

ROMAN MAGDA*, STANISŁAW GŁODZIK**, TADEUSZ WOŹNY**

Zasady tworzenia baz danych geologiczno-górnichych dla przodków ścianowych kopalń węgla kamiennego

Słowa kluczowe

Górnictwo węgla kamiennego, bazy danych geologiczno-górnichych, przodki eksploatacyjne ścianowe

Streszczenie

W artykule ukazano tok postępowania przy tworzeniu bazy danych geologiczno-górnichych dla przodków eksploatacyjnych ścianowych, dominujących w polskim górnictwie węgla kamiennego. Bazy takie umożliwiają symulację projektowanych robót górnichych i rezultatów produkcyjnych nie tylko w kategoriach wielkości fizycznych, ale również ekonomicznych. Z uwagi na charakteryzujący produkcję górnichą wysoki poziom niepewności, związany zwłaszcza ze zmiennością warunków zalegania złóż, wskazane jest określenie rozkładów prawdopodobieństwa zbieranych porównywalnych danych statystycznych, celem ustalenia wielkości istniejącego ryzyka w odniesieniu do planowanej produkcji. Podane w niniejszym artykule przykłady odnoszą się do ścian prowadzonych w różnych warunkach geologicznych i odmiennie wyposażonych.

Wprowadzenie

Specyfiką działalności gospodarczej prowadzonej w górnictwie, odróżniającą tę gałąź przemysłu od wszystkich innych, jest permanentna zmiana warunków geologiczno-górnichych z jakimi załogi mają do czynienia codziennie; biorąc rzecz dosłownie, warunki zmieniają się z każdym metrem postępu (prawda, że przeważnie nieznacznie) i nigdy nie są w pełni powtarzalne. W przypadku górnictwa węgla kamiennego patrząc przestrzennie

* Prof. dr hab inż., ** Dr inż., Wydział Górnictwa i Geoinżynierii AGH, Kraków.

Recenzent prof. dr hab. inż. Czesław Cyrnek

w trzech kierunkach, można obserwować zmiany rodzaju skał otaczających pokład i ich parametrów (np. miąższości, wskaźników wytrzymałościowych itd.) oraz zmiany parametrów samego pokładu (np. miąższości, wartości opałowej, zapopielenia, zasiarczenia, wilgotności). W przypadku górnictwa rudnego zmienność czynników jest jeszcze większa, dochodzi bowiem zmienność wysokości okruszcowania w furcie, a także zmienność mineralizacji. Nawet najbardziej wnikliwe badania geologiczne nie są w stanie wychwycić wyprzedzająco wszystkich wahań interesujących parametrów złoża i skał otaczających, tymczasem niekiedy niewielkie ich zmiany (np. pojawienie się mikrouskoku) mogą mieć istotny wpływ na przebieg samego procesu wydobywczego, jak też na uzyskiwane rezultaty. Przy planowaniu produkcji górniczej należy zatem uwzględniać aspekt niepewności, wynikający z niepełnego rozpoznania warunków geologicznych, bowiem pełne rozpoznanie uzyskuje się dopiero po wyeksploatowaniu złoża.

Przejęcie systemu gospodarczego w Polsce od centralnie sterowanego do rynkowego postawiło przed przedsiębiorstwami górniczymi nowe wyzwania. Do stosunkowo dużej niepewności warunków geologiczno-górnicznych, dochodzą aspekty niepewności i ryzyka w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych, wynikające z uwarunkowań otoczenia gospodarczego. Ryzyko w tym przypadku jest znacznie większe niż w warunkach gospodarki centralnie sterowanej, bowiem do ryzyka wynikającego z niepewności natury i techniczno-technologicznych uwarunkowań procesu wydobywczego, dochodzi szereg rodzajów ryzyka, wynikającego z rynkowej natury otoczenia gospodarczego.

Tak więc, w trakcie ustalania zamierzeń produkcyjnych, dla kadry zarządzającej nieodzowna staje się, oprócz bieżącej informacji w zakresie prognozy kształtowania się określonych wskaźników natury technicznej i ekonomicznej, również ocena poziomu ryzyka związanego z ich uzyskaniem. Konieczność dostosowania się producentów węgla do wymagań odbiorców w warunkach wolnej gry rynkowej wymaga zatem podejmowania decyzji poprzedzonej najpełniejszą w miarę możliwości identyfikacją warunków i zminimalizowaniem niepewności oraz ograniczaniem ryzyka związanego z działalnością górniczą do rozsądnych granic.

Przy zwiększaniu koncentracji wydobycia i jednoczesnym podnoszeniu wymagań względem produkcji wzrasta nie tylko ryzyko, ale też i rozproszenie uzyskiwanych wyników.

Analizując ryzyko, można jego wielkość określać statystycznie za pomocą odchylenia standardowego, co jest słuszne, jako że w warunkach kopalń rezultaty pracy takie jak na przykład postępy drażenia wyrobisk przygotowawczych czy eksploatacyjnych stanowią zbiory zmiennych losowych, uzyskiwanych w efekcie nakładania się wielu czynników o charakterze losowym. Dokonując przeglądu publikacji naukowych, dostrzega się w niektórych uwzględnianie losowego charakteru warunków pracy w górnictwie, a przez to całego procesu technologicznego i w ślad za tym możliwość traktowania odchylenia standardowego jako miary rozproszenia wyników tego procesu.

1. Tok postępowania przy opracowywaniu bazy danych

Przystępując do planowania produkcji należy wykorzystywać nabyte uprzednio doświadczenia. W tym celu konieczne staje się opracowanie bazy danych zawierającej wszystkie potrzebne informacje uzyskane w trakcie wcześniej prowadzonych robót górniczych, przy czym baza taka powinna być sukcesywnie uaktualniana o bieżąco nabywane informacje. Odpowiednio przygotowana baza winna zawierać dane geologiczno-górnice, ponadto dane ekonomiczne, a przynajmniej dane ujmujące interesujące zestawy kosztów. Zbiory danych winny być na tyle liczne, by pozwalały na ich obróbkę statystyczną. We wstępie niniejszego artykułu zwrócono uwagę na charakterystyczną dla górnictwa niepewność warunków prowadzonej działalności i ryzyko uzyskiwania zamierzonych efektów. Z tych względów do oceny przyszłych wyników produkcyjnych wskazane jest wykorzystanie metod stochastycznych. Posługując się nimi można ocenić wielkość ryzyka uzyskania zaplanowanych efektów.

Miarę ryzyka stanowi wariancja określonego kryterium w procesie podejmowania decyzji (następcząca problemy z punktu widzenia fizycznej interpretacji) lub odchylenie standardowe tegoż kryterium, czyli pierwiastek drugiego stopnia z wariancji (co jest łatwiejsze do interpretacji praktycznej). Zarówno wariancja, jak i odchylenie standardowe, przyjmują nieujemne wartości i im mniejsza jest wariancja, a tym samym im mniejsze jest odchylenie standardowe, tym ryzyko związane z podejmowaniem decyzji jest mniejsze.

Wariancję σ^2 można wyliczyć ze wzoru

$$\sigma^2 = \sum (\pi_i - E(\pi))^2 \cdot p_i$$

a odchylenie standardowe jest pierwiastkiem z wariancji i to ono jest częściej używane jako miernik ryzyka:

$$\sigma = \sqrt{\sum (\pi_i - E(\pi))^2 \cdot p_i}$$

gdzie:

- σ^2 – wariancja,
- σ – odchylenie standardowe,
- π_i – wartość dla danego prawdopodobieństwa,
- $E(\pi)$ – wartość oczekiwana,
- p_i – prawdopodobieństwo.

Przy określaniu niepewności i ryzyka wygodnie korzystać z metody symulacji komputerowej zwanej metodą Monte Carlo, której autorzy Neumann i Ulman wnioskuje, że

nawet w przypadkach zależności niemających charakteru stochastycznego można łatwiej oszacować wyniki na drodze eksperymentu stochastycznego niż z użyciem analizy matematycznej. Metodą tą można szybko i wygodnie posługiwać się korzystając z dostępnych programów komputerowych, a zwłaszcza programów STATISTICA. Programy do obróbki statystycznej dają możliwość określenia parametrów rozkładu prawdopodobieństwa danych o charakterze losowym.

W przypadku wyrobisk eksploatacyjnych ścianowych można uznać, że wielkości ich postępów (np. dobowe) są zmiennymi losowymi. Postępy te mogą być pochodnymi nałożenia się wielu niemożliwych do przewidzenia okoliczności, takich jak warunki geologiczne (np. mikrouskok i powiązane z nim osłabienie struktury warstw stropowych), absencja, nieuwaga, ułomność, niedyspozycja czy niesolidność czynnika ludzkiego mogące być przyczyną obwałów, awarii, wypadków, a wreszcie niedociągnięcia organizacyjne skutkujące złym współdziałaniem ogniów procesu technologicznego (przykładowo odstawy) itd.

Aby naświetlić tok postępowania, w tabeli 1 zestawiono charakterystyki trzech różnych ścian prowadzonych w trzech różnych kopalniach i w różnych okresach. Jak pokazano w wierszu 1 tej tabeli, dwie spośród nich prowadzono z zawałem stropu, trzecią natomiast z wypełnianiem pustki poeksploatacyjnej podsadzką hydrauliczną. Kolejne 15 wierszy tabeli przedstawia parametry geologiczne w jakich ściany te pracowały, kolejne dwa wiersze pokazują parametry geometryczne ścian, a siedem ostatnich wierszy parametry technologiczne. Jak wynika z zestawienia, poszczególne ściany mają zbliżone warunki geologiczne, różnią się za to parametrami geometrycznymi i wyposażeniem oraz liczbą zmian produkcyjnych.

Tabele 2, 3 i 4 ujmują wielkości dobowych postępów ścian, odpowiednio: ściany 1, ściany 2 i ściany 3. Wielkości tych postępów traktowane będą następnie jako dane losowe; w przypadku ściany 1 liczebność zbioru wynosi 150 danych, w przypadku ściany 2 – 306 danych oraz w przypadku ściany 3 – 170 danych, zatem w każdym przypadku są to zbiory dostatecznie liczne by można je uznać za statystycznie obrabialne.

Zestawienia te ukazując wahania wielkości postępów dobowych ścian – zarówno w obrębie tych samych, jak też różnych tygodni – dokumentują losowy charakter tych danych. Równocześnie można zaobserwować różnice wielkości postępów między poszczególnymi ścianami, co wynika ze sposobu kierowania stropem, ilości zmian produkcyjnych oraz wyposażenia, z czym wiąże się jedno- lub dwukierunkowe urabianie kombinami.

Tak więc, korzystając z programów STATISTICA przy zastosowaniu popularnych testów, np. Kołmogorowa-Smirnowa lub Chi-kwadrat, można sprawdzić dopasowanie rozkładów dostępnych w pakiecie tych programów, co powinno poprzedzić wykorzystanie metody Monte Carlo do losowania wyników planowanej produkcji. W niniejszym rozdziale posłużono się właśnie pakietem programu STATISTICA. Pełny opis właściwości tych programów podają nie tylko ich dokumentacje, ale również liczne opracowania naukowe z tego zakresu.

TABELA 1

Charakterystyka techniczno-geologiczna wyrobisk ścianowych – ściana nr 1, 2 i 3

TABLE 1

Technological and geological parameters of longwalls no: 1, 2 i 3

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ściana nr 1 zawał	Ściana nr 2 zawał	Ściana nr 3 podsadzka
1	Sposób kierowania stropem	-			
2	Numer pokładu / warstwa	-	501 w.3	510 / przystropowa	510 w - I
3	Miąższość pokładu	[m]	7,0 ÷ 10,6	5,8 do 6,9 lokalnie 5,4	9,9 ÷ 10,4
4	Miąższość warstwy	[m]	2,6	2,7	2,7
5	Nachylenie poprzeczne	[°]	wzdłuż dł.ściany 4°	7	5° upad na południe
6	Nachylenie podłużne	[°]	wzdłuż wybiegu 2°	2	2°22' upad na zachód
7	Rodzaj skał stropowych	-	łupki piaszczyste i piaskowce	łupek ilasty z przewartwieniami łupku piaszczystego	łupki ilaste i piaszczyste
8	Rodzaj skał spagowych	-	łupki ilaste, zroby pod-sadzkowe pod częścią, węgiel	łupek ilasty z przewartwieniami łupku piaszczystego	łupek piaszczysty
9	Wytrzymałość na ściskanie węgla	[MPa]	42,9	28,65	20,7 - 41,1
10	Wytrzymałość na ściskanie skał stropowych	[MPa]	37,1 ÷ 49,6 średnio 38	32,78	-
11	Wytrzymałość na ściskanie skał spagowych	[MPa]	42,9 (węgiel)	28,65	średnio 74,6
12	Ciężar objętościowy węgla	[Mg/m ³]	1,35	1,38	1,34
13	Kategoria zagrożenia metanowego	-	III	II	I kat
14	Klasa zagrożenia wybuchem pyłu węglowego	-	B	B	B
15	Stopień zagrożenia wodnego	-	I	I	I i II
16	Stopień zagrożenia łapaniami	-	I	III	I
17	Wybieg ściany	[m]	732	945	500
18	Długość ściany	[m]	155	289	226
19	Typ kombajnu	-	KSW - 475 - ZBP/(2BPH)D	KGS 560/2BP/05	KGS - 324 / B
20	Typ przenośnika ścianowego	-	PSZ - 750/3x65/200	Glinik 260/724/BP	R-750
21	Typ obudowy	-	FAZOS 18/34 - POZ	177szt - Hydrotech 15/36-POZ 5szt - Pioma Jankowice 19/32,8 Oz	PUMAR 12 / 32
22	Podziałka obudowy	[m]	1,5	1,5	2
23	Wnęka	-	bez wneki	bez wneki	komorowy
24	Urabianie	-	dwukierunkowe	jedno kierunkowo	zabior 0,8m
25	Liczba zmian produkcyjnych (zmianowość)	[zm/db]	3	4	2

TABELA 2

Wielkość postępu [m/d] – ściana nr 1

TABLE 2

Rate of advance [m/day] – longwall no1

miesiąc → ↓ dzień	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
1		7,5						1,5
2		5,9		5,9	2,6			1,2
3		7,5		5,6	4,1	5,8	6,3	1,0
4		8,2	3,8			6,6	5,1	1,0
5			3,3	5,0		7,0	5,4	
6			3,5	4,4	4,8	6,8	5,2	
7		6,7	3,7		4,8	6,7	5,0	0,8
8		7,4	4,1		4,3			1,2
9		6,9		5,4	4,1			0,9
10		7,9		3,7	4,9	6,5	5,1	0,5
11		8,2		6,3		6,1	4,5	0,7
12			5,1	4,1		6,1	4,6	
13			1,6	3,8	4,2	5,6	5,1	
14		5,9	2,4		4,0	6,1	3,8	1,0
15		7,3	1,3		4,4			0,9
16	5,9	7,4		5,8	5,4			1,0
17	7,5	8,2		5,0	4,6	6,2	3,9	0,9
18	7,0	8,0	3,4	5,7		7,8	3,2	0,6
19	7,0		1,4	5,2		5,7	3,4	
20	8,2		1,7	4,6	6,0	7,2	3,7	
21		7,9	2,8		5,8	5,4	5,2	
22		6,7	1,7		5,8			
23	7,8	3,6		5,3	6,0			
24	7,5	8,0		5,7	5,5	5,1	3,7	
25	6,0	6,8	1,2			4,2	4,4	
26	7,8		0,7			3,9	4,9	
27	7,4		2,6	5,1	5,0	4,4	3,5	
28	4,2	7,0	5,0		5,3	5,3	3,7	
29		6,1	4,7		5,1			
30	7,2	6,5		6,8	5,8			
31		6,4		6,6	6,0		2,3	

TABELA 3

Wielkość postępu [m/d] - ściana nr 2

TABLE 3

Rate of advance [m/day] – longwall no 2

miesiąc → ↓ dzień	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>
1			3,25	3,50		3,50		
2			4,05	2,00	0,60	3,60		3,55
3		2,15	4,15		2,70	3,20		3,50
4		2,95	4,55		2,35	2,35	2,70	
5		3,30	4,05	1,70	3,00		2,45	2,30
6		3,55		2,45	2,90		2,70	4,15
7		2,55		3,00		1,55	3,95	
8			3,65	2,70		2,70	3,65	
9			3,55	3,75	2,85	3,50		3,20
10	0,40	2,80	3,40		3,25	3,50		2,50
11		2,95	3,50		3,75	3,20		2,80
12		1,55	4,00	2,20	2,00		3,05	3,05
13	1,35	3,20		3,50	3,20		3,50	3,20
14	1,15	2,70		2,95		2,30	4,00	3,40
15	1,25		2,35			3,60	4,00	
16	1,95		3,70	1,65	1,65	3,95		3,85
17	2,15	3,25	4,55		2,95	2,60		2,30
18		3,55	4,15		3,00	3,55	4,25	3,10
19		3,90	3,30	1,25	3,55		3,75	3,30
20	1,80	4,20		2,60	2,80		3,90	3,50
21	2,85	2,15		2,95		2,30	3,85	1,65
22	2,60		2,35	3,00		3,90	4,30	
23	2,70		2,50	3,00	1,95	2,50		3,30
24	3,70	2,10	4,00		3,30	4,20		
25		4,30	3,15		3,20	2,35	2,35	
26		4,60	3,55	2,20	3,75		2,60	
27	2,70	3,75		2,70	3,60		3,75	2,80
28	3,20	1,85		3,70		2,45	4,30	
29	3,20		2,30	3,40		3,70	4,25	
30			3,35	3,00	1,70	3,15		2,50
31	3,55		3,85			4,00		

Tabela 3 cd.

Table 3 cont.

<i>miesiąc</i> → ↓ <i>dzień</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>
1			2,00	3,75			4,00
2	2,70			2,30	2,90	3,85	4,15
3	0,15	2,25	2,90	2,65		4,40	3,85
4		2,30	0,80	3,30		4,00	4,85
5		2,45	3,20	2,30	3,00	3,55	
6	2,25	3,50	2,50		1,00	2,80	
7	3,15	2,80	3,90	2,30	2,35		3,65
8	1,70		2,60	2,55	4,15		3,20
9	3,20			4,05	3,75	3,20	3,15
10	2,10	3,00	3,95	3,20		3,20	3,05
11		3,25	3,35	3,20		3,75	1,50
12		2,15	2,25		3,95	4,05	
13	2,70	2,90	3,40		3,60	2,80	
14	3,00	3,35	3,05	3,75	3,70		4,85
15	3,30		3,40	3,65	2,70		5,00
16	2,70			3,20	2,35	3,95	1,55
17	3,15	2,55	3,15	4,30		2,60	3,70
18		2,80	3,95	2,85		3,95	3,15
19		2,15	2,60		4,20		
20	2,90	1,55	3,70		3,65		
21	2,55	2,85	2,45		3,75	1,15	
22	3,50	3,30	2,00	3,90	3,65		
23	3,35			4,00	3,95	3,95	
24	2,50	3,35	4,00	1,80		3,50	
25		2,35	3,65	3,85		3,85	
26		2,95	2,35		3,75	3,20	
27	3,20	2,65	3,50		3,75	3,40	
28	2,85	2,95	2,70	3,95	3,50		
29	3,65		2,20	3,40	3,65		
30	2,70			3,70	2,70	3,90	
31	3,55		3,55				

TABELA 4

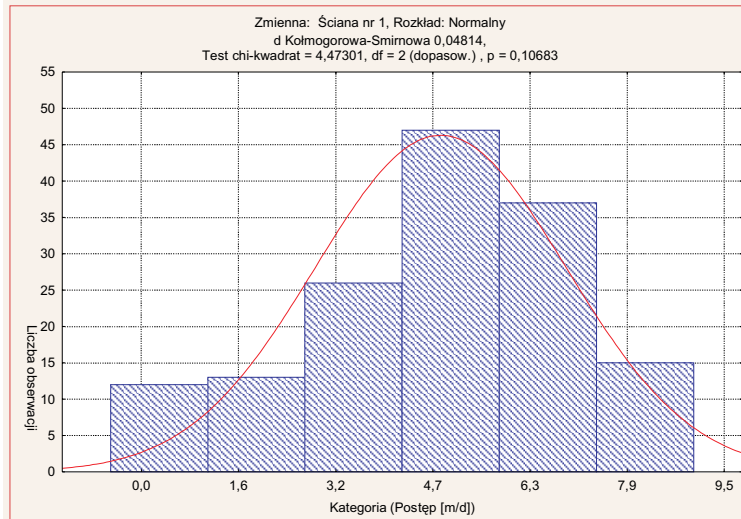
Wielkość postępu [m/d] – ściana nr 3

TABLE 4

Rate of advance [m/day] – longwall no 3

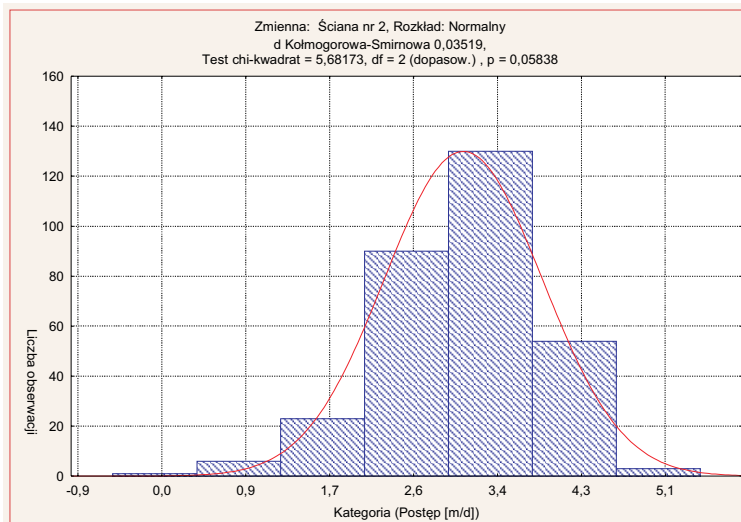
miesiąc → ↓ dzień	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>
1			2,1			4,2	3,0	4,2
2			2,8		2,1	3,5		3,5
3	1,4	2,1	2,1		2,8	4,2		4,2
4	2,1	2,8	2,8		2,1	4,2	4,2	3,5
5	2,8	2,1		2,1	2,8		3,5	4,2
6	2,1	2,8		2,8	2,1		4,2	
7	2,8	2,8	2,8	2,1		2,1	3,5	
8			2,8	2,8		2,8	4,2	4,2
9			3,5	2,1	2,1	2,1		3,5
10	2,8	2,1	2,8		2,8	2,8		4,2
11	2,1	2,8	2,1		2,1	2,1	4,2	3,5
12	2,8	2,1		2,1	2,8		3,5	4,2
13	2,1	2,8		2,8	2,1		4,2	
14	2,8	2,8	2,8	2,1		2,1	3,5	
15			2,1	2,8		2,8	4,2	4,2
16			2,8	2,1	4,2	2,1		3,5
17	1,4	2,1	2,1		3,5	2,8		4,2
18	2,1	2,8	2,8		4,2	2,1	4,2	3,5
19	1,4	2,1		2,1	3,5		3,5	4,2
20	2,1	2,8		2,8	4,2		4,2	
21	1,4	2,8	2,1	2,1		2,1	3,5	
22			2,8	2,8		2,8	4,2	4,2
23			2,1	2,1	4,2	2,1		3,5
24	2,1	2,8	2,8		3,5	2,8		4,2
25	1,4	2,1	2,1		4,2	2,1	4,2	3,5
26	2,1	2,8		2,1	3,5		3,5	4,2
27	2,8	2,1		2,8	4,2		4,2	
28	1,4	2,8	2,1	2,1		4,2	3,5	
29			2,8	2,8		3,5	4,2	4,9
30			2,1	2,1	3,5	4,2		4,2
31		2,1				3,5		

Rysunki od 1 do 3 przedstawiają wyniki testowania rozkładów statystycznych postępów dobowych odpowiednio ściany 1, ściany 2 i ściany 3, a w tabeli 5 zestawiono statystyki opisowe badanych rozkładów. Wynika z nich, że dla postępów dobowych ściany 1 oraz 2 można było dopasować rozkłady normalne, natomiast w przypadku ściany 3 próby dopasowania rozkładu normalnego, jak też innych dostępnych w programie STATISTICA



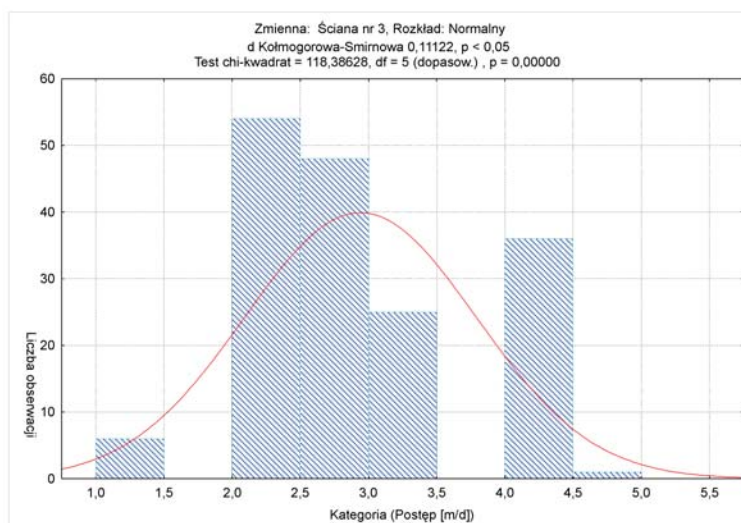
Rys. 1. Wyniki testowania rozkładu statystycznego postępów – ściana nr 1

Fig. 1. Results of statistical distribution testing – longwall no 1



Rys. 2. Wyniki testowania rozkładu statystycznego postępów – ściana nr 2

Fig. 2. Results of statistical distribution testing – longwall no 2



Rys. 3. Wyniki testowania rozkładu statystycznego postępów – ściana nr 3

Fig. 3. Results of statistical distribution testing – longwall no 3

TABELA 5

Statystyki opisowe badanych rozkładów prawdopodobieństwa postępów dobowych w ścianach

TABLE 5

Descriptive statistics of investigated distribution of longwalls rate of advance

Nazwa wyrobiska	Liczba losowań	Średnia	Przedział ufności		Suma	Min.	Max.	Rozstęp
			–95%	95%				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ściana nr 1	150	4,878	4,548	5,208	731,70	8,20	8,20	7,70
Ściana nr 2	307	3,079	2,988	3,170	945,30	5,00	5,00	4,85
Ściana nr 3	170	2,941	2,812	3,070	500,00	4,90	4,90	3,50
Nazwa wyrobiska	Wariancje	Odch. stand.	Błąd stand.	Skośność	Błąd std. Skośność	Kurtoza	Błąd std. Kurtoza	
1	10	11	12	13	14	15	16	
Ściana nr 1	4,188	2,047	0,167	–0,508	0,198	–0,484	0,394	
Ściana nr 2	0,653	0,808	0,046	–0,612	0,139	0,530	0,277	
Ściana nr 3	0,722	0,850	0,065	0,287	0,186	–1,075	0,370	

rozkładów nie powiodły się, wobec czego na potrzeby symulacji Monte Carlo należy w ostatnim przypadku posłużyć się rozkładem trójkątnym.

Podsumowanie

Celem niniejszego artykułu było ukazanie toku postępowania przy opracowywaniu bazy danych ułatwiającej planowanie produkcji przy uwzględnieniu aspektu niepewności i ryzyka. Rzecz polega na tym, że po zebraniu obrabialnego statystycznie zbioru danych losowych należy wczytać je do programu STATISTICA, po czym sprawdza się jego dopasowanie przyjmując na początku rozkład normalny testowanego zbioru, gdyż w literaturze naukowej twierdzi się, iż w warunkach naturalnych jest on najczęściej spotykany. Faktycznie, jak podaje Volk spotykane w praktyce rozkłady jedynie zbliżają się do normalnego, a w gruncie rzeczy nie są z nim identyczne, jako że rozkład skończonej liczby pomiarów może się jedynie zbliżać do funkcji ciągłej rozkładu normalnego.

Jeśli wymienione testy nie potwierdzą postawionej wstępnie hipotezy o rozkładzie normalnym, należy sprawdzić dopasowanie kolejnych dostępnych w pakiecie STATISTICA rozkładów, a gdy i to nie da efektów, wtedy można przyjąć rozkład trójkątny. Rozkład ten bywa wykorzystywany do symulacji prowadzonych przy użyciu metody Monte Carlo, o czym świadczy literatura naukowa. Ponadto rozkład ten jest ratunkiem w przypadku gdy mamy do czynienia ze zmienną losową, a brak jest dostatecznej ilości danych do obróbki statystycznej koniecznej dla dopasowania innego rozkładu. Wówczas do tabeli danych wejściowych należy wczytać takie wielkości opisujące rozkład trójkątny, jak: wartość najczęściej występująca oraz wartość minimalna i maksymalna.

Po określeniu rozkładu danych można, korzystając z metody Monte Carlo, przystąpić do losowania planowanych wyników produkcyjnych i określenia wielkości ryzyka ich uzyskania miarą, którą – jak wcześniej podano – jest wielkość odchylenia standardowego badanego parametru.

Dla branży górnictwa węgla kamiennego niepewność jest cechą nierozzerwalnie związaną z przebiegiem procesu produkcyjnego, a o jej źródłach wspomniano we wcześniejszym rozdziale. Związane z nim ryzyko uzyskania zamierzonych wyników produkcyjnych może być traktowane nie tylko jako zagrożenie, ale i jako szansa. Stąd akceptowanie większego lub mniejszego marginesu ryzyka przez osoby podejmujące decyzję zależy od ich skłonności do podejmowania wyzwań.

Można mieć pewne nadzieje, że wsparcie nowoczesnymi systemami komputerowymi usprawni proces podejmowania decyzji w warunkach niepewności charakterystycznej dla branży górniczej oraz umożliwi kadrze menadżerskiej ograniczenie poziomu ryzyka do rozsądnych i bezpiecznych wielkości.

LITERATURA

- Głódzik S., 2001 – Metoda modelowania natężenia robót udostępniających i przygotowawczych dla pól eksploatacyjnych w aspekcie narastającej koncentracji wydobycia w kopalniach węgla kamiennego. Praca doktorska, AGH, Kraków.
- Łucki Z., 1995 – Ocena inwestycji i podejmowanie decyzji w górnictwie naftowym i gazowym. Polska Fundacja Promocji Kadr, Kraków.
- Magda R., 2004 – Zastosowanie modelowania matematycznego i techniki komputerowej w projektowaniu robót górniczych w kopalni węgla kamiennego. Gos. Sur. Min. t. 20, z. 3
- Magda R., 2006 – Koncepcja zintegrowanego systemu wspomaganie zarządzania produkcją w kopalni węgla kamiennego. Lubelskie Centrum Marketingu Sp. z o.o., Lublin
- Narzędzia statystycznej analizy danych – program z rodziny STATISTICA.1999 Seminarium, Warszawa 14 października 1999, Kraków.
- Przybyła H., 1991 – Rola ryzyka w planowaniu produkcji górniczej i jego związku ze strategią prowadzenia robót górniczych. Przegląd Górniczy nr 11, Katowice.
- Saługa P., 2001 – Symulacja Monte Carlo w ocenie ekonomicznej eksploatacji złoża węgla kamiennego. Materiały konf. „Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2001”, Kraków.
- STATISTICA PL dla Windows t. 1–4, 1997 – StatSoft, Kraków.
- Vołk W., 1965 – Statystyka stosowana dla inżynierów. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Węglarczyk S., 1993 – Metody statystyczne. Skrypt dla studentów wyższych szkół technicznych. Politechnika Krakowska, Kraków.

ROMAN MAGDA, STANISŁAW GŁODZIK, TADEUSZ WOŹNY

PRINCIPLES OF GEOLOGICAL AND MINING DATA BASES CREATION FOR LONGWALLS OPERATING
IN HARD COAL MINES

Key words

Hard coal mining, geological and mining data bases, longwalls

Abstract

In the paper there is described a procedure of construction of geological and mining data bases for longwalls which are commonly used in Polish hard coal mining. The bases can be used for simulation of future workings and their results both in engineering and economic relations. Due to high degree of uncertainty characterized mining operations it is useful to determine probability distributions of investigated parameters. The examples shown in the paper relate to different longwalls from geological and equipment point of view.