

Rafał SIUDA<sup>1</sup>, Robert BORZĘCKI<sup>2</sup>,  
Bożena GOŁĘBIEWSKA<sup>3</sup>

## **HAŁDY DAWNEGO GÓRNICICTWA W REJONIE MIEDZIANKI–CIECHANOWIC JAKO STANOWISKA DOKUMENTACYJNE UNIKATOWEJ MINERALIZACJI HIPERGENICZNEJ**

Procesy wietrzenia pierwotnej mineralizacji polimetalicznej złoże Miedzianka-Ciechanowice doprowadziły do powstania bogatych asocjacji minerałów hipergenicznych. W strefie utleniania złoże zidentyfikowano 28 nie notowanych dotychczas z tego obszaru minerałów wtórnych: *agardyt-(La)*, *bassetyt*, *bayldonit*, *beaveryt*, *chlorargyryt*, *cuproskłodowskit*, *devillin*, *dufyt*, *eulytyn*, *greenockit*, *hemimorfit*, *hydrocynkit*, *kańkit*, *klinoclaz*, *langit*, *libethenit*, *medenbachit*, *mixyt*, *mottramit*, *parsonsyt*, *pharmakosyderyt*, *plumboagardyt*, *plumbojarosyt*, *skorodyt*, *segnityt*, *trögeryt*, *tyrolit*, *zeuneryt* (*kursywą oznaczono minerały nieznanne dotychczas z terenu Polski*). Minerale te występują głównie na starych hałdach pogórnicznych, stanowiących jedyne w swoim rodzaju środowisko do badania tego typu mineralizacji. Istnienie tych hałd jest zagrożone ze względu na postępującą ich dewastację. Wobec ich unikatowego charakteru autorzy proponują objęcie tych hałd ochroną (np. w formie punktów dokumentacyjnych).

### **1. Wstęp**

Polimetaliczne złoże Miedzianka-Ciechanowice znajduje się w północnej części metamorficznego kompleksu Rudaw Janowickich, stanowiącego wschodnie, metamorficzne obrzeżenie granitu Karkonoszy. Obszar górniczy Miedzianka-Ciechanowice dzielony jest zwyczajowo na cztery pola górnicze. W ich obrębie występuje szereg żył hydrotermalnych wykazujących związek z pobliskim plutonem karkonoskim, jak i uskokiem śródsudeckim (Websky, 1853; Traube, 1888; Zimnoch, 1978). Według Websky'ego (1853) żyły te okruszczowane są tylko w środkowej swej części. Poza mineralizacją żyłową występują tu także kruszce o genezie kontaktowo-metasomatycznej, tworzące soczewki zalegające zgodnie z upadem skał otaczających

---

<sup>1</sup> IGMiP, Wydział Geologii UW, Al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, siuda@uw.edu.pl.

<sup>2</sup> Muzeum Mineralów ul. Obozowa 4, Nowa Ruda.

<sup>3</sup> Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, AGH, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, goleb@agh.edu.pl.

(Mochnacka, 1982). Procesy wietrzenia pierwotnych minerałów rudnych prowadzą do powstania bogatych paragenez minerałów hipergenicnych. Mineralizacja ta była niejednokrotnie przedmiotem zainteresowania różnych badaczy, lecz jedynie w nielicznych przypadkach doczekała się nowoczesnego opracowania mineralogicznego (Web-sky, 1859; Pieczka i in., 1988; Holeczek & Janeczek, 1991; Ciesielczuk & Bzowski, 2003; Ciesielczuk i in., 2004; Siuda & Kruszewski, 2006; Siuda & Gołębiowska, 2008; Siuda i in., 2006).

## 2. Historia eksploatacji złoża Miedzianka–Ciechanowice

Pierwsze wzmianki o istnieniu kopalni w rejonie Miedzianki pochodzą z lat 1310–1311 (Zalewski, 1967), lecz dopiero w początkach XVI wieku roboty górnicze prowadzone są na większą skalę. O ich rozmiarach może świadczyć fakt, iż w roku 1519 król Ludwik Jagiellończyk nadaje Miedziance prawa miejskie. W tym czasie eksploatowano głównie przypowierzchniową, silnie utlenioną część złoża (w 1538 w rejonie Miedzianki miało istnieć około 160 płytkich szybików). O szybkim wyeksploatowaniu najpłytszych części złoża może świadczyć fakt, iż już w 1552 roku rozpoczęto produkcję tzw. witrioli z hałd i żużli pohutnicznych. Ponowne ożywienie robót górniczych ma miejsce w XVIII wieku. Roboty górnicze skierowane zostają na obszar położony na zachód od Miedzianki, w kierunku Ciechanowic. Intensywne roboty mają miejsce w kopalniach „Neue Hoffnung” i „Feliks”, w których eksploatuje się tzw. białą żyłę złożoną głównie z bornitu i chalkozynu. Głębokość kopalni osiąga 110 m. Również w Ciechanowicach rozpoczynają się prace górnicze, zaś miejscowość otrzymuje prawa wolnego miasta górniczego (1754). Prowadzone prace nastawione były głównie na wybieranie rud arsenu z których produkowano arsenik. Niestety niewielkie, jak się później okazało, ilości minerałów arsenu spowodowały wstrzymanie produkcji. W roku 1781 rusza intensywna eksploatacja rud polimetalicznych w kopalni „Friederike Julianne”, trwająca do 1849 r. Jej przedmiotem była głównie bogata mineralizacja polimetaliczna zawierająca między innymi srebro rodzime oraz siarczki i siarkosole srebra. Głębokość eksploatacji w kopalni „Friederike Julianne” osiągnęła około 330 m poniżej poziomu rzeki Bóbr. Jednocześnie w rejonie Miedzianki rozpoczęto eksploatację pirytu i rud miedzi. W 1785 roku uruchomiono tam kopalnię „Einigkeit”, ale prowadzone w niej prace nie przyniosły spodziewanych rezultatów i po kilku latach zostały wstrzymane. Niestety niewielkie zasoby złoża Miedzianka-Ciechanowice uległy bardzo szybko wyczerpaniu. W celu utrzymania produkcji i zwiększenia jej rentowności w roku 1854 powołano „Consolidierte Kupferberg Erzbergwerke” (Dziekoński, 1972). Jednakże nowa spółka nie przyniosła większych zysków, zaś wybuch nitrogliceryny w szybie „Neu Adler” w Ciechanowicach (1868) spowodował porzucenie robót górniczych. Niewielkie prace górnicze w rejonie Ciechanowic były prowadzone do 1925 roku, kiedy to kopalnie definitywnie zamknięto. Ponowne ożywienie działalności górniczej miało miejsce w latach 1948–1952, kiedy to w kopalni „Miedzianka” eksplo-

atowano rudy uranu. Udrożniono i pogłębiono wtedy niektóre z dawnych szybów, oczyszczono główne sztolnie i dawne wyrobiska. Poprowadzono też około 40000 metrów nowych chodników oraz zgłębiono kilka szybów i wydrążono jedną sztolnię. Napotkano wówczas 21 nowych żył i soczewek uranonośnych (Borucki i in., 1967). Wyrobiskami górniczymi prześledzono je do głębokość około 250 metrów. W sumie wydobyto około 11065,5 ton rudy o zawartości 22131 kilogramów czystego uranu. Obecnie po wielowiekowej historii górnictwa w tym rejonie przypominają jedynie hałdy pogórnice, ruiny budynków związanych z eksploatacją i przerobem tutejszych rud oraz nieliczne szyby i wyrobiska podziemne.

### **3. Materiał i metody badawcze**

Podczas prowadzonych badań szczegółowo opróbowano kilka hałd pogórnich zlokalizowanych w różnych częściach złoża Miedzianka-Ciechanowice.

Hałda kopalni „Neu Adler” w Ciechanowicach położona jest nieopodal rzeki Bóbr i starej huty miedzi, przy drodze wiodącej z Miedzianki do Ciechanowic. Materiał znajdujący się na tej hałdzie pochodzi głównie z robót górniczych prowadzonych w kopalni „Neu Adler” od końca XIX wieku do roku 1920.

Hałda kopalni Einigkeit przy szybie „Schwartz Adler” w Miedziance znajduje się około 150 m na S od byłego budynku browaru. Materiał na niej złożony pochodzi głównie ze strefy skał wapienno-krzemianowych (skarnów) kontaktujących z granitem Karkonoszy.

Hałda przy szybie nr 15 kopalni „Miedzianka” zlokalizowana jest po S stronie starego cmentarza. Jej główną część stanowi materiał związany z eksploatacją prowadzoną po II wojnie światowej. Część ze gromadzonego na niej materiału (głównie od strony wschodniej) związana jest z XIX-wiecznymi (a może i starszymi) robotami górniczymi, ujmującymi rudy magnetytowo-pirotynowe z soczewki „Einigkeit”.

Hałda przy szybie nr 16 kopalni „Miedzianka” położona jest około 300 metrów na NW od kościoła. Zgromadzony na niej materiał związany jest z powojenną eksploatacją rud uranu.

Hałda kopalni „Segen Gottes” zlokalizowana jest po obu stronach drogi łączącej Miedziankę z Ciechanowicami, około 1500 metrów na NE od cmentarza.

Hałda kopalni „Feliks” położona jest około 200 m na E od zwałów kopalni „Segen Gottes” po wschodniej stronie drogi łączącej Miedziankę z Ciechanowicami.

Materiał złożony na tych hałdach pochodzi z różnych okresów eksploatacji złoża. Ich datowanie jest o tyle trudne, iż brak jest jakichkolwiek badań archeologicznych przeprowadzonych w ich obrębie. Jediną pomocą mogą być stare mapy i przekroje górnicze, na których zaznaczono niektóre z nich (Websky, 1853; Dziekoński, 1972). Najstarsze z badanych obiektów pochodzą z końca XVIII. wieku, zaś przeważają hałdy XIX-wieczne. Niektóre z hałd widoczne są również na starych widokówkach okolic

Miedzianki i Ciechanowic. Jedynie nieliczne z nich można powiązać z powojenną eksploatacją rud uranu.

Identyfikację minerałów oparto na badaniach rentgeno-dyfrakcyjnych (XRD) wykonanych na dyfraktometrze X PERT PRO w Instytucie Geochemii, Mineralogii i Petrologii Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego. Ilościowe analizy składu chemicznego w mikroobszarze (EMPA) wykonano w Pracowni Mikroskopy Elektronowej Międzyinstytutowego Laboratorium Mikroanalizy Minerałów i Substancji Syntetycznych Uniwersytetu Warszawskiego przy użyciu mikroskopy Cameca SX-100. Obserwacje morfologii skupień mineralnych prowadzono przy pomocy mikroskopu elektronowego JSM-6380LA (JEOL, Japan) wyposażonego w detektor EDS, w Laboratorium Mikroskopii Elektronowej i Mikroanalizy Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego.

#### **4. Minerale hipergeniczne z hałd złoza Miedzianka–Ciechanowice**

Agardyt-(La), o wzorze  $(La,Ca)Cu_6(AsO_4)_3(OH)_6 \cdot 3H_2O$ , występuje w postaci niewielkich, igielkowych kryształów dochodzących do 3 mm długości, zebranych w miotłkowe lub promieniste skupienia. Tworzy on paragenezę z chryzokolą, duftytem i mimetesytem. Niekiedy towarzyszą mu również niewielkie ilości pseudomalachitu. Mineral ten znaleziono na hałdzie kopalni „Einigkeit” położonej przy szybie „Schwarz Adler”.

Annabergit  $(Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O)$  znaleziono w okazach pochodzących z hałd dawnej kopalni „Feliks”. Tworzy on skrytokrystaliczne powłoki i naloty, które pokrywają wierzające kruszce niklu i kobaltu. Makroskopowo jest on nieodróżnialny do współwystępującego z nim erytrynu. Nietypowa, różowa barwa annabergitu z hałd kopalni „Feliks” związana jest ze stałą domieszką kobaltu występującą w tym mineralu.

Bayldonit, o wzorze  $PbCu_3(AsO_4)_2(OH)_2$ , stwierdzono w próbkach pochodzących z hałd kopalni „Segen Gottes”. Jego niewielkie, kuliste agregaty, wypełniają szczeliny przecinające amfibolity. Bayldonit występuje także w postaci sferolitycznych skupień narastających na powierzchni chryzokoli.

Bassetyt,  $Fe^{2+}(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ , zidentyfikowano w próbkach pochodzących z hałdy położonej przy szybie nr 15 kopalni „Miedzianka”. Występuje on w postaci brunatnych kryształów o blaszkowym pokroju. Towarzyszą im inne fosforany uranylu – torbernit i parsonsyt.

Bizmutoferryt  $(BiFe^{3+}_2Si_2O_8OH)$  tworzy ziemiste, szaro-oliwkowe skupienia o wielkości dochodzącej do 4 mm. Na mineral ten natrafiono na hałdach kopalni „Feliks”, gdzie występuje on w towarzystwie brochantytu, eulytynu i mixytu.

Brochantyt  $(Cu_4SO_4(OH)_6)$  jest minerałem występującym na wszystkich wymienionych wyżej hałdach pogórnich. Jego włókniste, jasnozielone kryształy lub też

ciemnozielone, skrytokrystaliczne powłoki i naskorupienia pokrywają najczęściej powierzchnie wietrzącego chalkopiryty lub bornitu. Brochantyt współwystępuje z langitem, devillinem, malachitem, chryzokolą, skorodytem, köttigitem i bizmutoferrytem.

Chlorargyryt ( $\text{AgCl}$ ) tworzy drobne, dendrytowe skupienia, narastające w towarzystwie skorodytu, na powierzchniach wietrzącego, srebronośnego tennantytu-tetraedrytu obecnego na hałdach kopalni „Neu Adler”. Z chlorargyrytem współwystępują niewielkie ilości köttigitu, erytrynu i kańkitu.

Chryzokola –  $(\text{Cu,Al})_2\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , jest najpopularniejszym minerałem wietrzeniowym, obecnym na wszystkich opisanych hałdach. Najczęściej tworzy ona masywne, skrytokrystaliczne skupienia barwy niebieskiej, biało-niebieskiej lub zielono-niebieskiej. Niekiedy pojawiają się również odmiany o barwie brunatnej lub czerwonej, związanej z drobnymi inkluzjami kuprytu lub też goethytu. Chryzokola współwystępuje ze wszystkimi minerałami hipergenicznymi złoże.

Cornwallit o wzorze  $\text{Cu}_5(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_4$  zidentyfikowano w próbkach pochodzących z hałd z kopalni „Segen Gottes”. Tworzy on naciekowe, groniaste skupienia o wielkości dochodzącej do kilku centymetrów. Makroskopowo są one nieodróżnialne od pseudomalachitu. Z cornwallitem współwystępuje philipsburgit, olivenit, bayldonit, pseudomalachit, klinoklaz, mottramit, malachit i chryzokola.

Devillin ( $\text{CaCu}_4(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) występuje w postaci bardzo drobnych, szmaragdowo-zielonych kryształów o tabliczkowym pokroju. Narastają one w drobnych szczelinach i kawernach wietrzących kruszców miedzi znajdujących się na hałdach kopalni „Einigkeit” (koło szybu „Schwarz Adler”), „Felisk”, „Neu Adler” i „Miedzianka” (koło szybu nr 15). Minerale ten współwystępuje z malachitem, langitem, brochantytem i hydrocynekitem oraz z bizmutoferrytem, eulytynem i miksytem.

Duftyt ( $\text{PbCu}(\text{AsO}_4)\text{OH}$ ) znaleziono na hałdzie kopalni Einigkeit (koło szybu „Schwarz Adler”). Tworzy on niewielkie, tabliczkowe kryształy budujące zielone, kuliste skupienia, o wielkości dochodzącej do 3 mm. Agregaty tego arsenianu współwystępują z agardytem-(La), chryzokolą i mimetesytem. Duftyt wypierający mimetesyt zidentyfikowano także w okazach z hałdy kopalni „Miedzianka” położonej przy szybie nr 15.

Erytryn ( $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) na hałdzie kopalni „Neu Adler” w Ciechanowicach tworzy różowe, kuliste skupienia, złożone z drobnych, tabliczkowych kryształów, dochodzących do 1 mm wielkości. Minerale ten występuje w towarzystwie köttigittu, kańkitu, skorodytu i niewielkich ilości chryzokoli. Jasnoróżowe, ziemiste skupienia erytrynu, zbudowane z kryształów o pokroju cienkoigielkowym rozpoznano także na hałdach kopalni „Feliks”.

Eulytyn ( $\text{Bi}_4(\text{SiO}_4)_3$ ), znaleziono na hałdach kopalni „Feliks”. Tworzy on cienkoigielkowe, oliwkowo-zielone, miodowo-żółte lub brunatno-zielone kryształy, zebrane w promieniste lub kuliste agregaty, o średnicy dochodzącej do 2 mm. Z minerałem tym współwystępuje mixyt, bizmutoferryt i devillin.

Farmakosydyryt ( $\text{KFe}^{3+}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_4 \cdot 6-7\text{H}_2\text{O}$ ) znaleziono na hałdach kopalni „Segen Gottes”, gdzie tworzy on niewielkie, zielono-żółte kryształy, dochodzące do 2 mm wielkości współwystępujące z oliwitem i chryzokolą. Inaczej wygląda farmakosydyryt obecny na hałdzie kopalni „Einigkeit” – ma on czarno-brunatną barwę i narasta na powierzchni naciekowych skupień goethytu.

Greenockit ( $\text{CdS}$ ) zidentyfikowano na hałdach kopalni „Einigkeit” w Miedziance. Występuje on w postaci kanarkowo-żółtych, ziemistych nalotów, pokrywających powierzchnie szczelin wietrzącego sfalerytu.

Hemimorfit ( $\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) pojawia się bardzo rzadko na hałdach kopalni „Einigkeit” i „Feliks”. Tworzy on drobne, bezbarwne, dochodzące do 5 mm długości, tabliczkowe kryształy.

Hydrocynkit ( $\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$ ) występuje w postaci białych nalotów i naskorupień o grubości dochodzącej do 2–3 mm, Na hałdach kopalni „Neu Adler” minerał ten współwystępuje z gipsem i köttigitem. Jasnoniebieski hydrocynkit rozpoznano również na zwałach kopalni „Einigkeit”. Jego zabarwienie związane jest z obecnością rozproszonych, drobnych wrostków zasadowych siarczanów miedzi. Hydrocynkitowi towarzyszy langit, devillin, brochantyt, malachit i czarne tlenki manganu.

Kańkit ( $\text{Fe}^{3+}\text{AsO}_4 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$ ) tworzy kuliste skupienia, o wielkości dochodzącej do 20  $\mu\text{m}$ , które narastają w towarzystwie köttigitu na powierzchni naciekowego skorodytu. Minerał ten zidentyfikowano w próbkach pochodzących z hałdy kopalni „Neu Adler”.

Klinoklaz ( $\text{Cu}_3\text{AsO}_4(\text{OH})_3$ ) występujący na hałdach kopalni „Segen Gottes” tworzy ciemnoniebieskie, tabliczkowe kryształy o wielkości 2–3 mm. Zebrane są one w rozetowe skupienia, które narastają na powierzchni cornwallitu, pseudomalachitu i chryzokoli. Klinoklazowi towarzyszą również niewielkie ilości mottramitu.

Köttigit ( $\text{Zn}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) jest minerałem stosunkowo często spotykanym na hałdzie kopalni „Neu Adler” w Ciechanowicach. Najczęściej tworzy on jasnoróżowe, ziemiste, skrytokrystaliczne skupienia. Niekiedy napotyka się również jego dobrze wykształcone, automorficzne kryształy o wielkości dochodzącej do 2 mm i różowoczerwonym zabarwieniu. Występują one zarówno pojedynczo, jak i w postaci kulistych lub promienistych agregatów. Bardzo rzadko spotyka się żółto-szarą odmianę köttigitu, która tworzy tabliczkowe kryształy zebrane w charakterystyczne klepsydrowe agregaty. Z köttigitem współwystępuje skorodyt, kańkit, erytryn, chryzokola, tlenowodortlenki żelaza.

Kuproskłodowskit ( $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{SiO}_3\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) rozpoznano w próbkach zebranych z hałdy położonej nieopodal szybu nr 16 kopalni „Miedzianka”. Występuje on w postaci jasnozielonych, naciekowych lub groniastych naskorupień zbudowanych z cienkosłupkowych kryształów. Kuproskłodowskitowi towarzyszą niewielkie ilości uranofanu.

Langit ( $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) stwierdzono na wszystkich opisanych powyżej hałdach złoża Miedzianka-Ciechanowice. Minerał ten tworzy drobne, intensywnie niebieskie, tabliczkowe kryształy. Spotyka się również skrytokrystaliczne, niebieskie powło-

ki tego minerału, które pokrywają wietrzejący chalkopiryt. Langit współwystępuje z malachitem, devillinem, brochantytem i chryzokolą.

Libethenit ( $\text{Cu}_2\text{PO}_4\text{OH}$ ) zidentyfikowano wśród próbek pochodzących z hałd kopalni „Segen Gottes”. Tworzy on niewielkie, kuliste agregaty wrośnięte w naciekowy pseudomalachit przerastający się z cornwallitem, mottramitem i philipsburgitem.

Medenbachit ( $\text{Bi}_2(\text{Cu}, \text{Fe}^{2+})\text{Fe}^{3+}(\text{AsO}_4)_2(\text{O}, \text{OH})_2(\text{OH})_2$ ) pojawia się na hałdach kopalni „Einigkeit”. Tworzy on jasnożółte, ziemiste skupienia, które wraz z malachitem, wypełniają niewielkie pustki pomiędzy kryształami mlecznego kwarcu.

Mixyt ( $\text{BiCu}_6(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) z hałd kopalni „Feliks” tworzy zielononiebieskie, kuliste lub promieniste agregaty, o średnicy dochodzącej do 4 mm. Współwystępuje z nim devillin, eulytyn i bizmutoferryt.

Mottramit ( $\text{Pb}(\text{Cu}, \text{Zn})\text{VO}_4\text{OH}$ ) pochodzący z hałd kopalni „Neu Adler” w Ciechanowicach tworzy drobnokryształiczne, żółto-szare bądź zielono-żółte naloty złożone z tabliczkowych kryształów. Minerał ten występuje również na hałdzie kopalni „Miedzianka” (koło szybu nr 15), gdzie tworzy kuliste, zielone agregaty wrastające w masywną chryzokolę. Na hałdzie kopalni „Einigkeit” mottramit tworzy, bardzo drobne, brunatno-czarne kryształy. Pokrywają one skupienia naciekowego goethytu. Mottramit zidentyfikowano również w próbkach pochodzącym z kopalni „Segen Gottes”. Tworzy on tu niewielkie, dochodzących do 0,1 mm wielkości, agregaty zebrane w dendrytyczne formy, które wrastają w pseudomalachit lub cornwallit.

Oliwenit ( $\text{Cu}_2\text{AsO}_4\text{OH}$ ) zidentyfikowano wśród minerałów występujących na hałdach kopalni „Segen Gottes”. Tworzy on niewielkie, kuliste skupienia, które wraz z bayldonitem wypełniają szczeliny tnące amfibolity. Szarozielone agregaty oliwenitu, o średnicy dochodzącej do 5 mm, występują również w towarzystwie farmakosyderytu, duftytu i chryzokoli.

Parsonsyt ( $\text{Pb}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) znaleziono na hałdzie kopalni „Miedzianka” położonej koło szybu nr 15. Cienkotabliczkowe do igiełkowych kryształy tego minerału tworzą kuliste lub promieniste skupienia barwy jasnobrunatnej. Parsonsytowi towarzyszy torbernit i bassetyt.

Philipsburgit –  $\text{Cu}, \text{Zn})_6(\text{AsO}_4, \text{PO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , pojawia się na zwałach kopalni „Segen Gottes”. Jego promieniste skupienia, złożone z cienkoigiełkowych, zielonych kryształów, dochodzą do 3–4 mm średnicy. Minerał ten współwystępuje z cornwallitem, oliwenitem i bayldonitem.

Plumboagardyt, o wzorze  $\text{Pb}, \text{La}, \text{Nd}, \text{Ce}, \text{Ca})\text{Cu}_6(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , występuje w postaci drobnych, dochodzące do 0,5 cm średnicy, skupień złożonych z cienkoigiełkowych kryształów. Minerał ten tworzy paragenezę z chryzokolą, pseudomalachitem, malachitem i trögeritem-zeunerytem. Jego obecność stwierdzono na hałdzie kopalni „Einigkeit” oraz „Miedzianka” (koło szybu nr 15).

Plumbojarosyt ( $\text{PbFe}^{3+}_6(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{12}$ ) rozpoznano wśród próbek pochodzących z hałd kopalni „Einigkeit”. Tworzy on drobnokryształiczne, żółto-brunatne naskorupie-

nia pokrywające luźne, silnie przeobrażone fragmenty skał bogatych w wietrzejący piryt.

Pseudomalachit ( $\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$ ) należy do jednego z najczęściej spotykanych minerałów hipergenicznych. Zidentyfikowano go w próbkach pochodzących z hałd kopalni „Einigkeit”, „Miedzianka” (koło szybu nr 15) i „Segen Gottes”. Najczęściej występuje on w postaci ciemnozielonych, kulistych lub groniastych agregatów, złożonych z grubotabliczkowych kryształów, o wielkości dochodzącej do 50  $\mu\text{m}$ . Największe, pochodzące z kopalni „Segen Gottes”, naciekowe okazy tego minerału osiągają wielkość 5–6 cm. Pseudomalachitowi towarzyszy chryzokola, kwarc, malachit, cornwallit, piromorfit, mottramit i wulfenit. Na hałdach kopalni „Einigkeit” pseudomalachit tworzy sferoidalne agregaty zbudowane z kryształów cienkośłupkowych. Stowarzyszone są one z chryzokolą, malachitem, zeunerytem i plumboagardytem.

Skorodyt ( $\text{Fe}^{3+}\text{AsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) pojawia się na hałdach kopalni „Neu Adler” i „Feliks”. Tworzy on miodowo-żółte, skrytokrystaliczne, naciekowe naskorupienia pokrywające kruszce arsenu. Niekiedy spotyka się również powłoki skorodytu barwy szarej lub szaro-zielonej, złożone z drobnych, tabliczkowych kryształów, tworzących charakterystyczne grzebieniaste zrosty. Skorodyt współwystępuje z chryzokolą, kańkitem, köttigitem, erytrynem, zeunerytem, chlorargyrytem oraz tlenowodorotlenkami żelaza i manganu.

Segnityt ( $\text{PbFe}^{3+}_3\text{HASO}_4\text{AsO}_4(\text{OH})_6$ ), rozpoznano wśród okazów zebranych na hałdzie kopalni „Einigkeit”. Jego drobne, dochodzące do 0,5 mm średnicy, kuliste agregaty wrosnięte są w masywną chryzokolę i współwystępują z idiomorficznie wykształconym trögerytem.

Torbernit ( $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{--}12\text{H}_2\text{O}$ ) zidentyfikowano w próbkach pochodzących z hałdy kopalni „Miedzianka” położonej przy szybie nr 15. Minerał ten tworzy szmaragdowo-zielone, przezroczyste, cienkotabliczkowe kryształy o wielkości dochodzącej do 2–3 mm. Występują one w towarzystwie parsonsytu i bassetytu. W warunkach pokojowych kryształy torbernitę mętnieją w wyniku utraty części wody krystalizacyjnej i przechodzą w metatorbernit ( $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ).

Trögeryt –  $(\text{H}_3\text{O})_2(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  występuje w postaci cienkotabliczkowych kryształów wrosniętych w masywną chryzokolę pochodzącą z hałdy kopalni „Einigkeit”. Towarzyszy mu segnityt, plumboagardyt i niewielkie ilości malachitu.

Tyrolit ( $\text{CaCu}_5(\text{AsO}_4)_2\text{CO}_3(\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) znaleziono tylko na hałdach kopalni „Segen Gottes”. Występuje on tu w postaci cienkoblaszkowych kryształów budujących promieniste skupienia o średnicy dochodzącej do 0,5 cm. Towarzyszą mu niewielkie ilości malachitu.

Uranofan ( $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{SiO}_3\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) zidentyfikowano wśród próbek pochodzących z hałdy kopalni „Miedzianka” położonej koło szybu nr 16. Najczęściej występuje on w postaci cienkoigielkowych kryształów barwy biało-żółtej lub też tworzy masywne woskowo-żółte skupienia. Uranofan współwystępuje z kuproskłodowskitem.



Wulfenit ( $\text{PbMoO}_4$ ) występuje w niewielkich ilościach wśród minerałów hipergenicznych obecnych na hałdach kopalni „Neu Adler” i „Segen Gottes”. Jego jasnożółte, tabliczkowe kryształy osiągają wielkość do 5 mm. Najczęściej krystalizuje on w towarzystwie chryzokoli i cornwallitu.

Zeuneryt ( $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 10\text{--}16\text{H}_2\text{O}$ ), pochodzący z hałd kopalni „Feliks”, ma postać drobnych, tabliczkowych kryształów zabarwionych na kolor zielony. Kryształy te narastają na powierzchni groniastych skupień czarno-brunatnego skorodytu i czarnych tlenków manganu. Większe, dochodzące do 1,5 mm wielkości, osobniki zeunerytu pochodzą z hałdy kopalni „Einigkeit”. Tkwią one w szczelinach przecinających maszyną chryzokolę lub też wrastają w ten minerał. Zeunerytowi towarzyszą niewielkie ilości langitu, devillinu, brochantytu i plumboagardytu.

## 5. Wnioski

Strefa wietrzenia złoża Miedzianka-Ciechanowice charakteryzuje się dużą różnorodnością i bogactwem składu mineralnego, który odzwierciedla polimetaliczny charakter złoża. Wykonane badania pozwoliły zidentyfikować 28 nieznanych dotychczas z terenu złoża minerałów hipergenicznych (*agardyt-(La)*, *bayldonit*, *beaveryt*, *bassetyt*, *chlorargyryt*, *devillin*, *dufyt*, *eulytyn*, *farmakosyderyt*, *greenokit*, *hemimorfyt*, *hydrocynkit*, *kańkit*, *klinoklaz*, *kuproskłodowski*, *langit*, *libethenit*, *medenbachit*, *mixyt*, *motramit*, *parsonsynt*, *plumboagardyt*, *plumbojarosyt*, *skorodyt*, *segnityt*, *trögeryt*, *tyrolit*, *zeuneryt*; kursywą oznaczono minerały nieznane dotychczas z terenu Polski).

Paragenезы hipergeniczne w złożu Miedzianka-Ciechanowice stanowią zespół mineralny, w obrębie którego spotyka się szereg faz bardzo rzadko notowanych w Polsce i w świecie. Ponadto, wobec prawie całkowitego braku dostępu do wyrobisk podziemnych, badania składu mineralnego złoża oraz procesów mineralotwórczych mogą być oparte tylko i wyłącznie na materiale znajdującym się na zwalach pogórnich. Powoduje to, iż hałdy pokopalniane, na których minerały te występują, stanowią bardzo cenne źródło do dokumentacji i zrozumienia zjawisk zachodzących w strefie wietrzenia złoża Miedzianka-Ciechanowice. Niestety dalsze istnienie hałd pogórnich jest obecnie zagrożone wobec faktu iż stanowią one źródło kruszywa drogowego. Ich wybieranie powoduje bezpowrotne zniszczenie cennych naukowo stanowisk o niebagatelnych walorach naukowych i historycznych. Jedynie ich prawna ochrona (np. w postaci stanowisk dokumentacyjnych) może ocalić je od całkowitej dewastacji.

## Literatura

1. BORUCKI J., GŁOWADZKI Z., MASŁOWSKI W., UBERNA J., ZAJĄCZKOWSKI W., *Ocena perspektyw poszukiwawczych rud uranu w Polsce*. Prace PIG. Warszawa. 1967.
2. CIESIELCZUK J., BZOWSKI Z., *Secondary (Cu,Zn)-oxyminerals from the Miedzianka copper deposit in Rudawy Janowickie, Sudetes Mts. Preliminary report*, Polskie Towarzystwo Mineralogiczne – Prace Specjalne, 17. 2003, s. 150–152.

3. CIESIELCZUK J., SZEŁĘG E., KUŹNIARSKI M., BYLINA P., *Preliminary data of erythrite from Ciechanowice (Miedzianka Deposit, Sudetes Mts.)*, Polskie Towarzystwo Mineralogiczne – Prace Specjalne, 24. 2004, s. 123–126.
4. DZIEKONSKI T., *Wydobywanie i metalurgia kruszców na Dolnym Śląsku od XIII do połowy XX w.*, Wyd. PAN. 1972
5. HOLECZEK J., JANECZEK J., *Pseudomalachite from Radzimowice and some comments on its occurrence in Miedzianka (Sudetes Mts.)*, Mineralogia Polonica, 22 (1). 1991, s.17–26.
6. MOCHNACKA K., *Mineralizacja polimetaliczna wschodniej osłony metamorficznej granitu Karkonoszy i jej związek z geologicznym rozwojem regionu*, Biuletyn Instytutu Geologicznego, 341. 1982, s. 273–289.
7. PIECZKA A., PIECZONKA J., PIESTRZYŃSKI A., *Minerals of the weathering zone of Miedzianka polymetallic deposit, Rudawy Janowickie (Lower Silesia, Poland)*, Mineralogia Polonica, 19 (1). 1988, s. 75–98.
8. SIUDA R., GOŁĘBIEWSKA B., *Mottramite, a Cu-Pb vanadate, from the Miedzianka-Ciechanowice polymetallic deposit (Rudawy Janowickie Mts, Poland)*, Mineralogia Polonica Special Papers, 32. 2008, s. 141.
9. SIUDA R., KRUSZEWSKI Ł., *New data on bayldonite, cornwallite, olivenite and philipsburgite from Miedzianka (Rudawy Janowickie Mts., Sudetes, Poland)*, Mineralogia Polonica Special Papers, 28. 2006, s. 202–204.
10. SIUDA R., GAL-SOLYMOS K., KRUSZEWSKI Ł., *Agardite-(La)-duftite and scorodite-kottigitelike mineral paragenesis from supergenic zone of the Miedzianka deposit (Rudawy Janowickie Mts., Poland) – preliminary report*, Mineralogia Polonica Special Papers, 29. 2006, s. 192–195.
11. TRAUBE H., *Die Minerale Schlesiens*. Breslau. 1888.
12. WEBSKY M., *Über uranophan*, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, XI. 1859, s. 384-394.
13. WEBSKY M., *Über die geognostischen Verhältnisse der Erzlagerstätten von Kupferberg und Rudelstadt in Schlesien*. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, V. 1853, s. 189–203.
14. ZALEWSKI W., *Dzieje górnictwa i hutnictwa na Górnym Śląsku do roku 1806*. Madryt. 1967.
15. ZIMNOCH E., *Mineralizacja kruszczowa złoża Miedzianka w Sudetach*, Biuletyn Instytutu Geologicznego, 308 (1). 1978, s. 91–134.

Badania były finansowane ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (grant nr N N307 065934).

### **DUMPS OF THE FORMER MINING IN MIEDZIANKA-CIECHANOWICE AREA AS A DOCUMENTATIONS POINTS OF UNIQUE SUPERGENE MINERALIZATION.**

The historical deposit of polymetallic ore in Miedzianka-Ciechanowice is located in the eastern metamorphic cover of the Karkonosze granite. This deposit includes the hydrothermal veins related to the Karkonosze granite and Intra-Sudetic Fault, and also lenses-forming contact-metasomatic ores are distinguished among it. The ore assemblages abundant in Cu, and more rarely in Pb, Ag, As, Fe, and others elements, were mined in Miedzianka-Ciechanowice from the early Middle Ages to the middle of the 20<sup>th</sup> Century. This study presents the mineralogical characteristic of the most supergene minerals recognized by authors. Twenty eight hypergenic minerals unknown from the Miedzianka-Ciechanowice area were identified, including *agardite-(La)*, *bassetite*, *bayldonite*, *beaverite*, *chlorargyrite*, *clinoclase*, *cuproskoldowskite*, *devilline*, *duftite*, *eulytite*, *greenockite*, *hemimorphite*, *hydrozincite*, *kańkite*, *langite*, *libethenite*, *medenbachite*, *mixite*, *mottramite*, *parsonsite*, *pharmacosiderite*, *plumboagardite*, *plumbojarosite*, *scorodite*, *segnitite*, *trögerite*, *tyrolite*, *zeunerite* (*italic - in Poland these minerals have not been found before*).

The following dominant mineral associations were recognized: Cu-arsenates (e.g. cornwallite, philipsburgite, bayldonite, olivenite); Co-Zn arsenates (e.g. köttigite and erythrite with co-existing scorodite), and REE-arsenates (e.g. agardite-(La), plumboagardite). The basic sulfates (e.g. langite, brochantite, devilline), Bi-supergene phases (e.g. mixite, eulytite, bismutoferrite) and U-supergene phases (e.g. parsonsite, bassetite and torbernite-zeunerite) are also present beside arsenates. Secondary minerals occur mainly on old dumps of former mines. These dumps are unique objects of supergene mineralization in Poland.