

WPLYW ZMIENNOŚCI KOPALINY NA ROZMIESZCZENIE WYROBISK ROZPOZNAWCZYCH

Związek między zmianami własności kopaliny występującej w złożu a rozmieszczeniem wyrobisk prowadzonych w celu jego rozpoznania nie jest problemem nowym. Dotychczasowe sposoby określania zmienności kopaliny opierano na teorii statystyki matematycznej. Sposób ten opisał W. M. Kreiter (6), uwzględniając dawniejsze prace poświęcone temu zagadnieniu. W literaturze polskiej zagadnienie zastosowania statystyki matematycznej do potrzeb geologii podjęli R. Krajewski (3—5) oraz A. Trembecki (8, 9) posuwając naprzód związaną z tym tematykę.

Obliczanie wskaźnika zmienności opiera się na wynikach badań próbek z poszczególnych wyrobisk oraz na założeniach teorii statystyki. Wyniki badań zależą od rodzaju badań i charakteru pobieranych próbek. Założenia teorii statystyki są natomiast niezależne od czynników geologicznych. Metody statystyczne w dość skromnym zakresie dostosowują się do indywidualnych własności złoża związanych z warunkami geologicznymi.

RODZAJE ZMIAN WŁASNOŚCI KOPALIN

Wśród złóż różnych kopaliny można wyróżnić złoża, w których własności decydujące o przydatności kopaliny zmieniają się w sposób ciągły lub nieciągły. Zmiany ciągłe mogą przebiegać w sposób konsekwentny, a więc stale rosnać lub stale maleć w miarę przesuwania miejsca obserwacji dokonywanych w danym złożu wzdłuż pewnego przekroju. Prócz tego zmiany ciągłe jakości kopaliny podobnie jak zmiany miąższości złoża mogą się odbywać w sposób niekonsekwentny, odbiegając w mniejszym lub większym stopniu od wartości przeciętnej, w pewnych miejscach przekraczając, w innych zaś nie osiągając wartości przeciętnej.

Spośród własności kopaliny wpływających na możliwość jej wykorzystania wymienimy: zawartość użytecznego składnika, zawartość, szkodliwych domieszek, fizyczne własności kopaliny, jak: porowatość, zwięzłość, wytrzymałość, ścieralność i in. Na możliwość podjęcia eksploatacji wpływają także zmiany miąższości złoża.

Wiadomo, że własności decydujące o przydatności kopaliny bywają różne, zależnie od

jej rodzaju i jakości a także od zastosowania danej kopaliny. Zazwyczaj przydatność kopaliny określa się na podstawie kilku różnych jej cech. W niniejszym artykule rozważymy kopaliny, które zmieniają się w sposób ciągły. O ciągłości zmian kopaliny można wnioskować z dużą dozą prawdopodobieństwa już na dość wczesnym etapie prac związanych z badaniem danego złoża. W celu wykrycia tych zmian trzeba jednak odpowiednio pokierować pierwszym etapem rozpoznania, a to w ten sposób, aby w wyniku tych prac otrzymać dostateczną ilość danych potrzebnych do ustalenia odstępów między wyrobiskami rozpoznawczymi etapu następnego.

Zmiany ciągłe własności kopaliny mogą, jak już wspomniano, przebiegać konsekwentnie lub też niekonsekwentnie. Te ostatnie mogą oscylować w pobliżu pewnej wartości przeciętnej. Odchylenia od tej wartości mogą być duże lub małe.

Drugim, jak sądzę, istotnym czynnikiem określającym wielkość zmienności danej własności kopaliny jest długość odcinka przekroju, na której dokonana się dana zmiana. Jeżeli np. rozważymy dwa przypadki, w których dana własność zmieniła się o tę samą wartość liczbową, lecz w jednym przypadku zmiana dokonana się na 10 m długości a w drugim na 100 m, to będziemy uważać, że pierwsza zmienność jest 10 razy większa niż druga.

Zmiany nieciągłe można również podzielić na kilka grup pod względem częstości występujących przerw i długości odcinków przekroju, na którym złożo zanikło. Jeżeli przerwy występują rzadko i zjawiają się stopniowo, poprzedzone np. zubożeniem występowania użytecznego składnika, to istnieje szansa wyszukania robotami rozpoznawczymi większych lub mniejszych ciągłych części złoża. Gdy zmiany te są nagłe i nieoczekiwane, to wyszukanie takich części złoża wymaga bardzo gęstej siatki rozpoznawczej, której zwykle nie można uzasadnić kalkulacją ekonomiczną i przewidywanym przyrostem zasobów. Do takich właśnie złóż należy stosować wskaźnik zmienności i metody statystyczne, gdy dla złóż odznaczających się zmiennością ciągłą można rozważyć zastosowanie sposobu opartego na zupełnie innych założeniach.

DEFINICJA ZMIENNOŚCI KOPALINY W ZŁOŻU
CIĄGŁYM

Jeżeli w czasie pierwszego etapu badań w danym złożu (lub określonej jego części) stwierdzono we wszystkich bez wyjątku wyrobiskach obecność kopaliny lub co najmniej występowanie szukanej serii zawierającej badane użyteczne składniki, to z dużym stopniem prawdopodobieństwa można założyć, że badane złożo w całości lub w określonej części jest ciągle, czyli że występuje bez przerwy na całym badanym terenie.

Zmienność między dwoma miejscami stwierdzenia występowania badanego złoża można określić wzorem:

$$Z = \frac{\Delta W}{L} \dots\dots (1)$$

gdzie

Z — badana zmienność względna w % na 100 m,

ΔW — różnica wartości liczbowych badanej własności rozpatrywanego złoża stwierdzonych w obu miejscach pobrania próbek w procentach,

L — odległość (w setkach metrów) w linii prostej dwóch sąsiadujących wyrobisk, dla których określono wartości liczbowe własności kopaliny (lub skały) warunkujące jej przydatność,

czyli $L = \frac{M}{100}$ gdzie M = odległość wyrobisk w metrach.

Jeżeli dysponujemy wynikami analiz ze wszystkich naturalnych lub sztucznych miejsc udostępnienia badanej serii oraz gdy dla każdego wyrobiska określono miąższość złoża, to możemy określić zmienność własności badanej kopaliny między poszczególnymi wyrobiskami na całym obszarze objętym badaniami. Gdy przydatność kopaliny warunkuje kilka własności, należy je rozpatrzeć oddzielnie.

Stosując wzór (1) popełniamy nieścisłość, gdyż przyjmujemy, że zmiana danej własności kopaliny odbywa się stopniowo. Zmiana ta według tego założenia przebiega na danym przekroju od większej do mniejszej wartości własności kopaliny, jakie stwierdzono w obu wyrobiskach. Przy sporządzaniu map zmienności własności kopaliny można przyjąć podobną zasadę jak przy konstrukcji map poziomowych, czyli łączyć wartości stwierdzone w obu wyrobiskach linią prostą. Wiadomo, że złożo zmienia się zwykle w inny sposób. Jeżeli są przesłanki do odmiennego ujęcia tej zmienności, to można się na nich oprzeć, w przeciwnym przypadku, zwłaszcza gdy chcemy wykonać mapy zmienności kopaliny w złożu, pozostaje zastosować podany poprzednio przybliżony sposób. Wypada tak postąpić tym bardziej, że wobec braku danych między dwoma sąsiadującymi wyrobiskami, w których stwierdzono własności kopaliny, każda interpretacja będzie — moim zdaniem — ujęta w sposób bar-

dziej zawily, a nie dostarczy przekonujących dowodów, iż ten właśnie sposób najbardziej odpowiada prawdzie.

WYNIKI ANALIZY DOKUMENTACJI ZŁOŻOWYCH

W celu przekonania się, jak wielkie zmiany własności różnych kopaliny występują w niektórych złożach polskich, dokonano analiz 19 dokumentacji geologicznych złożów różnych kopaliny. Pracy tej dokonano w Katedrze Geologii i Ekonomii Złóż Uniwersytetu Warszawskiego ze środków finansowych przyznanych przez Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego. Analizie poddano dokumentację znajdującą się w Centralnym Urzędzie Geologii. Praca ta nie została jeszcze ukończona, a badania kontynuuje się zarówno przez gromadzenie dalszych materiałów, jak też w drodze ich analizy. Wyniki tych prac zamierza się przedstawiać w miarę ich wykonywania. Dotychczasowe prace pozwalają na wysnucie wniosków, którym zamierzam poświęcić niniejszy artykuł.

Spśród przeanalizowanych dokumentacji 12 odnosi się do skał węglanowych, po dwie do siarki, pospótek i surowców ilastych oraz jedna do złóż gipsu. Odpowiednie dane zamieszczono w tabeli I.

Dla każdego analizowanego złoża wykonano pomiary odległości między wyrobiskami, a także obliczono ΔW określające różnice wartości liczbowych badanej własności kopaliny stwierdzonej w sąsiadujących wyrobiskach na obszarze rozpatrywanego złoża. Na podstawie wzoru (1) wyliczono wartość względnej zmienności „Z” dla wszystkich sąsiadujących wyrobisk. Wobec dużej ilości wyrobisk wykonanych w celu rozpoznania poszczególnych złóż, a także zwykle kilku własności, na których podstawie określa się przydatność kopaliny, zrezygnowano z przedstawienia całości materiału, gdyż przekracza to zakres tego artykułu. Dlatego też wybrano dla każdej rozpatrywanej dokumentacji tylko te dane, które pozwalają na zorientowanie się w sposobie określania zmienności stosowanym w tym artykule.

Dla każdej rozpatrywanej dokumentacji oraz każdej własności kopaliny wprowadzono włącz do tabeli I maksymalną (Z_{max}) i minimalną (Z_{min}) wartość dla „Z”, a następnie dla każdej pary tych liczb wyliczono różnicę „r” między maksymalną a minimalną wartością dla „Z”.

Wartość „r” pozwala się zorientować, w jakich granicach oscyluje zmienność badanej własności kopaliny. Wielkość „r” wprowadzono również do tabeli I. Z liczb tabeli I widać, że własności nawet tej samej kopaliny wahają się w szerokich granicach zależnie od wieku lub innych indywidualnych cech badanego złoża. W ośmiu przypadkach dla złóż wykazujących szczególnie duże różnice między największą a najmniejszą wartością dla „Z” wyliczono wielkość „r” dwukrotnie. Jednego z tych wyliczeń dokonano na podstawie skrajnych wartości dla „Z” (dolne liczby w tabeli I), dru-

Lp.	Nazwa złoża	wiek serii	zmiennosc względna: $Z = \frac{W \cdot 100}{M}$												Uwagi
			własność 1			własność 2			własność 3			własność 4			
			Z _{max}	Z _{min}	r	Z _{max}	Z _{min}	r	Z _{max}	Z _{min}	r	Z _{max}	Z _{min}	r	
wapienie i kreda															
1	Nowiny	żywet	4,51 10,40	0,0691 0,019	4,4409 10,381	0,117 0,16	0,00358 0,00	0,10342 0,16	6,23 13,15	0,1058 10,0104	6,1242 13,1396	1,93 4,00	0,0455 0,0142	1,8855 3,9858	Dla wapieni i kredy własność 1 zmiennosc zawart. CaO własność 2 zmiennosc zawart. MgO własność 3 zmiennosc zawart. SiO ₂ własność 4 zmiennosc zawart. R ₂ O ₃
2	Miedzianka	żywet	0,78	0,05	0,73	0,20	0,01	0,19	0,64	0,04	0,60				
3	Jaworznia	żywet	1,88	0,02	1,86	0,52	0,005	0,515	1,46	0,13	1,33	2,46	0,019	2,441	
4	Godlin	trias	6,53 13,80	0,153 0,106	6,377 13,694	6,3 7,76	0,27 0,18	6,03 7,58	12,41 24,60	0,176 0,180	12,243 24,420	7,41 13,30	0,0674 0,00	7,3426 13,30	
5	Płyta Gorazdecka	trias	2,14	0,00	2,14	0,30	0,00	0,30	3,26	0,00	3,26	1,83	0,01	1,82	
6	Rudniki	raurak	1,40	0,00	1,40	0,18	0,00	0,18	1,01	0,081	0,929	0,62	0,00	0,62	
7	Marylin	astart	3,57	0,00	3,57	0,43	0,00	0,43							
8	Sobków	kimeryd	4,22 8,24	0,14 0,02	4,08 8,22	0,248 0,28	0,00378 0,00	0,24422 0,28	3,80 7,88	0,31 0,19	3,49 7,69	2,034 3,63	0,0464 0,015	1,9876 3,615	
9	Zakrzówek	jura g.	1,20	0,024	1,186				0,70	0,03	0,67	0,45	0,0092	0,4408	
10	Mielnik I	senon	10,00 13,40	0,271 0,078	9,729 13,322	0,585 0,76	0,031 0,014	0,554 0,746	8,25 13,50	0,27 0,025	7,98 13,475	5,62 6,90	0,152 0,093	5,468 6,807	
11	Chmielewo	Q	9,95 11,50	0,123 0,033	9,827 11,476	0,486 0,54	0,0045 0,00	0,4815 0,54							
12	Koźuchy	Q	23,50 33,10	0,096 0,000	23,404 33,100	1,71 2,00	0,016 0,000	1,694 2,000							
gips															
13	Latanice-Skorocice	torton	4,38	0,00	4,38	8,12	0,10	8,02							Dla gipsów własność 1 zmiennosc zawart. CaCO ₃ własność 2 zmiennosc zawartosci CaSO ₄ Dla siarki wł. 1 zmien. zawartosci S
siarka															
14	Świniary	torton	8,19	2,03	6,16										
15	Solec	torton	4,79	0,01	4,78										
głina i il															
16	Henryków	Q	0,475	0,00	0,475	1,7	0,131	1,569							Dla glin i ilów wł. 1 zmien. skurczliwosci wysychania, wł. 2 zmiennosc wody zarobowej.
17	Żabikowo	Q	6,90	5,60	1,30	27,3	21,7	5,60							
pospółka															
18	Barkoczyn	Q	47,73 58,00	0,42 0,07	47,31 57,93	3,444 5,220	0,00 0,00	3,444 5,22	11,39 14,8	0,01694 0,00	11,37 14,80				Dla pospółki wł. 1 zmien. zawart. piasku, wł. 2 zmien. zawart. pyłu,
19	Grójec	Q	80,13 89,0	1,438 0,66	78,692 88,34	13,36 23,50	0,147 6,60	13,213 0,00	5,74 6,60	0,00 0,00	5,74 6,60				

giego przez wyliczenie średnich arytmetycznych z pięciu największych i pięciu najmniejszych wartości dla „Z” (górne liczby w tabeli I).

Oczywiście wszystkie wartości dla „r” wyliczone sposobem drugim są mniejsze niż pierwszym. W tabeli II zestawiono różnice wartości dla „r” wyliczonych obydwojma podanymi poprzednio sposobami dla ośmiu dokumentacji i 30 własności warunkujących przydatność kopalni.

wzdłuż nielicznych przekrojów, prowadzonych w miarę możliwości w kierunku przewidywanej największej i najmniejszej zmienności, lub w postaci siatki wyrobisk rozpoznawczych. W razie zastosowania linii rozpoznawczych wybór odstępów między liniami rozpoznawczymi oraz wyrobiskami na linii obciąża geologa prowadzącego roboty geologiczne. Jak długo nie dysponujemy dokładniejszym materiałem uzyskanym w wyniku analizy posiadanych dokumentacji, wypada kierować się obowiązują-

Tabela II

	własność 1				własność 2				własność 3				własność 4			
	r ₁	r ₂	Δ	%	r ₁	r ₂	Δ	%	r ₁	r ₂	Δ	%	r ₁	r ₂	Δ	%
Nowiny	10,381	4,4409	5,9401	57	0,16	0,10342	0,05658	35,4	13,1396	6,1242	7,0154	52,5	3,9858	1,8855	2,1003	52,5
Godlin	13,694	6,377	7,317	53,5	7,58	6,03	1,55	20,4	24,42	12,243	12,177	49,6	13,30	7,3426	5,9574	45,0
Sobków	8,22	4,08	4,14	50,3	0,28	0,2442	0,03578	12,3	7,69	3,49	4,20	55,6	3,615	1,9876	1,6274	45,0
Mielnik	13,322	9,729	3,593	26,9	0,746	0,554	0,192	25,7	13,475	7,98	5,495	40,8	6,807	5,468	1,339	19,6
Koźmichy	33,10	23,404	9,696	29,3	2,00	1,694	0,306	15,3								
Chmielowo	11,467	9,827	1,640	12,7	0,54	0,4815	0,0595	10,8								
Barkoczyn	57,93	47,31	10,62	18,7	5,22	3,444	1,776	34,0	14,80	11,97	3,43	23,2				
Grójec	88,34	78,692	9,648	10,9	23,50	13,213	10,287	43,8	6,60	5,74	0,86	13,0				

r₁ obliczono z różnicy Z_{max} - Z_{min}

r₂ obliczono z różnicy średnich arytmetycznych pięciu największych i pięciu najmniejszych wartości dla Z.

Δ = r₁ - r₂

$\% = \frac{\Delta}{r_1} \cdot 100$

Można też powiedzieć, że chociaż różnice średnich arytmetycznych z pięciu największych i pięciu najmniejszych wartości „Z” są mniejsze od różnicy maksymalnej i minimalnej wartości, to jednak, jak to widać z tabeli II, różnice te są nadal znaczne.

PLANOWANIE ROBÓT ROZPOZNAWCZYCH PIERWSZEGO ETAPU

Z poprzednich rozważań oraz z tabel widać, że wartości „Z” i „r” orientujące w zmienności kopalni są różne dla różnych złóż. Sprawa ta odnosi się w naszym przypadku do złóż, w których własności kopaliny zmieniają się w sposób ciągły. Wydaje się oczywiste, że ustalenie liczbowe wielkości tej zmienności powinno się określać indywidualnie dla każdego złoża na podstawie danych uzyskanych w wyniku prac poprzedniego etapu. W czasie projektowania prac pierwszego lub poprzedniego etapu robót rozpoznawczych można uzyskać dane do określenia zmienności danej kopaliny. W tym celu geolog powinien na podstawie posiadanych faktów starać się wyjaśnić, z jakim jego zdaniem rodzajem zmienności mamy w danym złożu do czynienia (ciągłym czy nieciągłym) oraz czy na podstawie istniejących danych przewiduje on duże czy niewielkie wahania własności kopaliny. Następnie, w zależności od wspomnianych ostatnio rozważań, powinien on zaprojektować wyrobiska pierwszego etapu. Wyrobiska te można zaprojektować

cymi dotychczas instrukcjami prezesa CUG o ustalaniu zasobów złóż kopalni (10). Odstępy między wyrobiskami powinny być dostosowane do wielkości przewidzianej dla danej grupy złóż odpowiednią instrukcją. Drugim czynnikiem warunkującym odstęp wyrobisk rozpoznawczych jest kategoria zasobów, do której dokumentuje się dane złożo. Wyrobiska rozpoznawcze powinny być zakładane tak gęsto, aby można było uchwycić z założoną dokładnością zmienność własności kopaliny zawartej w złożu. Wspomniane poprzednio przekroje można sytuować także wzdłuż dwóch prostopadłych kierunków (krzyż rozpoznawczy) lub innych równoległych albo nierównoległych kierunków, zależnie od przewidywanej budowy geologicznej złoża.

Jeżeli złożo nie wykazuje większej zmienności w jakimś konkretnym kierunku lub jeżeli stopień poznania złoża nie pozwala jeszcze na stwierdzenie, że taki kierunek istnieje, można zaprojektować wyrobiska według siatki rozpoznawczej. Gęstość siatki rozpoznawczej wypada wybrać w sposób pozwalający na zorientowanie się w zmienności własności kopaliny oraz miąższości serii złożowej. Zaleca się zacząć prace tego etapu od rzadkiej siatki, a następnie w miarę otrzymanych wartości dla Z_{max}, Z_{min} i „r” stopniowo ją zagęszczać. W tym celu można z góry założyć wielkość „r”, poniżej której zagęszczanie siatki uznać się za zbędne.

WPLYW ZMIENNOŚCI KOPALINY NA ODSTĘPY
MIĘDZY WYROBISKAMI W DALSZYM ETAPIE
ROZPOZNAWCZYM

Po wykonaniu i opróbowaniu wyrobisk pierwszego etapu oraz zbadaniu własności kopaliny warunkujących jej przydatność otrzymujemy konkretne liczby ilustrujące zmiany własności danej kopaliny na terenie objętym pierwszym etapem rozpoznania. Na podstawie uzyskanych w ten sposób danych możemy obliczyć za pomocą wzoru 1 wartość dla „Z” dla całego złoża oraz znaleźć odpowiednie wartości dla stwierdzonych w czasie wykonanego etapu Z_{\max} i Z_{\min} oraz „r”.

Planując dalszy etap rozpoznania, można przeło oprzeć się o dane dla „Z” uzyskane z etapu poprzedniego oraz można przyjąć pewien żądany stopień dokładności poznania złoża ΔW . Wzór (1) można przekształcić w celu określenia L w sposób następujący:

$$L = \frac{\Delta W}{Z} \quad \dots \dots (2)$$

Jeżeli wstawimy w ten wzór wartość „Z” wyliczoną na podstawie danych z etapu poprzedniego oraz założymy, że oscylacje badanej własności kopaliny nie mogą przekroczyć np. 30%, to możemy ze wzoru (2) wyliczyć odpowiedni odstęp między wyrobiskami L.

W razie gdy stwierdzono w złożu, że zmiany własności kopaliny w pewnym określonym kierunku są największe, w innym kierunku najmniejsze, to po wyliczeniu dwóch różnych wielkości „Z” dla obu kierunków można zastosować siatkę, w której wyrobiska położone w kierunku największych zmian będą usytuowane najgęściej, zaś w kierunku najmniejszych zmian — najrzadziej. Obliczenia odległości L w obu kierunkach dokonać można na podstawie wzoru. (2).

W razie gdy w wyniku poprzedniego etapu rozpoznania stwierdzimy, że na badanym terenie znajduje się kilka obszarów o różnej zmienności kopaliny, a nie wstępnie kierunkowe wykształcenie zmienności, możemy dalsze rozpoznanie prowadzić w różny sposób, zależnie od tego, czy zastosujemy regularną czy nieregularną siatkę rozpoznawczą.

Jeżeli zastosujemy siatkę regularną, to możemy dostosować odstęp między wyrobiskami do Z_{\max} , do Z_{\min} lub do przeciętnej wartości dla Z, którą otrzymamy ze wzoru:

$$Z_p = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2} \quad \dots \dots (3)$$

W wypadku gdy wartości dla Z_{\max} i Z_{\min} odbiegają znacznie od najbliższych największych lub najmniejszych z kolei wartości dla „Z”, to można zamiast Z_{\max} wstawić średnią z kilku największych wartości dla „Z”, zaś dla Z_{\min} z takiejże ilości najmniejszych wartości dla „Z”. Sprawa właściwego ustosunkowania się do takich znacznie odbiegających, a rzadko występujących wartości badanej własności kopaliny nie jest wcale problemem nowym. Już H. Czeczott (2) zaleca w pewnych przypadkach

eliminowanie takich nadmiernie odbiegających prób. Podobne stanowisko zajmuje M.N. Albow (1). H. Czeczott (2) też zaleca, aby w razie stwierdzenia takich anormalnie dużych lub małych wyników po powtórnych kontrolnych ich sprawdzeniu zastosować do dalszej oceny złoża średnią z kilku maksymalnych lub minimalnych analiz, a więc podobnie jak to uczyniono w niniejszym artykule przez wprowadzenie wartości przeciętnej. Wprowadzenie wartości przeciętnej zamiast średniej arytmetycznej ma też na celu uniknięcie obliczenia średniej arytmetycznej, która zwłaszcza w razie dużej ilości danych jest czynnością długotrwałą.

Jeżeli granice dwóch obszarów o różnej zmienności kopaliny zarysowują się wyraźnie, to można dla każdego z nich zastosować różne wartości dla „Z” lub „r” i dobrać do nich odpowiednio gęstsza lub rzadszą siatkę. Takie przypadki trzeba traktować jako zjawiska wyjątkowe, gdyż częściej nie można wydzielić takich dwóch obszarów na terenie badanego złoża, a bardziej lub mniej intensywne oscylacje zmian własności kopaliny są nieregularnie rozmieszczone w różnych częściach badanego złoża. W takim przypadku, gdy uznamy za słuszne zastosować regularną siatkę, możemy dostosować odstęp między wyrobiskami do:

- Z_{\max} największych zmian badanej własności kopaliny,
- Z_{\min} najmniejszych zmian badanej własności kopaliny,
- Z_p przeciętnych zmian badanej własności kopaliny.

Oczywiście, jak to widać ze wzoru (2), najdokładniej rozpoznamy złożę w razie zastosowania Z_{\min} (siatka najgęstsza), a najmniej dokładnie, gdy za podstawę obliczeń przyjmiemy Z_{\max} (siatka najrzadsza).

Gdy w omówiony poprzednio sposób rozważymy gęstość siatki rozpoznawczej dla poszczególnych własności kopaliny warunkujących jej przydatność, można przystąpić do ustalenia gęstości wyrobisk.

Odstępy między wyrobiskami można dostosować do własności kopaliny, która wymaga najgęstszej siatki, lub też można przyjąć siatkę będącą średnią arytmetyczną odstępów między wyrobiskami, jakie uzyskano z analizy zmienności różnych własności kopaliny. Zilustrować to można wzorem:

$$L_{\text{sr}} = \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_n}{n} \quad \dots \dots (4)$$

gdzie

- L_1 — odległość między wyrobiskami zależy od jednej własności kopaliny,
- L_2 — odległość między wyrobiskami zależy od jednej własności kopaliny,
- L_n — odległość między wyrobiskami zależy od n-tej własności kopaliny.

Zastosowanie średniej arytmetycznej uważam

za godne zalecenia, zwłaszcza wtedy, gdy mamy do czynienia z niewielkimi różnicami w odstępach między wyrobiskami ($L_1, L_2 \dots L_n$) uzależnionymi od różnych własności kopaliny.

Zastosowanie nieregularnej siatki między wyrobiskami jest zagadnieniem bardziej zawiłym. Trzeba bowiem przyjąć, że zmienność różnych własności kopaliny będzie przebiegała w złożu inaczej dla każdej z tych własności, a zatem poszczególne własności będą w różnych częściach złoża osiągać swe największe wartości liczbowe. W razie powzięcia decyzji badania złoża nieregularną siatką, najkorzystniej będzie przeprowadzić odrębnie analizę zmian poszczególnych własności kopaliny dla każdej z jej cech warunkujących przydatność, ilustrując tę analizę, w razie możliwości i potrzeby, przekrojami lub mapami zmienności kopaliny. Po dokonaniu tej pracy należy, jak sądzę, dostosować gęstość siatki do tej własności kopaliny, która w danej części złoża wymaga najmniejszego odstepu między wyrobiskami rozpoznawczymi. W wyniku przyjęcia tej zasady otrzymamy nieregularne rozmieszczenie wyrobisk, przy czym w pewnych miejscach, zależnie od wyniku analizy własności kopaliny, zagęszczenie wyrobisk byłoby większe, w innych natomiast mniejsze.

Zamiast poprzednio przyjętej zasady dostosowania gęstości siatki rozpoznawczej do własności kopaliny wymagającej najgęstszej siatki wyrobisk, można też dostosować ją do średniej wartości wszystkich własności warunkującej przydatność kopaliny w danej części złoża. W razie zastosowania tej alternatywy różnice w odstępach między wyrobiskami będą zapewne mniejsze, gdyż przy obliczaniu średnich arytmetycznych wartości liczbowych kilku różnych własności kopaliny nastąpi przypuszczalnie ich mniejsze lub większe wyrównanie.

W końcu wspomnieć można, że w razie posiadania dostatecznej ilości danych można sporządzić mapy zmienności poszczególnych własności kopaliny. Mapy te łatwiej można

wykonać po ukończeniu ostatniego etapu rozpoznania, gdyż posiadamy wtedy więcej danych. Mapy takie ułatwiają zorientowanie się w rozmieszczeniu bogatszych i uboższych partii złoża, a także mogą być pomocne przy projektowaniu eksploatacji złoża.

Podany w niniejszym artykule sposób ma na celu oparcie gęstości wyrobisk dalszych etapów rozpoznania na wynikach uzyskanych w etapie poprzednim. Sądzę, że przeważnie wystarczą dwa etapy rozpoznania złoża. Możliwe są jednak przypadki, gdy ilość etapów zredukuję się do jednego, zwłaszcza dla małych złóż kopalin pospolitych. Niekiedy natomiast może zajść konieczność zastosowania większej ilości etapów.

W niniejszym artykule pominięto niektóre problemy, jak np. sprawę podziału kopalin na podstawie zmienności na kilka grup, jak to podaje m. in. W. I. Smirnow (7) na podstawie wskaźnika zmienności. Przeprowadzenie klasyfikacji kopalin na podstawie ich zmienności według zasad podanych w tym artykule uważam za przedwczesne, pomijając już to, że przekroczyłoby to jego zakres. Starłem się o możliwie jak najprostsze ujęcie obliczeń, a to dlatego, aby zastosowanie tej metody było proste i szybkie do wykonania w praktyce. Sądzę, że niektóre metody posługujące się licznymi, skomplikowanymi wzorami i związane ze żmudnymi, długotrwałymi obliczeniami, właśnie dlatego nie są chętnie stosowane w takim zakresie, na jaki by zasługiwały. Uważałem jednak za celowe podanie już teraz zasad postępowania w różnych etapach rozpoznania złóż kopalin, sądząc, że metoda pracy posługująca się konkretnymi liczbami może być już dziś przedmiotem rozważań i dyskusji, a nawet można podjąć próby jej zastosowania w praktyce. Przypuszczam, że przedstawiona metoda może się przyczynić do bardziej racjonalnego prowadzenia rozpoznania złóż kopalin, a także może wpłynąć na zmniejszenie się kosztów związanych z tymi pracami.

L I T E R A T U R A

1. Albow M.N. — Opróbowanie złóż rud przy ich poszukiwaniu, rozpoznawaniu i eksploatacji. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1955.
2. Czeczott H. — Szacowanie złóż. Wyd. Kasy im. Mianowskiego, Warszawa 1931.
3. Krajewski R. — Określenie zmienności złoża i jego stopnia geologicznego rozpoznania za pomocą wskaźników liczbowych. „Przegląd Geol.” 1953, nr 4.
4. Krajewski R. — Z badań nad wskaźnikami zmienności polskich rud kruszcowych. „Zesz. Nauk. AGH”. Kraków 1955.
5. Krajewski R. — Ustalanie gęstości sieci rozpoznawczej złóż na podstawie stopnia wiarygodności zasobów. „Przegląd Geol.” 1956, nr 1.
6. Krejter W. M. — Poiski i razwiedki poleznych iskopajemych. Moskwa, Leningrad 1940.
7. Smirnow W. I. — Ustalanie zasobów surowców mineralnych. Wyd. Geol. Warszawa 1954.
8. Trembecki A. — Metodyka ustalania zasobów w świetle analizy klasycznej oraz w świetle analizy statystycznej. „Zesz. Nauk. AGH, Górnostos.”, zesz. I, 1954.
9. Trembecki A. — Ustalanie gęstości robót poszukiwawczych. „Zesz. Nauk. AGH, Górnictwo” z. II, 1954.
10. Żółtowski Zb. — Przepisy o ustalaniu zasobów złóż kopalin. Wyd. Geol. Warszawa 1954.