

Grażyna Witoszek

Techniki oceny ryzyka w podejmowaniu przedsięwzięć inwestycyjnych

Podejmowanie decyzji inwestycyjnych wymaga znacznego wybiegania w przyszłość. Ta orientacja ku przyszłości powoduje, że we wszystkich decyzjach inwestycyjnych centralnym problemem do rozwiązania jest problem niepewności i ryzyka. „Silna konkurencja, niestabilność i wciąż zmieniające się warunki sprawiają, że każde przedsięwzięcie nosi w sobie załączek ryzyka. Istota ryzyka tkwi w alternatywie sukcesu lub niepowodzenia, zysku lub straty.”¹⁾ Nowe, przyszłe warunki są uzależnione od wielu czynników, trudnych do przewidzenia i określenia, a tym samym trudno jest skwantyfikować kierunek i siłę, z jaką będą one oddziaływać na poszczególne składniki rachunku efektywności inwestycji. Do czynników tych należą m.in. poziom kosztów i cen, kursów walut, ceł, podatków, stopy oprocentowania kredytów, zmian w popycie i podaży na wyroby i usługi. Dlatego sprawą bardzo ważną jest określenie stopnia wiarygodności przyjętych danych i założeń danego projektu.

Nie ma metod całkowicie eliminujących ryzyko, można natomiast znacznie ograniczyć jego rozmiary. Aby przeciwdziałać ryzyku związanemu z realizacją przedsięwzięcia inwestycyjnego, można wybrać jedną z dwóch opcji: poszukiwać sposobów zabezpieczenia się od różnego rodzaju ryzyka zidentyfikowanego dla projektu albo określić sposoby aktywnej kontroli ryzyka, zwanej zarządzaniem ryzykiem. Jednym ze sposobów zabezpieczenia się przed ryzykiem jest opracowanie biznesplanu określającego cel przedsięwzięcia oraz środki potrzebne do jego osiągnięcia. Jednak jak sądzi A. Gorajek²⁾, nawet najlepszy plan nigdy całkowicie nie wyeliminuje ryzyka towarzyszącego prowadzeniu biznesu, ale przynajmniej można mówić o ryzyku kalkulowanym, tzn. świadomym.

Minimalizacja ryzyka zależy także od zachowania kierownictwa. Kierownictwo musi przewidywać różnorodne zmienne rynkowe, zachowania klientów, musi posiadać umiejętność dostosowań konkurencyjnych. Zarządzanie ryzykiem opiera się na rzetelnej jego analizie, ze szczególnym uwzględnieniem przyszłych zysków i płynności finansowej przedsiębiorstwa. Analiza ryzyka projektu powinna obejmować dwa aspekty: badanie ryzyka pojedynczego projektu (tzw. ryzyka ogólnego) oraz wpływ ryzyka projektu na ryzyko firmy.

Ryzyko ogólne projektu dotyczy tylko jednego projektu, rozpatrywanego indywidualnie, bez odniesienia

do pozostałej działalności firmy. Natomiast w drugim aspekcie ryzyko firmy rozumiane jest najogólniej jako portfel realizowanych projektów inwestycyjnych. Według W. Pluty i T. Jajugi³⁾ firmę analizować można jako portfel realizowanych projektów inwestycyjnych. Jeżeli jest to portfel dobrze zdywersyfikowany (zróżnicowany), to w tej samej sytuacji gorsze wyniki (straty) związane z jednym projektem są rekompensowane wyższymi zyskami generowanymi przez inny projekt. Istotne jest również powiązanie pojedynczego projektu z innymi realizowanymi w firmie projektami. Projekt o wysokim ryzyku ogólnym może wpływać stabilizująco na sytuację finansową, pod warunkiem, że będzie słabo powiązany z pozostałą działalnością firmy.

Literatura przedmiotu dzieli metody badania ryzyka inwestycji na metody:

- bezpośrednio uwzględniające ryzyko (równoważnik pewności, stopa dyskontowa uwzględniająca ryzyko, współczynnik zmienności),
- pośrednio uwzględniające ryzyko (analiza wrażliwości, analiza scenariuszy, analiza symulacyjna, drzewa decyzyjne).

W praktyce najczęściej wykorzystywanymi metodami są: analiza wrażliwości, analiza prognozy rentowności oraz metody IRR i NPV uwzględniające ryzyko.

Zapewnienie pełnej wiarygodności wyników rachunku opłacalności przedsięwzięć rozwojowych wymaga uwzględnienia w nim ryzyka towarzyszącego projektowanej inwestycji. Cel ten jest osiągany najczęściej poprzez:

- korygowanie stopy procentowej o tzw. premię ryzyka,
- wykorzystanie rachunku prawdopodobieństwa przy szacowaniu przewidywanych przepływów pieniężnych⁴⁾.

Pierwsza metoda jest najprostszą metodą uwzględniania ryzyka w rachunku efektywności.

Graniczna stopa rentowności projektu inwestycyjnego jest wyznaczana przez stopę procentową, która jest podstawą do obliczeń w metodach dyskontowych rachunku ekonomicznego. W sytuacji występowania ryzyka inwestor może podnieść stopę procentową o tzw. premię ryzyka, zaostudzając wymagania stawiane temu projektowi. Do realizacji zaakceptowane są jedynie przedsięwzięcia posiadające ten margines bezpieczeństwa. Stwarza to szansę, że nawet w przypad-

Tab. 1. Wyniki empirycznych badań określających stopę dyskonta w zależności od współczynnika zmienności

Współczynnik zmienności		Premia ryzyka (punkty procentowe)	Stopa procentowe
od wartości	mniej niż		
0,0	0,1	–	i
0,1	0,3	1	i + 1
0,3	0,5	3	i + 3
0,5	0,7	6	i + 6
0,7	0,9	10	i + 10
0,9	1,1	15	i + 15
1,1	1,4	22	i + 22

Źródło: M. SIERPIŃSKA, T. JACHNA, *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, PWN, Warszawa 1995, s. 237 – na podstawie R. NEVEU, *Fundamentals of Managerial Finance*.

Tab. 2. Wartość oczekiwana przepływów pieniężnych netto

Rok	Przepływy pieniężne netto D_{ti}	Prawdopodobieństwo P_i	E_t	Suma E_t dla danego roku
1	-30 000	0,2	-6 000	E_1 -21 933
	-26 555	0,6	-15 933	
	0	0,2	0	
2	15 000	0,2	3 000	E_2 18 749
	19 248	0,6	11 549	
	21 000	0,2	4 200	
3	18 000	0,2	3 600	E_3 21 541
	21 568	0,6	12 941	
	25 000	0,2	5 000	
4	20 000	0,2	4 000	E_4 22 504
	22 840	0,6	13 704	
	24 000	0,2	4 800	
5	18 500	0,2	3 700	E_5 21 644
	21 640	0,6	12 984	
	24 800	0,2	4 960	
6	18 000	0,2	3 600	E_6 21 682
	21 804	0,6	13 082	
	25 000	0,2	5 000	
7	17 500	0,2	3 500	E_7 20 419
	20 531	0,6	12 319	
	23 000	0,2	4 600	
8	18 400	0,2	3 680	E_8 20 646
	20 610	0,6	12 366	
	23 000	0,2	4 600	
9	16 000	0,2	3 200	E_9 19 356
	19 426	0,6	11 656	
	22 500	0,2	4 500	
10	16 000	0,2	3 200	E_{10} 18 855
	18 592	0,6	11 155	
	20 500	0,2	4 500	
11	15 500	0,2	3 100	E_{11} 17 600
	17 633	0,6	10 580	
	19 600	0,2	3 920	
			RAZEM E_t	181 063

Tab. 3. Wariancja przepływów pieniężnych netto w kolejnych latach funkcjonowania przedsięwzięcia

Rok	Przepływy pieniężne netto D_{tj}	E_t	$(D_{tj} - E_{tj})^2$	Prawdopodo- bieństwo P_{tj}	$(D_{tj} - E_{tj})^2 \times P_{tj}$	Wariancja δ^2
1	-30 000	E_1 -21 933	65 076 489	0,2	13 015 298	δ_1^2 25 833 028
	-26 555		21 362 884	0,6	12 817 300	
	0		0	0,2	0	
2	15 000	E_2 18 749	14 055 001	0,2	2 811 000	δ_2^2 3 973 801
	19 248		249 001	0,6	149 401	
	21 000		5 067 001	0,2	1 013 400	
3	18 000	E_3 21 541	12 538 681	0,2	2 507 736	δ_3^2 4 901 19
	21 568		729	0,6	437	
	25 000		11 964 681	0,2	2 392 936	
4	20 000	E_4 22 504	6 270 016	0,2	1 254 003	δ_4^2 1 769 344
	22 840		112 896	0,6	67 738	
	24 000		2 238 016	0,2	447 603	
5	18 500	E_5 21 644	9 884 736	0,2	1 976 947	δ_5^2 3 969 024
	21 640		16	0,6	10	
	24 800		9 960 336	0,2	1 992 067	
6	18 000	E_6 21 682	13 557 124	0,2	2 711 425	δ_6^2 4 922 180
	21 804		14 884	0,6	8 930	
	25 000		11 009 124	0,2	2 201 825	
7	17 500	E_7 20 419	8 520 561	0,2	1 704 112	δ_7^2 3 043 950
	20 531		12 544	0,6	7 526	
	23 000		6 661 561	0,2	1 332 312	
8	18 400	E_8 20 646	5 044 516	0,2	1 008 903	δ_8^2 2 117 944
	20 610		1 296	0,6	778	
	23 000		5 541 316	0,2	1 108 263	
9	16 000	E_9 19 356	11 262 736	0,2	2 252 547	δ_9^2 4 232 434
	19 426		4 900	0,6	2 940	
	22 500		9 884 736	0,2	1 976 947	
10	16 000	E_{10} 18 855	8 151 025	0,2	1 630 205	δ_{10}^2 2 212 911
	18 592		69 169	0,6	41 501	
	20 500		2 706 025	0,2	541 205	
11	15 500	E_{11} 17 600	4 410 000	0,2	882 000	δ_{11}^2 1 682 653
	17 633		1 089	0,6	653	
	19 600		4 000 000	0,2	800 000	

ku niepełnego zrealizowania zakładanych wpływów z inwestycji przedsiębiorstwo nie powinno ponieść strat.

Druga metoda opiera się na rezygnacji z deterministycznego podejścia przy szacowaniu przepływów pieniężnych związanych z realizowanym przedsięwzięciem⁶⁾. Przepływy te ustalamy wówczas w sposób probabilistyczny, to znaczy szacujemy kilka możliwych wartości przepływów pieniężnych dla każdego roku i przypisujemy im określone prawdopodobieństwo wystąpienia. Wpływy i wydatki zrealizowane w toku funkcjonowania przedsięwzięcia traktujemy zawsze losowo, natomiast nakłady inicjujące, ze względu na bliskość czasową ich wystąpienia można potraktować losowo bądź deterministycznie (w zależności od kon-

kretnych warunków ocenianego projektu inwestycyjnego⁶⁾.

Przykładem wykorzystania rachunku prawdopodobieństwa przy uwzględnianiu ryzyka w analizach opłacalności projektów inwestycyjnych jest metoda analizy scenariuszy. „Analiza scenariuszy jest techniką analizy ryzyka, która uwzględnia zarówno wrażliwość NPV na zmiany podstawowych wielkości, jak i na prawdopodobny zakres wartości zmiennych.”⁷⁾

W metodzie tej analityk finansowy prosi specjalistów o podanie zestawu pesymistycznego (niskie wielkości sprzedaży, cen itp.) i optymistycznego zestawu warunków. Dla podanych wartości oblicza NPV dla zestawu „pesymistycznego” i „optymistycznego” i porównuje z wartością NPV obliczoną dla warunków wyjściowych⁸⁾, tzw. scenariusz oczekiwany. Metoda ta

jednak nie zawsze jednoznacznie określa, czy inwestycja jest opłacalna czy nie. Jednoznaczna decyzja możliwa jest tylko w dwóch przypadkach:

- gdy wszystkie wartości NPV są dodatnie – wówczas projekt należy przyjąć,
- gdy wszystkie wartości NPV są ujemne – wówczas należy projekt odrzucić.

Często mamy jednak do czynienia z sytuacją gdy NPV – dla scenariusza optymistycznego i NPV – dla scenariusza oczekiwanego są dodatnie, a NPV dla scenariusza pesymistycznego jest ujemne. W. Pluta i T. Jajuga⁹⁾ proponują porównanie NPV – oczekiwane z NPV pesymistycznym. Im większa jest ta pierwsza wartość, tym mniejsza jest groźba przyjęcia nieefektywnego projektu.

Zaletą analizy scenariuszy jest możliwość dokonania wyboru projektu efektywnego i odrzucenia projektu złego, nawet w najgorszych warunkach.

Analiza scenariuszy zwraca również uwagę na czynniki mające wpływ na wartość NPV.

Wraz z metodą analizy scenariuszy zaleca się również obliczenie wartości oczekiwanej E_{NPV} i ryzyka S_{NPV} .

Metoda ta ma jednak ograniczone znaczenie w tym sensie, że bierze pod uwagę tylko kilka możliwych wyników realizacji projektu, chociaż w rzeczywistości istnieje nieskończona liczba możliwości.

Pierwszym krokiem w metodzie analizy scenariuszy jest obliczenie wartości oczekiwanej przepływów pieniężnych netto. Wartość oczekiwaną przepływów pieniężnych netto dla każdego roku funkcjonowania badanego przedsięwzięcia obliczamy według wzoru:

gdzie:

E_t – wartość oczekiwana przepływów pieniężnych w roku t ,

D_{tj} – i -ty poziom przepływów pieniężnych netto w roku t ,

P_{tj} – prawdopodobieństwo wystąpienia i -tego poziomu przepływów pieniężnych netto w roku t ,

$j = 1, 2 \dots n$ - liczba badanych poziomów przepływów pieniężnych netto,

t = kolejny rok okresu funkcjonowania przedsięwzięcia.

Wartość oczekiwaną możemy zdefiniować jako średnią ważoną możliwych do zrealizowania wartości NPV, przy czym wagami są prawdopodobieństwa ich osiągnięcia. Następnie ustalamy wartość oczekiwaną NPV badanego przedsięwzięcia rozwojowego według wzoru:

gdzie:

E_{NPV} – wartość oczekiwana wartości zaktualizowanej netto badanego przedsięwzięcia,

E_t – wartość oczekiwana przepływów pieniężnych netto w roku t ,

I – nakłady kapitałowe,

i – stopa procentowa,

$i = 1, 2 \dots, n$ – kolejne lata okresu funkcjonowania przedsięwzięcia.

Wartość oczekiwana NPV jest to średnia ważona możliwych do zrealizowania wartości NPV, przy czym wagami są prawdopodobieństwa ich osiągnięcia. Jeżeli dokonujemy porównania wartości oczekiwanych dla kilku projektów inwestycyjnych, to do realizacji, jako najbardziej korzystny, należy przyjąć projekt inwestycyjny o największej wartości oczekiwanej.

W celu wyznaczenia ryzyka związanego z realizacją przedsięwzięcia obliczamy:

• **wariancję przepływów pieniężnych dla kolejnych lat okresu funkcjonowania**

$$\sigma_t^2 = (D_{tj} - E_t)^2 \times P_{tj}$$

gdzie:

σ_t^2 – wariancja przepływów pieniężnych netto w kolejnych latach okresu funkcjonowania,

E_t – wartość oczekiwana przepływów pieniężnych w roku t ,

D_{tj} – i -ty poziom przepływów pieniężnych netto w roku t ,

P_{tj} – prawdopodobieństwo wystąpienia i -tego poziomu przepływów pieniężnych netto w roku t .

• **odchylenie standardowe NPV**

gdzie:

σ_{NPV} – odchylenie standardowe NPV.

Odchylenie standardowe wskazuje na przeciętne odchylenie możliwych do uzyskania wartości NPV od oczekiwanej NPV. Jest ono statystyczną miarą rozproszenia wyników (wokół wartości oczekiwanej). Inaczej, jest to miara błędu związanego z oceną wartości oczekiwanej.

• **współczynnik zmienności NPV**

gdzie:

CU_{NPV} – współczynnik zmienności NPV,

σ_{NPV} – odchylenie standardowe NPV,

E_{NPV} – wartość oczekiwana NPV.

Współczynnik zmienności jest względną miarą ryzyka. Stosowany jest do porównania projektów różniących się wielkością ryzyka i zysku. Jako najbardziej pewny wybierany jest projekt, w którym wielkość ryzyka przypadającego na jednostkę zysku jest najmniejsza, czyli ten, którego współczynnik zmienności jest najmniejszy.

Za pomocą wyżej przedstawionego trybu postępowania możemy dokonać oceny pojedynczego przedsięwzięcia lub kilku przedsięwzięć w celu wyboru naj-

bardziej korzystnego. Pojedynczy projekt inwestycyjny uważany jest za opłacalny, jeżeli jego wartość oczekiwana NPV jest większa od zera ($E_{NPV} \geq 0$). O skali związanego z nim ryzyka świadczy poziom odchylenia standardowego NPV oraz obliczonego na jego podstawie współczynnika zmienności.

W przypadku porównania projektów inwestycyjnych mogą wystąpić dwa podstawowe przypadki:

- wyższej wartości oczekiwanej NPV towarzyszy niższe odchylenie standardowe ($E_{NPV,A} > E_{NPV,B}$; $\sigma_{NPV,A} < \sigma_{NPV,B}$); wybieramy wówczas przedsięwzięcie A,

- wyższej wartości NPV towarzyszy wyższe odchylenie standardowe ($E_{NPV,A} > E_{NPV,B}$; $\sigma_{NPV,A} > \sigma_{NPV,B}$); obliczamy wówczas współczynnik zmienności i wybieramy przedsięwzięcie charakteryzujące się niższym współczynnikiem, zakładamy bowiem, że przedsięwzięcie to gwarantuje wyższą rekompensatę ponoszonego ryzyka przez skalę oczekiwanych korzyści.

Współczynnik zmienności można również wykorzystać do szacowania premii ryzyka. W tym przypadku stopa zwrotu zastosowana do obliczeń NPV składa się z oczekiwanej stopy zysku, bez uwzględnienia ryzyka oraz premii ryzyka. Tabela 1. zawiera wyniki empirycznych badań, które obrazują, jak zarządzający określają stopę dyskonta w zależności od współczynnika zmienności.

Prześledźmy to na przykładzie. Specjaliści podali zestaw pesymistyczny i optymistyczny wielkości cen i sprzedaży oraz prawdopodobieństwo wystąpienia tych wariantów. Kształtuje się ono następująco:

Scenariusz pesymistyczny – 20%

Scenariusz oczekiwany – 60%

Scenariusz optymistyczny – 20%

Obliczenia zawarto w tabeli 2.

Otrzymaną wartość $E_t = 181\,063$ wykorzystamy do obliczenia wartości oczekiwanej NPV.

$$E_{NPV} = -21\,933 \times 0,8475 + 18\,749 \times 0,7184 + \\ + 21\,541 \times 0,6086 + 22\,504 \times 0,5158 + \\ + 21\,644 \times 0,4371 + 21\,682 \times 0,3704 + \\ + 20\,419 \times 0,3139 + 20\,646 \times 0,2660 + \\ + 19\,356 \times 0,2255 + 18\,855 \times 0,1911 + \\ + 17\,600 \times 0,1619 = 59\,810$$

Następnie ustalamy wariancję przepływów pieniężnych netto w kolejnych latach funkcjonowania przedsięwzięcia.

Odchylenie standardowe NPV liczymy wg wzoru:

$$\sigma_{NPV} = \sqrt{-21\,933 \times (0,8475)^2 + 18\,749 \times \\ \times (0,7182)^2 + 21\,541 \times (0,6086)^2 + \\ + 22\,504 \times (0,5158)^2 + 21\,644 \times (0,4371)^2 +$$

$$+ 21\,682 \times (0,3704)^2 + 20\,419 \times (0,3139)^2 + \\ + 20\,646 \times (0,2660)^2 + 19\,356 \times (0,2255)^2 + \\ + 18\,855 \times (0,1911)^2 + 17\,600 \times (0,1619)^2 = \\ = \sqrt{26091722} = 5\,108$$

Współczynnik zmienności obliczymy wg wzoru:

Na podstawie powyższych obliczeń możemy powiedzieć, że badana inwestycja jednoznacznie została określona jako korzystna ($NPV > 0$).

Ryzyko związane z realizacją tej inwestycji jest bardzo małe – współczynnik zmienności wynosi 0,1. Oznacza to, że na jednostkę wartości średniej przypada 0,1 jednostek odchylenia standardowego. Dla otrzymanej wartości CU do przyjętej stopy dyskontowej nie dodajemy premii ryzyka. W przypadku, gdyby badana inwestycja charakteryzowała się dużym ryzykiem do przyjętej wcześniej stopy dyskontowej należałoby dodać premię ryzyka określoną w tabeli „Wyniki empirycznych badań określających stopę dyskonta w zależności od współczynnika zmienności”, a następnie jeszcze raz obliczyć wartość E_{NPV} . Jeżeli otrzymana wartość $E_{NPV} > 0$ inwestycja jest opłacalna. W przeciwnym wypadku inwestycję należy odrzucić.

Grażyna Witoszek

PRZYPISY

- 1) E. ZAGÓRSKA, *Inwestycje przedsiębiorstw w warunkach gospodarki rynkowej*, Materiały z konferencji Katedry Inwestycji, Akademia Ekonomiczna w Katowicach, 1994 r.
- 2) A. GORAJEK, *Businessplan, czyli jak być mądrym przed szkodą*, „Firma” 1994, nr 12.
- 3) W. PLUTA, T. JAJUGA, *Inwestycje, Capital Budgeting, budżetowanie kapitałowe*, Fundacja Rozwoju Rachunkowości w Polsce, Warszawa 1995, s. 50.
- 4) M. SIERPIŃSKA, T. JACHNA, *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, PWN, Warszawa 1995, s. 23.
- 5) Deterministyczne podejście zakłada ustalenie jednej wartości przepływów pieniężnych netto dla każdego roku, przy założeniu, że prawdopodobieństwo jej wystąpienia wynosi 1,0.
- 6) M. DOBIJA, *Elementy rachunkowości zarządczej*, AE Kraków 1991, s. 71.
- 7) E.F. BRIGHAM, *Podstawy zarządzania finansami*, część 2, PWE, Warszawa 1996, s. 129.
- 8) Warunki wyjściowe – warunki, w których wszystkie dane wyjściowe są ustalane na wysokości najbardziej prawdopodobnej.
- 9) W. PLUTA, T. JAJUGA, *Inwestycje, Capital Budgeting, budżetowanie kapitałowe*, Fundacja Rozwoju Rachunkowości w Polsce, Warszawa 1995, s. 51.