

## Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali w Polsce w skali 1 : 200 000 – rudy złota typu żyłowego i metasomatycznego towarzyszące mineralizacji siarczkowej na Dolnym i Górnym Śląsku oraz w Małopolsce (południowa Polska)

Stanisław Z. Mikulski<sup>1</sup>



**The prospective maps of metal ores in Poland at scale 1 : 200 000 – gold vein and metasomatic ores associated with sulfide mineralization in the Lower Silesia, Upper Silesia and Małopolska (S Poland).** *Prz. Geol.*, 63: 546–555.

*A b s t r a c t.* Seven prospective areas have been delineated for gold deposits of vein and metasomatic types in the Sudetes (Kłodzko–Złoty Stok, Southern Kaczawa Mountains and Rudawy Janowickie prospective areas), on the Fore-Sudetic Block (Wądroże Wielkie) and in the contact zone of the Małopolska Block with the Upper Silesia Block (Dolina Będkowska, Pilica and Mysłów prospective areas). In total they are covering ca. 285.5 km<sup>2</sup>, (ca. 252 km<sup>2</sup> in the Sudetes and ca. 22 km<sup>2</sup> on the Fore-Sudetic Block). The prospective areas were recognized on the basis of current regulations, which defined marginal parameters of specific deposit and delineated its borders together with application of adequate quantitative Au deposit models supported by ore parameters from the old mining records. Total predicted/estimated gold resources (prognostic + prospective resources), which are depending on the applied parameters, are from ca. 9.4 Mg (for n = 16 ore bodies) to 21.5 Mg (for n = 64 o.b.). The auriferous ores of the vein and metasomatic types (blind bodies) are associated with the metamorphosed volcanic-sedimentary Paleozoic formation in Lower Silesia and with contact-metasomatic zones around Variscan granitoid intrusions in southern Poland. The greatest estimated Au resources were recognized in the following areas: Kłodzko–Złoty Stok – ca. 6.3 Mg Au (for n = 7 o.b. – skarns, veins and beresites), Southern Kaczawa Mountains – ca. 4.8 Mg Au (for n = 15 o.b.) and Rudawy Janowickie – ca. 4.5 Mg Au (for n = 20 o.b. of vein and/or skarn types). In the contact zone of the Małopolska Block with the Upper Silesia Block the prospective areas are associated with the marginal zones (epithermal Au veins) around the granitoid/porphyry-related mineralization of the Mo-Cu-W type. The limited ore prospecting causes difficulties in estimation of Au resources in that area. The available data has allowed for a rough estimation of Au resources from ca. 1 to 3.5 Mg (for n = 5–21 o.b.). In most of the recognized Au prospective areas, auriferous mineralization is in paragenetic association with refractory gold sulfides and only sporadically appears as native gold or electrum mineralization (mainly in quartz veins). A new stage of gold prospecting is highly recommended especially within the abandoned gold mining areas in the Sudetes. An application of modern geophysics (VLF and IP) followed by shallow drillings should bring new discoveries of gold deposits. In the report, environmental and spatial conflicts have also been pointed out within the specific gold prospective areas in relation to the presence of National Parks, NATURE 2000 areas, underground water reservoirs, etc.

**Keywords:** Au, prospective areas, the Sudetes, Fore-Sudetic Block, Małopolska Block, Upper Silesia Block, Poland

W publikacji przedstawiono obszary perspektywiczne dla rud złota zlokalizowane w Sudetach, na bloku przed-sudeckim oraz w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim. Prezentowane materiały zostały opracowane w projekcie (Mikulski i in., 2015) wykonanym w ramach zadań Państwowej Służby Geologicznej (PSG) w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB). Więcej informacji na temat projektu zawarto w artykułach Czaporowskiego i in. (2015), Koźmy (2015), Mikulskiego (2015), Mikulskiego & Sadłowskiej (2015), Oszczepalskiego & Chmielewskiego (2015), Sikorskiej i in. (2015) i Sztromwassera i in.

Poszukiwania i wydobywanie złota w obszarze Polski mają długą, ponad 1000-letnią tradycję. Już w VI w. przemysłowano piaski złotonośne w dolinach rzek Kaczawy i Bobru na Dolnym Śląsku. W średniowieczu wydobywanie z aluwii rzek oraz z żył kwarcowych w rejonie dolnośląskim oszacowano na powyżej 50 t (Quiring, 1948). Późniejsze wydobywanie złota było niższe, mimo wielowiekowej eksploatacji złoża typu skarnowego w Złotym Stoku na terenie Sudetów oraz kilku niewielkich złóż żyłowych jeszcze na początku XX w. (Dziekoński, 1972). W okresie powojennym w Złotym Stoku zostały udokumentowane zasoby złota towarzy-

szącego rudom siarczkowo-arsenowym (Bałdys, 1954). Prace związane z poszukiwaniem i badaniem mineralizacji złota pierwotnego typu żyłowego i metasomatycznego na Dolnym Śląsku były prowadzone w ograniczonym zakresie (Kowalski, 1963, 1969; Manecki, 1965; Pendias, 1965; Zimnoch, 1965, 1985; Fedak & Lindner, 1966; Budzyńska, 1971). Wśród autorów pierwszych prac, w których zidentyfikowano złoto pod mikroskopem w Sudetach należy wymienić: Paulo & Salamona (1973), Muszera (1992) oraz Mikulskiego (1996a,b; 1998; 1999a,b; 2000, 2011a, b). W artykule pominięto występowanie złota typu stratoidalnego w Sudetach, które szczegółowo omówiono w opracowaniu archiwalnym (Mikulski i in., 2015) i opisano w odrębnej publikacji (Oszczepalski & Chmielewski, 2015). Pomimo podjęcia w ostatnich 25 latach prac prospekcyjnych przez inwestorów krajowych i zagranicznych w kilku obszarach koncesyjnych, jak dotychczas nie uruchomiono wydobywania złota w Sudetach.

W obszarze górnośląskim i małopolskim, mimo rozpoczęcia prac badawczych już od połowy lat 80. XX w., badania złota były prowadzone w jeszcze mniejszym zakresie niż w Sudetach. W pracach analitycznych wykorzystywano niepełny materiał rdzeniowy, zgromadzony w trakcie pro-

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; stanislaw.mikulski@pgi.gov.pl

wadzenia poszukiwań i badań mineralizacji porfirowej Mo-Cu-W. Wyniki oznaczeń analitycznych Au są zawarte w kilku opracowaniach (Harańczyk i in., 1985; Harańczyk & Lankosz, 1990; Sokołowska & Wojciechowski, 1995; Markowiak, 1999; Podemski i in., 2001; Lasoń, 2003; Oszczepalski i in., 2008); podobnie nieliczne są wyniki prac mineralogicznych dokumentujących złoto o wielkości mikroskopowej (Parachoniak i in. 1988; Muszyński i in., 1988; Harańczyk & Lankosz, 1990; Mikulski i in., 2008; Mikulski i in., 2011; Mikulski & Markowiak, 2011).

### KRYTERIA BILANSOWOŚCI I STAN ROZPOZNANIA ZŁÓŻ UDOKUMENTOWANYCH

Do wydzielenia obszarów perspektywicznych dla rud złota w opracowaniu zostały przyjęte graniczne wartości parametrów definiujących złożę i jego granice (tab. 1) zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Rozporządzenie, 2011). Rozporządzenie to nie zmieniło poprzednich wytycznych odnośnie kryteriów bilansowości dla pierwotnych (żyłowych, skarnowych, stratoidalnych) złóż złota, zawartych we wcześniejszym Rozporządzeniu (Rozporządzenie, 2001). Jak dotychczas w Polsce zasoby bilansowe złota zostały udokumentowane jedynie jako kopaliny współwystępującej w złożu arsenu w Złotym Stoku na Dolnym Śląsku (Bałdys, 1954). Złożę to zamknięto w 1961 r., a pozostałe w złożu zasoby w kat. C<sub>1</sub> wynoszą około 0,537 mln t rudy arsenowej zawierającej około 1,5 t złota (Szufflicki i in., 2015). Obecnie jedynym obszarem odzysku złota w Polsce są kopalnie KGHM Polska Miedź S.A. na monoklinie przedsudeckiej, gdzie złoto jest kopalną towarzyszącą, odzyskiwaną w procesie rafinacji srebra.

Podstawą tej publikacji są wyniki archiwalnych badań oraz prac analitycznych zebrane w opracowaniu Mikulskiego i in. (2015). Wyróżnienia obszarów perspektywicznych dokonano na podstawie występowania w obszarach złotonośnych mineralizacji w typowym dla różnych złóż środowisku geologiczno-tektonicznym oraz w charakterystycznej formie i paragenzie mineralnej. Zawartości złota

w analizowanych próbkach okruszczonych skał wynoszą powyżej 2,5 ppm Au i są spełnione pozostałe kryteria podane w tabeli 1. Metodę oraz oszacowanie zasobów rud żyłowych złota przyjęto według Niecia (2012). W celu oszacowania zasobów perspektywicznych uwzględniono dane archiwalne dotyczące mineralizacji złotonośnej w Polsce i założono odpowiednie modele ilościowe. W obszarach perspektywicznych nie wyróżniono różnych grup zasobów (prognostyczne, perspektywiczne i hipotetyczne – wg podziału Smakowskiego & Szamałka, 2011). Kryteriami dla złóż złota powinny być: parametry kopaliny, położenie obszarów względem rozpoznanych złóż, głębokość zalegania kopaliny oraz zakres rozpoznania złóż mierzony liczbą otworów pozytywnych. Ponieważ w Polsce nie ma udokumentowanych złóż złota (na obszarze Złotego Stoku zostały udokumentowane zasoby złota w kat. C<sub>1</sub>, ale Au jest kopalnią towarzyszącą w złożu arsenu), to zasoby określono jako przewidywalne lub szacunkowe. W artykule pominięto zasoby hipotetyczne. Zasoby przewidywalne/szacunkowe, opisane w obrębie zaniechanych złóż złota, można traktować jako prognostyczne, a stwierdzone w obszarach przyległych – jako perspektywiczne.

### PODSTAWOWE MODELE OPISOWE ZŁÓŻ RUD ZŁOTA W POLSCE

Wydzielono trzy główne typy złóż rud złota, które uznano za najbardziej prawdopodobne do wystąpień w różnych jednostkach geologicznych w Polsce (Mikulski i in., 2015). Jest to klasyfikacja oparta na modelach biorących za główne kryterium geometrię występowania złóż rud złota. Podział ten wydaje się najbardziej adekwatny dla oszacowania zasobów Au. Należy jednak zaznaczyć, że te klasyczne już modele ilościowe wg Coxa & Singera (1986) były opracowane prawie 30 lat temu i nie uwzględniają najnowszych podziałów genetycznych, m.in. złóż orogenicznych (Goldfarb i in., 2000), złóż żyłowych epitermalnych nisko- i wysokosiarczkowych (tzw. *epithermal Au veins of low-sulfidation and high-sulfidation types*; Heden-

**Tab. 1.** Graniczne wartości parametrów definiujących złożę i jego granice dla złóż pierwotnych złota (żyłowe, skarnowe, stratoidalne) w Polsce (Rozporządzenie, 2011)

**Table 1.** Threshold values of parameters defining a mineral deposit and its boundaries for primary gold deposits (vein, skarn and stratoidal types) in Poland (Rozporządzenie, 2011)

Złoża złota (pierwotne: żyłowe, skarnowe, stratoidalne) Gold deposits (primary: vein, skarn & stratoidal types)			
Lp.	Parametr Parameter	Jednostka Unit	Wartość brzeżna Threshold value
1.	Maksymalna głębokość dokumentowania <i>Maximum base depth of the documentation</i>	m	1250
2.	Minimalna średnia ważona zawartość złota (Au) w profilu złoża wraz z przerostami, a w przypadku obecności miedzi, której średnia zawartość w profilu złoża jest większa od 0,5%, minimalna średnia ważona zawartość ekwiwalentna złota (Au) z uwzględnieniem zawartości miedzi (Cu) i srebra (Ag); $Au_e = (g/t Au) + 2 (\% Cu) + 0,01 (g/t Ag)$ <i>Minimum weighted mean gold content (Au) in profile together with gangue intercalations; but in case of copper presence, which average content in profile of ore deposit is higher than 0.5%, minimum weighted mean equivalent of gold (Au) taking into account the copper (Cu) and silver (Ag) contents; <math>Au_e = (g/Mg Au) + 2 (\% Cu) + 0.01 (g/Mg Ag)</math></i>	g/t  g/Mg	2,5
3.	Minimalna zasobność złoża (Au), w przypadku obecności miedzi, której średnia zawartość w profilu złoża jest większa od 0,5% (Au <sub>e</sub> ) <i>Minimum productivity of the ore deposit (Au), in the case of copper presence, which average content in the profile of ore deposit is higher than 0.5% (Au<sub>e</sub>)</i>	g/m <sup>2</sup>	5

quist i in., 1998, 2000), czy też złóż porfirowych Au (Kelly & Ludington, 2002; Kerrich i in., 2000). Brak jest również u Coxa & Singera (1986) różnych typów złóż skarnowych wydzielonych np. w opracowaniach Kwaka (1987), Guilberta & Parka (1986) czy Keitha i in., 1998. W niniejszym opracowaniu uwzględniono również modele przedstawione przez Paulo & Strzelską-Smakowską (2000). Zastosowany podział odnosi się głównie do formy występowania rud/ciał/stref złotonośnych, a w dalszej kolejności do genezy czy składu mineralizacji.

Wydzielono następujące typy złóż rud złota:

1. Żyłowe
  - polimetaliczne związane z intruzjami (granitoidy, porfiry),
  - orogeniczne nie związane z intruzjami,
2. Metasomatyczne
  - skarny,
  - w skałach osadowych (typ Carlin, berezyty).

#### **Żyły polimetaliczne związane z intruzjami (granitoidy, porfiry)**

##### **Złoże Au-Cu-As w Radzimowicach**

Za reprezentatywny typ żyłowy z mineralizacją polimetaliczną związaną z obecnością intruzji uznano mineralizację złotonośną ze złoża Au-Cu-As w Radzimowicach (Sudety). To zarzucone złożo (w rejonie Wojcieszowa) jest zlokalizowane w obrębie jednostki Bolkowa, należącej do południowej części metamorfiku kaczawskiego (Manecki, 1965; Zimnoch, 1965; Paulo & Salamon, 1974; Mikulski, 2005). Skałami zawierającymi żyły kwarcowo-siarczkowe ze złotem są dolnopaleozoiczne łupki radzimowickie, z przeławieniami łupków krzemionkowych, oraz górnokarbońskie intruzje masywu porfirowego Żeleźniaka, zbudowanego głównie z dacytów i ryolitów, pociętych przez dajki i żyły andezytów, a także lamprofirów (Mikulski 2007a wraz z literaturą; Mikulski & Williams, 2014). Eksploatowano głównie 6 żył rudnych, które rozciągają się z zachodu na wschód i stromo zapadają na północ bądź na południe. Ich długość wzdłuż biegu wynosi przeciętnie od 200 do 320 m (tab. 2). Szczególnie wyróżnia się żyła Pocięsenie Górnika, której długość wynosi ok. 2,1 km. Przeciętna miąższość żył waha się w granicach 0,06–0,20 m, maksymalnie zaś dochodzi do 1,4 m. Głównymi minerałami rudnymi są: arsenopiryt, chalkopiryt i piryt. Średnia zawartość złota w poszczególnych żyłach zmienia się w granicach 1–20 ppm, a złota towarzyszy srebro (50–300 ppm), miedź (0,3–6%) i arsen (2–15%). W bogatych w złoto rudach siarczkowych pojawia się również w znacznych ilościach tellur oraz bizmut (Mikulski, 2014).

#### **Żyły orogeniczne niezwiązane z intruzjami**

##### **Złoże Au w Radomicach**

Złoże to zostało zaklasyfikowane jako złożo złota typu orogenicznego (Mikulski, 2007a). Mineralizacja rudna w tym rejonie występuje na terenie dawnego obszaru górniczego Klecza–Radomice–Golejów (Dziekoński, 1972), który jest zlokalizowany w pobliżu kontaktu metamorfiku kaczawskiego z gnejsami izerskimi w obrębie serii łupków serycytowo-muskowitowo-grafitowo-chlorytowo-kwarcowych

miejskami wyraźnie sfeldspatyзовanych. W latach 1922–1933 prowadzono tu eksploatację rud arsenu i złota, które wydobywano z żył kwarcowych przecinających łupki z północnego wschodu na południowy zachód i stromo zapadających ku zachodowi (65–85°). Żyły były rozpoznane do ok. 100 m głębokości i wykazywały zmienną grubość (0,1–1,5 m) i długość (100–150 m; tab. 2). Zawartość złota, srebra i arsenu w eksploatowanych żyłach wynosiła odpowiednio: 6–40 ppm Au, 0–90 ppm Ag i 3–35% As (Mikulski 2007a, wraz z literaturą). Oprócz złota i arsenu dodatkowo uzyskiwano srebro, którego koncentracje zazwyczaj nie przekraczały 45 ppm (Domaszewska, 1965). W składzie mineralnym rud stwierdzono kilka generacji złota o wielkości mikroskopowej oraz arsenopiryt, a także piryt, markasyt, pirotyn, chalkopiryt, sfaleryt, galenę, tetradryt, minerały bizmutu, hematyt i inne (Paulo & Salamon, 1973; Mikulski, 2007b).

#### **Typ metasomatyczny**

##### **Złoże Au-As w Złotym Stoku**

Za główny metasomatyczny typ złoża przyjęto złożo As-Au w Złotym Stoku w Sudetach. Złoże to jest położone we wschodniej metamorficznej osłonie kłodzko-złotostockiej intruzji granitoidowej, w strefie tektonicznej Złoty Stok–Skrzynka, w pobliżu sudeckiego uskoku brzeźnego. Całkowita produkcja złota z tego złoża wyniosła co najmniej ok. 15 t, przy przeciętnej jego zawartości w rudzie ok. 3 ppm (Dziekoński, 1972). Przedmiotem eksploatacji były głównie rudy arsenopirytowo-löllingitowe oraz magnezytowo-pirotynowe, występujące w postaci mniej lub bardziej masywnych impregnacji, żył czy lamin w skałach diopsydowo-tremolitowych, czarnych serpentynitach oraz marmurach dolomitycznych (Kowalski, 1963, 1969; Mikulski, 1996b; Muszer, 1997, 2011; Mikulski & Speczik, 2008). Najsilniej są okruszcowane czarne serpentynity, w których zawartość arsenu wynosi przeciętnie 35–40%. Przebieg skupień rudnych w skałach węglanowo-krzemianowych ma kierunek od N–S do NNE–SSW i zmienny upad 30–40° na SW lub 60–70° ku E (Bałdys, 1954). Wielkość wyeksploatowanych ciał rudnych, związanych przede wszystkim z okruszczeniem skał węglanowo-krzemianowych, wynosiła wzdłuż biegu 100–400 m, po upadzie (60–70°) – do 260 m, a ich grubość od 1 do 40 m.

##### **Berezyty z okolic Dębówinki**

Berezyty zostały rozpoznane w środkowo-zachodniej części jednostki strukturalnej Gór Bardzkich wzdłuż kontaktu z mikrodiorytami intruzji kłodzko-złotostockiej (Mikulski, 1999b). Złotonośna mineralizacja w berezytach występuje najczęściej w ilości około 0,2–0,5 ppm i jest związana z wystąpieniami siarczków, reprezentowanych głównie przez piryt. Berezyty są efektem silnej karbonatyzacji, sylifikacji, serycytyzacji i osiarczkowania dewońskich skał (głównie typu wak) wzdłuż kontaktu ze skałami granitoidowymi. Strefy okruszcowane mają charakter impregnacji pirytem i mogą osiągać miąższości od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów i długość nawet do kilkuset metrów wzdłuż kontaktu.



**Tab. 2.** Szacunkowe zasoby złota w wybranych żyłach z zarzuconych kopalń Au oraz szacunkowe zasoby w obszarze perspektywicznym południowokaczawskim**Table 2.** The estimated gold resources in the selected veins from the abandoned gold deposits and predicted Au resources of the southern Kaczawa Mountains prospective area

Dawny region górniczy / nazwa żyły <i>Old mining region / name of vein</i>	Długość żyły <i>Length of vein</i> [m]	Średnia miąższość <i>Average vein thickness</i> [m]	Średnia zawartość Au / źródło informacji <i>Average Au content / data source</i> [ppm]	Głęb. żyły wzdłuż biegu <i>Depth of vein along strike</i> [m]	Zasoby Au <i>Au resources</i> [kg]
Klecza / Wilhelm (2 żyły główne) <i>(2 main veins)</i>	100	0,25	13,3 / Krusch, 1907 40 / Grimming, 1933	100	89,8* 270,0
Radomice / Cecylia (2 żyły główne) <i>(2 main veins)</i>	120	0,25	16 / Grimming, 1933 12 / Krusch, 1907	100	129,6 97,2
Klecza–Radomice / Augusta	150	1,5	8 / Grimming, 1933 5,8 / Krusch, 1907	100	486 352,4
Golejów / Dennoch–Glückauf (2 żyły główne) <i>(2 main veins)</i>	150	0,3	2,4 / Domaszewska, 1965	100	29,16
Pilchowice / Max Arendt	120	1,5	30 / Grimming, 1933	100	1458,0
Obszar perspektywiczny – nowe żyły lub/i przedłużenie znanych żył (dla n = 5) The prospective area – new veins and/or extension of old veins (for n = 5)	100 150 200	0,5	10	100 150 200	135 (675) 303,7 (1519) 540 (2700)
Radzimowice / Wanda	320	0,14	18 / Fedak, Lindner, 1966 27 / Beyschlag i in., 1921	250	544,3 816,5
Radzimowice / Pocieszenie Górnika	2000	0,25	1 / Beyschlag i in., 1921	250	364,5
Radzimowice / Olga I i II	300	0,25	3 / Stauffacher, 1915	250	151,9
Radzimowice / Maria	300	0,2	16 / Beyschlag i in., 1921	250	648
Radzimowice / Aleksandra	320	0,16	5 / Manecki, 1965	250	172,8
Radzimowice / Klara	200	0,6	17 / Manecki, 1965	250	137,7
Obszar perspektywiczny – nowe żyły lub/i przedłużenie znanych żył (dla n = 5) The prospective area – new veins and/or extension of old veins (for n = 5)	300 500	0,2	10	250	506,3 (2531,3) 843,8 (4218,8)

\* ciężar właściwy kopaliny 2,7 g/cm<sup>3</sup>\* specific mineral weight 2.7 g/cm<sup>3</sup>

## OBSZARY I ZASOBY PERSPEKTYWICZNE ZŁÓŻ RUD ZŁOTA TYPU ŻYŁOWEGO I METASOMATYCZNEGO W POLSCE

Na obecnym etapie rozpoznania za najbardziej perspektywiczne dla złożowych koncentracji złota typu żyłowego i metasomatycznego w Sudetach oraz na bloku przedsudeckim uznano następujące obszary (tab. 3):

- **południowokaczawski**,
- **rudawski** (wschodnia osłona granitu Karkonoszy),
- **złotostocki** (strefa granitu kłodzko-złotostockiego),
- **Wądroże Wielkie** (blok przedsudecki).

W strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim wydzielono 3 obszary perspektywiczne:

- **Dolina Będkowska**
- **Pilica**
- **Mysłów**

Wymienione powyżej obszary występują w jednostkach metalogenicznych w Polsce, które należy uznać za najbardziej perspektywiczne dla złożowych nagromadzeń złota, są to:

– zmetamorfizowane osadowe i wulkaniczne (bimodalne) formacje paleozoiczne Sudetów i bloku przedsudeckiego (obszar południowokaczawski, Wądroże Wielkie);

– strefy kontaktowo-metasomatyczne wokół intruzji granitoidowych i porfirowych w waryscydach południowej Polski (obszary: złotostocki, rudawski, Pilica, Dolina Będkowska, Mysłów).

Największą powierzchnię ok. 252 km<sup>2</sup> mają obszary perspektywiczne w Sudetach (obszar południowokaczawski – ok. 155 km<sup>2</sup>, Złoty Stok – ok. 62,4 km<sup>2</sup> i rudawski – 34 km<sup>2</sup>). Na bloku przedsudeckim wydzielono jeden obszar (Wądroże Wielkie), który ma ok. 21,8 km<sup>2</sup>. W strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim wydzielono trzy obszary perspektywiczne o łącznej powierzchni ok. 12 km<sup>2</sup>: Pilica – ok. 6,2 km<sup>2</sup>, Dolina Będkowska 3,7 km<sup>2</sup> i Mysłów ok. 2 km<sup>2</sup> (tab. 3).

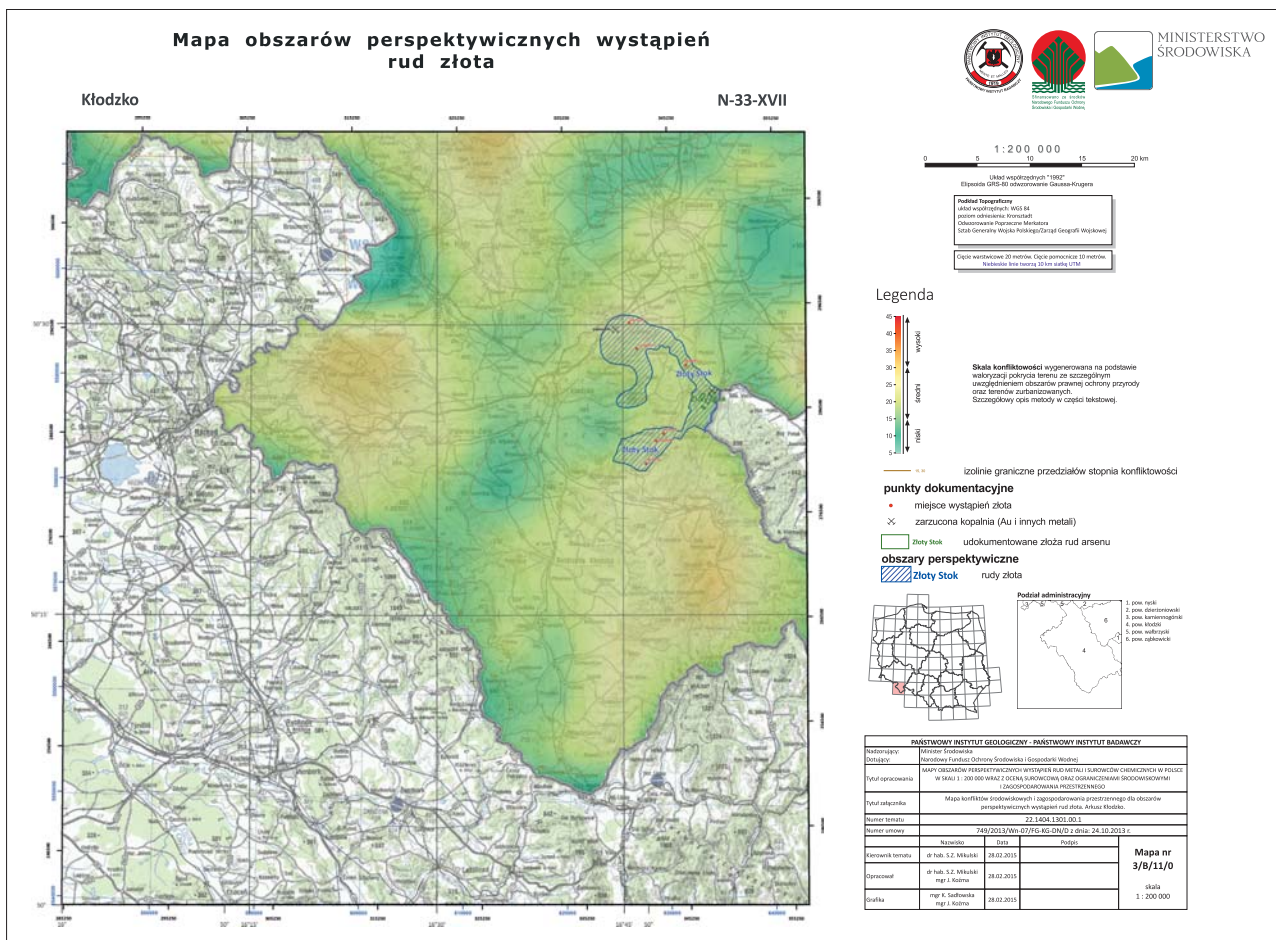
W sumie zasoby rud złota typu żyłowego i metasomatycznego (skarny, berezyty) w Polsce zostały oszacowane od ok. 9,4 (dla n = 16 ciał rudnych) do 21,5 t złota (dla n = 64 ciał rudnych).

**Tab. 3.** Zestawienie podstawowych parametrów złożowych i szacunkowych zasobów Au dla obszarów perspektywicznych złóż rud złota typu żyłowego i metasomatycznego w Polsce**Table 3.** The composition of basic ore parameters and predicted Au resources for the prospective areas of gold deposits of vein and metasomatic types in Poland

Jednostka geologiczna <i>Geological unit</i>	Obszar perspektywiczny <i>Prospective areas</i>	Powierzchnia <i>Area</i> [ha]	Typ złoża Au <i>Type of Au deposit</i>	Zaw. Au <i>Au content</i> [ppm]	Parametry: długość / miąższość / głębokość <i>Parameters: length / thickness / depth</i> [m]	Szacunkowe zasoby Au dla: n = 1 (n = 5) [t] <i>Estimated Au resources for n = 1 (n = 5)</i> [Mg]	
Sudety <i>Sudetes</i>	południowokaczawski <i>Southern Kaczawa Mountains</i>	15 524,7	żyłowy <i>vein</i>	10	100 / 0,5 / 100	0,13 (0,67)	
				3	300 / 0,25 / 250	0,15 (0,75)	
				10	500 / 0,2 / 250	0,67 (3,375)	
						Suma <i>Sum</i>	0,95 (n = 3) 4,795 (n = 15)
	Złoty Stok	6236,3	metasomatyczny: <i>metasomatic:</i> skarn <i>skarn</i>	5	200 / 10 / 200	5,4	
			berezyt <i>beresite</i>	1	300 / 2 / 200	0,32	
			żyłowy <i>vein</i>	7	100 / 0,25 / 250	0,108 (0,54)	
						Suma <i>Sum</i>	5,828 (n = 3) 6,26 (n = 7)
	rudawski <i>Rudawy Janowickie</i>	3410,6	żyłowy <i>vein</i>	2	400 / 0,4 / 300	0,21 (1,05)	
				3	300 / 0,25 / 250	0,16 (0,76)	
				4	400 / 0,4 / 300	0,43 (2,06)	
			skarn <i>skarn</i>	4	100 / 5 / 20	0,118 (0,59)	
	Suma <i>Sum</i>	25 171,6				Suma <i>Sum</i>	0,918 (n = 4) 4,46 (n = 20)
Blok przedsudecki <i>Fore-Sudetic Block</i>	Wądroże Wielkie	2176,6	żyłowy <i>vein</i>	5	300 / 0,5 / 250	0,5 (2,5)	
Blok małopolski <i>Małopolska Block</i>	Dolina Będkowska	370,0	żyłowy <i>vein</i>	10	300 / 0,1 / 200	0,16 (0,8)	
				5	300 / 0,4 / 100	0,16 (0,8)	
	Mysłów	204,4	metasomatyczny <i>metasomatic</i>	1,5	200 / 1 / 200	0,16 (0,8)	
	Pilica	624,8	żyłowy <i>vein</i>	3	200 / 0,35 / 150	0,09 (0,45)	
			skarn <i>skarn</i>	5	100 / 5 / 100	0,675	
Suma <i>Sum</i>	1199,8				Suma <i>Sum</i>	1,245 (n = 5) 3,525 (n = 21)	
Razem (wszystkie obszary) <i>Total (all prospective areas)</i>		28 547,4			Razem <i>Total</i>	9,441 (n = 16) 21,54 (n = 64)	

W strefach wokół wystąpień waryscyjskich intruzji granitoidowych i porfirowych zarówno w Sudetach, jak i w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim istnieją perspektywy wystąpień złóż złota typu metasomatycznego (skarny, berezyty) i żyłowego. W dawnych sudeckich obszarach górnictwa złotoносnych rud siarczkowych (Złoty Stok, Czarnów) istnieją szanse na udokumentowanie nowych zasobów złota tych rud (tzw. rudy trudnoługowalne złota, ang. *refractory gold ore*) zalegających w postaci gniazd, soczewek czy żył w głębszych partiach (do 300 m głębokości), które nie odsłaniają się na powierzchni (Mikulski & Speczik, 2010). Szczególnie inte-

resujący jest obszar w północno-zachodniej i wschodniej części wokół intruzji kłodzko-złotostockiej, jak również na bloku przedsudeckim wzdłuż uskoku sudeckiego brzeźnego (ryc. 1), a także rejon wschodniej osłony metamorficznej intruzji karkonoskiej na odcinku od Czarnowa do Miedzianki (Mikulski, 2010). Można tam oczekiwać wystąpienia złóż złota głównie w metasomatycznych i żyłowych rudach siarczkowych o koncentracji od 1 do 10 ppm Au, zalegających na głębokościach od kilkudziesięciu do 200–300 m. Największe zasoby przewidywalne (prognozy + perspektywiczne) złota występują w obszarze złotostockim i są szacowane na ok. 6 t. Nie uwzględniono



**Ryc. 1.** Obszar perspektywiczny wystąpień mineralizacji złota pierwotnego typu kontaktowo-metasomatycznego (skarny i berezyty) i żyłowego w rejonie kłodzko-złotostockim w Sudetach. Arkusz Kłodzko mapy topograficznej w skali 1 : 200 000 wraz z elementami konfliktów środowiskowych i zagospodarowania przestrzennego

**Fig. 1.** Prospective area of gold mineralization of the contact-metasomatic (skarn & beresites) and vein types in the Kłodzko-Złoty Stok region. The Kłodzko map sheet at scale 1 : 200 000 on the background of the elements of environmental and spatial conflicts

tu udokumentowanych zasobów Au w złożu w Złotym Stoku (ok. 1,5 t; Szuflicki i in., 2015). Dodatkowo północna część masywu granitoidowego jest obcięta przez uskoki sudecki brzeżny i przykryta osadami kenozoiku. Strefa ta na obszarze bloku przedsudeckiego może być również perspektywiczna dla wystąpień złóż złota w skałach paleozoicznych pod przykryciem utworów kenozoiku (ok. 200 m). Hipotetyczny obszar wystąpień złóż złota rozciąga się w północnej części masywu kłodzko-złotostockiego wzdłuż przebiegu uskoku sudeckiego brzeżnego (NW–SE) na długości ok. 15 km i szerokości ok. 5–7 km. Poszczególne żyłowe złoża Au, o hipotetycznych zasobach do kilku ton, mogą być związane ze strefami tektonicznymi o kierunku NW–SE, a złoża kontaktowo-metasomatyczne z obecnością niewielkich wkładek skał węglanowych (skarny) lub piaskowcowych (berezyty) są przewidywane wokół intruzji granitoidowej po jej wschodniej oraz północno-zachodniej stronie. Wystąpień złota można oczekiwać głównie w rudach siarczkowych, jako złota drobnodispersyjnego w arsenopirycie i/lub pirycie, oraz w mniejszym stopniu w postaci własnych minerałów (złoto rodzime, elektrum), jako wrostki w siarczkach (1–5  $\mu\text{m}$  średnicy) lub w formie samodzielnych drobnociąstek wydzielen ( $<10\text{--}50 \mu\text{m}$  średnicy).

Drugim pod względem zasobów Au jest obszar południowokaczawski, gdzie w zależności od przyjętych parametrów żył i zawartości złota w rudzie można szacować

zasoby w granicach od ok. 1 do 4,8 t złota (tab. 3). W Górach Kaczawskich istnieją perspektywy wystąpień niewielkich orogenicznych złóż żyłowych złota, związanych ze zmetamorfizowanymi osadowo-wulkanicznymi (bimodalnymi) formacjami paleozoicznymi. W południowej części struktury kaczawskiej perspektywicznie dla wystąpień złóż Au jest obszar skataklazowanych łupków paleozoicznych, o szerokości ok. 10 km i długości ok. 50 km, na odcinku od Ubocza po Mysłów (ryc. 2). Można spodziewać się w nim zasobów perspektywicznych złota nie tylko w obrębie starych obszarów kopalnictwa Au, ale również pomiędzy tymi obszarami, gdzie żyły złotoносne nie wychodzą na powierzchnię. Strefy żył rudnych utworzyły się najprawdopodobniej na całym obszarze wystąpień sfałdowanych i słabo zmetamorfizowanych łupków (grafitowych i/lub zieleńcowych) będących obiektem penetracji przez późnowaryscyjskie hydatogeniczne oraz pomagmowe roztwory hydrotermalne.

Podobnie w rejonie opuszczonego złoża w Radzimowicach, znajdującego się w strefie górnokarbońskiej intruzji porfirów, istnieją możliwości wystąpień nieodkrytych dotychczas mezo- i epitermalnych żył kwarcowo-siarczkowych ze złotem. Zasoby perspektywiczne tylko tego rejonu można ocenić na 0,5–4,2 t Au (tab. 2). W sumie zasoby perspektywiczne w tym obszarze mogą być bardzo różne, zależne od parametrów żył rudnych. Np. przy założeniu udokumentowania jednej żyły złotoносnej, zasoby można





na obecnym etapie rozpoznania od ok. 9,4 (dla  $n = 16$  ciał rudnych) do 21,5 t złota (dla  $n = 64$  ciał rudnych). Największe zasoby perspektywiczne złota występują w obszarze złotostockim i są szacowane na ok. 6 t (bez udokumentowanych zasobów Au jako kopaliny towarzyszącej w złożu As-Au w Złotym Stoku, wynoszących ok. 1,5 t). Obszar perspektywiczny w rejonie na SW od Złotego Stoku jest zlokalizowany w Górach Złotych, zaliczanych do otuliny Śnieżnickiego Parku Krajobrazowego. Dlatego ewentualne poszukiwania w tym rejonie mogą być ograniczone ze względu na ochronę środowiska. Korzystniejsze są rejonu na bloku przedsudeckim oraz w Górach Bardzkich. Jednak i w tych rejonach ewentualna przeróbka rud siarczkowych trudnoługowalnych w celu odzysku złota wiąże się z powstawaniem dużej ilości szkodliwych odpadów (cyjanki, metale ciężkie, organiczne reagenty flotacyjne i in.), które mogą zanieczyścić wody oraz gleby. Wszystkie te czynniki są niekorzystne i narzucają konieczność zastosowania najnowocześniejszych metod przy ewentualnej przyszłej przeróbce złotośnośnych rud arsenowych.

Drugim pod względem zasobów Au jest obszar perspektywiczny południowokaczawski, gdzie, w zależności od przewidywanych przyjętych parametrów żył i zawartości złota w rudach siarczkowych, można szacować zasoby od ok. 1 do 4,8 t złota. W sumie zasoby perspektywiczne w tym rejonie mogą być różne, zależne od parametrów żył rudnych. Południowa strefa kaczawska jest obszarem perspektywicznym, który powinien być przedmiotem nowoczesnych prac poszukiwawczych z wykorzystaniem metod geofizycznych (radiofalowej – VLF oraz polaryzacji wzbudzonej – IP) oraz płytkich wierceń. Ponadto, ważny jest fakt, że żyły złotośnośne oprócz złota zawierają również stosunkowo wysokie koncentracje srebra ( $>100$  ppm) oraz innych metali, takich jak: miedź, cynk, ołów i inne, które podnoszą wartość potencjalnych złóż.

Rekomendowane są dalsze prace poszukiwawczo-badawcze, które powinny objąć obszary mineralizacji złotośnośnych w strefach wystąpień waryscyjskich intruzji granitoidowych w Sudetach. W przypadku zakrytych złóż żyłowych złota, prace geologiczne w poszczególnych rejonach koncesyjnych powinny zostać przeprowadzone przede wszystkim w dawnych obszarach kopalnictwa złota, takich jak: Radzimowice, Klecza–Radomice, Czarnów, Miedzianka, czy okolice Złotego Stoku i Barda Śląskiego. W ramach tych prac należy wykonać nowoczesne zdjęcia geochemiczne i geofizyczne, które w przypadku pozytywnych rezultatów należy zweryfikować płytkimi wierceniami kierunkowymi (100–300 m). Ewentualne odkrycie nowych zasobów rud w dawnych obszarach kopalnictwa Au powinno być podstawą podjęcia prac w skali regionalnej, np. w obrębie wydzielonych jednostek geologicznych (Pilchowiec i Bolkowa) w południowej części Gór Kaczawskich.

Ograniczeniem w prowadzeniu prac poszukiwawczych za złotem na Dolnym Śląsku oraz istotną barierą dla przyszłych prac górniczych, szczególnie w Sudetach, jest występowanie obszarów chronionych programem Natura 2000. Jednak żyły złotośnośne zajmują niewielki obszar i z reguły są eksploatowane wyrobiskami podziemnymi. Poważnym utrudnieniem jest słabe odsłonięcie formacji rudonośnych, zalegających pod przykryciem młodszych osadów, jak również górski oraz zalesiony teren. Ponadto, sudeckie siarczkowe, trudnoługowalne rudy złotośnośne zawierają znaczne ilości arsenu, którego emisja do środowiska wymaga dodatkowych zabezpieczeń.

Dalszych prac wymagają również wystąpienia złotośnośnych siarczków, rozpoznanych w pojedynczych wierceniach w strefie kontaktu bloków małopolskiego z blokiem górnośląskim. Stwierdzone w rejonie Doliny Będkowskiej i Pilicy podwyższone koncentracje złota w pojedynczych próbkach żył kwarcowych, przecinających zarówno skały magmowe, jak i słabo zmetamorfizowane utwory ediakaru oraz skały paleozoiczne, pozwalają łączyć je genetycznie ze złożami porfirowymi waryscyjskiej strefy kontaktu bloków małopolskiego z górnośląskim. W rejonie Pilicy złoto stwierdzono w żyłkach kwarcowych z wolframitem, scheletem i tellurkami, a jego średnia zawartość w kilku interwałach o miąższości 0,1–0,7 m zmienia się w granicach 2–6 ppm (Harańczyk, 1979). Harańczyk i in. (1985) oszacowali orientacyjne zasoby złota w rejonie Pilicy na ok. 0,55 t. W tym rejonie najbogatszą strefę ze złotem (ok. 15 ppm) stwierdzono w otworze DB-4 w żyłkach kwarcowych tnących metasedymenty ediakaru w interwale głębokości od ok. 250 do 585 m (Mikulski i in., 2008). W rejonie Doliny Będkowskiej są wielokrotnie wyższe zawartości Au w otoczeniu porfirowej mineralizacji typu Mo-Cu-W, niż w odpowiadającej jej strefie rejonu złoża porfirowego Mo-Cu-W w Myszkowie. Domieszki złota w metaosadach i żyłach kwarcowych zbliżają mineralizację z Doliny Będkowskiej do klasycznych złóż porfirowych typu Mo-Cu, które często zawierają złożowe koncentracje złota w strefach epitermalnych. Szybkie (w końcu karbonu) wyniesienie obszaru po uformowaniu się intruzji granitoidowych, znaczne kolejnymi fazami małych subwulkanicznych intruzji ryolitów, spowodowało zanik wysokotemperaturowych procesów pneumatolityczno-hydrotermalnych w tym rejonie. Pojawiająca się mineralizacja polimetaliczna w otworze DB-4 jest zlokalizowana apikalnie w stosunku do granitoidów nawierconych otworem WB 102A. Panujące w rejonie otworu DB-4 średnie i niskie temperatury rozтворów hydrotermalnych były korzystne dla precypitacji złota w asocjacji z siarczkami polimetalicznymi z rozтворów w strefach brekcji tektonicznych.

Przestrzenne usytuowanie żył kwarcowych ze złotem wskazuje, że tworzyły się peryferycznie względem apikalnych partii intruzji granodiorytowych wskutek działania pomagmowych rozтворów hydrotermalnych (Mikulski i in., 2008; Mikulski & Markowiak, 2011). Obecny stan rozpoznania stwarza przesłanki na udokumentowanie w trakcie prospekcji za rudami Mo-Cu-W nagromadzeń złota również w strefach wokół mineralizacji porfirowej, szczególnie w rejonie Doliny Będkowskiej i Pilicy. Jednak na obecnym bardzo słabym etapie rozpoznania jest niemożliwe dokładniejsze oszacowanie zasobów złota na całym obszarze kontaktu bloków małopolskiego z górnośląskim.

Autor dziękuje Recenzentom za cenne uwagi, które ulepszyły ostateczną wersję manuskryptu. Materiały przedstawione w artykule zostały opracowane w ramach projektu nr 22.1404.1301.00.1 sfinansowanego przez NFOŚiGW (Umowa nr 749/2013-Wn-07/FG-KG-DN/D z dnia 24.10.2013 r.) w ramach zadań PSG.

## LITERATURA

- BAŁDYS L. 1954 – Dokumentacja złoża rudy arsenowej i złota w Złotym Stoku. Nar. Arch. PIG-PIB.  
 BEYSCHLAG F., KRUSCH P. & VOGT J.H.L. 1921 – Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine. 2. Bd. Erz-lagerstätten. Stuttgart: 363–365.  
 BUDZYŃSKA H. 1971 – Mineralogia złoża arsenowego w Złotym Stoku. Arch. Miner., 29 (1/2): 29–89.



- COX D.P. & SINGER, D.A. (red.) 1986 – Mineral Deposit Models. U.S. Geol. Surv. Bull., 1693.
- CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K., GAŚIEWICZ A. & SADŁOWSKA K. 2015 – Obszary perspektywicznych wystąpień i zasoby przewidywane surowców chemicznych Polski na mapach w skali 1 : 200 000 – sól kamienna, sole potasowo-magnezowe i siarka. *Prz. Geol.*, 63 (9): 561–571.
- DOMASZEWSKA T. 1965 – Występowanie i eksploatacja złota na Dolnym Śląsku. *Prz. Geol.*, 13 (4): 180–184.
- DZIEKONSKI T. 1972 – Wydobywanie i metalurgia kruszców na Dolnym Śląsku od XIII do XX w. PAN Inst. Hist. Kult. Material., 4. Ossolineum. Wrocław.
- FEDAK J. & LINDNER M. 1966 – Metalogeneza Sudetów. *Pr. Inst. Geol.*, Warszawa.
- GOLDFARB R.J., GROVES D.I. & GARDOLL S. 2000 – Orogenic gold and geologic time: a global synthesis. *Ore Geol. Rev.*, 18: 1–75.
- GRIMMING H. 1933 – Das Gold und Arsenerzvorkommen von Hüs-dorf–Wunschendorf. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*.
- GUILBERT J.M. & PARK CH. F. 1986 – The Geology of Ore Deposits. W.H. Freeman and Company/New York: 406–411.
- HARAŃCZYK C. 1979 – Metallogenic evolution of the Silesia–Cra-cow region. *Pr. Inst. Geol.*, 95: 109–132.
- HARAŃCZYK C., KURBIEL H., KULIG M. & ZUBER K. 1985 – Projekt wstępnego rozpoznania mineralizacji polimetalicznej w obszarze Pilicy–Kwaśniowa–Krzywopłotów wraz ze sprawozdaniem z dotychczasowych badań. *Arch. Przed. Geol. S.A.*, Kraków.
- HARAŃCZYK C. & LANKOSZ M. 1990 – Sprawozdanie z badań geologicznych w Dolinie Będkowskiej. *Arch. Przed. Geol. S.A.* Kraków.
- HEDENQUIST J.W., ARRIBAS A. Jr. & REYNOLDS T.J. 1998 – Evolution of an-intrusion-centred hydrothermal system: Far Southeast-Lepanto porphyry and epithermal Cu-Au deposits, Philippines. *Econ. Geol.*, 93: 374–404.
- HEDENQUIST J. W., ARRIBAS A. Jr. & GONZALES-URIEN E. 2000 – Exploration for epithermal gold deposits: *Rev. Econ. Geol.*, 13: 245–277.
- KEITH J.D., CHRISTIANSEN E.H., MAUGHAN D.T. & WAITE K.A. 1998 – The role of mafic alkaline magmas in felsic porphyry-Cu and Mo systems. [W:] Leintz D.R. (red), Mineralized “Intrusion related” skarn systems. *Mineral. Assoc. Can. Short Course*, 26: 211–243.
- KELLEY K.D. & LUDINGTON S. 2002 – Cripple Creek and other alkaline-related gold deposits in the southern Rocky Mountains, USA: influence of regional tectonics. *Mineralium Deposita*, 37: 38–60.
- KERRICH R., GOLDFARB R., GROVES D. & GARWIN S. 2000 – The geodynamics of World-class gold deposits: characteristics, space-time distribution and origins. [W:] Hageman S.G. & Brown P.E. (red.), *Gold in 2000. SEG Rev. Economic Geol.*, 13: 501–551.
- KOWALSKI W.M. 1963 – Serpentyńizacja złoża kruszców arsenu w Złotym Stoku (Dolny Śląsk). *PAN Pr. Geol.*, 12: 55–76.
- KOWALSKI W. M. 1969 – Minerale kruszczowe ze Złotego Stoku (Dolny Śląsk). PAN Oddz. w Krakowie. *Pr. Mineral.*, 16: 23–40.
- KOŹMA J. 2015 – Metodyka waloryzacji przestrzennej pokrycia terenu i obiektów ochrony przyrody na potrzeby oceny konfliktowości potencjalnej eksploatacji kopalni w obszarach perspektywicznych. *Prz. Geol.*, 63 (9): 581–588.
- KRUSCH P. 1907 – Gutachten über die Golderzlagrestatten von Hüs-dorf, Wunschendorf, zwischen Lähn und Greifenberg. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*.
- KWAK T.A.P. 1987 – W-Sn skarn deposits and related metamorphic skarns and granitoids. Elsevier.
- LASOŃ K. 2003 – Geochemia molibdenowo-wolframowego złoża por-firowego Myszków. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 405: 87–108.
- MANECKI A. 1965 – Studium mineralogiczno-petrograficzne polime-talicznych żył okolic Wojcieszowa (Dolny Śląsk). *Pr. Min. Komisji Nauk Min.* PAN Oddz. w Krakowie, 2: 7–58.
- MARKOWIAK M., 1999 – Wstępna ocena możliwości występowania Au w strefie kontaktu bloku górnosiłaskiego i bloku małopolskiego. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*.
- MIKULSKI S.Z. 1996a – Gold mineralization within contact-metamor-phic and shear zones in the “Złoty Jar” quarry – the Złoty Stok As-Au deposit area (Sudetes). *Geol. Quart.*, 40 (3): 407–442.
- MIKULSKI S.Z. 1996b – Złoto z kamieniołomu Złoty Jar k. Złotego Stoku (Sudety). *Prz. Geol.*, 44 (12): 1205–1210.
- MIKULSKI S.Z. 1998 – Złotonośna mineralizacja kruszczowa z Barda Śląskiego (Sudety Środkowe). *Prz. Geol.*, 46 (12): 1261–1267.
- MIKULSKI S.Z. 1999a – Złoto z Radzimowice w Górach Kaczawskich (Sudety) – nowe dane geochemiczne i mineralogiczne. *Prz. Geol.*, 47 (11): 999–1005.
- MIKULSKI S.Z. 1999b – Berezyty z Dębowniki – nowy typ genetycz-ny złotonośnej mineralizacji w Sudetach. [W:] Muszer A. (red.), *Wybrane zagadnienia stratygrafii, tektoniki i okruszcowania Dolnego Śląska*. Wyd. Uniw. Wroc., Wrocław: 54–59.
- MIKULSKI S.Z. 2000 – Poszukiwania mineralizacji scheelitowo-złoto-nośnej w rejonie makroenkławy Ptasznika na intruzji kłodzko-złotostoc-kiej w Sudetach. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 391: 5–88. Warszawa.
- MIKULSKI S.Z. 2005 – Geological, mineralogical and geochemical cha-racteristics of the Radzimowice Au-As-Cu deposit from the Kaczawa Mountains (Western Sudetes, Poland) – an example of the transition of porphyry and epithermal style. *Mineralium Deposita*, 39 (8): 904–920.
- MIKULSKI S.Z. 2007a – The late-Variscan gold mineralization in the Kaczawa Mountains, Western Sudetes. *Polish Geol. Inst. Spec. Pap.*, 22: 1–162.
- MIKULSKI S.Z. 2007b – Formy wystąpień złota w złożach kwarcowo-siarczkowych w Górach Kaczawskich. *Prz. Geol.*, 55 (4): 298–299.
- MIKULSKI S.Z. 2010 – Charakterystyka i geneza złotonośnej minera-lizacji arsenowo-polimetalicznej w złożu Czarnów (Sudety Zachodnie). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 439: 303–320.
- MIKULSKI S.Z. 2011a – Gold mineralization of the Kłodzko–Złoty Stok intrusion contact zone, Sudetes, SW Poland. [W:] Kozłowski A. & Mikulski S.Z. (red.), *Gold in Poland, AM Monograph*, 2: 27–43.
- MIKULSKI S.Z. 2011b – Gold deposits in Kaczawa Mountains, West Sudetes, SW Poland. [W:] Kozłowski A. & Mikulski S.Z. (red.) *Gold in Poland, AM Monograph*, 2: 63–83.
- MIKULSKI S.Z. 2014 – Występowanie telluru i bizmutu w złotonośnych siarczkowych rudach polimetalicznych w Sudetach (SW Polska). *Gospodar-ka Surowcami Mineralnymi – Min. Resour. Management.*, 30 (2): 15–34.
- MIKULSKI S.Z. 2015 – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce w skali 1 : 200 000 wraz z ich oceną surowcową oraz ograniczeniami środowiskowymi i zagospodarowania przestrzennego. *Prz. Geol.*, 63 (9): 531–533.
- MIKULSKI S.Z. & MARKOWIAK M. 2011 – Gold occurrence in the contact of the Małopolska and Upper Silesia blocks southern Poland. *Gold in Poland. AM Monograph*, 2: 307–317.
- MIKULSKI S.Z. & SADŁOWSKA K. 2015 – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali w Polsce w skali 1 : 200 000 – rudy niklu typu wietrzeniowego (saproliotowego) na bloku przedsudeckim (SW Polska). *Prz. Geol.*, 63 (9): 556–560.
- MIKULSKI S.Z. & SPECZIK S. 2008 – Organic and inorganic geoche-mistry of gold mineralization at the Złoty Stok, SW Poland. *Applied Earth Science (Trans. Inst. Min. Metall. B)*, 117 (4): 149–159.
- MIKULSKI S.Z. & SPECZIK S. 2010 – Założenia dla nowych projek-tów wierceń poszukiwawczo-badawczych w Polsce. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 439: 333–338.
- MIKULSKI S.Z. & WILLIAMS I.S. 2014 – Zircon U-Pb dating of igneous rocks from the Radzimowice and Wielisław Złotyjski auriferous polymetallic deposits, Sudetes, SW Poland. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 84 (3): 213–233.
- MIKULSKI S.Z., MARKOWIAK M. & OSZCZEPALSKI S. 2008 – Złoto w żyłach kwarcowo-siarczkowych z wiercenia DB-4 (rejon Doliny Będkowskiej, południowa Polska). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 429: 99–112.
- MIKULSKI S.Z. WOJCIECHOWSKI A. & OSZCZEPALSKI S. 2011 – Rudy metali. *Rudy Złota: 110–117*. [W:] Wołkiewicz S., Smakowski T. & Speczik S. (red.), *Bilans perspektywicznych Zasobów kopalni Polski wg stanu na 31 XII 2009 r.* Min. Środ., Warszawa.
- MIKULSKI S.Z., OSZCZEPALSKI S., CZAPOWSKI G., SADŁOWSKA K., GAŚIEWICZ A., MARKOWIAK M., STRZELSKA-SMAKO-WSKA B., SZTROMWASSER E., KOŹMA K., SIKORSKA-MAYKOWSKA M., PAULO A., CHMIELEWSKI A., RADWANEK-BAK B., GIELŻECKA-MĄDRY D., MĄDRY S., MICH-NIEWICZ M., BUKOWSKI K., KUĆ P., BLIŹNIUK A., KOSTRZ-SIKORA P. & PIOTROWSKA M. 2015 – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce w skali 1 : 200 000 wraz z ich oceną surowcową i ogranicze-niami środowiskowymi i zagospodarowania przestrzennego. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*.
- MUSZER A. 1992 – Złoto rodzime ze Złotego Stoku. *Arch. Miner.*, 48 (1/2): 81–99.
- MUSZER A. 1997 – Charakterystyka okruszcowania skał północnej i środkowej części Gór Złotych na tle budowy geologicznej. *Pr. Geol. Miner.*, 49: 1–104.
- MUSZER A. 2011 – Gold at Złoty Stok – history, exploitation, charac-teristic and perspectives. [W:] Kozłowski A. & Mikulski S.Z. (red.), *Gold in Poland. AM Monograph* 2: 45–62.
- MUSZYŃSKI M., PARACHONIAK W., MIŁKOWSKI R. & SKOWROŃSKA A. 1988 – Badania petrograficzne próbek z rdzeni otworów wiertniczych wykonanych w utworach podłoża obrzeżenia GZW (rejon Zawiercia–Doliny Będkowskiej). *Stowarzyszenie Nauko-wo-Techniczne Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego i Gazow-niczego, Zespół Rzeczoznawców. Arch. Przed. Geol.*, Kraków.
- NIEĆ M. 2012 – Metodyka dokumentowania złóż kopalni stałych. Część IV – Poradnik. *Szacowanie zasobów. Min. Środ.*, NFOŚiGW. Kraków.
- OSZCZEPALSKI S. & CHMIELEWSKI A. 2015 – Zasoby przewidy-wane surowców metalicznych Polski na mapie w skali 1 : 200 000 – miedź, srebro, złoto, platyna i pallad w utworach cechsztyńskiej serii miedzionośnej. *Prz. Geol.*, 63 (9): 534–545.
- OSZCZEPALSKI S., MARKOWIAK M., BUŁA Z., LASOŃ K., MIKULSKI S.Z., HABRYN R., TRUSZEL M., PAŃCZYK M., SIKORA R., WOŹNIAK P., MUCHA J., WASILEWSKA M.,

- KARWOWSKI Ł., MARKIEWICZ J., WOJCIECHOWSKI A., URBAŃSKI P., SATERNUS A., CUDAK J. & BRAŃSKI P. 2008 – Prognoza złóżowa podłoża paleozoiczno-prekambryjskiego NE obrzeżenia GZW. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*.
- PARACHONIAK W., MIŁKOWSKI R. & MUSZYŃSKI M. 1988 – Badania petrograficzne próbek z rdzeni otworów wiertniczych wykonanych w utworach podłoża obrzeżenia GZW (rejon Zawiercia, Doliny Będkowskiej). *Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego i Gazowniczego. Zespół Rzeczoznawców. Arch. Przed. Geol., Kraków*.
- PENDIAS H. 1965 – Geochemiczne profile w okolicy Radzimowic na Dolnym Śląsku. *Biul. Inst. Geol.*, 170: 81–145.
- PAULO A. & SALAMON W. 1973 – Native gold in ore veins of the Western part of the Góry Kaczawskie Mountains (Sudetes). *Miner. Pol.*, 4: 85–90.
- PAULO A. & SALAMON W. 1974 – Przyczynek do znajomości złoża polimetalicznego w Starej Górze. *Kwart. Geol.*, 18 (2): 266–276.
- PAULO A. & STRZELSKA-SMAKOWSKA B. 2000 – Rudy metali nieżelaznych i szlachetnych. *Wyd. AGH, Kraków*.
- PODEMSKI M. (red.), BUŁA Z., CHAFFEE M. A., CIEŚLA E., EPPINGER R., HABRYN R., KARWOWSKI Ł., LASOŃ K., MARKIEWICZ J., MARKOWIAK M., SNEE L. W., ŚLÓSZARZ J., ROZPORZĄDZENIE 2001 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 grudnia 2001 r. w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalni. *Dz.U. nr 153, poz. 1774, z późn. zm.*
- ROZPORZĄDZENIE 2011 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny. *Dz.U. nr 291, poz. 1712, 2011.*
- TRUSZEL M., WYBRANIEC S. & ŻABA J. 2001 – Palaeozoic porphyry molybdenum-tungsten deposit in the Myszków area, southern Poland. *Polish Geol. Inst. Spec. Pap.*, 6: 1–87.
- QUIRING H. 1948 – *Geschichte des Goldes*. F. Enke. Verlag, Stuttgart: 154–166.
- SIKORSKA-MAYKOWSKA M., KOSTRZ-SIKORA P., BLIŻNIUK A. & PIOTROWSKA M. 2015 – Ograniczenia środowiskowe obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce. *Prz. Geol.*, 63 (9): 589–597.
- SMAKOWSKI T. & SZAMAŁEK K. 2011 – Zasady określania zasobów perspektywicznych kopalni: 11–15. [W:] Wołkiewicz S., Smakowski T. & Speczik S. (red.), *Bilans perspektywicznych Zasobów kopalni Polski wg stanu na 31 XII 2009 r.* Min. Środ., Warszawa.
- SOKOŁOWSKA G. & WOJCIECHOWSKI A., 1995 – Geochemiczna ocena złotoności perspektywicznych utworów geologicznych Polski. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*.
- STAUFFACHER J. 1915 – Der Goldgangdistrikt von Altenberg in Schlesien. *Zeitsch. für Geol.*, 12: 53–83.
- SZTROMWASSER E., GIEŁŻECKA-MĄDRY D., MĄDRY S., KUĆ P. & SADŁOWSKA K. 2015 – Zasoby perspektywiczne surowców siarczanowych Polski na mapach w skali 1 : 200 000 – gipsy i anhydryty. *Prz. Geol.*, 63 (9): 572–580.
- SZUFLICKI M., MALON A. & TYMIŃSKI M. (red.) 2015 – *Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce (wg stanu na 31.12.2014 r.)*. PIG-PIB, Warszawa.
- ZIMNOCH E. 1965 – Okruszcowanie złoża Starej Góry w świetle nowych danych. *Biul. Geol. Wydz. Geol. UW.*, 5: 3–38.
- ZIMNOCH E. 1985 – Mineralizacja kruszcowa złoża Czarnów (Sudety). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 53 (1/4): 289–306.