ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1994
Seria: **GÓRNICTWO** z. 218 Nr kol. 1220

Henryk **PRZYBYŁA**
Katedra Organizacji i Ekonomiki Górnictwa Politechniki Śląskiej

OCENA ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH STOSOWANYCH W ROBOTACH PODZIEMNYCH

Streszczenie. W przedmiotowym opracowaniu uzasadnia się konieczność wielokryterialnej oceny rozwiązań technicznych oferowanych kopalniom węgla kamiennego. Przedstawiony zbiór ocen cząstkowych uzasadniony jest analizą skutków (pozytywnych i negatynych), jakie będą towarzyszyły eksploatacji ocenianego rozwiązania. Istotnym elementem opracowania jest formuła algebraiczna oceny woelokryterialnej z możliwością użycia systemu preferencji kadry kierowniczej.

AN EVALUATION OF THE TECHNICAL SOLUTIONS USED IN UNDERGROUND WORKINGS

Summary. In the paper necessity of using multi-criterion evaluation of the technical solutions that are offered to coal mines has been justified. The presented set of partial evaluations is substantiated by an analysis of the results (both positive and negative) which will often apper along with execution of the offered solution. The algebraical formula of multi-criterion evaluation is a significant element of the paper.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПОДЗЕМНЫХ РАБОТАХ

Резюме. В предметной разработке обосновывается необходимость оценки технических решений, предлагемых каменноугольным шахтам. Представленный набор частичных оценок обоснован анализом последствий (положительных и отрицательных), практического применения оценибаемого решения. Существенным элементом разработки является алгебраическая формула многокритерийной оценки, в которую можно ввести систему преференций руководящих кадров на шахте.

1. WPROWADZENIE DO TEMATU

Kopalnie węgla kamiennego, przedsiębiorstwa produkujące maszyny i urządzenia dla kopalń węgla kamiennego poddane presji gospodarki rynkowej, w tym szczególnie konkurencji i barierom popytu prezentują zasadniczo różne oceny tych zjawisk w zależności, czy występują z pozycji producenta czy też z pozycji odbiorcy. Jako producenci negatywnie oceniają zarówno konkurencję, bariery popytu, jak i ceny równowagi. Jako odbiorcy korzystający np. z dobrodziejstw konkurencji (wyższa jakość, niższa cena) oceniają te zjawiska pozytywnie. W ocenach skutków gospodarki rynkowej zapomina się o przemienności ról, tj. faktu, że każdy odbiorca jest producentem, a każdy producent jest też odbiorcą. W temacie referatu zawarta jest ocena rozwiązań technicznych dla robót podziemnych i zdaniem autora wymaga ona zasadniczo różnych procedur w zależności od tego, czy dokonuje się jej z pozycji producenta czy z pozycji odbiorcy, czyli kopalni.

Jeżeli tej oceny dokonuje się z pozycji producenta, będzie się sugerowało np. ograniczenie konkurencji zewnętrznej przez stosowanie barier celnych, w systemie oceny będą uwzględnione nakłady i koszty wyprodukowania układu technicznego oraz cena, jaką uzyskuje się za oferowany układ techniczny.

Jeżeli oceny dokonuje się z pozycji odbiorcy - kopalni, w systemie oceny uwzględniane bedą: cena układu, parametry jakościowe, koszty transportu, montażu i demontażu i wartość wyniku produkcyjnego, jaki jest możliwy do uzyskania za pomocą tego układu.

Dla odbiorcy konkurencja wśrod producentów jest zjawiskiem pozytywnym, gdyż wpływa korzystnie na cenę, parametry jakościowe i zdolności produkcyjne oferowanych rozwiązań. Reasumując - prezentacja oceny wymaga wyraźnego określenia, z jakiej pozycji dokonuje się oceny i do kogo adresowane są wyniki oceny. Zasadne jest również pytanie, czy możliwa jest ocena bez wyraźnego opowiadania sie po jednej ze stron, ocena która uwzględnia zarówno racje producenta, jak i odbiorcy. Zdaniem autora ocena taka jest możliwa, wymaga jednak znacznego rozszerzenia zjawisk, które towarzyszą produkcji, wyceny skutków zaniechania produkcji, w tym szczególnie skutków społecznych i politycznych, które niezwykle trudno wyrazić w kategoriach ekonomicznych. O ile znane są metody oceny, o tyle trudno pozyskać dla nich wiarygodne informacje. Współpraca z ko-

palniami węgla kamiennego, doświadczenia z prac naukowo-badawczych prowadzonych dla kopalń węgla kamiennego jednoznacznie ustawiają autora po stronie odbiorcy rozwiązań technicznych i ten punkt widzenia będzie preferowany w prezentowanym materiale.

2. OBSZAR ZJAWISK TOWARZYSZĄCYCH PRACY UKŁADÓW TECHNICZNO-ORGANIZACYJNYCH W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO IMPLIKUJĄCY KRYTERIA OCENY

Przejście z gospodarki centralnie sterowanej do gospodarki rynkowej wymaga przede wszystkim zmiany preferencji do oceny systemów techniczno-organizacyjnych. W gospodarce centralnie sterowanej w systemie oceny preferowane były wyniki produkcyjne - tony, metry, uwzględniane było bezpieczeństwo pracy. W gospodarce rynkowej zbiór ocen cząstkowych musi być znacznie bogatszy, a sama analiza musi uwzględniać również zjawiska towarzyszące, mające wpływ na wyniki ekonomiczne kopalń. Kopalnia musi być traktowana jako system (zbiór elementów wraz z relacjami pomiędzy elementami i relacjami), w którym zmiana jednego elementu implikuje zmiany w innych elementach i to zmiany z różnym natężeniem czy intensywnością. Przykładem mogą być dwa rozwiązania techniczno-organizacyjne, które charakteryzują takie same średnie wyniki, natomiast znacząco różne są rozproszenia wyników wokół średniego (mierzone odchyleniem standardowym). Większe rozproszenie wyników wymaga większych nakładów i kosztów na kompensację zakłóceń, np. dodatkowe ściany, większych nakładów i kosztów na wyrównywanie odchyleń np. zbiorniki wyrównawcze o większej pojemności (dodatkowe wozy przy transporcie kołowym autor traktuje tak jak zbiornik wyrównawczy). Dodatkowe ściany to dodatkowa liczba wyrobisk korytarzowych, które muszą być uzbrojone, utrzymywane, wentylowane itd. Są to znaczące koszty, które muszą być uwzględnione w systemie oceny.

Inny przykład dotyczy "uniwersalności", zakresu stosowania rozwiązania techniczno-organizacyjnego. Jedną z cech wyróżniających górnictwo podziemne względem innych producentów jest zmienność warunków pracy układu. W czasie użytkowania rozwiązania technicznego można wyróżnić okresy pracy tego urządzenia, okresy przemieszczania tego urządzenia wraz ze zmianą stanowiska pracy oraz okresy wyczekiwania na warunki adekwatne do zakresu pracy rozwiązania.

Okres wyczekiwania na "odpowiednie" warunki jest tym krótszy, im szerszy zakres stosowania. Należy pamiętać, że w okresie tym kopalnia musi eksploatować dodatkowy układ techniczny, naliczać koszty amortyzacji od urządzenia, które wyczekuje i rozpisywać je na wyniki produkcyjne uzyskane za pomocą innych układów. Można też, a zdaniem autora należy, mówić o zamrożonych środkach finansowych. Dla "niegórników" należy dodać, że transport na powierzchnię jest niezwykle kosztowny, niebezpieczny, a prawdopodobieństwo odsprzedaży bliskie zeru.

Kolejne zagadnienie związane jest z człowiekiem, a konkretnie z liczbą osób niezbędnych do obsługi urządzeń, komfortem i bezpieczeństwem pracy. W kosztach produkcji 40-50% stanowią koszty robocizny, tj. płace i ubezpieczenia społeczne. Praca na dole jest pracą trudną i niebezpieczną. Zdarza się, że człowiek jest najsłabszym ogniwem układu techniczno-organizacyjnego. Uzasadniony jest ładunek nowoczesności zawarty w proponowanych rozwiązaniach, wyrażający się między innymi ograniczoną liczbą osób do obsługi i możliwością zdalnego sterowania urządzeniami.

Nie bez znaczenia sa takie parametry, jak hałas czy wibracja. Górnictwo węglowe ma to do siebie, że sięga po złoża coraz niżej zalegające, a ze schodzeniem z eksploatacją w dół wzrastają zagrożenia. Istotne jest zatem, jak zachowuje się oceniany układ względem potencjalnych zagrożeń.

Teraz przyszła kolej na trzy istotne parametry, tj. zdolność produkcyjną, niezawodność i cenę.

Wyższe zdolności produkcyjne, większa niezawodność uzasadniają wyższą cenę. Jest to rekompensata za wkład pracy producenta, uzasadniony korzyściami, jakie pojawiają się u odbiorcy.

Reasumując do oceny rozwiązań technicznych musi być uwzględnionych wiele kryteriów tworzących pewien system, w tym i korzyści, jakie niesie ze sobą eksploatacja ocenianego rozwiązania. Musi to być zatem ocena wielokryterialna.

3. PROCEDURY STOSOWANE DO OCEN WIELOKRYTERIALNYCH

Analiza literatury traktującej o cenach wielokryterialnych upoważnia do wyróżnienia procedur, w których uwzględnia się system preferencji decydenta względem oceny cząstkowych od procedur, w których zakłada się równoważność ocen cząstkowych oraz procedur, w których stosuje się sumę albo iloczyn ocen cząstkowych (modele addytywne i multiplikatywne). Dla procedur, w których uwzględnia się system preferencji decydenta, konieczne jest rozpoznanie tego systemu jak również jej stabilność względem zmieniającego się otoczenia. Doświadczenia autora wskazują, że w systemie preferencji następują zmiany wynikające ze zmian w otoczeniu, czyli ze zmian warunków, w których podejmuje się decyzje. Jeżeli kopalnia napotyka barierę popytu, zmniejsza się znaczenie wyniku produkcyjnego, a wzrasta znaczenie kosztów wydobycia. Odwrotnie jeżeli kopalnia nie ma problemów ze zbytem węgla, w takiej sytuacji wyniki produkcyjne mają większe znaczenie.

Stosowanie oceny wielokryterialnej wymaga analizy wymiarowej, gdyż każda ocena cząstkowa może, a najczęściej jest wyrażana w innych jednostkach. Powszechnie przy ocenie wielokryterialnej zamiast analizy wymiarowej stosuje się normalizację, czyli procedurę umożliwiającą wyrażanie ocen w jednostkach bezwymiarowych. Przy normalizacji można stosować przekształcenia ilorazowe bądź standaryzację. Autor opracowania prefe-

ruje przekształcenia ilorazowe, dla których niezbędne jest wyróżnienie ocen cząstkowych stymulant, tzn. takich ocen, dla których przyrosty wartości bezwzględnych są oceniane pozytywnie, np. zdolność produkcyjna, niezawodność i dystymulant, tj, takich ocen, dla których przyrosty wartości bezwzględnych oceniane są negatywnie, np. koszty. Wśród ocen cząstkowych mogą być również tzw. nominanty, tj, cechy, które w pewnych przedziałach są stymulantami, w innych zaś destymulantami, np. natężenie oświetlenia.

Do przekształcenia ilorazowego stosujemy wzory dla cech

- stymulant $$x_i = \frac{c_i}{c_{i\max}}$$

- destymulant $$x_i = \frac{c_{i\min}}{c_i}$$

Przy wyborze układu technicznego konieczne jest określenie modelu preferencji decydenta. Globalny model preferencji decydenta określa jednoznacznie zbiór najlepszych rozwiązań dopuszczalnych. Dla danego zbioru kryteriów $f_1, f_2, \ldots, f_k$ rozwiązanie x^1 dominuje x^2 wtedy i tylko wtedy, gdy $f_i(x^1) \geq f_2(x^2)$ dla $i=1,2,\ldots,k$, gdzie przynajmniej jedna z nierówności jest ostra.

Za rozwiązanie sprawne w zbiorze D względem zbioru kryteriów $(f_1, f_2, \ldots, f_k)$ uznajemy rozwiązanie $X' \in D$, jeżeli nie istnieje rozwiązanie $X' \in D$, gdzie dominuje X'. Obraz zbioru D w przestrzeni kryteriów stanowi zbiór punktów dla każdego $X \in D$ w przestrzeni R^k. Każde rozwiązanie $X \in D$ może być przedstawione w przestrzeni R^k przez punkt $f_1(x); f_2(x); \ldots f_k(x)$. Punkt idealny jest punktem w przestrzeni kryteriów o współrzędnych równych wartościom ekstremalnym poszczególnych kryteriów (minimalnym dla destymulant i maksymalnym dla stymulant), czyli jest to punkt

$$\left\{ \underset{x \in D}{\text{extr}} \left[f_1(x) \right] ; \left\{ \underset{x \in D}{\text{extr}} \left[f_2(x) \right] ; \ldots \left\{ \underset{x \in D}{\text{extr}} \left[f_k(x) \right] ;\right.\right.\right.$$

Wśród oferowanych rozwiązań wybieramy takie rozwiązanie, którego obraz w przestrzeni kryteriów leży "możliwie najbliżej" punktu idealnego.

Ocena rozwiazań technicznych staje sie bardziej złożona, gdy w zbiorze ocen cząstkowych są oceny jakościowe. W takich sytuacjach dla proponowanej procedury konieczna jest kwantyfikacja cech jakościowych (przypisywanie im wartości liczbowych).

W celu przeprowadzenia oceny należy wyznaczyć punkt idealny i obliczyć odległość ocenianego rozwiązania od rozwiązania idealnego

$$C_j = \left[\sum_{i=1}^{n} w_i \left(x_{\text{extr } i} - x_{ij} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (i=1,2,\ldots,k;\ j=1,2,\ldots)$$

gdzie: w_i - znaczenie, jakie decydent przypisuje i-tej ocenie cząstkowej,

$x_{extr\,i}$ - ekstremalna wartość i-tego kryterium cząstkowego,
x_{ij} - wartość i-tego kryterium dla j-tego rozwiązania,
i - liczba kryteriów cząstkowych,
j - liczba ocenianych rozwiązań.

Przy tworzeniu punktu idealnego możemy korzystać z informacji dotyczących wyników stosowanych dotychczas rozwiązań. Umożliwia to ocenę oferowanego - pojedynczego rozwiązania. Jeżeli decydent uzna, że wszystkie oceny cząstkowej są równoważne, wówczas odległość od punktu idealnego wyznaczamy ze wzoru:

$$C_j = \left[\sum_{n}^{i=1} \left(x_{extr\,i} - x_{ij} \right)^2 \right]^{1/2}$$

W celu umormowamia ocen w przedziale 0-1 stosuje się przekształcenie:

$$m_j = 1 - \frac{c_j}{c_{jmax}}$$

Za nakorzystniejsze (najcenniejsze) uznajemy takie rozwiązanie, dla którego m_j = max.

4. ZAKOŃCZENIE

W prezentowanym materiale akcentowane były trzy elementy niezbędne dla w miarę obiektywnej oceny rozwiązań technicznych. Należą do nich: wyraźne określenie się oceniajacego po stronie producenta bądź po stronie odbiorcy, konieczność uwzględnienia wielu kryteriów, w tym również preferencji decydenta względem kryteriów cząstkowych oraz formuła oceny wielokryterialnej opartej na "dystansie", jaki dzieli oceniane rozwiązanie względem rozwiązania idealnego. Proponowana formuła oceny ma zdaniem autora dwie zalety, tj. prostotę i łatwość obliczeń oraz dużą "pojemność" na zbiór ocen cząstkowych. Można również jako zalety tej metody traktować informacje o tym, na ile oceniane rozwiązanie jest bliskie rozwiązaniu idealnemu oraz jednoznaczna interpretacja wyniku obliczeń. Zdaniem autora z proponowanej formuły oceny może wiele skorzystać producent, gdyż dowiaduje się, które i na ile parametry ocenianego rozwiązania odbiegają od rozwiązania idealnego. Do tego jednak, aby te informacje były "skonsumowane", potrzebny jest kontakt pomiędzy producentem i odbiorcą i dobra wola obu stron do współpracy. Konkurencja i bariera popytu stanowią czynnik inspirujący do takiej współpracy i chociażby tylko z tego względu należy je uznać za korzystne.

LITERATURA

[1] Ackof R.L.: Decyzje optymalne w badaniach stosowanych. PWE, Warszawa 1982 r.
[2] Chmiela A., Kozyra J., Przybyła H.: Organizacja i ekonomika w projektowaniu eksploatacji węgla kamiennego. Skrypt Pol. Śląskiej Nr 1546, Gliwice 1992.
[3] Przybyla H.: Sformalizowane metody odnowy frontu eksploatacyjnego w KWK Gliwice 1988.

Recenzent: prof.dr hab.inz. **Włodziemierz Sitko**
Wpłynęło do Redakcji w lutym 1993 r.

Abstract

The evaluation of the technical solutions used in underground workings depends on the question: who was the ono who ordered this evaluation - a producer, or an user i.e coal mine.
Objectivisation of the evaluation a lot of parameters such as: price, range of use, results possible to costs of transport, costs of dismantling, work conditions and others.
Considered as significant is to define the range of incidents which are caused by an implementation of a technical solution, to assign adequate meanings to these incidents, and the choice of a formula of an evaluation function in the paper a formula based on a distance function has been presented. A distance function formula needs no less than two evaluated technical solutions. Meanings assigned to partial values can be put into the evaluation. Still growing competition caused that the designed workstands could be eqiupped with different technical solutions - which in turn provokes the evaluation of solutions.
An adequat choice of solutions can be possible according to solutions that are presented in the paper.