

ROBERT RANOSZ

## WYCENA INWESTYCJI, KTÓREJ EFEKTEM JEST ZWIĘKSZENIE WYCHODU KONCENTRATU MIEDZI W ZAKŁADACH WZBOGACANIA RUDY MIEDZI KGHM SA

### Wprowadzenie

W przedstawionej publikacji przeprowadzono wycenę inwestycji w Zakładach Wzbogacania Rudy (ZWR) miedzi, której efektem jest zwiększenie wychodu koncentratu miedzi. Na wstępie należy zwrócić uwagę na fakt, iż poddawana ocenie jednostka stanowi część grupy kapitałowej, w której skład wchodzi ponadto zakłady górnicze (wydobywające rudę miedzi) oraz huty. Wszystkie koszty w KGHM SA związane z wytwarzaniem miedzi oraz innych metali szlachetnych są prowadzone w tzw. koszcie ciągnionym. Poszczególne jednostki nie generują zysków, a ich koszty przechodzą do jednostki następnej. Tak więc koszty zakładów górniczych oraz wzbogacania rudy są przejmowane przez huty. W związku z powyższym, przeprowadzenie wyceny inwestycji przy wykorzystaniu metody NPV może nastręczać pewnych trudności. Są one związane przede wszystkim z właściwym określeniem poszczególnych pozycji przepływów finansowych. W przypadku pozycji związanych z ponoszonymi kosztami nie ma większych problemów, pojawiają się one natomiast w przypadku określania przychodów z przeprowadzanej inwestycji. W niniejszej publikacji problem ten jest o tyle istotny, że efekty inwestycji w ZWR nie przekładają się w bezpośredni sposób na efektywne obniżenie kosztów działalności operacyjnej tej jednostki, a zwiększając wychód koncentratu uzyskujemy zwiększenie produkcji wyrobu końcowego. W publikacji zwrócono również uwagę na fakt, iż większa wartość wskaźnika NPV przy porównywaniu dwóch alternatywnych inwestycji nie oznacza, że wariant inwestycyjny, który osiągnął wyższą wartość, jest właściwym wyborem. W niniejszym artykule, do wyboru właściwego wariantu inwestycyjnego z finansowego punktu widzenia, zaproponowano wykorzystanie wskaźnika NPVR.

### Wybrane mierniki efektywności ekonomicznej

W niniejszej części artykułu przybliżono wybrane metody wykorzystywane do określenia opłacalności inwestycji. Na potrzeby pracy wybrano następujące wskaźniki: NPV (*Net Present Value*), NPVR (*Net Present Value Ratio*) oraz IRR (*Internal Rate of Return*).

W skrócie przedstawiona została również metodologia konstrukcji wolnych przepływów pieniężnych FCFF (*Free Cash Flow to Firm*).

### Metoda NPV

Do przeprowadzenia wyceny przy wykorzystaniu metody NPV w pierwszej kolejności należy podjąć decyzje, co do konstrukcji przepływów pieniężnych, generowanych z planowanej inwestycji. Ponieważ celem badania jest określenie opłacalności pojedynczej inwestycji, nie ma konieczności konstruowania pełnych przepływów pieniężnych (CF). W omawianym przypadku można skorzystać z uproszczonej konstrukcji Cash Flow, a mianowicie FCFF lub FCFE (*Free Cash Flow to Equity*). W przypadku, gdyby ZWR finansował swoją inwestycję w jakiegokolwiek części ze środków zewnętrznych, wówczas wskazane byłoby wykorzystanie konstrukcji FCFE, natomiast jeżeli całość przedsięwzięcia finansowana jest ze środków własnych, wówczas można oprzeć konstrukcję NPV na przepływach FCFF. Zestawienie przepływów pieniężnych FCFF zostało zaprezentowane w tabeli 1.

Tabela 1

Wolne przepływy pieniężne FCFF

1	Przychody ze sprzedaży
2	Koszty operacyjne z amortyzacją
3	Podstawa opodatkowania (operacyjna) (1 – 2)
4	Podatek dochodowy (19%)
5	Wynik operacyjny opodatkowany (3 – 4)
6	Amortyzacja
7	Nakłady inwestycyjne
8	NCFF (5 + 6 – 7)

Źródło: opracowanie własne.

Według tradycyjnej formuły, wartość zaktualizowana netto stanowi sumę wartości bieżących (zaktualizowanych) wszystkich rocznych przepływów pieniężnych minus nakłady na inwestycje początkowe. NPV odzwierciedla wartość projektu przy danej stopie dyskontowej oraz przy szeregu założeń, odnośnie przepływów pieniężnych. NPV jest zatem miernikiem wartości inwestycji. Równanie pozwalające wyliczyć NPV przedstawia się następująco:

$$NPV = \left[ \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} \right] - I_0 \quad (1)$$

gdzie:

$CF_t$  – przepływ pieniężny w roku  $t$ ,

$I_0$  – inwestycje początkowe,

- $i$  – stopa dyskontowa,
- $n$  – całkowita liczba lat wymaganych dla realizacji projektu.

Zgodnie z obowiązującą zasadą interpretacji wyników otrzymywanych z wyliczenia wartości wskaźnika NPV, inwestycja jest opłacalna w przypadku, gdy wartość NPV jest większa, bądź równa zero. Otrzymanie wartości powyżej zera oznacza, iż stopa zwrotu z inwestycji (rentowności inwestycji) jest większa, aniżeli przyjęta do obliczeń stopa dyskontowa ( $r$ ), co przemawia za podjęciem działania inwestycyjnego. Natomiast, gdy wartość NPV jest mniejsza od zera, wówczas inwestycja nie jest opłacalna (stopa zwrotu z inwestycji jest mniejsza od założonej stopy procentowej).

Metoda ta, jak wiele innych, posiada liczne zalety i wady. Do głównych zalet metody NPV można niewątpliwie zaliczyć jej uniwersalność oraz to, iż może uwzględniać przepływy pieniężne z całego cyklu życia inwestycji. Do głównych wad metody zaliczamy przede wszystkim to, iż nie ukazuje relatywnej opłacalności ocenianej inwestycji. Wymienioną wadę można wyeliminować, wykorzystując wskaźnik wartości bieżącej netto NPVR – wartość wskaźnika oblicza się na podstawie następującego wzoru (2):

$$NPVR = \frac{NPV}{PVI} \quad (2)$$

gdzie:  $PVI$  – wartość bieżąca nakładów inwestycyjnych.

Korzyści wynikające z zastosowania wskaźnika NPVR polegają przede wszystkim na tym, iż jako potencjalni inwestorzy możemy porównać poszczególne inwestycje między sobą (co nie jest możliwe w przypadku zastosowania prostej metody NPV). Zaletą ta wynika z tego, iż wyniki otrzymywane przy wykorzystaniu NPV są wartościami kwotowymi (bezwzględny), a te otrzymywane z NPVR procentowymi (relatywnymi). Uogólniając, wartość wskaźnika NPV mówi nam, czy inwestycja jest w ogóle opłacalna ( $NPV > 0$ ), natomiast wykorzystując wskaźnik NPVR możemy stwierdzić, która z wybranych inwestycji (opłacalnych) jest najbardziej korzystna dla inwestora.

### **Wewnętrzna stopa zwrotu IRR**

Wraz ze wzrostem stopy dyskontowej spada poziom NPV. Wewnętrzną stopę zwrotu definiuje się jako taką stopę dyskontową, przy której NPV jest równa zero. IRR stanowi procent, który jest równy stopie procentowej, przy której kapitał projektu inwestycyjnego generowałby taką samą serię rocznych przepływów pieniężnych, jaką będzie generował projekt. Z drugiej strony, IRR można zdefiniować jako stopę, która wyrównuje wielkość inwestycji wstępnych z wartością aktualną przyszłych przepływów pieniężnych. Im wyższa jest IRR, tym bardziej „dochodowy” jest projekt w sensie zwrotu z zainwestowanego kapitału. Związek pomiędzy NPV a IRR przedstawia równanie (3):

$$NPV = 0 = \left[ \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t} \right] - I_0 \quad (3)$$

Chociaż w zasadzie NPV i maksymalizacja majątku firmy są teoretycznie wystarczającymi kryteriami dokonywania rankingu inwestycji, to jednak NPV nie pokazuje jakiego zwrotu możemy oczekiwać z zainwestowanej złotówki. Tę niedogodność kompensuje IRR i dlatego jest ona wciąż najpopularniejszym kryterium oceny inwestycyjnej przedsięwzięć w branży wydobywczej.

### Przykład

Zaprezentowany przykład dotyczy inwestycji zaplanowanej przez ZWR (Zakład Wzbogacania Rudy), dotyczącej zakupu środka trwałego, który wpłynie na zwiększenie wychodu koncentratu końcowego, uzyskiwanego w procesie przerobczym w ZWR. W ramach przeprowadzonego rozpoznania rynku producentów urządzeń spełniających założone wymagania, zakład postanowił wybrać i poddać ocenie pod kątem opłacalności ich implementacji, dwa urządzenia.

Aby można było przeprowadzić analizę opłacalności inwestycji przy wykorzystaniu metody NPV, jak już wspomniano, należy w pierwszej kolejności skonstruować poprawne przepływy pieniężne. Ponieważ proponowany przykład dotyczy inwestycji w środek trwały, który w całości będzie finansowany ze środków własnych, do konstrukcji NPV postanowiono wykorzystać przepływy FCFF. Głównym problemem przy konstruowaniu poprawnych przepływów finansowych dla ZWR jest fakt, iż jednostka nie generuje przychodów, a jej koszty stanowią koszty dla kolejnego podmiotu tj. hut. W przeprowadzanej analizie jako przychód potraktowano wygenerowaną nadwyżkę, jaka zostanie uzyskana ze zwiększenia wychodu koncentratu końcowego. Ponieważ przychód wiąże się ze sprzedażą wyrobu końcowego, w badaniach uwzględniono również jednostkowy koszt hutniczy przerobu, przy czym założenie takie może być przyjęte w przypadku, gdy huty posiadają wolne moce przerobowe. Zakłada się, iż koszty stałe, w wyniku zwiększenia przerobu w ramach wolnych mocy produkcyjnych, nie ulegną zmianie.

Analiza opłacalności inwestycji będzie prowadzona w głównej mierze na podstawie określonych korzyści wynikających z wprowadzonych zmian w procesie pozyskiwania koncentratu miedzi, które znajdują swoje odzwierciedlenie w wynikach działalności operacyjnej ZWR oraz na podstawie pozyskanych danych dotyczących kosztów zakupu i implementacji urządzenia. Analizie poddane zostaną dwa warianty (zakup maszyny A lub B), na których podstawie zostanie określona opłacalność inwestycji. Proponowane warianty różnią się między sobą poziomem wydajności oraz wielkością zużycia energii elektrycznej.

Analiza dla ZWR została oparta o założenia bazowe przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2

## Założenia bazowe do przeprowadzanej analizy dla ZWR

Przerób (Mg)	8 000 000
Wychód koncentratu końcowego	6,00%
Zawartość miedzi w koncentracie	23,00%
Ilość uzyskiwanego koncentratu (Mg)	480 000
Ilość miedzi w koncentracie (Mg)	110 400
Koszt jednostkowy przerobu koncentratu w hutach	1 800
Cena miedzi elektrolitycznej (zł)	23 000
Uzysk w przerobie hutniczym	100,00%

Źródło: opracowanie własne.

Do przygotowania odpowiedniej prospekcji finansowej, której celem jest określenie wielkości wskaźnika NPV, niezbędnym jest założenie bazowych kosztów działalności operacyjnej ZWR. Do przeprowadzenia przykładowej analizy przyjęto koszty działalności operacyjnej, które zostały zaprezentowane w tabeli 3.

Tabela 3

## Bazowe koszty operacyjne przyjęte do analizy (zł)

Koszty pracy	30 000 000
Ruda do przerobu	1 000 000 000
Materiały	20 000 000
Energia	60 000 000
Amortyzacja	10 000 000
Remonty	2 000 000
Pozostałe koszty	32 000 000

Źródło: opracowanie własne.

Celem niniejszej analizy jest określenie opłacalności podjęcia inwestycji, dlatego też należy dokonać niezbędnych założeń co do nakładów inwestycyjnych. Przyjęto następujące wielkości nakładów inwestycyjnych (tab. 4).

W miejscu tym należy również nadmienić, iż w przeprowadzanej analizie założono pokrycie nakładów inwestycyjnych ze środków własnych.

Implementacja zakładanej inwestycji będzie miała swoje konsekwencje również w odniesieniu do kosztów działalności podstawowej ZWR. Przeprowadzenie inwestycji będzie miało swoje odzwierciedlenie przede wszystkim w kosztach stanowiska drugiego (mielenie i klasyfikacja) oraz w ogólnych kosztach remontów. Zmiany poszczególnych kosztów zostały zaprezentowane w tabeli 5.

Tabela 4

## Wielkości nakładów inwestycyjnych dla przeprowadzanej analizy

Pozycja	Wariant A	Wariant B
Wielkość nakładów inwestycyjnych (USD)	30 000 000	40 000 000
Cena USD PLN	4	4
Wielkość nakładów inwestycyjnych (PLN)	120 000 000	160 000 000
Szacowany koszt zabudowy (PLN)	8 400 000	11 200 000
Całkowita wielkość nakładów inwestycyjnych (PLN)	128 400 000	171 200 000

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5

## Zmniejszenia i zwiększenia kosztów operacyjnych na skutek przeprowadzanej inwestycji

Pozycja kosztów	Wariant A	Wariant B
Koszt zużycia materiałów (zł)	-300 000,00	-300 000,00
Koszt zużycia energii (zł)	40 000 000,00	45 000 000,00
Koszty remontów (zł)	-1 500 000,00	-1 500 000,00
Całkowita zmiana kosztów (zł)	38 200 000,00	43 200 000,00

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z tabeli 5, przeprowadzenie planowanej inwestycji będzie miało niekorzystny wpływ na kształtowanie się kosztów działalności operacyjnej, gdyż wzrośnie poziom ogólnych kosztów. Wzrost kosztów podyktowany jest zwiększeniem zapotrzebowania na energię elektryczną. Jednak w tym miejscu należy wyraźnie podkreślić, iż celem inwestycji nie jest zmniejszenie kosztów, a zwiększenie efektywności działania ZWR poprzez zwiększenie uzysku Cu w koncentracie. Dopiero po uwzględnieniu tego elementu analizy będzie można stwierdzić, czy przeprowadzana inwestycja jest zasadna z punktu widzenia opłacalności ekonomicznej.

Analiza z uwzględnieniem powyższych założeń zostanie przeprowadzona w dwóch wariantach, różniących się między sobą wielkością zwiększenia uzysku, co przedstawia tabela 6 oraz całkowitymi zmianami kosztów, co zostało zaprezentowane w tabeli 5. Założenia zwiększenia uzysku oraz odpowiadające mu wielkości wychodu koncentratu dla poszczególnych wariantów przedstawia tabela 6.

Do obliczenia wskaźnika NPV przyjęto wartość stopy dyskontowej na poziomie 3% oraz stopę amortyzacji nowych środków trwałych na poziomie 14% dla wariantu A oraz 15% dla wariantu B. Różnice w stopie amortyzacji wynikają z faktu, iż obie maszyny mają taki sam okres użytkowania przy różnych cenach ich pozyskania.

Tabela 6

Wielkości wychodu oraz uzysku dla poszczególnych wariantów (%)

Wyszczególnienie	Wielkości bazowe	Wariant A	Wariant B
Uzysk Cu	87,34	6,25	6,30
Wychód koncentratu końcowego	6,00	90,98	91,71
Wzrost uzysku Cu		0,25	0,30
Wzrost wychodu koncentratu końcowego		3,64	4,37

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie zgromadzonych danych przystąpiono do obliczenia wartości wskaźnika dla wariantu A (tab. 7) oraz B (tab. 8).

Tabela 7

Metodologia wyliczania wskaźnika NPV dla wariantu A na bazie FCFF (tys. zł)

	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7
Przychody ze sprzedaży		105 800	105 800	105 800	105 800	105 800	105 800	105 800
Koszty operacyjne z amortyzacją		84 543	84 543	84 543	84 543	84 543	84 543	84 543
Podstawa opodatkowania (operacyjna) (1-2)		21 257	21 257	21 257	21 257	21 257	21 257	21 257
Podatek dochodowy (19%)		4 039	4 039	4 039	4 039	4 039	4 039	4 039
Wynik operacyjny opodatkowany (3-4)		17 218	17 218	17 218	17 218	17 218	17 218	17 218
Amortyzacja		18 343	18 343	18 343	18 343	18 343	18 343	18 343
Nakłady inwestycyjne	128 400							
NCFF (5+6-7)	-128 400	35 561	35 561	35 561	35 561	35 561	35 561	35 561
Współczynnik dyskontujący	1.00	0.97	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84	0.81
NPV	93 156							

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 8

Metodologia wyliczania wskaźnika NPV dla wariantu B na bazie FCFF (tys. zł)

	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7
Przychody ze sprzedaży		126 960	126 960	126 960	126 960	126 960	126 960	126 960
Koszty operacyjne z amortyzacją		101 257	101 257	101 257	101 257	101 257	101 257	101 257
Podstawa opodatkowania (operacyjna) (1-2)		25 703	25 703	25 703	25 703	25 703	25 703	25 703
Podatek dochodowy (19%)		4 884	4 884	4 884	4 884	4 884	4 884	4 884
Wynik operacyjny opodatkowany (3-4)		20 819	20 819	20 819	20 819	20 819	20 819	20 819
Amortyzacja		24 457	24 457	24 457	24 457	24 457	24 457	24 457
Nakłady inwestycyjne	171 200							
NCFF (5+6-7)	-171 200	45 276	45 276	45 276	45 276	45 276	45 276	45 276
Współczynnik dyskontujący	1.00	0.97	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84	0.81
NPV	110 885							

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie otrzymanych danych możemy jedynie stwierdzić, iż obie propozycje są opłacalne dla ZWR, nie otrzymujemy jednak odpowiedzi na pytanie, który z wariantów jest korzystniejszy dla przedsiębiorstwa z finansowego punktu widzenia. Aby można było dokonać właściwego wyboru należy posilić się wskaźnikiem NPVR. Ten wariant, który osiągnie wyższą wartość tego wskaźnika, będzie korzystniejszy dla przedsiębiorstwa. Ten sam efekt możemy osiągnąć, dokonując obliczenia wartości wskaźnika IRR, podobnie jak w przypadku NPVR, wariant osiągający wyższą wartość tego wskaźnika, będzie bardziej opłacalny dla przedsiębiorstwa. Na podstawie wzoru nr 2 (NPVR) oraz wzoru nr 3 (IRR) otrzymano następujące wartości wskaźników (tab. 9).

Tabela 9

Wartości wskaźników NPVR oraz IRR dla poszczególnych wariantów inwestycyjnych (%)

Wariant	NPVR	IRR
A	72,6	19,9
B	64,8	18,3

Źródło: opracowanie własne.

Mimo, iż oba prezentowane warianty są opłacalne dla ZWR, bardziej korzystnym i jednocześnie rekomendowanym jest wariant A. Należy jednak nadmienić, iż przy realnym wyborze wariantu konieczne jest uwzględnienie również innych parametrów, które z uwagi na brak danych, nie zostały wzięte pod uwagę w konstrukcji niniejszej analizy.

## Podsumowanie

W przedstawionej publikacji przedstawiono sposób przeprowadzenia wyceny inwestycji dla Zakładów Wzbogacania Rudy. Główną częścią pracy są procedury przeprowadzenia obliczeń przy wykorzystaniu wskaźnika NPV, NPVR oraz IRR. Wnioski wynikające z przeprowadzonych obliczeń pozwalają na sformułowanie opinii, iż aby można było dokonać właściwego wyboru wariantu inwestycyjnego, należy posilkiwać się takimi wskaźnikami jak NPVR lub IRR. Potrzeba ta wynika z faktu, iż wartości otrzymane z NPV, mówią nam jedynie o tym, czy inwestycja jest opłacalna z punktu widzenia ogólnie pojętych korzyści ekonomicznych, natomiast nie informuje nas o tym, która inwestycja jest dla przedsiębiorstwa bardziej zasadna pod kątem konkretnych wyników finansowych. Mylnym jest formułowanie wniosków i dokonywanie wyboru konkretnego wariantu inwestycyjnego, opierając się jedynie na wyznaczonym NPV, jako że niesie to ze sobą znaczne ryzyko podjęcia niewłaściwej decyzji. Niniejsza publikacja jest jedynie prezentacją zasadności wykorzystania w analizie opłacalności inwestycji takich wskaźników, jak NPVR oraz IRR. Zaproponowana procedura umożliwi uzyskanie pełniejszego obrazu prowadzonej oceny i w efekcie przekłada się na osiągnięcie bardziej wiarygodnych wyników, zapewniających



trafniejszą decyzję w aspekcie wyboru konkretnego wariantu inwestycyjnego. W miejscu tym należy nadmienić, iż przedstawiona metodologia jest wersją uproszczoną i nie jest pełną analizą opłacalności ekonomicznej, która powinna uwzględniać szerokie spektrum parametrów.

### **Literatura**

- Ranosz R.: *Ograniczanie wpływu zmienności cen surowców na wartość wyceny inwestycji górniczych*, „Przegląd Górniczy” 2011, t. 67, nr 9.
- Ranosz R.: *Strefa zwiększonego ryzyka inwestycyjnego w wycenie inwestycji górniczych*, „Przegląd Górniczy” 2011, t. 66, nr 6.
- Rogowski W.: *Rachunek efektywności inwestycji*, Wolters Kluwer Polska, Kraków 2008.
- Sierpińska M., Jachna T.: *Metody podejmowania decyzji finansowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

*dr inż. Robert Ranosz  
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie (WGiG KEiZwP)*

### **Streszczenie**

Niniejszy artykuł został poświęcony wycenie inwestycji, która docelowo jest implementowana w Zakładach Wzbogacania Rudy, natomiast jej efekty są widoczne w kontekście całego kombinatu. Aby można było właściwie przeprowadzić wycenę przy wykorzystaniu metody NPV, należy poprawnie skonstruować przepływy pieniężne oraz dokonać poprawnej interpretacji otrzymanych wyników. Zaprezentowany artykuł składa się z czterech części: wstępu, prezentacji wybranych mierników efektywności ekonomicznej, przykładu obliczeniowego oraz podsumowania. W rozdziale poświęconym wybranym miernikom efektywności ekonomicznej przybliżono metody, które zdaniem autora są niezbędne do właściwego oszacowania opłacalności inwestycji, a zaliczono do nich metodę NPV, NPVR oraz IRR. W miejscu tym należy nadmienić, iż przy konstruowaniu właściwej analizy opłacalności inwestycji, zaprezentowane metody stanowią jedynie część całego opracowania analizy ekonomicznej. W części trzeciej, będącej przykładem obliczeniowym, przedstawiono praktyczne wykorzystanie zaprezentowanych wskaźników jako metody służącej do ustalenia opłacalności inwestycji w środki trwałe.

**THE VALUATION OF THE INVESTMENTS  
IN THE KGHM SA COPPER ORE ENRICHMENT PLANTS,  
THE VALUATION OF INVESTMENT, AIMED TO INCREASE THE YIELD OF COPPER  
CONCENTRATE IN THE KGHM S.A. COPPER ORE ENRICHMENT PLANTS,  
USING METHODS OF NPV**

**Summary**

This article is devoted to the valuation of the investment, which ultimately is implemented in the copper ore enrichment plants, and its effects are visible in the context of the entire combine. To be able to properly carry out the valuation using methods of NPV, correct construction of cash flow and correct interpretation of the results are obtained. Presented article consists of four parts: introduction, presentation of selected measures of economic efficiency, the example of analysis calculation and summary. In the chapter devoted to the selected measures of the economic efficiency, the author discusses the methods based on NPV, NPVR and IRR, which, in his opinion, are necessary to estimate the profitability of the investments. It should be noted that in constructing a proper analysis of the profitability of the investments, the presented methods are only part of the entire development of economic analysis. In part three, which is an example of calculations, the practical use of presented indicators, as methods used to determine the profitability of investment in fixed assets, is made.