

Izabela PAWŁOWSKA\*

## ANALIZA TECHNICZNO-EKONOMICZNA MODERNIZACJI ŹRÓDŁA CIEPŁA

### *Streszczenie*

*Przemiany dokonujące się w Polsce na przełomie ostatnich lat uświadomiły, że znajomość końcowego efektu finansowego każdej inwestycji jest głównym czynnikiem decydującym o realizacji przedsięwzięcia. Koniecznym elementem każdej nowej koncepcji lub modernizowanego projektu jest analiza ekonomiczna, która daje możliwość porównywania różnych technicznie wariantów i wyboru najbardziej odpowiedniego, zapewniającego powodzenie finansowe inwestycji. W artykule przedstawiono analizę ekonomiczną modernizacji kotłowni węglowej zaopatrującej w ciepło miasto Zawidów.*

### 1. WSTĘP

Zdecydowana większość starych źródeł ciepła, ze względu na ich wyjątkowo zły stan techniczny i szkodliwość środowisku naturalnemu, powinna być zastępowana wysokosprawnymi kotłowniami opalanymi ekologicznymi paliwami płynnym i gazowymi. O zasadności takiego postępowania nie trzeba zbytnio przekonywać. Świadczą o tym aspekty ekologiczne oraz ekonomiczne takich przedsięwzięć. Pojawia się natomiast nowy problem - wybór odpowiedniego wariantu modernizacji źródła ciepła. Stąd też nieodzownym elementem każdego przedsięwzięcia jest analiza ekonomiczna. Pozwala ona na dokonanie wyboru takiego wariantu modernizacji, spośród wszystkich technicznie akceptowanych, który zapewnia najlepszy efekt ekonomiczny.

W artykule przedstawiono analizę ekonomiczną modernizacji kotłowni węglowej zaopatrującej w ciepło miasto Zawidów.



## 2. TECHNICZNE MOŻLIWOŚCI MODERNIZACJI STARYCH ŹRÓDEŁ CIEPŁA - PRZYKŁAD DLA ZAWIDOWA

### 2.1 Opis stanu istniejącego przed modernizacją

W wyniku przemian organizacyjnych i własnościowych wynikających z ustawy samorządowej w 1996 roku Miasto Zawidów przejęło od Fabryki Maszyn Budowlanych „ZREMB” kotłownię miejską [Praca zbiorowa, 1998]. Tak jak dotychczas przejęta kotłownia miała zapewniać ciepło na potrzeby miasta i fabryki. Wytwarzanie ciepła odbywało się przy wykorzystaniu dwóch wysokoparametrowych kotłów WR5-022 o mocy 5.8 MW każdy opalanych miałem węglowym. Po roku eksploatacji stan techniczny kotłowni określono jako bliski „śmierci technicznej”. W sezonie grzewczym 1997-1998 pracował tylko jeden kocioł ze sprawnością użytkową 50%, co dawało mocy wyjściowej 2.8 MW. Kotłownia nie wytwarzała już ciepła na potrzeby „ZREMBU”, a mimo to niedomiar mocy wynosił wówczas 1.2 MW. Spowodowało to niedotrzymywanie temperatury obliczeniowej w pomieszczeniach ogrzewanych oraz problemy z uzyskaniem wymaganej temperatury ciepłej wody użytkowej  $+50^{\circ}\text{C}$  przy temperaturach powietrza zewnętrznego poniżej  $-6^{\circ}\text{C}$ . Na początku 1998 roku Rada Miasta, zdając sobie sprawę z rzeczywistego stanu technicznego źródła ciepła, podjęła decyzję o kompleksowej modernizacji systemu ciepłowniczego Zawidowa .

### 2.2 Warianty modernizacji źródła ciepła dla Zawidowa

Spośród analizowanych wariantów modernizacji ciepłowni miejskiej w Zawidowie, jako możliwe, technicznie akceptowane przyjęto dwa rozwiązania [Praca zbiorowa, 1998]:

- **wariant 1** - budowa nowoczesnej wysokoparametrowej kotłowni olejowej o mocy szczytowej 4.2 MW w miejsce starego źródła ciepła. W przyjętym wariantcie oprócz prac związanych z budową źródła ciepła założono konieczność wymiany fragmentu, będącej w fatalnym stanie technicznym, magistrali ciepłowniczej (400m) oraz modernizację 19 węzłów cieplnych;
- **wariant 2** - zastąpienie starego źródła ciepła pięcioma niskoparametrowymi kotłowniami lokalnymi o łącznej mocy szczytowej 4.2 MW, wybudowanymi w miejsce starych węzłów cieplnych oraz modernizację pozostałych 14 węzłów.

W związku z brakiem dostępu do gazu ziemnego w obu wariantach modernizacji założono, że nośnikiem energii pierwotnej będzie lekki olej opałowy Ekoterm.

Ponieważ często inwestorzy nie posiadają wystarczającej ilości wolnych środków finansowych potrzebnych na przeprowadzenie inwestycji, analizę techniczno-ekonomiczną modernizacji źródła ciepła Zawidowa wykonano dla dwóch opcji finansowania inwestycji:



- opcja I - realizacja całej inwestycji z funduszy inwestora;
- opcja II - realizacja inwestycji z kredytu komercyjnego.

### 3. PODSTAWY ANALIZY EKONOMICZNEJ

Dla określenia przewidywanych efektów ekonomicznych związanych z przeprowadzeniem modernizacji zastosowano metody obliczeniowe oparte na następujących wskaźnikach opłacalności inwestycji zalecanych min. przez Bank Światowy [T. Mróz, E. Szczechowiak, 1999, M. Robakiewicz, 1997]:

- wskaźnik zwany wartością bieżącą netto - NPV,
- wskaźnik zwany wewnętrzną stopą zwrotu - IRR,
- wskaźnik zwany prostym okresem zwrotu nakładów inwestycyjnych - SPBT.

Wartość bieżąca netto NPV liczona jest jako różnica zdyskontowanych przepływów środków pieniężnych (w danym okresie obliczeniowym) i wartości początkowej danej inwestycji:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t} - I_0 \quad (1)$$

w którym:

NPV - wartość bieżąca netto, tys. zł

$CF_t$  - oczekiwany przepływ środków finansowych związanych z inwestycją w roku t, tys. zł

n - liczba lat objętych analizą ekonomiczną

R - stopa dyskonta w okresie obliczeniowym

$I_0$  - wartość początkowa inwestycji, tys. zł

Metoda określania rentowności inwestycji na podstawie wskaźnika NPV opiera się na technikach zdyskontowanych przepływów środków pieniężnych. W metodzie tej oblicza się zaktualizowaną wartość wpływów i wypływów środków pieniężnych, a następnie liczy się NPV jako sumę zdyskontowanych przepływów. wartość zerowa NPV oznacza, że przepływy środków pieniężnych z projektu są wystarczające, aby spłacić tylko zainwestowany kapitał i otrzymać minimalną stopę dochodu z kapitału. projekt jest opłacalny, jeżeli NPV w okresie analizy jest dodatnie.

Wskaźnik wewnętrznej stopy IRR zwrotu pozwala na porównanie efektów finansowych inwestowania kapitału z obowiązującymi w danym okresie obliczeniowym rynkowymi wielkościami stóp procentowych. Wewnętrzna stopa zwrotu jest to stopa dyskonta, jakiej należałoby użyć, aby zrównoważyć koszty inwestycji i przyszłe wpływy. Analizowana inwestycja jest opłacalna, gdy wartość IRR dla danego przedsięwzięcia przewyższa obowiązującą stopę dyskonta. Wskaźnik IRR liczony jest przy założeniu użycia zerowej wartości bieżącej netto (  $NPV=0$  ).

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = I_0 \quad (2)$$

w którym:

$CF_t$  - oczekiwany przepływ środków finansowych związanych z inwestycją w roku  $t$ , tys. zł

$n$  - liczba lat objętych analizą ekonomiczną

$I_0$  - wartość początkowa inwestycji, tys. zł

Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT [lata] określany jest zależnością:

$$SPBT = \frac{I_0}{S} \quad (3)$$

w którym:

$S$  - saldo, średnie roczne oszczędności finansowe wynikające z realizacji danej inwestycji w okresie analizy, tys. zł/rok

$I_0$  - wartość początkowa inwestycji, tys. zł

#### 4. WYNIKI PRZEPROWADZONEJ ANALIZY

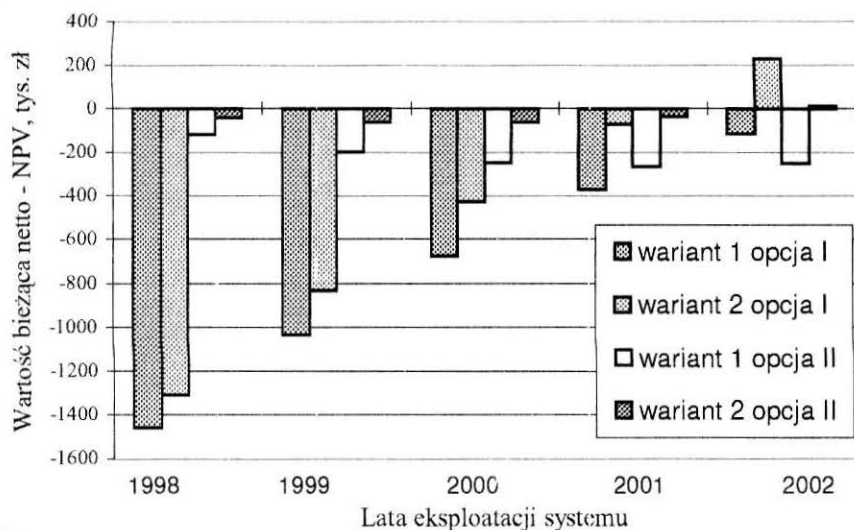
Analizę ekonomiczną modernizacji ciepłowni miejskiej w Zawidowie wykonano przy pomocy arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel. Dane wyjściowe do analizy ekonomicznej zawarto w tabeli 1, natomiast wyniki oceny ekonomicznej inwestycji zobrazowano na wykresach:

TABELA 1

*Dane wyjściowe do analizy ekonomicznej*

Parametr	OPCJA I		OPCJA II	
	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 1	Wariant 2
Czas prowadzenia analizy - $n$ , lata	5	5	5	5
Stopa dyskonta - $R$	0.08	0.08	0.19	0.19
Wartość początkowa inwestycji - $I_0$ , tys. zł	1950	1850	1950	1850
Sprzedaż energii cieplnej, GJ	27000	27000	27000	27000
Wartość sprzedaży, tys. zł	1370	1370	1370	1370
Roczne koszty zakupu paliwa, tys. zł	603.9	549	603.9	549
Amortyzacja, tys. zł	130	123	390	370
Administracja koszty ogólno- zakładowe, tys. zł	140	150	140	150
Koszty eksploatacyjne, tys. zł	4	4	4	4
Ubezpieczenie, tys. zł	39	22.64	39	22.64
Saldo (nadwyżka/ niedobór), tys. zł	507	349	496	389
Inne koszty, tys. zł	1.2	1.2	217.8	167.4

- ♦ rys.1 - zmiany wartości NPV w kolejnych latach objętych analizą,
- ♦ rys.2,3,4,5 - zmiany wartości NPV w zależności od stopy dyskonta (graficzne wyznaczenie wewnętrznej stopy zwrotu dla poszczególnych wariantów i opcji).

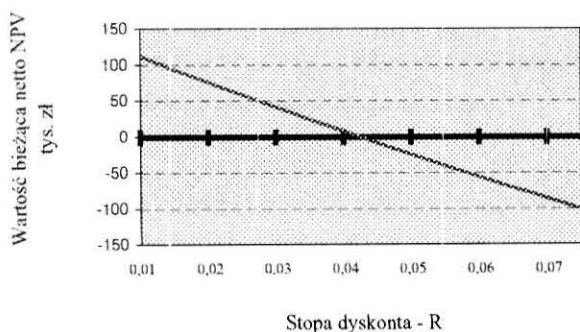


Rys. 1. Wskaźnik NPV modernizacji systemu ciepłowniczego Zawidowa

Uzyskane wyniki pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

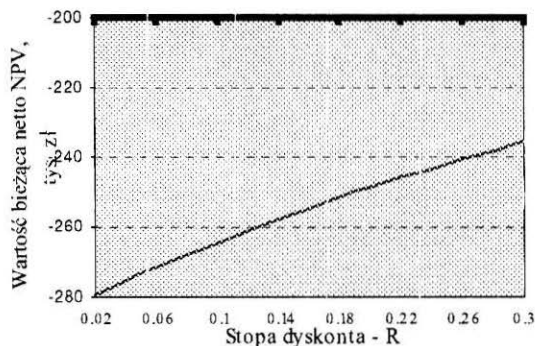
1. Budowa ciepłowni wysokoparametrowej (wariant A) jest inwestycją nieopłacalną. Wartość bieżąca netto dla tej modernizacji przyjmuje wartości ujemne w okresie analizy dla obydwu opcji finansowania. Również żadna z opcji nie daje wewnętrznej stopy zwrotu na poziomie zakładanych stóp dyskontowych:

- dla opcji I -  $IRR=0,042 < R=0,08$ ,
- dla opcji II -  $IRR < 0$ .



Rys. 2. Wskaźnik wewnętrznej stopy zwrotu (IRR) - wariant 1 opcja I

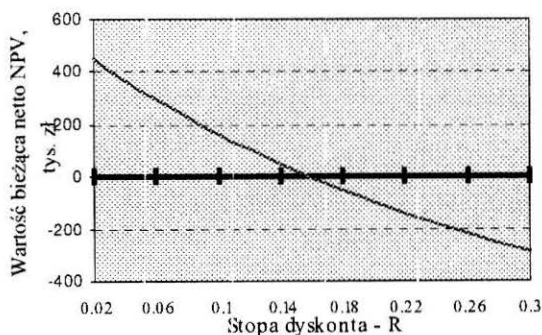
Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT, liczony wg wzoru (3), dla wariantu I finansowanego ze środków własnych inwestora wynosi 3 lata i 10 miesięcy, a dla drugiej opcji finansowania przekracza okres kredytowania i wynosi 5 lat i 4 miesiące



Rys.3. Wskaźnik wewnętrznej stopy zwrotu (IRR) - wariant 1 opcja II

2. Modernizacja, polegająca na budowie rozproszonego układu zaopatrzenia w ciepło jest inwestycją korzystną ekonomicznie. Przedsięwzięcie realizowane zgodnie z wariantem 2 dla obu opcji finansowania staje się opłacalne w 5. roku eksploatacji. Wyznaczone wartości wewnętrznych stóp zwrotu są wyższe od obowiązujących dla okresu obliczeniowego stóp dyskontowych:

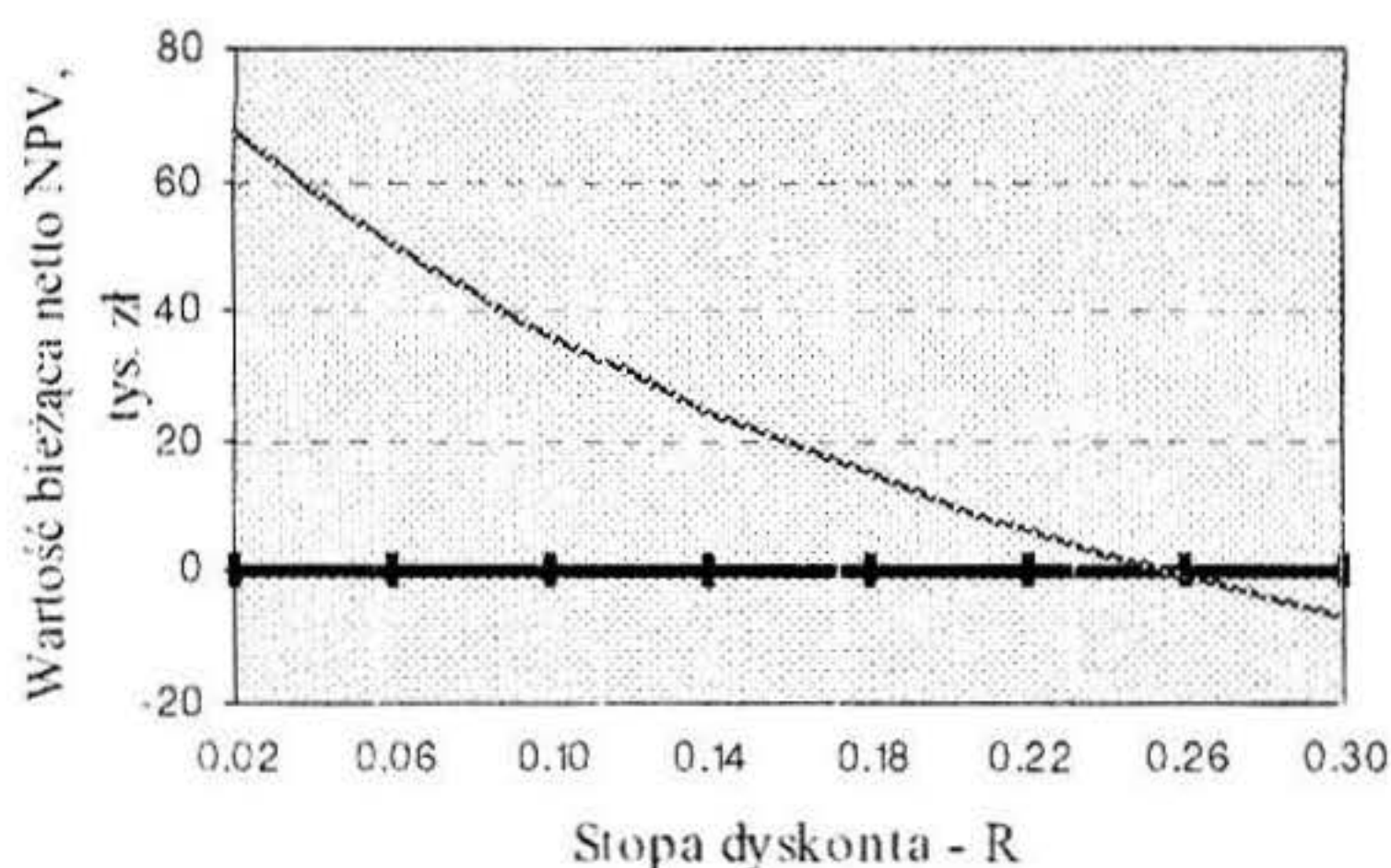
- dla opcji I -  $IRR=0.159 > R=0.08$ ,
- dla opcji II -  $IRR=0.258 > R=0.19$ .



Rys.4. Wskaźnik wewnętrznej stopy zwrotu (IRR) - wariant 2 opcja I



Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT dla wariantu 2 finansowanego ze środków własnych inwestora wynosi 3 lata i 7 miesięcy, a przy realizacji inwestycji z kredytu 4 lata i 9 miesięcy. Za graniczną wartość, przy której przedsięwzięcie uważa się za opłacalne, przyjmuje się 5 lat.



Rys.5. Wskaźnik wewnętrznej stopy zwrotu (IRR) - wariant 2 opcja II

Korzystnym ekonomicznie wariantem modernizacji jest budowa rozproszonego układu zaopatrzenia w ciepło. Jeżeli inwestor nie posiada wystarczającej ilości środków finansowych potrzebnych na sfinansowanie przedsięwzięcia, możliwa jest realizacja inwestycji z kredytu komercyjnego uzyskanego z banku.

## 5. PODSUMOWANIE

Przemiany dokonujące się w Polsce na przełomie ostatnich lat uświadomiły, że znajomość końcowego efektu finansowego każdej inwestycji jest głównym czynnikiem decydującym o realizacji przedsięwzięcia. Koniecznym elementem każdej nowej koncepcji lub modernizowanego projektu jest analiza ekonomiczna. Daje ona możliwość porównywania różnych technicznie wariantów i wyboru najodpowiedniejszego, zapewniającego powodzenie finansowe inwestycji. Ponadto ocena opłacalności projektu w oparciu o wskaźniki ekonomiczne na ogół wpływa na podjęcie decyzji o sposobie finansowania przedsięwzięcia.

## 6. LITERATURA

- [1] MRÓZ T., Szczechowiak E.: *Ekonomiczne aspekty modernizacji systemów zaopatrzenia w ciepło - przykład dla Czarnkowa*. Ogrzewnictwo praktyczne nr1 (1999).
- [2] PRACA ZBIOROWA: *Modernizacja ciepłowni miejskiej w Zawidowie*. Zielona Góra (1998). Materiały niepublikowane.

- 
- [3] PAWŁOWSKA I., Ziembicki P.: *Możliwości techniczne modernizacji starych źródeł ciepła z uwzględnieniem efektu ekonomicznego*. Materiały konferencyjne IX-tej Konferencji Ciepłowników nt. „Systemy i technologie ogrzewania budynków”, Solina (1999).
- [4] ROBAKIEWICZ M.: *Audytting energetyczny cz.II. Kurs dla kandydatów na audytorów energetycznych*. Fundacja poszanowania energii, Warszawa (1997).