

OPRÓBOWANIE ZŁOŻA RUD MIEDZI MONOKLINY PRZEDSUDECKIEJ

UKD 622.343'143.1 + 550.856:553.434 + 553.43'551.064.3:519.27(438—14)

Na podstawie wyników dotychczasowego opróbowania złoża w kopalniach rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej dokonano statystycznej analizy jego zmienności. Badania te mają wielokierunkowe znaczenie przy rozwiązywaniu wielu problemów z dziedziny geologii i górnictwa (9) i dlatego są powszechnie wykorzystywane do wyznaczania optymalnej gęstości sieci opróbowania, uwzględniającej zarówno wymogi wiarygodnego rozpoznania złoża, jak i wielkość wydatkowanej na ten cel pracy.

Złoże rud miedzi monokliny przedsudeckiej należy do typu stratyfikowanego. Odznacza się nieregularnym przebiegiem powierzchni stropowej i spągowej oraz znacznym zróżnicowaniem miąższości. Mineralizacja bilansowa zanika w profilu pionowym stopniowo i nie jest ograniczona przez charakterystyczne poziomy litologiczne. W związku z tym brak jest możliwości makroskopowego wyznaczenia granic złoża, które osiągnąć można jedynie poprzez chemiczną analizę próbek bruzdowych. Zmianie ulega także skład litologiczny okruszczonych utworów. Pełny profil obejmuje górną część piaskowców białego spągowca, łupki miedzionośne oraz dolną część utworów węglanowych cechsztynu, reprezentowanych przeważnie przez dolomity. W licznych przypadkach strefa mineralizacji związana jest z dwoma lub tylko z jednym poziomem litologicznym. Wyczerpująca charakterystyka geologiczna utworów miedzionośnych monokliny przedsudeckiej zawarta jest w publikacjach C. Harańczyka (1), J. Jarosza (2), E. Konstantynowicza (4), A. Rydzewskiego (7) i W. Salskiego (8).

Wymienione cechy złoża oraz szybki postęp robót górniczych na dużej powierzchni determinują zakres i tempo prac związanych z bieżącym opróbowaniem. Powyższe prace ulegają znacznemu rozszerzeniu w

rejonach, w których miąższość złoża przekracza wysokość wyrobisk górniczych. W takich przypadkach niezbędne jest wykonywanie pionowych otworów wiertniczych, umożliwiających wyznaczenie podstawowych parametrów geologicznych dla łącznego interwału okruszczowania bilansowego.

Przedstawiona problematyka podkreśla wagę prac mających na celu określenie optymalnych gęstości sieci opróbowania w kopalniach rud miedzi. Podstawą do rozwiązania tego zagadnienia stały się badania zmienności złoża (6). Głównym ich celem było dostosowanie wielkości sieci opróbowania do lokalnego zróżnicowania zmienności złoża, opracowanie schematów opróbowania dla wyrobisk udostępniających i eksploatacyjnych oraz uzyskanie informacji, co do możliwości rozrzedzenia sieci, przy zachowaniu żądanej wiarygodności rozpoznania parametrów złożowych.

AKTUALNE ZASADY OPRÓBOWANIA ZŁOŻA

Od momentu górniczego udostępnienia złoża rud miedzi monokliny przedsudeckiej, określanie zawartości miedzi w strefie zmineralizowanej oraz wyznaczanie granic złoża bilansowego opiera się na próbkach bruzdowych. Są one pobierane w odstępach poziomych, od 15 do 20 m. Powyższy rozstaw stosowany jest w sposób jednolity zarówno w wyrobiskach udostępniających, jak i eksploatacyjnych. Poszczególne próbki bruzdowe obejmują w sposób ciągły kolejne odcinki profilu, długości około 20 cm. Pozwala to nie tylko na wyznaczenie granic strefy bilansowego okruszczowania w profilu, ale również na określenie w nim rozkładu zawartości miedzi. Próbkę pobierane są z uwzględnieniem litologicznego podziału utworów złożowych.

W obszarach złoża, w których jego miąższość wykracza poza wysokość wyrobisk górniczych, wykony-

wane są ponadto pionowe otwory wiertnicze. Rdzenie z tych otworów są opróbowywane i służą jako materiał do chemicznych badań laboratoryjnych. Tego typu rozpoznanie jest niezbędne dla przekwalifikowania zasobów z kat. C₁ do kat. A + B oraz dla planowania i projektowania eksploatacji. Otwory wiertnicze wykonywane są w zasadzie w odstępach analogicznych, jak próbki bruzdowe. W wielu jednak przypadkach szybkie tempo robót górniczych oraz technologia ładowania i transportu urobku, oparta na ciężkim sprzęcie samojezdnym, utrudniają realizację pełnego zakresu wierceń.

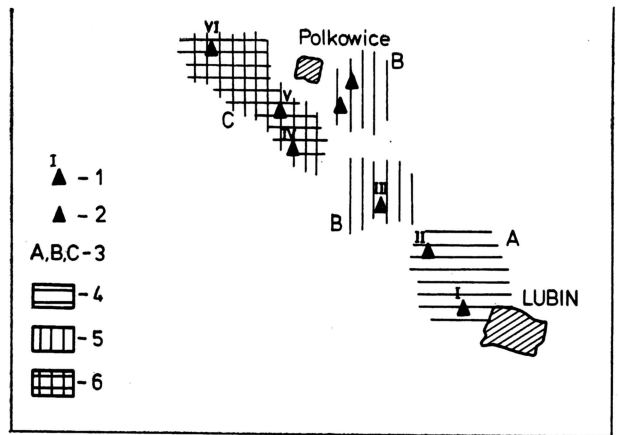
Podstawą przyjętych zasad opróbowania złoża monokliny przedsudeckiej były doświadczenia uzyskane w trakcie eksploatacji złoża rud miedzi niecki północnosudeckiej. Ponadto, w początkowym okresie górnictwa udostępniania złoża w rejonie Lubina, przeprowadzone zostały, przez A. Kaczmarka (3) i F. Zaczka (10), badania zmienności parametrów złożowych. Ze względu na ograniczony wówczas materiałem obserwacyjny nie rozwiązywały one problemu opróbowania złoża w odniesieniu do większego obszaru. Mimo, że cytowani autorzy podkreślali istnienie lokalnego zróżnicowania zmienności parametrów złożowych, to jednak ogólnie potwierdzali zasadność przyjętej sieci opróbowania.

ZAKRES BADAŃ

Badaniami zmienności objęto wyeksploatowane bloki złoża o zróżnicowanym wykształceniu litologicznym serii okruszczonej bilansowo. Materiał wyjściowy do badań stanowiły wyniki chemicznych analiz próbek bruzdowych oraz rdzeni wiertniczych, z otworów wykonywanych w wyrobiskach górniczych, których wysokość była mniejsza od miąższości złoża. Ocenie poddano 6 bloków, o zbliżonych wielkościach powierzchni (ok. 100 000 m²), z obszarów kopalń Lubin i Polkowice. Ponadto, analizowano wyniki opróbowania wyrobisk górniczych z obszaru kopalni Rudna. Lokalizację powyższych bloków przedstawia ryc. 1.

W celu określenia wielkości zmienności parametrów złoża, obliczono jego parametry geologiczne i statystyczne. Obliczenia wykonano na EMC Odra 1325. Geologiczne parametry złoża określono zgodnie z obowiązującymi dla złóż rud miedzi kryteriami bilansowości. Wyznaczono więc: miąższość złoża bilansowego, zawartość Cu, wydajność rudy i metalu z 1 m² oraz zasoby rudy i metalu. Powyższe wielkości posłużyły do określenia statystycznych parametrów złoża, spośród których w ocenie jego zmienności uwzględniono wariancję, odchylenie standardowe oraz współczynniki zmienności miąższości (V_m), zawartości Cu (V_p) i wydajności Cu z 1 m² (V_q). Wszystkie obliczenia wykonano zarówno dla całej serii bilansowej, jak i poszczególnych utworów wchodzących w jej skład.

W celu określenia możliwości rozrzedzenia stosowanej obecnie w kopalniach LGOM sieci opróbowania, przeprowadzono kilkoma metodami ocenę parametrów złoża, przy rozrzedzonych rozstawach próbek bruzdowych do około 30, 50 i 70 m. Obliczone, dla poszczególnych sieci, geologiczne parametry złoża porównano z wielkościami uzyskanymi z pełnego jego opróbowania. Określone w ten sposób procentowe odchylenia stanowią miarę reprezentatywności danej sieci opróbowania. Zgodnie z przyjętymi wymogami, dokładność rozpoznania złoża dla kat. A powinna wynosić ±10%, a dla kat. B ±25% (5). Ponadto, dla poszczególnych sieci opróbowania wykonano mapy warstwowe: miąższości złoża, zawartości Cu oraz wydajności Cu z 1 m². Tego typu ocena, mimo jej subiektywnego charakteru, jest bardzo pomocna przy interpretacji wyników obliczeń. Reprezentatywność każdej sieci sprawdzana była także za pomocą testu D Smirnowa-Kołodomorowa. Szczegółową metodykę badań zmienności złoża podali autorzy w publikacji wcześniejszej, poświęconej wynikom badań zmienności złoża rud miedzi monokliny przedsudeckiej (6). Dlatego też w niniejszym artykule przedstawiono jedynie główne jej elementy.



Ryc. 1. Podział złoża na strefy o odmiennych cechach zmienności.

1 — lokalizacja bloków objętych analizą zmienności parametrów złoża, 2 — lokalizacja wyrobisk górniczych objętych analizą zmienności parametrów złoża, 3 — strefy o wzrastającej od A do C zmienności parametrów złoża, 4 — sieć opróbowania 25 × 25 m, 5 — sieć opróbowania 20 × 20 m, 6 — sieć opróbowania 15 × 15 m.

Fig. 1. Subdivision of deposits into zones differing in the mode of variability.

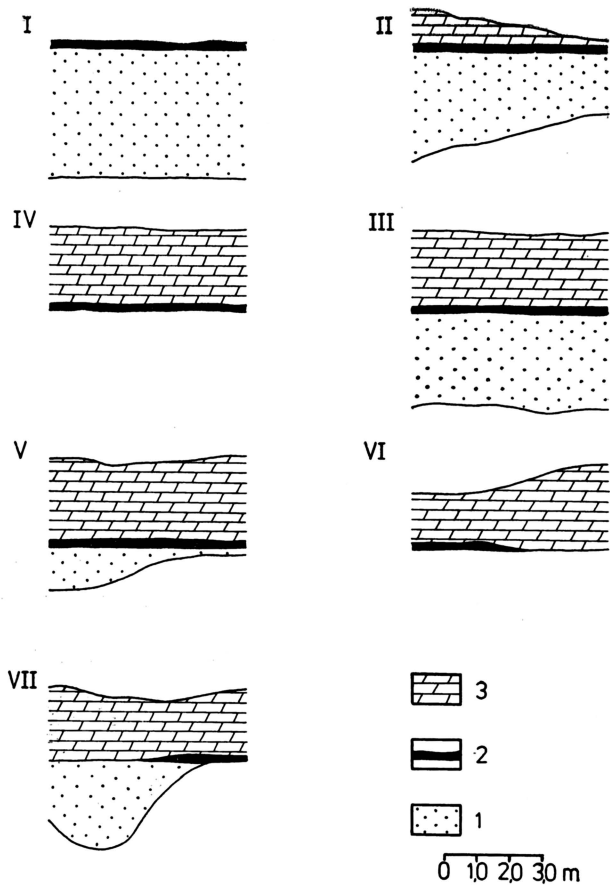
1 — blocks covered by analysis of variability of deposit parameters, 2 — mining works covered by analysis of variability of deposit parameters, 3 — zones with variability of deposit parameters increasing from A to C, 4 — sampling network 25 × 25 m, 5 — sampling network 20 × 20 m, 6 — sampling network 15 × 15 m.

CHARAKTERYSTYKA ZMIENNOŚCI ZŁOŻA

Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić duże zróżnicowanie zmienności parametrów złoża, nawet w obrębie niewielkich bloków. W głównej mierze jest ono uzależnione od litologicznego wykształcenia serii okruszczonej bilansowo oraz wzajemnych proporcji ilościowych, pomiędzy utworami wchodzącymi w jej skład. Najmniejszą zmienność ma złożo reprezentowane przez serie litologiczne okruszczone bilansowo, w sposób ciągły. Brak ciągłości mineralizacji w określonej serii wpływa na zwiększenie zmienności parametrów złoża, przy czym wzrost wartości współczynników zmienności zależy od tego czy dana seria rozprzestrzeniona jest na części analizowanego obszaru, czy też wystąpienia jej mają charakter „wyspowy”. Zanik bilansowego okruszczenia w piaskowcach i dolomitach powoduje przede wszystkim wzrost wartości współczynnika zmienności miąższości, w łupkach zaś — współczynnika zmienności zawartości Cu. Istotnym czynnikiem jest także miąższość serii odgrywającej decydującą rolę w profilu złoża. W miarę zwiększania się jej udziału maleje wpływ serii reprezentowanych podrzędnie.

Analiza parametrów poszczególnych serii litologicznych, tj. piaskowców, łupków miedzionośnych i dolomitów, wskazuje na większą w nich zmienność miąższości i zawartości Cu, aniżeli w łącznym profilu złoża. Szczególnie wyraźnie ujawnia się to w przypadku porównywania parametrów złoża, określonych dla różnych rozstawów próbek bruzdowych. Odchylenia średniej miąższości i zawartości Cu w poszczególnych seriach są kilkunastokrotnie większe, aniżeli w całym interwale bilansowym. Wynika stąd, że niedoborom miąższości lub zawartości Cu w jednych utworach towarzyszy przystość tych wielkości w drugim poziomie litologicznym.

Stwierdzone najczęściej zależności pomiędzy współczynnikami zmienności wyrażają następujące formuły: $V_p < V_m < V_q$ lub $V_m < V_p < V_q$. W większości analizowanych przypadków wzajemne relacje pomiędzy współczynnikami zmienności wskazują na większe zróżnicowanie miąższości złoża, aniżeli zawartości Cu. Z sytuacją odwrotną mamy do czynienia jedynie



Ryc. 2. Typy litologiczne serii złożowej.

1 — piaskowce, 2 — łupki miedzionośne, 3 — dolomity.

Fig. 2. Lithological types of deposit series.

1 — sandstones, 2 — copper-bearing shales, 3 — dolomites.

wtedy, gdy łupki miedzionośne wykształcone są na przeważającej części analizowanego obszaru. Wskazuje to na duże, w tych utworach, zróżnicowanie średniej zawartości Cu, w poszczególnych punktach rozpoznania.

W dwóch przypadkach najmniejszą wartość miał współczynnik wydajności Cu z 1 m². Świadczy to o istnieniu związku pomiędzy miąższością złoża a zawartością Cu. Obliczone współczynniki korelacji, a następnie determinacji pozwoliły stwierdzić odwrotną zależność pomiędzy tymi parametrami. Przyrostowi miąższości złoża odpowiada w tych przypadkach spadek średniego okruszczenia Cu. Zależności takie zaobserwowano także w wielu pojedynczych profilach pozostałych rejonów złożowych.

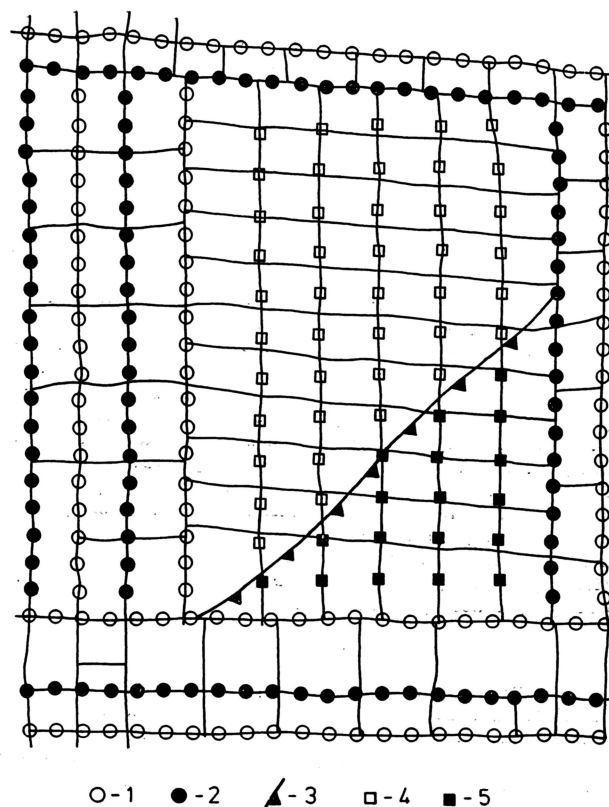
Na podstawie przeprowadzonych badań zmienności złoża wyróżniono w jego obrębie kilka typów litologicznych, którym odpowiadają wzrastające wartości współczynników zmienności (ryc. 2). Przedstawiają się one następująco:

I. Złoże reprezentowane przez piaskowce i łupki miedzionośne wykształcone w sposób ciągły, natomiast brak jest bilansowego okruszczenia w dolomitach.

II. Bilansowa mineralizacja siarczkami Cu obejmuje głównie piaskowce i łupki, podrzędnie zaś niewielki interwał dolomitów występujących w formie płatów, o małym zróżnicowaniu miąższości.

III. Złoże reprezentowane przez ciągły poziom dolomitów i łupków miedzionośnych, okruszczenie bilansowe nie obejmuje natomiast piaskowców.

IV. Interwał bilansowego okruszczenia obejmuje wszystkie 3 serie litologiczne wykształcone, pomimo wahań miąższości, w sposób ciągły.



Ryc. 3. Schemat opróbowania bloku eksploatacyjnego.

1 — miejsca pobrania próbek bruzdowych w wyrobiskach konturujących blok, 2 — miejsca pobrania próbek bruzdowych i uzupełniających wierzeń w wyrobiskach konturujących, 3 — granica występowania złoża o miąższości przekraczającej wysokość wyrobisk górniczych w oddziale wydobywczym, 4 — miejsca pobrania próbek bruzdowych w oddziale wydobywczym, 5 — miejsca pobrania próbek bruzdowych i uzupełniających wierzeń w oddziale wydobywczym.

Fig. 3. Scheme of sampling of exploitation block.

1 — furrow samples taken in block contouring mining works, 2 — furrow samples and supplementary boreholes made in contouring mining works, 3 — boundary of deposit with thickness exceeding height of mining works in the exploitation section, 4 — furrow samples taken in the exploitation section, 5 — furrow samples and supplementary boreholes made in the exploitation section.

V. Złoże reprezentowane głównie przez dolomity i łupki miedzionośne, natomiast piaskowce występują podrzędnie w formie rozległych płatów.

VI. Okruszczenie bilansowe obejmuje dolomity o znaczne zróżnicowanej miąższości, rozprzestrzenienie łupków zaś ma charakter „wyspowy”. W profilu złoża brak bilansowo okruszczonych piaskowców.

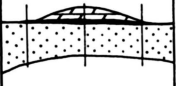


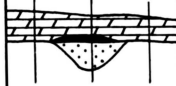
VII. Złoże o przewadze mineralizacji w dolomitach oraz nieciągłym jej rozprzestrzenieniu w łupkach miedzionośnych. Lokalnie w profilu występują okruszczone piaskowce.

PROPOZYCJE SIĘCI OPRÓBOWANIA

Wyniki badań zmienności złoża rud miedzi monokliny przedsudeckiej posłużyły do opracowania zasad opróbowania złoża w wyrobiskach górniczych. Podstawą nowych propozycji było ujawnienie lokalnego zróżnicowania zmienności oraz związku pomiędzy jego budową litologiczną a wielkością wahań podstawowych parametrów, tj. miąższości, zawartości miedzi i wydajności Cu z 1 m². Wymienione zależności zdecydowały o konieczności odstąpienia od stosowanej dotychczas, na obszarze całego złoża, jednolitej sieci opróbowania. Istotą proponowanego schematu opróbowania jest więc odpowiedni dobór odstępów pomiędzy próbkami bruzdowymi, do określonej zmienności parametrów złoża.

W celu rozwiązania tego zagadnienia niezbędne było dokonanie podziału złoża na pola reprezentu-

ZESTAWIENIE WYNIKÓW GEOLOGICZNEJ I STATYSTYCZNEJ ANALIZY PARAMETRÓW ZŁOŻA

Strefa	Schematyczny przekrój przez złożo	Procentowy udział serii litologicznych			Średnie wartości parametrów			Odchylenia standardowe			Współczynnik zmienności			Typ litologiczny złoża
		piaskowce	łupki	węglany	miąższość	zawartość	wydajność	miąższości	zawartości	wydajności	miąższości V_m	zawartości V_p	wydajności V_q	
A		81 92	17 6	2 2	4 5	2 1	169 160	0,5 1,5	0,4 0,4	37 55	15 51	20 25	22 34	Bilansowa mineralizacja obejmuje piaskowce i łupki, a także dolomity występujące w formie płatów o niewielkim zróżnicowaniu miąższości (II)
B		0	15	85	2	3	166	0,6	0,9	41	29	32	24	Złożo reprezentowane przez ciągły poziom dolomitów i łupków miedzionosnych, brak bilansowo okruszczonych piaskowców (III)
C		0	6	94	3	2	142	1,4	1,0	73	51	45	51	Okruszczowanie obejmuje dolomity o silnie zróżnicowanej miąższości oraz łupki rozprzeszczerzone „wyspowo”, brak bilansowo okruszczonych piaskowców (VI)
		17 23	2 8	81 69	3 3	1 3	91 228	1,1 1,4	0,6 1,5	50 88	43 45	42 49	55 39	Złożo o przewadze mineralizacji w dolomitach oraz nieciągłym jej rozprzeszczerzeniu w łupkach, lokalnie okruszczowanie obejmuje także piaskowce (VII)

jące, z punktu widzenia zmienności, określoną jednorodność. Wiąże się z tym konieczność ustalenia wymogów zarówno w odniesieniu do jednorodności, jak i wielkości tych pól. Z dotychczasowego zakresu badań wynika, że w udostępnionym wyrobiskami górniczymi obszarze kopalń należałoby wydzielić kilkanaście pól o odmiennych cechach zmienności. Konsekwencją tego było wprowadzenie analogicznej ilości typów sieci opróbowania. Jednak takie rozwiązanie stwarza duże komplikacje dla geologicznej obsługi kopalń, wymagałoby bowiem stosowania na obszarze jednej kopalni kilku różnych schematów opróbowania. W związku z tym zdecydowano się na wydzielenie większych obszarów, w których zmienność złoża nie zachowuje wprawdzie dostatecznej jednorodności, ale uzyskuje się dzięki temu znaczne uproszczenie w opróbowaniu złoża. Dla zachowania odpowiedniej wiarygodności rozpoznania złoża, odstępny pomiędzy próbkami brudowymi w poszczególnych obszarach dostosowano do wymogów podyktowanych przez największą zmienność parametrów złoża. Obszar rozpoznany wyrobiskami górniczymi podzielono na 3 strefy: A, B i C, z których każda reprezentuje przewagę określonych cech litologicznych (ryc. 1).

Do strefy A, odznaczającej się najmniejszą zmiennością parametrów złożowych, zakwalifikowano wschodnią i środkową część kopalni Lubin. Złożo w tym rejonie charakteryzuje się przewagą mineralizacji w piaskowcach, łupki miedzionosne na ogół zachowują ciągłość, natomiast okruszczowane dolomity odgrywają rolę podrzędną i występują zazwyczaj w postaci płatów o niewielkiej miąższości. Przeważa tu I i II typ profilu litologicznego (ryc. 2). Wartości współczynników zmienności w omawianym rejonie zawierają się w następujących granicach: V_m — od 15 do 31%; V_p — od 20 do 25%; V_q — od 22 do 34% (tab. I).

Strefa B obejmuje zachodnią część kopalni Lubin oraz wschodnią kopalni Polkowice (ryc. 1). W rejonie tym zauważa się dość wyraźną zmianę proporcji pomiędzy miąższością okruszczonych piaskowców i dolomitów na korzyść tych ostatnich. W obrębie złoża poziom utworów węglanowych zachowuje ciągłość, natomiast piaskowce występują w postaci rozległych płatów o nieznacznej miąższości lub brak jest ich w ogóle. Profil litologiczny reprezentowany jest przede wszystkim przez typ: III, IV i V (ryc. 2). Współczynniki zmienności parametrów złoża zawiera-

ją się w przedziałach: V_m — od 29 do około 40%; V_p — od 32 do około 40%; V_q — od 24 do około 40%. Ze względu na zbyt ograniczony zakres badań w tym obszarze maksymalne wartości współczynników zmienności są wielkościami przybliżonymi (tab. I).

Największą zmienność parametrów złożowych obserwuje się w strefie C, obejmującej centralny i zachodni rejon kopalni Polkowice (ryc. 1). Złożo stanowią tu okruszczowane dolomity, o zróżnicowanej miąższości. Łupki miedzionosne wykazują nieciągłe rozprzeszczerzenie, często o charakterze „wyspowym”. Ze względu na większe na ogół koncentracje siarczków miedzi w tym poziomie wpływa to w decydujący sposób na wzrost współczynnika V_p . Piaskowce przeważnie nie są reprezentowane w profilu złoża, niekiedy jednak na niewielkiej powierzchni osiągają miąższość do kilku metrów. Spośród wyróżnionych profili złoża dominuje tu typ VI i VII (ryc. 2). Współczynniki zmienności reprezentowane są w przedziałach: V_m — od 43 do 51%; V_p — od 42 do 49%; V_q — od 39 do 55% (tab. I).

Rejonizacja złoża, dokonana przez autorów, nie obejmuje obszaru kopalni Rudna. Wynika to ze zbyt szcuplego jeszcze zakresu robót eksploatacyjnych, który ogranicza badania zmienności złoża. Dotychczas brak było możliwości przeprowadzenia analizy geologicznej i statystycznej w odniesieniu do określonych bloków. Badania obejmowały jedynie wyrobiska chodnikowe. Uzyskane wyniki jak również typ budowy litologicznej złoża, w którym dominują piaskowce sugerują, że w przeważającej części obszaru kopalni Rudna będziemy mieli do czynienia z analogiczną zmiennością, jak we wschodniej i środkowej części kopalni Lubin.

Proponowany podział złoża, z punktu widzenia jego zmienności, opiera się na litologicznej charakterystyce strefy zmineralizowanej oraz na zróżnicowaniu podstawowych parametrów, tj. miąższości, zawartości Cu oraz wydajności metalu z 1 km². Wyższe cechy złoża zmieniają się w sposób ciągły, brak jest zatem możliwości określenia wyraźnych granic pomiędzy wydzielonymi rejonami kopalni. Decyduje co do ich zasięgu oraz stosowania określonych schematów opróbowania złoża muszą więc być podejmowane przez kopalniane służby geologiczne, z wykorzystaniem wyników rozpoznania górniczego. Granice rozdzielające obszary złoża o różnych cechach zmienności mają zatem w dużej mierze charakter umowny.

Tabela II
ROZSTAW PRÓBEK BRUZZDOWYCH W WYROBISKACH
UDOSTĘPNIAJĄCYCH I KONTROLUJĄCYCH BLOKI
EKSPLOATACYJNE

Nazwa rejonu	Dominujący typ litologicznej budowy złoża	Rozstaw próbek bruzdowych w m
A. Wschodnia i środkowa część kopalni Lubin	I, II	25
B. Zachodnia część kopalni Lubin i wschodnia część kopalni Polkowice	III, IV, V	20
C. Środkowa i zachodnia część kopalni Polkowice	VI, VII	15

Z punktu widzenia przemysłowego, opróbowanie złoża w kopalniach ma do spełnienia dwojakie zadania. W wyrobiskach udostępniających oraz kontrolujących bloki eksploatacyjne służy ono głównie do wyznaczenia optymalnej furty eksploatacyjnej i określenia przewidywanej jakości rudy w złożu. Jednocześnie wiąże się z tym przeklasyfikowanie stopnia rozpoznania zasobów z kat. C₁ do A + B. Opróbowanie natomiast w oddziałach wydobywczych ma przede wszystkim na celu kontrolę procesu wydobycia rudy. Ta zróżnicowana rola obydwu typów opróbowania stwarza różny wymóg co do dokładności określenia parametrów złoża. W konsekwencji należy więc stosować gęstszą sieć opróbowania dla potrzeb rozpoznania złoża i rzadszą dla kontroli eksploatacji. Schemat opróbowania wyrobisk udostępniających i kontrolujących bloki eksploatacyjne dostosowany został do charakteru zmienności złoża i reprezentuje 3 różne sieci (tab. II).

W złożu, którego miąższość przekracza wysokość wyrobisk górniczych zachodzi ponadto konieczność wykonywania pionowych, rdzeniowanych otworów wiertniczych, w celu ustalenia położenia stropu i spągu strefy okruszczonej bilansowo. Przyjmuje się dla nich analogiczne odstępy, jak dla próbek bruzdowych. Odnosi się to jednak tylko do części wyrobisk chodnikowych. Spełnianie funkcji dróg transportowych w kopalni przez wiele z nich uniemożliwia wykonanie otworów wiertniczych. Z tego względu zaproponowano zasadę, aby opróbowanie złoża poprzez wiercenia przeprowadzać w jednej linii opróbowania, przy dwóch i trzech równoległych wyrobiskach oraz w dwóch liniach, przy czterech i pięciu wyrobiskach (ryc. 3). O celowości wiercenia rdzeniowanych otworów w złożu powinny decydować wyniki analiz chemicznych, uzyskane uprzednio z próbek bruzdowych.

Propozycje sieci opróbowania (tab. II) dotyczą przede wszystkim obszaru kopalni Lubin i Polkowice. W przypadku kopalni Rudna zasugerowano wstępne przyjęcie rozstępów 20 × 20 m. Po przeprowadzeniu w szerszym zakresie badań zmienności złoża, na znacznym obszarze tej kopalni istnieje realna szansa rozrzedzenia sieci opróbowania do 25 × 25 m.

Opróbowanie złoża w wyrobiskach eksploatacyjnych należy traktować głównie jako kontrolę jakości wydobywanej rudy. Ustalenie wiarygodnej sieci opróbowania stanowi w tym przypadku problem dość złożony. Opierając się na cechach zmienności złoża w całym bloku eksploatacyjnym, reprezentującym określony oddział wydobywczy, należałoby rozmieszczać próbki bruzdowe w odstępach od 30 do ponad 50 m. Podstawą rozliczania wydobycia rudy w kopalni są miesięczne przedziały czasowe. Przy aktualnym miesięcznym postępie frontu eksploatacji, wynoszącym ok. 30 m, zakres informacji dotyczący zawartości miedzi w rudzie byłby zatem niewystarczający. Jeżeli natomiast rozstaw opróbowania odniesiemy do zmienności parametrów złoża w bloku eksploatacyjnym w okresie jednego miesiąca, wówczas w licznych przypadkach należałoby zageścić pobieranie próbek do odstępów poniżej 10 m (6). Ze względu

Tabela III
WIARYGODNOŚĆ OBLICZENIA ZASOBÓW METALU
PRZY RÓŻNYCH SIĘCIACH OPRÓBOWANIA

Numer bloku	Powierzchnia w tys. m ²	Wiarygodność obliczeń zasobów ± %			
		Ilość próbek bruzdowych			
		Średni odstęp pomiędzy próbkami bruzdowymi w m			
		15	30	50	70
I	106	3,9	5,9	9,9	13,8
		304	137	57	32
II	104	2,7	4,1	6,3	
		260	125	52	
III	101	3,3	4,4	6,4	7,6
		230	125	54	31
IV	69	7,4	12,8	20,4	
		217	91	39	
V	376	2,5	3,6	5,9	
		955	430	194	
	105	4,1	6,6	10,4	12,4
		337	136	54	36
VI	119	5,3	8,4	12,7	17,4
		365	158	69	40

na kontrolny charakter opróbowania, dokładność taka wydaje się zbędna, a zakres związanych z tym prac trudny do zrealizowania. W tej sytuacji zaproponowano dostosowanie wielkości sieci opróbowania do miesięcznego postępu eksploatacji, rozmieszczenie próbek bruzdowych co 30 m zapewni dostateczną dokładną ocenę jakości wydobywanej rudy. Przyjęta wielkość odnosi się do całego złoża i podyktowana jest względami natury technicznej, a nie zmiennością parametrów złoża.

Podana odległość może być modyfikowana zależnie od geometrii systemu wybierania złoża. W rejonach A i B może się to odbywać poprzez zwiększenie odstępów do 40 m, natomiast w rejonie C zmiany w opróbowaniu mogą się dokonywać wyłącznie przez zmniejszanie odstępów. W przypadku stwierdzenia wyraźnego wzrostu zmienności parametrów złoża, może zachodzić potrzeba lokalnego zagęszczenia opróbowania do odstępów przyjmowanych dla wyrobisk udostępniających i kontrolujących bloki eksploatacyjne.

Zakres wykonywania rdzeniowanych otworów złożowych w blokach eksploatacyjnych należy uzależnić przede wszystkim od wyników opróbowania w wyrobiskach kontrolujących. Jeżeli miąższość złoża przekracza wysokość tych wyrobisk, wówczas zachodzi potrzeba wykonywania tego typu wierceń również w oddziałach wydobywczych. Jednakże ustalenie z góry określonego schematu rozmieszczenia otworów złożowych, wydaje się w tym przypadku niecelowe. Wynika to z różnorodności sytuacji podyktowanych różnym zasięgiem zwiększonych miąższości złoża w stosunku do powierzchni całego bloku oraz ze zmiennej amplitudy wahań tego parametru. Schemat taki powinien być zatem dostosowywany do warunków geologicznych, określonych na podstawie pełnego rozpoznania złoża w wyrobiskach kontrolujących oddział wydobywczy. Jednocześnie, w przypadku kiedy wyrobiska te odstawiają pełny profil strefy bilansowego okruszczenia nie zachodzi potrzeba wykonywania wierceń w bloku eksploatacyjnym (ryc. 3).

Opracowanie propozycji dotyczących rozstawu sieci opróbowania w kopalniach rud miedzi miało na celu uzyskanie określonych efektów praktycznych. Opiera się na wszystkim w zakresie doskonalenia metodyki oceny złoża oraz zmniejszenia nakładów pracy. Dostosowanie schematu opróbowania do przestrzennego zróżnicowania parametrów złoża zapewnia analogiczną wiarygodność rozpoznania zasobów na całym obszarze. Ma to istotne znaczenie zarówno ze względu na planowanie produkcji górniczej, jak i przekwalifikowywanie zasobów do kat. A + B.

Zarazem na znacznej powierzchni złoża uzyskuje się rozrzedzenie profili opróbowania, przy zachowaniu żądanej wiarygodności oceny zasobów rudy i metalu. Mimo że odstęp między próbkami bruzdowymi zostały zwiększone w niewielkim stopniu, wpływa to w istotny sposób na zmniejszenie ilości punktów opróbowania na jednostkę powierzchni (1 ha). W odniesieniu do wyrobisk konturujących bloki eksploatacyjne, ilość próbek bruzdowych przy kolejnych odstępach 15, 20 i 25 m, odpowiednio wynosi 44, 25 i 16. W przypadku oddziałów wydobywczych przy rozrzedzeniu punktów poboru próbek z 15×15 m do 30×30 m, ilość ich zmniejsza się z 44 do 11. Biorąc pod uwagę fakt, że w około 2/3 obszaru złoża, zmienność jego parametrów pozwala na rozrzedzenie sieci opróbowania, uzyskuje się dzięki temu znaczne oszczędności w nakładach pracy.

Zaproponowane odstęp między profilami bruzdowymi są mniejsze aniżeli określono to na podstawie metod statystycznych i geologicznych. W związku z tym zarówno dokładność, jak i wiarygodność wyznaczania parametrów złoża w tej sytuacji są większe od wymaganych w rachunku statystycznym (tab. III). Wynika to również z faktu, że badania zmienności wykonywano przeważnie dla bloków o powierzchni ok. 100 000 m², natomiast powierzchnia oddziałów wydobywczych jest dwu lub trzykrotnie większa. Przyrost powierzchni pozwala na większe rozrzedzenie punktów opróbowania, czego w omawianym przypadku nie wykorzystano. Ponadto wzór zastosowany do obliczenia wiarygodnej sieci opróbowania odnosi się do dokładności ustalania zasobów $\pm 10\%$ dla kat. A, w rzeczywistości natomiast mamy do czynienia z kat. A + B.

Badania zmienności złoża rud miedzi monokliny przedsudeckiej oraz metodyki jego opróbowania sugerują także potrzebę dokonania rewizji stosowanych obecnie rozstawów wierceń geologicznych, przy dokumentowaniu złoża na tym terenie. Dotychczas wykonywano je w siatce 3×3 km dla kat. C₂ oraz $1,5 \times 1,5$ km dla kat. C₁. Spostrzeżenia zawarte w

niniejszym artykule wskazują na celowość zróżnicowania odstępów pomiędzy otworami wiertniczymi zależnie od budowy litologicznej złoża i charakteru jego zmienności. Wiązałoby się z tym najprawdopodobniej zarówno rozrzedzenie sieci wierceń w niektórych rejonach, jak i potrzeba zagęszczenia jej w obszarach o dużej zmienności miąższości i mineralizacji.

LITERATURA

1. Harańczyk C. — Mineralizacja kruszcowa dolnocechsztyńskich osadów euksyncicznych monokliny przedsudeckiej. Arch. Miner. 1972, z. 1—2.
2. Jarosz J. — Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna złoża „Lubin”. Rudy i Metale nieżel., 1968, nr 12.
3. Kaczmarek A. — Określenie gęstości sieci opróbowania w kopalniach rud miedzi. Ibidem. 1969, nr 12.
4. Konstantynowicz E. — Okruszcowanie permu monokliny przedsudeckiej. Prz. geol., 1967, nr 6.
5. Krajewski R. — Ustalanie gęstości sieci rozpoznawczej złóż na podstawie stopnia wiarygodności zasobów. Ibidem, 1956, nr 1.
6. Romanowska B., Salski W. — Zmienność złoża rud miedzi monokliny przedsudeckiej. Geol. Sudetica (praca w druku).
7. Rydzewski A. — Petrografia łupków miedzionośnych cechsztynu na monoklinie przedsudeckiej. Biul. Inst. Geol., 1969, nr 217.
8. Salski W. — Charakterystyka litologiczna i drobne struktury łupków miedzionośnych monokliny przedsudeckiej. Kwart. geol. 1968, nr 4.
9. Salski W., Tomaszewski J. B. — Zasady metodyczne rozpoznawania zmienności oraz opróbowania złoża rud miedzi monokliny przedsudeckiej. Technika Poszukiwań geol., 1975, z. 3.
10. Zaczek F. — Poziomy rozstaw próbek geologicznych. Rudy i Metale nieżel., 1970, nr 6.

РЕЗЮМЕ

Опробование месторождения, проведенное в медном руднике во время эксплуатации, стало основой оценки изменчивости его основных параметров. Была установлена зависимость дифференциации параметров месторождения от литологического строения зон балансового оруденения. Самой малой изменчивостью характеризуются районы, в которых минерализация связана только с песчаниками и меднорудными сланцами. Самая большая дифференциация параметров месторождения встречается в случае оруденения доломитов и неполного оруденения сланцев и песчаников (рис. 2).

На основании статистического анализа шести эксплуатационных блоков проведено расчленение месторождения на три зоны с разной изменчивостью. Самыми малыми коэффициентами изменчивости характеризуется зона А расположенная в юго-восточной части эксплуатируемого района, самыми большими — зона С находящаяся в северо-западной части этого района (таб. 1).

Результаты исследований указывают на необходимость приспособления величины сетки опробования к местной дифференциации изменчивости месторождения. До сих пор определение параметров месторождения проводилось на основании борздовых проб отбираемых в расстоянии 15 м одна от другой. На основании результатов проведенного статистического анализа автор предлагает применять следующие расстояния между борздовыми пробами: в зоне А — 25 м, в зоне В — 20 м и в зоне С — 15 м (рис. 1). В эксплуатационных отделениях отбор проб имел бы только контрольный характер и был бы основан на сетке 30×30 м.

Предлагаемые автором расстояния между борздовыми пробами вполне обеспечивают требуемую точность разведки параметров месторождения (рис. 3). Дифференциация величины сетки опробования гарантирует точность вычисления запасов одинаковую для всего меднорудного района.

SUMMARY

Sampling made in the course of mining was used to evaluate basic parameters of the copper deposit. It appears that variability of these parameters greatly depends on lithology of zone of mineralization above cut-off grade. The variability is found to be the lowest when mineralization is confined to sandstones and copper-bearing shales and the highest when mineralization is confined to dolomites and only some parts of shales and sandstones (Fig. 2).

The deposit is divided into three zones differing in the mode of variability (Fig. 1) with the reference to statistical analysis of six exploitation blocks. The smallest values of variability coefficients are typical of the A zone which comprises south-eastern part of the mining area, and the highest — of the C zone, comprising north-western part of the area (Table 1).

The studies showed that it is necessary to adjust sampling network to local differentiation in variability of the deposit. Up to the present, the deposit parameters were estimated on the basis of furrow samples taken according to uniform procedure in 15 m intervals in all the mining works. Taking into account the results of statistical analysis it is proposed to introduce the following spacing of furrow samples taken in mining works exposing and contouring the deposit: 25 m interval in the A zone, 20 m interval in the B zone and 15 m interval in the C zone (Fig. 1). Sampling in the exploitation sections would be of the check type only and based on the 30×30 m network.

The proposed spacing of furrow samples fully matches required accuracy of recognition of deposit parameters (Fig. 3). Differentiation in size of sampling network provides, at the same time, uniform accuracy of estimation of resources for the whole copper mining field.