

## ZIÓŻE ZIÓTA SAULYAK (MASYW MARMAROSKI, UKRAINA)

### THE SAULYAK GOLD DEPOSIT (MARMAROSH MASSIF, UKRAINE)

JAKUB CZOBER<sup>1</sup>, JADWIGA PIECZONKA<sup>1</sup>, ADAM PIESTRZYŃSKI<sup>1</sup>

**Abstrakt.** Złoże złota Saulyak zlokalizowane jest we wschodnich Karpatach ukraińskich, w Rachowskim Rejonie Rudnym. Złoże znajduje się w spągu jednostki diłoweckiej, która jest nasunięta na jednostkę białopotocką. Obie te jednostki wchodzi w skład płaszczowinowej struktury Masywu Marmaroskiego. Mineralizacja rudna występuje w silnie zmylonityzowanych łupkach krystalicznych, zmetamorfizowanych w facji zielenicowej. Obserwacje mikroskopowe potwierdziły obecność w żyłach kwarcowych znaczących ilości złota rodzimego oraz polimetalicznego okruszczenia pirotynem, pirytem, chalkopirytem, galeną i sfalerytem. Badania chemiczne w mikroobszarze pozwoliły na identyfikację współwystępującego ze złotem minerału srebra – hessytu. Na podstawie badań własnych i analizy dostępnych materiałów scharakteryzowano wykształcenie strefy złożowej oraz otaczającego ją rejonu. Pozwoliło to na stwierdzenie, że złoże Saulyak należy do typu mezotermalnych żył kwarcowych ze złotem.

**Słowa kluczowe:** złoto, mezotermalne żyły kwarcowe, Saulyak, Masyw Marmaroski, Karpaty ukraińskie.

**Abstract.** The Saulyak gold deposit is located in the eastern part of the Ukrainian Carpathians, in the Rakhiv ore region. The deposit occurs at the base of the Dilove Unit overlying the Bilipotik Unit. Both of them are part of the Marmarosh Massif nappe structure. The ore-bearing veins are hosted by a low-grade metamorphic schists with strong mylonitic textures. Ore microscopic investigations show a significant presence of native gold in association with pyrrhotite, pyrite, chalcopyrite, galena and sphalerite. Hessite has been found in paragenetic position with gold; it was also identified using EDS analyses. This work provides a geological framework of ore zone and surrounding area. The Saulyak gold deposit can be classified as the mesothermal gold lode.

**Key words:** gold, mesothermal quartz veins, Saulyak, Marmarosh Massif, Ukrainian Carpathians.

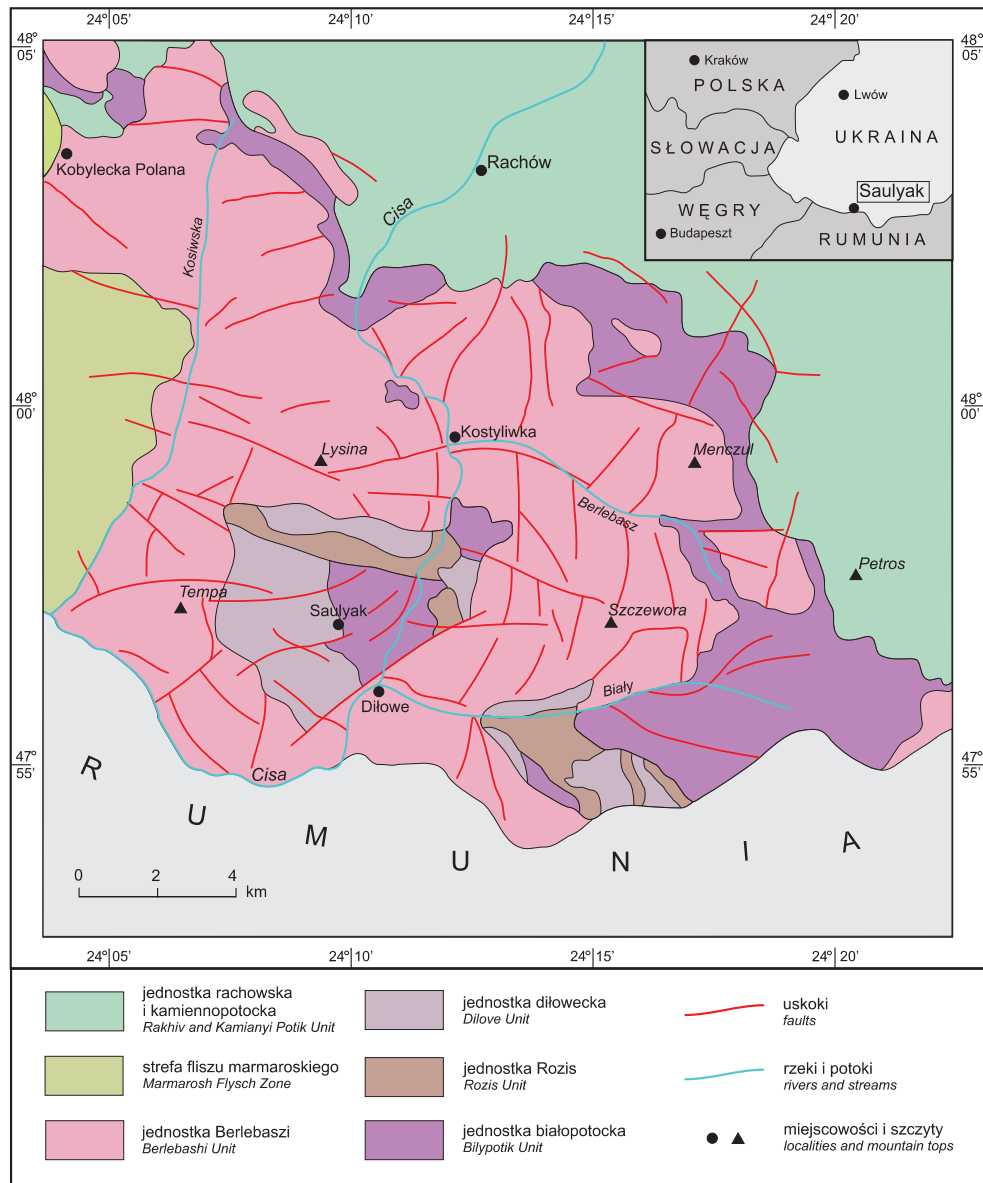
## WSTĘP

Karpackie pogranicze Ukrainy i Rumunii jest obszarem występowania licznych złóż hydrotermalnych, związanych z neogeńską aktywnością wulkaniczną. Są to głównie złoża zlokalizowane w rejonie Bieriegowa oraz w masywie Toro-jagi. Zawierają one niskotemperaturowe, polimetaliczne okruszczenie. Złoże złota Saulyak, pomimo przypuszczalnie podobnego czasu powstania, różni się od nich skomplikowaną budową geologiczną oraz odmiennym charakterem mineralizacji rudnej. Znajduje się ono 12 km na południe od

miasta Rachów, na zachodnim brzegu Cisy, w pobliżu miejscowości Diłowe (fig. 1). Zostało odkryte w 1974 roku, a obecnie trwają intensywne prace mające na celu udostępnienie złoża do eksploatacji. Dotychczas udokumentowane zasoby wynoszą około 20 ton złota, przy średniej zawartości 8 g/t Au (Eurogold Limited, 2005).

Złożona budowa prezentowanego obiektu wynika z faktu, że znajduje się on w elemencie tektonicznym (w tzw. Masywie Marmaroskim), uznawanym za blok skorupy konty-

<sup>1</sup> Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków.



**Fig. 1. Szkic geologiczny północno-zachodniej części Masywu Marmaroskiego (według O. Neczepurienko, 1995; vide S. Tsikhon, 2003; zmienione)**

Geological sketch map of the north-western part of the Marmarosh Massif (according to O. Neczepurienko, 1995; vide S. Tsikhon, 2003; modified)

entalnej wciągnięty w płaszczowinową strukturę Karpat fliszowych. Masyw Marmaroski tworzą zmetamorfizowane serie skał proterozoiczno-paleozoicznych, z młodszą pokrywą osadową (Żytko, 1999). Badania terenowe i laborato-

ryjne, w połączeniu z analizą dostępnych materiałów, pozwoliły na określenie, do jakiego typu genetycznego złóż złota można zaklasyfikować złóżę Saulyak.

## METODYKA

Materiał badawczy został zebrany na przełomie czerwca i lipca 2006 r. Próbkę skalną pobrano ze strefy złóżowej udostępnionej sztolniami oraz z jej powierzchniowego odsłonięcia. Obserwacje mikroskopowe przeprowadzono w Katedrze Geologii Złóżowej i Górniczej AGH, na mikroskopie

Nikon Optiphot. Badania w mikroobszarze, na mikroskopie elektronowym FEI Quanta 200 FEG wykonał mgr Adam Gaweł w Katedrze Mineralogii, Petrografii i Geochemii AGH.

## BUDOWA GEOLOGICZNA ZIOŻA

Masyw Marmaroski zaliczany jest do Centralnych Karpat Wschodnich. Jego północno-zachodni, ukraiński fragment tworzą cztery płaszczowiny krystaliczne. Od najwyższej do najniższej są to kolejno jednostki: Berlebaszi, diłowecka, Rozis i białopotocka (fig. 1). Różnią się one głównie litologią, rozprzestrzeniem oraz wiekiem skał. Jednostki uformowały się w efekcie ruchów austrijskich w apcie–albie (Żyto, 1999). Masyw jest nasunięty w kierunku północno-wschodnim na jednostki kamiennopotocką i rachowską, zawierające jurajskie wulkanity oraz utwory fliaszowe dolnej kredy (Gnylko, 1999). Od zachodu i południa nasuwają się na niego wschodniokarpackie, górnokredowo-paleogeńskie odpowiedniki strefy magurskiej, nazywane fliaszem marmaroskim (jednostki Monastyrec i Weżan), które zostały sfałdowane w miocenie. Na podstawie rekonstrukcji paleogeograficznych można korelować Masyw Marmaroski ze strefą pogrzebanego Grzbietu Śląskiego w Karpatkach Zachodnich (Oszczypko, 2004).

Złoże Saulyak znajduje się w spągowej części jednostki diłoweckiej, w strefie jej nasunięcia na jednostkę białopotocką (fig. 2). Płaszczowinę diłowecką budują zmetamorfizowane w facji zieleńcowej łupki krystaliczne górnego ordowiku. Przykrywają one utwory płaszczowiny białopotockiej, przeobrażone w facji amfibolitowej i reprezentowane przez łupki krystaliczne, amfibolity, gnejsy oraz marmury. Strefa złożowa zapada pod kątem 25° na południowy zachód, jest silnie zmylonizowana, ma miąższość od 50 do 80 m, a mineralizacja kruszcowa została stwierdzona na odcinku 1 km (Eurogold Limited, 2005). Złoże posiada dwa główne horyzonty rudne, mające formę pseudopokładów o zmiennej miąższości, od kilku do kilkunastu metrów. Ciała złożowe zawierają żyły kwarcowe, których miąższości wa-

hają się od kilku do kilkunastu centymetrów. Oprócz żył występują także soczewki kwarcowe, ich grubość wynosi często tylko kilka centymetrów, jednak pojawiają się również kilkudziesięciocentymetrowe soczewy masywnego kwarcu (fig. 3). Żyły biegną z NE na SW, zgodnie z zaleganiem otaczających łupków kwarcowo-chlorytowo-serycytowych i łupków węglanowych. Często są one silnie zuskokowane, a niektóre z nich uległy zdeformowaniu w trakcie procesu budinażu (fig. 4). W strefach zmineralizowanych zaobserwowano ponadto zmiany okołorudne, polegające na sylyfikacji, karbonatyzacji, chlorytyzacji, serycytyzacji, grafityzacji oraz otalkowaniu. Na wychodniach złoże szczególnie silnie zaznacza się pirytyzacja (Czober, 2007).



Fig. 3. Soczewa plamistego kwarcu przechodzącego w masywne, czarne kwarcyty

Lense of spotty quartz converting to massive, black quartzites

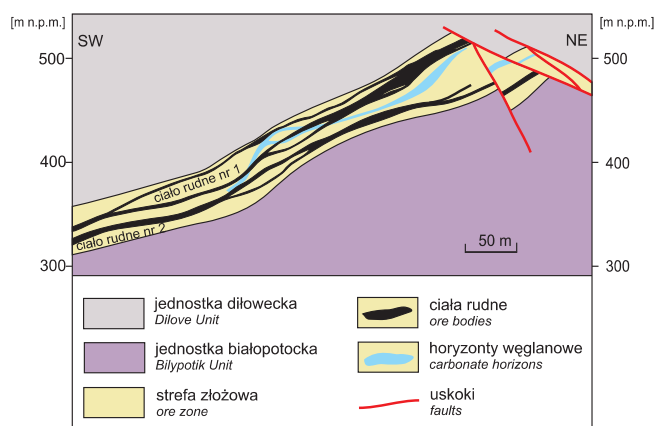


Fig. 2. Przekrój geologiczny przez centralną część strefy rudnej złoże Saulyak (na podstawie materiałów Zakarpackiej Ekspedycji Geologicznej, oddział w Diłowe)

Geological cross-section through the central part of ore zone in the Saulyak gold deposit (based on materials of Geological Expedition in Dilove)

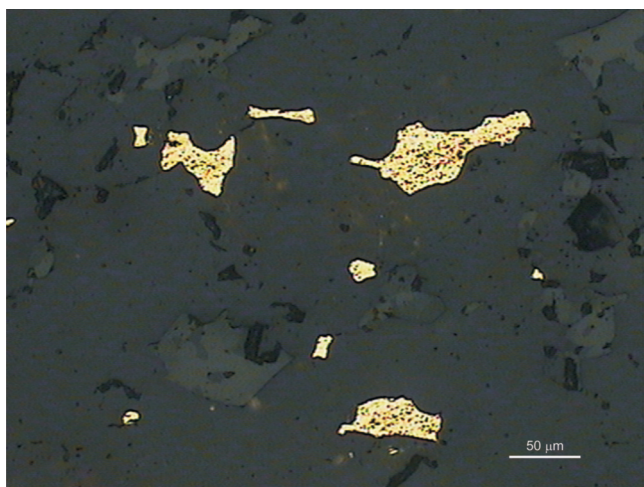


Fig. 4. Żyła kwarcowa silnie zdeformowana w procesie budinażu, otoczona przez łupki grafitowe (czarne) i chlorytowo-serycytowe (zielone)

Strongly boudinaged quartz vein, bounded by graphite schists (black) and chlorite-sericite schists (green)

## MINERALIZACJA RUDNA

Głównymi minerałami rudnymi występującymi w żyłach kwarcowych są: pirotyn, piryt, chalkopiryt, sfaleryt i galena. Ich sumaryczna zawartość nie przekracza 5%. W śladowych ilościach pojawia się pentlandyt, arsenopiryt oraz molibdenit. W próbkach stwierdzono znaczące ilości złota rodzimego, które tworzy owalne i listewkowate skupienia, średnio o wielkości 20–30  $\mu\text{m}$ , dochodzące maksymalnie do 100  $\mu\text{m}$  (fig. 5). Strefy występowania złota w żyłach kwarcowych układają się równolegle i blisko smug zbudowanych z drobnych skupień tlenków tytanu, mik, chlorytu i grafitu; są również wyraźnie wzbogacone w materię organiczną. Smugi te koncentrują się w częściach brzegowych żył, na kontakcie z otaczającymi łupkami. Największe ilości złota (powyżej 60 g/t) znajdują się w soczewkach plamistego kwarcu, przechodzącego w masywne, czarne kwarcyty (fig. 3). Obecność

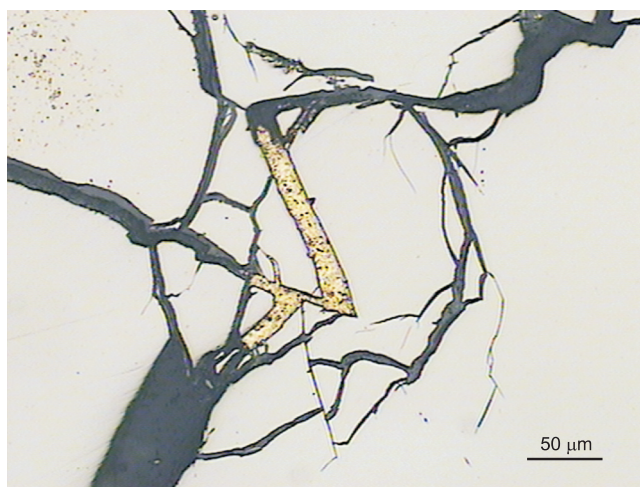


**Fig. 5. Kryształy złota rodzimego**

Crystals of a native gold

złota stwierdzono także na wychodni strefy złożowej, gdzie w silnie skrzemionkowanych węglanach obecne są kilkucentymetrowe gniazda pirytu. Złoto tworzy drobne żyłki, wypełniające spękania kataklastyczne w pirycie (fig. 6).

Badania za pomocą mikroskopu elektronowego potwierdziły wysoką czystość kryształów złota rodzimego (od 81 do 86% Au), umożliwiły także identyfikację współwystępującego z nim tellurku srebra – hessytu, zawierającego średnio 65% Ag i 35% Te. Obserwacje mikroskopowe pozwoliły na wyróżnienie dominującej asocjacji złotonośnej, składającej się ze sfalerytu, galeny, hessytu i złota rodzimego. Powstała ona z roztworów o temperaturze od 220 do 335°C (Popivnyak i in., 2006), co odpowiada warunkom tworzenia się średnotemperaturowych, hydrotermalnych złóż złota.



**Fig. 6. Żyłka złota rodzimego wypełniająca spękania w kryształach pirytu**

Veinlet of a native gold filling micro – fissure in pyrite crystal

## PODSUMOWANIE

Przesłanki geologiczne i mineralogiczne pozwalają opisać złożo Sauliak, jako odpowiadające modelowi mezotermalnego, niskosiarczkowego, żyłowego złoża złota, które znajduje się w pasie łupków zielenicowych, w strefie ścicia tektonicznego. Na obecnym etapie badań można łączyć jego genezę z neogęską aktywnością wulkaniczną. Na tektog-

enezę złoża miała znaczny wpływ ewolucja Masywu Mar-maroskiego, ponieważ rejonami szczególnie podatnymi na penetrację przez krążące roztwory hydrotermalne były zmylonityzowane strefy nasunięć, zwłaszcza gdy zostały reaktywne w miocenieńskiej fazie orogenicznej.

**LITERATURA**

- CZOBER J., 2007 – Charakterystyka geologiczna złoza złota Saulyak (Karpaty Marmaroskie, Ukraina). Arch. Wydz. Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, AGH w Krakowie.
- EUROGOLD LIMITED, 2005 – Independent technical valuation of the mineral assets of Eurogold Limited made by RSG Global: 23–45.
- GNYLKO O., 1999 – Cretaceous evolution of the Fore-Marmarosh flysch basins (Ukrainian Carpathians). *Geol. Carpath. Sp. Issue.*, **50**: 26–27.
- OSZCZYPKO N., 2004 – The structural position and tectonosedimentary evolution of the Polish Outer Carpathians. *Prz. Geol.*, **52**, 8/2: 780–791.
- POPIVNYAK I., TSIKHON S., OLIYNYK T., NIKOLENKO A., NIKOLENKO P., MARUSYAK V., 2006 – Physicochemical conditions and stages of mineral formation in the Saulyak gold deposit (Rakhiv ore district, Transcarpathian region). *Acta Mineral. Petrogr., Abstract Series* **5**: 96.
- TSIKHON S. I., 2003 – Mineralogical zonation gold mineralization of the Rakhiv ore region. *Visnyk Lviv Univ.*, **17**: 58–74.
- ŽYTKO K., 1999 – Korelacja głównych strukturalnych jednostek Karpat Zachodnich i Wschodnich. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **168**: 135–164.