

Hałdy dawnego górnictwa świętokrzyskiego jako źródło metali kolorowych i szlachetnych

Andrzej Wojciechowski*

Tailings of the Holy Cross Mts past mining district as a potential reserve of colored and noble metals (central Poland). Prz. Geol., 50: 240–244.

Summary. The overall objective of this study was to provide detailed sampling of mine tailings showing economic potential for Cu, Pb, Zn and noble metals. The tailing materials consist of particles of ore-hosting rocks (dolomite and metalliferous clay in "Rudki" pyrite mine, mottled clay and limestone in the "Miedziana Góra" Cu-mine, limestone in the "Miedzianka" Cu-mine) and ore minerals (chalcopyrite, chalcocite, malachite and azurite in the Cu-mines and pyrite in the "Rudki" mine). Ore minerals are associated mainly with coarse-grained fragments of dolomite and limestone ("Miedziana Góra" and "Miedzianka" mine) and black and mottled clay (shale) ("Rudki" mine and "Miedziana Góra" mine). The metal content in the mine tailings is not high. The average concentration of major metals is as follows: "Rudki" pyrite mine — 24 ppm Cu, 158 ppm Pb, 145 ppm Zn and 2 ppm Ag; "Miedziana Góra" mine — 0,42 % Cu, 0,21 % Pb, 0,28 % Zn and 25 ppm Ag. The average concentrations of gold vary from <1 to 102 ppb. Estimate metal reserves are small showing no economic significance.

Key words: colored metals, noble metals, mine tailings, Holy Cross Mts, central Poland

Niniejsze opracowanie oparto na wynikach 93 oznaczeń Cu, Pb, Zn, Ag i Au w materiale hałd pokopalnianych najważniejszych, pod względem wielkości wydobycia, dawnych ośrodków górniczych G. Świętokrzyskich: Rudek k. Nowej Słupi, Miedzianki i Miedzianej Góry Budowę złóż i zagadnienie ich pochodzenia potraktowano skrótowo, koncentrując się na sprawach związanych z wielkością wydobycia, przerobu rudy i budową zwałowisk.

W opracowaniu pominięto wiele drobnych wystąpień mineralizacji siarczkowej Cu, Pb, Zn i Ag, które na przestrzeni dziejów były przedmiotem jedynie prac rozpoznawczych, tu i ówdzie połączonych z niewielkim wydobyciem (np. Ruda, Czeremno, Niewachłów, Karczówka, Zagórze, Górnio, Cedzyna, Ligota).

Rodzaj i zakres przeprowadzonych prac

Hałdy pokopalniane opróbowano przy pomocy szurfów i tzw. poletek opróbowania. Na 9 wydrążonych szurfów jedynie w dwóch szurfach z Miedzianej Góry dotarto do spągu osadów zwałowych. Wymiary poprzeczne szurfów wyniosły 1,0 x 1,5 m. Poletka były opróbowania to miejsca na powierzchni hałd o wymiarach 5 x 5 m, które po zdjęciu darni przekopywano do gł. ok. 0,2–0,3 m w poszukiwaniu okruchów rudy.

Część próbek pobranych z szurfów miała charakter próbek bruzdowych. Z każdego przedziału opróbowania (1,0–1,5 m) pobrano próbkę bruzdową o masie ok. 10 kg. Po rozdrobieniu młotkiem grubszych kawałków skalnych do ziarna ok. 3–5 cm całość materiału ćwiartowano do próbki o masie ok. 0,5 kg. Z próbki tej w laboratorium otrzymano utartą naważkę 0,06 mm o masie 100–120 g. Pozostałe próbki z szurfów i próbki z poletek opróbowania były próbkami kęsowymi o masie ok. 300–500 g każda. Każdą taką próbkę rozdzielono na dwie mniej więcej równe części: jedną część w całości utarto do ziarna 0,06 mm, drugą zaś zachowano jako próbkę archiwalną. Pewną część próbek z szurfów (dotyczy to głównie próbek utlenionych rud miedzi) uzyskano przesiewając na mokro materiał

skalny na zestawie sit 10,8, 4, 2 i 0,5 cm i wybierając ręcznie okruchy rudy z każdej frakcji sitowej.

W celu określenia udziału poszczególnych odmian rudy i skał okołozłozowych w materiale zwałowym urobek z szurfów (w Rudkach i Miedzianej Górze) w ilości 50 ± 2 kg na każdy szurf przesiewano na mokro na tym samym zestawie sit. Po wysegregowaniu okruchów poszczególnych odmian rudy i skał (dla frakcji >1 mm) ważono je z dokładnością 0,1 kg. Próbkę frakcji drobniejszych (0,5–1,0 cm i poniżej 0,5 cm) po uśrednieniu do próbek o masie $5,0 \pm 0,1$ kg przemyto w czerpaku jakuckim do szarego koncentratu minerałów ciężkich (czyli praktycznie do koncentratu siarczkowego z hematytem i limonitem oraz zrostami rudy ze skałą płonna). Koncentrat ten i zmytą z czerpaka frakcję lekką po wysuszeniu zważono z dokładnością do 1 g.

Metale kolorowe (Cu, Pb i Zn) i srebro oznaczono metodą XRF z pastylek, złoto zaś metodą absorpcji atomowej ze wzbudzeniem elektrotermicznym (GFAAS) i płomieniowym (FAAS) na spektrometrze Perkin-Elmer 4100ZL po uprzednim roztworzeniu próbek wodą królewską. Wszystkie oznaczenia wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym PIG Warszawa.

Hałdy pokopalniane kopalni pirytu i rud żelaza „Staszic” w Rudkach

Złoże pirytu i rud żelaza „Staszic” w Rudkach, odkryte w 1922 r. przez Samsonowicza (1923), jest związane z regionalną strefą dyslokacyjną o przebiegu N–S. Mineralizacja jest wykształcona w postaci żyłowej i sztokwerkowej. Złoże o długości ok. 450 m i zmiennej miąższości od 0,5 do 20 m zapada na E pod kątem 45° na głębokość ok. 600 m. Otoczenie złoże budują margliste dolomity środkowego dewonu, dolomity żywetu, kwarcyty i ily dolnego dewonu oraz piaskowce i łupki warstw rzepińskich górnego syluru. Za właściwe skały okołozłozowe uważa się pstre (czarne, szare, brunatnawe, żółtawe) ily, tzw. ily złożowe (Czarnocki, 1936; Jaskólski i in., 1952).

Mineralogicznie obie odmiany rudy pirytowej-ziemistej (ok. 40% S) i skalistej (ok. 35%) — są złożone z pirytu i markasytu oraz mielnikowitu (Nieć, 1968). Przedmiotem odbudowy były również skały dolomityczne impregnowane siarczkami Fe (o zawartości S do 10%). Kopalnią towarzyszącą w złożu były rudy syderytowe (ok. 42% Fe,

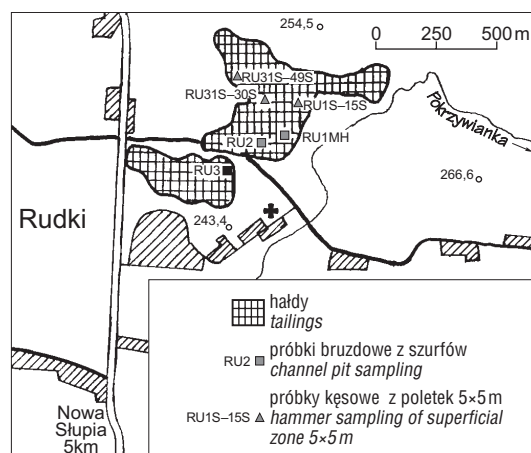
*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

do 1,5 % Mn i ok. 6% S) występujące w formie nieregularnych, metasomatycznych (?) gniazd w dolomitach stropowej części złoża oraz śmietana hematytowa (luseczkowata, drobnodispersyjna odmiana Fe_2O_3). Podrzedną rolę w złożu odgrywała polimetaliczna mineralizacja sfalerytowo-galenowa z chalkopirytem, tenantytem, kowelinem i blendą uranową (Szecówka, 1961). Rzeczono siarczki stanowiły spoiwo brekcji siarczków żelaza, bądź też występowały w postaci impregnacji w pstrych i czarnych ilach okołozłożowych.

W trakcie prawie 50-letniej eksploatacji kopalni „Staszic” wydobyte rudy pirytowej kształtowało się w granicach od kilkunastu do kilkudziesięciu tys. ton. Łącznie w latach 1925–1973 wydobyto 4 mln t rudy pirytowej, 1,5 mln t rudy skalistej i 0,8 mln t rudy hematytowej (Rubinowski, 1990). Przykładowo w 1968 r. wydobyte osiągnęło 130 tys. t rudy. Rozpoczęte w latach sześćdziesiątych wydobyte skały pirytowej, używanej początkowo do produkcji kwasu siarkowego a później jako topnik w hutach miedzi „Legnica” i „Głogów”, w latach 1965–1969 osiągnęło poziom ok. 140–170 tys. t, a śmietany hematytowej kilkaset ton. W wybudowanym w latach sześćdziesiątych zakładzie przerobczym surową rudę skalistą po skruszeniu i zmieleniu poddawano flotacji. Z nadawy zawierającej nie mniej niż 17% S uzyskiwano koncentrat pirytowy o zawartości ok. 40% S (Kozłowski i in., 1971). Ruda pirytowa była natomiast wysyłana do odbiorców w stanie surowym (z użyciem niekiedy ręcznego sortowania). W latach pięćdziesiątych w kopalni „Staszic” wydobywano również w niewielkich ilościach rudę uranu (blendę uranową) współwystępującą m.in. z ziemistymi odmianami pirytu i markasytu. Rudę tę bez żadnego wzbogacenia wysyłano do byłego ZSRR.

Hałdy pokopalniane w Rudkach są zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie budynków dawnej kopalni i zakładów przerobczych, po wschodniej stronie drogi do Nowej Słupi (ryc. 1). Powierzchnia hałd, obecnie w większej części zrehabilitowanych, wynosi ok. 23,5 ha. Były one sypane na pochyłe skłony doliny Pokrzywianki i na jej lewo-brzeżny taras zalewowy. W ramach rekultywacji terenów pokopalnianych materiału zwałowego użyto również do wypełnienia wyrobiska po odkrywkowej eksploatacji górnych partii złoża. Miąższość materiału zwałowego, w zależności od ukształtowania pierwotnej powierzchni terenu, waha się od ok. 3 do 15 m. Na obecnym etapie badań średnia miąższość owych osadów, ze względu na brak wiercen czy też szybków bitych do podłoża jest trudna do oszacowania.

Materiał hałd stanowią skały okołozłożowe, wśród których dominują dolomity eiflu i żywetu oraz pstre ily eiflu (?). Towarzyszą im pojedyncze okruchy kwarcytów, piaskowców i oliwkowych łupków. Skały te na ogół niosą ślady skałej mineralizacji siarczkami Fe. Skały dolomityczne



Ryc. 1. Lokalizacja opróbowania hałd kopalni „Staszic” k. Rudki
Fig. 1. Sample locations of „Staszic” mine tailings near Rudki

w mniejszym lub większym stopniu są zhematyzowane i zlimonityzowane. Okruchy i odłamki rudy są reprezentowane przez rudę pirytową (ziemistą i skalistą), rudę skalistą oraz różne odmiany rudy limonitycznej (ziemistej, gąbczastej, nerkowatej). Okruchy rudy hematytowej i syderytowej występują podrzędnie. W materiale zwałowym skały okołozłożowe i rudy występują w proporcji ok. 20 : 1.

W poszczególnych punktach hałd (ryc. 1) stosunek ten jest bardzo zmienny: w szurfie RU1MH wśród skał okołozłożowych zdecydowanie przeważają dolomity a okruchy rudy są reprezentowane prawie wyłącznie przez rudę skalistą, w szurfie RU2 główną masę materiału zwałowego stanowią pstre ily wymieszane z odłamkami rudy pirytowej. W szurfie RU3 przeważa natomiast materiał ilasto-gliniasto-limonityczny z pojedynczymi okruchami płonnych dolomitów. Uziarnienie materiału zwałowego jest bardzo zmienne: obok frakcji ilasto-mułkowatych (reprezentowanych w głównej mierze przez odpady poflotacyjne) występują również frakcje grubsze, łącznie z odłamkami i blokami skalnymi o średnicy powyżej 40 cm, które są wynikiem robót udostępniających kolejne partie złoża. Spośród materiału pochodzenia antropogenicznego-żużli hutniczych, drewnianych łupanek i szczap, ceramiki (Bielenin & Holewiński, 1961; Owczarek, 1968) — podczas prac terenowych natrafiono jedynie na pojedyncze okruchy żużli hutniczych (poletko RU1-RU15).

Przeciętna zawartość metali kolorowych i srebra w uśrednionym i skwartowanym materiale zwałowym pobranym z szurfów przedstawiono w tab. 1.

Za wyjątkiem Cu i Ag zawartość pozostałych składników ma rozkład logarytmnormalny. Zawartość złota plasuje się na poziomie 1 ppb.

Tab. 1. Przeciętna zawartość metali kolorowych i srebra w materiale zwałowym hałd kopalni „Staszic” w Rudkach
Table 1. Average concentration of colored metals and silver in tailings of “Staszic” mine at Rudki

Metale	Parametry statystyczne w [ppm]				
	$X_{sr.}$	X_G	S	max. – min.	n
Miedź	26	24	11	46–12	9
Ołów	279	157	300	761–47	9
Cynk	172	145	101	327–59	9
Srebro	2	2	2	7–1,5	9

$X_{sr.}$ — średnia arytmetyczna, X_G — średnia geometryczna, S — odchylenie standardowe, n — liczba oznaczeń: próbki bruzdowe z szurfów

Tab. 2. Średnia geometryczna zawartość metali kolorowych i srebra w różnych odmianach rudy w materiale zwałowym hałd kopalni „Staszic” w Rudkach

Table 2. Geometric mean concentration of colored metals and silver in different ore varieties in tailings of “Staszic” mine at Rudki

Typ rudy	Cu	Pb	Zn	Ag	n
Ruda pirytowa	40,2	346,2	354,7	4,0	28
Ruda hematytowa	24,5	93,0	94,5	5,3	4
Ruda zwietrzelinowa limonityczna	21,0	327,5	754,7	3,7	5

n — liczba oznaczeń

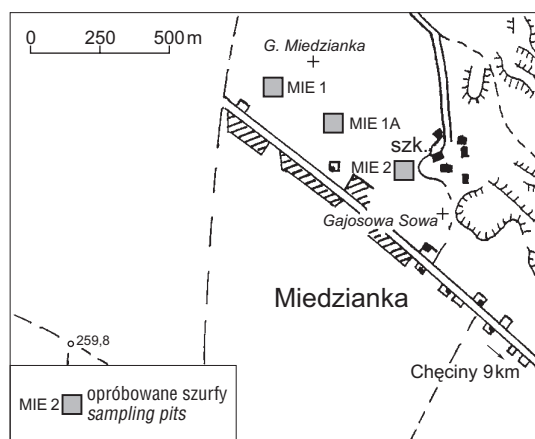
Średnia geometryczna zawartość poszczególnych metali w różnych odmianach rudy przedstawiono w tab. 2.

Zawartość złota we wszystkich wyróżnionych typach rudy waha się w granicach 0,5–4 ppb. Maksymalne zawartości poszczególnych metali zanotowano w następujących typach rudy: ruda pirytowa 1795 ppm Pb (w próbce RU7S), 3160 ppm Zn (w próbce RU12), ruda zwietrzelinowa, limonityczna 54 ppm Ag (w próbce RU48). Najwyższą zawartość Cu oznaczono w zlimonityzowanych skałach okołozłożowych z pirytem: 734 ppm (w próbce RU9S) (Wojciechowski, 2001). Makroskopowe oględziny pobranych próbek (przy powiększeniach 20x) wykazały obecność w pojedynczych próbkach wprysniętę galeny, sfalerytu oraz naloty malachitu.

Hipotetyczne zasoby metali kolorowych i srebra w materiale zwałowym dawnej kopalni „Staszic” wynoszą: miedź 104,3 t, ołów 634,9 t, cynk 582,7 t i srebro 8 t. Do obliczeń wartość miąższości przyjęto arbitralnie na 6 m zakładając, że ma ona rozkład logarytmnormalny (co wynikałoby z występowania znacznej miąższości materiału zwałowego jedynie na ograniczonym obszarze ok. 4–5 ha zrehabilitowanego odkrywkowego wyrobiska dawnej kopalni). Ciężar właściwy materiału zwałowego oszacowano na ok. 3 000 kg/m³ (przy uwzględnieniu podawanego w literaturze ciężaru właściwego dolomitu 2850 kg/m³ i obecności cięższych ilów rudonnych i skał zhematyzowanych).

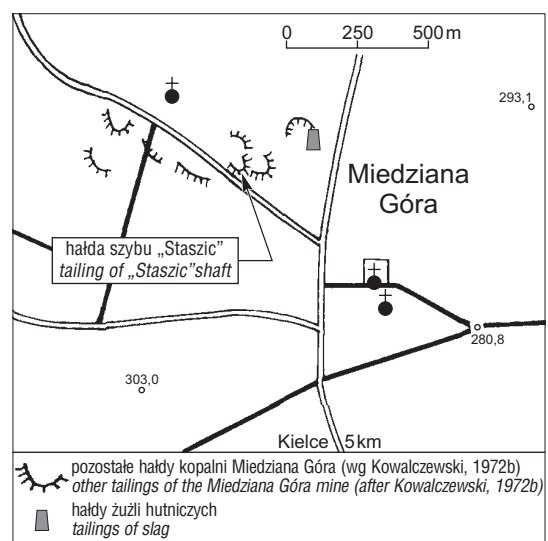
Hałdy pokopalniane złoża miedzi w Miedziance

Złoże „Miedzianka” jest zlokalizowane w południowym skrzydle antykliny chęcińskiej. Na skrasowiałych utworach dewońskich leżą niezgodnie piaskowce i zlepieńce pstrego piaskowca. Okruszcowanie pierwotne wykształciło się w

**Ryc. 2. Lokalizacja opróbowania hałd pokopalnianych w rejonie Miedzianki****Fig. 2. Sample locations of mine tailings in the Miedzianka area**

postaci cienkich (do 20 cm) żył kalcytowych i brekcji tektonicznych spojonych kalcytem z chalkopirytem jako głównym siarczkiem i podrzędnym miedziankitem (sandbergerytem) 2Cu₃AsS₃·ZnS oraz galeną (Rubinowski, 1958). Stwierdzono występowanie 3 zmineralizowanych stref tektonicznych o przebiegu 290–310° i upadzie 70–80° ku SW. Potriasowe (?) zjawiska krasowe, zaznaczające się głównie wzdłuż stref dyslokacji tektonicznych i na kontakcie utworów dewońskich z osadami pstrego piaskowca, doprowadziły do uformowania się wtórnych gniazdowo-szczelinowych nagromadzeń utlenionych kruszców miedzi. Wśród tych wtórnych minerałów dominuje chalkozyn, azuryt i malachit, którym towarzyszą w mniejszych ilościach kowelin, arseniany (staszycyt i lubeckit). Obficie występuje również limonit. Na kontakcie z osadami pstrego piaskowca utworzyły się saprolityczne, rezydualne, pstre iły wapniste wzbogacone w miedź zwane „rudami kontaktowymi” (Rubinowski, 1958). Lokalnie okruszcowanie miedzią objęło również czerwone piaskowce permu górnego? (triasu dolnego?). Przeciętna zawartość Cu w rudach utlenionych wynosiła ok. 10% (Kozłowski i in., 1971).

Począwszy od XIV w. kopalnia w Miedziance czynna była kilkakrotnie. Do okresów najintensywniejszej eksploatacji należy zaliczyć okres XV–XVI w. (Wojciechowski, 1958; Kowalczewski, 1972) i lata 1817–1820 (Kop. „Maria”) oraz 1902–1907 (roboty braci Łaszczyńskich) (Wróblewski, 1962). W latach 1915–1918 austriacki zarząd górniczy uzyskał z kopalni w Miedziance 1238 t rudy o zawartości 8,4% Cu i 0,2% Ag (Wróblewski, 1962). Tamtejsze rudy wybierano systemem komorowym, przy pomocy dukli (pionowych szybów bitych z powierzchni terenu i u dołu rozgałęziających się za rudą) lub/i tzw. systemem szparowym. Podjęta w latach 1950–1954 próba ponownego uruchomienia kopalni, zatopionej w 1920 r., zakończyła się niepowodzeniem ze względu na niewielkie zasoby rudy (Rubinowski, 1958), w tym również rudy uranowej. W przeciągu kilku wieków rudy metali kolorowych były przetapiane metodami ogniowymi na suro-

**Ryc. 3. Lokalizacja hałd kopalni miedzi w Miedzianej Górze (wg Kowalczewski, 1972b)****Fig. 3. Location of Cu-mine tailings at Miedziana Góra (after Kowalczewski, 1972b)**

wy metal (Cu, Pb i Ag) w kilku małych hutach (m. in. w Białogonie, Jaworzni i Niewachlowie).

Hałdy pokopalniane w Miedziance są rozrzucone po całej powierzchni wychodni wapieni dewońskich od G. Miedzianka na NW po Gajasową Sowę na SE. Szczególnie licznie występują na SW skłonach masywu miedzianowskiego w postaci drobnych izolowanych skupień materiału zwałowego związanych ze starymi szybami, szybkami i wyrobiskami typu „szparowego”. Objętość materiału zwałowego poszczególnych wystąpień z reguły nie przekracza 100 m³. Rozmiary największej hałdy zlokalizowanej w obniżeniu morfologicznym pomiędzy G. Miedzianką a Gajasową Sową wynoszą 20×70×1–3 m (szurf MIE2) (ryc. 2). Na NE skłonie masywu największa hałda jest związana z wylotem dawnej sztolni braci Łaszczyńskich (Rubinowski, 1958). Pozostałe szurfy posadowiono w hałdzie dawnych szybów poszukiwawczo-eksploatacyjnych z końca XIX w. (szurf MIE1) i w hałdzie związanej z wybiórką typu szparowego ok. 100 m na NW od opuszczonego kamieniołomu wapieni (szurf MIE1A).

W przeważającej mierze materiał zwałowy tamtejszych hałd jest zbudowany z płonnych szarokremowych wapieni dewońskich, w mniejszym lub większym stopniu skalcytowanych i zbrekcyjowanych. Okruchy wapieni z wprysnięciami i nalotami malachitowo-azurytowymi stanowią szacunkowo ok. 0,5% obj. materiału zwałowego, okruchy zaś rudy malachitowo-azurytowej z limonitem i pierwotnej rudy żyłowej (w postaci impregnacyjno-żyłkowych skupień siarczków z malachitem i azurytem) ok. 0,1% obj. Sporadycznie w materiale zwałowym występują okruchy innych skał: szarobrunatnych zlepieńcowatych piaskowców pstrego piaskowca i narzutniaków skandynawskich.

Zebrany materiał skalny charakteryzuje się bardzo wysoką zawartością Cu i niską zawartością pozostałych oznaczonych składników. Malachitowo-azurytowa ruda z limonitem typu krasowego zawiera miedź w ilościach bliskich jej stechiometrycznej zawartości w czystym malachicie (57,4% Cu) i azurycie (55,3% Cu), a mianowicie od 41,10 do 44,09% Cu. Zawartość pozostałych składników również jest wysoka, łącznie ze złotem (odpowiednio 102 i 94 ppb), dla którego są to najwyższe zawartości stwierdzone dotychczas w G. Świętokrzyskich. Pierwotna ruda żyłowa (z makroskopowo stwierdzonym chalkopirytem i chalkozynem) charakteryzuje się stosunkowo wysoką zawartością miedzi rzędu 0,2–0,7% i niskimi zawartościami Pb, Zn, Ag i Au. Zawartość Cu w zmineralizowanych malachitem i azurytem wapieniach dewońskich bez makroskopowo widocznych siarczków jest porównywalna (0,2–1,7% Cu) z jej zawartością w rudzie pierwotnej, przy nieco wyższej zawartości pozostałych składników: Pb (1,5–76 ppm), Zn (34–259 ppm), Ag (1,5–11 ppm), Au (1–9 ppb). Zawartość Cu w glinkach tektonicznych związanych z okruszczowanymi strefami dyslokacji tektonicznych i w pewnej odmianie skrasowiałych, zlimonityzowanych wapieni dewońskich jest tego samego rzędu (0,4–0,6%), co w opisanych powyżej rudach i skałach okołozłożowych.

Ze względu na niewielkie rozmiary badanych hałd, ich niewielką łączną objętość (nie przekraczającą szacunkowo 4000 m³) i bardzo niski udział okruchów rudy w ogólnej masie materiału zwałowego hipotetyczna ilość czystej miedzi wynosi zaledwie kilkaset kilogramów.

Hałdy pokopalniane opuszczonego złoża miedzi „Miedziana Góra”

Złoże „Miedziana Góra” jest zlokalizowane w strefie nasunięcia fałdu miedzianogórskiego na północne skrzydło

synkliny kostomłockiej. W obrębie złoża osady dolnego i środkowego dewonu wykształcone w postaci zlepieńców miedzianogórskich, kwarcytów, mułków i pstrych łupków serii barczańskiej (Czarnocki, 1956) oraz ilów rudonośnych są nasunięte od NE na utwory górnodewońskie wykształcone w postaci wapieni i margli (Rubinowski, 1971). W strefie nasunięcia nachylonej pod kątem 50–60° ku NE osady są silnie zaburzone, wyciśnięte i sprasowane. Iły rudonośne są wykształcone w postaci ilów czarnych i pstrych o zmiennej miąższości od 4,0 do 6,5 m. Na ich wychodni wytworzyła się (w permie?, w triasie?) strefa oksydacji zbudowana z rdzawo-brunatno-czerwonych ochr żelazistych o zawartości Cu rzędu 1–4%, z poziomem cementacji o zawartości Cu ok. 8% (Konstantynowicz, 1971). Zawartość metali w „strefie siarczków pierwotnych” jest bardzo zmienna: od śladów do 1,72% Cu, od śladów do 0,25% Pb i od śladów do 11,76% Zn (Rubinowski, 1971). Kruszcze miedzi są reprezentowane przez arseno- i cynkonośny tetraedryt, chalkopiryty, chalkozyny i kowelin. Pospolite są utlenione minerały miedzi, malachit i azuryt, którym towarzyszą w podrzędnych ilościach chryzokola i miedź rodzima. Z innych siarczków występuje piryt, sfaleryt i galena (Piekarski, 1961; Konstantynowicz, 1971; Rubinowski, 1971). Okruszczowanie siarczkowe występuje również w zmiennych ilościach w czarnych, marglisto-ilaistych osadach górnego dewonu (Rubinowski, 1971).

Początki eksploatacji kruszców w Miedzianej Górze giną w pomroce dziejów. Pierwsze pisemne dokumenty (przywileje górnicze wydawane przez kolejnych królów polskich) świadczą o tym, że w XV w. i pierwszej połowie XVI w. tamtejsze kopalnie i huty przeżywały okres prosperity. Powtórnego (?) odkrycia tamtejszej mineralizacji miano dokonać w latach 1590–1592 (Miczulski, 1972). U schyłku XVIII w. rozpoczęła się modernizacja kopalni miedzianogórskiej finansowana przez Komisję Kruszcową powołaną przez Stanisława Augusta w 1786 r.: powstaje 12 szybów, a wybiórkę rudy o zawartości ok. 4% Cu (ok. 400 t w okresie 3 lat) prowadzono na 2 poziomach wydobywczych systemem filarowym. Rudę przerabiano w hucie w Niewachlowie. W 1813 r. z inicjatywy Staszica wznowiono prace wydobywcze. Osiągnęły one poziom 85 m poniżej powierzchni terenu. Pomimo rozlicznych kłopotów z odwodnieniem wyrobisk (m. in. katastrofa zainstalowanej w 1824 r. pierwszej w Królestwie Kongresowym maszyny parowej) w latach 1817–1827 kopalnia „Zygmunt” dała 2835 t rudy o średniej zawartości 8,3% Cu (Wróblewski, 1962). Według innych źródeł wydobyto przez 10 lat eksploatacji ok. 2100 t rudy, przy stracie połowy zainwestowanego kapitału (Dziekoński, 1971). W 1827 r. decyzją ministra skarbu Druckiego-Lubeckiego zawieszono wszystkie roboty górniczo-hutnicze w całym rejonie kielecko-chęcińskim. Ponowne wznowienie eksploatacji, nie licząc rozpoznawczych robót z lat 1845–1853, nastąpiło dopiero w 1915 za czasów austriackiego zarządu górniczego. W przeciągu 3 lat wydobyto 1425 t rudy o zawartości 7% Cu i 0,0008% Ag (Wróblewski, 1962). Urobek z przodków kopalnianych był sortowany ręcznie. Wzbogaconą w ten sposób rudę przetapiano w hucie w Białogonie metodą ogniową z odzyskiem srebra przy pomocy ołowiu hutniczego.

Obecnie w rzeźbie terenu zaznaczają się jedynie dwie hałdy dawnej kopalni „Zygmunt”: jedna położona po NE stronie szosy Kielce–Łódź związana z szybem „Staszic” (ryc. 3) i druga zlokalizowana po drugiej stronie szosy związana z tzw. II szybem austriackim. Ta ostatnia hałda w znacznym stopniu została rozplantowana i zajęta przez zwartą zabudowę jednorodziną. Rozmiary hałdy szybu

„Staszic” wynoszą ok. 140 na 40 m. Miąższość materiału zwałowego wynosi od ok. 0,5 do maksymalnie 4,5 m.

Materiał hałdy stanowi mieszanina płonnych skał okołozłożowych, skał okruszczonych i rudy w proporcji 97 : 2 : 1. Do płonnych skał okołozłożowych należą czarne, ciemnoszare, popielatoszare i niekiedy pstre, brunatno-czerwono-żółtawe iły rozlasowane pod wpływem czynników atmosferycznych do plastycznych, tłustych glin oraz ciemnoszare wapienie. Towarzyszą im w podrzędnych ilościach margliste wapienie, łupki margliste i kwarcytoczne piaskowce. Skały zmineralizowane są reprezentowane w głównej mierze przez ciemnoszare wapienie z nalotami malachitu i azurytu oraz przez rozlasowane iły pstre z nalotami jarosytowo-mielnikowitowymi. Rudy tamtejsze są wykształcone w postaci ziemistych, gąbczastych i gałązkowatych skupień malachitu z domieszką azurytu (ruda malachitowa), ziemistych, gąbczastych i prowatych ciemnobrunatnych limonitów (ruda limonitowa) i skorupowych, masywnych nagromadzeń hematytu.

Rozmieszczenie poszczególnych odmian skał okołozłożowych płonnych i okruszczonych oraz okruchów rudy jest bardzo nierównomierne. W NW części opróbowanego fragmentu hałdy wśród skał płonnych dominują ciemnoszare wapienie, w części zaś SE rozlasowane iły z licznymi okruchami rudy. W części środkowej warstwy wapienno-lupkowego rumożu przeławicają się z warstwami pstrych glin.

Zebrany materiał skalny charakteryzuje się bardzo wysoką zawartością Cu i wysoką zawartością Pb i Zn. Przeciętna zawartość Cu, Pb, Zn i Ag w uśrednionej próbce materiału zwałowego wynosi odpowiednio: Cu 4186 ppm, Pb 2155 ppm, Zn 2802 ppm, Ag 25 ppm. Ruda malachitowa zawiera Cu w ilości od 27,6 do 35,7%, znaczną domieszkę Zn (od 2,2 do 2,9%) i podwyższoną zawartość Pb (ok. 0,18–0,20%). Zawartość Ag w tej rudzie jest niska (8–9 ppm). Złoto występuje w śladach (poniżej 1 ppb). Z dwóch pozostałych odmian rudy bardziej metalonośna jest ruda limonitowa, która zawiera wysoką zawartość Cu (ok. 1,0–1,6%), Pb (0,1–1,5%) i Zn (0,7–5,3%). Ruda ta wyróżnia się relatywnie wysoką zawartością Ag (18–34 ppm). Zlimonitowane wapienie z nalotami malachitu i azurytu cechuje zmienna zawartość oznaczonych metali, częstość wyższa niż w zbadanych okruchach rudy.

Szacunkowe zasoby metali kolorowych w opróbowanej hałdzie szybu „Staszic” wynoszą: Cu 127 t, Pb 63,5 t, Zn 84,7 t, Ag 75,6 kg. Do obliczeń wzięto następujące wartości: wymiary hałdy 140x40 m, średnia miąższość materiału zwałowego 3 m, ciężar właściwy materiału zwałowego 1,8 t/m³, przeciętna zawartość Cu 0,42%, Pb 0,21%, Zn 0,28%, Ag 25 ppm. Na obecnym etapie badań rzeczywisty ciężar właściwy materiału zwałowego nie jest znany.

Podsumowanie

W świetle otrzymanych wyników należy uznać, że materiał zwałowy opuszczonych kopalń pirytu i rud żelaza w Rudkach, miedzi w Miedziance i Miedzianej Górze nie może być obecnie uznany za źródło metali kolorowych i szlachetnych. Przemawia za tym głównie niewielka objętość zbadanych hałd pokopalnianych (Miedzianka, Miedziana Góra) i zbyt niska zawartość oznaczonych składników w materiale zwałowym (Rudki).

Należy zauważyć, że otrzymane wyniki oznaczeń Cu, Pb, Zn, Ag i Au w materiale zwałowym z Miedzianej Góry i Rudek potwierdzają zasadniczo dane archiwalne dotyczące metalonośności iłów rudonośnych poziomu dąbrowskiego (Czarnecki, 1951; Serwan, 1968; Lenartowicz, 1964; Rubinowski, 1970; Wojciechowski, 1999), z którym oba te złoża, pomimo wybitnego zaangażowania tektonicznego, wykazują ścisły przestrzenny związek.

W obecnym stanie rzeczy hałdy te, abstrahując od ich znaczenia jako zabytku kultury materialnej, mogą być wykorzystane jedynie w dziedzinie szeroko pojętego zbieractwa okazów geologicznych (pod warunkiem respektowania przepisów obowiązujących w rezerwach przyrody, jak to powinno mieć miejsce w przypadku okolic Miedzianki).

Przeprowadzone badania sfinansowano ze środków KBN (temat 6.20.1596.00.0) (Wojciechowski, 2001).

Literatura

- BIELENIN K. & HOLEWIŃSKI S. 1961 — Rudki — starożytny ośrodek górniczy w Górach Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 9: 134–138.
- CZARNOCKI J. 1936 — Przegląd stratygrafii i paleogeografii dewonu dolnego Gór Świętokrzyskich. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, 8: 129–162.
- CZARNOCKI J. 1951 — Złoże rud żelaza w Dąbrowie pod Kielcami. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 7: 96–114.
- DZIEKONSKI T. 1961 — Górnictwo, hutnictwo i przerób miedzi na ziemiach polskich do połowy XIX w. [In:] *Monografia przemysłu miedzianego w Polsce*, t. 1. *Wyd. Geol.*: 5–25.
- JASKÓLSKI S., POBORSKI Cz. & GOERLICH E. 1953 — Złoże pirytu i rud żelaznych kopalni Staszic w Górach Świętokrzyskich. *Inst. Geol.*: 5–121.
- KONSTANTYNOWICZ E. 1971 — Występowanie złóż rud miedzi i przejawów miedzianośnych w Górach Świętokrzyskich. [In:] *Monografia przemysłu miedzianego w Polsce*, t. 1. *Wyd. Geol.*: 231–237.
- KOWALCZEWSKI S. 1972a — Kielce jako ośrodek staropolskiego górnictwa i hutnictwa. [In:] *Dzieje i technika świętokrzyskiego górnictwa i hutnictwa*. *Wyd. Geol.*: 29–56.
- KOWALCZEWSKI S. 1972b — Podstawowe problemy świętokrzyskiego górnictwa kruszcowego w świetle danych geologicznych. [In:] *Dzieje i technika świętokrzyskiego górnictwa i hutnictwa kruszcowego*. *Wyd. Geol.*: 57–78.
- KOZŁOWSKI S., MOJSIEJENKO A., ROGALIŃSKI J., RUBINOWSKI Z., WRONA H. & ŻAK CZ. 1971 — Rudy metali. *Piryty*. [In:] *Surowce mineralne województwa kieleckiego*, S. Kozłowski (ed.). *Wyd. Geol.*: 7–240.
- LENARTOWICZ L. 1964 — Szczegółowe zdjęcie geochemiczne metodą potoków rozszania i hydrochemiczną na obszarze północnej części Gór Świętokrzyskich — region łysogórski. *CAG Państw. Inst. Geol.*, nr 5279.
- MICZULSKI S. 1972 — Początki rozwoju górnictwa i hutnictwa kruszcowego w rejonie Kielc od końca XVI w. [In:] *Dzieje i technika świętokrzyskiego górnictwa i hutnictwa kruszcowego*. *Wyd. Geol.*: 79–99.
- NIĘĆ M. 1968 — Mineralizacja złoża siarczków żelaza i syderytu w Rudkach w Górach Świętokrzyskich. *Pr. Geol., Kom. Nauk. Geol. PAN Oddz. Kraków*, 46: 7–81.
- OWCZAREK A. 1968 — Prehistoryczne roboty poszukiwawcze rudy żelaza w Rudkach koło Kielc. *Prz. Geol.*, 16: 284–287.
- PIEKARSKI K. 1961 — W sprawie genezy złoża rud miedzi w Miedzianej Górze koło Kielc. *Pr. Geol. Kom. Nauk. Geol. PAN Oddz. Kraków*, 3: 59–63.
- RUBINOWSKI Z. 1958 — Wyniki badań geologicznych w okolicy Miedzianki Świętokrzyskiej. *Biul. Inst. Geol.*, 126: 143–153.
- RUBINOWSKI Z. 1970 — Pozycja mineralizacji barytowej w regionalnej metalogenezie Gór Świętokrzyskich. [In:] *Geneza, występowanie i poszukiwanie barytu*. *Pr. Inst. Geol.*, 59: 125–154.
- RUBINOWSKI Z. 1971 — Geologia oraz okruszczowanie miedziano-górskiej strefy dyslokacyjnej (streszczenie referatu). *Kwart. Geol.*, 15: 745–746.
- RUBINOWSKI Z. 1990 — Deposits of pyrite. [In:] *Geology of Poland. Mineral deposits*, vol. VI (ed.) R. Osika. *Wyd. Geol.*: 219–220.
- SAMSONOWICZ J. 1923 — Złoże syderytu i hematytu w Rudkach pod Nową Słupią. *Prz. Górn.-Hutn.*, 15: 874–877.
- SERWAN H. 1968 — Sprawozdanie z badań geologicznych prowadzonych za rudami żelaza na obszarze „Dąbrowa” k/Kielc w latach 1961–1966. *CAG Państw. Inst. Geol.*, 4531/809 z.65.
- SZECÓWKA M. 1961 — Mineralizacja cynkowo-olowiowo-uranowa w Górach Świętokrzyskich (streszczenie referatu). *Spraw. z Pos. Kom. PAN Oddz., Kraków*, I-VI: 216.
- WOJCIECHOWSKI A. 1999 — Regionalne powierzchnie nieciągłości jako miejsce koncentracji metali kolorowych i szlachetnych. *CAG Państw. Inst. Geol.*, 181/2000.
- WOJCIECHOWSKI A. 2001 — Osady dawnego górnictwa świętokrzyskiego jako źródła metali kolorowych i szlachetnych. *CAG Państw. Inst. Geol.*
- WOJCIECHOWSKI J. 1958 — Minerale Miedzianki pod Chęcunami (Pierwsze minerały niklu na Miedziance). *Pr. Muz. Ziemi*, 1: 133–152.
- WRÓBLEWSKI T. 1962 — Rys historyczny górnictwa kruszcowego w Górach Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 10: 414–417.