

Józefa Monika Gryko

Akademia Ekonomiczna w Poznaniu

OCENA ISTOTNOŚCI CZYNNIKÓW OPLACALNOŚCI INNOWACYJNEGO PROJEKTU INWESTYCYJNEGO

1. Ryzyko wyłączone innowacyjnego projektu inwestycyjnego

Jednym z ważnych elementów oceny efektywności projektu inwestycyjnego jest analiza ryzyka projektu. Ryzyko w preliminowaniu inwestycji odzwierciedla relację rzeczywistych dochodów z projektu do wartości oczekiwanych. Analiza ryzyka polega na wyznaczeniu czynników istotnie wpływających na zmienność lub rozkład w czasie przepływów pieniężnych związanych z inwestycją.

W odniesieniu do analizy ryzyka projektów inwestycyjnych zwykle wyodrębnia się trzy rodzaje ryzyka: ryzyko wyłączone samego projektu, ryzyko wewnętrzne (własne) przedsiębiorstwa oraz ryzyko rynkowe. Ryzyko wewnętrzne firmy związane jest z wpływem projektu na zmienność dochodów, bez uwzględniania efektów dywersyfikacji portfela akcjonariuszy, ryzyko rynkowe zaś jest to ta część ryzyka, której nie można wyeliminować przez dywersyfikację portfela właścicieli. Ryzyko wyłączone projektu jest związane ze specyfiką samego projektu inwestycyjnego bez uwzględniania faktu, że realizowana inwestycja może stanowić część portfela inwestycyjnego przedsiębiorstwa, firma zaś jest jedną z wielu w portfelu inwestorów [Brigham 1997, s. 125]

Miarą wyłączonego ryzyka projektu jest odchylenie standardowe stopy dochodu z badanego projektu (odchylenie standardowe IRR – *internal rate of return* – projektu). Sposób pomiaru ryzyka wyłączonego projektu zależy od rodzaju rozpatrywanego przedsięwzięcia inwestycyjnego. W niektórych rodzajach projektów możliwe jest statystyczne oszacowanie odchylenia standardowego na podstawie analizy danych historycznych, jeżeli przedsiębiorstwo realizowało już podobne projekty lub dysponuje danymi historycznymi innych firm działających w branży, której dotyczy rozpatrywany projekt.

Zastosowanie metod statystycznych może napotkać trudności w odniesieniu do projektów innowacyjnych, z uwagi na ich unikatowość. Czynności dokonywane w trakcie implementacji projektu innowacyjnego są niejednokrotnie czynnościami niestandardowymi. Tym samym możliwość korzystania z dotychczasowych doświadczeń własnych lub innych przedsiębiorstw może być znacznie ograniczona lub wręcz niemożliwa [Marcinek 2001, s. 50]. W odniesieniu do projektów nowych (innowacyjnych) ustalenie ryzyka historycznego może więc być niemożliwe z uwagi na brak danych historycznych, lub – w razie zmiany w sytuacji przedsiębiorstwa w wyniku realizacji przedsięwzięcia innowacyjnego – nieadekwatności ryzyka przeszłego w porównaniu do przyszłego ryzyka firmy. W takiej sytuacji preferowane jest subiektywne oszacowanie ryzyka oparte na wiedzy i osądzie kierownictwa przedsiębiorstwa [Brigham, Gapenski 2000, s. 391-394].

W sytuacji działalności badawczo-rozwojowej oszacowanie ryzyka na podstawie subiektywnego osądu będzie właściwe tylko po uwzględnieniu wpływu wszystkich czynników ryzyka. Pominięcie jakiegoś składnika ryzyka może spowodować błędne oszacowanie poziomu zmienności przepływów i doprowadzić do podjęcia błędnej decyzji inwestycyjnej.

W związku z innowacyjnością projektu firma spotyka się z pewnym ryzykiem specyficznym, charakteryzującym konkretny projekt z dziedziny b+r. Jest to ryzyko indywidualne inwestycji. Ma ono swoje źródło w niepewności indywidualnej projektu. Ryzyko indywidualne jest związane z daną inwestycją jako taką i, w odróżnieniu od niepewności rynkowej, nie zależy od rynku [Luenberger 2004, s. 565]. W odniesieniu do projektów innowacyjnych ryzyko indywidualne wynika z istnienia dodatkowych specyficznych czynników, wśród których można wymienić: ryzyko niepowodzenia poszczególnych faz procesu, ryzyko niepowodzenia krytycznego, czyli nieosiągnięcia zamierzonych celów badawczych czy rozwojowych w takim zakresie, że trzeba zrezygnować z projektu, technologiczna niepewność polegająca na istnieniu prawdopodobieństwa, że przedsiębiorstwu nie uda się ukończyć w zamierzonym czasie projektu innowacyjnego, oraz niepewność co do wielkości koniecznych nakładów inwestycyjnych [Berk, Green, Naik 2004, s. 1-35].

2. Wykorzystanie metody FMEA w wyznaczaniu istotności czynników technicznych

W branżach zaawansowanych technologicznie duży wpływ na ryzyko projektu mają czynniki techniczne. Przyczyna techniczna może spowodować przerwanie, zatrzymanie projektu, a tym samym niemożność osiągnięcia planowanych korzyści z inwestycji. Do technicznych przyczyn zatrzymania projektu należą: małe prawdopodobieństwo osiągnięcia celów technicznych oraz pojawienie się w trakcie realizacji projektu problemów technicznych, które nie mogą być rozwiązane przy

posiadany poziom umiejętności z zakresu badań i rozwoju [Chong, Brown 2001, s. 93, 117] (niepowodzenie krytyczne).

Ostateczną niezawodność produktu powinno się tworzyć w fazie projektowania, wykorzystując techniki oceny i pomiaru sprawności projektu, takie jak: analiza przyczyn i skutków wad (FMEA – *failure mode and effect analysis*) i analiza drzewa błędów (FTA – *failure tree analysis*) [Bongiorno 2001, s. 47-51] do użycia danych co do prawdopodobieństwa wystąpienia problemów na poszczególnych elementach tworzonego systemu oraz oszacowania średniego czasu pomiędzy uszkodzeniami systemu (MTBF – *mean time between failures*). Techniki oparte na metodologii FMEA są integralną częścią systemów jakości ISO 9000 oraz QS 9000. Ich właściwe i konsekwentne stosowanie ułatwia zarządzanie ryzykiem projektu [Podręcznik... 2002, s. 271-282].

Zastosowanie metodologii FMEA do oszacowania ryzyka projektu polega na określeniu wad poszczególnych elementów oraz ocenie ich skutków dla systemu. Określenie możliwości wad projektowanych elementów nowego produktu lub technologii powinno odbywać się od najwcześniejszego studium prac nad projektem i być stale doskonalone i uzupełniane w trakcie jego realizacji. Dla każdego ryzykownego zdarzenia wyznacza się wartość priorytetu ryzyka (RPN – *risk priority number*) (wzór (1)).

$$RPN = O \cdot S \cdot D \quad (1)$$

gdzie: O – prawdopodobieństwo wystąpienia (*Occurrence*),

S – zagrożenie wywołane przez wadę (*Severity*),

D – wykrywalność (*Detection*).

Prawdopodobieństwo wystąpienia wady, możliwość jej wykrycia przy stosowanych metodach pracy nad projektem w czasie pozwalającym na podjęcie działań zapobiegawczych oraz skutki dla całego systemu są określane przez zespół pracujący nad projektem w przyjętej skali oceny elementów ryzyka. Przykład oceny poszczególnych elementów w skali 1-10 zaprezentowano w tab. 1.

Konieczność wyznaczenia wartości priorytetu ryzyka (RPN) wymaga współpracy całego zespołu zaangażowanego w pracę nad projektem badawczym. Zespół ten nie tylko ocenia prawdopodobieństwo wystąpienia wady, możliwość jej wykrycia przy proponowanych metodach kontroli, ale także wyznacza poziom RPN, powyżej którego uznaje się wadę za stanowiącą zagrożenie dla sukcesu projektu oraz opracowuje plan działania pozwalający ograniczyć ryzyko związane z określonym zdarzeniem. Po opracowaniu takiego planu następuje ponowna ocena prawdopodobieństwa wystąpienia wartości zagrożenia oraz możliwości wykrycia. Jeżeli jest możliwe podjęcie działań, które umożliwią obniżenie wartości priorytetu ryzyka, to są one podejmowane, ryzyko zaś związane z projektem jest utrzymywane na akceptowanym poziomie. Jeżeli nie jest możliwe podjęcie działań ogranicza-

jących RPN do poziomu akceptowalnego przez firmę, jest to wskazanie na zakończenie projektu jako zbyt ryzykownego [Carbone, Tippet 2004, s. 30-34].

Tabela 1. Przykład wartościowania prawdopodobieństwa wystąpienia wady, zagrożenia i wykrywalności w metodologii FMEA.

Prawdopodobieństwo wystąpienia wady	
1-2	Wysoce nieprawdopodobne wystąpienie wady
3-4	Prawdopodobnie wada nie wystąpi
5-6	Porównywalna szansa wystąpienia (lub nie) wady
7-8	Prawdopodobnie wada wystąpi
9-10	Bardzo prawdopodobne wystąpienie wady
Możliwość wykrycia wady	
1-2	Metody wykrywania są efektywne i jest prawie pewne wykrycie wady we właściwym czasie
3-4	Metody wykrywania są umiarkowanie wysoko efektywne
5-6	Metody wykrywania mają średnią efektywność
7-8	Metody wykrywania są niesprawdzone i niepewne lub efektywność wykrycia we właściwym czasie jest nieznana
9-10	Nie ma metod stosowanych lub dostępnych, które umożliwią wykrycie wady we właściwym czasie
Zagrożenie wywołane przez wadę	
1-2	Nieznaczny wpływ wady na wydłużenie czasu trwania projektu, wielkość nakładów inwestycyjnych oraz cechy innowacji
3-4	Wada może wydłużyć czas trwania projektu o mniej niż 5%, wielkość nakładów inwestycyjnych o mniej niż 5%, wpływ na drugorzędne cechy innowacji
5-6	Wada może wydłużyć czas trwania projektu o mniej niż 10%, wielkość nakładów inwestycyjnych o mniej niż 10%, zmiany w cechach innowacji wymagają akceptacji klienta
7-8	Wada może wydłużyć czas trwania projektu o mniej niż 20%, wielkość nakładów inwestycyjnych o mniej niż 20 %, istotne zmiany w cechach innowacji
9-10	Wada może wydłużyć czas trwania projektu o więcej niż 20%, wielkość nakładów inwestycyjnych o więcej niż 20%, innowacja nieużyteczna dla klienta

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Carbone, Tippet 2004, s. 30].

Analiza metodologii FMEA wskazuje na miejsce analiz finansowych w zarządzaniu ryzykiem projektu. Określenie wpływu możliwej wady na wielkość ponoszonych nakładów inwestycyjnych jest niezbędne, aby określić następstwa w sytuacji wystąpienia wady. Rolą zarządzającego finansami jest także odpowiednia „kalibracja” skali oceny zagrożenia wywołanego wystąpieniem wady. Wartość powyżej 20% w tab. 1 jest przykładowa, zarządzający konkretnym projektem w zależności od spodziewanej wielkości korzyści z projektu ustala wartość graniczną wzrostu nakładów inwestycyjnych, po przekroczeniu której nie warto realizować projektu. Czynniki opłacalności będzie także decydował o efektywności ekonomicznej ewentualnego planu działania zmierzającego do zapobieżenia skutkom możliwej wady i obniżenia RPN analizowanego zdarzenia.

Z punktu widzenia wysokości nakładu i czasu potrzebnego na przeprowadzenie prac badawczo-rozwojowych istotne są, akceptowane przez przedsiębiorstwo, poziomy niezawodności projektowanego systemu. Mają one wpływ na przyszłe koszty eksploatacyjne oraz powodzenie rynkowe produktu – im większa niezawodność, tym wyżej powinien on zostać oceniony przez rynek. Z drugiej strony konieczność usprawniania systemu do poziomu akceptowalnego przedłuża czas projektowania systemu i wpływa na wysokość nakładów związanych z tym projektowaniem. Określenie docelowych poziomów sprawności systemu powinno wynikać z rachunku ekonomicznego – zestawienia dodatkowych nakładów na zwiększenie sprawności systemu z oczekiwanymi wydatkami, które mogą nastąpić w sytuacji wystąpienia problemów na poszczególnych częściach systemu.

3. Wykorzystanie metodologii FMEA do oceny istotności czynników opłacalności projektów

Najlepszym kryterium oceny związku pomiędzy czynnikami wpływającymi na opłacalność projektów badawczo-rozwojowych a strategią jest istotność poszczególnych czynników w realizacji projektu oraz celów strategicznych. Bazując na metodologii zbliżonej do określania wartości priorytetu ryzyka w stosunku do technicznych czynników ryzyka w metodzie FMEA, można zaproponować wyznaczanie dla poszczególnych czynników kształtujących opłacalność projektów innowacyjnych miary istotności czynnika (MIC).

$$MIC = W \cdot OZ \cdot KW \quad (2)$$

gdzie: W – wpływ czynnika na projekt,

OZ – oczekiwana zmienność czynnika w przyszłości,

KW – kierunek wpływu zmiany czynnika na realizowany projekt.

Wartości wpływu czynnika na projekt, oczekiwanej zmienności czynnika w przyszłości zależy od przyjętej przez przedsiębiorstwo skali oceny. Przykład oceny wpływu czynnika na projekt oraz oczekiwanej zmienności czynnika w skali 1-5 zaprezentowano w tab. 2.

Kierunek wpływu zmiany czynnika na realizowany projekt może być określany w skali dwustopniowej: +1: spodziewane zmiany czynnika przyczynią się do sukcesu projektu (zwiększenie wartości NPV) lub -1 w sytuacji, gdy spodziewane zmiany czynnika przyczynią się do porażki projektu (obniżenie wartości NPV).

Wyznaczenie oczekiwanej zmienności czynnika będzie zależało od stabilności otoczenia, w którym działa przedsiębiorstwo, od dojrzałości sektora, szybkości przeobrażeń i zmian w poziomie jego konkurencyjności. Oczekiwana zmienność czynnika będzie się różnić w ujęciu lokalnym, co wynika z kształtowania i stabilności rozwiązań prawnych w poszczególnych krajach, w których działa przedsię-

biorstwo – należy oczekiwać, że będzie wyższa w krajach o wschodzącej gospodarce rynkowej, niższa zaś w krajach o dojrzałym systemie rynkowym.

Tabela 2. Przykład wartościowania wpływu czynnika na projekt oraz oczekiwanej zmienności czynnika

Wpływ czynnika na projekt	
1	Brak wpływu czynnika na opłacalność realizowanego projektu i realizację celów strategicznych
2	Niewielki wpływ czynnika na opłacalność realizowanego projektu i osiągnięcie celów strategicznych (wartość odchylenia od wartości planowanej nie przekracza poziomu 25% wartości NPV)
3	Czynnik umiarkowanie istotny (wartość zmiany wartości odchylenia od wartości planowanej nie przekracza poziomu 50% wartości NPV)
4	Czynnik bardzo istotny (wartość zmiany wartości odchylenia od wartości planowanej nie przekracza poziomu 100% wartości NPV)
5	Czynnik o charakterze kluczowym dla opłacalności projektu i realizacji celów strategicznych (wartość odchylenia od wartości planowanej przesądza o sukcesie lub niepowodzeniu projektu)
Oczekiwana zmienność czynnika	
1	Wysoce nieprawdopodobne wystąpienie zmiany
2	Prawdopodobnie zmiana czynnika nie wystąpi
3	Porównywalna szansa wystąpienia (lub nie) zmiany czynnika
4	Prawdopodobnie zmiana czynnika wystąpi
5	Bardzo prawdopodobne wystąpienie zmiany czynnika

Źródło: opracowanie własne.

Wyznaczenie poziomu miary istotności czynnika (MIC) pozwoli przypisać wagę wszystkim czynnikom wpływającym na opłacalność projektów inwestycyjnych oraz na decyzje finansowe oparte na ocenie opłacalności. Równocześnie miara istotności czynnika będzie się kształtować w przedziale liczb naturalnych $\langle -25; 25 \rangle$. Warto zauważyć, że najistotniejsze z punktu widzenia podejmowania decyzji oraz kształtowania strategii będą czynniki o wartościach skrajnych. Czynniki o dużej ujemnej wartości MIC będą stanowić czynniki krytyczne z punktu widzenia powodzenia projektu. Ich kontrola i monitorowanie będą podstawowym zadaniem analizy ekonomicznej w trakcie realizacji poszczególnych etapów projektu. Z kolei czynniki o wysokiej dodatniej wartości MIC będą sygnalizować czynniki o spodziewanym bardzo korzystnym wpływie na wartość rozważanych projektów przedsiębiorstwa. Wyodrębnienie czynników o wysokiej wartości MIC wyznacza kierunek ewentualnych szans przyszłego rozwoju przedsiębiorstwa i może stanowić podstawę do rozważenia reorientacji strategicznej zmierzającej do jak najlepszego wykorzystania oczekiwanych zmian czynników o istotnym wpływie na wartość przedsiębiorstwa.

Warto zauważyć, że ocena istotności poszczególnych czynników powinna być dokonywana zarówno na etapie planowania, jak i w każdej fazie realizacji projektu badawczego – po to, aby móc uzupełniać wycenę elementów składowych MIC o nowe informacje pojawiające się w trakcie realizacji projektu oraz utrzymywać

dynamiczne sprzężenie pomiędzy korzystnym kształtowaniem się czynników wpływających na opłacalność projektów inwestycyjnych a realizowaną strategią przedsiębiorstwa.

Ocena istotności poszczególnych czynników kształtujących opłacalność projektów inwestycyjnych za pomocą wskaźnika MIC może być uzupełnieniem systemów oceny ryzyka innowacyjnych projektów inwestycyjnych wykorzystujących analizę wrażliwości, scenariuszy czy symulację Monte Carlo. Jego stosowanie pozwala na wyodrębnienie czynników istotnych dla powodzenia projektu, szczególnie w sytuacji, gdy z powodu braku możliwości zastosowania oszacowania statystycznego opartego na danych historycznych konieczne jest subiektywne oszacowanie ryzyka.

Literatura

- Berk J.B., Green R.C., Naik V., *Valuation and return dynamics of new ventures*, „The Review of Financial Studies” 2004 nr 17 (styczeń), s. 1-35.
- Bongiomo J., *Use FMEAs to improve your product development process*, „PM Network” 2001 vol. 15 nr 5, s. 47-51.
- Brigham E.F., *Podstawy zarządzania finansami*, PWE, Warszawa 1997.
- Brigham E.F., Gapenski L.C., *Zarządzanie finansami*, PWE, Warszawa 2000, s. 391-394.
- Carbone T.A., Tippet D.D., *Project risk management using the project risk FMEA*, „Engineering Management Journal” 2004 vol. 16 nr 4 (grudzień), s. 30-34.
- Chong Y.Y., Brown E.M., *Zarządzanie ryzykiem projektu*, Dom Wydawniczy ABC, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2001.
- Luenberger D.G., *Teoria inwestycji finansowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
- Marcinek K., *Ryzyko projektów inwestycyjnych*, Wyd. AE, Katowice 2001, s. 50.
- Podręcznik zarządzania jakością*, red. D. Lock, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, s. 271-282.

EVALUATION OF PRIORITY NUMBER OF FACTORS DETERMINING THE EFFECTIVENESS OF INNOVATIVE INVESTMENT PROJECT

Summary

The paper presents an evaluation of priority number for factors determining effectiveness of investment project. This method is based on the methodology of risk priority number evaluation in the failure mode and effect analysis (FMEA). The method presented in this paper is an expansion of sensitivity analysis. It is one of the subjective method of risk analysis and can be used especially in the evaluation of innovative project efficiency, where statistical analysis of volatility couldn't be used because of the lack of historical data and past experiences with such projects.