

Rafał Śpiewak

II rok Niestacjonarnych Studiów Doktoranckich WE UG

Mikroekonomiczne ujęcie analizy ryzyka inwestowania w alternatywne źródła wytwarzania energii elektrycznej

Wstęp

Obecnie wykorzystywane modele analizy ryzyka inwestowania w nowoczesne źródła wytwórcze energii elektrycznej opierają się w dużym stopniu na doświadczeniach państw zachodnich. Istotne jest przeprowadzenie krytycznej oceny funkcjonalności kluczowych modeli oceny ryzyka, a także zaproponowanie takiej ich adaptacji, aby w znacznie lepszym stopniu oddawały specyfikę polskich przedsiębiorstw. Polska ratyfikując porozumienie Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu i związanym z tym deklarowanym zmniejszeniem emisji gazów cieplarnianych po roku 2012, akceptując również wydane przez Parlament Europejski i Radę związane z tym dyrektywy w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych¹ oraz zwiększenia efektywności energetycznej², zobowiązała się m.in. do wdrożenia zaawansowanych technologii energetycznych. W Polsce energetyka oparta jest na węglu. Przyjęta przez rząd Polityka Energetyczna Polski do 2030 r. zakłada, że odnawialne źródła energii (OZE) mają stanowić 20% całości wytwarzanej w kraju energii. To one w dużej mierze stanowią będą o innowacyjności polskiej energetyki. Celem artykułu jest odpowiedzenie na pytanie, czy istnieje potrzeba opracowania najbardziej efektywnej w polskich warunkach metodyki oceny ryzyka inwestycyjnego w alternatywne źródła wytwórcze energii elektrycznej, zachowującej praktyczną użyteczność zaproponowanego podejścia.

¹ Dyrektywa nr 2009/28/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dz. Urz. UE nr L.140/16-L.140/62 z dnia 5.06.2009).

² Dyrektywa nr 2012/27/UE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej (Dz. Urz. UE nr L.315/1-L.315/56, z dnia 14.11.2012).

1. Uwarunkowania opłacalności inwestycji

Alternatywne źródła energii stanowią niezależny wariant, będący opozycją dla instytucjonalnych dostawców, opierających produkcję na konwencjonalnych metodach wytwarzania energii elektrycznej. Dominują w nich odnawialne źródła energii elektrycznej. To właśnie wśród nich obserwuje się największy postęp technologiczny oparty na innowacjach technicznych i technologicznych. Innowacja jest procesem polegającym na przekształceniu istniejących możliwości w nowe idee i wprowadzenie ich do praktycznego zastosowania³. Istotne jest stworzenie odpowiednich regulacji administracyjno-prawnych, niebędących w sprzeczności z rzeczywistością rynkową, normalizujących rynek OZE na poziomie krajowym⁴. Szybki wzrost znaczenia OZE stanowi przyszłość rynku energetycznego. Urealnienie tej perspektywy wiąże się z inwestycjami. Inwestycje to nakłady (zazwyczaj skoncentrowane w czasie) ponoszone z myślą o przyszłych korzyściach; korzyści te, zwykle osiągnane w okresach stosunkowo długich, z powodu opóźnienia w stosunku do nakładów i rozłożenia w czasie są obciążone ryzykiem⁵. Ta definicja uwzględnia zarówno nakład, czas, korzyść, jak i ryzyko, a to są cechy ryzyka. Opłacalność inwestycji warunkuje ryzyko lub wskazuje na niepewność. Dotyczy to czynników technicznych, ekonomiczno-finansowych jak i organizacyjnych.

Ryzyko to wszystkie czynniki rzutujące na efektywność inwestycji, jakie są zidentyfikowane, a także ich poziom, na jakim czynniki te mogą wystąpić i oszacowane prawdopodobieństwo. Niepewność oznacza, że inwestor nie jest w stanie określić czynników oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia i ocenić jak one mogą wpłynąć na efektywność rozważanego przedsięwzięcia⁶.

2. Metody oceny i pomiaru ryzyka

Przedsięwzięcia OZE mogą się różnić pod wieloma względami, np.: formą finansowania i kosztami, horyzontem czasowym inwestycji, ograniczeniami w zakresie dowolności wyboru lokalizacji, rodzajem źródła, wielkością powierzchni użytkowej, oddziaływaniem środowiskowym, sposobem zagospodarowania pozyskanej energii itd. Generalny podział to inwestycje duże i małe. Wiąże się z tym obowiązki. Na mocy przepisów Rozporządzenia Rady (WE)

³ E. Okoń-Horodyńska, *Wykład I* [w:] *Wykłady. Polityka innowacyjna UE*, <http://www.mfiles.pl/pl/index.php/Innowacja>, s. 9.

⁴ A. Graczyk, *Analiza i ocena instrumentów polityki ekologicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju odnawialnych źródeł energii*, IX Kongres Ekonomistów Polskich, Warszawa 2013, s. 6.

⁵ S. Wrzosek, *Ocena efektywności rzeczowych inwestycji przedsiębiorstw*, Sygma, Wrocław 1994, s. 9.

⁶ Z. Wilnowska, P. Brocki, *Metody badania opłacalności inwestycji rzeczowych z uwzględnieniem ryzyka*, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2011, s. 484.

nr 1083/2006 pełna ocena ryzyka jest obowiązkowa dla dużych projektów. W pozostałych przypadkach przeprowadzenie takiej oceny ma charakter fakultatywny. Mikroekonomiczne aspekty określają metodyki oceny ryzyka inwestycji, która będzie użyteczna w projektach o małym zasięgu, niewielkim oddziaływaniu środowiskowym i narażonym na niewielkie wpływy czynników zewnętrznych. Bazowym materiałem do przeprowadzenia oceny ryzyka są: identyfikacja ryzyka i jego analiza. Prawidłowo przeprowadzona identyfikacja ryzyka powinna wiązać się z przeglądem wszystkich aspektów związanych z inwestycją. To oznacza konieczność analizy zarówno procesów zachodzących wewnątrz organizacji, jak również procesów zachodzących na zewnątrz, ze szczególnym uwzględnieniem czynników, które mają bezpośredni i pośredni wpływ na działalność danego podmiotu. Czynniki mikroekonomiczne to takie czynniki, które związane są z sektorem energetycznym, jak i te, które bezpośrednio dotyczą samego przedsiębiorstwa energetycznego. Należą do nich między innymi zmiany w strukturach organizacyjnych i własnościowych przedsiębiorstwa, zmiany w źródłach finansowania przedsiębiorstwa oraz w jego majątku, natężenie konkurencji, czy też system zarządzania przedsiębiorstwem energetycznym. Skuteczne przeprowadzenie oceny ryzyka zobowiązuje do posiadania istotnej wiedzy o nim samym i to na każdym etapie realizacji projektu. W tabeli 1 zaprezentowano przykładowe zestawienie możliwych do korzystania metod na poszczególnych etapach inwestycji.

Tabela 1. Propozycje zastosowania metod oceny ryzyka w zależności od etapu pracy

Etap realizacji	CHL	PSA	HAZOP	FMEA	FTA	ETA	CCA	HRA
Analiza koncepcji	✓	✓						
Projekt techniczny	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Budowa i rozruch	✓							✓
Eksploatacja	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ – najczęściej stosowana procedura, CHL (*Check List*) – lista kontrolna, FTA (*Fault Tree Analysis*) – analiza drzewa błędów, PSA (*Probabilistic Safety Analysis*) – analiza bezpieczeństwa procesu, ETA (*Event Tree Analysis*) – analiza drzewa zdarzeń, HAZOP (*Hazard and Operability Studies*) – analiza zagrożeń i zdolności operacyjnych, CCA (*Cause and Consequence Analysis*) – analiza przyczyn i skutków, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) – analiza przyczyn i analiza wpływu, HRA (*Human Reliability Assessment*) – analiza niezawodności.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: S. Zapłata, *Metody oceny ryzyka na potrzeby implementacji znormalizowanych systemów zarządzania*, „Współczesne Zarządzanie” 2012, nr 1, s. 12–16.

W celu uświadomienia sobie zakresu przyszłych prac badawczych, należy wyróżnić cztery główne grupy ryzyka związanego z inwestowaniem w odnawialne źródła energii w Polsce. Jest to: ryzyko polityczne i prawne, ryzyko tech-

niczne, ryzyko ekonomiczne, ryzyko społeczne. Każde z nich wyzwalają określone czynniki ryzyka. Ich gamę powiększają technologie OZE, którymi są: technologia solarna, biomasy, wiatrowa, geotermalna, biogazowa. Charakteryzują je częściowo wspólne, ale i różne, czynniki ryzyka. Ich znajomość pozwala na określenie ich znaczenia dla inwestycji, prawdopodobieństwa jego wystąpienia i opis ryzyka. Te trzy fazy są nazywane pomiarem czynników ryzyka. W tabeli 2 przedstawiono przykładową formę graficzną ww. pomiaru.

Tabela 2. Pomiar czynników ryzyka

Czynnik ryzyka	Znaczenie dla inwestycji	Prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka	Opis ryzyka wynikający z mapy ryzyka
Awaria turbiny	0,5	0,2	Niskie
Zmiana cen serwisu	0,2	0,4	Niskie

Znaczenie dla inwestycji – skala od 0 do 1, gdzie 0 oznacza ryzyko najniższe, a 1 najwyższe; prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka – skala od 0 do 1, gdzie 0 oznacza minimalną szansę wystąpienia, a 1 maksymalną

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: G. Szacoń, *Ocena ryzyka projektów inwestycyjnych*, Materiały szkoleniowe EFRR.

Znaczenie dla inwestycji można skatalogować w oparciu wiedzy fachowców, rozmów z pracownikami, analiz zdarzeń archiwalnych firmy lub danych pozyskanych z źródeł zewnętrznych. Prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka, może być stosunkiem liczby zrealizowanych ryzyk, czyli zaistniałych przypadków straty, do ogólnej liczby istniejących ryzyk, czyli wszystkich przedmiotów zagrożonych ryzykiem⁷. Często jednak spotykanym sposobem miary omawianego prawdopodobieństwa jest jego kategoryzacja według przyjętych podziałów. Takie podejście jest wskazane, kiedy nie mamy wystarczająco szczegółowych danych na temat szacowanego ryzyka. Analiza prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka opierać się winna głównie na danych dotyczących podobnych wypadków w przeszłości, w podobnych warunkach. Dane te pochodzić mogą bezpośrednio z dokumentacji przedsiębiorstwa, co daje gwarancję ich autentyczności. Często jednak dane wewnętrzne przedsiębiorstwa mogą być niewystarczające, wtedy skorzystać należy z danych zewnętrznych pochodzących z ogólnodostępnych zestawień i statystyk, informacji w prasie fachowej⁸ itd. W tabeli 3 przedstawiono przykładową formę graficzną ww. pomiaru.

⁷ A. Liwacz, *Zarządzanie ryzykiem*, „Poradnik Samorządowy” 2004, s. 28.

⁸ J. Zawarska, *Identyfikacja i pomiar ryzyka w procesie zarządzania ryzykiem podmiotów gospodarczych*, „Zarządzanie i Finanse” 2012, s. 69–70.

Tabela 3. Szacowanie prawdopodobieństwa

Prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka	Częstotliwość wystąpienia ryzyka	Punktacja
Bardzo duże	1 na 2	1
	1 na 6	0,9
Duże	1 na 18	0,8
	1 na 54	0,7
Umiarkowane	1 na 162	0,6
	1 na 486	0,5
	1 na 1458	0,4
Małe	1 na 4374	0,3
Bardzo małe	1 na 13122	0,2
Nieprawdopodobne	1 na 39366	0,1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: G. Szacoń, *Ocena ryzyka projektów inwestycyjnych*, Materiały szkoleniowe EFRR.

W tabeli 3 dla określenia indeksu wartości prawdopodobieństwa zastosowano układ tabelaryczny, określający poziom prawdopodobnego wystąpienia danego czynnika ryzyka w skali punktowej. Analizę ryzyka – po jego oszacowaniu, mającym na uwadze prawdopodobieństwo zdarzenia – zamyka zestawienie wszystkich ryzyk dotyczących danego przedsięwzięcia oraz ich ocena, wyważenie. Najczęściej ocena ryzyka przybiera formę wykresu lub tabeli zobrazowanej na rysunku 1. Różne środowiska używają tutaj różnego nazewnictwa (mapa ryzyka, macierz ryzyka, model ryzyka, profil ryzyka), lecz tak naprawdę chodzi o jedno: sprowadzenie wszystkich ryzyk do wspólnego mianownika i porównanie tego, co na pierwszy rzut oka wydaje się być nieporównywalne.

W ramach interpretacji mapy ryzyka możemy, na podstawie położenia samych ryzyk (punktów) na mapie, jednoznacznie stwierdzić, że dane ryzyko jest niepokojąco prawdopodobne i w skutkach groźne (pole: wysokie) lub istotne, ale mało prawdopodobne, albo masowe, codzienne i pojedyncze nieistotne, ale skumulowane w dłuższym okresie może być znaczące, i ryzyka tzw. „bezpieczne”. Mapa ryzyka jest bardzo pomocnym, nisko kapitałowym narzędziem przy szybkim identyfikowaniu potencjalnych ryzyk występujących w projekcie. Nie jest narzędziem idealnym, ale pokazuje najbardziej niepewne sfery realizacji inwestycji, a co za tym idzie, wczesne podjęcie skuteczniejszych działań zapobiegawczych. Może być wystarczającym narzędziem w skali mikroekonomicznej dla projektów niskonakładowych np.: w obrębie indywidualnych gospodarstw, gdzie zysk nie jest celem samym w sobie, bez potrzeby korzystania z finansowego wsparcia banków i wykorzystujących wyprodukowaną energię dla swoich potrzeb, bez konieczności odsprzedawania jej nadwyżek. Podczas tworzenia mapy ryzyka istotne jest uwzględnienie nie tylko bezpośrednich skutków reali-

zacji danego ryzyka, ale również jego skutków pośrednich, które są trudniejsze do zidentyfikowania i oszacowania. Mogą się wiązać ze znacznymi kosztami, które jeśli zostaną pominięte, burzą prawidłową ocenę ryzyka. Zarządzający ryzykiem powinni mieć ten fakt na uwadze, gdyż może on stać się znamienny w skutkach.

	Średnie	Wysokie	Wysokie
ZNACZENIE	Niskie	Średnie	Wysokie
	Niskie	Niskie	Średnie
	PRAWDOPODOBIEŃSTWO		

Rysunek 1. Przykładowa mapa ryzyka

Źródło: G. Szacoń, *Ocena ryzyka projektów inwestycyjnych*, Materiały szkoleniowe EFRR.

Pamiętać należy, że koszty pośrednie (koszt nieplanowanych przerw w pracy, nieobecność pracowników, skutki pośrednie wypadku czy pożaru itp.) są nieodłącznie związane z każdym zdarzeniem. Mogą rzutować na wynik finansowy, niezadowolenie klientów, roszczeń z tytułu niedotrzymania dostaw, pogorszenie „reputacji” itp. Nieco inaczej ma się sytuacja, gdy istnieje potrzeba analizy kilku wariantów finansowania, a zysk i czas są istotnymi miernikami opłacalności inwestycji mieszczącej się jeszcze w skali mikroekonomicznej. Metodyka oceny ryzyka musi w sposób wymierny wówczas określić wartość ryzyka i uwzględnić je bezpośrednio w analizie. Poniżej przedstawiam propozycję dokonania oceny ryzyka z zastosowaniem kilku najprostszycy metod oceny ryzyka, wzajemnie się uzupełniających. Jest to forma pogładowa, bez koniecznych obliczeń, które objętościowo przekraczałyby możliwości tej pracy, podejmująca się próby potwierdzenia celu tej publikacji.

3. Przykładowa analiza ryzyka

Przebieg analizy ryzyka i wskazanie metod jego mierzenia, rozpocząłbym od analizy wariantowej inwestycji. Przyjmując przykładowo trzy warianty realizacji

inwestycji: inwestycję z własny środków, jej kredytowanie, leasing operacyjny. Pierwsze analizy kalkulacji opłacalności każdego z wariantów powinny tak określić stopę dyskonta, aby uwzględniała ryzyko danej inwestycji. Wyższe ryzyko może być zaakceptowane pod warunkiem odpowiedniej premii za ryzyko. Jeżeli podstawową metodą oceny projektu jest NPV, to spełnienie oczekiwań inwestora oznacza konieczność zwiększenia stopy dyskonta. Zastosowanie wyższej stopy dyskonta powoduje spadek wartości NPV, przy czym kryterium oceny nie zmienia się, tzn. gdy $NPV \geq 0$, projekt należy zaakceptować. W praktyce, jako stopa dyskonta najczęściej jest stosowany średni ważony koszt kapitału WACC (*Weighted Average Cost of Capital*). Natomiast stopa dyskonta uwzględniająca ryzyko to odpowiednio skorygowana wartość WACC. Jeżeli ryzyko projektu jest wyższe niż przeciętne, to wartość WACC jest zwiększana, aby zrekompensować dodatkowe ryzyko. Wysokość premii za ryzyko zależy od wielkości tego ryzyka i stosunku decydenta do ryzyka, i jest ustalana indywidualnie. W praktyce są stosowane na ogół dwa rozwiązania w tym zakresie: subiektywne i obiektywne (współczynnik zmienności) – podejście probabilistyczne oparte na wartości oczekiwanej i odchyleniu standardowym. Przy obliczeniu NPV stopa dyskontowa powinna zostać skorygowana o premię ryzyka. Wartość tej premii wynika z rozmiaru ryzyka związanego z realizacją danego projektu. Jeżeli wszystkie warianty mogą przynieść stopę zwrotu wyższą od granicznej, to któreś wartości NPV wskażą, wariant najbardziej opłacalny i najgorszy. Dokładniejszy obraz da nam analiza wszystkich wariantów po uwzględnieniu ryzyka. Zdarzają się bowiem sytuacje, gdy warianty najbardziej opłacalne z punktu widzenia NPV charakteryzują się również najwyższym ryzykiem. Odpowiedź możemy uzyskać sporządzając analizę scenariuszy. Pozwoli to na zidentyfikowanie różnych możliwych sytuacji w przyszłości, a także lepiej oszacowane zostaną czynniki wpływające na wartość NPV. Dla potrzeb tej metody potrzebne jest określenie prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka i wybór scenariuszy (np. optymistyczny, prawdopodobny, pesymistyczny). Ponadto dla scenariuszy optymistycznego i pesymistycznego należałoby określić przewidywane wartości wzrostu i strat w odniesieniu do scenariusza prawdopodobnego. Najczęściej w scenariuszu pesymistycznym, żaden z analizowanych projektów nie jest opłacalny. Informacje uzyskane dzięki analizie scenariuszy można wykorzystać do obliczenia wartości oczekiwanej NPV oraz odchylenia standardowego NPV. Dzięki temu uzyskać można odpowiednie informacje, przydatne przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych. Najprawdopodobniej jeden z analizowanych wariantów wskaże najwyższą wartość oczekiwaną NPV, a inny najniższą. Najwyższa wartość NPV może mieć także najwyższą miarę ryzyka, jaką jest odchylenie standardowe. Potrzebne jest, więc wykonanie obliczenia współczynnika zmienności, który jednoznacznie wskaże najlepszy wariant z punktu widzenia opłacalności i ryzyka. Jeżeli jest on wysoki, to zalecanie jest skorygowanie stopy procentowej o premię

ryzyka wynoszącą najczęściej 3%. Opisywana metoda, poza wyliczeniem NPV opartym na wartościach oczekiwanych wpływów i wydatków wariantu najbardziej prawdopodobnego, dokonuje analizy projektu, bazując na założeniu, że sytuacja ułoży się dla niego we wszystkich aspektach w warunkach skrajnych (bardzo niekorzystnie lub też bardzo korzystnie). Istotną wadą tej techniki jest jednak to, że uwzględnia ona jedynie trzy sytuacje: najbardziej prawdopodobną, najlepszą oraz najgorszą. Prawdopodobieństwo, że wszystkie aspekty projektu przyjmą jednocześnie ekstremalne wartości (najlepsze lub najgorsze) nie jest jednak duże. W rzeczywistości NPV przybierać może nie tylko trzy możliwe stany, ale znacznie więcej. Ten aspekt ryzyka może być zbadany przez zastosowanie modelu symulacyjnego. Założeniem jest, że NPV projektu może przybrać nieskończoną ilość wariantów. Realistycznie osiągnięty poziom NPV najczęściej może koncentrować się wokół wartości oczekiwanej NPV w taki sposób, że jego rozkład prawdopodobieństwa może być traktowany jako rozkład normalny, którego kształt wyznacza średnia (wartość oczekiwana) oraz odchylenie standardowe. Rozkład normalny jest symetryczny, co ma duże znaczenie, ponieważ możliwy jest do określenia procent wszystkich możliwych wartości zmiennych leżących w oddaleniu od wartości oczekiwanej, nieprzekraczających określonej wielokrotności odchylenia standardowego. Na podstawie znajomości rozkładu normalnego można określić prawdopodobieństwo, że NPV znajdzie się w określonym przedziale wartości. Bardzo ważną informacją jest określenie prawdopodobieństwa zaistnienia zdarzenia, polegającego na tym, że NPV inwestycji będzie wynosiła określoną wartość (np. będzie mniejsza od zera, a więc wystąpi prawdopodobieństwo, że projekt okaże się nieopłacalny dla inwestora). W takim przypadku można zastosować formę zestandaryzowanego rozkładu normalnego, dla którego za pomocą standaryzacji szacowana jest nowa wartość zmiennej Z . Jest ona wynikiem (ilorazem) podzielenia różnicy NPV i ekonomicznej wartości bieżącej netto $E_{(NPV)}$ przez spodziewaną wartość bieżącą netto $S_{(NPV)}$. Zmienna zestandaryzowana Z ma rozkład normalny o $E_{(NPV)} = 0$ i $S_{(NPV)} = 1$. Tablice obszarów pod krzywą standaryzowanego rozkładu normalnego są publikowane, w związku, z czym powierzchnię pod dowolną krzywą normalną można znaleźć, przekształcając wartość zmiennej w wartość zestandaryzowaną Z i posługując się tablicami statystycznymi rozkładu normalnego. Wartość Z informuje, o ile odchylen standardowych założona przez nas wartość jest odległa od wartości oczekiwanej NPV. Dla zrozumienia, przykład: jeżeli odległość ta wynosi $-0,241$, oznacza to, że NPV wynoszące zero leży na wykresie po lewej stronie od wartości oczekiwanej NPV. Dla $Z=0,241$ odpowiadająca mu wartość prawdopodobieństwa wynosi $\approx 0,4$. Tak więc prawdopodobieństwo, że dla danego projektu $NPV < 0$ wynosi 40%, zaś prawdopodobieństwo, że $NPV > 0$ wynosi $1 - 0,40$ tzn. 60%.

W dalszych rozważaniach analitycznych, jeśli przyjmiemy powyższe dane, należy stwierdzić, że realizacji inwestycji towarzyszy dość wysokie ryzyko. Za-

kładając, że wariantem najbardziej opłacalnym dla inwestora jest wariant związany z zaciągnięciem kredytu w banku i charakteryzuje się najmniejszym ryzykiem w porównaniu z innymi wariantami, to i tak uzyskanie kredytu wiąże się z licznymi warunkami. Bank musi uzyskać satysfakcjonujące zabezpieczenia. Ponadto, cena kredytu musi uwzględniać ryzyko banku. Analiza scenariuszy i analiza symulacyjna pozwoliły określić ryzyko towarzyszące projektowi inwestycyjnemu. Jest ono stosunkowo duże. Prawdopodobieństwo, że projekt będzie opłacalny dla wariantu kredytowania wynosi jedynie 60%. Podjęcie decyzji realizacji inwestycji zależy zatem od indywidualnego stosunku inwestora do ryzyka. Pomocna w tym zakresie może być analiza wrażliwości, która wskaże elementy, na które najbardziej narażona jest wartość NPV i które należałoby szczególnie monitorować w przypadku podjęcia decyzji o realizacji inwestycji. Dla jej przeprowadzenia należy określić parametry wejściowe. Najczęściej są one skrajne. Analiza otrzymanych wyników pozwoli stwierdzić, na jaki parametr projekt jest najbardziej wrażliwy i określić procentowy wskaźnik, dla którego, przy założonej stopie dyskonta, projekt staje się nieopłacalny albo ma wpływ na obniżenie wartości NPV. Uwidoczni się też dopuszczalna zmiana przychodów, dla których jeszcze zapewniona jest opłacalność projektu, i procentowy wzrost niekorzystnych zjawisk, który należy traktować jako maksimum dopuszczalności wydatkowanych dodatkowych kosztów. Ważną informacją dla inwestora, wynikającą z analizy wrażliwości jest to, że w przypadku akceptacji projektu, wskazana jest najniekorzystniejsza zmienna, którą należy monitorować, i w razie potrzeby podjąć aktywne działania w celu jej aktywizacji. Wzrost kosztów tych działań będzie miał niewielki wpływ na wartość NPV, natomiast może istotnie przyczynić się do zwiększenia wpływów.

Podsumowanie

Dzięki zastosowaniu wielu metod i przeprowadzeniu kompleksowych analiz, inwestor ma większą wiedzę na temat projektu. Powinno to być pomocne przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych. Podjęta próba udowodnienia mikroekonomicznych aspektów tezy, którą była potrzeba opracowania najbardziej efektywnej w polskich warunkach metodyki oceny ryzyka inwestycyjnego w alternatywne źródła wytwórcze energii elektrycznej, uwzględniająca potrzeby mikro inwestora, wypadła pomyślnie. Natomiast udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy istnieje możliwość opracowania metodyki, która swym zakresem umożliwi pełną i jednoznaczną ocenę ryzyka dla różnych źródeł, obszarowo i nakładowo inwestycji, jak ma to miejsce w energetyce, przy zachowaniu praktycznej użyteczności proponowanego podejścia, jest możliwe.

Bibliografia

- Dyrektywa nr 2009/28/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dz. Urz. UE nr L.140/16-L.140/62 z dnia 5.06.2009).
- Dyrektywa nr 2012/27/UE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej (Dz. Urz. UE nr L.315/1-L.315/56, z dnia 14.11.2012).
- Graczyk A., *Analiza i ocena instrumentów polityki ekologicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju odnawialnych źródeł energii*, IX Kongres Ekonomistów Polskich, Warszawa 2013.
- Jędrzysek M., *Wybrane zagadnienia w zakresie odnawialnych źródeł energii w Polsce*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2009.
- Liwacz A., *Zarządzanie ryzykiem*, „Poradnik Samorządowy” 2004.
- Wilmowska Z., Brocki P., *Metody badania opłacalności inwestycji rzeczowych z uwzględnieniem ryzyka*, PWSZ, Nysa.
- Wrzosek S., *Ocena efektywności rzeczowych inwestycji przedsiębiorstw*, Sygma, Wrocław 1994.
- Szacoń G., *Ocena ryzyka projektów inwestycyjnych*, Materiały szkoleniowe EFRR.
- Zapłata S., *Metody oceny ryzyka na potrzeby implementacji znormalizowanych systemów zarządzania*, „Współczesne Zarządzanie” 2012, nr 1.
- Zawarska J., *Identyfikacja i pomiar ryzyka w procesie zarządzania ryzykiem podmiotów gospodarczych*, „Zarządzanie i Finanse” 2012.

Streszczenie

Artykuł ma na celu odpowiedzenie na pytanie: czy istnieje potrzeba opracowania najbardziej efektywnej w polskich warunkach metodyki oceny ryzyka inwestycyjnego w alternatywne źródła wytwórcze energii elektrycznej, zachowującej praktyczne użyteczności zaproponowanego podejścia. W publikacji punktem wyjściowym jest określenie uwarunkowań opłacalności inwestycji. Zaprezentowano metody oceny i pomiaru ryzyka oraz formę szacowania prawdopodobieństwa jego wystąpienia. Omówione teoretycznie aspekty wykorzystano w przykładowej analizie wariantów inwestycyjnych. W podsumowaniu przedstawiono wnioski stanowiące odpowiedź na postawione pytanie.

Słowa kluczowe: alternatywne źródła wytwarzania energii elektrycznej, ryzyko, inwestycje, energia elektryczna

MICROECONOMIC APPROACH TO RISK ANALYSIS OF INVESTING IN ALTERNATIVE SOURCES ELECTRICAL ENERGY GENERATION

Summary

Article aims to answer the question; whether there is a need to develop the most effective in the Polish conditions, the risk assessment methodology of investing in alternative

sources of electrical energy generation, retains the practical usefulness of the proposed approach. The publication starting point is to determine the conditions of investment profitability. Presented methods of risk assessment and measurement, and the form of estimating the probability of its occurrence. Theoretically discussed aspects of the sample used in the analysis of investment options. In summary presents conclusions in response to the question.