

Henryk PRZYBYŁA, Andrzej CHMIELA,
Pedro RIESGO FERNANDEZ

ZASTOSOWANIE OCENY WIELOKRYTERIALNEJ DO WYBORU KOMPLEKSÓW ŚCIANOWYCH

Część 2

Streszczenie. Dobór wyposażenia technicznego do nowej ściany należy do typowych problemów decyzyjnych związanych z odnową frontu eksploatacyjnego kopalni, a zarazem jest to operacja trudna i odpowiedzialna. W artykule zaproponowano do analizy efektywności kompleksów ścianowych ocenę wielokryterialną i porównano jej wyniki z wynikami analizy w oparciu o jedno kryterium. Analiza wielokryterialna pozwala na szybkie wyznaczenie jednego optymalnego układu technicznego dla konkretnych warunków górniczo-geologicznych i sytuacji finansowej kopalni.

APPLICATION OF MULTI-CRITERIA ASSESSMENT IN THE SE- LECTION OF LONG WALL COMPLEXES

Part 2

Summary. The selection of technical equipment with respect to a new wall involves routine decision taking problems connected with the renovation of the mining front of the mine, and at the same time it is a very difficult and responsible operation. The paper presents a multi-criteria assessment involving the effectiveness analysis of wall complexes followed by comparison of the obtained results with the analysis results based on single criterion. The multi-criteria analysis allows to determine quickly one optimum technical system for definite mining and geological conditions and financial situation of the mine.

1. Wstęp

Do ważnych zadań Działu Przygotowania Produkcji każdej kopalni należy prawidłowa odnowa frontu eksploatacyjnego. Ocena przydatności różnych układów technicznych, a następnie dobór dla konkretnych warunków górniczo-geologicznych rozwiązania optymalnego jest zadaniem złożonym. W dobie gospodarki rynkowej nie tylko wyniki produkcyjne, tj. wielkość wydobycia, postęp czy wydajność, ale także kryteria ekonomiczne, decydują o tym, które rozwiązanie w warunkach danej kopalni będzie efektywne [1,2,3,4]. Wybór konkretnego wariantu w oparciu o tylko jedno kryterium może promować wariant nie zawsze optymalny [5,9]. W poniższym artykule przedstawiono przykład zastosowania oceny wielokryterialnej, która to pozwala na szybkie wyznaczenie dla konkretnych warunków górniczo-geologicznych i sytuacji finansowej kopalni jednego optymalnego kompleksu ścianowego. W artykule porównano wyniki oceny jednokryterialnej na podstawie kryteriów wyznaczonych w sondażu opinii ekspertów z oceną wielokryterialną.

2. Przykładowa ocena kompleksów ścianowych

2.1. Założenia oceny

W przeprowadzonej ocenie zaproponowano przeanalizowanie typowej hipotetycznej sytuacji doboru wyposażenia technicznego do nowej ściany. W analizie przyjęto, że do wyrobiska ścianowego należy zakupić tylko nowe maszyny, a kopalnia nie jest ograniczona finansowo w tym zakresie.

Problem decyzyjny polega na doborze wyposażenia technicznego, zapewniającego uzyskiwanie możliwie wysokiego wydobycia przy możliwie niskich nakładach inwestycyjnych. Ściana charakteryzuje się następującymi parametrami: wysokość 2 m, długość 200 m, wybieg 2000 m, nachylenie ok. 6°, klasa stropu I, wybieranie - system ścianowy podłużny z zawalem stropu.

Dla powyższych parametrów wybrano 30 kompleksów ścianowych (tabela 1) zastosowanych w polskim górnictwie węgla kamiennego w latach 1995 i 1996 (dane CIOG).

Tabela 1

Kompleksy ścianowe przyjęte do analizy

Wariant	Obudowa	Kombajn	Przenośnik
1	FAZOS-12/28-Oz	KGS - 305/2B	Rybnik 225/750
2	FAZOS-17/37-Oz	KGS - 305/2B	Valbot
3	GLINIK-14/30-Oz	KGS - 320/B	Śląsk 67B
4	FAZOS-15/31-Oz	KGS - 320/B	Supersamson
5	FAZOS-15/31-Oz	EICSL - 300	DMKFFHBR
6	TAGOR-17/37-LV	KGS - 440 /2B	Rybnik 225/750
7	TAGOR-17/37-LV	KWB-3RNU/B	Rybnik 225/750
8	FAZOS-15/31-Oz	KGS - 440 BP	Rybnik 225/750
9	FAZOS-15/31-Oz	KGS - 500 BPH	Rybnik 255/843
10	FAZOS-15/31-Oz	KGS - 520 BP	Rybnik 225/750
11	FAZOS-15/31-Oz	AM 500 And.	MECO
12	GLINIK-16/32-Oz	JOY 4 - LF 8	MECO
13	FAZOS-12/28-Oz	KWB-3RDUN	Śląsk 67A
14	TAGOR-13/25-POz	KSW - 500 BP	PF - 4 - 932
15	FAZOS-15/31-Oz	KGS - 320 BP	PSZ - 750/BP
16	FAZOS-12/28-Oz	KGS - 245 BP	PSZ - 750/BP
17	FAZOS-12/28-Oz	KGS - 445 /2B	Rybnik 225/750
18	FAZOS-17/37-Oz	KGS - 500 /2B	Rybnik 225/750
19	FAZOS-15/31-Oz	KGS - 475 /2B	Valbot
20	FAZOS-15/31-Oz	KGS - 320 /2B	PF - 760 - WES
21	THYSSEN-08/26-BZ	KWB-3RNU /2B	Rybnik 225/750
22	FAZOS-15/31-Oz	EDW - 150	Rybnik 225/750
23	FAZOS-15/31-Oz	KGS - 500 BPH	Glinik
24	FAZOS-12/28-Oz	KGS - 520 BP	GÜL. - DOBS
25	FAZOS-12/28-Oz	KGS - 324 /2B	GÜL. - DOBS
26	FAZOS-15/31-Oz	EICSL 300	PF - 4 - 932
27	GLINIK-08/22-Oz	KGS - 245/BP	DMKFFHBR
28	GLINIK-08/22-Oz	KGS - 309/2B	Rybnik 225/750
29	FAZOS-09/22-Oz	KGS - 245/B	Rybnik 225/750
30	FAZOS-17/31-Oz-"Cz"	JOY 4 - LF 8	MECO

W pierwszym etapie przeprowadzono ocenę jednokryterialną kompleksów ścianowych w oparciu o graniczny czas zwrotu nakładów. Następnie również za pomocą oceny jednokryterialnej dokonano ich oceny w oparciu o takie kryteria, jak: wydobycie dobowe, żywotność, wydajność oddziałowa, wartość wyposażenia technicznego, bezpieczeństwo, komfort pracy i elastyczność względem warunków górniczo-geologicznych.

Wartości wydobywania dobowego i wydajności oddziałowej przyjęto jako maksymalne wielkości średniomiesięczne wg danych COIG. Elastyczność względem warunków górniczo-geologicznych przyjęto jako elastyczność obudowy względem wysokości urabiania. Jako wartości parametrów nakłady na wyposażenie techniczne oraz żywotność przyjęto wartości orientacyjne, gdyż ceny te są ustalane każdorazowo przy pozyskaniu wyposażenia technicznego. W przypadku optymalizowania tą metodą konkretnego wyrobiska ścianowego wartości tych parametrów należy przyjąć z oferty producentów. Wielkość wskaźników bezpieczeństwa pracy i odczucie komfortu pracy wyznaczono na podstawie sondażu opinii ekspertów.

Na koniec dokonano analizy wielokryterialnej w oparciu o ww. oceny cząstkowe. Zbiór ocen cząstkowych i ich wagi ustalono na podstawie sondażu opinii ekspertów. Uzyskane wyniki zawarto w tabeli "Macierz Decyzyjna", którą to projektant przedstawia decydentowi do dokonania ostatecznego wyboru.

2.2. Wybór wariantu wyposażenia w oparciu o graniczny czas zwrotu różnicy nakładów

Do wyboru układu techniczno-organizacyjnego zwykle stosuje się formułę granicznego czasu zwrotu różnicy nakładów w postaci [6,8]:

$$T_{gr} = \frac{N_i - N_{i-1}}{Q_{di}(C_i - K_{ji}) - Q_{di-1}(C_{i-1} - K_{ji-1})}$$

przy $N_i > N_{i-1}$, gdzie:

- T_{gr} - graniczny czas zwrotu różnicy nakładów ,
- N - nakłady związane z układem technicznym (zł),
- $i, i-1$ - numery kolejnych wariantów kompleksów ścianowych,
- C_j - cena jednostkowa węgla (zł/t),
- K_j - koszt jednostkowy wydobywania (zł/t),
- Q_{di} - wydobywanie węgla w i-tym wariantcie (t/d).

Tabela 2

Ocena kompleksów metodą granicznego czasu zwrotu różnicy nakładów

Wariant	Nakłady [zł]	Wydob. dob. [v/d]	Koszt jednostk. [zł/t]	T _{ekspł} [dni]	T _{gr} [dni]	Do obliczeń	Odpada
12	24436000	4047	42.76	244			
30	24170000	3299	51.40	299	3.4	12	30
24	20444000	5419	29.02	182	-15.2	24	12
11	20110000	5579	27.96	177	-17.7	11	24
5	19410000	1831	78.37	540	1.8	11	5
14	19237000	5468	27.68	181	115.1	11	14
25	18744000	5680	26.31	174	-77.2	25	11
26	18510000	5119	28.71	193	3.9	25	26
6	15835000	2751	46.90	359	6.1	25	6
19	15210000	1996	62.45	495	9.3	25	19
2	15190000	1126	109.13	877	7.5	25	2
20	15160000	1572	78.63	628	8.4	25	20
27	15145000	2763	45.53	358	12.1	25	27
23	15110000	4422	29.13	223	30.9	25	23
7	14935000	3677	34.42	269	19.3	25	7
22	14910000	3662	34.52	270	19.3	25	22
18	14840000	2987	41.78	331	14.4	25	18
10	13810000	5259	23.57	188	236.6	10	25
3	13721000	2245	52.67	440	0.3	10	3
9	13710000	4876	25.18	203	2.4	10	9
17	12744000	3774	30.80	262	6.8	10	17
8	12510000	2925	38.89	338	5.3	10	8
15	12460000	1658	67.24	596	3.5	10	15
16	11944000	1750	62.45	565	5.0	10	16
1	11694000	1384	77.74	714	5.2	10	1
28	11345000	1536	69.17	643	6.3	10	28
4	11260000	2517	42.63	393	8.9	10	4
13	10844000	1340	77.38	737	7.2	10	13
21	10679000	2356	44.30	419	10.4	10	21
29	10480000	1886	54.51	524	9.5	10	29

Jeżeli $T_{\text{ekspł}} > T_{\text{gr}} > 0$, to i -ty wariant jest korzystniejszy.

$$T_{\text{ekspl}} = \frac{L}{p_i}$$

gdzie:

- T_{ekspl} - czas eksploatacji ściany,
 L - wybieg ściany (m),
 p_i - postęp ściany przy i -tym wariancie (m/d).

W takim przypadku dodatkowe nakłady zostaną zwrócone przez uzyskanie dodatkowego zysku z wydobytego dodatkowo węgla i do wdrożenia lub do dalszych obliczeń przyjmujemy i -ty wariant. Jeżeli $T_{\text{gr}} < 0$, oznacza to, że dodatkowe nakłady zamiast zysku przynoszą straty. Wtedy do dalszych obliczeń przyjmuje się wariant $i-1$.

Do obliczeń konieczny jest zbiór informacji pierwotnych dla rozpatrywanych kompleksów ścianowych. W tabeli 2. przedstawiono wartości parametrów niezbędnych do oceny metodą granicznego czasu zwrotu różnicy nakładów [7]. Warianty kompleksów ścianowych ustawiono w kolejności malejących nakładów inwestycyjnych.

Ocena jednokryterialna układów techniczno-organizacyjnych tą metodą jako najlepszy wyłoniła kompleks ścianowy nr 10 złożony z obudowy FAZOS-15/31-Oz, kombajnu KGS - 520 BP i przenośnika Rybnik 225/750/PII (tabela 2).

2.3. Ocena jednokryterialna w oparciu o poszczególne oceny cząstkowe oraz ocena wielokryterialna

Na podstawie sondażu opinii ekspertów ustalono, że do oceny nowego układu techniczno-organizacyjnego należy ująć niżej wymienione parametry wraz z ich wagą również ustaloną na podstawie sondażu opinii ekspertów:

- wydobywanie dobowe - 0.11956,
- nakłady na wyposażenie techniczne - 0.11977,
- wydajność oddziałowa - 0.11711,
- elastyczność względem warunków górniczo-geologicznych - 0.06933,
- bezpieczeństwo pracy - 0.26056,
- odczucie komfortu pracy - 0.18411,
- żywotność - 0.12956.

Wartości pierwotne poszczególnych wskaźników dla konkretnych wariantów wyposażenia technicznego zawarto w tabeli 3. i zaznaczono najlepsze warianty wyposażenia technicznego w oparciu o poszczególne oceny cząstkowe.

Do przeprowadzenia obliczeń numerycznych konieczne jest wyznaczenie ocen w jednostkach unormowanych. Należy w tym celu wybrać jedną z metod zwaną normowaniem, czyli ujednoczeniem czy standaryzacją wartości ocen. Normowanie polega na przeliczeniu bezwzględnych wartości ocen na wartości bezwymiarowe. [5,7,9]

Normowanie ocen cząstkowych można przeprowadzić poprzez standaryzację, rangowanie, normalizację czy przekształcenie ilorazowe. W tym przykładzie zastosowano metodę normowania zwaną przekształceniem ilorazowym. Aby możliwe było normowanie tym sposobem, należy wyróżnić wśród ocen cząstkowych:

- stymulanty, tzn. takie oceny, dla których przyrost wartości bezwzględnej jest oceniany pozytywnie, np: wydajność, niezawodność czy okres gwarancji,
- destymulanty, tj. takie oceny, dla których przyrost wartości bezwzględnej oceniany jest negatywnie, np: nakłady czy pracochłonność,
- nominanty, tj. cechy, które w pewnych przedziałach są stymulantami, a w innych destymulantami, np. natężenie oświetlenia czy ilość przepływającego powietrza w ścianie.

Przekształcenie ilorazowe wykonuje się w oparciu o Macierz Informacji Pierwotnych (tabela 3) za pomocą wzorów:

$$u_{jm} = \frac{c_{j_{\min}}}{c_j} \quad \text{- dla destymulant i nominant w przedziale, gdzie są destymulantami,}$$

$$u_{jm} = \frac{c_j}{c_{j_{\max}}} \quad \text{- dla stymulant i nominant w przedziale, gdzie są stymulantami,}$$

gdzie:

c_j - wartość liczbowa j-tej oceny cząstkowej,

$c_{j_{\max}}$ - maksymalna wartość liczbowa j-tej oceny cząstkowej,

$c_{j_{\min}}$ - minimalna wartość liczbowa j-tej oceny cząstkowej.

W wyniku podziału zbioru ocen cząstkowych na stymulanty, destymulanty i nominanty oraz unormowaniu ich wartości liczbowych otrzymujemy tabelę Informacji Unormowanych (tabela 4), która umożliwia ocenę globalną i porównanie każdego rozwiązania z rozwiązaniem wzorcowym, wyznaczonym przez jeden abstrakcyjny punkt $P_0 \{u_{01}, u_{02}, \dots, u_{0j}\}$ [7,8].

$$u_{0j} = \begin{cases} \max u_{jm} & \text{dla } j \in S \\ \min u_{jm} & \text{dla } j \in D \end{cases}$$

gdzie:

S - zbiór stymulant,

D - zbiór destymulant,

u_{jm} - unormowana wartość j-tego kryterium dla m-tego rozwiązania.

Po wyznaczeniu punktu idealnego ocenia się odległość rozwiązania $P_0 \{u_{m1}, u_{m2}, \dots, u_{mj}\}$ od rozwiązania idealnego według wzoru:

$$C_m = \left[\sum_{j=1}^n w_j (u_{0j} - u_{jm})^2 \right]^{0.5}$$

gdzie: $j = 1, 2, 3, \dots, n$

$m = 1, 2, 3, \dots, w$

w_j - współczynnik względnej ważności j-tej oceny cząstkowej.

Przy ocenie wielokryterialnej porównuje się oraz porządkuje badane obiekty w oparciu o szereg kryteriów cząstkowych mierzących pewne, istotne dla celu badania właściwości. Należy więc zastosować takie narzędzie oceny, które przyporządkowuje im jedną miarę. Takim narzędziem oceny może być miernik rozwoju m_m wyrażony wzorem:

$$m_m = 1 - C_m / C_{\max}$$

który umieszcza wartości m_m w przedziale $\langle 0, 1 \rangle$. Za najkorzystniejsze rozwiązanie uznaje się to, dla którego miernik rozwoju m_m przyjmuje wartość największą [4,6].

W tabeli 4. przedstawiono unormowane wartości wskaźników przemnożone przez ich wagę i w ostatniej kolumnie sumaryczną ocenę wielokryterialną. Do analizy przyjęto, że do zbioru stymulant należą: wydobycie dobowe, wydajność oddziałowa, elastyczność względem warunków

górnictwo-geologicznych, bezpieczeństwo pracy, odczucie komfortu pracy i żywotność, a do zbioru destymulant nakłady na wyposażenie techniczne.

Tabela 3

Wartości pierwotne ocen cząstkowych dla poszczególnych kompleksów

Wariant	Wydobycie [t/d]	Wydajność [t/rdn]	Wartość [zł]	Elastyczność [m]	Żywotność [lata]	Bezpieczeństwo [j.b.]	Komfort [j.b.]
1	1383	16.136	11694000	1.4	3	67	56
2	1126	16.742	15190000	1.6	5	68	62
3	2245	29.347	13721000	1.4	3	62	52
4	2517	36.319	11260000	1.4	3	68	55
5	1831	20,344	19410000	1.4	5	71	66
6	2751	30,567	15835000	1.8	3	69	67
7	3677	40,856	14935000	1.8	3	64	63
8	2925	32,500	12510000	1.4	3	73	66
9	4876	70.962	13710000	1.4	3	74	68
10	5259	54.996	13810000	1.4	3	73	67
11	5799	68.181	20110000	1.4	5	75	74
12	4047	51.889	24436000	1.4	5	76	75
13	1340	26.774	10844000	1.4	3	51	42
14	5468	60,756	19237000	1.0	5	73	62
15	1658	20.579	12460000	1.4	3	68	62
16	1750	52.45	11944000	1.4	3	68	57
17	3774	37.461	12744000	1.4	3	68	60
18	2987	33.51	14840000	1.8	3	69	65
19	1996	22.233	15210000	1.4	5	70	67
20	1572	22.374	15160000	1.4	5	67	63
21	2356	28.88	10679000	1.6	3	66	61
22	3662	35.488	14910000	1.4	3	76	68
23	4422	32,233	15110000	1.4	3	74	68
24	5419	60,211	20444000	1.4	5	73	67
25	5680	63,215	18744000	1.4	5	73	66
26	5119	35,992	18510000	1.4	5	77	70
27	2736	25.339	15145000	1.2	5	72	63
28	1536	31.25	11345000	1.2	3	71	60
29	1866	20,956	10480000	1.1	3	67	57
30	3299	35.587	24170000	1.8	5	75	75

Tabela 4

Przeliczone wartości wskaźników oceny dla poszczególnych kompleksów

Wariant	Wydobycie	Wydajność	Wartość	Elastycz.	Żywotność	Bezpiecz.	Komfort	Ocena wielokr.
1	0,068	0,070	0,001	0,003	0,021	0,004	0,012	0,18013
2	0,077	0,068	0,012	0,001	0,001	0,004	0,006	0,16689
3	0,044	0,040	0,007	0,003	0,021	0,009	0,018	0,14267
4	0,037	0,028	0,001	0,003	0,021	0,003	0,014	0,10684
5	0,055	0,060	0,025	0,003	0,001	0,002	0,003	0,14795
6	0,032	0,038	0,014	0,003	0,021	0,003	0,003	0,10958
7	0,015	0,021	0,011	0,003	0,021	0,007	0,005	0,07903
8	0,028	0,034	0,003	0,001	0,021	0,001	0,003	0,09313
9	0,002	0,001	0,007	0,001	0,021	0,001	0,002	0,03553
10	0,001	0,006	0,007	0,003	0,021	0,001	0,002	0,04055
11	0,001	0,001	0,027	0,003	0,001	0,001	0,001	0,03125
12	0,010	0,008	0,039	0,003	0,001	0,001	0,001	0,06086
13	0,070	0,045	0,001	0,003	0,021	0,029	0,035	0,20419
14	0,001	0,002	0,025	0,003	0,001	0,001	0,006	0,04717
15	0,060	0,059	0,003	0,014	0,021	0,003	0,006	0,15548
16	0,057	0,008	0,002	0,003	0,021	0,003	0,011	0,10528
17	0,013	0,026	0,004	0,003	0,021	0,004	0,008	0,07931
18	0,027	0,033	0,010	0,003	0,021	0,003	0,004	0,09693
19	0,050	0,055	0,012	0,001	0,001	0,002	0,003	0,12494
20	0,063	0,055	0,011	0,003	0,001	0,005	0,005	0,14163
21	0,041	0,041	0,001	0,003	0,021	0,005	0,007	0,11579
22	0,015	0,029	0,010	0,001	0,021	0,001	0,002	0,08087
23	0,006	0,035	0,011	0,003	0,001	0,001	0,002	0,05756
24	0,001	0,003	0,028	0,003	0,001	0,001	0,002	0,03746
25	0,001	0,001	0,023	0,003	0,001	0,001	0,003	0,03162
26	0,001	0,028	0,023	0,003	0,001	0,001	0,001	0,05665
27	0,032	0,048	0,011	0,003	0,001	0,001	0,005	0,10489
28	0,064	0,037	0,001	0,008	0,001	0,002	0,007	0,13840
29	0,053	0,058	0,001	0,008	0,021	0,004	0,012	0,15862
30	0,021	0,029	0,038	0,010	0,021	0,001	0,001	0,0864
Waga	0.11956	0.11711	0.11977	0.06933	0.12956	0.26056	0.18411	

Najlepszy w ocenie wielokryterialnej okazał się kompleks ścianowy nr 11 w składzie: obudowa FAZOS-15/31-Oz, kombajn AM 500 Anderson i przenośnik MECO, pomimo że kompleks ten nie był najlepszy w żadnym z kryteriów cząstkowych z wyjątkiem "żywoćność", gdzie znalazł się w grupie wraz z 10 innymi kompleksami ścianowymi.

2.4. Wyniki

Tabela 5. jest macierzą decyzyjną, którą należy przedstawić decydującemu do podjęcia konkretnej decyzji dotyczącej pozyskania wyposażenia technicznego do projektowanej ściany. W pierwszych wierszach macierzy są umieszczone numery wariantów kompleksów ścianowych wyłonionych w ocenie jednokryterialnej, w przedostatnim wierszu są wyniki analizy ze względu na graniczny czas zwrotu różnicy nakładów, a w ostatnim optymalny wariant po uwzględnieniu łącznie wszystkich 7 ocen cząstkowych.

Tabela 5

Macierz decyzyjna

Kryterium oceny	Optymalne rozwiązanie	
	numer wariantu	wyniki
Wydobycie dobowe [t/dobę]	5	5680
Wydajność oddziałowa [t/rdn]	9	70,962
Nakłady na wyposażenie. techniczne [zł]	29	10480000
Elastyczność wzgl. war. gór.-geol. [m]	6,7,18,30	1,8
Żywotność [lata]	2,5,11,12,14,19,20,24,25,26,30	5
Bezpieczeństwo pracy [j.b.]	26	77
Odczucie komfortu pracy [j.b.]	12,30	75
Graniczny czas zwrotu różnicy nakładów [dni]	10	188
Ocena wielokryterialna	11	0,031253531

Powyższa analiza zawiera ocenę wielokryterialną dokonaną dla wartości średnich współczynników ważności. Procedura ta powinna być powtarzana przy każdorazowym doborze kompleksu ścianowego. Spowodowane jest to szybkimi zmianami w ofercie maszyn górniczych, zmianami ich cen oraz jest

zależna od bieżącej sytuacji na rynku węgla czy wieku kopalni. Jednokryterialna ocena układów techniczno-organizacyjnych może promować wariant nie zawsze optymalny dla konkretnych warunków górniczo-geologicznych, co przedstawiono w tabeli 5. Znacząco różne wyniki od przedstawionych może dać ocena wielokryterialna, gdy w macierzy informacji pierwotnych umieści się wartości nakładów na wyposażenie i żywotność z konkretnych ofert producentów maszyn, czy zmieni się założenia oceny. Na przykład ograniczenie wielkości wydobycia dobowego ze ściany do wielkości zależnej od wydajności ciągu technologicznego odstawy i transportu poziomego czy pionowego, tzn. zmiana charakteru oceny cząstkowej ze stymulanty na- nominantę, czy zmiana sytuacji finansowej kopalni i ograniczenie nakładów finansowych do pewnej wartości.

3. Wnioski

1. W chwili obecnej poprawy efektywności kopalni należy upatrywać nie w zwiększeniu globalnego wydobycia, gdyż jest ono ograniczone przez chłonność rynku, ale w uzyskiwaniu zadanego wydobycia minimalnym kosztem, w czym może pomóc zaprezentowana w pracy metodologia.
2. Ocena jednokryterialna kompleksu ścianowego może promować wariant nie zawsze optymalny, toteż dobór układu techniczno-organizacyjnego należy przeprowadzić w oparciu o analizę wielokryterialną.
3. Zaprezentowana metoda powinna pomóc w prawidłowej ocenie wariantów wyposażenia technicznego. Dzięki swej prostocie metoda ta jest na tyle elastyczna, że może być zastosowana praktycznie we wszystkich górniczych podmiotach gospodarczych wydobywających węgiel kamienny.
4. Badanie efektywności danego układu techniczno-organizacyjnego dla wyrobiska ścianowego za pomocą tej metody dostarczy ważnych wskazówek w zakresie optymalizacji górniczego procesu produkcyjnego, eliminacji jego słabych ogniw i prawidłowości odnowy frontu eksploatacyjnego kopalni.
5. Przedstawiona procedura oceny wielokryterialnej powinna być powtarzana przy każdorazowym doborze układu techniczno-organizacyjnego. Spowodowane jest to szybkimi zmianami w ofercie maszyn górniczych, zmianami ich cen oraz jest zależna od bieżącej sytuacji na rynku węgla czy wieku kopalni.

Literatura

1. Galas Z.: "Programowanie wielokryterialne." PWE, Warszawa 1987.
2. Korban Z., Kowalik S., Wagner W.: "Komputerowe wspomaganie procesu doboru wyposażenia technicznego dla wyrobisk eksploatacyjnych." ZNPS 218, Gliwice 1994.
3. Kowalik S.: "Dobór zmechanizowanych obudów w zależności od warunków górniczo-geologicznych oraz na podstawie parametrów technicznych." ZNPS 218, Gliwice 1994.
4. Kowalik S.: "Komputerowy program doboru zmechanizowanych obudów w zależności od warunków górniczo-geologicznych oraz na podstawie parametrów technicznych." ZNPS 218, Gliwice 1994.
5. Przybyła H.: "Metody heurystyczne w zarządzaniu." Wiadomości Górnicze 1/96. Katowice 1996.
6. Przybyła H.: "Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowania w badaniach wielocechowych rozwiązań techniczno-organizacyjnych." ZNPS, Gliwice 1987.
7. Przybyła H.: "Sformalizowane metody odnowy frontu eksploatacyjnego w kopalniach węgla kamiennego." ZNPS nr 153, Gliwice 1988.
8. Przybyła H., Chmiela A.: "Komputerowe wspomaganie projektowania układów techniczno-organizacyjnych." ZNPS nr 218, Gliwice 1994.
9. Wagner W.: "Badanie zależności pomiędzy wybranymi parametrami górniczo-geologicznymi a osiąganymi wynikami techniczno-ekonomicznymi na przykładzie reprezentowanej grupy przodków wybierkowych." ZNPS 189, Gliwice 1990.

Recenzent: Prof. zw. dr hab. inż. Wiktor Krawczyk

Wpłynęło do Redakcji 1.10.1997 r.

Abstract

The selection of technical equipment with respect to a new wall involves routine decision taking problems connected with the renovation of the mining front of the mine, and at the same time it is a very difficult and responsible operation. Since many machines of different technical

parameters and price levels are available on the market, many options have to be taken into consideration. The assessment of a given option based only on one criterion may promote a solution not necessarily the best. The paper presents a multi-criteria assessment involving the effectiveness analysis of wall complexes followed by comparison of the obtained results with the analysis results based on single criterion. The multi-criteria analysis allows to determine quickly one optimum technical system for definite mining and geological conditions and financial situation of the mine. Due to its simplicity, the method can be applied by all economic subjects involved in coal extraction.