ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1990

Seria: GÓRNICTWO z. 189 Nr kol. 1077

Witold WAGNER
Politechnika Śląska w Gliwicach

BADANIA ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY WYBRANYMI PARAMETRAMI GÓRNICZO-GEOLOGICZNYMI A OSIĄGANYMI WYNIKAMI TECHNICZNO-EKONOMICZNYMI NA PRZYKŁADZIE REPREZENTATYWNEJ GRUPY PRZODKÓW WYBIERKOWYCH

Streszczenie. Opierając się na szerokim materiale statystycznym, przeprowadzono badania zależności pomiędzy wybranymi parametrami górniczo-geologicznymi a osiąganymi wynikami techniczno-ekonomicznymi kopalń w wybranych przodkach górniczych. W badaniach zastosowano metodę wielowymiarowej analizy porównawczej. W procedurach obliczeniowych wykorzystano programy standardowe XDS 2. Uzyskano zależności korelacyjne między zmiennymi objaśnianymi a zmiennymi objaśniającymi modelu. Wyznaczono zestaw równan regresji w postaci liniowej opisujących zależności pomiędzy wydobyciem, wydajnością i postępem w przodkach wybierkowych a zestawem istotnych zmiennych niezależnych. Funkcje te stanowią podstawę do prognozowania charakteru zmian podstawowych wskaźników techniczno-ekonomicznych przodków wybierkowych.

1. WSTĘP

W przemyśle węglowym powszechnie stosowanymi miernikami oceny funkcjonowania przodku wybierkowego są: wydobycie dobowe, wydajność wyrobiskowa (przodkowa), koszt jednostkowy wydobytego węgla. Im dany przodek uzyskuje korzystniejsze wartości tych parametrów, tym lepiej jest oceniany. Ocena ta jest słuszna wtedy,gdy np. duże wydobycie, czy wysoka wydajność są odzwierciedleniem dobrej organizacji produkcji w przodku.

Wiele miejsca w literaturze zajmują prace dotyczące badań zależności między koncentracją wydobycia a wskaźnikami wynikowymi (wydobycie, wydajność, koszty). Na przykład w pracy [13] zdefiniowano pojęcie "koncentracja", podano jej mierniki oraz sposoby wyznaczania. Autor opracowania [13] wyraża pogląd, że najważniejsze środki umożliwiające wzrost koncentracji wydobycia to: zwiększenie postępu ścian oraz ich wydłużenie. W pracy [10] uzasadniono, że maksymalna wielkość wydobycia dobowego zależy od wysokości ściany, czasu pracy, wydajności kombajnu wyrażonej w m^2 odkrytego spągu na minutę. Stwierdzono tam również, że wielkość wydobycia jest zależna od wykorzystania zdolności produkcyjnej podstawowych urządzeń przodkowych oraz od wykorzystania czasu pracy zainstalowanych maszyn.

W opracowaniu [19] autorzy podają wzór na obliczanie wielkości wydobycia z przodku ścianowego. We wzorze występują takie elementy, jak: geometryczne wymiary wyrobiska eksploatacyjnego, wydajność kombajnu oraz dyspozycyjny czas pracy. Wg materiałów Stałej Komisji PW RWPG [5] o wielkości wydobycia decydują następujące czynniki:

- wymiary geometryczne urabianego bloku pokładu w czasie jednego cyklu roboczego,
- prędkość posuwu kombajnu,
- czas pracy kombajnu w ścianie.

Z analizy literatury krajowej jak i zagranicznej wynika, że wiele miejsca poświęca się środkom zwiększenia wydobycia. Najczęściej dąży się do określenia parametrów, które decydują o wielkości wydobycia. Zagadnienia efektywności produkcji wiąże się nie tylko z koncentracją wydobycia, ale także wydajnością i kosztami jednostkowymi. W wielu opracowaniach uzasadnia się, że w miarę wzrostu średniego dziennego wydobycia przodku maleje pracochłonność, a wzrasta wydajność oddziałowa [16] [13] [18]. Długość ściany uważana jest przez wielu autorów za jeden z podstawowych parametrów. Badania nad ustaleniem optymalnej wartości tego parametru były przedmiotem analizy m. innymi w pracy [3].

Wielu innych autorów zakłada różne kryteria i posługuje się różnymi metodami przy wyznaczaniu empirycznych wzorów określających długość ściany, co doprowadza do znacznych rozbieżności wyników. W opracowaniu [2] wykorzystano metody analizy statystycznej. Pozwoliło to na określenie przebiegu zależności między wydajnością przodkową a wysokością ściany oraz między wielkością wydobycia, a wysokością przodku. Autorzy łącząc te zależności, określili wpływ wielkości wydobycia na wydajność przodkową dla danej wysokości przodku.

W dotychczasowych badaniach nad ustalaniem zależności pomiędzy osiągami produkcyjnymi a parametrami geometrycznymi i wyposażeniowymi przodku, najczęściej stosowano rachunek regresji i korelacji. Należy wymienić tutaj następujące prace: M. Kozdrój [15], [8], [12], [2], [9]. Szczególnie wyczerpująco i obszernie omówiono tę problematykę w pracy [9].

Z analizy materiału źródłowego wynika, że intensyfikacja wybierania węgla w przodkach eksploatacyjnych jest podstawą intensyfikacji całego procesu wydobywczego w kopalni. Podstawowymi elementami rozwoju techniki systemów ścianowych prowadzonych z zawałem stropu są: mechanizacja urabiania i ładowania oraz mechanizacja prac związanych z zabezpieczeniem stropu wyrobiska obudowami, które minimalizują pracochłonność robót przodkowych i zapewniają większy stopień bezpieczeństwa pracy oraz stosowanie wysoko wydajnych urządzeń odstawczych, zapewniających ciągłość spływu urobku, a tym samym poprawiających wskaźnik wykorzystania czasu pracy maszyn urabiających. Czynnikami organizacyjnymi decydującymi o efektywności produkcji w przodku ścianowym są odpowiednie wymiary geometryczne przodków ścianowych, odpo-

wiednie formy współpracy poszczególnych elementów mechanizacyjnych oraz załóg przodkowych, maksymalne wykorzystanie czasu pracy maszyn i ludzi w przodku.

Większość dotychczasowych prac badawczych ma z konieczności charakter badań wycinkowych. Odczuwa się dotychczas brak badań kompleksowych, wyjaśniających syntetyczne oddziaływanie skojarzonych czynników na wydobycie czy też wydajność. Szczególnie cenne byłoby uwzględnienie tendencji stałego pogarszania się warunków górniczo-geologicznych. W szczególności chodzi o dokonanie prób określenia zależności pomiędzy zdolnością produkcyjną przodku a głębokością eksploatacji i wynikającymi stąd utrudnieniami. Pośrednio do utrudnień takich należy wzrost wagi i stopnia komplikacji obudów zmechanizowanych. Jak wiadomo, ma to istotny wpływ na pracochłonność robót.

2. TEORETYCZNE PODSTAWY MODELU ANALIZY STATYSTYCZNEJ

Przedmiotem badań jest skończony zbiór obiektów - układów techniczno-organizacyjnych przodków wybierkowych. Głównym celem badań jest ustalenie zależności pomiędzy wybranymi parametrami górniczo-geologicznymi a osiąganymi wynikami techniczno-ekonomicznymi, opierając się na danych uzyskanych z kopalń węgla kamiennego.

2.1. Określenie potencjalnego zbioru zmiennych opisujących wyrobiska wybierkowe

Określenia potencjalnego zbioru parametrów opisujących dany obiekt można dokonać w następujący sposób:

a) zbiór parametrów ustalony jest w sposób aprioryczny na podstawie badań,
b) zbiór parametrów jest ustalony na podstawie opinii ekspertów,
c) określa się potencjalny zbiór parametrów, a następnie spośród nich dokonuje się wyboru tych zmiennych, które będą gwarantowały dostatecznie mały rząd wahań losowych modelu.

Wyboru parametrów opisujących badane wyrobiska dokonano apriorycznie na podstawie rozeznania z prac badawczych oraz ustaleń wynikających z opinii ekspertów.

Wybór ten dotyczy informacji służących do obliczania zależności korelacyjnych i uśredniania cech w poszczególnych latach.

Zmienne modelu mogą być mierzalne w sposób bezpośredni (zmienne ilościowe) bądź też wymagają uprzedniego szacowania (zmienne kodowane lub jakościowe). W przypadku modelu analitycznego ograniczono ilość zmiennych jakościowych do parametrów opisujących zagrożenia naturalne. Występują one w postaci kategorii zagrożenia metanowego oraz stopnia zagrożenia tąpaniami danego wyrobiska. Kategoria lub stopień to parametry kodowane i nie wymagają

dodatkowych zabiegów związanych z rangowaniem i listami kodów. Dane stanowiące informację źródłową dla przeprowadzanej analizy pochodzą zarówno z funkcjonujących systemów informatycznych, jak również z opracowań statystycznych sporządzanych w kopalniach [14]. Analizą objęto 1034 przodki wybierkowe [7]. Dane te obejmują następujące parametry:

1. Długość przodku ścianowego.
2. Wysokość przodku ścianowego.
3. Nachylenie.
4. Średnie dobowe wydobycie uzyskiwane z przodku ścianowego w roku sprawozdawczym.
5. Średni dzienny postęp ściany w roku sprawozdawczym.
6. Średnia wydajność uzyskiwana w ścianie w okresie roku sprawozdawczego.

Informacje charakteryzujące chłonność pracy uporządkowane zostały według ilości dniówek przepracowanych w roku sprawozdawczym i obejmują:

1. Otwory wiertnicze.
2. Drążenie i wyposażenie wyrobisk chodnikowych.
3. Utrzymanie i likwidację wyrobisk chodnikowych.
4. Wyposażenie wyrobisk wybierkowych.
5. Wybieranie.
6. Podsadzanie podsadzką płynną.
7. Podsadzanie podsadzką suchą.
8. Podsadzanie zawałem.
9. Demontaż wyposażenia i regenerację obudowy.
10. Transport urobku.
11. Transport materiału i ludzi.
12. Podsadzkę.
13. Gospodarkę energetyczną i elektronikę.
14. Zwalczanie zagrożeń i BHP.
15. Pozostałe roboty.
16. Sumę dniówek na dole.

Obszerną grupę informacji uzyskano bezpośrednio z kopalń. Dotyczą one:

1. Długości wybiegu początkowego ścian.
2. Kategorii zagrożenia metanowego.
3. Stopnia zagrożenia tąpaniami.
4. Głębokości eksploatacji, rozumianej jako poziom wydobywczy.
5. Wielkości wydobycia w poszczególnych latach.
6. Średniego zanieczyszczenia skałą płonną.
7. Ilości ewidencyjnej sekcji (na koniec okresu sprawozdawczego).
8. Produktywności sekcji ewidencyjnej.
9. Stopnia wykorzystania obudowy zmechanizowanej.
10. Ilości prowadzonych w czasie roku zbrojeń
11. Ilości prowadzonych w czasie roku likwidacji przodków.

12. Długości trwania cyklu zabudowy obudowy zmechanizowanej.
13. Długości trwania cyklu wybudowy obudowy zmechanizowanej.

2.2. Opis procedury obliczeniowej modelu

Badanie populacji ze względu na cechę mierzalną wymaga zastosowania rachunku regresji i korelacji. Oba te pojęcia dotyczą zależności między zmiennymi, przy czym korelacja zajmuje się siłą tej zależności, a regresja jej kształtem. Po ustaleniu,że między badanymi cechami istnieje niezbyt słaba korelacja, przystępuje się do znalezienia funkcji regresji, która pozwala na przewidywanie wartości jednej cechy przy założeniu, że druga cecha przyjęła określoną wartość.

W przeprowadzonych badaniach zastosowano metodę regresji i korelacji wielorakiej (wielokrotnej). Pobrana z populacji próba jest wtedy realizacją wielowymiarowej zmiennej losowej, czyli wektora losowego. Przy rozpatrywaniu dużej liczby zmiennych niezależnych, tak jak ma to miejsce w przedstawionym opracowaniu, przyjęto liniową postać regresji wielorakiej. Założono ponadto, że składniki losowe mają rozkład normalny, co pozwala na wnioskowanie statystyczne, tj. budowę przedziałów ufności i stosowanie testów statystycznych opierając się na rozkładzie t-Studenta. Celem uproszczenia zapisu wykorzystujemy notację macierzową, co jest uzasadnione również ze względu na zastosowanie obliczeń komputerowych. Wykorzystano standardowy pakiet programów analizy statystycznej o nazwie XDS2. Wymaga on przedstawienia danych ilościowych w formie prostokątnej macierzy obserwacji $\{X = x_{ij}\}$ lub inaczej:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} \end{bmatrix} \tag{1}$$

Każda kolumna tej macierzy odpowiada jednej zmiennej, a każdy wiersz - obserwacji tych zmiennych. Przy wprowadzeniu uważa się, że macierz zawiera n zmiennych oraz m obserwacji [1]. Ponieważ dane w tym przypadku są kompletne, nie zachodzi potrzeba definiowania macierzy wartości brakujących, a ponadto nie wprowadzono pojęcia wagi dla poszczególnych wierszy (obserwacji). Stąd suma wag W_j dla każdej kolumny j definiowana jest następująco:

$$W_j = \sum_{i=1}^{m} n_{ij} \tag{2}$$

"i" jest liczbą wartości niebrakujących w kolumnie m_j. Wartość średnia każdej zmiennej zostaje obliczona przez program i dla zmiennej j wyraża się wzorem:

$$x_j = \sum_{i=1}^{m} x_{ij} / W_j \tag{3}$$

Wariancja każdej indywidualnej zmiennej j jest obliczona z zależności:

$$\sigma_j^2 = \frac{m_j}{(m_j-1)W_j} \left[\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2 - \left(\sum_{i=1}^{m} x_{ij}\right)^2 / W_j \right] \tag{4}$$

Elementy macierzy korelacyjnej $R = \{r\ j\ k\}$, są ważonymi iloczynami wektorowymi znormalizowanych zmiennych początkowej macierzy obserwacji, a elementy diagnonalne są równe jedności. Macierz taką można obliczyć wyłącznie na podstawie danych z kompletnej macierzy obserwacji, a jej elementy określa wzór:

$$r_{jk} = \frac{m}{(m-1)W_{jk}} \sum_{i=1}^{m} (x_{ij}-\bar{x}_j)\ (x_{ik}-\bar{x}_k) / \sigma_j\ \sigma_k \tag{5}$$

Wielokrotna analiza regresji pozwala w dalszej kolejności zbadać zależność między zespołem zmiennych w celu ich przewidywania i szacowania. Podstawowe założenie mówi, że rozpatrywana zmienna może być aproksymowana za pomocą funkcji liniowej pewnej ilości zmiennych niezależnych.

Celem budowy modelu liniowej regresji wielorakiej wprowadzono następujące oznaczenia:

X - macierz (n x m) wymiarowa obserwacji (jak wyżej),
X - m wymiarowy wektor kolumnowy obserwacji,
A - p wymiarowy wektor kolumnowy parametrów zwanych współczynnikami regresji wielorakiej

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{bmatrix} \tag{6} \qquad A = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_p \end{bmatrix} \tag{7}$$

B - m wymiarowy wektor kolumnowy, którego składowymi są tzw. składniki losowe zwane też zakłóceniami losowymi

$$B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix} \tag{8}$$

W zapisie macierzowym m równań można przedstawić w następującej postaci:

$$Y = XA + B \tag{9}$$

W zapisie skalarowym model regresji wielorakiej (liniowej) ma postać:

$$y_i = a_1 x_{i1} + a_1 x_{i2} + \dots a_p x_{ip} + b_i \tag{10}$$

gdzie:

y_i - i-ta obserwacja zmiennej zależnej (objaśnianej),

x_{ij} - i-ta obserwacja j-tej zmiennej niezależnej,

a_j - współczynnik regresji j-tej zmiennej niezależnej,

b_i - zmienna losowa, reprezentująca zakłócenia.

Zmienne niezależne zostaną określone na podstawie macierzy korelacji, przy czym poziom istotności ustalono zgodnie z programem standardowym na 98, 99%.

3. WYNIKI OBLICZEŃ I ICH ANALIZA

Wyniki badań statytycznych analizowane były w aspekcie:

1. Sporządzenie "uśrednionego" modelu przodku ścianowego oraz analizy wyników produkcyjnych.
2. Badania chłonności pracy w robotach dołowych związanych z przygotowaniem i likwidacją frontu eksploatacyjnego oraz wybieraniem.

Potencjalny zbiór zmiennych opisujących wyrobiska wybierkowe poddano procedurze uśrednienia. Średnie wartości charakteryzujące parametry techniczne i wyniki eksploatacyjne przodków ścianowych w poszczególnych latach przedstawia tablica 1. Uśrednione wartości wyników produkcyjnych dla modelowego przodku ścianowego przedstawia tablica 2.

Tablica 1

Zestawienie średnich parametrów opisujących przodek wybierkowy

Lp.	Parametr opisowy		1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
1	Długość przodku	(m)	170,7	173,9	194,1	168,9	171,8	176,5	176,5	172,5	170,9
2	Wysokość przodku	(m)	2,15	2,23	2,32	2,47	2,38	2,34	2,36	2,31	2,28
3	Nachylenie	(°)	12,1	13,9	13,6	13,1	13,4	13,6	14,0	14,4	14,8
4	Wybieg przodku	(m)	730	848	843	9906	924	961	975	953	933
5	Metanowość	(kat)	0,976	0,789	0,788	0,861	0,761	0,909	0,832	0,748	0,910
6	Tąpania	(o)	0,523	0,478	0,372	0,342	0,256	0,263	0,296	0,355	0,267
7	Głębokość poł. ładowni	(m)	557	558	553	572	556	571	590	589	583
8	Masa obudowy	(kg)	3777	4910	6664	8037	8554	9004	9501	9940	10426
9	Zanieczyszczenie skałą płonną	(%)	29,6	27,7	28,0	28,2	28,1	29,7	30,4	31,5	30,7

Tablica 2

Zestawienie średnich wyników produkcyjnych przodku ścianowego

Lp.	Parametr opisowy		1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
1	Wydobycie dobowe	(t/dobę)	983	1057	1080	1045	1104	1012	1025	1016	932
2	Postęp dobowy	(t/dobę)	2,12	2,04	1,92	1,93	2,04	1,84	1,87	1,90	1,77
3	Wydajność	(t/rdn)	17,971	17,571	20,891	24,808	24,023	23,443	24,854	23,451	22,192

W wyniku obliczeń otrzymano macierze korelacji pomiędzy cechami opisującymi przodek ścianowy. Umożliwiły one określenie zmian mocy związków między wybranymi zmiennymi objaśnianymi a zmiennymi objaśniającymi. Analizę regresji wielorakiej przeprowadzono zgodnie z opisem zawartym w pkt. 2 opracowania.

Ze względu na brak silnych zależności korelacyjnych pomiędzy objaśnieniami zmiennymi a pozostałymi parametrami zrezygnowano z apriorycznego ustalenia zmiennych niezależnych funkcji regresji liniowej. Wykorzystano w tym celu procedurę optymalnego doboru zmiennych oferowaną przez pakiet programów XDS2. Za najlepsze równanie dla określonej ilości zmiennych niezależnych uważa się takie równanie, dla którego minimalizowana jest suma kwadratów składnika resztkowego. Zgodnie z tą procedurą ustalono zmienną zależną oraz zestaw zmiennych niezależnych, spośród których program dokona wyboru czynników istotnych dla modelu matematycznego. Cel opracowania narzuca jednoznacznie równania, na podstawie których należy budować modele matematyczne badanych zjawisk. Dla wydobycia dobowego ustalono następujący zestaw zmiennych niezależnych.

$$\text{Wydobycie } (X4) = f\ (X1, X2, X3, X6, X8, X9, X10, X11) \tag{11}$$

Dla postępu dobowego ściany ustalono następujący zestaw zmiennych niezależnych.

$$\text{Postęp } (X5) = f\ (X2, X3, X6, X8, X9, X10, X11) \tag{12}$$

Dla wydajności ustalono następujący zestaw zmiennych niezależnych.

$$\text{Wydajność } (X6) = f\ (X2, X3, X8, X9, X10, X11), \tag{13}$$

gdzie poszczególne zmienne oznaczają:

X1 - długość przodku (m)
X2 - wysokość przodku (m),
X3 - nachylenie przodku (^{o}),
X4 - wydobycie dobowe (ton/dobę),
X5 - postęp dobowy przodku (m),
X6 - wydajność wybierkowa (t/rbn),
X8 - metanowość,
X9 - zagrożenie tąpaniami,
X10 - głębokość eksploatacji (poziom ładowni),
X11 - masa sekcji obudowy (kg).

Wynikiem przeprowadzonych obliczeń są równania opisujące wydobycie dobowe w poszczególnych analizowanych latach.

Dla 1978 roku

$$\text{Wydobycie } (X4) = 4{,}17 \cdot X1 + 302{,}23 \cdot X2 + 16{,}17 \cdot X6 + 59{,}40 \cdot W8 + 0{,}027 \cdot X11 \quad (14)$$

Dla 1979 roku

$$\text{Wydobycie } (X4) = 3{,}17 \cdot X1 + 250{,}19 \cdot X2 + 4{,}452 \cdot X3 + 11{,}67 \cdot X6 + 52{,}06 \cdot X8 + 66{,}07 \cdot X9 + 0{,}04 \cdot X11 \quad (15)$$

Dla 1980 roku

$$\text{Wydobycie } (X4) = 4{,}09 \cdot X1 + 69{,}38 \cdot X2 + 16{,}06 \cdot X6 + 50{,}04 \cdot X8 + 36{,}90 \cdot X9 + 0{,}05 \cdot X11 \quad (16)$$

Dla 1981 roku

$$\text{Wydobycie } (X4) = 4{,}28 \cdot X1 + 185{,}33 \cdot X2 + 9{,}82 \cdot X3 + 14{,}58 \cdot X6 + 142{,}69 \cdot X9 + 0{,}51 \cdot X10 + 0{,}02 \cdot X11 \quad (17)$$

Dla 1982 roku

$$\text{Wydobycie } (X4) = 2{,}79 \cdot X1 + 241{,}26 \cdot X2 + 15{,}73 \cdot X3 + 19{,}12 \cdot X6 + 33{,}92 \cdot X8 + 84{,}55 \cdot X9 + 0{,}02 \cdot X11 \quad (18)$$

Dla 1983 roku

$$\text{Wydobycie } (X4) = 5{,}87 \cdot X3 + 17{,}93 \cdot X6 + 0{,}30 \cdot X10 + 0{,}05 \cdot X11 \quad (19)$$

Dla 1984 roku

$$\text{Wydobycie } (X4) = 1{,}83 \cdot X1 + 13{,}37 \cdot X6 + 0{,}05 \cdot X11 \quad (20)$$

Dla 1985 roku

$$\text{Wydobycie } (X4) = 2{,}45 \cdot X1 + 87{,}47 \cdot X2 + 15{,}51 \cdot X6 + 0{,}04 \cdot X11 \tag{21}$$

Dla 1986 roku

$$\text{Wydobycie } (X4) = 4{,}10 \cdot X1 + 212{,}99 \cdot X2 + 7{,}44 \cdot X3 + 7{,}11 \cdot X6 + 38{,}20 \cdot X8 \tag{22}$$

Przedstawiony model wydobycia dołowego ma zmienny charakter. W miarę upływu czasu zmienia się zarówno zestaw parametrów, jak i poziom ich istotności. Ponadto można stwierdzić, że w stosunku do lat poprzedzających zanika wpływ głębokości eksploatacji. Najbardziej reprezentatywny dla celów prognostycznych jest model określony wzorem (22).

Zakładając na podstawie tablicy 1, że parametry przodku ścianowego w 1989 roku osiągną wartości:

długość ściany X1 = 170 (m)
wysokość ściany X2 = 2,20 (m)
nachylenie X3 = 15,6°
wydajność X6 = 20 (t/rdn)
metanowość X8 = I kategoria

Wydobycie dobowe zgodnie ze wzorem (22) wyniesie:

(X4) = 697 + 468,6 + 116,1 + 142,2 + 38,2 = 1462 ton/dobę

Analogicznie przedstawić można równanie reprezentujące w poszczególnych latach postęp dobowy ściany X5 (wzór(12))oraz wydajność X6 (wzór(13)).

Dla 1978 roku

$$\text{Postęp } (X5) = 0{,}121 \cdot X2 + 0{,}022 \cdot X3 + 0{,}014 \cdot X6 + 0{,}13 \cdot X8 + 0{,}15 \cdot X9 \tag{23}$$

$$\text{Wydajność } (X6) = 7{,}15 \cdot X2 + 0{,}91 \cdot X3 + 1{,}85 \cdot X8 + 1{,}57 \cdot X9 + 0{,}01 \cdot X10 + 0{,}0006 \cdot X11 \tag{24}$$

Dla 1979 roku

$$\text{Postęp } (X5) = 0{,}02 \cdot X3 + 0{,}025 \cdot X6 + 0{,}09 \cdot X9 + 0{,}0006 \cdot X10 + 0{,}00007 \cdot X11 \tag{25}$$

$$\text{Wydajność } (X6) = 0{,}09 \cdot X2 + 0{,}84 \cdot X3 + 2{,}90 \cdot X8 + 0{,}86 \cdot X9 + 0{,}012 \cdot X10 \quad (26)$$

Dla 1980 roku

$$\text{Postęp } (X5) = 0\ 0{,}44 \cdot X2 + 0{,}027 \cdot X6 + 0{,}087 \cdot X8 + 0{,}0009 \cdot X10 + 0{,}00009 \cdot X11 \quad (27)$$

$$\text{Wydajność } (X6) = 5{,}32 \cdot X2 + 1{,}29 \cdot X3 + 2{,}28 \cdot X8 + 3{,}11 \cdot X9 + 0{,}01 \cdot X10 + 0{,}0006 \cdot X11 \quad (28)$$

Dla 1981 roku

$$\text{Postęp } (X5) = 0{,}32 \cdot X2 + 0{,}017 \cdot X6 + 0{,}42 \cdot X9 + 0{,}00004 \cdot X11 \quad (29)$$

$$\text{Wydajność } (X6) = 5{,}27 \cdot X2 + 1{,}41 \cdot X3 + 1{,}59 \cdot X9 + 0{,}0008 \cdot X11 \quad (30)$$

Dla 1982 roku

$$\text{Postęp } (X5) = 0{,}11 \cdot X3 + 0{,}027 \cdot X6 + 0{,}264 \cdot X9 + 0{,}0007 \cdot X10 + 0{,}00004 \cdot X11 \quad (31)$$

$$\text{Wydajność } (X6) = 9{,}48 \cdot X2 + 0{,}94 \cdot X3 + 1{,}92 \cdot X8 + 0{,}0003 \cdot X11 \quad (32)$$

Dla 1983 roku

$$\text{Postęp } (X5) = 0{,}28 \cdot X2 + 0{,}015 \cdot X3 + 0{,}024 \cdot X6 + 0{,}00007 \cdot X11 \quad (33)$$

$$\text{Wydajność } (X6) = 6{,}33 \cdot X2 + 0{,}66 \cdot X3 + 1{,}63 \cdot X8 + 1{,}75 \cdot X9 + 0{,}011 \cdot X10 + 0{,}0003 \cdot X11 \quad (34)$$

Dla 1984 roku

$$\text{Postęp } (X5) = 0{,}011 \cdot X6 + 0{,}227 \cdot X9 + 0{,}001 \cdot X10 + 0{,}00006 \cdot X11 \quad (35)$$

$$\text{Wydajność } (X6) = 2{,}08 \cdot X2 + 0{,}94 \cdot X3 + 1{,}74 \cdot X8 + 4{,}47 \cdot X9 + 0{,}017 \cdot X10 + 0{,}0009 \cdot X11 \quad (36)$$

Dla 1985 roku

$$\text{Postęp } (X5) = 0{,}33 \cdot X2 + 0{,}017 \cdot X6 + 0{,}061 \cdot X8 + 0{,}001 \cdot X10 + 0{,}00004 \cdot X11 \quad (37)$$

$$\text{Wydajność } (X6) = 7{,}51 \cdot X2 + 0{,}65 \cdot X3 + 0{,}97 \cdot X8 + 3{,}69 \cdot X9 + 0{,}921 \cdot X10 \quad (38)$$

Dla 1986 roku

$$\text{Postęp } (X5) = 1{,}56 \cdot X2 + 0{,}011 \cdot X6 + 0{,}20 \cdot X9 \quad (39)$$

$$\text{Wydajność } (X6) = 2{,}46 \cdot X2 + 0{,}627 \cdot X3 + 1{,}58 \cdot X8 + 0{,}0008 \cdot X11 \quad (40)$$

Wykorzystując dane zawarte w tablicy 1, przewidziano, że w 1989 roku osiągnie się wydajność (X6) = 5,41 + 9,78 + 1,58 + 9,19 = 25,96 t/rdn.

4. WNIOSKI

1. Przedstawiony model badania zależności między wybranymi parametrami górniczo-geologicznymi a osiąganymi wynikami techniczno-ekonomicznymi na przykładzie reprezentatywnej grupy kopalń umożliwia prognozowanie charakteru zmian podstawowych wskaźników techniczno-ekonomicznych przodków wybierkowych.

2. Prognoza wydobycia dobowego wskazuje możliwość jego przyrostu w 1989 roku do 1462 t/d.

3. Prognoza wydajności pracy wykazuje w badanym przedziale czasu tendencje wzrostu do wartości 25,96 t/rdn.

4. Istotny wpływ na efektywność prac wybierkowych, a tym samym wpływ na skuteczność prognozy mają uwarunkowania społeczne, trudne aktualnie do przewidzenia.

LITERATURA

1. Analiza statystyczna: Oprogramowanie maszyny cyfrowej ODRA 1305. Wyd, WZE ELWRO, Wrocław 1972.
2. BILIŃSKI A., SIKORA W.: Zastosowanie metod statystycznych do anlizy wyników produkcyjnych ścian zawałowych. Przegląd Górn. 4/1962.
3. CHMIELA A.: Wybrane zagadnienia z organizacji produkcji górniczej. Skrypt Nr 733, Pol. Śl. Gliwice 1978.

4. CZABANKA J., PRZYBYŁA H.: Struktura chłonności pracy i jej wzajemne uwarunkowania. ZN Pol. Śl. s. Górnictwo nr 109.

5. Ekonomiczna efektywność koncentracji robót w kopalniach węgla kamiennego. - Stała Komisja PW RWPG. Wyd. ZGPW, Katowice 1967.

6. GREŃ J.: Statystyka matematyczna. Wyd. PWN, Warszawa 1975.

7. IMIELA J.: Praca dyplomowa magisterska. Gliwice 1987.

8. KOZDRÓJ M. i in.: Metoda wyznaczania optymalnego wybiegu ścian z obudową zmechanizowaną na podstawie analizy wydajności. Wyd. SITG, Bytom 1970.

9. KOZDRÓJ M.: Metody rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej w organizacji produkcji górniczej. Wyd. Śląsk, Katowice 1969.

10. KOZDRÓJ M.: Organizacja i podstawy automatyzacji zarządzania kopalnią węgla kamiennego. Wyd. Śląsk, Katowice 1972.

11. KOZDRÓJ M.: Organizacja produkcji górniczej. Wyd. Śląsk Katowice 1968.

12. LISOWSKI A.: Operatywna analiza i kontrola ścian kombajnowych za pomocą standardów (potencjałów). Prace GIG z. 8, Katowice 1967.

13. LISOWSKI A.: Koncentracja - czynnikiem decydującym oddziałowej i dołowej w pracochłonności głębinowych kopalń węgla kamiennego. Prace GIG Komunikat 361, Katowice 1964.

14. Podstawowe wskaźniki techniczne przodków ścianowych w PW. - Opracowanie COIG na podstawie systemu IOS. MGiE, Katowice 1988.

15. POTOCKI Cz.: Metoda oceny poziomu techniczno-organizacyjnego czynnych ścian zmechanizowanych. Praca doktorska, 1969.

16. RABSZTYN J.: Wpływ wielkości oddziałów produkcyjnych na wydajność. Wiadomości Górnicze 6/1962.

17. ROZIN B.B.: Teoria rozpoznawania obrazów. Wyd. PWN, Warszawa 1979.

18. SIKORA W.: Środki zwiększania mocy produkcyjnej ścian zmechanizowanych. Przegląd Górniczy 11/1964.

19. SITKO W., CHMIELA A., KOZYRA J.: Projektowanie organizacji wybierania węgla kamiennego. Skrypt Uczeln. 422, Pol. Śl., Gliwice 1973.

Recenzent

Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Sitko

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ИЗБРАННЫМИ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ И ДОСТИГНУТЫМИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НА ПРИМЕРЕ ИЗБРАННОЙ ГРУППЫ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ

Р е з ю м е

На основе обширного статистического материала были произведены исследования зависимости между избранными горно-геологическими параметрами и достигнутыми технико-экономическими результатами в шахтах в избранных очистных забоях.

При исследованиях применялся метод многомерного сравнительного анализа. В расчетных процедурах использовались стандартные программы XDS-2. Получены корреляционные зависимости между объясняемыми и объясняющими переменными модели. Определены уравнения регрессии в линейном виде, описывающие зависи-

мость между добычей, эффективностью и подвиганием в очистных забоях и составом важных независимых переменных.

Эти функции являются основой при прогнозировании характера основных изменений технико-экономических показателей в очистных забоях.

INVESTIGATIONS ON THE RELATION SHIPS BETWEN THE SELECTED MINING-GEOLOGICAL PARAMETERS AND THE ACHIEVED TECHNICAL-ECONOMIC RESULTS USING AN EXAMPLE OF A REPRESENTATIVE GROUP OF EXTRACTION FACES

S u m m a r y

On the basis of wide statistical material some investigations have been made on the relationships between the selected mining-geological parameters and the achieved technical-economic results of mines in the extracted mine faces.

Used in the investigations was a method of multidimensional comparative analysis. In the computational procedures use was made of standard programs XDS 2.

Some correlational dependences between the variables explained and the explanatory variables of the model were obtained.

A set of regression equatione in a linear form, describing the dependences between the output, productivity and advance in the extraction faces and a set of essential independent variables has been determined.

The functions are the basis for prognosticating the character of the changes of basic technical-economic indices of the extraction faces.