

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

## Zasady tworzenia baz danych na potrzeby symulacji stochastycznej kosztów produkcji w polach ścianowych

### Słowa kluczowe

Górnictwo węgla kamiennego, bazy danych ekonomiczno-finansowych, przodki eksploatacyjne ścianowe

### Streszczenie

W artykule opisano pewien sposób postępowania przy opracowywaniu bazy danych ekonomiczno-finansowych dla przodków ścianowych kładąc szczególny nacisk na opracowanie rozkładów prawdopodobieństwa kosztów związanych terytorialnie z eksploatacją w przodku. Rozkłady prawdopodobieństwa kosztów mogą zostać wykorzystane w procesie symulacji stochastycznej kosztów związanych z procesem produkcyjnym w przodkach ścianowych projektowanych dla podobnych (porównywalnych) warunków geologiczno-górnicznych w celu oszacowania kosztów oraz określenia ryzyka przekroczenia założonego poziomu kosztów.

### Wprowadzenie

Niniejszy artykuł prezentuje pewien wycinek badań zrealizowanych w ramach projektu badawczego zmierzającego do opracowania zintegrowanego systemu wspomagającego zarządzanie produkcją w kopalniach węgla kamiennego. Prezentuje on kontynuację badań opisanych w pracy (Magda, Głodzik, Woźny 2007), które dotyczyły zasad tworzenia baz danych geologiczno-górnicznych, ze szczególnym uwzględnieniem postępów ścian prowadzonych w różnych warunkach i podstawowych zasad opracowywania rozkładów prawdopodobieństwa tych postępów pokazanych na przykładzie trzech przodków ścianowych

---

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

Recenzent prof. dr hab. inż. Czesław Cyrnek

eksploatowanych w rzeczywistych warunkach jednej ze spółek węglowych. W niniejszym artykule w celu przykładowej prezentacji rozważań dotyczących tym razem kosztów produkcji i ich rozkładów prawdopodobieństwa posłużono się również tymi samymi przodkami ścianowymi. Charakterystyka geologiczno-techniczna tych przodków zawarta jest w cytowanej powyżej pracy, dlatego też nie jest ona przedmiotem prezentacji w niniejszej pracy.

Zasady tworzenia baz danych o procesach produkcyjnych realizowanych w przeszłości oraz ich parametrach i wskaźnikach techniczno-organizacyjnych i ekonomiczno-finansowych stanowią podsystem o nazwie „hurtownia danych” wchodzący w skład zintegrowanego systemu wspomagającego zarządzanie produkcją w kopalniach węgla kamiennego. Parametry rozkładu prawdopodobieństwa postępów przodków ścianowych, jak również kosztów związanych terytorialnie z ich eksploatacją, umieszczone w odpowiednio opracowanej bazie danych wraz z innymi parametrami opisującymi warunki geologiczno-górniczne tych przodków mogą być wykorzystane w procesie symulacji przebiegu procesu wydobywczego w projektowanych przodkach ścianowych w przypadku, gdy są one przewidywane do eksploatacji w podobnych (porównywalnych) warunkach geologiczno-górnicznych. Korzystając z metody Monte Carlo można określić rozkłady prawdopodobieństwa parametrów wpływających na wyniki produkcyjne możliwe do uzyskania w przyszłości, jak również oszacować ryzyko niedotrzymania lub przekroczenia określonej wielkości produkcji lub pułapu kosztów. Doświadczenia zebrane w przeszłości i opisane ciągiem informacji, danych i parametrów zebranych w odpowiednio utworzonej i uzupełnianej na bieżąco w ślad za realizowanymi robotami górniczymi „hurtowni danych” mogą stanowić cenny materiał do wykorzystania w planowaniu i projektowaniu przyszłej produkcji. W pracy (Magda, Głodzik, Woźny 2007) pokazano sposób opracowania rozkładów prawdopodobieństwa postępu przodków ścianowych, od którego uzależniona jest wielkość wydobycia. W niniejszej pracy podjęto ten problem w odniesieniu do kosztów związanych terytorialnie z przodkami ścianowymi. W celu zachowania spójności materiału prezentowanego w cyklu kilku artykułów rozważania opisane w niniejszej pracy dotyczą tych samych przodków ścianowych, dla których w cytowanej pracy opisano sposób opracowania rozkładów prawdopodobieństwa postępów ścian.

### **1. Przyjęte założenia oraz tok postępowania**

W niniejszym rozdziale poddano analizie koszty związane terytorialnie z wyrobiskami ścianowymi. W tym celu zebrano i zestawiono tabelarycznie koszty miesięczne dla przykładowych ścian (ściana nr 1, 2, 3) prowadzonych w różnych okresach w rzeczywistych warunkach jednej ze spółek węglowych. Uwzględniono przy tym strukturę rodzajową kosztów z wyodrębnieniem kosztów wynagrodzeń, materiałów, energii, amortyzacji, remontów, usług najmu i pozostałych kosztów. W jednej z kolumn tabeli przytoczono postęp ścian uzyskany w poszczególnych miesiącach.

W tabelach zestawiono odpowiednio:

- w tabeli 1 – dane dla ściany nr 1,
- w tabeli 2 – dane dla ściany nr 2,
- w tabeli 3 – dane dla ściany nr 3.

Ściany te wybierane były w systemie warstwowym – ściana nr 1 z zawałem w pokładzie 501 w warstwie 3, ściana nr 2 z zawałem w pokładzie 510 w warstwie przystropowej, ściana nr 3 z podsadzką hydrauliczną w pokładzie 510 w warstwie 1. Długość poszczególnych ścian wynosiła odpowiednio: 155 m dla ściany nr 1; 289 m dla ściany nr 2; 226 m dla ściany nr 3. Jak wspomniano powyżej, bardziej szczegółowa charakterystyka tych przodków ścianowych zawarta jest w pracy (Magda, Głodzik, Woźny 2007).

Jako jednostki czasu przyjęto dni robocze. Ściana nr 1 eksploatowana była przez 150 dni roboczych (8 miesięcy), ściana nr 2 – przez 307 dni roboczych (15 miesięcy), a ściana nr 3 – przez 170 dni roboczych (8 miesięcy).

Przyjęto hipotezę zakładającą podział kosztów związanych terytorialnie z wyrobiskami ścianowymi na stałe i zmienne względem postępu ściany, przy czym jako koszty zmienne potraktowano koszty ponoszone na skutek prowadzenia eksploatacji w ścianie (związane z faktem uzyskiwania wydobywania z danej ściany będącej w ruchu), natomiast jako koszty stałe – wszystkie pozostałe koszty związane terytorialnie z wyrobiskami ścianowymi ponoszone niezależnie od tego, czy ściana jest w trakcie ruchu czy też w trakcie przestoju.

W celu uzyskania zbioru danych o liczebności nadającej się do obróbki statystycznej podjęto próbę przypisania kosztów miesięcznych poszczególnym dniom roboczym zakładając, że dniom z wydobywaniem przypisane są koszty zmienne i koszty stałe w odpowiednich proporcjach, zaś dniom bez wydobywania – tylko koszty stałe. Może nie jest to sposób doskonały, ale w pewnym heurystycznym ujęciu wiąże źródła powstawania kosztów zmiennych z faktem prowadzenia eksploatacji w ścianie. Koszty zmienne będą występować wówczas, gdy realizowane jest wydobywanie, a więc uzyskiwany pewien postęp ściany, koszty stałe natomiast ponoszone w każdym przypadku. Można byłoby przyjąć, że koszty stałe są generowane poprzez wszystkie dni bieżące, przypisanie ich do dni roboczych jest pewnym przybliżeniem rzeczywistości. Wydaje się jednak, że przyjęty sposób w wystarczającym ujęciu przybliży wielkości, które i tak mają charakter losowy i dokładne ich określenie nie jest możliwe.

W celu określenia podziału kosztów na stałe i zmienne w zależności od postępu robót (a więc również wydobywania) zwrócono się do ekspertów o oszacowanie udziału kosztów stałych i zmiennych z uwzględnieniem rodzaju kosztów, a następnie podjęto próbę przypisania kosztów miesięcznych do poszczególnych dni roboczych opierając się na podanym przez ekspertów udziale kosztów stałych i zmiennych w poszczególnych kosztach rodzajowych.

Dla formalnego zapisu sposobu przypisania kosztów poszczególnym dniom roboczym przyjęto następujące oznaczenia:

- j – indeks miesiąca,
- $K_j$  – koszt ogółem w j-tym miesiącu [zł/mies.],

TABELA 1

Koszty rodzajowe w aspekcie podziału na stałe i zmienne względem postępu ściany – ściana nr 1

TABLE 1

Fixed and variable costs for longwall no. 1

Miesiąc	Liczba dni roboczych	Wynagrodzenia		Materiały		Energia		Amortyzacja		Remonty		Usługi najmu		Pozostałe koszty		Ogółem		Postęp	
		zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	m	m
IX	12	389 046	98 861	29 149	101 783	35 390	117 000	38 651	809 880	83,5									
X	23	580 019	-20 813	34 872	157 519	8 961	120 900	120 606	1 002 064	162,0									
XI	19	357 240	169 174	19 334	154 930	6 774	87 750	144 163	939 365	54,0									
XII	19	323 139	85 785	38 955	158 708	76 286	90 675	181 492	955 040	100,0									
I	22	506 175	118 829	37 685	184 442	11 539	90 675	21 234	970 580	108,5									
II	20	417 380	48 530	37 631	191 853	11 856	81 900	91 661	880 811	118,5									
III	21	361 809	53 851	35 504	192 624	69 747	90 675	193 867	998 075	92,0									
IV	14	248 706	61 433	26 140	193 205	2 483	87 750	783	620 500	13,2									
Razem:	150	3 183 514	615 650	259 270	1 335 064	223 037	767 325	792 457	7 176 315	731,7									
	k.zmien.	l-ww	l-wm	l-we	l-wa	l-wr	l-wu	l-wp	k.zm. ogółem	k.zm. jed.									
	współ.	0,9	0,9	0,7	0	0,5	0	0,1	zł	zł/m									
Podział kosztów na koszty zmienne i stałe	zł	2 865 162	554 085	181 489	0	111 519	0	79 246	3 791 500	5 182									
	k.stałe	ww	wm	we	wa	wr	wu	wp	k.stał. ogółem	k.st. jed.									
	współ.	0,1	0,1	0,3	1,0	0,5	1,0	0,9	zł	zł/d									
	zł	318 351	61 565	77 781	1 335 064	111 519	767 325	713 211	3 384 816	22 565									

$$k_{ściana nr 1} = f(p) = 5182 \cdot p + 22 565 \text{ [zł/d]}$$

TABELA 2

Koszty rodzajowe w aspekcie podziału na stałe i zmienne względem postępu ściany – ściana nr 2

TABLE 2

Fixed and variable costs for longwall no. 2

Miesiąc	Liczba dni roboczych	Wynagrodzenia		Materiały		Energia		Amortyzacja		Remonty		Usługi najmu		Pozostałe koszty		Ogółem		Postęp	
		zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	m	m
V	15	279 087	60	70 874		34 746		18 472		403 239						403 239		34,6	
VI	20	405 816	186 970	78 754	46 667	70 688		18 196		807 091						807 091		61,4	
VII	23	459 704	144 728	118 031	46 414	21 836		25 357		816 070						816 070		81,3	
VIII	21	358 231	-41 381	110 699	47 426	34 083		24 781		533 839						533 839		57,2	
IX	21	364 554	84 415	89 365	47 569	16 900		31 954		634 757						634 757		58,1	
X	23	395 873	277 439	83 962	47 569	79 321		30 303		914 467						914 467		71,7	
XI	19	370 791	536 205	131 085	47 569	36 387		28 472		1 150 509						1 150 509		67,3	
XII	19	367 118	114 765	102 491	57 993	101 542		28 523		772 432						772 432		58,0	
I	22	424 864	257 415	82 444	48 491	15 927		9 239		838 380						838 380		60,9	
II	21	403 209	107 499	72 355	48 605	20 798		30 428		682 894						682 894		57,4	
III	26	439 375	259 944	89 317	48 605	76 842		14 183		928 266						928 266		77,1	
IV	22	390 390	150 380	72 595	48 605	91 364		15 317		768 651						768 651		72,0	
V	21	408 185	71 502	72 160	48 605	94 229		13 251		707 932						707 932		70,0	
VI	20	376 435	166 023	90 908	48 605	88 384		18 204		788 559						788 559		69,1	
VII	14	285 326	114 534	92 846	47 684	177 659		21 591		739 640						739 640		49,7	
Razem:	307	5 728 958	2 430 498	1 357 886	680 407	960 706		328 271		11 486 726						11 486 726		945,3	
Podział kosztów na koszty zmienne i stałe	k.zmien.		l-ww	l-we	l-wa	l-wr	l-wu	l-wp		k.zm. ogółem						k.zm. ogółem		k.zm. jed.	
	współ.	0,9	0,9	0,7	0	0,5	0	0,1		zł						zł		zł/m	
	k.stałe		ww	we	wa	wr	wu	wp		k.stat. ogółem						k.stat. ogółem		k.st. jed.	
	współ.	0,1	0,1	0,3	1,0	0,5	1,0	0,9		zł						zł		zł/d	
		zł	572 896	243 050	407 366	480 353	0	295 444		2 679 515						2 679 515		8 728	

$$k_{\text{ściana nr 2}} = f(p) = 9317 \cdot p + 8728 \text{ [zł/d]}$$

TABELA 3

Koszty rodzajowe w aspekcie podziału na stałe i zmienne względem postępu ściany – ściana nr 3

TABLE 3

Fixed and variable costs for longwall no. 3

Miesiąc	Liczba dni roboczych		Wynagrodzenia		Materiały		Energia		Amortyzacja		Remonty		Usługi najmu		Pozostałe koszty		Ogółem		Postęp	
	dni	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	zł	m	m
II	20	698 002	500 069	22 917	145 364										3 109	1 369 461		42,0		
III	21	794 217	443 285	19 080	145 364										28 283	1 430 229		52,5		
IV	22	736 647	434 747	19 293	145 364										23 456	1 359 507		55,3		
V	20	728 538	406 324	21 667	145 364										25 768	1 327 661		47,6		
VI	21	721 965	428 690	34 827	145 364										27 779	1 358 625		66,5		
VII	23	818 064	589 587	22 744	145 364										5 178	1 580 937		67,2		
VIII	21	796 489	520 455	24 748	145 364										25 395	1 512 451		81,4		
IX	22	705 801	488 314	20 173	145 364										26 983	1 386 635		87,5		
Razem:	170	5 999 723	3 811 471	185 449	1 162 912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165 951	11 325 506		500,0		
Podział kosztów na koszty zmienne i stałe	k.zmien.		l-ww	l-we	l-wa	l-wr	l-wu	l-wp								k.zm. ogółem		k.zm. jed.		
	współ.	0,9	0,9	0,7	0	0,5	0	0,1								zł		zł/m		
	zł	5 399 751	3 430 324	129 814	0	0	0	16 595								8 976 484		17 953		
	k.stale	ww	wm	we	wa	wr	wu	wp								k.stal. ogółem		k.st. jed.		
współ.	0,1	0,1	0,3	1,0	0,5	1,0	0,9									zł		zł/d		
zł	599 972	381 147	55 635	1 162 912	0	0	0	149 356							2 349 022		13 818			

$$K_{\text{ściana nr 3}} = f(p) = 17\,953 \cdot p + 13\,818 \text{ [zł/d]}$$

- $Kw_j$  – koszt wynagrodzeń w j-tym miesiącu [zł/mies.],  
 $Km_j$  – koszt materiałów w j-tym miesiącu [zł/mies.],  
 $Ke_j$  – koszt energii w j-tym miesiącu [zł/mies.],  
 $Ka_j$  – koszt amortyzacji w j-tym miesiącu [zł/mies.],  
 $Kr_j$  – koszt remontów w j-tym miesiącu [zł/mies.],  
 $Ku_j$  – koszt usług najmu w j-tym miesiącu [zł/mies.],  
 $Kp_j$  – koszty pozostałe w j-tym miesiącu [zł/mies.].

Uwzględniając powyższe oznaczenia można napisać następujący wzór na koszt miesięczny ogółem z uwzględnieniem jego rodzajowych składników:

$$K_j = Kw_j + Km_j + Ke_j + Ka_j + Kr_j + Ku_j + Kp_j$$

W ogólnym ujęciu przyjęto następujące oznaczenia współczynników udziału kosztów stałych w poszczególnych rodzajach kosztów (udział kosztów zmiennych w koszcie ogółem stanowi uzupełnienie tego udziału do jedności):

- $w_w$  – udział kosztu stałego w koszcie wynagrodzeń,  
 $w_m$  – udział kosztu stałego w koszcie materiałów,  
 $w_e$  – udział kosztu stałego w koszcie energii,  
 $w_a$  – udział kosztu stałego w koszcie amortyzacji,  
 $w_r$  – udział kosztu stałego w koszcie remontów,  
 $w_u$  – udział kosztu stałego w koszcie usług najmu,  
 $w_p$  – udział kosztu stałego w pozostałych kosztach.

Uwzględniając powyższe współczynniki można podzielić koszt ogółem w j-tym miesiącu ( $K_j$ ) na części odpowiadające kosztom stałym i zmiennym.

Oznaczając:

$KS_j$  – część kosztu ogółem w j-tym miesiącu zaliczana jako koszty stałe [zł/mies.],

$KZ_j$  – część kosztu ogółem w j-tym miesiącu zaliczana jako koszty zmienne [zł/mies.],

można napisać następujące wzory:

$$KS_j = Kw_j \cdot w_w + Km_j \cdot w_m + Ke_j \cdot w_e + Ka_j \cdot w_a + Kr_j \cdot w_r + Ku_j \cdot w_u + Kp_j \cdot w_p$$

$$KZ_j = Kw_j \cdot (1 - w_w) + Km_j \cdot (1 - w_m) + Ke_j \cdot (1 - w_e) + Ka_j \cdot (1 - w_a) + Kr_j \cdot (1 - w_r) + Ku_j \cdot (1 - w_u) + Kp_j \cdot (1 - w_p)$$

Oznaczając:

$n_j$  – liczba dni roboczych w j-tym miesiącu [d/mies.],

można określić koszty stałe przypisane poszczególnym dniom roboczym ( $ks_{ij}$ ) według następującej formuły:

$$ks_{ij} = \frac{KS_j}{n_j}$$

Koszty zmienne przypisane poszczególnym dniom z postępowaniem ( $kz_{ij}$ ) można określić według następującego wzoru, w którym uwzględniono proporcjonalność wydobycia do postępu:

$$kz_{ij} = \frac{p_{ij}}{\sum_{i=1}^{n_j} p_{ij}} \cdot KZ_j$$

Koszt ogółem przypisany poszczególnym dniom roboczym ( $k_{ij}$ ) stanowi sumę kosztu stałego i kosztu zmiennego ogółem i może być określony ze wzoru:

$$k_{ij} = ks_{ij} + kz_{ij}$$

Przyjmując opisane powyżej zasady wykonano obliczenia kosztu ogółem przypisanego poszczególnym dniom roboczym w okresie obejmującym prowadzenie robót eksploatacyjnych dla wymienionych powyżej ścian nr 1, 2 i 3. Na podstawie zebranych informacji wśród ekspertów zajmujących się praktycznie problematyką kosztów przyjęto do praktycznych obliczeń następujące wartości współczynników udziału kosztów stałych w poszczególnych rodzajach kosztów:

$$w_w = 0,1; \quad w_m = 0,1; \quad w_e = 0,3; \quad w_a = 1,0; \quad w_r = 0,5; \quad w_u = 1,0; \quad w_p = 0,9$$

Wyniki obliczeń kosztów ogółem przypisanych według opisanych powyżej zasad poszczególnym dniom roboczym dla wymienionych powyżej ścian nr 1, 2 i 3 w okresie obejmującym ich eksploatację zestawiono w tabelach 4, 5 i 6.

Dla analizowanych ścian otrzymano trzy zbiorowości danych, które poddano statystycznej obróbce z zastosowaniem pakietu STATISTICA. W rezultacie uzyskano wyniki, które zilustrowano graficznie na rysunkach 1, 2 i 3.

Z uzyskanych w wyniku przeprowadzonych obliczeń wartości średniej i odchylenia standardowego kosztów ogółem wynika, że najniższą średnią uzyskano dla ściany nr 2 (37 416 zł/d), a następnie dla ściany nr 1 (47 842 zł/d) i ściany nr 3 (66 620 zł/d), natomiast odchylenie standardowe szereguje ściany w następującej kolejności: ściana nr 2 (9817 zł/d), ściana nr 3 (19 252 zł/d) oraz ściana nr 1 (20 072 zł/d). Otrzymane parametry rozkładu prawdopodobieństwa mogą posłużyć symulacji kosztów w projektowanych polach ściano-wych w których zamierza się wykorzystać identyczne lub podobne pod względem możliwości produkcyjnych wyposażenie techniczne zainstalowane w porównywalnych warunkach geologiczno-górnictwowych. Podobne analizy statystyczne wykonano dla wielu przodków



TABELA 4

Koszty ogółem przypisane dniom roboczym [zł/d] – ściana nr 1

TABLE 4

Total costs ascripted to working days [zł/day] for longwall no. 1

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		73 558						14 712
2		57 866		57 866	25 500			11 769
3		73 558		54 923	40 212	56 885	61 789	9 808
4		80 423	37 269			64 731	50 019	9 808
5			32 366	49 039		68 654	52 962	
6			34 327	43 154	47 077	66 693	51 000	
7		65 712	36 289		47 077	65 712	49 039	7 846
8		72 577	40 212		42 173			11 769
9		67 673		52 962	40 212			8 827
10		77 481		36 289	48 058	63 750	50 019	4 904
11		80 423		61 789		59 827	44 135	6 865
12			50 019	40 212		59 827	45 116	
13			15 692	37 269	41 192	54 923	50 019	
14		57 866	23 539		39 231	59 827	37 269	9 808
15		71 596	12 750		43 154			8 827
16	57 866	72 577		56 885	52 962			9 808
17	73 558	80 423		49 039	45 116	60 808	38 250	8 827
18	68 654	78 462	33 346	55 904		76 500	31 385	5 885
19	68 654		13 731	51 000		55 904	33 346	
20	80 423		16 673	45 116	58 846	70 616	36 289	
21		77 481	27 462		56 885	52 962	51 000	
22		65 712	16 673		56 885			
23	76 500	35 308		51 981	58 846			
24	73 558	78 462		55 904	53 943	50 019	36 289	
25	58 846	66 693	11 769			41 192	43 154	
26	76 500		6 865			38 250	48 058	
27	72 577		25 500	50 019	49 039	43 154	34 327	
28	41 192	68 654	49 039		51 981	51 981	36 289	
29		59 827	46 096		50 019			
30	70 616	63 750		66 693	56 885			
31		62 769		64 731	58 846		22 558	

TABELA 5

Koszty ogółem przypisane dniom roboczym [zł/d] – ściana nr 2

TABLE 5

Total costs ascribed to working days [zł/day] for 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			39 492	42 530		42 530		
2			49 213	24 303	7 291	43 745		43 137
3		26 126	50 428		32 809	38 885		42 530
4		35 847	55 289		28 556	28 556	32 809	
5		40 100	49 213	20 657	36 454		29 771	27 948
6		43 137		29 771	35 239		32 809	50 428
7		30 986		36 454		18 835	47 998	
8			44 353	32 809		32 809	44 353	
9			43 137	45 568	34 632	42 530		38 885
10	4 861	34 024	41 315		39 492	42 530		30 379
11		35 847	42 530		45 568	38 885		34 024
12		18 835	48 606	26 733	24 303		37 062	37 062
13	16 404	38 885		42 530	38 885		42 530	38 885
14	13 974	32 809		35 847		27 948	48 606	41 315
15	15 189		28 556			43 745	48 606	
16	23 695		44 960	20 050	20 050	47 998		46 783
17	26 126	39 492	55 289		35 847	31 594		27 948
18		43 137	50 428		36 454	43 137	51 643	37 669
19		47 390	40 100	15 189	43 137		45 568	40 100
20	21 873	51 036		31 594	34 024		47 390	42 530
21	34 632	26 126		35 847		27 948	46 783	20 050
22	31 594		28 556	36 454		47 390	52 251	
23	32 809		30 379	36 454	23 695	30 379		40 100
24	44 960	25 518	48 606		40 100	51 036		
25		52 251	38 277		38 885	28 556	28 556	
26		55 896	43 137	26 733	45 568		31 594	
27	32 809	45 568		32 809	43 745		45 568	34 024
28	38 885	22 480		44 960		29 771	52 251	
29	38 885		27 948	41 315		44 960	51 643	
30			40 707	36 454	20 657	38 277		30 379
31	43 137		46 783			48 606		

Tabela 5 cd.

Table 5 cd.

miesiąc→ ↓dzień	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>
1			24 303	45 568			48 606
2	32 809			27 948	35 239	46 783	50 428
3	1 823	27 341	35 239	32 201		53 466	46 783
4		27 948	9 721	40 100		48 606	58 934
5		29 771	38 885	27 948	36 454	43 137	
6	27 341	42 530	30 379		12 151	34 024	
7	38 277	34 024	47 390	27 948	28 556		44 353
8	20 657		31 594	30 986	50 428		38 885
9	38 885			49 213	45 568	38 885	38 277
10	25 518	36 454	47 998	38 885		38 885	37 062
11		39 492	40 707	38 885		45 568	18 227
12		26 126	27 341		47 998	49 213	
13	32 809	35 239	41 315		43 745	34 024	
14	36 454	40 707	37 062	45 568	44 960		58 934
15	40 100		41 315	44 353	32 809		60 757
16	32 809			38 885	28 556	47 998	18 835
17	38 277	30 986	38 277	52 251		31 594	44 960
18		34 024	47 998	34 632		47 998	38 277
19		26 126	31 594		51 036		
20	35 239	18 835	44 960		44 353		
21	30 986	34 632	29 771		45 568	13 974	
22	42 530	40 100	24 303	47 390	44 353		
23	40 707			48 606	47 998	47 998	
24	30 379	40 707	48 606	21 873		42 530	
25		28 556	44 353	46 783		46 783	
26		35 847	28 556		45 568	38 885	
27	38 885	32 201	42 530		45 568	41 315	
28	34 632	35 847	32 809	47 998	42 530		
29	44 353		26 733	41 315	44 353		
30	32 809			44 960	32 809	47 390	
31	43 137		43 137				

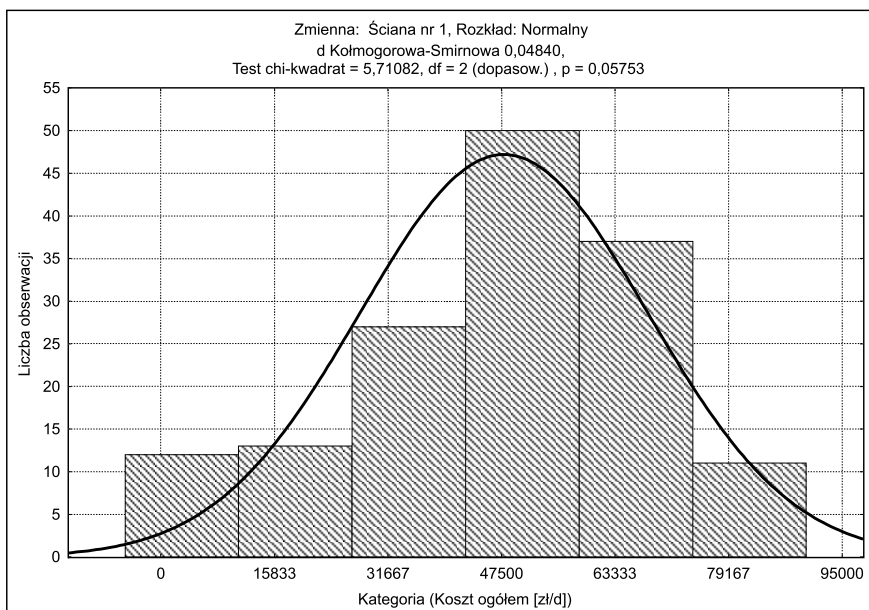
TABELA 6

Koszty ogółem przypisane dniom roboczym [zł/d] – ściana nr 3

TABLE 6

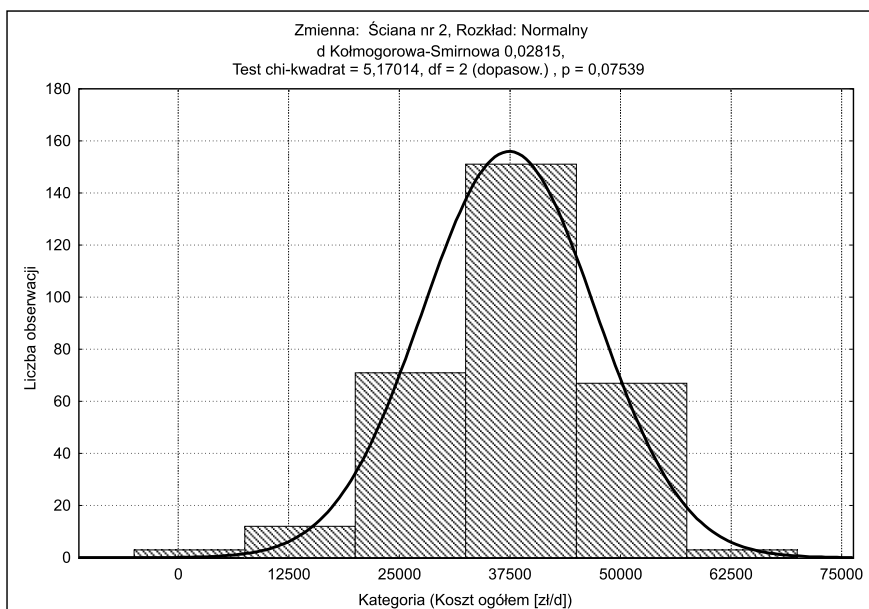
Total costs ascripted to working days [zł/day] for longwall no. 3

miesiąc→ ↓dzień	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VI</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>
1			47 567			95 134	67 953	95 134
2			63 423		47 567	79 279		79 279
3	31 711	47 567	47 567		63 423	95 134		95 134
4	47 567	63 423	63 423		47 567	95 134	95 134	79 279
5	63 423	47 567		47 567	63 423		79 279	95 134
6	47 567	63 423		63 423	47 567		95 134	
7	63 423	63 423	63 423	47 567		47 567	79 279	
8			63 423	63 423		63 423	95 134	95 134
9			79 279	47 567	47 567	47 567		79 279
10	63 423	47 567	63 423		63 423	63 423		95 134
11	47 567	63 423	47 567		47 567	47 567	95 134	79 279
12	63 423	47 567		47 567	63 423		79 279	95 134
13	47 567	63 423		63 423	47 567		95 134	
14	63 423	63 423	63 423	47 567		47 567	79 279	
15			47 567	63 423		63 423	95 134	95 134
16			63 423	47 567	95 134	47 567		79 279
17	31 711	47 567	47 567		79 279	63 423		95 134
18	47 567	63 423	63 423		95 134	47 567	95 134	79 279
19	31 711	47 567		47 567	79 279		79 279	95 134
20	47 567	63 423		63 423	95 134		95 134	
21	31 711	63 423	47 567	47 567		47 567	79 279	
22			63 423	63 423		63 423	95 134	95 134
23			47 567	47 567	95 134	47 567		79 279
24	47 567	63 423	63 423	0	79 279	63 423		95 134
25	31 711	47 567	47 567	0	95 134	47 567	95 134	79 279
26	47 567	63 423		47 567	79 279		79 279	95 134
27	63 423	47 567		63 423	95 134		95 134	
28	31 711	63 423	47 567	47 567		95 134	79 279	
29			63 423	63 423		79 279	95 134	110 990
30			47 567	47 567	79 279	95 134		95 134
31		47 567				79 279		



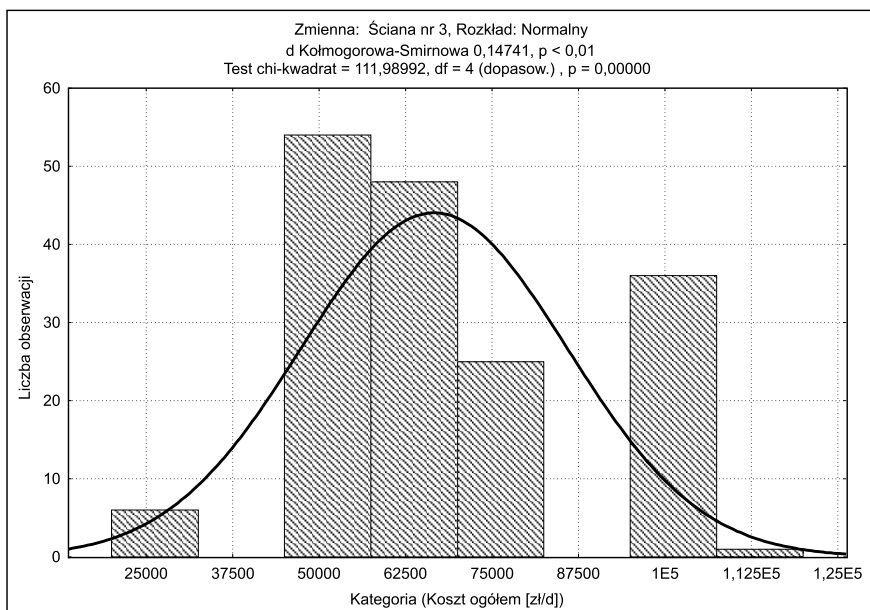
Rys. 1. Wyniki testowania rozkładu statystycznego kosztów ogółem – ściana nr 1

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



Rys. 2. Wyniki testowania rozkładu statystycznego kosztów ogółem – ściana nr 2

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



Rys. 3. Wyniki testowania rozkładu statystycznego kosztów ogółem – ściana nr 3

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

TABELA 7

Statystyki opisowe badanych rozkładów prawdopodobieństwa kosztów dobowych ogółem w ścianach

TABLE 7

Descriptive statistics of investigated distribution of longwalls total costs

Nazwa wyrobiska	Liczba losowań	Średnia	Przedział ufności		Suma	Min.	Max.	Rozstęp
			-95%	95%				
Ściana nr 1	150	47 842	44 603	51 080	7 176 315	4 903	80 423	75 519
Ściana nr 2	307	37 416	36 313	38 518	11 486 726	1 822	60 757	58 934
Ściana nr 3	170	66 620	63 705	69 535	11 325 506	31 711	110 990	79 278

Nazwa wyrobiska	Wariancje	Odch. stand.	Błąd stand.	Skośność	Błąd std. Skośność	Kurtoza	Błąd std. Kurtoza
Ściana nr 1	402 892 443	20 072	1 638	-0,508	0,198	-0,484	0,394
Ściana nr 2	96 382 960	9 817	560	-0,612	0,139	0,530	0,277
Ściana nr 3	370 659 287	19 252	1 476	0,287	0,186	-1,075	0,370

ścianowych, a uzyskane parametry wzbogaciły bazę danych ekonomiczno-finansowych, utworzoną dla badanej zbiorowości przodków. W miarę uzyskiwania nowych danych baza ta może być rozszerzana i uzupełniana.

W tabeli 7 podano statystyki opisowe badanych rozkładów prawdopodobieństwa kosztów ogółem odnoszonych do dni roboczych jako jednostek czasu.

### Podsumowanie

W artykule pokazano tok postępowania zaproponowany w celu tworzenia baz danych ekonomiczno-finansowych dla przodków ścianowych. Bazy te mogą być wykorzystane w procesie podejmowania decyzji przy planowaniu i projektowaniu przyszłej produkcji w kopalniach węgla kamiennego. Obejmują one parametry rozkładu prawdopodobieństwa kosztów związanych terytorialnie z przodkami ścianowymi. Ze względu na obszerność podjętej problematyki w artykule ograniczono się do pokazania toku postępowania na przykładzie kosztów ogółem. W łatwy sposób można je rozszerzyć na poszczególne koszty rodzajowe tworzące łącznie koszty ogólne. W przypadku projektowania przyszłej eksploatacji w porównywalnych warunkach geologiczno-górnictwa, z wykorzystaniem identycznego lub podobnego pod względem możliwości produkcyjnych wyposażenia technicznego oraz przy zastosowaniu identycznej organizacji produkcji można zgromadzone w bazie informacje i dane wykorzystać do symulacji stochastycznej postępów robót i szacowania związanych z nimi kosztów.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2006-2009 jako projekt badawczy nr 4 T12A 064 30

### LITERATURA

- Głodzik S., 2001 – Metoda modelowania natężenia robót udostępniających i przygotowawczych dla pól eksploatacyjnych w aspekcie narastającej koncentracji wydobywania w kopalniach węgla kamiennego. Praca doktorska, AGH, Kraków.
- Magda R., 2004 – Zastosowanie modelowania matematycznego i techniki komputerowej w projektowaniu robót górniczych w kopalni węgla kamiennego. *Gosp. Sur. Min.* t. 20, z. 3.
- Magda R., 2006 – Koncepcja zintegrowanego systemu wspomagania zarządzania produkcją w kopalni węgla kamiennego. Lubelskie Centrum Marketingu Sp. z o.o., Lublin.
- Magda R., Głodzik S., Woźny T., 2007: Zasady tworzenia baz danych geologiczno-górnictwa dla przodków ścianowych kopalń węgla kamiennego. *Gosp. Sur. Min.* t. 23, z. 1.
- 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 z konferencji „Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2001”, Kraków.
- STATISTICA PL dla Windows t. 1–4, 1997 – StatSoft, Kraków.

**PRINCIPLES OF DATA BASES CREATION FOR STOCHASTIC SIMULATION OF PRODUCTION COSTS  
IN LONGWALL PANELS**

**Key words**

Hard coal mining, economic and financial data bases, longwalls

**Abstract**

In the paper there is described a procedure of creation of economic and financial data bases for longwalls. Special attention is paid on parameters of probability distributions of costs connected with the production process in longwall panels. Probability distributions of the costs can be used for stochastic simulation referred to planning prospective longwalls in similar geological and mining conditions aimed at evaluation of costs and estimation of risk.