kryształów do ok. 30 µm średnicy oraz w formie b. drobnokrystalicznych igielkowych agregatów (do ok. 50 µm długości). Rutylowi towarzyszy monacyt, który

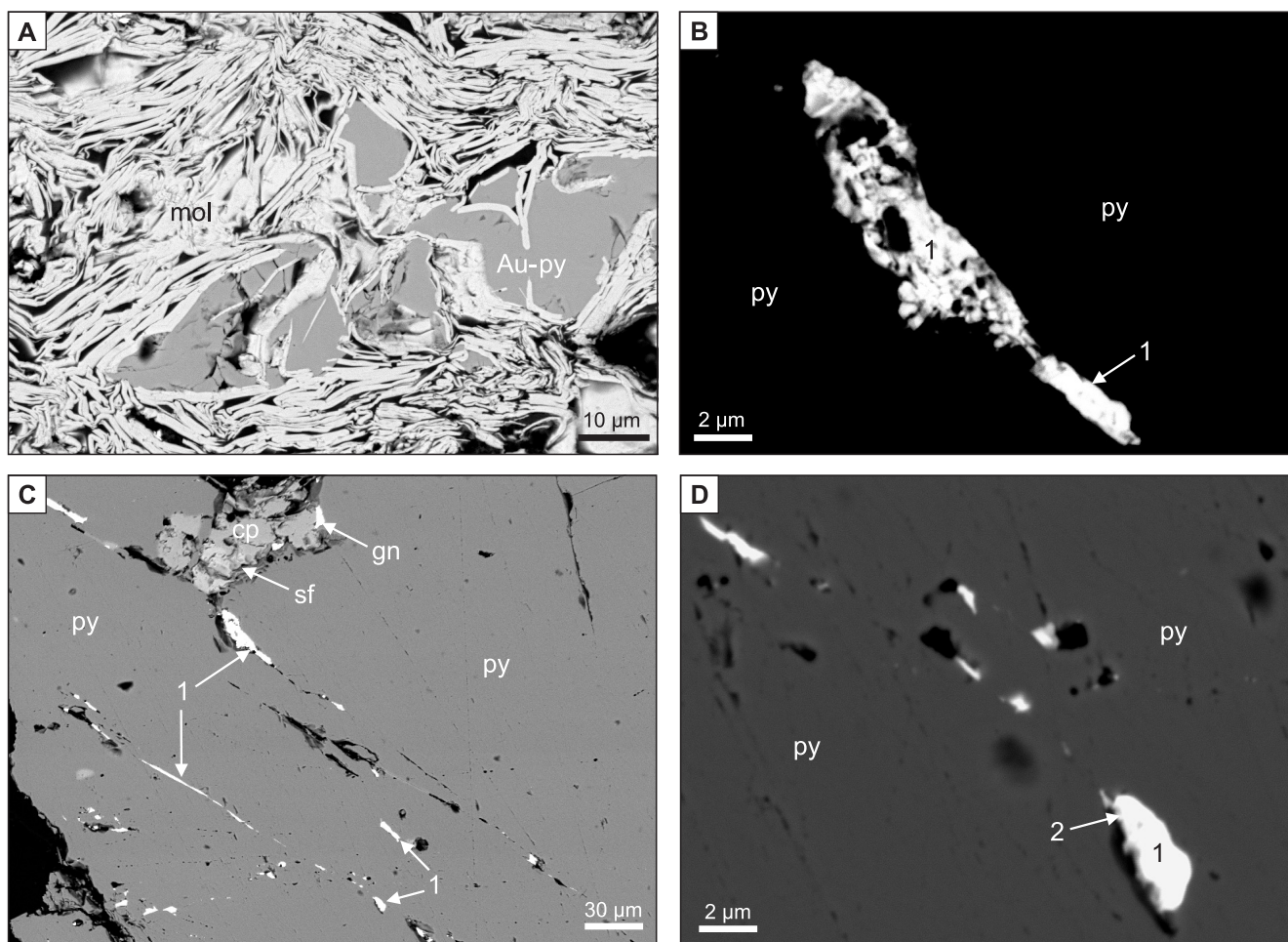


Fig. 3. Fotografie BSE z mineralizacją siarczkową wraz z rzadkimi fazami mineralnymi Bi-Te w próbce z wiercenia 25-WB (głębokość 628,6 m)

A. Przerosty molibdenitu (mol) ze złotośnym pirytem (Au-py) w kwarcu żyłowym. **B.** Mikrowrostki tetradymitu (1) oraz innych niezidentyfikowanych faz mineralnych Te i Bi w piryocie (py). **C.** Wrostki chalkopirytu (cp), galeny (gn), sfalerytu (sf) oraz faz mineralnych z grupy gustawitu (1) w piryocie (py). **D.** Mikrowrostki tsumoitu (1) oraz sulfotsumoitu (2) w piryocie (py)

BSE photographs with sulphide mineralization and rare phases of Te-Bi minerals in the sample from the 25-WB borehole (depth 628.6 m)

A. Intergrowths of molybdenites (mol) with auriferous pyrite (Au-py) in quartz veinlet. **B.** Microinserts of tetradymite (1) and other unidentified phases of Te and Bi minerals in pyrite (py). **C.** Inserts of chalcopyrite (cp), galena (gn), sphalerite (sp) and mineral phases from the gustavite group (1) in pyrite (py). **D.** Microinserts of tsumoite (1) and sulphotsumoite (2) in pyrite (py)

Fig. 4. Mikrofotografie BSE z mineralizacją kruszcową wraz z rzadkimi fazami mineralnymi Bi-Te w próbce z wiercenia 25-WB (interwał głębokości 623–624 m)

A. Przerosty chalkopirytu (cp) z galeną (gn) i pirytem w kwarcu żyłowym. **B.** Mikrowrostki galeny (gn) oraz niezidentyfikowanych faz mineralnych Bi i Te w piryocie (py). **C.** Mikrokryształy cyrkonu (zrn), monazytu (mnz) i pirytu (py). **D.** Przerosty pirytu (py) z monazytem (mnz) w asocjacji z węglanami nośnikami ziem rzadkich z większym (1) lub mniejszym (2) udziałem wapnia. **E.** Przerosty pirytu (py) z chalkopirytem (cp) w żyłce kwarcowo-węglanowej; mol – molibdenit, qtz – kwarc, Mg chl – chloryt magnezowy, cc – kalcyt; prostokąt – fragment w powiększeniu zob. fig. 4F. **F.** mikrowrostki galeny (gn) oraz tellurku srebra (Ag, Te) w piryocie (py)

BSE microphotographs with ore mineralization and rare phases of Te-Bi minerals in the sample from the 25-WB borehole (depth intervals 623–624 m)

A. Intergrowths of chalcopyrite (cp) with galena (gn) and pyrite in quartz veinlet. **B.** Microinserts of galena (gn) and other unidentified phases of Te and Bi minerals in pyrite (py). **C.** Microcrystals of zircon (zrn), monazite (mnz) and pyrite (py). **D.** Intergrowths of pyrite (py) with monazite (mnz) in association with carbonates containing rare earths with higher (1) or lower (2) contents of calcium. **E.** Intergrowths of pyrite (py) with chalcopyrite (cp) in quartz-carbonate veinlet; mol – molybdenite, qtz – quartz, Mg chl – Mg-rich chlorite, cc – calcite; rectangle – for enlargement see fig. 4F. **F.** Microinserts of galena (gn) and Ag telluride (Ag, Te) in pyrite (py)

może tworzyć na jego krawędziach niewielkie przerosty. Podczas badań w mikroobszarze (WDS) w pirycie oprócz wrostków galeny stwierdzono występowanie niewielkich wrostków (<5–10 nm średnicy) minerałów Bi i Te (fig. 4B, F). Parageneza galena-sfaleryt-piryty wraz z wrostkami minerałów Te-Bi współwystępuje z kalcytem. Skład chemiczny po-

szczególnych minerałów Te-Bi oraz pirytu, chalkopiryty, sfalerytu i galeny przedstawiono w tabeli 2. Wśród minerałów Te i Bi zidentyfikowano aleksyt ($\text{PbBi}_2\text{Te}_2\text{S}_2$) oraz najprawdopodobniej minerały takie jak heyrovskýit [$\text{Pb}_{10}\text{AgBi}_5\text{S}_{18}$] i aschamalit [$\text{Pb}_6\text{Bi}_2\text{S}_9$ (?)] (tab. 2).

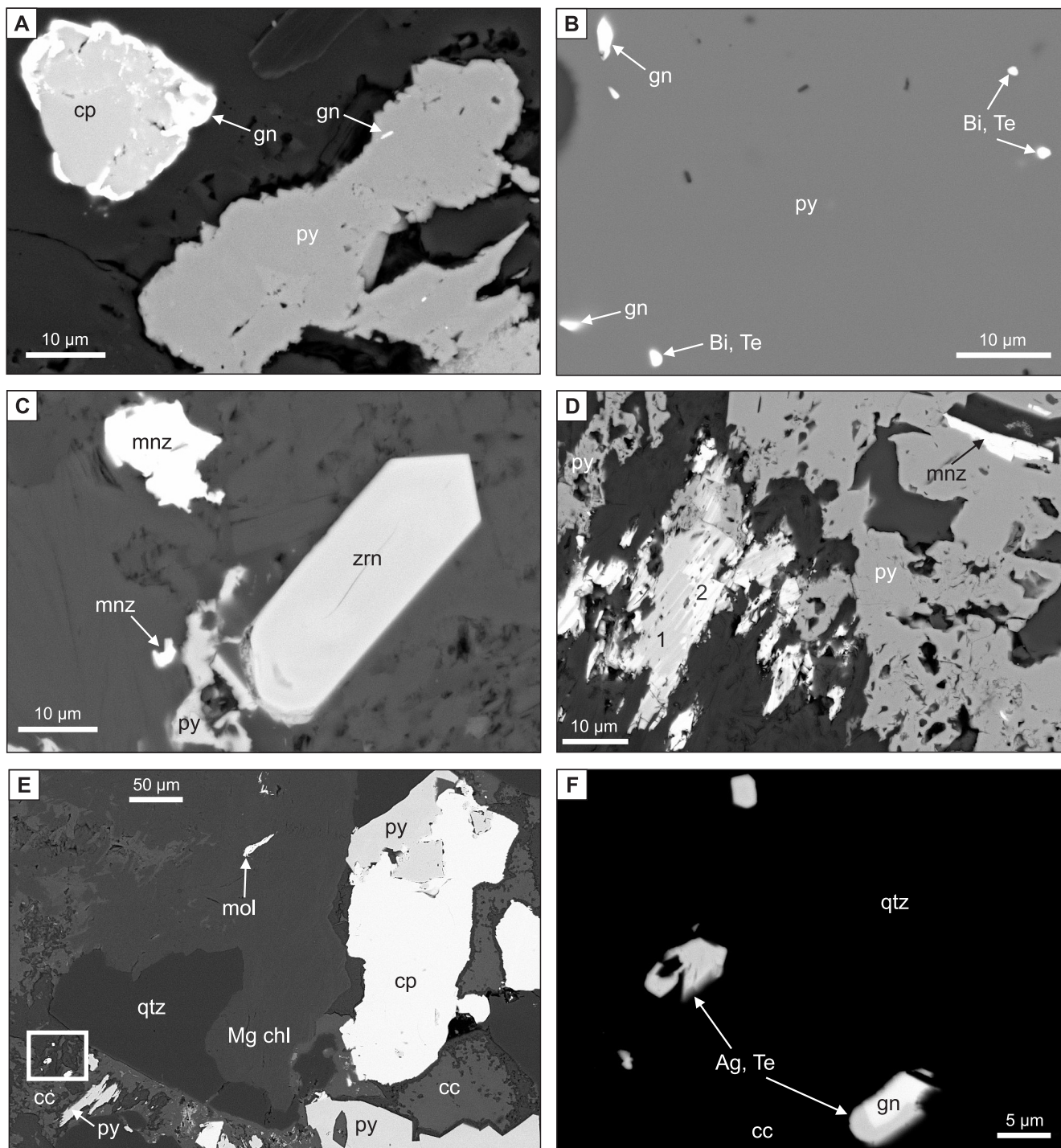


Tabela 2

**Skład chemiczny (w % wag.) minerałów w próbkę z głębokości ok. 623 m z wiercenia 25-WB
na podstawie badań na mikrosondzie elektronowej (EPMA)**

WDS composition (in wt. %) of minerals in the sample from of the 25-WB borehole (depth 623 m)

Próbka	Si	Al	S	Te	Ca	Cd	Ag	Cl	Bi	Pb	Zn	Se	As	Cu	Ni	Co	Fe	Ti	Au	Łącznie	Mineral
11_f2_Punkt#1	0,32	0,01	6,97	25,18	0,67	0,03	0,17	0,00	46,35	18,77	0,10	0,53	0,00	0,27	0,07	0,00	0,27	0,00	0,00	99,69	aleksyt [PbBi ₂ Te ₂ S ₂]
2	0,19	0,01	7,05	25,20	0,85	0,02	0,07	0,00	46,06	18,89	0,00	0,29	0,00	0,06	0,03	0,00	0,24	0,00	0,00	98,97	aleksyt
3	0,41	0,01	34,62	0,00	0,32	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	34,43	0,02	0,05	29,78	0,00	0,00	99,79	chalkopiryt
4	0,16	0,00	32,80	0,00	0,19	0,33	0,02	0,00	0,00	0,00	65,25	0,01	0,00	0,19	0,01	0,01	1,07	0,00	0,00	100,03	sfaleryt
5	0,23	0,02	50,83	0,00	0,26	0,00	0,05	0,00	0,00	0,03	0,83	0,00	2,59	0,09	0,00	0,14	44,19	0,02	0,01	99,29	piryt
6	0,39	0,04	18,51	0,00	0,50	0,35	0,29	0,00	0,14	37,58	6,51	0,03	0,00	3,08	0,00	0,00	3,15	0,00	0,00	70,56	galena
07_f3_Punkt#1	0,15	0,00	14,08	0,09	0,00	0,00	0,98	0,00	1,54	79,97	0,00	0,20	0,00	0,23	0,04	0,04	2,08	0,00	0,00	99,40	galena
2	0,04	0,01	13,29	0,16	0,03	0,02	0,95	0,00	2,00	82,40	0,07	0,16	0,00	0,10	0,00	0,04	1,62	0,00	0,00	100,89	galena
3	0,04	0,01	53,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,16	0,00	45,62	0,00	0,01	99,35	piryt
4	0,03	0,00	53,76	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,03	0,12	0,17	45,63	0,00	0,00	99,84	piryt
07_f2_Punkt#1	0,42	0,01	14,46	0,07	0,00	0,00	0,92	0,00	1,50	79,19	0,11	0,09	0,00	0,08	0,14	0,07	3,43	0,00	0,00	100,47	galena
2	0,06	0,01	15,40	0,72	0,00	0,04	6,29	0,01	18,70	53,49	0,00	0,01	0,00	0,10	0,08	0,02	4,58	0,00	0,02	99,53	heyrovskýt* [Pb ₁₀ AgBi ₅ S ₁₈]
3	0,06	0,01	13,73	0,94	0,01	0,00	0,97	0,00	14,26	65,93	0,00	0,23	0,00	0,15	0,03	0,00	3,52	0,00	0,00	99,83	aschamalmi [Pb ₆ Bi ₃ S ₉ (?)]
4	0,02	0,01	53,69	0,00	0,01	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,02	0,14	0,11	45,98	0,03	0,03	100,14	piryt
06_f1_Punkt#1	0,31	0,10	51,82	0,00	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	1,04	0,00	1,43	0,44	0,60	0,15	43,88	0,03	0,01	99,87	piryt
2	0,10	0,01	32,83	0,00	0,00	0,09	0,00	0,01	0,00	0,00	65,28	0,00	0,04	0,09	0,00	0,00	0,76	0,00	0,05	99,25	sfaleryt
3	0,08	0,01	52,61	0,00	0,05	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	1,24	0,11	0,32	0,06	44,77	0,00	0,00	99,57	piryt
4	0,43	0,15	52,87	0,00	0,06	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,07	0,00	0,97	0,09	1,52	0,19	43,83	0,00	0,03	100,23	piryt
5	0,04	0,02	32,89	0,00	0,02	0,12	0,01	0,02	0,00	0,00	65,53	0,00	0,00	0,23	0,05	0,00	1,17	0,01	0,00	100,10	sfaleryt
05_f1_Punkt#1	0,03	0,01	34,75	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	34,71	0,00	0,02	30,21	0,00	0,00	99,77	chalkopiryt
2	0,03	0,01	34,60	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	34,53	0,00	0,07	30,10	0,06	0,00	99,58	chalkopiryt
3	0,02	0,00	53,06	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,14	0,59	0,28	46,29	0,00	0,09	100,54	piryt
4	0,02	0,00	52,82	0,01	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,07	0,46	0,23	46,51	0,00	0,00	100,18	piryt
Próbka	Si	Al	S	Te	Ca	Cd	Ag	Cl	Bi	Pb	Zn	W	As	Cu	Ni	Co	Fe	Mo	Au	Łącznie	Mineral
09_f2_Punkt#1	0,56	0,07	38,75	0,00	0,02	0,04	0,06	0,16	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,16	0,01	0,08	1,85	57,28	0,11	99,41	molibdenit
2	1,36	0,39	38,56	0,00	0,05	0,04	0,15	0,17	0,00	0,00	0,07	0,28	0,03	0,12	0,03	0,12	1,80	57,24	0,00	100,40	molibdenit
3	0,10	0,00	52,11	0,00	0,02	0,09	0,08	0,01	0,00	0,69	0,00	0,00	0,63	0,45	0,40	0,23	45,42	0,00	0,00	100,23	piryt
Próbka	Si	Al	S	Te	Ca	Cd	Ag	Cl	Bi	Pb	Zn	W	As	Cu	Se	Co	Fe	Mo	Au	Łącznie	Mineral
04_f1_Punkt#1	0,04	0,01	52,36	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,15	0,14	0,00	0,16	0,39	-	46,82	0,00	0,00	100,11	piryt
2	0,03	0,01	52,43	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,03	0,11	0,00	-	47,08	0,00	0,00	99,79	piryt
3	1,64	0,08	38,73	0,02	0,05	0,00	0,07	0,22	0,04	0,00	0,05	0,07	0,00	0,10	0,00	-	1,21	58,14	0,00	100,41	molibdenit

* pisownia wg Maneckiego i in., 2011
* spelling after Manecki et al., 2011

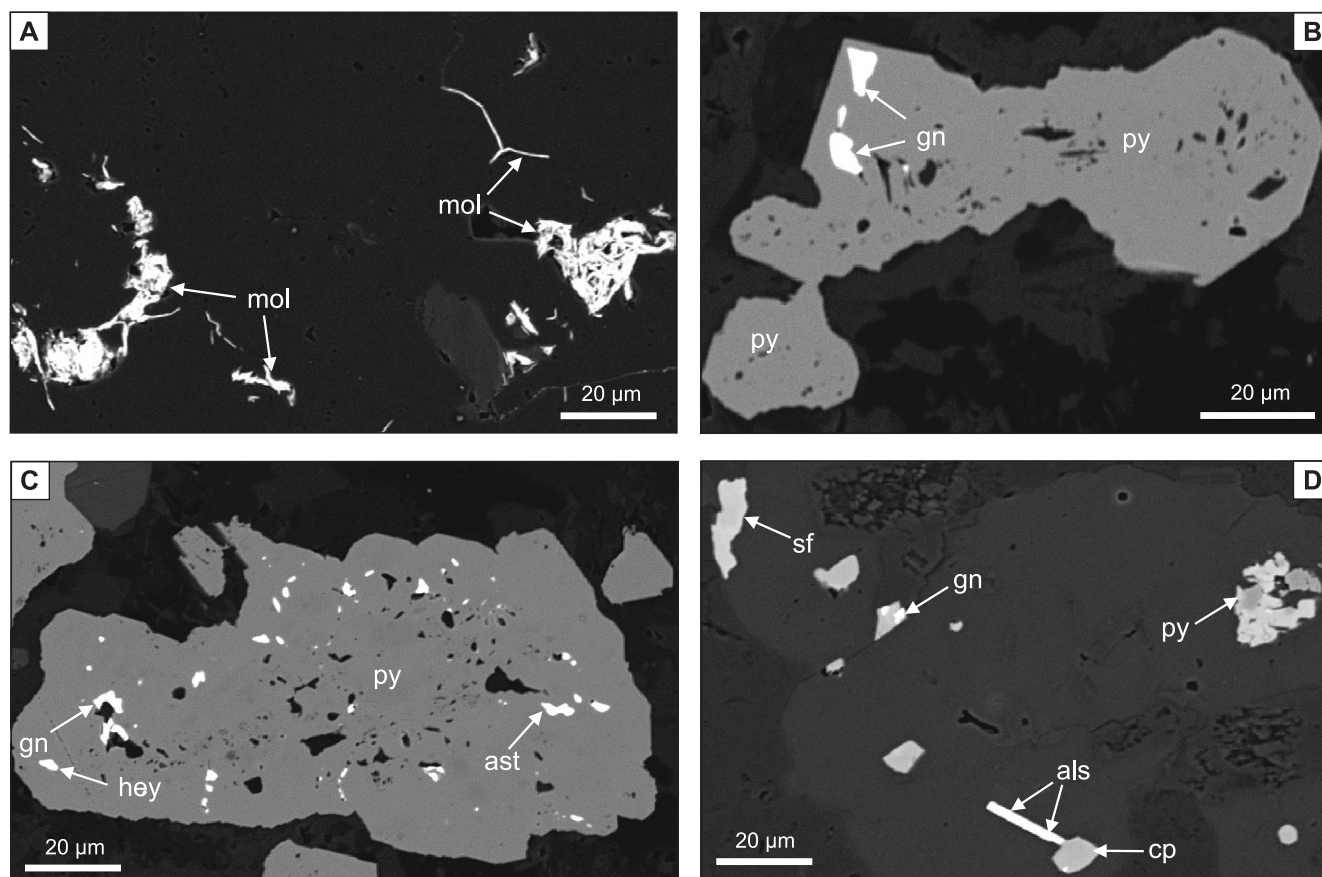


Fig. 5. Mineralizacja kruszcowa w próbkach z głębokości 623–624 m z otworu 25-WB. Mikrofotografie BSE

A. Molibdenit (mol) o pokroju drobnotabliczkowym. B, C. Mikrowrostki galeny (gn), heyrovskitu (hey) i aleksytu (ast) w piryocie (py). D. Drobnokrystaliczne siarczki – piryty (py), galena (gn), sfaleryt (sf) i chalkopiryty (cp) w paragenizie z minerałami Te i Bi; als – aleksyt

Ore mineralization in samples from the 25-WB borehole, depth 623–624 m. BSE microphotographs

A. Thin blades of molybdenite (mol). B, C. Microinserts of galena (gn), heyrovskite (hey) and aleksite (ast) in pyrite (py). D. Finely crystalline sulphides – pyrite (py), galena (gn), sphalerite (sf) and chalcopyrite (cp) in paragenesis with Te and Bi minerals; als – aleksite

OTWÓR WIERTNICZY 82-Ż

Wiercenie 82-Ż jest zlokalizowane w południowo-zachodniej części Myszkowa, w odległości ok. 800 m na północ od otworu Pz-29 leżącego w centralnej części złoża Myszków. Wiercenie to osiągnęło głębokość 253 m. W profilu wiercenia od głębokości 185,2 m do końcowej głębokości tego otworu występuje zmetamorfizowany kompleks iłwcowo-mułowcowych skał ediakaru (fig. 6). Nie nawiercono skał magmowych. W otworze tym stwierdzono żyłki kwarcowe i węglanowe (przeciętnie od 5 do 25 żyłek/mb rdzenia) z ubogim zespołem minerałów kruszczowych. Przeobrażenia są ogólnie słabe i przejawiają się głównie chlorytazacją i epidotyazacją skał. Makroskopowo okruszczowanie jest śladowe, z pirytem, chalkopirytem oraz galeną i ma charakter impregnacyjno-żyłkowy.

W preparacie pobranym z głębokości 245,5 m stwierdzono kilkumilimetrowej grubości żyłkę kwarcowo-skalenio-węglanową z okruszczowaniem polimetalicznym tnącą laminowany metalowiec. Siarczki są reprezentowane przez

piryty, chalkopiryty oraz sfaleryty, a w skale pojawiają się również pojedyncze ziarenka tytanitu, rutylu oraz magnetytu. W grubokrystalicznym piryocie o rozmiarach do 3–5 mm średnicy stwierdzono wrostki pirotynu, chalkopiryty, sfaleryty, galeny oraz stosunkowo liczne wrostki minerałów z grupy Te-Bi-Pb-S. Na podstawie badań EDS stwierdzono obecność najprawdopodobniej tsumoitu (Bi,Te), sulfotsumoitu, pavonitu $[(Ag,Cu)(Bi,Pb)_3S_5]$, tetradymitu $[Bi_2Te_2S]$ oraz padęraitu $Cu_7(Ag_{0,33}Pb_{1,33}Bi_{1,33})_{\Sigma 13}S_{22}$ (fig. 7A, D; tab. 3). Określenie dokładniejszego składu chemicznego na EDS było trudne ze względu na niewielkie rozmiary wrostków (od ok. 5 do 30 μm długości).

W badaniach przeprowadzonych na WDS, zbadano z kolei skład chemiczny podstawowych siareczków takich jak piryty, chalkopiryty, sfaleryty czy galena oraz tlenków – magnetyt, rutyl czy pseudorutyl (tab. 4; fig. 8A, B). Zaobserwowano liczne zrosty magnetytowo-ilmenitowe o rozmiarach ok. 100 μm średnicy. Ponadto, wśród wrostków w grubokrystalicznych piryotach zidentyfikowano m.in. siareczek telluru i bizmutu – tetradymit oraz bizmut rodzimy (fig. 8C). Ozna-

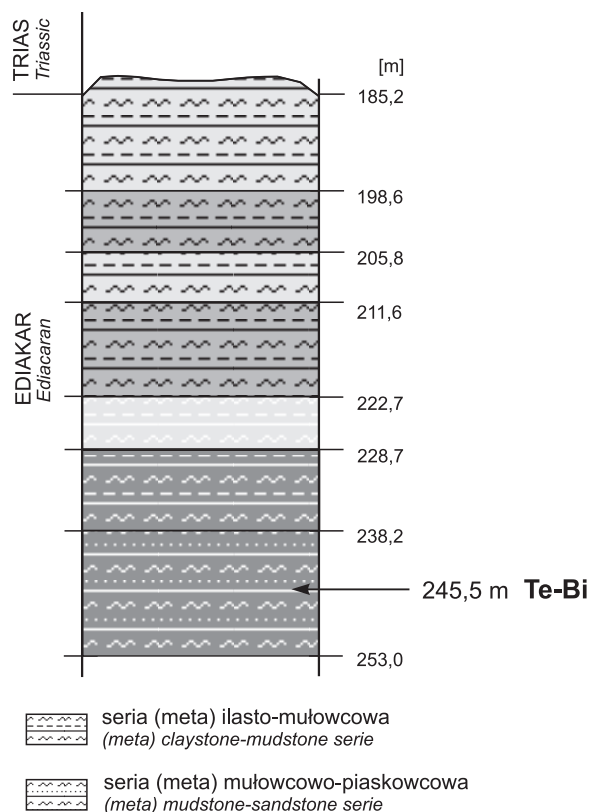


Fig. 6. Fragment profilu litologicznego otworu 82-Ż wraz z zaznaczoną głębokością (245,5 m) poboru próbek z mineralizacją Te-Bi

Part of the lithological section of the 82-Ż borehole. Sampled depth interval (245.5 m) with Te-Bi mineralization is marked



czony skład chemiczny tego minerału (ok. 58% wag. Bi, ok. 33% wag. Te i ok. 5% wag. S) jest zbliżony do składu teoretycznego tetrydymitu. Stwierdzono również współwystępowanie tetrydymitu i chalkopiryty w postaci polimieralnych wrostków w pirycie. Jednak częściej wrostki w pirycie tworzą inne siarczki takie jak pirotyn czy chalkopiryty. W większych kryształach chalkopiryty (>100 µm średnicy) w asocjacji z epidotem i chlorytem zaobserwowano występowanie w ich brzeżnych partiach wydzielienia sfalerytu (fig. 8F). W strefach tych pojawia się również apatyt i kalcyt, a sporadycznie również niezidentyfikowany minerał uranotorowy o rozmiarach poniżej 10 µm średnicy. W strefach epidotyzyacji i chlorytyzyacji stwierdzono również wydłużone ziarenka (ok. 30 × 100 µm) scheelitu oraz drobnoziarnisty kasyteryt i agregaty monocytytowo-apatytowe (ok. 50 µm średnicy, fig. 8E, F).

Tabela 3

Skład chemiczny (w % wag.) minerałów z próbki z wiercenia 82-Ż z głębokości 245,5 m na podstawie badań skaningowym mikroskopem elektronowym – (SEM)

EDS composition (in wt. %) of minerals in the sample from the 82-Ż borehole (depth 245.5 m)

Próbka/ foto nr, punkt nr	S	Fe	Pb	Cu	Ag	Au	Te	Bi	O	Minerał
f. 3a, p. 1	0,23	1,51	–	–	0,03*	–	35,39	62,84	–	tsumoit
f. 3a, p. 2	1,54	3,43	–	–	0,35*	–	33,58	61,80	–	tsumoit
f. 3a, p. 3	0,34*	1,10	–	–	0,34*	–	36,36	62,53	–	tsumoit
f. 3a, p. 4	4,56	0,96	–	–	0,58*	–	34,91	58,99	–	sulfotsumoit
f. 3a, p. 4b	4,31	0,86*	8,89*	–	0,54*	–	31,66	53,73	–	sulfotsumoit
f. 5, p. 5	0,79	0,51*	–	–	–	–	35,46	63,26	–	tsumoit
f. 5, p. 6	4,52	0,97*	–	–	–	–	35,84	58,68	–	sulfotsumoit Bi ₂ Te ₂ S
f. 5, p. 7	4,49	1,60	–	–	–	–	35,19	58,71	–	sulfotsumoit
f. 4, p. 8	0,88	2,06	–	–	0,20*	–	35,78	60,99	–	tsumoit
f. 4, p. 9	0,58	1,51	–	–	0,70*	–	34,71	62,49	–	tsumoit
f. 7, p. 12	4,69	1,33	–	–	0,09*	–	34,01	59,89	–	tetrydymit [Bi ₂ Te ₂ S]
f. 8b, p. 10	20,65	2,70	–	4,58	7,02	2,64	–	62,41	–	pavonit [(Ag,Cu)(Bi,Pb) ₃ S ₅]
f. 8b, p. 10	18,55	3,59	10,21	6,10	8,68	2,05*	–	50,82	–	padërait Cu ₇ (Ag _{0,33} Pb _{1,33} Bi _{1,33}) ₂₁₃ S ₂₂
f. 8a, p. 11	4,55	1,36	–	–	0,11*	–	34,67	59,30	–	sulfotsumoit
f. 9, p. 14	4,08	1,10	–	–	–	–	26,86	49,41	18,81	?smimit [Bi ₂ TeO ₅]
f. 10, p. 15	4,85	0,53*	–	–	0,23*	–	33,48	60,91	–	tsumoit

* Dokładność oznaczeń = <2 Sigma

* Accuracy of analysis = <2 Sigma

Tabela 4

Skład chemiczny (w % wag.) minerałów w próbkach (nr 29 – głębokość 245,5 m) z wiercenia 82-Ż na podstawie badań na mikroskondzie elektronowej (EPMA)

WDS composition (in wt. %) of minerals in the sample from the 82-Ż borehole (depth 245.5m)

Próbka	Si	Al	S	Te	Ca	Cd	Ag	Cl	Bi	Pb	Zn	Se	As	Cu	Ni	Co	Fe	Mg	Ti	Au	Łącznie	Mineral
03_fl_Point#1	0,11	0,02	13,26	0,02	0,04	0,04	0,48	0,01	0,36	85,45	0,00	0,48	0,00	0,04	0,00	0,03	0,12	0,00	0,00	0,00	100,47	galena
2	0,04	0,01	34,67	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,26	0,00	0,05	30,00	0,00	0,01	0,00	99,08	chalkopiryt
3	0,03	0,00	34,25	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	0,08	0,07	0,00	0,00	34,58	0,06	0,01	29,55	0,00	0,03	0,00	98,77	chalkopiryt
02_fl_Point#1	0,03	0,02	35,11	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	34,78	0,06	0,00	29,52	0,00	0,00	0,02	99,66	chalkopiryt
2	0,04	0,00	35,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,84	0,00	0,00	29,47	0,00	0,03	0,00	99,42	chalkopiryt
04_fl_point#1	0,06	0,02	5,55	32,48	0,02	0,07	0,11	0,00	57,84	0,00	0,09	0,26	0,00	0,17	0,04	0,15	3,14	0,00	0,00	0,04	100,03	tetradymit
2	0,11	0,01	5,86	31,80	0,04	0,07	0,05	0,00	57,72	0,00	0,00	0,33	0,00	0,25	0,05	0,16	3,28	0,01	0,00	0,00	99,75	tetradymit
3	0,03	0,01	53,03	0,04	0,01	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,04	1,09	45,05	0,00	0,00	0,02	99,46	piryt
05_f2_Point#1	0,05	0,00	32,76	0,00	0,02	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	64,21	0,00	0,00	1,28	0,05	0,02	1,56	0,01	0,02	0,00	100,05	sfaleryt
2	0,06	0,03	32,79	0,01	0,10	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	63,81	0,00	0,00	0,99	0,01	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	99,16	sfaleryt
3	0,02	0,02	34,85	0,00	0,02	0,04	0,00	0,02	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	34,60	0,01	0,05	30,09	0,01	0,00	0,00	99,78	chalkopiryt
09_fl_Point#1	0,03	0,01	38,62	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,08	0,11	0,00	60,44	0,01	0,00	0,00	99,43	piryt
2	0,02	0,00	38,52	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,15	0,07	60,83	0,01	0,04	0,00	99,73	piryt
3	0,03	0,01	38,59	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,04	0,12	0,09	60,28	0,01	0,00	0,04	99,30	piryt
4	0,03	0,01	52,83	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,06	0,00	0,05	47,02	0,00	0,00	0,00	100,16	piryt
5	0,03	0,00	52,41	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,11	47,28	0,00	0,00	0,00	99,93	piryt
10_f2_Point#1	0,17	0,03	19,35	24,12	0,06	0,06	0,13	0,00	43,18	0,00	0,00	0,14	0,00	0,07	0,05	0,00	12,83	0,02	0,00	0,05	100,26	?tetradymit
2	0,03	0,00	52,89	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,07	0,09	46,02	0,00	0,00	0,02	99,21	piryt
12_fl_Point#1	0,08	0,01	32,69	0,00	0,00	0,77	0,03	0,00	0,00	0,00	61,93	0,00	0,00	0,95	0,00	0,01	3,58	0,00	0,00	0,02	100,07	sfaleryt
2	0,06	0,03	32,56	0,00	0,01	0,84	0,04	0,00	0,00	0,00	61,80	0,00	0,00	1,09	0,04	0,07	3,86	0,01	0,06	0,03	100,49	sfaleryt
3	0,08	0,01	34,77	0,00	0,03	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	34,58	0,06	0,06	29,93	0,01	0,01	0,00	99,63	chalkopiryt
4	0,06	0,00	34,79	0,06	0,01	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	34,78	0,04	0,10	29,78	0,00	0,00	0,00	99,73	chalkopiryt
5	0,04	0,00	34,76	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	34,51	0,02	0,02	29,73	0,00	0,07	0,05	99,44	chalkopiryt
6	0,04	0,01	52,78	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,05	0,06	0,09	46,50	0,00	0,00	0,00	99,58	piryt
7	0,06	0,00	53,08	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,06	0,18	0,00	1,36	45,41	0,00	0,02	0,02	100,44	piryt
Próbka	Cl	H ₂ O	Ag ₂ O	MgO	CaO	CoO	NiO	CuO	ZnO	CdO	PbO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Au ₂ O ₃	Bi ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₂	TiO ₂	SeO ₂	TeO ₂	Łącznie	Mineral
1_fl_Point#3	0,01	2,17	0,00	0,09	0,26	0,08	0,06	0,08	0,00	0,07	0,03	0,01	51,78	0,06	0,07	0,06	0,00	47,31	0,00	0,00	102,14	pseudorutyl
4	0,01	2,19	0,03	0,06	0,31	0,00	0,09	0,08	0,08	0,07	0,04	0,01	52,53	0,00	0,04	0,16	0,00	47,38	0,00	0,00	103,08	pseudorutyl
5	0,00	0,00	0,03	0,00	0,33	0,20	0,09	0,03	0,00	0,00	0,03	0,10	102,65	0,03	0,00	0,09	0,01	0,32	0,00	0,00	103,92	magnetyt
6	0,01	0,00	0,00	0,01	0,08	0,10	0,07	0,18	0,00	0,00	0,00	0,08	102,61	0,00	0,00	0,07	0,00	0,18	0,00	0,03	103,42	magnetyt
7	0,01	0,00	0,00	0,01	0,69	0,04	0,02	0,14	0,00	0,00	0,00	0,03	0,91	0,07	0,08	0,37	0,00	96,60	0,00	0,00	98,95	rutyl

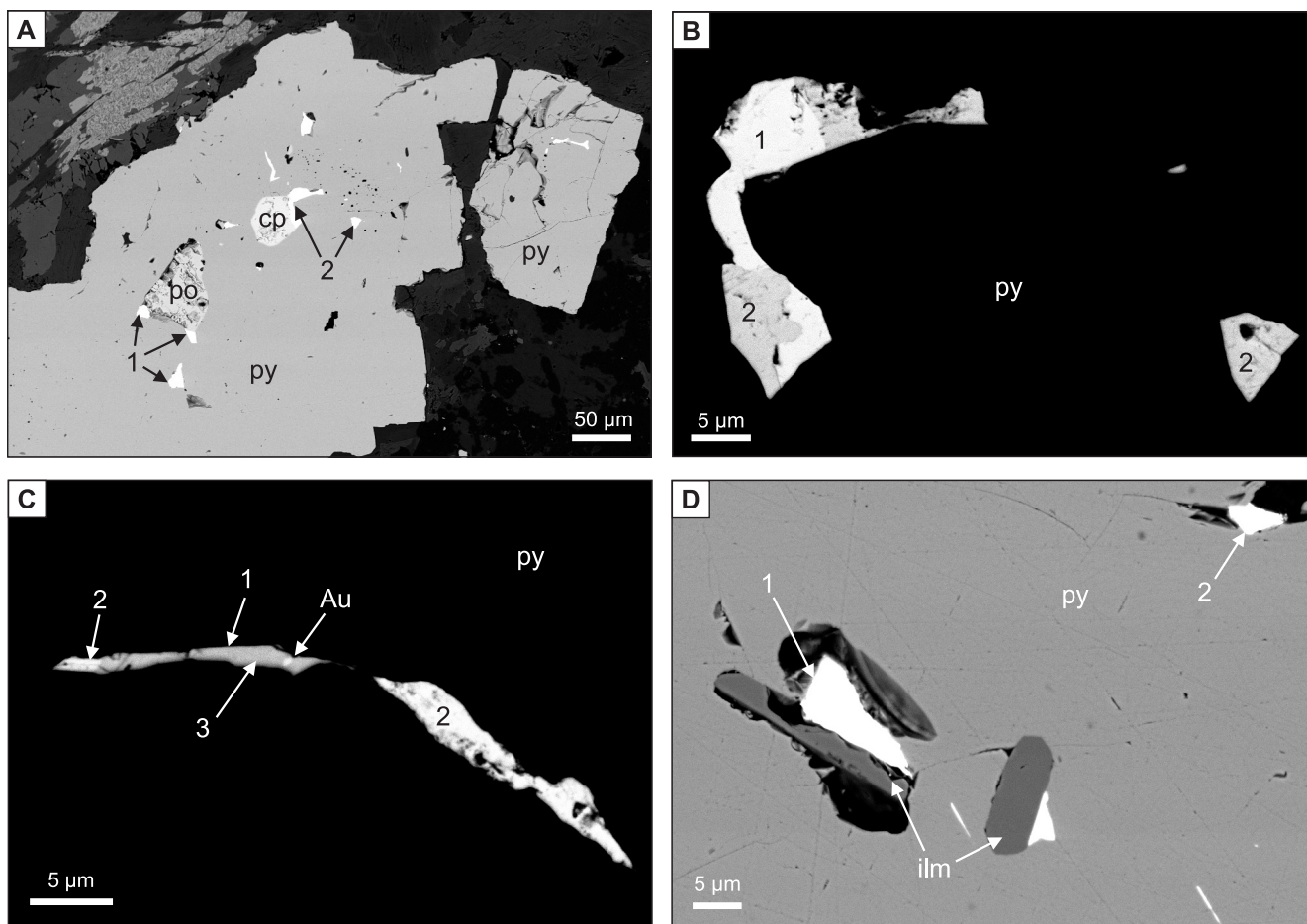


Fig. 7. Mikrofotografie BSE z mineralizacją siarczkową wraz z rzadkimi fazami mineralnymi Bi-Te-Ag-Pb-S w próbce z wiercenia 82-Ż (głębokość 245,5 m)

A. Wrostki pirotytynu (po), chalkopiryty (cp) oraz minerałów Te i Bi (1, 2) w pirytye w żyłce kwarcowo-skaleniuowo-węglanowej. **B.** Mikroinwazy tsumoitu (1) oraz najprawdopodobniej sulfotsumoitu (2) w pirytye (py). **C.** Mikroinwazy padéraitu (1), sulfotsumoitu (2) i pavonitu (3) oraz złota (Au) w pirytye (py). **D.** Mikroinwazy tsumoitu (1), sulfotsumoitu (2) i ilmenitu (ilm) w pirytye

BSE microphotographs with sulphide mineralization and rare Bi-Te-Ag-Pb-S mineral phases in the sample from the 82-Ż borehole (depth 245.5 m)

A. Inclusions of pyrrhotite (po), chalcopyrite (cp) and Te and Bi minerals (1 and 2) in pyrite within quartz-K-spar-carbonate veinlet. **B.** Microinwazy of tsumoite (1) and most probably sulphotsumoite (2) in pyrite (py). **C.** Microinwazy of padéraitite (1), sulphotsumoite (2), pavonite (3) and gold (Au) in pyrite (py). **D.** Microinwazy of tsumoite (1), sulphotsumoite (2) and ilmenite (ilm) in pyrite

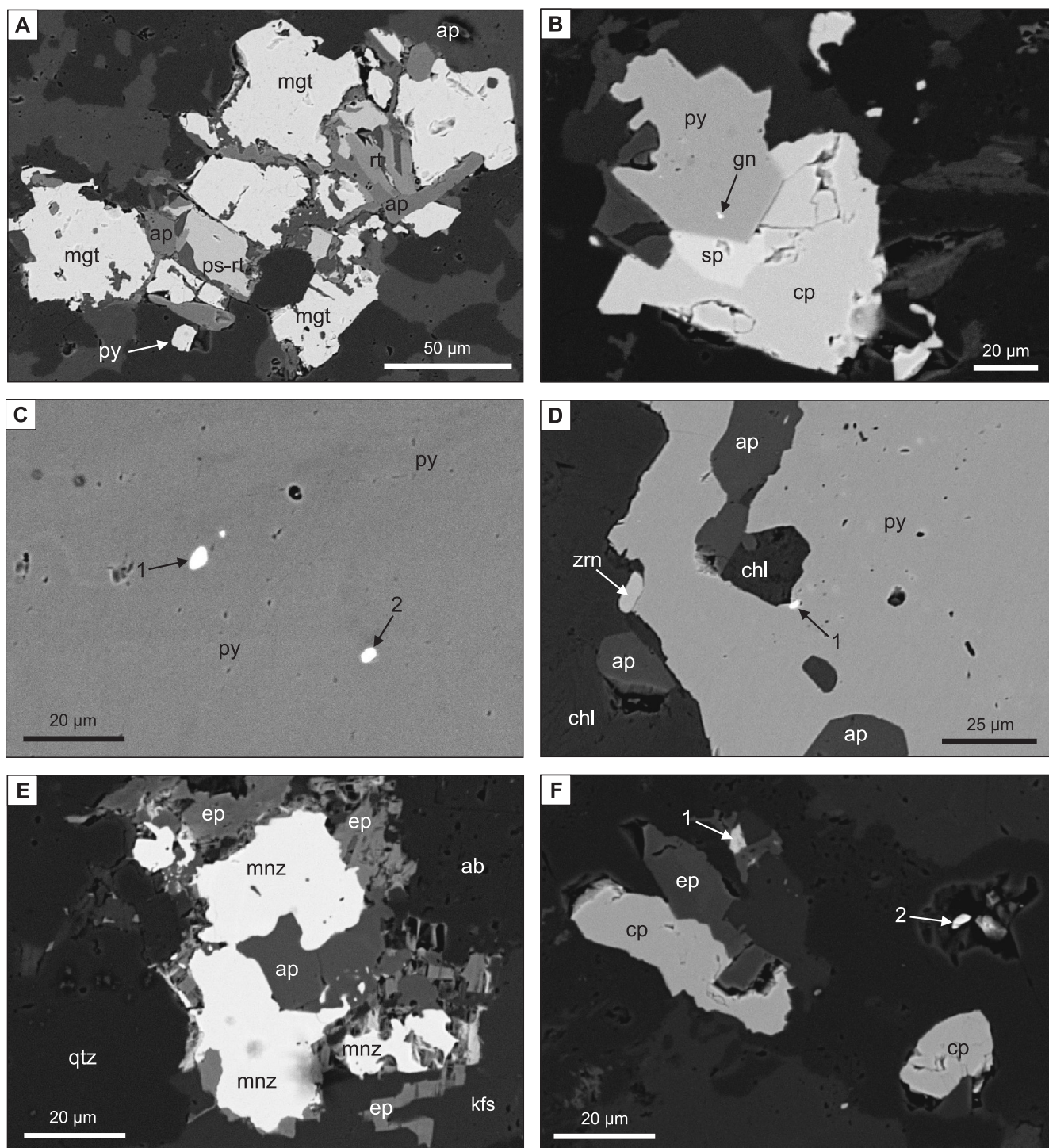


Fig. 8. Mikrofotografie BSE z mineralizacją kruszczową wraz z rzadkimi fazami mineralnymi z grupy tellurków w próbce żyły kwarcowo-węglanowej z wiercenia 82-Ż (głębokość 245,5 m)

A. Przerosty magnetytu (mgt) z rutylem (rt), apatytem (ap), pseudorutylem (ps-rt) oraz pirytyem (py). **B.** Przerosty piryty (py), ze sfalerytem (sp) i chalkopirytyem (cp); w pirytye widoczny mikroinwazy galeny (gn); **C.** Mikroinwazy tetradymitu (1) i (2) w pirytye (py). **D.** Grubokrystaliczny piryty (py) w asocjacji z cyrkonem (zrn), apatytem (ap) i chlorytem (chl); na krawędzi piryty jest widoczny mikroinwazy tetradymitu (1). **E.** Monacyt (mnz) w przerostach z apatytem (ap) zastępowane przez epidot (ep) w żyłce kwarcowo (qtz) – skaleniuowej (kfs); ab – albit. **F.** Zrost chalkopiryty (cp) z epidotem (ep) w asocjacji z ?bastnasytem (1) i kasyterytem (2)

BSE microphotographs of ore mineralization with rare phases of telluride minerals in the sample from quartz-carbonate veinlet from the 82-Ż borehole (depth 245.5 m)

A. Intergrowths of magnetite (mgt) with rutile (rt), apatite (ap), pseudorutile (ps-rt) and pyrite (py). **B.** Intergrowths of pyrite (py), with sphalerite (sp) and chalcopyrite (cp); Microinwazy of galena (gn) are visible in pyrite. **C.** Microinwazy of tetradymite (1) and (2) in pyrite (py). **D.** Coarse-grained pyrite (py) in association with zircon (zrn), apatite (ap) and chlorite (chl). Microinwazy of tetradymite is visible on the pyrite edge (1). **E.** Monazite (mnz) intergrowths with apatite (ap) replaced by epidote (ep) in quartz (qtz) – K-feldspar (kfs) veinlet; ab – albit. **F.** Intergrowths of chalcopyrite (cp) with epidote (ep) in association with ?bastnäsité (1) and cassiterite (2)



W badanych siarczках stwierdzono niewielkie domieszki np. kobaltu w pirycie (1,1–1,4% Co) czy srebra (ok. 0,5% wag.) i bizmutu (ok. 0,4% wag.) w galenie. Rozmiary pojedynczych drobnych kryształów różnych siarczków wahają się od 50 do 100 μm średnicy.

OTWÓR WIERTNICZY Pz-40

Wiercenie to jest zlokalizowane na zachód od Myszkowa, ok. 2 km na północny-zachód od otworu Pz-29 (centralna część złoża Myszków), mniej więcej na przedłużeniu in-

truzji granodiorytu ciągnącej się od okolic Mrzygłodu przez Myszków aż po Nową Wieś Żarecką. Nawiercono tu kompleks skalny analogiczny do występującego w złożu Myszków (fig. 1). W profilu wiercenia od głębokości 187,5 m do końcowej głębokości otworu wynoszącej 1220 m występuje zmetamorfizowany kompleks ilowcowo-mułowcowo-piaszczysty, rozcięty licznymi żyłami skał magmowych: dacytydów, trachyandezytów i apofizami granodiorytów (fig. 9). Miąższość pozorna intruzji magmowych dochodzi do 35 m, a skały magmowe stanowią ok. 25% miąższości profilu.

Przeobrażenia hydrotermalne w profilu wiercenia są lokalnie dość intensywne, wśród nich można wyróżnić przede wszystkim feldspatyzację, karbonatyzację, chlorytyzację, serycytyzację i epidotyzację (Oszczepalski i in., 2008). W otworze Pz-40 obserwuje się średnie i duże gęstości użyłnienia (od 5 do 25 żyłek/mb rdzenia i powyżej 25 żyłek/mb rdzenia). Treść mineralna żyłek jest urozmaicona, dominują żyłki kwarcowe i kwarcowo-skalenkowe, pojawiają się również żyłki z muskowitem i biotytem, zwykle wspólnie z kwarcem. Rzadziej spotyka się żyłki z węglanami i chlorytem, sporadycznie z barytem. Dominują mikrożyłki charakteryzujące się grubością poniżej 1 mm.

Zespół mineralny jest tu również zbliżony do występującego w złożu Myszków, jedyną istotną różnicą jest znaczny udział pirotynu i obecność wolframu (Markowiak i zespół, 1993). Profil otworu Pz-40 charakteryzuje się bogatą mineralizacją miedziową, zawiera też interesującą mineralizację molibdenową. O stopniu koncentracji mineralizacji miedziowej w otworze Pz-40 może świadczyć to, że w interwale 299,5–466,0 m, a więc na odcinku o miąższości 166,5 m, średnia zawartość miedzi wynosi 0,42% (Habryn i in., 1994). Dość bogata mineralizacja miedziowa zanika powyżej głębokości 600 m. Mineralizacja molibdenowa jest zmienna. Można tu wyróżnić dwa interwały głębokości o miąższości 3 i 4 m (667,5–670,5 m i 471,0–475,0 m),

w których średnia zawartość Mo wynosi 0,18% i 0,17%. Mineralizacja wolframowa w tym otworze jest uboga.

W próbkach pochodzących z różnych interwałów wiercenia Pz-40 stwierdzono sieć żyłek kilku generacji, zbudowanych z minerałów płonnych takich jak kwarc ± skażeń ± biotytem ± węglany z minerałami kruszcowymi, tnących metapiaskowce (np. głębokość 198,9 m), andezyty i dacyty (głębokość 947,7 m) czy łupki plamiste (głębokość 951,0 i 1057,7 m). Mineralizacja kruszcowa ma charakter żyłkowo-impregnacyjny i jest reprezentowana głównie przez piryt i chalkopiryt. W metapiaskowcach są częste automorficzne kryształy pirytu i ksenomorficzne chalkopirytu o rozmiarach ok. 30–70 μm średnicy oraz wydłużone agregaty siarczko- we. W metapiaskowcach są liczne tlenki tytanu głównie rutyl, tytanit oraz ilmenit. W strefach silnie zmienionych metapiaskowców (głębokość 712,0 m) mineralizacja kruszcowa jest zdecydowanie bardziej intensywna, reprezentowana przez żyłkowo-impregnacyjne agregaty chalkopirytowo-pirytowe oraz liczne pojedyncze automorficzne kryształy pirytu (do ok. 100 μm średnicy). W pirycie są liczne wrostki chalkopirytu, pirotynu oraz minerałów Bi-Te, a w chalkopirycie wrostki magnetytu. Chalkopiryt miejscami tworzy zrosty z ilmenitem. W próbce ze strefy kontaktu dacytu z andezytem (głębokość 947,7 m) mineralizacja gruboziarnistego pirotynu z chalkopiryt, pirytem i magnetytem ma również charakter intensywnej mineralizacji żyłkowo-impregnacyjnej. Dacyt jest silnie zmieniony co przejawia się zastępowaniem biotytem przez chloryty oraz serycytyzacją i karbonatyzacją plagioklazów. Liczne są minerały Ti (titanit i rutyl). W próbkach z głębszych stref w łupkach plamistych formy plamiste tworzy serycyt a tło jest biotyto-kwarcowo-skalenkowe. Biotytyzacja tła jest silna, pojawiają się w niej szkieletowe agregaty i żyłki z przerostami pirotynowo-chalkopirytowymi z pirytem i sfalerytem oraz minerały Ti. Stwierdzono również pręcikowe przerosty chalkopirytu z molibdenitem (głęb. 1057,7 m).

Na podstawie najnowszych badań w mikroobszarze i badań mikroskopowych w otworze Pz-40, w interwale od 401,0 do 411,0 m, stwierdzono występowanie licznych minerałów kruszcowych reprezentowanych głównie przez chalkopiryt, piryt oraz molibdenit. Towarzyszą im sfaleryt i galena oraz rzadsze siarczki takie jak arsenopiryt, bornit, kobaltyn, czy stibioluzonit (famatynit) oraz minerały szeregu tennantyt-tetraedryt. Wśród tlenków stwierdzono scheelit, ferberyt (wolframit), magnetyt, hematyt, rutyl, anataz, tytanit, oraz ilmenit. W asocjacji z tymi minerałami stwierdzono w mikroobszarze rzadkie fazy mineralne Bi, Te oraz różnorodne siarkosole. Wśród nich zidentyfikowano: hessyt – Ag_2Te , matildyt – Ag-BiS_2 , argentyt – Ag_2S , bismutytnit – Bi_2S_3 , minerały grupy tetradymitu: tetradymit – $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$, kawazulit – $\text{Bi}_2(\text{Te,S,Se})_3$, tsumoit – Bi_2Te_2 , newskit – $\text{Bi}(\text{Se,S})$, prawdopodobnie również: paraguanajuatyt – $\text{Bi}_2(\text{Se,S})_3$, csiklovait (tetradymit + bismutytnit) – $\text{Bi}_2\text{Te}(\text{S,Se})_2$, empressyt – AgTe , milleryt – NiS , oraz minerał zbliżony do hauchecornitu – $\text{Ni}_9(\text{Bi,Sb})_2\text{S}_8$. Wymienione minerały zostały przedstawione na kolejnych fotografiach (fig. 10–14) wraz z krótkim opisem. Wyniki analiz w mikroobszarze zestawiono w tabelach 5–9. W próbce

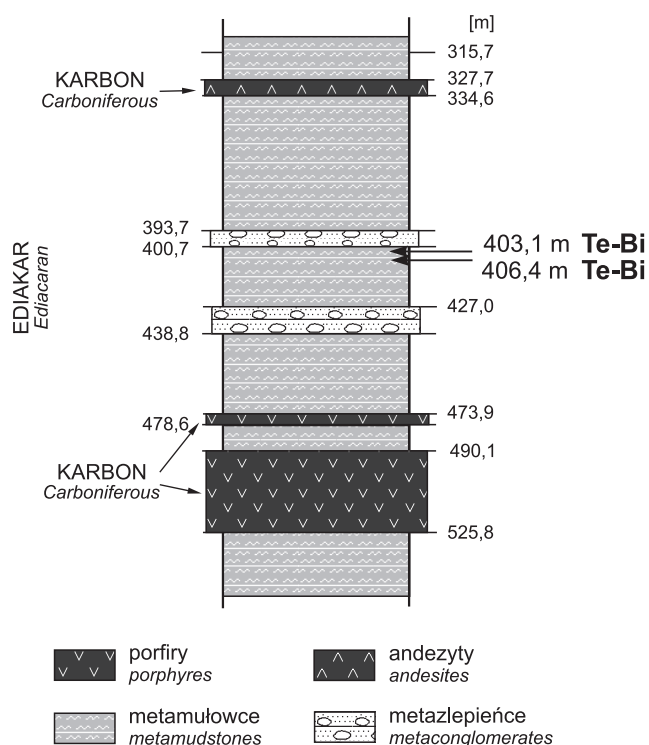


Fig. 9. Fragment profilu litologicznego otworu Pz-40 wraz z zaznaczonymi głębokościami (403,1 oraz 406,4 m) poboru próbek z mineralizacją Te-Bi

Part of the lithological section of the Pz-40 borehole. Sampled depth intervals (403.1 and 406.4 m) with Te-Bi mineralization are marked

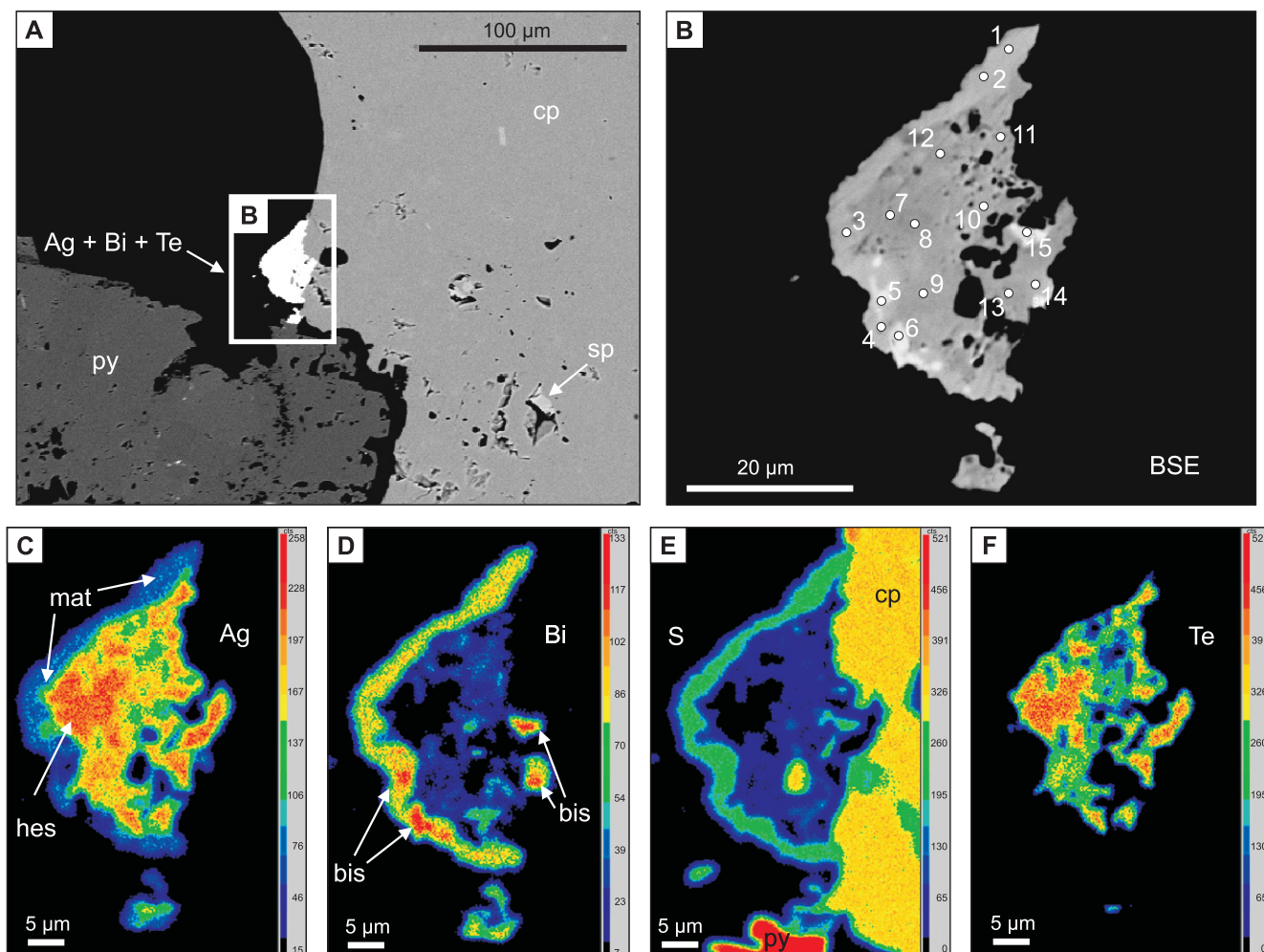


Fig. 10A–F. Mineralizacja pirytowo-chalkopirytowa (py-cp) ze sfalerytem (sp) oraz z wrostkami minerałów Ag, Bi i Te. Mikrofotografie od C do F przedstawiają kolejno rozkład metali: Ag, Bi, S i Te. Otwór Pz-40, głębokość 403,1 m

Punktami zaznaczono miejsca wykonania analiz w mikroobszarze (zob. tabela 5)

Pyrite-chalcopyrite (py-cp) mineralization with sphalerite and inserts of Ag, Bi and Te minerals.
Microphotographs C to F show distribution of Ag, Bi, S and Te. Pz-40 borehole, depth 403.1 m

Points of electron microprobe analysis are marked with white dots (see table 5)

z głębokości 403,1 m (fig. 10A–F) stwierdzono piryt i chalkopiryt z drobnym wrostkiem sfalerytu i z narastającym na nim kryształem o zmiennym składzie (Ag-Bi-Te). Na figurze 10A przedstawiono widok ogólny (obraz BSE), a fig. 10B jest powiększeniem wielofazowego wrostka z zaznaczonymi punktami wykonanych analiz w mikroobszarze (tab. 5). Na kolejnych figurach, w barwach sztucznych, przedstawiono rozmieszczenie poszczególnych metali: fig. 10C – srebra, fig. 10D – Bi, fig. 10E – S, fig. 10F – Te. Zidentyfikowano tu następujące fazy mineralne: piryt, chalkopiryt, sfaleryt, bismutynit, matildyt oraz hessyt.

Na figurze 11 w kryształach pirytu (ciemnoszary) i chalkopirytu (szary) występują wrostki minerałów Bi, Ag i Te o zmiennym składzie. Na figurze 11A przedstawiono widok ogólny (obraz BSE), fig. 11B jest powiększeniem wielofazowego wrostka z zaznaczonymi punktami wykonanych analiz w mikroobszarze (tab. 6). Na kolejnych figurach, w barwach

sztucznych, przedstawiono rozmieszczenie poszczególnych metali: fig. 11C – Ag, fig. 11D – Bi, fig. 11E – S, Fig. 11F – Te. Zidentyfikowano tu następujące fazy mineralne: bismutynit, matildyt, hessyt, prawdopodobnie występuje tu również empressyt.

W próbie z głębokości 406,4 m stwierdzono kryształ chalkopirytu i zrosnięty z nim kryształ molibdenitu a na granicy obu tych minerałów występuje wrostek jasnego minerału – siarkosoli o zmiennym składzie Ag, Bi, Te (fig. 12A). Na figurze 12B przedstawiono powiększenie wrostka w barwach sztucznych (obraz BSE), jest widoczna zmienność jego składu. Ze względu na małą wielkość i zmienny skład wrostka, nie udało się w pełni zidentyfikować jego składu fig. 12C (tab. 7). Zawiera on prawdopodobnie hessyt oraz być może csiklovait uznawany za mieszaninę tetradymitu i bismutynitu, a także inne niezidentyfikowane fazy mineralne (pkt. 3–5; fig. 12B). Obraz w barwach sztucznych: zielony

Tabela 5

Skład chemiczny (w % wag.) minerałów w próbce (fig. 10B) z wiercenia Pz-40 (głębokość 403,1 m) na podstawie badań na mikroskondzie elektronowej (EPMA)

WDS composition (in wt. %) of minerals in the sample (Fig. 10B) from the Pz-40 borehole (depth 403.1 m)

Punkt	S	Ca	Se	Mg	Al	Si	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Bi	Cl	Ag	Mo	Sb	Te	Razem	Mineral
1	50,46	0,00	0,03	0,00	0,01	1,21	0,09	1,54	0,22	0,03	1,11	25,03	0,03	19,93	0,23	0,00	0,09	100,00	matildyt
2	53,53	0,03	0,11	0,00	0,03	1,17	0,00	1,43	0,13	0,06	1,01	26,61	0,01	15,59	0,22	0,00	0,07	100,00	matildyt
3	51,67	0,08	0,07	0,00	0,06	1,23	0,12	0,52	0,08	0,14	0,56	25,74	0,00	19,28	0,23	0,00	0,21	100,00	matildyt
4	35,80	0,32	0,38	0,00	0,10	0,77	0,03	0,31	0,06	0,09	0,96	18,67	0,06	34,16	0,00	0,01	8,25	99,96	matildyt + hessyt
5	57,77	0,18	0,08	0,00	0,03	0,82	0,00	0,46	0,13	0,05	0,76	36,68	0,00	2,68	0,16	0,03	0,13	99,95	bismutynit
6	56,48	0,23	1,36	0,00	0,04	0,86	0,04	0,39	0,01	0,03	1,13	37,31	0,00	1,31	0,27	0,02	0,51	99,97	bismutynit
7	0,58	0,07	0,12	0,12	0,24	1,18	0,12	0,48	0,02	0,06	0,34	0,14	0,23	62,81	0,12	0,11	33,27	100,00	hessyt
8	0,36	0,08	0,07	0,11	0,27	1,27	0,05	0,66	0,00	0,07	0,38	0,04	0,18	63,07	0,02	0,16	33,22	100,00	hessyt
9	7,76	0,14	1,15	0,07	0,21	1,00	0,08	0,54	0,11	0,04	0,59	4,20	0,11	56,14	0,09	0,09	27,67	99,99	hessyt
10	4,95	0,12	1,01	0,03	0,34	0,89	0,24	1,09	0,03	0,05	0,67	2,92	0,16	57,87	0,00	0,10	29,54	99,99	hessyt
11	14,79	0,06	5,05	0,01	0,24	0,95	0,11	1,54	0,15	0,03	1,00	8,95	0,15	46,38	0,00	0,08	20,51	100,00	?
12	11,14	0,09	2,07	0,00	0,24	1,21	0,00	0,78	0,09	0,00	0,49	7,56	0,18	51,82	0,11	0,08	24,16	100,00	?
13	0,63	0,13	0,10	0,05	0,27	0,95	0,00	1,31	0,00	0,00	1,30	0,12	0,17	61,60	0,05	0,16	33,14	99,97	hessyt
14	50,44	0,06	0,01	0,00	0,10	0,76	0,29	1,87	0,13	0,06	1,54	25,48	0,00	18,89	0,25	0,00	0,10	99,99	matildyt
15	55,20	0,10	0,84	0,00	0,04	0,84	0,18	2,82	0,00	0,05	2,21	35,59	0,11	1,15	0,39	0,00	0,49	100,00	bismutynit

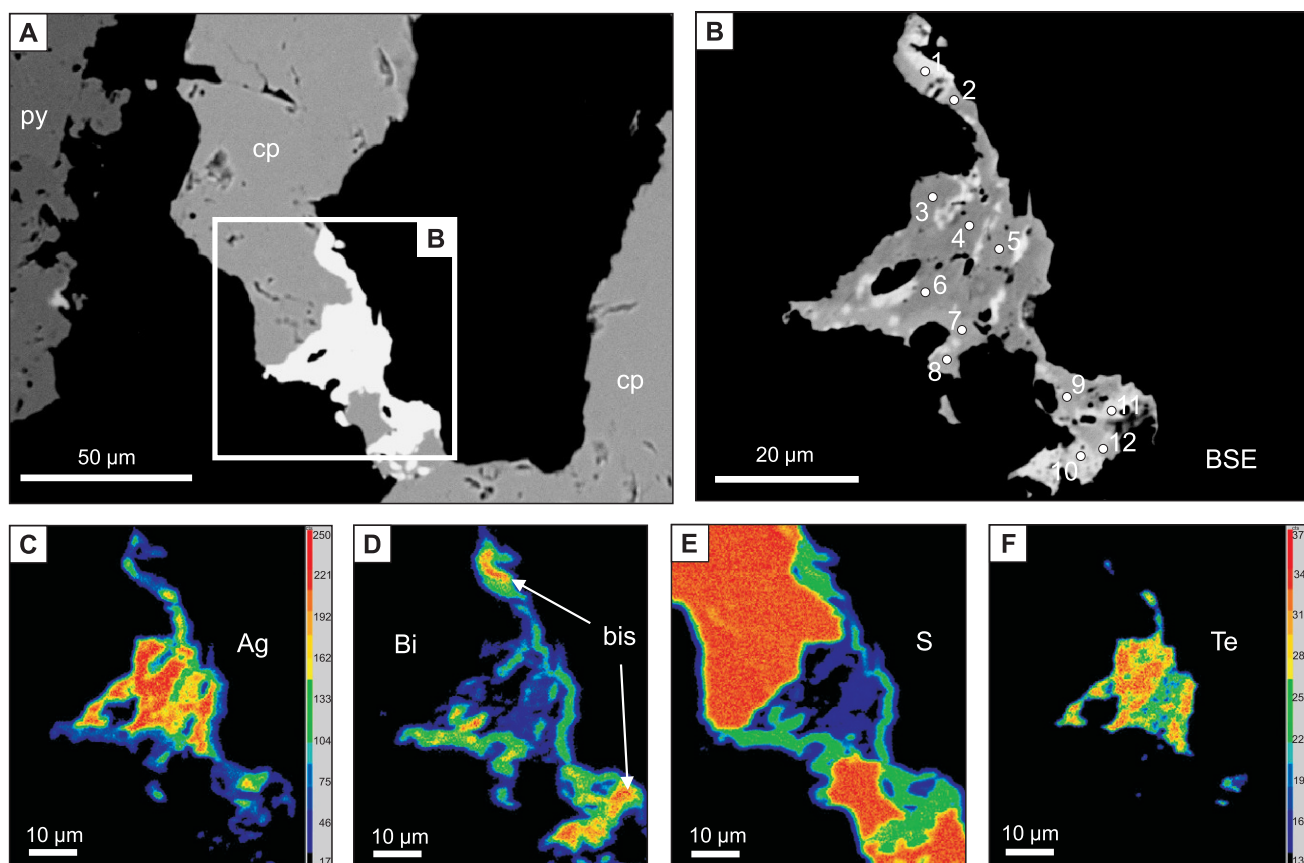


Fig. 11A–F. Mineralizacja pirytowo-chalkopirytowa (py-cp) z wrostkami mineralów Bi, Ag i Te. Mikrofotografie od C do F przedstawiają kolejno rozkład metali: Ag, Bi, S i Te. Otwór Pz-40, głębokość 403,1 m. bis – bismutyinit

Punktami zaznaczono miejsca wykonania analiz w mikroobszarze (zob. tabela 6)

Pyrite-chalcopyrite (py-cp) mineralization with inserts of Bi, Ag and Te minerals. Microphotographs C to F show distribution of Ag, Bi, S and Te. Pz-40 borehole, depth 403.1 m; Bis – bismuthinite

Points of electron microprobe analysis are marked with white dots (see table 6)

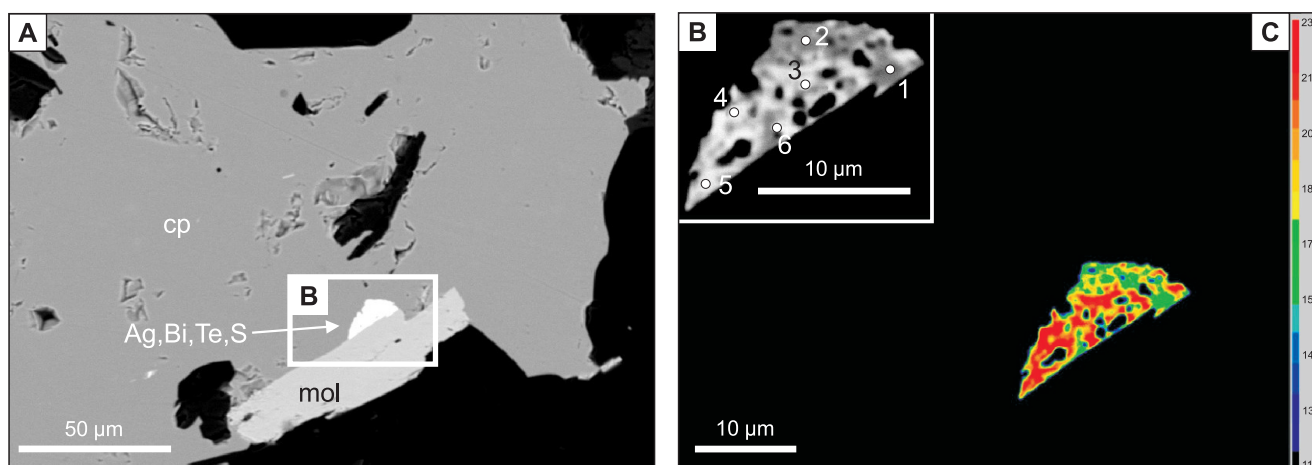


Fig. 12A–C. Mineralizacja chalkopirytowa (cp) z molibdenitem (mol) oraz z wrostkami siarkosoli o zmiennym składzie Bi, Ag i Te. Otwór Pz-40, głębokość 406,4 m

Punktami zaznaczono miejsca wykonania analiz w mikroobszarze (zob. tabela 7)

Chalcopyrite (cp) mineralization with molybdenite (mol) and inclusions of sulphosalts with variable composition of Bi, Ag and Te. Pz-40 borehole, depth 406.4 m

Points of electron microprobe analysis are marked with white dots (see table 7)

Tabela 6

Skład chemiczny (w % wag.) minerałów w próbce (fig. 11B) z wiercenia Pz-40 (głębokość 403,1 m) na podstawie badań na mikroskopię elektronową (EPMA)

WDS composition (in wt. %) of minerals in the sample (Fig. 11B) from the Pz-40 borehole (depth 403.1 m)

Punkt	S	Ca	Se	Mg	Al	Si	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Bi	Cl	Ag	Mo	Sb	Te	Razem	Mineral
1	56,69	0,01	0,35	0,00	0,00	0,62	0,18	2,09	0,12	0,03	2,12	36,81	0,00	0,75	0,19	0,01	0,03	100,00	bismutynit
2	48,47	0,06	0,09	0,00	0,07	0,75	0,26	1,52	0,04	0,00	2,39	24,94	0,04	20,61	0,09	0,00	0,69	100,00	matildyt
3	0,87	0,08	0,14	0,10	0,25	0,99	0,04	1,25	0,05	0,03	1,15	0,39	0,13	62,70	0,00	0,12	31,73	100,00	hessyt
4	0,19	0,06	0,00	0,09	0,22	0,79	0,04	0,51	0,07	0,00	0,70	0,05	0,15	64,33	0,03	0,14	32,60	99,96	hessyt
5	12,13	0,07	4,26	0,00	0,18	0,82	0,17	0,45	0,00	0,06	0,94	8,08	0,11	50,49	0,00	0,09	22,15	100,00	matildyt + ?hessyt
6	9,43	0,11	2,67	0,06	0,19	0,97	0,28	0,73	0,01	0,00	0,72	8,31	0,11	50,32	0,05	0,13	25,94	100,00	matildyt + ?hessyt
7	50,83	0,07	0,03	0,00	0,10	0,81	0,05	1,54	0,05	0,04	1,06	26,21	0,00	18,95	0,04	0,00	0,18	99,97	?matildyt
8	38,12	0,22	0,13	0,00	0,10	0,65	0,06	1,47	0,01	0,08	1,34	18,70	0,04	31,94	0,14	0,02	6,97	99,97	matildyt + ?empressyt
9	40,84	0,06	1,96	0,00	0,16	0,76	0,04	1,64	0,12	0,02	2,18	21,24	0,09	25,40	0,14	0,03	5,33	100,00	matildyt + ?empressyt
10	41,96	0,11	0,54	0,00	0,10	0,65	0,20	2,25	0,11	0,03	2,23	25,50	0,09	18,03	0,09	0,00	8,11	100,00	matildyt + ?hessyt
11	54,21	0,18	0,59	0,00	0,02	1,27	0,13	1,64	0,00	0,13	2,31	38,52	0,17	0,45	0,22	0,02	0,15	100,00	bismutynit
12	46,25	0,04	0,15	0,00	0,08	0,80	0,12	2,26	0,05	0,02	2,38	22,89	0,02	21,74	0,13	0,02	3,05	99,99	matildyt

– hessyt, czerwony – minerał nieoznaczony (siarkotellurek Ag i Bi).

Na figurze 13A (obraz BSE) są widoczne kryształy pirytu (py) i samodzielny drobny (ok. 25 μm) kryształ kawazulitu (biały). Na figurze 13B przedstawiono powiększenie kryształu z rozmieszczeniem punktów, w których wykonano analizy w mikroobszarze (tab. 8). Ze względu na zmienny skład wrostków, nie udało się ich w pełni zidentyfikować. Zawierają one prawdopodobnie kawazulit, być może również argentyt i inne niezidentyfikowane fazy mineralne (pkt. 3–7).

W próbce z głębokości 406,4 m stwierdzono zrost kryształów molibdenitu (ciemnoszare) z niewielkimi wielofazowymi kryształami (białe i jasnoszare) (fig. 14A – obraz BSE), z rozmieszczeniem punktów, w których wykonano analizy w mikroobszarze (tab. 10). Zawierają one prawdopodobnie newskit, bismutynit z domieszką selenu, być może również paraguanaujatyt i inne niezidentyfikowane fazy mineralne (pkt. 6–8). W tym przypadku skład wskazywałby na minerał podobny do hauchecornitu – $\text{Ni}_5(\text{Bi},\text{Sb})_2\text{S}_8$, jednak o formule zbliżonej do $\text{Ni}_4\text{BiSb}_3\text{S}_4$.

Na figurze 14B w barwach sztucznych przedstawiono obraz BSE kryształu (ok. 200 μm śred.) o złożonym składzie chemicznym oraz inny – mniejszy kryształ o zbliżonym składzie. Zawierają one hessyt, tetradymit, tsumoit i kawazulit (tab. 9).

Tabela 7

Skład chemiczny (w % wag.) minerałów w próbce z wiercenia Pz-40 (głębokość 406,4 m) na podstawie badań na mikroskopię elektronową (EPMA)

WDS composition (in wt. %) of minerals in the sample from the Pz-40 borehole (depth 406.4 m)

Punkt	S	Se	Cu	Fe	Bi	Ag	Te	Razem	Mineral
1	3,04	0,26	1,66	1,24	1,85	61,62	29,37	99,04	hessyt
2	14,98	3,76	2,12	1,45	17,69	32,39	25,62	98,01	hessyt + ?csiklovait
3	15,16	3,87	1,85	1,13	28,38	16,47	31,44	98,3	?
4	16,55	3,51	1,98	1,62	29,19	14,12	32,12	99,09	?
5	14,91	6,04	2,06	1,5	28,64	13,14	31,91	98,2	?
6	5,11	1,12	1,46	0,74	6,68	52,75	31,15	99,01	hessyt + ?

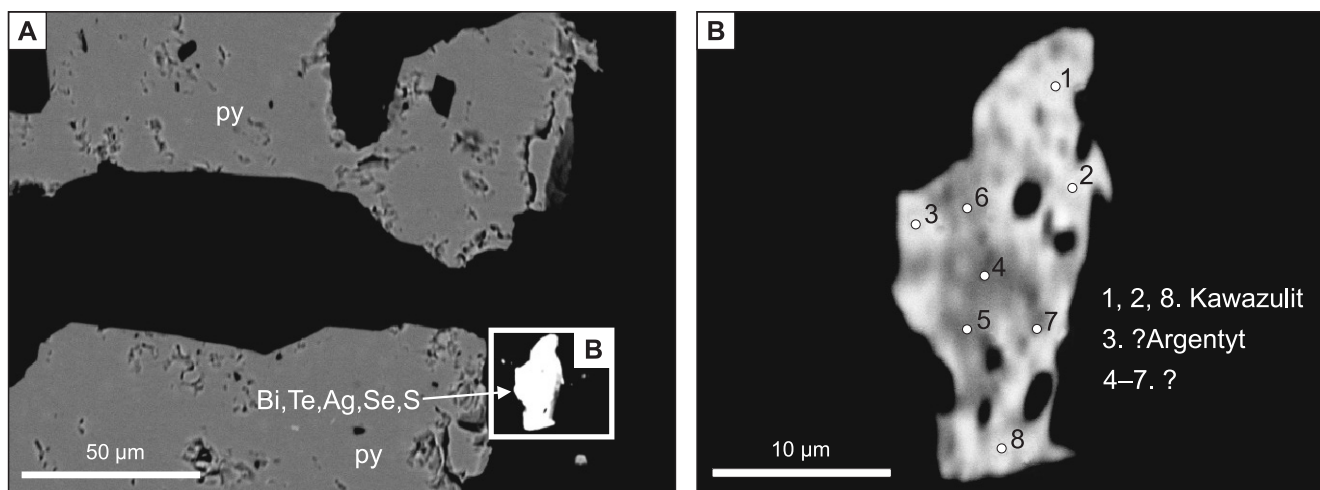


Fig. 13A, B. Mineralizacja pirytowa (py) z drobnym ziarenkiem kawazulitu. B – Obraz BSE z widocznym zmiennym składem chemicznym mineralów (Ag, Bi, S, Te i Se). Otwór Pz-40, głębokość 406,4 m

Punktami zaznaczono miejsca wykonania analiz w mikroobszarze (zob. tabela 8)

Pyrite mineralization (py) with fine-grained kawazulite; B – BSE microphotograph with visible variable composition of minerals (Ag, Bi, S, Te and Se). Pz-40 borehole, depth 406.4 m

Points of electron microprobe analysis are marked with white dots (see table 8)

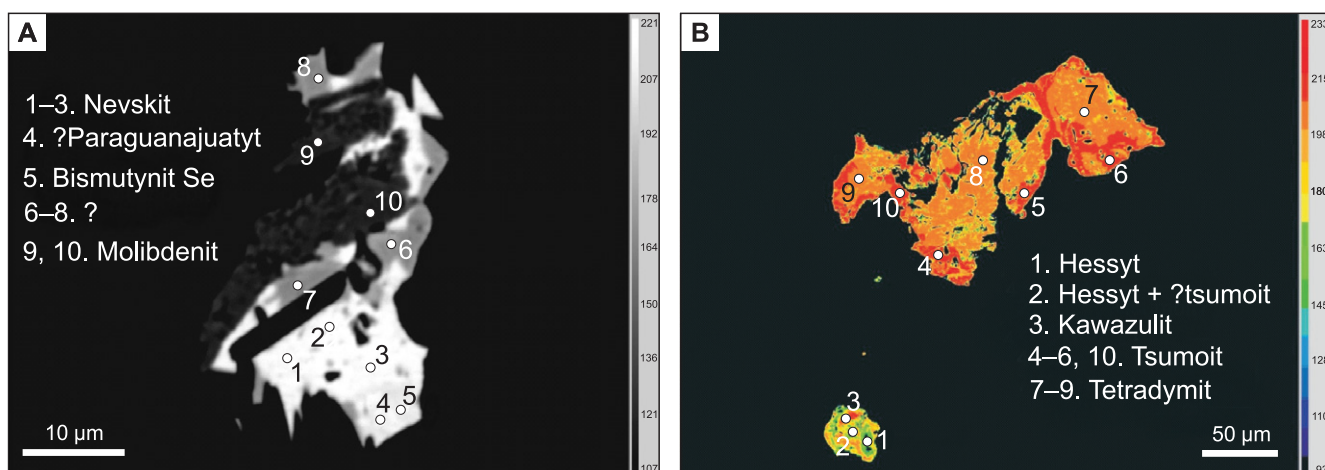


Fig. 14. A. Mineralizacja molibdenitowa (ciemnoszara) z przerostem innych rzadkich faz mineralnych o zmiennym składzie chemicznym Ni, Bi, Sb i S (?hauchecornit). B. Hessyt i minerały grupy tetradymitu (Bi + Te + S). Otwór Pz-40, głębokość 406,4 m. Punktami zaznaczono miejsca wykonania analiz w mikroobszarze (zob. tabela 9)

A. Molybdenite (dark grey) intergrowths with different mineral phases of variable chemical composition of Ni, Bi, Sb and S (?hauchecornite). B. Hessite and minerals from the tetradymite group (Bi + Te + S). Pz-40 borehole, depth 406.4 m.

Points of electron microprobe analysis are marked with white dots (see table 9)

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych szczegółowych badań mikroskopowych i w mikroobszarze z wykorzystaniem nowoczesnego sprzętu badawczego (CAMECA SX-100 oraz LEO 1430) zidentyfikowano szereg minerałów telluru i bizmutu oraz różnorodne siarkosole Pb, Ag, Cu, Bi i/lub Ni, ponadto mikrowrostki złota występujące w paragenezie z pirytem i z siarczkami metali podstawowych reprezentowa-

nych głównie przez galenę, chalkopiryt i sfaleryt. Minerale te zidentyfikowano w próbkach pochodzących z trzech archiwalnych wierceń z rejonu Myszkowa (otwór 82-Ż i Pz-40) oraz z rejonu Mysłowa (otwór 25-WB). Zmienność składu minerałów Te, Bi i siarkosoli w trzech otworach przedstawiono w tabeli 10. Minerale te występują najczęściej w postaci bardzo drobnych (od kilku do kilkudziesięciu mikro-

Tabela 8
Skład chemiczny (w % wag.) kawazulitu i innych minerałów Ag + Bi + S + Te w próbie z wiercenia Pz-40 (głębokość 406,4 m) na podstawie badań na mikrosondzie elektronowej (EPMA)

WDS composition (in wt. %) of kawazulite and other Ag + Bi + S + Te minerals in the sample from the Pz-40 borehole (depth 406.4 m)

Punkt	S	Ca	Pb	Se	Al	Si	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Bi	Cl	Ag	Mo	Sb	Te	Razem	Minerał
1	15,74	0,06	0,00	5,22	0,14	0,88	0,06	0,95	0,00	0,00	1,09	35,20	0,01	3,54	0,38	0,11	36,61	99,99	kawazulit
2	16,76	0,03	0,00	3,52	0,04	1,00	0,15	0,89	0,03	0,02	0,95	35,85	0,00	1,67	0,48	0,10	38,49	99,97	kawazulit
3	29,01	0,00	1,42	4,72	0,09	0,65	0,00	0,85	0,04	0,00	0,89	28,70	0,02	11,83	0,12	0,12	21,50	99,97	?argentyt + ?
4	38,61	0,04	2,85	1,64	0,09	0,52	0,04	0,82	0,02	0,00	0,63	21,75	0,05	24,96	0,13	0,07	7,79	100,00	?
5	35,73	0,01	0,27	1,46	0,08	0,55	0,06	0,85	0,18	0,00	0,74	19,84	0,00	30,90	0,17	0,01	9,16	100,00	?
6	23,91	0,06	0,13	7,03	0,14	0,93	0,00	1,04	0,08	0,09	0,79	26,91	0,10	19,09	0,20	0,03	19,45	99,98	?
7	23,08	0,06	0,00	3,58	0,08	0,81	0,09	0,91	0,02	0,00	0,91	26,23	0,05	19,53	0,23	0,09	24,35	100,00	?
8	16,94	0,10	0,00	2,60	0,19	3,84	0,02	1,06	0,17	0,07	0,86	34,58	0,00	3,43	0,35	0,16	35,59	99,96	kawazulit

Tabela 9
Skład chemiczny (w % wag.) newskitu, molibdenitu i innych minerałów Bi + Se + S oraz Ni + S + Sb + Bi w próbie z wiercenia Pz-40 (głębokość 406,4 m) na podstawie badań na mikrosondzie elektronowej (EPMA)

WDS composition (in wt. %) of newskite, molybdenite and other minerals of Bi + Se + S and Ni + S + Sb + Bi in the sample from the Pz-40 borehole (depth 406.4 m)

Punkt	S	Ca	Pb	Se	Al	Si	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Bi	Ag	Mo	Sb	Te	Razem	Minerał
1	14,50	0,05	1,98	29,86	0,25	1,13	0,00	0,16	0,25	0,00	0,21	47,78	0,85	0,22	0,08	2,70	100,00	newskit
2	11,38	0,08	1,78	30,14	0,29	0,72	0,15	0,17	0,29	0,00	0,39	51,99	0,13	0,21	0,13	2,16	100,00	?newskit
3	9,61	0,06	1,78	27,84	0,22	0,94	0,00	0,10	0,22	0,11	0,43	51,87	0,11	0,20	0,05	6,48	100,00	?newskit +
4	38,67	0,05	1,22	13,02	0,22	0,82	0,07	0,41	0,07	0,01	0,22	41,22	0,64	0,50	0,03	2,85	100,00	?paraguanajuaty
5	51,97	0,03	0,50	5,91	0,11	0,67	0,17	0,53	0,00	0,06	0,26	38,04	0,22	0,34	0,02	1,18	100,00	bismutytyt z domieszką ?Se
6	31,85	0,00	0,00	1,49	0,00	0,47	0,02	0,02	33,43	0,24	0,21	9,83	0,01	0,00	22,33	0,07	99,97	?hauchecornit
7	32,18	0,00	0,00	0,99	0,07	0,56	0,00	0,15	33,87	0,10	0,12	7,75	0,03	0,12	24,02	0,05	99,98	?hauchecornit
8	32,33	0,00	0,00	0,96	0,00	0,55	0,00	0,00	34,08	0,06	0,18	6,09	0,07	0,06	25,52	0,07	99,97	?hauchecornit
9	65,80	0,03	0,00	0,05	0,12	0,34	0,00	0,01	0,14	0,02	0,10	0,13	0,00	33,10	0,11	0,02	99,97	molibdenit
10	66,21	0,02	0,00	0,02	0,01	0,12	0,05	0,09	0,14	0,02	0,09	0,11	0,02	33,02	0,03	0,02	99,96	molibdenit

metrów średnicy) wrostków w pirycie lub w postaci mikrokryształów (maks. do 50–100 μm średnicy) narastających na chalkopirycie i galenie.

Wśród rozpoznanych minerałów telluru i bizmutu przeważają zdecydowanie minerały z systemu Bi-Te-Se-S zaliczane do grupy tetradymitu (tetradymit, kawazulit i sulfotsumoit), oraz tellurki Bi z szeregu hedleyit – tellurobismutyty (pilsenit, tsumoit i rucklidgeit) i siarczki bizmutu (bismutyty, newskit i paraganajuatyt) (fig. 15). W otworze Pz-40 stwierdzono również tellurki Ag (hessyt i empressyt) oraz matildyt (siarkosól Ag, Bi). Chemicznie zróżnicowane siarkosole Ag, Pb i Cu pojawiają się w trzech wymienionych otworach.

W strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim obecność mineralizacji tellurowej i bizmutowej należy łączyć z powstaniem mineralizacji kruszcowej (Mo-Cu-W) typu porfirowego, związanej z warycyjskimi (o wieku ok. 300 mln lat) wapniowo-alkalicznymi intruzjami granitoidowymi i ich dajkami o teksturze porfirowej.

Hydrotermalna niskotemperaturowa mineralizacja tellurowo-bizmutowa występuje w asocjacji z siarczkami metali (Cu, Pb, Fe i Zn) i jest zlokalizowana peryferycznie w stosunku do jądra z wysokotemperaturową mineralizacją molibdenitową.

Siarczkowa mineralizacja polimetaliczna wraz z asocjacją minerałów rzadkich (Ag-Bi-Te-Pb-Cu-Se-S) pojawia się w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim w odległości do ok. 2 km od jądra granitowego, w strefie brzeżnej, otulającej mineralizację porfirową typu Cu-Mo(-W) udokumentowaną np. w złożu Myszków lub w innych obszarach perspektywicznych z rozpoznaną w nich mineralizacją chalkopirytowo-molibdenitową.

Obecność tellurków Bi i/lub Ag oraz różnych pod względem składu chemicznego siarkosoli Bi, Pb, Ag, Au, Se, Cu w asocjacji z polimetaliczną mineralizacją siarczkową notowano z wielu obszarów wystąpień warycyjskich intruzji granitoidowych również i w Sudetach (Mikulski, 2014, wraz z literaturą).

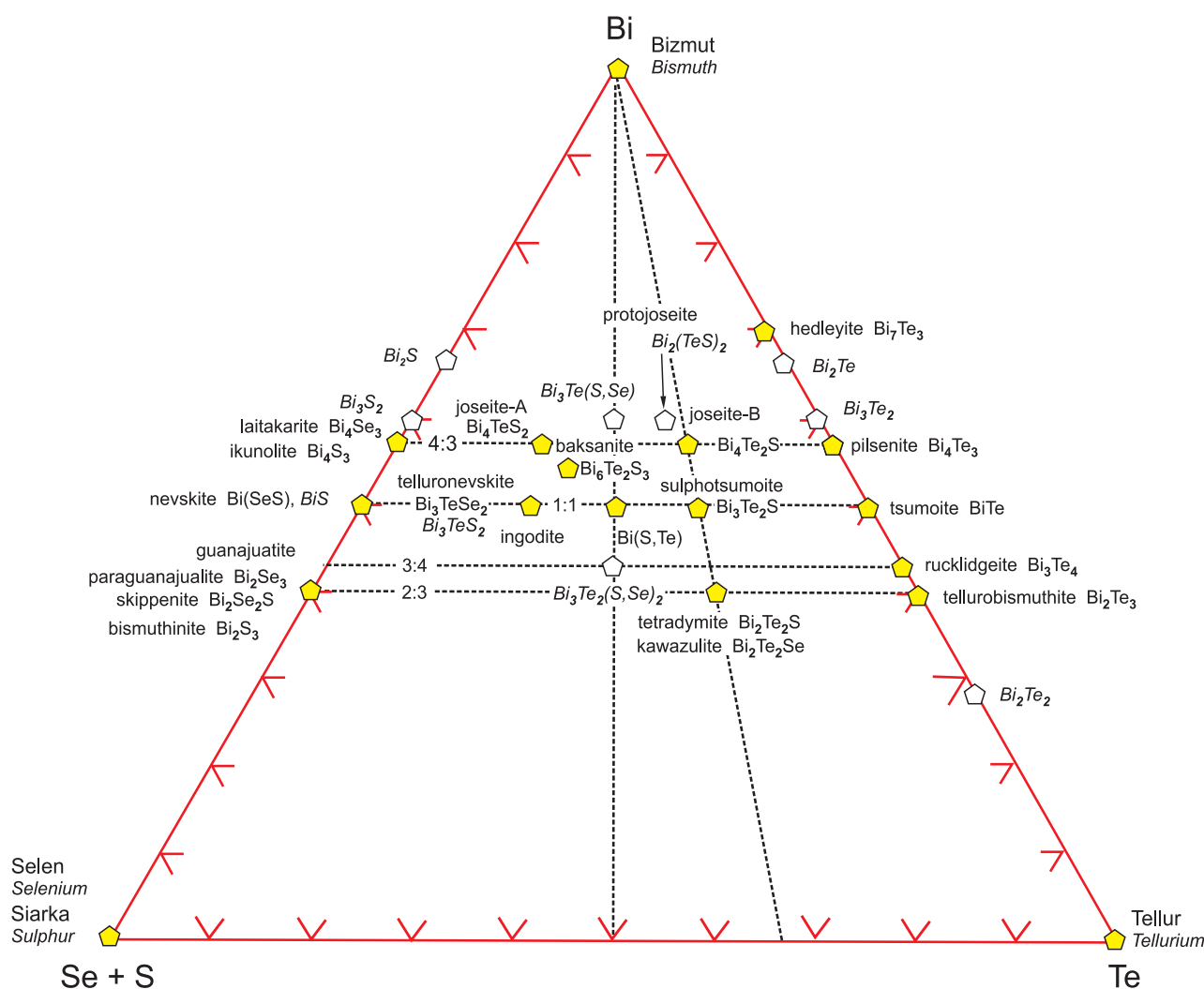


Fig. 15. Schematyczny diagram ilustrujący idealny skład minerałów i nienazwanych faz mineralnych (kursywa) w układzie trójkątnym Bi-Te-(S + Se) (wg Cook'a i in., 2007)

Schematic diagram illustrating the ideal compositions of minerals and other unnamed phases (in *italics*) in the system Bi-Te-(Se + S)

Tabela 10

Minerały telluru i bizmutu rozpoznane w trzech archiwalnych wierceniach z rejonu Myszkowa (82-Ż i Pz-40) i Mysłowa (25-WB)

Tellurium and bismuth minerals identified in three boreholes from the Myszków (82-Ż and Pz-40 boreholes) and Mysłów (25-WB borehole) regions

Nazwa mineralu	25-WB	82-Ż	Pz-40
tetradymit $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$	X	X	X
hessyt Ag_2Te	–	–	X
empressyt AgTe	–	–	X
tsumoit BiTe	X	X	–
pilsenit Bi_4Te_3	X	–	–
kawazulit $\text{Bi}_2(\text{Te},\text{S},\text{Se})_3$	–	–	X
rucklidgeit $(\text{Bi},\text{Pb})_3\text{Te}_4$	X	–	–
sulfotsumoit $\text{Bi}_3\text{Te}_2\text{S}$	X	X	–
csiklovait (tetradymit + bismutynit) $\text{Bi}_2\text{Te}(\text{S},\text{Se})_2$	–	–	X
Bi rodzimy	–	X	–
bismutynit Bi_2S_3	–	–	X
wittichenit Cu_3BiS_3	–	X	–
matildyt AgBiS_2	–	–	X
newskit $\text{Bi}(\text{Se},\text{S})$	–	–	X
paraguanajuatyt $\text{Bi}_2(\text{Se},\text{S})_3$	–	–	X
padĕrait $\text{Cu}_7(\text{Ag}_{0,33}\text{Pb}_{1,33}\text{Bi}_{1,33})_{\Sigma 13}\text{S}_{22}$	X	X	–
heyrovskýit $\text{Pb}_{10}\text{AgBi}_3\text{S}_{18}$	X	–	–
grupa gustavitu $\text{PbAgBi}_3\text{S}_6$	X	–	–
aleksyt $\text{PbBi}_2\text{Te}_2\text{S}_2$	X	–	–
pavonit $\text{Ag},\text{Cu}(\text{Bi},\text{Pb})_3\text{S}_5$	–	X	–
aschamalmiit $\text{Pb}_6\text{Bi}_2\text{S}_9$	X	–	–
hauchecornit $\text{Ni}_9(\text{Bi},\text{Sb})_2\text{S}_8$	–	–	X
smirnit Bi_2TeO_3	–	X	–

WNIOSKI

- Obecność mineralizacji tellurowej w paragenezie z minerałami bizmutu w rejonie Myszkowa i Mysłowa należy łączyć z powstaniem wartyjskiej mineralizacji kruszcowej Mo-Cu-(W) typu porfirowego wokół wapieniowo-alkalicznych intruzji granitoidowych i dajek (ryodacytów, ryolitów i lamprofirów) w strefie kontaktu bloków małopolskiego i górnośląskiego.
- Hydrotermalna mineralizacja tellurowo-bizmutowa występuje w asocjacji z siarczkami takich metali jak Cu, Pb, Fe i Zn.
- Mineralizacja Te-Bi głównie jest zlokalizowana peryferycznie w stosunku do jądra z wysokotemperaturową mineralizacją molibdenitową.

Podziękowanie. Autorzy dziękują prof. A. Piestrzyńskiemu oraz anonimowemu recenzentowi za uwagi, które wzbogaciły pierwotną wersję artykułu.

Badania wykonano w ramach dotacji statutowej MNiSW (temat nr 61.6105.1301.00.0. dla S.Z. Mikulskiego).

LITERATURA

BUŁA Z. (red.), 2002 — Atlas geologiczny paleozoiku bez permu w strefie kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

BUŁA Z., ŻABA J., 2005 — Pozycja tektoniczna Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle prekambryjskiego i dolnopaleozoicznego podłoża. *Przew. 76 Zjazdu PTG*: 14–42.

- COOK N.J., CIOBANU C., WAGNER T., STANLEY C.J., 2007 — MINERALS OF THE SYSTEM Bi-Te-se-S related to the tetradymite archetype: review of classification and compositional variation. *Can Mineral*, **45**, 4: 665–708.
- EKIERT F., 1971 — Budowa geologiczna podpermskiego podłoża północno-wschodniego obrzeżenia GZW. *Pr. Inst. Geol.* **66**: 5–77.
- HABRYN R., MARKOWIAK M., ŚLÓSZARZ J., 1994 — Perspektywy udokumentowania nowego ciała rudnego w kierunku na NW od złoża molibdenowo-wolframowo-miedzowego Myszków. *Prz. Geol.*, **42**: 611–614.
- HARAŃCZYK C., 1978 — Krakowska paleozoiczna prowincja tellurkowa. *Prz. Geol.*, **6**: 337–343.
- HARAŃCZYK C., 1979 — Metallogenic evolution of the Silesia-Cracow region. *Pr. Inst. Geol.*, **95**: 109–132.
- HARAŃCZYK C., 1983 — Paragenety mineralne w złożach krakowidów i ich pokrywy. *Rocz. PTG*, **53**, 1–4: 91–126.
- KARWOWSKI Ł., LASOŃ K., MARKIEWICZ J., TRUSZEL M., 2005 — Geochemiczno-petrologiczne przesłanki Mo–W–Cu mineralizacji typu złóż porfirowych rejonu krakowsko-lublinieckiego. *Przew. 76 Zjazdu PTG*: 75–79.
- KOSZOWSKA A., 2005 — Mineralizacja Te w skarnie z Zawiercia. *Prz. Geol.*, **53**, 3: 257–258.
- LASOŃ K., 2003 — Geochemia molibdenowo-wolframowego złoża porfirowego Myszków. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **405**: 87–108.
- MANECKI A., ŁODZIŃSKI M., WRZAK J., 2011 — Glosariusz minerałów. Mineralpress, Kraków.
- MARKIEWICZ J., 1998 — Petrografia strefy apikalnej granitoidów mrzygłodzkich. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **382**: 5–29.
- MARKIEWICZ J., 2002 — Główne cechy rozwoju magmatyzmu w krawędziowych częściach bloku górnośląskiego i małopolskiego. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- MARKOWIAK M., 2012 — Przejawy mineralizacji kruszcowej w utworach ediakaru nawierconych otworem Cianowice-2. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **448**, 2: 345–358.
- MARKOWIAK M., 2014 — Przejawy mineralizacji kruszcowej w skałach nawierconych otworami Trojanowice 2 i Cianowice 2. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **459**: 83–92.
- MARKOWIAK M., 2015 — Charakterystyka mineralizacji kruszcowej na tle przeobrażeń termiczno-metasomatycznych skał w rejonie Żarek–Kotowic. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **203**: 1–74.
- MARKOWIAK M. I ZESPÓŁ, 1993 — Dokumentacja geologiczno-wynikowa otworu wiertniczego Pz-40 Myszków. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- MARKOWIAK M., HABRYN R., 2003 — Kompleksowa ocena polimetalicznej mineralizacji kruszcowej w utworach paleozoiku i prekambriu w obszarze krakowsko-lublinieckim. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- MARKOWIAK M., PIEKARSKI K., ŚLÓSZARZ J., HABRYN R., MARKIEWICZ J., TRUSZEL M., LASOŃ K., JURA D., BADERA J., 1994 — Wyniki badań geologicznych i złóżowych paleozoicznego podłoża w obszarze Myszków-Mrzygłód. *Przew. 65 Zjazdu PTG, Pr. Nauk. UŚl.*, **1431**: 173–217.
- MARKOWIAK M., OSZCZEPALSKI S., MIKULSKI S.Z., 2009 — Porfirowa mineralizacja Mo–Cu–W w prekambryjsko-paleozoicznych utworach strefy kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Prz. Geol.*, **57**, 4: 308.
- MIKULSKI S.Z., 2014 — Występowanie telluru i bizmutu w złotośnych siarczkowych rudach polimetalicznych w Sudetach (SW Polska). *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management*, **30**, 2: 15–34. DOI 10.2478/gospo-2014-0019.
- MIKULSKI S.Z., MARKOWIAK M., 2011 — Gold occurrence in the contact of the Małopolska and Upper Silesia blocks southern Poland. *Gold in Poland. AM Monograph*, **2**: 307–317.
- MIKULSKI S.Z., STEIN H.J., 2012 — Wiek molibdenitów w Polsce w świetle badań izotopowych Re–Os. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **452**: 199–216.
- MIKULSKI S.Z., MARKOWIAK M., OSZCZEPALSKI S., 2008 — Złoto w żyłach kwarcowo-siarczkowych z wiercenia DB-4 (rejon Doliny Będkowskiej, południowa Polska). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **429**: 99–112.
- MIKULSKI S.Z., MARKOWIAK M., OSZCZEPALSKI S., STARNAWSKA E., GIRO L., 2009 — Nowe dane o mineralizacji tellurkowej z obszaru kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Prz. Geol.*, **57**, 4: 310.
- MIKULSKI S.Z., OSZCZEPALSKI S., MARKOWIAK M., 2012 — Występowanie i zasoby perspektywiczne rud molibdenu i wolframu w Polsce. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **448**, 2: 297–314.
- MIKULSKI S.Z., MARKOWIAK M., ZIELIŃSKI L., GIRO L., 2014a — Identyfikacja rzadkich faz mineralnych (Te, Bi, Se, Sb, Au, Ag, Pb, S i in.) z siarczkowych rud polimetalicznych w Polsce. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- MIKULSKI S.Z., OSZCZEPALSKI S., BRAŃSKI P., KOZDRÓJ W., MARKOWIAK M., KRAMARSKA R., CHMIELEWSKI A., SADŁOWSKA K., DAMRAT M., 2014b — Weryfikacja stanu wiedzy o mineralizacji metalami ziem rzadkich (REE) wraz z pilotażową oceną ich perspektyw złóżowych w Polsce z wyłączeniem obszaru kratonu wschodnioeuropejskiego. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- MIKULSKI S.Z., MARKOWIAK M., SADŁOWSKA K., CHMIELEWSKI A., ZIELIŃSKI G., 2015 — Pilotażowe badania pierwiastków ziem rzadkich w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **465**: 77–98.
- NAWROCKI J., KRZEMIŃSKI L., PAŃCZYK M., 2010 — ⁴⁰Ar–³⁹Ar ages of selected rocks and minerals from the Kraków–Lubliniec Fault Zone, and their relation to the Paleozoic structural evolution of the Małopolska and Brunovistulian terranes (S Poland). *Geol. Quart.*, **54**, 3: 289–300.
- OSZCZEPALSKI S., MARKOWIAK M., BUŁA Z., LASOŃ K., MIKULSKI S., HABRYN R., TRUSZEL M., PAŃCZYK M., SIKORA R., WOŹNIAK P., MUCHA J., WASILEWSKA M., KARWOWSKI Ł., 2008 — Prognoza złożowa podłoża paleozoicznego (i pokrywy mezozoicznej triasu) północno-wschodniego obrzeżenia GZW. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- OSZCZEPALSKI S., MARKOWIAK M., MIKULSKI S.Z., LASOŃ K., BUŁA Z., HABRYN R., 2010 — Porfirowa mineralizacja Mo–Cu–W w prekambryjsko-paleozoicznych utworach – analiza prognostyczna strefy kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **429**: 339–354.
- PAŃCZYK M., MARKOWIAK M., ZIELIŃSKI G., GIRO L., 2012 — Mineralizacja kruszcowa w obrębie zmetasomatyzonej intruzji magmowej w rejonie Koziegłówek (blok górnośląski). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **448**, 2: 359–370.
- PIEKARSKI K., 1994 — Pozycja strukturalna i budowa złoża rud molibdenowo-wolframowo-miedzowych Myszków. *Przew. 65 Zjazdu PTG, Pr. Nauk. UŚl.*, **1431**: 58–68.
- PIEKARSKI K., 1995 — Geologic setting and ore mineralization characteristics of the Myszków area (Poland). *Geol. Quart.*, **39**, 1: 31–42.

- PIEKARSKI K., GAJOWIEC B., HABRYN R., KARWASIECKA M., KURBIEL H., ŁUSZCZKIEWICZ A., MARKIEWICZ J., MARKOWIAK M., SIEMIŃSKI A., STĘPNIEWSKI M., TRUSZEL M., 1993 — Dokumentacja geologiczna złoża rud molibdenowo-wolframowo-miedziowych Myszków w kategorii C2. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Oddział Górnośląski.
- PODEMSKI M. (red.), 2001 — Palaeozoic porphyry molybdenum-tungsten deposit in the Myszków area, southern Poland. *Pol. Geol. Inst. Sp. Papers*, **6**: 1–87.
- SIATA E. (red.), 2007 — Dokumentacja geologiczna złoża rud molibdenowo-wolframowo-miedziowych w Myszkowie w kategorii C2. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- STEIN H.J., MARKOWIAK M., MIKULSKI S.Z., 2005 — Metamorphic to magmatic transition captured at the Myszków Mo-W deposit, southern Poland. *W: Mineral Deposit Research: Meeting the Global Challenge* (red. J. Mao, F.P. Bierlein): 833–836. Springer.
- ŚLÓSZARZ J., 1994 — Charakterystyka mineralogiczna okruszczenia Cu-Mo-W. *Przew. 65 Zjazdu PTG, Pr. Nauk. UŚl.*, **1431**: 196–202.
- TRUSZEL M., MARKOWIAK M., 1999 — Skarny i metasomatyty towarzyszące mineralizacji kruszcowej z rejonu Koziegłów. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- TRUSZEL M., KARWOWSKI Ł., LASON K., MARKIEWICZ J., ŻABA J., 2006 — Magmatyzm i metamorfizm strefy tektonicznej Kraków-Lubliniec jako przesłanki występowania złóż polimetalicznych. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **418**: 55–103.
- WIELGOMAS L. I ZESPÓŁ, 1988 — Dokumentacja geologiczno-surowowa wyników poszukiwań złóż rud cynku i ołowiu w rejonie Winowno-Będuszy. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- ŻELAŻNIEWICZ A., PAŃCZYK M., NAWROCKI J., FANNING M., 2008 — A Carboniferous / Permian, calc-alkaline, I-type granodiorite from the Małopolska Block, Southern Poland: implications from geochemical and U-Pb zircon age data. *Geol. Quart.*, **52**, 4: 301–308.

SUMMARY

A number of tellurium and bismuth minerals as well as sulphosalts of various compositions of Pb, Ag, Cu, and Bi and microinserts of gold (electrum) in paragenesis with pyrite and basic metal sulphides represented mainly by galena, chalcopyrite and sphalerite have been identified based on detailed microscopic and microprobe studies with the application of modern equipment (CAMECA SX-100 and LEO 1430). These minerals were found in samples from three boreholes from the Myszków (82-Ż and Pz-40 boreholes) and Mysłów (25-WB borehole) prospective areas. Variability in the composition of these minerals in the boreholes is shown in Table 10. These minerals occur most often in the form of micro-size inserts (from several to tens of micrometres in diameter) in pyrite or in the form of microcrystals (up to 50–100 µm in diameter) occurring together with base metal sulphides, or as tiny overgrowths with chalcopyrite or galena.

The tellurium and bismuth minerals are dominated by those with the Bi-Te-Se-S system, included in the tetradymite group (tetradymite, kawazulite, sulphotsumoite), and Bi tellurides mostly from the hedleyite-tellurobismuthite series (pilsenite, tsumoite or rucklidgeite) and bismuth sulphides (bismuthinite, nevskite and paraganajuatite). In the Pz-40 borehole, Ag tellurides (hessite, empressite) and matildite (sulphosalts of Ag and Bi) were also found. A variety of Ag, Pb and Cu sulphosalts were identified in the three boreholes.

In the contact zone of the Upper Silesia Block with the Małopolska Block the presence of a rare mineral phases of tellurium and bismuth should be correlated with the formation of Mo-Cu(-W) mineralization of porphyry type in the marginal zone. This type of ore mineralization is related to a Variscan granitoid intrusion and porphyry dykes. The low-hydrothermal Te-Bi mineralization occurs in association with the base metal sulphides and is located marginal in relation to the core of high-temperature chalcopyrite-molybdenite mineralization. The base metal sulphide mineralization together with the association of rare minerals (Ag-Bi-Te-Pb-Cu-Se-S) appears in the contact zone of the Upper Silesia Block with the Małopolska Block up to c.a. 2 km from the granitoid core, in the marginal zone that coats the porphyry mineralization of Cu-Mo(-W) type, which was documented at the Myszków deposit.

The presence of Bi and/or Ag tellurides, and sulphosalts of Bi, Pb, Ag, Au and Se, which are different in terms of chemical composition, in association with the base metal sulphides mineralization were documented from numerous occurrences of the Variscan granitoids also in the Sudetes that constitute the NE part of the Bohemian Massif (Mikulski, 2014, and references therein).