

Jerzy CHOWANIEC, Jerzy KOZYRA
Henryk PRZYBYŁA

DOBÓR PRAWIDŁOWYCH KRYTERIÓW OCENY
KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO
PODSTAWĄ EFEKTYWNOŚCI DZIAŁANIA

Streszczenie. W artykule, posługując się metodą grupowej oceny ekspertów, wyznaczono zbiór wskaźników oceny pracy kopalni oraz nadano im wagi.

WSTĘP

Jednym z istotnych elementów procesu zarządzania jest planowanie działalności gospodarczej. Informacje płynące z kopalń węgla kamiennego, zawarte w określonych wskaźnikach techniczno-ekonomicznych, służą do opracowania wskaźników dyrektywnych będących podstawą projektów planu. Ponieważ w informacjach tych zawarte są potrzeby i możliwości produkcyjne kopalni, wymaga to, aby informacje we właściwy sposób obrazowały całość kształt działalności gospodarczej kopalni. Drugim komponentem procesu zarządzania jest kontrola wyników produkcyjnych i gospodarczych, które można w uproszczeniu sprowadzić do porównywania wskaźników planowych z wskaźnikami osiągniętymi. Porównanie to daje możliwość oceny pracy kopalni i w zależności od tej oceny pozwala różnicować fundusze zachęty materialnej i fundusze celowe. Stwarza również możliwość ukierunkowania badań nad przyczynami sprawczymi odchyłań i opracowanie strategii wzmacniania pozytywnych i eliminowanie negatywnych odchyłań.

Powiązanie systemu oceny z napływem funduszy zachęty materialnej (szerzej awansu w hierarchii zawodowej i płacowej) powoduje różnicowanie działań w samej kopalni. Kierownictwo i załoga kopalni będą koncentrować swoją uwagę na realizacji tych działań, które prowadzą do uzyskania pozytywnej oceny ze strony jednostki nadrzędnej. Inaczej mówiąc, uwaga będzie koncentrowana na obszarach zjawisk reprezentowanych przez wskaźniki, z którymi związany jest system oceny pracy kopalni. Sytuacja taka umożliwi jednostkom nadrzędnym poprzez kreowanie nowych wskaźników lub zmiany w systemie ocen (aczkolwiek w sposób pośredni tym nie mniej skuteczny) wpływać na system

i sposób gospodarowania w jednostkach im podporządkowanych. Zmiany te powinny wynikać z optymalizacji na szczeblu centralnym, czyli powinny być uzasadnione z ogólnospołecznego punktu widzenia i prowadzić do optymalizacji w skali makro.

Przy systemie wieloparametrycznym nie zawsze intencje jednostek nadrzędnych są prawidłowo odczytywane przez kierownictwo jednostek podległych, co niejednokrotnie prowadzi do kreowania nowych wskaźników, czyniąc cały system oceny jeszcze mniej czytelnym.

Innym problemem przy systemie wieloparametrycznym jest ustalenie kryterium optymalizacyjnego dla przyszłych działań. Rozwiązanie tego problemu można uzyskać poprzez rangowanie poszczególnych kryteriów cząstkowych, wynikających z wieloparametrycznego systemu oceny, czyli nadania im konkretnych znaczeń, jakie aktualnie przypisuje im się w systemie ocen. Posłużymy się tutaj prostym akademickim przykładem. Kopalnia może zwiększyć wydobycie o ΔQ , ale jednocześnie przewiduje się wzrost kosztów o Δk . Wzrost wydobycia oceniany jest pozytywnie - wzrost kosztów negatywnie. Powstaje pytanie, czy wzrost wydobycia w takiej sytuacji jest uzasadniony ze społecznego punktu widzenia lub przy jakim wzroście wydobycia dopuszczalny jest przyrost kosztów o Δk . Drugi przykład dotyczy wyboru dopuszczalnych działań i prawidłowości wyboru działania, które nazwalibyśmy optymalnym. Założmy, że określone zadanie może być zrealizowane dwoma sposobami dla prostoty wymagającymi tych samych nakładów, przy czym:

sposób I prowadzi do:	wzrostu wydobycia	o ΔQ_1
	wzrostu wydajności	o ΔW_1
	obniżenia kosztów	o Δk_{j1}
sposób II prowadzi do:	wzrostu wydobycia	o ΔQ_2
	wzrostu wydajności	o ΔW_2
	obniżenia kosztów	o Δk_{j2}

przy czym:

$$\Delta Q_1 > \Delta Q_2$$

$$\Delta W_1 < \Delta W_2$$

$$\Delta k_{j1} < \Delta k_{j2}$$

Powstaje pytanie, który z dwóch sposobów działania jest korzystniejszy i powinien być wprowadzony do realizacji. Są to sytuacje o tzw. wieloparametrycznej funkcji celu, które można by sprowadzić do jednoparametrycznej funkcji celu, gdybyśmy znali znaczenie, jakie przypisuje się poszczególnym kryteriom cząstkowym. Nie wnikając w prawidłowość kształtowania wskaź-

ników oceny, interesujące wydało nam się, jakie w tej chwili stosuje się wskaźniki oceny i jakie przypisuje się im znaczenie, przy czym interesowało nas odczucie kierownictwa kopalni a nie obowiązujące zarządzenia. Wyszliśmy bowiem z założenia, że bardziej interesująca jest interpretacja wykonawców niż intencja autorów zarządzenia. Wytypowano 25 ekspertów, których zadaniem było przedstawić wskaźników, na podstawie których ich zdaniem należy oceniać pracę kopalni węgla kamiennego oraz przypisać tym wskaźnikom znaczenia w systemie oceny - był to pierwszy etap badań. W drugim etapie eksperci otrzymali zebrane i uporządkowane propozycje z pierwszego etapu.

Zadanie ekspertów polegało na ponownym przeanalizowaniu wszystkich propozycji, ustosunkowaniu się do nich i przypisaniu znaczenia wybranym i skorygowanym przez nich wskaźnikom.

W pierwszym etapie specjaliści zaprezentowali 21 wskaźników o charakterze cząstkowym i syntetycznym, a mianowicie:

- wydajność pracy [kg/rdn]
- koszty wydobycia [zł/T]
- wykorzystanie funduszu płac [%]
- wykorzystanie środków trwałych [%]
- wskaźnik zmienności [bezwymiarowy]
- roczne wykonanie zadań rzeczowych [%]
- wskaźnik wypadkowości [ilość wypadków/100 tys. ton wydobycia]
- wykonanie planu rocznego produkcji podstawowej [%]
- rentowność [zł]
- cena zbytu [zł/T]
- zatrudnienie [liczba zatrudnionych/100 tys. ton wydobycia]
- wielkość wydobycia [T/dobę]
- zysk [zł]
- moc zainstalowana na tonę netto [KW]
- materiałochłonność [zł/T]
- wartość produkcji [zł]
- fluktuacja załogi [%]
- akumulacja [zł/dobę]
- wykorzystanie złoża [%]
- produktywność środków trwałych produkcyjnych [bezwymiarowy]
- zaangażowanie majątku trwałego [zł/T].

W drugim etapie eksperci z wcześniej przedstawionego zbioru wskaźników wybrali sześć wskaźników, tj.:

1. Wydajność pracy [kg/rdn]
2. Koszty własne wydobycia [zł/T]
3. Cenę zbytu [zł/T]
4. Wykorzystanie środków trwałych [%]
5. Wypadkowość [ilość wypadków/100 tys. ton wydobycia]
6. Rentowność [zł] . .

Po otrzymaniu zbioru wskaźników i przypisanych im znaczeń przystąpiono do statystycznej weryfikacji zgodności ekspertów i wyznaczenia wagi (znaczenia), jaką należy przypisać poszczególnym wskaźnikom.

1. WSPÓŁCZYNNIK KONKORDACJI

Założmy, że mamy n kryteriów ponumerowanych liczbami od 1 do n . Grupa m ekspertów nadaje rangi tym obiektom według pewnej cechy x . Otrzymano w ten sposób macierz rang:

Kryteria ekspertci	1	2	...	i	n
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1i}	...	x_{1n}
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2i}	...	x_{2n}

j	x_{j1}	x_{j2}	...	x_{ji}	...	x_{jn}

m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mi}	...	x_{mn}

Miernikiem zgodności sądu grupy ekspertów jest współczynnik konkordacji W określony wzorem (1)

$$W = \frac{S(d^2)}{S_m(d^2)} = \frac{12 S(d^2)}{m^2(n^3 - n)}, \quad (1)$$

gdzie:

$$S d^2 = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2} m (n+1) \right]^2,$$

m - liczba ekspertów,

n - liczba kryteriów optymalizacji,

$$S_m(d^2) = \frac{1}{12} m^2 (n^3 - n).$$

Współczynnik konkordacji W może zmieniać się w zakresie od 0 do 1. Jeśli stanowiska grupy ekspertów są całkowicie zgodne, to współczynnik konkordacji przyjmuje wartość 1. Przy całkowicie niezgodnym stanowisku ekspertów wartość W będzie równa zero. Dla rang "połączonych" współczynnik konkordacji W ustala się ze wzoru (2)

$$W = \frac{S(d^2)}{\frac{1}{12} m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j} \quad (2)$$

w którym

$$T_j = \frac{1}{12} \sum_{t_j=1}^1 (t_j^3 - t_j),$$

t_j - jeta liczba jednakowych rang w i -tym szeregowaniu (rangowaniu).

2. WERYFIKACJA ISTOTNOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA KONKORDACJI

Istotność współczynnika konkordacji dla $n > 6$ weryfikuje się za pomocą statystyki χ^2

$$\chi^2 = \frac{S(d^2)}{\frac{1}{12} m n (n+1)} \quad (3)$$

Ta zmienna losowa podlega rozkładowi χ^2 o liczbie stopni swobody $f = n - 1$. Jeśli pewne rangi powtarzają się, to istotność współczynnika konkordacji weryfikuje się za pomocą testu

$$\chi^2 = \frac{S(d^2)}{\frac{1}{12} m n (n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^m T_j} \quad (4)$$

Jeśli obliczona wartość testu χ^2 dla danego poziomu istotności spełnia relację $\chi^2 > \chi^2_{(\alpha, f)}$, to przyjmuje się hipotezę o zgodności grupy ekspertów.

3. ELIMINACJA PRZECIWSTRAWNYCH OPINII EKSPERTÓW

Dla zbadania zgodności stanowisk dwóch ekspertów posłużono się współczynnikiem konkordacji rang wyrażonym za pomocą wzoru:

$$Q_1 = \frac{\frac{1}{5} (n^3 - n) - S - M - L}{\sqrt{\left[\frac{1}{5} (n^3 - n) - M \right] \left[\frac{1}{5} (n^3 - n) - L \right]}} \quad (5)$$

gdzie: n

$$S = \sum_{i=1}^n (X_{1j} - X_i)^2; \quad M = \sum_{T_j} T_j (T_j - 1); \quad L = \sum_{1_j} 1_j (1_j - 1)$$

1_j - liczba powtórzeń każdej rangi w ocenach jednego spośród dwóch ekspertów.

Współczynnik ten zezwala na wyodrębnienie grupy ekspertów o jednakowych i zbliżonych opiniach. W przypadku, gdy opinie i -tego eksperta są sprzeczne z opiniami pozostałych członków grupy ekspertów, wówczas współczynnik $Q_1 < 0$. Oceny takiego eksperta należy wyeliminować z macierzy ocen i ponownie obliczyć współczynnik konkordacji W . Wzrasta wówczas stopień zgodności pozostałej grupy ekspertów.

4. WYZNACZENIE WARTOŚCI WAGI PRZYJĘTYCH KRYTERIÓW OPTIMALIZACJI

Oceny grupy ekspertów mogą być użyte do wyznaczenia wagi poszczególnych funkcji kryterium według następujących wzorów:

$$\alpha_{nm} = \frac{X_{nm}}{\sum_1^n X_{nm}} \quad (6)$$

$$\alpha_n = \frac{\sum_m^m \alpha_{nm}}{\sum_1^n \sum_1^m \alpha_{nm}} \quad (7)$$

gdzie:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_n = 1,$$

α_n - waga n -tego kryterium optymalizacji,

α_{nm} - waga n -tego kryterium optymalizacji wyznaczona na podstawie oceny m -tego eksperta,

X_{nm} - ocena n -tego kryterium optymalizacji nadana przez m -tego eksperta.

5. DANE WYJŚCIOWE DO OBLICZEŃ

Macierz ocen wskaźników oceny pracy kopalni

$\begin{matrix} n \\ m \end{matrix}$	I	II	III	IV	V	VI
1.	1.	2.	0.	4.	3.	0.
2.	2.	1.	0.	0.	2.	2.
3.	3.	1.	2.	0.	0.	0.
4.	2.	1.	0.	0.	3.	0.
5.	1.	1.	2.	0.	0.	0.
6.	1.	2.	3.	0.	0.	0.
7.	1.	2.	2.	0.	0.	0.
8.	3.	1.	1.	0.	0.	2.
9.	4.	0.	1.	3.	2.	0.
10.	2.	0.	0.	3.	3.	1.
11.	1.	2.	2.	1.	1.	0.
12.	1.	5.	4.	2.	3.	0.
13.	2.	1.	3.	2.	2.	0.
14.	1.	2.	0.	4.	3.	0.
15.	1.	2.	3.	4.	0.	0.
16.	1.	3.	0.	0.	0.	2.
17.	2.	1.	0.	0.	0.	3.
18.	2.	0.	0.	3.	0.	1.
19.	2.	1.	3.	0.	0.	0.
20.	1.	2.	3.	0.	0.	0.
21.	1.	0.	0.	3.	0.	2.
22.	1.	2.	0.	3.	0.	0.
23.	2.	1.	0.	0.	3.	0.
24.	2.	4.	1.	0.	0.	3.
25.	1.	2.	4.	3.	0.	0.

Macierz rang połączonych

$\begin{matrix} n \\ m \end{matrix}$	I	II	III	IV	V	VI
1.	4.0	3.0	5.5	1.0	2.0	5.5
2.	2.0	4.0	5.5	5.5	2.0	2.0
3.	1.0	3.0	2.0	5.0	5.0	5.0
4.	2.0	3.0	5.0	5.0	1.0	5.0
5.	2.5	2.5	1.0	5.0	5.0	5.0
6.	3.0	2.0	1.0	5.0	5.0	5.0
7.	3.0	1.5	1.5	5.0	5.0	5.0
8.	1.0	3.5	3.5	5.5	5.5	2.0
9.	1.0	5.5	4.0	2.0	3.0	5.5
10.	3.0	5.5	5.5	1.5	1.5	4.0
11.	4.0	1.5	1.5	4.0	4.0	6.0
12.	5.0	1.0	2.0	4.0	3.0	6.0
13.	3.0	5.0	1.0	3.0	3.0	6.0
14.	4.0	3.0	5.5	1.0	2.0	5.5
15.	4.0	3.0	2.0	1.0	5.5	5.5
16.	3.0	1.0	5.0	5.0	5.0	2.0
17.	2.0	3.0	5.0	5.0	5.0	1.0
18.	2.0	5.0	1.0	5.0	5.0	3.0
19.	2.0	3.0	1.0	5.0	5.0	5.0
20.	3.0	2.0	1.0	5.0	5.0	5.0
21.	3.0	5.0	5.0	1.0	5.0	5.0
22.	3.0	2.0	5.0	1.0	5.0	5.0
23.	2.0	3.0	5.0	5.0	1.0	5.0
24.	3.0	1.0	4.0	5.5	5.5	2.0
25.	4.0	3.0	1.0	2.0	5.5	5.5

Obliczony współczynnik zgodności grupy ekspertów W wynosi

$$W = 0,1875$$

Test

$$\chi^2 = 13,59$$

Ponieważ obliczona wartość testu χ^2 spełnia relację $13,59 > 11,070$ (5, 0,05), to należy przyjąć hipotezę o zgodności grupy ekspertów.

6. WAGA WYZNACZONYCH WSKAŹNIKÓW OCENY PRACY KOPALNI

Przeprowadzone badania wykazały, że spośród pierwotnie wytypowanego zbioru wskaźników wybrano tylko 6 o dość dużej pojemności i prezentujące różne dziedziny działalności kopalniawęgla kamiennego, a mianowicie:

Lp.	Nazwa wskaźnika	Wartość wagi (α)
1.	Wydajność pracy	0,21
2.	Koszty własne wydobycia	0,17
3.	Cena zbytu	0,16
4.	Wykorzystanie środków trwałych	0,16
5.	Wypadkowość	0,15
6.	Rentowność	0,15

Ze skorygowanego zbioru wskaźników największe znaczenie przypisuje się wydajności pracy jako podstawowemu warunkowi realizacji zadań planowych. Uważamy, że otrzymany zbiór wskaźników wraz ze znaczeniami, jakie zostały im przypisane, w sposób przejrzysty określa sposoby reakcji kopalni na zmiany w otoczeniu oraz może stanowić podstawowe kryterium optymalizacyjnej decyzji podejmowanych w samej kopalni, jak i w jednostkach nadrzędnych.

LITERATURA

- [1] Djakova N.S.: Rangowaja korelacija OKBA. Maszinproma 1966 wyp. 3.
- [2] Jemielianow S.W., Jezierow W.B.: Metody badawcze prognozowania naukowo-technicznego Prace IOK, Warszawa 1975, z. 22.
- [3] Najtingełk Formalnoje opredelenije cennosti priznakow. Statistika 1972.

Wpłynęło do Redakcji 16.07.1982 r.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Sitko

ПОДБОР ПРАВИЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ШАХТЫ
ОСНОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Р а з у м е

Пользуясь методом групповой оценки экспертов в статье было определено множество коэффициентов оценки работы шахты, а также придано им значение.

THE SELECTION OF PROPER CRITERIA CONCERNING THE VALUATION OF A COAL
MINE AS THE BASIS OF EFFICIENCY OF ACTIVITY

S u m m a r y

Using the method of group evaluation of experts, a set of indexes concerning the work of a mine was calculated and importance was attached to it.

1.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
2.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
3.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
4.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
5.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
6.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
7.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
8.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
9.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
10.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
11.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
12.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
13.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
14.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
15.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
16.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
17.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
18.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
19.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
20.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
21.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
22.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
23.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
24.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
25.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
26.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
27.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
28.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
29.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
30.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
31.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
32.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
33.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
34.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
35.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
36.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
37.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
38.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
39.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
40.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
41.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
42.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
43.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
44.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
45.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
46.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
47.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
48.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
49.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
50.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0