

METODY BADANIA OPŁACALNOŚCI INWESTYCJI RZECZOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM RYZYKA

Zofia WILIMOWSKA, Paweł BROCKI

Streszczenie: Aby się rozwijać, przedsiębiorstwo musi inwestować. Inwestycje sprzyjające rozwojowi powinny nie tylko pokrywać wymagane nakłady inwestycyjne, ale także generować dodatkowy dochód. Inwestycje nieopłacalne nie powinny być realizowane. Przyszłość jest nieznaną. Czas jaki upływa między podjęciem decyzji, a efektami inwestycji rodzi konieczność uwzględniania ryzyka związanego z tymi decyzjami. W artykule przedstawiono metody badania efektywności inwestycji rzeczowych uwzględniające ryzyko inwestowania.

Słowa kluczowe: ryzyko, inwestycja rzeczowa, efektywność.

Wstęp

Celem działania każdego przedsiębiorstwa w warunkach gospodarki rynkowej jest osiągnięcie efektywności sprzyjającej interesowi właścicieli – wzrostowi wartości przedsiębiorstwa. Osiągnięcie powodzenia w tym zakresie wiąże się z podejmowaniem decyzji inwestycyjnych. Decyzje inwestycyjne należą do najtrudniejszych, określają bowiem przyszłość podmiotów na wiele lat. Podstawowym zadaniem kryteriów decyzyjnych, niezależnie od ich konstrukcji, ma być udzielenie odpowiedzi na pytanie: **czy warto inwestować w dany projekt?** Odpowiedź na to pytanie jest zadaniem bardzo trudnym. Wynika to z analizy następujących wymiernych, ilościowych czynników wpływających na finansową efektywność inwestycji:

- korzyści z przyjęcia do realizacji danego projektu,
- ryzyka osiągnięcia korzyści,
- czasu, powodującego niewspółmierność wcześniej ponoszonych nakładów inwestycyjnych i znacznie później uzyskiwanych korzyści z inwestycji,
- oraz powodującego wzrost ryzyka ze wzrostem czasu życia inwestycji,
- stopy procentowej, jako parametru pomiaru wartości pieniądza w czasie,
- kosztu kapitałów, które muszą być pozyskane w celu sfinansowania inwestycji.

Istnieje wiele definicji inwestycji. Według H. Merkle „inwestycja to każde przeznaczenie czynników produkcyjnych w celu utrzymania, powiększenia lub poprawienia aparatu produkcyjnego (poza prywatnym gospodarstwem domowym)”. Ta definicja podkreśla jedynie celowy aspekt inwestycji, natomiast pomija aspekt efektywnościowy. Według J. Hirschleifera „inwestycja to bieżące wyrzeczenie się konsumpcji w celu osiągnięcia przyszłych korzyści”. W tej definicji podkreślono dwie cechy inwestycji: element psychologiczny oraz przyszłe korzyści, jednak zbyt wąsko traktuje aspekt ryzyka. Według S. Wrzoska „inwestycja to nakłady (zazwyczaj skoncentrowane w czasie) ponoszone z myślą o przyszłych korzyściach; korzyści te, zwykle osiągnięte w okresach stosunkowo długich, z powodu opóźnienia w stosunku do nakładów i rozłożenia w czasie są obciążone ryzykiem”. Ta definicja uwzględnia zarówno nakład, czas, korzyść jak i

ryzyko. Na podstawie tych definicji można wyróżnić cztery, charakterystyczne cechy inwestycji: nakład, korzyść, czas, ryzyko.

Na opłacalność inwestycji wpływa ryzyko, które dotyczy zarówno czynników ekonomiczno – finansowych, jak i tych o charakterze organizacyjnym.

Wśród czynników organizacyjnych od których w największym stopniu zależy efektywność inwestycji wyróżnia się [7]:

- cechy projektu – ryzyko jest relatywnie duże w przypadku przedsięwzięć o znacznej złożoności, unikatowych oraz innowacyjnych,
- personel zarządzający projektem – ryzyko rośnie jeśli kadra zarządzająca nie posiada wymaganych umiejętności,
- podmiot podejmujący projekt – ryzyko wynika ze zbyt małego poparcia dla projektu ze strony kierownictwa przedsiębiorstwa,
- osiągalność zasobów – ryzyko zależy od problemów z pozyskaniem potrzebnych zasobów do realizacji projektu,
- otoczenie projektu – na działalność inwestycyjną wpływają zagrożenia w otoczeniu konkurencyjnym, ekonomicznym, politycznym, prawnym, technologicznym, przyrodniczym i społecznym.

1. Rachunek ekonomicznej efektywności projektów inwestycyjnych z uwzględnieniem ryzyka inwestowania

Bez inwestowania w rozwój nie jest możliwe sprawne funkcjonowanie współczesnej firmy w dłuższym czasie. Najczęściej inwestycje są głównym czynnikiem rozwoju, a prowadzenie polityki inwestycyjnej jest koniecznością współczesnego przedsiębiorstwa. Decyzje inwestycyjne ze względu na to, że mają istotne znaczenie dla istnienia przedsiębiorstwa powinny być poprzedzone rachunkiem efektywności ekonomicznej inwestycji. Każda jednostka gospodarcza istnieje w określonej przestrzeni biznesu. Decyzje podejmowane w firmie, także inwestycyjne, zmieniają tę przestrzeń, a na określone jednostki oddziałują wielkości determinujące otoczenie: populacja, kultura, prawo, polityka, zwyczaje itp. Czy decyzje menedżerskie zapewnią efektywność działania, polepszą wizerunek firmy, trudno orzekać już w momencie podejmowania decyzji. Efekty decyzji inwestycyjnych uwiadcniają się dopiero w przyszłości, czasami bardzo odległej.

W momencie podejmowania decyzji dysponuje się tylko prognozami odpowiednich wielkości. Liczba parametrów wpływających na przyszłe wyniki działania jest bardzo duża. Ich zmienność i nieprzewidywalność sprawiają, że czasami rzeczywiste rezultaty odbiegają od prognozowanych i oczekiwanych.

Można wyróżnić dwa charakterystyczne typy stanów (sytuacji) niepewności:

- **sytuacje analogiczne do pozycji gracza** - o stanie otoczenia decyduje konkurent. Taka sytuacja ma miejsce wówczas, gdy o tym, w jakiej sytuacji w przyszłości znajdzie się inwestor, zdecyduje jego racjonalnie postępujący konkurent. Jest to sytuacja analogiczna do gry w szachy, gdzie konsekwencje każdego ruchu zależą od kontrposunięcia przeciwnika;
- **sytuacje niepewne** (zwane „grą z naturą”) - konsekwencje decyzji w mniejszym stopniu zależą od działań konkurencji, w znacznie większym zaś od tzw. „ślepego losu” np. pogody. Sytuacje niepewne dzielą się na:
- sytuacje niewiadome - **decydent nie potrafi określić prawdopodobieństwa wystąpienia określonych stanów otoczenia,**

- sytuacje ryzykowne - **sytuacje, w których prawdopodobieństwo wystąpienia określonych stanów p_j ($j = 1, 2, \dots, m$) jest znane i suma prawdopodobieństw wynosi jeden.**

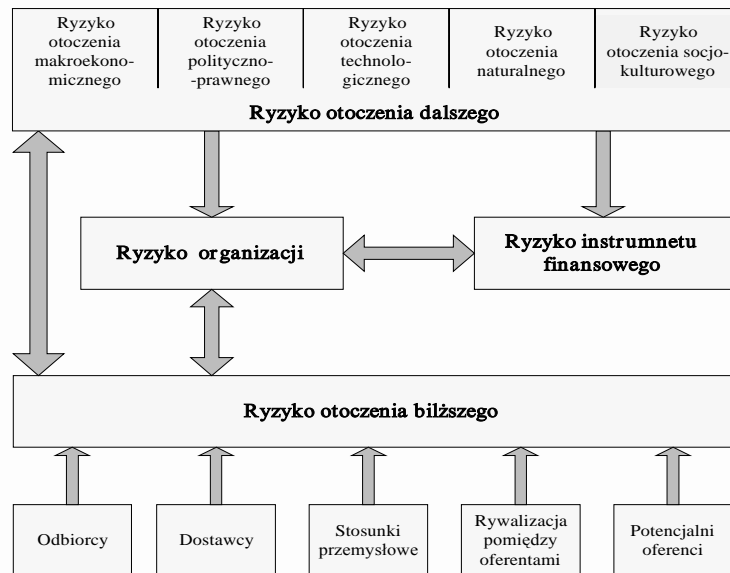
Istnieją trzy koncepcje problemu klasyfikacji prawdopodobieństwa, wywodzące się z różnych podejść do teorii prawdopodobieństwa:

- podejście klasyczne zakłada, że uzyskanie któregoś z rezultatów jest dokładnie tak samo możliwe. Jest to prawdopodobieństwo a priori, gdyż jego wielkość jest znana już przed wykonaniem doświadczenia.
- podejście relatywnej częstości zdarzeń - prawdopodobieństwo zajścia jakiegoś zdarzenia w przyszłości ustala się na podstawie jego częstości występowania w przeszłości, wymaga więc znajomości danych historycznych → decyzje w warunkach ryzyka.
- podejście subiektywne - prawdopodobieństwo jest określane w oparciu o doświadczenia, intuicję, odczucia decydenta. Doświadczenie może być jednak zarówno wynikiem obserwacji częstości zachodzenia zdarzenia w przeszłości jak i wyłącznie „pobożnym życzeniem” → decyzje w warunkach niepewności.

W ocenie efektywności inwestycji powszechnie stosowane są metody dynamiczne takie jak: NPV, IRR. Zainteresowania większości inwestorów skupiają się na informacjach określających wartość inwestycji, w rozumieniu jej efektywności. Informacje, których poszukują, odnoszą się w szczególności do możliwości uzyskania korzyści ze zrealizowanej inwestycji. Kolejną „ważną” przesłanką, badaną podczas oceny inwestycji, jest okres zwrotu ocenianej inwestycji, a wynika to głównie z zainteresowania okresem, po którym zainwestowany kapitał się zwróci, przynosząc większe zyski lub co najmniej zwrot poniesionych kosztów. W związku z tym powszechnie stosowane są metody szacowania opłacalności inwestycji rzeczowych, pozwalające w prosty i szybki sposób ocenić opłacalność planowanej inwestycji. Na niekorzyść metod takich: NPV, IRR czy DPB przemawia fakt, że nie uwzględniają w swej ocenie ryzyka, który mimo wszystko towarzyszy każdej inwestycji i każdej podejmowanej decyzji

Ryzyko w inwestowaniu

Działalności gospodarczej towarzyszą ryzyko i niepewność. Pojawiają się one we wszystkich aspektach działalności przedsiębiorstwa. Ryzyko i niepewność nie są synonimami. Ryzyko występuje wówczas, gdy przedsiębiorstwo potrafi zidentyfikować wszystkie czynniki oddziałujące na efektywność inwestycji, a także można określić poziom, na jakim czynniki te mogą wystąpić i oszacować odpowiadające temu poziomowi prawdopodobieństwo. Natomiast niepewność oznacza, że przedsiębiorstwo nie jest w stanie określić czynników oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia na efektywność rozważanego przedsięwzięcia inwestycyjnego.



Rys. 1. Źródła ryzyka organizacji i instrumentu finansowego, wyemitowanego (wystawionego) przez organizację. Źródło: [10]

Podczas zarządzania projektami inwestycyjnymi należy zwrócić uwagę na następujące rodzaje ryzyka [10]:

- ryzyko czasu – wszelkie analizy opłacalności projektów inwestycyjnych zakładają określone terminy. Wszelkie opóźnienia na ogół powodują dodatkowe koszty dla inwestora,
- ryzyko niewypłacalności inwestora – niewypłacalność polegająca na opóźnieniu spłaty zobowiązań za zrealizowane etapy inwestycji, bądź na przerwaniu inwestycji jest na ogół dotkliwa dla wykonawcy. To ryzyko dotyczy również banki kredytujące inwestycje,
- ryzyko związane z finansowaniem inwestycji – duże inwestycje wymagają zazwyczaj korzystania z obcych źródeł finansowania. Ryzyko kredytobiorcy polega głównie na konsekwencjach wywołanych trudnościami w obsłudze długu. Ryzyko kredytodawcy wiąże się z możliwością niewyegzekwowania należnych wpłat,
- ryzyko braku doświadczenia głównych uczestników procesu inwestycyjnego – każdy z podstawowych uczestników procesu inwestycyjnego może nie posiadać odpowiednich kwalifikacji i z tego powodu może popełniać błędy,
- ryzyko różnorodności realizatorów – podczas realizacji projektu inwestycyjnego muszą ze sobą współpracować różne podmioty organizacyjne, stwarza to ryzyko trudności wypracowania metody wspólnych rozstrzygnięć.
- ryzyko doboru wykonawców – ryzyko występuje również w doborze uczestników procesu inwestycyjnego,
- ryzyko związane z procedurami prawnymi – ryzyko to związane jest z uzyskaniem różnego rodzaju pozwoleń niezbędnych do realizacji procesu inwestycyjnego.

Ryzyko stanowi również wszelkie przedłużanie okresów uzgodnień, wysokość kosztów związanych z uzyskanymi pozwoleniami oraz procedury odwołań,

- ryzyko ze strony środowiska – niemal każda większa inwestycja wzbudza protesty organizacji ekologicznych, sąsiadów czy innych grup. W wyniku tych protestów może nastąpić wstrzymanie realizacji czy eksploatacji obiektu,
- ryzyko warunków gruntowych – niespodziewane ujawnienie się niesprzyjających warunków geotechnicznych lub wystąpienie złych warunków atmosferycznych może prowadzić do opóźnień i wzrostu kosztów,
- ryzyko jakości projektu inwestycyjnego – ryzyko nie osiągnięcia odpowiedniego poziomu jakości w procesie inwestycyjnym określonego umową silnie wpływa na efektywność inwestycji ze względu na wysokie koszty inwestycji i koszty usterek często niemożliwych do usunięcia. Największy wpływ na jakość całej inwestycji mają błędy i usterki w fazach poprzedzających realizację projektu,
- ryzyko zmiany kursów – wahania kursów walutowych wywierają istotny wpływ na skutki finansowe związane ze ściąganiem i regulowaniem zobowiązań zagranicznych,
- ryzyko związane z zachowaniem menedżerów i podwładnych – o wynikach firmy, również tych będących efektem przedsięwzięć inwestycyjnych, decyduje jakość menedżerów.

Podejmowanie decyzji jest obciążone pewną formą ryzyka, ale także nie przewidzianymi wcześniej korzyściami ekonomicznymi. Podczas realizacji i eksploatacji większości inwestycji następują różnorodne zmiany w stosunku do założeń. Warunkiem koniecznym podjęcia właściwej decyzji jest oszacowanie wielkości ryzyka.

Wśród niekorzystnych zmian w realizacji i eksploatacji w stosunku do założeń możemy wyróżnić [3]:

- przekroczenie kosztów realizacji,
- wydłużenie realizacji,
- mniejszy i zmienny popyt na wyroby,
- wzrost kosztów eksploatacji,
- krótszy okres opłacalnej eksploatacji.

W trakcie realizacji i eksploatacji inwestycji mogą także wystąpić pozytywne zmiany założeń w stosunku do założeń takie jak [3]:

- obniżenie kosztów kapitałowych,
- możliwość zdobycia nowych rynków zbytu.

Możemy wyodrębnić następujące czynniki wpływające na ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego [2]:

- rynkowe – zmienność popytu i cen wyrobów, surowców, nowi konkurenci,
 - polityczne – stan koniunktury światowej, zmienna polityka gospodarcza rządu,
 - techniczne – zawodność maszyn i urządzeń,
 - losowe – długotrwałe zmiany klimatyczne i inne zjawiska przyrodnicze.
- Ryzyko w działalności inwestycyjnej można rozważać w kategorii [4]:
- ryzyka pojedynczego projektu,
 - ryzyka przedsiębiorstwa zmierzającego realizować projekt inwestycyjny,
 - ryzyka właścicieli przedsiębiorstwa.

Ryzyko właścicieli przedsiębiorstwa jest związane z postrzeganiem przez nich ryzyka przedsiębiorstwa i ryzyka projektu. Jeśli uznają, że ryzyko projektów realizowanych przez przedsiębiorstwo jest za wysokie w relacji do korzyści, zmieniają skład swego portfela. Dla

właścicieli znaczenia ma ryzyko rynkowe, które związane jest z ogólnymi warunkami gospodarowania.

Przy realizacji inwestycji rzeczowych inwestorzy preferują niższy poziom ryzyka. Uzasadnieniem niechęci do ryzyka jest koncepcja malejącej użyteczności krańcowej. Teoria użyteczności opisuje zachowanie konsumentów na rynku. Funkcja użyteczności opisuje nie tylko preferencje konsumentów na rynku dóbr i usług, ale także wybory ludzi w zakresie innych decyzji ekonomicznych. Typowa funkcja użyteczności jest [1]:

- funkcją rosnącą – wraz ze wzrostem bogactwa rośnie użyteczność,
- funkcją wklęsłą – krańcowa użyteczność maleje, ponieważ każda kolejna jednostka bogactwa powoduje mniejszy przyrost użyteczności.

Ryzyko przedsięwzięcia zamierzającego realizować inwestycję można analizować jako portfel inwestycyjny. Im bardziej zróżnicowany jest posiadany portfel rzeczowych projektów inwestycyjnych tym na ogół ryzyko jest mniejsze. Wynika to z podstawowej zasady dywersyfikacji. Jednak wysokie ryzyko pojedynczego projektu wpływa na sytuację ekonomiczno – finansową przedsiębiorstwa.

Ryzyko projektu inwestycyjnego rozpatrywane jest niezależnie od pozostałej działalności przedsiębiorstwa. W przypadku pojedynczego projektu ryzyko oznacza, że rzeczywiste strumienie pieniężne często odbiegają od oczekiwanych. Większość inwestycji rzeczowych jest obciążona ryzykiem ze względu na ich długookresowy charakter i podatność na wiele, często niezależnych od inwestora czynników. Ryzyko to jest relatywnie niewielkie w przypadku przedsięwzięć związanych z dotychczasową działalnością przedsiębiorstwa (przedsięwzięcia odtworzeniowo-modernizacyjne). Wpływ niepewności i ryzyka zwiększa się znacznie w przypadku przedsięwzięć o charakterze strategicznym (przedsięwzięć związanych z wchodzeniem na nowy rynek czy z wprowadzeniem nowych produktów). Silnie dodatnia korelacja przepływów gotówkowych z nowej inwestycji z dotychczasowymi przepływami przedsiębiorstwa oznacza, że ryzyko projektu może zwiększać ryzyko firmy. Jeśli korelacja między przepływami jest mała lub ujemna, globalne ryzyko firmy po uwzględnieniu projektów inwestycyjnych, może być mniejsze niż ryzyko całkowite samego projektu.

2. Miary ryzyka

Jednym z elementów skutecznego zarządzania ryzykiem jest jego pomiar.

Miara ryzyka projektu

Zachowanie się rynku papierów wartościowych odzwierciedla stan gospodarki. Zatem współczynnik β zdefiniowany dla oceny ryzyka papierów wartościowych w modelu wyceny aktywów kapitałowych CAPM, może być wykorzystany do oceny ryzyka projektu inwestycyjnego. Model CAPM pozwala oszacować wartość każdego aktywa kapitałowego na podstawie rynkowych parametrów. Funkcja charakterystyczna dla projektu inwestycyjnego ma postać:

$$R_i = g + b_i R_m \quad (1)$$

gdzie:

R_i – stopa zwrotu z projektu inwestycyjnego,

b_i – estymator bety projektu,

R_m – rynkowa stopa zwrotu,

g – estymator wielkości stałej w modelu CAPM.

W zależności od wartości β_i , projekt klasyfikuje się jako bardziej lub mniej ryzykowny niż zachowanie się całego rynku.

Dla projektów inwestycyjnych o $\beta_i = 1$, czyli dla projektów, których beta jest równa beta rynkowej, żądana stopa zwrotu \overline{R}_i będzie taka sama jak stopa rynkowa \overline{R}_m . Jeśli beta projektu inwestycyjnego będzie wyższa niż beta rynkowe, żądana stopa zwrotu będzie większa niż stopa rynkowa. W przypadku, gdy beta projektu inwestycyjnego jest mniejsza niż beta rynkowe, żądana stopa zwrotu będzie również niższa niż rynkowa.

Jeśli stopa zwrotu w rozważanym projekcie inwestycyjnym jest wyższa lub równa wartości wynikającej z funkcji charakterystycznej to znaczy, że rozważany projekt jest opłacalny. Gdy stopa zwrotu z rozważanego projektu inwestycyjnego jest niższa niż wynikałoby to z funkcji charakterystycznej projektu to inwestycja nie jest opłacalna.

Miara ryzyka firmy

Przedsiębiorstwo prowadząc działalność gospodarczą realizuje różne przedsięwzięcia gospodarcze i finansowe. Ryzyko firmy można więc traktować jako ryzyko portfela działalności. Miarą ryzyka firmy jest współczynnik β_p , którego oblicza się ze wzoru (2):

$$\beta_p = \sum_{i=1}^n X_i * \beta_i \quad (2)$$

gdzie:

β_p – portfelowy współczynnik beta,

X_i – procentowy udział i-tej działalności w całym portfelu inwestycji,

β_i – współczynnik beta i-tej działalności firmy.

Znając odchylenie standardowe oczekiwanej stopy zwrotu projektu inwestycyjnego σ_{PI} , odchylenie standardowe oczekiwanej stopy zwrotu ogółu aktywów danej firmy σ_F oraz współczynnik korelacji pomiędzy oczekiwanymi stopami zwrotu projektu i ogółu aktywów przedsiębiorstwa $\rho_{PI,F}$, można obliczyć współczynnik β_{PI} dla rozważanego projektu inwestycyjnego. Współczynnik β_{PI} oblicza się za pomocą wzoru nr 3 [10]:

$$\beta_{PI} = \frac{\sigma_{PI}}{\sigma_F} \rho_{PI,F} \quad (3)$$

Jeśli $\beta_{PI} < 1$ to projekt oznacza się mniejszym ryzykiem niż posiadane przez przedsiębiorstwo aktywa. W przypadku, gdy $\beta_{PI} = 1$ to ryzyko projektu jest równe ryzyku firmy. Jeżeli $\beta_{PI} > 1$ to projekt inwestycyjny charakteryzuje się większym ryzykiem niż ryzyko aktywów już posiadanych przez firmę, przez co realizacja projektu powoduje wzrost ryzyka przedsiębiorstwa.

Najważniejsze czynniki wewnętrzne determinujące ryzyko firmy to [10]:

- niestabilność dochodów,
- poziom dźwigni operacyjnej,
- poziom dźwigni finansowej.

Miara ryzyka właścicieli

Właścicielem przedsiębiorstwa może być:

- osoba fizyczna prowadząca działalność gospodarczą,
- udziałowcy w spółdzielniach,
- skarb państwa w jednoosobowej spółce skarbu państwa,
- państwowe osoby prawne,
- wspólnicy – w spółkach prawa cywilnego oraz w spółkach prawa handlowego.

Dominującą formą organizacyjno – prawną są spółki akcyjne. Ryzyko akcjonariuszy składa się z:

- ryzyka systematycznego (ryzyko rynkowe),
- ryzyka specyficznego (niesystematycznego).

Ryzyko systematyczne zależy od wariancji indeksu rynku i reakcji stopy zwrotu akcji na zmiany rynkowej stopy zwrotu (współczynnik β). Im wyższy współczynnik β , tym większe ryzyko systematyczne stowarzyszone z inwestycją. Ryzyko specyficzne jest to część ryzyka związana tylko z daną inwestycją i nie zależy od rynku [10].

Korzystając z modelu jednowskaźnikowego Sharpe'a ryzyko całkowite właściciela można przedstawić za pomocą wzoru:

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_M^2 + \sigma_{\varepsilon_i}^2 \quad (4)$$

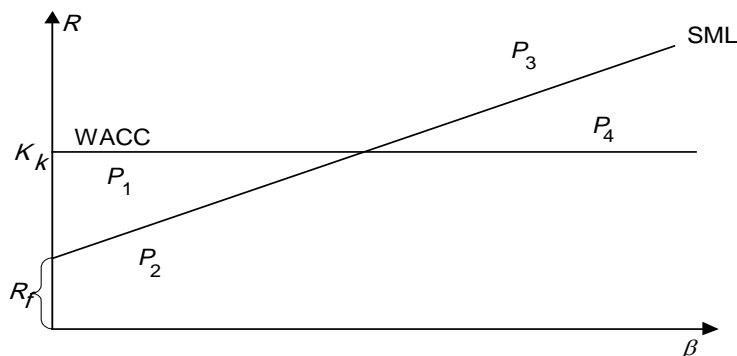
gdzie:

σ_M^2 - wariancja stopy zwrotu indeksu rynku,

$\sigma_{\varepsilon_i}^2$ - wariancja wskaźnika losowego.

Jeśli tytuły własności kapitału firmy charakteryzują się wysokim stopniem podzielności (np. akcje), ryzyko specyficzne można redukować wykorzystując efekt portfolio. Ryzyko systematyczne wynika zaś z niemożności dalszej dywersyfikacji portfela. Uwzględnienie β w procesie szacowania opłacalności inwestycji może dać zaskakujące wyniki w porównaniu ze zwykłymi metodami, odnoszącymi *IRR* do ważonego średniego kosztu kapitału *WACC*.

Rozważmy 4 projekty *P1*, *P2*, *P3*, *P4* (rys. 2).



Rys. 2. Uwzględnienie β versus średni ważony koszt kapitału *WACC* [10]

W zadaniu szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych, po zastosowaniu metody *IRR* i porównaniu wewnętrznej stopy zwrotu projektów z ważonym kosztem kapitału, menedżer zaakceptuje projekty *P3* i *P4*, ponieważ stopy zwrotu *R3* i *R4* są większe od ważonego kosztu kapitału *Kk*. Uwzględnienie β powoduje, że menedżer powinien zaakceptować projekty *P1* i *P3*, ponieważ *R1* i *R3* leżą ponad *SML*, czyli oferują więcej niż

można uzyskać średnio na rynku. Metody szacowania opłacalności inwestycji rozwijają się w kierunku uwzględniania ryzyka w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych.

3. Metody analizy ryzyka inwestowania

Ryzyko można i należy analizować. Istnieją różne metody analizy ryzyka, żeby wybrać odpowiednią metodę należy zidentyfikować czynniki takie jak [9]:

- stosunek decydenta do ryzyka,
- zakres ryzyka,
- warunki podejmowania decyzji,
- zakres dostępnych informacji,
- wiedza i doświadczenie w szacowaniu poziomu ryzyka,
- znajomość metod analizy ryzyka.

Metody analizy ryzyka możemy podzielić ze względu na stosowaną technikę analizy ryzyka. Wyróżnia się wtedy [8]:

- metodę korygowania efektywności – uwzględnianie ryzyka przez narzuty procentowe wybranych parametrów wykorzystywanych w metodach oceny opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych,
- metodę analizy wrażliwości – zmienianie wybranych parametrów wykorzystywanych w metodach oceny opłacalności, a następnie analizowanie wpływu tych zmian na opłacalność przedsięwzięcia inwestycyjnego oraz wyznaczanie wartości krytycznych i marginesów bezpieczeństwa określających poziom opłacalności,
- metody probabilistyczno-statystyczne – wykorzystanie rachunku prawdopodobieństwa i statystyki,
- metody symulacyjne – przeprowadzenie symulacji poziomu ryzyka. Metody te pozwalają zbadać wpływ wielu zmiennych na opłacalność przedsięwzięcia.
- Przyjmując jako kryterium podziału sposób ujmowania ryzyka w procesie decyzyjnym możemy wyróżnić [9]:
- metody bezpośrednie, które ujmują ryzyko bezpośrednio w kryterium decyzyjnym związanym z określoną metodą oceny opłacalności przedsięwzięcia inwestycyjnego,
- metody pośrednie, które umożliwiają pozyskanie dodatkowych informacji o poziomie ryzyka przedsięwzięcia inwestycyjnego, co powoduje zmniejszenie stanu niepewności.
- Biorąc pod uwagę zakres dostarczanych informacji o poziomie ryzyka, możemy wyróżnić:
 - miary zmienności,
 - miary wrażliwości,
 - miary zagrożenia.

Zarządzanie ryzykiem w przedsięwzięciach inwestycyjnych to całościowy proces, który obejmuje identyfikację, pomiar i kontrolę ponoszonego ryzyka, określanie jego dopuszczalnych wielkości w stosunku do przyjętych wartości planowanych oraz działania mające na celu ograniczenie ryzyka i osiągnięcie zamierzonych korzyści w ramach podjętej inwestycji. Zarządzanie ryzykiem w przedsięwzięciach inwestycyjnych ma więc niezwykle istotny wpływ na ostateczny wynik ekonomiczny uzyskiwany z ich realizacji. Przystępując do opracowania sposobów postępowania wobec ryzyka należy mieć na uwadze, że

większość projektów inwestycyjnych ma charakter unikatowy, a ponadto rodzaje ryzyka i ich natężenie zmieniają się w poszczególnych fazach projektu.

3.1 Metody pośrednie analizy ryzyka

Metody pośrednie umożliwiają bardziej dokładną analizę projektu i efektów, jakie mogą być uzyskane w przypadku możliwych sytuacji w przyszłości. Zestawienie metod analizy ryzyka przedstawia tab.1.

Tab. 1. Metody analizy ryzyka przedsięwzięć inwestycyjnych [9]

<i>Technika analizy ryzyka</i>			
Metoda korygowania efektywności	Metoda analizy wrażliwości	Metody probabilistyczno-statystyczne	Metody symulacyjne
- graniczny okres zwrotu - równoważnik pewności - stopa dyskontowa z ryzykiem	- analiza wrażliwości	- analiza statystyczna (odchylenie standardowe i współczynnik zmienności)	- analiza symulacyjna Monte Carlo
<i>Sposób ujmowania ryzyka</i>			
Metody pośrednie		Metody bezpośrednie	
- analiza scenariuszy - analiza wrażliwości - analiza statystyczna - analiza symulacyjna jako sposób szacowania wartości oczekiwanej i odchylenia standardowego		- graniczny okres zwrotu - równoważnik pewności - stopa dyskontowa z ryzykiem	
<i>Zakres dostarczanej informacji</i>			
Miary zmienności	Miary wrażliwości	Miary zagrożenia	
- odchylenie standardowe jako bezwzględna miara zmienności - współczynnik zmienności jako względna miara zmienności - analiza symulacyjna jako sposób szacowania wartości oczekiwanej i odchylenia standardowego - analiza scenariuszy jako pośredni sposób szacowania wartości oczekiwanej i odchylenia standardowego	- stopa dyskontowa z ryzykiem odzwierciedla ryzyko kosztu kapitału - ekwiwalent pewności odzwierciedla ryzyko przepływu pieniężnego netto - okres zwrotu określa ryzyko płynności	- metoda VAR (value at risk)	

Analiza wrażliwości

Analiza wrażliwości jest techniką analityczną, która polega na badaniu wpływu przyszłych zmian w kształtowaniu się podstawowych zmiennych przedsięwzięcia inwestycyjnego na poziom jego opłacalności. Podstawowym ograniczeniem tej metody jest to, że bada ona wpływ zmian poszczególnych zmiennych przy założeniu, że pozostałe nie zmieniają się.

Analiza scenariuszy

Analiza scenariuszy polega na tym, że konstruuje się prognozy wartości zmiennych decydujących o NPV projektu, dla różnych scenariuszy rozwoju sytuacji w przyszłości. W literaturze przedmiotu zaleca się konstruowanie co najmniej trzech scenariuszy: pesymistyczny, optymistyczny i najbardziej prawdopodobny.

Metody probabilistyczno - statystyczne

W metodach probabilistyczno – statystycznych przyjmuje się założenie, że ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego można określić, szacując rozproszenie możliwych wyników wokół danej wartości centralnej, którą w teorii ryzyka jest wartość oczekiwana. Im większe rozproszenie wyników, tym większe ryzyko nieosiągnięcia założonej wartości. Jako statystyczną miarę ryzyka przedsięwzięć inwestycyjnych przyjmuje się wariancję (σ^2) lub odchylenie standardowe (σ), wyrażające w wartościach bezwzględnych wielkość rozproszenia wokół wartości oczekiwanej $E(x)$.

Analiza symulacyjna Monte Carlo

Analiza symulacyjna Monte Carlo eliminuje istotne wady analizy scenariuszy – ograniczoną liczbę badanych scenariuszy oraz założenie o dodatniej korelacji między niezależnymi zmiennymi objaśniającymi. Zastosowanie analizy symulacyjnej Monte Carlo w analizie ryzyka przedsięwzięć inwestycyjnych po raz pierwszy przedstawił D. B. Hertz.

Metoda granicznego okresu zwrotu

Metoda granicznego okresu zwrotu polega na minimalizacji okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych z wiązanych z danym przedsięwzięciem inwestycyjnym.

Metoda stopy dyskontowej z ryzykiem

Metoda stopy dyskontowej z ryzykiem (Risk-Adjusted Discount Rate, RADR) znajduje uzasadnienie w teorii użyteczności krańcowej i stosunku decydenta do ryzyka. Wyższy poziom ryzyka może być bowiem zaakceptowany jedynie pod warunkiem osiągnięcia odpowiedniej rekompensaty w postaci dodatkowej korzyści. Rekompensata ta jest uwzględniana w premii za ryzyko, która musi być tym wyższa, im wyższy jest poziom ryzyka związany z realizacją danego przedsięwzięcia inwestycyjnego i im większa jest niechęć decydenta do ryzyka. Oznacza to jednocześnie, że im wyżej oceniane jest ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego, tym wyższej stopy zwrotu oczekuje inwestor. Jeśli w bezwzględnej ocenie opłacalności przedsięwzięcia inwestycyjnego jest stosowana metoda NPV, to spełnienie oczekiwań inwestorów oznacza konieczność zwiększenia stopy dyskontowej, która odzwierciedlałaby rentowność inwestycji alternatywnych. Metoda stopy dyskontowej z ryzykiem opiera się, więc również na właściwości metody NPV dotyczącej spadku bezwzględnej miary opłacalności przedsięwzięcia w wypadku zwiększenia stopy dyskontowej [5]. Skorygowanie stopy dyskontowej o premię za ryzyko zaostrza więc wymagania stawiane przedsięwzięciu inwestycyjnemu, oznacza bowiem niższą wartość NPV, ale jednocześnie zapewnia dodatkowy margines bezpieczeństwa – do realizacji przyjmuje się tylko te przedsięwzięcia inwestycyjne, których NPV jest większa od zera lub równa zeru także dla wyższej stopy dyskontowej.

Metoda ekwiwalentu pewności przepływu pieniężnego netto, zakłada, że zamiast modyfikować stopę dyskontową można zmodyfikować strumień przepływów pieniężnych

netto. Modyfikacja polega na zastąpieniu prognozowanych przepływów pieniężnych netto, przepływami pieniężnymi netto, których wielkości na pewno będą osiągnięte.

W literaturze przedmiotu ekwiwalent pewności definiowany jest jako kwota korzyści netto (wyrażona przepływami pieniężnymi netto), która ma dla decydenta tę samą wartość co wartość oczekiwana niepewnej korzyści netto [10].

3. 2 Model badania opłacalności inwestycji rzeczowych wykorzystujący liczby rozmyte

Liczby rozmyte są jednym ze sposobów modelowania niepełnej wiedzy człowieka i mogą być używane podczas podejmowania decyzji w warunkach niepewności. Najpopularniejszym narzędziem umożliwiającym wyrażenie niepewności w języku matematycznym jest rachunek prawdopodobieństwa. Liczby rozmyte pełnią podobną rolę jak podejście probabilistyczne.

Liczby rozmyte służą do reprezentowania nieznanych jeszcze wartości. Te wartości to na przykład liczba sztuk towaru, jaką firma sprzeda w następnym roku. Ich wartość będzie znana dopiero w przyszłości, ale odpowiednie decyzje należy podjąć w tej chwili, na podstawie niepełnej wiedzy.

Pojęcie liczby rozmytej.

Liczba rozmyta \tilde{A} może albo oddawać różne stopnie ostrożności poszczególnych ekspertów, albo wyrażać subiektywne odczucia jednego eksperta co do stopnia możliwości wystąpienia poszczególnych liczb rzeczywistych jako realizacji szacowanej wielkości A .

Liczbą rozmytą \tilde{A} nazywamy rodzinę rzeczywistych przedziałów domkniętych $\{A^t\}$ ($t \in [0,1]$), spełniających następujące warunki (5):

$$\begin{aligned} t < r &\Rightarrow A^r \subseteq A^t, \\ I \subseteq [0,1] &\Rightarrow A^{\sup I} = \bigcap_{r \in I} A^r \end{aligned} \quad (5)$$

(symbol \cap oznacza część wspólną zbiorów).

Ponadto dla ustalonego $t \in [0,1]$ przedział A^t jest nazywany jest t – poziomem liczby rozmytej \tilde{A} [29]. Stosuje się następujące oznaczenie: $A^t = [a_L^t, a_P^t]$.

Niech \tilde{A} będzie liczbą rozmytą. Funkcja $\mu_A: \mathfrak{R} \rightarrow [0,1]$, zdefiniowana jako $\mu_A(x) = \sup \{t: x \in A^t\}$, jest nazywana funkcją przynależności liczby rozmytej \tilde{A} . W niniejszej pracy użyte zostaną jedynie liczby rozmyte w najprostszej postaci, czyli liczby rozmyte trapezowe.

Problem porównania liczb rozmytych z liczbami rzeczywistymi jest złożony i nie istnieje uniwersalna metoda, która byłaby akceptowalna w każdej sytuacji. Jedną z metod porównywania liczb rozmytych z liczbami rzeczywistymi jest tzw. relacja możliwości, mierząca stopień możliwości zaistnienia odpowiedniej relacji między realizacją liczby rozmytej a daną liczbą rzeczywistą [5].

Model, który można wykorzystać wykorzystany do badania opłacalności inwestycji rzeczowych, można przedstawić wzorem:

$$\widetilde{NPV} = \sum_{t=0}^n \frac{NCF_t}{(1+k)^t} \quad (6)$$

gdzie:

\overline{NPV} - rozmyta bieżąca wartość netto,

\overline{NCF}_t – rozmyta wartość przepływów pieniężnych w okresie t,

\tilde{k} - rozmyta wartość stopy dyskontowej,

n – czas trwania projektu.

Wnioski

Często ryzyko rozważanych projektów nie jest istotnie różne od ryzyka inwestycji już znajdujących się w portfelu przedsiębiorstwa, ale nie jest to regułą. Dlatego należy dokonać oszacowania ryzyka projektu, aby być pewnym, że nie jest istotnie różne od ryzyka pozostałych elementów portfela. Ocenę ryzyka powinno się przeprowadzać w kontekście całego portfela inwestycji firmy. Stopę zwrotu z portfela wszystkich inwestycji przedsiębiorstwa otrzymuje się zwykle z o wiele mniejszym ryzykiem niż ryzyko pojedynczego projektu. Część ryzyka, która jest specyficzna dla konkretnego projektu inwestycyjnego może być zredukowana. Oczywiście, wszystko zależy od tego, w co się inwestuje i kto inwestuje. Chociaż wpływ ryzyka pojedynczego projektu inwestycyjnego na ryzyko firmy (traktowanej jako portfel działalności) często nie jest zbyt duży, to jednak należy zwracać uwagę na ryzyko projektu, ryzyko firmy oraz wpływ ryzyka projektu na ryzyko firmy.

Cechą decyzji inwestycyjnych jest to, że wysokim zyskom towarzyszy zwykle znaczne ryzyko. Decydent jest skłonny podjąć decyzję bardziej ryzykowną, jeżeli w zamian za poniesienie ryzyka spodziewa się dodatkowego zysku. Ten dodatkowy zysk jest nazywany ceną ryzyka lub premią za ryzyko. Zróżnicowanie wielkości stopy dyskontowej w zależności od ryzyka można uzasadnić także na gruncie teorii użyteczności i stosunku decydenta do ryzyka. Wyższe ryzyko może być zaakceptowane jedynie pod warunkiem uzyskania odpowiedniej rekompensaty w postaci wzrostu zysku, przy czym premia za ryzyko musi być tym większa, im większa jest awersja decydenta do ryzyka.

Literatura

1. Pluta W. (red.): Budżetowanie kapitałów. PWE, Warszawa, 2000.
2. Gawron H.: Ocena efektywności inwestycji. Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań, 1997.
3. Iwin J., Niedzielski Z.: Rzeczowy majątek trwały. Amortyzacja i inwestycje rzeczowe w finansach przedsiębiorstw. PWN, Warszawa, 2002.
4. Jajuga T., Słoński T.: Finanse spółek. Długoterminowe decyzje inwestycyjne i finansowe. Wyd. AE im. O. Langego we Wrocławiu, Wrocław, 1997.
5. Kuchta D.: Miękka matematyka w zarządzaniu. Zastosowanie liczb przedziałowych i rozmytych w rachunkowości zarządczej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2001.
6. Marcinek K.: Finansowa ocena przedsięwzięć inwestycyjnych przedsiębiorstw. Akademia Ekonomiczna im. Karola Adameckiego, Katowice, 1996.
7. Marcinek K.: Ryzyko projektów inwestycyjnych. Wydawnictwo AE im. Karola Adameckiego, Katowice, 2000.
8. Ostrowska E.: Ryzyko inwestycyjne. Identyfikacja i metody oceny. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 1999.

9. Rogowski W.: Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych. Oficyna Ekonomiczna, Kraków, 2004.
10. Wilimowska Z., Wilimowski M.: Sztuka zarządzania finansami. Część 2. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz, 2001.
11. Brocki P.: Badanie opłacalności inwestycji rzeczowych z uwzględnieniem ryzyka. Praca magisterska napisana pod kierunkiem Z. Wilimowskiej, Wrocław, 2009.

Dr hab. inż. Zofia WILIMOWSKA, prof. PWr.
Mgr Paweł BROCKI
Dyplomant Wydziału IZ z 2009 roku
Wydział Informatyki i Zarządzania
Politechnika Wroclawska
50-370 Wrocław, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27
e-mail: zofia.wilimowska@pwr.wroc.pl