

TADEUSZ FRANIK*

Problematyka uwzględnienia zmiany cen i inflacji w ocenie efektywności inwestycji górniczych

Słowa kluczowe

Górnictwo, ocena projektów inwestycyjnych, inflacja, symulacja komputerowa, ceny i koszty węgla

Streszczenie

W pracy analizowano wpływ zmiany cen i kosztów na wynik oceny projektu inwestycyjnego w górnictwie węgla kamiennego. Badano dynamikę zmian cen węgla oraz kosztów produkcji w latach ubiegłych w odniesieniu do wskaźnika inflacji. Określono wpływ tych wskaźników na kształtowanie strumieni przepływów pieniężnych charakteryzujących projekt oraz na rezultat jego ekonomicznej oceny. Do oceny ryzyka związanego z realizacją projektu zastosowano metodę symulacji Monte Carlo określając parametry rozkładów badanych zmiennych losowych na podstawie danych empirycznych.

Wprowadzenie

Wynik oceny efektywności projektu inwestycyjnego zależy bezpośrednio od strumienia przepływów gotówkowych netto (NCF) oraz poziomu stopy dyskontowej zastosowanej do jego aktualizacji. Zmiany cen, zarówno produktów i usług jak i czynników wykorzystywanych w procesie produkcyjnym, w sposób zasadniczy kształtują strumienie przepływów pieniężnych, a także mogą mieć pewien wpływ na wysokość stopy dyskontowej. Rozważając problem generalnie, można stwierdzić, że zmiany cen w warunkach gospodarki rynkowej

* Dr inż., Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

Recenzował prof. dr hab. inż. Czesław Cyranek

traktowanej liberalnie zależą przede wszystkim od kształtowania się podaży i popytu, ale także od ogólnej sytuacji gospodarczej w kraju i na świecie, która okresowo wzmacnia lub hamuje procesy inflacyjne. Złożoność czynników, które wpływają na wielkość i zmienność wskaźnika inflacji jest dodatkową okolicznością zwiększającą niepewność warunków, w których będzie realizowany i eksploatowany projekt inwestycyjny, czyli zwiększa ryzyko inwestowania.

Podczas oceniania projektów inwestycyjnych inflacja jest bardzo często ignorowana. W czasie analizy projektu przyjmuje się, że strumienie wpływów i wydatków szacuje się zakładając stałą wartość siły nabywczej jednostki pieniężnej i stosuje się tę wartość w całym okresie obliczeniowym. Stała wartość jednostki pieniężnej odnoszona jest wówczas do momentu, w którym dokonywana jest ocena projektu, najczęściej przed podjęciem decyzji o jego realizacji.

Na zmianę realnych wartości strumieni przepływów pieniężnych charakteryzujących projekt inwestycyjny wpływają wówczas inne czynniki niż inflacyjne, takie na przykład jak zmiana wolumenu produkcji i sprzedaży, zmiana stopy podatku dochodowego, opłat, indeksacja wynagrodzeń lub pochodnych od wynagrodzeń itp. Takie postępowanie jest oczywiście w pełni uzasadnione kiedy inflacja nie występuje. Uzasadnia się także stosowanie realnych przepływów pieniężnych w procesie oceny projektu wówczas, gdy średni wskaźnik inflacji jest relatywnie niski i w jednakowym stopniu wpływa na zmianę nominalnych wartości strumieni zarówno wpływów, jak i wydatków. Nieuniknione błędy, czy raczej niedokładności pojawiające się w tym przypadku przy ocenie projektu, korygowane są dzięki zastosowaniu wyższej stopy dyskontowej, uwzględniającej stopę inflacji. Jak podaje R. Machała (Machała 2001), podczas oceny projektu powinno się konsekwentnie traktować skutki inflacji: *„Jeżeli przepływy szacowane są na bazie nominalnej, powinny być dyskontowane za pomocą nominalnej stopy dyskontowej. Jeżeli przepływy są szacowane realnie, powinny być dyskontowane za pomocą realnej stopy dyskontowej. W obu przypadkach powinno się otrzymać zbliżone wartości NPV i PI, natomiast IRR w przypadku projektu analizowanego nominalnie będzie również nominalna, a w przypadku projektu analizowanego realnie będzie miała wartość realną.”*

W rzeczywistości problem porównywalności wskaźników oceniających projekt inwestycyjny w przypadku stosowania realnych i nominalnych przepływów pieniężnych nie jest tak oczywisty z kilku powodów.

Pierwszy z powodów, który wpływa na zróżnicowanie oceny, związany jest z różnym czasem ponoszenia wydatków przedprodukcyjnych (inwestycyjnych) i produkcyjnych. Koszty amortyzacji większości aktywów trwałych powstałych w wyniku wydatkowania nakładów inwestycyjnych ustalane są w momencie oddawania tych aktywów do eksploatacji i sukcesywnie wliczane w ciężar kosztów w fazie operacyjnej inwestycji. Jeśli w trakcie eksploatacji inwestycji na wielkość przychodów i kosztów operacyjnych w równym stopniu wpływa wskaźnik inflacji, to koszty amortyzacji pozostają praktycznie na nie zmienionym poziomie. Powoduje to relatywne zmniejszenie kosztów całkowitych i relatywnie wyższy wzrost obciążeń podatkowych niż wynikałoby to z powodów inflacyjnych. Odwrotnie dzieje

się z przepływami gotówkowymi netto, których względny przyrost jest wówczas niższy niż wynikający ze wzrostu inflacyjnego. Nawet jeśli firma decyduje się z powodów inflacyjnych przeliczać wartość początkową środków trwałych, to trudno ze względów technicznych taki proces prowadzić na bieżąco w takim samym tempie jak następuje umarzanie ich wartości.

Drugi powód wiąże się z koniecznością sukcesywnego zwiększania wartości nominalnej kapitału pracującego z powodu oddziaływania inflacji. Ustalone na etapie projektowania inwestycji realne zapotrzebowanie na kapitał obrotowy, umożliwiające zainicjowanie procesu produkcyjnego, w przypadku gdy poziom produkcji nie ulega zmianie również powinno być stałe. Zwiększenie indeksu cen zaopatrzeniowych zmienia tę sytuację, wpływając na zmianę zapotrzebowania na kapitał obrotowy, a zatem także na zmianę przepływów gotówkowych.

Trzecia okoliczność, z powodu której oceny projektu przy użyciu realnych i nominalnych przepływów pieniężnych nie dają takich samych rezultatów występuje najczęściej przy finansowaniu inwestycji kapitałami obcymi. Inflacja zawsze zmienia relacje między dłużnikami i wierzycielami. Jakkolwiek banki inwestycyjne w warunkach wysokiej inflacji starają się tak ustalać warunki spłaty kredytów, aby uniknąć strat z tego tytułu, to z jednej strony trudno przewidzieć jak w przyszłości będzie się kształtowała inflacja, z drugiej natomiast często warunki te są tak rygorystyczne, że kapitał z tych źródeł staje się dla inwestorów praktycznie niedostępny.

Dodatkową trudnością, pojawiająca się podczas oceny projektów inwestycyjnych uwzględniających skutki inflacji, czy też ogólnie każdej zmiany cen w przyszłości, jest konieczność stosowania do aktualizacji przepływów pieniężnych rynkowych lub nominalnych stóp dyskontowych. Stopa rynkowa zawiera stopę realną i stopę inflacji. W przypadku dyskontowania dyskretnego stopa rynkowa nie jest ich prostą sumą. Jeśli jeszcze dodatkowo inwestor zakłada, że w okresie eksploatacji inwestycji stopa inflacji będzie się zmieniać, co bardziej odpowiada rzeczywistym warunkom, prowadzi to w konsekwencji do konieczności aktualizacji strumieni pieniężnych z użyciem zmiennych stóp dyskontowych.

1. Inflacja a zmiana cen i kosztów w górnictwie

Inflacja powoduje szerokie skutki zarówno dla konsumentów, jak i inwestorów. W inwestycjach górniczych ma to szczególne znaczenie, co wynika z takich ich cech, jak konieczność pozyskania i wydatkowania wysokich początkowych nakładów inwestycyjnych oraz stosunkowo długiego okresu eksploatacji obiektów, gdy oddziaływanie inflacji może się potęgować oraz zwiększać ryzyko inwestowania. Jak podaje C. Barber, analizując wpływ inflacji na wielkość nakładów inwestycyjnych w przemyśle miedziowym Peru, zbudowanie kopalni Toquepala w roku 1959 wymagało wydatkowania 237 mln USD, a podobnej (choć o nieco większej zdolności produkcyjnej) kopalni Cuajone w roku 1980 już 1959 mln USD.

Spowodowało to ponad sześciokrotny wzrost obciążenia tony miedzi z tytułu kosztów budowy kopalni (Barber 1980).

Przyczyny inflacji nie są do końca wyjaśnione przez ekonomistów. Jest ona definiowana jako wzrost przeciętnego indeksu cen, powodującego obniżenie wartości pieniądza mierzonego jego siłą nabywczą. Pamiętać należy, że dotyczy to sytuacji przeciętnej danej gospodarki, gdyż ceny zmieniają się względem siebie także z innych powodów nie wywołując skutków inflacyjnych. Względna zmiana cen może także oddziaływać na rezultat oceny projektów inwestycyjnych. Sytuację dotyczącą zróżnicowanego tempa względnych zmian strumieni pieniężnych, od których zależy efektywność projektu możemy zaobserwować w odniesieniu do górnictwa węgla kamiennego. W tabeli 1 przedstawiono kształtowanie się w latach 1993—2002 dynamiki zmian średnich cen zbytu węgla, jednostkowych kosztów sprzedanego węgla z uwzględnieniem ich zasadniczych składników rodzajowych dla wszystkich kopalń węgla kamiennego w Polsce na tle zmian wskaźnika inflacji. W badanym dziesięcioleciu jednostkowy koszt węgla wzrósł o 141%, średnia cena zbytu węgla o 166% a wskaźnik inflacji o 185%. Różnicowanie dynamiki wzrostu odnosi się zarówno do poszczególnych lat analizowanego okresu, jak i poszczególnych rodzajów składowych kosztu jednostkowego. W okresie do 1998 roku, przy stosunkowo wysokiej dynamice wzrostu kosztów, obserwuje się relatywnie mniejszą dynamikę wzrostu cen zbytu węgla. Począwszy od roku 1999 następuje odwrócenie tych relacji, co łączyć należy z przeprowadzaną reformą górnictwa. Przytaczane relacje przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

W przypadku uwzględniania inflacji w ocenie efektywności projektu inwestycyjnego należy także zdecydować:

- co jest miarą inflacji,
- czy wykorzystywać dane historyczne do jej określenia, czy też przewidywać jej kształtowanie się w przyszłości,
- czy traktować ją jako stałą wartość w całym okresie oceny, czy też jako wartość zmienną. Inflację można też potraktować jako zmienną losową i dla określenia jej kształtowania w przyszłości stosować metodę symulacji, np. metodę Monte Carlo.

Jako miarę wielkości inflacji najczęściej stosuje się wskaźnik wzrostu cen towarów i usług konsumpcyjnych (*Consumer Price Index* — CPI), określany na podstawie reprezentatywnego dla przeciętnego gospodarstwa domowego koszyka dóbr i usług. Wadą tego indeksu jest zmieniająca się w czasie „zawartość” koszyka oraz to, że indeks ten obejmuje także częściowo ceny kontrolowane oraz te, które cechują się największą zmiennością i sezonowością. Wady tej pozbawiony jest wskaźnik odnoszący się do tzw. inflacji bazowej, określanej przez Narodowy Bank Polski. Drugim sposobem mierzenia wielkości inflacji jest wykorzystanie deflatora PKB (*Gross National Product Deflator* — GNPD), bazującego na stosunku wartości nominalnego do realnego (czyli obliczonego z zastosowaniem cen stałych) produktu krajowego brutto. Wskaźnik ten jest zazwyczaj niższy niż indeks CPI i ma tę zaletę, że ujmuje zmiany cen wszystkich produktów i usług wytworzonych lub świadczonych w gospodarce danego kraju.

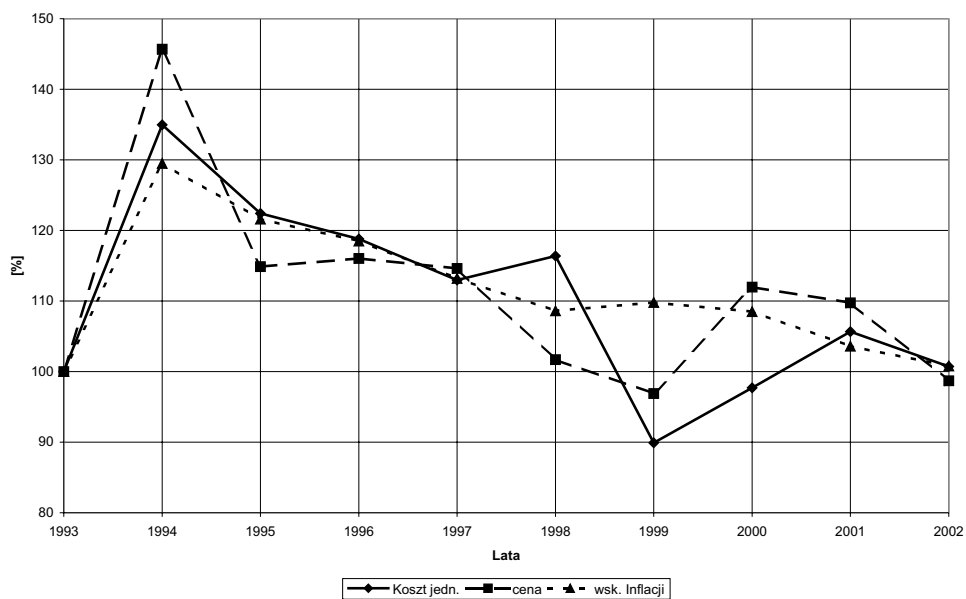
TABELA 1

Dynamika zmian kosztu wydobycia węgla, cen zbytu węgla oraz wskaźnik inflacji w latach 1993—2002

TABLE 1

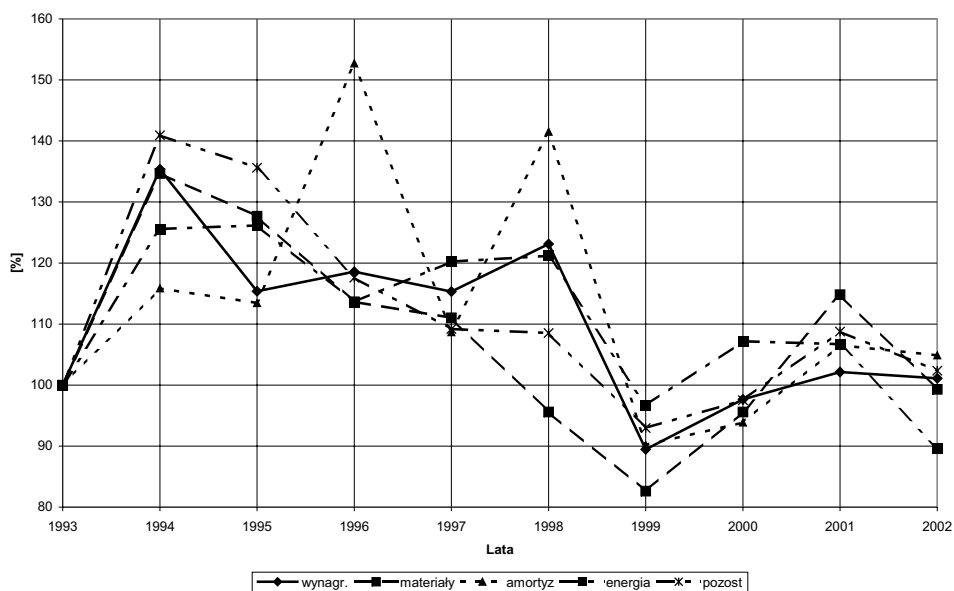
Dynamics of the changes in the cost of coal exploitation, prices of coal and the index of inflation in the years 1993—2002

Wyszczególnienie	Lata										
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	1993—2002
Koszt jednostkowy w tym koszt:	100,0	135,0	122,4	118,8	113,0	116,4	89,9	97,7	105,7	100,7	241,2
— wynagrodzeń z narzut.	100,0	135,4	115,4	118,6	115,3	123,1	89,5	97,7	102,2	101,1	237,3
— materiałów	100,0	134,7	127,7	113,6	111,0	95,6	82,6	95,6	114,8	99,3	186,8
— amortyzacji	100,0	115,8	113,4	152,7	108,7	141,5	90,2	93,9	106,5	104,9	291,8
— energii	100,0	125,6	126,2	113,6	120,2	121,2	96,7	107,2	106,7	89,7	259,9
— pozostałe koszty	100,0	140,9	135,6	117,6	109,2	108,5	93,0	97,5	108,8	102,4	268,9
Cena zbytu	100,0	145,7	114,9	116,0	114,6	101,7	96,9	112,0	109,7	98,7	265,9
Wskaźnik inflacji	137,6	129,5	121,6	118,5	113,2	108,6	109,8	108,5	103,6	100,8	285,4



Rys. 1. Dynamika zmian kosztu jednostkowego węgla, ceny zbytu oraz wskaźnika inflacji w latach 1993—2002

Fig. 1. Dynamics of the changes in the unit cost, price of sale and index of inflation in the years 1993—2002



Rys. 2. Dynamika zmian składowych kosztu jednostkowego węgla w latach 1993—2002

Fig. 2. Dynamics of the changes in the components of the unit cost of coal in the years 1993—2002

2. Wpływ inflacji na ocenę projektu inwestycyjnego w przypadku stałej wartości wskaźnika inflacji

Analizę oddziaływania procesów inflacyjnych na ocenę projektu inwestycyjnego przeprowadzono na przykładzie projektu eksploatacji ośmiu ścian wydobywczych w wydzielonych partiach dwóch pokładów w jednej z kopalń węgla kamiennego. Oszacowane strumienie wydatków, obejmujących udostępnienie partii pokładów, przygotowanie frontów ścianowych, wyposażenie ich w wysokowydajne kompleksy ścianowe, koszty związane z eksploatacją oraz przebrojeniem ścian, odnoszą się do realnych wartości tych strumienie pieniężnych określonych dla warunków roku 2002, tj. do momentu rozpoczęcia realizacji projektu. Podobna uwaga odnosi się do strumienia przychodów jakie generuje projekt. Czas oceny projektu obejmuje okres ośmioletni.

W tabeli 2 zamieszczono strumienie przepływów pieniężnych charakteryzujących rozważany projekt inwestycyjny.

Ocena efektywności analizowanego projektu inwestycyjnego w warunkach realnych wartości strumieni przepływów pieniężnych i realnej stopy procentowej wynoszącej 10% dokonywana za pomocą takich mierników oceny jak wartość zaktualizowana netto (NPV), wewnętrzna stopa zwrotu (IRR), okres zwrotu (PBP) oraz wskaźnik zyskowności (PI) daje następujące rezultaty:

- NPV: 611,73 tys. zł,
- IRR: 10,28%,
- PBP: 7,95 lat,
- PI: 1,01 zł/zł.

Rozpatrując zagadnienie wpływu zmiany cen na wynik przeprowadzonej oceny efektywności projektu, obliczono wielkości wymienionych wskaźników przy założeniu równomiernego wzrostu w przyszłości zarówno strumieni wpływów, jak i wydatków.

W przeprowadzonych obliczeniach przyjęto stopę wzrostu strumieni pieniężnych w zakresie od 1 do 10%, przy czym wzrost ten w jednym wariantcie obliczeniowym traktowany był jako wynik wzrostu cen nie wynikający z procesów inflacyjnych, czyli eskalacji cen, w drugim natomiast wariantcie obliczeniowym — jako konsekwencja inflacji. Przyjęcie takiego założenia ma istotne znaczenie dla wyników przeprowadzanej oceny efektywności projektu inwestycyjnego, gdyż mimo identycznego w obu przypadkach tempa wzrostu wartości strumieni przepływów pieniężnych, wyrażonych w nominalnych wartościach jednostki pieniężnej, w przypadku gdy wzrost ten wynika z procesów inflacyjnych należy każdorazowo korygować stopę dyskontową użytą do aktualizacji strumieni pieniężnych, uwzględniając stopę inflacji. Nominalną stopę dyskontową oblicza się z zależności:

$$r_n = r_r + r_f + r_r \cdot r_f$$

gdzie:

- r_r — realna stopa dyskontowa,
- r_f — stopa inflacji.

TABELA 2

Rachunek przepływów pieniężnych przedsięwzięcia inwestycyjnego [tys. zł]

TABLE 2

Calculation of cash flows of the investment project [tys. zł]

L.p.	Wyszczególnienie	Kolejne lata okresu obliczeniowego							
		1	2	3	4	5	6	7	8
.1	Nakłady inwestycyjne	82 016,79	65 723,10	9 721,38	2 157,84	0	12 287,70		
2.	Wydobycie [tys t/rok]	1 340	2 124	2 381	1 383	196	560	911	852
3.	Cena zbytu [zł/t]	157,18	157,18	157,18	157,18	157,18	157,18	157,18	157,18
4.	Przychody ze sprzedaży	210 621,20	333 850,32	374 245,58	217 379,94	30 807,28	88 020,80	143 190,98	133 917,36
5.	Koszt własny sprzedaży	162 061,61	301 362,17	333 495,00	183 417,07	27 480,16	65 580,35	121 170,04	101 505,73
6.	Zysk przed opodatkowaniem	48 559,59	32 488,15	40 750,58	33 962,87	3 327,12	22 440,45	22 020,94	32 411,63
7.	Podatek dochodowy	9 226,32	6 172,75	7 742,61	6 452,95	632,15	4 263,68	4 183,98	6 158,21
8.	Zysk netto	39 333,27	26 315,40	33 007,97	27 509,93	2 694,97	18 176,76	17 836,96	26 253,42
9.	Amortyzacja	359,09	3 273,95	6 236,65	2 315,13	880,67	776,89	776,89	194,14
10.	Przepływy pieniężne netto	-42 324,44	-36 133,75	29 523,23	27 667,21	3 575,64	6 665,95	18 613,85	26 447,56

Wyniki przeprowadzonej oceny efektywności analizowanego projektu inwestycyjnego z wykorzystaniem metody wartości zaktualizowanej netto oraz wewnętrznej stopy zwrotu przedstawiono w tabeli 3 oraz na rysunkach 3 i 4.

TABELA 3

Ocena projektu inwestycyjnego za pomocą wskaźników NPV i IRR w zależności od stopy inflacji i stopy eskalacji cen

TABLE 3

Evaluation of the investment project by means of the NPV and IRR indices depending on the rate of inflation and rate of escalation of prices

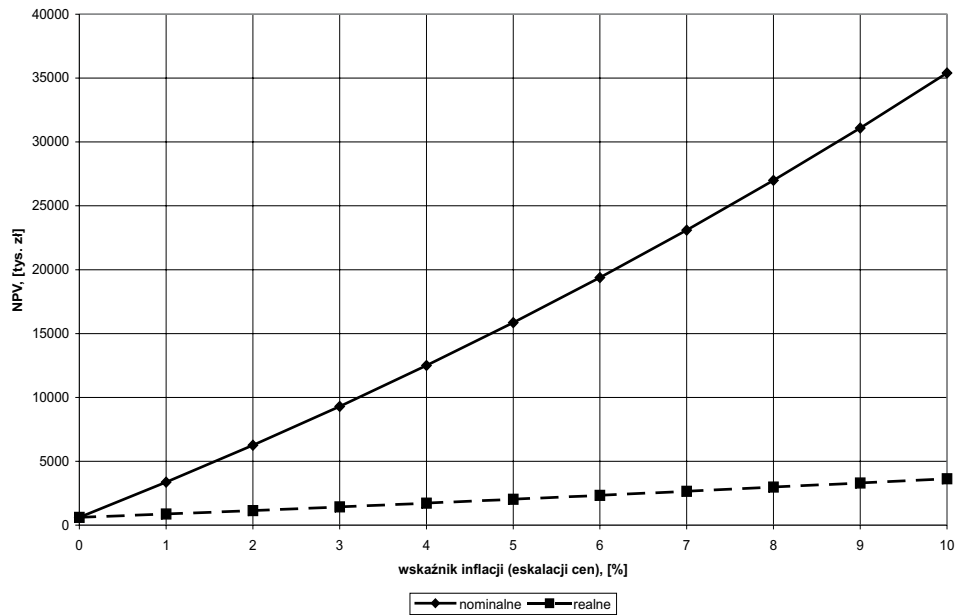
Stopa eskalacji cen [%]	NPV _n [mln zł]	IRR _n [%]	Stopa inflacji [%]	NPV _r [mln zł]	IRR _r [%]
0	0,612	10,28	0	0,612	10,28
1	3,363	11,51	1	0,871	10,41
2	6,257	12,75	2	1,143	10,54
3	9,299	14,00	3	1,427	10,68
4	12,497	15,26	4	1,722	10,83
5	15,857	16,53	5	2,025	10,98
6	19,389	17,81	6	2,336	11,14
7	23,099	19,10	7	2,654	11,31
8	26,998	20,40	8	2,977	11,48
9	31,093	21,72	9	3,306	11,67
10	35,394	23,04	10	3,638	11,85

Przedstawione w trzeciej kolumnie tabeli 3 wielkości wewnętrznej stopy zwrotu projektu są wielkościami nominalnymi. Kolumna ostatnia tabeli 3 zawiera natomiast realne wartości wewnętrznej stopy zwrotu, które zostały obliczone z zależności:

$$IRR_r = \frac{IRR_n - r_f}{1 + r_f}$$

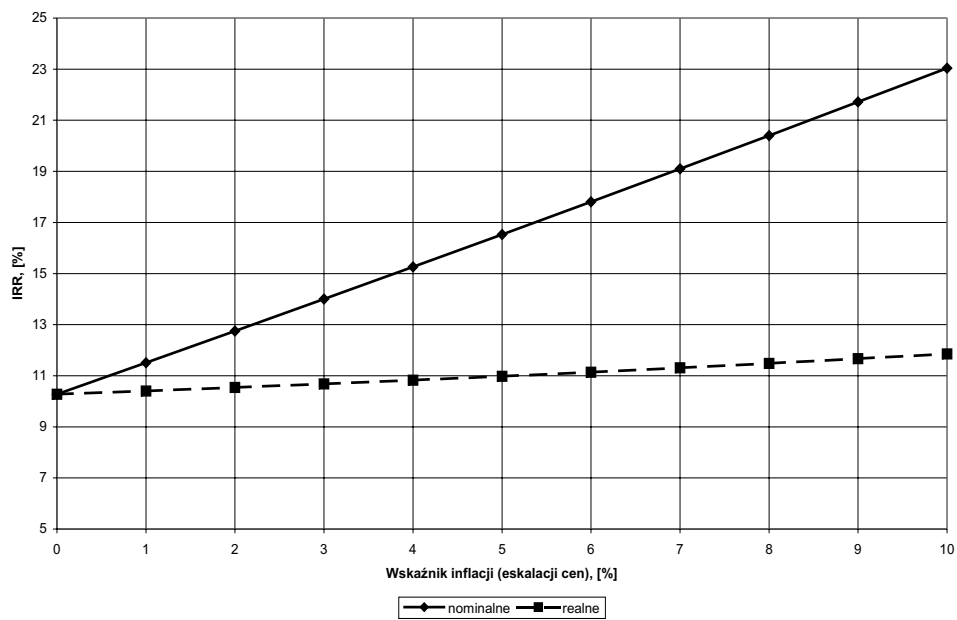
Wyniki obliczeń okresu zwrotu nakładów (obliczano go z uwzględnieniem aktualizacji przepływów pieniężnych) oraz wskaźnika zyskowności przedstawiono w tabeli 4.

Jak wynika z przedstawionych wyników oceny analizowanego projektu, wzrost cen, traktowanych tutaj ogólnie jako równomierny wzrost nominalnych wartości strumieni wydatków i wpływów gotówkowych, wpływa istotnie na rezultaty przeprowadzanej oceny. Poprawa wskaźników efektywności następuje niezależnie od tego, czy wzrost nominalnej



Rys. 3. Zależność NPV projektu od wskaźnika inflacji (eskalacji cen)

Fig. 3. Dependence NPV of the project on the index of inflation (escalation of prices)



Rys. 4. Zależność IRR projektu od wskaźnika inflacji (eskalacji cen)

Fig. 4. Dependence IRR of the project on the index of inflation (escalation of prices)

TABELA 4

Ocena projektu inwestycyjnego za pomocą wskaźników PBP i PI w zależności od stopy inflacji i stopy eskalacji cen

TABLE 4

Evaluation of the investment project by means of the PBP and PI indices depending on the rate of inflation and rate of escalation of prices

Stopa eskalacji cen [%]	PBP _n [lata]	PI _n [zł/zł]	Stopa inflacji [%]	PBP _r [lata]	PI _r [zł/zł]
0	7,95	1,01	0	7,95	1,01
1	7,75	1,05	1	7,93	1,01
2	7,56	1,09	2	7,91	1,02
3	7,40	1,13	3	7,88	1,02
4	7,24	1,18	4	7,86	1,03
5	7,11	1,23	5	7,83	1,03
6	6,98	1,28	6	7,81	1,04
7	6,82	1,33	7	7,78	1,04
8	6,68	1,38	8	7,75	1,05
9	6,54	1,44	9	7,72	1,05
10	6,43	1,49	10	7,69	1,06

wartości strumieni przepływów pieniężnych jest wynikiem „autonomicznego” wzrostu cen i kosztów, czyli ich eskalacji, czy też następuje w wyniku procesów inflacyjnych. Relatywnie wyższe tempo wzrostu efektywności projektu w przypadku eskalacji cen i kosztów wynika z zastosowania do aktualizacji przepływów pieniężnych realnej stopy dyskontowej, która jest w każdym przypadku niższa od stopy nominalnej. W przypadku „nieinflacyjnego” wzrostu cen nie ma bowiem powodów korygować stopy dyskontowej o wielkość stopy inflacji.

Niezależnie od przedstawionych wcześniej powodów, dla których ocena projektu z zastosowaniem realnych i nominalnych wartości przepływów pieniężnych i stóp dyskontowych daje różne rezultaty oraz faktu, że ze wzrostem stopy inflacji czy też eskalacji cen rośnie efektywność projektu inwestycyjnego, jest ta okoliczność, że musi to być projekt „klasyczny”, czyli charakteryzujący się typowym rozkładem w czasie przepływów pieniężnych. Inflacja w mniejszym stopniu oddziałuje wówczas na wzrost nominalnych wydatków początkowych, a w dużo większym stopniu zwiększa nominalne wartości efektów uzyskiwanych w fazie eksploatacji projektu, szczególnie jeśli są one w całym okresie dodatnie, jak to ma miejsce w analizowanym przypadku. W przypadku bowiem gdy rozpatruje się projekt „pożyczkowy”, charakteryzujący się wcześniejszymi przepływami dodatnimi

(np. pozyskanymi przez inwestora kredytami bankowymi), sytuacja ta może się kształtować zgoła odmiennie. Najistotniejszym jednak stwierdzeniem, niezależnie od liczbowych wartości mierników oceny, jest konieczność uwzględniania inflacji w ocenie projektów, gdyż jej oddziaływanie może zmieniać wymowę oceny.

3. Wpływ inflacji na ocenę projektu inwestycyjnego w przypadku losowych zmian wskaźnika inflacji

Założenie, że stopa inflacji lub też stopa eskalacji cen będzie stała w całym okresie eksploatacji projektu inwestycyjnego jest równie dużym uproszczeniem, jak przyjęcie, że oszacowany w momencie dokonywania oceny projektu realny poziom strumieni pieniężnych pozostanie niezmienny w przyszłości. Ruch cen i wynikający z tego poziom inflacji jest w gospodarce zjawiskiem permanentnym. Jak wynika z rysunku 2, w górnictwie węgla kamiennego w latach 1993—2002 tempo zmiany cen węgla oraz kosztów wydobycia nie odpowiadało dynamice zmian wskaźnika inflacji. W początkowym okresie analizowanego dziesięciolecia wskaźnik inflacji był bardzo wysoki, co też znajdowało odzwierciedlenie w dynamice zmian cen i kosztów. W miarę jak poziom inflacji spadał, dynamika zmian cen i kosztów w górnictwie węgla kamiennego znacznie odbiegała od wskaźnika inflacji. Pewien wpływ na to zjawisko niewątpliwie wywarły procesy restrukturyzacyjne prowadzone w tym okresie w przemyśle węglowym. Jakkolwiek skorelowanie dwóch zmiennych, tzn. ceny węgla i jednostkowego kosztu wydobycia, wyrażone w wartościach bezwzględnych jest bardzo wysokie, gdyż wynosi 0,888, to skorelowanie tych zmiennych w przypadku gdy wyrazimy je w wielkościach względnych, jako wskaźniki wzrostu w stosunku do roku poprzedniego jest znacznie niższe i wynosi 0,635. Oznacza to, że badając wpływ zmiany ceny i kosztu wydobycia w przyszłości na efektywność projektu można posłużyć się wskaźnikami dynamiki ich zmian, uznając je jako niezależne zmienne losowe. W takim przypadku do oceny projektu oraz oceny jego wrażliwości na zmiany cen i kosztów można wykorzystać symulację komputerową. W tym celu określono parametry rozkładów wskaźników dynamiki zmian cen węgla i kosztu jednostkowego za okres 1998—2002. Kształtują się one następująco:

Dynamika zmian:	koszt jednostkowy	cena węgla
— wartość minimalna	0,899	0,969
— wartość maksymalna	1,164	1,120
— rozrzut	0,265	0,151
— wartość oczekiwana	1,021	1,038
— odchylenie standardowe	0,088	0,060

Na podstawie parametrów rozkładów tych zmiennych losowych przeprowadzono symulację komputerową wartości zmiennych, przy założeniu ich rozkładu normalnego. Dla każdej zmiennej przeprowadzono 100 prób generowania liczb losowych. Aby ograniczyć obliczenia mierników oceny projektu, określono zamknięte przedziały wylosowanych war-

tości oraz obliczono częstotliwości (liczebności) wystąpienia wygenerowanych wartości w danym przedziale. Pozwoliło to przypisać prawdopodobieństwo wystąpienia każdego wyróżnionego przypadku zmiany wartości każdej zmiennej.

Wyniki generowania wskaźnika dynamiki zmian kosztu jednostkowego wydobycia węgla kształtują się następująco:

przedział wartości	liczebność	prawdopodobieństwo	przyjęta wartość
0,8—0,9	3	0,03	0,85
0,9—1,0	38	0,38	0,95
1,0—1,1	39	0,39	1,05
1,1—1,2	19	0,19	1,15
1,2—1,3	1	0,01	1,25

Wyniki generowania wskaźnika dynamiki zmian ceny węgla wynoszą:

przedział wartości	liczebność	prawdopodobieństwo	przyjęta wartość
0,8—0,9	1	0,01	0,85
0,9—1,0	26	0,26	0,95
1,0—1,1	56	0,56	1,05
1,1—1,2	17	0,17	1,15

Przyjęte wartości dynamiki zmian cen i kosztów w okresie eksploatacji projektu inwestycyjnego pozwalają dokonać jego oceny w przypadku zaistnienia każdego wyróżnionego ich stanu. Wyniki takich obliczeń, w warunkach gdy do oceny efektywności projektu inwestycyjnego stosuje się metodę NPV, zamieszczono w tabeli 5.

TABELA 5

Wartość zaktualizowana netto projektu [mln zł] w zależności od dynamiki zmiany ceny węgla i kosztu wydobycia

TABLE 5

Net present value of project, [mln zł] depending on dynamics of the change in the price of coal and cost of exploitation

Dynamika zmiany ceny	Dynamika zmiany kosztu				
	0,85	0,95	1,05	1,015	1,25
0,85	-55,3	-229,7	-472,8	-816,3	-1306,6
0,95	152,8	-21,6	-264,7	-608,2	-1098,5
1,05	445,0	270,7	27,6	-315,9	-806,1
1,15	861,9	687,4	444,4	100,8	-389,4

Uwzględniając losowość badanych czynników dotyczących zmiany cen i kosztów w przyszłości, ocenę efektywności projektu przeprowadza się z zastosowaniem wartości oczekiwanej NPV. Szacuje się ją uwzględniając prawdopodobieństwo wystąpienia każdej niepewnej sytuacji (każdego „stanu natury”) odnośnie do kształtowania się tych czynników

w przyszłości. Miarą ryzyka jest w takim przypadku wielkość odchylenia standardowego wartości zaktualizowanej netto projektu.

Wartość oczekiwana NPV rozważanego projektu wynosi 48,7 mln zł i jest znacznie wyższa niż NPV uzyskane w przypadku przyjęcia do obliczeń pierwotnych wartości cen węgla i kosztów jednostkowych, bez uwzględnienia ich zmian w czasie z przyczyn losowych. W obu przypadkach istnieje uzasadniona podstawa realizacji takiego projektu, gdyż ocena projektu jest pozytywna. Jednak jest to decyzja skrajnie ryzykowna w przypadku losowych zmian cen i kosztów. Prawdopodobieństwo, że wartość zaktualizowana netto będzie większa od zera wynosi zaledwie 37 %, a więc istnieje dużo większa możliwość poniesienia straty finansowej i prawdopodobnie żaden inwestor nie podejmie w takich warunkach pozytywnej decyzji o realizacji projektu. Ryzykowność takiej decyzji potwierdza wielkość odchylenia standardowego, które jest ponad sześciokrotnie wyższe do wartości oczekiwanej NPV.

Zakończenie

Ryzyko związane z podejmowaniem decyzji inwestycyjnych w górnictwie ma wielowątkowy charakter. Ponieważ inwestycje w górnictwie uważa się za najbardziej ryzykowne, a obiektywna ocena poziomu tego ryzyka jest niezmiernie trudna, dlatego ocena projektów inwestycyjnych powinna uwzględniać w szerokim aspekcie niepewne sytuacje jakie mogą wystąpić w przyszłości, a które wpływają na wartość tej oceny. Jak już wspomniano, zmiany cen zarówno produktu, jak i cen zaopatrzeniowych czy kosztów wynagrodzeń, wynikające z procesów inflacyjnych, są często ignorowane podczas oceny projektu. Może to prowadzić do błędnych decyzji, powodujących daleko idące konsekwencje dla zakładu górniczego. Dlatego też tak ważne jest każdorazowe badanie wrażliwości projektu zarówno na zmianę czynników wewnętrznych zakładu, jak i sytuacji ogólnogospodarczej kraju dla obiektywnej oceny projektu. Metoda Monte Carlo i inne metody symulacyjne dają możliwość uwzględnienia ryzyka w ocenie projektów inwestycyjnych i prowadzenia analizy decyzji przy zaistnieniu różnych, z natury niepewnych stanów otoczenia.

Wykonano w ramach pracy statutowej nr 11.11.100.949, AGH, Kraków 2004.

LITERATURA

- Barber C.F., 1980 — Mineral investment in an anxious world. Conference on National and International Management of Mineral Resources, London, Institution of Mining and Metallurgy.
Brigham E. ., Gapenski L.C., 2000 — Zarządzanie finansami. PWE, Warszawa.
Francis J.C., Taylor R.W., 1991 — Investments — analysis and management. McGraw-Hill Pub. Company, New York.

- Franik T., 2000 — Efektywność rozwojowych inwestycji górniczych finansowanych za pomocą kapitału obcego. Materiały Szkoły Ekonomiki i Zarządzania w Górnictwie, Ustroń, s. 81—95.
- Gentry D.W., O'Neil T.J., 1984 — Mine investment analysis. Society of Mining Engineers. New York, Society of Mining Engineers.
- Machała R., 2001 — Praktyczne zarządzanie finansami firmy. PWE, Warszawa, s. 155.
- McClarnon D.J., Denby B., Schofield D., 1995 — The use of virtual reality to aid risk assessment in underground situations. Mining Technology vol. 77, nr 892
- Magda R., Franik T., 1997 — Wpływ wybranych sposobów finansowania na ekonomiczną efektywność inwestycji rozwojowych w kopalni. Materiały Szkoły Ekonomiki i Zarządzania w Górnictwie, Ustroń, s. 323—352.
- Ostrowska E., 2002 — Ryzyko projektów inwestycyjnych. PWE, Warszawa.
- Pluta W., Jajuga T., 1995 — Inwestycje. Capital Budgeting — budżetowanie kapitałowe. Fundacja Rozwoju Rachunkowości w Polsce, Warszawa.
- Stremole F.J., 1980 — Economic evaluation and investment decision methods. Investment Evaluations Corporation, Golden.
- Wahl S., 1983 — Investment appraisal and economic evaluation of mining enterprise. Trans. Tech. Publications, Houston.

TADEUSZ FRANIK

PROBLEMS REGARDING CHANGES IN PRICES AND INFLATION IN EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF MINING INVESTMENTS

Key words

Mining industry, evaluation of investment projects, inflation, computer simulation, prices and costs of coal

Abstract

Influence of changes in prices and costs on the result of evaluation of the investment project in black coal mining has been analyzed. Dynamics of changes in prices of coal and of costs of production in the recent years in relation to the index of inflation has been investigated. The influence of these indices on both the formation of streams of cash flows characteristic for the project and result of its economic evaluation has also been defined. To evaluate the risk connected the realization of the project, the Monte Carlo simulation method has been applied thus determining the parameters of the distribution of investigated random variables on the basis of empirical data.