

MAREK NIEĆ  
Akademia Górniczo-Hutnicza

## SZANSE ODKRYCIA ZŁÓŻ RUD METALI W STARSZYM PODŁOŻU PALEOZOICZNYM NE OBRZEŻENIA GÓRNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

UKD 553.43 + 553.462](438.232 – 18)

Artykuł ten jest głosem w dyskusji na temat okruszczenia NE obrzeżenia GZW. Podstawą do jego zebrania jest opracowanie wykonane w 1986 r. na zlecenie Instytutu Geologicznego, dotyczące analizy dotychczasowych poszukiwań i oceny ich wyników (11). Bazuje on zatem na materiałach Instytutu Geologicznego i Przedsiębiorstwa Geo-

logicznego w Krakowie, dwu instytucji prowadzących prace na tym obszarze.

Stwierdzone znaczne objawy mineralizacji kruszcowej w utworach starszego paleozoiku stwarzają nadzieję na odkrycie złoża, to jest takiego nagromadzenia rudy, które będzie mogło być przedmiotem eksploatacji. Rodzi się

zatem pytanie – jakie są szanse powodzenia poszukiwań? Wymaga ono odpowiedzi na trzy pytania bardziej szczegółowe:

1. W jakim stopniu warunki występowania stwierdzonej mineralizacji są typowe dla złóż rud Cu–Mo–W?
2. Jaki może być model złoża, które będzie obiektem poszukiwań, zwłaszcza jego geometria?
3. Jakimi parametrami powinno się charakteryzować takie złoże?

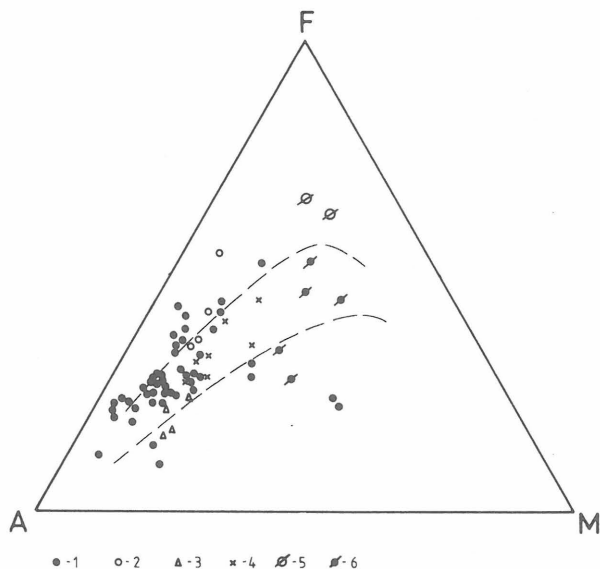
Celowość prowadzenia poszukiwań w NE obrzeżeniu GZW nie ulega wątpliwości, dostatecznym bowiem argumentem jest znaczna ilość stwierdzonych wystąpień mineralizacji. Odpowiedź na te trzy pytania ma jednakże znaczenie dla właściwego wyboru strategii poszukiwań i metodyki realizacji prac poszukiwawczych.

Ocenę perspektyw występowania złóż rud w podłożu staropaleozoicznym NE obrzeżenia GZW przedstawił już K. Piekarski (1985)\*. Wiele uwag na ten temat zawierają również prace C. Harańczyka (6). Niezmiernie ważne dla tej oceny jest stwierdzenie przez J. Ślósarza (16) strefowości mineralizacji typowej dla złóż porfirowych. Możliwość występowania złóż w tym obszarze raczej nie budzi wątpliwości. Jednakże dla podjęcia prac poszukiwawczych jest konieczne pogłębienie analizy perspektywiczności złożowej i spojrzenia na problem nie tylko w ujęciu przyrodniczym, ale także geologiczno-górnictwem. Stwierdzone dotychczas wystąpienia mineralizacji Cu i Mo w podłożu staropaleozoicznym NE obrzeżenia GZW należą do typu złóż porfirowych i skarnowych (7). C. Harańczyk (7), K. Piekarski (13), J. Ślósarz (16) dostarczyli na ten temat dostatecznie dużo argumentów.

Złoża porfirowe są związane ze skałami magmowymi szeregu wapienno-alkalicznego (ryc. 1). Skład skał magmowych NE obrzeżenia GZW w większości przypadków jest typowy dla magmowców, z którymi są związane złoża porfirowe Mo–W (ryc. 2). Skład mineralny tych skał jest również typowy dla złóż porfirowych (ryc. 3). Dla prognoz złożowych duże znaczenie mają cechy geochemiczne skał magmowych, np. zawartości Rb, Sr, Pb, Cu, Ce, Y, Nb, F, stosunki zawartości niektórych z wymienionych składników, skład izotopowy strontu itp. Dotychczas wykonane badania geochemiczne skał magmowych są fragmentaryczne i nie uwzględniają potrzeb prognostyki złożowej. Na

podstawie wykonanych badań (10) można rozpatrzyć zróżnicowanie zawartości Rb, Sr oraz Cu i Pb. Jak widać na ryc. 4, wartości stosunków tych pierwiastków dla zbadanych skał magmowych mieszczą się w polu wartości typowych dla skał, z którymi są związane złoża molibdenu.

W stwierdzonych dotychczas objawach mineralizacji miedź przeważa nad molibdenem, co sugerować może



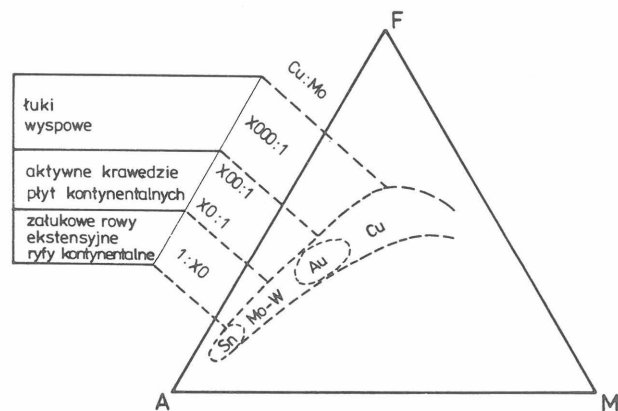
Ryc. 2. Położenie skał magmowych z NE obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na diagramie AFM

1 – porfiry z rejonu Myszków–Mrzygłód, 2 – granodiority z Pilicy, 3 – monzogranit z Zawiercia, 4 – porfiry z Zawiercia („rudne”), 5 – diabazy z rejonu Myszków–Mrzygłód, 6 – gabbro z Kwaśniowa

Fig. 2. Location of magmatic rocks from the northeastern margin of the Upper Silesian Coal Basin in diagram AFM

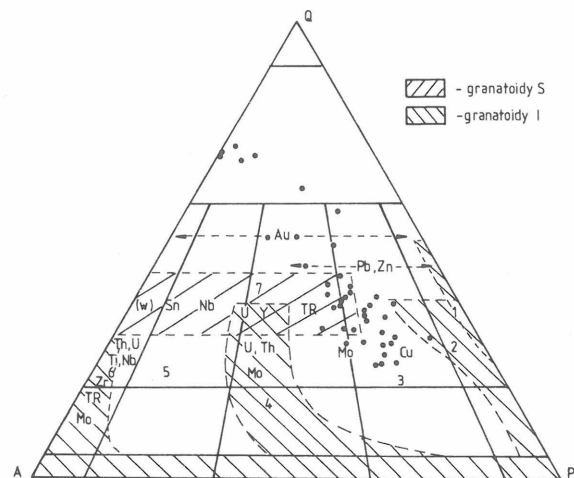
1 – porphyries from the region Myszków–Mrzygłód, 2 – granodiorite from Pilica, 3 – monzogranite from Zawiercie, 4 – porphyries from Zawiercie (“ore-bearing”), 5 – diabases from the region Myszków–Mrzygłód, 6 – gabbro from Kwaśniów

\* Cytowane są tylko publikowane prace najnowsze; w nich znajduje się obszerna bibliografia prac wcześniejszych.



Ryc. 1. Specjalizacja metalogeniczna skał magmowych (wg V. Sattrana oraz J. Oyarzun i J. Frutos, 1980)

Fig. 1. Metallogenetic specialization of magmatic rocks (after V. Sattran and J. Oyarzun and J. Frutos, 1980)



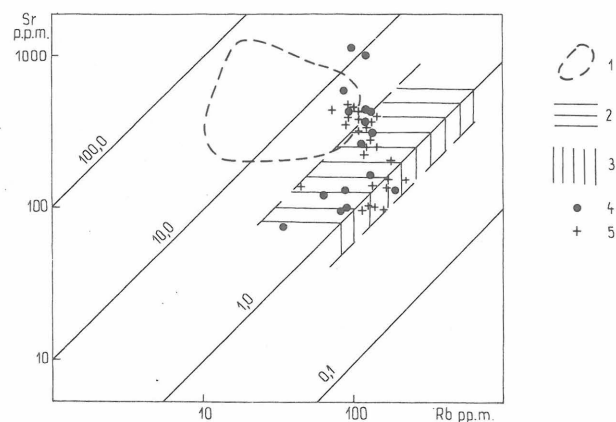
Ryc. 3. Skład kwaśnych skał magmowych z NE obrzeżenia GZW (dane wg 1 – czarne punkty) na tle specjalizacji metalogenicznej granitoidów (wg 9)

Fig. 3. Composition of acid magmatic rocks from northeastern margin of the Upper Silesian Coal Basin (data after 1 – black dots) against metallogenetic specialization of granites (after 1)

molibdenowo-miedziowy typ złóż porfirowych. Na większych głębokościach mineralizacja miedziowa zanika, pojawia się natomiast obfitsza mineralizacja molibdenowa. W rejonie Myszkowa (K. Piekarski 1988, 7) ujawniono również mineralizację wolframową, towarzyszącą molibdenowej. Strefowość taka jest typowa dla porfirowych złóż molibdenu (14), a mineralizacja miedziowa tworzy aureole wokół złóż.

Dane petrograficzne, geochemiczne i strefowość mineralizacji wskazują, że w rejonie Myszków–Mrzygłód występuje mineralizacja typu porfirowych złóż molibdenu. Znane są dwa typy tych złóż (3): „wysokofluorowy” (typ Climax) i „niskofluorowy” (17). Złóża typu Climax są związane z bardzo kwaśnymi skałami magmowymi (ponad 74% SiO<sub>2</sub>) zasobnymi we fluor (ponad 0,3%). Nie towarzyszy im mineralizacja miedziowa. Złóża typu „niskofluorowego” są związane ze skałami mniej kwaśnymi, ubogimi we fluor (0,07–0,25%) i towarzyszą im aureole rozproszonej mineralizacji miedziowej. Stwierdzone cechy skał magmowych występujących w NE obrzeżeniu GZW i charakter związanej z nimi mineralizacji wskazuje zatem, że możliwość występowania złóż typu Climax można raczej wykluczyć, oczekiwać należy natomiast złóż molibdenu typu „niskofluorowego” lub miedziowo-molibdenowych.

Złóża porfirowe występują w ściśle określonych strefach geotektonicznych. Złóża Cu, Cu–Mo i „niskofluorowe” Mo lokują się wzdłuż aktywnych brzegów płyt kontynentalnych ponad strefą subdukcji. Pozycja geotektoniczna krakowidów nie jest dotychczas całkiem jasna, a wypowiedzane na ten temat poglądy są jeszcze bardzo dyskusyjne. Wyjaśnienie ich pozycji ma ogromne znaczenie dla ocen złożowych i szukania analogicznych złóż, które mogłyby być przyjęte za modelowe przy wyborze strategii poszukiwań i oceny ich wyników.



Ryc. 4. Współzależność zawartości Sr i Rb w porfirach z otworów Pz-8 i A-1 (dane wg 10)

1 – pole zmienności zawartości Sr i Rb w skałach magmowych ze złóż porfirowych, 2 – pole zmienności zawartości Sr i Rb w skałach magmowych ubogich (niskofluorowych) złóż Mo, 3 – pole zmienności zawartości Sr i Rb w skałach magmowych ze złóż Mo typu Climax, 4 – porfiry z otworu Pz-8, 5 – porfiry z otworu A-1

Fig. 4. Relation of contents of Sr and Rb in porphyries from boreholes Pz-8 and A-1 (data after 19)

1 – variability field of Sr and Rb contents in magmatic rocks from porphyric deposits, 2 – variability field of Sr and Rb contents in poor (low-F) Mo deposits of magmatic rocks, 3 – variability field of Sr and Rb contents in magmatic rocks from Mo deposits of the Climax type, 4 – porphyries from the borehole Pz-8, 5 – porphyries from the borehole A-1

Tektonika utworów staropaleozoicznych, interpretowana na podstawie badań geofizycznych, jednoznacznie wskazuje na perspektywiczność tego obszaru. Obecność licznych krzyżujących się dyslokacji, występujących w sąsiedztwie strefy rozłamowej Zawiercie–Rzeszotary, stwarza dogodne warunki dla rozwoju procesów magmowych i mineralizacji.

W rejonie Zawiercia, Pilicy i Doliny Będkowskiej procesy mineralizacyjne były bardziej złożone niż w rejonie Myszków–Mrzygłód (6) i związane z dwoma rozdzielonymi w czasie etapami działalności magmowej. Ze starszym – zdaniem C. Harańczyka – jest związana mineralizacja w skarnach rozwiniętych w wapieniach ordowiku (w Zawierciu) oraz tellurkowa w Pilicy. Z młodszym etapem działalności magmowej jest związana mineralizacja porfirowa oraz w skarnach rozwiniętych w wapieniach dewońskich. Wyniki datowania izotopowego skał magmowych (8) rzeczywiście wskazują na dwa etapy magmatyzmu, ale nie ma pewności co do ich wieku. Według C. Harańczyka starszy etap należy uznać za kaledoński, a młodszy za waryscyjski. Dane izotopowe wskazują, że oba mogą należeć do cyklu waryscyjskiego, ale ponieważ badania były wykonane metodą potasowo-argonową, wiek ten nie może być uznany za pewny.

W przypadku stwierdzonych drobnych objawów mineralizacji najczęściej spotykanych w NE obrzeżeniu GZW, mimo że są one bardzo liczne, wiele wątpliwości budzą ich wzajemne relacje wiekowe. Na przykład mineralizacja tellurkowa wyróżniona przez C. Harańczyka (5, 6) stanowić może tylko aureole wokół nie znanego jeszcze złóża porfirowego. Aureole te są charakterystyczne dla niektórych złóż tego typu (4).

To, co dotychczas wiemy o warunkach występowania mineralizacji w NE obrzeżeniu GZW wskazuje zatem, że są one typowe dla porfirowych złóż Mo. Dane te są jednak niepełne i niejasne. Ich wyjaśnienie jest konieczne w celu określenia kierunku dalszych poszukiwań i oceny uzyskiwanych rezultatów.

Typową cechą porfirowych jest występowanie masyw skał, głównie magmowych, okruszcowanego sztokwerkowo. W profilach dotychczas wykonanych otworów mineralizacja pojawia się strefowo, na odcinkach o różnej długości – od kilkudziesięciu centymetrów do kilkudziesięciu metrów. W celu zorientowania się o sposobie rozmieszczenia mineralizacji jest konieczne przyjęcie pewnych kryteriów dla wydzielenia stref „rudnych” i anomalnych w stosunku do lokalnego tła geochemicznego. Na podstawie analizy statystycznej wyników próbowania (11), jako parametry graniczne dla stref „rudnych” można przyjąć 0,3% ekwiwalentnej zawartości Cu ( $Cu_e = Cu\% + 0,3 Mo\%$ ) i dla anomalnych 0,1% Cu lub 0,005% Mo.

Wśród wydzielonych w ten sposób wystąpień „rudnych” przeważa mineralizacja lokująca się w „łupkach” (felsach) i kwaśnych skałach magmowych (odpowiednio 30% i 25%). W skarnach, diabazach oraz piaskowcach i zlepieńcach występuje odpowiednio 22, 12 i 7%, przy czym najbogatszą mineralizację stwierdzono dotychczas w skarnach. Częstość miejscem lokalizacji mineralizacji są strefy kontaktowe dajek skał magmowych z otaczającymi skałami zmetamorfizowanymi.

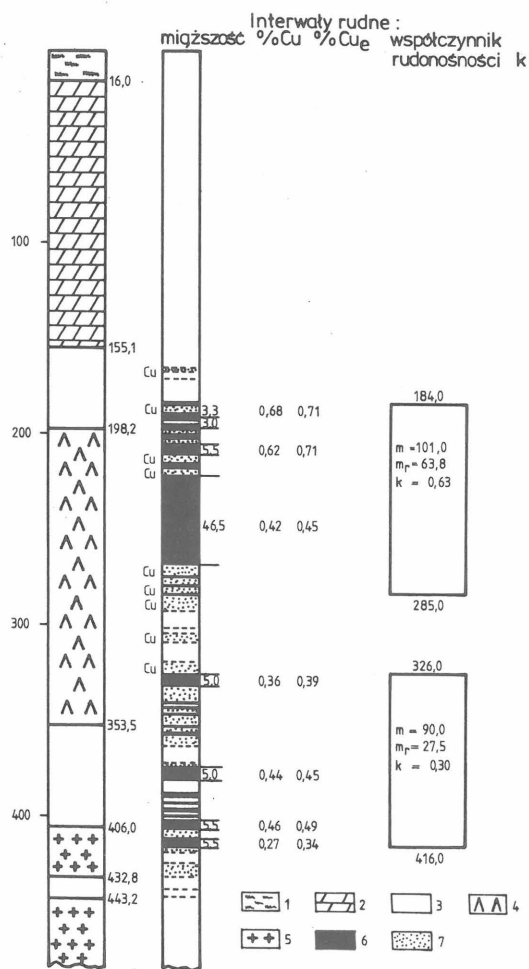
Na ryc. 5 przedstawiono profil otworu z wydzielonymi odcinkami „rudnymi” i aureolą mineralizacji rozproszonej. Odcinki „rudne” grupują się w pewnych strefach. Współczynniki liniowe rudności takich stref są bardzo zróżnicowane, od kilku do 100%. Dominuje drobnożyłkowy typ mineralizacji, co sugeruje, że wydzielone strefy rudne mogą być liniowo wydłużone zgodnie z kierunkiem stref

spękań lub kontaktów skał magmowych ze skałami otaczającymi, które są miejscem lokalizacji mineralizacji. Można zatem oczekiwać występowania złóż w postaci ciał rudnych wydłużonych o zmiennej miąższości, która oczywiście może być znacznie mniejsza od stwierdzonej miąższości pionowej.

Obecnie nie jest jeszcze możliwa ocena górniczo-ekonomiczna stwierdzonej mineralizacji, a liczne jej wystąpienia wskazują jedynie na celowość poszukiwań złóż. Można jednakże określić ogólne cechy, jakie może mieć to złóż. Oczekuje się złóż porfirowego, należy więc liczyć się z tym, że mineralizacja będzie uboga i niskie zawartości Mo, typowe dla takich złóż. Istniejące dane wskazują na „niskofluorowy” typ porfirowego złóż Mo, dla którego zawartości Mo najczęściej wynoszą 0,0n i rzadko przekraczają 0,1% (17). Aby ewentualna eksploatacja mogła być opłacalna na głębokości, na jakiej pojawiają się stwierdzone wy-

stąpienia mineralizacji, miąższość złóż musi wynosić co najmniej kilka metrów.

W tabeli I zestawiono średnie zawartości metali w złóżach porfirowych. W złóżach Mo typu Climax systemem podziemnym eksploatuje się rudę o średniej zawartości ponad 0,2% Mo, a w złóżu Henderson – 0,42% przy brzeźnej zawartości 0,25% (tab. II). Są to zatem wysokie zawartości. Niskofluorowe porfirowe złóż Mo odznaczają się niską zawartością Mo i nie są obecnie eksploatowane. Oczekując w NE obrzeżeniu GZW złóż tego typu, należy się więc liczyć z tym, że mogą one być nieinteresujące gospodarczo jako całe masyw okruszczonych skał. Wartościowymi mogą być natomiast tylko pewne strefy w ich obrębie o odpowiednio dużej zawartości metalu. Oczekiwać należy zatem złóż bardzo zmiennego. Taki model wymaga dużej ostrożności przy interpretacji wyników poszukiwań i bardzo szczegółowej dokumentacji obserwacji wykonywanych na rdzeniach. Celowe też wydaje się zbadanie modelu występowania mineralizacji za pomocą otworów skupionych blisko siebie w miejscach, gdzie stwierdzono strefy bogato okruszczowane.



Ryc. 5. Przykład rozmieszczenia objawów rudnych w profilu otworu

1 – mułowce, iłowce, 2 – wapień i dolomity triasowe, 3 – „łupki” – starszy paleozoik, 5 – porfiry, 6 – diabazy, 7 – objawy rudne, 8 – anomalie geochemiczne; m – miąższość strefy rudonośnej,  $m_r$  – sumaryczna miąższość objawów rudnych, k – współczynnik rudonośności

Fig. 5. Example of distribution of ore symptoms in a borehole section

1 – siltstones, claystones, 2 – Triassic limestones and dolomites, 3 – “slates” of Lower Paleozoic, 5 – porphyries, 6 – diabases, 7 – ore symptoms, 8 – geochemical anomalies; m – thickness of ore-bearing zone,  $m_r$  – total thickness of ore symptoms, k – ore-bearing coefficient

Tabela I  
ŚREDNIE, PRZECIĘTNE I MINIMALNE ZAWARTOŚCI METALI W ZŁÓŻACH PORFIROWYCH wg D.P. COXA I D.A. SINGERA (1986)

Typ (model) złóż	Średnie zawartości Cu		Średnie zawartości Mo		Uwagi
	przeciętne	minimalne	przeciętne	minimalne	
Porfirowe Cu	0,54	0,31			Mo do ok. 0,06% Au do ok. 0,5 g/t
Porfirowe Cu związane ze skarnami	0,98	0,51			Mo do 0,02 % Au do 0,8 g/t
Skarnowe Cu	1,7	0,7			Au do 2,8 g/t
Porfirowe Cu – Au	0,5	0,35			Au do 0,72 g/t
Porfirowe Cu – Mo	0,42	0,26	0,016	0,0072	Mo do 0,007 % Au do 0,043 g/t
Porfirowe Mo („niskofluorowe”)	–	–	0,085	0,055	na ogół nie eksploatowane
Mo – typu Climax („wysokofluorowe”)			0,19	0,13	

Tabela II  
ZAWARTOŚCI Mo W ZŁÓŻACH EKSPLOATOWANYCH wg H.M. CLARKA 1972 r.

Złóż	Rodzaj eksploatacji	Zawartości Mo	
		brzeźna	średnia
Alice	odkrywkowa	0,16	0,21
Endako	„	0,08	0,15
Boss	podziemna	0,22	0,25
Urad-Henderson	„	0,25	0,42
Climax	„		0,33
Questa	odkrywkowa	0,1	0,18

W przypadku mineralizacji w skarnach można oczekiwać złóż bogato okruszczonych, jednakże albo małych gniazdowych, albo złożonych z kilku ciał rudnych o skomplikowanej budowie. Poszukiwanie takich złóż, otworami z powierzchni, na dużej głębokości jest również zagadnie-

## L I T E R A T U R A

1. Ciemienska M., Markiewicz J. – Charakterystyka petrograficzna skał magmowych NE obrzeżenia GZW. [W:] Złóża rud metali na tle budowy geologicznej północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Arch. IG Sosnowiec 1983.
2. Clark H.M. – Stockwork molybdenum deposits in the Western Cordillera of North America. Econ. Geol. 1972 vol. 67.
3. Cox D.P., Singer D.A. (ed) – Mineral deposit models. USGS Bull. 1986 no. 1693.
4. Govett G.J.S. – Rock geochemistry in mineral exploration. Handbook of exploration geochemistry. 1983 vol. 3.
5. Harańczyk C. – Krakowska paleozoiczna prowincja tellurkowa. Prz. Geol. 1978 nr 6.
6. Harańczyk C. – Paragenety mineralne w złożach krakowidów i ich pokrywy. Roczn. Pol. Tow. Geol. 1983 nr 1–4.
7. Harańczyk C., Gałkiewicz T. et al. – Porfirowa i skarnowa mineralizacja Cu–Mo z Zawiercia. Rudy Metale 1980 nr 11, 12.
8. Jarmołowicz-Szulc K., Zajaczkowski J. – Datowanie skał NE obrzeżenia GZW metodą K–Ar. [W:] Złóża rud metali na tle budowy geologicznej północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Arch. IG Sosnowiec 1983.
9. Lameyre J., Black R. et al. – The grautite terms of converging plutonic type series and associated mineralisations. [W:] Symposium sur la geologie des grautites et leurs relations metallogeniques. Nankin 1982.
10. Lasoń K. – Wstępne wyniki badań geochemicznych dolnopaleozoicznych skał z NE obrzeżenia GZW. [W:] Złóża rud metali na tle budowy geologicznej północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Arch. IG Sosnowiec 1983.
11. Nieć M. – Geologiczno-górnicza ocena rezultatów poszukiwań i perspektyw występowania rud polimetalicznych w NE obrzeżeniu GZW. Ibidem 1986.
12. Oyzarun J., Frutes J. – Metallogenesis and porphyry deposits of the Andes. [W:] Resources Minerales. Mem. BRGM 1980 no. 106.
13. Piekarski K. – Analiza metalogeniczno-prognostyczna utworów paleozoicznych północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Roczn. Pol. Tow. Geol. 1983 nr 1–4.
14. Pokalow W.T. – Gienieticzeskije typy i poiskowije kriterii endogennych miestorożdienij molibdiena. Moskwa 1972.
15. Ślósarz J. – Przejawy mineralizacji wolframowej w paleozoiku NE obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Prz. Geol. 1988 nr 7.
16. Ślósarz J. – Stadia i strefowość mineralizacji kruszcowej w paleozoiku okolic Myszkowa. Roczn. Pol. Tow. Geol. 1983 nr 1–4.
17. Theodore T.G., Menzie D. – Fluorine deficient porphyry molybdenum deposits in the western North America Cordillera. Proc. G-th JAGOD Symp. Stuttgart 1984.

## S U M M A R Y

Noted occurrence of Cu and Mo mineralization in the Early Paleozoic sequence of the northeastern margin of the Upper Silesian Coal Basin belongs to porphyry and skarn type deposits. Composition of magmatic rocks in this area is typical for the rocks, the porphyry Mo–W deposits are connected with. Contents of Sr, Rb, Cu and Pb in these rocks are located within the limits that are typical for the molybdenum-bearing rocks. The found vertical zonality of mineralization of Cu–Mo–W is typical for porphyry deposits of molybdenum. Noted features of magmatic rocks and associated mineralization indicate a possible occurrence of low-F type molybdenum deposits.

The presence of numerous crossing dislocations near the geofracture Zawiercie–Rzeszotary creates favorable condition for a development of magmatic processes and mineralization as well as for location of deposits.

Found mineralizations symptoms in borehole sections occur in zones of varying lengths. Ore zones surrounded by mineralization areas of lower metal contents were distinguished when accepting the boundary equivalent value of  $Cu_e$  equal 0.3% ( $Cu_e = Cu\% + 0.3 Mo\%$ ). Ore sections are grouped in certain zones, for which ore-bearing coefficients change from several to over 100%.

The low-F deposits of Mo are usually very poor. The depth at which the mineralization symptoms are noted, may determine a profitability of several zones only (instead of the whole body of poorly mineralized rocks) due to their mineralization rich enough and suitably great thickness. We should therefore expect a very unstable deposit, composed of numerous ore bodies, elongated in agreement with mineralized fissures. Studies of occurrence model of mineralization seem therefore useful by boreholes grouped in zones where rich mineralization has been noted.

## Р Е З Ю М Е

Обнаруженные до сих пор проявления Cu и Mo оруденения в древнепалеозойском фундаменте СВ обрамления Верхнесилезского угольного бассейна принадлежат к порфиоровому и скарновому типам. Состав магматических пород этой площади типичен для пород, с которыми связаны Mo–W порфиоровые месторождения. Содержания Sr, Rb, Cu и Pb в этих породах группируются в поле содержаний, типичных для пород, с которыми связаны молибденовые месторождения. Обнаруженная вертикальная зональность Cu–Mo–W оруденения типична для молибден-порфиоровых месторождений. Изученные особенности магматических пород и характер связанной с ними минерализации указывает на возможность присутствия молибденовых месторождений „низкофторного” типа.

Присутствие многочисленных пересекающихся дислокаций вблизи разлома Заверце–Жешотары создает благоприятные условия для развития магматических и рудообразующих процессов, а также локализации месторождений.

Констатированные проявления оруденения в разрезах буровых скважин появляются зонально в интервалах разной мощности. Принимая за граничное содержание эквивалентной меди равным 0,3% ( $Cu_e = Cu\% + 0,3 Mo\%$ ), были определены рудные интервалы и их ореолы с низким содержанием металлов. Рудные интервалы группируются в некоторых зонах,