ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1970

Seria: GÓRNICTWO z. 44 Nr kol. 292

TADEUSZ POGONOWSKI

MODEL TEORETYCZNY CYKLU BUDOWY GŁĘBINOWEJ KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W artykule przeprowadzono badania teoretycznych modeli cyklu budowy kopalni dla uzyskania możliwie zgodnych wyników z rzeczywistymi wielkościami wskaźnika ekonomicznej efektywności. Zaproponowano uwzględnienie w rachunku ekonomicznym węgla tzw. inwestycyjnego, którego wpływ na wskaźnik okazał się znaczny. Wykonano analizę porównawczą dla obowiązującej i proponowanych postaci wskaźnika ekonomicznej efektywności.

1. Wstęp

Dla potrzeb oceny przedsięwzięć inwestycyjnych w planowaniu perspektywicznym przystosowano wskaźnik ekonomicznej efektywności inwestycji dla warunków przemysłu węglowego [11, 12]. Nakłady inwestycyjne będące składnikiem wzoru wskaźnika ekonomicznej efektywności mogą być określone na podstawie parametrów naturalnych, projektowych, pochodnych [12] przy czym zakładano rozkład tych nakładów w czasie w formie przedstawionej na rys. 1a.

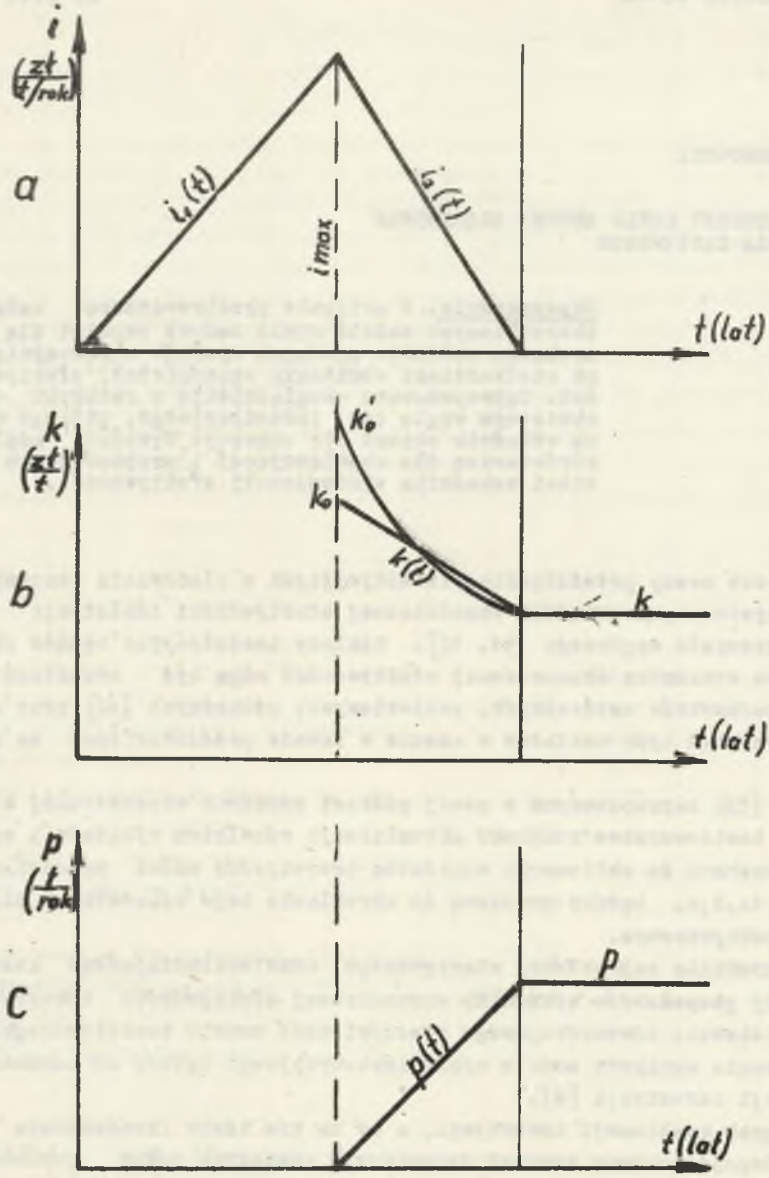
W pracy [13] zaproponowano w nowej postaci wskaźnik ekonomicznej efektywności z zastosowaniem rachunku aktualizacji wszelkich wydatków i wpływów. Wykorzystano do obliczania wskaźnika teoretyczny model przedstawiony na rys. 1a,b,c, będący podstawą do określania tego wskaźnika w planowaniu perspektywicznym.

Celem uzyskania najbardziej wiarygodnego, odzwierciedlającego rzeczywiste efekty gospodarcze wskaźnika ekonomicznej efektywności inwestycji, wymaga to istotnie odwzorowującego rzeczywistość modelu teoretycznego.

Zastosowanie wariantu modelu cyklu inwestycyjnego zależy od harmonogramu realizacji inwestycji [8].

Harmonogram realizacji inwestycji, a co za tym idzie finansowania inwestycji ulegają zmianom wskutek dynamicznie rosnących zadań produkcyjnych stawianych przez gospodarkę narodową górnictwu węglowemu; dotyczy to szczególnie budowanych kopalń węgla koksującego.

W oparciu o dane budowanych kopalń oraz literaturę [6, 8, 9, 13] rozpatrzono szereg modeli rozkładu nakładów inwestycyjnych w czasie. Wybór modelu będzie zależał od tego w jakim stopniu (procencie) będzie się on różnił od stanu faktycznego analizowanych cykli.



Rys. 1. Teoretyczny model cyklu inwestycyjnego wg prac [11, 12, 13]

2. Stosowane teoretyczne modele cyklu inwestycyjnego budowy kopalni

Przy opisie modeli teoretycznych stosowanych i proponowanych zostaną użyte następujące wyrażenia:

J – rzeczywiste całkowite nakłady inwestycyjne, mln zł,

J_a – zaktualizowane nakłady inwestycyjne, mln zł,

i – kapitałochłonność, zł/t/rok,

s – stopa procentowa, %/100,

t – zmienna czasu, lat,

t_a – okres budowy kopalni do momentu uzyskania pierwszego wydobycia, lat,

t_b – okres budowy kopalni, lat,

t_r – okres rozwoju wydobycia, lat.

W pracy dotyczącej ekonomicznych zagadnień związanych z budową kopalni wygłoszonej na I Międzynarodowym Zjeździe Górniczym w Warszawie, autor M. Therme zaproponował model rozkładu nakładów inwestycyjnych w formie sinusoidy [9].

Prowadząc rozważania nad optymalną wielkością kopalni i wpływem czynnika czasu na wielkość tych parametrów, zakłada funkcję trygonometryczną typu:

$$i_t(t) = \sin\left(\pi \frac{t}{t_b}\right). \tag{1}$$

Przebieg tej funkcji przedstawiono na rys. 2.

W pracy zostanie pominięte uproszczenie autora polegające na zastąpieniu czynnika $(1 + s)$ przez e^{st} oraz wprowadzono założenie, że gdy stopa procentowa $s \to 0$, wówczas wyrażenie

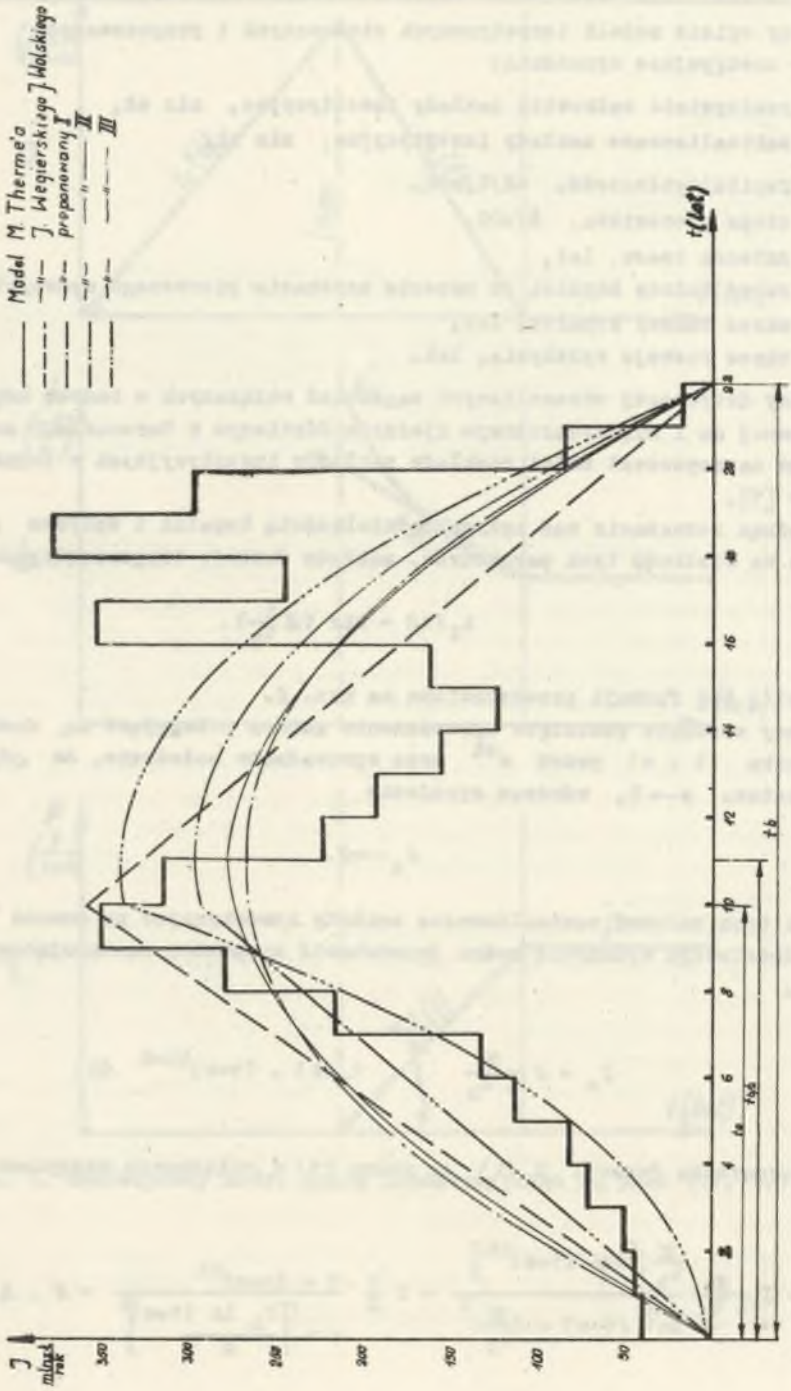
$$J_a \to J.$$

Wobec tych założeń zaktualizowane nakłady inwestycyjne na moment uzyskania docelowego wydobycia można przedstawić za pomocą następującego wyrażenia

$$J_a = J \frac{\pi}{2 t_b} \int_0^{t_b} i_t(t) \cdot (1+s)^{t_b - t} \, dt. \tag{2}$$

Po wstawieniu funkcji $i_t(t)$ ze wzoru (1) i obliczeniu otrzymano

$$J_a = J \frac{\pi}{2 t_b} \frac{\frac{\pi}{t_b}\left[1 + (1+s)^{t_b}\right]}{\ln^2 (1+s) + \left(\frac{\pi}{t_b}\right)^2} = J \frac{1}{2} \frac{1 + (1+s)^{t_b}}{1 + \left[\frac{t_b \ln (1+s)}{\pi}\right]^2} = J \cdot A_1. \tag{3}$$



Rys. 2. Teoretyczne stosowane i proponowane modele rozkładu nakładów inwestycyjnych w oparciu o rzeczywisty model

Ze wzoru (3) wynika, że J_a zależy od wartości t_b oraz s. Funkcja $i_t(t)$ osiąga maksimum w punkcie $t = t_b/2$, a wartość funkcji w tym punkcie wynosi

$$i_{max} = J \frac{\pi}{2 t_b}, \tag{4}$$

gdzie:

$$J = \sum_{i=1}^{t_b} J_i$$

przy czym

J_i – nakłady inwestycyjne ponoszone w kolejnych latach, mln t/rok.

W pracach [11, 12] autorzy J. Węgierski, J. Wolski zaproponowali rozkład nakładów inwestycyjnych w czasie, przy czym wierzchołek trójkąta przypada na moment uzyskania pierwszego wydobycia. Rozkład ten przedstawiono na rys. 1a.

W pracy [13] wykorzystano ten model do obliczenia zaktualizowanych nakładów inwestycyjnych.

Model ten przedstawiono następującymi wzorami [12]

$$i_1(t) = \frac{2}{t_a \cdot t_b} \cdot t \tag{5}$$

oraz

$$i_2(t) = -\frac{2}{t_b \cdot t_r} \cdot t + \frac{2}{t_r}. \tag{5a}$$

Zaktualizowane nakłady inwestycyjne na moment uzyskania docelowego wydobycia przedstawiono za pomocą wzoru [13]

$$J_a = J \cdot \int_0^{t_b} i_{1,2}(t) \cdot (1+s)^{t_b - t}\, dt. \tag{6}$$

Po wprowadzeniu za $i_{1,2}(t)$ funkcji określonych wzorami (5) i (5a) wzorami wyrażenie powyższe przybiera postać

$$J_a = J \left[\frac{2}{t_a \cdot t_b} \int_0^{t_a} t(1+s)^{t_b - t}\, dt - \frac{2}{t_b \cdot t_r} \int_{t_a}^{t_b} t(1+s)^{t_b - t}\, dt + \right.$$

$$\left. + \frac{2}{t_r} \int_{t_a}^{t_b} (1+s)^{t_b - t}\, dt \right]. \tag{7}$$

Stąd po obliczeniu i przekształceniu

$$J_a = J\left(\frac{t_a}{t_b} A_2 + \frac{t_r}{t_b} \cdot A_3\right), \tag{8}$$

gdzie:

$$A_2 = \frac{2(1+s)^{tr}}{t_a \ln(1+s)}\left[\frac{(1+s)^{t_a} - 1}{t_a \ln(1+s)} - 1\right]$$

$$A_3 = \frac{2(1+s)^{tr}}{t_r \ln(1+s)}\left[1 - \frac{1-(1+s)^{-tr}}{t_r \ln(1+s)}\right].$$

Gdy $s \to 0$, wówczas $A_2 \to 1$ i $A_3 \to 1$, a zaktualizowane nakłady zmierzają do wartości rzeczywistych nakładów

$$J_a \to J\left(\frac{t_a}{t_b} + \frac{t_r}{t_b}\right) = J.$$

W powyższym modelu w punkcie $t = t_a$ funkcja przyjmuje wartość:

$$h = J\frac{2}{t_b}. \tag{9}$$

3. Proponowane teoretyczne modele cyklu inwestycyjnego budowy kopalni

Proponowanym modelem (I) jest funkcja paraboliczna którą przedstawiono następującym wzorem:

$$i_p(t) = -t^2 + t_b \cdot t. \tag{10}$$

Zaktualizowane nakłady inwestycyjne przedstawione za pomocą wyrażenia

$$J_a = J\frac{6}{t_b^3}\int_0^{t_b} i_p(t)\,(1+s)^{t_b - t}\,dt. \tag{11}$$

Po podstawieniu funkcji $i_p(t)$ oraz obliczeniu i przekształceniu otrzymano wzór:

$$J_a = J\frac{6\left[(1+s)^{t_b}-1\right]\left[t_b - \frac{2}{\ln(1+s)}\right] + 12\,t_b}{t_b^3 \ln^2(1+s)} = J \cdot A_4. \tag{12}$$

Gdy $s \to 0$, wówczas wyrażenie $A_4 \to 1$; zaktualizowane nakłady dążą do rzeczywistych nakładów inwestycyjnych $J_a \to J$.

Funkcja $i_p(t)$ posiada maksimum w punkcie $t = \frac{t_b}{2}$ i przyjmuje wartość

$$i_{max} = J \frac{1{,}2}{t_b}. \tag{13}$$

W dalszych dwóch propozycjach skonstruowano modele wykorzystujące elementy poprzednio prezentowanych modeli teoretycznych. Kolejny proponowany model (II) zbudowany jest z prostej i paraboli.
Elementy modelu przedstawiono za pomocą następujących wyrażeń

$$\text{Prosta} - i_p^1(t) = t_r \cdot t \tag{14}$$

$$\text{Parabola} - i_p^2(t) = -t^2 + t_b \cdot t. \tag{14a}$$

Zaktualizowane nakłady inwestycyjne, przedstawić można za pomocą ogólnego wzoru:

$$J_a = J \frac{6}{t_b^3 - t_a^3} \left[\int_0^{t_a} i_p^1(t)(1+s)^{t_b - t}\, dt + \int_{t_a}^{t_b} i_p^2(t)(1+s)^{t_b - t}\, dt \right]. \tag{15}$$

Po wprowadzeniu funkcji $i_p^1(t)$ i $i_p^2(t)$ wg powyższych wzorów pod znak całki po obliczeniu i przekształceniu wyrażeń

$$J_a = J \frac{6}{t_b^3 - t_a^3} \left[A_5 + A_6 \right] \tag{16}$$

przy czym:

$$A_5 = t_b \frac{t_b - t_a (1+s)^{t_r}}{\ln(1+s)} + \frac{t_r (1+s)^{t_r}}{\ln^2(1+s)} \left[(1+s)^{t_a} - 1 \right]$$

$$A_6 = \left[t_b - \frac{2}{\ln(1+s)} \right] \left[\frac{t_a (1+s)^{t_r} - t_b}{\ln(1+s)} + \frac{(1+s)^{t_r} - 1}{\ln^2(1+s)} \right].$$

Wartość funkcji w punkcie $t = t_a$ wynosi:

$$h = J \frac{6 \cdot t_r \cdot t_a}{t_b^3 - t_a^3}. \tag{17}$$

Gdy $s \to 0$ wówczas zaktualizowana wartość nakładów inwestycyjnych dąży do rzeczywistych nakładów inwestycyjnych.

Ostatni proponowany model (III) zbudowany jest z dwóch parabol, przy czym nowość stanowi tutaj w stosunku do poprzednich modeli przyjęcie w zakresie czasu $(0 - t_a)$ paraboli (rys. 2).
W oparciu o rzeczywisty rozkład nakładów inwestycyjnych, oznaczony umownie nr I (patrz tablica 1), przeprowadzono za pomocą metody najmniejszych kwadratów "dopasowanie" właściwej funkcji potęgowej. Okazało, się, że dla założonej funkcji potęgowej

$$i'_p(t) = a \cdot t^k, \tag{18}$$

gdzie:

a – współczynnik,
t – zmienna czasu, lat,
k – wykładnik potęgowy.

Wartości szukanych parametrów wynoszą $k = 1{,}72$, $a = 7{,}69$.
Wyznaczona wartość z obliczeń wykładnika potęgowego $k = 1{,}72$ skłoniła do przybliżenia rzeczywistego rozkładu funkcję paraboliczną.
Drugą parabolę w zakresie czasu $(t_a - t_b)$ stanowi poprzednio przedstawiona parabola

$$i''_p(t) = -t^2 + t_b \cdot t. \tag{19a}$$

W oparciu o drugą parabolę wyznaczono współczynnik a pierwszej paraboli który można przedstawić w następującej postaci

$$i'_p(t) = \frac{t_r}{t_a} \cdot t^2. \tag{19b}$$

Zaktualizowane nakłady inwestycyjne przy założonym modelu rozkładu nakładów przedstawić można w następującej ogólnej postaci:

$$J_a = J \frac{6}{t_b \cdot t_r (t_b + t_a)} \left[\int_0^{t_a} i'_p(t)(1+s)^{tb-t}\, dt + \int_{t_a}^{t_b} i''_p(t)(1+s)^{tb-t}\, dt \right]. \tag{20}$$

Po wprowadzeniu pod znak całki odpowiednich funkcji oraz po obliczeniu i przekształceniu, wrażenie (20) przybiera następującą postać

$$J_a = J \frac{6}{t_b t_r (t_b + t_a)} \left[A_6 + A_7 \right] \tag{21}$$

przy czym

A_6 – jak wyżej

$$A_7 = \frac{(1+s)^{tr}}{\ln(1+s)} \left[t_b \left(\frac{t_b}{(1+s)^{tr}} - t_a \right) + \frac{2\, t_r}{\ln(1+s)} \left(\frac{(1+s)^{ta}-1}{t_a \ln(1+s)} - 1 \right) \right].$$

Wartość funkcji w punkcie $t = t_a$ wynosi

$$h = J \frac{6\, t_a}{t_b\,(t_b + t_a)}. \tag{22}$$

Gdy $s \to 0$, wówczas zaktualizowane nakłady inwestycyjne dążą do rzeczywistych nakładów.

4. Analiza porównawcza stosowanych i proponowanych modeli cyklu inwestycyjnego

W tablicy 1 zestawiono przykładowe harmonogramy finansowania budowy kopalń dla których przeprowadzono analizę porównawczą stosowanych oraz proponowanych modeli rozkładu nakładów inwestycyjnych w czasie w stosunku do poniesionych zaktualizowanych nakładów.
Przyjęto jednakowe podstawowe parametry czasowe modeli teoretycznych przez co uzyskano płaszczyznę porównawczą dla oceny poszczególnych wariantów.

Tablica 1

Porównanie poniesionych nakładów inwestycyjnych dla różnych modeli z uwzględnieniem ścisłych i teoretycznych obliczeń

Lp.	Rozkład nakładów inwestycyjnych nr I	Rozkład nakładów inwestycyjnych nr II	Zaktualizowane nakłady inwestycyjne nr I	Zaktualizowane nakłady inwestycyjne nr II
1	2	3	4	5
1	49	40	204,6	296,0
2	68	45	258,1	302,7
3	63	51	217,4	311,9
4	71	71	222,7	394,7
5	108	82	308,1	414,4
6	149	113	516,2	519,2
7	312	133	735,6	555,5
8	283	217	606,4	824,1
9	306	279	596,3	963,2
10	343	351	607,7	1101,6
11	384	315	618,2	898,7
12	449	223	657,3	578,4
13	434	193	577,6	455,1
14	394	155	476,7	332,2
15	166	123	182,6	239,7

od. tablicy 1

1	2	3	4	5
16	191	162	191,0	286,9
17	-	354	-	570,1
18	-	245	-	358,7
19	-	378	-	503,1
20	-	298	-	360,6
21	-	85	-	93,5
22	-	18	-	18,0
	3810	3931	6976,5	10378,3

Model M. Therme'a		Model J. Węgierskiego J. Wolskiego		Model proponowany I		Model proponowany II		Model proponowany III	
Rozkład nr I	Rozkład nr II	Rozkład nr I	Rozkład nr II	Rozkład nr I	Rozkład nr II	Rozkład nr I	Rozkład nr II	Rozkład nr I	Rozkład nr II
$t_b=16$	$t_b=22$	$t_b=16$	$t_b=22$	$t_b=16$	$t_b=22$	$t_b=16$	$t_b=22$	$t_b=16$	$t_b=22$
$t_a=7$	$t_a=10$	$t_a=7$	$t_a=10$	$t_a=7$	$t_a=10$	$t_a=7$	$t_a=10$	$t_a=7$	$t_a=10$
$t_r=9$	$t_r=12$	$t_r=9$	$t_r=12$	$t_r=9$	$t_r=12$	$t_r=9$	$t_r=12$	$t_r=9$	$t_r=12$
8623,3	12424,0	8825,4	12639,3	8690,9	12517,0	8290,2	11811,4	7552,9	10412,8
+23,6	+19,7	+26,5	+21,7	+24,5	+20,6	+18,8	+13,8	+8,2	+0,3

Obierając jako podstawę oceny przydatności modelu wielkość odchylenia procentowego wartości obliczonych na podstawie tablicy od wartości obliczonych za pomocą teoretycznych modeli, można je następująco sklasyfikować według rosnącej dokładności (w nawiasach podano w procentach wielkość odchylenia dla poszczególnych rozkładów nakładów inwestycyjnych).

1. Model J. Węgierskiego, J. Wolskiego (+26,5%, +21,7%)
2. Model proponowany I, (+24,5%, +20,6%),
3. Model M. Therme a (+23,6%, +19,7%),
4. Model proponowany II, (+18,8%, +13,8%),
5. Model proponowany III, (+8,2%, +0,3%).

Jak widać z powyższej klasyfikacji najdokładniejszym i jedynym do przyjęcia w tych warunkach jest model proponowany III. Charakteryzuje się on błędem mniejszym od 10%, która to granica jest konieczna i wystarczająca dla potrzeb projektowania perspektywicznego.

Uwzględniając skumulowane wartości przykładowych (rozkład nr I i II) zaktualizowanych nakładów inwestycyjnych (s = 0,1%/100) można stwierdzić, że najmniejsze zadłużenie z tytułu zaciągniętej pożyczki osiąga się w przypadku, gdy rozkład ponoszonych nakładów inwestycyjnych będzie zbliżony do modelu proponowanego III.
O możliwości takiego rozwiązania decyduje harmonogram organizacji budowy kopalni według czasu realizacji (PERT).

Rozpatrując analizowane warianty modeli teoretycznych z punktu widzenia przydatności w pracach teoretycznych należy uznać jako najkorzystniejszy model proponowany III mimo swej nieco bardziej skomplikowanej formy matematycznej w stosunku do pozostałych modeli.

O pełnej wiarygodności proponowanego modelu teoretycznego będą decydować dalsze prowadzone w tym zakresie badania.

5. Węgiel tzw. inwestycyjny element udoskonalający rachunek ekonomicznej efektywności inwestycji.

W ostatnim czasie ukazało się szereg opracowań ogłoszonych w czasopismach naukowych jak i prac studialnych poddających w wątpliwość przydatność obecnie obowiązującego wzoru wskaźnika ekonomicznej efektywności budowy kopalni.

Spośród wielu braków stosowanego wzoru można m.in. wymienić nieuwzględnienie w rachunku ekonomicznym wartości węgla tzw. inwestycyjnego. Węgiel ten uzyskiwany jest w czasie budowy, w trakcie prowadzenia robót górniczych, węglowych lub kamienno-węglowych i to jeszcze przed oddaniem kopalni do ruchu [1]. Węgiel inwestycyjny zużywają przedsiębiorstwa wykonawcze do własnych celów. Węgiel ten przedstawiając pewną wartość handlową nie znajduje nigdzie odpowiednika wartościowego. Gdy węgiel ten odpowiada normom, jest zbywany przez Centralę Zbytu Węgla. Węgiel inwestycyjny uzyskiwany jest przy robotach wyłącznie inwestycyjnych, tj. w okresie gdy kopalnia nie ma jeszcze kosztów ruchowych. Wartość węgla inwestycyjnego, licząc po cenach niesortu, kształtuje się w zależności od wielkości docelowego wydobycia w granicach 150-300 mln zł [1]. Problem ten ma szczególne znaczenie ze względu na długi okres budowy kopalni oraz możliwość szybszego odmrożenia nakładów inwestycyjnych, a więc polepszenie wskaźnika ekonomicznej efektywności budowy kopalni.

Wskaźnik ekonomicznej efektywności budowy głębinowych kopalń węgla kamiennego uwzględniający całkowite nakłady inwestycyjne poniesione na budowę kopalni, koszty ruchowe w okresie budowy i oddziaływanie inwestycji oraz produkcję do momentu uruchomienia kopalni, węgiel tzw. inwestycyjny,

w okresie rozwoju wydobycia i docelowego wydobycia w całym okresie oddziaływania inwestycji - prawidłowo odzwierciedla rzeczywiste efekty gospodarcze. Wskaźnik ekonomicznej efektywności budowy kopalni uwzględniający powyższe czynniki ma następującą postać ogólną

$$E_a = \frac{J_a + K_{ar} + K_{ad}}{C_{au} + C_{ar} + C_{ad}}, \qquad (23)$$

gdzie:

J_a - zaktualizowane nakłady inwestycyjne, mln zł,

K_{ar} - zaktualizowane koszty ruchowe w okresie budowy kopalni, mln zł,

K_{ad} - zaktualizowane koszty ruchowe w okresie oddziaływania inwestycji, mln zł,

C_{au} - zaktualizowana wartość węgla tzw. inwestycyjnego, mln zł,

C_{ar} - zaktualizowana wartość produkcji w okresie budowy kopalni, mln zł

C_{ad} - zaktualizowana wartość produkcji w okresie oddziaływania inwestycji, mln zł.

Aktualizację wszystkich (poza C_{au}) wyżej wymienionych składników wzoru przeprowadzono w pracy [14], toteż poniżej przedstawiono jedynie aktualizację wartości węgla tzw. inwestycyjnego według następującej zasady

$$C_{au} = C_u(1 + s)^{tr} \quad \text{mln zł} \qquad (24)$$

$$C_u = C_o \cdot u \cdot P \quad \text{mln zł}, \qquad (25)$$

gdzie:

C_u - rzeczywista wartość węgla tzw. inwestycyjnego tj. do momentu uruchomienia kopalni, mln zł,

C_o - cena zbytu węgla tzw. inwestycyjnego (np. niesortu), zł/t,

u - udział węgla tzw. inwestycyjnego w stosunku do projektowanej docelowej produkcji kopalni, %/100,
parametr u zależy od szeregu czynników między innymi od: Z_u - zasobność złoża, P - produkcja docelowa kopalni, x - odstęp przekopów polowych, α - nachylenie pokładów, H - wysokość pionowa poziomu, m_w - średnia grubość pokładów, gazowość i inne.

Pozostaje więc kwestia prognozowania udziału węgla tzw. inwestycyjnego, który można by określać na drodze analizy statystycznej. Udział węgla tzw. inwestycyjnego jest funkcją czasu. Zbadanie i ustalenie takiej funkcji jest wskazane ze względu na możliwość ścisłego określania zaktualizowanej wartości.

Tablica 2

Rok budowy	Nakłady	Produkcja	Koszt ruchowy	Suma kosztów ruchowych	Aktualizowane nakłady	Aktualizowana produkcja	Aktualizowane koszty ruchowe
	mln zł / rok	tys. t / rok	zł/t	mln zł / rok	mln zł / rok	tys. zł / rok	mln zł / rok
1	40				296,0		
2	45				302,7		
3	51				311,9		
4	71				394,7		
5	82				414,4		
6	113				519,2		
7	133				555,5		
8	217				824,1		
9	279				963,2		
10	351	47	841	39	1101,6	147	122
11	315	203	724	147	898,7	579	419
12	223	400	613	245	578,4	1037	635
13	193	651	537	349	455,1	1535	823
14	155	901	490	442	332,2	1931	947
15	123	1122	458	514	239,7	2186	1002
16	162	1383	459	635	286,9	2450	1125
17	354	1650	450	742	570,1	2657	1195
18	245	1741	415	722	358,7	2549	1057
19	378	2055	390	802	503,1	2735	1067
20	298	2340	370	865	360,6	2831	1046
21	85	2496	330	824	93,5	2745	906
22	18	2586	300	776	18,0	2586	776
	3931	17575	-	7102	10378,3	25968	11120

W oparciu o dane przykładowe zawarte w tablicy 2 obliczono wskaźniki efektywności przy uwzględnieniu dwóch modeli teoretycznych (J. Węgierskiego - J. Wolskiego i proponowany III), oraz według tablicy 2 przy nieuwzględnieniu węgla tzw. inwestycyjnego i przy włączeniu go do wzoru na wskaźnik efektywności ekonomicznej.

Dla przeprowadzenia obliczeń porównawczych ustalono i przyjęto następujące wielkości:

i = 1572 zł/t rocznej produkcji, t_b = 22 lat, t_a = 10 lat, t_r = 12 lat, C = 560 zł/t, k = 300 zł/t, k_o = 841 zł/t, k_o = 670 zł/t, T_a = 16 lat, C_u = 300 mln zł.

Tablica 3

	Symbol	Według tablicy 2	Model J. Węgierski J. Wolski	Model proponowany III	Z uwzględnieniem węgla tzw. inwestycyjnego	
					Model J. Węgierski J. Wolski	Model proponowany III
Obowiązujący rachunek efektywności	E	1,243	-	-	-	-
Rachunek aktualizacji s = 10%	E_a	1,158	1,198	1,106	1,092	1,008

Porównując wyniki otrzymane w tablicy 3 można stwierdzić, że zastosowanie uproszczonego modelu kosztów ruchowych w okresie rozwoju wydobycia obniża wartość wskaźnika ekonomicznej efektywności. Toteż obliczenie z uwzględnieniem modelu J. Węgierskiego - J. Wolskiego rozkładu nakładów inwestycyjnych mimo znacznego odchylenia +21,7% od faktycznych wartości powoduje nieznaczne odchylenie +4% wartości wskaźnika od obliczonego za pomocą tablicy. W związku z powyższym wskaźnik obliczony teoretycznie za pomocą modelu proponowanego III wykazuje nieco większe odchylenie (-5,2%) Uwzględnienie w powyższych obliczeniach węgla tzw. inwestycyjnego powoduje obniżenie wartości wskaźnika ekonomicznej efektywności o około 9%.

6. Zakończenie

Przeprowadzona analiza porównawcza modeli teoretycznych rozkładu nakładów inwestycyjnych w czasie oraz ujęcie w rachunku ekonomicznej efektywności węgla tzw. inwestycyjnego pokazała rozwiązania elementów wzoru na wskaźnik ekonomicznej efektywności, które umożliwiają przedstawienie rzeczywistych efektów gospodarczych. W celu dalszego uściślenia wzoru wskaźnika ekonomicznej efektywności należałoby opracować metodę określania kosztów ruchowych w okresie budowy kopalni, aby jego wpływ na wskaźnik był adekwatny z istniejącymi wielkościami. Autor omawiając zagadnienie udoskonalenia modelu teoretycznego budowy kopalni, ma nadzieję, że możliwie ścisłe jego precyzowanie zapewni bardziej skuteczne planowanie perspektywiczne w przemyśle węglowym.

LITERATURA

[1] Dukiet K., Szędzielorz J.: Nowe problemy metodyki badań ekonomicznej efektywności inwestycji w kopalniach węgla kamiennego. Projekty-Problemy, Biuletyn BPPW nr 7-8, 1966.

[2] Fiszel H.: Efektywność inwestycji w gospodarce socjalistycznej. PWE Warszawa 1964 r.

[3] Knyziak Z., Lissowski A.: Ekonomika i programowanie inwestycji przemysłowych. PWN Warszawa 1968 r.

[4] Kokoszka A., Wolski J.: Próba przystosowania rachunku efektywności inwestycji nowego typu dla potrzeb projektowania kopalni. Inwestycje i Budownictwo nr 6, 1961 r.

[5] Kozdrój M., Drzęźla B., Gazda Wł., Pogonowski T.: Optymalne parametry wyrobisk korytarzowych z uwzględnieniem rachunku aktualizacji nakładów. Politechnika Śląska Zeszyty Naukowe seria Górnictwo nr 38 1969 r.

[6] Kwiatkowski J.: Niektóre metody oceny i rachunku efektywności inwestycji w górnictwie węglowym zachodnich krajów europejskich. Projekty - Problemy, BPPW 1968 nr 1.

[7] Kwiatkowski J., Miliczek E.: Dyskont i jego odmiany. Projekty - Problemy, Biuletyn BPPW nr 2 1968 r.

[8] Kwiatkowski J., Mazurek A.: Przyczynek do metody określania optymalnych harmonogramów realizacji przedsięwzięć inwestycyjnych, Projekty-Problemy, Biuletyn BPPW nr 7-8 1968 r.

[9] Pogonowski T., Drzęźla B., Puszczewicz E.: Zagadnienie równej stawki amortyzacyjnej dla głębinowej kopalni węgla kamiennego Politechnika Śląska Zeszyty Naukowe seria Górnictwo nr 41 1969 r.

[10] Therme M.: Reflexions de caractère l'economique sur l ouverture et la gestion d'un siege. Referat na Międzynarodowym Zjeździe Górniczym Warszawa, 1958 r.

[11] Wolski J.: Metoda wyznaczania optymalnej wysokości poziomu dla głębinowych kopalń węgla kamiennego. Projekty - Problemy Biuletyn BPPW nr 3 1964.

[12] Węgierski J., Wolski J.: Ekonomiczna efektywność budowy kopalń węgla kamiennego w planowaniu perspektywicznym Przegląd Górniczy nr 9 1964.

[13] Węgierski J., Wolski J.: Nakłady na budowę kopalni węgla kamiennego w planowaniu inwestycji górniczych. Przegląd Górniczy nr 4 1964 r.

[14] Wolski J., Pogonowski T.: Metody rachunku ekonomicznej efektywności inwestycji w projektowaniu kopalni węgla kamiennego. Politechnika Śląska Zeszyty Naukowe seria Górnictwo nr 30 1968 r.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЦИКЛА СТРОИТЕЛЬСТВА
ПОДЗЕМНОЙ ШАХТЫ КАМЕННОГО УГЛЯ

Р е з ю м е

В статье проведены теоретические исследования моделей цикла строительства шахты для получения результатов, соответствующих по мере возможности действительным величинам показателя экономической эффективности. Предло-

жено принять во внимание в экономическом счёте так называемый инвестиционный уголь, влияние которого на показатель оказалось очень значительно. Произведён сравнительный анализ для обязывающего и предложенных видов показателей экономической эффективности.

A THEORETICAL MODEL OF THE BUILDING CYCLE OF AN UNDERGROUND COAL MINE

S u m m a r y

The article deals with investigations of theoretical models of the building cycle of a mine. The aim of these investigations is to obtain results which are possibly close to the real values of the coefficient of economic efficiency. It has been suggested to take into account the economical calculus of the so called "investment" coal, whose influence upon the coefficient of economic efficiency has turned out to be of much importance. A comparative analysis has been made for both the actual and the suggested form of the coefficient of economic efficiency.