

CHARAKTERYSTYKA WYSTĘPOWANIA ZŁOTA RODZIMEGO W KOPALNI KRUSZYW NATURALNYCH PROSZKOWICE (DOLNY ŚLĄSK)

CHARACTERISTICS OF THE OCCURRENCE OF THE NATIVE GOLD IN GRAVEL DEPOSITS FROM PROSZKOWICE MINE (LOWER SILESIA)

Antoni Muszer - Instytut Geologii, Uniwersytet Wrocławski
Andrzej Witt - „Poltegor Instytut” IGO, Wrocław
Katarzyna Komorowska - WCB-EIT+, Wrocław

Zbadano możliwość odzyskiwania z odpadu powstającego podczas eksploatacji złota rodzimego oraz innych mineralów rudnych z okolic Proszkowice w trakcie wydobywania surowców skalnych występujących w terasach rzeki Bystrzyca. Materiał okruchowy pochodzący z eksploatacji osadów czwartorzędowych poddano koncentracji za pomocą metod magnetycznych i grawitacyjnych. W uzyskanych koncentratkach stwierdzono obecność głównie magnetytu, hematytu i ilmenitu. Pobocznie lub akcesorycznie występują rutil, anataz, monacyt, cyrkon i piryt. Podjęto próbę oszacowania potencjału złożowego złota w rejonie Proszkowice. W badanym rejonie może znajdować się przy zaniżonych szacunkach ok. 0,6 g/Mg złota w odpadach produkcyjnych.

Słowa kluczowe: złoto rodzime, REE, kruszce, cynober, koncentraty Au, złoto w Polsce

The possibility of exploration of the native gold and other ore minerals from the area Proszkowice during rock mining, occurring in the terraces of the river Bystrica have been studied. Clastic rocks derived from exploration of Quaternary sediments were concentrated using the gravity and magnetic methods. In concentrates mainly magnetite, hematite and ilmenite occurred. Secondary or accessory minerals were rutile, anatase, monazite, zircon and pyrite. An attempt to estimate the potential reservoir of gold in the area Proszkowice was made. Understated estimates of the gold in the studied region were approx. 0.6 g / Mg in waste production.

Keywords: native gold, REE, ores, cinnabar, concentrates Au, gold in Poland

Wstęp

Obszar Kopalni Proszkowice (rys. 1). należy do tzw. rejonu 53 rzeki Bystrzyca występowania kruszyw naturalnych [1, 2]. Złoża kruszyw ciągną się wzdłuż doliny Bystrzyca na przestrzeni ponad 30 km, od okolic Świdnicy po Kąty Wrocławskie (rys. 2).

Złoże obecnie eksploatowane w dolinie Bystrzyca należy do holocenijskich złóż osadowych. Składa się z osadów żwirowych i żwirowo-piaszczystych terasy 8,0-11,0 m n.p. rzeki o niskim punkcie piaszkowym [3]. Materiał skalny wchodzący w skład kruszywa, pochodzi głównie z erozji skał sudeckich i jest nieznacznie zanieczyszczony materiałem skandynawskim. Kopalnia Proszkowice posiada zasoby geologiczne w ilości 3858 tys. Mg, natomiast zasoby przemysłowe wynoszą 109 tys. Mg. Obecnie wydobywanie urobku prowadzone jest zarówno w odpadach z lat 70-tych zeszłego stulecia, jak i w terasie czwartorzędowej. Skład petrograficzny materiału obecnego we frakcji żwirowej reprezentowany jest głównie przez skały krystaliczne (gnejsy, granitoidy, skały metamorficzne) i kwarc żyłowy. Ich zawartość sięga miejscami od 60 do 80 % blozków skalnych i otoczków.

Układ wydobywczo-przerobczy kopalni Proszkowice obejmuje typowe, powszechnie stosowane w świecie, ciągi technologiczne o wielkiej wydajności. Eksploatacja kopaliny prowadzona jest pływającą koparką wieloczerpakową typu KDB-100 spod lustra wody. Wydobywanie prowadzone jest z wyrobiska poeksploatacyjnego oraz ze złoża pozostawionego w groblach i resztkowych częściach przy granicy złoża. Pozostawione części złoża, znajdującego się pod lustrem wody, lokalizowane są za pomocą echosondy. Kopalina wydobyta przez pływającą koparkę wielonaczyniową ładowana jest na barki typu BPP i transportowana do punktu przeładunkowego za pomocą pchacza. W porcie urobek zostaje przeładowany koparką Unikop KU 1206 na stożek międzyoperacyjny, a stamtąd przenośnikami taśmowymi dostarczany jest do zakładu przerobczego. Materiał wydobywany metodą podwodną poddawany jest klasyfikacji ziarnowej, z której otrzymuje się handlowe sortymenty żwirów i piasków płukanych oraz drobnoziarnisty odpad, który kierowany jest rurociągiem $\phi 300$ do osadnika mułów (stawu osadowego). Kanał zrzutowy, w celu udroźnienia odpływu, okresowo jest oczyszczany z osadu a odpad składowany jest w przyzmy wzdłuż jego brzegów.

Głównym celem podjętych badań w rejonie Proszkowice w



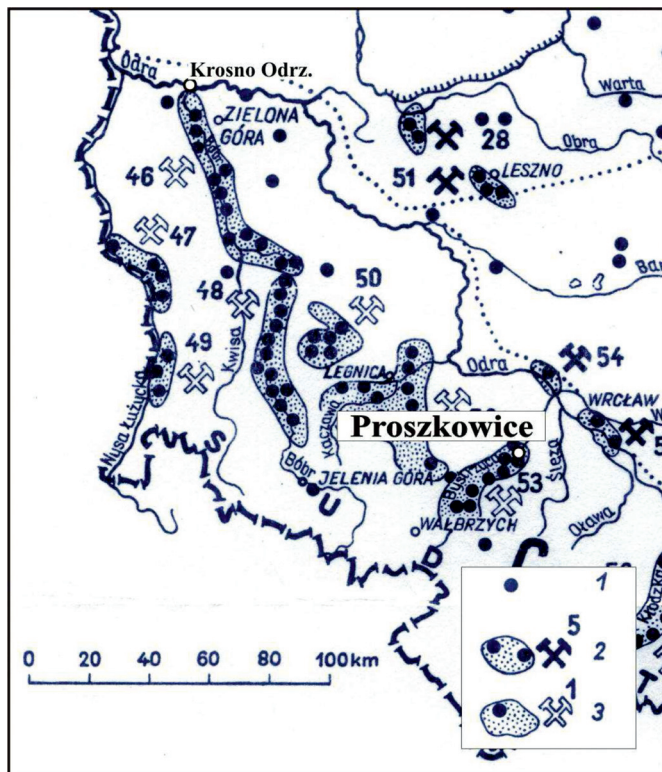
Rys. 1. Miejsce pobrania próbki w rejonie Proszkowie
Fig. 1. Place of sampling in the area of Proszkowie

roku 2015 było zweryfikowanie obecności i scharakteryzowanie występowania złota rodzimego oraz innych minerałów rudnych w odpadach technologicznych z produkcji piasków i żwiru. W pracy skoncentrowano się na najdrobniejszej frakcji odpado-

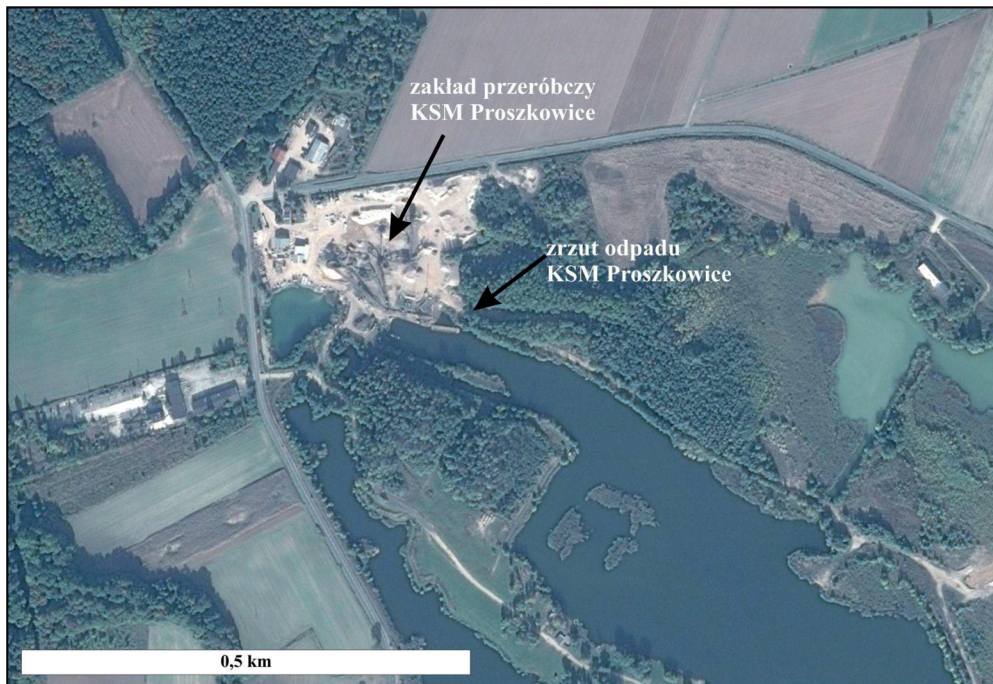
wej, tj. <0,5 mm. Frakcja ta, według badań Łuszczkiewicza [4, 5] oraz Łuszczkiewicza et al. [6, 7] zawiera największą ilość minerałów ciężkich. Na obecnym etapie badań nie jest możliwe określenie udziału tej frakcji w eksploatowanym złożu. Frakcja ta już w trakcie urabiania podwodnego złoża koparką wieloczerpakową zostaje zubożona, poprzez jej ucieczkę przez nacięcia w czerpakach. Materiał żwirowo-piaszczysty przesiany i zubożony w drobną frakcję trafia na przyzmy, natomiast drobnoziański odpad za pomocą systemu trzech odwadniaczy, hydrotransportem trafia do kanału odpadowego kopalni.

Materiał, metodyka i aparatura

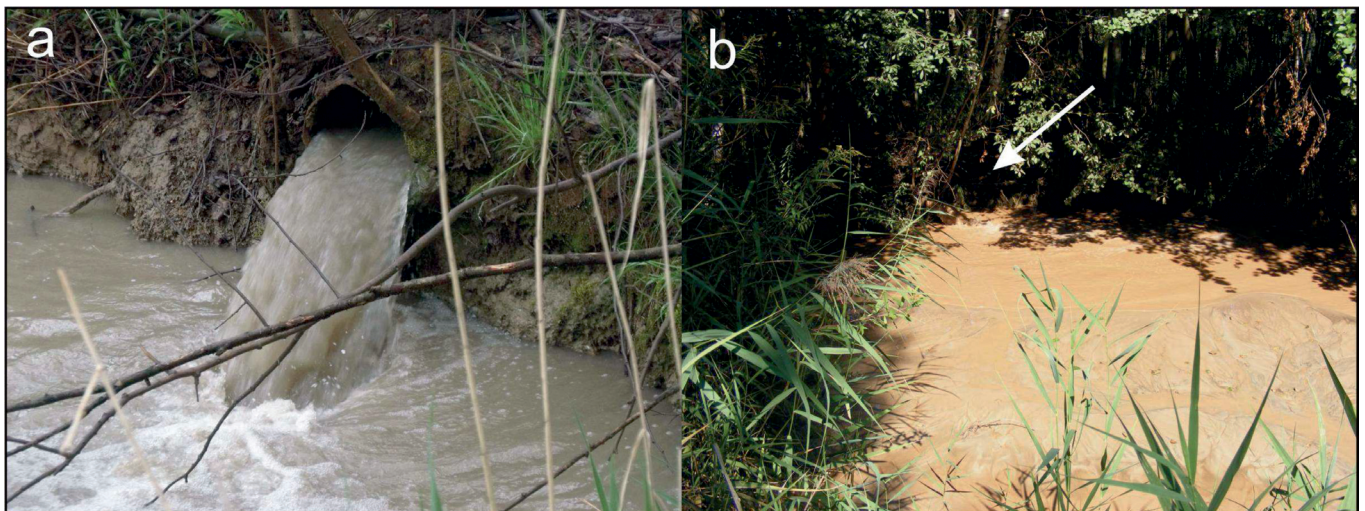
Materiał do badań pobrano w miejscu rury zrzutowej odpadów Kopalni Proszkowie (rys. 3, 4) oraz z hałdy materiału osadowego wydobytego z kanału odprowadzającego materiał odpadowy do zbiornika głównego (rys. 5). Próbkę odpadu z kanału odprowadzającego została pobrana za pomocą mobilnego koncentratora grawitacyjnego (MKG), natomiast materiał z hałdy pobrano w różnych punktach za pomocą saperki i całość wymieszano. Stopień koncentracji wstępnej koncentratora MKG wynosi ok. 1:500. Łączna ilość zebranego materiału skalnego do badań wynosiła 100 kg. Materiał przesiano wstępnie przez sita o średnicy oczek 2 i 0,5 mm. Klasy powyżej 0,5 mm odrzucono, ze względu na małe zawartości minerałów ciężkich [5]. W celu pozbycia się minerałów magnetycznych (magnetyt, martyt, hematyt, ilmenit) próbkę poddano wzbogaceniu w średnim (6000 Gs) i wysokim polu magnetycznym (9000 Gs). Następnie materiał wzbogacono na stole grawitacyjnym typu Wilfley, wielokrotnie zawracając powstały odpad. W celu uzyskania maksymalnego koncentratu minerałów rudnych oraz pozostałych minerałów ciężkich, koncentrat zawracano 3-krotnie, a następnie rozdzielano za pomocą pochyłości stołu. Wszystkie badania wzbogacania minerałów rudnych wykonano w Pracowni Analiz Surowców Mineralnych ING Uniwersytetu Wrocławskiego.



Rys. 2. Fragment mapy występowania kruszyw naturalnych w południowo-zachodniej Polsce wg Siliwończuka [1] 1 - złoża udokumentowane, 2 - rozpoznane okręgi występowania kruszywa, 3 - okręgi występowania kruszywa częściowo rozpoznane
Fig. 2. Location of gravel deposits in SW Poland after Siliwończuk [1] 1 - documented deposits, 2 - recognized districts, 3 - partly recognized districts



Rys. 3. Zakład przeróbczy kopalni piasków i żwirów Proszkowice
Fig. 3. Proszkowice processing plant mine of sand and gravel



Rys. 4. Zrzut odpadu z kopalni Proszkowice, a) rura zrzutowa, b) osadnik po zrzucie odpadu
Fig. 4. Dump waste from the mine Proszkowice, a) pipe drop, b) settler waste

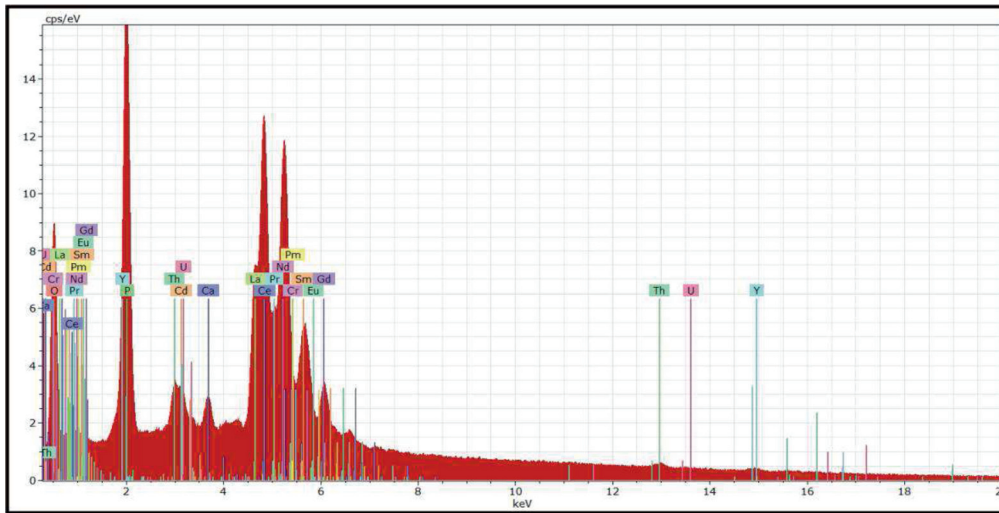


Rys. 5. Hałda osadu wydobytego z kanału odprowadzającego odpady z kopalni Proszkowice
Fig. 5. Heap of sediment dredged from the discharge channel waste from the mine Proszkowice

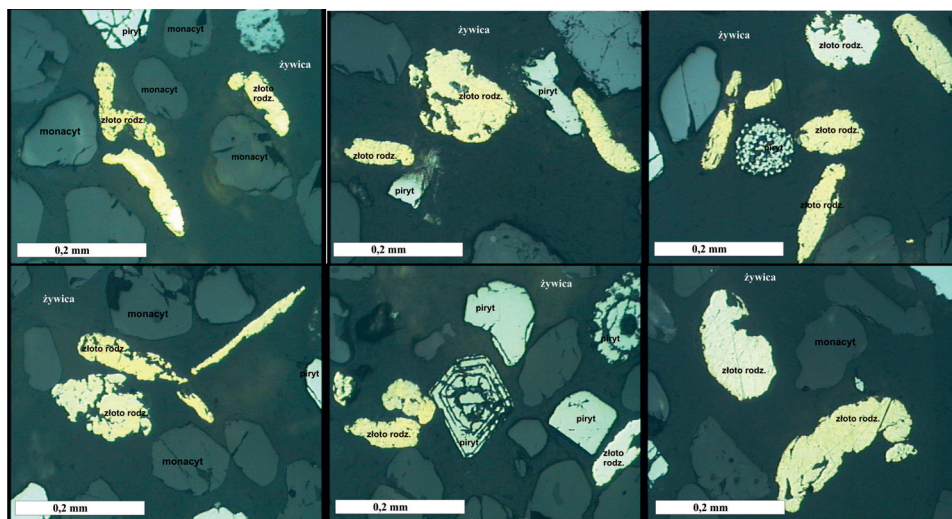
Z próbek wydzielonych koncentratów wykonano preparaty polerowane do badań mikroskopowych. Polerowanie przeprowadzono na standardowych podkładach DP-Dur, DP-Mol i DP-Nap firmy „Struers”, przy zastosowaniu odpowiednich past diamentowych o określonej granulacji dla podkładów polerowych. Próbkę koncentratów poddano kompleksowym badaniom makroskopowym i mikroskopowym, tj. pod mikroskopem stereoskopowym (SMZ-2B firmy Nikon) oraz mikroskopem do światła odbitego i przechodzącego (Optiphot 2-Pol firmy Nikon). Badania składu pierwiastkowego minerałów kruszcowych oraz skałotwórczych wykonano za pomocą systemu Qemscan w WCB-EITplus we Wrocławiu.

Wyniki badań mineralogicznych

Przeprowadzone badania wzbogacenia odpadu z kopalni żwirów i piasków Proszkowice wykazały szacunkową zawartość minerałów ciężkich obecnych w klasie ziarnowej <0,5



Rys. 6. Widmo charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego monacytu z Proszkowice
Fig. 6. Spectrum of typical X-ray radiation of monazite from Proszkowice



Rys. 7. Formy złota rodzimego z koncentratu z Proszkowice
Fig. 7. Forms of native gold from the concentrate from Proszkowice

Tab. 2. Zawartość frakcji minerałów ciężkich w klasie ziarnowej <0,5 mm wydzielanej z próbek odpadów w latach 1984-1992 (w % obj. [5])
Tab. 2. Fraction of heavy minerals in the grain class <0.5 mm secreted from samples of waste in 1984-1992 (in vol%, [5])

Rok	1984	1986	1987	1988	1989	1990	1992	średnia
Proszkowice	6,62	5,10	5,61	3,52 lub 2,96	5,25	3,70	brak danych	4,70

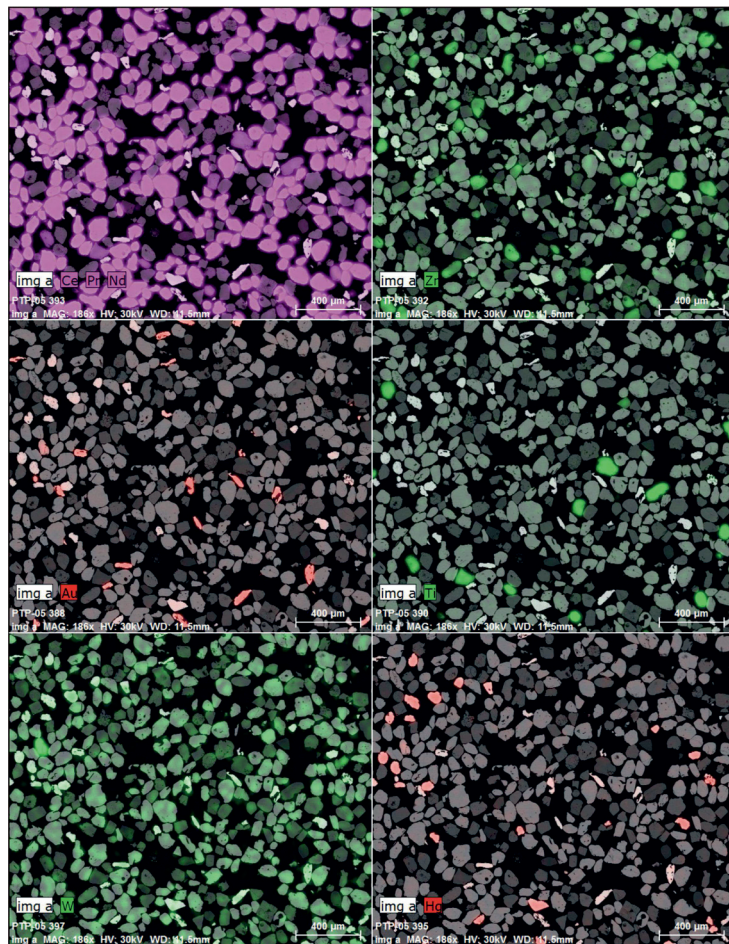
mm wynoszącą 4,2 % obj. Ponieważ materiał pochodził z obecnego kanału odprowadzającego odpady drobnoziarniste oraz z hałdy obok kanału, można przyjąć, że reprezentują one odpady z 2015 roku. Analizując odpady z końca XX wieku [4, 5] (tab. 1) można zauważyć dość dużą jednorodność materiału eksploatowanego w poprzednim stuleciu oraz obecnie. Pod względem zawartości minerałów ciężkich jedynie złoża piasków i żwirów Wójcice i Rakowice mogą być porównywalne ze złożem Proszkowice. Według Łuszczkiewicza [5] zawartość frakcji minerałów ciężkich w klasie ziarnowej <0,5 mm w Wójcicach wynosi 4,3 % obj. a w Rakowicach 4 % obj. We wszystkich pozostałych złożach okruchowych na obszarze Dolnego Śląska zawartość frakcji ciężkiej waha się od 0,2 % (Nowogrodziec) do 3,4 % (Mietków, [5]).

Głównymi składnikami koncentratów magnetycznych są granaty (36,88 % obj.), ilmenity (31,32 % obj.), magnetyty (6,79 % obj.) oraz hematyty (25,01 % obj.). W koncentracie minerałów ciężkich, powstałym na stole koncentracyjnym stwierdzono

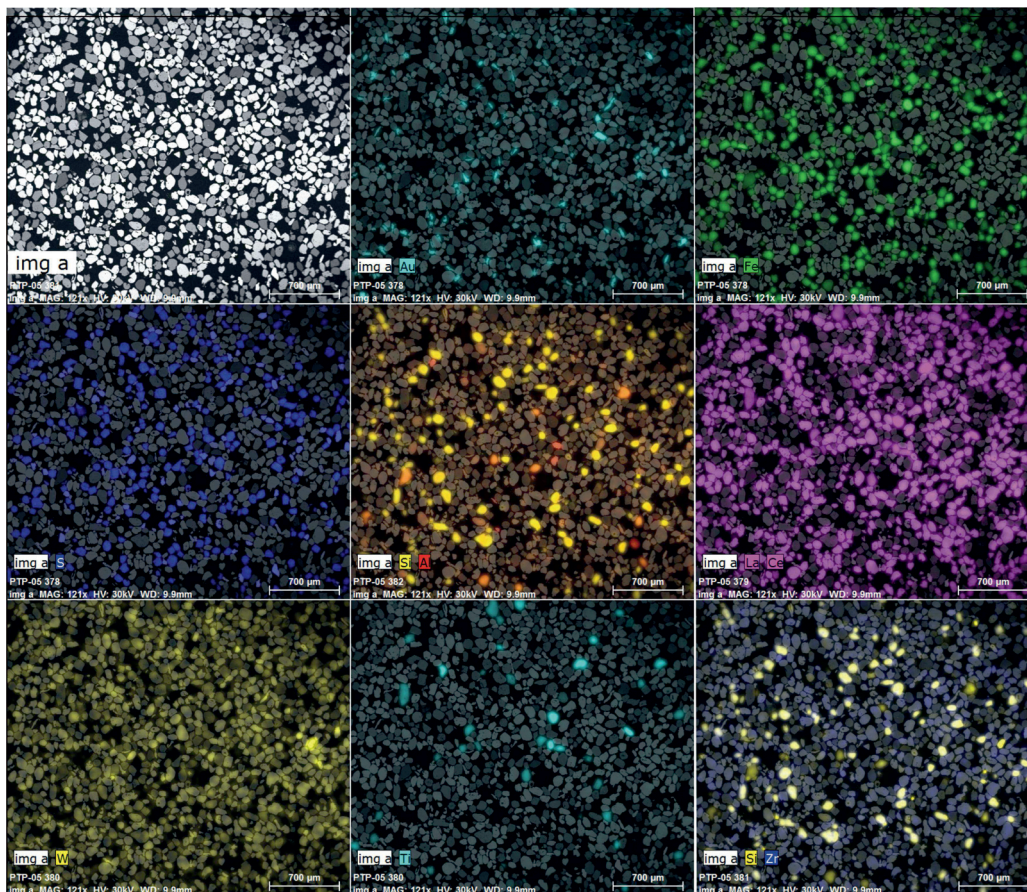
występowanie monacytu (45,26 % obj.) cyrkonu (6,60 % obj.), złota rodzimego (6,22 % obj.), cynobru (5,54 % obj.), rutylu i anatazu (2,77 % obj.), granatów (2,78 % obj.), chromitu (0,21 % obj.), pirytu (5,21 % obj.) i wolframitu (0,23 % obj.). Wszystkie ziarna są uwolnione i nie występują w zrostach z innymi minerałami, oprócz magnetytu-hematytu.

Głównymi minerałami w opisywanych koncentraty są monacyty (rys. 6, 7). Ich wielkość waha się od kilkudziesięciu do 150 μm średnicy. Monacyty są słabo do średnioobtoczonych (rys. 7, 8, 9). Zawierają domieszki Ca do 1,12 % wag., Cd do 1,82 % wag., Cr do 0,32 % wag. oraz Th do 2,61 % wag. Głównym pierwiastkiem z grupy REE jest Ce, którego zawartość dochodzi do 25,38 % wag. Zawartość lantanu sięga 11,97 % wag. a Nd do 10,63 % wag. Ponadto w monacytach występuje prazeodym w ilości do 2,89 % wag., Sm do 1,62 % wag., Eu do 0,52 % wag. Gd do 1,17 % wag. oraz Y do 1,11 % wag.

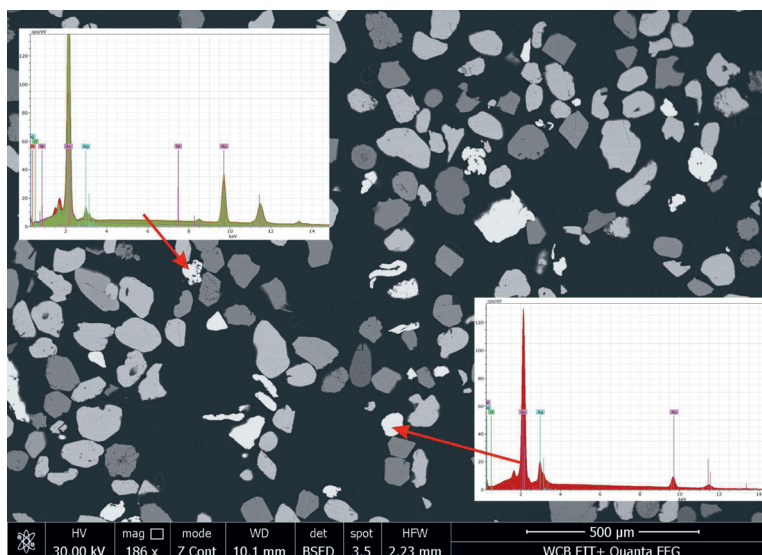
Obok monacytu głównie występują cyrkonie (rys. 8, 9). Większość z nich ma budowę zonalną. Charakteryzują się dobrym obto-



Rys. 8. Rozkład wybranych pierwiastków Ce, Pr, Nd, Zr, Au, Ti, W, Hg w koncentracie
 Fig. 8. Resolution of chosen elements Ce, Pr, Nd, Zr, Au, Ti, W, Hg in concentrate



Rys. 9. Rozkład wybranych pierwiastków Au, Fe, S, Si, Al, La, Ce, W, Ti, Si, Zr w koncentracie
 Fig. 9. Resolution of chosen elements Au, Fe, Si, Al, La, Ce, W, Ti, Si, Zr in concentrate



Rys. 10. Analizy punktowe złocinek z Proszkowice. Zdjęcie fazowe, mikroskop SEM
 Fig. 10. Spot gold grain analysis from Proszkowice. Image phase, microscope SEM

Tab. 2. Skład chemiczny frakcji minerałów ciężkich w Proszkowicach [4, 5]
 Tab. 2. The chemical composition of the heavy mineral fraction from Proszkowice [4, 5]

Składnik	Minerały ciężkie Proszkowice		Składniki w %		Składniki w Mg	Składniki w kg
	%		%			
SiO ₂	%	25,63	%	25,63	153,78	153780
Al ₂ O ₃	%	9,9	%	9,9	59,4	59400
Fe ₂ O ₃	%	32,96	%	32,96	197,76	197760
MnO	%	1,585	%	1,585	9,51	9510
MgO	%	2	%	2	12	12000
CaO	%	2,42	%	2,42	14,52	14520
Na ₂ O	%	0,13	%	0,13	0,78	780
K ₂ O	%	0,17	%	0,17	1,02	1020
TiO ₂	%	16,03	%	16,03	96,18	96180
ZrO ₂	%	5,761	%	5,761	34,566	34566
P ₂ O ₅	%	1,3	%	1,3	7,8	7800
REE	%	1,415	%	1,415	8,49	8490
Str. praż.	%	0,07	%	0,07	0,42	420
Au	ppb	613	%	0,0000613	0,0003678	0,3678
Ir	ppb	-5	%	-0,0000005	-0,000003	-0,003
As	ppm	15,8	%	0,00158	0,00948	9,48
Cr	ppm	1270	%	0,127	0,762	762
Sb	ppm	8,4	%	0,00084	0,00504	5,04
Sc	ppm	66,7	%	0,00667	0,04002	40,02
Se	ppm	14	%	0,0014	0,0084	8,4
Ba	ppm	162	%	0,0162	0,0972	97,2
Sr	ppm	67	%	0,0067	0,0402	40,2
Y	ppm	1931	%	0,1931	1,1586	1158,6
Sc	ppm	101	%	0,0101	0,0606	60,6
Be	ppm	2	%	0,0002	0,0012	1,2
V	ppm	473	%	0,0473	0,2838	283,8
Co	ppm	22	%	0,0022	0,0132	13,2
Ni	ppm	21	%	0,0021	0,0126	12,6
Cu	ppm	18	%	0,0018	0,0108	10,8
Zn	ppm	343	%	0,0343	0,2058	205,8

Składnik	Minerały ciężkie Proszkowice		Składniki w %		Składniki w Mg	Składniki w kg
Ga	ppm	22	%	0,0022	0,0132	13,2
Ge	ppm	7	%	0,0007	0,0042	4,2
Rb	ppm	7	%	0,0007	0,0042	4,2
Nb	ppm	263	%	0,0263	0,1578	157,8
Mo	ppm	9	%	0,0009	0,0054	5,4
Ag	ppm	-0,5	%	-0,00005	-0,0003	-0,3
In	ppm	1,2	%	0,00012	0,00072	0,72
Sn	ppm	255	%	0,0255	0,153	153
Sb	ppm	8,4	%	0,00084	0,00504	5,04
Cs	ppm	0,5	%	0,00005	0,0003	0,3
Hf	ppm	826	%	0,0826	0,4956	495,6
Ta	ppm	27,6	%	0,00276	0,01656	16,56
W	ppm	39,5	%	0,00395	0,0237	23,7
Tl	ppm	0,2	%	0,00002	0,00012	0,12
Pb	ppm	40	%	0,004	0,024	24
Bi	ppm	6,8	%	0,00068	0,00408	4,08
Th	ppm	843	%	0,0843	0,5058	505,8
U	ppm	223	%	0,0223	0,1338	133,8
ΣLn	ppm	12177	%	1,2177	7,3062	7306,2

czaniem, a ich wielkość jest zbliżona do monacytów. Poszczególne ziarna osiągają od 20 do 160 μm średnicy i zawierają domieszkę Hf do 0,78 % wag. oraz F do 0,59 % wag.

Złoto rodzime występujące w badanej próbce jest bardzo drobne. Złoto tworzy ziarna od kilkunastu do kilkuset μm średnicy. Są to druciki, haczyki, płatki, a także łuseczki i izometryczne ziarna. Niektóre ziarna haczykowate lub drucikowe są pozaginane. Wskazuje to na oddziaływanie mechaniczne urządzeń do płukania surowca żwirowo-piaszczystego na poszczególne ziarna złota. Poszczególne złocinki różnią się nie tylko barwą (od intensywnie żółtej do jasnożółtej - rys. 7), ale również zawartością srebra. W złocinkach, gdzie jest dużo srebra (od 18,75 do 21,95 % wag.) nie występuje Ni. W złocinkach, gdzie zawartość srebra waha się do 7,88 do 11,30 % wag. występuje Ni w ilości do 0,26 % wag. (rys. 10).

Cynober HgS obecny w koncentracji charakteryzuje się wyraźnymi cynobrowymi refleksami wewnętrznymi. Tworzy ziarna hipautomorficzne do ksenomorficznych, nie przekraczające 150 μm średnicy. Cynober przy krawędziach ziarn wykazuje pokruszenia i szczeliny związane z procesem płukania surowca. Analiza w mikroobszarze wykazała obecność domieszki Fe w ilości 0,67 % wag. oraz Ge w ilości do 6,34 % wag. Pozostałe minerały ciężkie, tj. granaty, rutil, anataz, wolframit i chromit występują w mniejszej ilości. Ich wielkość jest zbliżona do wcześniej omówionych minerałów. Minerały te tworzą ziarna hipauto- do automorficznych od 10 do 180 μm średnicy. Na uwagę zasługuje chromit, który występuje sporadycznie, jednakże jego skład pierwiastkowy jest zbliżony do chromitów z okolic G. Ślęza. Badane chromity wykazują dobre obtoczenie ziarn oraz znaczne domieszki Mg w ilości do 4,14 % wag., Al do 5,75 % wag. oraz Ti do 0,19 % wag. i V do 0,27 % wag.

Podsumowanie i wnioski

Wydobycie kopaliny żwirowo-piaszczystej w kopalni „Proszkowice” wynosi ok. 150 tys. Mg/rok. Odpad stanowi ok 10 % nadawy, co oznacza, że zakład przerobczy produkuje 15 tys. Mg odpadu ilasto-mułowcowego. Średnia zawartość minerałów ciężkich według niniejszych badań wynosi 4,2 % w klasie ziarnowej odpadu od 0 do 0,5 mm. Według badań Łuszczkiewicza [4, 5] i Łuszczkiewicza et al. [6, 7] w klasie ziarnowej powyżej 0,5 mm występują jedynie śladowe ilości minerałów ciężkich. Można więc przyjąć, że ilość frakcji 0,5 – 2,0 mm, nie mającej zastosowania przy odzyskiwaniu minerałów ciężkich wynosi ok. 14 % zawartości w odpadzie [5]. Przy takich założeniach ilość odpadu użytecznego frakcji 0 – 0,5 mm należy przyjąć na 12,9 tys. Mg/rok, co przy założeniu, że w odpadzie o takiej granulacji zawartość minerałów ciężkich wynosi 4,2 %, daje wartość 0,542 tys. Mg/rok minerałów ciężkich. Uwzględniając procedurę koncentracji odpadów ze względu na monacyt oraz złoto rodzime, zgodnie z analizami opublikowanymi przez Łuszczkiewicza [4, 5] (tab. 2) można przypuszczać, że na każde 100 kg frakcji ciężkiej w Proszkowicach znajduje się 1,4 kg REE, a na 1 Mg co najmniej 0,6 g Au. Prezentowana zawartość złota wyraźnie różni się od opróbowania odpadów poeksploatacyjnych z kopalń kruszyw naturalnych z lat 90-tych ubiegłego wieku [8, 9, 10]. Szacunkowe zawartości złota sprzed 20 lat w wielu żwirowniach nie pokrywają się z obecnymi badaniami [11]. Biorąc pod uwagę ilość frakcji ciężkiej w odpadach poeksploatacyjnych, można domniemywać, że do osadnika rocznie wpada ok. 13 kg złota.

Wykonane badania w kopalni Proszkowice potwierdzają występowanie odpadów przerobczych znacznych ilości minerałów zawierających lantanowce (tj. monacytu) oraz złota rodzimego. Podczas badań uzyskano jednoznaczne potwierdzenie występowania złota rodzimego we frakcji odpadowej

powstałej z płukania mieszanki żwirowo-piaszczystej. Zawartość rzeczywista złota rodzimego w złożu Proszkowice najprawdopodobniej jest większa od wskazanej w odpadzie. Z uwagi na system eksploatacji kopaliny oraz na bardzo drobne uziarnienie złota rodzimego, można przypuszczać, że część masy złota jest wymywana z czerpaków poprzez szczeliny i dostaje się na dno zbiornika wodnego.

Badania finansowano w ramach grantu 1017/S/ING/14-5 i działalności statutowej „Poltegor-Instytut” IGO.

Literatura

- [1] Siliwończuk Z., 1974, Atlas litologiczno-surowcowy Polski. I: Surowce okruczowe, 3. Kruszywa naturalne. Warszawa
- [2] Siliwończuk Z. 1979, Kruszywo naturalne. W: Metodyka badań surowców skalnych Pr. zbior. pod red. S. Kozłowskiego. Warszawa
- [3] Berezowska B, Berezowski Z. 1985 , Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów. 1:25000 arkusz Mietków
- [4] Łuszczkiewicz A., 1990, Minerale ciężkie w żwirach i piaskach eksploatowanych na Dolnym Śląsku, Fizykochemiczne Problemy Mineralurgii, 23, str. 27 – 39 1990
- [5] Łuszczkiewicz A., 2002, Poznawcze i technologiczne aspekty występowania minerałów ciężkich w surowcach okruczowych, , Prace naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, monografia
- [6] Łuszczkiewicz A., Mazanek Cz., 1990, Pozyskiwanie koncentratów minerałów ciężkich z aluwiiw przedsudeckich na przykładzie złoża „Proszkowice”, , Fizykochemiczne Problemy Mineralurgii, 23. str. 41-58
- [7] Łuszczkiewicz A., Nawrocki J., 1990, Surowce okruczowe, charakterystyka, technologie pozyskiwania minerałów ciężkich. Fizykochemiczne Problemy Mineralurgii, 23. str. 7-17
- [8] Jęczmyk M., Wojciechowski A., 1993, Zasoby złota i minerałów ciężkich w odpadach poeksploatacyjnych kopalń kruszywa naturalnego w Polsce. Przegląd Geologiczny, nr 10
- [9] Wojciechowski A., 1994, Rozpoznanie i dokumentowanie zasobów złota w osadnikach szlamów arsenowych i odpadów poeksploatacyjnych kopalń kruszywa naturalnego, Górnictwo Odkrywkowe, vol. XXXVI, Nr 6, 99–111
- [10] Mikulski S., Oszczepalski S., Wojciechowski A., 2011, Weryfikacja stanu wiedzy o złożach złota wraz z aktualną oceną perspektyw złożowych, Państwowy Instytut Geologiczny
- [11] Muszer A., 2011, Analiza technologicznych możliwości odzysku złota i innych metali w trakcie eksploatacji surowców skalnych spod lustra wody w rejonie lwóweckim, , Górnictwo Odkrywkowe, 6/2011 str. 141-146



fot. A. Borowicz

Górno, Wyrobisko A w Kopalni Józefka