

Aneta Madyda

Ocena ryzyka w przedsięwzięciach budowlanych

Ekonomiczne Problemy Usług nr 63, 338-346

2011

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.

ANETA MADYDA

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

OCENA RYZYKA W PRZEDSIĘWZIĘCIACH BUDOWLANYCH

Wprowadzenie

Decyzje dotyczące wyboru wariantu działalności odnoszą się do przyszłości. W momencie dokonywania wyboru wariantu optymalnego wiedza o pewnych wielkościach, których znajomość jest istotna dla podjęcia racjonalnej decyzji, jest zazwyczaj uboga. Podejmując określoną decyzję, wykonawca robót budowlanych oczekuje zwiększonych korzyści z tytułu zaangażowania pewnego kapitału w przedsięwzięcie.

W referacie przedstawiono przegląd wybranych metod szacowania ryzyka dla przedsięwzięć budowlanych.

1. Analiza ryzyka

Istnieje wiele technik ułatwiających analizę poziomu ryzyka i niepewności w planowaniu oraz realizacji projektów inwestycyjnych. Ich wspólnym celem jest minimalizacja podejmowanego ryzyka. Stopień przydatności poszczególnych metod zależy od konkretnych oczekiwań osób podejmujących analizę i gotowości podjęcia ryzyka w świetle czynników determinujących budowę i eksploatację inwestycji.

Z punktu widzenia specyfiki procesów inwestycyjnych do analizy ryzyka można wykorzystać znane metody, służące finansowej ocenie ich efektywności. Są to metody statyczne (proste) i dynamiczne (dyskontowe). Gdy istnieje możliwość ubiegania się o określone przedsięwzięcie budowlane i zidentyfikowane zostało

ryzyko związane z tym przedsięwzięciem, to pojawia się pytanie: jak określić wielkość ewentualnych strat i ich wpływ na wynik realizacji przedsięwzięcia?

Analiza ryzyka jest zatem naturalnym następnym krokiem po etapie identyfikacji ryzyka i może być definiowana jako oszacowanie poziomu ryzyka oraz jego wpływu na **koszt, termin i jakość** robót.

2. Jakościowe metody analizy ryzyka

Jakościowe podejście w analizie ryzyka polega na opisie możliwych konsekwencji wystąpienia zidentyfikowanego ryzyka oraz podaniu jego przybliżonego wpływu na przedsięwzięcie. Jest więc to pierwsza próba określenia wyniku przedsięwzięcia z uwzględnieniem ryzyka.

W jakościowej analizie ryzyka wyróżnia się trzy poziomy: poziom podstawowy – wpływ ryzyka ocenia się opisowo; poziom średni – określa się je za pomocą liczb; poziom zaawansowany – opisuje się je za pomocą odpowiadających mu rozkładów prawdopodobieństwa, na przykład rozkład normalny, trójkątny (gdzie argumentem jest wystąpienie ryzyka w danym momencie)¹. Wynik analizy jakościowej jest następnie przenoszony do analizy ilościowej i modyfikowany w przypadku pojawienia się rozbieżności wynikających z analizy ilościowej.

2.1. Opisowa analiza jakościowa ryzyka

W tej analizie opisuje się poziomy ryzyka, które prezentują jego wielkość. Wyróżnia się następujące 3 podstawowe poziomy ryzyka:

- duże ryzyko – może spowodować zaburzenie w realizacji strategii firmy, utratę zdrowia i życia pracowników, duże straty finansowe,
- średnie ryzyko – związane są z nim problemy organizacyjne w realizacji strategii firmy, może narazić na uszczerbek zdrowie pracowników lub spowodować średnie straty finansowe,
- małe ryzyko – brak większych trudności organizacyjnych w realizacji strategii firmy, wypadki pracowników bez uszczerbków na zdrowiu, małe straty finansowe².

¹ R. Flanagan, G. Norman, *Risk management and construction*, Royal Institution of Chartered Surveyors, Blackwell Science Ltd., 1993, s. 34.

² J. Raftery, *Risk analysis in Project Management*, E&FN SPON, London 1994, s. 36.

2.2. Liczbowa analiza jakościowa ryzyka

Ryzyko szacowane przez ekspertów opisowo może być przełożone na poziom punktowy lub liczbowy (zależnie od przyjętej skali). Taka charakterystyka ryzyka podaje możliwy jego wpływ na przedsięwzięcie budowlane na przykład w procentach, w zapisie dziesiętnym lub za pomocą przyjętego wskaźnika liczbowego albo punktowego.

Punktowa ocena ryzyka opiera się na określeniu odległości między przedsięwzięciem badanym a ustalonym wzorcem. Analiza ryzyka polega na usytuowaniu wyników na przyjętej skali i przypisaniu mu jednej z przyjętych klas ryzyka.

2.3. Jakościowa analiza ryzyka za pomocą rozkładów prawdopodobieństwa

Prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka może być również opisane za pomocą specyficznych funkcji rozkładu prawdopodobieństwa i jego parametrów. Wybór rozkładu prawdopodobieństwa dla ryzyka występującego w przedsięwzięciach budowlanych bazuje na postrzeganiu przez ekspertów zakresu dla wybranych zmiennych (na przykład możliwych wyników, wartości bieżącej netto – NPV, wewnętrznej stopy zwrotu – IRR) oraz określeniu odpowiadającego im prawdopodobieństwa. Należy mieć na uwadze fakt, iż nie poruszamy się w przestrzeni powtarzalnych zdarzeń, ale unikatowych przypadków, zatem dotykamy sfery prawdopodobieństwa subiektywnego. Rozkłady prawdopodobieństwa, które przyjmuje się do analizy ryzyka dla przedsięwzięć budowlanych, wymagają podania pewnych charakterystycznych parametrów: zakresu możliwych wyników oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia. Proste rozkłady prawdopodobieństwa zalecane do praktycznego stosowania w analizie ryzyka są następujące: jednostajny, trójkątny, trapezoidalny, skokowy prostokątny, dyskretny³.

3. Ilościowe metody analizy ryzyka

W przypadku przedsięwzięć budowlanych konsekwencje zaistnienia ryzyka mogą wpłynąć na zwiększenie kosztów realizacji, wydłużenie czasu trwania oraz na obniżenie jakości wykonanych robót. Dla wykonawcy miarą powyższych sytuacji jest sytuacja finansowa będąca wynikiem obciążenia realizowanego przedsięwzięcia budowlanego dodatkowymi kosztami. Dlatego prezentowane metody ilościowej analizy ryzyka generalnie zmirzają do oszacowania wpływu ryzyka na wynik finansowy analizowanego przedsięwzięcia. A zatem ilościowa analiza wprost prze-

³ *Ibidem*, s. 86–88.

kląda się na poziom rentowności przedsięwzięcia budowlanego. Z punktu widzenia specyfiki procesów inwestycyjnych do analizy ryzyka można wykorzystać znane metody, które służą do finansowej oceny ich efektywności. Są to metody statyczne (proste) oraz metody dynamiczne (dyskontowe). Metody statyczne są łatwe w wykorzystaniu, nie wymagają szczegółowych danych, a ponadto szybko dostarczają informacji o porównywalnych projektach. Metody dynamiczne są precyzyjniejszym narzędziem oceny opłacalności przedsięwzięć, uwzględniającym rozłożenie w czasie przewidywanych wpływów i wydatków związanych z badaną inwestycją⁴.

Ilościowa analiza ryzyka następuje po analizie jakościowej. Stosowane są w niej bardziej skomplikowane metody analizy niż w analizie jakościowej. Ich dobór zależy od rodzaju ryzyka, jego rozpiętości oraz wymagań i oczekiwań tak wykonawców, jak i inwestorów⁵. Wybór metody zależy od: typu i wielkości przedsięwzięcia, dostępnych informacji, kosztu analizy i czasu na jej przeprowadzenie, a także posiadanej w tym zakresie wiedzy.

3.1. Statyczne metody pomiaru efektywności przedsięwzięć

Styczne metody oceny efektywności przedsięwzięć służą do wstępnej selekcji projektów inwestycyjnych i są stosowane głównie na etapie studiów przedrealizacyjnych⁶. Łatwo je zastosować, nie wymagają szczegółowych danych, a ponadto szybko dostarczają informacji o porównywalnych projektach. Do grupy prostych metod oceny zalicza się: okres zwrotu nakładów, prostą i księgową stopę zwrotu (zysku) i analizę prognozy rentowności.

Okres zwrotu to czas niezbędny do odzyskania nakładów na realizację przedsięwzięcia z osiągniętych nadwyżek finansowych. Nadwyżki te obejmują zysk netto oraz amortyzację i są obliczane dla kolejnych lat funkcjonowania przedsięwzięcia. W przypadku gdy źródłem finansowania części nakładów jest dług, nadwyżka finansowa obejmuje również koszty finansowe ponoszone przez inwestora z tego tytułu. Uzasadnieniem uwzględnienia odsetek od długu jako elementu stanowiącego zwrot nakładów jest fakt, że zwrotowi podlega całość nakładów, bez względu na sposób ich finansowania. Odsetki stanowią natomiast element efektów przekazywanych pożyczkodawcy.

⁴ K. Marcinek, *Finansowa ocena przedsięwzięć inwestycyjnych przedsiębiorstw*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2004, s. 49.

⁵ J. Iwin, Z. Niedzielski, *Rzeczowy majątek trwały – amortyzacje i inwestycje rzeczowe w finansach przedsiębiorstw*, WN PWN, Warszawa 2002, s. 235.

⁶ H. Gawron, *Ocena efektywności inwestycji*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1997, s. 118.

3.2. Dynamiczne metody pomiaru efektywności przedsięwzięć

Do oceny projektów rozwojowych wykorzystuje się dyskontowe metody pomiaru efektywności. Są one najprecyzyjniejszym narzędziem oceny opłacalności przedsięwzięć, uwzględniającym rozłożenie w czasie przewidywanych wpływów i wydatków związanych z badaną inwestycją⁷.

W fazie wstępnej projektu przedsięwzięcia budowlanego ryzyko wynika z zaangażowania wydatku natychmiastowego przeciwstawionego wpływom niepewnym i dodatkowo rozłożonym w czasie. Przed przystąpieniem do realizacji przedsięwzięcia budowlanego wykonawca musi rozważyć szereg problemów związanych z jego finansowaniem. Zastosowanie metody dyskonta pozwoli ustalić tańszą wartość przyszłych strumieni pieniężnych występujących w kolejnych latach lub całym okresie poddanym analizie. Przepływy pieniężne mogą być znane na przykład na podstawie sieci lub harmonogramu, wcześniej zawartych umów, zwłaszcza długoterminowych, lub mogą być ustalone poprzez ekstrapolację przepływów pieniężnych z przeszłości.

Do najczęściej prezentowanych dynamicznych metod oceny przedsięwzięć inwestycyjnych należą: metoda wartości bieżącej netto (NPV), wewnętrzna stopa zwrotu (IRR), zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu (MIRR) i wskaźnik zyskowności (PI).

Największym problemem przy stosowaniu metod dyskontowych jest dobór stopy procentowej, która uwzględni następujące parametry: koszt kapitału przedsiębiorstwa lub stopę procentową kapitałów przeznaczonych do finansowania przedsięwzięcia. Poziom ryzyka zależy od czasu. Wraz z rosnącym horyzontem czasu niepewność przewidywań również wzrasta. Im dłuższy okres, tym trudniejsze staje się określenie wpływów i wydatków na realizację przedsięwzięcia budowlanego. Mimo że przewidywane przepływy pieniężne netto wskazują pewną oczekiwaną wartość, to jednak rozpiętość uzyskanych przepływów wzrasta w miarę upływu czasu.

4. Metody operacyjne

Metody operacyjne służą do rozwiązywania problemów występujących w konkretnych sytuacjach decyzyjnych, gdy trzeba wyznaczyć decyzje optymalne. Wykorzystuje się je w przypadku, gdy istnieje potrzeba koordynacji wielu czynników decyzyjnych zmierzających do osiągnięcia określonego celu. Maksymalizacja wartości oczekiwanej nie może być uznana za jedyne racjonalne kryterium wyboru

⁷ A. Zachorowska, *Ryzyko działalności inwestycyjnej przedsiębiorstwa*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2006, s. 84.

w warunkach ryzyka. Proponuje się zamiast niej zasadę maksymalizacji oczekiwanej użyteczności. Wśród metod operacyjnych można wyróżnić strategię gier, która służy do wyznaczania optymalnej drogi osiągnięcia założonego celu. Strategia gier umożliwia dokładne poznanie skutków podjęcia poszczególnych decyzji⁸. Pomaga w opracowaniu scenariuszy optymistycznych i pesymistycznych. Szczególne znaczenia dla przedsiębiorstwa mają scenariusze o charakterze pesymistycznym, czyli strategię realizacji inwestycji bazujące na najgorszych warunkach. Rozwiązywanie problemów decyzyjnych w warunkach ryzyka sprowadza się do wykorzystania kryteriów teorii gier. Teoria ta zakłada uczestnictwo w grze różnych „graczy”, którymi mogą być nie tylko konkurenci, ale także może nim być naturalne otoczenie. Tak jest również w przypadku przedsiębiorstwa budowlanego – jedną ze stron jest wykonawca budowlany, a jego przeciwnikiem jest otoczenie zewnętrzne, które stwarza różne sytuacje rynkowe. Warunki gry opisywane są najczęściej za pomocą macierzy wypłat, której wiersze odnoszą się do poszczególnych wariantów decyzyjnych, a kolumny do sytuacji rynkowych. Wypłaty, które mówią o wyniku finansowym dla danej inwestycji, mogą być dodatnie (wówczas oznaczają korzyści) lub ujemne (oznaczają straty dla firmy).

4.1. Metoda drzewa decyzyjnego

We wczesnym etapie przedsięwzięcia zwykle rozważa się wiele możliwości realizacji zamierzonych celów. Te możliwości można przedstawić graficznie na drzewie decyzyjnym, pokazując tym samym sekwencje wyborów i ich możliwe wyniki. Dołączenie oszacowanych kosztów i prawdopodobieństw dostarcza danych liczbowych do analizy bardziej złożonych problemów. Rozwiązanie procesu decyzyjnego w warunkach ryzyka polega na wyznaczeniu optymalnej decyzji, która może być przedstawiona na odpowiednim wykresie – drzewie decyzyjnym. Zalecane jest rysowanie wielu drzew decyzyjnych przy użyciu różnych prawdopodobieństw.

4.2. Metody symulacyjne

Symulacja to zbiór sposobów postępowania, które pozwalają otrzymać rozwiązanie różnych zagadnień za pomocą wielokrotnie powtarzalnych prób losowych. Symulacja ryzyka jest działaniem, które nie wymaga żadnej zewnętrznej interwencji i zabiera niewiele czasu. Pokazuje stopień zagrożenia oraz ustala stopień nie-

⁸ L. Czechowski, K. Dziworska, T. Gostkowska-Drzewicka, A. Górczyńska, E. Ostrowska, *Projekty inwestycyjne*, ODDK, Gdańsk 1997, s. 166.

pewności dla prognozy w całym cyklu życia przedsięwzięcia budowlanego. Ocenia zwykle konsekwencje ryzyk finansowych i technicznych powiązanych z budową (na przykład program CASPAR).

4.3. Metoda Monte Carlo

Doświadczalne próbkowanie matematycznie zdefiniowanych zmiennych losowych daje doskonałe wyniki dzięki wybraniu szeregu liczb losowych, z których każda jest związana z poszczególną wartością wybranej zmiennej. Liczby losowe są generowane w taki sposób, że prawdopodobieństwo wybrania każdej z liczb jest jednakowe w danym zbiorze. Generowania liczb losowych dokonuje się na ogół w oparciu o odpowiednio opracowane procedury.

Metoda symulacyjna dla oceny ryzyka przedsięwzięć budowlanych polega na wielokrotnym powtarzaniu procedury obliczania wartości wyniku finansowego (na przykład wartości NPV) zgodnie z modelem dla generowanych losowo wartości zmiennych niepewnych wpływającym na tę wartość⁹.

4.4. Rezerwa na nieprzewidziane wypadki

To najczęściej w praktyce stosowane przez przedsiębiorstwa budowlane podejście oparte w gruncie rzeczy na intuicji i doświadczeniu. Polega na włączeniu do oferty własnej rezerwy finansowej na „nieprzewidziane wydatki”, które mogą się wydarzyć podczas realizacji przedsięwzięć budowlanych. Rezerwa ta zwykle stanowi udział w cenie ofertowej, wyrażony jako procent od oszacowanych kosztów. Najczęściej do kwoty ofertowej dla każdego rozważanego przedsięwzięcia budowlanego średnio dorzuca się około 5–10% szacowanej wartości na „nieprzewidziane wydatki”. Ten prosty sposób szacowania ryzyka obarczony jest jednak dużym subiektywizmem i pociąga za sobą niebezpieczne następstwa.

5. Zbieranie danych do analizy

Większość technik analizy ryzyka bez odpowiednich danych jest bezużyteczna. Dane te mogą pochodzić z różnych źródeł: reprezentują doświadczenie personelu, wiedzę przedsiębiorstwa, dane zewnętrzne (publikacje lub informacje dostępne

⁹ W. Martinek, *Kierowanie budową i projektem budowlanym*, Poradnik dla inżynierów i menadżerów budowlanych, WEKA Sp. z o.o. Wydawnictwo Informacji Zawodowej, Warszawa 2001, s. 344.

z innych firm). Informacje te mogą więc być związane z własnym doświadczeniem lub innych przedsiębiorstw oraz wynikać z ekspertyz przeprowadzanych przez specjalistów. Osoba zajmująca się zbieraniem danych musi umieć wyraźnie oddzielić informacje niepewne od tych wartościowych i pewnych oraz wyróżnić informacje odpowiednie dla danego rodzaju przedsięwzięcia. Dane pochodzące z przeszłych przedsięwzięć pokazują błędy, jakie popełniono przy poprzednich szacunkach, oraz różnice, jakie wyniknęły z tych pomyłek.

Są trzy główne źródła danych do analizy:

- **przedsiębiorstwo** – wiedza pochodząca z poprzednich inwestycji, przechowywana w postaci raportów, wyników, bilansów,
- **zespół kierujący przedsięwzięciem** – wiedza, intuicja i doświadczenie osób wyniesione z pracy nad przedsięwzięciami budowlanymi również w innych firmach,
- **dane zewnętrzne** – dane z pochodzące z innych firm, literatury, artykułów oraz dane uzyskane od specjalistów zamówionych przez przedsiębiorstwo.

Najwiarygodniejsze dla przedsiębiorstw są dane historyczne pochodzące z własnej działalności. Zapisane różnice pomiędzy szacowanymi wartościami a rzeczywistymi wynikami osiągniętymi w podobnych przedsięwzięciach są bardzo pomocne przy analizie. Proces łączenia danych przedsiębiorstwa z doświadczeniem personelu i informacjami zewnętrznymi czyni analizę ryzyka bardziej obiektywną. Jest to jednak proces czasochłonny i kosztowny.

Podsumowanie

Włączenie problematyki ryzyka do szacowania wyniku finansowego dla przedsięwzięć budowlanych znajduje uzasadnienie w podejmowaniu decyzji. Każdy wykonawca przedsięwzięć budowlanych dąży z jednej strony do generowania zysków, ale przede wszystkim stara się minimalizować ryzyko towarzyszące prowadzonej działalności.

Podstawowym problemem zarówno w teorii, jak i praktyce staje się zagadnienie oszacowania i oceny rozmiarów ryzyka. W szacowaniu ryzyka podstawową rolę odgrywają miary ryzyka, które często mają naturę statystyczną i są wykorzystywane w analizach *ex post*, niezwykle użytecznych w planowaniu kolejnych kroków w procesach inwestycyjnych.

RISK ASSESSMENT IN THE CONSTRUCTION PROJECTS**Summary**

This paper present a review by the methods of the risk assessment using in strategy of the construction projects. Present methods should be applied at planning of construction production.

Translated by Aneta Madyda