

## ZŁOTO W Żyłkach kwarcowo-siarczkowych z wiercenia DB-4 (REJON DOLINY B DKOWSKIEJ, POŁUDNIOWA POLSKA)

### GOLD IN QUARTZ-SULPHIDE VEINLETS FROM DB-4 DRILLHOLE (B DKOWSKA VALLEY, SOUTHERN POLAND)

STANISŁAW Z. MIKULSKI<sup>1</sup>, MAREK MARKOWIAK<sup>2</sup>, SŁAWOMIR OSZCZEPALSKI<sup>1</sup>

**Abstrakt.** W wyniku aktualnie przeprowadzonych przez Państwowy Instytut Geologiczny badań materiału rdzeniowego z archiwalnego wiercenia DB-4 z rejonu Doliny B dkońskiej (południowa część bloku małopolskiego) udokumentowano występowanie złota w szarzielonych i brunatnych metasedymentach ediakaru. Podwyższone zawartości złota (maks. do 15 ppm) stwierdzono w próbkach punktowych kilku interwałów głębokościowych, przede wszystkim z głębokości 253,0 i 584,5 m. W strefach tych występują liczne żyłki kwarcowe (grubość do 10 cm), kwarcowo-kruszcowe oraz w glaukonozowe. Złotono na mineralizacja kruszcowa związana jest z żyłkowo-impregnacyjnymi występieniami pirytu i sfalerytu, którym towarzyszy galena, chalkopiryt oraz podziemnie arsenopiryt. Złoto i elektrum występują w postaci wrostków w pirycie, żyłek sfalerytowo-galenowych (transkierujących piryt), jak również w formie drobnoziarnistych wydzieleń (<0,1 mm średnicy) w kwarcu. Elektrum cechuje zmienna zawartość srebra, od 19,7 do 46,9% wag. W profilu otworu wyraźnie zaznacza się pozytywna korelacja złota z arsenem, ołowiem i miedzią, a także z wysokimi koncentracjami cynku. W strefach złotoności oprócz sylikfikacji stwierdzono epidotyzację, chlorytyzację oraz kalcytazację skał klastycznych. Obecność intruzji granodiorytowej w pobliżu otworu oraz licznych górnokarbońsko-dolnopermskich dajek skał magmowych – dacytów, diabazów i andezytów, przecinających strukturalnie zdeformowane metasedymenty ediakaru, wskazuje na związek mineralizacji złotoności z rozwojem późnowaryscyjskich pomagmowych procesów hydrotermalnych w strefach oddziaływania intruzji i aktywności tektonicznej.

**Słowa kluczowe:** złoto, żyłki kwarcowo-kruszcowe, metasedymenty, skały magmowe, blok małopolski, Dolina B dkońska, ediakar.

**Abstract.** Recent Polish Geological Institute investigations of the DB-4 drillhole cores from B dkońska Valley (southern part of Małopolska block) documented occurrence of gold in grey-greenish and brown Ediacaran metasedimentary rocks. Elevated concentrations of gold (up to 15 ppm) have been revealed in isolated samples from several intervals, mostly at depths of 253.0 and 584.5 m. Numerous quartz veinlets (up to 10 cm thick), quartz-sulphide and carbonate veinlets occur within those intervals. Gold-bearing mineralization coexists with pyrite and sphalerite veinings and impregnations in association with galena, chalcopyrite and minor arsenopyrite. Gold and electrum occur in a form of inclusions in pyrite, sphalerite-galena veinlets (which crosscut pyrite), and as fine-grained exsolutions (<0.1 mm in size) in quartz. Electrum is characterized by variable contents of silver, in a range from 19.7 to 46.9 wt %. In DB-4 profile, gold shows a positive correlation with arsenic, lead, copper, and zinc. Gold-hosted rocks display silification, epidotization, chloritization and calcitization. Granodiorite intrusion in the vicinity of drillhole and numerous intrusion-related Upper Carboniferous-Lower Permian dacite, diabase and andesite dikes which cut across the Ediacaran structurally-deformed metasediments implies that the formation of gold-bearing mineralization may relate to evolution of late-Variscan postmagmatic hydrothermal processes in zones affected by magmatic and tectonic activity.

**Key words:** gold, quartz-sulphide veinlets, metasediments, magmatic rocks, Małopolska block, B dkońska Valley, Ediacaran.

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa.

<sup>2</sup> Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Górnictwa, ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec.

## WST P

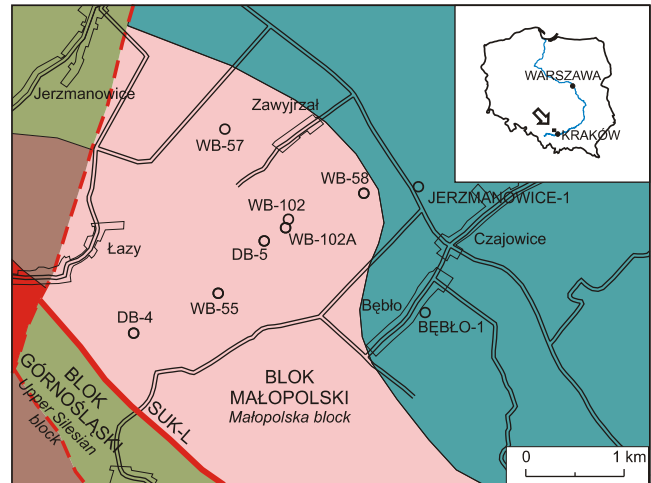
Badania mineralizacji złota w utworach paleozoiczno-prekambryjskiego podłoża a NE obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Włocławskiego (GZW) prowadzone były dotychczas w niewielkim zakresie. Pierwsze informacje o obecności złota w rejonie Doliny Błocowskiej pochodzą z opracowania Szostka i in. (1977), w którym przedstawiono wyniki oznaczenia zawartości tego pierwiastka w utworach paleozoicznych z otworów WB-55, WB-57 i WB-102. Najwyższe koncentracje złota stwierdzono w otworze WB-102, gdzie żyłki kwarcowe i kwarcowo-skaleniolowe, przecinające łupki metamorficzne, zawierają do kilku ppm Au. W publikacji Hara czyka (1978) znajduje się informacja, iż żyłki z Ogrodzieca w otworze WB-102 z rejonu Doliny Błocowskiej (fig. 1) zawierają „starszą pneumatolityczną mineralizację kruszców” wieku kaledonidzkiego (powstała przed wartyjską mineralizacją porfiry), reprezentowaną przez magnetyt, pirotyt, piryt, chalkopiryt oraz ładowo wolframit, scheelit, molibdenit, kasyteryt i złoto rodzime. W rejonie tego otworu zawartość złota w pirycie nie przekracza 25 ppb (Hara czyk, 1979). Złoto związane z kwarcem żyłkowym zajmuje wczesną pozycję w sukcesji mineralnej, po utworzeniu magnetytu, hematytu i wolframitu, a bezpośrednio przed powstaniem piryty, pirotytu, chalkopiryty, sfalerytu oraz tellurków i siarkosoli Bi i Ag (Hara czyk, 1979, 1983). Występuje w otworze WB-102 najstarsze żyłki kruszcowe (kwarcowo-chlorytowe) zawierające szarozielony mozaikowy kwarc złotonosny o udziale złota do kilku ppm. Hara czyk wyróżnia dwa główne etapy mineralizacji: wczesną i późnopaleozoiczną. W obrębie pierwszego z nich przeważa asocjacja złożona głównie ze złotonosnymi żyłkami kwarcowymi oraz piryty, chalkopiryty i sfalerytu (podrzędny wolframit), natomiast w drugim etapie dominuje parageniza piryty-molibdenitowo-wolframitowa z chalkopirytem i arsenopirytem (spotykane są przerosty molibdenitu z wolframitem), związane z powstaniem mineralizacji typu impregnacyjno-żyłkowego (opisywanego jako typ mineralizacji porfiry; ang. *porphyry ores*).

Uwzględniając dane analityczne znajdujące się w opracowaniu Szostka i in. (1977), Nie (1986) w otworze WB-102 wyróżnił 8 interwałów rudnych o miąższości od 0,1 do 0,4 m i średniej zawartości w granicach 2–6 ppm Au, ze sztokwerków (w żyłkach kwarcowych i kwarcowo-skaleniolowych) mineralizacji polimetalicznej typu Bi–Ag–Te. Nie skłonny jest zaliczyć tej mineralizacji do aureoli wokół ośrodków mineralizacji typu porfiry, a nie jak Hara czyk (1978, 1983) do odrębnej, tzw. tellurkowej formacji złotej, poprzedzającej powstanie mineralizacji porfiry.

Pierwsza, mikroskopowo udokumentowana obecność złota rodzimego została zamieszczona w opracowaniu Parachoniaka i in. (1988), w którym wykazano obecność złota rodzimego w żyłkowych formach piryty i chalkopiryty.

W latach 1981–1984 Przedsiębiorstwo Geologiczne z Krakowa wykonało trzy nowe głębokie otwory wiertnicze: DB-4, DB-5 i WB-102A. W profilach otworów pod utworami

jurajskimi występuje seria skał metamorficznych z żyłkami porfiry, zaliczonych do kambry (obecnie ediakar), a także granodioryty w dolnych częściach profili WB-102A i DB-5. We wszystkich otworach stwierdzono przejawy okruszczenia Cu–Mo typu porfiry (Hara czyk, Lan- kosh, 1990). Badania mikroskopowe nie ujawniły w skałach z tych wierceniach obecności złota rodzimego. Dla wybranych



**Fig. 1. Lokalizacja otworu DB-4 na podkładzie mapy geologicznej (wg Buły red., 2002)**

Location of the DB-4 borehole on the geological map (after Buły ed., 2002)

interwałów z otworu DB-4 wykonano badania zawartości złota, lecz zastosowana metoda analityczna (o dokładności oznaczenia do 0,001%) nie dała wyniku pozytywnego. Podobne badania chemiczne kilku próbek skał metamorficznych z otworu DB-5 i WB-102A (Koszowska, Wolska, 2000) wykazały niewielkie zawartości złota (do 8 ppb Au).

Równocześnie ze wspomnianymi badaniami w rejonie Doliny Bdkowskiej prowadzono badania mineralizacji Au w rejonie Pilicy (Harczyk, 1978), które ujawniły występowanie licznych cienkich żyłek i sztokwerków mlecznobiałego, mozaikowego kwarcu złotonożnego, tlenowych metasedymenty osłony granitoidu. W kwarcu tym znaleziono: wolframit, scheelit, telurki, siarkosole, piryt, chalkopiryt i złoto rodzime. W zmetamorfizowanych mułowcach występujących ponad strefami skarnów Harczyk i in. (1985) stwierdzili żyłki kwarcowe z submikroskopową mineralizacją złotonożną (pod mikroskopem oraz przy użyciu mikroskopy rentgenowskiej nie zaobserwowano obecności złota rodzimego ani elektrolitów). W kwarcu żyłowym oznaczono metodą kupelacyjną 16 ppm Au. Występują tu także kwarcowe zawierające liczne telurki Bi i Ag (tetradymit, tellurobismutyty) oraz siarkosole Bi i Cu (wittichenit, kosalit, matyldyt). W najstarszych żyłkach kwarcowych z wolframitem, scheelitem i telurkami zawartość złota zmienia się w granicach od kilku do 10 ppm, sporadycznie do 40 ppm (Harczyk, 1979). Żyłki te zostały miejscami ponownie stopione i stopione częściowo wypełnione chlorytem i siarczkami miedzi, którym towarzyszą skupienia telurków i siarkotelurków Bi, Ag, Pb i Cu. W strefach sercytyzacji i albityzacji towarzyszą im kruszcom w rejonie Pilicy, piryt zawiera do kilku ppm Au, a kruszcom nie skały przeobrażone do 2 ppm Au w wyseparowanych kruszczach. Średnia zawartość złota w kilku interwałach o głębokości 0,1–0,7 m zmienia się w granicach 2–6 ppm (Harczyk i in., 1985).

Liczne oznaczenia zawartości złota wykonane w rejonie Myszkowa (NW części bloku małopolskiego) nie ujawniły podwyższonych jego koncentracji. W rejonie tym zbadano 289 próbek skał magmowych na zawartość Au, uzyskując zawartość w zakresie od 2 ppb (granica oznaczalności) do 250 ppb, co dało średnią geometryczną zbliżoną do granicy oznaczalności, oraz 174 próbki metasedymentów, w których zawartość złota wynosi od granicy oznaczalności do 10 ppb (Podemski red., 2001). Przestrzennie złoto najczęściej gromadzi się w nieznacznie podwyższonych koncentracjach w strefie przejściowej (egzokontaktowej), która dla tego metalu ma większą zasięg niż w przypadku rtęci. Z badań wynika także, iż wbrew wcześniejszym sugestiom (Niechajewski, 1986) złoto współwystępuje ze srebrem, arsenem, antymonem i rtęcią, lecz nie wykazuje związku przestrzennego z występowaniem telluru i bizmutu. W pracy Lasonia (2003) wykazano następujące zakresy zawartości złota: metasedymenty (203 próbki) <1–14 ppb (średnia geom. 2 ppb), granodioryty (185 próbek) <1–40 ppb (średnia geom. 2 ppb), dacyty i ryolity (114 próbek) <1–248 (średnia geom. 3 ppb). Za granicą zawartość złota przybliżona do 50 ppb dla granodiorytów i dacytów oraz 30 ppb dla zmetamorfizowanych skał osadowych. W rozkładzie przestrzennym złoto koncentruje się głównie

w strefie przyległej do złota porfirowego Mo–Cu–W Myszków (8–248 ppb), natomiast niskie są jego koncentracje w tym złocie (1–40 ppb) i w strefie peryferycznej (<16 ppb). Potwierdzono wcześniejsze obserwacje (por. Podemski red., 2001), że pojedyncze, podwyższone zawartości złota (10–40 ppb, maks. 248 ppb) koncentrują się w najbliższym otoczeniu intruzji granitoidowych i związanych z nimi dajek porfirowych, tj. w odległości ok. 300–600 m od centralnej partii złota Myszków z mineralizacją typu Mo–W. Złoto w strefie otaczającej złota Myszków współwystępuje z rtęcią i antymonem, przy czym obszar o podwyższonych zawartościach antymonu jest największy, a obszar o znacznych koncentracjach rtęci jest większy od obszaru podwyższonych zawartości złota. Z badań wynika także, iż złoto nie współwystępuje z tellurem, który (wraz z Bi, Ba, As, Zn, Cd i Ag) osiąga wysokie koncentracje w strefie peryferycznej złota Myszków.

Podobnie prawidłowości zaobserwował Markowski (1999) w strefie kontaktu bloku górnośląskiego i bloku małopolskiego, od otworu Batowice na północ od Krakowa po rejon Mysłowa i Żarek na północnym zachodzie. Autor ten stwierdził nieznaczne zawartości złota w skałach magmowych, bliskie wartości klarkowej (średnia geometryczna w wyselekcjonowanych próbkach wynosi ok. 5 ppb). Dotyczy to również metasomatytów oraz żył kwarcowych i kruszczowych tlenowych skały magmowe. Natomiast wyraźnie widoczne jest zwiększenie zawartości złota w wyniku działalności hydrotermalnej w pewnej odległości od intruzji granitoidowych (średnia geometryczna zawartość w skałach osłony metamorficznej wynosi ok. 12 ppb). Nawet w tych samych asocjacjach mineralnych bogatsze w złoto są tylko tlenowe skały osłony, niż występują one w obrębie intruzji.

W rejonie Mysłowa (brzoza części bloku górnośląskiego) zbadano 5 otworów (648 próbek) pod względem zawartości złota (Sokołowska, Wojciechowski, 1995). W pojedynczych próbkach wykazano wysokie zawartości złota; do 1535 ppb w metasomatytach rozwiniętych w wapieniach ordowickich, a w łowcach do 210 ppb w diabazach oraz do 46 ppb w porfirach. W następujących latach zbadano 53 próbki skał metamorficznych w protolocie ordowickim, oddzielnie w grupie skał typu zmetamorfizowanych łowców, mułowców i hornfelsów oraz w skarnach (Truszel i in., 2006), lecz stwierdzono niskie koncentracje złota, od ok. 1 ppb do 36 ppb w skałach metamorficznych i do 22 ppb w skarnach.

W ostatnich latach oznaczeniom na zawartość złota poddano 214 próbek z 27 otworów ze strefy kontaktowej bloku górnośląskiego i małopolskiego (Oszczepalski i in., 2008). Najwięcej próbek z wysokimi koncentracjami złota zarejestrowano w utworach żyłowych tlenowych zmetamorfizowane osady ediakaru oraz skały magmowe w otworach DB-4, DB-5 i WB-102A z rejonu Doliny Bdkowskiej, gdzie maksymalne koncentracje ujawniono w żyłach kwarcowych (15 ppm), zmetamorfizowanych łowcach z żyłkami kwarcowymi (1160 ppb), zmetasomatyzowanych granitach (115 ppb) oraz żyłach porfirowych i andezytowych (78 ppb). W rejonie Myszkowa wrostki złota stwierdzono w asocjacji z hessytem w obrębie rednioziarnistego chalkopiryty (27–106

ppb w żyłach kwarcowych). W rejonie Mysłowa lokalnie obserwowano złotono żyłki w żyłkach kwarcowo-molibdenitowych z pirytem i chalkopirytem oraz wrostkami telluro-bizmutków w pirytycie. Nieznacznie podwyższone zawartości złota ujawnione zostały także w rejonie Pilicy (do 79 ppb w zmetasomatyzowanych łowcach ediakaru) i Brekacji (253 ppb w zbrekcowanych dolomitach syluru, 42 ppb w brekacji łowców ediakaru, 27 ppb w lamprofirze). W oko-

licy Zawiercia anomalnie zawartości złota stwierdzono w próbce granodiorytu (64 ppb) oraz brekacji łowców ediakaru (27 ppb).

W artykule przedstawiono wyniki badań złotono żyłki w utworach metamorficznych ediakaru i skał magmowych, w tym złotono żyłki kwarcowo-siarczkowych stwierdzonych w rejonie Doliny Bdkowskiej w otworze DB-4.

## ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ REJONU BADA

Prace wiertnicze w Dolinie Bdkowskiej i w jej bezpośrednim sąsiedztwie, które umożliwiły rozpoznanie podłoża prekambryjsko-paleozoicznego, były prowadzone od początku lat 60. i zostały przerwane w 1984 r. (Hara czyk, Lanekosz, 1990). Odwiercono tu szereg głębokich otworów wiertniczych, w których zlokalizowanych wzdłuż linii o kierunku SW–NE, wyznaczonej przebiegiem Doliny Bdkowskiej.

Rejon Doliny Bdkowskiej usytuowany jest w strefie krańcowej bloku małopolskiego, pomiędzy miejscowościami Błotno, Jerzmanowice i Bdkowice (fig. 1). Omawiany obszar znajduje się w strefie dużych dyslokacji, od południowego zachodu ograniczony jest dyslokacją Kraków–Lubliniec, a od północnego zachodu uskokiem przesuwczym Krzeszowice–Charsznica.

W budowie geologicznej rejonu Doliny Bdkowskiej wyróżnia się trzy kompleksy skalne (fig. 2):

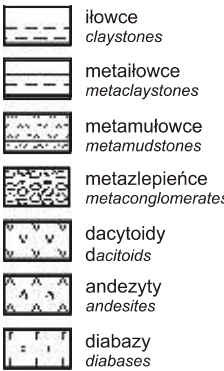

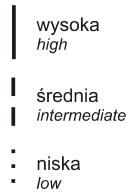
- kenozoiczny, składający się z czwartorzędowych piasków i glin, mieszczący maksymalnie kilkunastu metrów;
- mezozoiczny, złożony z osadów w glinowych jury rodowej i górnej, lokalnie również osadów klastycznych jury dolnej, o mieszczących od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów;
- prekambryjski, zbudowany z osadów klastycznych o nieznanej mieszczących.

Osady klastyczne najniższego kompleksu, mimo braku dokumentacji stratygraficznej, zaliczamy do najwyższego prekambry – ediakaru, przez porównanie z litologicznie podobnymi kompleksami skał rozpoznanymi w niecce Nidy i w otworze Cianowice-2, zlokalizowanym około 8 km na wschód od centrum omawianego rejonu, a w którym udokumentowany został wiek prekambryjski (Habryn i in., 2007). Reprezentowane są one głównie przez łowce i mułowce, z niewielkimi przewarstwieniami piaskowca oraz zlepki polimiktyczne. Na wschodzie i północnym wschodzie utwory ediakaru przykryte są klastycznymi osadami syluru (formacja z Łapczycy; Buła, 2000; Buła i in., 2002).

Utwory ediakaru zalegają na tym obszarze bardzo płytko, bo na głębokości od 13 do 100 m i poprzecinane są licznymi intruzjami skał magmowych. Stwierdzono tu występowanie diabazów, andezytów, porfirów i granodiorytów. Wielofazowa intruzja granodiorytowo-dacytoidowa nawiercona została na głębokości około 1100 m (otw. WB-102A i DB-5).

W rejonie Doliny Bdkowskiej oddziaływanie waryscyjskiej intruzji granitoidowej zaznaczyło się w postaci metamorfizmu termicznego i kontaktowo-metasomatycznego skał

### Objaśnienia do figury 2 Explanations to Fig. 2

<p><b>Litologia</b> Lithology</p>  <p>łowce claystones</p> <p>metałowce metaclaystones</p> <p>metamułowce metamudstones</p> <p>metazlepnieńce metaconglomerates</p> <p>dacytoidy dacitoids</p> <p>andezyty andesites</p> <p>diabazy diabases</p> <p><b>Barwa skał</b> Colour of rocks</p>  <p>czarna black</p> <p>szara grey</p> <p>szarozielona greyish-green</p> <p>czerwono-brązowa reddish-brown</p> <p>różowa pink</p> <p>pstrza mottled</p>	<p><b>Przeobrażenia</b> Alteration</p> <p>seryc. serycytyzacja sericitization</p> <p>argil. argilityzacja argillitization</p> <p>chl. chlorytyzacja chloritization</p> <p>feld. feldszpatyzacja feldspatization</p> <p>karb. karbonatyzacja carbonatization</p> <p>epid. epidotyzyzacja epidotization</p> <p><b>Mineralizacja</b> Mineralization</p> <p>Py pirytyt pyrite</p> <p>Chp chalkopirytyt chalcocopyrite</p> <p>Mo molibdenit molybdenite</p> <p>Ga galena galena</p> <p>Sf sfaleryt sphalerite</p> <p>Mg magnetyt magnetite</p> <p><b>Intensywność i pionowy zasięg mineralizacji i przeobrażeń</b> Intensity and vertical range of mineralization and alteration</p>  <p>wysoka high</p> <p>średnia intermediate</p> <p>niska low</p>
--	---



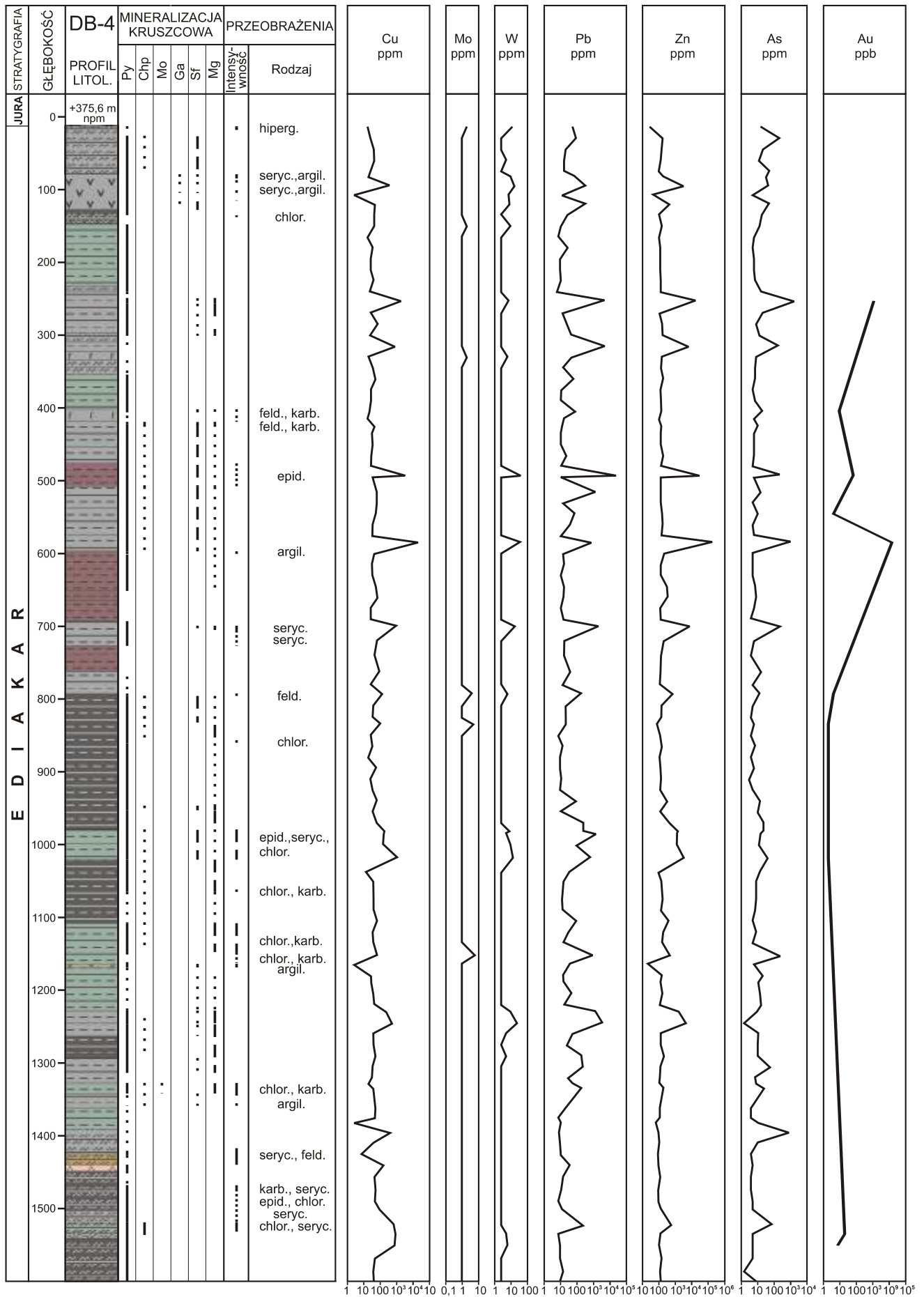


Fig. 2. Profil litologiczny otworu DB-4 wraz ze strefami przeobrażenia, mineralizacji kruszcowej i wykresami zawartości metali (wg Oszczepalskiego i in., 2008)

Lithological profile of the DB-4 borehole with zones of alteration, ore mineralization and contents of metals (after Oszczepalski *et al.*, 2008)

osłony (Hara czyk, 1978, 1979, 1983; Koszowska, Wolska, 2000; Truszel i in., 2006). Przemiany skał ilasto-mułowcowo-piaszczystych doprowadziły do powstania hornfelsów (biotytowych, kordierytowych i andaluzytowych) oraz stref biotytyzacji. Zasięg tych przeobrażeń wynosi około 1500 m od granic intruzji (Markowiak, Habryn, 2003). Najintensywniejsze przeobrażenia obserwuje się w otworach DB-5 i WB-102A, usytuowanych w najbliższym siedzisku intruzji granodiorytowej, natomiast intensywność zmian wtórnych maleje w kierunku otworów DB-4 oraz WB-58 i B blo-1, a w otworze Jerzmanowice-1 brak przeobrażeń.

## LITOLOGIA SKAŁ W OTWORZE DB-4

W otworze DB-4 nawiercona została sekwencja zmetamorfizowanych osadów ediakaru, reprezentowana w dolnej części profilu przez czarne, ciemnoszare i szarzielone mułowce z wkładkami piaskowców arkozowych i zlepów (składających się z otczaków skał osadowych, magmowych, metamorficznych i kwarcu żyłowego), w środkowej przez ciemnoszare i brunatne iłowce zmetamorfizowane, a w górnej części profilu przez naprzemianległe iłowce i mułowce szare i szarzielone. Laminacja w utworach ilasto-mułowcowych oraz powierzchni graniczne przewarstwienie cechuje upad 10–30, maksymalnie do 40 (fig. 2).

Barwa skał ediakaru odzwierciedla stopień i rodzaj przeobrażeń. W dolnych częściach profilu dominują czarne barwy metasedymentów, wynikające z intensywnej biotytyzacji związanej z bliskością intruzji granodiorytowej. W górnej części profilu można obserwować białe skały bardzo słabo zmienionych (brunatnych) i słabo zmienionych (szarzielonych) ze skałami ciemnoszarymi, silnie przeobrażonymi (liczny biotyt, muskowitz i skalenie). Procesy serycytyzacji rozwinęły się szczególnie w strefach brekcji tektonicznej na głębokości 253, 301 i 985,4 m, a epidotyzyacji na głębokości 391, 537,4 i 1037,6 m. Przeobrażenia aureole wokół żyłek spowodowane są głównie przez epidotyzyację, chlorytyzację i serycytyzację, rzadziej feldszpacyzację. Metasedymenty lokalnie cechuje intensywna feldszpacyzacja, nie tylko wokół żyłek kwarcowych i kwarcowo-skaleninowych, lecz także w znacznych interwałach kilkumetrowej miąższości (dominuje feldszpacyzacja, czasami serycytyzacja, chlorytyzacja i kaolinityzacja). Hornfelsy biotytowe występują na głębokości 255,5 m zbudowane są z masy kwarcowo-skaleninowej o granoblastycznym wykształceniu z sitowymi przerostami biotyty i minerałów kruszczowych.

Skały klastyczne rozcięte są licznymi dajkami zróznicowanych skał magmowych – porfirów ryolitowych i ryodacytowych, diabazów i andezytów. Stwierdzono tu 9 dajek porfirowych, 5 diabazowych i 4 andezytowe. Grubość tych dajek dochodzi maksymalnie do 15 m miąższości pozornej. Kontakty żył porfirowych ze skałami otaczającymi są zwy-

Metasedymenty ediakaru są do intensywnie tektonicznie zdeformowane, bardziej strukturami ciętymi niż nieciętymi, choć liczne są uskoki, spłaskawienia, kłębki, powierzchniowe lizgowe, strefy ciętymy, żyły mineralne. Kompleks ten odznacza się bardzo dużymi zmianami kątów upadów warstwowania, od 5 do 90 w kierunku SSW, lecz najczęściej ciętymy w granicach 10–45. W pobliżu strefy Kraków–Lubliniec bieg warstw wykazuje kierunek WNW–ESE, natomiast w oddaleniu od tej strefy kierunek ten zmienia się stopniowo na równoleżnikowy (Kaba, 1999).

kle pasywne, bez oznak zmian kontaktowych, choć lokalnie widoczne są zmiany metasomatyczne.

Porfiry reprezentowane są przez dacytoidy zbudowane z fenokryształów skaleni i kwarcu oraz drobnokrystalicznego tła skalnego. Porfiry są przeobrażone; dominuje wokółspłaskawiona feldszpacyzacja, serycytyzacja i chlorytyzacja. Diabazy i andezyty cechuje tekstura drobnokrystaliczna, miejscami fluidalna. Dominują drobne fenokryształy plagioklazów. Powszechna jest w tych skałach chlorytyzacja i pirytyzacja, rzadziej feldszpacyzacja i karbonatyzacja.

Grubość występowania żyłek w omawianym otworze wynosi od kilku do kilkunastu żyłek na metr rdzenia. Ich grubość dochodzi do 10 cm, zwykle jednak jest mniejsza od 1 cm. Skłębki w górnej części metasedymentów ediakaru głównie w głąbki z pirytem (nieliczne wrostki sfalerytu, chalkopiryty i galeny), nieliczne kwarcowe, kwarcowo-epidotowe, kwarcowo-epidotowo-chlorytowe i kwarcowo-kalcytowe z licznym pirytem, sfalerytem i galeną, rzadziej z wrostkami chalkopiryty. W dolnej części profilu przeważają żyłki kwarcowe, kwarcowo-chlorytowe i w głąbki z pirytem, lokalnie z licznym sfalerytem, galeną i chalkopirytem, a w spłaskawionych żyłkach w głąbki i kwarcowo-kalcytowe z pirytem. Skłębki kwarcowe przeciwstawiane są żyłkami w głąbki. W wielu interwałach iłowce przecinają liczne żyłki, z przejściem do kikirotów i brekcji. W górnej części profilu przeważają kikirotowe i kalcytowo-kwarcowe z pirytem, miejscami z licznym sfalerytem, galeną i chalkopirytem, natomiast w niższych partiach profilu przeważają kikirotowe w głąbki (dolomitowe, kalcytowe) z pirytem (rzadziej ze sfalerytem, chalkopirytem i galeną).

Częstość występowania żyłek w skałach magmowych nie jest znaczna (do 10 żyłek/m.b. rdzenia). Dacytoidy zawierają przeważnie żyłki w głąbki-pirytowe, andezyty – kalcytowo-pirytowe i kwarcowe, a diabazy – kwarcowe, rzadziej skaleninowe, kalcytowe i kruszczowe (piryt, sfaleryt, chalkopiryty, galena). Wokół żyłek obecne są aureole z impregnacjami kruszczowymi (głównie piryty w towarzystwie chalkopiryty i sfaleryty).

## CHARAKTERYSTYKA OKRUSZCOWANIA ZŁOTONO NEGO

W całym profilu wiercenia DB-4 zdecydowanie przeważa mineralizacja pirytowa oraz pirytowo-sfalerytowa. Mineralizacja siarczkowa została stwierdzona głównie w strefach brekcji tektonicznych w żyłkach kwarcowych, kwarcowo-glanowych oraz w formie impregnacji tła skalnego. Żyłki przecinają ilasto-mułowcowe metasedymenty ediakaru o charakterystycznych szarzielonych i brunatnych barwach oraz dajki skał magmowych. Zaobserwowano kilka silnie okruszczonych stref w różnych interwałach głębokościowych (np. 250, ok. 310, 585, 1000 i 1400 m). W tych strefach pojawia się żyłkowo-impregnacyjna mineralizacja pirytowo-sfalerytowa z galen i chalkopirytem (głównie w dolnej części profilu). Piryt tworzy oddzielne automorficznie ziarenka (do 1–2 mm średnicy), liczne żyłki (1–3 mm grubości) oraz ksenomorficzne agregaty ziarniste wypełniające spękania. Piryt ten jest zastępowany powszechnie przez sfaleryt oraz podrażnia również przez galen. Przerosty sfalerytowo-galenowe występują w strefach brekcji tektonicznych niemal w całym profilu wiercenia, tj. od interwału ok. 110 do 1500 m. Charakterystyczna jest obecność bardzo drobnych (1–3 µm średnicy) wydzieleń ekssolucyjnych chalkopiryty w sfalerycie. W zmetamorfizowanych łowcach o teksturze plamistej obecne są liczne drobnoziarniste (do ok. 100 µm średnicy) rozproszone ziarenka magnetytu. W obrębie dajek dacytoidów oraz andezytów obecne są pseudomorfozy drobnoziarnistych tlenków Ti (rutyl i tytanit) po biotycie. W dacytoidach (głębokość 111 oraz 1446,6 m) stwierdzono również występowanie żyłkowo-impregnacyjnej mineralizacji, składającej się z drobnoziarnistego pirytu w asocjacji ze sfalerytem i podrażnionym chalkopirytem. Takie w tych skałach sfaleryt zawiera drobnoziarniste inkluzje chalkopiryty. W strefach silnej epidotyzyacji zmetamorfizowanych łowców (np. z głębokości 495,5 m) ujawniono przerosty galeny ze sfalerytem i rutytem w epidocie. W podrażnionych ilościach obecny jest również piryt, chalkopiryt oraz bardzo rzadko pirotyt. Lokalnie galena występuje w formie żyłek przerażających się z pirytem oraz kwarcem i w glanach (np. na głębokości 404 m). W niektórych interwałach zawierających żyłki kwarcowe i kalcytowe (np. 301, 985, 1229,3 i 1535 m) stwierdzono powszechne zastępowanie pirytu przez markasyt. W paragenezie z galen zaobserwowano występowanie siarkosoli minerałów bizmutu o trudnym do identyfikacji (ze względu na niewielkie rozmiary) składzie chemicznym.

W próbce z głębokości 584,5 m stwierdzono obecność złota w postaci wydzieleń widocznych pod mikroskopem. W strefie tej występują liczne żyłki kwarcowe (o grubości do kilku centymetrów), kwarcowo-kruszczone (od jednego do kilku milimetrów grubości) oraz w mniejszej ilości żyłki w glanach. Złotono na mineralizacja kruszczowa związana jest z żyłkowo-impregnacyjnymi występowaniem pniami pirytu i sfalerytu, którym towarzyszy galena, arsenopiryt oraz chalkopiryt. Piryt wraz ze sfalerytem występuje najczęściej w ród kruszców. Dużo automorficznie ziarna pirytu (do 2–3 mm średnicy) są spękane i scementowane przez sfaleryt, galen lub chalkopiryt oraz elektrum. Ponadto piryt i sfaleryt (rza-

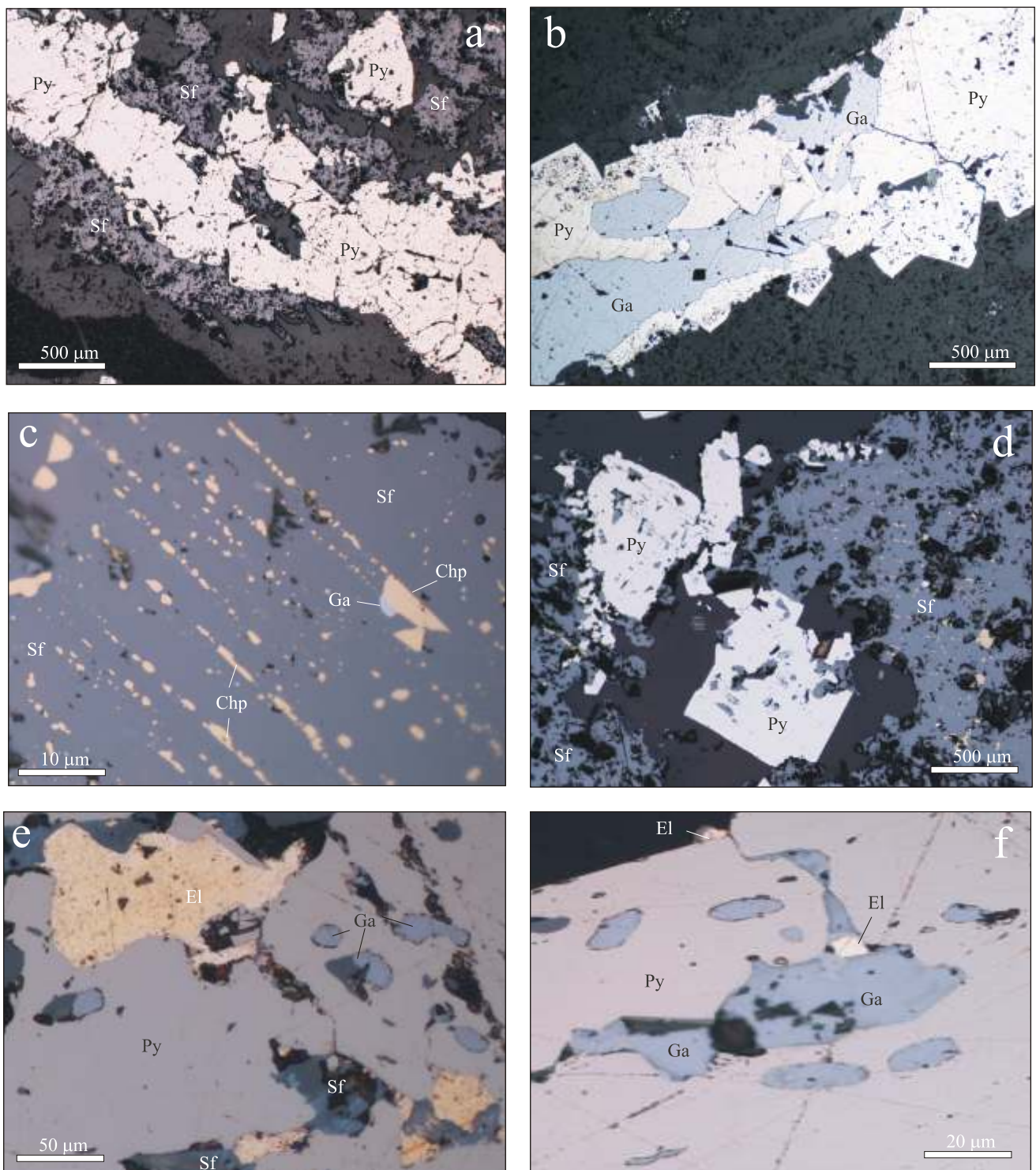
dziej galena) tworzą żyłki oraz agregaty ziarniste do kilku milimetrów grubości (fig. 3a, b). Charakterystycznym cechem gruboziarnistego pirytu jest obecność w nim licznych drobnoziarnistych wrostków sfalerytu, galeny (fig. 3c), chalkopiryty, pirotytu oraz elektrum i prawdopodobnie minerałów bizmutu. Sfaleryt występuje również w postaci ksenomorficznych ziaren o różnicowanych rozmiarach od kilkuset µm do 2 mm. Podobnie jak i w innych interwałach tego profilu, sfaleryt zawiera drobnoziarniste inkluzje chalkopiryty oraz dodatkowo niewielkie wydzielania galeny (fig. 3d). Galena występuje głównie w postaci drobnych ziarenek, żyłek oraz wrostków w pirytycie. Arsenopiryt pojawia się w postaci automorficznych drobnych ziarenek o rozmiarach ok. 0,1 mm oraz w formie niewielkich wydzieleń w pirytycie.

Złoto występuje w postaci wrostków w pirytycie (fig. 3e, f; 4a, c–e), w żyłkach sfalerytowo-galenowych (tęczych piryt), jak również w formie drobnoziarnistych samodzielnych wydzieleń (<0,1 mm średnicy) w kwarcu (fig. 4f) lub w przerostach ze sfalerytem (fig. 4a, b, f). Charakterystyczne jest współwystępowanie wrostków galeny, sfalerytu oraz elektrum. W strefach złotonnych obecna jest sylikifikacja, chlorytyzacja, epidotyzyacja oraz kalcytyzacja skał klastycznych.

Zaobserwowane w mikroskopie złoto poddano w Państwowym Instytucie Geologicznym badaniom chemicznym na mikroskopie skaningowym JEOL JSM-35 wyposażonym w spektrometr dyspersji energii (EDS) firmy Oxford Instruments. Napięcie przy pracy wynosiło 20 kV, średnica wiązki elektronowej 3 µm, dla prądu 4–10x10 A. Jako wzorców użyto naturalnych minerałów, a wyniki skorygowano za pomocą programu ZAF. Zbadany w mikroobszarze skład złota wskazuje na obecność głównie elektrum oraz sporadycznie stwierdzono występowanie złota rodzimego o bardzo różnicowanej zawartości srebra (fig. 5). Najczęściej pojawia się elektrum o typowej zawartości srebra w zakresie od ok. 27 do 38% wag. Ponadto obecne jest elektrum o dużej (od 45 do 50% wag. Ag), jak również i małej zawartości srebra (18 do 21% wag.). Elektrum w postaci wrostków w pirytycie współwystępuje głównie ze sfalerytem i galeną. Z kolei elektrum występuje w postaci żyłek tęczych spękanej gruboziarnisty piryt pojawia się w paragenezie z chalkopirytem i/lub galeną. Elektrum stwierdzone w postaci drobnych ziarenek w kwarcu cechuje się najmniejszą zawartością srebra (<20% wag.).

Schemat rozmieszczenia złotonnego okruszczowania wokół otworu DB-4 można na pewno z zastrzeżeniami odnieść do modelu mineralizacji złotonnej występującej w peryferycznych strefach porfirowego złota San-Manuel-Kalamazoo w Arizonie. Obecność złota w paragenezie z siarczkami miedzi, galeny i cynku w obrębie żyłek kwarcowych i w glanach zarówno w otworze DB-4, jak i w złocie San-Manuel-Kalamazoo związana jest ze strefami brekcji tektonicznych i silnym rozwojem procesów propylityzacji, zaznaczonych głównie przez silną chlorytyzację, epidotyzację oraz kalcytyzację (fig. 6; zob. także Guilbert, Park, 1986).





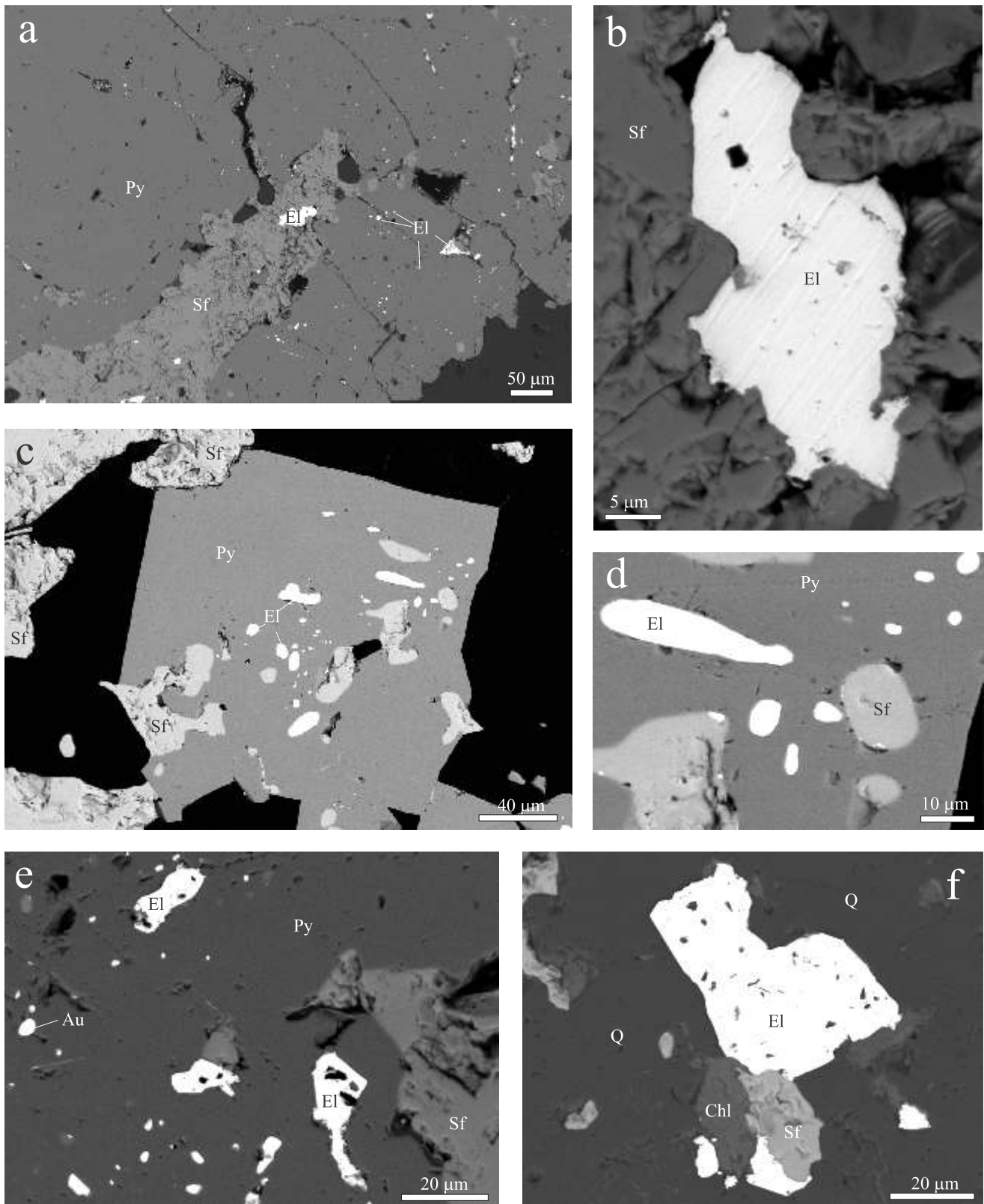
**Fig. 3. Mineralizacja kruszcowa w skałach z gł boko ci 584,4 m w otworze DB-4: a – żyłka pirytowo-sfalerytowa w kwarcu; b – żyłka pirytowo-galenowa; c – wydzielania chalkopirytu i galeny w sfalerycie; d – automorficzny piryt zast powany przez sfaleryt; e, f – wrostki elektrumu, galeny i sfalerytu w pirycie**

El – elektrum, Chp – chalkopiryt, Ga – galena, Sf – sfaleryt, Py – piryt

Ore mineralization in rock samples at the depth of 584.4 m from the DB-4 borehole: **a** – pyrite-sphalerite veinlet in quartz; **b** – galena-pyrite veinlet; **c** – ex-solutions of chalcopyrite and galena in sphalerite; **d** – automorphic pyrite replaced by sphalerite; **e, f** – electrum, galena and sphalerite inserts in pyrite

El – electrum, Chp – chalcopyrite, Ga – galena, Sf – sphalerite, Py – pyrite



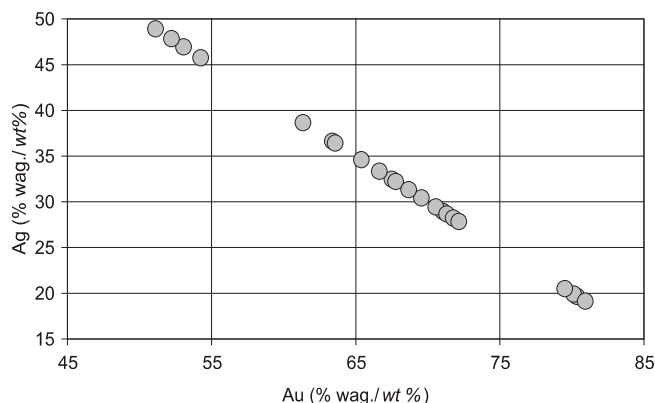


**Fig. 4. Elektrum i złoto rodzime w asocjacji z siarczkami Cu, Pb, Zn i Fe w próbkach z wiercenia DB-4 (gł b. 584,5 m); obraz BSE. Foto L. Giro**

Au – złoto rodzime, El – elektrum, Chl – chloryt, Sf – sfaleryt, Py – piryt, Q – kwarc

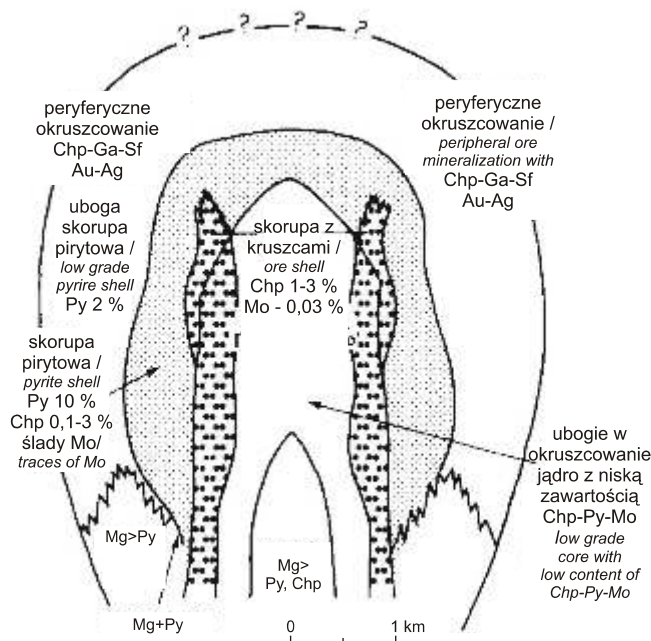
Electrum and native gold in association with Cu, Pb, Zn and Fe sulphides in samples from the DB-4 borehole (584.5 m depth); BSE image. Photo by L. Giro

Au – native gold, El – electrum, Chl – chlorite, Sf – sphalerite, Py – pyrite, Q – quartz



**Fig. 5. Wykres zawartości złota i srebra w elektrum na podstawie badań w mikroobszarze próbek skał z rdzenia otworu DB-4**

Gold and silver concentration in electrum based on microprobe investigation of rock samples from the DB-4 borehole



**Fig. 6. Schematyczny model strefowości mineralizacji kruszcowej w porfirowym złocie San-Manuel-Kalamazoo (Arizona) (wg Guilberta i Parka, 1986)**

Chp – chalkopiryt, Ga – galena, Mg – magnetyt, Mo – molibdenit; Py – piryt, Sf – sfaleryt

Schematic zonation model of ore mineralization in the San-Manuel-Kalamazoo (Arizona) porphyry deposit (according to Guilbert and Park, 1986)

Chp – chalkopyrite, Ga – galena, Mg – magnetite, Mo – molybdenite, Py – pyrite, Sf – sphalerite

## BADANIA GEOCHEMICZNE UTWORÓW ZŁOTONOWNYCH

Z dotychczasowych badań wynika, że w rejonie Doliny Będzkiej ujawniono wiele próbek skał podłoża prekambryjsko-paleozoicznego z podwyższonymi lub nawet znacznymi (ponad 2 ppm) zawartościami złota. Próbkę taką ujawniono przede wszystkim w otworze WB-102 (Szostek i in., 1977; Nie, 1986) oraz w otworach DB-4, DB-5 i WB-102A (Oszczepalski i in., 2008).

W otworze DB-4 mineralizacja cynkowa przeważa nad mineralizacją ołowiu i miedzi (tab. 1, fig. 2). Zawartości molibdenu i wolframu są małe. W otworze tym stwierdzono kilkadziesiąt próbek o zwiększonej zawartości cynku (ponad 0,1%) oraz kilkanaście próbek o podwyższonej zawartości ołowiu i miedzi. Najwyższe koncentracje tych metali związane są z metasedymentami o znacznej występowaniu żyłek, kakirytami i brekcjami tektonicznymi. Interwały najsilniej okruszcowane zawierają liczne żyłki kwarcowe, kwarcowo-epidotowe i kwarcowo-chlorytowe z licznymi wrostkami pirytu, sfalerytu, galeny i chalkopirytu. Niektóre z tych próbek cechuje duża lub podwyższona zawartość złota. Najwyższą jego zawartość (15 000 ppb Au) stwierdzono w żyłce kwarcowej przecinającej żyłkę na

głębokości 584,2 m. Kwarc w tej żyłce posiada obwódki epidotów oraz liczne wrostki chlorytu, kalcytu, pirytu, galeny, sfalerytu i chalkopirytu. Dużą zawartość złota stwierdzono także w brekcjach tektonicznych żyłców na głębokości 253,0 m (1160 ppb) i 492,5 m (64 ppb Au), zawierających bogatą mineralizację pirytowo-sfalerytowo-galenowo-chalkopirytową. We wszystkich tych złotonownych próbkach wysokim koncentracjom złota oraz cynku (1,65–16,97%), ołowiu (0,08–2,48%) i miedzi (0,18–2,10%) towarzyszą znaczne zawartości arsenu (215–1628 ppm) i podwyższone bismutu (20–122 ppm). Charakterystyczne jest to, że próbki złotonowne pochodzą ze strefy skał zbitytyzowanych (próbki z głęb. 253,0 m) oraz skał z intensywną feldspatyzacją, serycytyzacją, chlorytyzacją i epidotyzacją (próbki z głęb. 492,5 i 584,2 m). Natomiast brekcje żyłców ze strefy biotytyzacji (1000,5 i 1017,9 m) zawierają znacznie uboższą mineralizację Zn–Cu–Pb i bardzo mało złota (2 ppb). Nieznacznie zwiększoną zawartość złota (20 ppb Au) cechuje się próbka z żyłki, natomiast porfiry nie zawierają podwyższonych koncentracji złota.

Tabela 1

## Zawartość Au, Cu, Mo, W, Pb, Zn, As, Bi, Ba i Sr w zbadanych próbkach metasedymentów ediakaru, porfirów i żyły kwarcowej w otworze DB-4

Content of Au, Cu, Mo, W, Pb, Zn, As, Bi, Ba and Sr in Ediacaran metasediment samples, porphyries and quartz vein from DB-4 borehole

Gł b. (m)	Litologia	Wiek	Au	Cu	Mo	W	Pb	Zn	As	Bi	Ba	Sr
			ppb	ppm								
253,0	zmetamorfizowany iłowiec	ediakar	1160	1849	<2	7	4790	16457	1628	23	387	45
405,0	porfir		9	21	<2	<5	76	139	19	<3	81	200
492,5	zmetamorfizowany iłowiec	ediakar	64	3273	<2	38	24756	29010	215	122	80	182
545,0	zmetamorfizowany iłowiec	ediakar	4	52	<2	<5	69	154	10	<3	285	71
584,2	żyła kwarcowa		15000	21018	<2	35	756	169671	984	20	60	<3
793,0	porfir		4	127	4	6	173	653	13	67	328	152
834,3	porfir		2	100	5	<5	21	73	6	16	441	138
1000,5	brekcja iłowca	ediakar	2	150	<2	9	92	1217	12	<3	227	27
1017,9	brekcja iłowca	ediakar	2	1062	<2	13	632	3148	40	11	30	56
1535,0	zlepianiec	ediakar	20	842	<2	5	7	121	5	6	229	77
1550,5	zlepianiec	ediakar	7	753	<2	6	9	97	5	7	796	9

Badania chemiczne wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym PIG; Au oznaczono metodą absorpcji płomieniowej FAAS z zastosowaniem spektrometru Perkin-Elmer 4100ZL, a Cu, Mo, W, Pb, Zn, As, Bi, Ba, Sr i Rb metodą fluorescencyjnej spektrometrii rentgenowskiej (XRF)

Jak wynika z badań Oszczepalskiego i in. (2008), znaczna liczba próbek o dużej zawartości złota stwierdzono także w otworach DB-5 i WB-102A. W skałach z otworu DB-5 zwracają uwagę znaczne zawartości złota w pojedynczych próbkach metasomatytów (do 115 ppb Au na kontakcie andezytów z granitoidem), żyłek kwarcowych (do 95 ppb), porfirów (do 78 ppb) i metaiłowców (do 51 ppb). W otworze WB-102A ujawniono nieznaczne koncentracje złota (do 15 ppb) w kilku próbkach porfirów, andezytów i iłowców.

Na podstawie badań żyła Myszków wiadomo obecnie, że złoto – obok Mo, Cu, W, Zn i Pb, a przede wszystkim K, Be, F, Sb, Hg, Au, Ba, As, Ag, Cd, Bi i Te – należy do pierwiastków wskaźnikowych, mających znaczenie prognostyczne przy poszukiwaniach złóż porfirowych Mo–Cu–W (Podemski red., 2001). Zaobserwowano, że w stronę strefy złotej rośnie zawartość takich pierwiastków, jak: W (zajmuje on centralną pozycję w złóżach porfirowych), Cu, Mo, Ag, F, Be oraz Si i K. W strefie otaczającej złóż (300–700 m od centrum złóż) wzrasta udział Pb, Au, Sb oraz Na, Ca i Sr, a w strefie peryferycznej (ponad 700 m od centrum złóż) charakterystyczne są podwyższone (względem strefy złotej i wokółzłotej) udziały Zn, Te, Bi, Ba, As i Cd. Laso (2003) uszeregował te pierwiastki w kolejności od

pierwiastków rudnych i typowych dla centralnych partii złóż porfirowych (W, Mo, Cu–Ag, K) do pierwiastków charakterystycznych dla stref najbardziej oddalonych od strefy złotej (Be, F, Sb, Hg, Au, Pb, Ba, As, Ag, Zn–Cd, Bi i Te). Złoto zaliczono do etapu niskotemperaturowego (wraz z Pb, Zn, Sb, Cd, Hg, Tl, Te oraz w ograniczonym zakresie Ag, As, Bi, S, Ba, Sr i Mn). Wykazano, że złoto współwystępuje z rutenem, a ich koncentracje są najwyższe w utworach o najmniej intensywnej potasowej metasomatozie. Bardzo niski wskaźnik wzbogacenia oznacza, że utwory podłoża w rejonie Myszkowa nie uległy wzbogaceniu w złoto, a lokalne podwyższenia należy uznać za wynik jego remobilizacji.

Porównując przestrzenny rozkład oraz zasięg poziomy i pionowy koncentracji złota w rejonie Doliny Bdkowskiej i Myszkowa, można dojść do wniosku, że w rejonie Doliny Bdkowskiej roztwory hydrotermalne dostarczały większych (niż w rejonie Myszkowa) ilości złota (wraz z Zn, Pb, Cu i As), czego rezultatem są wielokrotnie wyższe zawartości złota i arsenu w otoczeniu porfirowego złóża Mo–Cu–W niż w odpowiadającej strefie rejonu Myszkowa. Domieszki złota w metasedymentach i żyłach kwarcowych pozwalają na ocenę mineralizacji z Doliny Bdkowskiej ze złotonocnym okruszczeniem występującym w klasycznych złóżach porfirowych typu Cu–Mo (Guilbert, Park, 1986).

## PODSUMOWANIE

Na podstawie badań mikroskopowych oraz geochemicznych stwierdzono występowanie złota w materiale rdzeniowym archiwalnego otworu DB-4, zlokalizowanego w strefie uskoku Kraków–Lubliniec na bloku małopolskim. Złoto występuje do kilkunastu ppm w postaci wrostków elektrum w pirycie, żyłki (elektrum–sfaleryt–galena), jak również w formie drobnych ziarenek elektrum (do ok. 0,1 mm) i złota rodzimego w kwarcu. Najprawdopodobniej złoto tworzy również domieszkę izomorficzną w pirycie. Elektrum charakteryzuje się znaczącą zawartością srebra (od ok. 20 do 50% wag.). Stwierdzono, że siarczkowa mineralizacja polimetaliczna typu Zn–Pb–Cu–As jest złotonosna w rejonie Doliny Bdkowskiej (otw. DB-4 i WB-102), stanowi część zewnętrznej strefy porfirowej mineralizacji złotej Mo–Cu–W. Anomalie geochemiczne stwierdzone w skałach Doliny Bdkowskiej, pomimo różnic w stopniu zmineralizowania granitoidów, wykazują podobieństwo do anomalii okonturowanych w obrębie porfirowego złota typu Mo–W–Cu w Myszkowie (Laso, 2003). Przestrzenne rozmieszczenie anomalii w złocie Myszków sugeruje, iż centrum mineralizacji w Dolinie Bdkowskiej, znajdujące się w pobliżu otworu WB-102A (anomalie Cu, Mo i W), otoczone jest strefami mineralizacji polimetalicznej ze złotem (Zn, Pb, Cu, Au, As, Bi), ujawnionymi w otworze DB-4. Obecnie w rejonie Doliny Bdkowskiej intruzji granodiorytowej oraz licznych górnokarbońskich-dolnoperm-

skich dajek skał magmowych – dacytoidów, diabazów i andezytów (zróżnicowanych pod względem składu i struktury) w strefach okruszczonych wskazuje na związek powstania mineralizacji molibdenitowo-chalkopirytowej (otw. WB-102A) i złotonosnej mineralizacji polimetalicznej (młodszej lub równowiekowej, ale obocznie zlokalizowanej) w żyłkach kwarcowo-pirytowo-sfalerytowych (otw. DB-4) z rozwojem późnowaryscyjskich, pomagmowych procesów hydrotermalnych w strefach brekcji tektonicznych. W świetle nowych danych o ewolucji magmowo-metamorfoicznej regionu i waryscyjskiego wieku granodiorytów wydzielenie przez Harańczyka (1979, 1983) wczesnopaleozoicznej (kaledonidycznej) asocjacji złotonosnych żyłek kwarcowych oraz pirytu, chalkopirytu i sfalerytu nie znajduje obecnie uzasadnienia.

Należy się spodziewać, że szybkie wyniesienie obszaru po uformowaniu się intruzji granitoidowych (w karbonie), znaczone kolejnymi fazami małych, subwulkanicznych intruzji porfirów, spowodowało zanik wysokotemperaturowych procesów pneumatolityczno-hydrotermalnych w tym rejonie. Mineralizacja polimetaliczna ze złotem, uformowana peryferycznie względem apikalnych partii intruzji granodiorytowej (nawierconej otworem WB-102A), jest wynikiem migracji rednio- i niskotemperaturowych roztworów hydrotermalnych w strefach aktywności tektonicznej.

## LITERATURA

- BUŁA Z., 2000 – Dolny paleozoik Górnego Śląska i zachodniej Małopolski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **171**: 5–71.
- BUŁA Z. (red.), 2002 – Atlas geologiczny paleozoiku bez permu w strefie kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GUILBERT J.M., PARK Ch.F., 1986 – The geology of ore deposits. W.H. Freeman and Company / New York: 406–411.
- HABRYN R., BUŁA Z., CHMURA A., INDYK A., JACHOWICZ M., MARKOWIAK M., MATYJA B. A., NOWAK J., OLSZEWSKA B., PIĘKOWSKI G., POLECHOSKA O., SIKORA R., STADMULLER M., TRUSZEL M., ZIAJA J., ZIÓŁKOWSKI P., ŻABA J., 2007 – Dokumentacja geologiczna otworu badawczego Cianowice-2 – zintegrowany program płytkich wierceniach badawczych dla rozwiązania istotnych problemów budowy geologicznej Polski. Problem 10. Geologiczno-strukturalne rozpoznanie strefy rozłamu Kraków–Lubliniec na odcinku krakowskim. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- HARA CZYK C., 1978 – Mineralizacja polimetaliczna w utworach paleozoicznych wschodniego obrzeżenia GZW. *Pr. Inst. Geol.*, **83**: 171–185.
- HARA CZYK C., 1979 – Metallogenic evolution of the Silesia-Cracow region. *Pr. Inst. Geol.*, **95**: 109–132.
- HARA CZYK C., 1983 – Paragenety mineralne w żyłkach krakowidów i ich pokrywy. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **53**, 1–4: 91–126.
- HARA CZYK 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. Przeds. Geol. S.A., Kraków*.
- HARA CZYK C., LANKOSZ M., 1990 – Sprawozdanie z badań geologicznych w Dolinie Bdkowskiej. *Arch. Przeds. Geol. S.A., Kraków*.
- KOSZOWSKA E., WOLSKA A., 2000 – Mineralogical and geochemical study of thermally altered country rocks of granodioritic intrusion in the Bdkowska Valley near Kraków (S Poland). *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **70**: 261–280.
- LASO K., 2003 – Geochemia molibdenowo-wolframentowego złota porfirowego Myszków. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **405**: 87–108.
- MARKOWIAK M., 1999 – Wstępna ocena możliwości występowania Au w strefie kontaktu bloku górnośląskiego i bloku małopolskiego. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MARKOWIAK M., HABRYN R., 2003 – Kompleksowa ocena polimetalicznej mineralizacji kruszczowej w utworach paleozoiku i prekambriu w obszarze krakowsko-lublinieckim. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MIKULSKI S.Z., MARKOWIAK M., OSZCZEPALSKI S., 2007 – Preliminary results of geochemical and ore-microscopic studies of Mo–Cu mineralization from the Bdkowska Valley near



- Kraków (Poland). W: Digging deeper (red. J.A. Colin i in.). Proc. of the Ninth Biennial SGA Meeting: 447–450. Dublin.
- NIE M., 1986 – Geologiczno-górnicza ocena rezultatów poszukiwań i perspektyw występowania rud polimetalicznych w NE obrzeżeniu GZW. AGH, Kraków.
- OSZCZEPALSKI S., MARKOWIAK M., BUŁA Z., LASO K., MIKULSKI S., HABRYN R., TRUSZEL M., PAŁCZYK M., SIKORA R., WOJNIAK P., MUCHA J., WASILEWSKA M., KARWOWSKI Ł., MARKIEWICZ J., WOJCIECHOWSKI A., URBAŃSKI P., SATERNUS A., CUDAK J., BRANISZKA J., 2008 – Prognoza złota podłoża paleozoiczno-prekambryjskiego NE obrzeżenia GZW. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PARACHONIAK W., MIŁKOWSKI R., MUSZYŃSKI M., 1988 – Badania petrograficzne próbek z rdzeni otworów wiertniczych wykonanych w utworach podłoża obrzeżenia GZW (rejon Zawiercia, Doliny Bdkowskiej). Stow. Nauk.-Techn. Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego i Gazowniczego. Zespół Rzeczoznawców. Arch. Przeds. Geol., Kraków.
- PODEMSKI M. (red.), 2001 – Palaeozoic porphyry molybdenum-tungsten deposit in the Myszków area, southern Poland. *Pol. Geol. Inst., Spec. Papers*, **6**.
- SOKOŁOWSKA G., WOJCIECHOWSKI A., 1995 – Geochemiczna ocena złotonosiwości perspektywicznych utworów geologicznych Polski. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZOSTEK L., LANKOSZ M., JANOTA E., HARAŃCZYK C. i in. 1977 – Projekt badań geologicznych mineralizacji polimetalicznej (Cu, Mo, Au) w rejonie Doliny Bdkowskiej oraz sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych na obszarze urada, Przegonia, Dębnik. Arch. Przeds. Geol. S.A., Kraków.
- TRUSZEL M., KARWOWSKI Ł., LASO K., MARKIEWICZ J., ABA J., 2006 – Magmatyzm i metamorfizm strefy tektonicznej Kraków–Lubliniec jako przesłanki występowania złóż polimetalicznych. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **418**: 55–103.
- ABA J., 1999 – Ewolucja strukturalna utworów dolnopaleozoicznych w strefie granicznej bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **166**.