

## MINERAŁY SREBRA Z KOPALNI FRIEDERIKE JULIANE W CIECHANOWICACH (SUDETY)

### SILVER MINERALS FROM THE FRIEDERIKE JULIANE MINE AT CIECHANOWICE (SUDETY MTS, POLAND)

RAFAŁ SIUDA<sup>1</sup>

**Abstrakt.** Próbkę użyte do badań zostały zebrane z hałd starej kopalni srebra Friederike Juliane w Ciechanowicach. Zidentyfikowano dwa typy akantytu, srebro rodzime, amalgamaty Ag i stromeyerit. Część z analizowanych skupień amalgamatów odpowiada swym składem chemicznym eugenitowi. Mineral ten jest stowarzyszony z amalgamatami, należącymi do serii  $\text{Ag}_{6,39}\text{Hg}_{1,00}$ – $\text{Ag}_{17,04}\text{Hg}_{1,00}$  oraz srebrem rodzimym o podwyższonej zawartości rtęci. Srebro rodzime występuje także w formie drutów, dendrytów i wrostków w barycie I, węglanach oraz löllingicie–safflorycie II. Stromeyerit tworzy żyłki, przecinające masywną rudę bornitowo-chalkozynową. Niekiedy mineral ten współwystępuje z amalgamatami Ag oraz siarczkami i siarkosolami srebra. Minerale wchodzące w skład żył kruszcowych zawierających minerały srebra krystalizowały w dwóch etapach mineralotwórczych, z niskotemperaturowych roztworów hydrotermalnych (około 320–200°C).

**Słowa kluczowe:** eugenit, amalgamat srebra, Friederike Juliane, Miedzianka–Ciechanowice, Sudety.

**Abstract.** Old dumps of the former Friederike Juliane mine in Ciechanowice (Sudety Mts., Poland) were sampled for analysis of silver minerals. Two types of acantite, native silver, Ag amalgams and stromeyerite were identified. Part of the Ag amalgams corresponds, by their chemical composition, to eugenite of the following empirical formula:  $\text{Ag}_{11,0}\text{Hg}_{2,05}$  (based 12 analytical points). This mineral is associated with an amalgam belonging to the  $\text{Ag}_{6,39}\text{Hg}_{1,00}$ – $\text{Ag}_{17,04}\text{Hg}_{1,00}$  series, and to mercuriferous silver. Silver forms wires, dendrites, inclusions in barite I, and löllingite–safflorite II. Stromeyerite forms thin veinlets cutting the massive bornite–chalcocite ore. Sometimes, stromeyerite coexists with silver amalgams and other Ag sulphides and sulphosalts. The silver-rich mineralisation represents low-temperature ore parageneses (formed at about 320–200°C).

**Key words:** eugenite, silver amalgam, Friederike Juliane, Miedzianka–Ciechanowice, Sudety Mts.

### BUDOWA GEOLOGICZNA ZŁOŻA MIEDZIANKA–CIECHANOWICE

Złoże Miedzianka–Ciechanowice znajduje się w północnej części metamorficznego kompleksu Rudaw Janowickich, stanowiącego wschodnią, metamorficzną okrywą granitu Karkonoszy. Kompleks ten dzieli się na trzy jednostki: jednostkę Kowar, południowych Karkonoszy i Leszczyńca (Mazur, Aleksandrowski, 2001; Mazur, 2003) lub też dzielony jest na meta-osadowo-wulkaniczną jednostkę Kowar–

Czarnowa, z wkładkami gnejsów kowarskich, wulkaniczną jednostkę Leszczyńca i fyllitową jednostkę Przybkowic (Kozdrój, 2003). Rejon Miedzianka–Ciechanowice jest zaliczany do jednostki Rudaw Janowickich–Śnieżki (Teisseyre, 1968), jednostki łupków z Czarnowa (Teisseyre, 1973), jednostki Kowar (Mazur, 2003) lub też Kowar–Czarnowa (Kozdrój, 2003). Jest on zbudowany głównie z amfibolitów,

<sup>1</sup> Uniwersytet Warszawski, Instytut Geochemii, Mineralogii i Petrologii, al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; e-mail: siuda@uw.edu.pl

łupków kwarcowo-serycytowych i łupków amfibolitowych, w obrębie których znajdują się mniejsze wkładki i soczewki fyllitów, hornfelsów oraz zmienionych metasomatycznie marmurów (skarny). Skały metamorficzne są poprzecinane przez młodsze skały żyłowe (ryolity, pegmatyty, żyły kwarcowe) oraz związane z intruzją karkonoską.

W złożu Miedzianka–Ciechanowice występują dwa typy mineralizacji kruszcowej (Zimnoch, 1978; Mochnacka, 1982). Pierwszy z nich to mineralizacja magnetytowo-sfalerytowo-pirytowa, występująca na zachód od Miedzianki. Jej powstanie jest związane z metamorfizmem i metasomatozą soczewek skał węglanowych na kontakcie z intruzją granitu karkonoskiego. W tym okruszcowaniu występują również zmienne ilości pirotynu i arsenopirytu oraz chalkopiryt i bornit. Według Mochnackiej (1982) jest ona zaliczana do II etapu tworzenia się okruszcowania w obrębie wschodniej, metamorficznej osłony granitu Karkonoszy. Drugim typem okruszcowania jest polimetaliczna mineralizacja żyłowa. W różnych częściach złoża jest ona wykształcona nieco odmiennie. Żyły zlokalizowane na południowy wschód od Miedzianki składają się głównie z chalkopirytu, sfalerytu, bornitu, chalkozynu, arsenopirytu, tetradrytu oraz kruszców kobaltu i bizmutu. Mineralom tym towarzyszą niewielkie ilości barytu, fluorytu i chlorytów. Żyły położone na południowy zachód od Ciechanowic zawierają najbardziej zróżnicowane asocjacje i paragenezy mineralne. Do głównych minerałów kruszcowych w nich występujących należy: chalkopiryt, bornit, chalkozyn i tetradryt-tennantyt. Towarzyszą im nie-

kiedy takie minerały kruszcowe, jak: arsen rodzimy, bizmut rodzimy, nikielin, löllingit, saffloryt i inne (Traube, 1888). Do minerałów płonnych należą: ankeryt, kalcyt, baryt, fluoryt, kwarc i chloryty. Powstawanie tych paragenez jest związane z hydrotermalnymi roztworami mineralizacyjnymi, pochodzącymi z granitu karkonoskiego i odpowiada III fazie powstawania mineralizacji rudnej w metamorfiku Rudaw Janowickich (Mochnacka, 1982).

Rudy srebra były wydobywane w tym rejonie od 1783. Występowanie minerałów srebra stwierdzono w żyłach kruszcowych „Silberfirsten” oraz „Alt Adler”, które były eksploatowane m.in. w kopalni Friederike Juliane, której głębokość osiągnęła około 330 m. (Dziekoński, 1972). Obie żyły przebiegają z północnego zachodu na południowy wschód i są mniej więcej równoległe do przebiegu uskoku śródsudeckiego. Żyły te są złożone z: chalkopirytu, bornitu, chalkozynu, tetradrytu-tennantytu i chlorytu, których okrucy są spojone przez przerosty barytu i węglanów (Websky, 1853, 1866a, b). Srebro rodzime tworzy w nich głównie skupienia blaszkowe i dendrytyczne, wrastające w baryt i kalcyt. Obecność srebra rodzimego stwierdzono również w występującym tu ankerycie. Niektóre nagromadzenia srebra dochodziły do znacznych rozmiarów (np. blacha srebra o wymiarach 17 × 33 cm) (Traube, 1888). Obok srebra rodzimego w żyłach „Silberfirsten” oraz „Alt Adler” występują również siarczki i siarkosole srebra (argentyt, proustyt, stromeyeryt oraz polibazyt).

## METODY BADAŃ

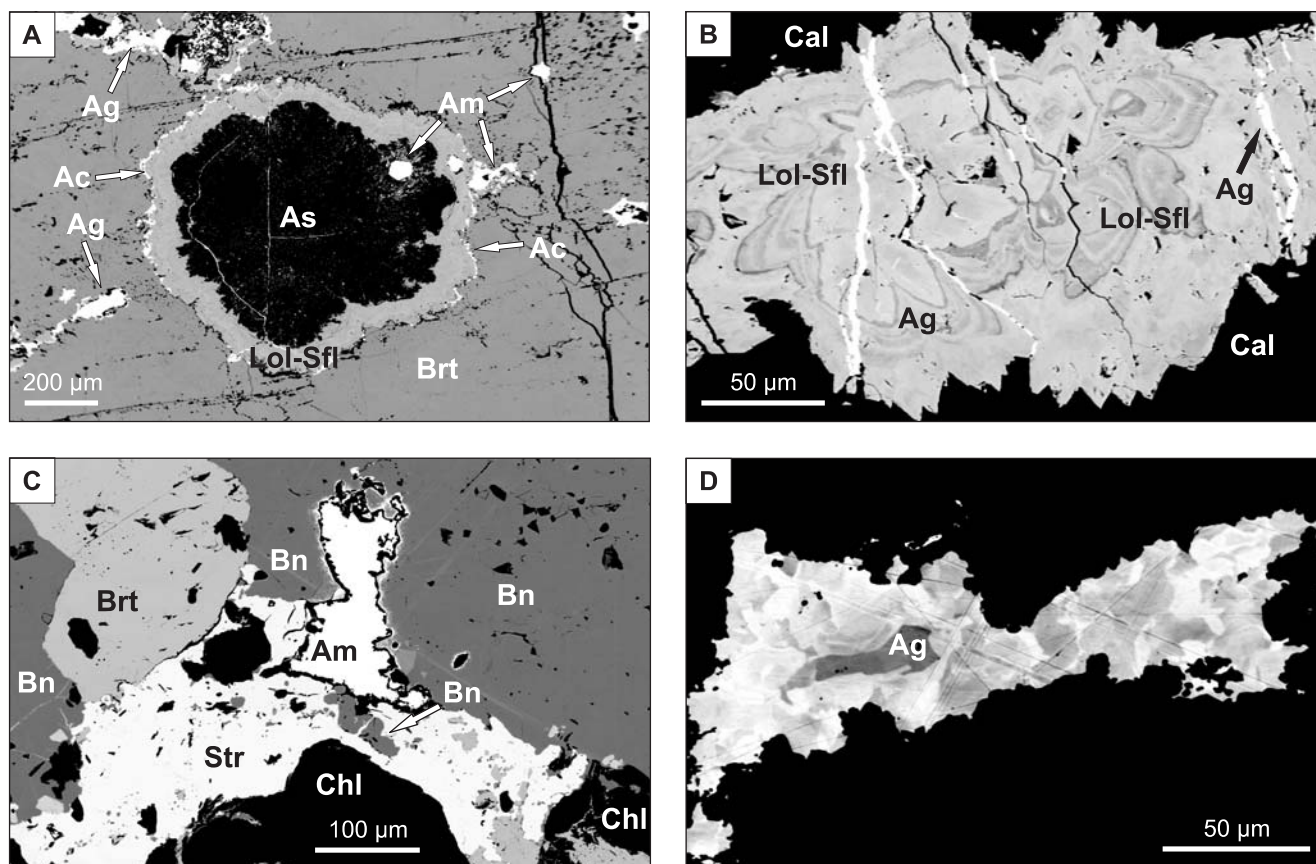
Próbki do badań mineralogicznych zebrano ze starych hałd kopalni srebra Friederike Juliane w Ciechanowicach. Wszystkie ilościowe analizy składu chemicznego w mikroobszarze (EMPA) wykonano w Pracowni Mikrosondy Elektronowej Międzyinstytutowego Laboratorium Mikroanalizy Mineralów i Substancji Syntetycznych Uniwersytetu Warszawskiego, przy użyciu mikrosondy Cameca SX-100. Analizowa-

no następujące pierwiastki: Ag ( $\text{Ag}_2\text{Te}$ ), Hg ( $\text{HgS}$ ), Cu (chalkopiryt), Fe ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Mn (rodochrozyt), Pb ( $\text{PbS}$ ), Zn ( $\text{ZnS}$ ), Cd ( $\text{CdS}$ ), As ( $\text{GaAs}$ ), Sb ( $\text{InSb}$ ), Se ( $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ ), S (chalkopiryt). Sukcesję mineralną określono na podstawie obserwacji asocjacji w świetle odbitym, przy użyciu mikroskopu Nikon Eclipse E 600 Pol oraz na podstawie prac Websky'ego (1853, 1866a, b).

## AKANTYT

W próbkach rud pochodzących z kopalni Friederike Juliane zidentyfikowano obecność dwóch typów akantytu ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ). Akantyt I tworzy niewielkie, dochodzące do 50  $\mu\text{m}$  wielkości kryształy, narastające na powierzchni drutów srebra rodzimego tkwiącego w barycie. Mineral ten charakteryzuje się podwyższoną zawartością kadmu, która zmienia się od 0,39 do 0,67% wag. Cd (tab. 1). Innym typem jest akantyt II, stowarzyszony z arsenkami szeregu löllingit-saffloryt.

Tworzy on cienkie powłoki, pokrywające kuliste skupienia arsenków Fe-Co, narastających na silnie rozłożonym arsenie rodzimym (fig. 1A). Niekiedy występuje w towarzystwie bogatego w rtęć srebra rodzimego, tworzącego drobne wrostki w arsenie rodzimym, lub też amalgamatów Ag. Podobnie, jak w przypadku akantytu I, akantyt II zawiera niewielką domieszkę kadmu (0,34–0,64% wag. Cd).



**Fig. 1.** A. Akantyt narastający na agregatach löllingitu–safflorytu (Ac – akantyt, Brt – baryt, As – silnie zmieniony arsen rodzimy, Ag – srebro rodzime, Am – amalgamat srebra, Lol-Sfl – löllingit–saffloryt). B. Żyłki srebra rodzimego przecinające agregaty löllingitu–safflorytu (Ag – srebro rodzime, Lol-Sfl – löllingit–saffloryt, Cal – kalcyt). C. Skupienie amalgamatów srebra w rudzie bornitowo-chalkozynowej (Am – amalgamaty srebra, Str – stromeyeryt, Bn – bornit, Brt – baryt, Chl – chłoryty). D. Niejednorodna budowa skupienia amalgamatów srebra (z fig. 1C), strefy jasniejsze są bogatsze w Hg, strefy ciemniejsze bogatsze w Ag (Ag – srebro rodzime)

A. Acanthite growing in löllingite–safflorite aggregates (Ac – acanthite, Brt – barite, As – strongly altered arsenic, Ag – silver, Am – silver amalgam, Lol-Sfl – löllingite–safflorite). B. Thin silver veins cut löllingite–safflorite aggregates (Ag – silver, Lol-Sfl – löllingite–safflorite, Cal – calcite). C. Silver amalgams aggregate in bornite–chalcocite ore (Am – silver amalgams, Str – stromeyerite, Bn – bornite, Brt – barite, Chl – chalcocite). D. Mosaic structure of silver amalgams aggregate (from Fig. 1C). White zones are the richest in Hg, grey zones are silver-rich (Ag – silver)

## AMALGAMATY SREBRA I EUGENIT

W badanych próbkach pochodzących z kopalni Friederike Juliane amalgamaty srebra są najczęściej spotykanymi minerałami srebra. Tworzą one drobne, o wielkości do 50  $\mu\text{m}$ , wydzielienia lub żyłki w barycie lub agregatach löllingitu–safflorytu (fig. 1A). Liczne osiągające do 200  $\mu\text{m}$  skupienia amalgamatów Ag występują w obrębie masywnych rud bornitowo-chalkozynowych, zawierających stromeyeryt (fig. 1C). Ich cechą charakterystyczną jest nieregularny kształt i mozaikowa budowa wewnętrzna, odzwierciedlająca zmienne stosunki Ag:Hg (fig. 1D). Część z budujących je stref swoim składem chemicznym odpowiada eugenitowi ( $\text{Ag}_{11}\text{Hg}_2$ ).

Wykonane analizy w mikroobszarze wykazały, że minerał ten obok srebra i rtęci zawiera jedynie niewielkie ilości siarki, dochodzące do 0,29% wag (tab. 2). Nie można jednak wykluczyć, że obecność tego pierwiastka w analizowanym eugenicie jest związana z drobnymi wydzieleniami siarczku Ag-Hg, powstającymi na powierzchni wypolerowanego preparatu (Kieft i in., 1987). Obliczony na podstawie analiz chemicznych wzór eugenitu jest następujący:



Tabela 1

**Skład chemiczny akantytu I i II z kopalni Friderike Juliane [% wag.]**  
 Chemical composition of acanthite I and II from the Friderike Juliane mine [wt. %]

Pierwiastek	Numer analizy									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Akantyt I										
Ag	86,44	86,38	86,64	86,47	85,75	85,87	87,32	86,13	86,65	86,80
S	14,00	13,91	14,01	13,90	13,20	13,57	14,34	14,87	14,74	14,13
Cd	0,39	0,43	0,60	0,56	0,49	0,53	0,57	0,56	0,53	0,67
Fe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
Suma	100,83	100,72	101,25	100,93	99,44	99,97	102,23	101,66	101,92	101,60
Akantyt II										
Ag	85,57	84,88	85,50	85,13	85,76	84,97	83,65	83,77	82,43	81,50
S	10,67	10,77	12,19	10,42	10,48	10,51	15,07	14,37	14,55	15,35
Cd	0,36	0,59	0,56	0,64	0,45	0,34	0,59	0,57	0,52	0,45
Fe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suma	96,60	96,24	98,25	96,19	96,69	95,82	98,31	98,71	97,50	97,30

Tabela 2

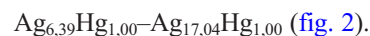
**Skład chemiczny eugenitu z kopalni Friederike Juliane [% wag.]**  
 Chemical composition of eugenite from the Friederike Juliane mine [wt. %]

Pierwiastek	Numer analizy											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ag	71,58	74,65	71,58	74,65	75,45	73,70	75,66	74,77	73,30	76,80	73,67	73,53
Hg	27,32	25,58	27,32	25,58	23,66	25,53	23,34	25,33	27,09	23,41	26,88	25,85
As	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S	0,29	0,00	0,29	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suma	99,19	100,23	99,19	100,23	99,35	99,23	99,00	100,10	100,39	100,21	100,55	99,38

Obliczony wzór eugenitu jest zbliżony do wzoru eugenitu występującego w obrębie złóż miedzi monokliny przedsudeckiej (Kucha, Marcinowski, 1976; Kucha, 1986; Pieszczyński, Tylka, 1991).

Skład chemiczny pozostałych minerałów budujących skupienia amalgamatów jest bardzo zmienny (tab. 3). Przeanalizowane zawartości Ag i Hg wskazują, że mamy tutaj do

czynienia z przejściem od czystego srebra rodzimego do amalgamatów Ag szeregu

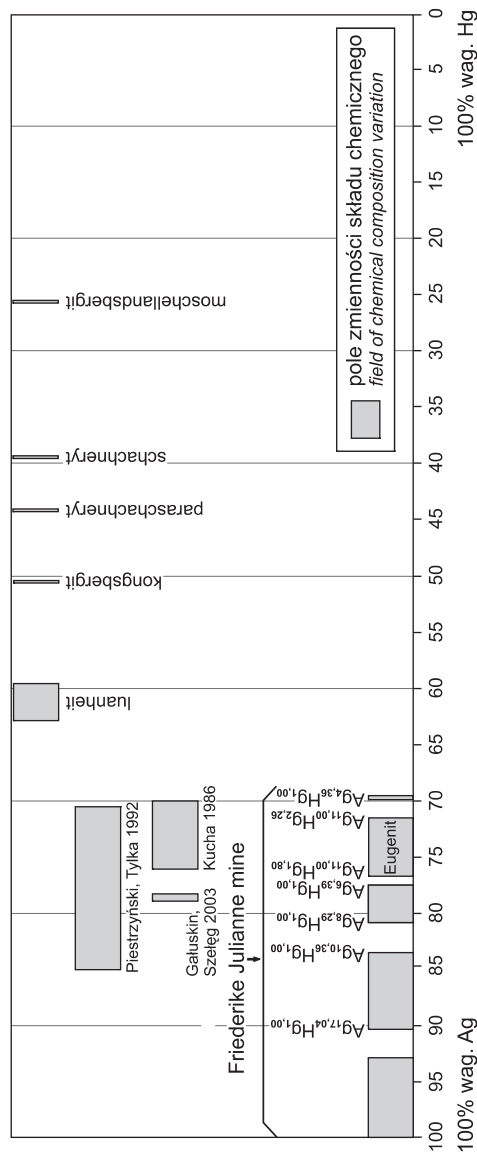


Niewielkie wydzielenia amalgamatów Ag występują również w towarzystwie minerałów srebra, znajdujących się w obrębie ankerytu.

Tabela 3

**Skład chemiczny faz występujących w ziarnach amalgamatów srebra z kopalni Friderike Juliane [% wag.]**  
 Chemical composition of mineral phases from silver amalgam grains from the Friderike Juliane mine [wt. %]

Pierwiastek	Numer analizy																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ag	99,58	94,23	93,82	90,05	88,90	88,07	88,07	86,80	85,85	85,85	85,06	84,27	81,32	80,41	79,37	79,11	78,77	78,18	77,93	77,18	69,80	69,79
Hg	0,00	4,45	4,28	9,83	9,48	11,45	11,45	12,37	14,16	14,16	14,67	15,13	18,25	18,82	20,01	20,11	20,66	21,30	21,02	22,44	29,78	29,78
As	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,53	0,00	0,23	0,23	0,30	0,11	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,32
Cd	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suma	100,10	98,68	98,10	99,88	98,38	100,05	100,05	99,17	100,24	100,24	100,03	99,51	99,57	99,23	99,38	99,41	99,43	99,48	98,95	99,62	99,90	99,89



**Fig. 2. Pozycja znanych minerałów Ag-Hg, amalgamatów Ag z różnych wystąpień w Polsce oraz badanych Ag amalgamatów z kopalni Friderike Juliane w układzie Ag-Hg**

Known Ag-Hg minerals, Ag amalgams from different occurrences in Poland and the position of the investigated Ag amalgams from Friderike Juliane mine in the binary Ag-Hg system

## SREBRO RODZIME

W próbkach pochodzących z hałd kopalni Friederike Juliane srebro rodzime (Ag) występuje w postaci niewielkich wrostków obecnych w barycie lub arsenie rodzimym (fig. 1A). Wielkość poszczególnych skupień srebra rodzimego dochodzi zazwyczaj do 1 mm średnicy. Większe nagromadzenia, wykształcone w postaci drutów lub dendrytów wrastających w różowy baryt są spotykane sporadycznie. Skład chemiczny srebra tworzącego dendryty w barycie określono przy pomocy mikrosondy elektronowej (tab. 4). Analizowany minerał zawiera jedynie niewielkie ilości domieszek innych pierwiastków. Charakterystyczna jest podwyższona zawartość kadmu, która zmienia się od 0,49 do

0,77% wag. Cd. Obserwuje się również niewielką zawartość arsenu (od 0,12 do 0,29% wag. As) i rtęci (do 0,73% wag. Hg). Srebro rodzime występuje również w postaci niewielkich żyłek, przecinających arsenki szeregu löllingit–saffloryt wrosnięte w masywny, różowo zabarwiony kalcyt lub ankeryt (fig. 1B). W odróżnieniu od srebra rodzimego tkwiącego w barycie nie zawiera ono kadmu (tab. 4). Jego cechą charakterystyczną jest obecność podwyższonej zawartości Hg. W masywnych rudach bornitowo-chalkozynowych stwierdzono również obecność przerostów amalgamatów Ag i srebra rodzimego o dużej zmienności zawartości rtęci (tab. 3).

Tabela 4

Skład chemiczny srebra rodzimego z kopalni Friederike Juliane [% wag.]  
Chemical composition of silver from Friederike Juliane mine [wt. %]

Pierwiastek	Numer analizy									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Srebro rodzime w barycie										
Ag	100,48	99,64	99,55	100,33	98,88	100,20	99,35	99,60	99,71	99,20
Cd	0,66	0,56	0,71	0,77	0,59	0,65	0,75	0,57	0,72	0,49
As	0,17	0,16	0,15	0,13	0,29	0,23	0,19	0,12	0,21	0,23
Hg	0,00	0,00	0,59	0,22	0,73	0,00	0,29	0,62	0,00	0,15
Suma	101,31	100,36	101,00	101,45	100,49	100,08	100,58	100,91	100,64	100,07
Srebro rodzime w löllingicie–safflorycie										
Ag	96,16	97,23	95,71	96,56	86,21	93,23	94,30	93,17	93,83	92,84
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
As	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hg	2,18	2,59	3,70	2,85	12,23	5,34	5,86	5,81	5,35	5,76
Suma	98,34	99,82	99,41	99,41	98,44	98,57	100,16	98,98	99,18	98,60

## STROMEYERYT

Stromeyeryt (AgCuS) tworzy cienkie, dochodzące do 100 μm grubości, żyłki przecinające rudy bornitowo-chalkozynowe (fig. 1C). Niekiedy na granicy stromeyerytu i bornitu występują agregaty amalgamatów Ag. Skład chemiczny stromeyerytu przedstawiono w tabeli 5. Minerał ten charakteryzuje się obecnością niewielkich ilości kadmu (od 0,22 do

0,59% wag. Cd) i żelaza (do 0,12% wag. Fe). Obliczony na podstawie wykonanych analiz wzór chemiczny stromeyerytu z kopalni Friederike Juliane jest następujący:

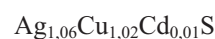


Tabela 5

**Skład chemiczny srebra rodzimego z kopalni Friederike Juliane [% wag.]**  
 Chemical composition of silver from Friederike Juliane mine [wt. %]

Pierwiastek	Numer analizy							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ag	53,54	53,57	53,63	53,89	56,26	55,86	54,13	53,57
Cu	31,69	31,99	31,18	31,55	28,24	29,06	30,84	32,08
Fe	0,11	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,12
Cd	0,31	0,30	0,27	0,27	0,28	0,22	0,59	0,45
S	15,13	15,25	15,19	15,46	15,08	15,22	15,44	15,23
Te	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suma	100,78	101,11	100,44	101,27	99,86	100,36	101,00	101,45

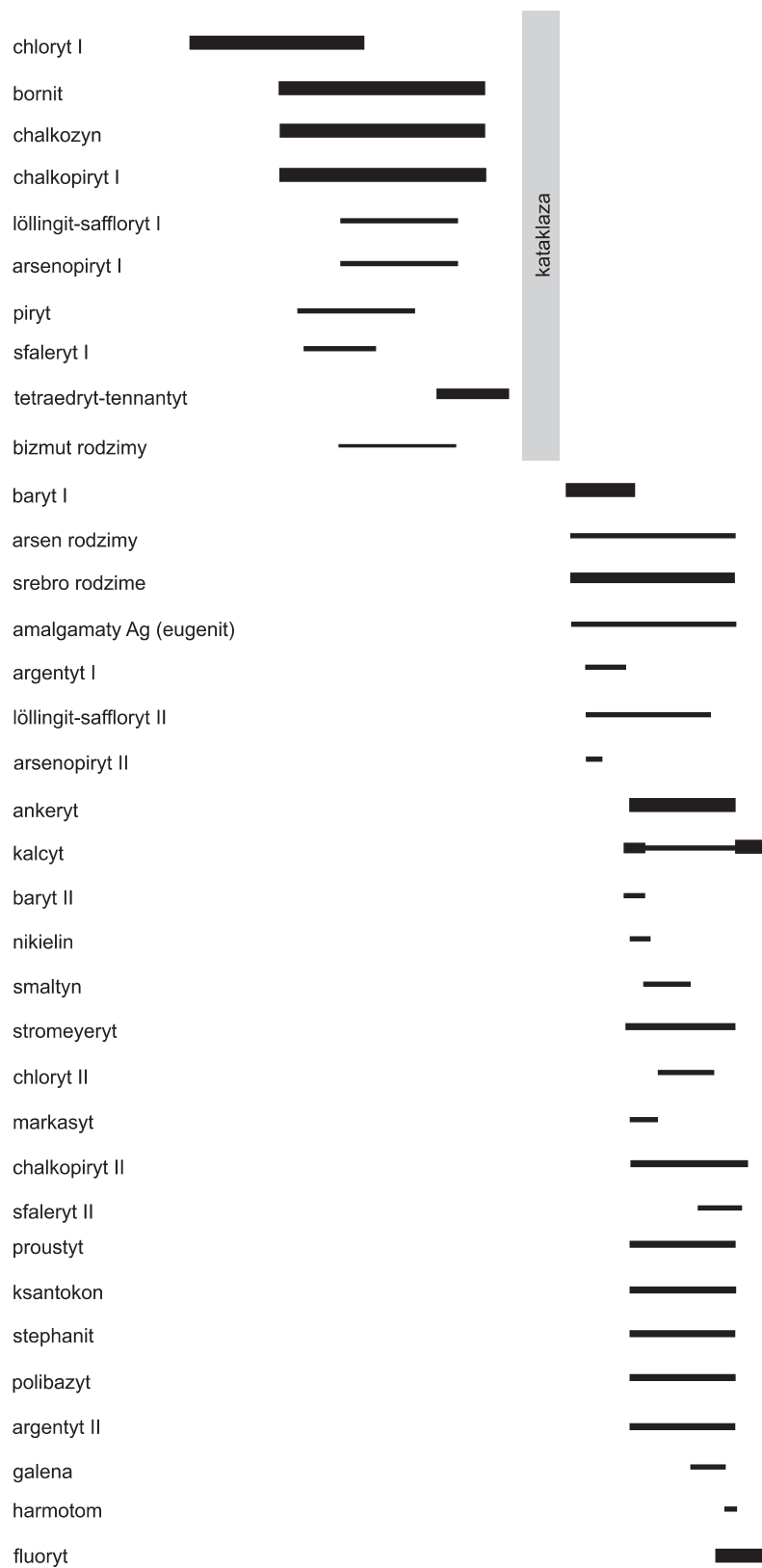
## PODSUMOWANIE

Opisywane minerały srebra z kopalni Friederike Juliane należą do polimetalicznych utworów hydrotermalnych, których powstanie jest związane z roztworami pochodzącymi z granitu Karkonoszy. Paragenezy mineralne, występujące w żyłach zawierających okruszcowanie srebrem, tworzyły się w dwóch głównych fazach mineralotwórczych, rozdzielonych epizodem niepokojów tektonicznych (fig. 3). W pierwszym etapie krystalizował chloryt I, któremu towarzyszą niewielkie ilości pirytu i sfalerytu I. Następnie precypitował bornit, chalkozyn i chalkopiryt I. Kruszczom tym towarzyszą zmienne ilości arsenopirytu I, löllingitu–safflorytu I oraz tetraedrytu–tennantytu. Wydzielone kruszce uległy następnie pokruszeniu i spojeniu przez minerały II etapu. Dominującym wśród nich jest baryt I, tworzący zbite skupienia spajające brekcję złożoną z minerałów etapu pierwszego. W obrębie tego barytu obserwuje się wydzielenia srebra rodzimego, stowarzyszonego niekiedy z argentytem I, arsenem rodzimym, arsenopirytem II, löllingitem–saffloritem II oraz amalgamatami Ag. Niekiedy jest widoczne zbrekcjonowanie barytu I, który jest spajany przez kalcyt, zawierający drobne kryształki barytu II generacji. W większości próbek obserwuje się jednak spokojną kontynuację krystalizacji minerałów hydrotermalnych, wśród których dominującą rolę zaczynają odgrywać węglany (ankeryt, kalcyt). W ich obrębie występują wrostki srebra rodzimego i amalgamatów Ag, oraz szeregu minerałów kruszczowych,

z których najbardziej charakterystyczne są kruszce srebra (stromeyerit, proustyt, polibazyt, ksantokon, stefanit, argentyt II). Sukcesję mineralną kończy krystalizacja masywnego, białego kalcytu oraz fluorytu. Minerały te zawierają niekiedy drobne wrostki chalkopirytu II.

Występowanie odmieszkań sfalerytu w chalkopirycie I wskazuje na przybliżoną temperaturę krystalizacji tego chalkopirytu (i rozpadu roztworu chalkopiryt–sfaleryt), wynoszącą około 320°C. Temperatura ta jest zbliżona do temperatury oznaczonej dla warunków precypitacji chalkopirytu w nieodległym od Ciechanowic złożu w Czarnowie (Mochnacka i in., 2009). Wrostki bizmutu rodzimego obecne w obrębie löllingitu I wskazują, że precypitacja tych minerałów zachodziła w temperaturach nie niższych niż 271°C. Występowanie w paragenezach II etapu mineralotwórczego srebra o podwyższonej zawartości Hg, współwystępującego z amalgamatami, jest typowe dla srebra krystalizującego z roztworów epitermalnych o temperaturze około 200°C (Marcoux, Wadajny, 2005). Wystąpienie amalgamatów Ag w Ciechanowicach jest pierwszym udokumentowanym wystąpieniem tego typu minerałów w postwaryscyjskich złożach polimetalicznych polskich Sudetów Zachodnich.

*Praca naukowa została finansowana ze środków na naukę w latach 2008–2010, jako projekt badawczy nr N N307 065934 oraz grantu IGMiP (Wydział Geologii UW) nr 7/2007.*



**Fig. 3. Schemat sukcesji mineralnej żył srebronośnych z kopalni Friederike Juliane**

Table of the mineral sequence of the Ag bearing ore veins from the Friederike Juliane mine

## LITERATURA

- DZIEKOŃSKI T., 1972 — Wydobywanie i metalurgia kruszców na Dolnym Śląsku od XIII do połowy XX w. Wyd. PAN-IHKM, Ossolineum, Wrocław–Warszawa.
- GALUSKIN E., SZEŁĘG E., 2003 — The first finding of Ag-amalgamates in rodingites (Nasławice, Lower Silesia, Poland). *Pr. Sp. Pol. Tow. Miner.*, **22**: 48–50.
- KIEFT C., HOLMGREN J., ERIKSSON G., 1987 — The silver-mercury-antimony minerals of Sala, Sweden. *Can. Min.*, **25**: 647–658.
- KOZDRÓJ W., 2003 — Geotectonic evolution of the East Karkonosze crystalline complex. *W: Sudety Zachodnie: Od wendy do czwartorzędu* (red. W. Ciężkowski i in.): 67–80. Pol. Tow. Geol., WIND, Wrocław.
- KUCHA H., 1986 — Eugenite,  $\text{Ag}_{11}\text{Hg}_2$  — a new mineral from Zechstein copper deposits in Poland. *Min. Pol.*, **17**, 2: 3–12.
- KUCHA H., MARCINKOWSKI B., 1976 — Nowe dane o minerałach molibdenu, rtęci i bizmutu ze złóż miedzi na monoklinie przedsudeckiej. *Rudy i metale nieżelazne*, **21**, 11: 420–422.
- MAZUR S., ALEKSANDROWSKI P., 2001 — The Tepla(?) Saxothuringian suture in the Karkonosze–Izera Massif, western Sudetes, Central European Variscides. *Intern. J. Earth Sc.*, **90**: 341–360.
- MAZUR S., 2003 — Eastern envelope of the Karkonosze granite – cross-section of a Variscan suture zone. *W: Sudety Zachodnie: Od wendy do czwartorzędu* (red. W. Ciężkowski i in.): 53–65. Pol. Tow. Geol., WIND, Wrocław.
- MARCOUX E., WADJINNY A., 2005 — Le gisement Ag-Hg de Zgouder (Jebel Siroua, Anti-Atlas, Maroc): un épithermal néoprotérozoïque de type Imiter. *Compt. Rendus Geosc.*, **337**: 1439–1446.
- MOCHNACKA K., 1982 — Mineralizacja polimetaliczna wschodniej osłony metamorficznej granitu Karkonoszy i jej związek z geologicznym rozwojem regionu. *Biul. Inst. Geol.*, **341**: 273–289.
- MOCHANCKA K., OBERC-DZIEDZIC T., MAYER W., PIECZKA A., GÓRALSKI M., 2009 — New insights into the mineralization of the Czarnów ore deposit (West Sudetes, Poland). *Geol. Sud.*, **41**: 43–56.
- PIESTRZYŃSKI A., TYLKA W. 1991 — Silver amalgams from the Sieroszowice copper mine, Lubin–Sieroszowice district, SW Poland. *Min. Pol.*, **22**, 1: 17–26.
- TEISSEYRE J., 1968 — Budowa geologiczna wschodniej części okrywy granitu Karkonoszy w okolicach Miedzianki (Sudety Zachodnie). *Geol. Sud.*, **4**: 481–555.
- TEISSEYRE J., 1973 — Skąły metamorficzne Rudaw Janowickich i Grzbietu Lasockiego. *Geol. Sud.*, **8**: 7–118.
- TRAUBE H., 1888 — Die Minerale Schlesiens. J.U. Kern's Verlag (Max Mller), Breslau.
- WEBSKY M., 1853 — Ueber die geognostischen Verhältnisse der Erzlagerstätten von Kupferberg und Rudelstadt in Schlesien. *Zeitschr. Deutschen Geol. Ges.*, **5**: 373–438.
- WEBSKY M., 1866a — Von dem Vorkommen eines höchst selten Silber-Erzes, des Xanthokons. *Jahres-Bericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur*, **44**: 41–42.
- WEBSKY M., 1866b — Silbererze von Kupferberg in Schlesien. *Zeitschr. Deutschen Geol. Ges.*, **18**: 654–655.
- ZIMNOCH E. 1978 — Mineralizacja kruszczowa złoża Miedzianka w Sudetach. *Biul. Inst. Geol.*, **308**, 1: 91–134.

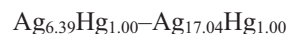
## SUMMARY

The samples under research were collected on the old dumps of the former Friederike Juliane mine in Ciechanowice (Sudety Mts., Poland). Some Ag minerals occur within the ore veins. Two types of acanthite were recognized. Small grains of the acanthite I surround the wires of native silver. The contents of the main constituents are slightly variable. Only small admixture of cadmium is present in the structure of the mineral examined. Acanthite II occurs as small grains on löllingite–safflorite aggregates. Small amounts of Cd are also present in this case. Acanthite II coexists with mercuriferous silver and strongly altered native arsenic. Silver amalgams found within löllingite–safflorite aggregates or within barite form fine, reaching up to 50  $\mu\text{m}$  in size, irregularly arranged segregations or thin veins. Within the bornite-chalcocite ore, the amalgams form irregular aggregates reaching up to 200  $\mu\text{m}$  in size. Sometimes they are associated with the accumulations of stromeyerite. On the BSE images, a mosaic-like structure of the aggregates can be observed, arisen due to their variable chemical composition. Part of the analyzed phases correspond, by their chemical composition, to eugenite, of the following empirical formula:



(on the basis of 12 analytical points).

This mineral is associated with an amalgam belonging to the



series, and mercuriferous silver (Hg content up to 4.28 wt.%). Silver forms wires, dendrites and inclusions in barite. Sometimes silver creates thin veins in löllingite–safflorite. This type of silver contains small amounts of mercury. Mercuriferous silver co-occur also with Ag amalgamas. Stromeyerite forms thin veinlets cutting massive bornite-chalcocite ore. Sometimes stromeyerite coexists with silver amalgams. The average empirical formula of stromeyerite is:



In the ore veins two generations of sulphides occur. The sulphides of the I generation (mainly bornite, chalcocite, chalcopyrite I, tetrahedrite–tennantite) are brecciated and cemented by barite I and other minerals of the II-type generations. Silver minerals belong to this second generation. The researched silver-rich mineralization has an epithermal character (with formation temperatures of about 320–200°C).