

PORFIROWA MINERALIZACJA Mo–Cu–W W UTWORACH PREKAMBRYJSKO- -PALEOZOICZNYCH – ANALIZA PROGNOSTYCZNA STREFY KONTAKTU BŁOKÓW GÓRNOŚLĄSKIEGO I MAŁOPOLSKIEGO

PORPHYRY Mo–Cu–W MINERALIZATION WITHIN PRECAMBRIAN–PALEOZOIC ROCKS – PROSPECTIVITY ANALYSIS OF THE BORDER ZONE OF THE UPPER SILESIA AND MAŁOPOLSKA BLOCKS

ŚLAWOMIR OSZCZEPALSKI¹, MAREK MARKOWIAK², STANISŁAW Z. MIKULSKI¹,
KRZYSZTOF LASON², ZBIGNIEW BUŁA², RYSZARD HABRYN²

Abstrakt. W strefie kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego mineralizacja porfirowa Mo–Cu–W występuje w obrębie granitoidów i dajek porfirowych oraz w utworach osłony intruzji magmowych, reprezentowanych głównie przez metaiłowce i metamulowce ediakaru, w mniejszym stopniu syluru, a także skały węglanowe i klastyczne ordowiku, syluru i dewonu. Mineralizacja porfirowa jest reprezentowana głównie przez chalkopiryt, molibdenit i scheelit, występujące w formie żyłkowej, impregnacyjnej i rozproszonej. W strefie krawędziowej bloku małopolskiego wydzielono pięć rejonów prognostycznych mineralizacji porfirowej Mo–Cu–W (z wyłączeniem udokumentowanego złoża Myszków): Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód, Żarki–Kotowice, Zawiercie, Pilica i Dolina Będkowska, a w strefie brzeżnej bloku górnośląskiego – rejon Mysłowa. Formowanie mineralizacji kruszcowej poprzedziły procesy metamorfizmu kontaktowo-metasomatycznego, głównie biotytyzacja skał klastycznych osłony granitoidów w odległości do ok. 1500 m od intruzji. Okruszczowanie jest związane przestrzennie i genetycznie ze strefami przeobrażeń hydrotermalnych (feldspatyżacja, sylicyfikacja, epidotyżacja, karbonatyżacja, chlorytyżacja, serycytyżacja), występującymi w obrębie i wokół granitowo-porfirowych intruzji. Relacje między okruszczowaniem, waryscyjskim magmatyzmem, intensywnością i charakterem przeobrażeń oraz wiek molibdenitu (303–295 Ma) oznaczony metodą Re–Os jednoznacznie wskazują na pomagmowe hydrotermalne pochodzenie omawianej mineralizacji. Szanse na odkrycie następnego po Myszkowie złoża można wiązać przede wszystkim z brzeżną częścią bloku małopolskiego oraz fragmentem krawędziowej części bloku górnośląskiego w rejonie Mysłowa.

Słowa kluczowe: porfirowa mineralizacja Mo–Cu–W, obszary prognostyczne, kontakt bloków małopolskiego i górnośląskiego.

Abstract. Porphyry Mo–Cu–W mineralization is associated with the boundary zone of the Upper Silesia and Małopolska blocks. It is encountered within Ediacarian and Silurian metasediments, as well as in Ordovician, Silurian and Devonian carbonates and siliciclastics, intruded by granitoids and porphyry dikes. Ore mineralization is represented by chalkopyrite, molibdenite and scheelite forming veinlets, impregnations and disseminations. Investigation of 66 km of cores from 284 prospective drill holes (done till 1992) provided new data representing the distribution of mineralization on a regional scale. Based on the contours of metal average contents, five prospective areas (Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód, excluding Myszków deposit, Żarki–Kotowice, Zawiercie, Pilica and Dolina Będkowska) with porphyry Mo–Cu–W mineralization have been delineated on the Małopolska Block and Mysłów area on the Upper Silesia Block. Formation of ore mineralization was preceded by contact-metasomatic metamorphism (predominantly by biotitisation of granitoids cover extending to 1500 m away from intrusion). Ores are spatially and genetically associated with zones of hydrothermal alteration (feldspathization, silification, epidotization, carbonatization, chloritization, sericitization) developing in and around granitoid and porphyry intrusions. Close spatial and genetic association between mineralization (supported by Re–Os 303–295 Ma ages of molibdenite), Variscan magmatism, alteration, and active Cracow–Lubliniec dislocation system clearly indicates postmagmatic, hydrothermal origin of mineralization. New exploration targets can be found at the border zone of Małopolska and Upper Silesia Block.

Key words: porphyry Mo–Cu–W mineralization, prognostic areas, Małopolska and Upper Silesia Block border zone.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: slawomir.oszczepalski@pgi.gov.pl, stanislaw.mikulski@pgi.gov.pl

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Górnośląski, ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec; e-mail: marek.markowiak@pgi.gov.pl, krzysztof.lason@pgi.gov.pl, zbigniew.bula@pgi.gov.pl, ryszard.habryn@pgi.gov.pl

WSTĘP

Pierwsze prace geofizyczne i wiertnicze na obszarze północno-wschodniej części obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego zostały przeprowadzone przez Instytut Geologiczny w latach 1954–1957. W późniejszych latach Państwowy Instytut Geologiczny i Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie zrealizowały dziesiątki projektów geologiczno-rozpoznawczych, których głównym zadaniem było w pierwszych etapach poszukiwanie złóż rud Zn–Pb. Uzyskane wstępne dane skłoniły do wykonania w 1966 roku otworu Myszków P-1 (między Myszkowem i Mrzygłodem), którym nawiercono bardzo liczne dajki kwaśnych skał magmowych (porfirytów), przecinających łupki metamorficzne i granitoidy (Ekiert, 1971; Piekarski, 1971; Banaś i in., 1972). W efekcie, coraz częściej w projektach poszukiwań rud Zn–Pb przewidywano dowiercanie się do skał podłoża oraz rozpoczęto realizację projektów poszukiwań złóż rud polimetalicznych w utworach podłoża bloku małopolskiego. W ich wyniku ujawniono bogatą mineralizację Mo–Cu–W w prekambryjskich i paleozoicznych utworach podłoża mezozoiku w rejonie Myszkowa, Mrzygłodu, Zawiercia, Pilicy i Doliny Będkowskiej (Harańczyk, 1978, 1980, 1983; Górecka, Nowakowski, 1979; Harańczyk i in., 1980; Ślósarz, 1982, 1988; Piekarski, 1983; Ślósarz, Karwowski, 1983; Nieć, 1988; Lasoń, 1992). Największego odkrycia dokonano w rejonie Myszkowa, gdzie udokumentowano złożę rud Mo–W–Cu Myszków w kat. C₂ (Piekarski i in., 1993) oraz szczegółowo zbadano jego okruszcowanie (Markiewicz i in., 1993; Ślósarz, 1993; Habryn, Markowiak, 1994; Podemski i in., 2001; Lasoń, 2003; Markowiak, 2005).

W pierwszych regionalnych ujęciach mineralizacji kruszcowej w podłożu mezozoiku wyróżniano następujące obszary perspektywiczne: Myszków–Mrzygłód (Poraj–Mrzygłód), Zawiercie, Pilica, Dolina Będkowska (Piekarski, 1971, 1983, 1994a, b; Harańczyk, 1978, 1980; Harańczyk i in., 1980; Nieć, 1988). Rekapitulacja danych umożliwiła wydzielenie ośmiu rejonów mineralizacji molibdenowo-miedziowo-wolframowej: Mysłowa, Nowej Wsi Żareckiej, Myszkowa, Mrzygłodu, Żarek–Kotowic, Zawiercia, Pilicy i Doliny Będkowskiej (Markowiak i in., 1994; Karwowski i in., 2005; Markowiak, 2005; Truszel i in., 2006; Lasoń, Markowiak, 2008).

Obecna weryfikacja archiwalnych materiałów wiertniczych umożliwiła konstrukcję map średniej zawartości metali, określenie regionalnych prawidłowości występowania okruszcowania i wyznaczenie rejonów prognostycznych (Oszczepalski i in., 2008). Sprofilowano 66 kmb rdzeni z 284 otworów odwierconych w trakcie wieloletnich (trwających do 1992 r.) poszukiwań złóż polimetalicznych i Zn–Pb oraz pobrano ponad 3700 próbek losowych metodą punktową i 240 próbek specjalnych. Oznaczeń metali dokonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym PIG–PIB metodą XRF, GF-AAS i FASS. Wykonano badania kruszcowe 600 preparatów z wykorzystaniem mikroskopu NIKON ECLIPSE LV100 POL, 100 analiz w mikroobszarze z użyciem mikroskopu skaningowego JEOL JSM-35 EDS oraz 5 oznaczeń wieku bezwzględne molibdenitu metodą Re–Os w Uniwersytecie Kolorado.

SYTUACJA GEOLOGICZNA

Bloki górnośląski i małopolski są sztywnymi fragmentami skorupy o odmiennej budowie i przeszłości geologicznej (fig. 1; Żaba, 1999; Buła, 2000; Buła i in., 2002, 2005). Jednostki te są oddzielone strefą tektoniczną Kraków–Lubliniec (o szerokości do ok. 0,5 km; fig. 2), stanowiącą część transkontynentalnej strefy tektonicznej Hamburg–Kraków, którą należy traktować jako uskoku zrzutowo-przesuwczy o założeniach prekambryjskich. Największa aktywność tektoniczna miała miejsce od kambru po perm (Żaba, 1999). Oba bloki różnią się ogólnym charakterem budowy prekambryjskiego fundamentu, a występujące na nich w formie pokrywy osadowej utwory paleozoiczne wykazują odmienny rozwój paleogeograficzno-facjalny i paleotektoniczny (fig. 1).

Utwory tworzące paleozoiczną pokrywę osadową w krawędziowej części bloku górnośląskiego są reprezentowane przez: klastyczne skały kambru dolnego i środkowego, klastyczno-węglanowe osady ordowiku, dewonu i karbonu dolnego oraz klastyczne skały karbonu (kulm). Występujące w tej części bloku górnośląskiego utwory dewońsko-karbońskie tworzą struktury fałdowo-blokowe – antyklinalne (zbudowane ze skał węglanowych dewońsko-dolnokarbońskich)

i synklinalne (wypełnione karbońskimi skałami klastycznymi kulmu), pocięte licznymi uskokami o różnych amplitudach zrzutu. Kierunki osi tych struktur wyraźnie nawiązują do przebiegu strefy uskokowej Kraków–Lubliniec. Utwory ordowiku i kambru dolnego występują w obrębie zrębów ograniczonych uskokami o kilkusetmetrowych amplitudach zrzutu.

W południowo-zachodniej, krawędziowej części bloku małopolskiego, fundament prekambryjski tworzą anchimetamorficzne skały klastyczne ediakaru, silnie tektonicznie zdeformowane, lokalnie sphyllityzowane. Odsłaniające się na podmezozoicznej powierzchni utwory ediakaru tworzą rozległą, zrębową strukturę, podzieloną rowami i półrowami tektonicznymi, wypełnionymi utworami ordowiku i syluru (np. w okolicach Żarek i Zawiercia). Profil paleozoicznej pokrywy osadowej reprezentują tu węglanowe osady ordowiku oraz klastyczne i węglanowe syluru. Młodsze utwory paleozoiczne (dewonu i karbonu) wypełniają półrowy tektoniczne niższego rzędu, bądź tworzą struktury o charakterze zrębów i półzrębów. Reprezentowane są przez węglanowe i klastyczne osady dewonu i karbonu (podobne litologicznie do rozpoznanych na bloku górnośląskim). Powierzchnia stro-

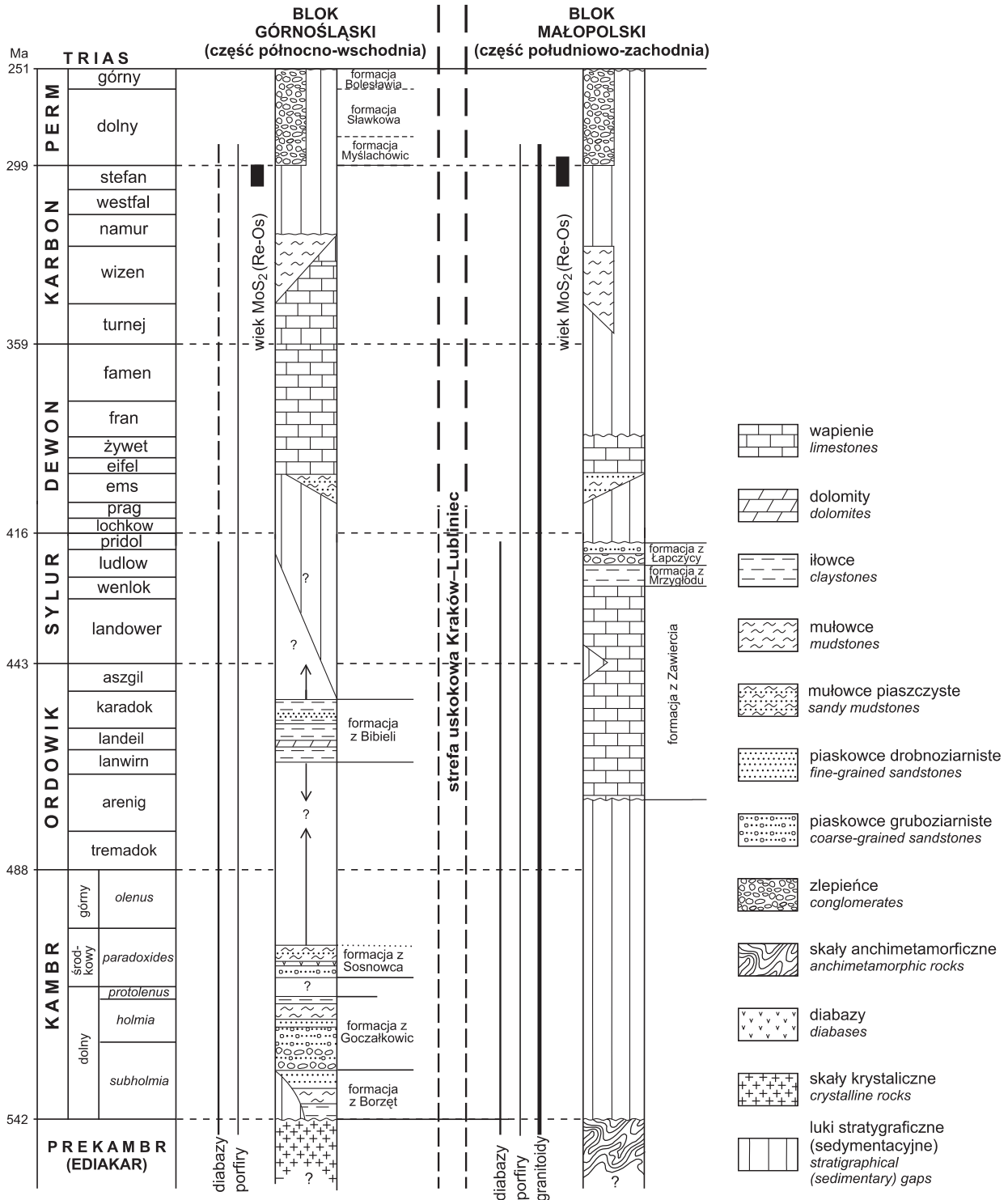


Fig. 1. Pozycja stratygraficzna badanych utworów prekambryjsko-paleozoicznego podłoża w strefie kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego (według Buła i in., 2005, uzupełnione)

Stratigraphic succession of Precambrian–Paleozoic rocks at the border zone of Małopolska and Upper Silesia Block (after Buła *et al.*, 2005, completed)

pową utworów paleozoiku i prekambru zapada monoklinalnie od strefy uskoku Kraków–Lubliniec w kierunku północno-wschodnim, lecz przemieszczona jest uskoki normalno-zrutowymi o regionalnym zasięgu i dużych amplitudach zrzutu.

Z ewolucją tektoniczną strefy Kraków–Lubliniec wiąże się rozwój magmatyzmu na styku bloków górnośląskiego i małopolskiego (fig. 1; tab. 1). W efekcie, wszystkie znane intruzje granitoidowe (i związane z nimi żyły subwulkaniczne) grupują się w krawędziowej części bloku małopolskiego.

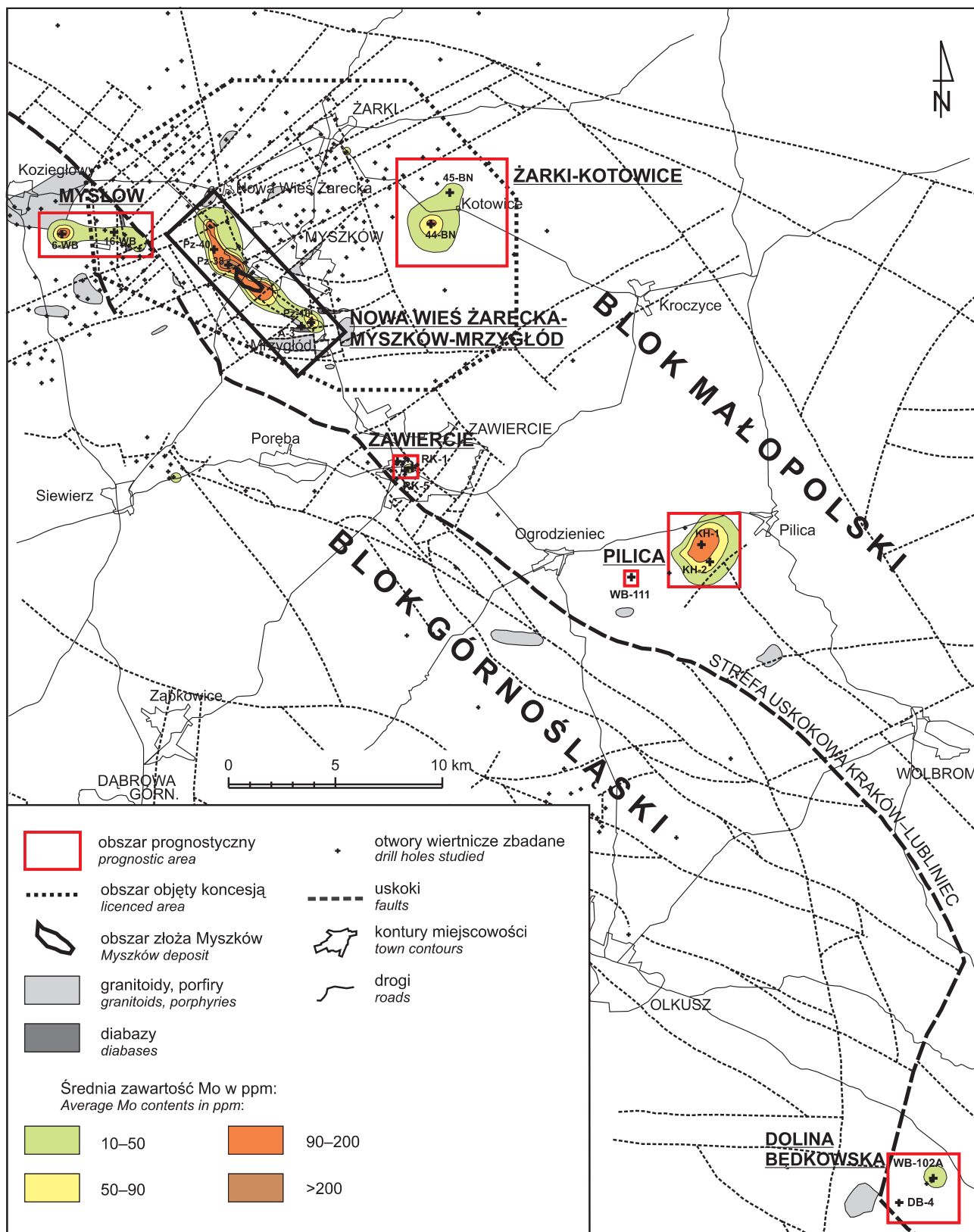


Fig. 2. Obszary prognostyczne w strefie kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego

Prognostic areas at the border zone of Upper Silesia and Małopolska blocks

Tabela 1

**Charakterystyka rejonów prognostycznych w strefie kontaktowej bloków górnośląskiego i małopolskiego
(wg Oszczepalskiego i in., 2008)**

Characteristics of the prognostic areas at the border zone of the Upper Silesia and Małopolska blocks
(after Oszczepalski *et al.*, 2008)

Cechy rejonów prognostycznych	Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód	Żarki–Kotowice	Zawiercie	Pilica	Dolina Będkowska	Mysłów
Powierzchnia	27 km ²	20 km ²	1,2 km ²	12 km ²	11 km ²	11 km ²
Intruzja granitoidowa	granodioryt	nie nawiercona	granodioryt (monzogranit)	granodioryt	granodioryt	nie nawiercona
Skały subwulkaniczne i wulkaniczne	dacytoidy, diabazy, lamprofiry, andezyty	lamprofiry, dacytoidy	dacytoidy, lamprofiry	dacytoidy, lamprofiry	dacytoidy, diabazy, andezyty	dacytoidy, diabazy
Skały osłony	ediakar	ediakar	ediakar, ordowik, sylur, dewon	ediakar	ediakar	ordowik, dewon
Metale dominujące	Cu>Mo>W	Cu>W>Mo	Cu>Mo>W	Cu>Mo>W	Cu>Mo>W	Cu>Mo>W
Metale towarzyszące	Zn>Pb	Pb>Zn	Pb>Zn	Zn>Pb	Zn>Pb>Au	Zn>Pb
Najbogatszy otwór – średnie zawartości metali w najbogatszym interwale	<u>Pz-40</u> 1794 ppm Cu 97 ppm Mo 67 ppm W 112 ppm Zn 5 ppb Au	<u>45-BN</u> 2500 ppm Cu 25 ppm Mo 66 ppm W 1025 ppm Pb 611 ppm Zn	<u>RK-1</u> 316 ppm Cu 45 ppm Mo 4 ppm W 15 ppm Pb 103 ppm Zn	<u>KH-1</u> 198 ppm Cu 200 ppm Mo 10 ppm W 474 ppm Zn	<u>WB-102A</u> 249 ppm Cu 49 ppm Mo 23 ppm W 96 ppm Zn 7 ppb Au	<u>6-WB</u> 389 ppm Cu 224 ppm Mo 11,5 ppm W 80 ppm Zn
Średnia zawartość Cu w najbogatszym interwale	1794 ppm	2500 ppm	316 ppm	278 ppm	335 ppm	595 ppm
Maks. zaw. Cu w próbce	17770 ppm	15026 ppm	9633 ppm	7298 ppm	3509 ppm	4051 ppm
Średnia zawartość Mo w najbogatszym interwale	593 ppm	92 ppm	45 ppm	200 ppm	50 ppm	225 ppm
Maksymalna zaw. Mo w próbce	18220 ppm	453 ppm	770 ppm	8858 ppm	1477 ppm	887 ppm
Średnia zawartość W w najbogatszym interwale	131 ppm	65 ppm	10 ppm	33 ppm	23 ppm	34 ppm
Maksymalna zaw. W w próbce	2093 ppm	287 ppm	251 ppm	472 ppm	236 ppm	342 ppm
Maksymalna zaw. Au w próbce	106 ppb	27 ppb	24 ppb	79 ppb	15000 ppb	5 ppb
Główny typ mineralizacji	porfirowy	porfirowy	skarnowo-metasomatyczny	porfirowy	porfirowy	skarnowo-metasomatyczny
Towarzyszący typ mineralizacji	skarnowy		porfirowy	skarnowo-metasomatyczny		porfirowy
Główna forma mineralizacji	impregnacyjno-żyłkowa	żyłkowa	soczewy gniazda	żyłkowa	żyłkowa	impregnacyjno-żyłkowa
Główne minerały kruszcowe	chalkopiryt, molibdenit, scheelit	chalkopiryt, sfaleryt, galena	chalkopiryt	chalkopiryt, molibdenit	chalkopiryt, molibdenit	chalkopiryt
Intensywność przeobrażeń	bardzo intensywne	intensywne	bardzo intensywne	mało intensywne	intensywne	bardzo intensywne
Skały metamorfizmu kontaktowego	hornfelsy, skarny, łupki plamiste	łupki plamiste	skarny, marmury, hornfelsy, łupki plamiste	skarny	hornfelsy	hornfelsy, skarny, metasomatyty

Tabela 1 cd.

Cechy rejonów prognostycznych	Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód	Żarki–Kotowice	Zawiercie	Pilica	Dolina Będkowska	Mysłów
Główny typ przeobrażeń	biotytyzacja, feldspatyżacja, serycytyzacja	serycytyzacja, feldspatyżacja	feldspatyżacja, serycytyzacja, chlorytyzacja, epidotyżacja	feldspatyżacja, biotytyzacja, chlorytyzacja, epidotyżacja	biotytyzacja, feldspatyżacja, serycytyzacja, chlorytyzacja	feldspatyżacja
Dominujące żyły mineralne	kwarcowe	kwarcowe	kwarcowe, kwarcowo-chlorytowe, węglanowe	kwarcowe, kwarcowo-chlorytowe	kwarcowo-skalieniowe, kwarcowo-chlorytowe	kalcytowe
Wiek molibdenitu (Re/Os)	302–295 Ma			303–299 Ma	303–299 Ma	303–299 Ma
Odległość od strefy uskoku Kraków–Lubliniec	2–4 km NE	12–13 km NE	0,5–1,0 km NE	3–6 km NE	0,5–3,0 km NE	1–3 km SE
Miaższość nadkładu bez mineralizacji	170–210 m	430 m	70 m	380 m	100 m	350 m

Granitoidy budujące intruzje są reprezentowane przede wszystkim przez granodioryty Mrzygłodu, Pilicy i Doliny Będkowskiej, o ciągłych przejściach granitoidów holokryształicznych do granitoidów o teksturach porfirowatych (w brzeźnych partiach intruzji). Wokół tych intruzji rozwinął się związany z nimi system dajek porfirowych (Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód, Zawiercie, Dolina Będkowska, Mysłów). Żył diabazów i lamprofirów występują w rejonie Mysłowa, Żarki–Kotowice, Myszkowa, Mrzygłodu i Doliny Będkowskiej.

Pierwotnie uznano (Harańczyk i in., 1980; Harańczyk, 1983), że intruzje granitoidowe powstały przed dewonem (w trakcie ruchów kaledońskich), dajki porfirów ryodacytowych, dacytowych i kwarcowych (przebijające utwory dewonu) uznano za rudonośny magmatyzm waryscyjski, natomiast najmłodsze dajki ryolitów i lamprofirów zaliczono do magmatyzmu porudnego (prawdopodobnie wieku permskiego). Datowania kwaśnych skał magmowych wolumetryczną (Depciuch, 1971) i izochronową (Jarmołowicz-Szulc, 1985) odmianą metody K–Ar wskazują jednak na ich waryscyjski wiek, a datowania metodą Ar–Ar minerałów wtórnych (Chaffee i in., 1997), granodiorytów metodą Rb–Sr (Truszel i in., 2006) oraz cyrkonów w ryodacytach i granodiorytach metodą U–Pb SHRIMP (Nawrocki i in., 2007; Żelaźniewicz i in., 2008), świadczą o wielofazowym rozwoju magmatyzmu (w okresie od 312 do 278 Ma) oraz trwanie procesów przeobrażeniowych do ok. 270 Ma. Diabazy są wieku kaledońskiego (Depciuch, 1971; Harańczyk, 1983); przecinają utwory od ediakaru po sylur górny (przecinane są z kolei przez granitoidy i porfiry), co oznacza, że większość dajek diabazowych z bloku małopolskiego powstała w sylurze górnym (fig. 1).

W strefie egzokontaktu oddziaływanie intruzji zaznacza się w postaci metamorfizmu termicznego i termiczno-metasomatycznego skał osłony. Przemiany skał ilasto-mułowcowo-piaszczystych doprowadziły we wszystkich rejonach do powstania czarnych hornfelsów biotytowych i łupków plamistych (Harańczyk, 1978, 1983; Muszyński, 1991; Markie-

wicz, 2002; Koszowska, Wolska, 2000; Truszel i in., 2006). Skład mineralny hornfelsów w aureoli kontaktowej wskazuje na przeobrażenia w warunkach facji albitowo-hornfelsowej, albitowo-epidotowo-hornfelsowej i hornblendowo-hornfelsowej, określające temperatury przemian kontaktowych w zakresie od 650 do 350°C (Koszowska, Wolska, 2000; Truszel i in., 2006). Zasięg termiczno-metasomatycznego oddziaływania intruzji granitoidowej dochodzi do 1500 m od granic intruzji (Markiewicz, 2002; Markowiak, 2004; Truszel i in., 2006). W wyniku przeobrażeń termiczno-metasomatycznych skał węglanowych i infiltracji roztworów hydrotermalnych (wzdłuż dyslokacji i nieciągłości tektonicznych), pochodzących z subwulkanicznych intruzji, powstały (głównie w rejonie Zawiercia i Mysłowa) strefowo rozmieszczone skarny, skarnoidy, marmury i kalcyfiry (Górecka, Nowakowski, 1979; Harańczyk i in., 1980; Koszowska, 2000; Truszel, Karwowski, 2003). Skarny obecne w marmurach ordowiku tworzyły się w wyniku interakcji wysokotemperaturowych roztworów w zakresie od 570 do 350°C (Koszowska, 2000; Truszel i in., 2006). Zarówno granitoidy, skały osłony, jak i skały subwulkaniczne i wulkaniczne uległy strefowym procesom przeobrażeń hydrotermalnych. Najintensywniej procesy te rozwinęły się wokół żyłek kwarcowych i kwarcowo-skalieniowych (tnących skały magmowe i utwory ediakaru), powodując powstanie partii różowoczerwonych (wskutek feldspatyżacji), jasnożółtych (w przypadku serycytyzacji), żółtozielonych (wskutek chlorytyzacji i epidotyżacji) oraz jasnoszarych (w wyniku argilityzacji). Strefom tym towarzyszy impregnacyjno-żyłkowa mineralizacja porfirowa typu Mo–Cu–W (Harańczyk, 1980; Ślósarz, 1982; Lasoń, 1992, 2003; Podemski i in., 2001; Buła i in., 2005; Karwowski i in., 2005; Markowiak, 2005; Truszel i in., 2006), uformowana z pomagmowych roztworów hydrotermalnych o temperaturze od 440 do 90°C (Ślósarz, Karwowski, 1983) w trakcie procesów mineralizacyjnych cyklu waryscyjskiego (fig. 1), o czym świadczy wiek molibdenitu w zakresie od 303 do 295 Ma (tab. 1; Stein i in., 2005).

REJONY PROGNOSTYCZNE

REJON NOWEJ WSI ŻARECKIEJ–MYSZKOWA –MRZYGŁODU

Mineralizacja kruszczowa. W obrazie rozprzestrzenienia mineralizacji kruszczowej zaznaczają się tu trzy zasadnicze subrejony prognostyczne: Nowej Wsi Żareckiej (północno-zachodni), centralny (wokół złoża Myszków) i Mrzygłodu (południowo-wschodni).

Subrejon Nowej Wsi Żareckiej cechuje pozytywna anomalia miedziowo-molibdenowa wokół otworu wiertniczego Pz-40, porównywalna ze złożem Myszków (Habryn i in., 1994). W najbogatszym interwale mineralizacji miedziowej (299,5–466,0 m), średnia zawartość miedzi wynosi 0,42% (do 1,3% Cu w próbkach). Mineralizacja molibdenowa jest dość bogata (lokalnie zawartość w próbkach sięga 1,8%), a w dwóch interwałach o miąższości 3–4 m rejestrowano średnią zawartość 0,18% Mo. Kontur anomalii wolframowej przekracza granice anomalii Cu–Mo, a średnia zawartość W waha się w granicach 67–131 ppm (maksymalnie do 1227 ppm w próbkach). Zespół mineralny jest zbliżony do występującego w złożu Myszków, lecz zwraca uwagę znaczny udział pirotynu i obecność wolframitu. Głównym minerałem kruszczowym jest chalkopiryt w asocjacji z pirytem, molibdenitem i pirotynem, które występują w formie impregnacyjnych i drobnożyłkowych skupień (fig. 3A). Chalkopiryt tworzy przerosty ze sfalerytem, pirotynem i pirytem lub zawiera wrostki pirotynu, sfalerytu, bornitu i magnetytu. Molibdenit najczęściej pojawia się w okwarcowanych metaosadach ediakaru, a scheelit występuje sporadycznie, głównie w granitoidach.

Subrejon centralny odznacza się najbogatszą mineralizacją kruszczową w całym obszarze krakowsko-lublinieckim. Udokumentowane w centrum tego odcinka porfirowe złożo Mo–Cu–W Myszków zajmuje obszar o powierzchni około 0,5 km², gdzie na głębokości do 1000 m znajduje się 800 mln Mg rudy o średniej zawartości 0,152% Cu, 0,049% Mo, 0,041% W, 0,156 Mo_e (Piekarski i in., 1993), zawierającej 804 tys. Mg Cu, 295 tys. Mg Mo i 238 tys. Mg W w rudzie bilansowej oraz 771 tys. Mg Cu, 298 tys. Mg Mo i 212 tys. Mg W w rudzie pozabilansowej (Siata, 2007). Stwierdzoną wokół złoża Myszków pozytywną anomalię Mo–Cu–W cechuje wysoka zawartość metali, maksymalna w próbkach z otworu wiertniczego Pz-38 (1,8% Mo, 0,2% W). W kilku otworach ujawniono interwały ze średnią zawartością Mo w granicach 180–590 ppm. Anomalia wolframu jest rozległa, a najwyższe średnie zawartości grupują się w zakresie 113–131 ppm. Okruszczowane są tu zarówno granitoidy, żyły porfirów, jak i zmetamorfizowane skały osłony. Zespół minerałów kruszczowych stanowi: piryt, chalkopiryt, molibdenit oraz scheelit, magnetyt, bornit, pirotyn i hematyt. Molibdenit jest powszechny w asocjacji z chalkopirytem i pirytem, a lokalnie tworzy zrosty z bizmutem rodzimym i bizmutynitem. Głównym nośnikiem molibdenitu są żyłki kwarcowe i kwarcowo-skaleniove oraz metasomatyty skalenio-epi-

dotowe. W obrębie granodiorytów z otworu wiertniczego Pz-38 pospolita jest parageniza molibdenit–chalkopiryt–piryt–pirotyn–sfaleryt–galena–bornit. Lokalnie w żyłkach kwarcowych rozcinających granitoid liczny jest scheelit w paragenizie z pirytem, chalkopirytem i pirotynem. Charakterystyczną cechą scheelitu jest jego strefowa budowa, spowodowana zmienną domieszką Mo (do 4–6% wag.). W obrębie spękanych ziaren scheelitu ujawniono mikrożyłki molibdenitu. W kilku interwałach zmetasomatygowanych granitów z polimetaliczną mineralizacją siarczkową stwierdzono agregaty pirytowo-chalkopirytowe z wrostkami minerałów bizmutu i telluru (bizmut rodzimy, bizmutynit, tetradymit, gustavit, benjaminit, siarkobizmutki Pb, tellurobizmutki), siarkosole Cu, Pb i Bi (emplektyt, lindströmit, aikinit, cupropavit, paarit) oraz hessyt, argentyt, siarkotellurki Pb–Ag i złoto rodzime (Mikulski i in., 2009).

Subrejon Mrzygłodu wyznaczają otwory Pz-10 i A-3. W otworze Pz-10 stwierdzono wysoką średnią zawartość miedzi (1107 ppm) i molibdenu (97 ppm), a także bardzo wysokie zawartości miedzi (1,8%), cynku (4,1%) i ołowiu (2,4%) w próbkach. Najzasobniejsze w miedź są w tym otworze diabazy (rozcięte żyłami porfirów), ale także metasomatyty i skarny (Ślósarz, Karwowski, 1983; Markowiak i in., 1994). Asocjację kruszczową tworzy piryt, chalkopiryt, magnetyt, pirotyn, hematyt, molibdenit, wolframit, scheelit i bornit (fig. 3B). Lokalnie obecna jest intensywna impregnacyjno-żyłkowa mineralizacja siarczkowa, głównie pirytowo-chalkopirytowa. Molibdenit obserwowano przede wszystkim w metaosadach sąsiadujących z intruzją granodiorytową, gdzie występuje w żyłkach kwarcowych w asocjacji z chalkopirytem i pirytem, rzadziej magnetytem, ilmenitem i rutytem. W wielu interwałach obecna jest mineralizacja polimetaliczna, reprezentowana przez chalkopiryt, bornit, sfaleryt, galenę oraz piryt i pirotyn. W metaosadach spotyka się żyłki kwarcowe z scheelitem, wolframitem, chalkopirytem i pirytem, a w dacytach pojedyncze ziarenka scheelitu. Pod względem mineralizacji wolframowej omawiany obszar jest ubogi (maksymalnie 1406 ppm w próbce metalowców).

Przesłanki poszukiwawcze. Omawiany rejon cechuje bogata mineralizacja kruszczowa, a szczególnie obiecujący jest odcinek północno-zachodni (Nowa Wieś Żarecka), gdzie w otoczeniu otworu Pz-40 stwierdzono mineralizację miedziowo-molibdenową, wskazującą na możliwość odkrycia bogatego ciała rudnego (fig. 2).

Dość duże perspektywy natrafienia na mineralizację o charakterze złożowym istnieją również w subrejonie Mrzygłodu, choć jest on wciąż słabo rozpoznany otworami wiertniczymi. Stwierdzono tam bogatą mineralizację miedziowo-molibdenową, której towarzyszy mineralizacja polimetaliczna. Rozkład mineralizacji wskazuje, że ewentualne prace poszukiwawcze należy skoncentrować w otoczeniu otworu wiertniczego Pz-10. Na podstawie rozmiaru złoża

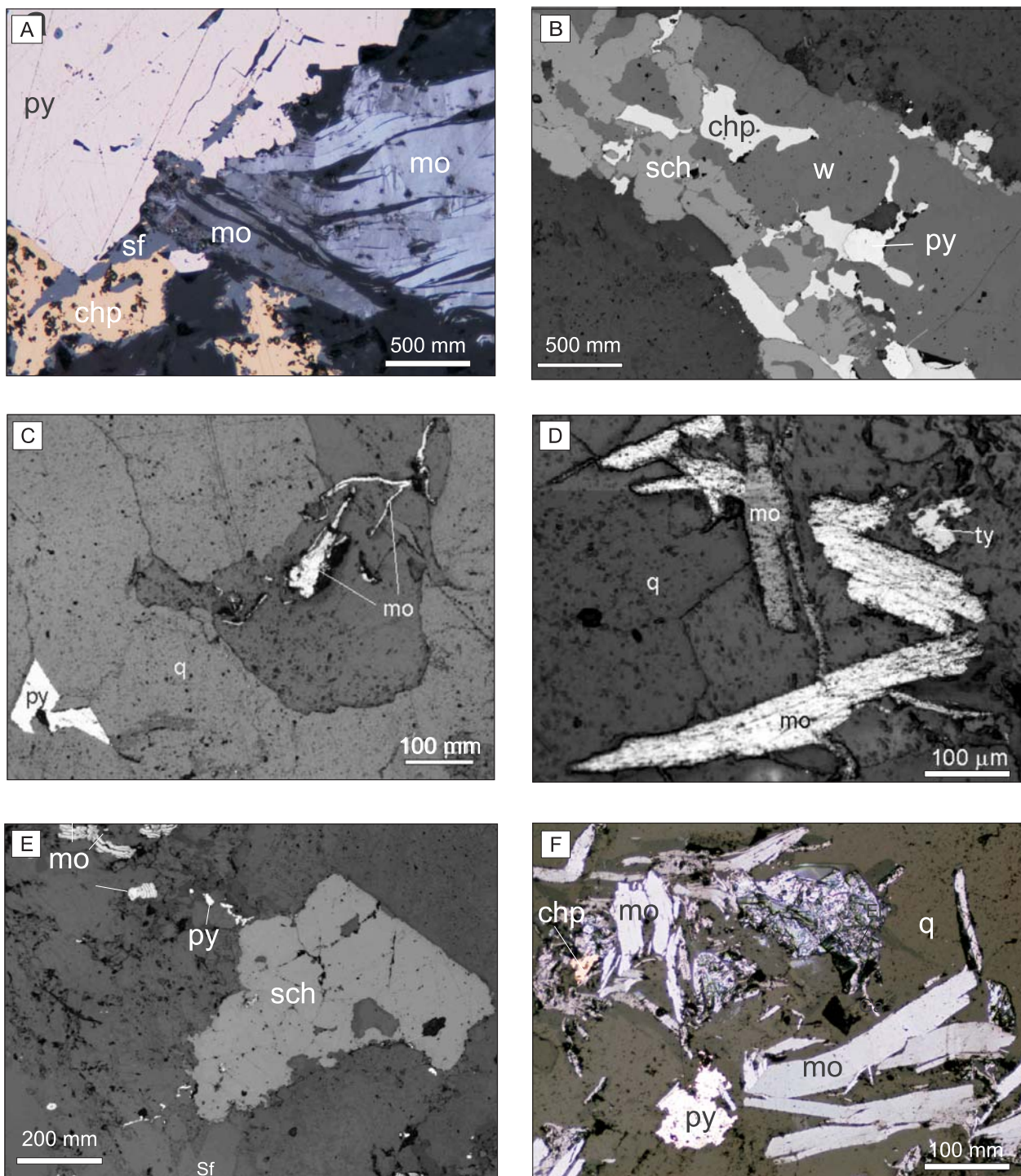


Fig. 3. Typowe formy wystąpień molibdenitu (mo), chalcopirytu (chp) i scheelitu (sch) w asocjacji z minerałami siarczkowymi (py – piryt, sf – sfaleryt) i tlenkowymi (w – wolframit, ty – tytanit, q – kwarc) w obszarach prognostycznych strefy kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim

A. Rejon Nowej Wsi Żareckiej, otwór Pz-40, głębokość 712 m. **B.** Rejon Mrzygłodu, otwór Pz-10, głębokość 667 m. **C.** Rejon Żarek–Kotowic, otwór 45-BN, głębokość 548 m. **D.** Rejon Zawiercia, otwór RK-5, głębokość 326,3 m. **E.** Rejon Pilicy, otwór KH-2, głębokość 1071,5 m. **F.** Rejon Doliny Będkowskiej, otwór WB-102A, głębokość 338,3 m

Typical molybdenite (mo), chalcopyrite (chp) and scheelite (sch) forms in association with sulphides (py – pyrite, sf – sphalerite) and oxide minerals (w – wolframite, ty – titanite, q – quartz) in the prognostic areas of the Małopolska and Górnośląski Block contact zone

A. Nowa Wieś Żarecka area, Pz-40 drill hole, 712 m depth. **B.** Mrzygłód area, Pz-10 drill hole, 667 m depth. **C.** Żarki–Kotowice area, 45-BN drill hole; 548 m depth. **D.** Zawiercie area, RK-5 drill hole, 326.3 m depth. **E.** Pilica area, KH-2 drill hole, 1071.5 m depth. **F.** Dolina Będkowska area, WB-102A drill hole, 338.3 m depth

Myszków (500×800 m) można sądzić, że przy obecnej gęstości siatki otworów istnieje jeszcze wiele obszarów, gdzie mogą istnieć ciała kruszcowe porównywalne z tym złożem. Pomiedzy wyznaczonym rejonem prognostycznym a strefą uskoku Kraków–Lubliniec istnieje słabo rozpoznany pas utworów ediakarskich i sylurskich.

Korzystnym czynnikiem do poszukiwań złóż w omawianym rejonie jest nieznaczna minimalna głębokość występowania interwałów okruszczonych (odpowiednio ok. 200 m w subrejonie Nowej Wsi Żareckiej, 180 m w odcinku centralnym i 210 m w subrejonie Mrzygłodu). Poszukiwania i ewentualną eksploatację ogranicza obecność triasowego zbiornika wód podziemnych Lubliniec–Myszków, który podlega ścisłej ochronie przed zanieczyszczeniem. Obecnie cały rejon prognostyczny Nowej Wsi Żareckiej–Myszkowa–Mrzygłodu znajduje się w obszarze koncesyjnym Śląsko-Krakowskiej Kompanii Górnictwa Metali (SKKGM), która odwierciła w tym rejonie dwa otwory z mineralizacją kruszczową. Po odpowiednim zagęszczeniu siatki otworów, zbadane subrejony mogą stanowić obszar rezerwowy dla złoża myszkowskiego, w przypadku rozpoczęcia w nim eksploatacji.

REJON ŻARKI–KOTOWICE

Mineralizacja kruszczowa. W rejonie Żarki–Kotowice stwierdzono zmienną intensywność mineralizacji kruszczowej, głównie typu impregnacyjno-żyłkowego. Najbogatszą mineralizację ujawniono w rejonie otworu wiertniczego 45-BN, gdzie skały uległy intensywnej biotytyzacji. Molibdenit występuje najczęściej w żyłkach kwarcowych (fig. 3C) i kwarcowo-skaleniowych w paragenezie z pirytem i chalkopirytem. W niektórych żyłkach pojawia się scheelit, któremu zwykle towarzyszy chalkopiryt. W dalszej odległości od tego otworu spotyka się okruszczowanie polimetaliczne związane z brekcją tektoniczną, reprezentowane przez piryty (z wrostkami hematytu, magnetytu, galeny, chalkopirytu i pirotynu), sfaleryt (z emulsyjnymi wydzieleniami chalkopirytu i pirotynu), galenę i chalkopiryt. W niektórych żyłkach kwarcowych z biotytem i chlorytem zidentyfikowano bogaty zespół minerałów kruszczowych oraz śladowe wystąpienia argentytu i empressytu (Lasoń, Markowiak, 2008; Mikulski i in., 2009). Kolejny zespół mineralny reprezentują żyłki kwarcowo-serycytowe z pirytem (w zrostach z pirotynem i hematytem), rzadziej z chalkopirytem, minerałami bizmutu (bizmutynit, bizmut rodzimy, siarkosole bizmutu), bornitem, sfalerytem i galeną. Młodsza faza okruszczowania reprezentują żyłki barytowe, niekiedy z anglezytem, celestytem i kalcytem oraz śladowymi koncentracjami markasytu, galeny, sfalerytu i chalkopirytu, a także żyłki węglanowe, zawierające sferyczne skupienia mielnikowitu-pirytu. Na krańcach omawianego rejonu występuje ubogie okruszczowanie, głównie pirytem, chalkopirytem, galeną i sfalerytem.

Zawartości metali nie są wysokie, lecz pojedyncze próbkę wykazują znaczne wzbogacenie, szczególnie w Cu, Pb i Zn oraz towarzyszący im bar. Najwyższe zawartości metali ujawniono w próbkach otworu 45-BN (15026 ppm Cu,

453 ppm Mo, 287 ppm W). Anomalia wolframowa obejmuje największy obszar i wychodzi poza ramy rejonu prognostycznego. Podobnie szerokie rozprzestrzenienie cechują anomalie cynkowo-ołowiowe, peryferyczne w stosunku do mineralizacji Cu–Mo–W, z maksimum usytuowanym na zachód od omawianego rejonu prognostycznego (w stronę Żarek), gdzie najwyższe zawartości Zn, Pb i Cu sięgają odpowiednio 1,39; 2,01 i 0,23% (Wołkowicz, 1992). Skały subwulkaniczne są słabo okruszczowane; jedynie w próbce lamprofiru ujawniono podwyższone zawartości Cu, W, Pb, Zn i Au.

Przesłanki poszukiwawcze. Niewielka liczba otworów wiertniczych i mała miąższość przewierconych skał ediakaru nie pozwala na dokonanie pełnej prognozy poszukiwawczej. Tylko w dwóch otworach (45-BN, 44-BN) stwierdzono wyraźnie podwyższone zawartości Cu, Mo i W. Mineralizacja kruszczowa wykazuje duże podobieństwo do okruszczowania w strefie peryferycznej złoża Myszków (Lasoń, 2003). Szereg istotnych przesłanek (ujemna anomalia grawimetryczna, intensywne biotytyzacja skał, obecność wysokotemperaturowej mineralizacji hydrotermalnej, szczególnie scheelitu i paragenezy: magnetyt–ilmenit–wolframit–chalkopiryty–kasyteryt–piryt–pirotyn) wskazuje, że intruzji granitoidowej można się spodziewać na głębokości >700 m, a ciała rudnego w pobliżu otworu 45-BN na głębokości 950–1350 m. Do czynników ograniczających perspektywiczność tego rejonu należy zaliczyć znacznej miąższości nadkład mezozoiczny (około 490 m). SKKGM odwierciła w tym rejonie otwór o głębokości 800 m, w którym stwierdzono przejawy mineralizacji kruszczowej.

REJON ZAWIERCIA

Mineralizacja kruszczowa. W rejonie Zawiercia można wyróżnić trzy główne typy mineralizacji: skarnowy (głównie w utworach węglanowych dewonu i marmurach ordowiku), metasomatyczny (w metaosadach ediakaru i syluru oraz marmurach ordowiku) oraz drobnożyłkowy typu porfirowego (w porfirach i ich egzokontaktach).

Najbogatsza mineralizacja miedziowa – impregnacyjno-żyłkowa (piryt, chalkopiryty, molibdenit, magnetyt, pirotyn, scheelit, kasyteryt, sfaleryt, spekularyt, tytanit i rutył) występuje w obrębie gniazd skarnowych. Najbogatsze skarnowe ciało rudne o miąższości 35,1 m zarejestrowano w otworze ZMZ-9. Molibdenit pojawia się głównie w skarnach magnezowych (Harańczyk i in., 1980). Miejscami stwierdzono tellurki i siarkosole Ag–Bi (Kosowska, 2000). W brekcjach oraz strefach intensywnych spękań i użyczenia kwarcem pojawia się arsenopiryty w asocjacji z loellingitem, pirytem, chalkopirytem i sfalerytem. Skarny andradytowe w marmurach ordowiku są zmineralizowane kalcytem, chlorytem, epidotem, kwarcem i minerałami kruszczowymi (magnetyt, kasyteryt, sfaleryt, chalkopiryty, pirotyn, scheelit oraz tellurki i siarkosole Bi i Ag).

Mineralizacja metasomatyczna (głównie pirotyn, sfaleryt, chalkopiryty) występuje w formie rozproszonej i żyłkowej w strefie egzokontaktu z intruzjami monzonitów (w ob-

rzebie hornfelsów, łupków krzemionkowych i litytów). Gale-
na ze znacznymi domieszkami Ag (do 6000 ppm), Bi (do
7000 ppm) i Te (do 1%) zastępuje pirotyn. W marmurach
ordowiku są obecne żyłki węglanowe z wrostkami pirytu,
chalkopirytu, pirotynu i sfalerytu. W wielu miejscach stwier-
dzono arsenopiryty z pirytem. W brekcji marmurów ujawnio-
no asocjację reprezentowaną przez piryty, arsenopiryty, sfale-
ryty, chalkopiryty i galenę.

Okruszcowanie impregnacyjno-żyłkowe typu porfirowe-
go jest związane głównie ze strefami endo- i egzokontaktów
dajek porfirów ryodacytowych o intensywnej serycycyzacji,
feldspatyżacji i argilityzacji. W centrach okruszczenia wy-
stępują sztokwerki żyłek kwarcowych i węglanowych z pi-
rytem, chalkopirytem i molibdenitem (fig. 3D). Miejscami
w porfirach pojawia się żyłkowo-impregnacyjne okruszco-
wanie pirotynowo-chalkopirytowo-sfalerytowe. W dalszej
odległości od tych wzbogaceń występują kruszce rozsiane
w metaosadach lub żyłkach kwarcowych i węglanowych,
reprezentowane przez piryty, chalkopiryty i pirotyn, z nie-
znacznym udziałem molibdenitu, sfalerytu i markasytu. Gran-
itoidy, pomimo lokalnej obecności przeobrażeń (głównie
wzdłuż spękań i żyłek kwarcowych), w formie feldspatyża-
cji, chlorytyzacji i argilityzacji, nie zawierają mineralizacji
typu porfirowego, choć spotyka się w nich rozsiany piryty,
chalkopiryty, molibdenit i sfaleryt.

Rozpatrując rozkład koncentracji metali, w centralnej
części rejonu dominuje mineralizacja typu Cu–Mo (najbo-
gatsza w otworze RK-1 i RK-5), otoczona kolejno strefami
miedziową i polimetaliczną. Strefa Cu–Mo obejmuje okruszco-
wanie skarnowe, metasomatyczne i porfirowe, a zewnętrzna
strefa miedziowa i polimetaliczna – ubogie okruszczenie
typu porfirowego oraz mineralizację w kwarcytach i zlepień-
cach dewonu dolnego. W centrum mineralizacji Cu–Mo no-
towano najwyższe średnie zawartości miedzi (316 ppm Cu)
i molibdenu (45 ppm Mo). Lokalnie zwraca uwagę podwyż-
szona średnia zawartość cynku (395,8 ppm) i wolframu
(10 ppm). W otworze RK-1 najwyższe koncentracje skupiają
się w interwale o głębokości 179,9–460,7 m, obejmującym
skarny w dewonie środkowym, kwarcyty dewonu dolnego,
metamułowce syluru i dajkę porfiru. Najbogatsza próbka
skarnu w utworach dewonu zawiera 9633 ppm Cu, 300 ppm
Mo i 1079 ppm Zn, a najwyższe zawartości molibdenu od-
notowano w próbkach metamułowców syluru (do 770 ppm)
i porfiru (do 624 ppm Mo). W otworze RK-5 ujawniono naj-
wyższe koncentracje miedzi w zlepieńcach i kwarcytach de-
wonu dolnego (do 4814 ppm Cu) oraz w metamułowcach sy-
luru (do 1336 ppm Cu i 445 ppm Mo).

W otoczeniu otworów z mineralizacją miedziowo-molib-
denową występuje uboga mineralizacja, choć w niektórych
żyłkach kwarcowych i brekcji tektonicznej utworów edia-
karu z arsenopirytem, chalkopirytem, pirytem, tennanty-
tem i sfalerytem, stwierdzono wysokie zawartości – do
4324 ppm Pb, 3324 ppm Zn, 150 ppm W i 11390 ppm As,
a w metamułowcach – do 2544 ppm Cu, 8891 ppm Zn,
1472 ppm Pb, 251 ppm W oraz 3227 ppm As. Zawartości Au
są niskie (maksymalnie do 64 ppb w próbce granodiorytu).

Przesłanki poszukiwawcze. Okruszczenie związane
jest z polem dajek granitoidowych i porfirowych, lecz najbo-
gatsza mineralizacja kruszcowa występuje w obrębie ciał skar-
nowych. Wcześniejsze badania wykazały, że okruszczenie
jest interesujące, lecz nie przedstawia dużej wartości zło-
żowej, gdyż występuje w formie nieregularnych ciał kruszco-
wych lub w formie drobnożyłkowej (brak sztokwerków rud-
nych), rozmieszczonej w sposób nieregularny (cienkie inter-
wały okruszczone, przedzielone odcinkami płonnymi)
w różnych odmianach litologicznych i ogniwach stratygra-
ficznych (Ekiert, 1971; Górecka, Nowakowski, 1979; Harań-
czyk i in., 1980; Piekarski, 1994b). Miąższość odcinków
okruszczonych wynosi przeważnie 0,2–1,0 m, podczas gdy
opłacalna na obserwowanych głębokościach może być eks-
ploatacja wyłącznie przy miąższościach co najmniej kilku
metrów (Nieć, 1988). Najbogatsze ciało kruszczone o po-
zornej miąższości 35,1 m zawiera 1,4% Cu i 0,1% Mo; pozo-
stałe ciała kruszczone cechują niższe średnie zawartości
miedzi (0,3–1,07%) i molibdenu (do 600 ppm). Skompli-
kowana budowa geologiczno-strukturalna, mała powierzch-
nia obszaru występowania skarnów kruszczonej (ok.
0,4 km²) oraz ich nagłe wyklinowanie stwarzają małe szanse
na ich gospodarcze wykorzystanie. Wprawdzie mineralizacja
skarnowa występuje w obrębie utworów dewońskich tuż po-
niżej czwartorzędowych i triasowych na stosunkowo korzyst-
nej głębokości (70–190 m), niemniej najbogatsze i najgrubsze
interwały okruszczone miedzią i molibdenem znajdują się
na głębokościach przekraczających 200 m. Mineralizacja typu
porfirowego, związana z dajkami porfirowymi i ich egzokon-
taktowymi strefami, jest uboga i rozproszona. W przeciwie-
ństwie do rejonu Myszkowa, granodioryty są płonne i słabo
zaburzone pod względem strukturalnym. Wyznaczenie odp-
owiedniego obszaru koncesyjnego, przeprowadzenie nowych
prac wiertniczych (w otoczeniu otworu RK 1) i ewentualne
udokumentowanie zasobów rud metali mogłoby doprowadzić
do gospodarczego wykorzystania potencjalnego złoża, pod
warunkiem, że będzie możliwa i opłacalna eksploatacja w wa-
runkach górnictwa podziemnego pod zabudową miejską.

REJON PILICY

Mineralizacja kruszcowa. Stwierdzone przejawy mine-
ralizacji kruszcowej w rejonie Pilicy mają charakter impreg-
nacyjno-żyłkowy, pirytowo-chalkopirytowo-molibdenitowy.
W skałach metaklastycznych dominuje drobnoziarnista im-
pregnacja pirytem, któremu towarzyszy chalkopiryty. W sil-
nie zmetasomatytyzowanych granodiorytach stwierdzono
drobnoziarniste listewki wolframu w asocjacji z pirotynem.
Wszystkie rodzaje żyłek zawierają rozproszone ziarna
siarczków, głównie pirytu, chalkopirytu i molibdenitu, rza-
dziej sfalerytu, galeny i bornitu. W granodiorytach najlicz-
niejszy jest chalkopiryty (drobnoziarniste agregaty lub żyłki)
w asocjacji z pirotynem, ilmenitem, rutylem i magnetytem;
rzadziej spotykana jest parageniza chalkopirytu i pirytu ze
sfalerytem i galeną. Lokalnie obecny jest scheelit (fig. 3E).

Zawartości metali w badanych otworach wiertniczych nie są wysokie, lecz pojedyncze próbki wykazują wzbogacenie w Cu, Mo, W, Pb, Zn i Au. Podobnie, jak w czasie wcześniejszych badań (por. Harańczyk, 1983; Piekarski, 1994a), najwyższe zawartości metali stwierdzono w północno-wschodniej części rejonu (otwory KH-1 i KH-2). W interwałach obejmujących utwory ediakaru i granitoidy (o łącznej miąższości do 800 m) ujawniono maksymalne zawartości w próbkach (do 8858 ppm Mo, 7298 ppm Cu, 472 W, 8592 Zn). W otworze KH-2 uwagę zwraca próbka metasomatytu skaleniowego w obrębie metałowców (382,0 m), z licznymi żyłkami kwarcowo-węglanowo-barytowymi z pirytem i chalkopirytem, o podwyższonych zawartościach miedzi (2778 ppm), molibdenu (87 ppm), bizmutu (625 ppm), złota (79 ppb) i baru (1614 ppm).

W otworze wiertniczym WB-111 interpretację utrudniają znaczne ubytki rdzeni; pierwotnie były obecne skarny andradytowe z hematytem, magnetytem, sfalerytem, galeną, chalkopirytem i tellurkami Cu, Bi i Ag, metałowce z żyłkami kwarcu złotożółtego z scheelitem, wolframitem i tellurkami Bi i Ag oraz zalegające wyżej metamułowce z żyłkami kwarcowymi, zawierającymi submikroskopową mineralizację złotożółtą (maksymalnie 16 ppm Au w kwarcu żyłowym), tellurki Bi i Ag (tetradymit, tellurobismutyty) oraz siarkosole Bi i Cu (Harańczyk, 1983).

Przesłanki poszukiwawcze. W omawianym rejonie zarysowały się dwa subrejon: północno-wschodni (otwory KH-1, KH-2) oraz południowo-zachodni (wokół otworu WB-111). Większy i znacznie bardziej interesujący (choć słabo spenetrowany otworami wiertniczymi) jest subrejon północno-wschodni, w którym stwierdzono okruszczowanie miedziowo-molibdenowe, a w niewielkim polu południowo-zachodnim ujawniono ubogą mineralizację miedziowo-wolframową. Rzadko rozmieszczona siatka wykonanych dotychczas otworów wiertniczych i znaczne ubytki rdzeni nie pozwalają na dokonanie pełnej prognozy. Stwierdzone okruszczowanie występuje w sposób nieregularny (obecne są cienkie interwały okruszczowane, przedzielone odcinkami płonnymi) w formie drobnożyłkowej. Miąższość odcinków okruszczowanych zawiera się przeważnie w granicach 0,2–1,0 m, wyjątkowo sięga 11 m. Brak brekcji intruzyjnych, apofiz porfirowych oraz przeobrażeń termicznych w strefie egzokontaktu wskazuje na spokojny przebieg powstawania intruzji, nieskutkujący powstaniem okruszczowanych sztokwerków.

Stwierdzenie mineralizacji molibdenowo-miedziowej w znacznym interwale granitoidów otworu KH-2 wskazuje, że w jego okolicach może znajdować się strefa mineralizacji typu porfirowego. Mineralizacja miedziowa w granodiorytach kontynuuje się na północny zachód od tego otworu, natomiast zanika mineralizacja molibdenowa, która z kolei pojawia się w zalegających wyżej metasedymentach ediakaru. Dalej w kierunku południowo-zachodnim w otworze WB-111 występują zbrekcjonowane skarny z ubogą mineralizacją piryto-miedziową oraz przejawy mineralizacji kwarcowo-scheelitowo-tellurkowej w metaskalach ediakaru, które

mogą wskazywać na bliskość strefy egzokontaktowej granitoidu. Do innych czynników pozytywnych należy zaliczyć: obecność węzła tektonicznego w rejonie apikalnej części intruzji, intensywną metasomatozę potasową w granitoidach i jego egzokontakcie, dominację paragenezy piryto-molibdenitowo-chalkopirytowej oraz obecność żyłek kwarcowo-molibdenitowych, kwarcowo-piryto-chalkopirytowych i złotożółtych żyłek kwarcowych. Dlatego mineralizacji molibdenowo-miedziowej należy spodziewać się przede wszystkim w subrejonie północno-wschodnim w pobliżu intruzji granitoidowej. Obecność rozległych anomalii W i Bi oraz pojedynczych anomalii Cu, Zn, Ba i Sr sugeruje możliwość wystąpienia intruzji magmowej w najbliższym sąsiedztwie uskoku Kraków–Lubliniec i związanych z nią ciał rudonośnych na przedłużeniu rejonów prognostycznych Myszkowa i Zawiercia. Dalszym poszukiwaniom sprzyja niezbyt znaczna głębokość występowania stropu utworów ediakaru (>195 m), lecz ogranicza dość znaczna głębokość stropu interwałów okruszczowanych (w granicach 320–440 m) i znaczna głębokość występowania stropu granitoidu (>419 m).

REJON DOLINY BĘDKOWSKIEJ

Mineralizacja kruszcowa. W rejonie Doliny Będkowskiej najczęstsze są trzy typy okruszczowania: mineralizacja rozproszona, impregnacje metasomatyczne oraz żyłki kruszcowe (Harańczyk, 1978, 1983). Kruszcze rozproszone i wzbogacenia w formie impregnacji występują głównie w utworach metasomatycznie przeobrażonych wskutek feldspatytacji i serycytyzacji, przy czym chalkopiryt i molibdenit tworzą szeroką aureolę rozproszenia w skałach poddanych pirytyzacji, serycytyzacji, sylicyfikacji i chlorytyzacji. W centralnych partiach systemu mineralizacyjnego obecne są nieliczne sztokwerki kwarcowo-chlorytowe z molibdenitem i śladowym wolframitem, a w kierunku dystalnym pojawiają się żyłki kwarcowe z aureolami metasomatozy skaleniowej i serycytowej, okruszczowane głównie pirytem, chalkopirytem i spekularytem oraz żyłki ankerytowe z pirytem, chalkopirytem, sfalerytem, galeną i siarkosolami Cu–Pb–Bi–S. Najmłodszy etap mineralizacji reprezentują żyłki kalcytowe z pirytem, markasytem, sfalerytem i galeną.

Subrejon zachodni (wokół otworu DB-4) cechuje mineralizacja cynkowo-ołowiowa, bardzo zmienna zawartość Cu i W, niska na ogół zawartość Mo oraz asocjacja: piryt, sfaleryt, galena, chalkopiryt, arsenopiryt, hematyt i molibdenit (Harańczyk, 1983; Mikulski i in., 2007). W najbogatszych interwałach stwierdzono podwyższone średnie zawartości: 2357 ppm Zn, 334 ppm Cu, 460 ppm Pb. Można wyróżnić szereg interwałów (7–17 m grubości) o zawartości Zn+Pb w granicach 0,5–1,1%. Najwyższe koncentracje ujawniono w żyłce kwarcowo-kruszcowej (2,1% Cu, 17,0% Zn, 756 ppm Pb, 15 ppm Au, 35 ppm W, 984 ppm As). W strefie ząbienia się skał zbiotyzowanych i słabiej przeobrażonych, reprezentowanej przez metamułowce i ich brekcje

z licznymi żyłkami kwarcowymi i węglanowymi z pirytem, sfalerytem, chalkopirytem, arsenopirytem i galeną, stwierdzono wzbogacenia w metale (1,2–15,0 ppm Au, do 0,32% Cu, 2,9% Zn, 2,5% Pb, 38 ppm W). Niższe ich zawartości stwierdzono w porfirach (do 360 ppm Cu, 3019 ppm Zn, 324 ppm Pb, 16 ppm W i 49 ppm As) i granitoidach (do 500 ppm Cu, 75 ppm Mo, 51 ppm W, 606 ppm Pb i 94 ppm Zn). W metasomatytach oraz na kontakcie andezytów z granitoidem zwracają uwagę podwyższone zawartości złota (do 115 ppb Au).

W subrejonie wschodnim (wokół otworu WB-102A) głównymi minerałami kruszcowymi są piryty, chalkopiryty i molibdenit, a podrzędnie występuje markasyt, galena, sfaleryt, arsenopiryty, scheelit. Najczęściej spotyka się żyłki kwarcowe lub kwarcowo-skaleniowe z molibdenitem (fig. 3F), kwarcowo-chlorytowe z molibdenitem, pirytem i chalkopirytem, kwarcowe z scheelitem oraz węglanowo-kwarcowe z pirytem, chalkopirytem, sfalerytem i galeną. Stopień okruszczenia wzrasta w aureolach feldspatyżacji wokół żyłek kwarcowo-molibdenitowych. Molibdenit tworzy nieregularne agregaty z pirytem i chalkopirytem, niekiedy z wrostkami wolframitu i kasyterytu. W granodiorycie przeważają żyłki kwarcowe z molibdenitem. Powierzchnie spekań zazwyczaj są pokryte chlorytem w asocjacji z pirytem i markasytem. Najmłodsze żyłki węglanowe zawierają nieliczne wrostki piryty, chalkopiryty, sfaleryty, galeny i siarkosole Cu–Pb–Bi–S. W subrejonie tym obecna jest uboga mineralizacja polimetaliczna, o średniej zawartości 249 ppm Cu, 49 ppm Mo, 23 ppm W (tab. 1). Wzbogacenia rejestrowano tylko w stropie profilu WB-102A w metamułowcach ediakarskich z licznymi żyłkami kwarcowymi i węglanowymi, gdzie ujawniono do 3509 ppm Cu, 1477 ppm Mo i 96 ppm W. W kilku próbkach utworów ediakaru i w żyłce andezytowej rejestrowano do 3360 ppm Cu. Porfiry i granitoidy nie zawierają podwyższonych zawartości metali (maksymalnie 831 ppm Cu, 10 ppm Mo i 60 ppm W w porfirach oraz 143 ppm Cu, 236 ppm W i 110 ppm Pb w granodiorytach). W kilku próbkach porfirów, andezytów i metalowców stwierdzono nieznacznie podwyższone koncentracje złota (do 15 ppb).

Przesłanki poszukiwawcze. Głównymi cechami omawianej mineralizacji są: obecność wczesnego okruszczenia chalkopiryto-molibdenitowo-pirytoowego związanego z żyłkami kwarcowymi i kwarcowo-skaleniowymi oraz późnej mineralizacji cynkowo-olowiowej, brak korelacji pozytywnej między Mo i Cu oraz Cu i W, występowanie scheelitu wyłącznie w kwarcowych żyłkach i jako kruszce rozsiane w granodiorycie, wyraźny związek mineralizacji z żyłkami, wokół których rozwinęły się zmiany wtórne oraz obecność żyłek kwarcowych ze złotem. Brak wyraźnej przestrzennej prawidłowości występowania mineralizacji względem granodiorytowej intruzji oraz zmienność w pionie wskaźnika $(Cu+Pb+Zn)/(W+Mo)$ sugeruje wzrost jego wartości w stronę żył porfirowych i andezytowych (Mikulski i in., 2007). Położenie anomalii W i Mo nie jest zgodne z modelem geochemicznym opracowanym dla złoża Myszków (por. Lasoń,

2003), w którym najszersze i najbogatsze anomalie obu tych pierwiastków występują w obrębie granitoidów.

Nie stwierdzono bogatych stref rudnych, lecz rzadko rozstawiona siatka otworów wiertniczych nie pozwala na dokonanie pełnej oceny, tym bardziej, że rdzenie z najstarszych otworów zostały zlikwidowane. Wcześniej wykonane badania (Harańczyk 1978, 1980, 1983; Muszyński, 1991; Piekarski 1994a; Koszowska, Wolska, 2000) wskazują, że stwierdzone okruszczenie jest interesujące pod względem mineralogicznym, lecz nie przedstawia wartości złożowej, gdyż występuje w formie drobnożyłkowej (brak sztokwerków rudnych), w sposób nieregularny (obecne są cienkie interwały okruszczone, przedzielone odcinkami płonnymi) i wyłącznie w obrębie lub w pobliżu żył porfirowych i andezytowych. Jedynie lokalnie stwierdzono interwały rudne o zawartości ponad 0,3% Cu, 0,1% Mo, 0,5% Pb i 2 ppm Au. Ze względu na znaczną głębokość (ponad 1000 m) występowania intruzji granodiorytowej, znaczenie gospodarcze może mieć wyłącznie okruszczenie związane z płytko występującymi skałami metamorficznymi ediakaru i dajkami.

Należy sądzić, że centrum mineralizacji jest usytuowane w subrejonie wschodnim (anomalie Cu, Mo i W), natomiast zachodnia część znajduje się w peryferycznej strefie mineralizacji, zdominowanej anomaliami Pb, Zn, As, Bi. Do najbardziej pozytywnych czynników należy zaliczyć: małą miąższość nadkładu jurajsko-kenozoicznego, niewielką odległość od strefy tektonicznej Kraków–Lubliniec i jej węzła tektonicznego, obecność intruzji granodiorytowej o znacznej miąższości (>230 m) oraz licznych żył porfirowych, andezytowych i kwarcowych, metamorfizm kontaktowy (liczne horfelsy) na granicy intruzji granodiorytowej ze skałami otaczającymi (świadczące o znacznej interakcji intruzji z otaczającymi skałami), typową dla systemów porfirowych strefowość przeobrażeń, aureole zmian wtórnych wokół żyłek kwarcowych i kwarcowo-skaleniowych, dominację paragenety piryto-molibdenitowo-chalkopirytoowej i żyłkowej formy występowania mineralizacji oraz wzbogacenia w złoto. Wprawdzie głębokość najpłytszych przejawów mineralizacji nie jest znaczna (ponad 70 m), niemniej najbogatsze i najgrubsze interwały okruszczone miedzią i molibdenem znajdują się na głębokościach przekraczających 200 m.

Perspektywiczność rejonu ogranicza słabe rozpoznanie budowy geologicznej kilkoma otworami wzdłuż jednej linii, brak mineralizacji Mo–Cu–W w obrębie intruzji granodiorytowej i w jej proksymalnym egzokontakcie, brak sztokwerków, ubogie przejawy mineralizacji polimetalicznej w interwałach o małej miąższości, nieznaczna intensywność metasomatozy potasowej w strefie endokontaktowej intruzji granitoidu (choć jej przejawy są rejestrowane w odległości 1,5 km od intruzji), a także słabo rozwinięta serycytyzacja w dalszej od niej odległości, co może wskazywać na małą aktywność i nieznaczny zasięg penetracji fluidów hydrotermalnych. Należy także zauważyć, że rejon Doliny Będkowskiej w całości położony jest na obszarze Parku Krajobrazowego „Dolinki Krakowskie”.

REJON MYSŁOWA

Mineralizacja kruszcowa. W rejonie Mysłowa można wyróżnić dwa subrejonu prognostyczne: wschodni (wokół otworu 16-WB) i zachodni (wokół otworu 6-WB).

W subrejonie wschodnim mineralizacja (przeważnie impregnacyjno-żyłkowa) jest reprezentowana przez trzy główne asocjacje mineralne: molibdenit–piryt–chalkopiryt–tytanit; chalkopiryt–piryt–sfaleryt–galena–pirotyn oraz asocjacje minerałów wtórnych (markasyt, minerały tytanowe). Siarczki są drobnoziarniste lub tworzą gruboziarniste agregaty żyłkowe. Sfaleryt często zawiera inkluzje chalkopiryty, a w pirycie napotymano odmieszania chalkopiryty i pirotynu. W najbogatszych interwałach (przede wszystkim w skarnach i metasomatytach) dominuje pirit i chalkopiryt, którym towarzyszy magnetyt, bornit, galena, sfaleryt, pirotyn, molibdenit i markasyt oraz sporadycznie bornit, hematyt, scheelit, arsenopiryt, chalkozyn, bornit, digenit, kowelin, kupryt, tenoryt, minerały bizmutu (bizmut rodzimy i bismutynit), liczne minerały tytanowe oraz telurki Ag i Bi. Miejscami spotyka się gruboziarniste przerosty pirotynu z chalkopirytem oraz drobnoziarniste zrosty pirotynu z pentlandytem. Diabazy zawierają zwykle mineralizację piritowo-markasytową, tytanit i rutyl, a w partiach silnie przeobrażonych – scheelit w asocjacji z tytanitem, chalkopirytem i pirytem. W dacytach najczęściej spotyka się impregnacyjno-żyłkową mineralizację chalkopirytowo-pirytową, a w żyłkach kwarcowych – chalkopiryt, pirit, molibdenit oraz sfaleryt i galenę. Rejestrowano złotonośny pirit (do 4,8% wag. Au) z wrostkami tellurobizmutków i siarkotellurków (Mikulski i in., 2009), emulsyjne wydzielenia sfalerytu w chalkopiry-

cie oraz automorficzny arsenopiryt. Pirotyn jest zastępowany przez markasyt. Zawartości Cu, Mo i W nie są wysokie. Podwyższone zawartości miedzi rejestrowano głównie w diabazach, skarnach, metalłowcach i brekcji intruzyjnej, a wzbogacenia w Mo i W – najczęściej w diabazach i porfirach oraz w obrębie ich kontaktów ze skałami osadowymi. Najwyższa średnia zawartość Cu występuje w otworze 16-WB (595 ppm), a maksymalne zawartości w próbkach nie przekraczają 4051 ppm Cu, 218 ppm Mo i 342 ppm W. Lokalnie rejestrowano wysokie zawartości Bi (do 252 ppm).

Subrejon zachodni charakteryzuje się ubogą (rozproszoną w żyłkach) mineralizacją chalkopirytowo-pirytową ze sfalerytem i bornitem, występującą głównie w dacytach i piaskowcach kwarcytowych karbonu. Średnie zawartości metali są nieznaczne (389 ppm Cu, 224 ppm Mo), a maksymalne sięgają do 913 ppm Cu, 887 ppm Mo i 12 ppm W.

Przesłanki poszukiwawcze. W rejonie Mysłowa występuje względnie uboga mineralizacja, w porównaniu z innymi rejonami prognostycznymi, lecz rejon ten nie został jeszcze dostatecznie rozpoznany otworami wiertniczymi. Biorąc pod uwagę bardzo duży zasięg zmian termiczno-metasomatycznych, wieloetapowość rozwoju magmatyzmu, podwyższoną zawartość Mo i obecność scheelitu, można zakładać istnienie tu intruzji granitoidowej i związanej z nią mineralizacji typu porfirowego, czemu sprzyja litologia skał ordowiku (Truszel i in., 2006). Wydaje się, że najbogatszej mineralizacji kruszcowej można spodziewać się na najsilniej wypiętrzoną bloku w subrejonie wschodnim, gdyż obserwuje się tam wyraźną tendencję wzrostu zawartości Cu, Mo i W (a także As i Bi) w stronę strefy tektonicznej Kraków–Lubliniec.

WNIOSKI

1. Dotychczasowe rozpoznanie wydzielonych rejonów prognostycznych jest wciąż słabe, niepozwalające na dokonanie pełnej prognozy złożowej, opartej na szacunkach zasobów.

2. Mineralizacja kruszcowa w utworach podmezozoicznego podłoża wykazuje cechy typowe dla wapniowo-alkalicznych złóż Mo–Cu–W typu porfirowego związanych z waryscyjskimi intruzjami. Do głównych cech należy: przestrzenne i genetyczne powiązanie okruszcowania z granitoidowymi intruzjami o teksturze porfirowatej i ich derywatami porfirowymi oraz strefami hydrotermalnych przeobrażeń; obecność kruszców zarówno w skałach intruzji, jak i w utworach osłony; mineralizacja typu impregnacyjno-żyłkowego; dominacja asocjacji piritowo-chalkopirytowo-molibdenitowej; wąska aureola wolframowa, szersza – molibdenowa i najszersza – miedziowa; współwystępowanie złóż typu skarnowego w strefie egzokontaktu oraz ciał polimetalicznych w strefach peryferycznych.

3. Uzyskane wyniki badań jednoznacznie wskazują, że najbardziej prognostycznym rejonem występowania złoża

Mo–Cu–W jest rejon Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód, usytuowany w bezpośrednim otoczeniu złoża Myszków. Pozostałe rejonu prognostyczne nie zawierają mineralizacji o znacznym potencjale. W rejonie Zawiercia są obecne niewielkie kruszczone ciała skarnowe, otoczone mineralizacją Cu–Mo–(W) typu porfirowego. W rejonie Pilicy istnieją dwa centra mineralizacji typu Mo–(Cu–W) i W–(Cu), wskazujące na możliwość znalezienia bogatej mineralizacji wolframowej. W Dolinie Będkowskiej, jak też w rejonie Pilicy, skromna ilość danych utrudnia lokalizację rud. Niemniej na podstawie ujawnionych centrów z mineralizacją typu Mo–(Cu–W) i polimetaliczną Cu–Zn–Au można przypuszczać, że strefa złożowa znajduje się w jego północno-wschodniej części. W rejonie Mysłowa strefy złożowej typu Cu–(W) można się spodziewać w jego wschodnim fragmencie. Obecność mineralizacji miedziowej z podwyższonymi udziałami W, Mo i Pb w zachodniej części rejonu Żarki–Kotowice sugeruje, że w tym kierunku można spodziewać się znalezienia strefy okruszcowanej.

4. Obecnie głównym celem powinno być udokładnienie znanych trendów rozprzestrzeniania się okruszczenia w obrębie rejonów prognostycznych, aby było możliwe wytypowanie nowych bloków koncesyjnych, zarówno w rejonie Nowej Wsi Żareckiej–Myszkowa–Mrzygłodu, Mysłowa i Żarki–Kotowice (w razie wygaśnięcia obecnie przyznanej

koncesji), jak również w pozostałych rejonach prognostycznych, nie objętych jak dotąd koncesją.

Badania wykonano w ramach projektu badawczego Ministerstwa Środowiska za środki finansowe wypłacone przez NFOŚiGW.

LITERATURA

- BANAŚ M., PAULO A., PIEKARSKI K., 1972 — O mineralizacji miedziowej i molibdenowej w rejonie Mrzygłodu. *Rudy Met. Nieżelaz.*, **17**: 3–7.
- BUŁA Z., 2000 — Dolny paleozoik Górnośląska i Zachodniej Małopolski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **171**: 1–63.
- BUŁA Z., HABRYN R., JACHOWICZ M., MARKOWIAK M., PACZEŚNA J., 2005 — Charakterystyka utworów prekambryjskich i dolnopaleozoicznych oraz przejawów mineralizacji kruszcowej w strefie kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Przew. 76. Zjazdu Pol. Tow. Geol. Rudy k. Rybnika*: 171–182. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BUŁA Z. (red.), HABRYN R., KRIEGER W., KUREK S., MARKOWIAK M., WOŹNIAK P., 2002 — Atlas geologiczny paleozoiku bez permu w strefie kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CHAFFEE M. A., EPPINGER R.G., LASOŃ K., ŚLÓSZARZ J., PODEMSKI M., 1997 — A geological, alteration, and geochemical model of the Myszków porphyry Cu–Mo deposit, southern Poland. *W: Mineral deposits* (red. H. Papunen): 851–854. Balkema, Rotterdam.
- DEPCIUCH T., 1971 — Oznaczenie wieku bezwzględnego za pomocą wolumetrycznej odmiany metody K–Ar, stosowanej w Instytucie Geologicznym. *Kwart. Geol.*, **15**, 3: 483–496.
- EKIERT F., 1971 — Budowa geologiczna podpermskiego podłoża północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.*, **66**: 5–77.
- GÓRECKA E., NOWAKOWSKI A., 1979 — Ore deposits associated with acid intrusives and related rocks in the Zawiercie region. *W: Research on the genesis zinc-lead deposits of Upper Silesia, Poland. Pr. Inst. Geol.*, **95**: 97–107.
- HABRYN R., MARKOWIAK M., 1994 — Jakość i typy rud złoża Myszków. *Przew. 65. Zjazdu Pol. Tow. Geol. Sosnowiec. Pr. Nauk. UŚl.*, **1431**: 202–212.
- HABRYN R., MARKOWIAK M., ŚLÓSZARZ J., 1994 — Perspektywy udokumentowania nowego ciała rudnego w kierunku na NW od złoża molibdenowo-wolframowo-miedzowego Myszków. *Prz. Geol.*, **42**, 8: 611–614.
- HARAŃCZYK C., 1978 — Mineralizacja polimetaliczna w utworach paleozoicznych wschodniego obrzeżenia GZW. *Pr. Inst. Geol.*, **83**: 171–185.
- HARAŃCZYK C., 1980 — Palaeozoic porphyry copper deposits in Poland. *SGA Spec. Publ.*, **1**: 89–95.
- HARAŃCZYK C., 1983 — Paragenety mineralne w złożach krakowidów i ich pokrywy. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **53**, 1–4: 91–126.
- HARAŃCZYK C., GAŁKIEWICZ T., KUREK S., ROGOŹ S., SZOSTEK L., 1980 — Porfirowa i skarnowa mineralizacja z Zawiercia. Część II. Mineralizacja. *Rudy Met. Nieżelaz.*, **25**, 12: 558–565.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K., 1985 — Badania geochronologiczne K–Ar skał magmowych północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Kwart. Geol.*, **29**: 343–354.
- KARWOWSKI Ł., LASOŃ K., MARKIEWICZ J., TRUSZEL M., 2005 — Geochemiczno-petrologiczne przesłanki Mo–W–Cu mineralizacji typu złóż porfirowych rejonu krakowsko-lublinieckiego. *Przew. 76. Zjazdu Pol. Tow. Geol. Rudy k. Rybnika*: 75–79. Warszawa.
- KOSZOWSKA E., 2000 — Skarns in Paleozoic rocks from Zawiercie, southern Poland. *Pr. Spec. PTMin.*, **17**: 23–26.
- KOSZOWSKA E., WOLSKA A., 2000 — Mineralogical and geochemical study of thermally altered country rocks of granodioritic intrusion in the Będkowska Valley near Kraków (S Poland). *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **70**: 261–280.
- LASOŃ K., 1992 — Strefowość mineralizacji polimetalicznej paleozoiku okolic Myszkowa (NE obrzeżenie GZW). *Arch. Miner.*, **48**, 1/2: 43–59.
- LASOŃ K., 2003 — Geochemia molibdenowo-wolframowego złoża porfirowego Myszków. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **405**: 87–108.
- LASOŃ K., MARKOWIAK M., 2008 — Perspektywy odkrycia ciała rudnego w rejonie Żarki–Kotowice w świetle badań petrograficzno-geochemicznych. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **430**: 65–78.
- MARKIEWICZ J., 1998 — Petrografia strefy apikalnej granitoidów mrzygłodzkich. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **382**: 5–30.
- MARKIEWICZ J., 2002 — Przejawy kontaktowo-metasomatycznego oddziaływania granitoidowej intruzji mrzygłodzkiej. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **402**: 101–132.
- MARKIEWICZ J., ŚLÓSZARZ J., TRUSZEL M., 1993 — Pozycja geologiczna mineralizacji Cu–Mo–W w paleozoiku północno-wschodniego obrzeżenia GZW. *Pr. Spec. PTMin.*, **3**: 47–54.
- MARKOWIAK M., 2004 — Barwa skał wendyjskich i jej związek z metamorfizmem. *Postędz. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **61**: 31–35.
- MARKOWIAK M., 2005 — Charakterystyka przejawów polimetalicznej mineralizacji kruszcowej w strefie kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Przew. 76. Zjazdu Pol. Tow. Geol. Rudy k. Rybnika*: 177–182. Warszawa.
- MARKOWIAK M., PIEKARSKI K., ŚLÓSZARZ J., HABRYN R., MARKIEWICZ J., TRUSZEL M., LASOŃ K., JURA D., BADERA J., 1994 — Wyniki badań geologicznych i złożowych paleozoicznego podłoża w obszarze Myszków–Mrzygłód. *Przewodnik 65. Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Sosnowcu. Pr. Nauk. UŚl.*, **1431**: 173–217.
- MIKULSKI S.Z., MARKOWIAK M., OSZCZEPALSKI S., 2007 — Preliminary results of geochemical and ore-microscopic studies of Mo–Cu mineralization from the Będkowska Valley near Kraków (Poland). *W: Digging deeper* (red. J.A. Colin i in.). *Proceed. Ninth Biennial SGA Meeting, Dublin, 2007*: 447–450.
- 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., MARKOWIAK M., OSZCZEPALSKI S., STARNAWSKA E., GIRO L., 2009 — Nowe dane o mineralizacji tellurkowej z obszaru kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Prz. Geol.*, **57**, 4: 310.
- MUSZYŃSKI M., 1991 — Żyły mineralne w skałach poddewońskich podłoża monokliny śląsko-krakowskiej. *Zesz. Nauk. AGH*, **52**: 1–129.
- NAWROCKI J., LEWANDOWSKA A., FANNING M., 2007 — Wiek izotopowy a wiek paleomagnetyczny ryodacytów z Zalusu koło Krakowa (S Polska) *Prz. Geol.*, **55**, 6: 475–478.
- NIEĆ M., 1988 — Szanse odkrycia złóż rud metali w starszym podłożu paleozoicznym NE obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Prz. Geol.*, **36**, 7: 390–395.
- OSZCZEPALSKI S., MARKOWIAK M., BUŁA Z., LASOŃ K., MIKULSKI S., 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 złożowa podłoża paleozoiczno-prekambryjskiego NE obrzeżenia GZW. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- PIEKARSKI K., 1971 — Perspektywy występowania złóż miedziowo-molibdenowych w utworach staropaleozoicznych północno-wschodniego obrzeżenia GZW. *Kwart. Geol.*, **15**, 3: 710–711.
- PIEKARSKI K., 1983 — Analiza metalogeniczno-prognostyczna utworów paleozoicznych północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **53**: 207–234.
- PIEKARSKI K., 1994a — Ocena wyników poszukiwań złóż polimetalicznych obszaru Pilicy. *Prz. Geol.*, **42**, 8: 621–624.
- PIEKARSKI K., 1994b — Ocena wyników poszukiwań złóż rud polimetalicznych w utworach staropaleozoicznych obszaru Zawiercia. *Prz. Geol.*, **42**, 8: 615–620.
- PIEKARSKI K., GAJOWIEC B., HABRYN R., KARWASIECKA M., KURBIEL H., ŁUSZCZKIEWICZ A., MARKIEWICZ J., MARKOWIAK M., SIEMIŃSKI A., STĘPNIEWSKI M., TRUSZEL M., 1993 — Dokumentacja geologiczna złoża rud molibdenowo-wolframowo-miedziowych Myszków w kategorii C₂. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- PODEMSKI M., BUŁA Z., CHAFFEE M. A., CIEŚLA E., EPPINGER R., HABRYN R., KARWOWSKI Ł., LASOŃ K., MARKIEWICZ J., MARKOWIAK M., SNEE L. W., ŚLÓSZARZ J., TRUSZEL M., WYBRANIEC S., ŻABA J., 2001 — Palaeozoic porphyry molybdenum-tungsten deposit in the Myszków area, southern Poland. *Pol. Geol. Inst. Sp. Papers*, **6**: 1–87.
- SIATA E. (red.), 2007 — Dokumentacja geologiczna złoża rud molibdenowo-wolframowo-miedziowych w Myszkowie w kategorii C₂. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- STEIN H.J., MARKOWIAK M., MIKULSKI S.Z., 2005 — Metamorphic to magmatic transition captured at the Myszków Mo–W deposit, southern Poland. *W: Mineral deposit research: Meeting the global challenge: 833–836*. Springer–Verlag, Berlin Heidelberg.
- ŚLÓSZARZ J., 1982 — Uwagi o warunkach geologicznych mineralizacji Cu–Mo w paleozoiku okolic Myszkowa. *Prz. Geol.*, **30**, 7: 329–335.
- ŚLÓSZARZ J., 1988 — Przejawy mineralizacji wolframowej w paleozoiku północno-wschodniego obrzeżenia GZW. *Prz. Geol.*, **36**, 7: 387–390.
- ŚLÓSZARZ J., 1993 — Główne zespoły paragenetyczne mineralizacji molibdenowej w paleozoiku okolic Myszkowa, ich kontrola i znaczenie rudonośne. *Pr. Spec. PTMin.*, **3**: 123–128.
- ŚLÓSZARZ J., KARWOWSKI Ł., 1983 — Fizykochemiczne warunki mineralizacji polimetalicznej w utworach paleozoicznych regionu Myszkowa. *Arch. Miner.*, **30**, 1: 93–108.
- TRUSZEL M., KARWOWSKI Ł., 2003 — Skarns and skarn mineralisation in the Cracow–Lubliniec region (Southern Poland). *Pr. Spec. PTMin.*, **23**, 2: 175–178.
- TRUSZEL M., KARWOWSKI Ł., LASOŃ K., MARKIEWICZ J., ŻABA J., 2006 — Magmatyzm i metamorfizm strefy tektonicznej Kraków–Lubliniec jako przesłanki występowania złóż polimetalicznych. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **418**: 55–103.
- WOŁKOWICZ S. (red.), 1992 — Sprawozdanie z tematu: Badania geologiczno-poszukiwawcze złóż rud Zn–Pb w północnej części regionu śląsko-krakowskiego. Obszar Boronów–Niegora. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- ŻABA J., 1999 — Ewolucja strukturalna utworów dolnopaleozoicznych w strefie granicznej bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **166**.
- ŻELAŻNIEWICZ A., PAŃCZYK M., NAWROCKI J., FANNING M., 2008 — A Carboniferous/Permian, calc-alkaline, I-type granodiorite from the Małopolska Block, Southern Poland: implications from geochemical and U–Pb zircon age data. *Geol. Quart.*, **52**, 4: 301–308.