

Norbert MUSIOŁ

PROGNOZOWANIE WYDAJNOŚCI W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W artykule wyznaczono funkcję wydajności, w której zmiennymi objaśniającymi są majątek trwały, techniczne uzbrojenie pracy i zatrudnienie. Podano prognozy wydajności oraz wyznaczono optymalne wielkości zmiennych objaśniających.

1. Wprowadzenie

Jednym z podstawowych wskaźników charakteryzujących kopalnię obok wydobywania i kosztów jest wydajność. Znajomość wielkości tego wskaźnika w przyszłości ma duże znaczenie przy podejmowaniu wielu różnorodnych decyzji.

W niniejszym opracowaniu wyznaczono prognozy tego wskaźnika dla kopalń spełniających warunek osiągnięcia ponad 50% wydobywania z poziomów poniżej 400 m. Liczba kopalń spełniających ten warunek na przestrzeni lat 1963, 1973 zmieniała się w poszczególnych latach i wahała się od 24 do 34.

Dane dotyczące wydajności w wybranej grupie kopalń w latach 1963-1973 przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Lata	1963	1964	1965	1966	1967	
Wydajność ogólna kg/rdn	1461	1463	1544	1576	1622	
Wydajność ogólna kg/pdn	1610	1617	2263	2361	2394	
Wydajność dołowa	2063	2102	2723	2744	2813	
Lata	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Wydajność ogólna kg/rdn	1685	1724	1790	1859	1926	2022
Wydajność ogólna kg/pdn	2509	2626	2687	2697	2923	3093
Wydajność dołowa	2952	3043	3139	3265	3403	3609

Z analizy danych przedstawionych w tabelicy 1 wynika, że wydajności przejawiają stale rosnący trend oraz charakter zmian funkcji trendu jest bardzo regularny.

2. Prognozowanie na podstawie ekstrapolacji trendu

Prognozy analizowanych wydajności wyznaczono na podstawie ekstrapolacji trendu. Modele tendencji rozwojowych charakteryzuje się tym, że nie przedstawiają ilościowych aspektów związków przyczynowo-skutkowych, a opisują tylko zmiany zmiennej endogenicznej Y_t w czasie. Y_t jest traktowana jako funkcja zmiennej czasowej t , która przybiera wartości całkowite, a jej przyrosty dla kolejnych następujących po sobie okresów równe są jedności. Modele tendencji rozwojowych mogą być zróżnicowane jeśli chodzi o analityczną postać funkcji trendu.

$$Y_t = \sum_{i=0}^n a_i t^i + \xi_t \quad (1)$$

$$Y_t = a_0 + a_1 t + \xi_t \quad (1a)$$

Y_t - zmienna endogeniczna,

a_0, a_1, \dots - parametry strukturalne modeli, szacowane za pomocą metody najmniejszych kwadratów,

ξ_t - składnik losowy.

W naszych rozważaniach uwzględniamy model (1a).

Oprócz ocen parametrów strukturalnych obliczono również miary zgodności wyników empirycznych z teoretycznymi korzystając ze współczynnika zbieżności (φ^2), współczynnika korelacji wielorakiej (R) oraz zmienności losowej (Z).

W oparciu o dane przedstawione w tabelicy 1 oraz ich analizę wyznaczono funkcję trendu postaci

$$V_1 = 36,51 + 1548,84 \quad (2)$$

Dla przedstawionej powyżej funkcji parametry struktury stochastycznej przedstawiają się następująco:

współczynnik zbieżności $\varphi^2 = 0,024$,

współczynnik zmienności losowej $z = 0,021$,

współczynnik korelacji wielorakiej $R = 0,976$.

Podobnej postaci są równania trendów wydajności ogólnej V_2 (kg/pdn) oraz wydajności dołkowej (V_3):

$$V_2 = 106.64 t + 1558.38 \quad (3)$$

$$V_3 = 108.36 t + 2025.72 \quad (4)$$

Parametry struktury stochastycznej obu równań są korzystne i kształtują się podobnie jak dla równania (2).

Wartości prognozowane wydajności ogólnej wyliczone z funkcji (2, 3, 4) przedstawiono w tabelicy 2

Tabelica 2

Lata	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
V_1	2023	2058	2097	2133	2170	2206	2242
V_2	3045	3151	3257	3364	3431	3578	3684
V_3	3434	3543	3651	3760	3868	3976	4085

3. Wyznaczenie funkcji wydajności ogólnej

Wszelkie zjawiska, których rozwój kształtuje się pod wpływem prawidłowości o charakterze przyczynowo-skutkowym, można przedstawić w formie określonego modelu matematycznego. Podkreślić jednak należy, że nawet poprawnie zbudowany model nie stanowi wiernego odwzorzenia rzeczywistości, która jest zbyt skomplikowana, by mogła być ujęta w formie ścisłych zależności matematycznych.

Proces produkcji materialnej ulega w czasie przeobrażeniom, co wyraża się między innymi zmianami związków ilościowych pomiędzy nakładami czynników produkcji a wynikami produkcji. Z punktu widzenia rozpoznania skali tych zmian niezbędne jest przeprowadzenie odpowiedniej analizy.

Powszechnie znaną metodą analizy związków w czasie pomiędzy wielkościami czynników produkcji jest funkcja produkcji. Stosowany jest model addytywny oparty na liniowej funkcji postaci:

$$Y_t = \sum_{k=0}^k a_k X_{kt} + \xi_t \quad (5)$$

gdzie:

Y_t - wartość produkcji w roku t ($t = 1, 2, \dots, T$),

X_{kt} - wartość k-tego czynnika produkcji w roku t,

a_k - parametry strukturalne modelu,

ξ_t - składnik losowy.

Względnie model multiplikatywny, oparty na przykład na funkcji potęgowej:

$$Y_t = \prod_{k=0}^k X_{kt}^{a_k} \cdot e^{\xi_t} \quad (6)$$

Równanie (6) poprzez działanie logarytmowania można sprowadzić do postaci liniowej:

$$\ln Y_t = \sum_{k=0}^k a_k \ln X_{kt} + \xi_t \quad (7)$$

W wyniku zastosowania klasycznej metody najmniejszych kwadratów, przy przyjętych założeniach dotyczących rozkładu składnika losowego, otrzymujemy wartość a_k ($k = 0, 1, 2, \dots, K$) jako liczbowe oceny parametrów α_k .

Jedną z najczęściej rozpatrywanych funkcji wydajności ogólnej jest funkcja wynikająca z prostego przekształcenia funkcji wydobywania typu Cobb-Douglasa postaci (6):

$$W_t = X_{1t}^{a_1} X_{2t}^{a_2} X_{3t}^{a_3} \cdot e^{\xi_t} \quad (8)$$

gdzie:

X_1 - wartość majątku trwałego biernego (mld zł),

X_2 - wartość majątku trwałego czynnego (mld zł),

X_3 - liczba przepracowanych pracowników/rocznie (mln),

W - wydobywanie (mln t).

Przekształcenie to polega na podzieleniu obu stron powyższej funkcji przez X_3 i na odpowiednim pogrupowaniu czynników prawej strony równania. Oznaczając stosunek $\frac{W}{X_3}$ - który jest wydajnością ogólną - przez V_1 otrzymujemy:

$$V_{1t} = X_{1t}^{a_1} \left(\frac{X_{2t}}{X_{3t}}\right)^{a_2} X_{3t}^{a_3+a_2-1} \cdot e^{\xi_t} \quad (9)$$

mienna $\frac{X_{2t}}{X_{3t}} = X_{4t}$ jest technicznym uzbrojeniem pracy.

W modelu wydajności ogólnej otrzymanym z funkcji wydobywania zmiennych są wszystkie te, które występują w równaniu (8) z jednym wyjątkiem, a mianowicie zamiast wartości majątku trwałego czynnego pojawia się techniczne uzbrojenie pracy.

$$V_{1t} = X_{1t}^{a_1} X_{3t}^{a_3+a_2-1} X_{4t}^{a_2} \cdot e^{\xi_t} \quad (10)$$

Funkcję (10) oszacowano metodą najmniejszych kwadratów. Wartości X_1 , X_3 i X_4 dla analizowanej grupy kopalń przedstawiono w tabelicy 3.

Tabelica 3

Lata	1963	1964	1965	1966	1967	
X_1	0.674	0.679	0.708	0.735	0.772	
X_3	1.346	1.357	1.273	1.269	1.235	
X_4	0.435	0.424	0.462	0.490	0.505	
Lata	1968	1969	1970	1971	1972	1973
X_1	0.734	0.771	0.838	0.895	0.906	0.955
X_3	1.256	1.260	1.318	1.343	1.339	1.338
X_4	0.544	0.551	0.575	0.590	0.627	0.635

Po przeprowadzeniu obliczeń otrzymano:

$$V_{1t} = X_1^{0.12} X_3^{-0.04} X_4^{0.12} \quad (11)$$

Z wyznaczonego równania wynika, że:

- Wykładnik potęgowy przy zmiennej X_4 jest dodatni, co świadczy o otrzymaniu zgodnego z oczekiwaniem rezultatu, że wzrost technicznego uzbrojenia pracy prowadzi do wzrostu wydajności ogólnej.

- Wykładnik potęgowy przy zmiennej X_3 , a więc przy nakładach pracy żywej, jest ujemny, co jest z wyjątkiem nielicznych chyba sytuacji specjalnych wynikiem przewidywanym, zgodnym z intuicją i teorią ekonomii. Ujemna wartość tego wykładnika informuje, że wzrost nakładów pracy żywej przy stałych wartościach pozostałych zmiennych - prowadzi do spadku wydajności ogólnej.

Korzystając z wyznaczonych w [1] optymalnych wartości X_{1opt} , X_{2opt} i X_{3opt} obliczono optymalne wartości wydajności ogólnej. Optymalne wartości X_1 , X_2 , X_3 oraz V_{1opt} przedstawiono w tabelicy 4.

Tablica 4

Lata	1975	1976	1977	1978	1979	
X_{1opt}	1.002	1.049	1.089	1.127	1.165	
X_{2opt}	0.872	0.912	0.952	0.992	1.034	
X_{3opt}	1.370	1.358	1.347	1.329	1.303	
V_{1opt}	3730	3770	3810	3860	3900	
Lata	1980	1981	1982	1983	1984	1985
X_{1opt}	1.216	1.268	1.327	1.393	1.446	1.562
X_{2opt}	1.087	1.147	1.213	1.289	1.358	1.490
X_{3opt}	1.293	1.273	1.261	1.237	1.213	1.212
V_{1opt}	3950	4010	4060	4130	4190	4270

Wyznaczone wielkości optymalne wydajności posłużyły do wyznaczenia optymalnych wartości wydajności ogólnej i dołowej. Na ścisłą zależność tych wielkości wskazują liczne badania.

Wyznaczono równania, w których zmienną endogeniczną jest wydajność ogólna V_1 , a zmiennymi egzogenicznymi wydajności ogólna (kg/pdn) V_2 oraz dołowa V_3

$$V_1 = 0,39 V_2 + 815,94 \quad (12)$$

Z powyższego równania wynika, że wzrost wydajności ogólnej o 10 kg/rdn spowoduje wzrost wydajności ogólnej o 3,9 kg/pdn.

Zależność między wydajnością ogólną a dołową ujmuje poniższe równanie:

$$V_1 = 0,35 V_3 + 741,56 \quad (13)$$

Powyższa zależność wykazuje, że wydajność ogólna wzrasta o 3,5 kg/pdn na każde 10 kg/rdn wzrostu wydajności dołowej.

Parametry struktury stochastycznej obu równań są korzystne i przedstawiają się odpowiednio:

	(V_2)	(V_3)
wariancja	$S^2 = 21,70$	$S^2 = 33,92$
współczynnik zbieżności	$Z^2 = 0,0026$	$Z^2 = 0,0011$
współczynnik zmienności losowej	$Z = 0,0039$	$Z = 0,0035$

Z równań (12) i (13) wyznaczono wartości optymalne wydajności ogólnej (kg/pdn) i dołowej, które zestawiono w tabelicy 5

Tabela 5

Lata	1975	1976	1977	1978	1979
V_{2opt}	7471	7574	7676	7805	7907
V_{3opt}	8540	8654	8768	8911	9025

Lata	1980	1981	1982	1983	1984	1985
V_{2opt}	8035	9189	8317	9497	8651	8856
V_{3opt}	9168	9340	9482	9682	4854	

4. Zakończenie

Na podstawie badań przeprowadzono obliczenie funkcji wydajności.

Oprócz wniosków szczegółowych oraz wyznaczonych prognoz zamieszczonych w treści artykułu określić można następujące wnioski końcowe:

1. Przeprowadzona ekonometryczna analiza kształtowania się wydajności w skali kopalń może znaleźć zastosowanie praktyczne przy rozwiązywaniu szeregu zagadnień tj.:

- Ocena wpływu przyjętych zmiennych na kształtowanie się wydajności pracy. W tym celu wykorzystać można współczynnik elastyczności dla ustalenia przyrostu wydajności pracy wywołanego przyrostem wartości określonej zmiennej.
- Planowanie poziomu wydajności pracy. Znając przewidywany w przyszłości poziom zmiennych objaśniających można ustalić wartości prognozy wydajności pracy na podstawie oznaczonego modelu posługując się np. metodą predykcji nieobciążonej.

2. Jeśli nie ma podstaw do odrzucenia zasady ceteris paribus, otrzymane wyniki empiryczne wykorzystać można do podejmowania decyzji planistycznych odnośnie wydajności pracy na dalsze okresy czasu.

LITERATURA

- [1] MUSIOŁ N.: Wyznaczanie optymalnych nakładów czynników produkcji górniczej.

ПРОГНОСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ В ШАХТАХ КАМЕННОГО УГЛЯ

Резюме

В статье представлено функцию производительности, которой объяснительными переменными являются: постоянное имущество, техническое оснащение работы и занятость. Подано прогностику производительности и обозначено оптимальную величину объяснительных переменных.

EFFICIENCY PREDICTION IN HARD COAL MINES

Summary:

In the article there has been established the efficiency function in which descriptive variables are solid goods, technical work armament, and employment.

The efficiency predictions have been presented and the optimum values of descriptive variables have been defined.