

Marcin Pawlak

Metody analizy ryzyka w ocenie efektywności projektów inwestycyjnych

Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania 30, 207-217

2012

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Marcin Pawlak
Uniwersytet Szczeciński

METODY ANALIZY RYZYKA W OCENIE EFEKTYWNOŚCI PROJEKTÓW INWESTYCYJNYCH

Streszczenie

W artykule zaprezentowano metody analizy ryzyka w ocenie efektywności projektów inwestycyjnych. Przedstawiono zależność pomiędzy decyzjami inwestycyjnymi a związanym z nim ryzykiem. Zaprezentowano klasyfikację oraz kilka najważniejszych metod analizy ryzyka. Artykuł ma charakter przeglądowy i systematyzujący.

Słowa kluczowe: inwestycje, ryzyko, efektywność, analiza ryzyka.

Wprowadzenie

Działalność gospodarcza, a także jej część, jaką są realizowane przez przedsiębiorstwa inwestycje, bywa nierozzerwalnie związana z ryzykiem¹. To ryzyko jest jednocześnie zagrożeniem dla przedsięwzięcia, jak i motywem skłaniającym do angażowania kapitału. W skrajnej sytuacji, gdyby ryzyko nie istniało, zyski z inwestycji byłyby minimalne bądź zerowe. Stwierdzenie ma sens,

¹ Definicja ryzyka została opisana w literaturze przedmiotu, zob. W. Rogowski, A. Michalczewski, *Zarządzanie ryzykiem w przedsięwzięciach inwestycyjnych*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2005. W rozumieniu autorów ryzyko to możliwość osiągnięcia rezultatów odbiegających zarówno pozytywnie (np. większa niż oczekiwana wielkość sprzedaży), jak i negatywnie od przyjętych założeń, a wartość ryzyka oddziałuje na wielkość odchyleń od wartości oczekiwanej.

gdyż z reguły inwestycje bardziej ryzykowne mogą przynieść potencjalnie większy zwrot, co jest oczywistą zachętą dla potencjalnego inwestora. Przedsięwzięcia obarczone mniejszym ryzykiem, a więc pewniejsze, powinny dawać proporcjonalnie mniejszy zysk. Przedsiębiorstwa w zależności od nastawienia do ryzyka, a także kalkulacji potencjalnych korzyści związanych z działalnością inwestycyjną decydują o podjęciu bądź odrzuceniu danego projektu inwestycyjnego. Zatem analiza ryzyka powinna stanowić istotną część rachunku efektywności inwestycji. Artykuł prezentuje metody analizy ryzyka w ocenie efektywności projektów inwestycyjnych.

1. Ryzyko a decyzje inwestycyjne

Aby zrealizować podstawowe cele przedsiębiorstwa, czyli osiągnąć wzrost wartości oraz zmaksymalizować zyski, potrzebne są przedsięwzięcia inwestycyjne umożliwiające jego rozwój. Od trafności podjętych inwestycji zależy konkurencyjność przedsiębiorstwa, udział w rynku, możliwość generowania dochodów. Kadra kierownicza podejmuje zarówno decyzje mające na celu odrzucenie lub akceptację konkretnego projektu inwestycyjnego, decyzje dotyczące wyboru wariantu inwestycyjnego spośród kilku projektów prowadzących do tego samego celu, jak i decyzje strategiczne odnoszące się do wyboru grupy inwestycji, najkorzystniejszej ścieżki rozwoju przedsiębiorstwa. Decyzje o podjęciu bądź odrzuceniu przedsięwzięcia inwestycyjnego muszą się opierać na obiektywnych kryteriach. Nakłady inwestycyjne w porównaniu z przychodami są kryterium podstawowym, jednak niewystarczającym. Należy uwzględnić także inne aspekty: czas trwania inwestycji, czynniki makro i mikroekonomiczne, a zwłaszcza ryzyko, które jest wypadkową wszystkich czynników wpływających na wartość przedsięwzięcia. Właściwe decyzje inwestycyjne mogą być podjęte na podstawie bezwzględnego rachunku efektywności, na który składają się metody bezwzględnej oceny opłacalności inwestycji, wzbogacone o wieloaspektową analizę ryzyka.

Zasadniczo analiza ryzyka projektu inwestycyjnego powinna obejmować trzy sfery. Pierwsza z nich to badanie ryzyka pojedynczego projektu, rozpatrywanego w oderwaniu od działalności firmy. O jego poziomie decydują zazwyczaj relacje rynkowe, czyli koszty projektu, montaż finansowy, koszt kapitału. Ryzyko należy rozważać także ze względu na jego wpływ na firmę jako całość.

W tym ujęciu przedsiębiorstwo to zbiór wielu realizowanych projektów inwestycyjnych i każda kolejna decyzja inwestycyjna wpływa na zmianę sytuacji finansowej firmy (struktura kapitału, płynność, przyszłe przepływy pieniężne), wobec czego należy sprawdzić, jak organizm gospodarczy zareaguje na rozpatrywane przedsięwzięcie. Trzecim czynnikiem, który można analizować, jest wpływ ryzyka projektu na decyzje inwestorów giełdowych lub właścicieli, którzy często posiadają określone portfele papierów wartościowych. Ze strony inwestora każde zwiększenie lub zmniejszenie poziomu ryzyka jest istotne dla całego portfela inwestycyjnego, który następnie należy ponownie dopasować do indywidualnego poziomu akceptowalnego ryzyka.

2. Klasyfikacja metod analizy ryzyka

Cechą charakteryzującą każdą inwestycję jest jej unikalność. Do każdej z nich należałoby dobrać odpowiednią metodę, która w najlepszy sposób opisywałaby występujące ryzyko. Dobór metody analizy ryzyka zależy od wielu różnorodnych czynników charakteryzujących inwestora lub przedsiębiorstwo, a także specyfiki samej inwestycji. Decydenci mają indywidualną skłonność do podejmowania ryzyka, określoną wiedzę, umiejętności, doświadczenie, co wpływa na sposób, w jaki oceniane i analizowane jest ryzyko. Ze względu na charakterystykę przedsięwzięcie inwestycyjne może być rozpatrywane za pomocą długookresowej i krótkookresowej analizy ryzyka. Dostępność informacji, zakres ryzyka, szacowanie jego poziomu i prawdopodobieństwa zdarzeń wpływających na ryzyko – wszystko to wpływa na dobór odpowiedniej metody. Do tego dochodzą warunki, w jakich decyzja inwestycyjna jest podejmowana, świadomość decydenta o poziomie pracochłonności i kosztowności zastosowanych metod². Wykorzystując jako kryterium klasyfikacji odpowiednią technikę analizy ryzyka, wyróżnia się³:

- metodę korygowania efektywności, polegającą na dokonywaniu korekt poprzez uwzględnianie narzutów procentowych wybranych parametrów i zmiennych, wykorzystywanych w ocenie opłacalności pro-

² E. Ostrowska, *Ryzyko inwestycyjne. Identyfikacja i metody oceny*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1999, s. 75.

³ W. Rogowski, *Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2008, s. 252–253.

- jektów inwestycyjnych (graniczny okres zwrotu, równoważnik pewności, stopa dyskonta uwzględniająca ryzyko);
- metodę analizy wrażliwości, polegającą na zmianach różnych wybranych parametrów i zmiennych wykorzystywanych w metodach oceny opłacalności, analizie ich wpływu na opłacalność projektów oraz wyznaczaniu wartości krytycznych i marginesów bezpieczeństwa określających poziom opłacalności;
 - metody probabilistyczno-statystyczne, w których do analizy ryzyka wykorzystuje się rachunek prawdopodobieństwa i statystykę matematyczną;
 - metody symulacyjne (analiza symulacyjna Monte Carlo), które dają możliwość zbadania wpływu wielu zmiennych na opłacalność projektów i możliwość symulacji poziomu ryzyka.

Ze względu na sposób ujmowania ryzyka w procesie decyzyjnym metody analizy ryzyka można podzielić następująco:

- metody bezpośrednie, w których ryzyko ujmowane jest bezpośrednio w kryterium decyzyjnym związanym z określoną metodą oceny opłacalności. Metody bezpośrednio uwzględniające ryzyko nie są oddzielnym kryterium decyzyjnym (np. graniczny okres zwrotu, równoważnik pewności, stopa dyskonta uwzględniająca ryzyko);
- metody pośrednie, które umożliwiają pozyskanie dodatkowych informacji o poziomie ryzyka projektu inwestycyjnego. Informacja ta pozwala zmniejszyć stan niepewności. Metody te nie są jednym z elementów kryterium decyzyjnego opartego na danej metodzie oceny opłacalności projektu inwestycyjnego. Są oddzielnym, odrębnym elementem uwzględnianym w procesie decyzyjnym. Do metod pośrednich zaliczamy analizę wrażliwości, scenariuszy, analizę i analizę symulacyjną.

Dodatkową klasyfikacją technik analizy ryzyka w projektach inwestycyjnych może być podział ze względu na ryzyko aktywne i pasywne. Niewielkie, obarczone niepewnością wahania parametrów zarówno pozytywne, jak i negatywne, mieszczące się w tolerancji planowanej w założeniach projektu, niemające istotnego znaczenia dla realizacji, nie wywołują reakcji firmy. Taką niepewność można nazwać niepewnością o pasywnym wpływie (ryzyko pasywne). Ale jeżeli odchylenia od wartości parametrów będą wyższe od zakładanych, wtedy firma zareaguje. Gdy wahania parametrów będą miały negatywny

wpływ na wartość inwestycji, firma podejmie kroki zmierzające do poprawy sytuacji lub ograniczenia strat. Z drugiej strony, gdy sytuacja rozwija się korzystnie, będzie dążyła do maksymalizacji korzyści z tym związanych. Takie podejście jest spójne z teorią traktującą ryzyko nie tylko jako zagrożenie, ale jako potencjalną szansę. Uwzględniając podział ryzyka na pasywne i aktywne, można wyróżnić aktywne i pasywne metody analizy ryzyka⁴:

- metody analizy ryzyka pasywnego: analiza wrażliwości, analiza scenariuszy (jakościowa), metody probabilistyczno-statystyczne, symulacyjna metoda Monte Carlo;
- metody analizy ryzyka aktywnego: analiza scenariuszy (ilościowa), metoda drzew decyzyjnych, wycena opcji realnych, symulacyjna metoda Monte Carlo.

Użyteczną metodą analizy ryzyka są drzewa decyzyjne. Jest to metoda podejmowania decyzji w oparciu o możliwe kierunki rozwoju sytuacji oraz oszacowane prawdopodobieństwo różnych scenariuszy rozwoju sytuacji.

3. Metody analizy ryzyka a ocena efektywności inwestycji

Najczęściej spotykanymi metodami analizy ryzyka w ocenie efektywności inwestycji są: analiza wrażliwości, analiza scenariuszy, szacowanie ryzyka metodami probabilistyczno-statystycznymi, drzewa decyzyjne, metody korygujące rachunek efektywności inwestycji.

Narzędziem często wykorzystywanym jest analiza wrażliwości (*sensitivity analysis*). Jest to analiza opłacalności projektu inwestycyjnego przy założeniu odchylenia wartości różnych zmiennych wchodzących w skład przedsięwzięcia. Analiza wrażliwości bywa również w literaturze angielskiej nazywana *what if analysis*, ponieważ odpowiada na pytanie, jak zmieni się efektywność projektu przy zmianie wielkości określonego parametru wejściowego. Metoda pozwala na określenie kierunku i siły wpływu poszczególnych zmiennych na ostateczną efektywność przedsięwzięcia. Dzięki analizie wrażliwości można dodatkowo uzyskać odpowiedź na pytanie, jaka wartość odchylenia poszczególnych

⁴ T. Wiśniewski, *Ryzyko projektu inwestycyjnego a ocena jego efektywności*, w: *Zarządzanie finansami. Zarządzanie ryzykiem i kreowanie wartości*, red. D. Zarzecki, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 455, WNUS, Szczecin 2007, s. 506.

zmiennych jest dopuszczalna, aby projekt inwestycyjny był wciąż opłacalny⁵. W literaturze oraz praktyce najczęściej spotyka się analizę wrażliwości zbudowaną na powszechnie znanej metodzie NPV – *Net Present Value* (zmienna objaśniana), której zmiany są determinowane przez zmienną występującą w algorytmie tej metody. Aby analiza wrażliwości przeprowadzona była poprawnie, należy z algorytmu (przy NPV, IRR, PI) wykluczyć premię za ryzyko inwestycji.

Wadą analizy wrażliwości jest brak możliwości rozbioru wielu zmiennych jednocześnie, a także uwzględnienia zależności pomiędzy zmiennymi, co sprawia, że taka analiza może być mało znacząca.

Równie popularną metodą jest analiza scenariuszy (*scenario analysis*). Jej istotą jest określenie możliwych negatywnych i pozytywnych odchyłek różnych zmiennych, uwzględnianych w ocenie opłacalności przedsięwzięcia inwestycyjnego, od wartości przyjętych w prognozie (wariancie bazowym). W analizie scenariuszy wykorzystuje się zazwyczaj informacje uzyskane w analizie wrażliwości, sporządzając na ich podstawie możliwe warianty (scenariusze) przyszłego kształtowania się zmiennych, tym samym mierników opłacalności.

Analiza wrażliwości obejmuje dwa etapy. W pierwszym określa się scenariusze opisujące wartość poszczególnych zmiennych w przyszłości. Najczęściej opracowuje się trzy scenariusze: optymistyczny, bazowy i pesymistyczny. W drugim etapie jest wyliczana wartość miernika opłacalności (najczęściej NPV) dla badanych scenariuszy⁶. Istnieją dwa rodzaje analiz scenariuszy: jakościowy i ilościowy. Scenariusze ilościowe odzwierciedlają wartość projektu na niepewność o charakterze pasywnym. Częstym podejściem jest w tym przypadku zestawienie scenariuszy optymistycznych i pesymistycznych oprócz scenariusza bazowego. Nie przewidują one reakcji firmy na zmianę warunków realizacji projektu, uwzględniają tylko zmienność parametrów wejściowych. A scenariusze jakościowe stanowią opis reakcji firmy na niepewność i jako takie pozwalają badać wpływ aktywnego ryzyka na projekt inwestycyjny⁷.

Szacowanie ryzyka metodami probabilistyczno-statystycznymi dotyczy oczekiwanej wartości korzyści danego projektu inwestycyjnego i prawdopodobieństwa wystąpienia tej wartości. Opiera się na założeniu, że zróżnicowanym wynikiom kalkulacji korzyści można przypisać zróżnicowane prawdopodobień-

⁵ R. Ziarkowski, *Opcje rzeczowe oraz ich zastosowanie w formułowaniu i ocenie projektów inwestycyjnych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2004, s. 30.

⁶ W. Rogowski, A. Michalczewski, *op.cit.*, s. 104.

⁷ T. Wiśniewski, *op.cit.*, s. 506.

stwa ich występowania w danym horyzoncie czasu⁸. Metody probabilistyczno-statystyczne bazują na definicji ryzyka opisanego rozkładem normalnym jako możliwego odchylenia od wartości oczekiwanej, w tym przypadku efektu przedsięwzięcia inwestycyjnego. Za statystyczną miarę ryzyka przedsięwzięć inwestycyjnych przyjmuje się wariancję (σ^2) lub odchylenie standardowe (σ), wyrażające w wartościach bezwzględnych wielkość rozproszenia wokół wartości oczekiwanej $E(x)$ ⁹. W metodzie tej można wyróżnić pięć etapów postępowania w zastosowaniu do kryterium efektywności inwestycji NPV. Pierwszy to obliczanie oczekiwanej wartości salda przepływów pieniężnych dla każdego kolejnego roku, następnie oszacowanie zdyskontowanej oczekiwanej wartości netto ENPV. Kolejnym etapem jest obliczenie wariancji przepływów pieniężnych dla każdego kolejnego roku oraz ustalenie wartości odchylenia standardowego dla wartości zdyskontowanej netto. Na końcu szacowany jest współczynnik zmienności wartości zdyskontowanej netto. Racjonalne inwestowanie powinno zmierzać do minimalizacji odchylenia standardowego i współczynnika zmienności. Wraz ze wzrostem współczynnika zmienności wzrasta ryzyko realizacji projektu inwestycyjnego, które inwestor powinien sobie zrekompensować premią za ryzyko¹⁰.

Do najczęściej stosowanych metod probabilistyczno-statystycznych, zwanych symulacyjnymi, zalicza się symulacja Monte Carlo, która w przeciwieństwie do analizy wrażliwości uwzględnienia wpływ wszystkich równocześnie odchyżeń parametrów projektu. Bada ich wzajemne korelacje, co daje pełniejszy obraz efektywności¹¹. Koncepcja wykorzystania symulacji Monte Carlo do analizy projektu opiera się na zdefiniowaniu wybranych zmiennych wejściowych w modelu służącym do wyliczania miar efektywności. Właśnie określenie zmiennych wejściowych, konkretnie ich parametrów rozkładu oraz wzajemnych korelacji, jest największym problemem w stosowaniu tej metody. Uzyskiwana na tym etapie jakość modelu iteracyjnego jest kluczowa dla wyników i wniosków końcowych. Gdy model jest gotowy, następuje proces składania i przeliczania poszczególnych czynników wpływających na wartość inwestycji. Proces wykonywany jest wielokrotnie. Im więcej powtórzonych losowań scenariuszy

⁸ B. Woźniak-Sobczak, *Aktywne i pasywne inwestycje przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2001, s. 115.

⁹ W. Rogowski, *op.cit.*, s. 271.

¹⁰ B. Woźniak-Sobczak, *op.cit.*, s. 115–117.

¹¹ R. Ziarkowski, *op.cit.*, s. 31.

(iteracji), tym rozkład wartości NPV jest dokładniejszym odzwierciedleniem rzeczywistości. W miarę przeliczania kolejnych iteracji tworzy się rozkład wartości wynikowej (najczęściej NPV), którego odchylenie standardowe jest jednocześnie ryzykiem projektu¹². Przeprowadzona symulacja pokazuje obszar możliwych wyników i odpowiadające im prawdopodobieństwo. Analizując rozkład zmiennych wynikowych, można szczegółowo zanalizować jego parametry i wyliczyć prawdopodobieństwo efektywności lub nieefektywności projektu, a także przedziały, w jakim powinny znaleźć się wyniki. Do tych celów wykorzystuje się krzywe gęstości prawdopodobieństwa wraz z otrzymanymi parametrami rozkładu (wartość oczekiwana, odchylenie standardowe). Analiza otrzymanych rozkładów zmiennej wynikowej daje obraz ryzyka związanego z realizacją przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Metoda drzewa decyzyjnego (*decision tree analysis*) jest techniką oceny efektywności projektu inwestycyjnego szczególnie przydatną w przedsięwzięciach złożonych z wielu faz realizacyjnych, w których niepewność rozwiązywana jest w konkretnych punktach czasu. Drzewo decyzyjne ujmuje w formie graficznej możliwe decyzje, jakie będą podjęte w różnych momentach realizacji i eksploatacji projektu inwestycyjnego. Decyzje te zależą od wyborów decyzji oraz zdarzeń, których wystąpieniu przypisuje się określone wartości prawdopodobieństwa. Dla każdego wariantu ujętego na drzewie decyzyjnym oblicza się wartość korzyści poprzez pomnożenie zysku w każdym wariantcie przez prawdopodobieństwo ich zajścia. Zaletą drzewa decyzyjnego jest niewątpliwie uporządkowanie i zobrazowanie złożonych projektów inwestycyjnych oraz nadanie wagi decyzjom podjętym w czasie całego cyklu życia projektu¹³.

Istnieją dwie podstawowe metody korygujące rachunek efektywności inwestycji o ryzyko: metoda równoważnika (ekwiwalentu) pewności, gdzie korekcie poddawane są strumienie przepływów i metoda stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko. Metoda ekwiwalentu pewności włącza do formuły NPV współczynnik ekwiwalentu pewności α ¹⁴:

¹² Metoda podejścia skonsolidowanego została opracowana przez T. Copelanda i V. Anticorova, *Real options: a practitioners guide*, Texere, New York 2001, s. 244–251.

¹³ R. Ziarkowski, *op.cit.*, s. 32.

¹⁴ B. Woźniak-Sobczak, *op.cit.*, s. 108.

$$NPV = CF_0 + \sum_{t=1}^n \frac{\alpha_t CF_t}{(1+r)^t},$$

gdzie:

- CF_t – oczekiwana wartość przepływu pieniężnego w roku t ,
- α_t – współczynnik zmieniający w roku t oczekiwaną wartość przepływu pieniężnego obarczoną ryzykiem w równoważnik pewności,
- r – stopa wolna od ryzyka.

Omawiana metoda jest szczególnie użyteczna, gdy przepływy pieniężne w różnych okresach nacechowane są różnym poziomem ryzyka. Jest to zjawisko powszechne, chociażby w związku z ograniczeniami możliwości przewidzenia wartości przyszłych przepływów pieniężnych. Przepływy bardziej oddalone w czasie są zwykle obciążone większą niedokładnością, którą można w pewnym stopniu skorygować odpowiednio dobranym równoważnikiem.

Kolejną metodą uwzględniającą w kalkulacji NPV czynnik ryzyka projektu inwestycyjnego jest metoda stopy dyskontowej, zwana też skorygowaną stopą dyskontową (*risk adjusted discount rate*). Metoda oparta jest na zasadzie, że bardziej ryzykowny projekt inwestycyjny powinien być dyskontowany wyższą stopą procentową niż projekt o mniejszym stopniu ryzyka. Stopa dyskontowa uwzględniająca ryzyko definiowana bywa również z bezpośrednim uwzględnieniem średniego ważonego kosztu kapitału.

$$k = r + u + a,$$

gdzie:

- r – stopa dyskontowa wolna od ryzyka,
- u – dostosowanie do przeciętnego ryzyka przedsiębiorstwa,
- a – dostosowanie poniżej lub powyżej przeciętnego ryzyka przedsiębiorstwa.

Suma r oraz u to średni koszt kapitału przedsiębiorstwa, czyli stopa procentowa odpowiednia do dyskontowania projektów charakteryzujących się przeciętnym ryzykiem przedsiębiorstwa. Jeśli konkretne przedsięwzięcie inwestycyjne charakteryzuje inne od średniego ryzyko, to również stopa dyskontowa powinna być odpowiednio dostosowana i uwzględniać czynnik specyficzny dla

określonego projektu¹⁵. Zwiększenie stopy dyskontowej powoduje zaostrenie wymagań poziomu bezpieczeństwa projektu. NPV ma mniejszą wartość, a inwestycja zostaje przyjęta do realizacji, kiedy wartość projektu jest większa lub równa zeru.

Podsumowanie

Analiza ryzyka w projektach inwestycyjnych jest zajęciem trudnym. Niełatwo bowiem dostrzec i odpowiednio opisać za pomocą liczb czynniki ryzyka w coraz bardziej zmiennym otoczeniu. Nie zawsze także dostępne są stosowne informacje, a osoba, która przeprowadza analizę ryzyka, często operuje w nieodokreślonym środowisku, co również ma duży wpływ na jakość i trafność oceny. W zależności od warunków specyfiki inwestycji należy dobrać metodę analizy w taki sposób, aby dostarczyć możliwie jak najwięcej rzetelnych informacji ułatwiających proces decyzyjny.

Literatura

- Copeland T., Antikarov V., *Real options: a practitioners guide*, Texere, New York 2001.
- Ostrowska E., *Ryzyko inwestycyjne. Identyfikacja i metody oceny*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1999.
- Rogowski W., *Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2008.
- Rogowski W., Michalczewski A.: *Zarządzanie ryzykiem w przedsięwzięciach inwestycyjnych*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2005.
- Wiśniewski T., *Ryzyko projektu inwestycyjnego a ocena jego efektywności*, w: *Zarządzanie finansami. Zarządzanie ryzykiem i kreowanie wartości*, red. D. Zarzecki, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 455, WNUS, Szczecin, 2007.
- Woźniak-Sobczak B., *Aktywne i pasywne inwestycje przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2001.
- Ziarkowski R., *Opcje rzeczowe oraz ich zastosowanie w formułowaniu i ocenie projektów inwestycyjnych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2004.

¹⁵ R. Ziarkowski, *op.cit.*, s. 28.

RISK ANALYSIS IN INVESTMENT VALUATION

Summary

The paper presents methods of risk analysis in investment valuation. Article presents connection between investment decisions and the associated risks. Paper is a review of the classification of risk analysis methods.

Keywords: investment, risk, efficiency, risk analysis.

JEL Codes: G32, D81

Translated by Marcin Pawlak