

PRZEDMIOT : EFEKTYWNOŚĆ SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

Plan wykładu

5 FINANSOWE METODY OCENY PROJEKTÓW INWESTYCYJNYCH	4
5.1. WPROWADZENIE	4
5.2 STATYCZNE METODY OCENY INWESTYCJI	5
5.2.1 Metody porównania kosztów	5
5.2.2 Metoda porównania zysków	13
5.2.3 Metody porównania rentowności	16
5.2.4 Metody okresu zwrotu nakładów	19
5.3 DYNAMICZNE METODY OCENY INWESTYCJI	20
5.3.1 Zdyskontowana nadwyżka netto (metoda wartości bieżącej – NPV) ...	20
5.3.2 Metoda wewnętrznej stopy zwrotu (IRR).....	27
5.3.3 Porównanie NPV i IRR.....	29
5.3.4 Metoda annuitetowa	33
5.4 KOSZTY KAPITAŁU W OCENIE INWESTYCJI	36
5.4.1 Średni ważony koszt kapitału (WACC).....	36
5.4.2 Krzywa krańcowego kosztu kapitału (MCC).....	40
5.5 RYZYKO W OCENIE INWESTYCJI	44
5.5.1 Metoda równoważnika pewności.....	44
5.5.2 Metoda stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko	46
5.5.3 Inne metody uwzględniania ryzyka.....	47
5.5.4 Praktyczne metody uwzględniania ryzyka w ocenie inwestycji	

Temat:

Metody oceny projektów inwestycyjnych

PROWADZĄCY :

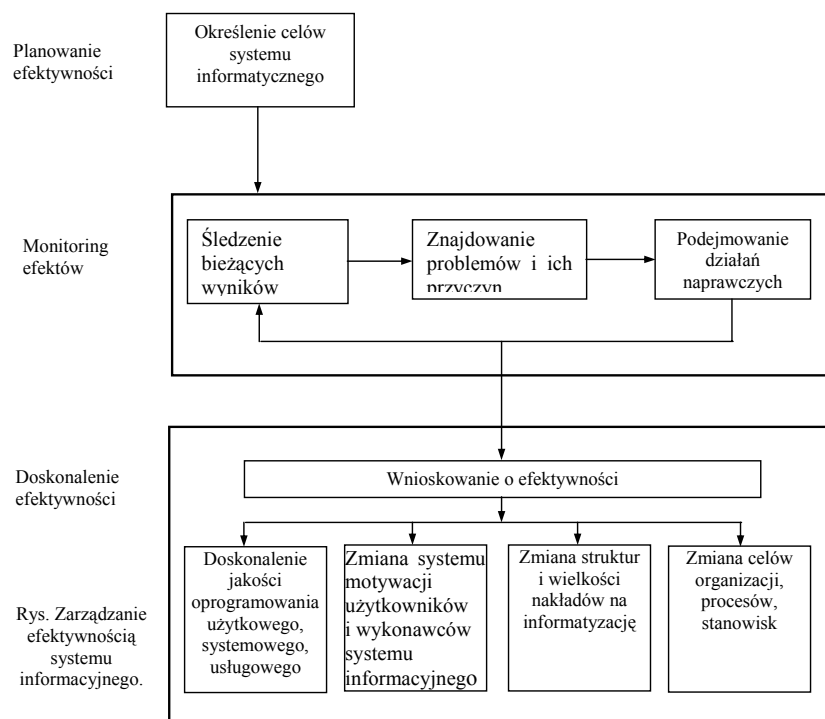
dr inż. Zbigniew TARAPATA

Zbigniew.Tarapata@isi.wat.edu.pl

<http://tarapata.strefa.pl>

Hasło do materiałów na stronie WWW podaje wykładowca !

Zarządzanie efektywnością przedsięwzięć informatycznych można przyrównać do zarządzania efektywnością systemów informacyjnych i obejmuje ono trzy etapy: planowanie efektywności, monitorowanie efektów i doskonalenie efektywności. Zostało to przedstawione na poniższym rysunku.



Na etapie planowania następuje określenie celów systemu (przedsięwzięcia) i **wytyczenie miar efektywności**. Etap drugi stanowi obserwację i rejestrację efektów, wyszukiwanie problemów, określanie ich przyczyn i podejmowanie działań naprawczych. W etapie trzecim wyciągane są wnioski z poprzednich etapów i następuje określenie kierunków dalszych zmian.

5 Finansowe metody oceny projektów inwestycyjnych

5.1. Wprowadzenie

Wykorzystywanie rachunku inwestycji może dać nam odpowiedź na następujące pytania:

1. **Czy realizacja planowanej inwestycji jest ekonomicznie opłacalna (ocena absolutna);**
2. **Który z rozważanych wariantów inwestycji charakteryzuje się największą opłacalnością (ocena względna).**

Posługując się rachunkiem inwestycji należy brać pod uwagę takie elementy jak:

- **Nakłady inwestycyjne;**
- **Koszty operacyjne;**
- **Przychody z produkcji.**

Oceniając powyższe elementy należy pamiętać, że muszą być one porównywalne dla różnych wariantów. Oznacza to konieczność określenia identycznego czasowego i przestrzennego horyzontu inwestycyjnego.

W teorii i praktyce inwestycyjnej wyróżnia się szereg różnych metod rachunku inwestycji.

- **Metody statyczne.** Są najczęściej wykorzystywane we wstępnych etapach oceny projektów stanowiąc podstawę pozwalającą zorientować się o ich opłacalności. Cechą charakterystyczną tej grupy metod jest nie uwzględnianie w rachunku czynnika czasu.
- **Metody dynamiczne.** Są to metody, które w sposób całościowy ujmują czynnik czasu a tym samym rozkład wpływów i wydatków związanych z projektem inwestycyjnym. Ich stosowanie wymaga dosyć gruntownej wiedzy nie tylko z zakresu ekonomii ale również innych dziedzin (m.in. elementy matematyki finansowej, znajomość rynków kapitałowych, badań operacyjnych).

5.2 Statyczne metody oceny inwestycji

5.2.1 Metody porównania kosztów

Jednym z ważniejszych zadań menadżerów jest analiza kosztów działalności przedsiębiorstwa.

Omawiana metoda znajduje zastosowanie w ocenie wstępnej różnych projektów zakupu nowych maszyn, wymiany przestarzałych urządzeń itp.

Ocenia się zmienność kosztów w zależności od rozmiaru produkcji, zbytu.

W analizie kosztów stosuje się ich podział na:

- **Koszty wytwórcze (operacyjne)** – k_w . Dotyczą one przede wszystkim płac, materiałów, remontów;
- **Koszty kapitałowe (inwestycyjne)** – k_k . Składają się na nie amortyzacja, oprocentowanie zaangażowanego kapitału. Często są one w analizach traktowane jako koszty stałe.

Koszty kapitałowe. Są determinowane przez dwa podstawowe elementy:

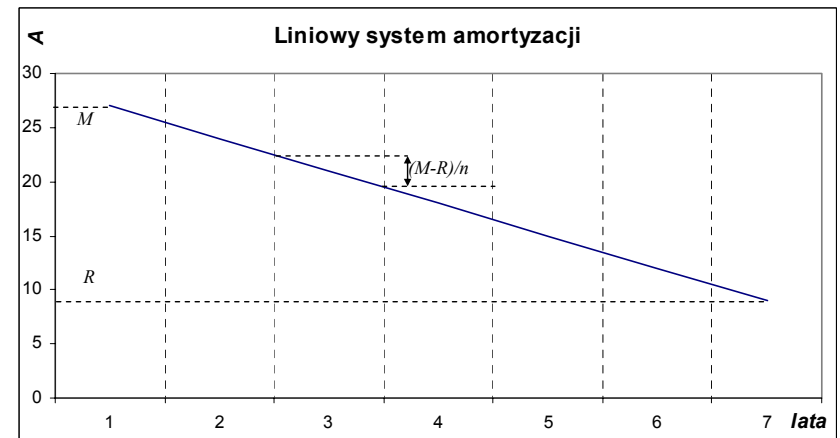
- Amortyzację – A ;
- Zysk kalkulacyjny – Z .

Amortyzacja

Zakładając długość okresu eksploatacji inwestycji na n lat, poniesione nakłady inwestycyjne – M oraz liniowy system amortyzacji środków trwałych, amortyzację A wyznaczamy z następującej zależności:

$$(5.2.1) \quad A = \frac{M - R}{n}$$

gdzie R oznacza wartość rezydualną określającą cenę po jakiej można sprzedać majątek trwały po zakończeniu jego eksploatacji.



Zysk kalkulacyjny

Zysk kalkulacyjny oznacza, ile można byłoby zyskać inwestując z i -tą stopą zwrotu kapitał M_p , stanowiący średnią wielkość nakładów inwestycyjnych.

Zakładając, że wielkość zainwestowanego na początku kapitału wynosi M przy liniowym systemie amortyzacji, średnia wielkość nakładów inwestycyjnych M_p w alternatywną inwestycję wyraża się następującą zależnością:

$$(5.2.2) \quad M_p = \frac{M + R}{2}$$

Wykorzystując powyższą zależność, zysk kalkulacyjny Z wyliczamy ze wzoru:

$$(5.2.3) \quad Z = M_p \cdot i = \frac{M + R}{2} \cdot i$$

Na podstawie przeprowadzonej analizy dotyczącej amortyzacji i zysków kalkulacyjnych, **roczny koszt kapitałowy** można określić jako sumę amortyzacji i zysku kalkulacyjnego:

$$(5.2.4) \quad k_k = \frac{M - R}{n} + \frac{M + R}{2} \cdot i$$

Uwzględniając natomiast koszt wytwórczy k_w , **całkowite koszty** (oznaczone za pomocą K) wyznaczamy ze wzoru:

$$(5.2.5) \quad K = \frac{M - R}{n} + \frac{M + R}{2} \cdot i + k_w$$

Przykład 5.2.1

Rozważane są dwa warianty inwestycji związanych z koniecznością powiększenia zdolności produkcyjnej przedsiębiorstwa. Parametry charakteryzujące obydwa warianty przedstawia Tabela 5.2.1

Tabela 5.2.1 Charakterystyka wariantów projektów inwestycyjnych

	Wariant A	Wariant B
Koszt nabycia i instalacji	220	110
Roczne koszty operacyjne	320	340
Wartość końcowa	50	30
Czas eksploatacji (w latach)	10	10
Kalkulacyjna stopa zysku (%)	10	10

Wyznaczyć wariant optymalny (minimalny) z punktu widzenia rocznych kosztów całkowitych.

Zbadać możliwość skrócenia czasu eksploatacji z możliwością odsprzedaży urządzenia po wyższej cenie.

Rozwiązanie

Z Tabeli 5.2.1 wynika, że mamy do czynienia z następującymi wartościami początkowymi:

– Dla projektu A:

$$M_A = 220;$$

$$k_{wA} = 320;$$

$$R_A = 50;$$

– Dla projektu B:

$$M_B = 110;$$

$$k_{wB} = 340;$$

$$R_B = 30;$$

Dla obu projektów czas eksploatacji i kalkulacyjna stopa zwrotu są identyczne i wynoszą odpowiednio:

$$n = 10;$$

$$i = 0.1.$$

Wstawiając powyższe wartości do wzoru (5.2.5) otrzymamy dla poszczególnych projektów następujące poziomy kosztów:

$$K_A = \frac{220 - 50}{10} + \frac{220 + 50}{2} \cdot 0.1 + 320 = 30.5 + 320 = 350.5$$

$$K_B = \frac{110 - 30}{10} + \frac{110 + 30}{2} \cdot 0.1 + 340 = 15 + 340 = 355$$

Oznaczają one, że z punktu minimalizacji kosztów najlepszym okazał się projekt A.

Warto przy okazji zauważyć, że skrócenie czasu eksploatacji projektów spowoduje wzrost kosztów. I tak na przykład, jeśli obydwa projekty będą eksploatowane przez 9 lat spowoduje to następującą zmianę kosztów:

$$K_A = \frac{220 - 67}{9} + \frac{220 + 60}{2} \cdot 0.1 + 320 = 351.35$$

$$K_B = \frac{110 - 38}{9} + \frac{110 + 38}{2} \cdot 0.1 + 340 = 355.4$$

gdzie wartość końcową R otrzymano powiększając poprzednią jej wartość o roczną amortyzację, którą wyznaczamy ze wzoru (5.2.1), czyli:

$$A_A = \frac{220 - 50}{10} = 17 \quad A_B = \frac{110 - 30}{10} = 8$$

a stąd nowa wartość końcowa R^N wynosi:

$$R_A^N = 50 + 17 = 67 \quad R_B^N = 30 + 8 = 38$$



W praktyce zdarzyć się może przypadek, kiedy trudno jest ustalić rozmiar przyszłej produkcji, zaś koszty stałe i zmienne są bardzo zróżnicowane dla różnych wariantów inwestycji.

Wtedy też posługujemy się taką samą techniką rachunku jak opisana wcześniej, tyle że w analizach wykorzystujemy koszty jednostkowe. Natomiast kryterium podjęcia decyzji opiera się na minimalizacji kosztów jednostkowych.

W takich sytuacjach, kiedy precyzyjne ustalenie rozmiaru produkcji jest niemożliwe, należy wyznaczyć wielkość produkcji, przy której koszty alternatywnych rozwiązań zrównają się ze sobą.

Taki punkt zrównania kosztów obliczamy rozwiązując (dla dwóch wariantów) następujące zadanie:

$$(5.2.9) \quad \begin{aligned} K_A &= K_B \\ K_A &= K_{sA} + k_{zA} \cdot x \\ K_B &= K_{sB} + k_{zB} \cdot x \end{aligned}$$

gdzie

x – wielkość produkcji;

K_A, K_B – koszty całkowite porównywanych wariantów;

K_{sA}, K_{sB} – całkowite koszty stałe;

k_{zA}, k_{zB} – jednostkowe koszty zmienne.

Rozwiązanie powyższych równości, określające rozmiar produkcji, dla której całkowite koszty analizowanych wariantów są jednakowe, jest następujące:

$$(5.2.10) \quad x_{AB} = \frac{K_{sA} - K_{sB}}{k_{zA} - k_{zB}}$$

Przykład 5.2.2

W przedsiębiorstwie eksploatowane jest urządzenie, które powinno zamienić się na nowe urządzenie.

Przy zakupie występuje wybór jednego z dwóch rodzajów maszyn: A i B. Dane umożliwiające ocenę decyzji: zrezygnowania z zakupów, zakup maszyny A lub zakup maszyny B przedstawia Tabela wiersze 1-5.

Ocenić, która z trzech proponowanych inwestycji jest opłacalna z punktu widzenia minimalizacji kosztów.

Tabela 5.2.2 Charakterystyka trzech wariantów inwestycyjnych.

	Obecnie	A	B
1. nakłady inwestycyjne	6 000	11 000	7 000
2. wartość likwidacji	0	0	0
3. okres eksploatacji (w latach)	10	10	10
4. moc wytwórcza (w szt.)	1 000	1 200	1 200
5. stopa kalkulacyjna (%)	10	10	10
6. amortyzacja (1.-2.)/3.	600	1 100	700
7. oprocentowanie ((1.+2.)/2.)*5.	300	550	350
8. pozostałe koszty stałe	50	100	70
9. razem koszty stałe	950	1 750	1 120
10. płace	1 350	560	1 200
11. materiały	130	140	130
12. pozostałe koszty zmienne	210	110	175
13. razem koszty zmienne	1 690	810	1 505

Rozwiązanie

Należy wyznaczyć wielkości produkcji, przy których koszty poszczególnych par rozważanych projektów są jednakowe.

W tym celu określimy postać koszty całkowite dla wszystkich projektów wykorzystując w tym celu zależność z (5.2.9):

– Dla sytuacji obecnej:

$$K_o(x) = 950 + (1690/1000) \cdot x$$

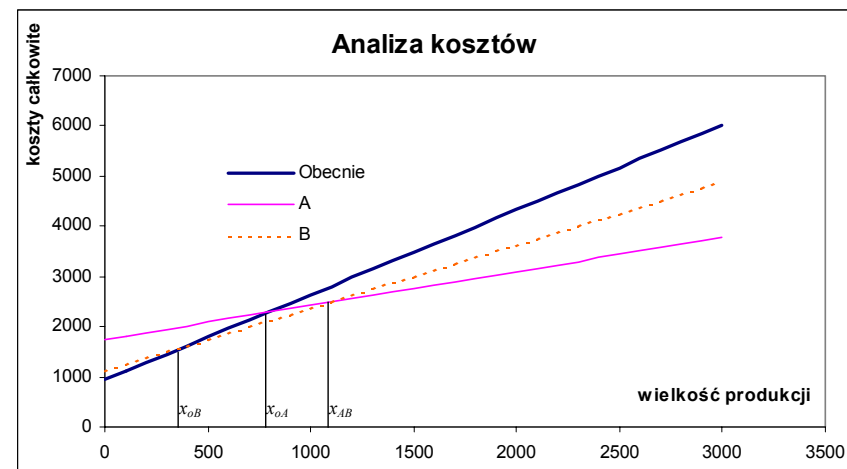
– Dla projektu A:

$$K_A(x) = 1750 + (810/1200) \cdot x$$

– Dla projektu B:

$$K_B(x) = 1120 + (1505/1200) \cdot x$$

Rozwiązując układy typu (5.2.9) zgodnie z zależnością (5.2.10) dla poszczególnych par projektów otrzymamy następujące wartości produkcji:



$$K_o(x) = K_A(x) \Rightarrow x_{oA} \approx 788.178;$$

$$K_o(x) = K_B(x) \Rightarrow x_{oB} \approx 390.057;$$

$$K_A(x) = K_B(x) \Rightarrow x_{AB} \approx 1087.76.$$

Oznaczają one, że na przykład projekt A jest tak samo kosztownych jak projekt B na poziomie produkcji ok. 1088.

Uzyskane wartości poziomu produkcji, dla których poszczególne warianty inwestycji charakteryzują się tym samym kosztem całkowitym zobrazowano na Wykresie 5.2.2.

Wynika z niego, że:

Dla produkcji poniżej 390 opłacalnym jest obecnie eksploatowany projekt;

Dla produkcji pomiędzy 390 a 1088 opłacalnym jest projekt B;

Dla produkcji powyżej 1088 opłacalnym jest projekt A;

5.2.2 Metoda porównania zysków

Opieranie się w rachunku inwestycji tylko na porównywaniu kosztów czasami prowadzi do podejmowania błędnych decyzji.

Może się mianowicie okazać, że na przykład nowe urządzenie zapewnia produkcje towarów o wyższej jakości. Konsekwencją tego może być wyższa cena produkowanych towarów. Wykorzystanie tylko rachunku kosztów może spowodować podjęcie decyzji o nie zakupywaniu nowego urządzenia ze względu na zbyt duże koszty, chociaż przychody generowane z wykorzystaniem tego urządzenia mogą być nieporównywalnie większe.

Niech G oznacza zysk z nowej inwestycji, zaś E – przychód natomiast K - koszty. Wtedy

$$(5.2.11) \quad G = E - K$$

Kryterium wyboru pojedynczego projektu ma następującą postać:
Inwestycję uznajemy za opłacalną, jeśli

$$(5.2.12) \quad G > 0$$

Jeśli mamy do wyboru dwa warianty inwestycji wybieramy ten, dla którego zysk jest większy, tzn.:

$$(5.2.13) \quad G_A > G_B$$

wtedy spośród wariantów A i B wybieramy A, w przeciwnym przypadku wybieramy wariant B.

Podobnie jak w przypadku rachunku kosztów, ze względu na częsty brak możliwości oceny rozmiaru produkcji oraz różnorodności kosztów stałych i zmiennych może pojawić się konieczność uwzględnienia kosztów jednostkowych.

W takim przypadku zysk dla konkretnego wariantu inwestycji zostanie wyznaczony ze wzoru:

$$(5.2.14) \quad G(p, x) = p \cdot x - k_z \cdot x - K_s$$

p – jednostkowa cena sprzedaży;

x – wielkość produkcji;

k_z – jednostkowe koszty zmienne;

K_s – całkowite koszty stałe.

Uwzględniając kryterium (5.2.12) możemy na podstawie (5.2.14) określić, jaki powinien być minimalny poziom cen, przy którym dla zadanego poziomu produkcji x inwestycja będzie opłacalna:

$$(5.2.15) \quad G(p, x) = p \cdot x - k_z \cdot x - K_s > 0 \Rightarrow p > \frac{K_s}{x} + k_z$$

Przykład 5.2.3

W przedsiębiorstwie eksploatowane jest urządzenie, które zdaniem menedżerów jest już całkowicie zużyte. Wynika stąd konieczność zakupu nowego urządzenia. Dane przedstawia Tabela 5.2.3 wiersze 1-5.

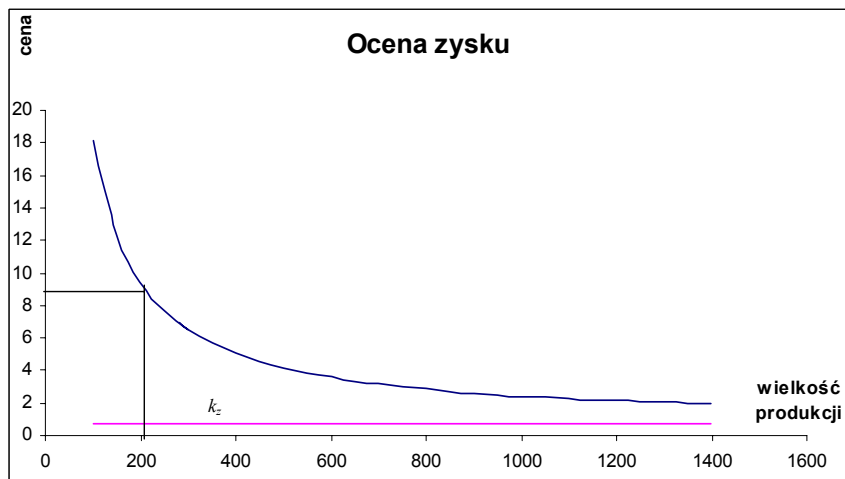
Wykorzystując kryterium zysku, dokonać oceny opłacalności proponowanej inwestycji.

Tabela 5.2.3 Charakterystyka inwestycji zakupu urządzenia

	Inwestycja
1. nakłady inwestycyjne	11 000
2. wartość likwidacji	0
3. okres eksploatacji (w latach)	10
4. moc wytwórcza (w szt.)	1 200
5. stopa kalkulacyjna (%)	10
6. amortyzacja (1.-2.)/3.	1 100
7. oprocentowanie ((1.+2.)/2.)*5.	550
8. pozostałe koszty stałe	100
9. razem koszty stałe	1 750
10. płace	560
11. materiały	140
12. pozostałe koszty zmienne	110
13. razem koszty zmienne	810

Rozwiązanie

Rachunek inwestycji oprzemy na analizie zależności minimalnej ceny towaru od wielkości produkcji. W tym celu wykorzystamy równość postaci:



$$G(p, x) = p \cdot x - k_z \cdot x - K_s = 0 \Rightarrow p_{\min} = \frac{K_s}{x} + k_z$$

Zależność tę dla różnych poziomów produkcji obrazuje Wykres.

I tak na przykład dla produkcji na poziomie 200, minimalna cena zapewniająca opłacalność produkcji wynosi:

$$p_{\min} = \frac{1750}{200} + (810/1200) = 9.425$$

Warto zauważyć, że najmniejszy poziom cen zapewniający opłacalność inwestycji dla bardzo dużej produkcji nigdy nie będzie mniejszy niż wielkość jednostkowych kosztów zmiennych, które w naszym przykładzie wynoszą $810/1200=0.675$.

**5.2.3 Metody porównania rentowności**

Roczną stopę zwrotu oznaczaną dalej przez R_e , stanowiącą wykorzystywane przez nas kryterium wyboru projektu będziemy rozumieć w następujący sposób:

$$(5.2.16) \quad R_e = \frac{G_0}{M_p}$$

gdzie

G_0 – zysk roczny uwzględniający wartość płaconych odsetek;

M_p – przeciętne zaangażowanie kapitału, zdefiniowane przez (5.2.2).

Kryterium wyboru pojedynczego projektu inwestycyjnego ma następującą postać:

Projekt będziemy uważać za opłacalny, jeśli:

$$(5.2.17) \quad R_e > R_{e \min}$$

gdzie $R_{e \min}$ oznacza minimalny, dopuszczalny poziom rentowności.

W przypadku wielu projektów wybierzemy ten, który charakteryzuje się największą wartością wskaźnika rentowności (5.2.16) nie mniejszego jednak od minimalnego poziomu.

Przykład 5.2.4

Wykorzystując kryterium rentowności, wybrać optymalny wariant inwestycji.

Dane oraz część wyliczonych wielkości, które dotyczą wariantów i potrzebne są do podjęcia decyzji przedstawia Tabela.

Tabela 5.2.4 Dane charakteryzujące dwa analizowane projekty inwestycyjne

	A	B
Nakłady inwestycyjne (M)	190	210
Wartość końcowa (R)	0	0
Czas eksploatacji (n)	5	5
Stopa zysku kalkulacyjnego (i) w %	10	10
Przychód (P)	180	200
Amortyzacja ($A=(M.-R)/n$)	38	42
Pozostałe koszty stałe (\tilde{K}_s)	10	13
Koszty stałe ($K_s = A + \tilde{K}_s$)	48	55
Koszty zmienne (K_z) ¹⁾	120	112
Koszty ogółem bez odsetek ($K = K_s + K_z$) (czyli bez zysku kalkulacyjnego Z)	168	167
Zysk ($G_o = P - K$)	12	33

¹⁾ Chodzi oczywiście o całkowite koszty zmienne, czyli określone przy odpowiedniej zdolności produkcyjnej

Rozwiązanie

Dla obliczenia rentowności R_e potrzebna jest, zgodnie z zależnością (5.2.16), znajomość zysku rocznego G_o . Obliczymy go odejmując od przychodów P koszty całkowite.

Koszty te oznaczone w tabeli przez K stanowią sumę całkowitych kosztów stałych i zmiennych (sposób ich obliczenia i uzyskane wartości zaprezentowano w Tabeli 5.2.4).

Z ich wykorzystaniem obliczamy zysk podany w ostatnim wierszu powyższej tabeli.

Zaangażowanie kapitału dla poszczególnych wariantów inwestycyjnych zgodnie z (5.2.2) wynosi:

- dla projektu A:

$$M_{pA} = \frac{190 + 0}{2} = 95$$

- dla projektu B:

$$M_{pB} = \frac{210 + 0}{2} = 105$$

Wskaźnik rentowności wyznaczony z zależności (5.2.16) wynosi:

- dla projektu A:

$$R_{eA} = \frac{12}{95} = 12.63\%$$

- dla projektu B:

$$R_{eB} = \frac{33}{105} = 31.43\%$$

Uzyskane wartości pozwalają na wybranie wariantu B jako bardziej rentownego od wariantu A. ■

W przypadku, gdy zysk z inwestycji jest zróżnicowany w kolejnych latach, wtedy rentowność \bar{R} liczymy, jako średnią arytmetyczną rentowności z poszczególnych lat R_i , $i=1,2,\dots,n$:

$$(5.2.18) \quad \bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{M_i}$$

gdzie

G_i – zysk osiągnięty w i -tym roku;

M_i – wielkość zaangażowanego kapitału w i -tym roku.

Wady metody rentowności są następujące:

- stosowanie jej jest poprawne tylko wtedy, gdy wielkości potrzebnych nakładów kapitałowych oraz okresy przyszłej eksploatacji są podobne dla różnych wariantów inwestycyjnych;
- metoda nie uwzględnia dokładnie zróżnicowania poszczególnych wielkości rachunku inwestycji w czasie.

5.2.4 Metody okresu zwrotu nakładów

Celem omawianej metody jest ustalenie czasu zwrotu zainwestowanego kapitału.

Jest to więc czas, jaki firma potrzebuje, aby otrzymać wpływy gotówki z inwestycji wystarczające do odzyskania pierwotnego nakładu.

Czas zwrotu oznaczany przez T obliczamy według następującej zależności:

$$(5.2.19) \quad T = \frac{M - R}{G + A}$$

gdzie

M – wielkość zainwestowanego kapitału;

R – wartość końcowa projektu;

A – roczne odpisy amortyzacyjne;

G – przeciętny, roczny zysk netto.

Kryterium wyboru z wykorzystaniem okresu zwrotu jest następujący:

- rozważany projekt uznajemy za opłacalny, gdy:

$$(5.2.20) \quad T \leq T_{\max}$$

gdzie T_{\max} oznacza maksymalny, dopuszczalny okres zwrotu dla inwestycji;

- z analizowanych wariantów wybieramy ten, który charakteryzuje się najmniejszym okresem zwrotu ale nie większym niż maksymalny poziom.

Wady, do których zalicza się:

- dwa warianty o identycznym okresie zwrotu T nie muszą być jednakowo opłacalne dla firmy z powodu różnego rozłożenia dochodów w czasie;
- metoda dyskryminuje inwestycje o dłuższym czasie trwania.

5.3 Dynamiczne metody oceny inwestycji

5.3.1 Zdyskontowana nadwyżka netto (metoda wartości bieżącej – NPV)

Metoda zdyskontowanej nadwyżki netto (Net Present Value – NPV) jest jedną z podstawowych metod uwzględniających czynnik czasu w ocenach inwestycyjnych i mająca szerokie zastosowanie w praktyce.

Jej idea polega na porównaniu ze sobą poniesionych nakładów z wartością bieżącą przyszłych przychodów z inwestycji.

Metoda ta wyraża się następującą formułą obliczeniową:

$$(5.3.1) \quad NPV = \sum_{t=1}^n \frac{p - k}{(1 + i)^t} - M$$

gdzie

p – średnioroczny przychód;

k – średnioroczne koszty;

i – zakładana stopa dyskontowa;

M – wartość poniesionych obecnie nakładów inwestycyjnych;

n – długość trwania projektu.

Powyższa formuła reprezentująca metodą NPV w wersji uproszczonej zakłada, że nakłady są ponoszone tylko w momencie rozpoczęcia inwestycji co w praktyce nie zawsze musi mieć miejsce. Dodatkowo przyjmuje się pełną amortyzację projektu w okresie jej eksploatacji (wartość umorzeniowa jest równa zero).

Inwestycję traktuje się jako opłacalną wtedy, gdy NPV jest większe od zera. Natomiast w przypadku wielu wariantów inwestycji, wybiera się ten, który charakteryzuje się największą wartością tego wskaźnika.

Przykład 5.3.1

Firma usługowa zamierza kupić pewne urządzenie za 15 tys zł. Jego eksploatacja zapewni firmie corocznie nadwyżkę netto w wysokości 4000 zł przez 5 lat. Czy przy zakładanej stopie procentowej 10% zaangażowanego kapitału inwestycja jest opłacalna dla firmy.

Rozwiązanie

W naszym przykładzie mamy następujący zestaw danych:
 $n=5$; $M=15\ 000$ zł; $p-k=4\ 000$; $i=0.1$.
 Wstawiając je do (5.3.1) otrzymujemy:

$$NPV = \sum_{t=1}^5 \frac{4000}{(1+0.1)^t} - 15000 = 163.15 > 0$$

co oznacza, że rozważana inwestycja jest opłacalna. ■

W sytuacji krótszego czasu eksploatacji projektu w stosunku do okresu jego sprawności technicznej występuje możliwość jego odsprzedania po cenie R . Należy to uwzględnić w formule na NPV, która w takim przypadku będzie następującej postaci:

$$(5.3.2) \quad NPV = \sum_{t=1}^n \frac{p-k}{(1+i)^t} + \frac{R}{(1+i)^n} - M$$

W ogólnym przypadku należy w metodzie NPV uwzględnić fakt różnicowania w czasie wpływów i kosztów związanych z projektem. Konsekwencją tego jest zmodyfikowana postać formuły

$$(5.3.3) \quad NPV = \sum_{t=1}^n \frac{p_t - k_t}{(1+i)^t} + \frac{R}{(1+i)^n} - M$$

Przykład 5.3.3

W ocenianym projekcie nakłady inwestycyjne wynoszą 25000zł. Zakłada się w przeciwieństwie do poprzednich przykładów, że zysk netto, stopa procentowa i cena sprzedaży samochodu są zmiennymi losowymi. W poniższych tabelach podano rozkłady prawdopodobieństw tych zmiennych oznaczane przez P .

Tabela 5.3.1 Zysk netto z inwestycji w trakcie jej eksploatacji

t	Wariant I		Wariant II	
	$p_t k_t$	P_t	$p_t k_t$	P_t
1	650	0.8	1000	0.2
2	1100	0.7	1000	0.3
3	3500	0.8	3500	0.2
4	5500	0.9	6100	0.1
5	6000	0.85	11000	0.15
6	8000	0.9	14000	0.1

Tabela 5.3.2 Cena sprzedaży na koniec okresu eksploatacji projektu

Wariant j	R_j	P_j
1	2000	0.6
2	3000	0.3
3	4000	0.1

Tabela 5.3.3 Stopy procentowe i .

Wariant j	i_j	P_j
1	9%	0.3
2	10%	0.5
3	11%	0.2

Przeprowadzić analizę zdyskontowanej nadwyżki netto dla następujących przypadków:

- **Analiza najgorszego przypadku;**
- **Analiza najlepszego przypadku;**
- **Analiza wartości średniej.**

Rozwiązanie

Analiza najgorszego przypadku powinna brać pod uwagę najmniejsze z możliwych wartości zysków netto wybranych z Tabeli 5.3.1, najmniejszą wartość sprzedaży projektu na koniec jego eksploatacji z Tabeli 5.3.2 oraz najwyższą stopę wykorzystywaną do dyskontowania wybraną z Tabeli 5.3.3.

Uwzględniając powyższe uwagi otrzymujemy NPV dla przypadku najgorszego:

$$NPV = \frac{650}{(1+0.11)} + \frac{1000}{(1+0.11)^2} + \dots + \frac{8000}{(1+0.11)^6} + \frac{2000}{(1+0.11)^6} - 25000 = -8513.49 < 0$$

Najlepszy przypadek powinien uwzględniać wartości charakteryzujące się dokładnie odwrotnymi cechami niż w analizie najgorszego przypadku.

Analiza średniego przypadku polega na uwzględnianiu w formule na NPV wartości oczekiwanych (przeciętnych) takich wielkości jak:

- Zysków netto w poszczególnych latach eksploatacji projektu;
- Wartości sprzedaży samochodu na koniec jego eksploatacji;
- Stopy procentowej wykorzystywanej do dyskontowania przepływów środków pieniężnych.

Uzyskane wartości oczekiwane zestawiono w Tabeli 5.3.4.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że decyzja o podjęciu realizacji projektu nie jest jednoznaczna. Decydenci lubiący ryzyko zatwierdzą analizowany projekt. Natomiast ci, którzy charakteryzują się awersją do ryzyka ten projekt najprawdopodobniej odrzucą.



Gdy zakłada się **nieskończenie długi czas eksploatacji inwestycji**, co w przybliżeniu ma miejsce wtedy, gdy projekt dotyczy budynków lub gruntów, wtedy formuła na obliczanie NPV przyjmuje następującą postać:

$$(5.3.4) \quad NPV = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{p-k}{(1+i)^t} - M = \frac{p-k}{1 - \frac{1}{1+i}} - M$$

W wielu sytuacjach praktycznych występuje konieczność **porównywania różnych wariantów projektów o odmiennych wielkościach zaangażowanego w nie kapitału**. Poprzednie formuły obliczeniowe na NPV często nie pozwalają dokonać tego typu porównania.

Do tych celów powinno raczej wykorzystywać się inną formułę, na tzw. **wskaźnik NPV (Net Present Value Ratio – NPVR)**:

$$(5.3.5) \quad NPVR = \frac{1}{M} \left(\sum_{t=1}^n \frac{p-k}{(1+i)^t} - M \right)$$

Bardzo podobną konstrukcję posiada inny wskaźnik zwany **Profitability Index (PI)**, który poniesione nakłady uwzględnia tylko w mianowniku:

$$(5.3.5a) \quad PI = \frac{1}{M} \left(\sum_{t=1}^n \frac{p-k}{(1+i)^t} \right)$$

Przykład 5.3.4

Rozważa się dwa warianty inwestycji polegającej na kupnie maszyny dziewiarskiej. Cechy tych wariantów przedstawia Tabela 5.3.5:

Tabela 5.3.5 Charakterystyki dwóch wariantów zakupu maszyny dziewiarskiej

	Wariant A	Wariant B
Nakłady inwestycyjne (M)	10 000	50 000
Stopa procentowa (i)	10%	10%
Okres eksploatacji (n)	3	4
Dochody netto w kolejnych latach ($p_t - k_t$)		
$t=1$	13 000	20 000
$t=2$	-4 000	25 000
$t=3$	2 800	-4 500
$t=4$	-	23 000

Rozwiązanie

Wykorzystując parametry poszczególnych wariantów inwestycyjnych najpierw policzymy dla nich wartość NPV według zależności (5.3.3) zakładając zerową wartość ich sprzedaży:

- dla wariantu A:

$$NPV_A = \frac{13000}{(1+0.1)} + \frac{-4000}{(1+0.1)^2} + \frac{2800}{(1+0.1)^3} - 10000 = 616$$

- dla wariantu B:

$$NPV_B = \frac{20000}{(1+0.1)} + \frac{25000}{(1+0.1)^2} + \frac{-4500}{(1+0.1)^3} + \frac{23000}{(1+0.1)^4} - 50000 = 1171$$

co świadczyłoby o większej opłacalności projektu B. Jednak zauważmy, że nakłady poniesione dla obydwu projektów znacznie się od siebie różnią. Może to więc sugerować konieczność zastosowania do ich oceny wskaźnika NPVR (5.3.5). I tak:

- dla wariantu A:

$$NPVR_A = \frac{616}{10000} = 0.0616 = 6.16\%$$

- dla wariantu B:

$$NPVR_B = \frac{1171}{50000} = 0.0234 = 2.34\%$$

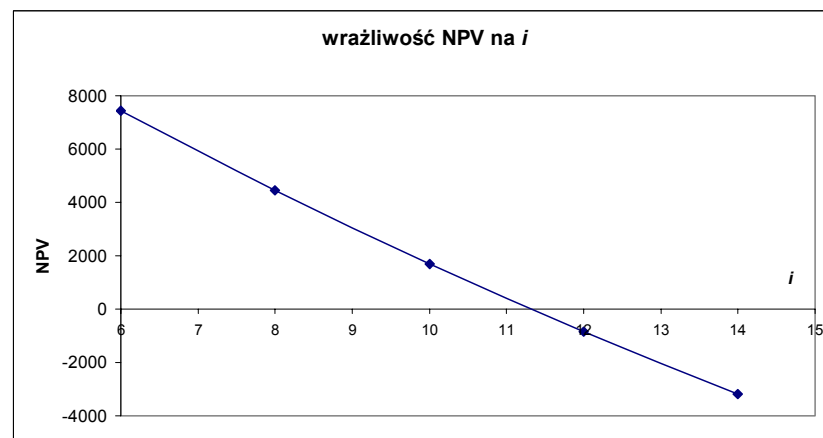
W przeciwieństwie do „zwykłego” NPV, zmodyfikowany NPV (czyli NPVR) wskazuje na lepszą opłacalność projektu B, co w jego interpretacji oznacza większą stopę zwrotu z zainwestowanego kapitału (6.16%).

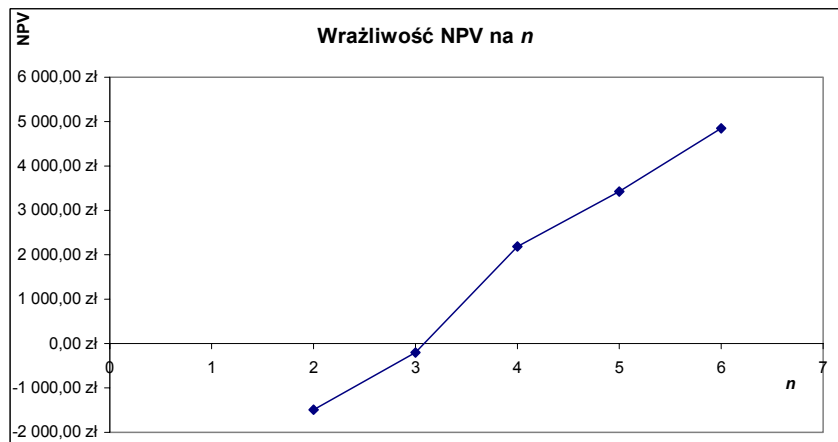


Prezentowana metoda zdyskontowanej nadwyżki netto posiada szereg **wad**, z których najważniejsze to:

- duża wrażliwość na stopy procentowe i ;
- trudności w szacowaniu stopy procentowej i oraz czasu trwania inwestycji n .

Wrażliwość wartości NPV na stopy procentowe oraz na czas trwania inwestycji przedstawimy poniżej.





5.3.2 Metoda wewnętrznej stopy zwrotu (IRR)

Metoda omawiana w poprzednim podrozdziale nie wskazuje skąd brać odpowiednią wartość stopy dyskontowej i . Inwestora natomiast może interesować, **przy jakiej stopie dyskontowej zwróci mu się w zakładanym okresie zainwestowany kapitał.**

Wewnętrzna stopa zwrotu (Internal Rate of Return- IRR) jest to taka stopa dyskontowa, przy której zwróci się w zakładanym okresie eksploatacji projektu zainwestowany kapitał.

Formalnie IRR oznacza taką wartość stopy procentowej i , dla której NPV jest równe zero czyli zachodzi poniższa zależność:

$$(5.3.6) \quad NPV = \sum_{t=1}^n \frac{p_t - k_t}{(1+i)^t} - M = 0 \Rightarrow IRR = i$$

Rozważany projekt uznamy za opłacalny z punktu widzenia wskaźnika IRR, jeśli jego wartość będzie większa od wymaganej stopy zwrotu i z inwestycji.

Przykład 5.3.6

Dokonać kompleksowej analizy finansowej trzech wariantów projektu wykorzystując NPV, NPVR oraz IRR.

Charakterystykę poszczególnych wariantów inwestycji przedstawia Tabela 5.3.8.

Tabela 5.3.8 Charakterystyka rozważanych trzech wariantów inwestycyjnych

	Wariant I	Wariant II	Wariant III
Nakłady inwestycyjne (M)	150	60	45
Kalkulowana stopa procentowa (i)	10%	10%	10%
Okres eksploatacji (n)	5	3	5
Dochody netto w poszczególnych latach			
1	50	40	20
2	40	30	15
3	40	10	10
4	40		10
5	40		10

Rozwiązanie

Uzyskane wartości przedstawiono w Tabeli 5.3.9.

Wynikają z nich następujące wnioski:

- z punktu widzenia NPV najlepszym okazał się wariant I;
- z punktu widzenia IRR oraz NPVR najbardziej opłacalnym jest wariant II.

Tabela 5.3.9 Ocena rozważanych wariantów inwestycyjnych

	Wariant I	Wariant II	Wariant III
IRR	12,87%	19,94%	16,09%
NPV	10,7224	8,6702	6,1310
NPVR	0,0715	0,1445	0,1362



5.3.3 Porównanie NPV i IRR

W przypadku oceny opłacalności jednego projektu, IRR może stanowić łatwe w interpretacji uzasadnienie uzyskanych wartości NPV.

Charakterystyczną dla takiego przypadku zgodność miar NPV i IRR wyjaśnimy na przykładowym profilu NPV pokazanym na Wykresie 5.3.3.

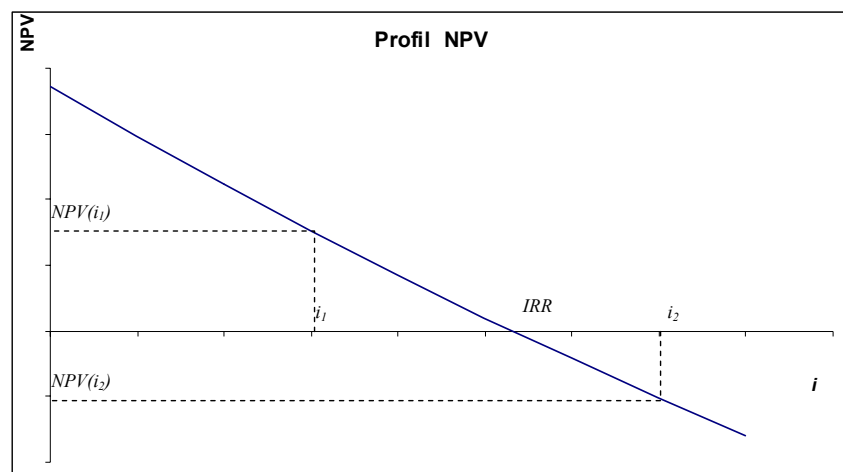
Wynika z niego, że dla wszystkich stóp dyskontowych i mniejszych od IRR, wartość NPV jest dodatnia.

Natomiast dla stóp dyskontowych większych od IRR, wartość NPV jest ujemna.

Powyższe spostrzeżenia uzasadniają następujący wniosek:

Jeżeli kryterium NPV jest spełnione, kryterium IRR również będzie spełnione.

Tylko te projekty, które oferują IRR większe niż stopa dyskontowa (która traktowana jest w analizach jako koszt zaangażowanego kapitału) mogą być zaakceptowane. Odpowiada to regule, że tylko projekty o $NPV > 0$ są opłacalne.



Wykres 5.3.3 Profil NPV dla typowego projektu inwestycyjnego

Odmienna sytuacja występuje w przypadku projektów wykluczających się.

Problemy występujące z różną interpretacją ocen inwestycji za pomocą NPV i IRR zobrazujemy za pomocą poniższego przykładu.

Przykład 5.3.7

Rozpatrzmy dwa wykluczające się jednoroczne projekty, których charakterystykę podano w Tabeli 5.3.10.

Tabela 5.3.10 Charakterystyka dwóch wykluczających się wariantów inwestycyjnych

	M	$p-k$
Projekt A	10 000	12 000
Projekt B	15 000	17 700

Zgodnie z kryterium IRR dla rozważanych wariantów otrzymujemy:

$$\begin{aligned}
 & \text{- dla wariantu A:} && \text{dla wariantu B:} \\
 & IRR_A = \frac{12000}{10000} - 1 = 20\% && IRR_B = \frac{17700}{15000} - 1 = 18\%
 \end{aligned}$$

Przy założeniu, że stopa dyskontowa i równa się 10%, otrzymamy następujące wartości NPV:

- dla projektu A: dla projektu B:

$$NPV_A = 909.09 \qquad NPV_B = 1090.91$$

Zestawienie otrzymanych powyżej ocen wariantów przedstawiono w Tabeli 5.3.11.

Tabela 5.3.11 Zbiorcze zestawienie otrzymanych ocen opłacalności wariantów inwestycyjnych

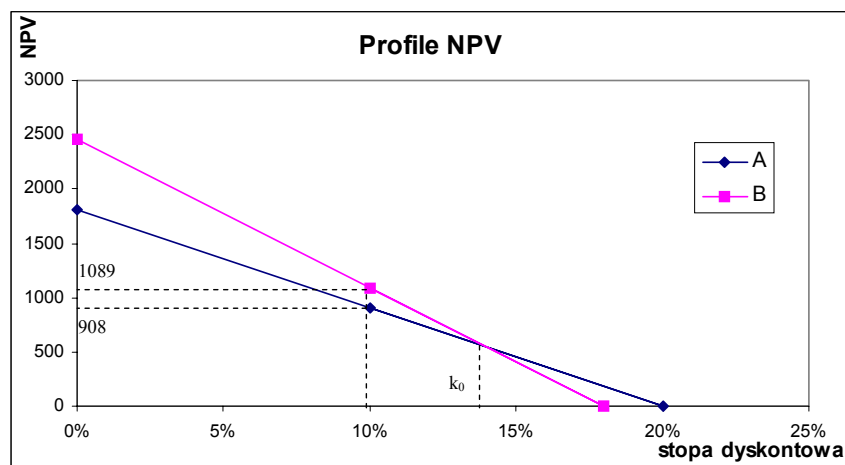
	NPV	IRR
Projekt A	909.09	20%
Projekt B	1090.91	18%

Wynika z nich, że:

- według kryterium IRR wybierzemy projekt A;
- według kryterium NPV wybierzemy projekt B.

Z analizy tych profili wynika, że zawsze, gdy stopa dyskontowa i jest mniejsza od k_0 oznaczającej stopę procentową dającą jednakowe wartości NPV, wskazania metodami IRR i NPV będą różne.

Dla naszego przykładu można wyznaczyć wartość wspomnianego k_0 ,



przyrównując zależności na NPV projektów i rozwiązując tak otrzymane równanie. Dla naszego przykładu wygląda to w następujący sposób:

$$NPV_A = \frac{12000}{1+k_0} - 10000 = NPV_B = \frac{17700}{1+k_0} - 15000 \Rightarrow k_0 = 14\%$$



W praktyce inwestycyjnej poprawnym jest przyjmowanie jako kryterium wyboru spośród projektów wykluczających się ten, którego cechuje większa wartość NPV. Po prostu dla inwestora bardziej opłacalnym jest uzyskanie 1% z 1mln zł niż 10% z 1 tys zł.

Przy okazji porównywania metod NPV i IRR warto zaznaczyć, że w przypadku NPV zakłada się, iż uzyskiwane z inwestycji wpływy są reinwestowane według stopy procentowej stanowiącej podstawę obliczeń.

Natomiast w przypadku IRR zakłada się, że stopa procentowa uzyskiwana z reinwestycji kapitału jest równa obliczonej właśnie IRR.

Należy mieć świadomość, że **stopa reinwestycji** (czyli stopa procentowa, według której będą inwestowane dodatkowo przepływy środków pieniężnych pochodzące z projektu) **może być w ogólności różna od stopy przyjętej w obliczeniach NPV jak i różna od IRR.**

Jeśli taka sytuacja występuje, należy stosować **zmodyfikowane NPV jak i IRR** (modyfikacje zaznaczono dolnym indeksem FV) postaci:

– dla IRR:

$$(5.3.6a) \quad IRR_{FV} = \left(\frac{FV_n}{PVI} \right)^n - 1$$

– dla NPV:

$$(5.3.6b) \quad NPV_{FV} = \frac{FV_n}{(1+i)^n} - PVI$$

gdzie

FV_n – przyszła wartość uzyskiwanych z inwestycji wpływów przy założeniu ich reinwestycji według stóp (i_2, i_3, \dots, i_{n-1}), tzn.:

$$(5.3.6c) \quad FV_n = (p_1 - k_1) \cdot (1+i_2) \cdot \dots \cdot (1+i_{n-1}) + (p_2 - k_2) \cdot (1+i_3) \cdot \dots \cdot (1+i_{n-1}) + \dots + (p_n - k_n)$$

PVI – obecna wartość wszystkich nakładów inwestycyjnych dyskontowanych z wykorzystaniem stopy procentowej i (wymaganej stopy zwrotu).

5.3.4 Metoda annuitetowa

Metody omawianej w niniejszym podrozdziale grupy pozwalają określić:

- **Jaki kapitał zapewnia po n latach stałe, coroczne dochody netto;**
- **Czy stałe dochody zapewnią zwrot zainwestowanego kapitału;**
- **Czy stałe dochody pozwolą na spłatę stałych rat kredytu bankowego zaciągniętego na finansowanie projektu.**

Technika annuitetowa oparta jest o następującą zależność wyznaczającej wartość bieżącą wpływów o stałej wysokości d pojawiającej się systematycznie przez n lat:

(5.3.7)

$$M_0 = \frac{d}{(1+i)} + \frac{d}{(1+i)^2} + \dots + \frac{d}{(1+i)^n} = \frac{d \cdot ((1+i)^n - 1)}{(1+i)^n i}$$

a stąd można wyznaczyć d :

$$(5.3.8) \quad d = \frac{M_0 \cdot i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

gdzie

M_0 – wielkość obecnie zainwestowanego kapitału;

i – stopa procentowa (dyskontowa);

n – horyzont inwestycyjny.

Wykorzystanie techniki annuitetowej do określenia wysokości rat a tym samym poziomu wpływów zapewniających spłatę zaciągniętego kredytu przedstawia Przykład 5.3.9.

Przykład 5.3.9

Proponuje się zaciągnąć kredyt w wysokości 20 000zł w banku na 3 lata oprocentowany na 15%.

Ustalić z wykorzystaniem metody annuitetowej harmonogram spłat kredytu i oprocentowania w stałych ratach.

Rozwiązanie

Wielkość d spłat kredytu obliczamy wykorzystując zależność (5.3.8) w następujący sposób:

$$d = \frac{M_0 \cdot i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{20000 \cdot 0.15 \cdot (1+0.15)^3}{(1+0.15)^3 - 1} = 8759.53924$$

Zakładając stałe roczne raty, określimy system spłat kapitału i odsetek. Uzyskane wartości prezentuje Tabela 5.3.13.

Tabela 5.3.13 System spłat rat kapitałowych i odsetek

Rok	Zadłużenie na początek roku	Rata (d)	Rata oprocentowania ($2 \cdot i$)	Rata kapitału (3 – 4)
1	2	3	4	5
1	20 000	8759,53924	3000	5759,539237
2	14 240	8759,53924	2136,0691	6623,470122
3	7 617	8759,53924	1142,5486	7616,990641



Dla określenia wielkości kapitału M_n zgromadzonego po n latach z kapitału M_0 , który dawał roczny, stały dochód d można wykorzystać zależność (patrz podrozdział 2.5, wzór (2.5.2)):

$$(5.3.9) \quad M_n = \frac{d \cdot ((1+i)^n - 1)}{i}$$

Na podstawie powyższej zależności można obliczyć, jakie stałe dochody d są potrzebne, aby po n latach zgromadzić kapitał M_n :

$$(5.3.10) \quad d = \frac{M_n \cdot i}{(1+i)^n - 1}$$

Przykład 5.3.10

Przedsiębiorstwo wdzierzało na 5 lata halę produkcyjną, której wartość po zakończeniu dzierżawy jej właściciel wycenia na 1 000 000 zł.

Ile wynosilaby roczna rata, gdyby przedsiębiorstwo po 5 latach zamierzało bez dodatkowych opłat przejść na własność taką halę. Zakładamy stałą stopę procentową 15%.

Rozwiązanie

W przykładzie mamy następujące dane:

$$M_5 = 1\,000\,000;$$

$$i = 0.15;$$

$$n = 5.$$

W celu obliczenia rocznej raty d za dzierżawę należy skorzystać ze wzoru (5.3.10):

$$d = \frac{M_n \cdot i}{(1+i)^n - 1} = \frac{1\,000\,000 \cdot 0.15}{(1+0.15)^5 - 1} = 148\,315.552$$



Przykład 5.3.11

Firma posiada pawilon handlowy. W wyniku przetargu wybrano klienta, który przez 10 lat będzie uiszczał opłatę w wysokości 100 000zł. Po okresie 10 lat pawilon przejdzie na jego własność.

Jaki kapitał zgromadzi przedsiębiorstwo z tego tytułu, jeżeli stopę procentową kalkuluje się na 15%.

5.4 Koszty kapitału w ocenie inwestycji

5.4.1 Średni ważony koszt kapitału (WACC)

Rozważany w ocenie inwestycji WACC nie powinien być średnim kosztem pieniądza pozyskanego w przeszłości.

W przypadku preeliminowania inwestycji spółka jest zainteresowana kosztem kapitału możliwego do zastosowania.

W tym celu korzysta się z pojęcia tzw. **kosztu krańcowego** (Marginal Capital Cost – **MCC**). Oznacza on koszt ostatniego wyposażenia kapitałowego, czyli wzrost podwyższonego kapitału. Należy więc szacować koszt każdej jednostki pieniężnej, którą firma pozyskuje w trakcie trwania inwestycji z przeznaczeniem do jej finansowania.

Wykorzystanie MCC w preeliminowaniu inwestycji prześledzimy na przykładzie hipotetycznej firmy ABC.

Przykład 5.4.1

Założmy, że nasza firma ABC ma następującą docelową (optymalną) strukturę kapitału:

30% - długu;

5% - kapitału akcyjnego uprzywilejowanego;

65% - kapitału akcyjnego zwykłego.

Strukturę tego typu będziemy zapisywać w skrócie jako 30/5/65.

Przyjmijmy następujące koszty poszczególnych składników kapitału:

$i_o = 11\%$ - koszt długu przed opodatkowaniem;

$i_u = 10.3\%$ - koszt kapitału akcyjnego uprzywilejowanego;

$i_w = 14\%$ - koszt kapitału pochodzącego z zysków nie podzielonych;

$i_{zn} = 15\%$ - koszt nowego kapitału akcyjnego.

Założmy krańcową stopę podatku dochodowego $T = 30\%$.

Spółka chce pozyskać 100zł. Aby docelowa struktura kapitału została zachowana, na 100zł składać się powinno:

30zł długu;

5zł kapitału akcyjnego uprzywilejowanego;

65zł kapitału akcyjnego zwykłego.

WACC dla tych 100zł przy założeniu, że firma kapitał akcyjny zwykły otrzyma z zysków nie podzielonych wynosi (patrz rozdział 4.5, wzór (4.14)):

$$WACC=0.3 \cdot 11\% \cdot (1-0.3) + 0.05 \cdot 10.3\% + 0.65 \cdot 14\% = 11.925\%$$

Ponieważ ustalono, że optymalna struktura kapitału wynosi 30/5/65, więc każda nowa (krańcowa) jednostka pieniężna powinna składać się z 30gr długu, 5gr kapitału akcyjnego uprzywilejowanego oraz 65gr kapitału akcyjnego zwykłego otrzymanego albo w formie zysków nie podzielonych albo poprzez emisję nowych akcji zwykłych.



W przypadku pozyskiwania coraz większych środków pieniężnych **rośnie koszt długu oraz koszt kapitału akcyjnego** powodując wzrost WACC.

Efekt wzrostu kosztu kapitału akcyjnego pokazuje następujący przykład.

Przykład 5.4.2

Jeśli firma z Przykładu 5.4.1 będzie zdobywała kapitał akcyjny zwykły z zysków nie podzielonych, koszt kapitału wynosić będzie 11.925%.

Jeśli jednak firma w celu pozyskania większych środków będzie zmuszona do emisji nowych akcji, WACC się zmieni w następujący sposób (przy założeniu zachowania optymalnej struktury kapitału):

$$WACC=0.3 \cdot 11\% \cdot (1-0.3) + 0.05 \cdot 10.3\% + 0.65 \cdot 15\% = 12.575\%$$

Oznacza to, że do momentu, kiedy zyski nie podzielone będą wystarczały, średni koszt wynosić będzie 11.925%. Natomiast w momencie konieczności emisji nowych akcji, średni koszt wzrośnie do 12.575%.

Zobaczmy teraz w jakim momencie nastąpi zmiana kosztów kapitału.

W tym celu założmy, że firma planuje osiągnąć zyski na poziomie 10 mln zł z czego 37% chce wypłacić akcjonariuszom w formie dywidendy.

W takim przypadku stopa zysków nie podzielonych wynosi

$$1 - 0.37 = 0.63$$

Czyli planuje się zasilenie kapitału akcyjnego z zysków nie podzielonych w wysokości:

$$0.63 \cdot 10 \text{ mln} = 6.3 \text{ mln zł.}$$

Chcąc zachować optymalną strukturę kapitału 30/5/65 dla 6.3 mln kapitału zwykłego, spółka może pozyskać całkowity kapitał w wysokości:

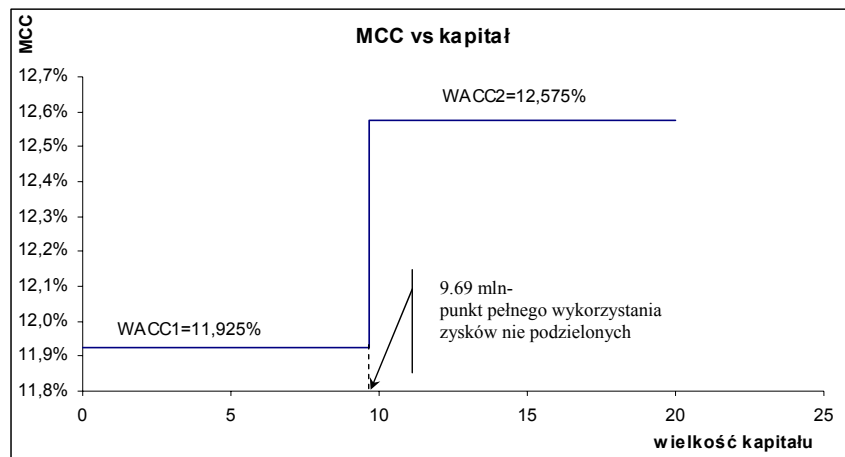
$$0.65 \cdot x = 6.3 \text{ mln} \Rightarrow x = 6.3 / 0.65 = 9.69 \text{ mln zł.}$$

Oznacza to, że dla powyższych danych, spółka może pozyskać łącznie 9.69 mln zł kapitału o średnim koszcie 11.925% przy założeniu o zachowaniu optymalnej struktury kapitału.

Pokazuje to graficznie Wykres 5.4.1.

Wielkość poszczególnych składników kapitału (w mln zł) pozyskanego po "starym" koszcie 11.925% jest następująca:

Dług	2,91 (30%)
Kapitał akcyjny uprzywilejowany	0,48 (5%)
Kapitał akcyjny zwykły	6,30 (65%)
RAZEM	9,69 (100%)



Wykres 5.4.1 Zależność MCC od wielkości pozyskanego kapitału

W wielu przypadkach występuje **możliwość wykorzystania amortyzacji jako źródła finansowania inwestycji**. Ponieważ zakłada się, że koszt kapitału uzyskanego z amortyzacji jest równy średniemu kosztowi kapitału przed wykorzystaniem nowych zewnętrznych źródeł (patrz podrozdział 4.5.1.6) stąd amortyzacja nie zmienia WACC.

Zaprezentowany wcześniej przykład pokazuje, że koszt kapitału pozyskanego w drodze emisji nowych akcji nie zmienia się (15%) wraz ze wzrostem pozyskiwanych środków pieniężnych.

W praktyce nie jest to prawdą. Mianowicie stwierdzono, że

im więcej papierów wartościowych sprzedaje się w danym okresie, tym niższa jest ich cena i wyższa wymagana stopa dochodu.

A stąd wynika, że im więcej nowych środków finansowania firma pozyskuje, tym wyższy jest WACC.

5.4.2 Krzywa krańcowego kosztu kapitału (MCC)

Proces preeliminowania inwestycji można określić w następujący sposób:

1. Ustalenie zestawu potencjalnych projektów inwestycyjnych;
2. Oszacowanie przepływów środków pieniężnych związanych z każdym projektem;
3. Obliczenie wartości bieżącej każdego z przepływów poprzez zdyskontowanie ich przez koszt kapitału wykorzystywanego do finansowania projektów. Następnie zsumowanie tych wartości bieżących aby otrzymać NPV dla poszczególnych projektów;
4. Przyjęcie do realizacji tych projektów, których $NPV > 0$.

Przy tak określonym procesie pojawiają się następujące problemy:

Problem ryzyka

W przypadku, gdy projekty charakteryzują się na przykład większym ryzykiem od przeciętnego, stopa dyskontowa powinna stanowić skorygowany o to ryzyko krańcowy koszt kapitału.

Problem kosztu kapitału

Jaki powinien być krańcowy koszt kapitału do dyskontowania środków pieniężnych projektów o przeciętnym ryzyku. Czyli którą z wartości WACC należy uwzględniać w ocenie projektów.

Odpowiedź na powyższe pytania opiera się na koncepcji analizy krańcowej, która jest stosowana w naukach ekonomicznych. Mówi ona, że firma powinna rozwijać produkcję tak długo, dopóki przychód krańcowy nie będzie równy kosztowi krańcowemu. Wtedy ostatnia jednostka produktu pokryje poniesione koszty.

Takie samo podejście wykorzystuje się w procesie preeliminowania inwestycji.

Wymaga to więc zbudowania nie tylko krzywej kosztów krańcowych MCC ale również tzw. krzywej możliwości inwestycyjnych (Investment Opportunity Schedule – IOS).

Reprezentuje ona oczekiwaną stopę dochodu z każdej możliwej inwestycji.

Przykład 5.4.3

Założmy dla podanej w Przykładzie 5.4.2 firmy ABC, że ma ona możliwość wykorzystania środków pieniężnych pochodzących z amortyzacji w wysokości 30 mln zł.

Rozpatruje się projekty, których stopy dochodu przedstawiono w Tabeli 5.4.1.

Określić koszt kapitału, który można wykorzystywać do dyskontowania środków pieniężnych analizowanych projektów.

Tabela 5.4.1 Charakterystyka potencjalnych projektów inwestycyjnych

Projekt	Koszt realizacji (w mln zł)	Stopa dochodu (w %)
A	30	16
B	25	14
C	40	13,6
D	35	11

Rozwiązanie

W celu rozwiązania sformułowanego w przykładzie problemu należy porównać ze sobą koszt krańcowy (MCC) i możliwości inwestycyjne reprezentowane przez krzywą IOS.

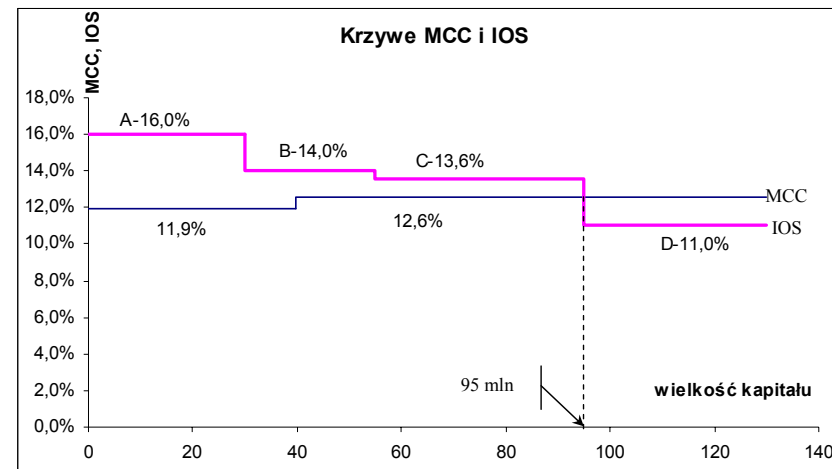
Aby tego dokonać należy przypomnieć wyniki z poprzedniego przykładu dotyczące kosztu krańcowego.

Uzyskane tam wartości przedstawione na Wykresie 5.4.1 świadczą o możliwości pozyskania kapitału do wysokości 9.69 mln zł po koszcie 11.925% oraz kapitału powyżej 9.69 mln zł po koszcie 12.575%.

Uwzględniając fakt, że firma ABC może pozyskać środki z amortyzacji oraz pamiętając, że te środki pieniężne charakteryzują się takim samym kosztem co WACC przed wykorzystaniem nowych zewnętrznych źródeł, stąd możemy stwierdzić, iż firma ABC ma sposobność pozyskania kapitału w wysokości:

- do 30 +9.69=39.69 mln zł po koszcie 11.925%;
- powyżej 39.69 mln zł po koszcie 12.575%.

Zobrazowanie określonego powyżej kosztu MCC oraz możliwości inwestycyjnych podanych w Tabeli 5.4.1 przedstawiono na Wykresie 5.4.3.



Wykres 5.4.3 Krzywe: kosztu krańcowego MCC i możliwości inwestycyjnych IOS

Krzywa IOS określa możliwe do realizacji projekty przedstawione według rosnącej stopy dochodu, czyli od A do B.

Z Wykresu 5.4.3 wynika, że projekty A, B i C mają oczekiwane stopy dochodu wyższe niż koszt kapitału wykorzystywany do ich finansowania. Projekt D ma jednak koszt niższy.

Wniosek:

1. Za koszt kapitału wykorzystywany do oceny projektów inwestycyjnych o przeciętnym ryzyku należy przyjąć tą wartość WACC, która odpowiada punktowi przecięcia się krzywych MCC i IOS, co w naszym przykładzie odpowiada wartości 12.575%.
2. Do realizacji należy wybrać projekty o wyższej stopie dochodu niż koszt kapitału, czyli projekty A, B i C.

Koszt kapitału na poziomie 12.575% powinien dodatkowo stanowić punkt odniesienia do analizy projektów charakteryzujących się ryzykiem innym niż przeciętne.

Koszt kapitału wykorzystywany w procesie preeliminowania inwestycji jest wyznaczony przez punkt przecięcia się krzywych MCC i IOS. Nazywany jest on często **kosztem kapitału firmy**.

Jest on z reguły różny (większy) od średniego kosztu kapitału pozyskanego do finansowania projektów.

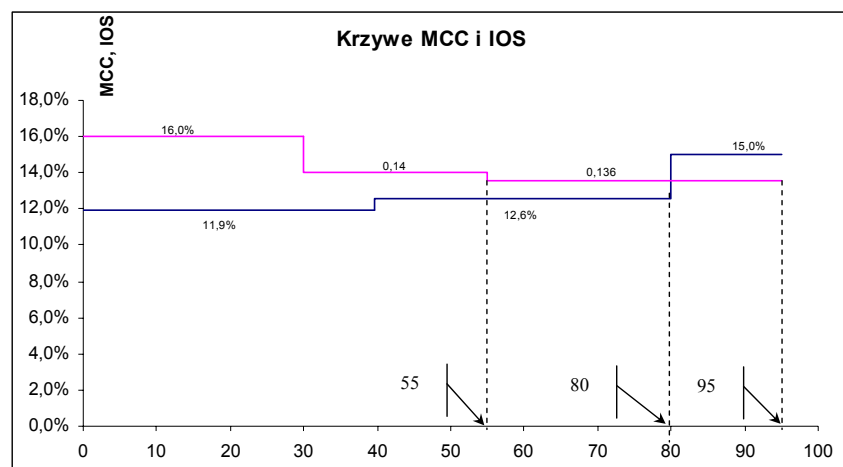
Inny koszt kapitału niż opisany wyżej będzie prowadził do podejmowania decyzji nieoptymalnych.

Od podanej reguły jest jednak **wyjątek**. Występuje on wtedy, gdy ostatni projekt wymagałby kapitału o różnych kosztach. Przypadek ten obrazuje Wykres poniżej.

W takiej sytuacji za koszt kapitału potrzebnego do zrealizowania projektu końcowego należy przyjąć średni koszt tego kapitału, który będzie wykorzystany do sfinansowania tej inwestycji.

Problemy zmian WACC

1. Konieczność emisji nowych akcji powoduje wzrost WACC co objawia się występowaniem punktów nieciągłości krzywej MCC.
2. Koszt pozyskania kapitału w drodze emisji nowych akcji zwiększa się wraz ze wzrostem papierów wartościowych.
3. kredytodawcy mimo zachowania przez firmę optymalnej struktury kapitału, wraz ze wzrostem zadłużenia żądają wyższych stóp procentowych.



5.5 Ryzyko w ocenie inwestycji

Wyróżnia się dwie podstawowe grupy uwzględniania ryzyka:

1. **Metoda równoważnika pewności (Certainty Equivalent method – CE);**
2. **Metoda stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko (Risk-Adjusted Rate method – RADR).**

5.5.1 Metoda równoważnika pewności

Metoda ta wynika bezpośrednio z **koncepcji teorii użyteczności**.

Idea jej polega na tym, że oczekiwane przepływy środków pieniężnych są modyfikowane w celu odzwierciedlenia ryzyka z nimi związanego.

Przepływy obciążone większym ryzykiem są obniżane zaś większym – podwyższane.

Sposób tej korekty związany jest z koniecznością ustalenia „**nieryzykownego odpowiednika**” ryzykownych środków pieniężnych charakteryzujących dany projekt.

Schemat postępowania jest następujący:

1. **Oszacowanie równoważnika pewności dla każdego, ryzykownego przepływu środków pieniężnych;**
2. **Zastąpienie we wzorze na NPV wielkości ryzykownych środków ich równoważnikami pewności. Wtedy w metodzie NPV do dyskontowania tych równoważników należy użyć stopy wolnej od ryzyka.**

Przykład 5.5.1

Rozważmy projekt, którego oczekiwane przepływy środków pieniężnych przedstawiono w kolumnie 2 Tabeli 5.5.1.

Zakładając 5% stopę procentową wolną od ryzyka obliczyć opłacalność inwestycji uwzględniając ryzyko w poziomach równoważników pewności poszczególnych przepływów.

Tabela 5.5.1 Przepływy pieniężne i ich równoważniki pewności

Rok	Oczekiwane przepływy środków pieniężnych	Poziom ryzyka	Równoważniki pewności
0	-200	Neutralny	-200
1	100	Przeciętny	65
2	100	Przeciętny	65
3	100	Przeciętny	65
4	300	Wysoki	150

Rozwiązanie

Otrzymano poziomy ryzyka z nimi związane, które podano w trzeciej kolumnie Tabeli 5.5.1. Z wykorzystaniem odpowiednio w tym celu skonstruowanej funkcji użyteczności określono dla każdego takiego strumienia równoważniki pewności (kolumna czwarta).

Wykorzystując je do obliczania NPV otrzymano:

$$NPV = \frac{65}{(1+0.05)} + \frac{65}{(1+0.05)^2} + \frac{65}{(1+0.05)^3} + \frac{150}{(1+0.05)^4} - 200 = 100.42$$

co świadczy o opłacalności rozważanego projektu. ■

Zaletą omawianej metody jest uwzględnianie różnego poziomu ryzyka dla poszczególnych strumieni pieniężnych. Jest to o tyle ważne, gdyż niektóre strumienie mogą charakteryzować się różnym od pozostałych ryzykiem.

Wadą metody jest trudność w ustalaniu poziomów równoważników pewności dla strumieni pieniężnych przy określonych wielkościach ryzyka.

5.5.2 Metoda stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko

W metodzie stopy dyskontowej stopy dyskontowe są korygowane o wielkość premii za podejmowane ryzyko. Wyjaśniono to w poniższym przykładzie.

Przykład 5.2.2

Dla projektu inwestycyjnego przedstawionego w Przykładzie 5.5.1 zakłada się koszt kapitału na poziomie 10%. Ocenic jego opłacalność wykorzystując metodę stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko. Założyć, że ryzyko projektu powoduje pojawienie się premii za nie w wysokości 4%.

Rozwiązanie

Wszystkie projekty inwestycyjne, które charakteryzują się tym samym ryzykiem co firma będą dyskontowane stopą procentową 10%. Zakłada się występowanie ryzyka w związku z analizowaną inwestycją, które to ryzyko zwiększa wymagania o 4% w stosunku do wymaganej stopy procentowej, stąd dla rozważanego projektu należy zastosować stopę dyskontową na poziomie 14%.

$$NPV = \frac{100}{(1+0.14)} + \frac{100}{(1+0.14)^2} + \frac{100}{(1+0.14)^3} + \frac{300}{(1+0.14)^4} - 200 = 209.79$$

co podobnie jak w poprzednim przykładzie sugeruje przyjęcie projektu do realizacji. ■

Gdyby poprawnie oceniano równoważniki pewności i stopę dyskontową uwzględniającą ryzyko, wtedy wartość NPV w obydwu wcześniejszych przykładach byłaby identyczna.

5.5.3 Inne metody uwzględniania ryzyka

Do grupy metod uwzględniających ryzyko poprzez szacowanie przepływów środków pieniężnych, poza omówioną w podrozdziale 5.5.1 metodą równoważnika pewności należy również metoda, która w sposób losowy traktuje te przepływy.

Idea tej metody polega na tym, że poszczególne strumienie pieniężne CF_t analizujemy jako zmiennne losowe o znanych rozkładach prawdopodobieństw $F_t(x)$.

Dla każdego ze strumieni możemy policzyć ich wartość oczekiwaną $E\{CF_t\}$ oraz wariancję $D^2\{CF_t\}$. Pozwala to wyznaczyć wartości analogicznych parametrów dla NPV:

– Wartość oczekiwana:

$$(5.5.1) \quad E\{NPV\} = E\left\{\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t}\right\} = \sum_{t=0}^n \frac{E\{CF_t\}}{(1+i)^t}$$

– Wariancję:

$$(5.5.2) \quad D^2\{NPV\} = D^2\left\{\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t}\right\} = \sum_{t=0}^n \frac{D^2\{CF_t\}}{(1+i)^t}$$

Mając tak wyznaczone wartości parametrów rozkładu NPV, możemy do porównania wykorzystać **współczynnik zmienności** CV.

Podobnymi jak wcześniej zdefiniowanymi miarami ryzyka odnoszącymi się do NPV (lub IRR), możemy posłużyć się przy wyborze projektów.

Pewnym rozszerzeniem analizy wrażliwości jest **analiza scenariuszy**. Jest techniką, która uwzględnia zarówno wrażliwość NPV na zmiany elementów składowych jak i prawdopodobny zakres ich wartości. Na podstawie dostępnych informacji sporządza się możliwe warianty, z których najczęściej w praktycznym użyciu są:

1. Scenariusz pesymistyczny;
2. Scenariusz optymistyczny;
3. Scenariusz średni.

Dla każdego z nich oblicza się NPV.

6 Niefinansowe wskaźniki oceny efektywności przedsięwzięcia

Zazwyczaj głównym celem wdrożenia systemu informatycznego jest automatyzacja procesów.

Wskaźnikiem, za pomocą którego można określić czy proces automatyzacji okazał się efektywny, może być **redukcja czasu wykonywania danej czynności**. Ma to szczególne znaczenie w systemach służących do obsługi zgłoszeń, między innymi w systemach typu *help desk* oraz *call center*.

Wskaźnik ten można zdefiniować według następującego wzoru:

$$t^{red} = \frac{T^{wdroz}}{T^{pocz}}$$

gdzie:

t^{red} – wskaźnik redukcji czasu obsługi,

T^{pocz} – czas obsługi zadania przed wdrożeniem systemu informatycznego,

T^{wdroz} – szacowany czas obsługi zadania po wdrożeniu systemu informatycznego.

Czasami realizacja inwestycji informatycznej generuje nowe miejsca pracy. Aby oszacować liczbę nowych miejsc pracy tworzonych dzięki realizacji rozpatrywanej inwestycji należy postępować według poniższej procedury:

- 1) Obliczyć liczbę przewidzianych do zatrudnienia pracowników wykwalifikowanych i niewykwalifikowanych w normalnym roku funkcjonowania przedsięwzięcia.
- 2) Określić liczbę dodatkowo zatrudnionych pracowników (wykwalifikowanych i niewykwalifikowanych w innych przedsiębiorstwach powiązanych z daną inwestycją).
- 3) Obliczyć wysokość nakładów inwestycyjnych potrzebnych do stworzenia tylu miejsc pracy.

Definiuje się kilka wskaźników związanych z efektem zatrudnienia

- całkowita liczba utworzonych miejsc pracy (bezpośrednich i pośrednich) dla pracowników wykwalifikowanych i niewykwalifikowanych na jednostkę zainwestowanego kapitału;
- całkowita liczba miejsc pracy dla pracowników wykwalifikowanych na jednostkę zainwestowanego kapitału;
- całkowita liczba utworzonych miejsc pracy dla pracowników niewykwalifikowanych na jednostkę zainwestowanego kapitału;
- bezpośrednio utworzona przez projekt liczba miejsc pracy dla pracowników wykwalifikowanych i niewykwalifikowanych na jednostkę zainwestowanego kapitału;

Innym wskaźnikiem będącym zarazem kryterium oceny wpływu danego przedsięwzięcia informatycznego na gospodarkę przedsiębiorstwa jest **oczekiwana wartość dodana netto**. Można obliczyć ją z następującej formuły:

$$NVA = O - (MI + M)$$

gdzie:

NVA – oczekiwana wartość dodatnia netto generowana przez przedsięwzięcie inwestycyjne,

O – oczekiwana wartość dochodów (efektów),

MI – oczekiwana wartość ponoszonych nakładów materialnych (zakupy materiałów, koszty energii, części zamiennych itp.)

Mając do wyboru kilka rodzajów inwestycji w zasoby informatyczne możemy wykonać, wykorzystując powyższy wskaźnik, **absolutny test efektywności**. Test ten ma następującą postać:

$$E_{st} = O_t - (MI_t + D) > P_t$$

gdzie:

E_{st} – wartość absolutnego testu efektywności (tzn. wartości dodanej) w roku t,

O_t – oczekiwana wartość produkcji w roku t,

MI_t – oczekiwana wartość nakładów materialnych w roku t,

D – oczekiwana wartość amortyzacji w normalnym roku (tzn. w takim roku, w którym w 100% wykorzystane są zdolności produkcyjne),

P_t – płace w roku t.

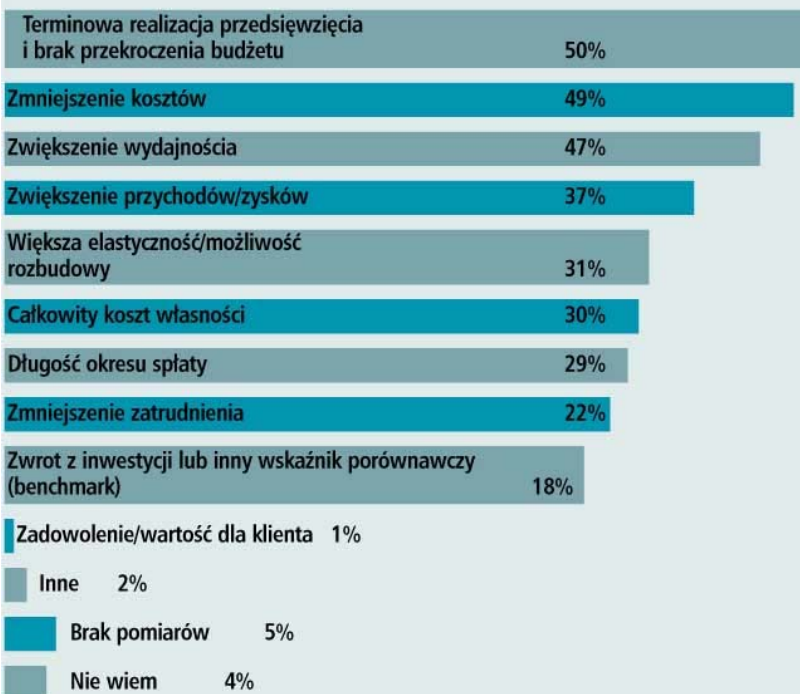
W przypadku uzyskania pozytywnego wyniku testu tzn. gdy wartość dodana jest większa niż płace w roku t, inwestycje taką możemy ocenić jako korzystną dla gospodarki przedsiębiorstwa.

Wyniki ankiety rozesłanej w połowie roku 2002 do szefów IT w Stanach Zjednoczonych i Europie, dotyczącej priorytetów w wydatkach przewidzianych na rok 2003.

- ✚ Jedynie 18% szefów IT, którzy odpowiedzieli na ankietę, bada efektywność swoich rozwiązań przy użyciu zwrotu z inwestycji lub innych miar finansowych.
- ✚ Większość respondentów preferuje wskaźniki wynikowe, takie jak: czas realizacji, stopień wykorzystania lub przekroczenia budżetu, zmniejszenie kosztów, poprawa wydajności czy wzrost przychodów.
- ✚ Im większa firma lub im wyższy jej budżet informatyczny, tym większe prawdopodobieństwo wykorzystania w ocenie przedsięwzięć zwrotu z inwestycji bądź jakiegoś innego narzędzia formalnego.
- ✚ Firmy europejskie o wiele rzadziej zwracają uwagę na zwrot z inwestycji niż amerykańskie (odpowiednio 15 i 35%), a wśród nich robią to najczęściej firmy holenderskie (31%), zaś najmniej chętnie włoskie (grubo poniżej 10%).
- ✚ Z badań ankietowych przeprowadzonych w 2001 r. przez Getronics wśród szefów finansów firm z kilku krajów wynika, że zdecydowanie preferują poziom zwrotu z inwestycji i okres spłaty jako mierniki słuszności decyzji w obszarze informatyki.

Wykres 1 Ocena inwestycji informatycznych

Co jest miarą powodzenia inwestycji informatycznych w Państwa firmie?



Latem 2002 r. grupa wydawnicza zawiązana przez Getronics, IDG Research i magazyn CIO przeprowadziła zakrojone na szeroką skalę badanie ankietowe wśród szefów IT. Pytania ankiety dotyczyły wydatków na informatykę (poniesionych i planowanych), priorytetów w informatyce i działalności biznesowej firm oraz outsourcingu.

Ankietę wypełniło ponad 450 respondentów ze Stanów Zjednoczonych i sześciu krajów Europy (Wielkiej Brytanii, Holandii, Włoch, Hiszpanii, Francji i Niemiec). Okazało się, że podobieństw między CIO z USA i Europy jest znacznie więcej niż różnic.

Źródło: <http://www.cxo.pl/artykuly/29930.html>