

Justyna MICHALAK\*

## Analiza porównawcza efektywności ekonomicznej inwestycji elektrownianych

STRESZCZENIE. W artykule oceniono wpływ cen paliw na opłacalność ekonomiczną inwestycji energetycznych. Analizie poddano dwa rodzaje paliwa: węgiel kamienny i węgiel brunatny. Opłacalność ekonomiczną przeprowadzono na bazie zdyskontowanych metod zysku takich jak *NPV* – wartość bieżąca netto, *NPVR* – wskaźnik wartości bieżącej netto oraz *IRR* – wewnętrzna stopa zwrotu.

SŁOWA KLUCZOWE: węgiel kamienny, węgiel brunatny, cena paliwa, metoda *NPV*, metoda *NPVR*, metoda *IRR*

### Wprowadzenie

W artykule przedstawiono wyniki analizy porównawczej efektywności ekonomicznej dwóch inwestycji elektrownianych: elektrowni na węgiel kamienny i elektrowni na węgiel brunatny. Powyższą analizę przeprowadzono w oparciu o następujące metody: *NPV*, *NPVR* oraz *IRR*. W artykule oceniono wpływ cen paliw na opłacalność ekonomiczną badanych elektrowni.

---

\* Dr inż. — Politechnika Poznańska, Instytut Elektroenergetyki, Poznań.

## 1. Rola węgla w energetyce

Węgiel, będący kopalnym surowcem energetycznym, charakteryzuje się bardzo dużymi zasobami rozmieszczonymi na całym świecie. Mimo dużej emisyjności, węgiel wciąż utrzymuje wysoki udział w energetyce światowej.

TABELA 1. Struktura produkcji energii elektrycznej w Polsce w latach 2008–2009 [6]

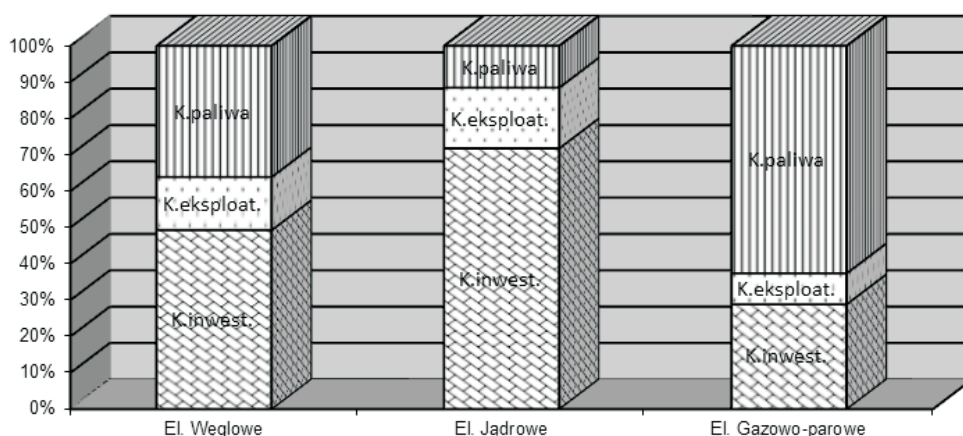
TABLE 1. Structure of electricity production in Poland in 2008–2009

Segment	Produkcja energii [GWh]		Dynamika [2008=100]	Struktura wytwarzania [%]	
	2008	2009		2008	2009
Produkcja w kraju ogółem	155 183	151 697	97,8	100,0	100,0
z tego:					
– elektrownie zawodowe	147 469	143 509	97,3	95	94,6
w tym:					
– elektrownie ciepłone:	144 997	140 816	97,1	98,3	98,1
z tego:					
– węgiel kamienny	84 347	81 640	96,8	57,2	56,9
– węgiel brunatny	53 384	50 353	94,3	36,2	35,1
– gaz	4 581	4 664	101,8	3,1	3,2
– współspalanie	2 685	4 159	154,9	1,8	2,9
– elektrownie wodne	2 465	2 683	108,8	1,7	1,9
– elektrownie przemysłowe	6 459	6 589	102,0	4,2	4,3
w tym:					
– gazowe	440	392	89,0	6,8	5,9
– biogazowe	7	7	100,0	0,1	0,1
– na biomasę	663	732	110,4	10,3	11,1
– elektrownie pozostałe	1 255	1 598	127,4	0,9	1,1

Źródło: Informacja statystyczna o energii elektrycznej; grudzień 2009, ARE SA, Biuletyn miesięczny

Porównując (pod względem kosztów wytwarzania energii elektrycznej) elektrownie węglowe z jądrowymi i gazowymi, okazuje się, iż najwyższe koszty inwestycyjne występują w przypadku elektrowni jądrowej (stanowią one 70% całkowitych kosztów wytwarzania), w przypadku elektrowni węglowej stanowią one 45%, a w przypadku elektrowni gazowej 25%. Jeśli chodzi o koszty paliwa to najdroższy jest gaz (koszt gazu stanowi nieco ponad 60% całkowitych kosztów wytwarzania), następnie węgiel stanowiąc niecałe 40%, a następnie paliwo jądrowe stanowiąc zaledwie 10% całkowitych kosztów wytwarzania. Jeśli

chodzi o koszty eksploatacyjne (z wyłączeniem kosztów paliwa) to dysproporcje między nimi w trzech rozpatrywanych typach elektrowni nie są tak duże jak w przypadku wcześniej omówionych kosztów. Powyższe wnioski zostały zilustrowane na rysunku 1 [4].



Rys. 1. Składowe kosztów wytwarzania energii [%]

Fig. 1. Component of electricity generation cost [%]

Na wytworzenie 1 MWh energii elektrycznej:

- ✧ z węgla kamiennego przypada emisja CO<sub>2</sub> równa 0,944 tony;
- ✧ z węgla brunatnego przypada emisja CO<sub>2</sub> równa 1,087 tony.

Spalenie 1 tony:

- ✧ węgla kamiennego daje emisję w wysokości 2,077 tony CO<sub>2</sub>;
- ✧ węgla brunatnego daje emisję w wysokości 0,962 tony CO<sub>2</sub>.

Polska powinna racjonalnie gospodarować zasobami węgla, zarówno kamiennego jak i brunatnego. Należy brać pod uwagę wzrost kosztów wydobycia węgla, co związane jest z pogarszającymi się geologiczno-górnictwymi warunkami wydobycia, co wynika ze wzrastającej głębokości zalegania złóż.

TABELA 2. Struktura zużycia paliw podstawowych w elektroenergetyce zawodowej

TABLE 2. Structure of basic fuels consumption in public power plants

Rodzaj paliwa	2009	2008
Węgiel kamienny	58,95%	60,42%
Węgiel brunatny	34,95%	32,60%
Biogaz/biomasa	3,17%	3,78%
Gaz	2,92%	3,20%

Źródło: Agencja Rynku Energii SA

Należy modernizować systemy wydobywania węgla, wykorzystywać bardziej ekologiczne metody jego przetwarzania.

W polskiej energetyce ponad 90% energii elektrycznej wytwarzane jest z węgla. Udział węgla kamiennego i brunatnego w 2008 r. był na poziomie 94,99%, a w 2009 r. na poziomie 93,7% [1]. Tak więc, uwzględniając ten aspekt, węgiel zajmuje bardzo znaczącą pozycję w energetyce.

## 2. Charakterystyka badanych inwestycji energetycznych

Badane inwestycje to elektrownie węglowe: na węgiel kamienny i na węgiel brunatny. Obie elektrownie są elektrowniami o mocy elektrycznej 900 MW. Dyspozycyjność badanych elektrowni założono na poziomie 90%, liczba godzin pracy w ciągu roku dla badanych obiektów wynosi 7884 h/rok.

Elektrownia na węgiel kamienny (EWK) to elektrownia z 2 blokami o mocy 450 MW każdy, co daje moc elektrowni  $2 \times 450 \text{ MW} = 900 \text{ MW}$ , z kotłami pyłowymi. Jest to elektrownia o sprawności ogólnej 42%. Paliwem jest węgiel kamienny o wartości opałowej 21 000 kJ/kg, zawartości popiołu  $A = 23\%$ , zawartości siarki  $S = 0,8\%$ .

W celu przeprowadzenia analizy efektywności ekonomicznej przyjęto następujące założenia:

- ✧ cała wyprodukowana energia elektryczna będzie sprzedawana odbiorcom zewnętrznym (za wyjątkiem energii elektrycznej zużytej na potrzeby własne elektrowni);
- ✧ wskaźnik potrzeb własnych zużycia energii elektrycznej 5%.

Dla tak ustalonych założeń technicznych i eksploatacyjnych obliczono roczne możliwości produkcyjne elektrowni na węgiel kamienny:

- ✧ ilość wytworzonej energii elektrycznej 7 095 600 MWh/rok,
- ✧ zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne 425 736 kWh/rok,
- ✧ sprzedaż energii elektrycznej 6 669 864 kWh/rok,
- ✧ zużycie węgla kamiennego 2 419 030 t/rok.

W celu obliczenia wskaźników opłacalności elektrowni na węgiel kamienny przyjęto kolejne następujące założenia:

- ✧ czas eksploatacji elektrowni na węgiel kamienny wynosi  $N = 35$  lat,
- ✧ czas budowy elektrowni 4 lata,
- ✧ czas spłaty kredytu wynosi 10 lat,
- ✧ stopa dyskonta 7,5%,
- ✧ stopę podatku dochodowego 19%.

W obliczeniach nie uwzględniono wskaźników wzrostu cen i kosztów, przyjęto następujące ceny nośników energii:

- ✧ cena sprzedaży energii elektrycznej do odbiorcy 200 zł/MWh [8];
- ✧ cena zakupu węgla kamiennego 280 zł/t.

Inwestycja będzie finansowana w 80% z kredytów o uśrednionym oprocentowaniu na poziomie 6% w skali roku, a pozostała część nakładów inwestycyjnych (20%) będzie finansowana ze środków własnych.

Elektrownia na węgiel brunatny (EWB) to elektrownia z 1 blokiem o mocy 900 MW co daje moc elektrowni  $1 \times 900 \text{ MW} = 900 \text{ MW}$ , z kotłem pyłowym, o sprawności ogólnej 38%.

Paliwem jest węgiel brunatny o wartości opałowej 8800 kJ/kg o zawartości popiołu  $A = 10\%$  i zawartości siarki  $S = 0,7\%$ .

W celu przeprowadzenia analizy efektywności ekonomicznej przyjęto następujące założenia:

- ✧ cała wyprodukowana energia elektryczna będzie sprzedawana odbiorcom zewnętrznym (za wyjątkiem energii elektrycznej zużytej na potrzeby własne elektrowni);
- ✧ wskaźnik potrzeb własnych zużycia energii elektrycznej 6%.

Dla tak ustalonych założeń technicznych i eksploatacyjnych obliczono roczne możliwości produkcyjne elektrowni na węgiel brunatny:

- ✧ ilość wytworzonej energii elektrycznej 7 095 600 MWh/rok,
- ✧ zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne 496 692 kWh/rok,
- ✧ sprzedaż energii elektrycznej 6 598 908 kWh/rok,
- ✧ zużycie węgla brunatnego 6 450 460 t/rok.

W celu obliczenia wskaźników opłacalności elektrowni na węgiel brunatny przyjęto kolejne następujące założenia:

- ✧ czas eksploatacji elektrowni na węgiel kamienny wynosi  $N = 35$  lat,
- ✧ czas budowy elektrowni 4 lata,
- ✧ czas spłaty kredytu wynosi 10 lat,
- ✧ stopa dyskonta 7,5%,
- ✧ stopę podatku dochodowego 19%.

W obliczeniach nie uwzględniono wskaźników wzrostu cen i kosztów, przyjęto następujące ceny nośników energii:

- ✧ cena sprzedaży energii elektrycznej do odbiorcy 200 zł/MWh [8],
- ✧ cena zakupu węgla brunatnego 100 zł/t.

Inwestycja będzie finansowana w 80% z kredytów o uśrednionym oprocentowaniu na poziomie 6% w skali roku, a pozostała część nakładów inwestycyjnych (20%) będzie finansowana ze środków własnych.

### 3. Opłacalność ekonomiczna badanych inwestycji

Opłacalność ekonomiczną badanych inwestycji przeprowadzono z wykorzystaniem następujących dynamicznych metod zysku:

- ✧ *NPV* – wartość bieżąca netto,
- ✧ *NPVR* – wskaźnik wartości bieżącej netto,
- ✧ *IRR* – wewnętrzna stopa zwrotu.

Cechami charakterystycznymi metod dynamicznych są:

- ✧ w obliczeniach brany jest pod uwagę cały okres realizacji i życia obiektu,
- ✧ w obliczeniach uwzględniany jest czynnik czasu, sprowadzający przyszłe wpływy i wydatki do odpowiadających im wartości obecnych.

Metoda NPV (*Net Present Value*) to metoda wartości bieżącej netto. Polega ona na porównaniu ze sobą sumy efektów (nadwyżek finansowych) danego przedsięwzięcia z sumą nakładów potrzebnych do jego realizacji, w postaci różnic tych wielkości, z wykorzystaniem techniki dyskonta. Inaczej mówiąc, *NPV* określa poziom efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego przy pomocy różnicy między sumą rocznych przepływów pieniężnych w okresie obliczeniowym, zdyskontowanych na moment rozpoczęcia budowy, a sumą zdyskontowanych na ten sam moment rocznych nakładów inwestycyjnych inicjujących przedsięwzięcie.

Wartość *NPV* wyznaczamy za pomocą zależności:

$$NPV = \sum_{t=1}^N (S_t - K_t) \cdot a_t - \sum_{t=1}^N I_t \cdot a_t \quad (1)$$

gdzie:  $t$  – kolejny rok okresu obliczeniowego,  
 $a_t = (1 + p)^{-t}$  – współczynnik dyskontujący,  
 $p$  – stopa dyskonta,  
 $N$  – długość okresu obliczeniowego obejmująca lata budowy i eksploatacji,  
 $S_t$  – przychód ze sprzedaży w roku  $t$ ,  
 $K_t$  – koszty w roku  $t$  uwzględniające podatek, lecz bez amortyzacji, rat i obsługi kredytu,  
 $I_t$  – nominalne nakłady inwestycyjne w roku  $t$ .

Inwestycja jest opłacalna, jeżeli  $NPV \geq 0$ . Wówczas suma zdyskontowanych przewidywanych rocznych nadwyżek jest nie mniejsza od sumy zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych. Jeżeli  $NPV = 0$ , oznacza to, że rentowność przedsięwzięcia jest równa przyjętej stopie minimalnej (dyskonta).  $NPV < 0$  świadczy o nieopłacalności przedsięwzięcia. Jeżeli porównuje się kilka wariantów to wybiera się ten, który posiada najwyższą wartość, ale zawsze większą bądź równą zero.

Uwzględniając składniki kosztów eksploatacyjnych zależność na *NPV* przyjmuje postać:

$$NPV = \sum_{t=1}^N (S_t - I_t - K_{pt} - K_{mt} - K_{remt} - K_{ot} - K_{st} - P_{dt}) \cdot a_t \quad (2)$$

gdzie:  $K_{pt}$  – koszty paliwa,  
 $K_{mt}$  – koszty pozostałych materiałów i surowców,  
 $K_{remt}$  – koszty eksploatacji i remontów,  
 $K_{ot}$  – koszty osobowe i ubezpieczenia,  
 $K_{st}$  – koszty ochrony środowiska,  
 $P_{dt}$  – podatek dochodowy.

NPVR (*Net Present Value Ratio*) to wskaźnik wartości bieżącej netto. Oblicza się go jako stosunek wartości bieżącej netto *NPV* do wartości zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych.

$$NPVR = \frac{NPV}{I_d} \quad (3)$$

gdzie:  $I_d$  – nakłady zdyskontowane na rok „zerowy”, obliczane wg wzoru:

$$I_d = \sum_{t=1}^N I_t (1+p)^{-t} \quad (4)$$

Metoda wewnętrznej stopy zwrotu ( $IRR$ ), polega na ustaleniu takiej wynikowej stopy  $IRR$ , przy której suma zdyskontowanych na  $N$  lat nadwyżek finansowych zrównuje się z sumą zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych. Inaczej mówiąc, metoda ta polega na poszukiwaniu takiej wielkości stopy, dla której  $NPV = 0$ . Cechą charakterystyczną tej metody jest fakt, że znajomość stopy dyskontowej nie jest konieczna.

$$\sum_{t=1}^N (S_t - K_t)(1+IRR)^{-t} - \sum_{t=1}^N I_t \cdot (1+IRR)^{-t} = 0 \quad (5)$$

Szukaną niewiadomą jest wewnętrzna stopa zwrotu, która „wchodzi” na miejsce stopy dyskonta, przy czym przedsięwzięcie uważa się za efektywne, jeżeli tak wyznaczona wewnętrzna stopa zwrotu jest nie mniejsza od minimalnej  $p_{min}$ . Czyli inwestycja jest opłacalna, gdy  $IRR > p_{min}$ .

W celu wyliczenia powyższych wskaźników określono dla każdej badanej elektrowni (elektrownia na węgiel kamienny i elektrownia na węgiel brunatny):

- ✧ przychody (wpływy) ze sprzedaży wytworzonego wyrobu (energii elektrycznej);
  - ✧ nakłady inwestycyjne;
  - ✧ całkowite koszty eksploatacyjne;
  - ✧ amortyzację;
  - ✧ zysk brutto;
  - ✧ podatek dochodowy;
  - ✧ zysk netto;
  - ✧ całkowite wydatki, na które składają się podatek, całkowite koszty eksploatacyjne, raty kapitałowe, odsetki i nakłady inwestycyjne;
  - ✧ saldo pieniężne stanowiące różnicę między wpływami i wydatkami.
- Przy przeprowadzaniu wstępnych analiz opłacalności zastosowano następujące założenia:
- ✧ wszystkie efekty ekonomiczne są zdyskontowane na poziom roku (momentu) zerowego ( $t = 0$ ),
  - ✧ przedsięwzięcie rozpoczyna pełną działalność w pierwszym roku eksploatacji i przynosi stały efekt ekonomiczny,
  - ✧ ocenę kosztów i dochodów przeprowadza się na podstawie danych obowiązujących dla momentu zerowego,
  - ✧ wszelkie kredyty zaciągane na rynku finansowym mają niezmienną stopę procentową,
  - ✧ czas objęty analizą jest liczony w pełnych latach.

W celu przeprowadzenia analizy opłacalności ekonomicznej przyjęto wartość nakładu inwestycyjnego w wysokości 4,5 mln zł/MW.

W przeprowadzonej analizie przyjęto, iż koszty kapitałowe dotyczące budowy elektrowni są wspomagane kredytem konsorcjalnym. Dlatego też w formułach zastosowanych kryteriów oceny efektywności ekonomicznej danej inwestycji, koniecznym jest uwzględnienie obciążeń finansowych z tytułu rat kapitałowych i odsetek. Obciążenia te zawarte są w umowie kredytowej. Oprocentowanie kredytu ustala się podczas indywidualnych negocjacji między inwestorem, a konsorcjum banków. Założono, że inwestycja będzie finansowana w 80% z kredytu, a w 20% ze środków własnych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że w przypadku obu badanych elektrowni:

- ✧ wartości  $NPV$  są większe od zera (obie inwestycje okazały się opłacalne),
- ✧ wartości  $NPVR$  są większe od zera (obie inwestycje okazały się opłacalne),
- ✧ wartości  $IRR$  są większe od założonej stopy dyskonta równej 7,5% (obie inwestycje okazały się opłacalne).

W odniesieniu do wartości  $NPV$  przeprowadzono analizę wrażliwości opartą o bezwymiarowy współczynnik wrażliwości  $w$  wyrażony wzorem:

$$ww = \frac{\frac{NPV_i - NPV_b}{NPV_b}}{\frac{Z_i - Z_b}{Z_b}} \quad (6)$$

gdzie:  $w$  – współczynnik wrażliwości  $NPV$ ,  
 $NPV_i$  – wartość  $NPV$  dla założonej wartości analizowanej zmiennej,  
 $NPV_b$  – wartość  $NPV$  dla wartości analizowanej zmiennej powiększonej o 2%,  
 $Z_i$  – założona wartość analizowanej zmiennej,  
 $Z_b$  – założona wartość analizowanej zmiennej powiększonej o 2%.

Przeprowadzona tą metodą analiza wrażliwości pozwala określić stopień zmienności wartości  $NPV$ , gdy wartość analizowanej zmiennej zmieni się o 2%, a pozostałe zmienne pozostaną bez zmian. W tym celu dla poszczególnych zmiennych określany jest współczynnik wrażliwości  $w$  będący kątem nachylenia krzywej wyznaczającej profil  $NPV$  przy dwóch wartościach danej zmiennej. Przedstawiona powyżej technika analizy wrażliwości posługująca się wartościami bezwzględnyymi znajduje szczególne zastosowanie w przypadkach, kiedy wartości zmiennych występują w różnych skalach. Słabą stroną opisanej metody oceny wrażliwości jest fakt, iż informuje ona jedynie o najbliższym otoczeniu analizowanego punktu – informuje o wrażliwości lokalnej, a nie globalnej.

Spośród przeanalizowanych czynników eksploatacyjnych wpływających na ocenę efektywności ekonomicznej inwestycji uwzględniono:

- ✧ całkowitą sprawność elektrowni,
- ✧ dyspozycyjność,
- ✧ koszty paliwa,



- ✧ koszty eksploatacji i remontów,
- ✧ koszty osobowe.

W tabeli 3 przedstawiono zestawienie wartości współczynnika wrażliwości  $w_w$  dla czynników eksploatacyjnych badanych elektrowni węglowych.

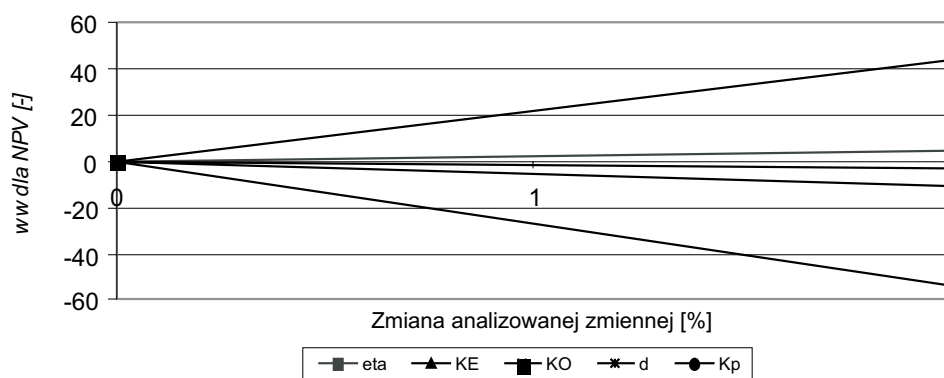
TABELA 3. Zestawienie wartości współczynnika wrażliwości  $w_w$  dla czynników eksploatacyjnych

TABLE 3. Summary of sensitivity ratio  $w_w$  of operation factors

Rodzaj elektrowni	$\eta$ – sprawność	$K_e$ – koszty eksploatacji i remontów	$K_o$ – koszty osobowe	$d$ – dyspozycyjność	$K_p$ – koszty paliwa
EWK	4,44	-10,26	-3,03	43,64	-53,52
EWB	5,89	-7,97	-3,10	20,74	-46,58

Na rysunku 2 i 3 zilustrowano współczynnik wrażliwości dla badanych obiektów.

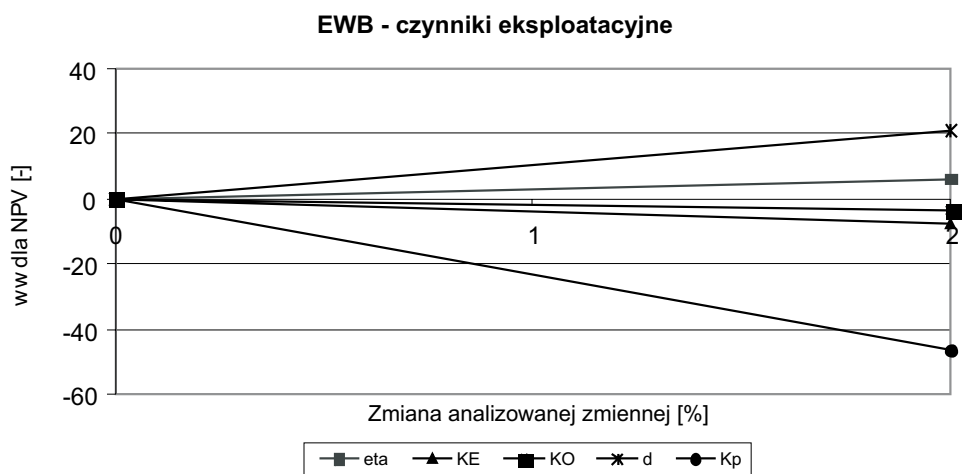
#### EWK - czynniki eksploatacyjne



Rys. 2. Współczynnik wrażliwości  $w_w$  dla elektrowni na węgiel kamienny (EWK) uwzględniający zmianę czynników eksploatacyjnych

Fig. 2. Sensitivity ratio  $w_w$  for hard power plant to take into account the change of operation factors

Na podstawie przeprowadzonej analizy i otrzymanych wyników można stwierdzić, iż spośród badanych czynników eksploatacyjnych wartość NPV wykazuje największą czułość na zmiany wartości kosztów paliwa zarówno dla elektrowni na węgiel kamienny jak i dla elektrowni na węgiel brunatny.



Rys. 3. Współczynnik wrażliwości  $ww$  dla elektrowni na węgiel brunatny (EWB) uwzględniający zmianę czynników eksploatacyjnych

Fig. 3. Sensitivity ratio  $ww$  for brown power plant to take into account the change of operation factors

## Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej analizy ekonomicznej inwestycji elektrowniowych, w artykule określono wpływ cen paliw na opłacalność ekonomiczną badanych elektrowni węglowych: elektrowni na węgiel kamienny i elektrowni na węgiel brunatny. W tym celu zastosowano metody dyskontowe oceny opłacalności inwestycji:  $NPV$ ,  $NPVR$  oraz  $IRR$ . W dalszej części pracy przeprowadzono analizę wrażliwości w oparciu o bezwymiarowy współczynnik wrażliwości oznaczony  $ww$ . Taki rodzaj analiz wrażliwości znajduje szczególne zastosowanie w przypadku, gdy wartości zmiennych występują w różnych skalach. Wysokie bezwzględne wartości współczynnika wrażliwości świadczą o istotnym wpływie badanego czynnika na analizowaną wielkość – w tym przypadku wartość  $NPV$ . Im wartość współczynnika wrażliwości jest bliższa zero, tym wpływ tego czynnika na wartość  $NPV$  jest mniej znaczący. Dodatnia wartość współczynnika wrażliwości oznacza, że kierunek zmian wartości  $NPV$  jest zgodny z kierunkiem zmian danego czynnika. Oznacza to, że dana zmienna generuje wzrost  $NPV$ , a tym samym wzrost opłacalności badanej inwestycji. W przypadku ujemnej wartości współczynnika wrażliwości kierunki te są przeciwne. Niedogodnością bezwymiarowego współczynnika wrażliwości jest fakt, że pokazuje on tylko tendencje wpływu zmiennej w najbliższym otoczeniu analizowanego przypadku. W powyższych analizach była to wartość  $+2\%$ . W niniejszym artykule analizie poddano następujące czynniki eksploatacyjne: sprawność, dyspozycyjność, koszty eksploatacji i remontów, koszty osobowe i koszty paliwa. Z przeprowadzonej dla powyższych czynników analizy wrażliwości wynika, iż dla obu badanych elektrowni zdecydowanie największą

wartość współczynnika wrażliwości otrzymano dla kosztów paliwa, następnie dla dyspozycyjności, zdecydowanie mniejsze wartości współczynnika ww uzyskano dla kosztów eksploatacji i remontów, a w dalszej kolejności dla sprawności i kosztów osobowych. Świadczy to o tym, że największy wpływ na wartość *NPV* wywierają koszty paliwa, zaś najmniejszy koszty osobowe. Na podstawie przeprowadzonej analizy, spośród badanych czynników eksploatacyjnych, których wzrost wpływa na podwyższenie opłacalności inwestycji (sprawność i dyspozycyjność) wykazano, że dyspozycyjność jest czynnikiem bardziej istotnym. Spośród czynników, których wzrost skutkuje obniżeniem wartości *NPV*, a tym samym opłacalności inwestycji (koszty eksploatacji i remontów, koszty osobowe i kosztów paliwa) najbardziej istotny wpływ na wartość *NPV* wykazują koszty paliwa.

## Literatura

- [1] GRUDZIŃSKI Z., 2010 – Konkurencyjność wytwarzania energii elektrycznej z węgla. [W:] Polityka energetyczna t. 13, z. 2.
- [2] LAUDYN D., 1999 – Rachunek ekonomiczny w elektroenergetyce. Warszawa.
- [3] NEY R., 2010 – Pozycja węgla w energetyce. [W:] Polityka energetyczna t. 13, z. 2.
- [4] PASKA J., NOWAKOWSKA-SIWIŃSKA E., 2001 – Metodyka oceny konkurencyjności technologii wytwarzania energii elektrycznej. Materiały konferencyjne APE'03, Jurata.
- [5] PASKA J., 2007 – Ekonomika w elektroenergetyce. Warszawa.
- [6] ZAPOROWSKI B., 2008 – Analiza kosztów wytwarzania energii elektrycznej. [W] Polityka energetyczna t. 13, z. 2.
- [7] [www.cire.pl/rynekenergii](http://www.cire.pl/rynekenergii) „Informacja statystyczna o energii elektrycznej; grudzień 2009, ARE SA, Biuletyn miesięczny”
- [8] [www.ure.gov.pl](http://www.ure.gov.pl)

Justyna MICHALAK

## Comparative analysis of the economic efficiency of power plant investments

### Abstract

The paper presents an estimation of the impact of fuel prices on economic profitability of investments in power generation technologies. Two types of fuel were analysed, namely: hard coal and brown coal. Investigations were carried out on the basis of discounted profit methods such as NPV ( Net Present Value), NPVR (Net Present Value Ratio) and IRR (Internal Rate of Return).

KEY WORDS: hard coal, brown coal, fuel price, NPV method, NPVR method, IRR method