

Justyna MICHALAK*

PORÓWNANIE DYSKONTOWYCH WSKAŹNIKÓW OCENY OPŁACALNOŚCI EKONOMICZNEJ INWESTYCJI NA WYBRANYM PRZYKŁADZIE

W artykule przedstawiono i przeanalizowano podstawowe dyskontowe wskaźniki oceny opłacalności ekonomicznej inwestycji takie jak: CKR – całkowite koszty roczne, NPV – wartość bieżącą netto, DPP – zaktualizowany okres zwrotu, PI – wskaźnik rentowności, IRR – wewnętrzną stopę zwrotu. Następnie dokonano analizy porównawczej wybranych wskaźników, oceniając, który z rozpatrywanych wariantów jest najkorzystniejszy. Wszystkie obliczenia przeprowadzono w oparciu o rachunek dyskonta, uwzględniając zmienność wartości pieniądza w czasie. Jako narzędzie wykorzystano program Excel. Analizę wykonano dla elektrociepłowni dla dwóch rodzajów paliwa (węgla kamiennego i biomasy), rozpatrując trzy warianty. Wariant pierwszy dotyczy spalania biomasy, wariant drugi spalania węgla, w wariantcie trzecim mamy do czynienia z układem hybrydowym węgiel i biomasa.

SŁOWA KLUCZOWE: wskaźniki dyskontowe, CKR – całkowite koszty roczne, NPV – wartość bieżącą netto, DPP – zaktualizowany okres zwrotu, PI – wskaźnik rentowności, IRR – wewnętrzną stopę zwrotu

1. WSTĘP

Ocena opłacalności ekonomicznej inwestycji stanowi bardzo istotny element w całkowitej ocenie danego przedsięwzięcia energetycznego. To czy inwestycja jest opłacalna czy nie pod względem finansowym, stanowi pierwszy krok w ogólnej ocenie przedsiębiorstwa. Jeśli pod względem finansowym inwestycja nie jest opłacalna, wówczas nie ma sensu rozpatrywanie jej pod żadnym innym względem i należy ją odrzucić.

W artykule dokonano analizy opłacalności inwestycji jaką jest elektrociepłownia na podstawie pięciu dyskontowych wskaźników opłacalności takich jak: CKR – całkowite koszty roczne, NPV – wartość bieżąca netto, DPP – zaktualizowany okres zwrotu, PI – wskaźnik rentowności, IRR – wewnętrzną stopę zwrotu. Na podstawie uzyskanych wyników porównano trzy warianty pracy elektrociepłowni. Pierwszy, który dotyczy spalania biomasy, drugi związany ze spalaniem węgla kamiennego i trzeci wariant dotyczący układu hybrydowego węgiel i biomasa.

* Politechnika Poznańska.

2. WSKAŹNIKI OCENY OPŁACALNOŚCI EKONOMICZNEJ INWESTYCJI

2.1. Całkowite koszty roczne CKR [1]

W skład całkowitych kosztów rocznych K_r wchodzi:

- koszt rozszerzonej reprodukcji K_{rr} ,
- koszty eksploatacyjne stałe K_{es} ,
- koszty eksploatacyjne zmienne K_{ez} .

$$K_r = K_{rr} + K_{es} + K_{ez} \quad (1)$$

Koszt rozszerzonej reprodukcji:

$$K_{rr} = rI_{(0)} \quad (2)$$

$$r = \frac{p(1+p)^N}{(1+p)^N - 1} \quad (3)$$

gdzie: r – współczynnik rozszerzonej reprodukcji, p – stopa procentowa, N – liczba lat eksploatacji, $I_{(0)}$ – suma nakładów inwestycyjnych zdyskontowanych na rok 0.

Koszty eksploatacyjne stałe:

$$K_{es} = r_{ce}I \quad (4)$$

gdzie: r_{ce} – współczynnik kosztów eksploatacyjnych stałych, I – nakłady inwestycyjne.

Koszty eksploatacyjne zmienne (znana jest ich wartość, stąd nie są one obliczane).

2.2. Wartość bieżąca netto NPV

Metoda wartości bieżącej netto polega na porównaniu sumy efektów (nadwyżek finansowych) danego przedsięwzięcia z sumą nakładów potrzebnych do jego realizacji, w postaci różnic tych wielkości, z wykorzystaniem rachunku dyskonta. Inaczej mówiąc, NPV określa poziom efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego przy pomocy różnicy między sumą rocznych przepływów pieniężnych w okresie obliczeniowym, zdyskontowanych na rok 0, a sumą rocznych zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych inicjujących przedsięwzięcie.

$$NPV = \sum_{t=0}^N (S_t - K_t)a_t - \sum_{t=0}^N (I_t)a_t \quad (5)$$

$$NPV = \sum_{t=0}^N (S_t - K_t)(1+p)^{-t} - \sum_{t=0}^N (I_t)(1+p)^{-t} \quad (6)$$

gdzie: t – kolejny rok okresu obliczeniowego, a_t – współczynnik dyskonta $a_t = (1+p)^{-t}$, p – stopa dyskonta, N – długość okresu obliczeniowego obejmująca lata budowy i eksploatacji, S_t – przychody ze sprzedaży energii elektrycznej i ciepła w roku t , K_t – koszty eksploatacyjne w roku t , I_t – nominalne nakłady inwestycyjne w roku t .

Zależność na NPV można zapisać również za pomocą przepływów pieniężnych:

$$NPV = \sum_{t=0}^N (CF_t - I_t) a_t \quad (7)$$

$$NPV = \sum_{t=0}^N (CF_t - I_t) (1+p)^{-t} \quad (8)$$

gdzie: CF_t – przepływy pieniężne.

2.3. Zaktualizowany okres zwrotu DPP

Zaktualizowany okres zwrotu określa rok, w którym następuje zwrot nakładów inwestycyjnych.

$$\sum_{t=0}^{DPP} (S_t - K_t - I_t) a_t = 0 \quad (9)$$

$$\sum_{t=0}^{DPP} (S_t - K_t - I_t) (1+p)^{-t} = 0 \quad (10)$$

$$\sum_{t=0}^{DPP} (CF_t - I_t) a_t = 0 \quad (11)$$

$$\sum_{t=0}^{DPP} (CF_t - I_t) (1+p)^{-t} = 0 \quad (12)$$

2.4. Wskaźnik rentowności PI

Wskaźnik rentowności PI wynosi:

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^N CIF_t (1+p)^{-t}}{\sum_{t=0}^N COF_t (1+p)^{-t}} \quad (13)$$

gdzie: CIF_t – dodatnie przepływy pieniężne w roku t , COF_t – ujemne przepływy pieniężne w roku t , p – stopa dyskonta, N – liczba lat eksploatacji.

2.5. Wewnętrzna stopa zwrotu IRR

Metoda wewnętrznej stopy zwrotu IRR polega na poszukiwaniu takiej wielkości stopy, dla której $NPV = 0$.

$$\sum_{t=0}^N (S_t - K_t)(1 + IRR)^{-t} - \sum_{t=0}^N (I_t)(1 + IRR)^{-t} = 0 \quad (14)$$

$$\sum_{t=0}^N (CF_t)(1 + IRR)^{-t} - \sum_{t=0}^N (I_t)(1 + IRR)^{-t} = 0 \quad (15)$$

3. CHARAKTERYSTYKA ANALIZOWANEGO OBIEKTU ELEKTROENERGETYCZNEGO

Rozpatrywana elektrociepłownia charakteryzuje się następującymi parametrami: 921,7 MW mocy cieplnej i 275,5 MW mocy elektrycznej. Wytworzona energia elektryczna zasila krajowy system energetyczny, a produkcja ciepła odbywa się w wodzie gorącej i parze technologicznej. Produkcja energii elektrycznej odbywa się w skojarzeniu z wytwarzaniem ciepła. Woda sieciowa podgrzewana jest w podturbinowych wymiennikach ciepłowniczych turbiny 13UP6 o mocy cieplnej 125,8 MW_t (blok 1), turbiny 13UC105 o mocy cieplnej 192 MW_t (blok 2) i turbiny 13UC105K o mocy cieplnej 205 MW_t (blok 3). Poza tym w elektrociepłowni znajdują się dwa kotły mazutowe oraz szczytowy kocioł parowy na olej opałowy lekki [3].

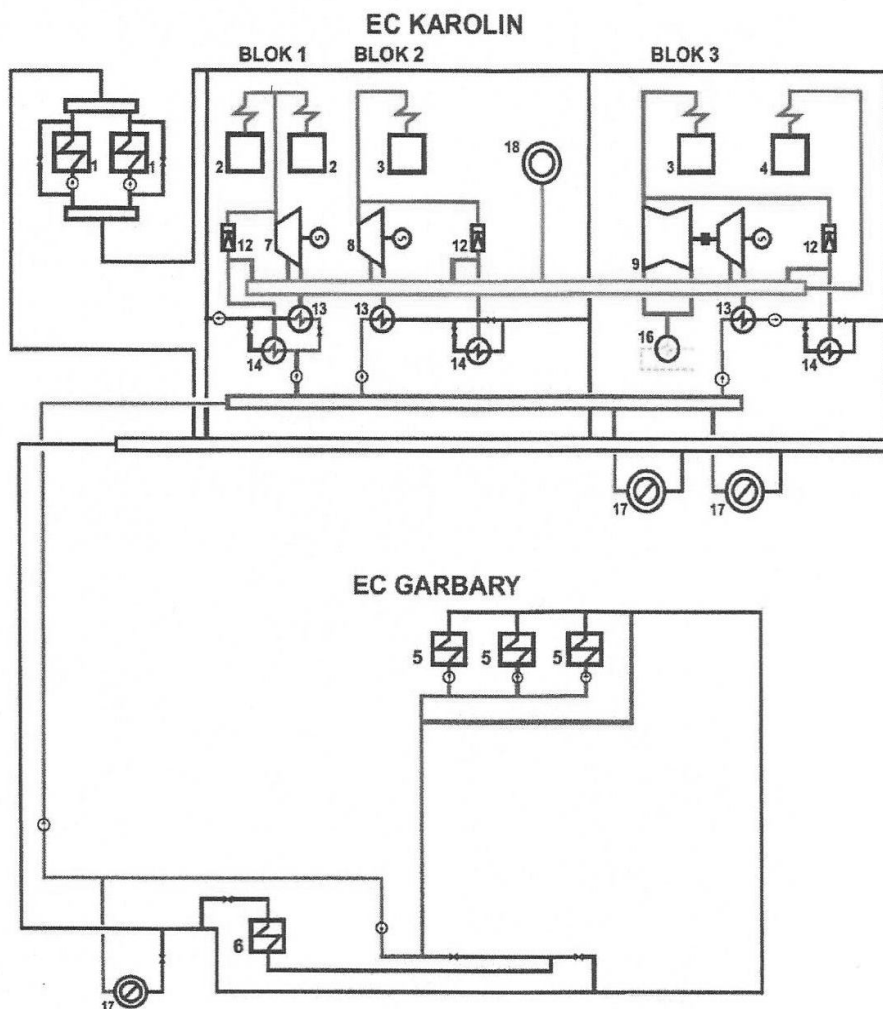
W elektrociepłowni energia pochodzi ze spalania biomasy, ze spalania paliw konwencjonalnych (węgiel kamienny, mazut) lub ze wspólnego spalania paliw konwencjonalnych i biomasy w dwóch kotłach parowych, zasilających w parę dwa turbozespoły wytwarzające energię elektryczną w układzie blokowym w skojarzeniu z wytwarzaniem ciepła [3].

Na rysunku 3.1 przedstawiono układ technologiczny stosowany w analizowanej elektrociepłowni.

4. ANALIZA OPŁACALNOŚCI EKONOMICZNEJ W OPARCIU O WYBRANE WSKAŹNIKI

W rozpatrywanej elektrociepłowni analizie ekonomicznej poddano jeden z bloków o mocy cieplnej 115 MW i mocy elektrycznej 55 MW. Produkowana energia pochodzi ze spalania paliw konwencjonalnych (węgiel kamienny, mazut) oraz ze spalania paliw pochodzących ze źródeł odnawialnych (biomasa). W związku z tym rozpatrzono trzy warianty analizy opłacalności ekonomicznej badanej elektrociepłowni. Wariant pierwszy dotyczy spalania biomasy, wariant

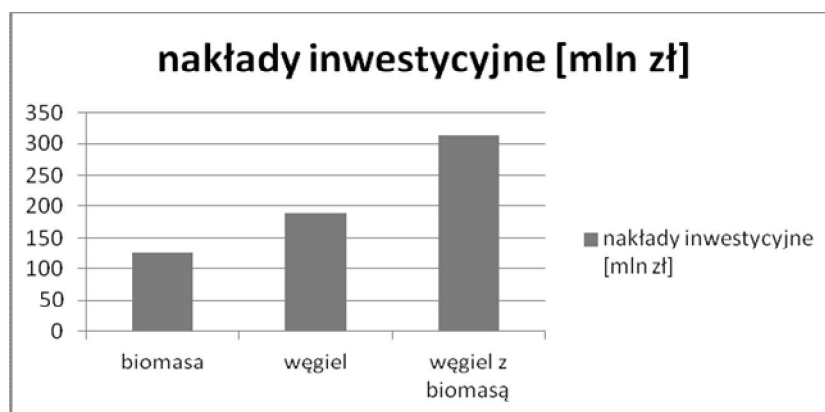
drugi spalania węgla kamiennego, a w wariancie trzecim przeanalizowano układ hybrydowy, w którym następuje spalanie węgla kamiennego i biomasy. W tabeli 4.1 i na rys. 4.1 – 4.3 zestawiono analizowane warianty.



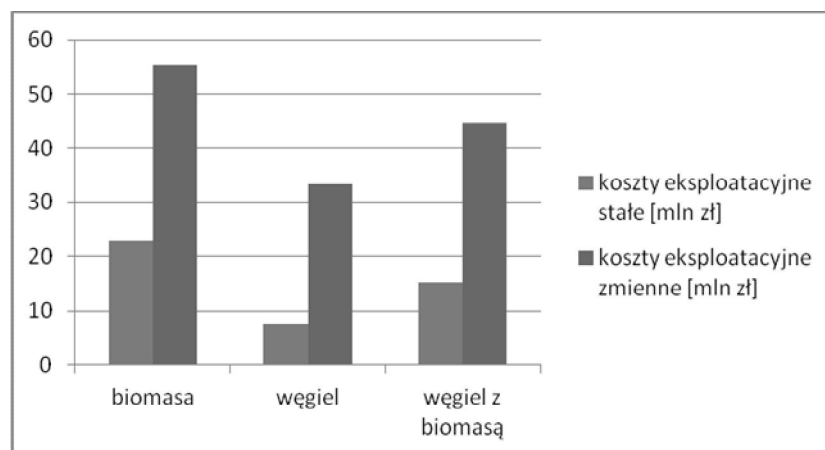
Rys. 3.1. Schemat technologiczny sieci ciepłowniczej [3]: 1 – kotły szczytowe wodne PTWM-180, 2 – kotły parowe bloku 1 (BFB, OP 140), 3 – kotły parowe OP – 430; 4 – kocioł szczytowy parowy KP1, 5 – kotły wodne WRp – 23, 6 – kocioł wodny PTWM 50, 7 – turbina parowa 13UP65, 8 – turbina parowa 13 UC105, 9 – turbina parowa 13UC105K, 12 – stacje redukcyjno – schładzające, 13 – wymienniki ciepłownicze podturbino-
 14 – wymienniki ciepłownicze szczytowo – rozruchowe, 16 – kondensator; 17 – odbiornicy ciepła, 18 – odbiornicy pary technologicznej

Tabela 4.1. Zestawienie analizowanych wariantów pracy elektrociepłowni

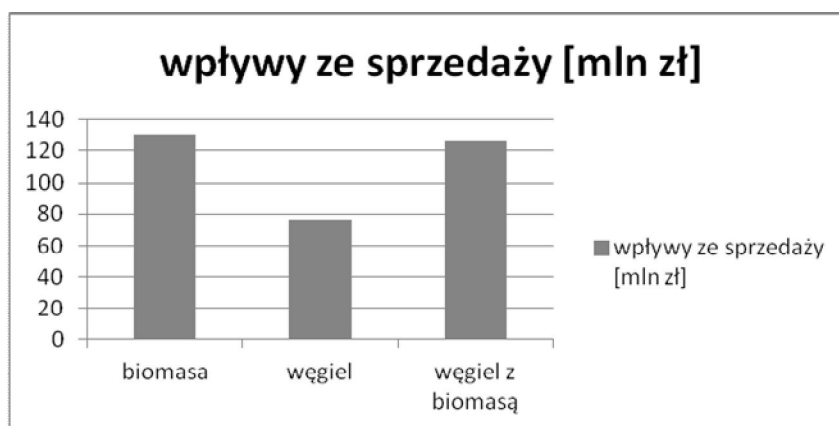
Wariant	Czas eksploatacji	Stopa dyskonta	Nakłady inwestycyjne	Czas pracy kotła	Koszty eksploatacyjne stałe i zmienne	Wpływy ze sprzedaży
	lata	–	mln zł	h	mln zł	mln zł
I	14	0,08	125,4	6415	22,9 55,5	111
II	14	0,08	188,3	6415	7,5 33,3	76,2
III	14	0,08	313,6	6415	15,4 44,8	134,9



Rys. 4.1. Nakłady inwestycyjne dla trzech wariantów wykorzystania paliwa



Rys. 4.2. Koszty eksploatacyjne stałe i zmienne dla trzech wariantów wykorzystania paliwa



Rys. 4.3. Wpływy ze sprzedaży dla trzech wariantów wykorzystania paliwa

Zestawienie wskaźników:

Wskaźnik	Wariant I	Wariant II	Wariant III
CKR [mln zł]	90,92	80,39	185,4
NPV [mln zł]	79,2	-60,1	76,2
DPP [lata]	8	-	11
PI	2,8	1,6	1,7
IRR [%]	17,8	1,9	8,75

5. PODSUMOWANIE

W przeprowadzonej analizie opłacalności ekonomicznej dla wybranego obiektu energetycznego, jakim była elektrociepłownia, w celu wyliczenia wskaźników świadczących o opłacalności badanego obiektu zastosowano dwie grupy metod obliczeniowych. Pierwsza z nich, do której należy CKR (całkowite koszty roczne) to metoda kosztowa, czyli taka, która uwzględnia wszystkie koszty (koszty inwestycyjne i koszty eksploatacyjne) ponoszone na daną inwestycję. Druga zastosowana grupa metod to metody zysku, do których należą: NPV (wartość bieżąca netto), DPP (zaktualizowany okres zwrotu), PI (wskaźnik rentowności) oraz IRR (wewnętrzna stopa zwrotu), czyli takie metody, które poza wszystkimi kosztami (koszty inwestycyjne i koszty eksploatacyjne) uwzględniają dodatkowo korzyści jakie przynosi przedsięwzięcie, czyli wpływy ze sprzedaży, w przypadku badanej inwestycji są to wpływy ze sprzedaży energii elektrycznej i ciepła.

Zastosowane cztery metody zysku wskazują, że najbardziej opłacalnym wariantem okazał się wariant pierwszy, czyli wariant dotyczący spalania biomasy. Najmniej opłacalnym wariantem jest wariant drugi, a więc ten, który dotyczył

spalania węgla (węgla kamiennego). Wariant trzeci dotyczący układu hybrydowego, związany był z równoczesnym spalaniem zarówno biomasy jak i węgla i pod względem oceny opłacalności ekonomicznej okazał się wariantem pośrednim, lepszym niż w przypadku spalania tylko węgla, ale gorszym niż układ związany ze spalaniem biomasy.

Na niekorzyść wariantów, w których odbywa się spalanie węgla wpływają m. in. koszty za emisję dwutlenku węgla. Czynnikiem wpływającym na podwyższenie opłacalności inwestycji w przypadku wariantów związanych ze spalaniem biomasy, czynnikiem wpływającym na podwyższenie opłacalności są świadectwa pochodzenia dla OZE (zielone certyfikaty).

LITERATURA

- [1] Dyka E., Mróz – Radłowska I., *Ekonomia w energetyce wybrane zagadnienia*, Politechnika Łódzka, Łódź, 2014.
- [2] Kasiewicz S., *Ryzyko inwestowania w polskim sektorze energetyki odnawialnej*, CeDeWu, Warszawa 2012.
- [3] Dokumentacja Uwierzytelniająca_OZE 1 i 2_.doc 15.05.2015

COMPARISON DISCOUNT INDICATORS ECONOMIC ASSESSMENT OF PROFITABILITY OF INVESTMENT IN SELECTED EXAMPLE

The article presents and analyzes the basic discount indicators of economic viability of investment such as: CKR – the total annual cost, NPV – net present value, the DPP – updated payback period, PI – rate of return, IRR – internal rate of return. Then a comparative analysis of selected indicators, assessing which of the options under consideration is most preferred. All calculations were performed on the basis of bill discounting, taking into account the volatility of the value of money over time. As a tool used Excel. The analysis was performed for the power plant for two types of fuel (coal and biomass), considering three variants. The first option applies to biomass, the second option of burning coal, the third variant we are dealing with a hybrid system coal and biomass.

(Received: 3. 03. 2016, revised: 9. 03. 2016)