

Justyna MICHALAK*

Analiza porównawcza opłacalności inwestycji węglowych i jądrowych

STRESZCZENIE. W artykule przedstawiono wyniki analizy opłacalności wytwarzania energii elektrycznej dla elektrowni jądrowej i dwóch elektrowni węglowych: elektrowni opalanej węglem kamiennym i elektrowni opalanej węglem brunatnym. Wszystkie trzy badane elektrownie charakteryzowały się podobną mocą elektryczną (elektrownia jądrowa mocą elektryczną 1000 MW, obie elektrownie węglowe mocą elektryczną 900 MW), takim samym stopniem wykorzystania zdolności produkcyjnych (95%), taką samą dyspozycyjnością (95%) i taką samą liczbą godzin pracy w ciągu roku (7906 h/rok). Analizę opłacalności ekonomicznej badanych inwestycji energetycznych przeprowadzono na podstawie rachunku przepływów pieniężnych, z wykorzystaniem zasad rachunku dyskonta. Opłacalność ekonomiczną przeprowadzono na bazie zdyskontowanych metod zysku, takich jak NPV – wartość bieżąca netto, NPVR – wskaźnik wartości bieżącej netto, IRR – wewnętrzna stopa zwrotu, DPB – zdyskontowany okres zwrotu nakładów inwestycyjnych oraz dodatkowo obliczono SPB – prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych. Na podstawie obliczonych wartości NPV, NPVR, IRR, DPB, SPB określono, która z badanych inwestycji jest najbardziej opłacalna dla przyjętych założeń. W przypadku wartości NPV otrzymane wyniki dodatkowo poparto obrazem graficznym – wykresami, przedstawiającymi zależność NPV w funkcji czasu. Na podstawie powyższych wykresów określono wartości SPB (prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych) i DPB (zdyskontowany okres zwrotu nakładów inwestycyjnych). SPB określono wyliczając wartość NPV dla stopy dyskonta równej zero, DPB określono dla stopy dyskonta równej założonej stopie dyskonta równej 7,5%. W obu przypadkach na wykresach zaznaczono wartości SPB i DPB szukając miejsc przecięcia charakterystyk NPV z osią czasu. Obliczenia przeprowadzono wielowariantowo. Jako wariant bazowy przyjęto inwestycję, która w 20% była finansowana ze środków własnych, a w pozostałych 80% finansowana była z kredytu

* Dr inż. – Politechnika Poznańska, Instytut Elektroenergetyki

bankowego. W przypadku kredytu założono, że bank udzielił kredytu preferencyjnego o oprocentowaniu 6 % w skali roku, a czas spłaty kredytu założono równy 20 lat. Poza wariantem bazowym przeanalizowano dwa inne warianty. Pierwszy z nich to przypadek, gdzie inwestycja w 40% była finansowana ze środków własnych, a w 60% z kredytu. Kolejny wariant to przypadek, gdzie inwestycja była w 100% finansowana ze środków własnych.

SŁOWA KLUCZOWE: elektrownia jądrowa, elektrownia na węgiel kamienny, elektrownia na węgiel brunatny, metoda NPV, metoda NPVR, metoda IRR, metoda SPB, metoda DPB

Wprowadzenie

W artykule przeprowadzono analizę porównawczą opłacalności wytwarzania energii elektrycznej w przypadku elektrowni węglowych (na przykładzie elektrowni na węgiel kamienny i węgiel brunatny) oraz elektrowni jądrowych. Obliczenia przeprowadzono wielowariantowo, zmieniając sposób inwestowania przedsięwzięcia. Jako wariant bazowy przyjęto inwestycje, która w 20% była finansowana ze środków własnych, a w pozostałych 80% z kredytu bankowego. Poza wariantem bazowym przeanalizowano dwa inne warianty. Pierwszy z nich to przypadek, gdzie inwestycja w 40% była finansowana ze środków własnych, a w 60% z kredytu. Kolejny wariant to przypadek, gdzie inwestycja była w 100% finansowana ze środków własnych.

Porównując elektrownie jądrowe z elektrowniami konwencjonalnymi należy uwzględnić wybrane czynniki wpływające na opłacalność badanych elektrowni. Należą do nich m.in.:

- ✧ czas budowy i eksploatacji elektrowni,
- ✧ paliwo i jego cena,
- ✧ koszt korzystania ze środowiska,
- ✧ sprawność energetyczna.

Czas budowy elektrowni jądrowej to okres od 4 do 6 lat. W przypadku elektrowni węglowej jest to okres od 3 do 4 lat. Okres eksploatacji elektrowni jądrowej to 60 lat, w przypadku elektrowni konwencjonalnej to okres od 30 do 40 lat.

W elektrowni jądrowej cały wsad paliwowy umieszcza się jednorazowo w reaktorze, czas przebywania paliwa w rdzeniu reaktora to okres od 3 do 5 lat. Elektrownia jądrowa o mocy 1000 MWe zużywa rocznie od 25 do 40 ton paliwa (do transportu wystarczy kilka samochodów ciężarowych). W elektrowni węglowej paliwo dostarczane jest w sposób ciągły. Elektrownia węglowa o mocy 1000 MW zużywa rocznie 2,5–3 mln ton węgla (do transportu potrzeba od 3 do 5 pociągów na dobę) (Jeziński 2011). Wiąże się to z zastosowaniem odpowiednich składowisk węgla oraz problemami transportu dużych ilości paliwa (Wysocka, Łatoska 2010). Głównym składnikiem kosztów elektrowni węglowej jest koszt paliwa stanowiący od 40 do 50%. W przypadku elektrowni jądrowej koszt paliwa stanowi od 15 do 25% wszystkich kosztów (węgiel jest droższy od paliwa jądrowego) (Jeziński 2011).

Koszty korzystania ze środowiska to w przypadku elektrowni jądrowej koszty związane z bieżącą utylizacją odpadów promieniotwórczych i innych oraz koszt przyszłej likwidacji elektrowni. W przypadku elektrowni węglowych spalanie węgla wiąże się z emisją znacznych ilości zanieczyszczeń stałych oraz gazowych, co związane jest z opłatami za korzystanie ze środowiska.

Ważne kryterium porównawcze stanowi sprawność energetyczna. W przypadku elektrowni jądrowych w zależności od rodzaju reaktora sprawność wynosi od 33% do 40%. W przypadku konwencjonalnych bloków węglowych sprawność wynosi od 36% do 40%, a dla bloków nadkrytycznych od 41% do 47% (Wysocka, Latoska 2010).

Powyższe czynniki wpływają na koszty inwestycyjne i eksploatacyjne elektrowni.

Koszty inwestycyjne w przypadku elektrowni węglowych są niższe niż w przypadku elektrowni jądrowych. W przypadku elektrowni jądrowych i węglowych występują te same rodzaje kosztów, które różnią się pod względem wielkości.

1. Metody wykorzystane do oceny opłacalności badanych elektrowni

W celu określenia opłacalności badanych inwestycji wykorzystano zdyskontowane metody zysku oparte na rachunku dyskonta, który umożliwia porównywanie kwot pieniężnych wydatkowanych i uzyskiwanych w różnych latach analizowanego okresu (w przypadku elektrowni węglowych jest to okres 37 lat: 2 lata budowy i 35 lat eksploatacji; w przypadku elektrowni jądrowej jest to okres 39 lat: 4 lata budowy i 35 lat eksploatacji). W celu porównywania ze sobą przepływów pieniężnych w tak długim horyzoncie czasowym, sprowadza się wszystkie kwoty pieniędzy do jednego umownego momentu czasu, zwanego rokiem zerowym (Paska 2007). Poniżej scharakteryzowano metody, które wykorzystano przy ocenie opłacalności badanych inwestycji.

Metoda wartości bieżącej netto NPV polega na porównaniu ze sobą 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 za pomocą 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.

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

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 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 według 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 $IRR > p_{\min}$.

Zdyskontowany okres zwrotu nakładów inwestycyjnych (DPB) oblicza się ze wzoru:

$$\sum_{t=1}^{DPB} (S_t - I_t - K_t) \cdot a_t = 0 \quad (6)$$

Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych (SPB) oblicza się ze wzoru:

$$\sum_{t=1}^{SPB} (S_t - I_t - K_t) = 0 \quad (7)$$

Zdyskontowany okres zwrotu nakładów inwestycyjnych jest dłuższy od prostego, gdyż uwzględnia zmianę wartości pieniądza w czasie (Gawron 1997).

W przeprowadzonej analizie ekonomicznej wykorzystano cztery metody dyskontowe (dynamiczne): *NPV*, *NPVR*, *IRR*, *DPB*.

W celu wyliczenia powyższych wskaźników określono dla każdej badanej elektrowni (elektrownia na węgiel kamienny, elektrownia na węgiel brunatny, elektrownia jądrowa) (Gawlik 2010):

- ✧ 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 dyskontowane na poziom roku (momentu) zerowego,
 - ✧ 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.

2. Charakterystyka badanych obiektów

Analizie poddano trzy elektrownie:

- ✧ elektrownię jądrową o mocy elektrycznej 1000 MW,
- ✧ elektrownię węglową na węgiel kamienny o mocy elektrycznej 900 MW,
- ✧ elektrownię węglową na węgiel brunatny o mocy elektrycznej 900 MW.

Dla wszystkich badanych elektrowni przyjęto następujące wspólne założenia:

- ✧ stopień wykorzystania zdolności produkcyjnych na poziomie 90%,
- ✧ dyspozycyjność na poziomie 90%,
- ✧ liczba godzin pracy w ciągu roku równa 7906.

Dla rozpatrywanych rodzajów paliw przyjęto następujące ceny:

- ✧ elektrownia jądrowa o mocy 1000 MWe produkuje rocznie blisko 8 TWh, koszty paliwa jądrowego wynoszą przy tym 40 mln euro/rok (Strupczewski 2009),
- ✧ cena węgla kamiennego 148 mln euro/rok, przy cenie węgla 55 euro/tonę,
- ✧ cena węgla brunatnego 67,5 mln euro/rok, przy cenie węgla 25 euro/tonę.

Na podstawie założonych danych produkcja energii elektrycznej w poszczególnych typach elektrowni wyniosła:

- ✧ dla elektrowni jądrowej 7 905 900 MWh/rok,
- ✧ dla elektrowni opalanej węglem kamiennym 7 115 310 MWh/rok,
- ✧ dla elektrowni opalanej węglem brunatnym 7 115 310 MWh/rok.

Sprzedaż energii elektrycznej w poszczególnych obiektach wyniosła odpowiednio:

- ✧ dla elektrowni jądrowej 7 510 605 MWh/rok,
- ✧ dla elektrowni na węgiel kamienny 6 759 545 MWh/rok,
- ✧ dla elektrowni na węgiel brunatny 6 688 391 MWh/rok.

Dla wszystkich badanych obiektów założono czas eksploatacji równy 35 lat, natomiast jeśli chodzi o czas budowy to dla elektrowni jądrowej przyjęto okres 4 lat, a dla obu elektrowni węglowych założono czas 2 lat (Zaporowski 2011).

Przy przeprowadzaniu analizy efektywności ekonomicznej wybranych obiektów przyjęto stałą stopę dyskonta (w celu właściwszego porównania badanych elektrowni) na poziomie $p_d = 7,5\%$ (Duda 2010; Kubowski 2010). Dodatkowo przeprowadzono analizę wrażliwości dla stopy dyskonta, zmieniając jej wartość. Stopę oprocentowania kredytu przyjęto na poziomie $p_k = 6\%$ i wartość podatku dochodowego na poziomie 19%.

W przeprowadzonej analizie przyjęto, że koszty kapitałowe dotyczące budowy elektrowni są wspomagane kredytem konsorcjalnym. Dlatego też w formułach zastosowanych kryteriów oceny efektywności ekonomicznej danej inwestycji, konieczne 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.

3. Wyniki obliczeń wskaźników opłacalności inwestycji dla badanych obiektów

TABELA 1. Wskaźniki opłacalności inwestycji badanych obiektów
(20% środki własne, 80% kredyt)

TABLE 1. Indicator of the profitability of investments' studied objects (20% own funds, 80% credit)

Lp.	Obiekt	NPV [zł]	NPVR [-]	IRR [%]	DPB [lata]	SPB [lata]
1.	EWK	154 016 949	0,059	7,8	30	17
2.	EWB	150 868 037	0,057	7,8	30	18
3.	EJ	5 905 572	0,002	7,1	31	19

TABELA 2. Wskaźniki opłacalności inwestycji badanych obiektów
(40% środki własne, 60% kredyt)

TABLE 2. Indicator of the profitability of investments' studied objects (40% own funds, 60% credit)

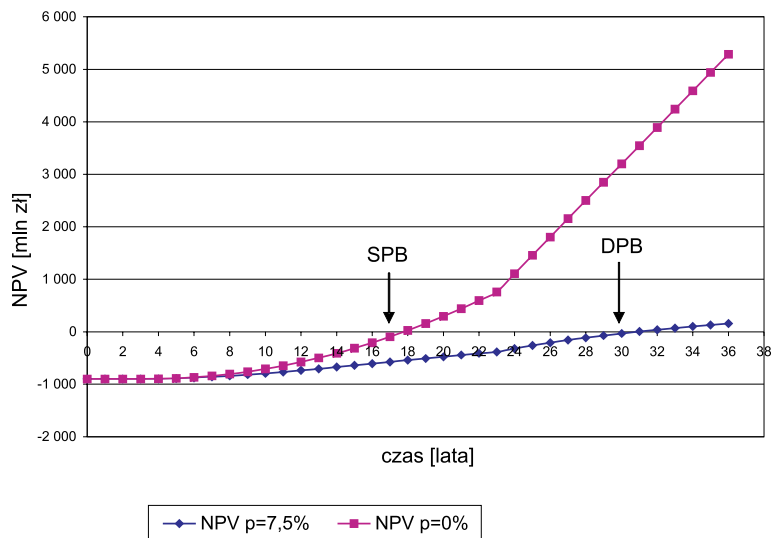
Lp.	Obiekt	NPV [zł]	NPVR [-]	IRR [%]	DPB [lata]	SPB [lata]
1.	EWK	28 113 307	0,009	7,6	32	15,0
2.	EWB	22 795 422	0,007	7,6	33	15,5
3.	EJ	-143 747 985	-0,035	7,0	35	17,0

TABELA 3. Wskaźniki opłacalności inwestycji badanych obiektów (100% środki własne)

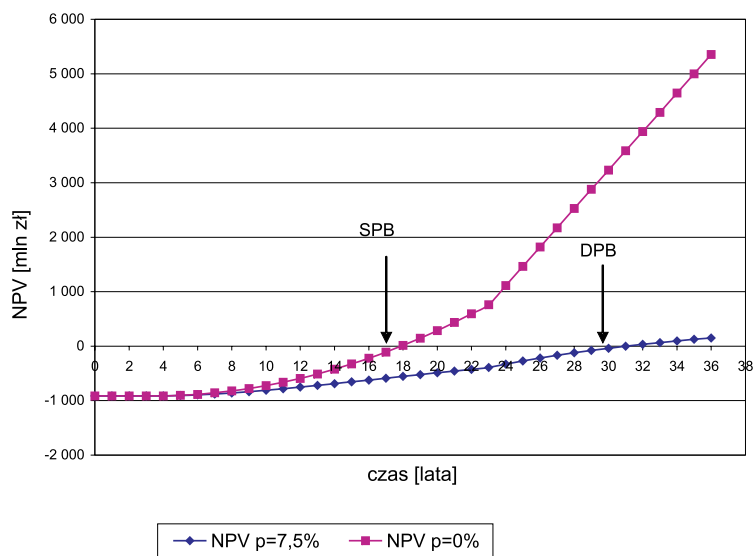
TABLE 3. Indicator of the profitability of investments' studied objects (100% own funds)

Lp.	Obiekt	NPV [zł]	NPVR [-]	IRR [%]	DPB [lata]	SPB [lata]
1.	EWK	-304 067 324	-0,071	6,8	>35	14
2.	EWB	-314 700 099	-0,072	6,8	>35	14
3.	EJ	-52 2347 834	-0,095	6,5	>35	15

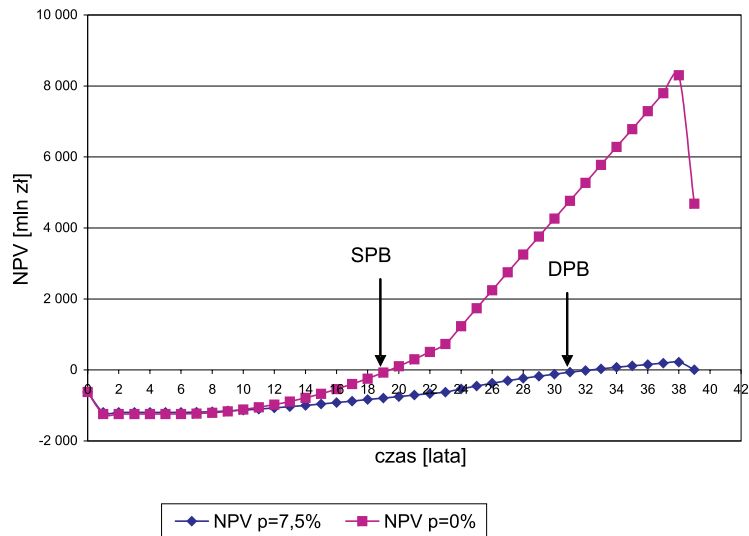
Poniżej przedstawiono charakterystyki NPV w funkcji czasu dla trzech badanych elektrowni dla jednego wybranego sposobu finansowania inwestycji, kiedy to przedsięwzięcie w 80% było finansowane z kredytu, a w 20% ze środków własnych. Na poniższych charakterystykach zostały zaznaczone wartości SPB (prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych) oraz DPB (zdyskontowany okres zwrotu nakładów inwestycyjnych).



Rys. 1. Charakterystyka NPV w funkcji czasu dla elektrowni na węgiel kamienny
 Fig. 1. Characteristics of NPV as a function of time for hard coal power plant



Rys. 2. Charakterystyka NPV w funkcji czasu dla elektrowni na węgiel brunatny
 Fig. 2. Characteristics of NPV as a function of time for brown coal power plant



Rys. 3. Charakterystyka NPV w funkcji czasu dla elektrowni jądrowej
 Fig. 3. Characteristics of NPV as a function of time for nuclear power plant

W odniesieniu do wartości NPV przeprowadzono analizę wrażliwości opartą na bezwymiarowym współczynniku wrażliwości ww wyrażonym wzorem:

$$ww = \frac{\frac{NPV_i - NPV_b}{NPV_b}}{\frac{Z_i - Z_b}{Z_b}}$$

- gdzie: ww – 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%.

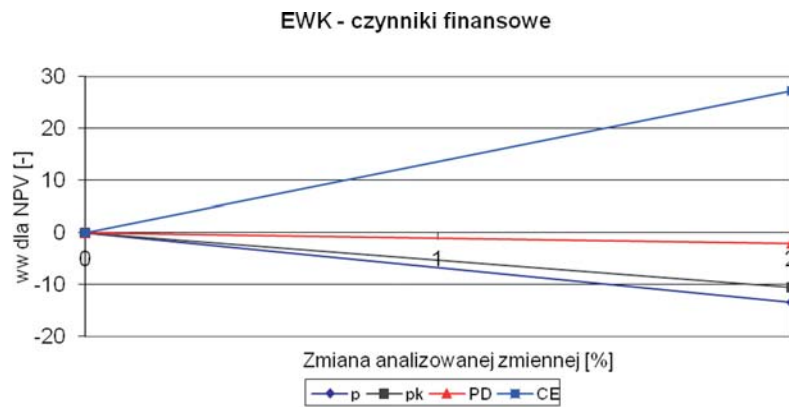
Przeprowadzona tą metodą analiza wrażliwości pozwala określić stopień zmienności wartości NPV , gdy wartość analizowanej zmiennej zmieni się o 2%, a pozostałe zmienne pozostaną bez zmian. Współczynnik wrażliwości ww jest kątem nachylenia krzywej wyznaczającej profil NPV przy dwóch wartościach danej zmiennej. Powyższa technika analizy wrażliwości znajduje szczególne zastosowanie w przypadkach, kiedy wartości zmiennych występują w różnych jednostkach.

Poniżej przedstawiono zestawienie wartości współczynnika wrażliwości dla czynników finansowych.

TABELA 4. Zestawienie wartości współczynnika wrażliwości ww dla czynników finansowych

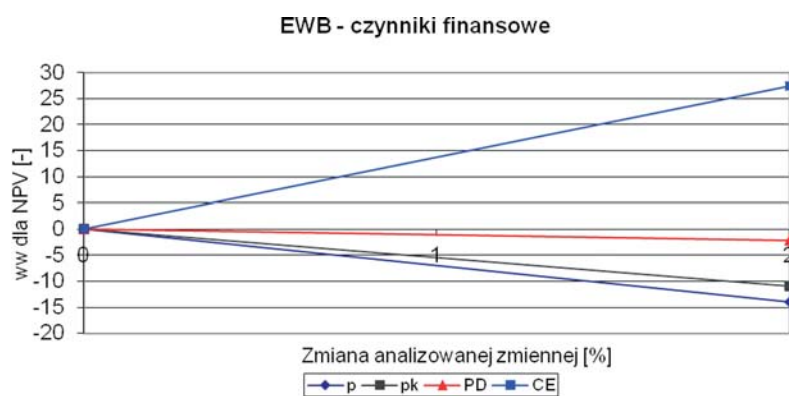
TABLE 4. Summary of sensitivity ratio ww of financial factors

Czynnik finansowy	EWK	EWB	EJ
	ww	ww	ww
Stopa dyskonta p_d	-13,44	-14,02	-61,37
Stopa oprocentowania kredytu p_k	-10,50	-10,94	-62,91
Podatek dochodowy PD	-2,09	-2,16	-163,91
Cena energii elektrycznej CE	27,34	27,46	49,29



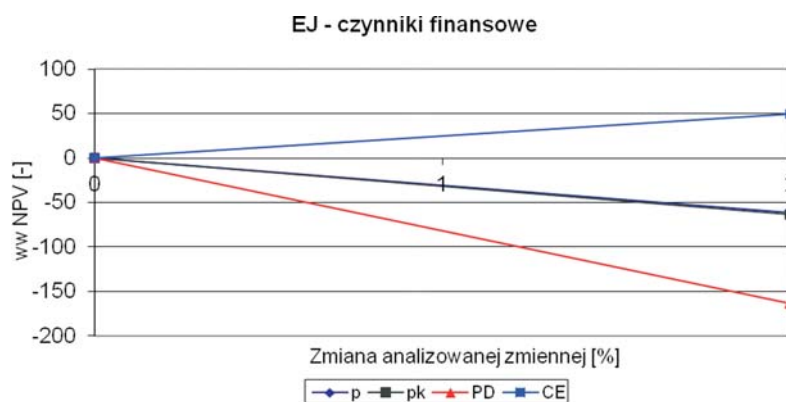
Rys. 4. Współczynnik wrażliwości ww dla EWK uwzględniający zmianę czynników finansowych

Fig. 4. Sensitivity ratio ww for EWK to take into account the change of financial factors



Rys. 5. Współczynnik wrażliwości ww dla EWB uwzględniający zmianę czynników finansowych

Fig. 5. Sensitivity ratio ww for EWB to take into account the change of financial factors



Rys. 6. Współczynnik wrażliwości ww dla EJ uwzględniający zmianę czynników finansowych

Fig. 6. Sensitivity ratio ww for EJ to take into account the change of financial factors

Z przeprowadzonej analizy wrażliwości wynika, że wartość NPV wykazuje największą wrażliwość na zmiany wybranych czynników finansowych w przypadku elektrowni jądrowej.

Wnioski

Wartości otrzymanych wskaźników opłacalności badanych inwestycji świadczą o tym, że spośród badanych trzech obiektów elektrownie węglowe okazały się bardziej opłacalne niż rozpatrywana elektrownia jądrowa dla wszystkich trzech rozpatrywanych sposobów finansowania inwestycji.

W przeprowadzonej analizie opłacalności przyjęto wspólny dla wszystkich elektrowni czas eksploatacji równy 35 lat. W rzeczywistości jednak czas eksploatacji elektrowni jądrowej przyjmuje się na poziomie 60 lat. Wydłużenie okresu eksploatacji poprawiłoby niewątpliwie opłacalność elektrowni jądrowej.

W przypadku elektrowni jądrowej nie uwzględniono kosztów likwidacji elektrowni, a w przypadku elektrowni węglowych nie uwzględniono opłat za emisję. Uwzględnienie powyższych kosztów wpłynęłoby na korzyść elektrowni jądrowej.

Spośród badanych elektrowni węglowych bardziej opłacalną okazała się elektrownia na węgiel kamienny, przy czym otrzymane wskaźniki opłacalności dla obu rozpatrywanych elektrowni węglowych są porównywalne.

Spośród wykorzystanych kryteriów opłacalności kryterium decyzyjnym jest kryterium NPV i IRR.

Spośród rozpatrywanych sposobów finansowania inwestycji dla wszystkich badanych elektrowni najbardziej opłacalnym okazał się wariant, w którym inwestycje w 80% finansowane były z kredytu, a w 20% ze środków własnych, natomiast najmniejszą opłacalność wykazały inwestycje, które w 100% były finansowane ze środków własnych. Istnieją dwa główne elementy wpływające na wyższą rentowność inwestycji realizowanej w dużej części

kapitałem obcym, w porównaniu z inwestycją finansowaną wyłącznie ze środków własnych. Są to:

- ✧ efekt działania dźwigni finansowej,
- ✧ efekt osłony podatkowej.

Wartość NPV wykazuje większą wrażliwość na zmienność czynników finansowych dla elektrowni jądrowej.

Literatura

- DUDA M., 2010 – Konkurencyjność perspektywicznych technologii wytwarzania energii elektrycznej. Zeszyty Naukowe nr 78. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 37–48.
- GAWLIK L., 2010 – Koszty zmienne w kosztach wytwarzania węgla w kopalniach węgla kamiennego. Polityka energetyczna t. 13, z. 2. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 131–144.
- GAWRON H., 1997 – Ocena efektywności inwestycji. Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań.
- JEZERSKI G., 2011 – Elektrownia jądrowa a konwencjonalna. Politechnika Opolska, Opole.
- KUBOWSKI J., 2010 – Nowoczesne elektrownie jądrowe. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- MICHALAK J., 2004 – Rozprawa doktorska pt. Badanie efektywności ekonomicznej wytwarzania energii elektrycznej, Politechnika Poznańska.
- PASKA J., 2007 – Ekonomika w elektroenergetyce. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- STRUPCZEWSKI A., 2009 – Czy Polsce opłaci się budowa elektrowni jądrowych? Energia Elektryczna nr 6/2009.
- STRUPCZEWSKI A., 2009 – Aspekty ekonomiczne rozwoju energetyki jądrowej. Materiały Konferencyjne II Szkoła Energetyki Jądrowej, Warszawa.
- WYSOCKA O., LATOSKA M., 2010 – Uproszczona analiza porównawcza kosztów wytwarzania energii elektrycznej w elektrowni jądrowej i węglowej. Symposium Studenckiego Koła Naukowego Techniki Ciepłej, Szczyrk.
- ZAPOROWSKI B., 2011 – Efektywność energetyczna i ekonomiczna elektrowni i elektrociepłowni dużej i średniej mocy. Polityka energetyczna t. 14, z. 2. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 455–468

Justyna MICHALAK

Comparative analysis of coal and nuclear investment profitability

Abstract

This article presents the results of a profitability analysis of electrical power generation by a nuclear power plant and two coal power plants, a hard coal-fired power plant and a brown coal-fired power plant. All three analysed plants are characterized by similar output capacity (the nuclear power plant offers a capacity of 1000 MW while both coal power plants have a capacity of 900 MW), the same extent of generation capacity usage (95%), the same availability (95%), and the same number of working hours during a year (7906 hrs/year). The economical profitability analysis of the examined energy investments has been carried out based on cash flow statements, using the principles of discount account. The profitability has also been calculated based on discounted profit methods such as NPV (Net Present Value), NPVR (Net Present Value Ratio), IRR (Internal Rate of Return), DPB (Discounted Payback), and SPB (Simple Payback). The most profitable of the potential investments has been determined based on the calculated values of NPV, NPVR, IRR, DPB, and SPB using the adopted assumptions. In the case of NPV, the results are additionally supported by a graphic image (diagram) presenting the NPV correlation as a time function. SPB and DPB values have been defined based on the above diagrams. SPB has been defined by calculation of NPV for a discount rate equal to zero, and DPB has been defined for a discount rate equal to the assumed discount rate of 7.5%. In both cases, the SPB and DPB values have been indicated on the diagrams in order to find intersections of NPV with the time axis. The calculations have been performed in a multi-variant format. The basic variant was an investment where 20% was financed with its own funds and the remaining 80% by a banking facility. In the case of credit, an assumption was made that the bank had granted a subsidized loan with annual interest rate of 6%, and the repayment term was assumed to be 20 years. Apart from the basic variant, two other variants have been analysed. The first was the case of an investment where 40% was financed with its own funds and 60% through borrowing. The next variant was the case of an investment which was 100% financed with its own funds.

KEY WORDS: nuclear power plant, hard coal-fired power plant, brown coal-fired power plant, NPV method, NPVR method, IRR method, SPB method, DPB method