

MINERAŁY AKCESORYCZNE W SKALE KWARCOWEJ REJONU WĄDROŻA WIELKIEGO (BLOK PRZEDSUDECKI) – WSTĘPNE DANE

ACCESSORY MINERALS IN THE QUARTZ ROCK FROM THE WĄDROŻE WIELKIE AREA (FORE-SUDETIC BLOCK) – PRELIMINARY DATA

KRYSTYNA WOLKOWICZ¹

Abstrakt. W rejonie Wądroża Wielkiego na bloku przedsudeckim znajdują się złożowe nagromadzenia kwarcu żyłowego i metasomatycznego. Występują w nich zróżnicowane minerały akcesoryczne, zarówno kruszcowe, jak i płonne: serycyt, kaolinit, wodorotlenki Fe (goethyt), piryt, złoto, baryt, apatyt, cyrkon, siarkosól miedziowo-antymonowa z dodatkiem srebra i magnetyt. Po raz pierwszy w badanym rejonie zaobserwowano siarkosól miedziowo-arsenową, chalkopiryt, chalkozyn, kowelin, galenę, sfaleryt, chromit, kasyteryt, ksenotym, monacyt, allanit, tytanit, illit, chloryt, skaień potasowy oraz prawdopodobne rutil, fengit i bismut rodzimy. Poza pirytem i chalkopirytem nie stwierdzono związku większości tych minerałów z konkretną lokalizacją, natomiast nieokreślony fluorowęglan ziem rzadkich zaobserwowano jedynie w wielkokrystalicznym kwarcu żyłowym. Geneza minerałów akcesorycznych jest związana z krystalizacją z roztworów hydrotermalnych, z metasomatycznym oddziaływaniem tych roztworów na skały otaczające i z procesami wietrzenia.

Słowa kluczowe: kwarc żyłowy, minerały akcesoryczne, masyw Wądroża Wielkiego, blok przedsudecki.

Abstract. Quartz deposits of vein and metasomatic origin, occurring in the region of Wądroże Wielkie (Fore Sudetic Block), contain a variety of both ore and gangue accessory minerals including sericite, kaolinite, Fe-hydroxides (goethite), pyrite, gold, barite, apatite, zircon, copper-antimony sulfosalt with silver admixture and magnetite. Copper-arsenic sulfosalt, chalcopyrite, chalcocite, covellite, galena, sphalerite, chromite, cassiterite, xenotime, monazite, allanite, sphene, illite, chlorite, potassium feldspar, probably rutile, phengite and native bismuth were observed for the first time in the study area. There is no relationship between most of these minerals and their specific location, except for pyrite and chalcopyrite, whereas indefinite REE fluorocarbonate was observed only in coarsely crystalline vein quartz. The origin of the accessory minerals is related to the crystallization from hydrothermal solutions, their metasomatic effect on the surrounding rocks and weathering processes.

Key words: vein quartz, accessory minerals, Wądroże Wielkie Massif, Fore-Sudetic Block.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: krystyna.wolkowicz@pgi.gov.pl.

WSTĘP

Rejon Wądroża Wielkiego i Mikołajowic jest znany ze złotonośnych zwirowisk, które eksploatowano w XIV w. przez ok. 30 lat (Dziekoński, 1972; Grodzicki, 1972; Maciejak, 2011; Wójcik, Krzyżanowski, 2011). W następnych latach, także w XX w., wielokrotnie prowadzono tam poszukiwania złota, ale bez sukcesu. O kwarcu i złocie w Mikołajowicach pisał już Staszic (1815) w swoim słynnym dziele „O ziemiórództwie Karpatow i innych gor i rownin Polski”: „Góra ta Flins, cała jest z białego, litego kwarcu. W tym widać dawne wyroby na złoto; dziś wszystko zalane wodą”. Później stwierdzono, że żwiry i piaski kwarcowe tworzące złotonośne zwirowiska powstały w wyniku zwietrzenia występujących tam żył kwarcowych (Grodzicki, 1972) stanowiących złożowe nagromadzenie kwarcu o znacznej czystości (Sroga, Koźma, 2010; Wołkowicz, Sroga, 2011).

Mineralizację złota rodzimego w kwarcu żyłowym badali Kozłowski i Metz (1989, 1990), a w złotonośnych zwirowiskach – Grodzicki (1972) i Wierchowiec (2011). Według Czyżowej i Majerowicza (1965) „skała kwarcowa w strefie złożowej Taczalina jest zróżnicowana petrograficznie pod względem strukturalnym i teksturalnym, a w minimalnym stopniu pod względem mineralnym”, co potwierdziły także wyniki obserwacji prowadzonych przez autorkę (Wołkowicz, 2015). Minerale akcesoryczne w formie pojedynczych kryształów lub nierozpoznawalnych mikroskopowo zrębów jednego, rzadziej kilku osobników tworzą izolowane wprysnięcia w kwarcu lub występują w pustkach i mają różną wielkość. Największe skupienia, kilkumilimetrowe, lokalnie kilkucentymetrowe, tworzą serycyt, kaolinit, wodorotlenki Fe (goetyt; Czyżowa, Majerowicz, 1965) i piryty (Kozłowska-Koch, 1959; Uberna, 1959). Mniejsze są apatyt, cyrkon i magnetyt opisane przez Majerowicza i in. (1963, zob. Bere-

zowska, Berezowski, 1979b). Niewielkie rozmiary, często nieprzekraczające kilku lub kilkudziesięciu mikronów, mają rozpoznane na podstawie badań w mikroobszarze baryt i siarkosól miedziowo-antymonowa z dodatkiem srebra (Wołkowicz, 2005).

Wyniki badań przedstawione w tym artykule stanowią część rozprawy doktorskiej (badania komplementarne), której celem jest wyjaśnienie genezy mineralizacji kwarcowej w rejonie Wądroża Wielkiego na podstawie badań inkluzji fluidalnych (Wołkowicz, 2015). W kwarcu, w którym wykonano analizę termobarometryczną, w wyniku badań mikroskopowych stwierdzono obecność dość licznego zespołu minerałów akcesorycznych. Część z nich, w tym serycyt, kaolinit, wodorotlenki Fe (goetyt), piryty, złoto, baryt, apatyt, cyrkon, magnetyt i siarkosól miedziowo-antymonowa z dodatkiem srebra, opisano już wcześniej. Pozostałe odnotowano na tym obszarze po raz pierwszy. Minerale o wielkości bliskiej 1 mm lub większe, takie jak piryty, chalkopiryty, goetyt oraz cyrkon, zaobserwowano w preparatach podczas standardowych obserwacji mikroskopowych (w świetle przechodzącym lub odbitym). Obecność licznych minerałów o niewielkim rozmiarze stwierdzono w trakcie obserwacji preparatów w mikroobszarze. Niektóre wprysnięcia były zbyt małe, żeby wykonać ich analizę lub dobrą fotografię. Występowanie innych skupień, z różnych względów niezbyt dobrze widocznych (np. częściowo zniszczonych w toku preparatyki), odnotowano bez bardziej szczegółowej dokumentacji, licząc na znalezienie efektywniejszych ich wystąpień, co jednak się nie udało. Wyniki badań są więc udokumentowane w różnym stopniu, a podane w artykule informacje mają charakter wstępny.

METODY BADAŃ

Do badań wykorzystano próbki kwarcu z nieeksploatowanego kamieniołomu w Taczalinie, założonego w głównej żyłce kwarcu, oraz ze starych łomów i odsłoneń w mniejszych żyłkach w rejonie Wądroża Wielkiego i Mikołajowic. Pojedyncze próbki pobrano z hałdy w Złotym Lesie (fig. 1). Próbki reprezentują wszystkie stwierdzone typy strukturalno-teksturalne skały kwarcowej. W sumie zbadano 55 próbek, z których m.in. wykonano 32 płytki cienkie obustronnie polerowane.

Badania petrograficzne i mineralogiczne przeprowadzono w mikroskopie polaryzacyjnym Eclipse LV100 POL (Nikon) w świetle przechodzącym i odbitym na odkrytych płytkach cienkich o polerowanej powierzchni. Piętnaście preparatów

napylonych węglem poddano szczegółowej obserwacji pod mikroskopem i analizie chemicznej w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) firmy LEO z detektorem EDS firmy Oxford Instruments Ltd., aparaturą do katodoluminescencji obrazowej Vis-View 900 i spektrometrem CL firmy SIM GmbH oraz przy użyciu mikrosondy elektronowej CAMECA SX 100 wyposażonej w spektrometr EDS z serii XFlash firmy Bruker oraz pięć spektrometrów WDS. Obrazy elektronów wstecznie rozproszonych oraz widma EDS stanowiły podstawę identyfikacji minerałów występujących w preparatach kwarcowych. W sumie wykonano ponad 60 jakościowych oraz ok. 20 ilościowych analiz chemicznych.

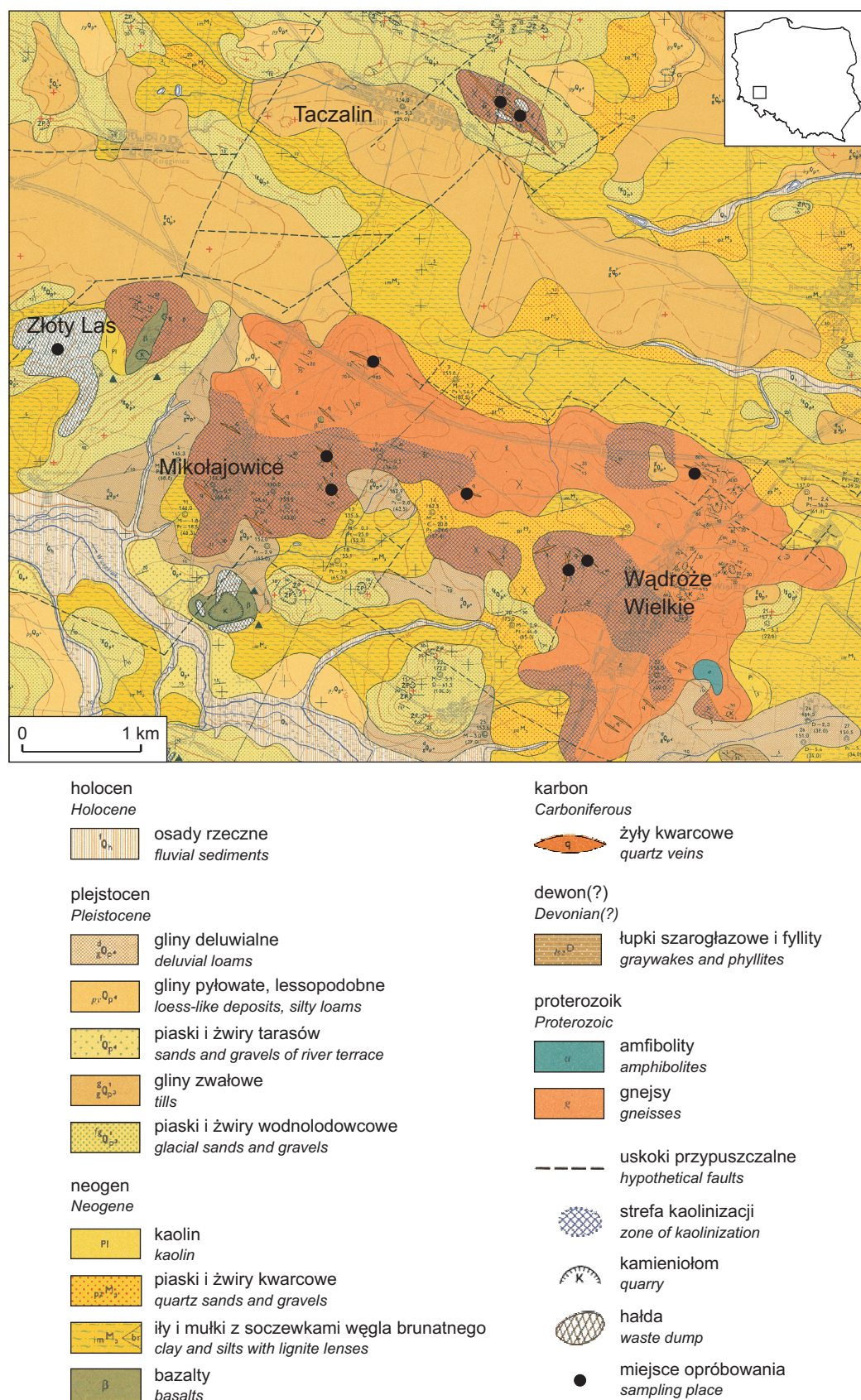


Fig. 1. Mapa geologiczna obszaru badań (wg Berezowskiej, Berezowskiego, 1979a)

Geological map of studied area (after Berezowska, Berezowski, 1979a)

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Wystąpienie kwarcu żyłowego i metasomatycznego w rejonie Wądroża Wielkiego jest przestrzennie związane z niewielkim masywem granitognejsowym, który znajduje się w kompleksie kaczańskim, w północno-zachodniej części bloku przedsudeckiego. Od północy i południa, wzdłuż uskoków, masyw ten kontaktuje z łupkami paleozoiku i w większości jest przykryty utworami kenozoicznymi (Berezowska, Berezowski, 1979a, b). Metamorfit Wądroża jest zbudowany z proterozoicznych gnejsów (Kozłowska-Koch, 1959), które według nowszych danych (zob. Żelaźniewicz, Aleksandrowski, 2008) są słabo zdeformowanymi granodiorytami wieku 548 ± 9 mln lat i które można korelować z kadomskimi granodiorytami masywu łżyckiego. Oberc (1972) stwierdził, że masyw Wądroża Wielkiego powstał w formie horstu prawdopodobnie w paleogenie–neogenie. Zdaniem Berezow-

skiej i Berezowskiego (1979b) w neogenie (dolny miocen–pliocen) gnejsy Wądroża Wielkiego i skały występujące w ich otoczeniu uległy kaolinityzacji. Autorzy ci uważają, że żyły kwarcowe w rejonie Wądroża Wielkiego są utworami hydrotermalno-metasomatycznymi powstałymi na złużnieniach tektonicznych. Genezę kwarcu żyłowego wiążą oni z orogenezą hercyńską.

Żyły kwarcowe najczęściej mają kierunek NW–SE lub N–S. Główna z nich, w Taczalinie, ma ogólny bieg WNW–ESE i zapada przypuszczalnie pod kątem 70° na południowy zachód (Czyżowa, Majerowicz, 1965). Żyły mają grubość 0,5–35,0 m i długość od kilku metrów do 1 km, są zbudowane z mlecznego kwarcu, kaolinitu oraz serycytu (Berezowska, Berezowski, 1979b). Zawierają enklawy zsylikowanych i zserycytyzowanych skał otaczających.

MINERAŁY AKCESORYCZNE W KWARCU W REJONIE WĄDROŻA WIELKIEGO

W skale zbudowanej w większości z kwarcu (Wołkowicz, 2015) powszechnie występują białe gniazda, o wielkości przeważnie do 1 cm, wypełnione kaolinitem lub serycytem (fig. 2A, tab. 1). Często kaolinit i serycyt tworzą mieszaninę, lokalnie bogatszą w jedną lub drugą fazę mineralną.

W wielu miejscach są obecne rozproszone wodorotlenki żelaza barwiące skałę na kolor żółty lub brunatny. Wodorotlenki Fe wypełniają pustki, są widoczne między kryształami kwarcu i w żyłkach. Lokalnie występują kilkucentymetrowej

wielkości nagromadzenia brunatnego limonitu. Pod mikroskopem stwierdzono głównie formy kolomorficzne i igielkowe. W pustkach zaobserwowano minerał Fe o bardzo wysokich barwach interferencyjnych. Jego cechy optyczne oraz wyniki badań w mikroobszarze wskazują na goethyt.

Pospolicie występuje rozproszony serycyt, który gdzieś tworzy nagromadzenia, przeważnie w asocjacji z drobnziarnistym kwarcem. W szczelinach w spękanym pirycie zaobserwowano łyszczki o składzie fengitu lub sery-

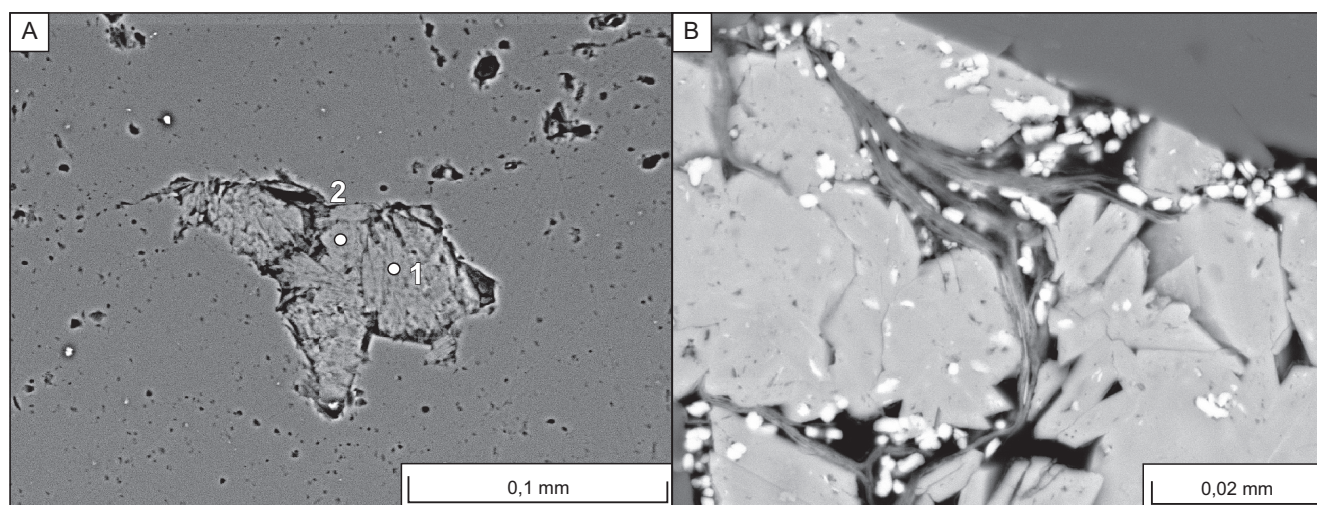


Fig. 2. Minerale akcesoryczne w kwarcu

A – skupienie serycytu (BSE; wyniki ilościowej analizy punktowej wykonanej w zaznaczonych punktach podano w tab. 1); **B** – spękany piryt. Pęknięcia w pirycie (jasnoszara barwa) wypełnił łyszczek (szare blaszki) w asocjacji w limonitem (drobne białe ziarna; EDS)

Accessory minerals in quartz

A – sericite inclusion (BSE; results of quantitative analysis performed at the marked points are presented in Table 1); **B** – cracked pyrite, mica (grey flakes) in association with limonite (small white grains) in cracks in pyrite (light grey colour; EDS)

Tabela 1

Skład chemiczny serycytu w miejscach zaznaczonych na figurze 2A. Podstawa przeliczeń – 22 atomy O

Chemical composition of sericite in points shown on Figure 2A. Formula basis – 22 atoms of O

Składnik	Zawartość [% wag.]		Składnik	Ilość jonów	
	P1	P2		P1	P2
SiO ₂	46,48	47,23	Si	6,212	6,255
TiO ₂	0,10	0,05	Ti	0,010	0,005
ZrO ₂	0,05	0,02	Zr	0,003	0,001
Al ₂ O ₃	36,46	36,67	Al	5,743	5,724
Cr ₂ O ₃	0,01	0,02	Cr	0,001	0,002
Nb ₂ O ₃	0,01	0	Nb	0,001	0
FeO	0,10	0,16	Fe	0,011	0,017
MgO	0,11	0,17	Mg	0,021	0,033
MnO	0,01	0	Mn	0,002	0
ZnO	0	0,05	Zn	0	0,005
NiO	0	0,01	Ni	0	0,001
SrO	0,04	0,01	Sr	0,003	0
BaO	0,13	0	Ba	0,007	0
CaO	0,07	0,10	Ca	0,010	0,014
Na ₂ O	0	0	Na	0	0
K ₂ O	10,38	9,75	K	1,769	1,647
P ₂ O ₅	0	0	P	0	0
F	0,01	0	F	0,002	0,001
Cl	0,01	0,02	Cl	0,001	0,005
S	0,02	0,01	S	0,005	0,003
H ₂ O	4,48	4,52	OH	3,991	3,991
Suma	98,47	98,79	Suma	17,792	17,704

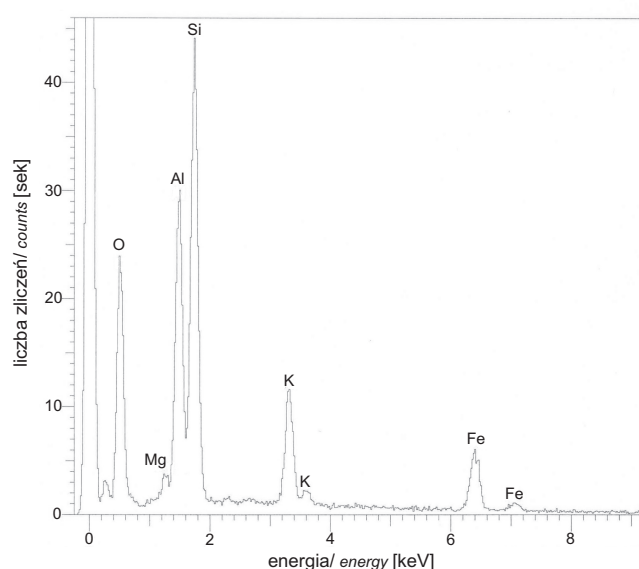


Fig. 3. Widmo rentgenowskie (EDS) składu chemicznego lyszczczyku z figury 2B

X-ray spectrum (EDS) of chemical composition of mica from Figure 2B

cytu z domieszkami Fe i Mg tworzący asocjację z wodorotlenkami Fe (fig. 2B, 3).

W tle kwarcowym występują niezbyt liczne grupy ksenomorficznych i hipautomorficznych kryształów cyrkonu o wielkości blisko 0,1 mm. Zaobserwowano sporadyczne, niewielkie skupienia skalenia potasowego, zwykle znacznie przeobrażonego, a także gniazdowe skupienia illitu częściowo wypełniającego pustkę w kwarcu (tabl. I: 1) i skupienie prawdopodobnie illitu z chlorytem.

Pirytyt znalazł się tylko w niektórych strefach skały kwarcowej z Wądroża Wielkiego – m.in. w południowo-zachodniej części głównego wyrobiska kamieniołomu w Taczalinie, gdzie jego wprysnięcia mają formę automorficzną, niespękaną (tabl. I: 2) lub ksenomorficzną, spękaną (fig. 2B). Sporadycznie w pobliżu jego skupień występuje chalkopirytyt, który najczęściej jest znacznie przeobrażony w chalkozyn i kowelin (tabl. I: 3). Rozpoznano także inne minerały miedziowe, w tym siarkosól miedziowo-arsenową znajdującą się w pustce w kwarcu (tabl. I: 4). Bardzo rzadko występuje złoto rodzime. Wśród pozostałych minerałów kruszcowych współwystępujących z kwarcem wyróżniają się: galena, której drobne wrostki w tym mineralu są niekiedy dość liczne (tabl. I: 5), sfaleryt i prawdopodobny bizmut rodzimy.

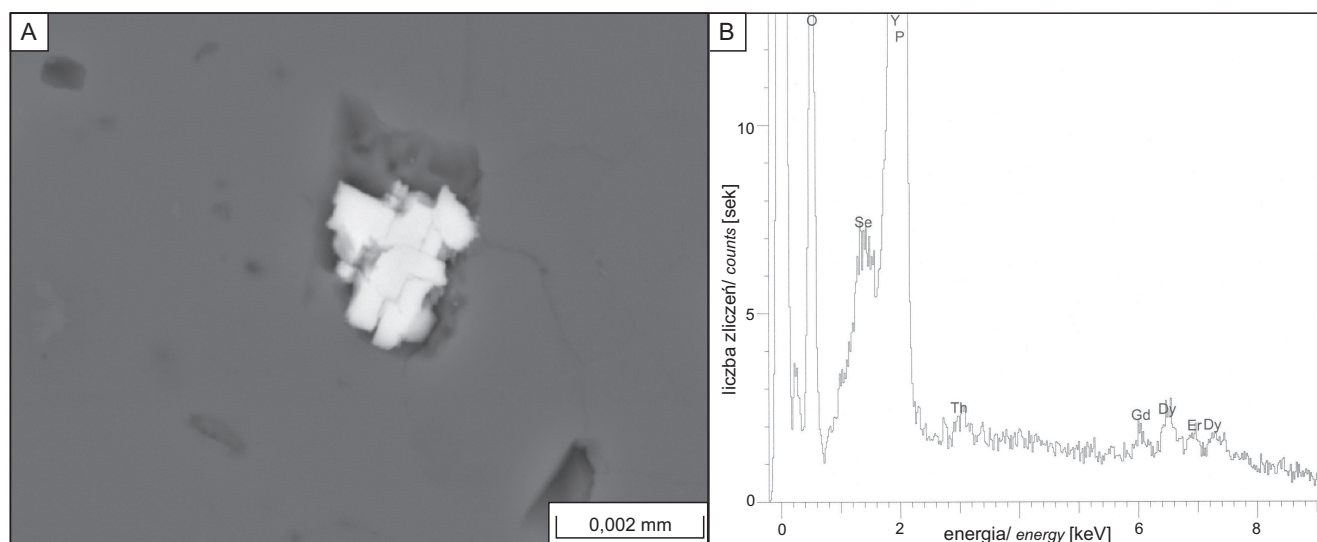


Fig. 4. Ksenotym w kwarcu

A – obraz BSE ksenotymu; **B** – widmo rentgenowskie (EDS) składu chemicznego ksenotymu

Xenotime in quartz

A – xenotime BSE image; **B** – X-ray spectrum (EDS) of chemical composition of xenotime

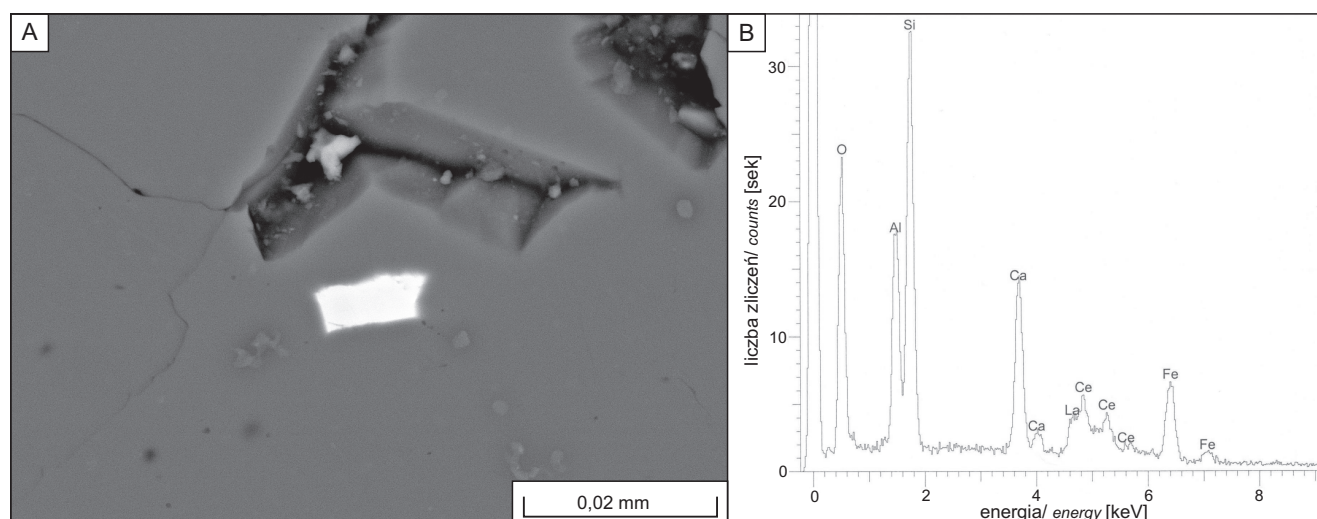


Fig. 5. Allanit w kwarcu

A – obraz BSE allanitu; **B** – widmo rentgenowskie (EDS) składu chemicznego allanitu

Allanite image in quartz

A – allanite BSE image; **B** – X-ray spectrum (EDS) of chemical composition of allanite

W wyniku analizy w mikroobszarze rozpoznano minerały tytanu – tytanit i prawdopodobny rutil. Miejscami rutil jest rozproszony w skale w większej ilości (tabl. I: 6); lokalnie stwierdzono jego asocjację z monacytem. Zaobserwowano również pojedyncze zaokrąglone słupki apatytu, drobne wprysnięcia magnetytu i chromitu. Wprysnięcia w kwarcu tworzą także kasyteryt, ksenotym (fig. 4), monacyt i allanit (fig. 5). Skład monacytu jest zróżnicowany, różnica polega głównie na obecności niewielkich domieszek uranu i toru lub ich braku.

Tylko w hydrotermalnym, wielokryształicznym kwarcu żyłowym (fig. 6) znaleziono nieoznaczony fluorowęglań ziem rzadkich tworzący w nim drobne, choć miejscami liczne wprysnięcia (lokalnie ok. 10 wprysnięć w mikroobszarze).

Chociaż nie stwierdzono prawidłowości w rozmieszczeniu większości rozpoznanych minerałów akcesorycznych (poza pirytem, towarzyszącym mu chalkopirytem i nierozpoznanym fluorowęglanem ziem rzadkich), należy zwrócić uwagę na obfitsze ich występowanie w skale zmetasomatyzowanej w porównaniu z kwarcem żyłowym.

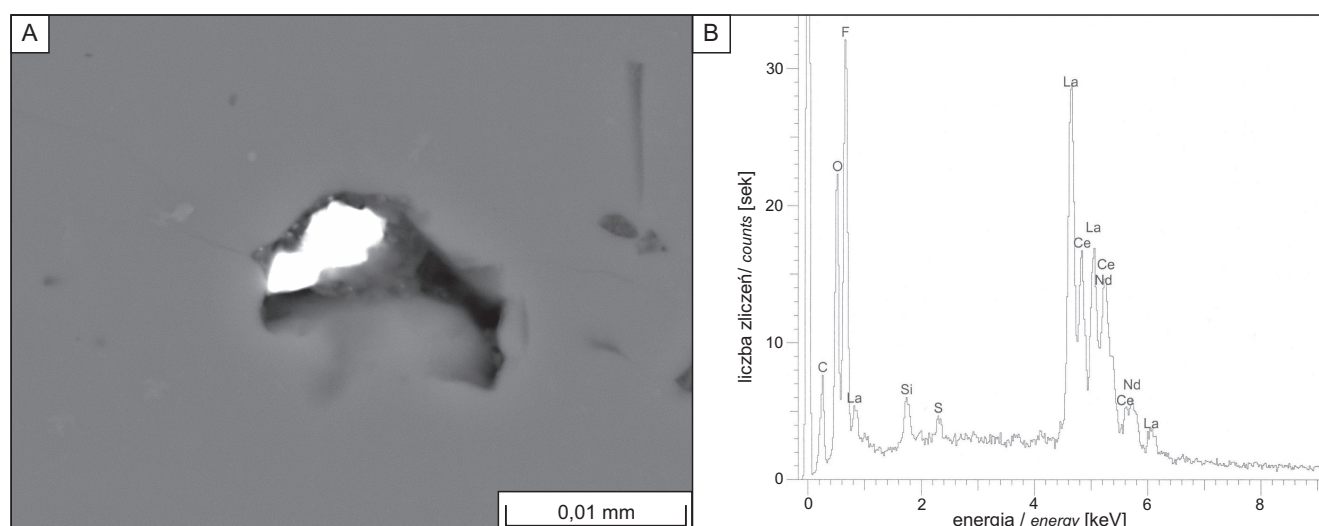


Fig. 6. Fluorowęglan ziem rzadkich w kwarcu

A – obraz BSE fluorowęglanu; **B** – widmo rentgenowskie (EDS) składu chemicznego fluorowęglanu

REE-fluorocarbonate in quartz

A – REE-fluorocarbonate BSE image; **B** – X-ray spectrum (EDS) of chemical composition of REE-fluorocarbonate

ZARYS GENEZY MINERALIZACJI AKCESORYCZNEJ W KWARCIE

Jak już wspomniano, w rozpatrywanych skałach występują: serycyt, kaolinit, wodorotlenki Fe (goethyt), piryt, złoto, baryt, apatyt, cyrkon i magnetyt (Uberna, 1959; Majerowicz i in., 1963, zob. Berezowska, Berezowski, 1979b; Czyżowa, Majerowicz, 1965; Grodzicki, 1972). Stwierdzono też obecność siarkosoli miedziowo-antymonowej z domieszką srebra oraz ślady cynku (Wołkowicz, 2005). W wyniku przeprowadzonych prac po raz pierwszy w rejonie Wądroża Wielkiego rozpoznano: siarkosól miedziowo-arsenową, chalkopiryt, chalkozyn, kowelin, galenę, sfaleryt, chromit, kasyteryt, ksenotym, monacyt, allanit, tytanit, illit, chloryt, skałen potasowy oraz prawdopodobne rutyl, fengit i bizmut rodzimy.

Geneza minerałów akcesorycznych, często tworzących niewielkie izolowane wydzielenia w kwarcu, jest trudna do szczegółowego ustalenia. W artykule przedstawiono jej zarys.

Część minerałów budujących utwory otaczające skałę kwarcową odporna zarówno na działanie roztworów hydrotermalnych powodujących metasomatozę, jak i na wietrzenie występuje w tej skale jako relikty. Należą do nich m.in. cyrkon, magnetyt, chromit, tytanit, rutyl i znacznie zmieniony skałen potasowy. Na taką możliwość wskazuje obecność tych minerałów w granitognejsach (Kozłowska-Koch, 1959). Spękany, ksenomorficzny piryt może być też reliktem przeobrażonej skały metamorficznej, w której bywa dość częstym składnikiem (Berezowska, Berezowski, 1979b). Apatyt, allanit, monacyt, ksenotym (i kasyteryt?), czyli minerały charakterystyczne m.in. dla pegmatytów (Bolewski, 1982), mogły powstać wskutek oddziaływania pomagmowych roztworów wysokotemperaturowych związanych z intruzją strzegomską. Monacyt i ksenotym odnotowano wcześniej w masywie

strzegomskim (Chabros i in., 2002), podobnie jak kasyteryt (m.in. Sałaciński, 1978, Ilnicki, 1998), który jest tam jednak dość rzadko spotykany (Janeczek, 1985). Geneza kasyterytu może wiązać się też z obecnością cyny pochodzącej ze skał otaczających. Cyna występuje w skałach magmowych, szczególnie kwaśnych, jako pierwiastek rozproszony. Jej koncentracja jest związana głównie z biotytem (Polański, Smulikowski, 1969). Kasyteryt mógł się więc utworzyć dzięki obecności w roztworach wodnych cyny uwolnionej właśnie z biotyty (Sałaciński, 1978).

Na skutek działania wspomnianych roztworów wysokotemperaturowych i niżej temperaturowych roztworów hydrotermalnych przeobrażeniu uległy skałen, biotyt, częściowo muskowitz i reszta metamorficznego piryty. Na prawdopodobieństwo takich zmian w wyniku oddziaływania roztworów hydrotermalnych wskazała Kossowska (1975, zob. Berezowska, Berezowski, 1979b). Kosztem wymienionych minerałów powstały: kaolinit, illit, serycyt, leukokseny i wodorotlenki Fe. Część illitu, kaolinitu i wtórnych minerałów Fe mogła utworzyć się także w efekcie procesów hipergenicnych, w bliżej niesprecyzowanym okresie. Występujące w granitognejsach granaty (Kozłowska-Koch, 1959), odporne na działanie czynników atmosferycznych, w środowisku pomagmowym i metamorficznym mogą ulec przeobrażeniu w chloryty (Smulikowski, 1955). Spękania w piryty, tak jak w wielu kryształach kwarcu, wypełniły kwarc drobnoziarnisty i serycyt, powstałe prawdopodobnie wskutek roztrucia okruchów skał przeobrażonych (np. granitognejsów). Serycyt tworzy się w niskich temperaturach w wyniku przeobrażenia innych glinokrzemianów, np. skałen (Bolewski, 1982).

Geneza kaolinitu jest związana częściowo z przeobrażeniem plagioklastu i innych minerałów skał metamorficznych przez roztwory hydrotermalne (Kossowska, 1975, zob. Berezowska, Berezowski, 1979b), a częściowo z procesami wietrzenia (Berezowska, Berezowski, 1979b).

Z roztworów hydrotermalnych mogły wykrystalizować niezwiędziały skałen potasowy i automorficzny piryty. Na obecność podobnego piryty pochodzącego z hydrotermalnie zmienionego granitu strzegomskiego wskazali Ciesielczuk i Janeczek (2004). Do minerałów hydrotermalnych należą też: siarkosól miedziowo-arsenowa, galena, sfaleryt, prawdopodobny bizmut rodzimy i zapewne chalkopiryty, występujący niekiedy w asocjacji z pirytem. Chalkopiryty nie wykazuje cech zbliżenia ani odmieszania, co wskazuje na jego niskotemperaturową genezę. Z etapem hydrotermalnym wiąże się również powstanie barytu i siarkosoli miedziowo-antymonowej z domieszką srebra (Wołkowicz, 2005).

Część rozpatrywanej mineralizacji jest podobna do niskotemperaturowej opisanej przez Sałacińskiego (1978) ze środkowej i wschodniej części masywu strzegomskiego. Wskazuje na to obecność dwóch generacji piryty – spękanego, agregatowego i niespękanego, automorficznego – a także współwystępowanie z nim niskotemperaturowego chalkopiryty, sfaleryty, prawdopodobnego bizmutu rodzimego i innych minerałów. W podobnych wystąpieniach skały kwarcowej w rejonie masywu strzegomskiego znaleziono niewielką ilość zbliżonej mineralizacji: w Goli Świdnickiej były to nieduże

ilości piryty i chalkopiryty (Sałaciński, 1978), w Sadach kamerny popiryty (op. cit.), piryty i chalkopiryty (Heflik, Smolarska, 1962; Niškiewicz, 1974) i sfaleryty (Niškiewicz, 1974).

W masywie strzegomskim w czasie krystalizacji piryty zachodziły ruchy tektoniczne, których wynikiem było spękanie minerałów kruszcowych i powstanie nowych dróg migracji dla nowych roztworów mineralizujących. Jednocześnie nastąpiły silna pirytyzacja stref tektonicznych i ich metasomatoza (Borów, Chwałków; Sałaciński, 1978). Także w rejonie Wądroża Wielkiego (i w innych miejscach występowania mineralizacji kwarcowej w masywie strzegomskim) roztwory niskotemperaturowe mogły spowodować metasomatozę i pirytyzację skały kwarcowej. Na ślady podobnych procesów w rejonie Radzimowic zwrócił uwagę Mikulski (2007).

Trudno wyjaśnić genezę nieoznaczonego fluorowęglanu ziem rzadkich znalezione w kwarcu wielkokrystalicznym. Wystąpienia minerałów ziem rzadkich są znane z masywu strzegomskiego (Janeczek, Szełęg, 1998; Chabros i in., 2002; Szełęg, Ciurla, 2004). Rozpoznano je w materiale z kamieniołomu Graniczna, w asocjacji m.in. z kwarcem (Chabros i in., 2002). Janeczek i Szełęg (1998) opisali synchizyt w asocjacji z allanitem z hydrotermalnie przeobrażonego granitu z Borowa. Jego genezę, a także genezę bastnäsyty występującego w zalbityzowanym pegmatycie autorzy ci wiążą z rozpadem fluorkowych kompleksów ziem rzadkich na skutek zmiany pH roztworów hydrotermalnych w wyniku masywej krystalizacji piryty.

WNIOSKI

1. Minerale akcesoryczne współwystępujące z kwarcem z Wądroża Wielkiego są zróżnicowane. Poza serycytem, kaolinitem, goethytem, pirytem, chalkopirytem i cyrkonem występują one w bardzo małych ilościach. Oprócz wymienionych minerałów zaobserwowano apatyt, złoto, magnetyt i – po raz pierwszy – skałen potasowy, chloryt, illit, tytanit, ksenotym, monacyt, allanit, kasyteryt, galenę, sfaleryt, chalkozyn, kowelin, siarkosól miedziowo-arsenową, chromit oraz prawdopodobne rutyty, fengit i bizmut rodzimy.

2. Cyrkon, magnetyt, chromit, tytanit, prawdopodobny rutyty, przeobrażony skałen potasowy i spękany piryty ksenomorficzny są relikami skał osłony przeobrażonych w czasie powstawania mineralizacji kwarcowej.

3. Geneza apatytu, allanitu, monacytu, ksenotyty (i kasyteryty?) może mieć związek z oddziaływaniem pomagmowych roztworów wysokotemperaturowych lub, w przypadku kasyteryty, z obecnością cyny pochodzącej ze skał otaczających (np. uwolnionej z biotyty).

4. Wskutek działania roztworów hydrotermalnych mogły powstać: kaolinit, illit, serycyt, leukoksenny i wodorotlenki Fe. Genezę przynajmniej części illitu, kaolinitu i wtórnych minerałów Fe można wiązać także z procesami hipergenicznymi.

5. Z niższych temperaturowych roztworów hydrotermalnych mogły wykrystalizować: skałen potasowy, automorficzny piryty, siarkosól miedziowo-arsenowa, siarkosól miedziowo-antymonowa z domieszką srebra, galena, sfaleryt, chalkopiryty niskotemperaturowy i prawdopodobny bizmut rodzimy. Roztwory niskotemperaturowe mogły spowodować metasomatozę i pirytyzację skały kwarcowej.

Podziękowania. Serdecznie dziękuję L. Giro i G. Zielińskiemu za pomoc w badaniach w mikroobszarze. Recenzentom bardzo dziękuję za życzliwość i cenne konstruktywne uwagi krytyczne, a K. Jarmołowicz-Szulc – za wszechstronną pomoc w redagowaniu tekstu.

Prace przeprowadzono w ramach realizacji tematu 62.9812.1402.00.1.

LITERATURA

BEREZOWSKA B., BERZOWSKI Z., 1979a — Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1:25 000, ark. Wądroże Wielkie. Wyd. Geol., Warszawa.

BEREZOWSKA B., BERZOWSKI Z., 1979b — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1:25 000, ark. Wądroże Wielkie. Wyd. Geol., Warszawa.

- BOLEWSKI A., 1982 — Mineralogia szczegółowa. Wyd. Geol., Warszawa.
- CHABROS E., DZIERŻANOWSKI P., KOZŁOWSKI A., 2002 — Post-magmatic rare-earth-element mineralization in the granitoid Strzegom Massif, SW Poland. *Pr. Spec. PTMin.*, **20**: 71–73.
- CIESIELCZUK J., JANECZEK J., 2004 — Metasomatic pyrite from hydrothermally altered Borów granite (Strzegom–Sobótka Massif). Preliminary report. *Pr. Spec. PTMin.*, **24**: 119–122.
- CZYŻOWA T., MAJEROWICZ A., 1965 — Wstępne wiadomości o złożu kwarcu w Taczalinie k. Legnicy. *Prz. Geol.*, **13**, 4: 151–155.
- DZIEKOŃSKI T., 1972 — Wydobywanie i metalurgia kruszców na Dolnym Śląsku od XIII do XX wieku. Zakł. Narod. im. Ossolińskich, Wrocław.
- GRODZICKI A., 1972 — Petrografia i mineralogia piasków złotośnych Dolnego Śląska. *Geol. Sudet.*, **6**, 1: 233–291.
- HEFLIK W., SMOLARSKA I., 1962 — Utwory przeobrażone w sąsiedztwie żyły kwarcowej w Sadach koło Świdnicy na Dolnym Śląsku. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **32**, 3: 303–312.
- ILNICKI S., 1998 — Conditions of hydrothermal alterations in apatite from Paszowice (Strzegom–Sobótka Massif, SW Poland). *Miner. Pol.*, **29**, 1: 29–43.
- JANECZEK J., 1985 — Typomorficzne minerały pegmatytów strzegomskich. *Geol. Sudet.*, **20**, 2: 1–63.
- JANECZEK J., SZEŁĘG E., 1998 — Bastnäsite-(Ce) and synchysite-(Ce) from pegmatite and hydrothermally altered granite of the Strzegom–Sobótka Massif. *Miner. Pol.*, **29**, 2: 3–11.
- KOZŁOWSKA-KOCH M., 1959 — Granitognejsy Wądroża Wielkiego. *Arch. Miner.*, **21**, 2: 383–408.
- KOZŁOWSKI A., METZ P., 1989 — Fluid inclusion studies in quartz from the reportedly gold-bearing veins from Lower Silesia, SW Poland. *W: Proceedings of International Symposium on Gold Geology and Exploration (ISGGE): 731–735. Shenyang.*
- KOZŁOWSKI A., METZ P., 1990 — Fluid inclusion studies in quartz from the reportedly gold-bearing veins from Lower Silesia. *Ber. Dtsch. Min. Ges., Beih. Eur. J. Min.*, **2**, 1: 139.
- MACIEJAK K., 2011 — Górnictwo złota w Górach Kaczawskich i na ich przedpolu. *W: Gold in Poland (red. A. Kozłowski, S.Z. Mikulski). AM Monogr.*, **2**: 243–294.
- MIKULSKI S.Z., 2007 — The late Variscan gold mineralization in the Kaczawa Mountains, Western Sudetes. *Pol. Geol. Inst. Spec. Pap.*, **22**.
- NIŚKIEWICZ J., 1974 — Sfaleryt w żyłach kwarcowej Białe Krowy na zachodnim zboczu Ślęży (Dolny Śląsk). *Kwart. Geol.*, **18**, 4: 699–705.
- OBERC J., 1972 — Budowa geologiczna Polski. T. 4. Tektonika. Cz. 2. Sudety i obszary przyległe. Wyd. Geol., Warszawa.
- POLAŃSKI A., SMULIKOWSKI K., 1969 — Geochemia. Wyd. Geol., Warszawa.
- SALAĆIŃSKI R., 1978 — Mineralizacja kruszczowa i jej geneza w granitoidowym masywie strzegomskim. *Biul. Inst. Geol.*, **308**: 41–90.
- SMULIKOWSKI K., 1955 — Minerały skałotwórcze. Wyd. Geol., Warszawa.
- SROGA C., KOŹMA J., 2010 — Stan rozpoznania i możliwości powiększenia zasobów kwarcu żyłowego na Dolnym Śląsku. *Zesz. Nauk. IGSMiE PAN*, **79**: 223–232.
- STASZIC S., 1815 — O ziemiórództwie Karpatów i innych gór i równin Polski. [b.w.], W Drukarni Jego Ces. król. Mości Rządowej, Warszawa.
- SZEŁĘG E., CIURLA A., 2004 — Preliminary data on Nb-Ta oxides in pegmatites from Strzegom–Sobótka Massif (Lower Silesia, Poland). *Pr. Spec. PTMin.*, **24**: 373–375.
- UBERNA J., 1959 — Kaolin i żyły kwarcowe w rejonie Wądroża Wielkiego. *Prz. Geol.*, **7**, 12: 536–537.
- WIERCHOWIEC J., 2011 — Placer gold of East Sudetes and its foreland, Poland. *W: Gold in Poland (red. A. Kozłowski, S.Z. Mikulski). AM Monogr.*, **2**: 209–241.
- WOŁKOWICZ K., 2005 — Ślady przeszłości w sudeckich kwarcach żyłowych. *Prz. Geol.*, **53**, 4: 349.
- WOŁKOWICZ K., 2015 — Warunki powstania mineralizacji kwarcowej w granitognejsach Wądroża Wielkiego na podstawie badań inkluzji fluidalnych [rozprawa doktorska]. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- WOŁKOWICZ K., SROGA C., 2011 — Kwarc żyłowy. *W: Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski według stanu na 31 XII 2009 r. (red. S. Wołkowicz i in.): 205–208. Państw. Inst. Geol. – PIB, Warszawa.*
- WÓJCIK D., KRZYŻANOWSKI K., 2011 — Sudecka gorączka złota, czyli co kryją podlegnickie wzgórza (1–3). *Sudety*, **1/118**: 5–7; **2/119**: 32–33; **3/120**: 16–18.
- ŻELAŹNIEWICZ A., ALEKSANDROWSKI P., 2008 — Regionalizacja tektoniczna Polski – Polska południowo-zachodnia. *Prz. Geol.*, **56**, 10: 904–911.

SUMMARY

Quartz deposits of vein and metasomatic origin, occurring in the region of Wądroże Wielkie (Fore-Sudetic Block), contain a variety of both ore and gangue accessory minerals, including sericite (Table 1), kaolinite, Fe-hydroxides (goethite), pyrite, gold, barite, apatite, zircon and magnetite on a microscopical scale. The deposits were sampled for preliminary mineralogical studies (Fig. 1). Copper-arsenic sulfosalt, chalcopyrite, chalcocite, covellite, galena, sphalerite, native bismuth, chromite, cassiterite, xenotime, monazite, allanite, sphene, rutile, illite, chlorite and potassium feldspar were observed for the first time in the study area (Figs 2–5, Plate I). There is no relationship between most of these minerals and their specific location, except for pyrite and chalcopyrite,

whereas indefinite REE fluorocarbonate was observed only in coarsely crystalline vein quartz (Fig. 6). Zircon, magnetite, chromite, sphene, rutile, altered potassium feldspar and cracked xenomorphic pyrite represent relics of the host rocks altered during the formation of the quartz mineralization. The origin of apatite, allanite, monazite, xenotime (and cassiterite?) may be related to the effect of probable high-temperature post-magmatic fluids, or, in case of cassiterite, to the presence of tin liberated e.g. from biotite. The presence of kaolinite, illite, sericite, leucoxenes, and Fe-hydroxides can be associated with hydrothermal processes. Some amounts of illite, kaolinite and secondary Fe minerals may be related to the hypergemic processes.

TABLICA I

Minerały akcesoryczne w kwarcu

Accessory minerals in quartz

- Fig. 1. Illit częściowo wypełniający pustkę w kwarcu (BSE)
Cavity in quartz partly filled by illite (BSE)
- Fig. 2. Automorficzny i hipautomorficzny piryt (światło odbite, bez analizatora)
Automorphic and hipautomorphic pyrite (reflected light, one nicol)
- Fig. 3. Wpryśnięcie chalkopirytu. Chalkopiryt (żółty) w znacznym stopniu zastąpiony przez chalkozyn (szaroniebieski) i kowelin (niebieski; światło odbite, jeden nikel)
Chalcopyrite inclusion. Chalcopyrite (yellow) strongly altered by chalcocite (grey-blue) and covellite (blue; reflected light, one nicol)
- Fig. 4. Siarkosól miedziowo-arsenowa w pustce w kwarcu (BSE)
Cu-As sulphosalt in cavity in quartz (BSE)
- Fig. 5. Drobne wpryśnięcia galeny (białe; BSE)
Small inclusions of galena (white; BSE)
- Fig. 6. Rozproszony rutyl (biały; BSE)
Dispersed rutile (white; BSE)

