

Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania
Politechniki Wrocławskiej

66

Seria: Monografie

29

Zofia Wilimowska

**Metodyka budowy efektywnego portfela
projektów inwestycyjnych**

Wrocław 1997



Zofia WILIMOWSKA

Methods of Construction of the Effective Portfolio
of Investment Projects





Zofia Wilimowska

Metodyka budowy efektywnego portfela projektów inwestycyjnych



Recenzenci

Prof. dr hab. Tadeusz GALANC

Prof. dr hab. Wiesław PLUTA

Prof. dr hab. Krystyna ROSŁANOWSKA-PLICHCIŃSKA

Opracowanie redakcyjne i korekta

Alicja KORDAS

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



001799490



30 8288 L/1

© Copyright by Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997

OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

ISSN 0324-9492

Drukarnia Oficyny Wydawniczej Politechniki Wrocławskiej. Zam. nr 436/97.

Spis treści

Przedmowa	5
Wyjaśnienia stosowanych skrótów i terminów obcych	8
Wstęp.....	9
1. Definicje ważniejszych pojęć stosowanych w pracy	18
2. Inwestowanie i źródła finansowania	26
2.1. Rodzaje inwestycji	26
2.1.1. Inwestycje rzeczowe.....	30
2.1.2 Inwestycje finansowe	35
2.2. Źródła finansowania inwestycji	38
2.2.1. Instytucje finansowe.....	38
2.2.2 Kryteria wyboru źródeł finansowania	41
2.2.3 Źródła finansowania własne.....	44
2.2.4. Obce źródła finansowania	46
3. Rynek kapitałowy	57
3.1. Rodzaje papierów wartościowych.....	58
3.1.1 Szacowanie cen akcji.....	61
3.1.2 Szacowanie cen obligacji	70
3.2. Ryzyko inwestowania w aktywa kapitałowe.....	71
3.2.1. Analiza ryzyka portfela	74
3.2.2. Cena ryzyka. Rynkowa linia kapitału – CML (Capital Market Line)...	81
3.3. Model wyceny aktywów kapitałowych CAPM (Capital Asset Pricing Model) .	89
4. Metody szacowania ryzyka projektów inwestycyjnych	95
4.1. Metody analityczne	96
4.1.1 Odchylenie standardowe i prawdopodobieństwo.....	96
4.1.2. Dźwignia operacyjna i finansowa	99
4.2. Metoda symulacyjna.....	110
4.3. Metody dyskretne	117
4.3.1 Analiza skupień i rozpoznawanie.....	121
4.3.2. Szacowanie ryzyka za pomocą metod rozpoznawania obrazów	126
5. Szacowanie opłacalności projektów inwestycyjnych.....	135
5.1. Modele szacowania opłacalności inwestycji.....	135
5.2. Metody szacowania opłacalności inwestycji w warunkach ryzyka	148
6. Budowa efektywnego portfela projektów inwestycyjnych	153
6.1. Określenie efektywnego portfela inwestycji	153
6.2. Optymalizacja budżetu kapitałowego.....	167
6.3. Procedura budowy portfela inwestycji.....	172
Uwagi końcowe	183
Literatura	189
Methods of Constructing Effective Portfolio of Investment Projects (summary)....	192

CONTENTS

Introduction	5
1. Definitions used in the work	18
2. Investment and sources of funds	26
2.1. Types of investment	26
2.1.1. Real estate investment	30
2.1.2. Financial investment.....	35
2.2. Sources of investment funds.....	38
2.2.1. Financial Institution.....	38
2.2.2. Criteria of fund sources selection.....	41
2.2.3. Equity sources of funds	44
2.2.4. Debt sources of funds	46
3. Capital market	57
3.1. Types of long – term securities	58
3.1.1. The valuation of stocks.....	61
3.1.2. The valuation of bonds	70
3.2. Risk of security investment	71
3.2.1. Portfolio risk analysis.....	74
3.2.2. Market price of risk. Capital Market Line – CML.....	81
3.3. Capital Asset Pricing Model	89
4. Investment projects risk evaluation methods	95
4.1. Analytical methods	96
4.1.1. Standard deviation and probability	96
4.1.2. Operating and financial leverage.....	99
4.2. Simulation model.....	110
4.3. Discret methods.....	117
4.3.1. Cluster analysis and pattern recognising.....	121
4.3.2. Using pattern recognising methods to risk valuation	126
5. Investment projects profitability evaluation.....	135
5.1. Methods of investment project profitability evaluation	135
5.2. Methods of risk adjusted investment project profitability evaluation.....	148
6. Effective portfolio of investment project creation	153
6.1. Effective portfolio of investment projects definition	153
6.2. Capital budget optimising	167
6.3. Effective portfolio of investment projects creation procedure.....	172
7. Final conclusions.....	183
Bibliography	189

*Projekt inwestycyjny, ryzyko, stopa zwrotu,
dywersyfikacja, portfel, kapitał inwestycyjny,
cena ryzyka, źródło finansowania,
korelacja, efektywność*

Zofia WILIMOWSKA*

METODYKA BUDOWY EFEKTYWNEGO PORTFELA PROJEKTÓW INWESTYCYJNYCH

*Gdybyśmy mogli wcześniej wiedzieć, gdzie
jesteśmy i dokąd zdążamy, moglibyśmy
lepiej ocenić, co czynić i jak to czynić.*

Abraham Lincoln

Zmienność otoczenia, w którym działają współcześnie podmioty gospodarcze powoduje, że w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych i finansowych jednym z ważniejszych zadań jest zabezpieczanie się inwestorów przed ryzykiem. Na przestrzeni ostatnich lat powstawały i ciągle powstają nowe instrumenty finansowe, modele rynku, koncepcje tak konstruowane, aby możliwie najlepiej chronić przed ryzykiem inwestycyjnym. Jedną z metod jest dywersyfikacja portfela projektów inwestycyjnych. W pracy analizowano modele szacowania ryzyka inwestycyjnego oraz zaproponowano model dyskretnej miary ryzyka. Pokazano, że w procesie szacowania opłacalności inwestycji rzeczowych należy uwzględnić cenę (koszt) ryzyka kształtowaną na rynku kapitałowym. Zbudowano model efektywnej dywersyfikacji portfela projektów inwestycyjnych ze względu na ryzyko i stopę zwrotu. Na bazie tego modelu skonstruowano procedurę budowy efektywnego portfela.

Przedmowa

Konkurencja, od wielu lat obecna na światowych rynkach wewnętrznych i zagranicznych, wywarła nacisk na badania naukowe i rozwój teorii zarządzania, a szczególnie zarządzania finansami. W ciągu lat zarządzanie finansami przeobrażało się ze sztuki uprawianej przez czołowych menedżerów firm światowych w dyscyplinę naukową, dającą podstawy do właściwego rozumienia procesu zarządzania finansami. Równoległe rozwijała się nie tylko teoria i praktyka. Przeobrażeniu ulegały również rynki pieniężne i kapitałowe. Ich rozwój i regulacje prawne są wynikiem dążenia firm do zabezpieczania się przed ryzykiem, związanym z podejmowaniem decyzji inwesty-

* Instytut Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław.

cyjnych, rozwojem i ekspansją firm. Na przestrzeni lat powstawały i ciągle powstają (może nawet coraz szybciej) nowe dokumenty – instrumenty finansowe dotyczące obrotu towarami, pieniędzmi i kapitałami, tak pomyślane, aby możliwie jak najlepiej chronić firmę lub firmy przed ryzykiem inwestycyjnym. Również metody szacowania opłacalności inwestycji rozwijają się w kierunku uwzględniania ryzyka w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych. Sukces firmy w obecnych czasach zależy od wielkości charakteryzujących ją i jej otoczenie oraz od sprawności kadry menedżerskiej i efektywności zarządzania. W czasach globalizacji gospodarki zarządzanie przedsiębiorstwem przechodzi swojego rodzaju przeobrażenie. Aczkolwiek wciąż w strukturach organizacyjnych wyróżnia się różne działy zarządzania, związane z określonym zakresem działalności firmy (produkcyjny, marketingowy, księgowości, finansowy, kadr itd.), to współczesnego menedżera charakteryzuje pewnego rodzaju wszechstronność. Im wyższy szczebel zarządzania, tym wymagany jest wyższy poziom wszechstronności, rozumianej jako intelektualna zdolność do kojarzenia i przetwarzania wiedzy z różnych dziedzin, umiejętność wyciągania wniosków i podejmowania decyzji. We współczesnej gospodarce ulega zmianie rola menedżera – staje się on bardziej przywódcą niż kierownikiem. Cechy jego osobowości odgrywają równie ważną rolę, jak inne wielkości charakteryzujące jednostkę organizacyjną. Cechą istotnie wpływającą na proces rozwoju jednostki organizacyjnej jest stosunek menedżera do ryzyka. Vickrey, rozważając problem krańcowej użyteczności, pisze między innymi: *On the other hand, by considering individual reactions to choices involving risks, a more meaningful result may be obtainable* [70, s.15] (tłum. Z. W.: *Z drugiej strony, uwzględniając indywidualne reakcje na alternatywy (wybory) związane z ryzykiem, można otrzymać bardziej znaczące wyniki*). Czy decyzje menedżerskie zapewnią efektywność działania, polepszą wizerunek firmy, trudno orzekać już w chwili podejmowania decyzji. Efekty decyzji uwiadcniają się bowiem dopiero w przyszłości, czasami bardzo odległej.

W tej pracy autorka stara się przedstawić metodykę, która być może, umożliwi uporządkowanie i zrozumienie niektórych problemów powstających przy konstruowaniu efektywnego (ze względu na stopę zwrotu i ryzyko) portfela projektów inwestycyjnych.

We **wstępie** przedstawiono cel pracy i sposób realizacji postawionych zadań oraz uzasadnienie wyboru tematu. W **rozdziale pierwszym** omówiono podstawowe pojęcia wykorzystywane w pracy, począwszy od pojęcia inwestycji, potrzeby jej szerokiego rozumienia oraz konieczności ciągłego inwestowania, zgodnego ze strategią jednostki. Zwrócono uwagę, że w procesie podejmowania decyzji finansowych należy jednocześnie rozpatrywać zadania inwestycyjne z punktu widzenia kapitałodawcy i kapitałobiorcy. Zdefiniowano pojęcie stopy zwrotu z inwestycji, która stanowi uniwersalną miarę opłacalności inwestycji oraz określono pojęcie ryzyka.

W **rozdziale drugim** zdefiniowano pojęcie inwestycji, traktując je jako szeroko pojęte angażowanie zasobów, których celem jest osiągnięcie korzyści w przyszłości. Inwestowanie długoterminowe przedstawiono z punktu widzenia jednostki poszukującej funduszy do realizacji projektów inwestycyjnych oraz z punktu widzenia jednostek posiadających surplus i poszuku-

jących najlepszego sposobu lokowania nadwyżek kapitałowych. Określono pojęcie inwestycji rzeczowych i inwestycji finansowych wychodząc z założenia, że w procesie inwestowania zawsze są zaangażowane dwie strony: kapitałodawca i kapitałobiorca. Głównym celem negocjacji źródeł finansowania jest osiągnięcie konsensusu między nimi, ponieważ to, co dla jednej strony jest kosztem, dla drugiej jest zarobkiem. Osiągnięcie zatem zgody co do wysokości zarobku i kosztu determinuje zawarcie odpowiedniej transakcji. W rozważaniach abstrahuje się od patologicznych sytuacji, w których celem jednej strony jest nieuczciwe wykorzystanie drugiej. Zakłada się, że mimo wielu przeciwnych celów obie strony łączy zawsze jedno – chęć osiągnięcia sukcesu. Przedstawiono sposoby finansowania przedsięwzięć gospodarczych dostępnych na polskim rynku oraz ich krótką charakterystykę. W polskiej gospodarce jeszcze nieczęsto wykorzystuje się możliwości oferowane przez rynek. Wynika to zarówno z niewiedzy menedżerów o istniejących źródłach finansowania, ich obawy co do możliwości uzyskania funduszy, jak i niepewności co do realizacji projektów inwestycyjnych. Zdefiniowano koszt kapitału inwestycyjnego oraz określono ryzyko związane z poszczególnymi źródłami finansowania.

Ze szczególną uwagą potraktowano rynek papierów wartościowych jako źródło finansowania projektów inwestycyjnych – z jednej strony – oraz miejsce lokowania nadwyżek pieniężnych przez inwestorów indywidualnych i instytucjonalnych. W **rozdziale trzecim** scharakteryzowano akcje i obligacje oraz metody wyceny wartości papierów. Zmiany zachodzące w polskim systemie gospodarczym stwarzają możliwości uczestniczenia w rynku kapitałowym każdej jednostce, osobie czy organizacji posiadającej wolne zasoby pieniężne. Ceny papierów wartościowych zależą od sytuacji gospodarczej danego kraju i otoczenia. One bowiem kreują popyt i podaż na określone aktywa kapitałowe, w tym również papiery wartościowe. Rozpatrując emisje papierów wartościowych jako źródło kapitału inwestycyjnego firmy, należy uwzględniać, że w procesie pozyskiwania kapitału bierze udział również kapitałodawca. Od prawidłowo dokonanej wyceny wartości papierów zależy ilość pozyskanego na tej drodze kapitału i jego koszt oraz stopa zwrotu potencjalnego kapitałodawcy. Koszt kapitału dla kapitałobiorcy zależy od żądanej przez potencjalnego kapitałodawcę ceny za ryzyko.

Zaprezentowano również metody budowy i analizy portfeli papierów wartościowych ze względu na stopę zwrotu i ryzyko. (Dynamiczny wzrost liczby publikacji na ten temat w Polsce nastąpił w 1991 roku, prace autorki na ten temat opublikowano w 1993 roku). Przedstawiono również sposób budowy linii kapitałowej rynku – CML, której analiza dostarcza informacji o rynkowej cenie ryzyka. Rozdział ten kończy, mało w literaturze polskiej rozważany, model wyceny aktywów kapitałowych CAPM (Capital Asset Pricing Model). Jak stwierdza R.A. Haugen, model CAPM ... *zaczął być powszechnie używany w praktyce w takich dziedzinach, jak ocena efektywności zarządzania portfelem, wycena papierów wartościowych, analiza finansowa przedsięwzięć inwestycyjnych (capital budgeting), czy nawet wyznaczanie stawek, które pobierają za swe świadczenia przedsiębiorstwa użyteczności publicznej* [29, s. 3].

W **rozdziale czwartym** przedstawiono spotykane w literaturze światowej sposoby oceny i pomiaru ryzyka projektów inwestycyjnych. Pokazano, że przy założeniu losowej zmienności wielkości sprzedaży w przyszłości prawdopodobieństwo nieotrzymania oczekiwanej wartości stopy zwrotu jest także miernikiem ryzyka; przeprowadzono symulacje dla różnych funkcji gęstości rozkładu prawdopodobieństwa wielkości sprzedaży. Pokazano, że stopień dźwigni operacyjnej i finansowej może być miernikiem ryzyka projektu inwestycyjnego. Zaprezentowano przykładowe wyniki programu komputerowego PROBABLY (opracowanie własne), symulującego ryzyko oczekiwanej stopy zwrotu

z inwestycji (EAT, ROE) przy założeniu losowej zmienności wielkości sprzedaży i różnych technologiach i sposobach finansowania. Przedstawiono również, opracowaną przez autorkę, metodę jakościowego – dyskretnego pomiaru ryzyka, wykorzystującego teorię *cluster analysis* i rozpoznawania obiektów.

W rozdziale piątym omówiono problemy szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych:

- metody szacowania strumieni pieniężnych CF z uwzględnieniem ryzyka,
- klasyczne modele szacowania opłacalności inwestycji; zwrócono uwagę na wieloznaczność wyników tych metod i ich przydatność w warunkach wysokiego ryzyka gospodarczego oraz

- metody uwzględniania ryzyka projektów w szacowaniu opłacalności inwestycji.

Uwzględniając rozważania prezentowane w rozdziałach poprzednich, w **rozdziale szóstym** udowodniono, że odpowiedni dobór projektów inwestycyjnych rzeczowych zmniejsza ryzyko inwestowania. Zaprezentowano metodę optymalizacji budżetu kapitałowego, w której dokonuje się wyboru źródeł finansowania zgodnie z przyjętą strategią finansowania działalności firmy i minimalizuje koszt finansowania portfela inwestycji. Zaprezentowano procedurę budowy portfela efektywnego.

Wydaje się, że w warunkach zmian i niestabilnego otoczenia przeprowadzanie wielu analiz przed fizycznym rozpoczęciem realizacji projektów jest wysiłkiem, który warto ponieść. Zaowocuje mniejszą liczbą nietrafnych inwestycji, a przede wszystkim zwróci uwagę decydentów na istotne elementy ryzyka. Współczesna technika komputerowa daje menedżerom możliwość przeprowadzania nawet bardzo skomplikowanych analiz i wycofania się odpowiednio wcześniej z projektów nie rokujących powodzenia. Taka taktyka w oczywisty sposób zmniejsza koszty realizacji projektów, na przykład J. Samojlik uważa, że *Przedsiębiorstwo jako zespół ludzi mających wiedzę i doświadczenie w realizacji różnych celów w różnych warunkach jest aktywnym twórcą możliwych rozwiązań...* [62, s. 25].

Dziękuję serdecznie Profesorowi dr. hab. Bronisławowi Pilawskiemu za twórczą inspirację i dodawanie odwagi w trakcie pisania tej pracy – bez jego zachęty i silnego motywowania nie byłoby efektów. Dziękuję rodzinie, a szczególnie mężowi Markowi za wyrozumiałość i cierpliwość, a kolegom za wsparcie duchowe, zachętę i pomoc. Dziękuję również kolegom z Central Connecticut State University, New Britain, USA, z którymi współpracowałam w ramach programu IBS, sponsorowanemu przez AID USA, za wprowadzenie w fascynujący świat finansów.

Wyjaśnienia stosowanych skrótów i terminów obcych

Assets – aktywa

Book Value – wartość księgowa

Book Value per Share – wartość księgowa na akcję (wartość księgowa akcji)

BEP – Break Even Point – próg rentowności

CF – Cash Flow – przepływ gotówki

CGS – Costs of Goods Sold – koszt towarów sprzedanych, KTS

DFL – Degree of Financial Leverage (ang. *Gearing*) – stopień dźwigni finansowej

DOL – Degree of Operation Leverage (ang. *Gearing*) – stopień dźwigni operacyjnej
 DPS – Dividend per Share – dywidenda na akcję
 Earning – zysk, zarobek
 EAT – Earning After Taxes – zysk po opodatkowaniu, zysk netto
 EBIT – Earning Before Interest and Taxes – zysk przed odsetkami i podatkiem
 EBT – Earning Before Taxes – zysk przed podatkiem
 EPS – Earning per Share – zysk na akcję
 F – Fixed cost – koszt stały
 FV – Future Value – wartość przyszła
 Income – przychód
 Income Statement – rachunek wyników (sprawozdanie)
 I – Interest – odsetki od długu, kredytu
 IRR – Internal Rate of Return – wewnętrzna stopa zwrotu
 Liability and Equity – pasywa
 Liquidity Ratio – wskaźnik płynności
 Market Value – wartość rynkowa
 NCF – Net Cash Flow – strumień gotówki netto
 Net Working Capital – kapitał obrotowy netto (kapitał pracujący netto)
 NINV – Net Investment – nakład inwestycyjny netto
 NPV – Net Present Value – wartość obecna inwestycji netto
 PB – Payback Period – okres zwrotu inwestycji
 PI – Profitability Index – wskaźnik zyskowość
 Price to Earning Ratio, P/E – wskaźnik ceny akcji do zysku na akcję
 Profit – zysk
 Profit Margin – marża zysku
 PV – Present Value – wartość obecna
 ROE – Return on Equity – stopa zwrotu z kapitału własnego
 ROA – Return on Assets, – stopa zwrotu z aktywów
 ROI – Return on Investment – stopa zwrotu z kapitału zainwestowanego
 S – Sales – sprzedaż
 Turnover – obrót, wartość sprzedaży
 Working Capital – kapitał obrotowy (kapitał pracujący)

Wstęp

Podejmowanie decyzji inwestycyjnych i finansowych w przedsiębiorstwie we współczesnej gospodarce rynkowej jest sztuką wymagającą rzetelnej wiedzy z wielu dziedzin (podejmowania decyzji, zarządzania finansami, oceny ryzyka, prognozowania itp.), doświadczenia i zdolności twórczych podejmujących decyzje. Ze względu na to, że przedsiębiorstwo jest organizacją, którą L. Wasilewski definiuje

...jako pewną dającą się wyodrębnić z otoczenia całość składającą się z powiązanych ze sobą elementów, wskutek której zachodzi niejednorodność prawdopodobieństwa zdarzeń [72, s. 29], oraz ze względu na upływ czasu związany z realizacją decyzji inwestycyjnych (efekty podejmowanych decyzji można obserwować dopiero w przyszłości) **niepewność** efektów ma decydujący wpływ na proces podejmowania decyzji. Amerykański finansista S. Lumbly stwierdza: *In fact, we know relatively little about how financial decision should be made, or indeed, how they are made and there are many more unanswered questions than answered questions* [40, s. 220] (*Tak naprawdę wiemy stosunkowo niewiele o tym, jak powinny być podejmowane decyzje finansowe, a właściwie jak są one podejmowane i brakuje dużo więcej odpowiedzi na pytania niż jest odpowiedzi*, tłum. Z. W.), a nawet, jak pisze B. Wawrzyniak: *Analizowanie problemu racjonalności decyzji przypomina rozważania o szczęściu* [76, s. 61].

W tej pracy autorka stara się przedstawić metodykę, która – być może – pozwoli podejmującym decyzje inwestycyjne i finansowe dopomóc „szczęściu” wspomnianemu przez Wawrzyniaka przez udzielenie „odpowiedzi na niektóre pytania” przy konstruowaniu portfela projektów inwestycyjnych.

Cel pracy i uzasadnienie wyboru tematu

Konkurencyjna gospodarka wolnorynkowa wymusza stosowanie coraz bardziej skomplikowanych metod wspierających decyzje menedżerskie. W gospodarce konkurencyjnej, jak stwierdza R.A. Haugen: *Możesz być pewny, że istnieje mnóstwo osób, które bardzo chcą odebrać ci pracę, pieniądze, bądź jedno i drugie i bez wątpienia któraś z nich to zrobi, jeśli tylko na to pozwolisz. Aby przetrwać na rynku, musisz po pierwsze być czujny. Po drugie, musisz dysponować umiejętnością przeprowadzania nawet najbardziej skomplikowanych analiz. Jeżeli jeszcze nie wierzysz, że dogłębne zrozumienie nowoczesnej teorii inwestowania ma zasadnicze znaczenie dla twego przetrwania na rynku, to przejrzyj pytania z ostatniego egzaminu na doradców inwestycyjnych albo porozmawiaj z maklerem giełdowym z Chicago Board Option Exchang* [29, s. 5].

Dynamiczny rozwój nowoczesnych technologii ułatwia realizację celu marketingowego przedsiębiorstwa, którym jest, jak stwierdza J. Dietel, ... *zaspokojenie potrzeb finalnego odbiorcy oraz pobudzenie jego intencji zakupu* [9, s. 22]. Realizacja tej koncepcji wymaga ciągłych zmian programów produkcji, a więc podejmowania decyzji inwestycyjnych i finansowych, aby uruchomić nowe projekty inwestycyjne. Firma istnieje na rynku po to, aby dostarczać klientom produkty (usługi), za które są oni skłonni zapłacić taką cenę, która zagwarantuje pokrycie kosztów (nakładów inwestycyjnych i kosztów produkcji) oraz umożliwi zysk. Obecny poziom technologii i techniki światowej pozwala zrealizować i wyprodukować niemal każdy produkt (usługę), który człowiek jest w stanie wymyślić. Rzecz tylko w tym, ile taka produkcja będzie kosztować. Badanie efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych ma na celu wspieranie decyzji menedżerskich w tym zakre-

sie, gdyż – jak stwierdza B. Samojlik – *Zjawiska niepodzielności, nieprzystawialności, nieodwracalności i odroczeń sprawiają, że zmiany decyzji produkcyjnych pociągają za sobą wysokie koszty* [62, s. 6].

Konsumenci, jak stwierdza J. Dietel, *przy danej cenie dążą do zakupu dóbr i usług o najwyższej jakości i funkcjonalności* [19, s. 22]. Konkurencja na rynkach światowych powoduje, że wzrost cen jest silnie ograniczony, i co więcej, właśnie cena – oprócz szeroko rozumianej jakości produktu – jest najbardziej konkurencyjnym elementem rynku. W związku z tym, aby uzyskać satysfakcjonujący zysk, konieczna staje się nie tylko redukcja kosztów wytwarzania, ale także redukcja kosztów kapitału koniecznego do finansowania przedsięwzięć gospodarczych.

We współczesnej literaturze omawiającej procesy podejmowania decyzji inwestycyjnych rozważa się nie tylko opłacalność inwestycji w sensie zwrotu poniesionych nakładów, ale również zwraca uwagę na źródła finansowania inwestycji, które pociągają za sobą określone koszty oraz źródła ryzyka stowarzyszonego z inwestycjami. Wiele prac, jak pisze S. Lumby, jest poświęconych analizie ryzyka: *However, when we look at the research work that is currently being undertaken, we find that a very substantial proportion of it is concerned with the presence of risk in decision making, because it is our lack of understanding about risk – its nature, measurement and investor's attitude towards it – that causes the greater number of problems and unanswered questions* [40, s. 220] (*Gdy natomiast popatrzymy na podejmowane prace badawcze, zauważymy, że duża ich część jest poświęcona rozważaniu obecności ryzyka w podejmowaniu decyzji, co jest wynikiem naszego nierozumienia ryzyka – jego natury, miary i zdolności inwestora do podejmowania go. Jest to też przyczyną większości problemów i braku odpowiedzi*, tłum. Z. W.). Z tą opinią koresponduje wypowiedź L. Wasilewskiego: *Organizacja o idealnej izotropii prawdopodobieństw stanów swych elementów jest idealnym chaosem* [72, s. 29]. Co prawda działalność inwestycyjna firmy może nie charakteryzuje się idealną izotropią prawdopodobieństw stanów, ale biorąc pod uwagę, że efektywność inwestycji kształtuje przyszłość firmy i zmiany jej otoczenia, w momencie podejmowania decyzji anizotropia prawdopodobieństw nie może być zbyt wysoka.

Celem monografii jest opracowanie metodyki budowy efektywnego portfela projektów inwestycyjnych w określonych warunkach gospodarczych uwzględniającego stopę zwrotu i ryzyko inwestowania.

Teza:

1. Odpowiednia dywersyfikacja portfela projektów inwestycyjnych do realizacji zwiększa efektywność inwestowania.
2. Uwzględnienie spodziewanych „korzyści” kapitałodawcy w procesie szacowania opłacalności inwestycji zmniejsza ryzyko inwestowania.
3. Odpowiednia dywersyfikacja (rozproszenie) źródeł finansowania, poprzedzona analizą możliwości uzyskania funduszy i wybór odpowiedniej drogi finansowania w sensie ponoszonego kosztu i ryzyka, zmniejsza ryzyko inwestowania.

Przez „odpowiednią” rozumie się w tej pracy dywersyfikację dokonaną na zasadzie ograniczonej racjonalności, określonej przez B. Wawrzyniaka: ... *sprowadza się ona do tego, że w zdecydowanej większości wypadków nasza racjonalność nie jest optymalna, a więc najlepsza z możliwych ...* i dalej: *Jest ona zadowalająca, co oznacza, że:*

– *istnieje zespół kryteriów ustalających minimalne warunki alternatywy zadowalającej,*

– *dana alternatywa odpowiada tym wszystkim kryteriom lub jest od nich lepsza* [75, s. 134].

Na zasadzie „ograniczonej racjonalności” przez **portfel efektywny** rozumieć się będzie zbiór projektów inwestycyjnych zapewniający:

- najwyższą stopę zwrotu przy zadanym akceptowalnym poziomie ryzyka,
 - albo najniższe ryzyko przy zadanym akceptowanym poziomie stopy zwrotu,
- czyli najlepszy portfel w określonych warunkach i przy istniejących ograniczeniach.

Portfelem projektów inwestycyjnych nazywać się będzie zbiór N projektów inwestycyjnych o udziale (proporcji) w_i , $i = 1, 2, \dots, N$, zainwestowanego kapitału w każdy projekt w stosunku do całego kapitału inwestycyjnego,

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1.$$

Dywersyfikację w odniesieniu do produkcji E. Domańska określa jako ... *rozszerzenie asortymentu produkcji, w sensie zwiększenia liczby różniących się między sobą produktów finalnych, ..., lub (i) przez wkroczenie tradycyjnej spółki na drogę konglomeratu (w przypadku zaangażowania kapitału, który „wyrósł” w gałęzi macierzystej, w inne dziedziny produkcji)* [20, s. 86].

W niniejszej pracy dywersyfikację rozumie się w podobny sposób. W odniesieniu zaś do źródeł finansowania rozumie się ją jako rozszerzenie możliwości finansowania projektów inwestycyjnych przez wykorzystanie wielu dostępnych na rynku instrumentów finansowych.

Postawiony **cel jest realizowany przez:**

- analizę źródeł ryzyka w procesie inwestowania,
- analizę źródeł finansowania inwestycji,
- zebranie i usystematyzowanie miar ryzyka rozważanych w literaturze oraz ich przedyskutowanie,
- opracowanie dyskretnej metody szacowania ryzyka projektu inwestycyjnego; podstawą tej metody jest teoria rozpoznawania obrazów,
- przegląd wybranych metod uwzględniania ryzyka w procesie szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych i na tym tle przedstawienie własnych propozycji,
- opracowanie programu komputerowego PROBABLY, za pomocą którego można szacować ryzyko osiągnięcia oczekiwanych, żądanych efektów projektów inwestycyjnych,
- zaproponowanie sposobu rozwiązania problemu doboru projektów inwestycyjnych rzeczowych do portfela (modele wcześniej nie publikowane),

- opracowanie algorytmu postępowania przy tworzeniu efektywnego portfela projektów inwestycyjnych.

Do realizacji postawionego celu wykorzystano współczesną literaturę z zakresu podejmowania decyzji finansowych, którą uzupełniono własnymi, autorskimi opracowaniami. Dotyczą one:

- **Metod analizy ryzyka w procesie inwestowania**

Przedstawiono i dokonano analizy metod szacowania ryzyka inwestowania na podstawie literatury polskiej i światowej. Uwzględniono zarówno metody probabilistyczne, jak i modele wskaźnikowe. Pokazano, że korzystanie z technik komputerowych pozwala analizować ryzyko bezpośrednio jako prawdopodobieństwo *niezajścia* oczekiwanych rezultatów. Podano przykłady ilustrujące omawiane zagadnienia. Szeroko omówiono problem redukcji ryzyka przy konstruowaniu portfeli aktywów kapitałowych, wychodząc z założenia, że analiza rynku kapitałowego w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych jest konieczna, S. Haugen stwierdził, że *Sharpe (1964), Linter (1965) i Mossin (1966) wyprowadzili model CAPM, ..., który zaczął być powszechnie używany w praktyce w takich dziedzinach jak ocena efektywności zarządzania portfelem, wycena papierów wartościowych, analiza finansowa przedsiębiorstw inwestycyjnych (capital budgeting), czy nawet wyznaczanie stawek, które pobierają za swe świadczenia przedsiębiorstwa użyteczności publicznej* [29, s. 3]. W literaturze polskiej niewiele mówi się na temat teoretycznych podstaw znanych w literaturze światowej modeli CML, SML, CAPM, czy linii charakterystycznej, a tylko korzysta z gotowych już modeli. W pracy omówiono podstawy teoretyczne modeli oraz sugerowano zastosowanie ich w budowie efektywnego portfela projektów inwestycyjnych.

- **Metody dyskretnego szacowania ryzyka projektu inwestycyjnego**

Na etapie wstępnego szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych często wystarcza zgrubne oszacowanie ryzyka. Potencjalnego inwestora w końcowym efekcie mierzenia ryzyka interesuje, czy ryzyko jest duże, średnie czy małe (inaczej mówiąc, żąda oceny dyskretniej). W pracy przedstawiono (opracowane przez autorkę) metody dyskretnego szacowania ryzyka. Podstawą tych metod jest teoria rozpoznawania obrazów i teoria grupowania (*cluster analysis*). W procesie szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych tak wyznaczone ryzyko proponuje się uwzględnić przez określenie odpowiedniej ceny ryzyka (premii za ryzyko).

- **Metody uwzględniania ryzyka w procesie szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych**

Modele szacowania opłacalności inwestycji są znane i szeroko omawiane w literaturze polskiej i światowej. Zakłada się w nich zwykle, że porównywane projekty są jednakowo ryzykowne. Rzadziej już wspomina się o metodach szacowania opłacalności uwzględniających ryzyko inwestowania, a w literaturze polskiej tylko bardzo ogólnie mówi się o potrzebie uwzględniania ryzyka. W pracy przedstawiono kilka technik szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych w warunkach ryzyka, zaczerpniętych z literatury światowej. Zasugerowano również wykorzystanie

w tych technikach dyskretnych metod szacowania ryzyka opracowanych przez autorkę.

• **Oceny ryzyka osiągania oczekiwanych efektów projektów inwestycyjnych.**

Program komputerowy PROBABLY

Trudno obecnie wyobrazić sobie rozwiązywanie problemów z zakresu zarządzania bez stosowania techniki komputerowej, a jak mówi S. Haugen: *Nastanie ery komputerowej wywarło ogromny wpływ na szybkość i stopień złożoności procesu zarządzania inwestycjami. Wszystko wskazuje na to, że proces ten nie ulegnie odwróceniu, lecz raczej będzie kontynuowany w tym kierunku* [29, s. 5].

Opracowano program komputerowy, którego zadaniem jest wspomaganie decyzji menedżerskich w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych i finansowych. Jeśli założymy, że wielkość sprzedaży jest zmienną losową o rozkładzie normalnym (wartość oczekiwana i odchylenie standardowe modelują warunki) i zadamy sposób finansowania (źródła własne i obce), program obliczy:

- próg rentowności,
- dźwignię operacyjną,
- dźwignię finansową,
- dźwignię łączną,
- prawdopodobieństwo otrzymania założonego EBIT,
- prawdopodobieństwo otrzymania założonego ROE.

Wyniki obliczeń są podawane w postaci tabel i wykresów. W programie można zwiększać dokładność prezentacji wyników w obszarze najbardziej interesującym.

• **Procedury tworzenia efektywnego portfela projektów inwestycyjnych**

Powszechnie uważa się, że dywersyfikacja inwestycji zmniejsza ryzyko inwestowania, a jak pisze E. Domańska: *Tendencja do różnicowania produkcji pojawiła się w niektórych dużych przedsiębiorstwach już u schyłku XIX wieku i umacniała się wraz ze wzrostem stopnia koncentracji przemysłu...* [20, s. 86, 87]. W tej pracy przedstawiono – opracowane przez autorkę – modele doboru portfela projektów inwestycyjnych. Na ich podstawie opracowano procedurę budowy efektywnego portfela projektów inwestycyjnych, uwzględniającą ryzyko projektów i odpowiednio zdywersyfikowane źródła finansowania.

Uzasadnienie wyboru tematu

W każdej formie działalności gospodarczej, niezależnie od jej wielkości, majątku, formy własności, nie ukierunkowanej na zysk (fundacje, stowarzyszenia, instytucje budżetowe) lub ukierunkowanej, osiągnięcie sukcesu lub porażka zależą od prawidłowego zarządzania finansami. Podstawowym celem zarządzania finansami jest maksymalizacja wartości firmy z punktu widzenia właściciela, a więc wzbogacanie właściciela, zwiększanie wartości jego majątku (*shareholder's wealth*). Na ten temat pisze E. Domańska, stwierdzając, że w dobie wielkich korporacji trudno jest mówić o jednym tylko celu ... *wreszcie o funkcji celu wielkiego przedsiębiorstwa, które od*

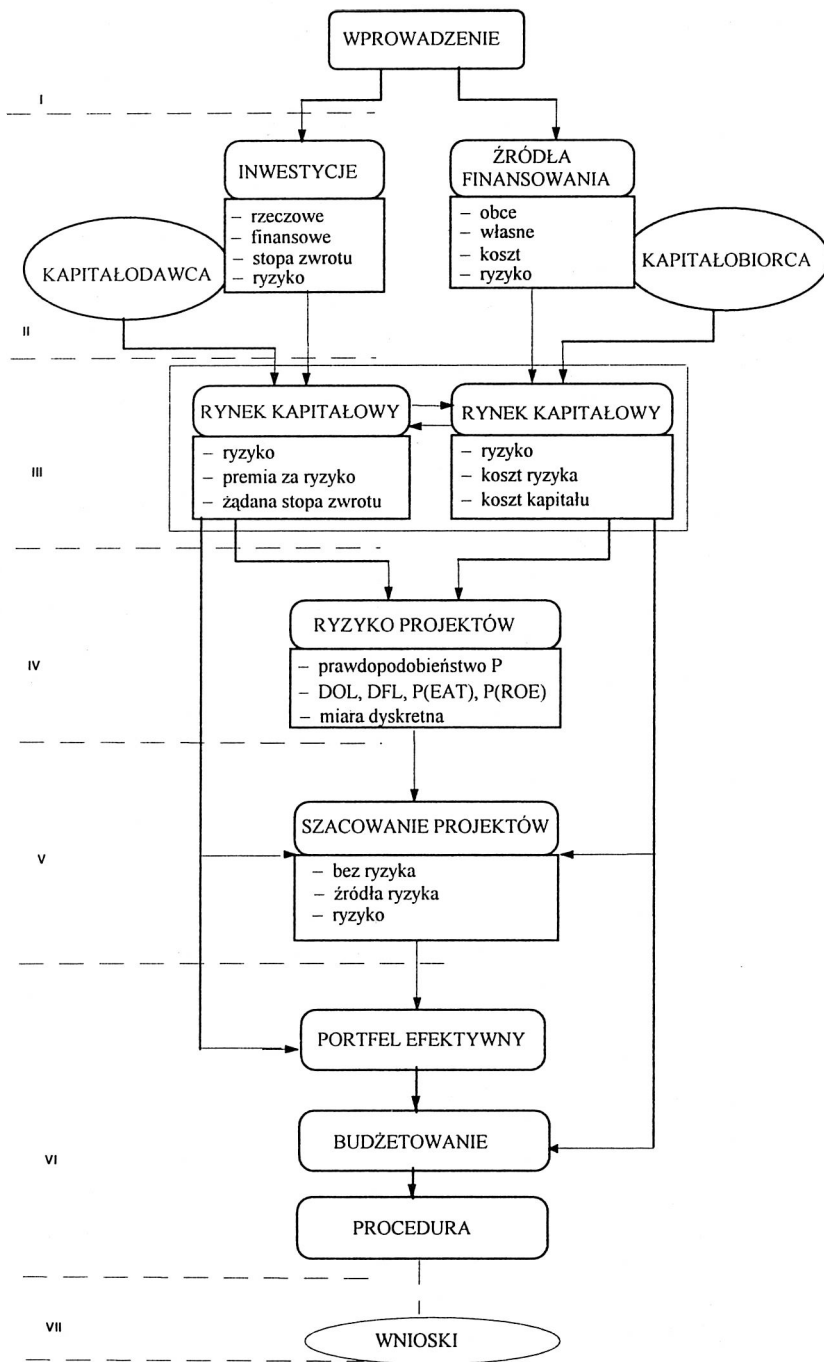
dawna „już prawnie stanowi własność płynnej grupy posiadaczy akcji, a kierowane jest przez kadrę otrzymujących uposażenia menedżerów”. I właśnie z takiego „charakteru” wielkiej korporacji wywodzi się teza o oddzieleniu własności kapitału od władzy nad kapitałem i wnioskowanie o innej niż tradycyjna funkcji celu [20, s. 13].

W literaturze w zasadzie rozważa się oddzielnie problemy inwestowania na rynku finansowym i inwestowania rzeczowego. Podczas porównania opłacalności projektów inwestycyjnych zakłada się zwykle (niekiedy milcząco), że inwestycje rozważa się w tych samych warunkach ryzyka, co oczywiście nie zawsze jest prawdą. Zarówno sam projekt inwestycyjny, warunki gospodarcze, jak i czas życia projektu stwarzają okoliczności, które nie pozwalają jednakowo traktować oddzielnych projektów inwestycyjnych z punktu widzenia ryzyka. Dzięki zbudowaniu odpowiedniego portfela projektów inwestycyjnych można zredukować ryzyko, ale jednocześnie (zwykle) zmniejsza się stopę zwrotu w stosunku do projektów najlepszych (o najwyższej stopie zwrotu). W warunkach gospodarczych o wysokim ryzyku rynkowym (niestabilna sytuacja polityczno-gospodarcza, zmienne przepisy prawno-finansowe, wysoka inflacja. itp.), ryzyko związane z działalnością firmy (dywersyfikowalne) jest również wysokie. Wówczas szczególnie ważne staje się **jednoczesne rozważanie opłacalności inwestycji kapitałowych oraz zachowania się rynku finansowego jako potencjalnego źródła ich finansowania.**

W procesie podejmowania decyzji H. A. Simon wyróżnia cztery fazy: *Pierwszą fazę podejmowania decyzji – badania otoczenia w celu stwierdzenia, czy nie zaistniały warunki wymagające podjęcia decyzji – będę określał jako działalność rozpoznawczą. Fazę drugą – ustalenie, rozwinięcie i przeanalizowanie możliwych sposobów postępowania – będę nazywał działalnością projektową. Fazę trzecią – wybór jednego wariantu spośród wszystkich możliwych – nazwę dokonywaniem wyboru. Fazę czwartą – wartościowanie decyzji podjętych w przeszłości – określe mianem działalności oceniającej* [65, s. 65]. Proces podejmowania decyzji inwestycyjnych powinien uwzględniać w jednakowym stopniu i niejako równolegle wszystkie aspekty mające wpływ na efektywność inwestycji: techniczne, technologiczne, rynkowe, finansowe, socjologiczne, polityczne, kulturowe.

W pracy [4] D. BLAKE oraz K. JAJUGA, T. JAJUGA w pracach [32, 33] rozważają rynek finansowy. Omawiają instrumenty i instytucje rynku kapitałowego, definiują miary ryzyka i stopy zwrotu (przyjmuje się, że stopa zwrotu z inwestycji jest realizacją zmiennej losowej, najczęściej, o normalnym rozkładzie prawdopodobieństwa) oraz przedstawiają problemy budowy portfeli instrumentów finansowych. Nie analizują wpływu zachowania się rynku na szacowanie opłacalności i budowę portfeli projektów inwestycyjnych.

W pracy [9] F. BRIGHAM i L.C. GAPENSKI oraz R.Ch. MOYER, J.R. MCGUIGAN i W.J. KRETLOW w pracy [49] omawiają problemy zarządzania finansami przedsiębiorstwa, w których inwestowanie kapitałowe jest prezentowane jako jeden z elementów zarządzania finansami firmy. Wpływ zachowania się rynku finansowego



Rys. 1. Struktura pracy
Fig. 1. Structure of the work

na problemy szacowania opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych uwzględnia się w momencie szacowania kosztu kapitału i obliczania zdyskontowanej wartości netto inwestycji – NCF (Net Cash Flow).

W pracy [63] W. F. SHARPE i G. J. ALEXANDER, a także W. PLUTA i T. JAJUGA w pracy [58] oraz W. PLUTA w pracy [57] szeroko przedstawiają problemy związane z podejmowaniem decyzji inwestycyjnych i finansowych, a więc metody szacowania strumieni pieniężnych CF (Cash Flows) w warunkach deterministycznych i w warunkach niepewności, metody szacowania opłacalności inwestycji, metody obliczania kosztu kapitału inwestycyjnego i metody budżetowania kapitałowego. Nie rozważają wpływu zmian na rynku kapitałowym na efektywność inwestycji.

W pracach, które ukazały się w Polsce pod koniec 1996 roku – [29], [40] i inne – autorzy obszernie omawiają problemy podejmowania decyzji inwestycyjnych zarówno od strony rynku kapitałowego, jak i inwestowania rzeczowego, definiują ryzyko inwestowania. Brak jest jednak w nich określenia sposobu budowy portfela projektów inwestycyjnych rzeczowych.

Szukanie dróg rozwoju pozwalających unikać ryzyka, ograniczać go i zabezpieczać firmy przed ryzykiem jest jednym z podstawowych zadań postawionych przed menedżerami firmy.

Niezależnie od formy organizacyjno-prawnej jednostki gospodarczej cel i funkcje zarządzania finansami są podobne. Jednostki te różnić się mogą wielkością i zakresem działań, ale istota problemów i metodyka ich rozwiązywania jest taka sama.

W tym opracowaniu autorka stara się przedstawić w możliwie kompleksowy sposób problemy redukcji ryzyka w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych, prezentując metody ich analizy i rozwiązywania, rozwijając jednocześnie procedurę budowy efektywnego portfela projektów inwestycyjnych.

Na rysunku 1 przedstawiono strukturę pracy, która ilustruje metodykę budowy efektywnego portfela projektów inwestycyjnych.

1. Definicje ważniejszych pojęć stosowanych w pracy

Decyzje inwestycyjne są zwykle podejmowane na wysokim szczeblu zarządzania. Przyjmuje się, że

menedżer podejmuje decyzję w istniejących warunkach, przy istniejącym stanie wiedzy i dostępności danych zgodnie ze swoją najlepszą wolą, wiedzą, doświadczeniem i umiejętnościami.

Jeszcze niedawno dyrektorzy polskich firm przed podjęciem decyzji czekali na pełną informację odgórną [75]. Trzeba mieć ową, wspomnianą wcześniej, intelektualną wszechstronność i odwagę, popartą wiedzą i doświadczeniem, aby podjąć decyzję wykraczającą poza zakres rutynowego działania. Tylko tak zarządzane przedsiębiorstwa mają możliwość przetrwania w szybko zmieniających się warunkach.

Rozumienie sytuacji i mechanizmów zachowania się rynku, a także doskonała znajomość sytuacji finansowej własnej firmy i jej przyszłych możliwości wspierają decyzje menedżerskie, np. J. Samojlik uważa, że *Dążąc do jej rozstrzygnięcia, [kwestii] szukają oni rozwiązań, które byłyby lepsze od znanych lub w ogóle właściwe w określonej sytuacji ... i dalej ... najważniejszą sprawą jest istnienie motywów do innowacji, wynalazczości i przedsiębiorczości* [62, s. 26]. W nowych i wciąż zmieniających się warunkach gospodarki istotny staje się ciągły rozwój przedsiębiorstw, ciągła realizacja nowych pomysłów, idei, ciągły rozwój oferowanych produktów czy usług. Píše o tym B. Pełka: *Realizacja przedsięwzięć projektowych jest podstawowym sposobem wprowadzania – przez kierownictwo – nowych systemów, produktów, procesów oraz wszelkich zmian wykraczających poza normalne, codzienne operacje danej organizacji (przedsiębiorstwa, firmy)* [54, s. 127]. Im wcześniej podjęcie się decyzje co do możliwości realizacji i opłacalności rozważanych projektów inwestycyjnych, tym większa pewność sukcesu i niższy koszt (rys. 1.1). Tym samym istotny staje się wybór projektów inwestycyjnych do realizacji, dających zadowalające korzyści i doboru źródeł finansowania projektowanych i realizowanych przedsięwzięć gospodarczych w możliwie wczesnym okresie.

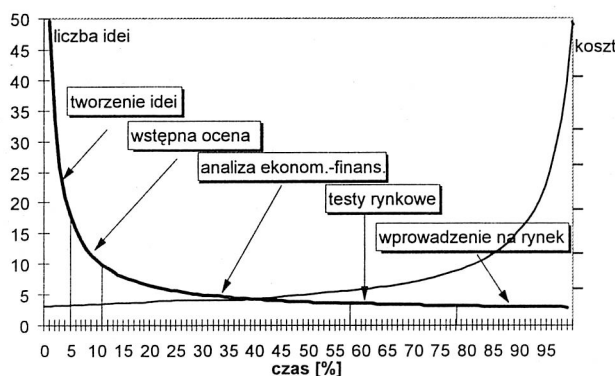
Literatura z zakresu ekonomii i zarządzania oferuje czytelnikowi wiele określeń i interpretacji terminu **inwestycja** [3], [4], [5], [6], [12], [14], [29], [32], [33]. Różnią się one właściwie tylko określeniem przedmiotu i celu inwestowania. Łączy je natomiast jedno: w każdej definicji występuje konieczność ponoszenia nakładów. Określenie, które dość dobrze opisuje inwestycje w gospodarce rynkowej, podkreśla jej charakterystyczne cechy, a tym samym również cechy inwestowania można sformułować następująco:

inwestycja jest nakładem kapitałowym poniesionym dziś kosztem rezygnacji z bieżącej konsumpcji, na rzecz przyszłych korzyści. Teraźniejszość jest względnie dobrze znana, natomiast przyszłość to tajemnica. Zatem inwestycja jest wyrzeczeniem się pewnego dla niepewnej korzyści.

1. W tym sformułowaniu jest podkreślony element psychologiczny związany z inwestowaniem: rezygnacja inwestującego z bieżącej konsumpcji na rzecz przyszłej nadziei zarobku. Nie jest to oczywiście decyzja łatwa.

2. Podkreślono, że w inwestowaniu nieodłącznym czynnikiem jest czas. Inwestujący wyrzeka się bieżących korzyści na rzecz przyszłych. Oznacza to, że upływ czasu, jakkolwiek sam w sobie nie jest przyczyną powstawania przyszłych korzyści, musi wystąpić, aby inwestycja je przyniosła.

3. Z inwestowaniem nieodłącznie wiąże się ponoszenie ryzyka. Przyszłość jest niepewna, przeto przyszłe korzyści mogą wystąpić, ale nie muszą. Inwestujący może ponieść nawet straty.



Rys. 1.1. Fazy oceny projektów (na podstawie pracy [86])

Fig. 1.1. Steps in project evaluation process

Każdy pojedynczy pomysł, idea rozważana lub realizowana w tym samym czasie, wymagająca oddzielnego traktowania w sensie finansowania lub stosowania oddzielnych metod szacowania, a wymagająca nakładów finansowych z myślą o przyszłych korzyściach, nazywać się będzie (w tej pracy) **projektem inwestycyjnym**.

W tym rozumieniu, np. realizacja inwestycji pn. „restrukturyzacja przedsiębiorstwa” wymaga rozpatrzenia wielu projektów inwestycyjnych, bo – jak pisze B. Pełka – *Pod pojęciem restrukturyzacja przedsiębiorstwa rozumiemy zmiany struktury produkcyjnej i organizacyjnej przedsiębiorstwa w odniesieniu do techniki, technologii, form organizacji produkcji i systemu zarządzania oraz jego statusu prawno-organizacyjnego* [53, s. 84.]

Każda jednostka gospodarcza istnieje w określonej przestrzeni biznesu. Decyzje podejmowane w firmie 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 uwiidoczniają 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 [16], [17] sprawiają, że czasami niektórzy menedżerowie uważają, iż stosowanie metod prognozowania do szacowania przyszłych efektów mija się z celem. To prawda, że rzeczywiste rezultaty odbiegają od prognozowanych. Ale czy to znaczy, że bez stosowania tych metod uzyska się lepsze wyniki?

Rozwój przedsiębiorstwa zależy w dużej mierze od jego strategii rozwoju.

Strategię rozwojową przedsiębiorstwa można zdefiniować jako: ... *dlugookresową działalność przedsiębiorstwa, związaną z określaniem celów oraz przygotowaniem i realizacją efektywnych programów w obszarze: rynku, techniki, technologii, organizacji i ekonomiki – uzależnioną od konkretnej polityki przemysłowej i gospodarczej* [53, s. 32]. Decyzje dotyczące strategii firmy są podejmowane na najwyższym szczeblu zarządzania przedsiębiorstwem i dotyczą ważnych i kompleksowych problemów związanych z przetrwaniem lub rozwojem firmy na rynku. Opracowanie strategii wymaga obserwacji megatrendów zjawisk zachodzących w gospodarkach światowych i ich otoczeniu. Strategia jest wzorcem (wizją) funkcjonowania i rozwoju przedsiębiorstwa, zespołem reguł i kryteriów, którymi kierują się menedżerowie, podejmując decyzje dotyczące funkcjonowania i rozwoju przedsiębiorstwa. Kryteria te uwzględniają zmienność otoczenia, ale pozostają w ścisłym związku z celem przedsiębiorstwa, sprzyjając jego realizacji.

Strategia przedsiębiorstwa nosi nazwę strategii globalnej, ponieważ traktuje przedsiębiorstwo jako całość. Globalna strategia przedsiębiorstwa polega na wyborze dziedzin działalności gospodarczej, w których przedsiębiorstwo chce uczestniczyć oraz ustaleniu tych, którymi nie jest zainteresowane. W skład strategii przedsiębiorstwa, zwanej również strategią rozwoju, wchodzi strategię cząstkowe (funkcjonalne) poszczególnych obszarów funkcjonalnych: marketingu, sprzedaży, produkcji, finansów itp.

Strategia finansowa odgrywa w przedsiębiorstwie rolę szczególną, łącząc wszystkie obszary funkcjonalne przedsiębiorstwa. Każda decyzja w przedsiębiorstwie wiąże się ściśle z finansami.

Strategię finansową można określić jako zbiór kryteriów i reguł postępowania podporządkowanych realizacji strategicznego celu rozwoju. Kryteriami tymi kierują się zarządzający przedsiębiorstwem w trakcie podejmowania decyzji dotyczących pozyskiwania środków na finansowanie bieżących i przyszłych potrzeb oraz podczas określania kierunków i sposobów wykorzystania tych środków, przy uwzględnieniu istniejących szans, ograniczeń i związków z otoczeniem [93].

Definicja ta rozgranicza pozyskiwanie kapitału od jego wykorzystania, inwestowanie od finansowania, działalność bieżącą (eksploatacyjną) od przyszłej (rozwojowej). Pomiedzy nimi istnieje jednak ścisła współzależność. Odzwierciedleniem zależności między pozyskiwaniem kapitału a finansowaniem jest struktura pasywów, po-

między wykorzystaniem majątku a inwestowaniem – struktura aktywów. Wymienione relacje nakładają się na siebie, wskutek czego konieczne jest zachowanie odpowiednich proporcji, np. między strukturą kapitału a strukturą majątku.

Podstawowymi obszarami strategicznych decyzji finansowych są: decyzje inwestycyjne, kształtowanie struktury majątku, kształtowanie struktury kapitału, optymalizacja poziomu zadłużenia, kształtowanie relacji między strukturą majątku i strukturą kapitału, zarządzanie kapitałem pracującym, operacyjne decyzje finansowe o znaczeniu strategicznym, podział zysku – polityka dywidendy [93].

Planowanie finansowe jest częścią planowania strategicznego. Zarządzanie finansami spełni swoje zadanie – osiągnięcie celu podstawowego i podcelów, gdy jego podstawę stanowią planowanie, czyli opracowywanie planów osiągnięcia założonych celów. Cele ilościowe zakładane dla osiągnięcia celu finansowego umieszcza się w planie finansowym opracowywanym na rok, dwa, pięć, dziesięć lat, a nawet dłużej. Plan finansowy stanowi część całościowego planu strategicznego organizacji. Dobre opracowanie planu finansowego sprawia, że firma może oszacować odpowiednio wcześniej:

a) jaka jest wysokość funduszu potrzebna na inwestycje długoterminowe i krótkoterminowe przepływy gotówki,

b) czy jest możliwe osiągnięcie nadwyżki gotówki, a jeśli tak, to jak długo będzie utrzymany dodatni stan gotówki i jak ją zagospodarować (czy należy i w jakie aktywa inwestować na zewnątrz),

c) w jaki sposób podwyższyć pożądany fundusz,

d) czy firma będzie zyskowna i czy możliwe jest osiągnięcie celów głównego i innych, na przykład osiągnięcie 10% stopy zwrotu z dywidendy.

Plany finansowe opracowuje się na podstawie prognoz (rys. 1.2).

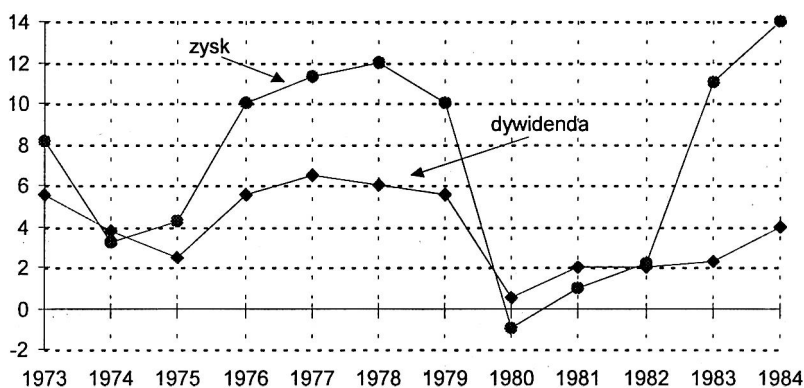
Prognozy otoczenia są konieczne, aby szacować przyszłe zjawiska polityczne i gospodarcze wpływające na działalność organizacji. Prognozy gospodarcze powinny uwzględniać stopę wzrostu gospodarczego, stopę inflacji, ceny walut obcych i stopę oprocentowania.

Prognozy rynku i przemysłu mogą być formułowane razem z prognozami otoczenia. Opisują one stopę wzrostu lub spadku gałęzi przemysłu lub rynku zbytu, zmiany technologiczne, które wpływają na metody produkcji, możliwe podziały rynku na sektory itd.

Prognozy dla organizacji są opracowywane po prognozach rynkowych i gałęzi przemysłu. Mogą one dotyczyć wartości sprzedaży, kosztów i zysków, rozwoju produktu, siły roboczej, potrzeb finansowych.

W planowaniu finansowym stosuje się **modele finansowe**; najczęściej korzysta się z modelowania komputerowego, z gotowych pakietów programów lub buduje specjalne modele przystosowane do specyfiki firmy na podstawie znanych arkuszy kalkulacyjnych. Modele te zawierają najczęściej następujące zmienne: środki trwałe i środki obrotowe, zobowiązania, przychody ze sprzedaży produktów i przychody ze sprzedaży krajowej i eksportowej, różne koszty operacyjne, podatki, źródła funduszy (kapitał własny, pożyczki, akcje uprzywilejowane), dywidendy, oprocentowanie, inne koszty kapitału, technologia, inne.

Proces podejmowania decyzji inwestycyjnych i finansowych powinien uwzględniać strategię finansową firmy oraz odwoływać się do głównego celu zarządzania przedsiębiorstwem – wzbogacania właścicieli – przez wzrost wartości rynkowej firmy (wzrost cen akcji na giełdzie) lub przez wypłacanie **dywidendy**. W Polsce wśród spółek, których akcje są w publicznym obrocie na WGPW (Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie), występuje nie do końca zrozumiały zwyczaj niepłacenia dywidend albo płacenia bardzo niskich. Zjawisko to można tłumaczyć w różny sposób, na przykład chęcią reinwestowania zysków w celu zwiększania dochodów w przyszłych okresach, a więc rozwojem spółek, albo też ich bardzo słabą kondycją finansową. Niewypłacenie dywidendy w USA spowodowałoby spadek cen akcji na giełdzie i świadczyłoby o złej kondycji firmy. Menedżerowie zdają sobie sprawę, że niespełnienie podstawowego celu firmy – bogacenia się akcjonariusza, zwiększania jego zarobków – może spowodować natychmiastową zmianę zarządu. Historia i dzień dzisiejszy znanych, dużych firm pokazują, że czasami wartość wypłacanych dywidend przekracza wypracowany zysk, aby obraz firmy w oczach potencjalnych nabywców akcji nie został zmieniony. Zdarza się, że firmy amerykańskie (rys. 1.3) zaciągają w bankach kredyty po to tylko, aby utrzymać politykę w zakresie dywidend, ich stały lub często regularnie wzrastający poziom.



Rys. 1.3. Wartość wypłaconych dywidend na akcję i zysk na akcję firmy General Motors w latach 1973–1984 [49, s. 464]

Fig. 1.3. Dividends per share and earnings per share for General Motors

Prawidłowe zarządzanie jest w stanie poprawić kondycję firmy, wyprowadzić ją z krótkotrwałych kłopotów. Utrata natomiast pozytywnego obrazu w oczach potencjalnych akcjonariuszy może doprowadzić do bankructwa firmy (nikt nie zechce być właścicielem niedochodowej firmy). Na rysunku 1.3 pokazano sytuację, gdy duża i znana firma General Motors w 1980 roku wypłaciła dywidendę mimo ujemnego zysku (straty). W 1981 roku dokonała wypłat dywidend, przekraczających wartość jej rocznych zysków. W następnych latach nastąpił gwałtowny wzrost zysków i wzrost wartości dywidendy.

Ryzyko jest atrybutem wszelkich inwestycji. Rozumie się je jako niepewność, niebezpieczeństwo, możliwość niezrealizowania celu, spodziewanych efektów założonych w chwili podejmowania decyzji inwestycyjnej. Wynika ono z niepewności co do przyszłych wartości wielkości wpływających na efektywność inwestycji. Występuje ono zawsze. Nawet zakup obligacji rządowych lub bonów skarbowych jest obciążony ryzykiem. Skarb państwa lub bank centralny mogą nie wywiązać się ze zobowiązań; może dojść do przewrotów, wojen czy innych kataklizmów.

W analizach finansowych przyjmuje się, że stopa oprocentowania krótkoterminowych papierów wartościowych emitowanych przez skarb państwa jest miernikiem zysku nie obciążonego ryzykiem.

W literaturze przedmiotu często stosuje się określenie ryzyko akcji, projektu inwestycyjnego, pakietu papierów, aktywów kapitałowych, portfela papierów wartościowych, portfela projektów inwestycyjnych w rozumieniu ryzyko inwestowania w akcje, projekt inwestycyjny itd. [4], [9], [22], [24], [40], [49].

W gospodarce wolnorynkowej rynek wycenia każdy walor i przypisuje mu ekwiwalent pieniężny. W przypadku zwiększonego ryzyka należy oczekiwać, że inwestorzy zażądają ekwiwalentu w postaci zwiększonej stopy zwrotu.

stopa zwrotu z inwestycji R = stopa zwrotu z inwestycji wolnej od ryzyka + ekwiwalent za ryzyko,

$$R = R_f + R_{\text{prem}},$$

gdzie:

R – stopa zwrotu z inwestycji (dowolnej, a więc obciążonej ryzykiem),

R_f – stopa zwrotu z inwestycji wolnej od ryzyka,

R_{prem} – premia za ryzyko.

Istnieje silny, bezpośredni związek pomiędzy stopą zwrotu a ryzykiem. Ogólną zależność można przedstawić następująco:

$$\text{Ryzyko}_{\text{bonu skarbowego}} < \text{Ryzyko}_{\text{obligacji}} < \text{Ryzyko}_{\text{akcji uprzywilejowanej}} < \text{Ryzyko}_{\text{akcji zwykłej}},$$

z czego wynika, że podobna zależność łączy stopy zwrotu:

$$R_{\text{bonu skarbowego}} < R_{\text{obligacji}} < R_{\text{akcji uprzywilejowanej}} < R_{\text{akcji zwykłej}}.$$

Kształtowanie się stopy zwrotu z aktywów kapitałowych na polskim rynku kapitałowym w 1996 roku pokazano na rysunku 1.4.

Inwestorzy kupujący akcje zwykle spodziewają się uzyskać wyższy zysk, wyższą stopę zwrotu z zainwestowanych funduszy niż gdyby ulokowali swoje oszczędności w bankach, na terminowych rachunkach oszczędnościowych, w obligacjach skarbowych czy bonach skarbowych. W dłuższym horyzoncie czasowym oczekiwana stopa zwrotu z akcji zwykłych jest wyższa niż oczekiwana stopa zwrotu z mniej ryzykownych inwestycji. Aby uzyskać wyższą stopę zwrotu, inwestor musi zaakceptować wyższą stopę ryzyka.

Stopę zwrotu, stopę zysku rozumie się jako:

$$\text{stopa zwrotu } R = \frac{\text{cena końcowa} - \text{cena początkowa} + \text{dochód dodatkowy}}{\text{cena początkowa}},$$

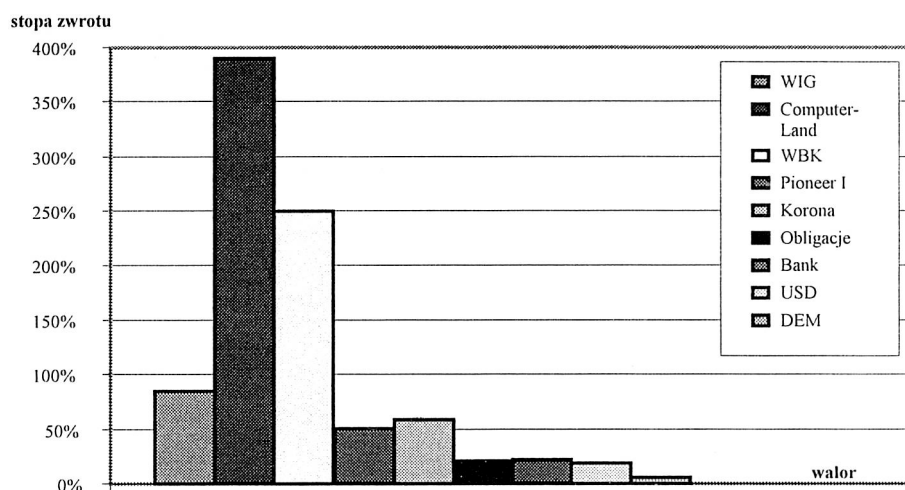
natomiast zwrot, zysk jako

$$\text{zwrot } R = \text{cena końcowa} - \text{cena początkowa} + \text{dochód dodatkowy},$$

gdzie:

dochód dodatkowy to:

- dywidenda, w przypadku akcji,
- kupon (oprocentowanie), w przypadku obligacji,
- inne (na przykład zwolnienia podatkowe).



Rys. 1.4. Stopa zwrotu z wybranych aktywów na polskim rynku kapitałowym w 1996 r.

Fig. 1.4. Rate of return of some capital assets at Polish capital market in 1996

Stopę zwrotu, zwrot z inwestycji rzeczowych można mierzyć wieloma sposobami, np. wartości obecnej netto inwestycji – NPV, wewnętrznej stopy zwrotu – IRR, wskaźnika zyskowności – PI, okresu zwrotu inwestycji – PB.

W literaturze przedmiotu często stosuje się określenie stopa zwrotu z akcji, projektu inwestycyjnego, pakietu papierów, aktywów kapitałowych, portfela papierów wartościowych, portfela projektów inwestycyjnych w rozumieniu stopa zwrotu z inwestowania w akcje, projekt inwestycyjny itd. [4], [9], [22], [24], [40], [49].

Zwroty zrealizowane, obliczane ex post, różnią się od zwrotów oczekiwanych, obliczanych ex ante (przed zajściem zdarzenia), ponieważ wartości oczekiwanych zwrotów są obliczane na podstawie szacowanych, prognozowanych wielkości.

Przy tych samych oczekiwanych stopach zwrotu z dwu różnych inwestycji A i B , z tego, że ryzyko inwestycji A jest mniejsze od ryzyka inwestycji B nie wynika jeszcze, iż w przyszłości stopa zwrotu z inwestycji A będzie większa od stopy zwrotu z inwestycji B .

2. Inwestowanie i źródła finansowania

Jednym z podstawowych sposobów powiększania kapitału jest jego inwestowanie, tzn. działanie mające na celu powiększenie majątku przez przeznaczenie na ten cel określonych środków pieniężnych. W gospodarce rynkowej inwestowanie nabiera szczególnej wagi z dwóch względów. Jest podstawowym czynnikiem powiększania kapitału i podstawowym czynnikiem wzrostu i rozwoju gospodarczego.

Dynamicznie rozwijający się rynek kapitałowy stwarza możliwości korzystania z wielu instrumentów finansowych. Przeobrażeniu ulegają rynki pieniężne i kapitałowe. Ich rozwój i regulacje prawne są wynikiem dążenia firm do zabezpieczania się przed ryzykiem, związanym z podejmowaniem decyzji inwestycyjnych, rozwojem i ekspansją firm.

Na przestrzeni lat powstawały i ciągle powstają nowe możliwości finansowania przedsięwzięć gospodarczych, tak pomyślane, aby możliwie jak najlepiej chronić firmy przed ryzykiem. Korzystanie ze źródeł, które powodują zmniejszenie ryzyka ponoszonego przez firmę zwykle więcej kosztuje. Koszt kapitału inwestycyjnego oraz ryzyko związane z poszczególnymi źródłami finansowania są elementami, które należy uwzględniać podczas podejmowania decyzji finansowych. Ciągły wybór (*trade off*) między ryzykiem i kosztem finansowania jest atrybutem tych decyzji.

2.1. Rodzaje inwestycji

W encyklopedycznym ujęciu inwestycje* to

nakłady gospodarcze dokonywane w celu stworzenia lub powiększenia środków trwałych.

Wyróżnia się następujące rodzaje inwestycji:

- **produkcyjne** – tj. inwestycje przemysłowe, budowlane, rolne i leśne, a także inwestycje w dziedzinie usług materialnych, tj. komunikacji i handlu,
- **nieprodukcyjne** – są to przede wszystkim inwestycje w zakresie budownictwa mieszkaniowego i komunalnego oraz w zakresie urządzeń socjalnych i kulturalnych.

W zależności od celu inwestowania wyróżnia się inwestycje:

- **rozwojowe**, których celem jest powiększenie majątku trwałego przez budowę nowych obiektów, a także przez rekonstrukcję obiektów istniejących,
- **restytucyjne** (odtworzeniowe), polegające na odtworzeniu częściowo zużytych urządzeń.

* *Encyklopedia powszechna*, PWN, 1984.

Wyróżnia się także inwestycje:

- **intensywne**, których realizację łączy się z wprowadzeniem nowych osiągnięć technicznych, w wyniku czego uzyskiwane efekty są wyższe od osiąganych w obiektach już istniejących,
- **ekstensywne**, które oznaczają realizację obiektów podobnych do już istniejących; są one mniej kapitałochłonne, lecz przynoszą w porównaniu z inwestycjami intensywnymi mniejsze efekty techniczno-ekonomiczne.

W amerykańskim słowniku biznesu inwestycję* definiuje się jako:

INVESTMENT – purchase of stocks, bonds, mutual fund shares, real property, annuity, collectible, etc., with the expectation of obtaining INCOME or CAPITAL GAIN – or both – in the future. Investment tends to be longer term and less risky than SPECULATION.

Inwestowaniem zaś nazywa się:

INVEST – transfer CAPITAL to an enterprise in order to secure income or profit for the investor.

W polskim *Słowniku biznesu* inwestycja** jest określona następująco:

inwestycja jest to zamiana środków finansowych na dobra rzeczowe, usługi, prawo użytkowania i patenty – a więc jest to majątek trwały zorganizowany w celu osiągnięcia w następnych okresach dodatkowych dochodów lub oszczędności kosztów.

Majątek trwały obejmuje rzeczowe i zrównane z nimi składniki majątku trwałego, wartości niematerialne i prawne oraz finansowe składniki majątku.

(Zatem również w gospodarce polskiej przez inwestycję rozumie się zarówno inwestycje rzeczowe, jak i inwestycje na rynku kapitałowym).

W *Encyklopedii biznesu* stwierdzono, że: *W ekonomice przedsiębiorstw w krajach o rozwiniętej gospodarce rynkowej do inwestycji zalicza się również finansowanie przyrostu zapasów materiałów, półfabrykatów i produktów gotowych, a więc finansowanie majątku obrotowego. Te rodzaje inwestycji są nazywane inwestycjami inwentarzowymi.*

Pod względem zakresu inwestowania rozróżniamy inwestycje rzeczowe, finansowe, szkoleniowe.

W zależności od celu rozróżniamy inwestycje nowe i odtworzeniowe.

Ze względu na powiązaniem jednostek inwestujących z budżetem rozróżnia się w Polsce inwestycje centralne, jednostek budżetowych, organizacji społecznych i zawodowych, terenowe (gmin i miast), przedsiębiorstw, ludności.

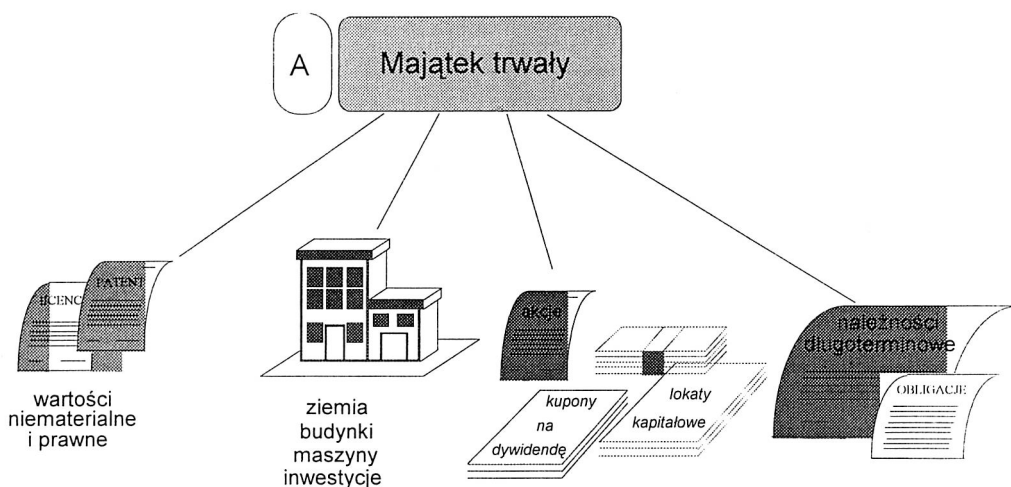
* J.B. FRIEDMAN, *Dictionary of Business Terms*, NY, BARRONS, 1987.

** K. KUZIEMSKI, *Encyklopedia biznesu*, Fundacja Innowacyjna, 1995.

W tej pracy przez inwestycję rozumieć się będzie

zaangażowanie kapitału, zakup aktywa nabytego z myślą o wypracowaniu przez niego korzyści w przyszłości.

W tym rozumieniu również działalność gospodarczą przedsiębiorstwa rozumie się jako inwestycję. Wykorzystuje się majątek trwały, technikę, technologię; zakupuje się pracę ludzką, surowce; przeprowadza modernizację, rozszerza ofertę asortymentową, rozszerza rynek itd. w celu wypracowania przyszłych zysków (rys. 2.1, 2.2).



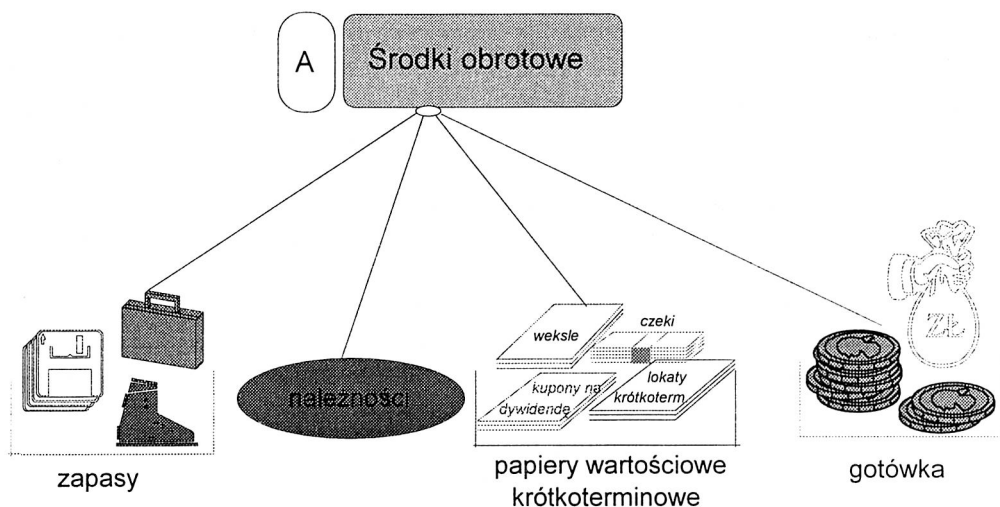
Rys. 2.1. Majątek trwały firmy
Fig. 2.1. Fixed assets of the firm

Inwestycje rzeczowe polegają na zakupie majątku trwałego, który wykorzystuje się do generowania dochodów.

Inwestycje finansowe polegają na zakupie dewiz czy lokowaniu oszczędności na rachunkach bankowych. Jednym z najważniejszych rodzajów działalności w zakresie inwestycji finansowych jest zakup udziałów spółek i inwestowanie w papiery wartościowe.

Specjalnym rodzajem inwestycji jest inwestowanie w rozwój umiejętności ludzkich. Kursy, szkolenia, treningi kadry kierowniczej oraz innych pracowników, z punktu widzenia działalności przedsiębiorstwa są inwestycją, której efekty może trudno mierzyć, ale zwykle – mimo stosunkowo niskich nakładów – przynosi ona duże korzyści.

Inwestycją jest restrukturyzacja ... *restrukturyzacja będzie miała charakter wieloletniego procesu wymagającego znacznych nakładów finansowych* [28, s. 56], którą przeprowadza się z myślą o przyszłych korzyściach.



Rys. 2.2. Majątek obrotowy przedsiębiorstwa
Fig. 2.2. Current assets of the firm

W procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych rozważa się lub realizuje kilka, kilkanaście pomysłów przedsięwzięć jednocześnie.

Zarządzanie finansami firmy to nie tylko ocena finansowej działalności firmy, ale także, a może przede wszystkim, podejmowanie decyzji finansowych, w wyniku których następuje permanentny rozwój firmy. Czy decyzje menedżerskie zapewnią efektywność działania, polepszą wizerunek firmy, trudno jest orzekać już w chwili podejmowania decyzji. Efekty decyzji uwiadcniają się dopiero w przyszłości, czasami bardzo odległej. Liczba parametrów mających wpływ na przyszłe wyniki działania jest bardzo duża. Efekty podejmowanych decyzji zależą przede wszystkim od specyfiki działania danej firmy. Od rodzaju jej działalności, rynku zbytu, wielkości, wykorzystywanej technologii, struktury finansowania itd. Dokładne poznanie wszystkich tych elementów i ich oddziaływania na siebie oraz poznanie wpływu na globalny obraz efektów ułatwia menedżerowi podejmowanie decyzji.

Do metod wspierających menedżerów w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych i finansowych należą, między innymi, metody analizy:

- scenariuszy,
- wrażliwości,
- prognozy rentowności,
- dźwigni operacyjnej,
- dźwigni finansowej,
- ryzyka związanego z podejmowanymi decyzjami.

Działalność przedsiębiorstwa z punktu widzenia finansowego można oceniać za pomocą różnych metod. Podstawą wszelkich ocen jest wzajemna relacja między kosztami, wartością sprzedaży i zyskiem [9], [49].

W niestabilnych warunkach otoczenia firmy ryzyko finansowe związane ze sposobem finansowania realizowanego przedsięwzięcia jest wysokie. Dlatego przedsiębiorstwa powinny zwracać uwagę na koszt kapitału oraz na odpowiednią dywersyfikację źródeł finansowania, która w istotny sposób zmniejsza ryzyko związane z niewypłacalnością firmy w przypadku „zaburzeń” w prognozowanej sprzedaży lub nagłego wzrostu kosztów, np. kosztu kredytu bankowego.

W polskiej gospodarce istnieje mała podaż kapitału. Wszystkie banki polskie łącznie dysponują kapitałem, który na liście rankingowej banków światowych daje im 90 miejsce (wypowiedź dyrektora Banku Zachodniego w 1995 r.). Co więcej, kapitał ten jest stosunkowo drogi. Niektórzy autorzy uważają, że: *Dlatego jedyną szansą jest dopuszczenie i stworzenie odpowiednich warunków dla kapitału zagranicznego do inwestowania w Polsce* [28, s. 46]. Każda decyzja finansowa powinna więc być poprzedzona analizą możliwości uzyskania kapitału najtańszym kosztem i obciążonego najmniejszym ryzykiem, a projekty inwestycyjne powinny być przebadane pod względem opłacalności (według określonych kryteriów) i ryzyka.

Decyzje inwestycyjne określają przyszłość przedsiębiorstwa. Od ich trafności zależy perspektywiczna konkurencyjność przedsiębiorstwa, jego udział w rynku i możliwość uzyskiwania zysków.

Z decyzjami inwestycyjnymi wiążą się na ogół duże nakłady i wysokie ryzyko. Określając kierunek i formę inwestowania należy określić m.in.: kiedy inwestować, w co inwestować, ile inwestować, jak rozłożyć nakłady inwestycyjne w czasie.

Wśród podstawowych kategorii inwestycji w przedsiębiorstwie można wymienić inwestycje służące do utrzymania bieżącej działalności, obniżenia kosztów, rozwijania istniejących lub wprowadzania nowych produktów lub rozszerzania rynków, ale także inwestycje finansowe oraz niematerialne i prawne.

W szerszym znaczeniu inwestowanie obejmuje również finansowanie składników majątku obrotowego. Wszystko to oznacza w praktyce, że inwestowanie ma na celu utrzymanie i powiększanie majątku przedsiębiorstwa oraz wzrost wartości firmy przez poprawę jego parametrów jakościowych. Podejmowane decyzje inwestycyjne zmieniają wielkości, które charakteryzują funkcjonowanie przedsiębiorstwa.

2.1.1. Inwestycje rzeczowe

Pojęcie inwestowania długoterminowego wiąże się z inwestowaniem przedsiębiorstwa w jego aktywa trwałe. Takie inwestowanie wymaga zwykle dużych nakładów kapitałowych, ale przewiduje się również czerpanie korzyści z tytułu realizacji projektu w długim horyzoncie czasowym (kilku lub nawet kilkunastu lat).

Inwestowanie długoterminowe wpływa na zmianę struktury aktywów firmy z jednej strony oraz na zmianę struktury finansowania przedsiębiorstwa (pasywów) z drugiej strony. Dlatego większą wagę przywiązuje się do szacowania opłacalności tych inwestycji rozumianych jako nowe przedsięwzięcia.

Przez **przedsięwzięcie** należy rozumieć:

- prowadzenie istniejącej działalności,
- modernizację istniejącej produkcji,
- wprowadzanie nowej technologii,
- rozszerzanie działalności,
- rozszerzanie rynku,
- rozpoczynanie działalności,
- restrukturyzację przedsiębiorstwa,
- itd.

Niezależnie od rodzaju zamierzonego przedsięwzięcia, tworzenia nowego czy modernizacji istniejącego przedsiębiorstwa, zawsze występuje konieczność opracowania technicznego, finansowego i czasowego aspektu projektowanej inwestycji, a więc stwierdzenie:

- co jest celem inwestycji,
- jakie środki techniczne są konieczne do realizacji celu,
- jakie środki finansowe są niezbędne,
- jaki jest harmonogram inwestycji.

Metody szacowania opłacalności inwestycji długoterminowych, a więc i rzeczowych, polegają na porównaniu wielkości szacowanych wpływów gotówkowych generowanych przez projektowaną inwestycję oraz wydatków z nią związanych.

Wydatki inwestycyjne są to wydatki związane z:

- zakupami nowego wyposażenia (maszyn, urządzeń), nieruchomości, budynków lub ich budową, z przeznaczeniem na rozszerzenie oferty produktowej, modernizację istniejącej linii lub uruchomienie nowej produkcji,
- wymianą istniejącego wyposażenia,
- kampanią reklamową,
- wzrostem poziomu zapasów oraz wzrostem poziomu należności,
- kształceniem kadry kierowniczej i załogi,
- zmianą źródeł finansowania.

Dokładność oszacowania opłacalności projektów inwestycyjnych rzeczowych wymaga starannego przygotowania wydatków inwestycyjnych w czasie i harmonogramu realizacji projektu (tab. 2.1 i 2.2, rys. 2.3).

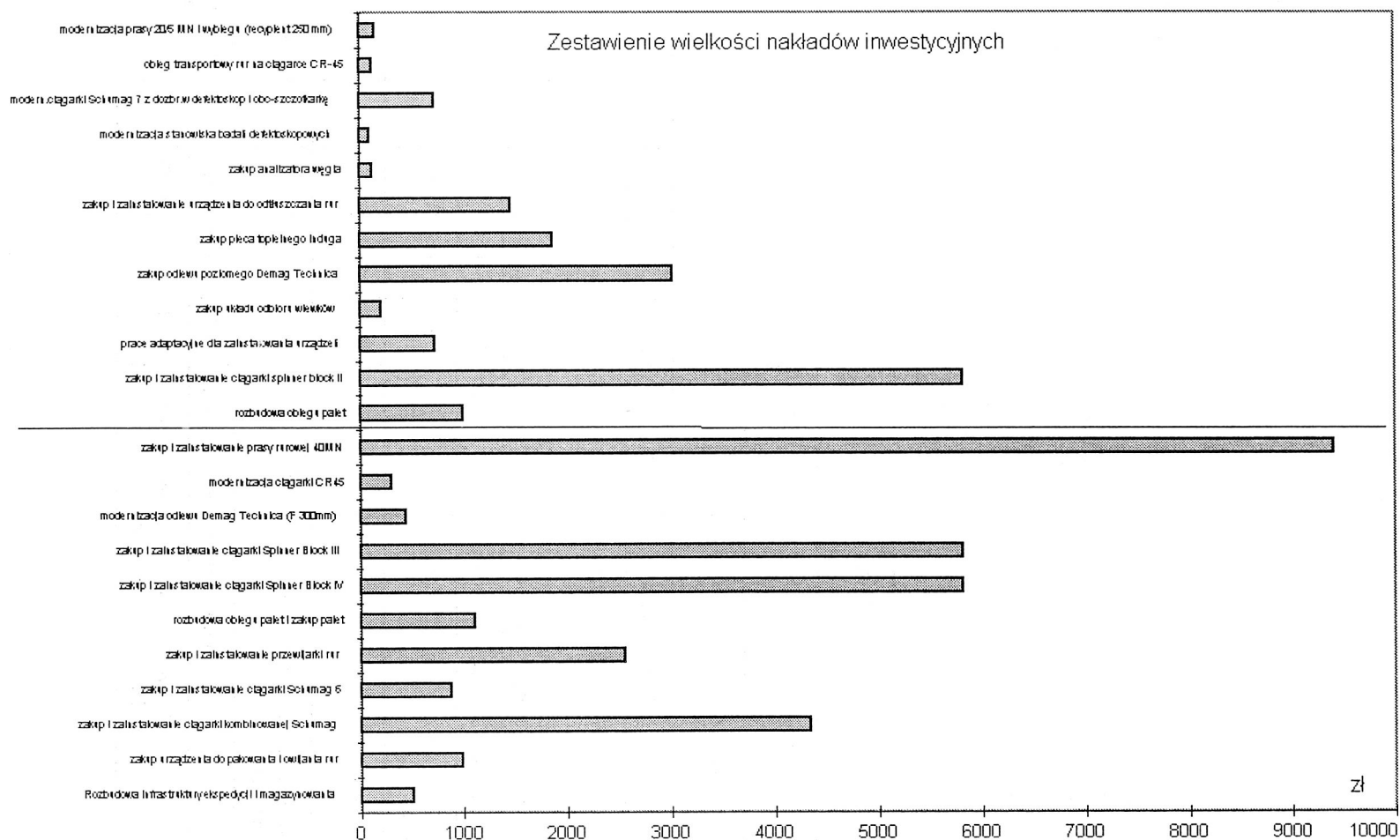
Rozłożenie wydatków w czasie pozwala na zaprojektowanie sposobów finansowania oraz zaprojektowanie optymalnego przepływu strumieni pieniężnych. Wskazane jest również opracowanie wielu wariantów inwestycji.

Tabela 2.1. Zadania inwestycyjne rozwoju produkcji rur instalacyjnych do zdolności 8 000 ton rocznie, w 1997 r.

Nazwa zadania inwestycyjnego	Nakłady inwestycyjne w tys. zł				
	1995	1996			Razem
I. Zwiększenie ciężaru kręgu					
modernizacja prasy 20/5 MN i wybiegu (recypient 250 mm)	30,0	120,0			150,0
obieg transportowy rur na ciagarce CR-45		120,0			120,0
II. Modernizacja technologii dla poprawy jakości i wydajności					
modernizacja ciagarki Schumag 7 z dozbrojeniem w defektoskop i obcinarko-szczotkarkę	456,2	258,0			714,2
modernizacja stanowiska badań defektoskopowych	95,0	8,5			103,5
zakup analizatora węgla	53,1	79,7			132,8
zakup i zainstalowanie urządzenia do odtłuszczenia rur			433,0	1012,0	1445,0
III. Wdrożenie technologii odlewania ciągłego poziomego wlewków SF-Cu					
zakup pieca topielnego Induga	376,4	741,1	735,1		1852,6
zakup odlewu poziomego Demag Technica	839,4	979,2	1193,1		3011,7
zakup układu odbioru wlewków	32,3		180,0		212,3
prace adaptacyjne dla zainstalowania urządzeń	36,3	366,7	196,7	123,0	722,7
IV. Zwiększenie zdolności produkcyjnej ciągnięcia rur w kręgach					
zakup i zainstalowanie ciagarki spinner block II		1632,0	1904,0	2274,0	5810,0
rozbudowa obiegu palet		180,0	630,0	190,0	1000,0
Razem nakłady	1918,7	4485,2	5271,9	3599,0	15274,8
Zdolność produkcyjna na koniec półrocza t/rok	1000	1300	1500	2000	

Tabela 2.2. Zadania inwestycyjne rozwoju produkcji rur instalacyjnych do zdolności 18 000 ton rocznie w 2000 r.

Nazwa zadania inwestycyjnego	Nakłady inwestycyjne w tys. zł						
	1997		1998		1999		Razem
	I	II	I	II	I	II	
I. Zwiększenie zdolności produkcyjnej i ciężaru prasówki							
zakup i zainstalowanie prasy rurowej 40MN	2820,0	2820,0	2820,0	940,0			9400,0
modernizacjaciągarki CR45	100,0	200,0					300,0
modernizacja odlewu Demag Technica (F 300mm)	200,0	235,0					435,0
II. Zwiększenie zdolności produkcyjnej ciągnięcia rur							
zakup i zainstalowanieciągarki Spinner Block III	1632,0	1904,0	2274,0				5810,0
zakup i zainstalowanieciągarki Spinner Block IV		1632,0	1904,0	2274,0			5810,0
rozbudowa obiegu palet i zakup palet	180,0	630,0	290,0				1100,0
III. Zwiększenie zdolności produkcyjnej linii wykańczającej							
zakup i zainstalowanieprzewijarki rur	765,0	1530,0	255,0				2550,0
zakup i zainstalowanieciągarki Schumag 6		260,0	520,3	86,9			867,2
zakup i zainstalowanieciągarki kombi- wanej Schumag			1300,0	1535,0	1500,0		4335,0
zakup urządzenia do pakowania i owijania rur				300,0	686,0		986,0
IV. Rozbudowa infrastruktury ekspedycji i magazynowania	300,0		200,0				500,0
Razem nakłady	5997,0	9211,0	9563,3	5135,9	2186,0	0,0	32093,2
Zdolność produkcyjna na koniec półrocza t/rok	4000	4000	4000	4500	6000	8000	

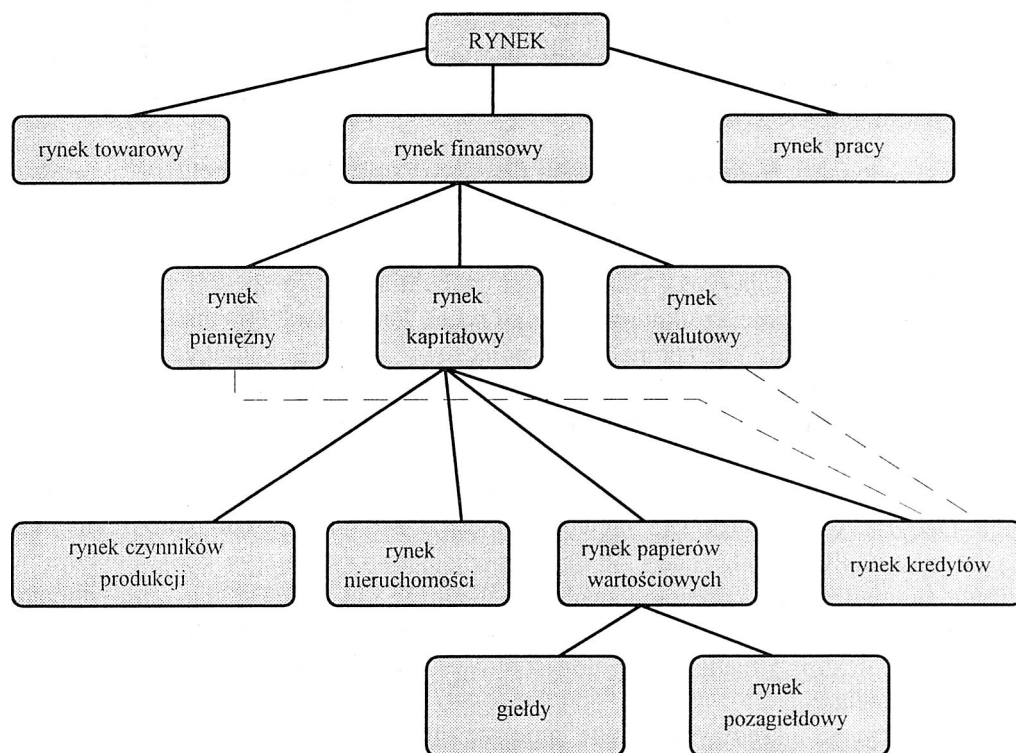


Rys. 2.3. Zestawienie wydatków inwestycyjnych
Fig. 2.3. Investment expenses

2.1.2. Inwestycje finansowe

Do inwestycji finansowych, zwanych również kapitałowymi, zalicza się zakup walorów, aktywów kapitałowych z myślą o zarobieniu na nich przez późniejszą odprzedaż lub czerpanie korzyści w postaci okresowych wypłat, np. zakup dewiz, nieruchomości, metali szlachetnych czy lokowanie oszczędności na rachunkach bankowych. Inwestowania dokonuje się na rynku kapitałowym. Jednym z najważniejszych rodzajów działalności w zakresie inwestycji finansowych jest inwestowanie w papiery wartościowe oraz udziały.

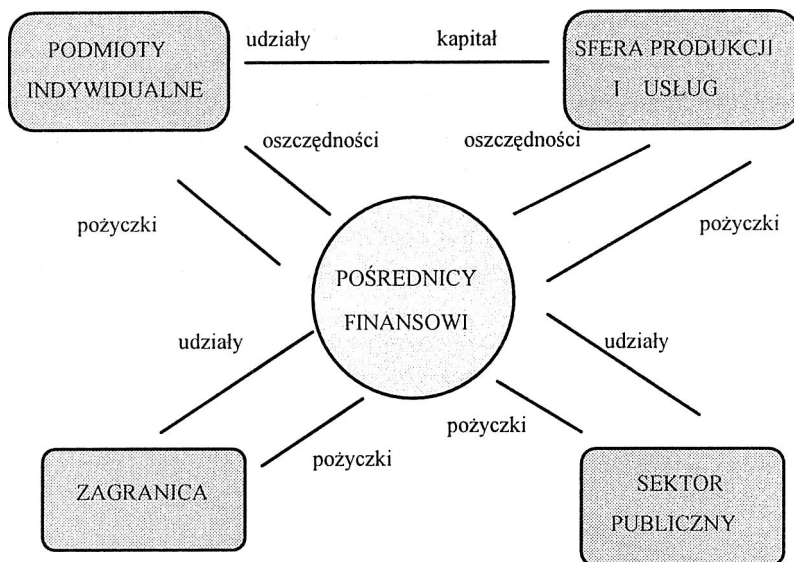
Przez rynek rozumie się ogół stosunków wymiennych między osobami i instytucjami sprzedającymi towary – przedstawiającymi podaż, a osobami i instytucjami nabywającymi towary – przedstawiającymi popyt (rys. 2.4).



Rys. 2.4. Schemat rynku (na podstawie pracy [18])

Fig. 2.4. Scheme of the market

Na rynku finansowym bez przerwy przechodzi towar – pieniądze, instrumenty finansowe między kupującymi a sprzedającymi, czyli między poszczególnymi podmiotami gospodarczymi (rys. 2.5).



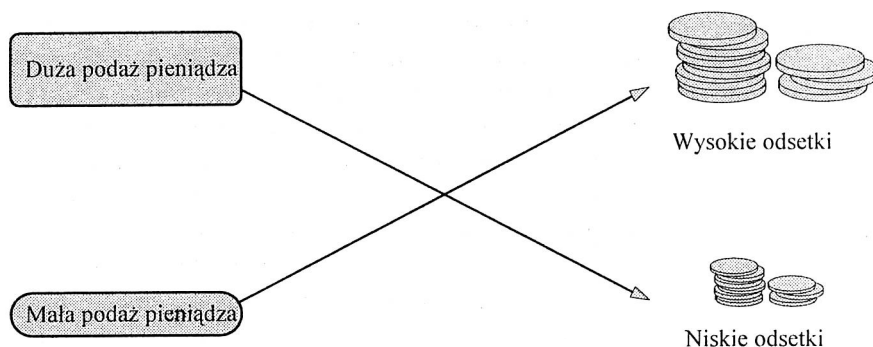
Rys. 2.5. Przemieszczanie środków finansowych (na podstawie pracy [2])

Fig. 2.5. Translocation of a financial assets at the market

Pieniądz i kapitał na rynku finansowym uzupełniają się w sposób ciągły. Rynek pieniądza (finansowanie krótkoterminowe) i rynek kapitałowy (finansowanie długoterminowe) zachowują się jak naczynia połączone. Popyt na pieniądze oraz podaż pieniądza w istotny sposób wpływają na podaż i popyt na kapitał i jego koszt. Zachowanie się rynku kapitałowego z kolei wpływa na rynek pieniężny.

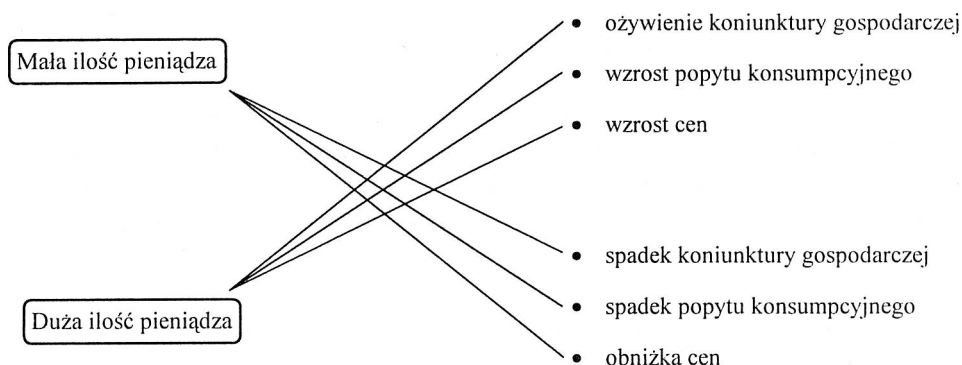
Decyzję o podjęciu takiej czy innej inwestycji podejmuje się w zależności od oczekiwań co do stopy zwrotu (zysku) i ryzyka związanego z konkretnym inwestowaniem. Decyzje w co inwestować nadwyżki funduszy lub gdzie poszukiwać finansowania potrzeb kapitałowych zależą od ilości pieniądza na rynku (rys. 2.6). Sterowanie ilością pieniądza jest domeną rządów. W zależności od sytuacji gospodarczo-finansowej kraju, banki centralne obniżają lub podnoszą koszt pieniądza – odsetki, co implikuje obniżkę lub spadek stopy oprocentowania kredytów i oszczędności lokowanych w bankach.

Jeśli pożyczki i kredyty bankowe stają się atrakcyjnym sposobem finansowania inwestycji firm, oszczędzanie w bankach przestaje być opłacalne. Wzrasta konsumpcja i chęć lokowania oszczędności na rynku kapitałowym, napędzając koniunkturę gospodarczą (rys. 2.7). Wzrastający popyt na „pieniądz bankowy” powoduje wzrost kosztu pieniądza, spadek zainteresowania firm tym sposobem finansowania inwestycji, a jednocześnie wzrasta zainteresowanie lokowaniem oszczędności w bankach, a więc i spadek konsumpcji. Obserwuje się spadek koniunktury gospodarczej. Koło gospodarki zaczyna się kręcić od początku.



Rys. 2.6. Teoria ilości pieniądza (na podstawie pracy [18])

Fig. 2.6. An amount of money theory



Rys. 2.7. Wpływ ilości pieniądza na gospodarkę (na podstawie pracy [18])

Fig. 2.7. An effect of money amount on an economy

Tani pieniądź prowadzi w pewnym momencie do tego, że firmy korzystają z niego w nadmiarze, produkcja rośnie ponad potrzeby. Wskutek nadmiaru pieniądza, przeznaczonego również na konsumpcję, wzrasta popyt. Za te same dobra producenci żądają coraz wyższych cen. To z kolei powoduje żądanie coraz wyższych płac, ponieważ wskutek wysokiej produkcji następuje wysoki popyt na siłę roboczą i dochodzi do jej braków na rynku. Powstaje niebezpieczeństwo inflacji, ponieważ pieniądź traci na wartości. Wzrost płac nie może być nieograniczony, klienci przestają mieć ochotę płacić coraz wyższe ceny za produkty i usługi, następuje zahamowanie popytu i produkcja musi być przyhamowana, a czasami nawet zatrzymana. Występuje bezrobocie, a szanse zbytu na rynku są wyraźnie mniejsze. Koniunktura gospodarcza spada, a czasem następuje nawet recesja.

Zbyt mała ilość pieniądza na rynku powoduje, że koszt kapitału inwestycyjnego jest bardzo wysoki i – co więcej – bardzo trudno uzyskać kredyt na finansowanie inwestycji (mała ilość pieniądza). Gospodarka nie ma bodźców, by planować inwestycje

rozwijające produkcję. Spada konsumpcja, społeczeństwo zaczyna oszczędzać w bankach, licząc na wysokie odsetki, a wysokie ceny dóbr odstrasza dodatkowo od kupowania. Producenci ograniczają produkcję ze względu na małe szanse zbytu (spadek konsumpcji) i małe szanse na zysk (wysokie oprocentowanie kredytów). Wzrasta bezrobocie, a więc następuje spadek płac; firmy mogą dyktować płace, co z kolei w dalszym ciągu powoduje spadek ilości pieniądza, przeznaczonego na konsumpcję. Rośnie niebezpieczeństwo stagnacji, a nawet recesji gospodarczej.

Idealną sytuacją byłoby, gdyby ilość pieniądza na rynku była taka, że – z jednej strony – ograniczałaby wzrost produkcji tylko do niezbędnego poziomu, a z drugiej strony – zachowywałaby odpowiedni bodziec zbytu i zysku, jako motorów przedsiębiorczości.

Wykorzystanie różnych źródeł finansowania działalności oraz dywersyfikacja projektów inwestycyjnych pozwalają zabezpieczyć się przed skutkami nie trafionych prognoz gospodarczych oraz wahań parametrów rynkowych.

2.2. Źródła finansowania inwestycji

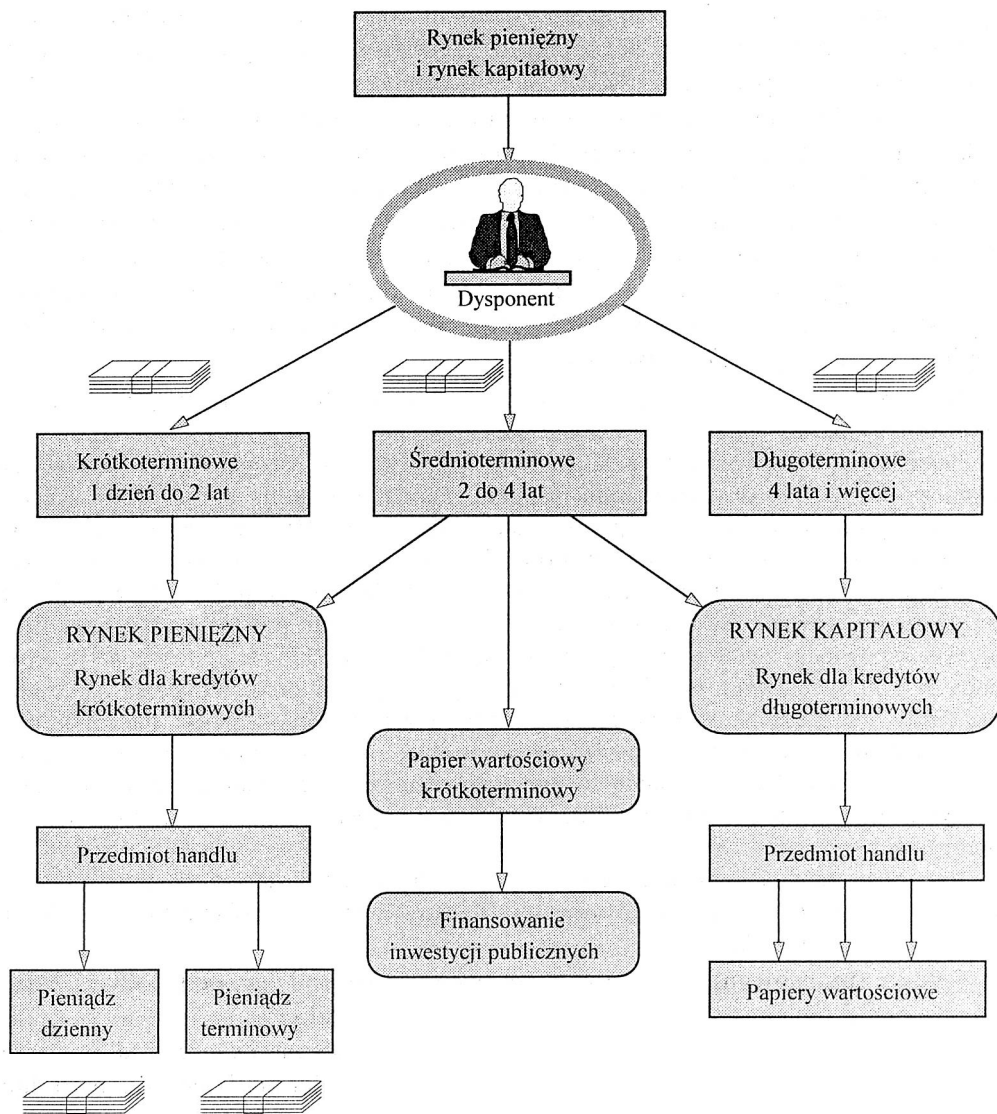
Każda organizacja gospodarcza działa na określonym rynku i do prowadzenia swojej działalności potrzebuje funduszy. Niezależnie od formy organizacyjno-prawnej jednostki gospodarcze generują koszty, bez których niemożliwe byłoby wykonywanie ich zadań statutowych. Organizacja działająca efektywnie pokrywa wydatki częściowo z funduszy własnych, a częściowo z obcych. Nie jest sztuką rozwijać się na tyle, aby wydatki pokrywać tylko z własnych funduszy. Sztuka zarządzania finansami polega, między innymi, na tym, aby korzystając również z funduszy obcych – w rozsądnych granicach – stworzyć możliwości realizacji głównego celu – zwiększenia zasobów (bogactwa) właścicieli.

2.2.1. Instytucje finansowe

W ciągu tysięcy lat działalności gospodarczej ludzkości w zakresie produkcji, usług i handlu wytworzyły się systemy, które umożliwiają i ułatwiają korzystanie z funduszy obcych – rynki finansowe. Rynek finansowy jest podsystemem systemu rynkowego, na którym aktywa finansowe są kupowane i sprzedawane. W zależności od wysokości potrzebnych funduszy, od możliwości i terminów ich wypłat rynek finansowy oferuje różne możliwości. Generalnie rynek finansowy to rynek pieniężny i rynek kapitałowy.

Fundusze potrzebne na pokrycie wydatków krótkoterminowych związanych z działalnością operacyjną i ogólną firmy zdobywa się na rynku pieniężnym, fundusze na pokrycie wydatków inwestycyjnych – na rynku kapitałowym. Jednostki gospodarcze mogą być zarówno funduszobiorcami jak i funduszodawcami. Nie jest opłacalne (z punktu widzenia celu głównego jednostki gospodarczej) trzymanie wypracowanych nadwyżek finansowych w kasie firmy lub na jej koncie bankowym. Powinny być one reinwestowane tak, aby również przynosiły zysk. Do prawidłowej działalności opera-

cyjnej firma potrzebuje tylko określonej ilości gotówki – nadwyżki powinny być lokowane w krótko- lub długoterminowe aktywa finansowe, w zależności od sytuacji finansowej firmy, jej wymaganej płynności, i przynosić dodatkowe zyski. Firmy, jako funduszo dawcy mogą więc, w zależności od potrzeb, być uczestnikami rynku pieniężnego lub rynku kapitałowego (rys. 2.8).



Rys. 2.8. Rynek pieniądza i rynek kapitału w zależności od terminu i przedmiotu obrotu
(na podstawie pracy [18])

Fig. 2.8. Money market and capital market depending on terms and goods turnover

Uczestnikami rynku finansowego są: funduszodawcy, funduszobiorcy i pośrednicy rynkowi.

Funduszodawcy (pożyczkodawcy, kredytodawcy, kapitałodawcy) – to jednostki, które dysponują nadwyżkami finansowymi wypracowanymi przez siebie (nie skonsumowanymi zyskami) i w celu pomnożenia ich wartości odstępują je potrzebującym. Funduszodawcami mogą być: skarb państwa, banki komercyjne, fundusze inwestycyjne, fundusze emerytalne, firmy ubezpieczeniowe, zakłady ubezpieczeń społecznych, gminy, jednostki gospodarcze (przedsiębiorstwa produkcyjne, handlowe, usługowe, inne) i osoby prywatne.

Funduszobiorcami są jednostki, których zapotrzebowanie na fundusze przekracza (w krótkim lub dłuższym okresie) możliwości wygoszpodarowania ich z własnej działalności; wykazują niedobór, deficyt finansowy. Za możliwość korzystania z cudzych funduszy gotowi są ponieść odpowiednie koszty*. Funduszodawcy i funduszobiorcy na rynku finansowym raz mogą występować jako *dawcy*, a raz jako *biorcy*. Te same jednostki mogą jednocześnie występować jako funduszodawcy i funduszobiorcy, na przykład pożyczać od innej jednostki po to, aby ulokować fundusze w korzystniejszej inwestycji i uzyskać dodatkowy zysk.

Największym funduszem inwestycyjnymi w Polsce zarządza spółka Enterprise Investors: Polsko-Amerykański Fundusz Przedsiębiorczości.

Fundusze są w stanie zasilić spółki w niezbędny im kapitał. Zaangażowanie funduszy nie ogranicza się jedynie do dostarczenia kapitału. Fundusze ofiarują swoje doświadczenie, znajomość problemów z którymi spotykają się polskie firmy. Mają dobrze rozwinięte kontakty z instytucjami, urzędami i innymi firmami. Są zainteresowane inwestycjami związanymi z jednostkami o znaczącym potencjale rozwojowym. W inwestycjach nie kierują się preferencjami branżowymi czy terytorialnymi, są zainteresowane przyrostem wartości firmy dającym odpowiedni zwrot z inwestycji w okresie 5–7 lat. Są skłonne do rezygnacji z dywidendy w celu zwiększenia możliwości rozwojowych kapitałobiorcy. Wpływają na działalność firmy przez: członkostwo przedstawicieli w radzie nadzorczej spółki, nałożenie obowiązku informowania (raporty miesięczne, kwartalne, roczne), wspieranie zarządu przez zewnętrznych konsultantów. Fundusze pomagają rozpoznawać problemy firm, pomagają tworzyć profesjonalny zespół zarządzający, aktywnie wspierają zarząd w jego działalności operacyjnej.

Inne znane zamknięte fundusze inwestycyjne: International Finance Corporation, International UNP Holdings, Poltrust SA, Towarzystwo Inwestycji Społeczno-Ekonomicznych, Poland Partners L.P i Crimson Capital.

Sposób **finansowania kapitału obrotowego** zależy od przyjętej polityki finansowania przedsiębiorstwa. Na ogół wyróżnia się trzy sposoby:

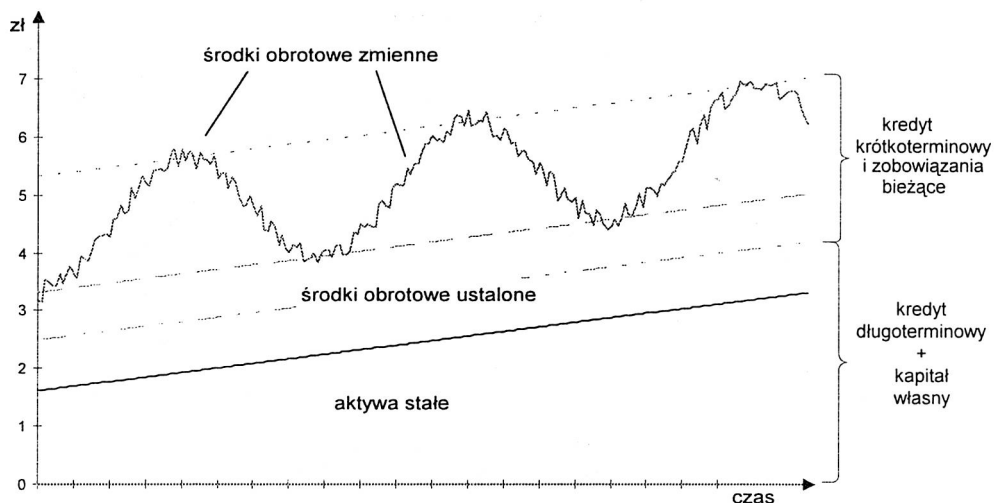
1. Polityka konserwatywna, gdy środki obrotowe zmienne i część środków obrotowych stałych finansuje się kapitałem stałym – najczęściej kredytem długoterminowym.

* Koszt kapitału rozumie się jako wydatek ponoszony przez jednostkę organizacyjną – kapitałobiorcę za możliwość korzystania z kapitału. Koszt kapitału jest wyrażany wartościowo (kwota) lub udziałowo – jako część (odsetek) kapitału. W pracy wielką literą *K* oznacza się wartość odpowiedniego kosztu kapitału, małą literą *k* – koszt udziałowo lub procentowo.

wym; tylko część środków obrotowych zmiennych finansuje się kredytem krótkoterminowym.

2. Polityka zachowawcza, gdy całe środki obrotowe zmienne finansuje się kredytem krótkoterminowym.

3. Polityka agresywna, gdy środki obrotowe zmienne i część środków obrotowych stałych finansuje się kredytem krótkoterminowym (rys. 2.9).



Rys. 2.9. Agresywna polityka finansowania (na podstawie pracy [49])

Fig. 2.9. An aggressive financing policy

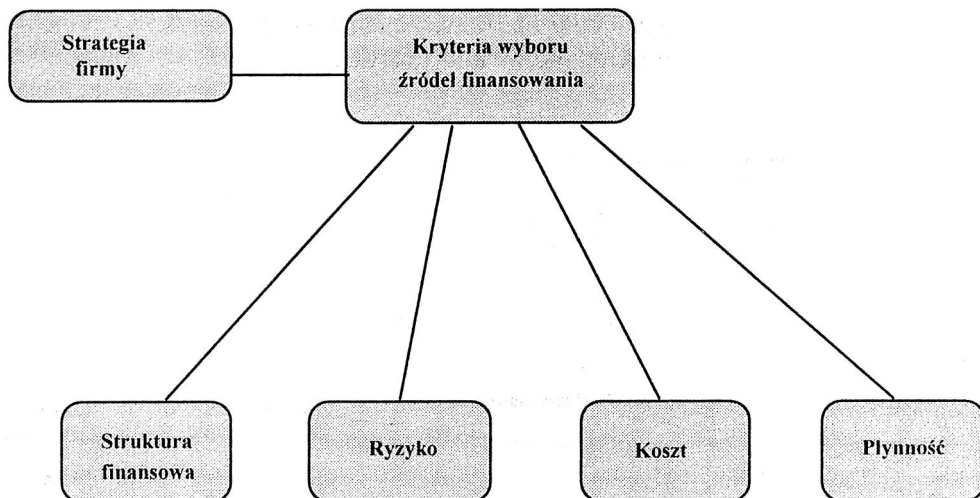
2.2.2. Kryteria wyboru źródeł finansowania

Sposób finansowania działalności bieżącej jak i inwestycji zależy od wielu czynników (rys. 2.10).

Struktura kapitału jest jednym z czynników wpływających zarówno na bieżące wyniki finansowe przedsiębiorstwa, jak i na opłacalność realizowanych przedsięwzięć rozwojowych. Majątek przedsiębiorstwa jest finansowany z różnych źródeł. Decyzje strategiczne w tym obszarze dotyczą optymalnego poziomu zadłużenia (relacja między kapitałem własnym a obcym), u którego podstaw leżą zjawiska dźwigni finansowej oraz ryzyko niewypłacalności. Gdy optymalizuje się strukturę kapitału, należy uwzględnić m.in.:

- długookresowy cel przedsiębiorstwa,
- współzależność działalności bieżącej i rozwojowej,
- właściwą ocenę relacji między efektem dźwigni a kosztem kapitału,
- konieczność modyfikacji strategii finansowej ze względu na zmieniające się warunki ekonomiczne, społeczne, gospodarcze,

- rezerwy finansowe i aktywa finansowe jako neutralizatory ryzyka,
- finansową elastyczność i
- obciążenie firmy podatkami (odsetki obniżają podstawę opodatkowania).



Rys. 2.10. Kryteria wyboru źródeł finansowania
Fig. 2.10. Choice's criteria of financial sources

Polityka w zakresie kształtowania struktury kapitału wymaga znalezienia kompromisu między ryzykiem a stopą zwrotu. Wzrost zadłużenia zwiększa zysk na akcję lub udział, ale zwiększa również ryzyko, a to z kolei prowadzi do obniżenia tego zysku i ceny, ale wzrostu kosztu kapitału akcyjnego; zmniejszenie zadłużenia obniża stopę zysku – do spadku poziomu ryzyka i w konsekwencji do wzrostu ceny kapitału. Optymalna struktura kapitału to taka, która prowadzi do osiągnięcia równowagi między ryzykiem a zyskiem – minimalizuje średni ważony koszt kapitału.

Model Modiglianiego–Millera (rys. 2.11) przedstawia wartość firmy V lub kosztu kapitału firmy w zależności od zaangażowania kapitałów obcych [4], [34], [47], [57],

$$V = V_e + \{1 - [(1 - t)(1 - t_e)/(1 - t_d)]\}D,$$

$$k = k_e + (k_e - k_d)(1 - t)D/E,$$

gdzie:

V – rynkowa wartość firmy,

V_e – wartość firmy bez kapitałów obcych,

$$V_e = EBIT(1 - t_e)/(1 - t_d)/k_e,$$

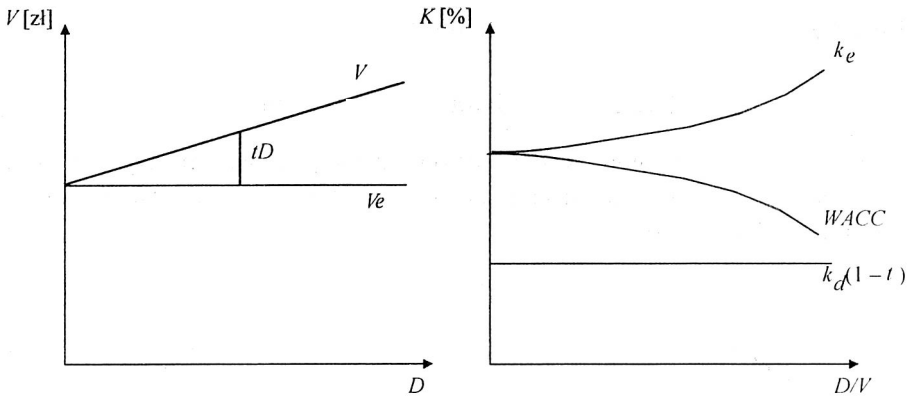
t – stopa podatku dochodowego firmy,

t_e – stopa podatku dochodowego akcjonariusza,

t_d – stopa podatku dochodowego obligacjonariusza,

D – wielkość kapitału obcego,

E – wielkość kapitału własnego,
 k – koszt kapitału firmy,
 k_e – koszt kapitału własnego przy braku kapitałów obcych,
 k_d – koszt kapitału obcego.

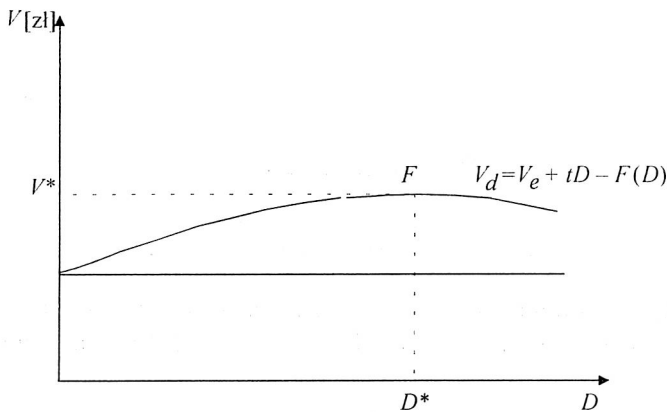


Rys. 2.11. Model Modiglianiego–Millera (na podstawie prac [4], [47], [57])

Fig. 2.11. Modigliani–Miller Model

Biorąc pod uwagę wartość kosztów trudności finansowych F , np. koszty wzrastających odsetek, koszty pośrednie i bezpośrednie bankructwa, które zależą od udziału kapitałów obcych w strukturze kapitałowej firmy, model struktury kapitałowej firmy (znany w literaturze jako model wymiany) przedstawia się następująco

$$V = V_e + tD - F(D)$$



Rys. 2.12. Model struktury kapitałowej uwzględniający koszty trudności finansowych (na podstawie prac [4], [47], [57])

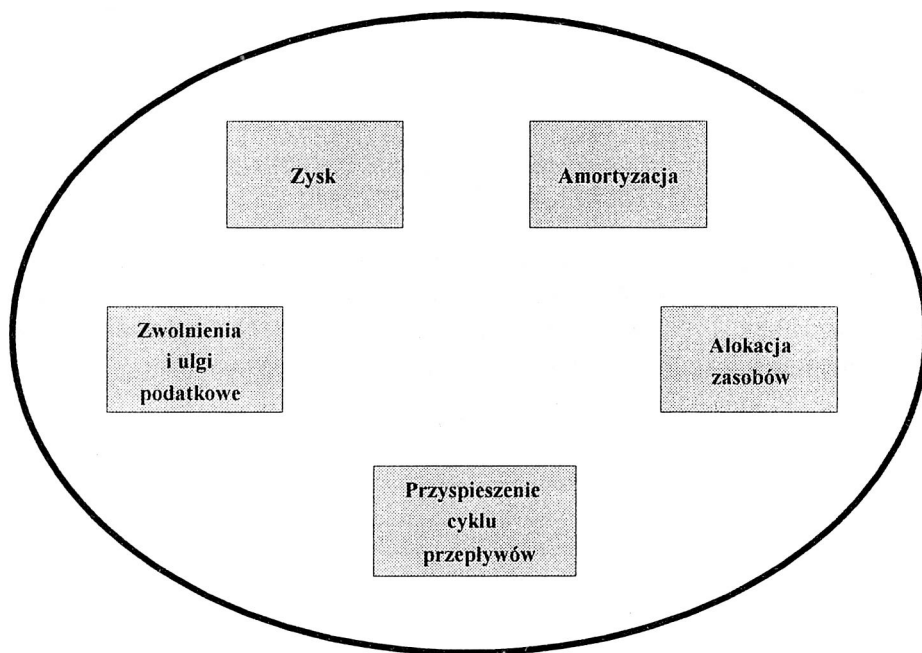
Fig. 2.12. Capital structure model regarding to costs of financial difficulties

i wówczas okazuje się, że dla każdej firmy można wyznaczyć optymalną wielkość kapitału obcego wykorzystywanego w firmie, determinującego maksymalną rynkową wartość firmy (rys. 2.12).

Zwiększanie kapitałów obcych w strukturze kapitałowej firmy powoduje najpierw wzrost jej wartości wskutek przewagi korzyści nad stratami, a następnie spadek wartości firmy wynikający ze zwiększania się strat i zmniejszania korzyści.

2.2.3. Źródła finansowania własne

Rozróżnia się źródła finansowania własne firmy (wewnętrzne (rys. 2.13) i zewnętrzne (rys. 2.14, 2.15)) oraz źródła obce (rys. 2.16–2.22), czyli zaciągnięte zobowiązania oraz kredyty i pożyczki.



Rys. 2.13. Wewnętrzne własne źródła finansowania

Fig. 2.13. Internal own sources of financing

Zewnętrznymi źródłami funduszy, ale wchodzącymi w skład kapitałów własnych firmy, są kapitały udziałowe, np. kapitał akcyjny (rys. 2.14) oraz venture capital (rys. 2.15).

Nowa emisja akcji wpływa na wielkość kapitału akcyjnego spółki, kapitał uzyskany ze sprzedaży akcji staje się kapitałem własnym. Większe kapitały własne pozwalają na wzrost zobowiązań przy utrzymaniu tego samego założonego poziomu ryzyka, co umożliwia spółce zrealizowanie zaplanowanych przedsięwzięć gospodarczych.

Koszt kapitału

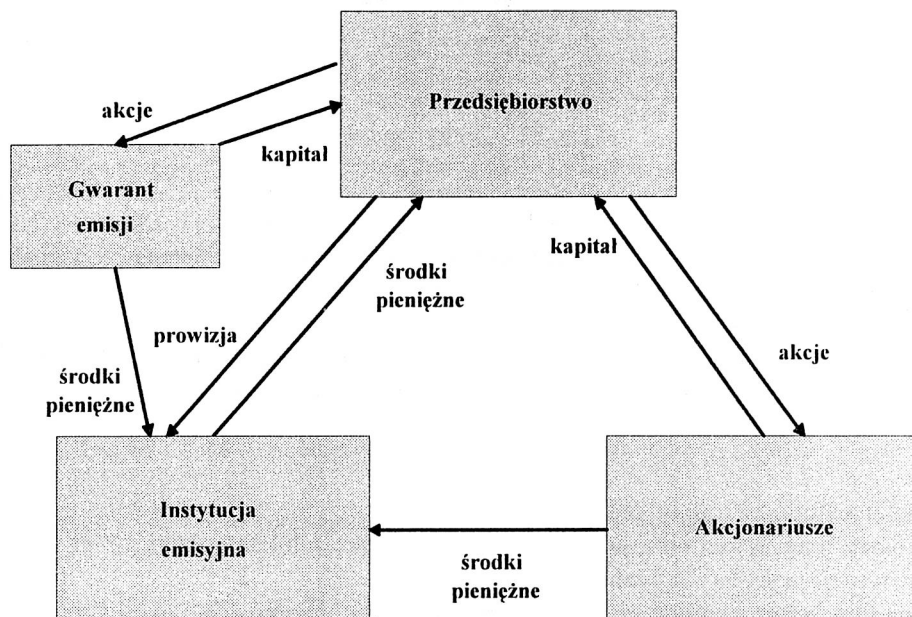
Koszt kapitału k_k uzyskanego na drodze nowej emisji akcji składa się z sumy dwóch elementów

$$k_k = k_s + k_e,$$

gdzie:

k_s – żądany zwrot akcjonariusza, udziałowca,

k_e – koszty emisji rozumiane jako koszty przygotowania prospektów, opłat, prowizji instytucji rozprowadzających, podatki itd. [49].



Rys. 2.14. Emisja akcji jako źródło finansowania własnego zewnętrznego (na podstawie prac [18], [22])

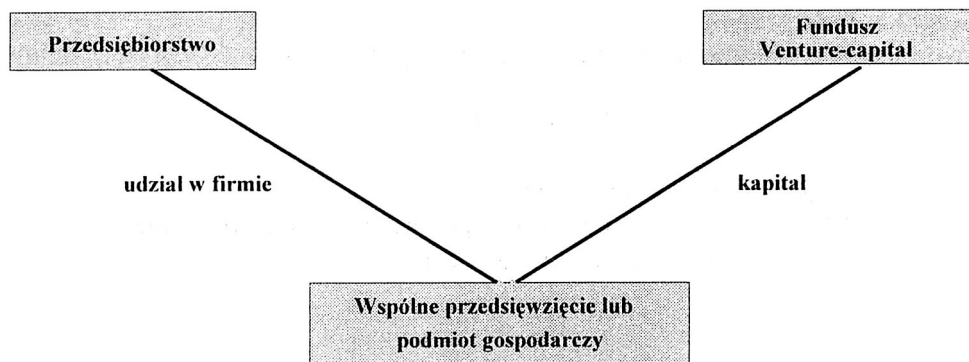
Fig. 2.14. Stocks issuing as a source of an external own financing

Zysk zatrzymany jest częścią zysków netto z zeszłego roku i z lat poprzednich po zapłaceniu rat kredytów, wypłat z zysku dla właścicieli (akcjonariuszy) i innych wypłat z zysku. Zysk zatrzymany stanowi część kapitałów własnych. Zysk i amortyzacja są wewnętrznymi źródłami finansowania. Koszt tego kapitału jest równy żądanej stopie zwrotu akcjonariusza [9], [49].

Do źródeł własnych zewnętrznych zalicza się również venture capital (rys. 2.15).

Venture capital* – to kapitał średnio- i długoterminowy inwestowany w udziały lub akcje firm nie notowanych na giełdzie z zamiarem ich późniejszej odprzedaży.

* Businessman, miesięcznik nr XI, 1995.



Rys. 2.15. Venture capital (na podstawie pracy [18])

Fig. 2.15. Venture capital

W USA najczęściej kapitału jest angażowane w branże: software i usługi komputerowe (22,1%), medycynę (17,4%), transmisję danych i telefonię (14,4%) i biotechnologię (10,3%). W większości przypadków na 10 przedsiębiorstw, w które fundusz zainwestował kapitał, 3–4 rozwijają się przeciętnie, 2–3 dobrze, 1–2 źle, 1–2 rewelacyjnie i im fundusz zawdzięcza sukces.

Koszt venture capital

Podstawowym kosztem, jest koszt związany ze stworzeniem profesjonalnego biznes planu. Koszt kapitału jest sumą dwóch podstawowych elementów

$$k_k = k_s + k_e,$$

gdzie:

k_s – żądana stopa zwrotu udziałowca,

k_e – koszty inne, rozumiane jako koszty przygotowania biznes planu, opłat, prowizji instytucji pośredniczących, itd.

Fundusz venture capital obejmuje określoną część udziałów lub akcji firmy, co powoduje podwyższenie kapitału akcyjnego lub zakładowego. W wyniku tej operacji kapitał własny firmy wzrasta o kwotę wniesioną przez fundusz venture capital.

2.2.4. Obce źródła finansowania

Koszty odsetek płaconych kapitałodawcom stanowią, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi, koszt przedsiębiorstwa i są odliczane od zysku przed opodatkowaniem. Dlatego wartość kosztu kapitału obcego przyjmuje się

$$K_d = i_d(1 - t)D + k_e \quad \text{lub} \quad k_d = (1 - t)i_d + k_e,$$

gdzie:

K_d – koszt kapitału obcego (długu),

i_d – stopa oprocentowania długu,

t – stopa podatkowa,

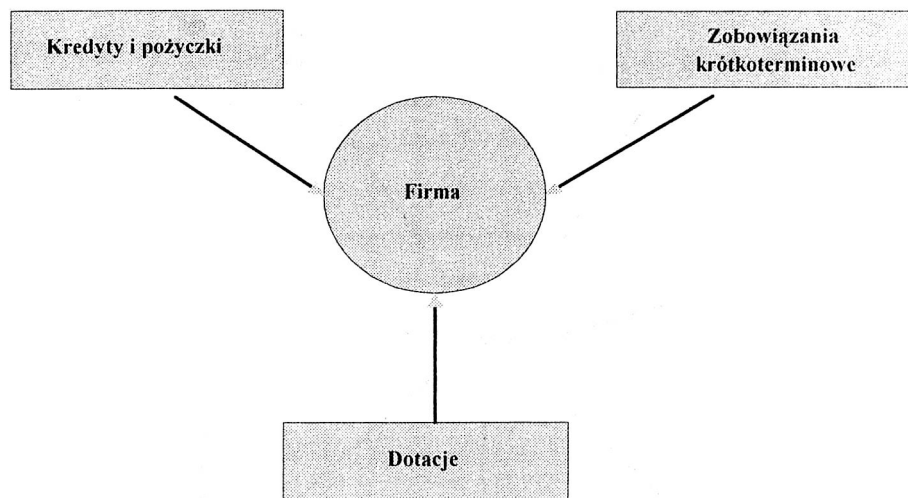
D – wartość pożyczzonego kapitału,

k_e – koszt emisji papierów dłużnych i prowizji (jeśli występuje).

Zobowiązania charakteryzują się tym, że są nieodłączne przy prowadzeniu biznesu, a ich spłata zwykle zmniejsza pasywa.

Kredyty i pożyczki bankowe

Kredyt bankowy jest to pożyczka udzielona przez bank ubiegającemu się o kredyt klientowi lub przejęcie jego zobowiązań na ustalony w umowie cel i okres pod warunkiem zwrotu oraz zapłacenia oprocentowania i prowizji.



Rys. 2.16. Tradycyjne obce źródła finansowania
Fig. 2.16. Traditional external sources of financing

Koszty kredytu

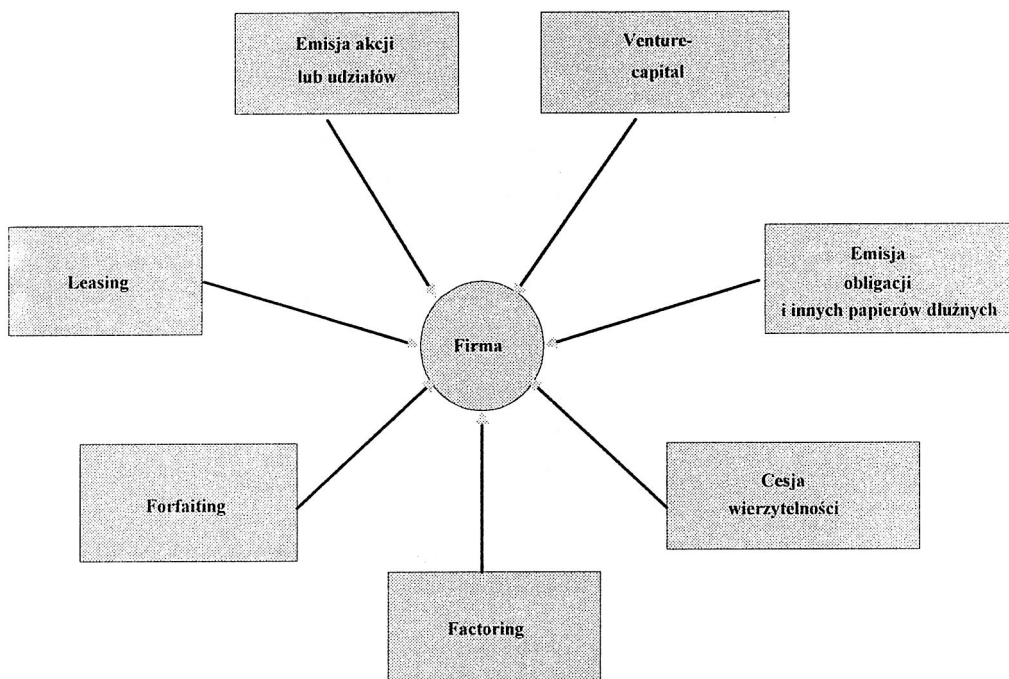
Na koszty pozyskania kredytu składają się: koszty przygotowania biznes planu, marża banku za udzielenie kredytu (każdy bank pobiera marżę w wysokości do kilku procent od wielkości udzielonego kredytu), koszt zabezpieczenia spłaty kredytu i odsetki.

Odsetki od kredytu mają największy udział w kosztach kredytu. Korzystanie* z kredytów złotówkowych wiąże się z płaceniem odsetek w wysokości minimum stawki WIBOR. Takich kredytów udzielają Raiffeisen-Centrobank, PBR, IBP Bank, HYPO-Bank, BRE. Pozostałe banki oferują kredyty wyżej oprocentowane w zależności od stopy refinansowej NBP. Wysokość stopy procentowej w głównej mierze zależy od wielkości udzielanego kredytu, wiarygodności kredytobiorcy, płynności zabezpieczeń kredytu, okresu spłaty kredytu oraz banku udzielającego kredytu. Odsetki od kredytu dewizowego mogą się wahać dla dolara amerykańskiego od stawki LIBOR do około 16%, a dla marki niemieckiej od stawki FIBOR do około 16%.

* Gazeta Bankowa z dnia 12. 05. 1996 r.

Wpływ kredytu na strukturę kapitałową firmy

Kredyt bankowy znacząco wpływa na strukturę pasywów firmy. Jest on ujmowany w bilansie firmy i występuje po stronie pasywów jako kapitał obcy [9]. Aby zachować strukturę kapitału z okresu przed uzyskaniem kredytu należałoby powiększyć kapitały własne. W momencie zaciągnięcia kredytu struktura kapitału zmienia się, powiększając kapitały obce w stosunku do kapitałów własnych. Inne źródła finansowania przedstawiono na rysunku 2.17.



Rys. 2.17. Współczesne źródła finansowania

Fig. 2.17. Contemporary sources of financing

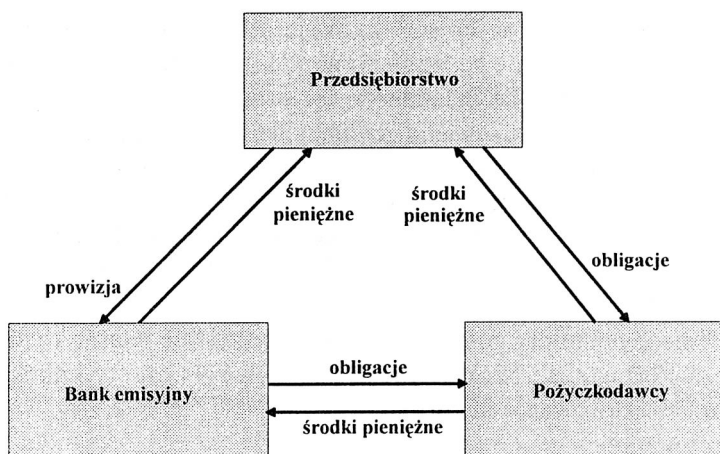
Do najbardziej interesujących zobowiązań długoterminowych należą **obligacje** emitowane przez firmę oraz inne zobowiązania o podobnym, długoterminowym charakterze [9], [40], [49], [58], [59], [87], [88], (rys. 2.18–2.22).

Coraz bardziej popularne stają się tzw. obligacje komunalne, w których pożyczkobiorcą jest miasto.

Koszt emisji papierów dłużnych

Na koszty obligacji składają się: prowizje bankowe za prowadzenie emisji, założone kupony, tj. oprocentowanie obligacji, koszty związane z promocją emisji i koszty ewentualnych gwarancji emisji.

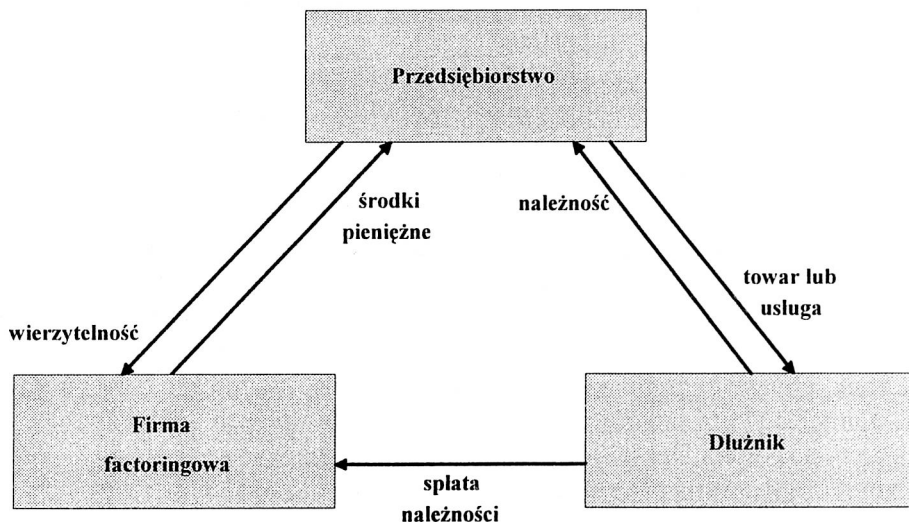
Emisja obligacji jest formą pożyczki i z tego względu zwiększa udział środków obcych w strukturze kapitału.



Rys. 2.18. Emisja obligacji (na podstawie pracy [18])

Fig. 2.18. Bonds issuing

Factoring [68] polega na zakupie wierzytelności dostawców przypadających im od ich odbiorców z tytułu dostaw towarów i usług, co połączone jest z finansowaniem dostawców i świadczeniem na ich rzecz uzgodnionych w umowie usług księgowych, inkasowych, kontrolnych i doradczych. Factoringiem obejmuje się najczęściej wierzytelność przedsiębiorców, które powinny być zaspokojone w terminie od 14 do 210 dni. Podstawą prawną factoringu w Polsce jest art. 509 par. 1 k.c. regulujący istotę przelewu wierzytelności.



Rys. 2.19. Factoring (na podstawie prac [18], [68])

Fig. 2.19. Factoring

Działalność factoringowa w Polsce uzyskuje coraz większe znaczenie dla podmiotów gospodarczych, głównie ze względu na długie cykle rozliczeniowe pomiędzy dostawcą a odbiorcą. W Polsce działalność factoringową rozwinęły głównie banki, jako alternatywną formę finansowania działalności gospodarczej swoich klientów. Banki mają o wiele większe możliwości oferowania pieniądza przedsiębiorstwom oraz bliższy kontakt z potencjalnym nabywcą usługi factoringowej. Do najbardziej liczących się firm factoringowych należą między innymi Cukrobank, BGK, Bank Handlowy, BIG, BISE, PEKAO SA, BPH, BRE (Polfactor), PPA, PBI, PKO BP, WBK, BSK, Bank Gdański itd.

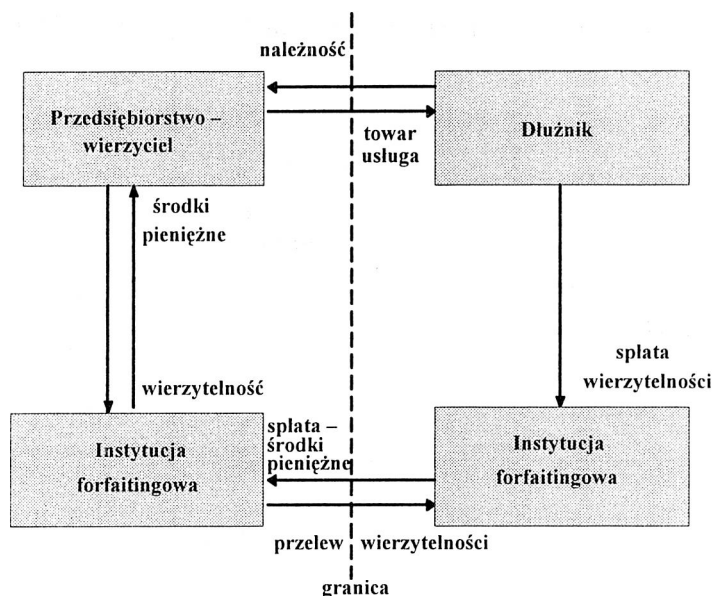
Są już w Polsce podmioty gospodarcze, które wszystkie własne rozliczenia pozostawiły firmie factoringowej. Niektóre z nich powiększyły obroty kilkakrotnie, głównie ze względu na zastosowanie factoringu.

Koszty factoringu

Koszty ponoszone przez przedsiębiorstwo z tytułu zawarcia umowy factoringowej mają podobny charakter jak przy kredycie. Firma factoringowa często stosuje blokadę do 20% należności na poczet gwarancji. Po uregulowaniu wierzytelności przez dłużnika kwotę wypłaca się dostawcy. Podstawowym kosztem jest oprocentowanie, którego wysokość zależy od okresu, na jaki opiewa wierzytelność. Istotne znaczenie ma także prowizja, którą pobiera firma factoringowa za usługę. Prowizja może być przedmiotem negocjacji w zależności od wielkości, obrotów i opinii firm uczestniczących w transakcji.

Forfaiting [67] jest zakupem należności terminowych, które powstają w wyniku eksportu towarów i usług (rys. 2.20), z wyłączeniem prawa regresu wobec odstępującego wierzytelność. Przedmiotem skupu są należności średnioterminowe, od sześciomiesięcznych do kilkuletnich, w postaci weksla własnego importera lub akceptowanej przez niego traty na zlecenie eksportera.

Na wielu rynkach międzynarodowych przeprowadza się operacje kredytowo-rozliczeniowe za pomocą weksli zwanych „forfaiting”. Weksle reprezentujące należność eksportową skupuje instytucja forfaitingowa. Przy skupie weksli potrąca się z góry odsetki za cały okres odroczonej zapłaty (należności). W wyniku tej operacji importer otrzymuje dostawę na kredyt, a eksporter otrzymuje natychmiastową zapłatę, przy czym nie odpowiada on w trybie regresu za odprzedany weksel. Wysokość zapłaty jest niższa o potrącone odsetki, co często eksporter wlicza, w całości lub w części, do ceny sprzedawanego towaru. Za pomocą forfaitingu eksporter przenosi ryzyko niewypłacalności importera na instytucję forfaitingową. Instytucją forfaitingową może być bank lub instytucja finansowa (np. spółka finansowa, towarzystwo ubezpieczeniowe) zainteresowana w korzystnym oprocentowaniu operacji średnioterminowych. Kupując od eksportera weksel importera, przyjmuje ona większe ryzyko w porównaniu z innymi formami finansowania eksportu. Znajduje to odbicie w relatywnie wysokich kosztach forfaitingu, wyrażonych wysoką stopą dyskontową lub bezwzględną stopą potrąceń od nominalu weksla. Instytucja forfaitingowa potrąca dyskonto z góry za cały okres.



Rys. 2.20. Forfaiting (na podstawie prac [18], [67])

Fig. 2.20. Forfaiting

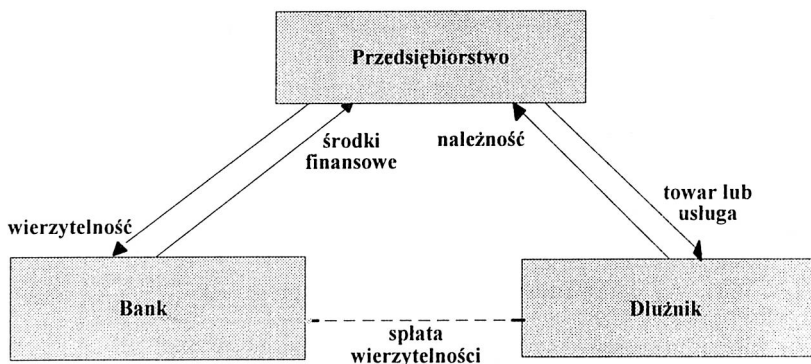
Forfaiting w Polsce jest jeszcze mało stosowanym instrumentem finansowym. Zyskuje jednak coraz większe uznanie wśród eksporterów, głównie ze względu na dostarczanie środków finansowych eksporterowi, pozwalając na zachowanie dotychczasowych warunków dostawy zagranicznemu odbiorcy. Drugą ważną cechą jest przeniesienie ryzyka niezapłacenia za dostawę przez dłużnika, w stosunku do którego koszty windykacji należności mogą być bardzo wysokie, na instytucję. Forfaitingiem w Polsce zajmują się niektóre banki zajmujące się obsługą eksportu, które mają kontakty z bankami światowymi oraz łatwość dostępu do pieniądza. Przedmiotem umowy forfaitingowej mogą być wierzytelności wekslowe, wynikające z tytułu sprzedaży towarów lub usług, objęte akredytywami lub powstałe na tle umów leasingowych. Instytucje forfaitingowe ustalają minimalną wysokość wierzytelności, na jaką można zawrzeć umowę. Forfaiting nie zmienia struktury kapitałowej przedsiębiorstwa, co pozwala zachować finansowania i nie zmienia wskaźników wiarygodności kredytowej.

Koszty forfaitingu

Na wysokość kosztów forfaitingu wpływają wielkości charakteryzujące importera i jego kraj, a także waluta transakcji. Preferowane są waluty o największej płynności, np. dolary amerykańskie, marki niemieckie, franki szwajcarskie. Na koszt forfaitingu składają się: oprocentowanie należności oraz prowizja za przeprowadzenie transakcji. Koszty forfaitingu są wyższe od kosztów kredytu bankowego.

Cesja wierzytelności (rys. 2.21), zwana inaczej przelewem wierzytelności, to udostępnienie praw do wierzytelności podmiotom odpłatnie lub nieodpłatnie. Wierzytelność ma charakter pieniężny i niezależnie od jej wielkości musi mieć zabez-

pieczenie. Wierzytelność nie musi jeszcze istnieć, aby nastąpiła możliwość jej przelania.



Rys. 2.21. Cesja wierzytelności (na podstawie prac [9], [18], [26])

Fig. 2.21. Cession (transfer) of liabilities

W Polsce na zasadzie cesji wierzytelności działają wszystkie firmy leasingowe, które sprzedają przyszłe należności z tytułu rat leasingowych, otrzymując w zamian środki finansowe na zakup przedmiotu leasingu.

Koszt przelania wierzytelności

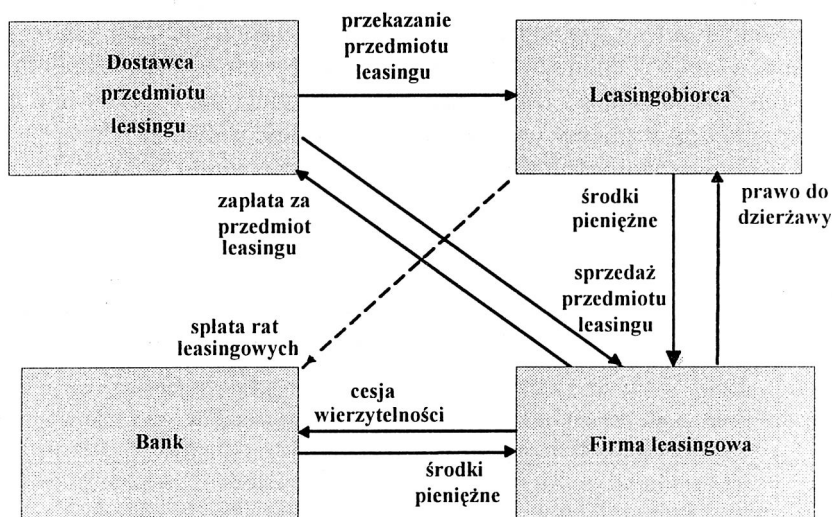
Ponieważ skupem wierzytelności zajmują się w Polsce głównie banki, koszt cesji jest zbliżony do kosztów kredytu zaciągniętego w banku. Cesja wierzytelności zasadniczo nie wpływa na strukturę kapitałową przedsiębiorstwa. Jest to szczególnie widoczne w bilansach firm leasingowych, gdzie środki trwałe, nabyte przez firmę leasingową dla leasingobiorców, ujęte w aktywach, są pokryte należnościami przyszłych okresów. Sprzedaż wierzytelności do banku pozwala leasingodawcom utrzymać bardzo korzystną strukturę kapitału oraz szybko uzyskać środki na sfinansowanie zakupu środków trwałych przeznaczonych do leasingu.

Jedną z możliwości finansowania inwestycji za pomocą kredytu bankowego lub pochodzącego z instytucji niebankowych jest **leasing** (rys. 2.22). Leasing polega na przekazaniu przez leasingodawcę leasingobiorcy rzeczy do korzystania za ustaloną w umowie opłatą. Właścicielem przedmiotu umowy leasingu jest leasingodawca, ale strony mogą przewidzieć przeniesienie własności na leasingobiorcę. Wówczas raty leasingowe, oprócz opłaty leasingowej, mogą także obejmować część zapłaty za dany obiekt.

W praktyce międzynarodowej rozróżnia się kilkanaście rodzajów leasingu [95]. Najważniejsze z nich to leasing finansowy (kapitałowy, inwestycyjny) oraz leasing operacyjny (bieżący).

Leasing finansowy polega na przekazaniu przez leasingodawcę leasingobiorcy dóbr inwestycyjnych do użytkowania na czas zbliżony do okresu jego gospodarczej używalności, z jednoznacznym zagwarantowaniem prawa zakupu tego dobra po okre-

się trwania umowy (opcja kupna). Płatności leasingowe są ustalane z góry na cały czas użytkowania przedmiotu umowy.



Rys. 2.22. Leasing (na podstawie prac [18][26])

Fig. 2.22. Leasing

Leasing operacyjny polega na przekazaniu przez leasingodawcę leasingobiorcy do użytkowania przedmiotu umowy na czas oznaczony (zazwyczaj znacznie krótszy niż w leasingu finansowym) bez udzielenia gwarancji zakupu tego środka po upływie okresu leasingu.

Leasingodawcą może być wyspecjalizowana firma leasingowa, producent, którego wyroby będą przedmiotem leasingu, lub bank. Często bank refinansuje przedsiębiorstwo leasingowe. Wówczas przedsiębiorstwo spłaca kredyt lub może scedować spłatę rat leasingowych na bank.

W Polsce działa obecnie około 200 firm leasingowych. Kilkadziesiąt z nich sukcesywnie buduje sieć własnych przedstawicielstw i oddziałów w całej Polsce. Przy rosnącym szybko popycie na nowe usługi finansowe obserwuje się wzrost obrotów firm leasingowych. Wiele firm leasingowych powstało w wyniku poszerzenia zakresu działalności banków. Pierwsze miejsce wśród firm leasingowych w Polsce zajmuje Europejski Fundusz Leasingowy z główną siedzibą we Wrocławiu. Firma ta zaczęła działać w roku 1990 i jest prekursorem idei leasingu w Polsce. Firma posiada sieć 25 oddziałów w całej Polsce oraz około 200 pośredników występujących w imieniu firmy.

Koszt leasingu

Koszty leasingu zależą od okresu spłat rat leasingowych, wielkości pierwszej wpłaty oraz wysokości opłaty manipulacyjnej. Na uwagę zasługuje fakt, że leasing operacyjny nie wpływa na strukturę kapitału przedsiębiorstwa. Raty leasingowe zwykle stanowią koszt uzyskania przychodu i mają taki sam charakter jak opłaty czynszowe. Koszty leasingu wy-

stępują w rachunku wyników po stronie kosztów uzyskania przychodu jako usługi obce. Pozyskane w ten sposób środki ujmują się w zestawieniach pozabilansowych.

Zobowiązania, zwłaszcza krótkoterminowe, są zaciągane i spłacane często w sposób niezauważalny i spontaniczny; nowe zobowiązania spłacają stare zobowiązania. Również w sposób spontaniczny i niezauważalny ich wielkość zmienia się wraz ze skalą produkcji i sprzedaży. Menedżer finansowy musi poświęcić wiele uwagi temu, aby te spontaniczne zmiany wychwycić i uwzględnić w swojej pracy.

Zalety i wady wyróżnionych form finansowania zestawiono w tabeli 2.3.

Tabela 2.3. Zalety i wady wybranych form finansowania

Nazwa źródła	Zaleta	Wada
1	2	3
Akcje	• pozyskanie kapitału nie wymagającego zwrotu • zwiększenie kapitałów własnych • poprawa płynności finansowej	• niechęć dotychczasowych akcjonariuszy do nowych emisji • pogorszenie wskaźników stosowanych przez potencjalnych akcjonariuszy
Fundusz Venture Capital	• nie wymaga od swoich przyszłych partnerów zabezpieczeń, jak w przypadku kredytów bankowych • fundusz ponosi ryzyko w przedsięwzięciu wspólnie z innymi udziałowcami • wspiera przedsiębiorstwo w dziedzinach zarządzania udostępniając wiedzę fachową • zwiększa wiarygodność wobec partnerów handlowych i banków	• utrata dotychczasowej samodzielności właścicieli oraz zarządu • poprawa efektywności może się wiązać ze znacznymi zmianami w firmie
Kredyt	• jest łatwo odnawialnym źródłem finansowania • odsetki od kredytu stanowią koszt uzyskania przychodu • jest możliwość negocjowania z bankiem w przypadku przejściowych trudności • udzielenie przez bank kredytu zwiększa wiarygodność kredytobiorcy • stosunkowo niski koszt kapitału	• trudny do uzyskania przez podmioty gospodarcze działające niedługo • uciążliwa procedura wobec nowych kredytobiorców • wysokie odsetki karne za przeterminowane kredyty • zwiększenie udziału obcego kapitału • konieczność spłaty kapitału podstawowego • niepewność co do zachowania się banku w razie czasowej niewypłacalności podmiotu
Obligacja	• łatwo odnawialne źródło finansowania • stosunkowo niskie koszty kapitału • rozproszeni pożyczkodawcy • znane z góry koszty bezpośrednie transakcji	• wzrost kosztów w przypadku obniżenia stopy procentowej w bankach • możliwość braku zainteresowania ze strony pożyczkodawców
Factoring	• daje możliwość szybszego uzyskania środków finansowych • jest alternatywą w stosunku do kredytu obrotowego formą wspierania płynności dostawcy	• wyższe koszty niż przy zaciągnięciu kredytu krótkoterminowego • możliwość wpływu na pogorszenie reputacji firmy

1	2	3
	• dostawca zostaje uwolniony od uciążliwych i kosztownych czynności związanych z dochodzeniem zapłaty należności • dostawca ma możliwość elastyczniejszego operowania terminami płatności wobec swoich klientów • dostawca może przeznaczyć uzyskane wcześniej środki na zakup towarów lub produktów, utrzymując żądany poziom zapasów	• redukcja kontaktów z klientami, którzy przez obsługę factoringową nie mogą już sobie pozwolić na przeciąganie spłat zobowiązań
Factoring	• poprawa dyscypliny stosunków gospodarczych między partnerami • poprawienie stosunku bieżących aktywów do bieżących zobowiązań	
Forfaiting	• uwolnienie eksportera od ryzyka związane- go z ewentualną windykacją należności • uzyskanie środków finansowych przed terminem płatności za dostawę • forfaiting obejmuje całą wartość dostawy, bez konieczności wnoszenia wkładu własnego • uwolnienie od ryzyka zmienności kursów walutowych • polepszenie płynności finansowej • forfaiting nie zmienia struktury kapitałowej • możliwość poszukiwania nowych zagranicznych partnerów, bez potrzeby kalkulo- wania ryzyka, w przypadku pozyskania no- wego odbiorcy • możliwość wydłużenia terminów płatno- ści, bez wpływu na płynność finansową firmy	• wyższe koszty operacji niż w przypad- ku kredytów • możliwość stosowania tylko przez duże podmioty gospodarcze
Leasing	• możliwość finansowania do 100% inwesty- cji ze środków obcych • elastyczność finansowania inwestycji • uniknięcie początkowych nakładów inwestycyjnych • rozszerzenie możliwości kredytowych • zmniejszenie całkowitych kosztów inwestycji • korzyści podatkowe • korzyści bilansowe • umożliwienie łatwiejszego dostępu do nowoczesnych technologii	• wieloznaczność i nieostrość pojęciowa leasingu • wysokie koszty transakcji ponoszone przez korzystającego z leasingu • dotkliwe skutki niedotrzymania termi- nowych rozliczeń • wątpliwość co do praw korzystającego wobec dostawcy • ponoszenie ryzyka cenowego i rzeczo- wego przez korzystającego • ponoszenie odpowiedzialności za pro- dukt przez korzystającego, chociaż prawnie do niego nie należy

W tabeli 2.4 przedstawiono zestawienie najważniejszych cech związanych z wy- różnionymi sposobami finansowania.

Tabela 2.4. Cechy charakterystyczne źródeł finansowania

Rodzaj	Obligacja	Venture Capital	Akcja zwykła
Typ kapitału	dług	kapitał	kapitał
Termin spłaty	ustalony	kilka lat	brak spłat
Prawo głosu	nie posiada	posiada	posiada
Forma własności posiadacza	nie jest współwłaścicielem firmy	jest współwłaścicielem firmy	jest współwłaścicielem firmy
Bankructwo	spłacony	spłacany przedostatni	spłacony ostatni
Forma zwrotu	kapitał i odsetki	dywidenda	dywidenda
Ryzyko kapitałodawcy	małe	duże	bardzo duże
Ryzyko kapitałobiorcy	duże	małe	bardzo małe

Zmiany zachodzące w polskim systemie gospodarczym stwarzają możliwości uczestniczenia w rynku kapitałowym każdej jednostce, osobie czy organizacji, posiadającej wolne zasoby pieniężne. Spółkom poszukującym kapitałów inwestycyjnych rynek kapitałowy stwarza możliwości uzyskania potrzebnego kapitału od szerokiej rzeszy kapitałodawców na drodze emisji akcji lub obligacji. Emitent papierów wartościowych prezentuje zapotrzebowanie na kapitał pożyczkowy lub udziałowy. Jego aktywność zależy w znacznej mierze od koniunktury gospodarczej, z którą wiąże się skłonność do inwestowania. Nowe emisje walorów wypuszczanych przez jednostki gospodarcze pojawiają się z większym nasileniem w okresach wzrastającej koniunktury gospodarczej. Pośrednictwo wyspecjalizowanych firm w emisji walorów powoduje określone koszty, ale z kolei zwiększa pewność powodzenia emisji. W przypadku systemu syndykatowego pełne ryzyko rozprawdzania emisji przejmują banki będące uczestnikami syndykatu, przy czym ryzyko to jest rozkładane często na wielu uczestników tego porozumienia.

3. Rynek kapitałowy

Efektywną alokację nadwyżek kapitałowych istniejących w gospodarce zapewnia sprawnie funkcjonujący rynek kapitałowy. Papier wartościowy jest aktywem pozwalającym inwestorom dysponującym nadwyżkami kapitału lokować je z myślą o przyszłych zarobkach, a emisja papierów wartościowych jest źródłem kapitału inwestycyjnego firmy. Należy pamiętać, że w procesie pozyskiwania kapitału zawsze biorą udział dwie strony: kapitałobiorca i kapitałodawca. Obie strony inwestują swoje i obce kapitały z myślą o przyszłych korzyściach, których ocena w chwili podejmowania decyzji inwestycyjnej (kapitałodawca) lub finansowej (kapitałobiorca) jest obciążona niepewnością. Ceny papierów wartościowych zależą od sytuacji gospodarczej danego kraju i otoczenia, które kreuje popyt i podaż na określone aktywa finansowe, w tym również papiery wartościowe. Obie strony narażają się na ryzyko, że w przyszłości spodziewane korzyści (stopa zwrotu) nie będą w takiej wysokości, jakiej oczekiwali w momencie angażowania kapitału.

Co dla jednej strony jest kapitałem inwestowanym, dla drugiej jest kapitałem pozyskiwanym. Co dla jednej strony jest zyskiem, dla drugiej jest kosztem. W procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych powinno się więc rozważać równolegle sytuację i spodziewane korzyści kapitałobiorcy i kapitałodawcy.

Zmienność (ryzyko) zachowania się stóp zwrotu z akcji przedsiębiorstw odzwierciedla zainteresowanie inwestorów akcjami poszczególnych spółek. Zjawisko to jest najczęściej związane z postrzeganiem spółki jako firmy dobrej lub złej z punktu widzenia potencjalnego inwestora. Można zaryzykować stwierdzenie, że zachowanie się rynku akcji jest odbiciem kondycji finansowej firm, perspektyw ich rozwoju (wzrostu, spadku) oraz tendencji zmian otoczenia gospodarczego. Można zauważyć, że wzrost lub spadek cen akcji wyprzedza ocenę kondycji firmy, a nawet branży. Trudno ocenić dlaczego tak się dzieje – być może inwestorzy rynku kapitałowego uważniej śledzą zachowanie się otoczenia, prowadzą dokładniejsze analizy. A być może dlatego, że w inwestowaniu rzeczowym (działalność spółki) czas oczekiwania na efekty inwestowania jest dłuższy, a wycofanie poniesionych nakładów jest o wiele trudniejsze, a czasami wręcz niemożliwe. Ze względu na to wielu autorów [9], [29], [49], [57] „przenosi” ocenę ryzyka akcji, współczynnik β , na ocenę ryzyka inwestowania w działalność spółki czy nawet branży. Podczas konstruowania CML dla danego rynku można dokonać wyceny ryzyka danego projektu inwestycyjnego.

Najistotniejszym elementem rynku kapitałowego jest giełda papierów wartościowych. Giełda jest siłą napędową rozwoju gospodarczego, ponieważ umożliwia płynną dystrybucję i właściwe rozlokowanie kapitału w najbardziej potrzebujących go miejscach gospodarki. Encyklopedia Webstera* definiuje giełdę jako

* *Webster's Encyclopedic Unabridged Dictionary of the English Language*, New York, Portland House (Dilithium Press Ltd.), 1989.

Stock exchange,

1. a building or place where stocks and others securities are bought and sold.
2. an association of brokers and dealers in stocks and bonds who meet together and transact business according to fixed rules.

tłum. Z. W.: Giełda to

1. budynek lub miejsce, w którym akcje i inne papiery wartościowe są kupowane i sprzedawane,
2. stowarzyszenie brokerów i dealerów akcji i obligacji, którzy spotykają się w celu zawarcia transakcji zgodnie z ustalonymi regulami.

Inaczej mówiąc, giełda papierów wartościowych – to miejsce wyposażone w określone urządzenia i środki techniczne oraz zespół osób, zorganizowanych w taki sposób, aby sprzedaż i zakup papierów wartościowych odbywały się z zachowaniem ustalonych reguł dotyczących warunków zbywania i nabywania praw.

3.1. Rodzaje papierów wartościowych

Polskie prawo nie zawierało ogólnej definicji pojęcia papieru wartościowego. Przed wejściem w życie *Kodeksu cywilnego* z 1964 roku używano określeń „papier wartościowy” lub „dokument”. Poza tym niektóre rodzaje dokumentów, zaliczanych powszechnie do kategorii papierów wartościowych, były regulowane kompleksowo przez odrębne akty normatywne (prawo wekslowe i prawo czekowe).

Papierem wartościowym jest

dokument mający stwierdzić lub stwierdzający istnienie określonego prawa majątkowego, utrwalony w takim brzmieniu i w taki sposób, że może stanowić samodzielny przedmiot obrotu publicznego

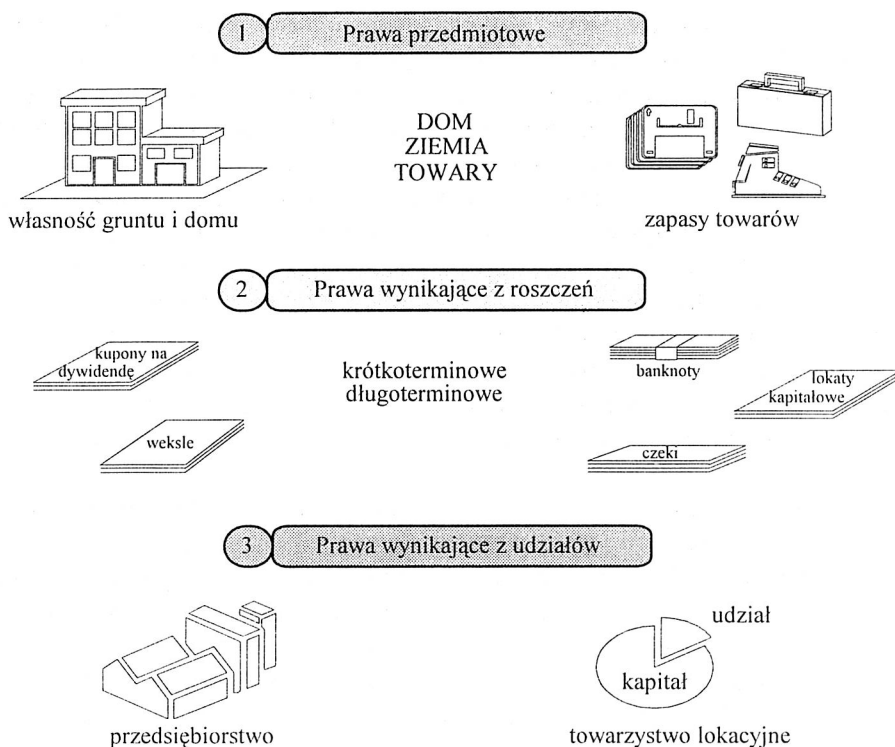
Publiczny obrót dotyczy jednak węższej kategorii papierów wartościowych, a mianowicie tylko takich, które są emitowane w serii; są to więc papiery wartościowe reprezentujące prawa majątkowe podzielone na z góry określoną liczbę jednostek. Najczęściej spotykanym kryterium podziału papierów wartościowych jest rodzaj prawa majątkowego płynącego z tytułu ich posiadania (rys. 3.1).

Na rynkach światowych wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje papierów wartościowych emitowanych przez firmy:

- akcje uprzywilejowane,
- akcje zwykłe,
- obligacje.

Każdy z nich charakteryzuje się określonymi cechami: sposobem traktowania przez firmę uzyskanego na tej drodze kapitału, sposobem traktowania właściciela określonego rodzaju papieru wartościowego, terminem spłaty kapitału, formą uzyska-

nia dochodu z posiadanych papierów, kolejnością spłat posiadaczy papierów w przypadku bankructwa firmy, a także siłą wpływu na zarządzanie firmą.



Rys. 3.1. Prawa majątkowe wynikające z posiadania papierów wartościowych
(na podstawie pracy [18])

Fig. 3.1. Property rights relating to possessing of securities

Akcje

Akcja jest papierem wartościowym udziałowym, dokumentem stwierdzającym udział w majątku spółki akcyjnej. Oznacza to, że jej posiadacz odpowiada za zobowiązania spółki do wysokości wartości akcji, ale jednocześnie posiada odpowiedni udział w całości majątku firmy. Posiadanie jej daje akcjonariuszowi prawo uczestnictwa w zarządzaniu spółką, podziale zysków lub majątku spółki w razie jej likwidacji.

Kryterium podziału akcji może być zakres szczególnych uprzywilejowań, które daje dana akcja. Mówi się wtedy o akcjach uprzywilejowanych i zwykłych. Akcje uprzywilejowane mogą dawać ich posiadaczowi prawo do pierwszeństwa w otrzymywaniu dywidendy, do zwiększonej jej wielkości, do zwiększonego udziału w podziale majątku spółki w razie jej likwidacji oraz prawo do większej liczby głosów na walnym zebraniu wspólników. W związku z różnymi rodzajami uprzywilejo-

wań występuje wiele rodzajów akcji uprzywilejowanych, np. akcje skumulowane, akcje złote, akcje milczące [2], [18], [22], [26], [33], [34], [85].

W znaczeniu ekonomicznym akcja jest jednym z alternatywnych sposobów finansowania działalności podmiotów gospodarczych, emitujących w tym celu papiery wartościowe. Kapitał uzyskany w wyniku sprzedaży wyemitowanych akcji figuruje w bilansie firmy, w pasywach, jako część kapitału własnego spółki, jako kapitał akcyjny. Wartość księgowa kapitału akcyjnego jest iloczynem liczby wyemitowanych akcji i jednostkowej ceny nominalnej (spółki amerykańskie mogą emitować akcje bez oznaczenia wartości nominalnej). W bilansie firmy nadwyżkę uzyskanego kapitału ze sprzedaży (emisji) akcji po cenie wyższej od wartości nominalnej minus koszty emisji (i ewentualnie założenia spółki) księguje się do kapitału zapasowego. Wartość księgową kapitału akcyjnego ustala się w momencie pierwotnej sprzedaży akcji. Wzrost lub spadek cen akcji w kolejnych operacjach handlowych, gdy akcje zmieniają właściciela, nie mają wpływu na wielkość księgową kapitału akcyjnego spółki. Ma wpływ natomiast na ustalenie poziomu ceny nominalnej i emisyjnej akcji, w razie ewentualnej ponownej emisji, na wartość rynkową firmy oraz wielkość wypłacanej dywidendy.

Dywidendy akcji zwykłych są wypłacane dopiero po uregulowaniu wypłat należnych posiadaczom obligacji i akcji uprzywilejowanych. W przypadku szybkiego rozwoju gospodarczego firmy posiadacze akcji zwykłych są w korzystniejszej sytuacji. Dywidendy z ich akcji mogą wielokrotnie przekraczać dywidendy akcji preferowanych, ponieważ wysokość wypłat jest ograniczona tylko wielkością zysku netto. Obowiązkowe spłaty z zysku i uzasadnione decyzje zarządu, poparte aprobatą walnego zgromadzenia akcjonariuszy, mogą determinować ich wielkość. W takiej sytuacji również zwyczajka cen akcji na giełdzie dostarcza dodatkowego dochodu. Posiadacze akcji preferowanych zamieniają wówczas chętnie na giełdzie swoje akcje na akcje zwykłe. W przypadku spadku zysku firmy w lepszej sytuacji są posiadacze akcji preferowanych – ich dywidendy są wypłacane przed dywidendami akcji zwykłych i nie jest istotne, czy dywidendy od akcji zwykłych będą wypłacone czy nie.

Obligacje

Na rynku kapitałowym jest wiele rodzajów papierów wartościowych typu wierzycielskiego. Obligacje, bony skarbowe, noty i weksle skarbowe stanowią w istocie podobne instrumenty, o nazwie wskazującej niekiedy na emitenta papieru. Są one papierami wartościowymi, w których emitent stwierdza, że jest dłużnikiem wobec właściciela papieru (wierzyciela) i zapłaci kwotę pieniężną oraz ustalone oprocentowanie w sposób i w terminach określonych w dokumencie. Obligacje mogą być emitowane zarówno przez rządy poszczególnych krajów, banki centralne, gminy, dzielnice, miasta, monopole rządowe (poczta, koleje itp.), jak i przez prywatne banki komercyjne i prywatne przedsiębiorstwa. Wartość nominalna oznacza kwotę zaciągniętego długu, a więc kwotę, którą emitent wypłaca w terminie wykupu aktualnemu właścicielowi papieru. Emisja i sprzedaż obligacji jest formą pożyczania pieniędzy przez emitenta od szerokiej rzeszy pożyczkodawców – najczęściej społeczeństwa.

W gospodarce polskiej rzadko można się spotkać z tą formą pożyczania pieniędzy przez inne organizacje niż Skarb Państwa.

Oprócz ograniczeń dotyczących solidności, rzetelności, wielkości firmy, które mają chronić potencjalnych pożyczkodawców, jednym z największych ograniczeń jest wielkość kapitału, który można uzyskać w ten sposób, a mianowicie wielkość funduszy uzyskanych na drodze emisji obligacji nie może przekraczać połowy różnicy – kapitał własny minus zobowiązania krótko i długoterminowe

$$\text{wartość emisji} + \text{wartość kuponów} = 0,5 (\text{kapitał własny} - \text{zobowiązania}).$$

Ograniczenie to silnie wpływa na popyt, na możliwość uzyskania funduszy w ten sposób. Wyższą wartość funduszu można uzyskać, jeśli pożyczka będzie gwarantowana przez inny podmiot gospodarczy, a Komisja Papierów Wartościowych uzna te gwarancje za wystarczające.

3.1.1. Szacowanie cen akcji

Rynek kapitałowy spełnia swoje funkcje wówczas, gdy obie strony, tj. kapitałodawca i kapitałobiorca, podejmą decyzje kupna, sprzedaży, odpowiednio, określonych papierów wartościowych po uzgodnionej cenie. Od prawidłowo dokonanej wyceny wartości papierów zależy wielkość kapitału pozyskanego na drodze emisji i jego koszt oraz stopa zwrotu (zarobek) potencjalnego kapitałodawcy. Z punktu widzenia kapitałodawcy zakupione akcje są inwestycją dokonaną z myślą o przyszłych dochodach (strumieniu przepływów gotówkowych) w postaci np. dywidendy. Ich wartość można więc szacować jako wartość obecną przyszłego strumienia wpływów gotówkowych. Spodziewane przepływy gotówkowe z akcji składają się z dwu elementów [4], [29], [49]: dywidendy rocznej i ceny, za jaką inwestor spodziewa się sprzedać akcję.

Oznaczmy:

D_i – dywidenda wypłacana w roku i -tym, $i = 0, 1, 2, \dots, n$,

P_i – cena rynkowa akcji w roku i -tym, $i = 0, 1, 2, \dots, n$,

k_s – żądana stopa zwrotu.

Stopa zwrotu z akcji

$$k_s = \frac{D_1 + (P_1 - P_0)}{P_0} = \frac{D_1}{P_0} + \frac{(P_1 - P_0)}{P_0},$$

gdzie pierwszy składnik sumy oznacza stopę zwrotu z dywidendy, a drugi – stopę zwrotu kapitałowego, czyli zarobek związany ze wzrostem ceny akcji.

Wartość akcji dla inwestora jest sumą dywidend, jaką otrzyma w okresie posiadania akcji, oraz ceny, jaką może uzyskać z jej sprzedania po tym okresie. Przychody uzyskiwane w późniejszych okresach mają dla inwestora mniejszą wartość od tych uzyskiwanych w okresach najbliższych, więc przy szacowaniu cen akcji, w stosunku do wszystkich przyszłych wpływów, stosuje się dyskontowanie, czyli oblicza ich

wartość obecną – $PV_{k_s,t}(D_t)$ przy zadanej, żądanej przez inwestora stopie zwrotu k_s [4], [29], [40], [49]

$$\begin{aligned} P_0 &= \sum_{t=1}^n PV_{k_s,t}(D_t) = \frac{D_1}{(1+k_s)} + \frac{D_2}{(1+k_s)^2} + \dots + \frac{D_n}{(1+k_s)^n} + \frac{P_n}{(1+k_s)^n} = \\ &= \sum_{t=1}^n \frac{D_t}{(1+k_s)^t} + \frac{P_n}{(1+k_s)^n}, \end{aligned} \quad (3.1)$$

gdzie chwila sprzedaży akcji $t = n$ jest dowolna – inwestor krótkoterminowy może akcje sprzedać za miesiąc, nie doczekawszy nawet do chwili wypłaty pierwszej dywidendy, a inwestor długoterminowy może je sprzedać za 10 lat lub przekazać wnukom.

Cenę sprzedaży akcji w n -tym roku P_n można wyznaczyć jako

$$\begin{aligned} P_n &= \frac{D_{n+1}}{(1+k_s)} + \frac{D_{n+2}}{(1+k_s)^2} + \dots + \frac{D_{n+m}}{(1+k_s)^m} + \frac{P_{n+m}}{(1+k_s)^m} = \\ &= \sum_{t=1}^m D_{n+t}(1+k_s)^{-t} + P_{n+m}(1+k_s)^{-m}. \end{aligned}$$

Cenę sprzedaży akcji w $(n + m)$ -tym roku wyznacza się podobnie, jak dla roku n -tego itd. Wobec tego [4], [87]

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} D_t(1+k_s)^{-t}. \quad (3.2)$$

Założono, że wartość żądanej przez inwestora stopy zwrotu jest stała w czasie i wynosi k_s . W rzeczywistości będzie ona zależeć od warunków gospodarczych aktualnych w rozważanych przyszłych okresach. Przewidywanie żądanej przez inwestorów stopy zwrotu na wiele lat naprzód stanowi poważną trudność. W prezentowanym modelu zakłada się stałość żądanej stopy zwrotu w całym rozpatrywanym okresie.

Jeżeli dywidenda będzie stała w czasie $D_1 = D_2 = \dots = D$, to cena akcji w chwili $t = 0$

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} D_t(1+k_s)^{-t} = \sum_{t=1}^{\infty} D(1+k_s)^{-t} = D \sum_{t=1}^{\infty} (1+k_s)^{-t} = \frac{D}{k_s}. \quad (3.3)$$

W literaturze przedmiotu równanie (3.3) nosi nazwę dywidendowego modelu stałego dochodu.

Dywidendowy model Gordona stałego wzrostu zysku [4], [29], [40], [85]

Dywidendy dla akcjonariuszy są płacone z zysku netto spółki. Wielkość wypłacanej dywidendy rocznej zależy od przyjętej polityki firmy. Najczęściej przyjmuje się, że dywidenda stanowi stałą część zysku netto

$$D_t = \bar{\Theta} \cdot \bar{z}_t,$$

gdzie:

$\bar{z}_t$ – prognozowany oczekiwany zysk netto w chwili t ,

D_t – prognozowana wielkość dywidendy w roku t ,

$\bar{\Theta}$ – stały w czasie współczynnik udziału wypłaty dywidendy w oczekiwanym zysku netto (stosunek dywidendy do zysku netto).

Jeśli $\bar{\Theta}$ jest stałe, to oczekiwane prognozy przyszłych dywidend są w rzeczywistości oczekiwanymi prognozami przyszłych zysków netto i stopy wzrostu tego zysku. W najprostszym modelu zakłada się, że wzrost firmy, określony przez wzrost zysku netto i dywidendy, jest stały i wynosi g . Znaczący to, że

$$z_t = z_0 (1 + g)^t.$$

Zależność między dywidendą D_t oraz dywidendą w chwili $t = t_0$, D_0 jest następująca

$$D_t = \bar{\Theta} \cdot z_t = \bar{\Theta} \cdot z_0 (1 + g)^t = D_0 (1 + g)^t. \quad (3.4)$$

Rozważmy najpierw sytuację inwestora długoterminowego kupującego akcje z zamiarem trzymania ich w nieskończoność – oczekującego dochodu tylko w formie wypłacanych mu corocznie dywidend. W tej sytuacji

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_t}{(1 + k_s)^t},$$

po podstawieniu (3.4) w miejsce D_t otrzymuje się

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_0 (1 + g)^t}{(1 + k_s)^t}. \quad (3.5)$$

Ta nieskończona suma jest zbieżna, gdy $k_s > g$, a więc jeśli żądana stopa zwrotu akcjonariusza jest większa od stopy wzrostu firmy. Jest więc

$$P_0 = D_0 \frac{(1 + g)}{k_s - g} = \frac{D_1}{k_s - g}. \quad (3.6)$$

Zatem cena akcji, jaką potencjalny inwestor jest skłonny zapłacić w chwili $t = 0$ przy żądanej stopie zwrotu k_s i prognozowanej stopie wzrostu firmy g , jest równa stosunkowi oczekiwanej dywidendy roku przyszłego $t = 1$ oraz różnicy między żądaną stopą zwrotu i stopą wzrostu firmy. Ma więc wartość renty wiecznej o płatności rocznej D_1 i stopie dyskontowej $r = k_s - g_s$.

Należy podkreślić, że wyrażenie (3.6) jest słuszne wtedy i tylko wtedy, gdy $k_s > g$

$$P_0 = \frac{D_1}{k_s - g} = D_0 \left(\frac{1 + g}{k_s - g} \right).$$

Jeśli inwestor kupuje akcje z zamiarem sprzedania ich po upływie $t = n$ lat, cena akcji P_0 , jaką jest on skłonny zapłacić w chwili $t = 0$, przy żądanej stopie zwrotu k_s oraz stopie wzrostu $g < k_s$,

$$P_0 = \sum_{t=1}^n \frac{D_0(1+g)^t}{(1+k_s)^t} + \frac{P_{t=n}}{(1+k_s)^n} =$$

$$= \sum_{t=1}^{T=n} D_0 \left(\frac{1+g}{1+k_s} \right)^t + \frac{1}{(1+k_s)^n} \cdot \frac{D_{n+1}}{k_s - g}, \quad (3.7)$$

czyli składa się z dwu składników: skończonej sumy zdyskontowanych strumieni dywidend oraz zdyskontowanej (stopa dyskontowa jest równa k_s) przez n okresów oczekiwanej ceny akcji w chwili $t = n$

$$P_{t=n} = \frac{D_{n+1}}{k_s - g} = \frac{D_n(1+g)}{k_s - g} = \frac{D_1(1+g)^n}{k_s - g} = \frac{D_0(1+g)^{n+1}}{k_s - g}.$$

W analizach cen akcji rozważa się następujące sytuacje [4], [29], [40], [49], [85]:

1. Malejący wzrost firmy, $g < 0$.
2. Zerowy wzrost firmy, $g = 0$.
3. Stały lub normalny wzrost firmy, $g > 0$, ale $g < k_s$.
4. Supernormalny wzrost firmy (rzędu kilkunastu procent rocznie), $g_s > 0$, ale $g_s < k_s$.
5. Niestały wzrost firmy: supernormalny wzrost w początkowym skończonym okresie, g_s niekoniecznie musi być mniejsze od stopy k_s , a następnie wzrost normalny $g_n < g_s$ i ze standardowym warunkiem $g_n < k_s$.

Przykład 3.1

W roku 1995 (za 1994 rok) firma wypłaciła dywidendę $D_0 = \$2$ za akcję. Jaką cenę za akcję firmy jesteśmy skłonni zapłacić, jeżeli żądana przez nas stopa zwrotu wynosi 15%? Przewidywany wzrost firmy wynosi:

1. Stały normalny wzrost, $g = 6\%$ (rys. 3.2)

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_0(1+g)^t}{(1+k_s)^t} = \$2 \sum_{t=1}^{\infty} \left(\frac{1+0,06}{1+0,15} \right)^t = \frac{D_1}{k_s - g} = \frac{\$2(1+0,06)}{0,15 - 0,06} = \$23,55.$$

2. Niestały wzrost firmy; przez pierwszych 5 lat prognozuje się supernormalny wzrost firmy $g_s = 12\%$, a następnie $g_n = 6\%$ rocznie nieograniczenie (rys. 3.3)

$$P_0 = \sum_{t=1}^{T=n} \frac{D_0(1+g)^t}{(1+k_s)^t} + \frac{P_{t=n}}{(1+k_s)^n},$$

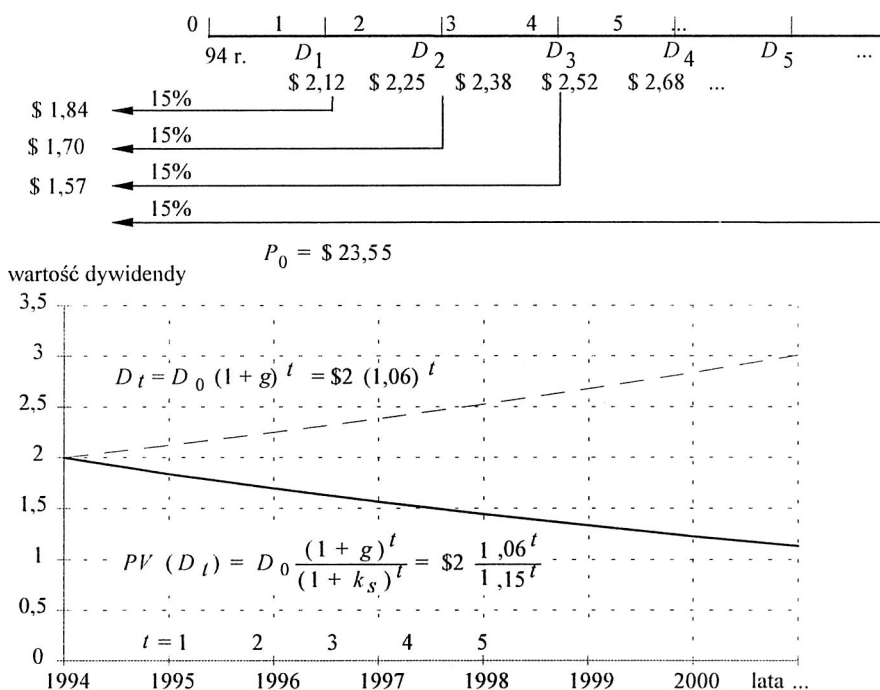
gdzie $P_{t=n} = \frac{D_{n+1}}{k_s - g}.$

W rozważanym przypadku stopa wzrostu firmy w pierwszym składniku – wyznaczająca wartość sumy zdyskontowanego strumienia dywidend – $g = g_s = 12\%$, natomiast wartość stopy wzrostu do oznaczenia ceny akcji na koniec n -tego (piątego) okresu jest równa $g = g_n = 6\%$, a więc

$$P_0 = D_0 \sum_{t=1}^{T=n} \frac{(1+g_s)^t}{(1+k_s)^t} + \frac{P_{t=n}}{(1+k_s)^n},$$

gdzie

$$P_{t=n} = \frac{D_n(1+g_n)}{k_s - g_n} = \frac{D_0(1+g_s)^n(1+g_n)}{k_s - g_n}.$$



Rys. 3.2. Wartość obecna dywidendy przy stałym normalnym wzroście firmy, $g = 6\%$

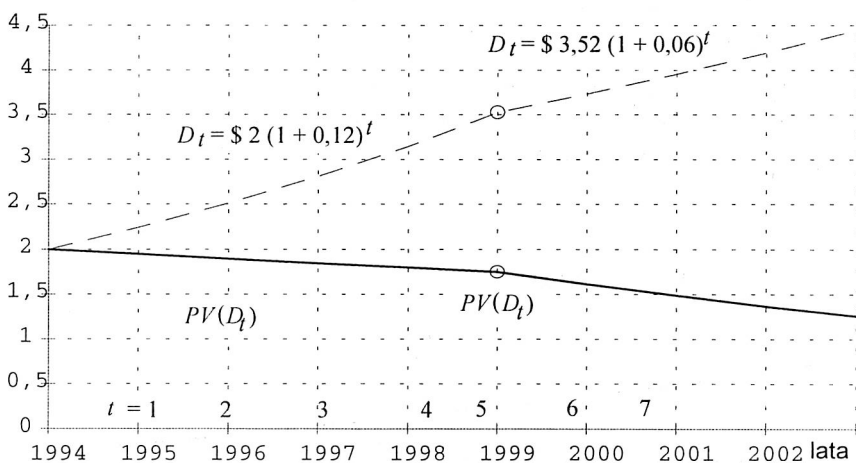
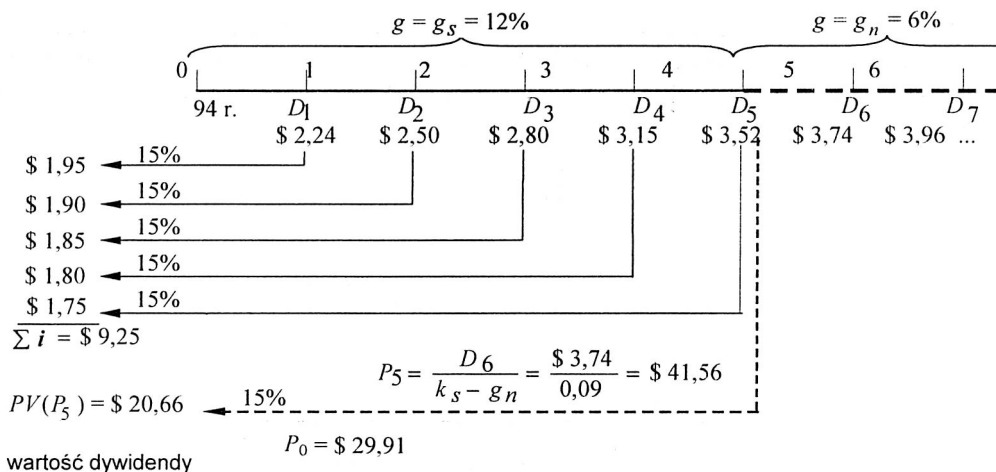
Fig. 3.2. Dividends for regular growth of the firm, $g = 6\%$

Zatem

$$P_0 = D_0 \sum_{t=1}^{T=n} \frac{(1+g_s)^t}{(1+k_s)^t} + \frac{D_0(1+g_s)^n(1+g_n)}{(k_s - g_n)} \cdot \frac{1}{(1+k_s)^n}.$$

Dla $g_s = 12\%$, $g_n = 6\%$, $n = 5$, $k_s = 15\%$

$$P_0 = \$ (1.95 + 1.90 + 1.85 + 1.80 + 1.75) + \frac{\$3.52(1+0.06)}{0.09} \cdot \frac{1}{(1.15)^5} = \$29.91.$$



Rys. 3.3. Wartość dywidend dla supernormalnego, a następnie normalnego wzrostu firmy

Fig. 3.3. Dividends for superregular and next regular growth of the firm

Zmienny wzrost firmy nie narzuca ograniczeń na g_s , jeżeli tylko supernormalny wzrost firmy występuje przez skończoną liczbę okresów wypłaty dywidend, a następnie wzrost firmy $g_n < k_v$.

Przytoczone metody szacowania cen akcji wynikają z modelu dywidendowego. Zakłada się, że firmy dokonują wypłat dywidendy w zależności od wypracowanego zysku netto. Modele te są przydatne przy szacowaniu cen akcji dla spółek, których akcje są już w obrocie publicznym od jakiegoś czasu. Zapisy historyczne dotyczące wielkości wypłat i wielkości zysku netto wypracowanego w latach przeszłych są podstawą opracowania prognoz i wyznaczenia oczekiwanych wartości zysku netto oraz udziału dywidendy w tym zysku.

Potencjalnego inwestora kupującego akcje interesuje przede wszystkim oczekiwana stopa zwrotu z inwestycji, czyli ile zarobi po zaangażowaniu swoich pieniędzy. Wszystkie wskaźniki i współczynniki służą do szacowania tej stopy zwrotu.

Wskaźniki giełdowe

Typowymi wskaźnikami stosowanymi w analizie stanu finansowego firmy i w szacowaniu wartości rynkowej firmy są miary zysku, a mianowicie [4], [25], [49]:

1. Zysk na akcję, nazywany często EPS, który stanowi wartość zysku wypracowanego przez firmę w danym okresie przypadającego na jedną akcję,

$$\text{EPS} = \frac{\text{zysk bilansowy}}{\text{liczba wyemitowanych akcji}}.$$

2. Cena akcji do zysku C/Z, oznaczany także przez P/E, który wyraża stosunek ceny akcji do zysku na jedną akcję,

$$\text{P/E} = \frac{\text{cena akcji}}{\text{zysk na akcję}} = \frac{\text{cena akcji}}{\text{EPS}},$$

3. Zysk z dywidendy lub stopa zwrotu z dywidendy – DPS

$$\begin{aligned} \text{zysk z dywidendy} &= \frac{\text{dywidenda na akcję}}{\text{cena akcji}} = \\ &= \frac{\text{zysk bilansowy na akcję} - \text{zysk zatrzymany na akcję}}{\text{cena akcji}}. \end{aligned}$$

Szczególną rolę pełni wskaźnik P/E, który może służyć do szacowania wartości rynkowej firmy. Cena akcji występująca w liczniku formuły definiującej ten wskaźnik jest ceną rynkową akcji. Po pomnożeniu wartości wskaźnika P/E przez zysk bilansowy firmy lub pomnożeniu P/E przez liczbę wyemitowanych akcji oraz wskaźnik EPS otrzymuje się wartość rynkową firmy. Ten sposób wyznaczania wartości rynkowej jest szczególnie użyteczny podczas wyceny firmy, a więc i ustalania ceny emisyjnej akcji firmy, której akcje nie są w publicznym obrocie. Przy tych oszacowaniach zakłada się, że rynkowa wartość akcji (firmy) zależy od wielu czynników ogólnogospodarczych, czynników specyficznych dla danej gałęzi przemysłu i czynników charakterystycznych dla danej firmy. W sytuacji, gdy akcje firmy nie znajdują się w publicznym obrocie, wycena ceny emisyjnej akcji jest trudniejsza. Zakłada się, że ceny akcji będą się zachowywać podobnie jak ceny akcji innych firm znajdujących się na giełdzie. Należy zatem znaleźć firmę, której akcje znajdują się w publicznym obrocie, działającą w tej samej branży, o podobnym profilu, wielkości i tempie rozwoju, jak firma, której wycena jest przedmiotem zainteresowania. Nowe akcje wycenia się wykorzystując wskaźnik P/E podobnej firmy, publikowany w wydawnictwach giełdowych.

Jeśli firma po raz pierwszy emituje akcje można stosować metody szacowania cen akcji innymi metodami [49]:

- Metoda wartości rynkowej majątku firmy.

Inwestor, po zakupieniu akcji firmy, staje się jej współwłaścicielem. Interesuje go więc, co kupuje za swoje pieniądze. Jaką wartość ma część majątku firmy, której stał się właścicielem? Aktywa firmy są finansowane zobowiązaniami bieżącymi i długoterminowymi (pożyczki, kredyty) oraz kapitałem firmy. Cenę akcji zatem może ustalić następująco

$$P_0 = \frac{\text{Wartość rynkowa aktywów firmy} - \text{zobowiązania bieżące i długoterminowe}}{\text{liczba wyemitowanych akcji}}.$$

Ten sposób szacowania ceny akcji nie uwzględnia jednak zdolności firmy do generowania dodatkowego zysku przez stosowanie obcych kapitałów (dźwigni finansowej), nie uwzględnia czynnika ludzkiego, na przykład kwalifikacji załogi, a także podpisanych kontraktów handlowych itp. Cena akcji zależy w wysokim stopniu od przyjętej metody szacowania rynkowej wartości majątku firmy. Problem rzetelności szacowania cen akcji sprowadza się do rzetelności wyceny rynkowej wartości majątku firmy. Stosuje się różne metody wyceny, a ich wyniki czasami bardzo się różnią. Metody te są w dużej mierze intuicyjne, co wprowadza czynnik subiektywności oceniającego. Różniące się wyniki oszacowań wartości rynkowej majątku są najczęściej podstawą negocjacji cen akcji, na przykład na przetargach.

- Metoda wartości księgowej majątku firmy.

W zapisach księgowych, w bilansie firmy jest prowadzona ewidencja wartości poszczególnych składników majątku firmy. Zapisy te mogą także służyć jako podstawa wyceny akcji

$$P_0 = \frac{\text{Wartość księgowa aktywów firmy} - \text{zobowiązania bieżące i długoterminowe}}{\text{liczba wyemitowanych akcji}}.$$

W metodzie wartości księgowej wartość firmy zależy od sposobu prowadzenia zapisów. Na przykład od sposobu wyceny zapasów (LIFO, FIFO), przeszacowania wartości środków trwałych itp. Czasami metoda ta działa na korzyść kupującego akcje – gdy wartość bieżąca aktywów jest zaniżona w stosunku do wartości rynkowej, a czasami na korzyść sprzedającego – gdy sposób prowadzenia zapisów księgowych powoduje zawyżenie wartości środków obrotowych i trwałych w stosunku do ich wartości rynkowej.

Przykład 3.2 (na podstawie prac [34], [87])

Spółka TOR S.A. rozważa projekt inwestycyjny, którego realizacja wymaga 10 000 000 zł. Po przeanalizowaniu możliwych źródeł finansowania zdecydowano nową emisję akcji.

Krok I. Zebranie informacji:

1. Koszt emisji akcji wynosi $k_c = 8\%$ od wpływów brutto.
2. Obecnie firma posiada 4 000 000 akcji.
3. Akcjonariusze oczekują $k_s = 12\%$ stopy zwrotu.
4. Zgodnie z polityką dywidendową firmy, wartość wypłacanych dywidend wynosić powinna $\Theta = 50\%$ zysku bilansowego.
5. Przewiduje się $g = 3\%$ stopę wzrostu firmy.
6. Przewidywany przyszłoroczny zysk z obecnej działalności wynosi 4 000 000 zł.
7. Przewiduje się $R = 15\%$ stopę zwrotu z zainwestowanego kapitału.

8. Aby sprzedaż nowych akcji odbyła się odpowiednio szybko, ich cenę P_d należy ustalić na poziomie 80% ceny rynkowej P akcji już istniejących.

Krok II. Wykonanie obliczeń:

1. Wpływ kapitału z emisji wyniesie

$$V_e = V_c - k_c \cdot V_c = 10\,000\,000 \text{ zł} (1 - 0,08) = 9\,200\,000 \text{ zł},$$

gdzie:

V_e – wpływ kapitału z emisji,

V_c – żądany kapitał inwestycyjny.

2. Zysk z nowej inwestycji

$$15\% \text{ z } 9\,200\,000 \text{ zł} = 1\,380\,000 \text{ zł}.$$

3. Zysk całkowity w przyszłym roku z_c

z_c = zysk z prowadzonej działalności + zysk z inwestycji =

$$= 4\,000\,000 \text{ zł} + 1\,380\,000 \text{ zł} = 5\,380\,000 \text{ zł}.$$

4. Wartość przyszłorocznych dywidend

$$50\% \cdot z_c = 0,5 \cdot 5\,380\,000 \text{ zł} = 2\,690\,000 \text{ zł}.$$

5. Wartość rynkowa firmy V przy założonym wzroście firmy $g = 3\%$ oraz żądanej stopie zwrotu z akcji $k_s = 12\%$,

$$V = D_1 / (k_s - g) = 2\,690\,000 \text{ zł} / 0,09 = 29\,888\,888 \text{ zł}.$$

6. Po oznaczeniu przez L_x liczby nowo wyemitowanych akcji, liczba akcji po emisji wyniesie $4\,000\,000 + L_x$, co przy cenie rynkowej akcji P powoduje, że ogólna wartość rynkowa firmy musi spełniać równanie

$$(4\,000\,000 + L_x) \cdot P = 29\,888\,888 \text{ zł}.$$

7. Cena nowych akcji wynosi $P_d = 0,8 \cdot P$, a więc

$$(4\,000\,000 + L_x) \cdot (P_d / 0,8) = 29\,888\,888 \text{ zł},$$

w wyniku tego otrzymuje się

$$4\,000\,000 \cdot P_d + L_x \cdot P_d = 23\,911\,110 \text{ zł}.$$

8. Żądany kapitał inwestycyjny wynosi $10\,000\,000 \text{ zł}$, a więc

$$L_x \cdot P_d = 10\,000\,000 \text{ zł}.$$

9. Biorąc pod uwagę punkty 7 i 8 otrzymuje się

$$4\,000\,000 \cdot P_d + 10\,000\,000 \text{ zł} = 23\,911\,110 \text{ zł}.$$

Zatem

$$P_d = 13\,911\,110 \text{ zł} / 4\,000\,000 = 3,48 \text{ zł}.$$

10. Liczbę nowo wyemitowanych akcji oblicza się z równania

$$L_x \cdot P_d = 10\,000\,000, \text{ to } L_x = 10\,000\,000 \text{ zł} / 3,48 \text{ zł} = 2\,873\,563.$$

Wnioski

1. Spółka powinna wyemitować 2 873 563 akcje po cenie emisyjnej 3,48 zł za akcję, aby uzyskać zwiększenie kapitału o 10 000 000 zł.

2. Cena emisyjna 3,48 zł za akcję jest o 20% niższa niż cena rynkowa, która wynosi $P = 3,48 \text{ zł} / 0,8 = 4,35 \text{ zł}$.

3. Po emisji spółka będzie miała 6 873 563 wyemitowane akcje o łącznej wartości 29 899 999 zł.

Szacowanie cen akcji uprzywilejowanych

Akcje uprzywilejowane są papierami wartościowymi udziałowymi – podobnie jak akcje zwykłe, ale ich posiadaczowi przysługuje wiele praw wyróżniających go spo-

śród akcjonariuszy zwykłych. Najistotniejszą cechą stanowi obowiązek wypłaty dywidendy oraz stałość dywidendy w czasie (kwotowo lub procentowo od zainwestowanego kapitału), niezależnie od wielkości wypracowanego zysku netto w danym okresie – roku.

Założmy, że wielkość dywidendy akcji uprzywilejowanej

$$D_0 = D_1 = D_2 = \dots = D_n = \dots = D,$$

wówczas, po zastosowaniu dywidendowego modelu szacowania cen akcji, przy oczekiwanej stopie zwrotu k_{su} ,

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_t}{(1 + k_{su})^t} = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D}{(1 + k_{su})^t}$$

jest wartością obecną renty wiecznej o strumieniu płatności równym D , a więc

$$P_0 = \frac{D}{k_{su}}. \quad (3.8)$$

3.1.2. Szacowanie cen obligacji

Obligacje są papierami wartościowymi wierzytelnościowymi. Emitent, sprzedając obligacje, zobowiązuje się do wykupienia ich w momencie upływu terminu ważności (po cenie uwidocznionej na obligacji, zwanej ceną nominalną) oraz do okresowych wypłat oprocentowania, zwanego kuponami. Ustawowo obligacja musi zawierać następujące informacje:

1. Nazwa emitenta, liczba wyemitowanych obligacji itp.
2. Cena nominalna P_n ; cena, po której emitent zobowiązuje się wykupić obligację od posiadacza.
3. Oprocentowanie obligacji (kupon) I ; wartość wypłat dokonywanych okresowo (rocznych, półrocznych, kwartalnych, ...) przez emitenta na rzecz posiadacza obligacji.
4. Termin wykupu obligacji.
5. Inne informacje.

Niezależnie od rodzaju obligacji (z kuponem zerowym, indeksowane, inne) sposób szacowania ceny obligacji jest zawsze podobny. Metody różnią się sposobem wyznaczenia korzyści, które oferuje się posiadaczowi obligacji. Najprostszą formą korzyści jest oczywiście oprocentowanie obligacji, które stanowi miarę zarobku (w pieniądzu) posiadacza obligacji. Wartość P_0 obligacji wyznacza się jako sumę wartości zdyskontowanych strumieni kuponów i nominalu, wypłacanego posiadaczowi obligacji w czasie posiadania przez niego papieru. Dyskontowania dokonuje się po żądanej przez inwestora stopie zwrotu k_{ob} . Założmy, że obligacja ma ustalone: P_n – cenę nominalną, n – liczbę lat do wykupu, I – wartość oprocentowania rocznego. Żądana stopa zwrotu wynosi k_{ob} , wówczas

$$P_0 = \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1 + k_{ob})^t} + \frac{P_n}{(1 + k_{ob})^n} = I \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1 + k_{ob})^t} + \frac{P_n}{(1 + k_{ob})^n}, \quad (3.9)$$

ponieważ

$$I_1 = I_2 = \dots = I_n = I = i_c \cdot P_n,$$

gdzie i_c – stosunkowa (procentowa) wielkość kuponu.

W zależności od relacji między stopą oprocentowania obligacji i_c a żadaną stopą zwrotu z obligacji k_{ob} wyróżnia się trzy warianty sprzedaży obligacji:

1. Jeżeli $i_c = k_{ob}$, cena sprzedaży $P_0 = P_n$ – obligacja bez dyskonta – obligacja sprzedawana po cenie nominalnej.

2. Jeżeli $i_c > k_{ob}$, $P_0 > P_n$ – obligacja z premią – obligacja sprzedawana z premią.

3. Jeżeli $i_c < k_{ob}$, $P_0 < P_n$ – obligacja z dyskontem – obligacja sprzedawana z dyskontem.

Obligacje są papierem wartościowym, który stwarza atrakcyjne warunki dla obu zaangażowanych stron: emitentowi (firmie), bo ułatwia mu zdobycie pożądanych funduszy, i pożyczkodawcy, bo pozwala lokować oszczędności na wyższy procent (wyższy poziom korzyści) lub zapewnia mniejsze ryzyko inwestowania (obligacje rządowe) niż na przykład ulokowanie kapitału na rachunku oszczędnościowym w banku.

Transakcja kupna–sprzedaży papieru wartościowego na rynku kapitałowym dochodzi do skutku wówczas, gdy kupujący i sprzedający (kapitałodawca i kapitałobiorca) osiągną konsensus co do ceny papieru oraz warunków towarzyszących transakcji. Od prawidłowej wyceny wartości papierów zależy ilość pozyskanego na tej drodze kapitału i jego koszt oraz stopa zwrotu potencjalnego kapitałodawcy. Koszt kapitału dla kapitałobiorcy zależy od ceny za ryzyko żądanej przez potencjalnego kapitałodawcę (akcjonariusza, nabywcy obligacji). Podejmowanie decyzji inwestycyjnych i finansowych w przedsiębiorstwie powinno więc uwzględniać również analizę decyzji finansowej od strony potencjalnego kapitałodawcy – nabywcy papieru wartościowego. Pozwoli to podejmującym decyzje inwestycyjne i finansowe uniknąć błędów, właściwie ocenić koszt i wielkość kapitału uzyskanego drogą emisji papierów wartościowych.

3.2. Ryzyko inwestowania w aktywa kapitałowe

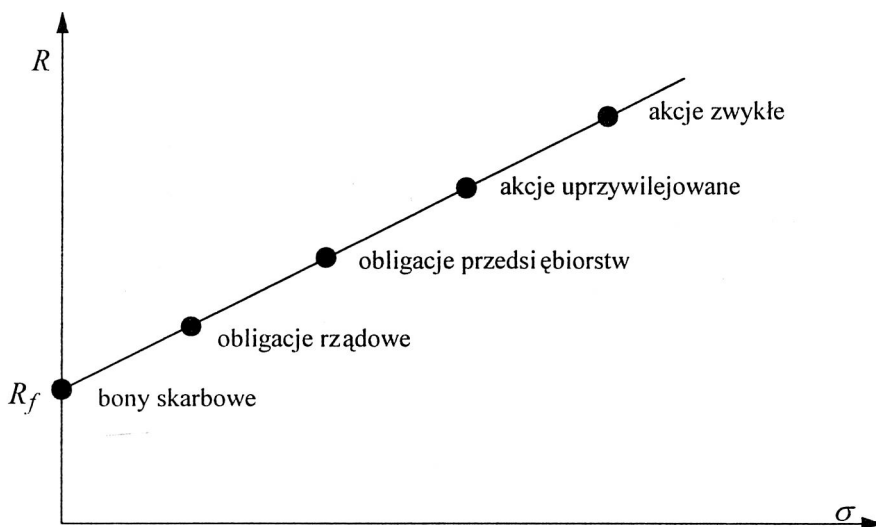
Z punktu widzenia inwestora lokującego nadwyżki funduszy w papierach wartościowych ryzyko inwestowania rozumie się jako możliwość, że spodziewany zwrot będzie mniejszy niż zwrot prognozowany. Zwrot z takiej inwestycji pochodzi z dwóch źródeł: okresowych wypłat oraz wzrostu rynkowej ceny aktywa [4], [29], [40], [49], [80], [81], [83]. Może się zdarzyć, że firma nie wypłaci dywidendy w oczekiwanej wysokości, że nie nastąpi spodziewany wzrost cen akcji, że firma nie dokona wykupu obligacji w określonym terminie itp.

Inwestowanie w papiery wartościowe emitowane przez Skarb Państwa jest obarczone niewielkim ryzykiem. Skarb Państwa, w krytycznej sytuacji, zawsze może wyemitować dodatkowe pieniądze. Inwestowanie w papiery wartościowe emito-

wane przez firmy wiąże się z dużym ryzykiem. Jest ono inne przy inwestowaniu w duże, stabilne i „markowe” firmy, a inne w małe, czy nowo powstałe niewielkie firmy.

Im większe spodziewane ryzyko, inaczej mówiąc – im większe ryzyko, którym jest obarczona konkretna inwestycja, konkretny papier wartościowy, tym wyższa jest żądana stopa zwrotu inwestora, tym kapitałobiorca musi się liczyć z wyższymi kosztami pozyskania kapitału.

Papiery wartościowe różnią się ryzykiem związanym z terminem inwestowania (długo-, średnio- i krótkoterminowe) ryzykiem niewypłacalności, statusem podatkowym (niektóre papiery wartościowe są zwolnione z podatku dochodowego, na przykład obligacje Skarbu Państwa) oraz płynnością. Powszechnie uważa się, że najmniejszym ryzykiem są obciążone bony skarbowe. W niektórych krajach bony uważa się za papiery o ryzyku zerowym. Stopa zwrotu z nich jest uważana za stopę wolną od ryzyka R_f , następnie obligacje rządowe, akcje uprzywilejowane i dopiero akcje zwykłe. Na rysunku 3.4 przedstawiono papiery wartościowe uporządkowane według ich ryzyka i stopy zwrotu R .



Rys. 3.4. Zależność między ryzykiem i stopą zwrotu (na podstawie pracy [49])

Fig. 3.4. Risk relative to return rate

Ogromną sztuką jest umiejętność trafnego szacowania ryzyka i odpowiadającej mu stopy zwrotu. Zależy to zarówno od dobrej znajomości sytuacji gospodarczej, metod szacowania, prognozowania, jak i szczęścia osobistego inwestora. Wybór inwestycji, papierów zależy także w dużej mierze od zdolności inwestora do podejmowania ryzyka.

Na rynkach kapitałowych zauważa się dużą zmienność stóp zwrotu z aktywów finansowych. Zjawiska zachodzące na rynkach kapitałowych są chyba zjawiskami najbardziej wrażliwymi na zmiany zachodzące we współczesnym świecie, niezależnie od rodzaju zmian i odległości geograficznej, czy systemu polityczno-gospodarczego, w którym rynek kapitałowy funkcjonuje. Liczność zjawisk, które mogą oddziaływać na zachowanie się cen aktywów finansowych, powoduje, że do szacowania ryzyka inwestowania w aktywa finansowe stosuje się różne modele: deterministyczne, probabilistyczne, a ostatnio ukazały się publikacje przedstawiające zastosowanie teorii chaosu w problemach inwestowania i ekonomice [23], [55], w których analizę zmienności cen aktywów finansowych opisuje się za pomocą fraktali.

Najczęściej w literaturze przedmiotu [4], [9], [12], [14], [22],[25], [29], [40], [49], [70], [87] sugeruje się zastosowanie probabilistycznego podejścia do badania rynku kapitałowego. Zastosowanie takiego podejścia implikuje założenie istnienia określonych rozkładów prawdopodobieństwa.

Zakłada się, że stopa zwrotu R z aktywa finansowego jest zmienną losową o istniejącym rozkładzie prawdopodobieństwa. Wówczas oczekiwana stopa zwrotu może być zdefiniowana jako

$$\bar{R} = \int_{-\infty}^{\infty} f(R)R dR, \quad (3.10)$$

gdzie:

$\bar{R}$ – oczekiwana stopa zwrotu,

$f(R)$ – funkcja gęstości rozkładu prawdopodobieństwa R .

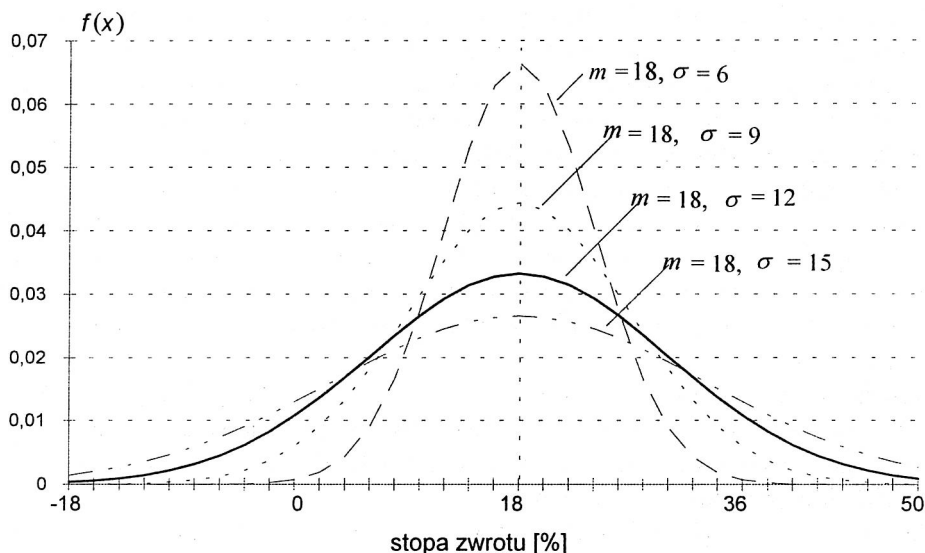
Probabilistyczną miarą rozrzutu zmiennej wokół jej wartości średniej, czyli miarą zmienności stóp zwrotu, jest odchylenie standardowe, które może stanowić jednocześnie miarę ryzyka związanego z określonym aktywem kapitałowym (papierem wartościowym).

$$\sigma = \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} f(R)(R - \bar{R})^2 dR}. \quad (3.11)$$

Im mniejsza wartość odchylenia standardowego, tym mniejsze ryzyko, ponieważ wartość odchylenia wskazuje, jak bardzo zmienne są wartości stopy zwrotu, jak duży jest rozrzut wartości stopy zwrotu wokół jej wartości oczekiwanej.

Najczęściej zakłada się, że funkcje gęstości rozkładów prawdopodobieństwa występowania określonych wartości stóp zwrotu są rozkładami normalnymi $N(m, \sigma)$ (rys. 3.5).

Przy ocenie ryzyka inwestowania istotną rolę odgrywa czas. Intuicyjnie (a badania to potwierdzają) wydaje się, że ryzyko inwestowania rośnie wraz z okresem inwestowania.



Rys. 3.5. Funkcje gęstości spodziewanych stóp zwrotu
 Fig. 3.5. Probability density function of return rates

3.2.1. Analiza ryzyka portfela

Inwestowanie całego kapitału w jeden rodzaj papierów wartościowych (tylko akcje) lub zakup papierów wartościowych jednego przedsiębiorstwa (akcje i obligacje tej samej firmy) nie jest lokatą bezpieczną. Posiadanie zbioru papierów wartościowych różnego typu wielu firm i różnego rodzaju aktywów finansowych (portfolio, portfel) może znacznie zmniejszyć ryzyko inwestowania [4], [29], [40], [49], [77], [78].

Portfelem aktywów kapitałowych (papierów wartościowych) nazywa się zbiór N aktywów kapitałowych o udziale (proporcji) w_i , $i = 1, 2, \dots, N$, zainwestowanego kapitału w każde aktyw w stosunku do całego kapitału inwestycyjnego

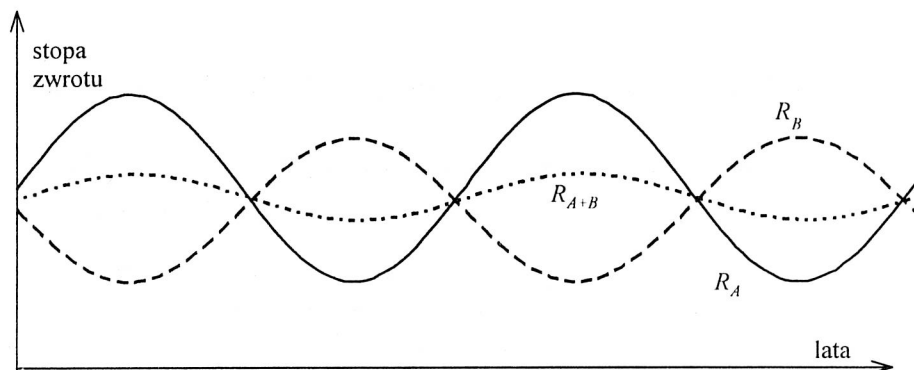
$$\sum_{i=1}^N w_i = 1.$$

Rozważać można dwa problemy:

- jakiej stopy zwrotu można oczekiwać ze zbioru dokonanych inwestycji (portfela),
- jakie jest ryzyko związane z portfelem.

Intuicyjnie wydaje się, że najbezpieczniej jest inwestować w takie aktywa finansowe, których zachowanie się w czasie jest przeciwnostawne. Na przykład należy inwestować w akcje takich dwu firm, które w określonej sytuacji gospodarczej zachowują

się odwrotnie: w jednej z nich stopa zwrotu z akcji wzrasta, w drugiej maleje. Niebezpieczeństwo zmniejszania się stopy zwrotu z akcji jednej firmy jest równoważone wzrostem stopy zwrotu z akcji firmy drugiej (rys. 3.6).



Rys. 3.6. Zmiany stóp zwrotu (ujemnie skorelowanych aktywów kapitałowych) w czasie (na podstawie pracy [49])

Fig. 3.6. Negative correlation for two capital assets rate of return over time

Jak wynika z rysunku 3.6, stopa zwrotu z portfela inwestycji $(A + B)$ jest bardziej stabilna w czasie w porównaniu ze stopami zwrotu z poszczególnych inwestycji, tzn. że jest inwestycją mniej ryzykowną. Efekt ten wynika z ujemnej korelacji między stopami zwrotu z inwestycji A i B . Miarą siły zależności między stopami zwrotu z inwestycji jest współczynnik korelacji. Jeśli stopy zwrotu z dwu inwestycji są ujemnie skorelowane, można uzyskać znaczną redukcję ryzyka portfolio. Jeśli są skorelowane dodatnio, efekt redukcji ryzyka nie jest zbyt wysoki i zależy od siły korelacji między stopami zwrotu oraz udziału poszczególnych aktywów w portfolio [4], [29], [40], [49], [77], [78].

Oczekiwana stopa zwrotu z portfolio dwuskładnikowego

Jeśli dwa lub więcej rodzajów papierów wartościowych tworzy zbiór (portfel, portfolio), który stanowi całość funduszu inwestora, to oczekiwana stopa zwrotu z portfolio $\bar{R}_p$ jest równa średniej ważonej oczekiwanych stóp zwrotów z indywidualnych inwestycji $\bar{R}_i$

$$\bar{R}_p = \sum_{i=1}^n W_i \bar{R}_i, \quad (3.12)$$

gdzie:

n – liczba rodzajów papierów w portfolio,

W_i – udział papieru i -tego w wartości całego portfela.

Dla portfela dwuskładnikowego, w którym udział zainwestowanego funduszu w papier A wynosi W_A , a w papier B wynosi W_B , przy czym $W_A + W_B = 1$, zachodzi

$$\bar{R}_p = W_A \bar{R}_A + W_B \bar{R}_B = W_A \bar{R}_A + (1 - W_A) \bar{R}_B, \quad (3.13)$$

a ryzyko portfela mierzone odchyleniem standardowym stóp zwrotu

$$\sigma_{AB} = \sigma_p = \sqrt{W_A^2 \sigma_A^2 + W_B^2 \sigma_B^2 + 2W_A W_B \rho_{AB} \sigma_A \sigma_B}, \quad (3.14)$$

gdzie:

σ_{AB} , σ_p – odchylenie standardowe stóp zwrotu portfela dwuelementowego, ryzyko portfela,

σ_A^2 , σ_B^2 – wariancja stóp zwrotu z papieru wartościowego (odpowiednio) A i B ,

σ_A , σ_B – odchylenie standardowe stóp zwrotu z papieru wartościowego (ryzyko) A i B odpowiednio,

ρ_{AB} – współczynnik korelacji między stopami zwrotu z papieru A i B .

Ryzyko portfela zależy od udziału zainwestowania funduszy w papiery wartościowe A i B , ryzyka aktywów A i B oraz współczynnika korelacji między ich stopami zwrotu.

Współczynnik korelacji między stopami zwrotu dwu składników portfela przyjmuje wartość z przedziału $[-1, +1]$.

Dla $\rho_{AB} = 1$, wariancja

$$\sigma_{AB}^2 = W_A^2 \sigma_A^2 + W_B^2 \sigma_B^2 + 2W_A W_B \sigma_A \sigma_B = (W_A \sigma_A + W_B \sigma_B)^2,$$

a odchylenie standardowe, czyli miara ryzyka portfolio σ_p

$$\sigma_{AB} = (W_A \sigma_A + W_B \sigma_B). \quad (3.15)$$

Dla $\rho_{AB} = -1$, wariancja

$$\sigma_{AB}^2 = W_A^2 \sigma_A^2 + W_B^2 \sigma_B^2 - 2W_A W_B \sigma_A \sigma_B = (W_A \sigma_A - W_B \sigma_B)^2,$$

a odchylenie standardowe, czyli miara ryzyka portfolio

$$\sigma_{AB} = |W_A \sigma_A - W_B \sigma_B|. \quad (3.16)$$

Ryzyko portfela, złożonego z dwóch papierów A i B , o współczynniku korelacji $\rho_{AB} = -1$, w zależności od udziału zainwestowania kapitału w aktywo A i B osiąga wartość minimalną w punkcie

$$W_A \sigma_A = W_B \sigma_B,$$

stąd

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{\sigma_B}{\sigma_A}$$

lub

$$W_A = \frac{\sigma_B}{\sigma_A + \sigma_B}, \quad W_B = \frac{\sigma_A}{\sigma_A + \sigma_B},$$

co więcej, w punkcie tym ryzyko portfela jest równe zero.

Dla $\rho_{AB} = 0$, odchylenie standardowe

$$\sigma_{AB} = \sqrt{W_A^2 \sigma_A^2 + W_B^2 \sigma_B^2}, \quad (3.17)$$

a wariancja portfela

$$\sigma_{AB}^2 = W_A^2 \sigma_A^2 + W_B^2 \sigma_B^2 = W_A^2 \sigma_A^2 + (1 - W_A)^2 \sigma_B^2.$$

Obliczmy pierwszą pochodną wariancji po W_A i przyrównajmy ją do zera

$$\frac{\partial \sigma_{AB}^2}{\partial W_A} = 2W_A \sigma_A^2 - 2(1 - W_A) \sigma_B^2 = 0,$$

otrzymujemy W_A i W_B , które minimalizują ryzyko (ale nie zerują go) w przypadku $\rho_{AB} = 0$

$$W_A = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_A^2 + \sigma_B^2}, \quad W_B = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_A^2 + \sigma_B^2}.$$

Analiza ryzyka wieloelementowego portfolio

Przedstawiona analiza zachowania się ryzyka portfela jest stosowana przede wszystkim do portfela dwuskładnikowego. W rzeczywistości portfel może być kombinacją większej liczby składników, wówczas liczba obliczeń gwałtownie wzrasta. Na przykład do szacowania n -elementowego portfela należy obliczyć $n(n - 1)/2$ współczynników korelacji. Pojawia się problem znalezienia takiej kombinacji składników, takiego portfela papierów wartościowych, który:

- minimalizuje ryzyko portfolio przy zadanym poziomie stopy zwrotu lub
- maksymalizuje zwrot z portfolio przy zadanym poziomie ryzyka.

Lokując fundusze w różnego rodzaju aktywa i papiery wartościowe, inwestor spodziewa się zmniejszenia ryzyka związanego z inwestowaniem w jeden typ papierów. Większość papierów wartościowych jest dodatnio skorelowana z rynkiem, nie jest więc możliwe, przez dywersyfikację, całkowite wyeliminowanie ryzyka, zredukowanie go do zera. Zachowanie się rynku papierów wartościowych jest mocno związane z sytuacją gospodarczą kraju. Zwykle, jeśli sytuacja gospodarcza się poprawia, stopy zwrotu z większości papierów wartościowych wzrastają, jeśli sytuacja się pogarsza, stopy zwrotu maleją. Oprócz tej ogólnej tendencji – „podążania” stóp zwrotu poszczególnych papierów wartościowych za sytuacją ogólnogospodarczą, obserwuje się również pewne indywidualne wahania wartości stopy zwrotu z papierów wartościowych niezależnie od zachowania się gospodarki.

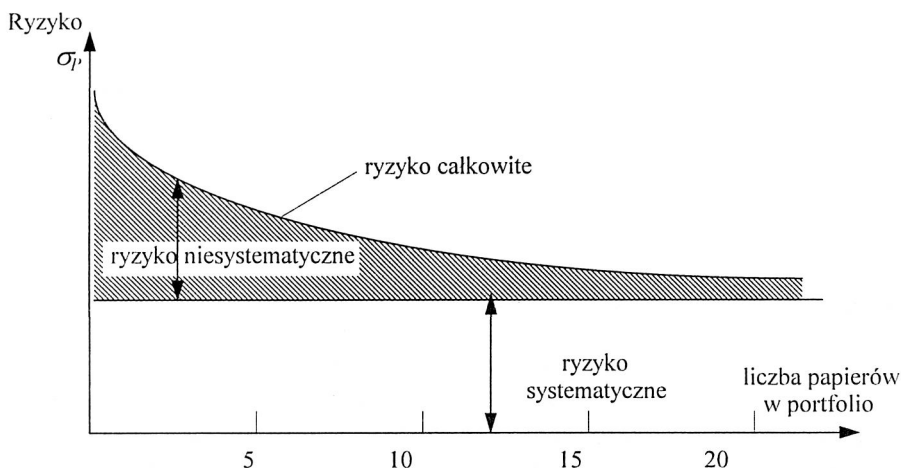
Wyróżnia się dwa rodzaje ryzyka [4], [9], [29], [49]:

- systematyczne; niedywersyfikowalne ryzyko,
- niesystematyczne; dywersyfikowalne ryzyko.

Systematyczne ryzyko odpowiada tej części zmienności zwrotu z indywidualnego papieru wartościowego, której przyczyną są ogólne zmiany rynkowe. Systematyczne ryzyko stanowi 25–50% ryzyka jako całości dla każdego papieru wartościowego

(według danych amerykańskich [49]). Ryzyko systematyczne nie może być redukowane przez dywersyfikację, należy je jednak uwzględnić podczas szacowania premii za ryzyko dla indywidualnego papieru wartościowego.

Niesystematyczne ryzyko jest unikalne dla każdego rodzaju papieru wartościowego. Ponieważ jest ono unikalne dla każdej firmy, **dobrze zdywersyfikowane** portfolio papierów wartościowych może skutecznie zmniejszyć ryzyko portfela, redukując ryzyko niesystematyczne (rys. 3.7).



Rys. 3.7. Niesystematyczne ryzyko i dywersyfikacja portfela [49, s. 149]

Fig. 3.7. Unsystematic risk and portfolio diversification

Oczywiście, im więcej różnych papierów wartościowych zawiera portfel, tym mniejsze ryzyko. W rzeczywistości 10–15 losowo dobranych składników portfolio stanowi wystarczająco dobrą dywersyfikację; skutecznie eliminuje ryzyko niesystematyczne [49].

Stopa zwrotu z portfela jest średnią ważoną stóp zwrotu z poszczególnych papierów tworzących portfel

$$R_p = \sum_{i=1}^N w_i R_i, \quad (3.18)$$

gdzie:

R_p – stopa zwrotu z portfolio (portfela),

N – liczba papierów w portfelu,

R_i – stopa zwrotu z i -tego papieru,

w_i – udział zainwestowanego kapitału w i -ty papier w całej wartości zainwestowanego kapitału

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1.$$

Wartość oczekiwana stopy zwrotu z portfolio $\bar{R}_p$

$$\bar{R}_p = \sum_{i=1}^N w_i \bar{R}_i, \quad (3.19)$$

a wariancja stopy zwrotu z portfela σ_p^2

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= E\{R_p - \bar{R}_p\}^2 = E\left\{\sum_{i=1}^N w_i (R_p - \bar{R}_i)\right\}^2 = \\ &= \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N w_i w_j \sigma_{ij} = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}, \end{aligned} \quad (3.20)$$

gdzie:

σ_p^2 – wariancja stopy zwrotu z portfolio,

$\sigma_i = \sqrt{E\{R_i - \bar{R}_i\}^2}$ – odchylenie standardowe stopy zwrotu z i -tego papieru,

$\sigma_{ij} = E\{(R_i - \bar{R}_i)(R_j - \bar{R}_j)\}$ – kowariancja między stopami zwrotu z papieru i -tego i j -tego,

$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$ – korelacja między stopą zwrotu z papieru i -tego i j -tego.

Jako miarę ryzyka przyjmuje się odchylenie standardowe, a nie wariancję, ponieważ wówczas wyraża się ono w tych samych jednostkach, co oczekiwana stopa zwrotu.

Ryzyko i zwrot a użyteczność

Naturalnym dążeniem każdego inwestora jest takie zarządzanie swoimi funduszami, aby osiągnąć wysoką stopę zwrotu, przy możliwie najmniejszym ryzyku. Indywidualne papiery wartościowe występujące na prawidłowo działającym rynku kapitałowym mają to do siebie, że jeśli oferują:

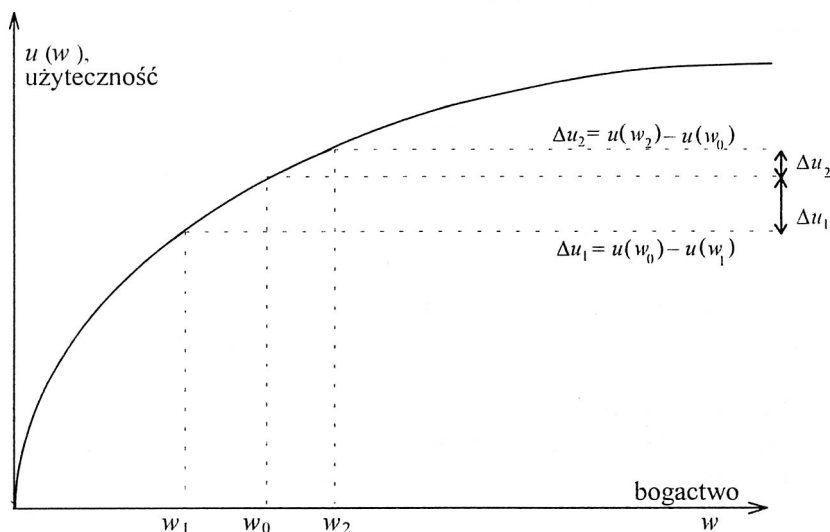
- wysoką stopę zwrotu, to również duże ryzyko,
- małe ryzyko, to również niską stopę zwrotu.

Zdarza się oczywiście, że dla niektórych papierów ich ceny rynkowe są okresowo za wysokie lub papiery, których ceny rynkowe są okresowo za niskie, w stosunku do ryzyka, które jest z nimi związane. Na prawidłowo działającym rynku ceny takich papierów po pewnym czasie odpowiednio spadną lub wzrosną. Inwestorzy są zmuszani do dokonywania ciągłego wyboru, balansowania (*trade off*) między ryzykiem i stopą zwrotu.

Większość inwestorów nie lubi ponosić ryzyka – ma do niego awersję [4]. Inwestorzy z awersją do ryzyka – to tacy inwestorzy, którzy, mając do wyboru dwie inwestycje o takiej samej oczekiwanej stopie zwrotu, zawsze wybiorą tę o mniejszym ryzyku.

Inwestorzy neutralni – to tacy, którzy nie rozważają ryzyka podczas podejmowania decyzji inwestycyjnych. Gdy mają do wyboru dwie inwestycje o takim samym oczekiwanym zwrocie, a różnym stopniu ryzyka, jest im obojętne, którą inwestycję wybiorą. Przy wyborze kierują się tylko wysokością stopy zwrotu. Inwestorzy podejmujący ryzyko, skłonni do ryzyka – to tacy, których bawi ryzyko (hazardziści). Gdy mają do wyboru dwie inwestycje o takim samym oczekiwanym zwrocie, wybiorą tę o większym stopniu ryzyka, ponieważ zawsze istnieje jakaś szansa wyższego zarobku.

Awersja większości inwestorów do ryzyka wynika z tego, że ich krańcowa użyteczność (satysfakcja) z bogacenia się jest malejąca [4], [9], [29], [49], [58]. Dla takich inwestorów funkcja użyteczności jest funkcją wklęsłą (rys. 3.8). Wzrost użyteczności lub satysfakcji jest powodowany wzrostem bogactwa, ale wzrost ten jest coraz wolniejszy. Wynika z tego ważny wniosek dla każdego poziomu bogactwa: spadek bogactwa o pewną wartość powoduje o wiele większy spadek użyteczności niż przyrost użyteczności spowodowany wzrostem bogactwa o taką samą wartość. Spadek bogactwa jest bardziej odczuwalny niż jego wzrost (rys. 3.8).



Rys. 3.8. Obraz malejącej krańcowej użyteczności z bogacenia się [4, s. 274]

Fig. 3.8. Utility function exhibiting diminishing marginal utility of wealth

Oczekiwana korzyść z inwestycji z ryzykiem [4]

$$\begin{aligned}\bar{u}(w) &= \frac{1}{2}u(w_1) + \frac{1}{2}u(w_2) = \frac{1}{2}[u(w_0) - \Delta u_1] + \frac{1}{2}[u(w_0) + \Delta u_2] = \\ &= u(w_0) + \frac{1}{2}[\Delta u_2 - \Delta u_1].\end{aligned}$$

Ponieważ $\Delta u_1 > \Delta u_2$ (rys. 3.8), zatem $\Delta u_2 - \Delta u_1 < 0$, stąd $\bar{u}(w) < u(w_0)$.

Dla inwestora z awersją do ryzyka oczekiwana użyteczność inwestycji obarczonej ryzykiem zawsze będzie mniejsza niż jego korzyść z inwestycji pewnej – bez ryzyka, nawet wówczas, gdy dla obu inwestycji oczekiwana stopa zwrotu jest taka sama. Funkcja użyteczności dla inwestorów neutralnych względem ryzyka jest funkcją liniową, a więc ich krańcowa użyteczność bogacenia się jest stała. Są obojętni wobec wyboru inwestycji – bez ryzyka czy z ryzykiem, jeśli obie inwestycje oferują taką samą oczekiwaną stopę zwrotu, ponieważ dla liniowej funkcji użyteczności $\Delta u_2 = \Delta u_1$.

Dla inwestorów podejmujących ryzyko funkcja użyteczności jest funkcją wklęsłą w dół, krańcowa użyteczność bogacenia się jest rosnąca. Preferują oni ryzykowne inwestycje, ponieważ z ich funkcji użyteczności wynika, że $\Delta u_2 > \Delta u_1$.

W pracy [4] Blake pokazuje, że inwestorzy z awersją do ryzyka, którzy dokonują wyboru inwestycji na podstawie oczekiwanej użyteczności, satysfakcji ze zwrotu z inwestycji, dokonują w rezultacie wyboru na podstawie oczekiwanej stopy zwrotu i jego wariancji (ryzyka). Im wyższy stopień awersji do ryzyka, tym większe żądanie kompensaty stopą zwrotu.

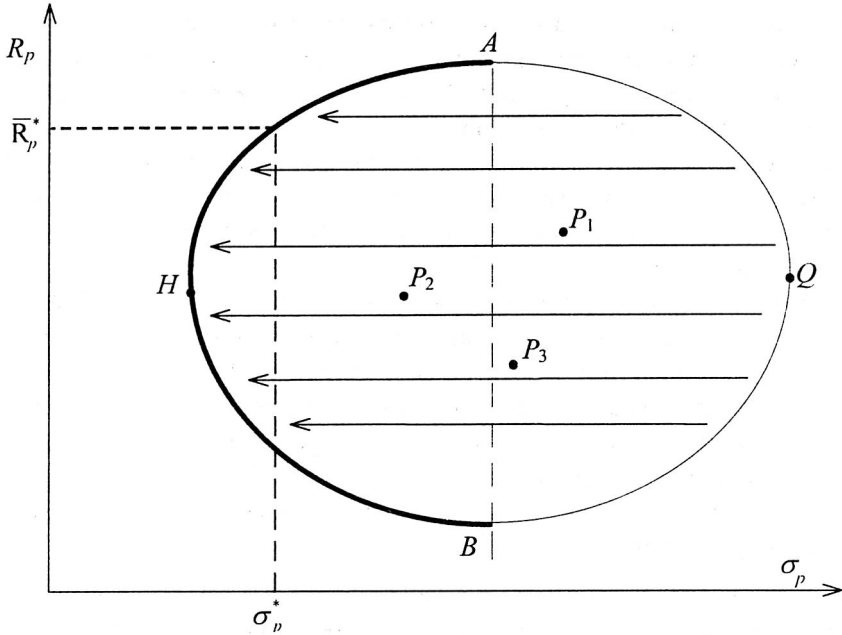
Można zatem powiedzieć, że inwestorzy „konsumują” ryzyko i zwrot.
Można także powiedzieć, że inwestycje „produkują” ryzyko i zwrot.

3.2.2. Cena ryzyka. Rynkowa linia kapitału – CML (Capital Market Line)

Rynek kapitałowy w każdej gospodarce charakteryzuje się pewnymi niepowtarzalnymi cechami. Taką cechą jest m.in. ryzyko na rynku kapitałowym, które zmienia się w zależności od sytuacji ogólnogospodarczej kraju i koniunktury gospodarczej. Z ryzykiem związany jest koszt dla kapitałobiorcy albo żądana stopa zwrotu dla kapitałodawcy – cena ryzyka (premia za ryzyko). Przed przystąpieniem do wyboru źródeł finansowania w procesie budowy efektywnego portfela projektów inwestycyjnych należy zatem przeprowadzić szacowanie ceny ryzyka. Jedną z metod szacowania ceny ryzyka jest konstrukcja rynkowej linii kapitału CML.

Rozważmy portfel złożony ze wszystkich N aktywów rynkowych. Portfele mogą zawierać 1, 2, 3, ..., N aktywów. Różne portfele mogą zawierać takie same aktywa, ale w różnej proporcji. Na rysunku 3.9 przedstawiono zbiór wszystkich możliwych portfeli, skonstruowanych z aktywów znajdujących się na rynku – obszar $AHBQ$ wewnątrz i na granicy zaznaczonego pola – przy założeniu, że oczekiwania inwestorów co do stopy zwrotu i ryzyka są takie same (oczekiwania są homogeniczne).

Założmy, że do portfela można włączać również aktywa bez ryzyka, i że aktywa te mogą być zarówno inwestowane, jak i pożyczane po tej samej stopie oprocentowania [4]. Rozważmy portfel, złożony z dwu aktywów: X_1 – aktywo obciążone ryzykiem i X_2 – bez ryzyka. Wówczas, zgodnie z (3.13),



Rys. 3.9. Zbiór portfeli minimalizujących odchylenie standardowe i zbiór efektywny
(na podstawie pracy [4, s. 285])

Fig. 3.9. The minimum standard deviation portfolio opportunity set and the efficient set

$$\bar{R}_p = w_1 \bar{R}_1 + w_2 \bar{R}_2 = w_1 \bar{R}_1 + w_2 R_f, \quad (3.21)$$

gdzie:

R_f – jest stopą zwrotu z aktywa bez ryzyka, a więc jej wartość oczekiwana jest równa wartości stopy R_f ,

w_1 – jest proporcją zainwestowania kapitału w X_1 ,

w_2 – proporcja zainwestowania kapitału w aktywne bez ryzyka X_2 .

Jeśli uwzględnimy (3.14), to ryzyko portfela

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_1^2 w_1^2 + \sigma_2^2 w_2^2 + 2w_1 w_2 \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2}.$$

Ponieważ dla aktywa bez ryzyka X_2 odchylenie standardowe $\sigma_2 = 0$, więc

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_1^2 w_1^2} = \sigma_1 w_1,$$

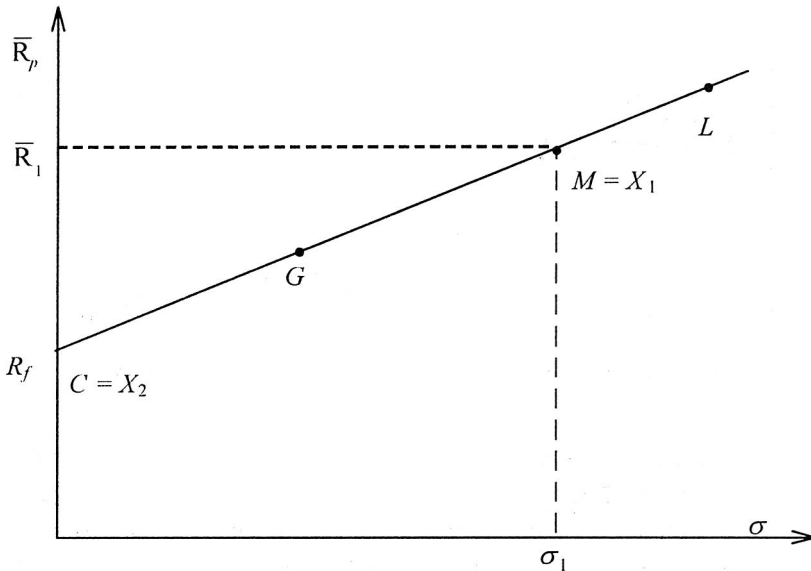
stąd

$$w_1 = \frac{\sigma_p}{\sigma_1}. \quad (3.22)$$

Jeśli podstawimy równanie (3.22) do wzoru (3.21), otrzymamy

$$\begin{aligned}
 \bar{R}_p &= w_1 \bar{R}_1 + w_2 R_f = \frac{\sigma_p}{\sigma_1} \bar{R}_1 + \left(1 - \frac{\sigma_p}{\sigma_1}\right) R_f = \\
 &= R_f + (\bar{R}_1 - R_f) \frac{\sigma_p}{\sigma_1} = R_f + \frac{\bar{R}_1 - R_f}{\sigma_1} \sigma_p.
 \end{aligned}
 \tag{3.23}$$

Oczekiwana stopa zwrotu portfela złożonego z aktywa wolnego od ryzyka i aktywa obarczonego ryzykiem jest liniową funkcją jego odchylenia standardowego (rys. 3.10).

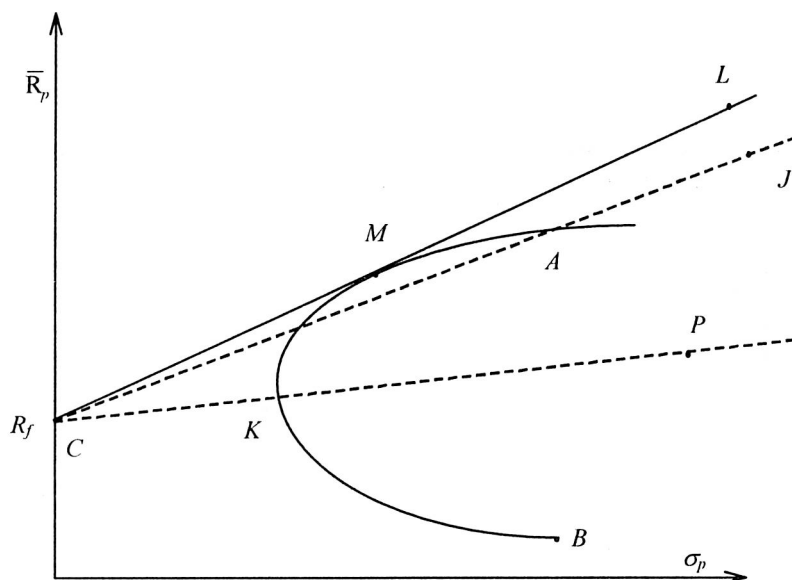


Rys. 3.10. Zbiór możliwych portfeli, złożonych z aktywów z ryzykiem i bez ryzyka
(na podstawie pracy [4])

Fig. 3.10. Portfolio opportunity set with a risky and riskless asset

Inaczej mówiąc, w rozważanej sytuacji zbiór możliwych portfeli jest odcinkiem linii prostej. Punkt C pokazuje portfel, który zawiera tylko aktywa bez ryzyka, $w_2 = 100\%$, a więc $\sigma_p = 0$, a oczekiwana stopa zwrotu z portfela wynosi $\bar{R}_p = R_f$. Punkt M obrazuje portfel złożony w 100% z aktywa obarczonego ryzykiem, $w_1 = 100\%$, $\sigma_p = \sigma_1$, o oczekiwanej stopie zwrotu $\bar{R}_p = \bar{R}_1$. Punkt G , leżący między C i M , obrazuje portfel złożony z obu aktywów, część portfolio tworzy aktywo X_1 ($0 < w_1 < 1$), a resztę aktywo bez ryzyka (tzn. pożyczone komuś – zainwestowane po stopie R_f wolnej od ryzyka). Punkt L obrazuje portfel, złożony z aktywa ryzykownego, w którego zakup inwestor włożył więcej niż 100% swojego kapitału, tzn. pożyczył pieniądze na zakup tych aktywów po stopie oprocentowania R_f wolnej od ryzyka.

Rozważmy teraz portfel złożony z aktywa bez ryzyka i wszystkich aktywów ryzykownych, znajdujących się na rynku (rys. 3.11).



Rys. 3.11. CML – rynkowa linia kapitału (na podstawie pracy [4])

Fig. 3.11. CML – Capital Market Line

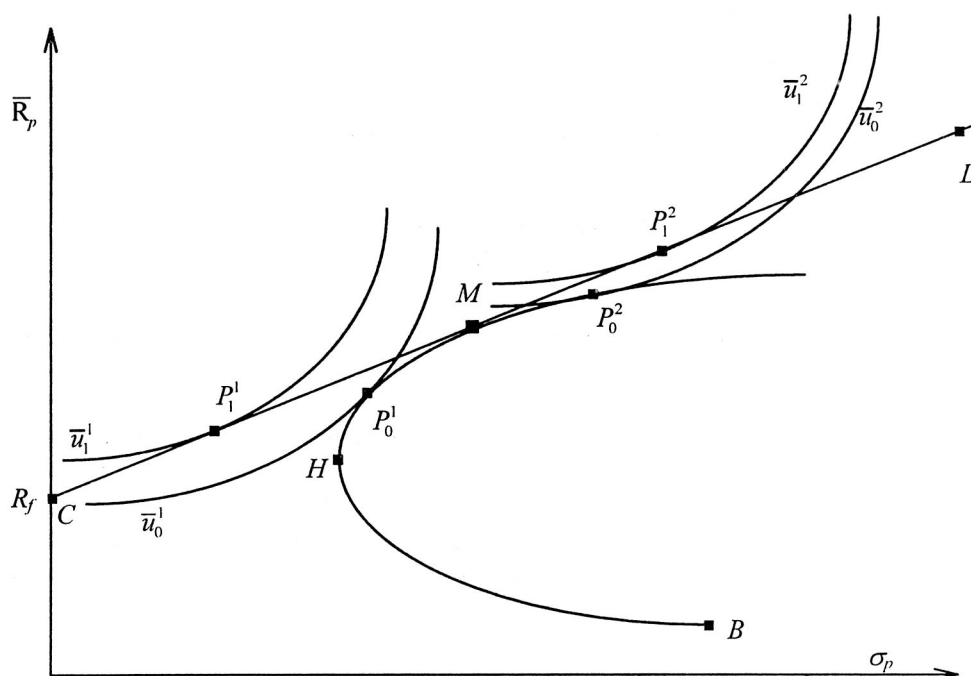
Przykładowo, jeśli portfel jest kombinacją aktywa bez ryzyka i portfela z ryzykiem K , to zbiór portfeli obrazuje linia CKP , jeśli z portfelem rynkowym A , to zbiór portfeli stanowi linia CAJ . Zbiór portfeli CAJ dominuje (ma wyższą stopę zwrotu) nad zbiorem CKP . Zbiór portfeli, który nie jest zdominowany przez żaden inny, tworzy linia CML . Portfel M leży w punkcie styczności segmentu linii CML i wypukłego zbioru portfeli z ryzykiem $AMKB$. A więc

jeśli istnieje na rynku aktywo, które może być pożyczane komuś i od kogoś według takiej samej stopy R_f , wolnej od ryzyka, zbiór portfeli efektywnych zawiera wszystkie portfele, będące kombinacją aktywa bez ryzyka i portfela z ryzykiem M .

Zbiór portfeli efektywnych jest wyznaczany przez linię CML (rys. 3.11). Jest on linią prostą, gdy w skład portfela wchodzi aktywa bez ryzyka. Zbiór ten nazywa się linią rynkową kapitału CML – Capital Market Line.

Rozważmy problem ryzyka – stopy zwrotu od strony podmiotów tworzących rynek. Rozważmy jednocześnie efektywny zbiór portfeli z ryzykiem – AMH i CML – rynkową linię kapitału oraz inwestorów z awersją do ryzyka (rys. 3.12).

Założmy, że inwestor 1 ma dwie krzywe obojętności na poziomach użyteczności $\bar{u}_0^1$, $\bar{u}_1^1$, a inwestor 2 na poziomach $\bar{u}_0^2$, $\bar{u}_1^2$, a więc inwestor 1 ma większą awersję



Rys. 3.12. Rynkowa równowaga i portfel równowagi rynkowej (na podstawie pracy [4])

Fig. 3.12. Market equilibrium and the market portfolio

do ryzyka niż inwestor 2. Bez możliwości inwestowania i pożyczania po stopie oprocentowania R_f wolnej od ryzyka inwestor 1 wybierze portfel P_0^1 , określony przez punkt styczności krzywej $\bar{u}_0^1$ i efektywnego zbioru portfeli z ryzykiem, analogicznie – inwestor 2 wybierze portfel P_0^2 .

Jeśli na rynku kapitałowym pojawi się możliwość inwestowania i pożyczania po stopie wolnej od ryzyka, obaj inwestorzy mogą poprawić swoją użyteczność, satysfakcję. W tej sytuacji zbiór efektywny stanowi teraz linia CML , która dominuje nad wszystkimi innymi zbiorami portfeli.

Inwestor 1 może zwiększyć swoją użyteczność (satysfakcję) z poziomu $\bar{u}_0^1$ do $\bar{u}_1^1$, wybierając portfel P_1^1 zamiast P_0^1 , a inwestor 2 może zwiększyć swoją użyteczność z $\bar{u}_0^2$ do $\bar{u}_1^2$, wybierając portfel P_1^2 zamiast P_0^2 . Jak to osiągnąć?

Portfele P_1^1 i P_1^2 są kombinacją ryzykownego portfela M i aktywów wolnych od ryzyka. Inwestor 1 powinien zamienić portfel P_0^1 na M , a następnie część portfela M sprzedać i zainwestować w aktywo wolne od ryzyka tak, aby zbudować portfel P_1^1 . Inwestor 2 zaś powinien zamienić portfel P_0^2 na portfel M i, pożyczwszy pieniądze

po stopie oprocentowania R_f wolnej od ryzyka, zainwestować jeszcze dodatkowo w portfel M , aż znajdzie się w punkcie P_1^2 .

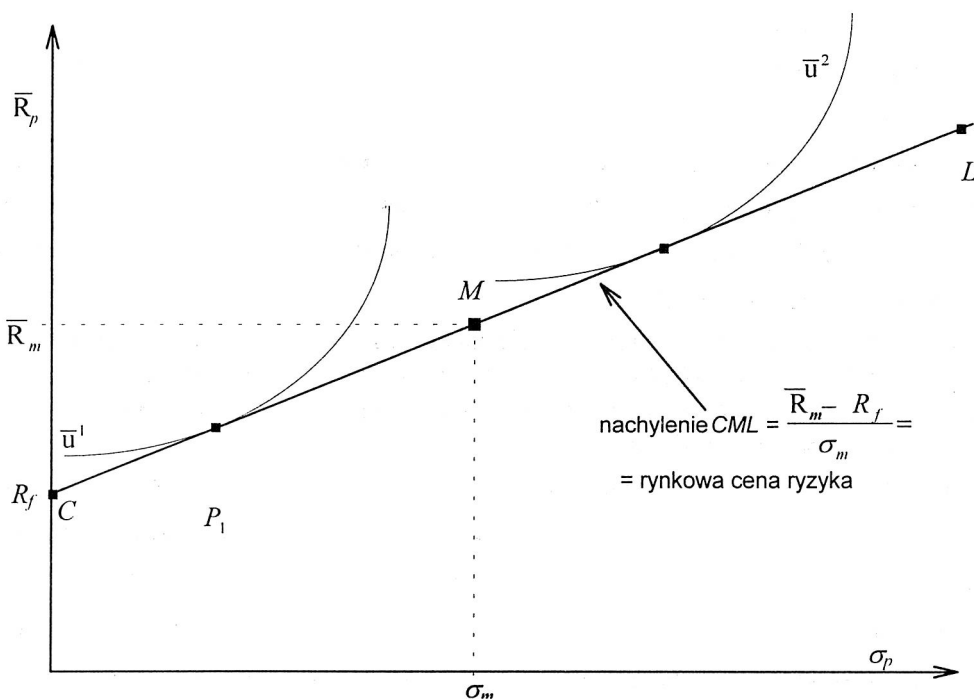
Portfel rynkowy M jest definiowany jako portfel wszystkich aktywów gospodarki z wagami (proporcjami zainwestowania) równymi ich relatywnej wartości rynkowej

$$w_i = \frac{\text{rynkowa wartość aktywa } i\text{-tego}}{\text{rynkowa wartość wszystkich aktywów w gospodarce}}.$$

W warunkach równowagi rynkowej zakłada się, że wszystkie aktywa są w stanie równowagi. Oznacza to, że:

- ich wartość rynkową wyznacza punkt równowagi popytu z podażą,
- ilość inwestowanych i pożyczonych funduszy na rynku równoważy się,
- portfolio rynkowe jest częścią portfeli inwestorów w wysokości równoważącej wszystkie ryzykowne aktywa.

Wszyscy inwestorzy dążą do tego, aby ich portfele zawierały M wyznaczone przez punkt styczności CML i wypukłego zbioru możliwych ryzykownych portfeli (rys. 3.13).



Rys. 3.13. Optymalny portfel i rynkowa cena ryzyka (na podstawie pracy [4])

Fig. 3.13. Portfolio optimality and the market price of risk

Tangens kąta nachylenia linii *CML* przedstawia rynkową cenę ryzyka

$$\text{rynkowa cena ryzyka} = \frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m}, \quad (3.24)$$

gdzie:

R_f – stopa zwrotu wolna od ryzyka,

$\bar{R}_m$ – oczekiwana stopa zwrot z portfela rynkowego,

σ_m – odchylenie standardowe stopy zwrotu portfela rynkowego.

Równanie rynkowej linii kapitału *CML* ma postać

$$\bar{R}_p = R_f + \left(\frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m} \right) \sigma_p, \quad (3.25)$$

gdzie:

$\bar{R}_p$ – oczekiwany zwrot z portfela leżącego na *CML*,

σ_p – odchylenie standardowe portfela leżącego na *CML*.

Model rynkowy i dekompozycja ryzyka

W modelu indeksu rynkowego założono, że zależność pomiędzy stopą zwrotu z *i*-tego papieru wartościowego i rynkową stopą zwrotu jest funkcją liniową postaci

$$R_{it} = \gamma_i + \beta_i R_{mt} + \varepsilon_{it}, \quad (3.26)$$

w której:

R_{it} – stopa zwrotu z *i*-tego papieru w roku *t*,

R_{mt} – stopa zwrotu rynkowego w roku *t*,

ε_{it} – błąd losowy,

γ_i, β_i – współczynniki (odpowiednio – stały i nachylenia).

Równanie to jest często nazywane linią charakterystyczną papieru wartościowego (rys. 3.14) i ma charakter równania regresji. Zawiera ono składnik **systematyczny** ($\gamma_i + \beta_i R_{mt}$) i **niesystematyczny** ε_{it} , często nazywany specyficznym składnikiem stopy zwrotu z papieru wartościowego, ponieważ nie jest w żaden sposób w relacji z rynkiem. Zakłada się, że ε_{it} jest zmienną losową spełniającą następujące warunki

$$\begin{aligned} E\{\varepsilon_{it}\} &= 0, \\ E\{\varepsilon_{it}^2\} &= \text{var}(\varepsilon_{it}) = \eta_i^2, \\ E\{\varepsilon_{it}, R_{mt}\} &= 0, \\ E\{\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}\} &= 0, \end{aligned} \quad (3.27)$$

tzn. jej wartość oczekiwana jest równa zero, wariancja równa η_i^2 jest stała, i nie jest skorelowana z rynkiem i z innymi papierami. Ponieważ równanie (3.26) jest równaniem regresji, współczynniki γ_i, β_i oblicza się następująco

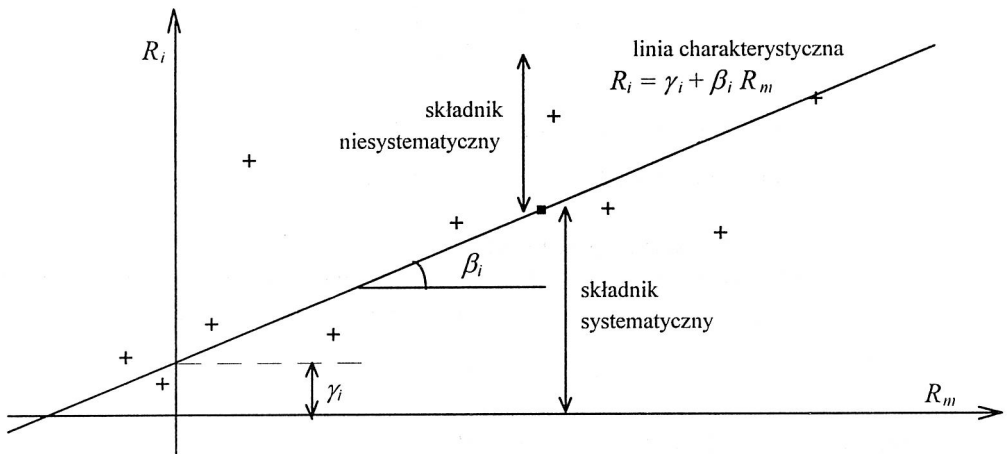
$$\beta_i = \frac{\text{cov}(R_{it}, R_{mt})}{\text{var}(R_{mt})} = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}, \quad (3.28)$$

$$\gamma_i = \bar{R}_i - \beta_i \bar{R}_m, \quad (3.29)$$

gdzie:

$\bar{R}_i$ – wartość oczekiwana R_{it} ,

$\bar{R}_m$ – wartość oczekiwana z R_{mt} .



Rys. 3.14. Linia charakterystyczna papieru wartościowego
(na podstawie pracy [49])

Fig. 3.14. Characteristic line of security

Obliczmy wariancję stopy zwrotu z aktywa i -tego,

$$\begin{aligned} \text{var}(R_{it}) &= \text{var}(\gamma_i + \beta_i R_{mt} + \varepsilon_{it}) = \beta_i^2 \text{var} R_{mt} + 2\beta_i \text{cov}(R_{mt}, \varepsilon_{it}) + \text{var}(\varepsilon_{it}) \\ &= \beta_i^2 \text{var} R_{mt} + \text{var}(\varepsilon_{it}) = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \eta_i^2. \end{aligned} \quad (3.30)$$

Składnik $\beta_i^2 \sigma_m^2$ jest nazywany ryzykiem systematycznym, rynkowym, niedywersyfikowalnym. Składnik drugi, η_i^2 , jest nazywany dywersyfikowalnym ryzykiem, a także specyficznym, niesystematycznym

ryzyko ogólne = niedywersyfikowalne ryzyko + dywersyfikowalne ryzyko =
= ryzyko rynkowe + ryzyko specyficzne.

3.3. Model wyceny aktywów kapitałowych CAPM (Capital Asset Pricing Model)

Trzech naukowców – Sharp* , Linter** i Mossin*** – opracowało teorię dającą możliwość wyjaśnienia zjawiska kształtowania się cen papierów wartościowych – model wyceny aktywów kapitałowych CAPM, który, jak pisze Haugen *zaczął być powszechnie używany w praktyce w takich dziedzinach jak ocena efektywności zarządzania portfelem, wycena papierów wartościowych, analiza finansowa przedsięwzięć inwestycyjnych (capital budgeting), czy nawet wyznaczanie stawek, które pobierają za swe świadczenia przedsiębiorstwa użyteczności publicznej* [29, s. 3]. W literaturze polskiej model ten jest rzadko omawiany i niezwykle rzadko stosowany w innych sytuacjach niż wycena papierów wartościowych – akcji [32], [33], [57], [88].

Metodę CAPM stosuje się przy następujących założeniach:

1. Wszyscy inwestorzy mają awersję do ryzyka.
2. Wszyscy inwestorzy dążą do maksymalizacji krańcowej użyteczności.
3. Wszyscy inwestorzy kupują walory po cenie rynkowej.
4. Wszyscy inwestorzy są homogeniczni co do oczekiwanej stopy zwrotu z aktywów.
5. Funkcje gęstości rozkładu prawdopodobieństwa stóp zwrotu są rozkładami normalnymi.
6. Na rynku znajdują się aktywa wolne od ryzyka, inwestorzy mogą pożyczać i inwestować po stopie wolnej od ryzyka.
7. Aktywa są podzielne i łatwo zbywalne.
8. Aktywa można kupować i sprzedawać bez dodatkowych prowizji i opłat.

Założenia te stanowią silne ograniczenia możliwości stosowania w praktyce metody CAPM. Nie istnieje rynek, który by gwarantował ich spełnienie, a jednak jest ona z powodzeniem stosowana w wielu zagadnieniach wyceny aktywów i na wielu rynkach.

Skonstruujmy portfel z aktywa i -tego, obciążonego ryzykiem i efektywnego portfela aktywów rynkowych. Załóżmy, że w aktywo i -te zainwestowaliśmy w -tą część naszych funduszy, a w portfel rynkowy $(1 - w)$, wówczas

$$\bar{R}_p = w\bar{R}_i + (1 - w)\bar{R}_m \quad (3.31)$$

oraz

$$\sigma_p^2 = w^2\sigma_i^2 + (1 - w)^2\sigma_m^2 + 2(1 - w)w\sigma_{im}. \quad (3.32)$$

Obliczmy pochodną oczekiwanej stopy zwrotu

* SHARPE W.F., *Capital Asset Prices: A theory of Market Equilibrium*, Journal of Finance, September 1964.

** LINTNER J., *Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification*, Journal of Finance, December 1965.

*** MOSSIN J., *Equilibrium in a Capital Market*, Econometrica, October 1966.

$$\frac{\partial \bar{R}_p}{\partial w} = \bar{R}_i - \bar{R}_m$$

oraz pochodną odchylenia standardowego

$$\frac{\partial \sigma_p}{\partial w} = \frac{1}{2} \left[w^2 \sigma_i^2 + (1-w)^2 \sigma_m^2 + 2w(1-w) \sigma_{im} \right]^{-\frac{1}{2}} \left[2w \sigma_i^2 - 2 \sigma_m^2 + 2w \sigma_m^2 + 2 \sigma_{im} - 4w \sigma_{im} \right]$$

Jeśli M jest portfelem rynkowym, to zawiera on wszystkie aktywa występujące na rynku, a więc zawiera również aktywo i -te. Udział aktywa i -tego w portfelu skonstruowanym z aktywa i -tego i rynkowego jest bardzo niewielki, w przybliżeniu równy zero, $w = 0$, wówczas

$$\left. \frac{\partial \bar{R}_p}{\partial w} \right|_{w=0} = \bar{R}_i - \bar{R}_m \quad (3.33)$$

i

$$\left. \frac{\partial \sigma_p}{\partial w} \right|_{w=0} = \frac{1}{2} \left[\sigma_m^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \left[2 \sigma_{im} - 2 \sigma_m^2 \right] = \frac{\sigma_{im} - \sigma_m^2}{\sigma_m}. \quad (3.34)$$

Podzielmy równanie (3.33) przez (3.34), wówczas

$$\frac{\frac{\partial \bar{R}_p}{\partial w}}{\frac{\partial \sigma_p}{\partial w}} = \frac{\bar{R}_i - \bar{R}_m}{\frac{\sigma_{im} - \sigma_m^2}{\sigma_m}}. \quad (3.35)$$

Z równania na CML (3.25) wynika, że

$$\frac{d\bar{R}_p}{d\sigma_p} = \frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m}. \quad (3.36)$$

Jeśli porównamy wyrażenia (3.35) i (3.36), otrzymamy

$$\frac{\bar{R}_i - \bar{R}_m}{\frac{\sigma_{im} - \sigma_m^2}{\sigma_m}} = \frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m},$$

a więc

$$\bar{R}_i - \bar{R}_m = \frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m} \frac{\sigma_{im} - \sigma_m^2}{\sigma_m} = \left(\frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} - 1 \right) (\bar{R}_m - R_f),$$

stąd

$$\bar{R}_i = R_f + (\bar{R}_m - R_f) \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}. \quad (3.37)$$

Model (3.37) nazywa się modelem wyceny aktywów kapitałowych CAPM. Umożliwia on wycenę każdego aktywa kapitałowego na podstawie rynkowych parametrów, a mianowicie

$$\bar{R}_i = R_f + \left(\frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m} \right) \left(\frac{\sigma_{im}}{\sigma_m} \right)$$

lub

$$\bar{R}_i = R_f + (\bar{R}_m - R_f) \beta_i \quad (3.38)$$

gdzie:

$\sigma_{im} = \sum_{j=1}^N w_j \sigma_{ij}$ – kowariancja stopy zwrotu z i -tego papieru z rynkową stopą zwrotu,

$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}$ – współczynnik β i -tego papieru.

Współczynnik β_p dla portfela złożonego z N aktywów kapitałowych o udziale za-inwestowanego kapitału w_i w każde i -te aktywo oblicza się jako sumę ważoną β_i [4], [40], [49]

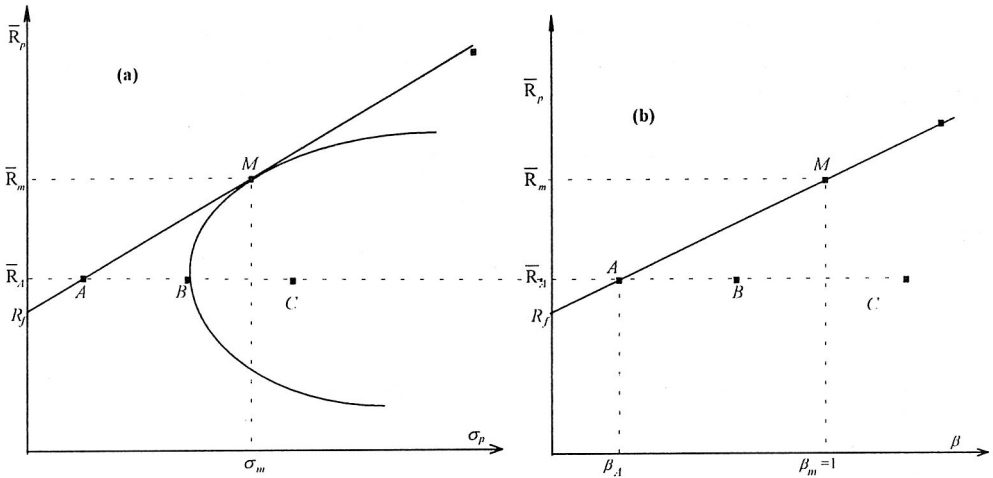
$$\beta_p = \sum_{i=1}^N w_i \beta_i. \quad (3.39)$$

Zarówno β_p , jak i odchylenie standardowe stopy zwrotu z portfela rynkowego mierzą ryzyko. Należy zwrócić uwagę, że łatwiej jest obliczyć β_p portfela, niż odchylenie standardowe stopy zwrotu portfela σ_p , a także, że chociaż σ_p jak i β_p mierzą ryzyko stopy zwrotu z portfela, to w wyrażeniu (3.38) w jednym modelu występuje ryzyko globalne, natomiast w drugim – ryzyko rynkowe.

Linia rynkowa papieru wartościowego – SML (Security Market Line) jest linią w przestrzeni ryzyka rynkowego β_i oraz oczekiwanej stopy zwrotu z i -tego aktywa (rys. 3.15b).

Jeśli porównamy wykresy CML (rys. 3.15a) i SML (3.15b), opracowane dla tego samego rynku, zauważymy, że dla stopy zwrotu portfela rynkowego M , dla którego wartość odchylenia standardowego jest równe σ_m , wartość β_m jest równa 1. W warunkach równowagi wszystkie aktywa kapitałowe (papiery wartościowe) będą wyceniane według SML. Podobnie, wszystkie efektywne portfele będą wyceniane według CML.

Nieefektywne portfele nie leżące na CML, w warunkach równowagi będą wyceniane tylko ze względu na ryzyko niedywersyfikowalne. Rozważmy na przykład papiery A , B , C na rysunku 3.15, które mają taką samą stopę zwrotu, ale różne ryzyko ogólne – σ_A , σ_B , σ_C . Ponieważ mają taką samą stopę zwrotu, w warunkach równowagi, czyli przy wycenie według modelu SML, muszą być wyceniane na tym samym poziomie ryzyka niedywersyfikowalnego β_A . Ogólne ryzyko zawiera także ryzyko dywersyfikowalne, ale nie jest ono wyceniane w modelu równowagi rynkowej SML.



Rys. 3.15. CML (a) i SML (b)

Fig. 3.15. Capital market line – CML (a) and Security market line – SML (b)

Relacja między CML i SML jest bardziej widoczna, jeśli obie zależności, oba modele wyrazimy następująco

$$\text{SML: } \bar{R}_i = R_f + \left(\frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m} \right) \sigma_i \rho_{im}, \quad (3.40)$$

ponieważ $\sigma_{im} = \rho_{im} \sigma_i \sigma_m$.

Na linii CML wszystkie (efektywne) portfele są doskonale dodatnio skorelowane z rynkiem, $\rho_{pm} = 1$, zatem

$$\text{CML: } \bar{R}_p = R_f + \left(\frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m} \right) \sigma_p \rho_{pm}. \quad (3.41)$$

Nieefektywne portfele i indywidualne papiery nie są doskonale dodatnio skorelowane z rynkiem i ten fakt wyróżnia SML, $\rho_{im} \neq 1$. Niedywersyfikowalne ryzyko ma dwa składniki: ryzyko ogólne papieru i jego korelację z rynkiem, $\rho_{im} \neq 1$.

Jeśli porównamy model CAPM

$$\bar{R}_i = R_f + (\bar{R}_m - R_f) \beta_i,$$

z modelem rynkowym (modelem indeksu rynkowego)

$$\bar{R}_i = \gamma_i + \beta_i \bar{R}_m,$$

otrzymamy

$$\bar{R}_i = R_f (1 - \beta_i) + \beta_i \bar{R}_m,$$

a więc

$$\gamma_i = R_f (1 - \beta_i).$$

W modelu rynkowym wyraz wolny γ_i zależy również od ryzyka systematycznego β_i .

Model CAPM może być wykorzystany do wyznaczenia żądanej stopy zwrotu z aktywa kapitałowego, jeśli będzie on w równowadze rynkowej

$R_i = f(\text{rzeczywista stopa, premia za inflację, premia za płynność}) + \text{premia za ryzyko.}$

Empiryczne obliczanie β_i

Model rynkowy

$$\bar{R}_i = \gamma_i + \beta_i \bar{R}_m$$

spełnia założenia o funkcji regresji i do empirycznego obliczania parametrów modelu β_i , γ_i można zastosować znane w statystyce metody szacowania funkcji regresji (liniowej pierwszego rzędu). Przy empirycznym szacowaniu parametrów modelu zakłada się, że zachowanie się rynku odzwierciedlają indeksy rynkowe (dlatego niekiedy model rynkowy nazywa się modelem indeksu giełdowego), na przykład Warszawski Indeks Giełdowy.

Założmy, że oszacowaniem rynkowego modelu dla i -tego papieru wartościowego jest funkcja

$$R_i = a_i + b_i R_m.$$

Na podstawie danych historycznych R_{it} , $i = 1, 2, \dots, N$ (numer papieru), $t = 1, \dots, n$ (czas), obliczamy

$$\bar{R}_i = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_{it},$$

$$\bar{R}_j = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_{jt},$$

$$\bar{R}_m = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_{mt},$$

gdzie R_{xt} – stopa zwrotu z waloru x , uzyskana w okresie t .

Za pomocą metody najmniejszych kwadratów obliczamy

$$b_i = \frac{\sum_{t=1}^n R_{it} R_{mt} - (n) \bar{R}_i \bar{R}_m}{\sum_{t=1}^{n-1} R_{mt}^2 - (n) \bar{R}_m^2},$$

które jest statystycznym oszacowaniem β_i oraz

$$a_i = \bar{R}_i - b_i \bar{R}_m,$$

które jest oszacowaniem parametru γ_i . W analogiczny sposób obliczamy estymatory b_j , a_j dla waloru j .

Jeśli budujemy portfel złożony z walorów i oraz j , w którym proporcja zainwestowania funduszy w walor i -ty wynosi w_i , a w walor j , $w_j = 1 - w_i$, to odpowiednie estymatory a_p , b_p dla portfela obliczamy jako:

$$b_p = w_i b_i + (1 - w_i) b_j,$$

oraz

$$a_p = w_i a_i + (1 - w_i) a_j,$$

a empiryczny model rynkowy ma postać

$$\tilde{R}_p = a_p + b_p \tilde{R}_m.$$

Otrzymane w ten sposób b_i , b_j , b_p są interpretowane jako estymatory ryzyka systematycznego dla walorów odpowiednio i -tego, j -tego oraz dla portfela.

Stopę zwrotu z portfela $\tilde{R}_p$ oraz ryzyko ogólne, mierzone odchyleniem standardowym σ_p , stóp zwrotu można oszacować przez obliczenie estymatorów

$$\begin{aligned} \tilde{R}_p &= w_i \bar{R}_i + (1 - w_i) \bar{R}_j, \\ \tilde{\sigma}_p &= \sqrt{w_i^2 \tilde{\sigma}_i^2 + (1 - w_i)^2 \tilde{\sigma}_j^2 + 2 w_i (1 - w_i) \tilde{\sigma}_i \tilde{\sigma}_j \tilde{\rho}_{ij}}, \end{aligned}$$

gdzie $\tilde{\sigma}_p$, $\tilde{\sigma}_i$, $\tilde{\sigma}_j$, $\tilde{\rho}_{ij}$ są estymatorami odpowiednio σ_p , σ_i , σ_j oraz ρ_{ij} obliczonymi następująco

$$\begin{aligned} \tilde{\sigma}_x^2 &= \frac{\sum_{t=1}^n (R_{xt} - \bar{R}_x)^2}{(n-1)}, \quad x = i, j, p, \\ \tilde{\rho}_{ij} &= \frac{\sum_{t=1}^n (R_{it} - \bar{R}_i)(R_{jt} - \bar{R}_j)}{(n-1)(\tilde{\sigma}_i \tilde{\sigma}_j)}. \end{aligned}$$

Zachowanie się rynku akcji jest traktowane przez potencjalnych inwestorów jako odbicie obrazu finansowego firm, oceny strategii i perspektyw ich rozwoju (wzrostu, spadku) oraz tendencji zmian otoczenia gospodarczego. Wielu autorów [9], [29], [49], [57], a także wielu inwestorów „przenosi” ocenę ryzyka papierów wartościowych na ocenę ryzyka inwestowania w działalność spółki czy nawet branży. Po skonstruowaniu CML dla danego rynku, można dokonać wyceny ryzyka danego projektu inwestycyjnego. Obliczywszy funkcję regresji linii charakterystycznej akcji konkretnej firmy, za pomocą modelu CAPM (pamiętając, oczywiście, o założeniach) można szacować oczekiwaną stopę zwrotu z projektu inwestycyjnego.

4. Metody szacowania ryzyka projektów inwestycyjnych

W życiu codziennym za ryzyko zwykło się uważać możliwość zajścia takiej sytuacji, kiedy spodziewane efekty podjętych działań nie zostaną osiągnięte, uzyska się gorsze wyniki niż wcześniej założono. Podobnie rozumie się ryzyko w finansach, na przykład jako prawdopodobieństwo zajścia takiej sytuacji, która spowoduje, że w wyniku podjętych decyzji finansowych lub inwestycyjnych nie zarobi się tyle, ile założono. W działalności gospodarczej za miary zarobku powszechnie przyjmuje się takie wielkości, jak zysk netto, zysk brutto, ROE itd. W zależności od rodzaju podejmowanych decyzji za miarę zarobku można również przyjmować takie wielkości jak, na przykład, wartość obecna inwestycji (wpływu pieniężnego netto z inwestycji) – NPV (Net Present Value), a także miary efektywności inwestycji, takie jak wewnętrzna stopa zwrotu – IRR (Internal Rate of Return) lub okres zwrotu – PB (Payback Period).

Można rozważać ryzyko:

- cząstkowe, czyli związane z jakąś konkretną przyczyną nieosiągnięcia spodziewanego zarobku,
- całkowite,
- częściowe, dotyczące tylko pewnego elementu działalności inwestycyjnej, zarobkowej.

Podczas szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych rzeczowych wyróżnia się dwa* rodzaje ryzyka [4], [9], [14], [29], [40], [49], [57]:

• systematyczne; niedywersyfikowalne ryzyko, którego źródłem jest zmienność wielkości charakteryzujących cały rynek:

- zmiany stopy oprocentowania,
- zmiany siły nabywczej pieniędzy,
- zmiany oczekiwań inwestora co do sytuacji gospodarczej,
- wahania stopy inflacji,
- zmiany polityczne,
- konflikty międzynarodowe.

• niesystematyczne; dywersyfikowalne ryzyko niepowtarzalne; jest inne dla każdej działalności, jest to zmienność stopy zwrotu, której przyczyną są uwarunkowania wewnętrzne firmy, na przykład:

- zdolności i poziom wiedzy menedżerskiej kadry kierowniczej,
- podejmowane decyzje menedżerskie,
- możliwość strajków załogi,
- stosowane w firmie systemy motywacyjne,
- dostępność surowców,

* W literaturze przedmiotu wyróżnia się jeszcze inne rodzaje ryzyka – w zależności od przyjętego kryterium.

- siła wpływu rządowych ustaw na wydatki niebezpośrednio produkcyjne (na przykład z tytułu kontroli zanieczyszczeń),
- siła wpływu konkurencji,
- poziom jakości wyrobów i usług,
- poziomy dźwigni finansowej i operacyjnej,
- wielkość firmy,
- majątek firmy,
- itp.

Jest wiele sposobów szacowania ryzyka inwestowania [4], [9], [29], [49], [58], poczynając od oceny subiektywnej, a skończywszy na modelach matematycznych.

Szacowanie ryzyka rozumieć się będzie w tej pracy jako szacowanie możliwości nieuzyskania spodziewanej stopy zwrotu R z inwestycji.

4.1. Metody analityczne

W chwili szacowania projektów inwestycyjnych stopę zwrotu z inwestycji szacuje się na podstawie prognozowanych strumieni gotówki z inwestycji. Dokładność oszacowania zależy więc od dokładności prognoz przepływów gotówki. Ponieważ zarówno realizacja inwestycyjnego projektu produkcyjnego w przedsiębiorstwie (lub długoterminowego inwestowania finansowego), jak i czas generowania gotówki (czas życia projektu) wynoszą od kilku do kilkunastu lat, trafność prognoz wartości strumieni pieniężnych może być bardzo mała. Również otoczenie gospodarcze w długim horyzoncie czasowym ulega nieprzewidywalnym zmianom, zmieniają się np. stopy procentowe, ceny walut, ceny surowców. Szacowana stopa zwrotu z projektu inwestycyjnego, będąca wypadkową wielu prognozowanych wielkości, musi zatem zawierać także elementy niepewności jej wartości. W teorii podejmowania decyzji inwestycyjnych i decyzji finansowych problem ten jest rozważany w kategorii ryzyka. Proponuje się pomiar niepewności w odniesieniu do spodziewanych stóp zwrotu za pomocą różnych metod.

4.1.1. Odchylenie standardowe i prawdopodobieństwo

Zakłada się, że stopa zwrotu R z inwestycji jest zmienną losową o istniejącym rozkładzie prawdopodobieństwa. Najczęściej zakłada się istnienie funkcji gęstości rozkładów prawdopodobieństwa. Wówczas oczekiwana stopa zwrotu jest definiowana jako

$$\bar{R} = \int_{-\infty}^{\infty} f(R) R dR,$$

gdzie:

$\bar{R}$ – oczekiwana stopa zwrotu,

$f(R)$ – funkcja gęstości rozkładu prawdopodobieństwa stopy zwrotu R .

Probabilistyczną miarą rozrzutu zmiennej wokół jej wartości średniej, czyli miarą zmienności stóp zwrotu, jest **odchylenie standardowe**, które może stanowić jednocześnie miarę ryzyka związanego z określoną inwestycją,

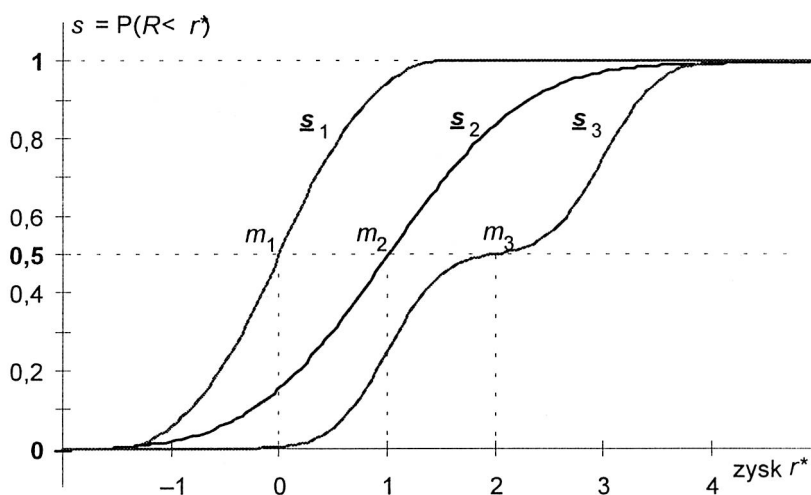
$$\sigma = \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} f(R)(R - \bar{R})^2 dR}.$$

Im mniejsza wartość odchylenia standardowego, tym mniejsze ryzyko, ponieważ wartość odchylenia wskazuje, jak duży jest rozrzut wartości stopy zwrotu wokół jej wartości oczekiwanej.

W danej chwili nie wiadomo, czy za rok wartość R będzie większa od założonej spodziewanej stopy zwrotu r^* ($R > r^*$)? Można, najwyżej, próbować określić prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia, że tak się stanie, że założony wynik zostanie osiągnięty: $P(R > r^*)$, gdzie P oznacza prawdopodobieństwo. Sytuacja przeciwna, zdarzenie przeciwne jest, z punktu widzenia spodziewanego zarobku, niekorzystne, a **prawdopodobieństwo** zajścia takiego zdarzenia (niesprzyjającego) nazywa się ryzykiem s [88]

$$s = P(R < r^*).$$

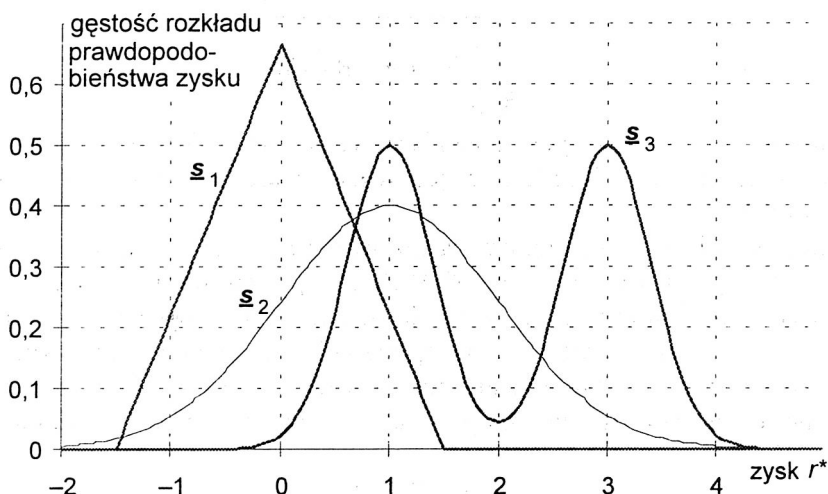
Oczywiste są równości: $P(R < \infty) = 1$ oraz $P(R < -\infty) = 0$. Na rysunku 4.1 przedstawiono trzy przykładowe funkcje tego prawdopodobieństwa lub inaczej ryzyka.



Rys. 4.1. Przykładowe wykresy ryzyka
Fig. 4.1. Charts of risks

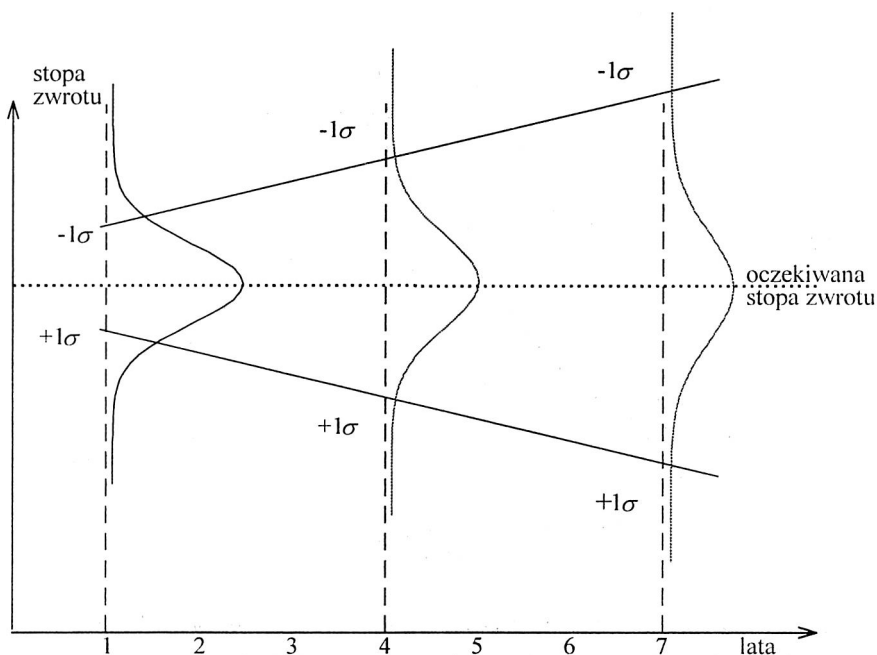
Optycznie wszystkie funkcje ryzyka są do siebie podobne. Istotną, łatwo widoczną cechą są granice przedziału, w którym ryzyko narasta od 0 do 1. Widać też, że różna jest szybkość narastania ryzyka, czyli nachylenie krzywych ryzyka. Zarówno tę właściwość, jak i wiele innych cech, łatwiej obserwować na rysunku przedstawia-

jącym szybkość narastania ryzyka, czyli na wykresie funkcji gęstości prawdopodobieństwa. Gęstości dla krzywych ryzyka (rys. 4.1) przedstawiono na rysunku 4.2.



Rys. 4.2. Funkcje gęstości rozkładu prawdopodobieństwa dla funkcji ryzyka z rysunku 4.1

Fig. 4.2. Probability density function of risk functions at Fig. 4.1



Rys. 4.3. Wzrost ryzyka w czasie (na podstawie pracy [49])

Fig. 4.3. Growth of risk over time

Rozkład ryzyka s_1 jest rozkładem trójkątnym, s_2 – rozkładem normalnym (Gausa), a s_3 – rozkładem dwumodalnym złożonym z dwu rozkładów normalnych.

W wielu problemach, nie tylko ekonomicznych, często przyjmuje się założenie, że nieznan rozkład prawdopodobieństwa rozważanej zmiennej losowej jest rozkładem normalnym. Taka interpretacja ryzyka pozwala również wnioskować o zachowaniu się ryzyka w czasie; im dłuższy okres jest brany pod uwagę, tym rozkłady będą bardziej rozmyte – płaskie, odchylenie standardowe większe, tym ryzyko większe (rys. 4.3).

4.1.2. Dźwignia operacyjna i finansowa

Operacyjne koszty stałe firmy i koszty kapitału są ustalone, constans, na tym samym poziomie w pewnych odcinkach czasu działalności firmy, niezależnie od wielkości sprzedaży. Sytuacja taka powoduje, że nawet niewielki spadek wielkości sprzedaży może powodować duży spadek zysku. I na odwrót, niewielki wzrost wielkości sprzedaży może powodować duży wzrost zysku. To znaczy, że działalność firmy o dużych kosztach stałych jest bardziej ryzykowna niż firm o niewielkich kosztach stałych. Zwykle duże koszty stałe towarzyszą nowoczesnej, zautomatyzowanej produkcji, ponieważ wnosi ona wysokie koszty amortyzacji. W przedsiębiorstwach o starej technologii zwykle koszty stałe są małe. Spotyka się oczywiście przedsiębiorstwa, które dysponują starymi technologiami, a których koszty stałe są duże. Dzieje się tak, gdy przedsiębiorstwo – oprócz majątku produkcyjnego – jest obciążone „nieprodukcyjnymi” aktywami wymagającymi stałej obsługi (koszt amortyzacji, remontów, płac, podatki).

W rozważaniach problemu dźwigni operacyjnej zakłada się, że w pewnym odcinku czasu koszty stałe działalności (amortyzacja, koszty marketingu, administracji) są constans. Wówczas zmiany wielkości sprzedaży mogą wywoływać znaczne zmiany zysku przed podatkiem i odsetkami EBIT (Earning Before Interest and Taxes). Mnożnik wyrażający siłę tej zmiany nazywa się stopniem dźwigni finansowej – DOL (Degree of Operating Leverage). W rozważaniach dźwigni finansowej zakłada się natomiast ustalenie stałego poziomu kosztów kapitału. Wówczas zmiana wielkości EBIT może powodować znaczne zmiany w zysku na akcję – EPS (Earning per Share) lub ROE (Return on Equity). Mnożnik wyrażający siłę zmiany wielkości EBIT na EPS lub ROE nazywa się stopniem dźwigni finansowej – DFL (Degree of Financial Leverage).

Dźwignia operacyjna

Dźwignia operacyjna obrazuje wpływ wielkości sprzedaży S (lub liczby sprzedanych wyrobów) na zysk operacyjny EBIT. Aby ustalić ten wpływ, należy znaleźć prostą zależność między zyskiem operacyjnym EBIT a wielkością sprzedaży (liczbą sprzedawanych sztuk wyrobu q), ceną jednostkową p_j wyrobu, wielkością sprzedaży S (w jednostkach pieniężnych) i kosztem K (również w jednostkach pieniężnych). Można zatem napisać

$$\text{EBIT} = f(q, p_j, S, K).$$

Do celów analizy dogodnie jest podzielić koszty na stałe F (niezależne od wielkości produkcji) i zmienne V (z założeniem, że są proporcjonalne do liczby sprzedawa-

nych wyrobów q i jednostkowego kosztu zmiennego v_j). Przy tych założeniach można napisać [5], [9], [49], [88]

$$\text{EBIT} = S - F - v_j \cdot q = p_j \cdot q - F - v_j \cdot q.$$

Stopień dźwigni operacyjnej – DOL przedsiębiorstwa definiuje się jako mnożnik wykorzystania kosztów operacyjnych stałych, a mianowicie

$$\text{DOL}(S) = \frac{\% \text{ zmiana EBIT}}{\% \text{ zmiana w sprzedaży}} = \frac{\frac{\Delta \text{EBIT}}{\text{EBIT}}}{\frac{\Delta S}{S}},$$

lub

$$\text{DOL}(S) = (S - V) / \text{EBIT}.$$

Dźwignia operacyjna jest funkcją wartości sprzedaży (a więc i liczby sprzedawanych sztuk). Jeśli zmieni się sprzedaż, to obliczona w nowym punkcie wartość dźwigni operacyjnej będzie inna.

Wykresem dźwigni operacyjnej jest hiperbola o „zerowej”, poziomej asymptocie, pokrywającej się z osią poziomą, pionowa asymptota przechodzi przez próg rentowności BEP.

Przykład 4.1

W ciągu półrocza roku 199x, przedsiębiorstwo „μS” S.A. osiągnęło następujące wyniki działalności (tab. 4.1).

Tabela 4.1. Informacje z przebiegu działalności firmy „μS” S.A.

Koszty stałe	zł
amortyzacja	100 000
koszty eksploatacyjne	15 000
wynagrodzenia kadry kierowniczej	40 000
czynsze i opłaty stałe	8 000
koszty biurowe	12 000
reklama	5 000
odsetki	20 000
Razem	200 000
Koszty zmienne jednostkowe	zł
wynagrodzenia	3
materiały i energia*	5
prowinzje od sprzedaży	2
Razem	10

Bieżąca sprzedaż q wyrobów wynosi szt.	40 000
Cena p_i jednego wyrobu wynosi zł	17

Sprzedaż	680 000
(-) Koszty zmienne	360 000
Koszty stałe (bez odsetek)	258 000
razem koszty operacyjne	618 000
zysk na działalności operacyjnej EBIT	62 000
(-) odsetki	10 000
zysk przed opodatkowaniem EBT	52 000
(-) podatki (40%)	20 800
zysk po opodatkowaniu EAT	31 200
(-) dywidendy od akcji preferencyjnych	0
zysk do podziału	31 200
zysk na akcję zwykłą EPS	31
zysk wypłacony	24 960
dywidenda na akcję zwykłą DPS*	24,96

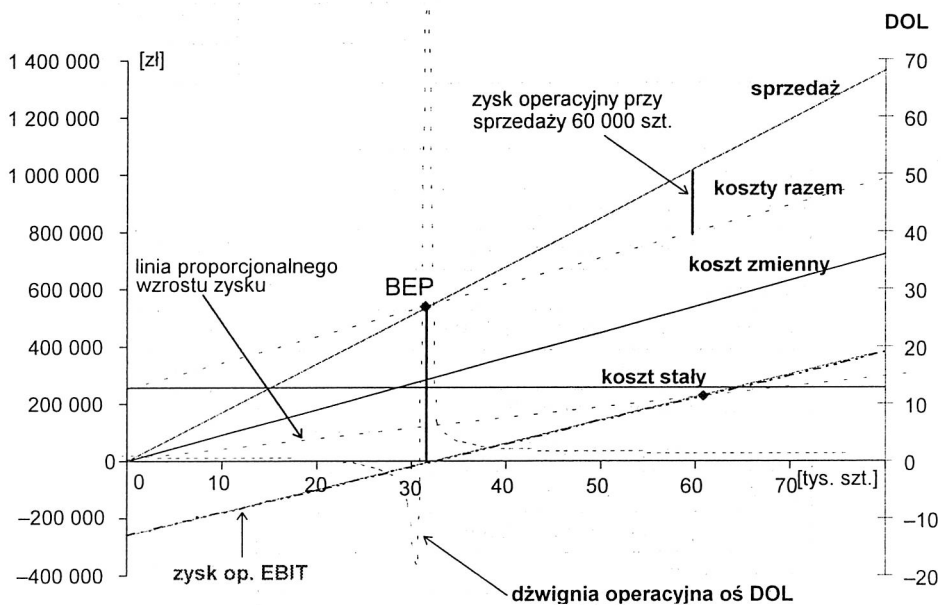
*) W firmie wyemitowano 1 000 akcji.

Zakłada się, że sytuacja rynkowa jest bardzo niestabilna i że sprzedaż q może się zmieniać w granicach od 0 szt. do 80 000 szt. Zakłada się, że odpowiednie koszty stałe nie ulegną zmianie, natomiast koszty zmienne będą proporcjonalne do wielkości sprzedaży. Wyniki odpowiednich obliczeń przedstawiono na rysunku 4.4.

Na prawo od punktu BEP wartość dźwigni maleje do zera ze wzrostem liczby sprzedawanych wyrobów. Jest to zjawisko niekorzystne; w pobliżu BEP kilkuprocentowy wzrost sprzedaży powoduje stosunkowo duży wzrost zysku operacyjnego, podczas gdy w dużej odległości od BEP ten sam procentowy wzrost sprzedaży powoduje znacznie mniejszy (procentowo) wzrost zysku operacyjnego.

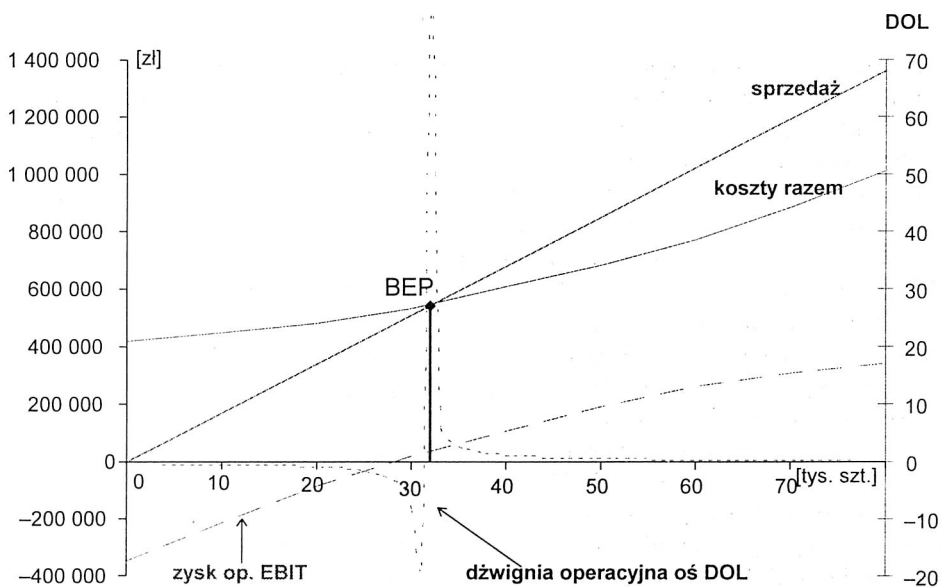
Aby zwiększyć efekt dźwigni operacyjnej w dużej odległości od BEP, firma musi zbliżyć BEP do aktualnej wielkości sprzedaży. Może to zrobić przez zmniejszenie kosztów zmiennych, na przykład dzięki wprowadzeniu nowej technologii.

Zakłada się, że w przedsiębiorstwie jest prowadzona taka rejestracja kosztów, która umożliwia podział kosztów na koszty stałe i koszty zmienne oraz że koszty zmienne są proporcjonalne do wielkości produkcji. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby w analizie progu rentowności i dźwigni operacyjnej, jeśli nie można lub jest utrudnione wydzielenie kosztów stałych i zmiennych lub jeśli koszty zmienne nie są wprost proporcjonalne do liczby produkowanych wyrobów, założenia te pominąć. Podział na koszty stałe i zmienne upraszcza tylko zagadnienie i czyni je bardziej zrozumiałym i przejrzystym. Na rysunku 4.5 przedstawiono analizę DOL przy nieliniowych kosztach operacyjnych.



Rys. 4.4. Analiza stopnia dźwigni operacyjnej DOL w „μS” S.A.

Fig. 4.4: Degree of operation leverage analysis for „μS” S.A.



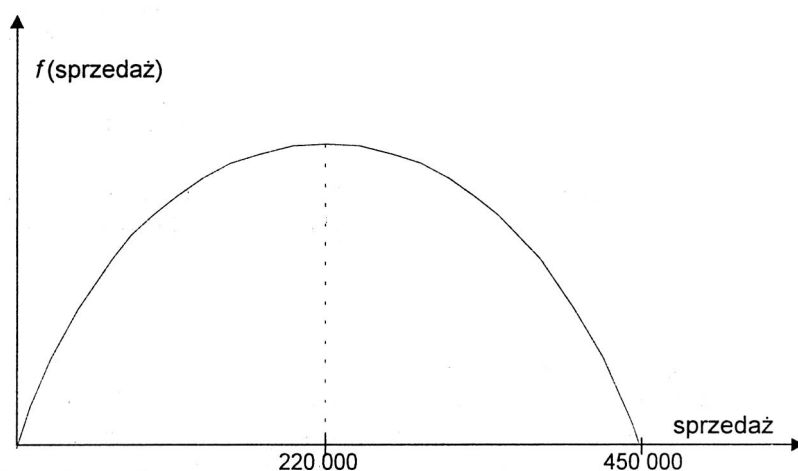
Rys. 4.5. Analiza stopnia dźwigni operacyjnej – DOL przy nieliniowych kosztach operacyjnych

Fig. 4.5: Degree of operation leverage DOL for non-linear operation costs

Analiza DOL służy do porównania projektów inwestycyjnych ze względu na EBIT i ryzyko.

Przykład 4.2 (na podstawie pracy [9])

Rozważane są dwa nowe projekty inwestycyjne *A* i *B*, dla których stopień dźwigni operacyjnej jest różny. Zakłada się, że w projekcie *A* koszty stałe wynoszą 20 000 zł, a w projekcie *B* – 60 000 zł. Realizacja projektu *A* zakłada zastosowanie tradycyjnej technologii, a więc koszty amortyzacji, utrzymania w ruchu, podatki będą niewielkie. W projekcie *B* natomiast zakłada się zastosowanie zautomatyzowanej technologii produkcji. Oba projekty realizują ten sam produkt, a więc prognozy sprzedaży, ze względu na ograniczony popyt, są takie same w obu przypadkach. Analizy rynku wykazują, że jest on w stanie wchłonąć do 225 000 sztuk produktu. Rozkład prawdopodobieństwa wielkości sprzedaży jest funkcją symetryczną o wartości oczekiwanej 110 000 szt. i o odchyleniu standardowym $\sigma_S = 46\,500$ szt., co w wartości sprzedaży wynosi odpowiednio 220 000 zł i $\sigma_S = 92\,995$ zł (rys. 4.6).



Rys. 4.6. Funkcja gęstości rozkładu prawdopodobieństwa wielkości sprzedaży
Fig. 4.6. Probability density function for sales value

Ponieważ wielkość sprzedaży jest zmienną losową, również EBIT jest zmienną losową. Z przeprowadzonych obliczeń symulacyjnych wynika, że wartość oczekiwana EBIT wynosi 35 000 zł i odchylenie standardowe 23 249 zł dla projektu *A* oraz odpowiednio 50 000 zł i 46 497 zł dla projektu *B* (rys. 4.7).

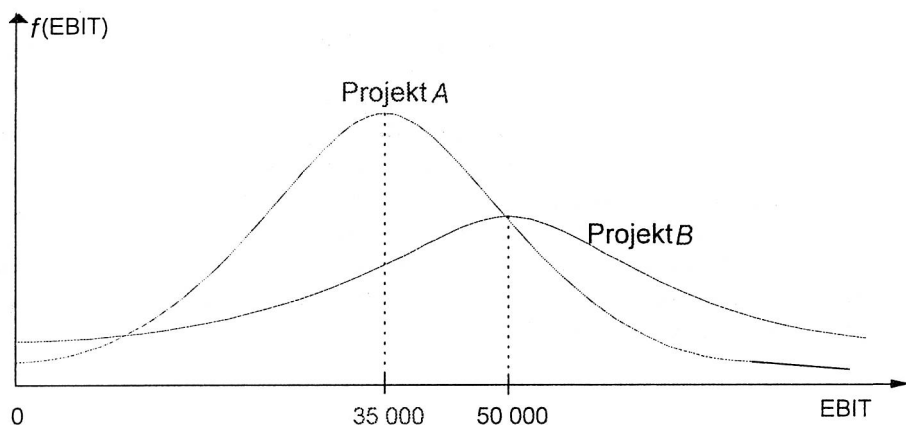
Z rozważań nad rozkładami prawdopodobieństwa EBIT dla projektów *A* i *B* wynika, że wartość oczekiwana EBIT w projekcie *B* jest wyższa niż wartość oczekiwana w projekcie *A*

$$\overline{\text{EBIT}}(B) > \overline{\text{EBIT}}(A)$$

ale również odchylenie standardowe w projekcie *B* jest większe niż w projekcie *A*

$$\sigma_B(\text{EBIT}) > \sigma_A(\text{EBIT}),$$

a więc projekt *B* jest bardziej ryzykowny niż *A*. Inaczej mówiąc w projekcie *B* występują większe koszty stałe i wyższy stopień dźwigni operacyjnej, więc jest bardziej ryzykowny.



Rys. 4.7. Funkcja gęstości rozkładu prawdopodobieństwa dla zysku operacyjnego EBIT

Fig. 4.7. Probability density function for operation earning EBIT

Im wyższy stopień dźwigni operacyjnej DOL dla projektu inwestycyjnego, przy innych czynnikach ustalonych, tym większe ryzyko działalności firmy mierzone odchyleniem standardowym.

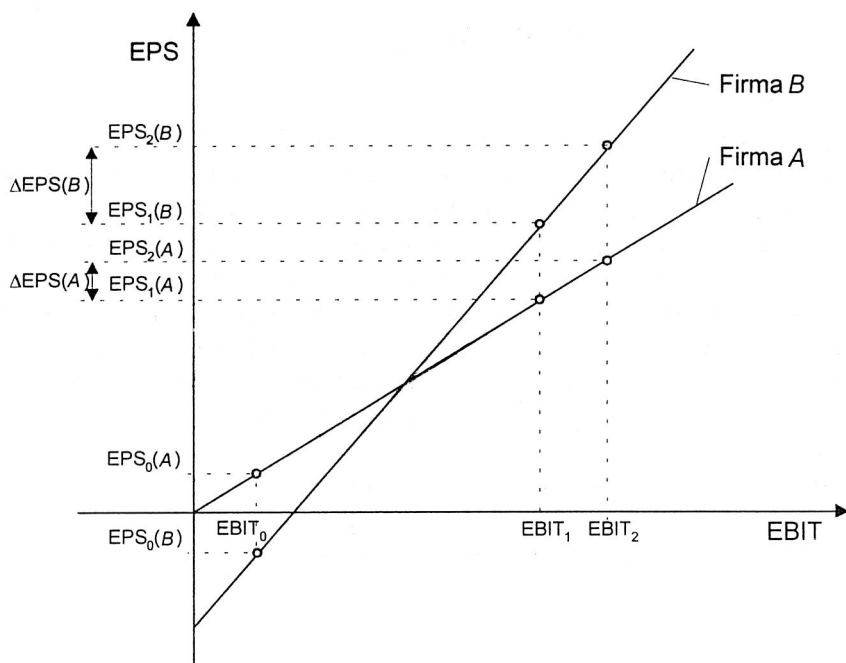
Dźwignia finansowa

O dźwigni finansowej mówi się wówczas, gdy przedsiębiorstwo wykorzystuje fundusze obce o stałym koszcie do finansowania swojej działalności. Zwykle przedsiębiorstwo korzysta z funduszy obcych, aby zwiększyć zysk przeznaczony dla właścicieli (np. akcjonariuszy). Podstawowym funduszem o stałym koszcie jest dług: kredyt bankowy, obligacje, pożyczki długoterminowe. Kosztem stałym takiego funduszu są płacone odsetki, kupony. Inny fundusz o stałym koszcie – to kapitał z akcji preferowanych, którego kosztem stałym jest obligatoryjnie wypłacana dywidenda.

Załóżmy, że firma *A* finansuje swoją działalność tylko kapitałem własnym bez funduszy o koszcie stałym. Firma *B* – oprócz kapitału własnego – korzysta również z funduszy obcych o stałym koszcie. Dźwignię finansową przedsiębiorstw *A*, *B* (rys. 4.8) reprezentuje zmiana zysku na akcję EPS, która zachodzi w wyniku zmiany zysku przed odsetkami i podatkiem – EBIT.

Zależność między EBIT oraz EPS dla firmy *A* reprezentuje linia A, dla firmy *B* linia B. Tangens kąta nachylenia linii A jest mniejszy niż tangens kąta nachylenia linii B (rys. 4.8). Zatem zmiana EBIT o $\Delta \text{EBIT} = \text{EBIT}_2 - \text{EBIT}_1$ wywołuje w firmie *A* zmianę $\Delta \text{EPS}(A) = \text{EPS}_2(A) - \text{EPS}_1(A)$, a w firmie *B* zmianę EPS o $\Delta \text{EPS}(B) = \text{EPS}_2(B) - \text{EPS}_1(B)$, gdzie

$$\Delta \text{EPS}(B) > \Delta \text{EPS}(A)$$



Rys. 4.8. Dźwignia finansowa (na podstawie pracy [9])

Fig. 4.8. Financial leverage

W firmie finansowanej tylko kapitałem akcyjnym (zwykłym), wpływ zmiany zysku EBIT na EPS jest słabszy niż w firmie finansowanej kapitałem akcyjnym i długiem długoterminowym, czyli kapitałem obcym.

Zastosowanie dźwigni finansowej przy stosunkowo wysokim poziomie zysku, na przykład EBIT₂, w firmie B (rys. 4.8), zwiększa poziom EPS powyżej poziomu EPS(A) dla firmy nie korzystającej z finansowania obcego. Z drugiej strony, w przypadku stosunkowo niskiego poziomu EBIT, na przykład EBIT₀ (rys. 4.8) otrzymuje się odwrotną zależność. W firmie B, finansowanej również kapitałem obcym, EPS₀(B) < EPS₀(A), a nawet zysk na akcję w firmie B jest ujemny, EPS₀(B) < 0.

Stopień dźwigni finansowej przedsiębiorstwa DFL dla określonego poziomu EBIT definiuje się jako stosunek procentowej zmiany EPS do procentowej zmiany zysku EBIT, który zmianę EPS wywołał [5], [9], [49], [88], a mianowicie

$$DFL(EBIT) = \frac{\% \text{ zmiana EPS}}{\% \text{ zmiana EBIT}} = \frac{\frac{\Delta EPS}{EPS}}{\frac{\Delta EBIT}{EBIT}},$$

lub jeśli nie ma akcji uprzywilejowanych

$$DFL(EBIT) = \frac{EBIT}{(EBIT - I)},$$

gdzie I – odsetki,

Dźwignia finansowa jest funkcją zysku operacyjnego EBIT, a więc jej wartość jest inna dla każdej wartości zysku operacyjnego. Wykresem dźwigni finansowej w funkcji zysku operacyjnego są obie gałęzie hiperboli. Asymptotą poziomą jest linia prosta o wartości równej 1. Asymptotą pionową jest prosta w punkcie $EBIT = I$, a więc w punkcie, w którym zysku operacyjnego starcza tylko na odsetki od kapitału obcego. Zastosowanie dźwigni finansowej ma sens tylko na prawo od tego punktu, albo inaczej mówiąc: nie ma sensu tak duże finansowanie kapitałem obcym, że odsetki od niego przekraczają wypracowany zysk operacyjny. W praktyce zysk operacyjny powinien być wyraźnie większy od odsetek od kapitału obcego.

Czasami dogodniej jest skorzystać z następującej definicji DFL [9]

$$DFL(EBIT) = \frac{EBIT}{EBIT - I - D_p / (1 - t)},$$

gdzie:

I – odsetki od zaciągniętego długu,

D_p – dywidenda uprzywilejowana,

t – stopa podatkowa.

Gdy przedsiębiorstwo nie posiada kapitału z akcji uprzywilejowanych,

$$DFL(EBIT) = \frac{EBIT}{EBIT - I - D_p / (1 - t)} = \frac{EBIT}{EBIT - I} = \frac{EBIT}{EBT},$$

gdzie EBT – zysk po zapłaceniu odsetek, ale przed podatkiem (Earning Before Tax).

Przedsiębiorstwo może wpływać na wartość DFL przez obniżkę lub zwiększenie kosztu kapitału obcego (także liczbę emitowanych akcji uprzywilejowanych) lub odpowiednio kształtowaną strukturę kapitału firmy, rozumianą jako stosunek długu, kapitału z akcji uprzywilejowanych i kapitału z akcji zwykłych, odpowiednio, do całego kapitału firmy.

Przykład 4.3

Właściciele – akcjonariusze firmy – postanowili zwiększyć kapitał firmy i zakupić nowsze, bardziej wydajne maszyny i urządzenia do produkcji. Żądany kapitał inwestycyjny wynosi 200 000 zł, a produkcja powinna zwiększyć się do wielkości 120 000 szt. wyrobów lub większej. Uchwała zarządu spółki pozostawiła do decyzji menedżera finansowego sposób pozyskania kapitału i jego źródła. Cena jednostkowa wyrobu wynosi 10 zł.

Rozważa się trzy sposoby finansowania A , B , C , przedstawione w tabeli 4.2.

Tabela 4.2. Propozycje finansowania

Projekt	Kapitał inwestycyjny, zł	Odsetek długu, %	Dług	Kapitał własny, zł	Liczba akcji
<i>A</i>	200 000	0	0	200 000	300
<i>B</i>	200 000	30	60 000	140 000	210
<i>C</i>	200 000	60	120 000	80 000	120

Wyniki analiz przedstawiono w tabelach 4.3, 4.4, 4.5.

Tabela 4.3. Projekt *A*

Liczba sprzedanych wyrobów	EBIT	Wielkość odsetek	Podatek 40%	EAT	EPS	ROE	DFL
0	-272 286	0	-108 914	-163 372	-817	-82%	1,00
20 000	-98 000	0	-39 200	-58 800	-294	-29%	1,00
40 000	62 000	0	24 800	37 200	186	19%	1,00
32 250	0	0	0	0	0	0%	(-)
60 000	222 000	0	88 800	133 200	666	67%	1,00
80 000	382 000	0	152 800	229 200	1 146	115%	1,00
100 000	542 000	0	216 800	325 200	1 626	163%	1,00
120 000	702 000	0	280 800	421 200	2 106	211%	1,00
140 000	862 000	0	344 800	517 200	2 586	259%	1,00
160 000	1 022 000	0	408 800	613 200	3 066	307%	1,00

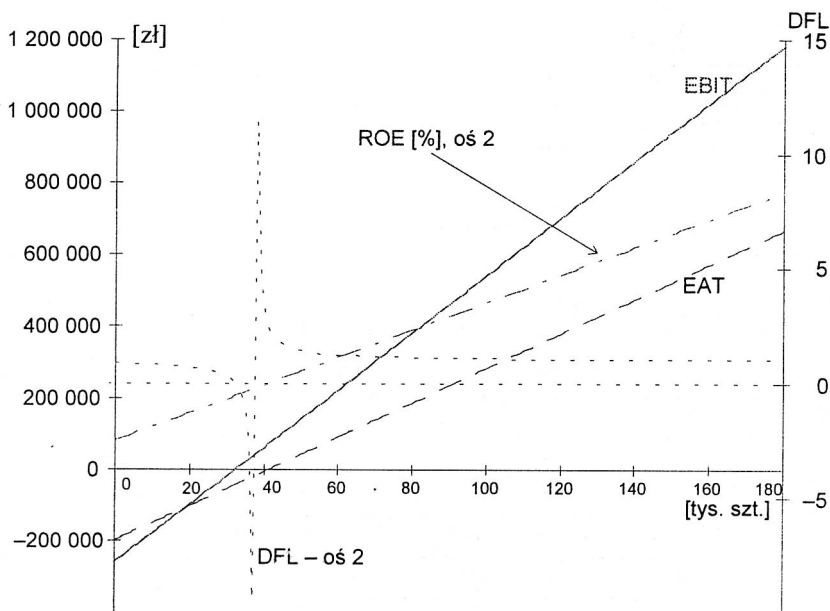
Tabela 4.4. Projekt *B*

Liczba sprzedanych wyrobów	EBIT	Wielkość odsetek	Podatek 40%	EAT	EPS	ROE	DFL
0	-272 286	21 000	-117 314	-175 972	-1 257	-126%	0,93
20 000	-98 000	21 000	-47 600	-71 400	-510	-51%	0,82
34 875	21 000	21 000	0	0	0	0%	(-)
40 000	62 000	21 000	16 400	24 600	176	18%	1,51
60 000	222 000	21 000	80 400	120 600	861	86%	1,10
80 000	382 000	21 000	144 400	216 600	1 547	155%	1,06
100 000	542 000	21 000	208 400	312 600	2 233	223%	1,04
120 000	702 000	21 000	272 400	408 600	2 919	292%	1,03
140 000	862 000	21 000	336 400	504 600	3 604	360%	1,02
160 000	1 022 000	21 000	400 400	600 600	4 290	429%	1,02

Tabela 4.5. Projekt C

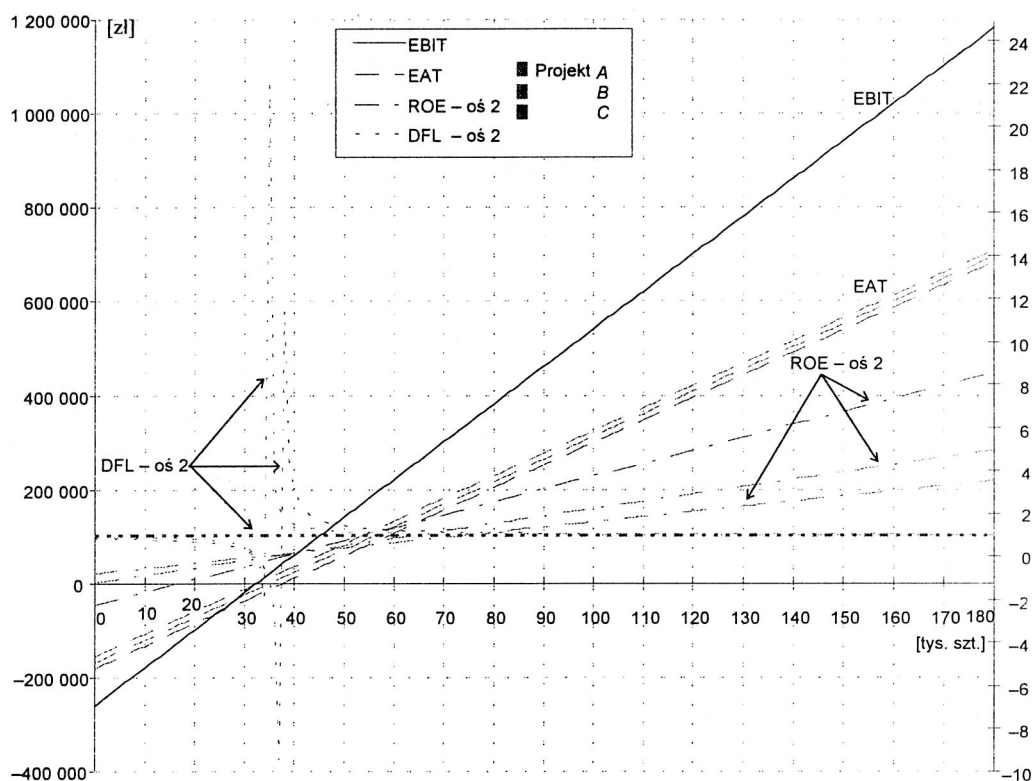
Liczba sprzedanych wyrobów	EBIT	Wielkość odsetek	Podatek 40%	EAT	EPS	ROE	DFL
0	-272 286	42 000	-125 714	-188 572	-2 357	-236%	0,87
20 000	-98 000	42 000	-56 000	-84 000	-1 050	-105%	0,70
37 500	42 000	42 000	0	0	0	0%	(-)
40 000	62 000	42 000	8 000	12 000	150	15%	3,10
60 000	222 000	42 000	72 000	108 000	1 350	135%	1,23
80 000	382 000	42 000	136 000	204 000	2 550	255%	1,12
100 000	542 000	42 000	200 000	300 000	3 750	375%	1,08
120 000	702 000	42 000	264 000	396 000	4 950	495%	1,06
140 000	862 000	42 000	328 000	492 000	6 150	615%	1,05
160 000	1 022 000	42 000	392 000	588 000	7 350	735%	1,04

Wykresy obliczeń dla projektu C przedstawiono na rysunku 4.9, a odpowiednie wykresy obliczeń dla projektów A, B, C – na rysunku 4.10.



Rys. 4.9. Zależności EAT, ROE, DFL dla projektu C

Fig. 4.9. EAT, ROE, DFL for C project



Rys. 4.10. Graficzna prezentacja wyników z tabel 4.3, 4.4, 4.5

Fig. 4.10. Presentation of results from tables 4.3, 4.4, 4.5

W projekcie *A*, w którym zakłada się finansowanie inwestycji tylko kapitałem własnym, ROE przyjmuje wartości z przedziału od -82% do 307% w analizowanym przedziale zmienności wartości sprzedaży, a DFL = 1, to znaczy, że ROE jest wprost proporcjonalny do EBIT.

W projekcie *B* ROE zmienia się od -126% do 429%. Przedział zmienności jest większy niż w projekcie *A*. Projekt *B* jest bardziej wrażliwy na zmiany EBIT, DFL zmienia się od 0,93 do 1,51.

W projekcie *C* ROE zmienia się od -236% do 735%, a DFL od 0,7 do 3,1. Dla wielkości sprzedaży 160 000 szt. wyrobu rocznie zysk na akcję EPS w projekcie *C* jest największy. Należy pamiętać, że jest to projekt najbardziej ryzykowny spośród rozważanych. Wrażliwość zmian ROE i EPS na zmiany EBIT jest największa. DFL osiąga wysokie wartości.

Analiza dźwigni finansowej pozwala dokonać wyboru decyzji zgodnej z prowadzoną polityką firmy dotyczącą zyskowności i ryzyka przedsięwzięć, i zgodnie z zasadą, że

im bardziej zyskowna inwestycja, tym bardziej ryzykowna.

4.2. Metoda symulacyjna

Analizy progu rentowności BEP, dźwigni operacyjnej i dźwigni finansowej obrazują wycinkowo różne sfery działalności firmy. Analiza BEP pokazuje powiązanie trzech wielkości: ceny – kosztów – sprzedaży. Dźwignia operacyjna DOL: sprzedaży i zysku przed podatkiem i odsetkami EBIT, dźwignia finansowa DFL: EBIT i rentowność kapitału ROE lub EPS. Wykonanie wszystkich analiz jednocześnie daje możliwość pełniejszej prezentacji obrazu firmy, a uzupełnienie jej analizą ryzyka może stanowić doskonałe narzędzie wspomagające decyzje menedżerskie, szczególnie inwestycyjne i finansowe. Technika komputerowa umożliwia wykonanie tych analiz szybko i co ważniejsze – wszechstronnie.

Aby przeprowadzić taką wszechstronną analizę ryzyka projektu inwestycyjnego, opracowano program komputerowy PROBABLY, którego zadaniem jest ocena ryzyka stopy zwrotu z rozważanych projektów inwestycyjnych w zależności od zadanej losowej zmienności wielkości sprzedaży oraz przyjętego sposobu inwestowania. Program oblicza:

- ilościowy próg rentowności,
- wartość dźwigni operacyjnej,
- wartość dźwigni finansowej,
- rozkład prawdopodobieństwa EBIT, EAT, ROE,
- odchylenie standardowe EBIT, EAT, ROE.

Zastosowanie programu PROBABLY zilustrowano na przykładzie 4.4.

Przykład 4.4

Przedsiębiorstwo produkcyjne DOM S.A. powstało w 1945 roku i zajmuje się produkcją i sprzedażą artykułów gospodarstwa domowego. Niektóre maszyny i urządzenia spółki pochodzą jeszcze z okresu przedwojennego i wymagają ciągłych remontów. Firma jest znana na rynku krajowym i zagranicznym z produkcji garnków WAR, które – mimo przestarzałej technologii ich produkcji – wciąż cieszą się uznaniem klientów. Wielkość sprzedaży od kilku lat utrzymuje się na poziomie 10 000 szt. rocznie. Wszechobecna konkurencja powoduje jednak, że cena zbytu garnków WAR, mimo ciągłego wzrostu kosztów produkcji, z powodu wzrostu cen energii, surowców, nie wzrasta proporcjonalnie do wzrostu kosztów. Utrzymywanie ceny zbytu na poziomie 40 zł za jednostkę nie może trwać w nieskończoność przy wzrastających kosztach produkcji i niższych cenach oferowanych przez konkurencję. Cena w wysokości 35 zł za sztukę mogłaby zadowolić klientów. Produkcja powoli staje się nieopłacalna i w najbliższej przyszłości zacznie przynosić straty. Menedżerowie firmy widzą rozwiązanie problemu w unowocześnieniu technologii.

Menedżer finansowy sugeruje, że żądany kapitał inwestycyjny można uzyskać z dwóch źródeł: z emisji nowych akcji oraz kredytu długoterminowego. Sądzi, że dotychczasowi udziałowcy będą skłonni wyrazić zgodę na nową emisję najwyżej do 4 000 000 zł i, co więcej, cena akcji nie powinna przekraczać 10 zł/akcję. Korzystanie z kredytu bankowego jest wciąż w gospodarce polskiej obciążone dużym ryzykiem. Szczególnie przy zmianie techno-

logii, której opłacalność wiąże się zwykle ze zwiększeniem wielkości sprzedaży, co nie zawsze udaje się osiągnąć w pierwszym okresie uruchomienia nowej technologii. A przecież wtedy właśnie najczęściej przychodzą pierwsze terminy płatności i firmy zaczynają mieć kłopoty z wypłacalnością. Mądre banki rozumieją takie sytuacje i spokojnie prolongują terminy spłat, czekając na okres zwiększenia płynności firmy. Wiele banków wpada jednak w panikę i, trzymając się kurczowo przepisów, rujnuje przedsiębiorstwo, żądając natychmiastowych spłat.

Ostatnio firma otrzymała niezwykle korzystną ofertę od kontrahenta niemieckiego. Oferent jest gotów kupować w firmie DOM około 130 000 sztuk garnków rocznie, gwarantując jednocześnie sprzedaż pod marką firmy DOM. Kontrakt może być zawarty na 10 lat. Kontrahent skłonny jest jednak płacić tylko 26,67 zł za sztukę wyrobu, a dotychczas firma sprzedawała po 40 zł za sztukę. Jest to bardzo duża obniżka ceny. Zawarcie długoletniego kontraktu z solidnym niemieckim kontrahentem, który pozwoli firmie umocnić jej pozycję na rynkach światowych, stanowi jednak kuszącą ofertę. Na pewno warto się jej przyjrzeć bliżej, stwierdzono na kolejnym zebraniu zarządu.

Ponieważ menedżer do spraw marketingu deklarował sprzedaż 40 000 sztuk garnków, można teraz rozważać sprzedaż 170 000 sztuk. Oczywiście, z obecną technologią i zapleczem produkcyjnym firma nie jest w stanie wyprodukować żądanej ilości garnków, nawet gdyby pracowano na trzy zmiany. Znowu rozpoczęły się posiedzenia zarządu firmy i dyskusje nad nowymi możliwościami rozwoju produkcji. Rozważano różne możliwości. Począwszy od modernizacji parku maszynowego, tak aby zwiększyć zdolność produkcyjną do pożądanego poziomu, aż do wymiany całej przestarzałej technologii na nowoczesną, w pełni zautomatyzowaną produkcję, łącznie z komputerowymi systemami sterowania. Z wielu propozycji wybrano trzy projekty, które można scharakteryzować następująco (tab. 4.6).

Tabela 4.6. Charakterystyka projektów 1, 2, 3

Projekt	Oznaczenie	1	2	3
Cena jednostkowa, zł	p	26,67	26,67	26,67
Koszt zmienny jednostkowy, zł	v	20,00	16,00	13,00
Liczba sprzedanych sztuk, tys. szt.	q	170	170	170
Kapitał inwestycyjny, tys. zł	Inv	3 120	5 940	8 440

Im wyżej zorganizowana technologia, tym wyższe koszty inwestycji, ale niższe koszty jednostkowe zmienne. Żądany kapitał inwestycyjny dla każdego projektu jest bardzo wysoki. Realizacja projektu 3 wymaga prawie trzykrotnie większego kapitału inwestycyjnego niż projekt 1, ale w projekcie 3 koszty jednostkowe zmienne stanowią tylko połowę jednostkowej ceny zbytu. Każdy projekt stanowi ciekawą propozycję. Akcjonariusze wyrazili swoje życzenia co do struktury kapitału inwestycyjnego firmy: nowy kapitał akcyjny powinien wynosić najwyżej około 4 000 000 zł, stosunek długu do kapitału własnego nie powinien przekraczać stosunku 1:1, zwrot na kapitał własny ROE nie powinien być mniejszy niż 18%. Na tej podstawie dział finansowy zaproponował sposoby finansowania przedstawione w tabeli 4.7.

Tabela 4.7. Propozycje finansowania projektów

Projekt	1	2	3
Kapitał inwestycyjny, tys. zł	3 120	5 940	8 440
Liczba nowych akcji, tys.	312	297	422
Cena nowych akcji, jedn/1 000	10,00	10,00	10,00
Kapitał własny, tys. zł	3 120	2 970	4 220
Kapitał obcy (dług), tys. zł	0	2 970	4 220
Udział długu w inwestycji D/E	0,0%	100,0%	100,0%
Koszt nowego długu	6,0%	6,0%	6,0%

Zaproponowany sposób finansowania spełniał zalecenia akcjonariuszy. Tylko nieznacznie przekroczono wielkość kapitału akcyjnego w projekcie 3.

Kontrakt jest wieloletni, rynek bardzo zmienny, inflacja wciąż wysoka, a kurs marki niemieckiej w stosunku do złotówki podlega ciągłym wahaniom. Menedżer finansowy zdecydował, że w tej sytuacji do wstępnego szacowania opłacalności projektów nie można podchodzić jak do zadania w pełni zdeterminowanego. Uznał, że najrozsądniej będzie zastosować model probabilistyczny, w którym wielkość sprzedaży będzie zmienną losową. Dalsze rozważania prowadził przy założeniu, że sprzedaż jest zmienną losową o normalnej funkcji rozkładu prawdopodobieństwa i następujących parametrach (tab. 4.8):

Tabela 4.8. Parametry rozkładu gęstości sprzedaży

Rozkład gęstości – normalny sprzedaży $N(q,s)$, gdzie: q – oczekiwana wielkość sprzedaży w tysiącach sztuk, σ – odchylenie standardowe sprzedaży		
	q	170 000
	σ	10 000

Ponieważ kontrakt jest duży, ale również wysoki jest szacowany koszt inwestycji, menedżer postanowił obliczyć próg rentowności BEP, dźwignię operacyjną i finansową oraz łączną dla trzech rozważanych projektów. Do tego celu zastosował program komputerowy PROBABLY. Stawkę podatku dochodowego przyjął 40,0%. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 4.9.

Tabela 4.9. Wyniki obliczeń BEP, dźwigni finansowej i operacyjnej dla projektów 1, 2, 3

Projekt	1	2	3
1	2	3	4
Sprzedaż S	4 534	4 534	4 534
Koszty stałe F	270	505	854
Koszty zmienne V	3 400	2 720	2 210
Koszty razem Σ	3 670	3 225	3 064

1	2	3	4
Zysk operacyjny EBIT	864	1 309	1 470
Próg rentowności BEP	40	47	62
Dźwignia operacyjna DOL	1,31	1,39	1,58
Odsetki od długu, %	0	178	253
Podatek T	346	452	487
Zysk netto EAT	518	678	730
Zysk netto na akcję EPS	1,66	2,28	1,73
Zysk netto na kapitał własny ROE	16,6%	22,8%	17,3%
Dźwignia finansowa DFL	1,00	1,16	1,21
Dźwignia całkowita DL	1,31	1,60	1,91

Analiza projektów 1, 2, 3 przy założonej wielkości sprzedaży 170 000 sztuk, wynikającej z nowej oferty kontrahenta, pokazuje, że wszystkie trzy projekty ze względu na BEP są opłacalne. Dla projektu 1 próg rentowności jest najniższy, dla projektu 3 o przeszło 20 000 sztuk wyższy, ale oczekiwana wartość sprzedaży kilkakrotnie przekracza próg rentowności w każdym z projektów.

Wszystkie trzy projekty są również podobnie wrażliwe na wzrost EBIT przy wzroście wielkości sprzedaży. DOL przekracza 1 w każdym z projektów. Oczywiście najbardziej wrażliwy jest projekt 3, w którym $DOL = 1,58$. Oznacza to, że 10% wzrost wartości sprzedaży spowoduje wzrost EBIT o 15,8%, a w projekcie 1, tylko o 13,1%.

Koszty projektów powodują odpowiedni wzrost kosztów stałych ze względu na wzrost kosztów amortyzacji. Wielkość kapitału inwestycyjnego i jego struktura – projekt 1 finansowany jest kapitałem własnym, natomiast projekty 2 i 3 – finansowane w połowie kapitałem akcyjnym i w połowie kredytem bankowym – pociągają za sobą dodatkowo wzrost kosztów stałych o koszt odsetek w projekcie 2 i 3. Dlatego dźwignia finansowa dla projektu 1 wynosi 1, a w projektach 2 i 3 odpowiednio 1,16 i 1,21. Znaczący to, że projekty 2 i 3 są bardziej ryzykowne niż projekt 1, właśnie ze względu na wielkość zaciągniętych kredytów.

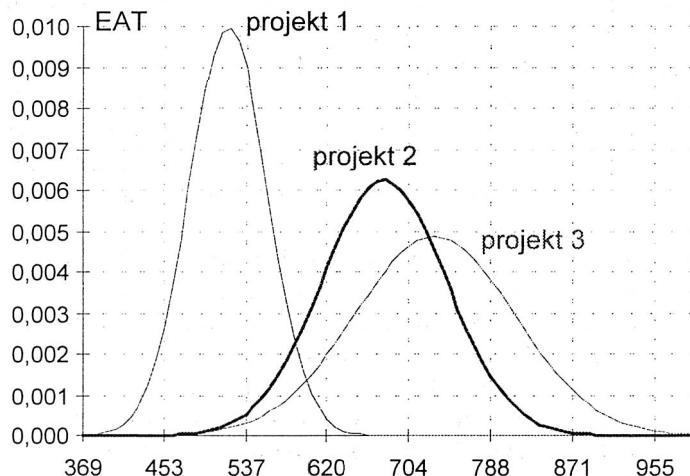
Zwraca uwagę fakt, że częściowe finansowanie inwestycji kapitałem obcym – kredytem bankowym, mimo wzrostu kosztów stałych działalności firmy o wartość odsetek, zwiększa rentowność zaangażowanego kapitału akcjonariuszy. Najbardziej rentownym projektem ze względu na ROE i EPS jest projekt 2, mimo że wartość DFL wskazuje, że sposób finansowania projektu 3 jest bardziej wrażliwy na EBIT niż projekt 2. Koszt odsetek w projekcie 3 niweluje możliwość odpowiedniego wzrostu ROE, oczywiście przy założonej wielkości sprzedaży i sugerowanej przez kontrahenta cenie. Wrażliwość rentowności ROE ze względu na sprzedaż przedstawia wartość dźwigni łącznej. Projekt 3 jest znów najbardziej wrażliwy na wzrost wartości sprzedaży. W projekcie 1 wartość tej dźwigni wynosi 1,31, a w projekcie 3 – 1,91. Znaczący to, że wzrost wartości sprzedaży o 10% spowoduje wzrost ROE o 13,1% w projekcie 1 i o 19,1% w projekcie 3. Ponieważ wrażliwość wszystkich projektów na wielkość sprzedaży jest stosunkowo wysoka, a jak zaznaczono wcześniej, sytuacja ogólnogospodarcza Polski oraz zmienne warunki otoczenia wnoszą dużo elementów niepewności, menedżer finansowy postanowił przed podjęciem decyzji przeprowadzić analizę ryzyka związanego z realizacją projektów.

Założenie o losowości wielkości sprzedaży implikuje również losowość zysku netto EAT oraz rentowności kapitału ROE. Ponieważ menedżer finansowy założył, że sprzedaż jest zmienną losową o rozkładzie normalnym, to również EAT i ROE są zmiennymi losowymi o rozkładzie normalnym. Wartości oczekiwane i odchylenia standardowe dla tych dwóch zmiennych menedżer obliczył na podstawie modelu wyznaczania zysku netto i rentowności kapitału (tab. 4.10).

Tabela 4.10. Parametry rozkładu zmiennej EAT i ROE

	Projekt 1		Projekt 2		Projekt 3	
	EAT tys. zł	ROE	EAT tys. zł	ROE	EAT tys. zł	ROE
Wartość oczekiwana	518,34	16,6%	678,42	22,8%	730,02	17,3%
Odchylenie standardowe	40,02	1%	64,02	2%	82,02	2%

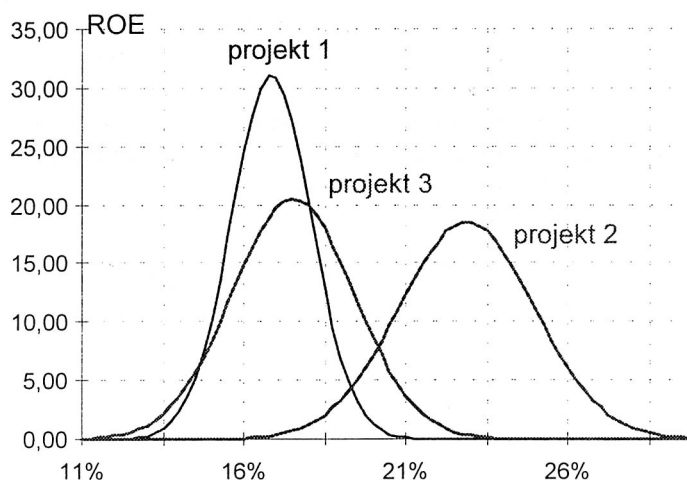
Wartość oczekiwana EAT jest największa dla projektu 3 i wynosi 730 020 zł, najniższa jest dla projektu 1. Ryzyko mierzone odchyleniem standardowym jest najmniejsze dla projektu 1. Natomiast ROE osiąga najwyższą wartość dla projektu 2 i wynosi 22,8%. Ze względu na wartość odchylenia standardowego najmniej ryzykowny jest projekt 1, ale wartości odchylenia w projekcie 2 i 3 są takie same i wynoszą 2%. Wykresy rozkładów gęstości prawdopodobieństwa EAT i ROE dla projektów 1, 2, 3 przedstawiono na rysunku 4.11 i 4.12, a wartości dystrybuanty na rysunkach 4.13 i 4.14.



Rys. 4.11. Rozkłady gęstości prawdopodobieństwa EAT
Fig. 4.11. Probability density function for EAT

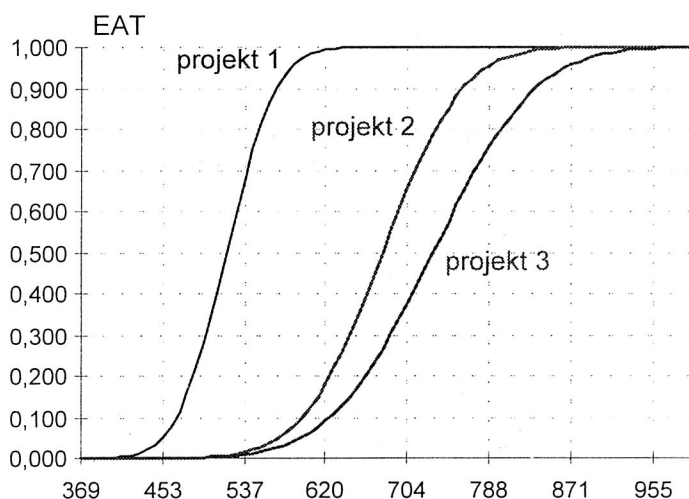
Na podstawie otrzymanych rozkładów menedżer obliczył wartości ryzyka w interesujących go przedziałach zmienności EAT i ROE za pomocą programu komputerowego PROBABLY. W tabeli 4.12 przedstawiono prawdopodobieństwo zdarzeń, że realizacja zmiennej EAT lub

ROE przyjmie wartość mniejszą niż podana w pierwszej i odpowiednio drugiej kolumnie tabeli 4.11 – wartość ryzyka mierzonego prawdopodobieństwem zajścia określonej sytuacji – osiągnięcia zadanego poziomu EAT i ROE.



Rys. 4.12. Rozkłady gęstości prawdopodobieństwa ROE

Fig. 4.12. Probability density function for ROE

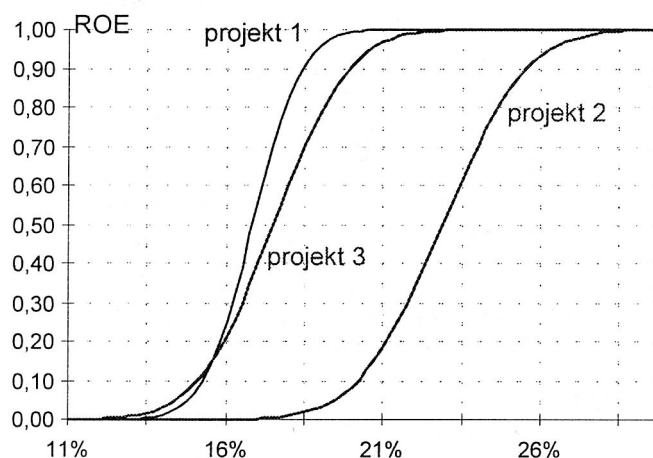


Rys. 4.13. Dystrybuanty EAT, czyli ryzyko

Fig. 4.13. Distribution functions for EAT risk

Prawdopodobieństwo uzyskania zysku netto o mniejszej wartości niż 324 500 zł jest $s = 0\%$ we wszystkich trzech projektach. Dopiero prawdopodobieństwo uzyskania zysku mniej-

szego niż 405 600 zł jest różne od 0% w projekcie 1, ale wciąż zerowe w projekcie 2 i 3. Prawdopodobieństwo uzyskania zysku mniejszego niż 730 000 zł w projekcie 1 wynosi $s = 100\%$, w projekcie 2, $s = 79\%$ i w projekcie 3, $s = 50\%$. Prawdopodobieństwo uzyskania ROE mniejszego niż 10,2% jest zerowe we wszystkich trzech projektach. Ale prawdopodobieństwo uzyskania ROE mniejszego niż 20,3% w projekcie 1 jest praktycznie pewne, $s = 100\%$, w projekcie 2 wynosi tylko $s = 12\%$, a w projekcie 3 $s = 93,9\%$. Interesujące menedżerów wyniki zaczynają się od zysku netto powyżej 500 000 zł i ROE powyżej 10%. Menedżer finansowy zdecydował się więc na analizę ryzyka dla tych wartości, zwłaszcza, że akcjonariusze zdecydują się na inwestycję tylko wtedy, gdy zwrot na kapitał własny ROE będzie większy od 18% (tab. 4.12).



Rys. 4.14. Dystrybuanty ROE, czyli ryzyko
Fig. 4.14. Distribution functions for ROE risk

Tabela 4.11. Wartości ryzyka dla EAT i ROE

Wartość		Ryzyko					
tys. zł	%	Projekt 1		Projekt 2		Projekt 3	
EAT	ROE	EAT	ROE	EAT	ROE	EAT	ROE
0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
81,1	2,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
162,2	5,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
243,3	7,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
324,5	10,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
405,6	12,7%	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%
486,7	15,2%	21,4%	14,0%	0,1%	0,0%	0,2%	14,3%
567,8	17,8%	89,2%	81,6%	4,2%	0,9%	2,4%	59,5%
648,9	20,3%	99,9%	99,8%	32,2%	12,0%	16,1%	93,9%
730,0	22,8%	100,0%	100,0%	79,0%	50,0%	50,0%	99,8%

Tabela 4.12. Wartości ryzyka dla wybranych wartości EBIT i ROE

Wartość		Ryzyko					
tys. zł	%	Projekt 1		Projekt 2		Projekt 3	
EAT	ROE	EAT	ROE	EAT	ROE	EAT	ROE
540,0	10,0%	70,6%	0,0%	1,5%	0,0%	1,0%	0,0%
560,0	11,0%	85,1%	0,0%	3,2%	0,0%	1,9%	0,1%
580,0	12,0%	93,8%	0,0%	6,2%	0,0%	3,4%	0,3%
600,0	13,0%	97,9%	0,2%	11,0%	0,0%	5,6%	1,3%
620,0	14,0%	99,4%	2,1%	18,1%	0,0%	9,0%	4,5%
640,0	15,0%	99,9%	10,4%	27,4%	0,0%	13,6%	11,8%
660,0	16,0%	100,0%	31,6%	38,7%	0,1%	19,7%	25,2%
680,0	17,0%	100,0%	61,8%	51,0%	0,3%	27,1%	43,9%
700,0	18,0%	100,0%	86,0%	63,2%	1,2%	35,7%	64,1%
720,0	20,0%	100,0%	99,6%	74,2%	9,4%	45,1%	91,8%

Okazuje się, że ryzyko osiągnięcia zwrotu na kapitał własny mniejszego od 18% w projekcie 2 jest minimalne i wynosi tylko 1,2%. Analiza łączna, która w miarę wszechstronnie analizuje projekty, może służyć zarządowi firmy jako pomoc w wyborze projektu do realizacji. Wyniki prezentowane w tej analizie wskazują, że powinien to być projekt 2. Ale to zarząd podejmie decyzję. Być może dysponuje on jeszcze innymi informacjami, których nie udało się zapisać w modelu i te dodatkowe informacje mogą zadecydować o wyborze projektu.

Przedstawiony przykład pokazuje wstępną analizę jednej idei projektu inwestycyjnego. W następnej kolejności należałoby zastanowić się nad wyborem i dywersyfikacją poszczególnych źródeł finansowania, a także wykonać badanie opłacalności inwestycji. Istotne jest także zbadanie ryzyka związanego z każdym projektem. Menedżerowie mogą jednocześnie rozważać problem zwiększenia asortymentu lub ulokowania nadwyżek finansowych w papierach wartościowych itp.

4.3. Metody dyskretne

Ryzyko związane z realizacją projektu inwestycyjnego, rozumiane jako niepewność co do osiągnięcia założonych wartości wielkości (stopy zwrotu, NPV, ROE, ...), najczęściej rozważa się w kategoriach zmienności wartości sumarycznych. Dotychczasowe badania skupiają się na metodach szacowania ryzyka związanego z jedną konkretną przyczyną niepewności (analiza cząstkowa, np. wpływ inflacji na ROE), lub całościowo, tzn. na badaniu zmienności zachowania się wielkości sumarycznych, bez analizy przyczyn ich zmienności.

A oto inne podejście do problemu analizy ryzyka. Załóżmy, że ze względu na ryzyko, projekty inwestycyjne scharakteryzować można następująco:

- projekty o dużym ryzyku – nieinteresujące, tzn. że otrzymanie założonej stopy zwrotu z inwestycji jest bardzo niepewne,

- projekty o średnim ryzyku – rokujące dobre efekty,
- projekty o małym ryzyku – bardzo interesujące z punktu widzenia inwestora.

Oznaczmy poziom ryzyka literami A , B , C – odpowiednio: A – wysokie ryzyko, B – średnie ryzyko, C – niskie ryzyko. Litery A , B , C oznaczają klasy ryzyka i mogą stanowić jego dyskretną miarę.

Pomiar ryzyka projektu inwestycyjnego będzie polegał na zakwalifikowaniu (klasyfikacji) projektu do jednej z klas ryzyka A , B lub C .

Taka klasyfikacja projektów bardzo często odpowiada rzeczywistej ocenie przeprowadzanej przez inwestorów. Inwestora na ogół nie interesuje, czy ryzyko mierzone odchyleniem standardowym wynosi 15% czy 65%, interesuje go, czy ryzyko jest duże czy małe. W efekcie wszystkie metody szacowania ryzyka sprowadzają się do oceny dyskretnej. Pomiar ryzyka za pomocą odchylenia standardowego stopy zwrotu z inwestycji, bez podania punktu odniesienia (np. ryzyka innych projektów inwestycyjnych, ryzyka rynkowego, ceny ryzyka) czy sposobu uwzględnienia go w rozważanym problemie, może niewiele wносить w proces podejmowania decyzji inwestycyjnych. Analogicznie w przypadku zastosowania dyskretnej miary ryzyka. Bez dodatkowych informacji trudno jest ją wykorzystać, ale wystarczy wiedzieć, co w określonej sytuacji oznacza duże czy małe ryzyko, jaka jest np. cena ryzyka klasy A czy klasy B , aby informacja zawarta w takim pomiarze stała się informacją pożądaną. Metoda dyskretnego pomiaru ryzyka może być szczególnie przydatna w początkowej fazie szacowania ryzyka projektów inwestycyjnych oraz w fazie końcowej procesu budowy portfela projektów inwestycyjnych, gdy ważna staje się analiza indywidualnych charakterystyk – cech firmy.

Sortowanie i klasyfikowanie zjawisk, zdarzeń, obiektów jest nierozzerwalnie związane z wszelką aktywnością człowieka zarówno celową, jak i podświadomą. Zazwyczaj człowiek klasyfikuje na podstawie charakterystycznych cech przypisanych danym obiektom. Dziedziną dającą podstawy sformalizowanej prezentacji procesu i metod klasyfikacji jest teoria klasteringu i teoria rozpoznawania obrazów [1], [11], [13], [37], [42], [52], [56], [97]*. Zbiór cech charakteryzujących obiekt $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ w teorii rozpoznawania nazywa się obrazem.

Na ocenę ryzyka projektów, na „zaliczenie” ich do klasy ryzyka A , B lub C , wpływa wiele czynników, łącznie z osobowościowymi cechami inwestora. Obiektywnymi czynnikami są m.in.:

- branża, w której działa przedsiębiorstwo,
- wielkość firmy (wielkość kapitału własnego, liczba zatrudnionych, wartość sprzedaży),
- majątek,
- kapitał własny,
- kapitał pracujący,
- wielkość sprzedaży, rynek,

* Jedną z bardziej znanych metod klasyfikacji jest metoda taksonomii wrocławskiej, opracowana przez prof. Hugona Steinhausa w latach pięćdziesiątych.

- wielkość nakładów inwestycyjnych,
- koszt kapitału inwestycyjnego,
- struktura finansowa,
- wartość dźwigni finansowej i operacyjnej,
- udział eksportu w sprzedaży,
- okres zwrotu inwestycji,
- wskaźniki P/E, EPS, DPS, ROE,
- itp.

Problem szacowania ryzyka projektu inwestycyjnego można postawić następująco:

zaklasyfikować projekt do jednej z M klas ryzyka – 1, 2, ..., M na podstawie wielkości charakteryzujących go.

W zależności od rodzaju i ilości informacji, w klasyfikacji projektów inwestycyjnych można rozważać dwa podejścia:

- liczba klas ryzyka jest znana,
- liczba klas ryzyka nie jest znana.

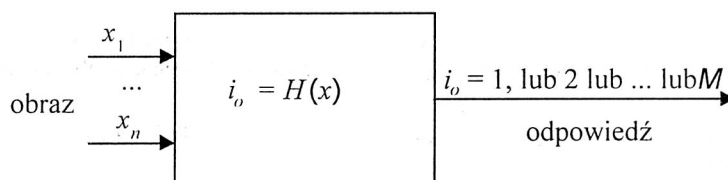
Do rozwiązania zadania klasyfikacji można zastosować odpowiednio: teorię rozpoznawania obrazów lub analizę skupień.

W procesie klasyfikacji najczęściej zbiór cech stanowi zbiór wielkości o wartościach rzeczywistych [1], [11], [13], [37], [42], [52], [56], [97]. Przestrzeń $X \subset R_n$, której elementami są zbiory obiektów przeznaczonych do klasyfikacji nazywa się przestrzenią obrazów. Elementy zbioru cech nazywa się składowymi obrazu lub cechami. Definiuje się również przestrzeń klas Ω , która jest przestrzenią – skończoną, dyskretną. Elementami tej przestrzeni są klasy $\Omega_M = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_M)$, np. nazwy klasy ryzyka projektów ($A, B, C, \dots$).

Najczęściej przyjmuje się, że przestrzeń klas stanowi odpowiedni zbiór liczb naturalnych [52], np. zbiór indeksów klas

$$\Omega_M = \{1, 2, \dots, M\}.$$

Zadanie klasyfikacji można przedstawić następująco: zbiorowi n liczb rzeczywistych $x = \{x_1, \dots, x_n\}$ należy przyporządkować jeden z elementów ze zbioru klas (rys. 4.15).

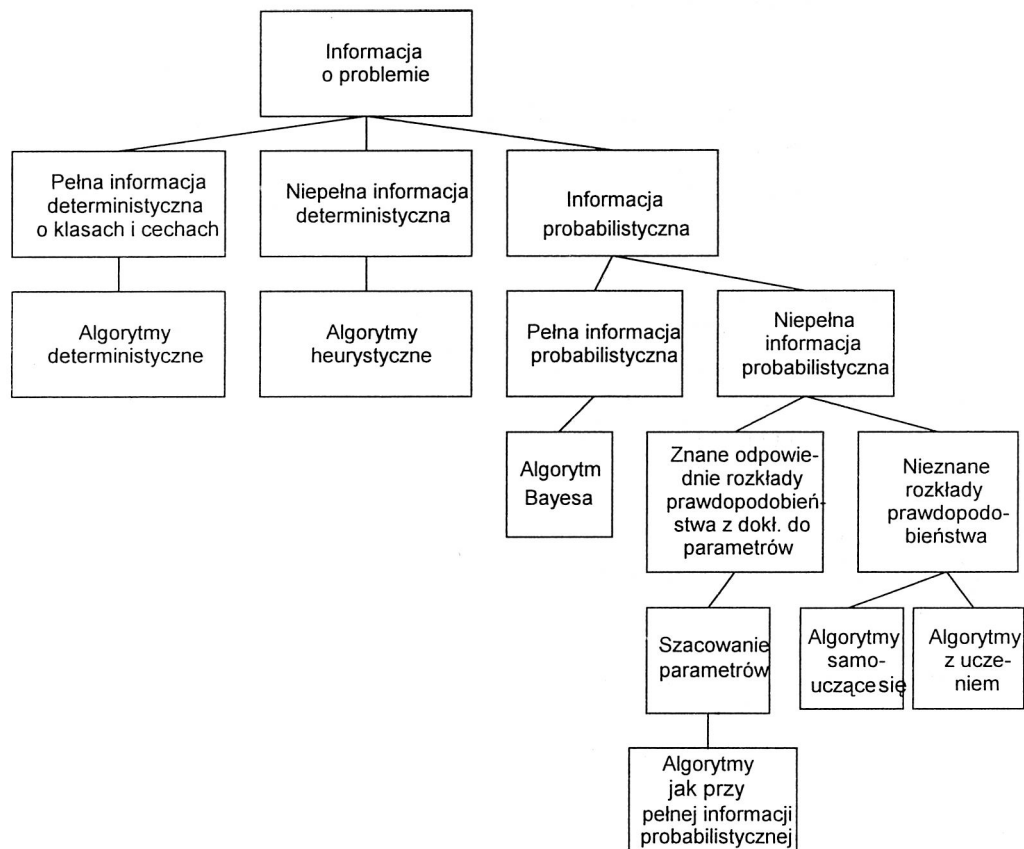


Rys. 4.15. Schemat klasyfikacji (na podstawie pracy [52])

Fig. 4.15. Scheme of classification

Rozpoznawanie jest procesem przydziału nowego elementu – obiektu zapisanego w postaci wektora cech, do właściwej klasy w ustalonym zbiorze klas. Zakłada się, że

zasadnicze cechy każdej klasy są znane. Oczywiście, problem rozpoznawania może być komplikowany przez niedokładne definiowanie klas, częściowe pokrywanie się klas czy losową zmienność cech. Dostępna informacja może się zmieniać od niezbyt pełnego opisu klas do znajomości tylko liczby klas. Ilość i rodzaj informacji o obiektach i klasach, jaką dysponuje się przed przystąpieniem do zadania klasyfikacji, decyduje, w dużej mierze, o wyborze algorytmu klasyfikacji (rys. 4.16).



Rys. 4.16. Wybór algorytmu klasyfikacji w zależności od liczby i pełności informacji o klasach
Fig. 4.16. Choice of classification algorithm in relating to information about classes

Z problemem klasyfikacji wiąże się wiele zadań [1], [11], [13], [37], [42], [52], [56], [66], [97]:

- określenie celu klasyfikacji,
- określenie czynników (przyczyn) podobieństwa,
- wybór cech będących podstawą klasyfikacji – budowa zbioru cech,
- selekcja i redukcja cech,
- zdefiniowanie klas ryzyka,

- wybór metody klasyfikacji,
- klasyfikacja,
- weryfikacja czynników,
- analiza wyników klasyfikacji.

Jednym z ważniejszych zadań jest redukcja i selekcja cech [66], [78].

Zdefiniowana początkowa liczba cech jest zwykle większa niż ta, jaką dopuszcza się do dalszej analizy. Pierwszym celem prowadzącego klasyfikację powinno być zdefiniowanie tych cech, które decydująco wpływają na prawidłowości charakteryzujące populację. Selekcja cech z możliwie małą stratą informacji skraca czas zbierania danych, ułatwia interpretację wyników, przyspiesza obliczenia. Cechę uznaje się za diagnostyczną wtedy, gdy jej odrzucenie zaburzy klasyfikację uzyskaną z jej udziałem. Dobrym miernikiem różnicowości – siły diagnostycznej cech jest współczynnik korelacji między dwiema cechami. Wysoka wartość współczynnika świadczy o tym, że ich siła różnicowania klas jest niewielka i w procesie klasyfikacji wystarczy uwzględnić tylko jedną z nich. Właściwy dobór cech jest niezwykle trudny, a sposób selekcji bardzo ważny. Jest on równoznaczny z selekcją informacji. Wiele ciekawych prac powstało właśnie z zakresu selekcji informacji, a więc doboru źródeł niosących właściwą informację, z punktu widzenia celu rozważanego zadania.

4.3.1. Analiza skupień i rozpoznawanie

W **analizie skupień** bardzo mało albo wręcz nic nie jest wiadomo o strukturze klas. Dostępny i znany jest jedynie zbiór obserwacji (wartości cech) charakteryzujących obiekty, których przynależność do klas jest nieznaną. Celem analizy skupień jest podział obserwacji na takie grupy, w których stopień powiązania elementów z tej samej klasy jest większy, i mniejszy między elementami różnych klas. Sposób podziału zależy od odpowiedniego zdefiniowania „powiązania” w procesie grupowania i od wyboru cech tworzących obserwację. Często jako powiązanie rozumie się podobieństwo obserwacji w sensie odległości. Liczba sposobów podziału n obserwacji na m klas ($n > m$) wyraża się liczbą Stirlinga drugiego rodzaju

$$\sum_{j=0}^m \binom{m}{j} (-1)^j (m-j)^n.$$

Nawet dla względnie małego rozmiaru problemu podziału 25 obserwacji na 5 klas liczba możliwości podziału jest rzędu $2,5 \cdot 10^5$. Gdy liczba klas nie jest znana, liczba możliwości przekracza $4 \cdot 10^{18}$. Człowiek, dokonując podziału, intuicyjnie odrzuca większość możliwości, jako nie mających sensu lub nieinteresujących. Stosowanie odpowiednich algorytmów znakomicie zmniejsza liczbę możliwych podziałów.

Analizę skupień stosuje się w badaniach naukowych jako efektywne narzędzie do generowania hipotez o strukturze klasyfikacyjnej zebranych danych. Za pomocą algorytmów grupuje się obiekty w klasy, których utworzenie w inny sposób mogłoby być niemożliwe z powodu błędnego wyobrażenia o strukturze danych lub wręcz przez

ignorancję. Ponadto, stosowanie algorytmów analizy skupień umożliwia grupowanie bardziej konsekwentne i logiczne niż potrafi to robić intuicyjnie człowiek. Analiza skupień może być stosowana po to, aby wykryć struktury i relacje między danymi. Wyniki analizy skupień mogą się przyczynić bezpośrednio do rozwinięcia schematów klasyfikacji, jak w biologii i botanice, gdzie jednym z zasadniczych zastosowań metod klasyfikacji jest konstruowanie systematyki. Klasy uzyskane z analizy skupień mogą stanowić podstawę do rozpoznawania. W analizie skupień najczęściej korzysta się z metod hierarchicznych. Pomagają one tworzyć zbiór podziałów: od zgrupowań jednoelementowych do jednego zgrupowania składającego się ze wszystkich danych. Wyniki algorytmów hierarchicznego grupowania mogą być opisane przez podanie klas łączonych na każdym etapie (poziomie) oraz wartości kryterium charakteryzującego to połączenie.

Przy podejściu hierarchicznym proces grupowania zaczyna się od konstrukcji macierzy podobieństwa (odległości). W procesie skupiania przegrupowuje się dane tak, że podobne obserwacje zajmują bliskie pozycje. Ciąg zgrupowań jest określony przez dendrogram. Jeśli istnieją naturalne skupienia dobrze oddzielone od siebie i z mocnym związaniem elementów wewnątrz nich, to po odpowiedniej permutacji macierzy podobieństwa (odległości), spemutowana macierz będzie tworzyła macierz z blokami na przekątnej [13], [79]. Zwykle część obserwacji znajdzie się poza blokami. Badanie macierzy podobieństwa (odległości) może umożliwić odkrycie charakteru takich danych (czy leżą one blisko jakichś zgrupowań, czy leżą pomiędzy zgrupowaniami) i pełniejsze wykorzystanie informacji, które są prezentowane przez statystyki dotyczące skupień (średnia, wariancja, minimum, maksimum itd.).

Wśród metod grupowania wyróżnia się [1], [13], [37], [42], [97]:

1. Metody hierarchiczne.

1.1. Metody kombinatoryczne.

1.2. Metody niekombinatoryczne.

1.3. Metody porządku liniowego.

- Metody optymalne.
- Metody quasi-optymalne.

1.4. Metody podziałowe.

- Metoda Huberta.
- Metody taksonomiczne.

2. Metody niehierarchiczne.

2.1. Metody z określoną liczbą klas.

2.2. Metody z nieokreśloną liczbą klas.

W rozpoznawaniu obrazów dowolny obiekt może być interpretowany jako punkt w przestrzeni euklidesowej R_n lub jako wektor $\mathbf{x}^T = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, którego składowe stanowią cechy, składowe obrazu. Niech M^i oznacza zbiór punktów w R_n , którym jest przyporządkowana i -ta klasa. Wtedy każdemu numerowi klasy odpowiada zbiór punktów w R_n , oznaczonych odpowiednio przez $M^1, M^2, \dots, M^M$. Na rysunku 4.17 przedstawiono dwuwymiarową przestrzeń obrazów, $n = 2$, wraz z podziałem na obszary M^i , $i = 1, 2, 3, 4$.

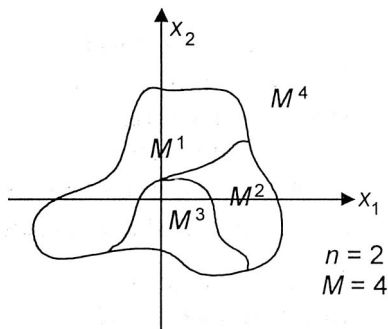
Zbiory $M^1, M^2, \dots, M^M$ są oddzielone od siebie pewnymi krzywymi. Krzywe te nazywa się powierzchniami decyzyjnymi. Można je zdefiniować przez zbiór M funkcji. Niech np. $g_1(x), g_2(x), \dots, g_M(x)$ będą jednoznacznymi funkcjami skalarnymi x . Funkcje te (zwane funkcjami klasyfikującymi) wybiera się zwykle tak, że

$$\bigwedge_{x \in M^i} g_i(x) > g_j(x), \quad i, j = 1, \dots, M, \quad i \neq j,$$

tzn., że na zbiorze M^i funkcja $g_i(x)$ przyjmuje wartość największą.

Jeśli funkcje klasyfikujące są ciągłe na powierzchniach decyzyjnych, to równanie powierzchni decyzyjnej rozdzielającej przyległe obszary M^i i M^j mają postać

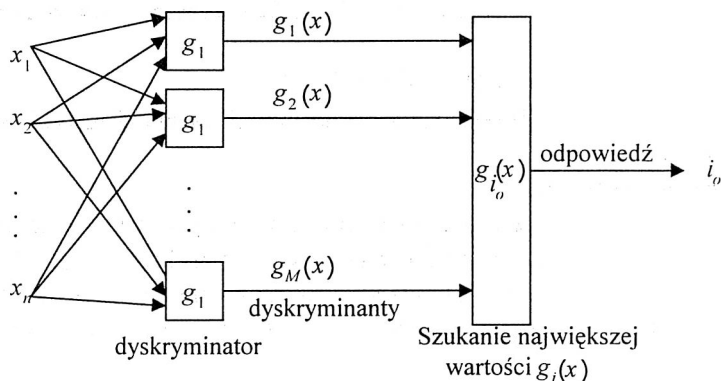
$$g_i(x) - g_j(x) = 0.$$



Rys. 4.17. Dwuwymiarowa przestrzeń obrazów
(na podstawie pracy [52])

Fig. 4.17. Two dimensional pattern's space

Schemat klasyfikatora przedstawiono na rysunku 4.18.



Rys. 4.18. Schemat blokowy klasyfikatora obrazów [52]

Fig. 4.18. Block scheme of classification

Rodzinę funkcji klasyfikujących stanowi zbiór funkcji

$$g(x) = g(x, w_1, w_2, \dots, w_K),$$

które można otrzymać zmieniając wartości parametrów $w_1, w_2, \dots, w_K$.

Przykładem takich funkcji jest rodzina funkcji liniowych (liniowych względem składowych wektora x)

$$g(x) = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n + w_{n+1}.$$

Nie zawsze dysponuje się w pełni deterministyczną informacją o obiektach i klasach (rys. 4.16). Rozpoznawanie obiektów prowadzi się za pomocą różnych algorytmów, w zależności od rodzaju dostępnej informacji o obiektach i klasach.

Klasyfikator minimalno odległościowy

W algorytmie tym zakłada się, że w przestrzeni obrazów $X \subset R_n$ są zdefiniowane wzorce M klas w postaci M punktów $P_1, P_2, \dots, P_M$. Odległość euklidesowa między dwoma punktami, dowolnym x i P_i , jest równa

$$|x - P_i| = \sqrt{(x - P_i)^T (x - P_i)}, i = 1, \dots, M.$$

Każdemu punktowi P_i jest przyporządkowany numer klasy $i, i = 1, \dots, M$.

Klasyfikator minimalno odległościowy względem punktów $P_1, \dots, P_M$ zaliczy każdy punkt x do tej klasy i_o , która odpowiada najbliższemu punktowi P_i spośród $P_1, P_2, \dots, P_M$. Schemat procesu klasyfikacji można przedstawić następująco:

1. Obliczyć wszystkie wartości $|x - P_i|, i = 1, \dots, M$.
2. Wyznaczyć takie i_o , dla którego $|x - P_{i_o}| = \min_i |x - P_i|, i_o \in \{1, 2, \dots, M\}$.
3. Zaliczyć obraz do klasy i_o .

Równoważną klasyfikację otrzymuje się przez porównanie kwadratów odległości

$$|x - P_i|^2 = (x - P_i)^T (x - P_i) = x^T x - 2x^T P_i + P_i^T P_i$$

albo porównanie $(x^T P_i - 1/2 P_i^T P_i)$ dla $i = 1, 2, \dots, M$ i wybranie wartości największej. Można więc napisać, że

$$g_i(x) = x^T P_i - 1/2 P_i^T P_i$$

Istnieje, oczywiście, możliwość stosowania innych miar odległości [66], [97] niż miara euklidesowa.

Obrazy probabilistyczne

Ciekawą grupę funkcji klasyfikujących prezentują algorytmy, w których zakłada się, że obrazy i klasy są realizacjami zmiennych losowych [52], [77], [97]; obraz jest wielowymiarową zmienną losową i klasa jest również zmienną losową. Założenie losowości obrazów i klas pociąga za sobą istnienie odpowiednich rozkładów prawdopodobieństwa.

Zakłada się, że obrazy w każdej z M klas są zmiennymi losowymi o M różnych rozkładach prawdopodobieństwa, które w dalszym ciągu oznaczymy przez $p(x/i)$ $i = 1, \dots, M$. Przez $p(x/i)$ rozumie się tu prawdopodobieństwo warunkowe a priori (jeśli x może przyjmować continuum wartości, to przez $p(x/i)$ oznacza się funkcje rozkładu gęstości prawdopodobieństwa) pojawienia się obrazu x pod warunkiem, że należy on do klasy i .

Zakłada się, że istnieje prawdopodobieństwo a priori wystąpienia i -tej klasy $p_i, i = 1, \dots, M$.

Jeśli odpowiednie rozkłady $p(x/i)$ i $p_i, i = 1, \dots, M$ istnieją i są znane, to dysponuje się pełną informacją probabilistyczną o obiektach (obrazach) i klasach.

Dla określenia funkcji klasyfikujących w rozważanym przypadku można zastosować metody statystycznej teorii decyzji. Podejście takie implikuje zdefiniowanie pewnej funkcji $\lambda(i/j)$ $i, j = 1, \dots, M$, zwanej funkcją strat, która reprezentuje stratę wynikłą z zaklasyfikowania obrazu do klasy i , gdy w rzeczywistości należy on do klasy j .

Przez $p(j/x)$ oznaczmy prawdopodobieństwo, że dane x należy do klasy j . Wówczas wyrażenie

$$L_x(i) = \sum_{j=1}^M \lambda(i/j) p(j/x)$$

nazywa się średnią stratą warunkową.

Algorytm zalicza obraz do tej klasy i_0 , która minimalizuje wartość $L_x(i)$. Schemat postępowania w niniejszym algorytmie jest następujący:

1. Określa się obraz x .
2. Oblicza się $\bigwedge_{i=1,2,\dots,M} L_x(i)$.
3. Podejmuje decyzję, że x należy do klasy $i_0 \in \{1, 2, \dots, M\}$, dla której

$$L_x(i_0) = \min_{i=1,\dots,M} L_x(i).$$

Postać funkcyjna podanego algorytmu zależy w dużej mierze od postaci funkcji $\lambda(i/j)$. Bardzo prosty algorytm uzyskuje się dla tzw. „0-1” funkcji strat.

Niech dla $i, j = 1, \dots, M$

$$\lambda(i/j) = \begin{cases} 0 & \text{dla } i = j \\ 1 & \text{dla } i \neq j. \end{cases}$$

Zgodnie ze wzorem Bayesa

$$p(j/x) = \frac{p(x/j)p_j}{p(x)}, \text{ gdzie } p(x) = \sum_{i=1}^M p_i p(x/i).$$

Po podstawieniu tego wyrażenia do wyrażenia na $L_x(i)$ otrzymuje się

$$L_x(i) = \frac{1}{p(x)} l_x(i), \text{ gdzie } l_x(i) = \sum_{j=1}^M \lambda(i/j) p(x/j) p_j.$$

Po podstawieniu teraz w miejsce $\lambda(i/j)$ zero-jedynkowej postaci funkcji strat otrzymuje się, że

$$l_x(i) = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^M p(x/j) p_j = p(x) - p(x/i) p_i.$$

Otrzymane w ten sposób wyrażenie jest podstawą algorytmu rozpoznawania, a mianowicie:

1. Określa się obraz x .

2. $\bigwedge_{i=1, \dots, M}$ oblicza się $p(x/i) \cdot p_i$.

3. Podejmuje decyzję: obraz x należy do tej klasy $i_o \in \{1, 2, \dots, M\}$, dla której $p(x/i_o) \cdot p_{i_o} = \max_{i=1, \dots, M} p(x/i) \cdot p_i$.

Rozpoznawanie w przypadku niepełnej informacji probabilistycznej

W praktyce często nie dysponuje się pełną informacją probabilistyczną ani, tym bardziej, deterministyczną. W takiej sytuacji z całej rozważanej populacji wybiera się pewien ciąg – próbę, zwaną ciągiem uczącym

$$S_n = \{x_{r1}, x_{r2}, \dots, x_{rn}\} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}.$$

Ciąg charakteryzuje się tym, że dla jego elementów znana jest przynależność do poszczególnych klas. W zależności od sposobu wykorzystania informacji, którą niesie ciąg uczący, buduje się różne algorytmy. Jednym ze sposobów tworzenia algorytmów jest budowanie pełnej informacji probabilistycznej za pomocą ciągu uczącego, a więc budowa estymatorów odpowiednich rozkładów prawdopodobieństwa

$$p_{ni}(x/i), p_{ni}, i = 1, \dots, M$$

i następnie traktowanie ich jako pełnej informacji probabilistycznej i np. wykorzystanie algorytmu Bayesa.

Prostsze i ciekawsze algorytmy rozpoznawania otrzymuje się, gdy cechy obrazu można traktować jako zmienne losowe niezależne, np.

- algorytm NM – najbliższa średnia. Tworzy się go w następujący sposób:

1. definiuje się wektory średnie $\bar{x}^i$ w każdej klasie na podstawie ciągów uczących S_{ni} , $i = 1, 2, \dots, M$,

2. rozpoznawany obraz x zalicza się do tej klasy i_o , dla której

$$|x - \bar{x}^{i_o}| = \min_{i=1, \dots, M} |x - \bar{x}^i|,$$

gdzie $|x - y|$ – odległość wektora x od wektora y , $i_o \in \{1, 2, \dots, M\}$,

- algorytm K-NN – K-najbliższych sąsiadów,
- szeroką klasę tworzą algorytmy z uczeniem.

4.3.2. Szacowanie ryzyka za pomocą metod rozpoznawania obrazów

Zastosowanie teorii rozpoznawania obrazów do klasyfikacji ryzyka inwestowania stwarza możliwość obiektywnej oceny ryzyka. Zdefiniowanie problemu klasyfikacji projektów ze względu na ryzyko wymaga rozwiązania następujących problemów:

1. Ustalenie czynników (przyczyn) wpływających na ryzyko projektów.
2. Wybranie czynników będących podstawą klasyfikacji – budowa zbioru cech.
3. Selekcja i redukcja cech.
4. Zdefiniowanie klas ryzyka.
5. Wybranie metody klasyfikacji.
6. Przeprowadzenie klasyfikacji.

7. Weryfikowanie czynników.

8. Analiza wyników klasyfikacji.

Realizacja punktu 1. wymaga dobrej znajomości słabości i zagrożeń przedsiębiorstwa, inwestora. Ustalenie czynników powinno być dokonane przez pracowników firmy i obserwatorów z zewnątrz. Pracownicy mają tendencję albo do zbyt optymistycznego i ogólnikowego patrzenia na działalność swojej jednostki, albo zbyt pesymistycznego i drobiazgowego. Pesymizm uwidacznia się szczególnie w analizie zagrożeń zewnętrznych. Ustalenie wszystkich możliwych przyczyn powstawania ryzyka na tym samym poziomie ogólności stwarza podstawę do przejścia do punktu 2.

Wybór czynników, które mają być podstawą klasyfikacji ryzyka, jest niezwykle ważny. Wartość klasyfikacji ryzyka projektu inwestycyjnego zależy w dużej mierze od jakości procesu wyboru cech. Cechy należy dobierać przede wszystkim ze względu na ich wartość różnicującą ryzyko, czyli liczbę informacji, jaką ze sobą niosą, w stosunku do klas ryzyka. Jasne, że wyboru cech w pierwszej kolejności należy dokonywać na podstawie wiedzy i doświadczenia specjalistów z danej dziedziny. Dopiero w drugiej kolejności kryterium doboru cech jest ich wartość z punktu widzenia siły różnicowania klas ryzyka (redukcja i selekcja cech) [66].

Jedną z metod selekcji jest odrzucanie, eliminacja cech silnie zależnych. Z punktu widzenia klasyfikacji cechy silnie zależne mają taką samą wartość różnicującą.

Kryterium selekcji cech może być także łatwość ich kwantyfikowania oraz możliwość sprowadzenia ich wartości do jednakowego przedziału – standaryzacja cech. Ma to duże znaczenie przy zastosowaniu niektórych algorytmów (najbliższy sąsiad, najbliższa średnia, najmniejszy przedział) należących do klasy algorytmów heurystycznych, których podstawą jest porównanie odległości między rozpoznawanym obiektem i „wzorcem”. Po redukcji i selekcji cech otrzymuje się zbiór cech będących podstawą klasyfikacji, oczywiście znacznie mniej liczny niż zbiór pierwotny $x^{ns} = \{x_1, \dots, x_{n_s}\}$.

Do celów klasyfikacji dobrze jest na podstawie zbioru cech x^{ns} zdefiniować wektor cech $x' = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $n = n_s$, w którym indeks elementu odpowiada określonej cesze – czynnikowi wpływającemu na ryzyko inwestowania.

W problemie klasyfikacji ryzyka punkty w przestrzeni obrazów stanowią projekty inwestycyjne opisane za pomocą zdefiniowanych wcześniej wektorów cech (wektorów wielkości wpływających na ryzyko).

Z punktu widzenia zastosowania teorii rozpoznawania przestrzeni klas ryzyka należy zdefiniować jako skończony zbiór dyskretny $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_M\}$, w którym elementy zbioru stanowią odpowiednie klasy ryzyka:

ω_1 – wysoki stopień ryzyka,

ω_2 – średni stopień ryzyka,

ω_M – niski poziom ryzyka

lub, odpowiednio, $\Omega = \{1, 2, \dots, M\}$.

Literatura na temat teorii rozpoznawania i klasyfikacji obiektów jest bardzo bogata. Jej szybki rozwój datuje się od początku lat sześćdziesiątych. Próba zastosowania tej teorii w dziedzinie szacowania ryzyka projektów inwestycyjnych jest no-

wością, aczkolwiek powszechnie znana budowa „map ryzyka” dla przedsiębiorstw jest niczym innym, jak właśnie próbą klasyfikacji obiektów (przedsiębiorstw) ze względu na stopę zwrotu i ryzyko mierzone ich odchyleniem standardowym.

Prezentowany przykład 4.5 ilustruje ideę stosowania dyskretnego pomiaru ryzyka.

Przykład 4.5

Rozważa się 5 projektów inwestycyjnych (tab. 4.13). Zadaniem menedżera jest oszacowanie opłacalności tych projektów. Należy przede wszystkim oszacować ryzyko związane z realizacją każdego projektu – czy są to projekty o wysokim, czy niskim ryzyku pod kątem wykorzystania informacji o ryzyku, w procesie szacowania opłacalności. Ze względu na charakter projektów oraz formę ich finansowania ustalono, że ryzyko projektów zależy od wykorzystania czasu pracy maszyn i urządzeń k_m , biorących udział w realizacji projektów i udziału finansowania zewnętrznego projektu w kapitale własnym firmy k_r .

Tabela 4.13. Charakterystyka projektów

Projekt	Wskaźnik k_m	Wskaźnik k_r
I	$k_m = 0,2$	$k_r = 0,8$
II	$k_m = 0,7$	$k_r = 0,6$
III	$k_m = 0,5$	$k_r = 0,6$
IV	$k_m = 0,3$	$k_r = 0,3$
V	$k_m = 0,4$	$k_r = 0,9$

Zdecydowano, że oszacowanie ryzyka projektów ma polegać na zakwalifikowaniu ich do jednej z dwóch grup: projekty o dużym lub projekty o małym ryzyku.

W przeszłości w przedsiębiorstwie dokonywano już oceny ryzyka projektów inwestycyjnych na podstawie tych dwóch wskaźników i okazało się, że dla projektów o niskim ryzyku średni koszt ryzyka* wynosił 10%, a dla projektów o wysokim ryzyku – 17% (tab. 4.14).

Tabel 4.14. Ocena ryzykowności projektów inwestycyjnych

Lp.	k_m	k_r	Ocena projektu	Koszt ryzyka, %
1	0,4	0,4	małe ryzyko	10
2	0,3	0,5	małe ryzyko	10
3	0,5	0,3	m	10
4	0,6	0,6	małe ryzyko	12
5	0,3	0,4	małe ryzyko	8
6	0,7	0,5	duże ryzyko	12
7	0,9	0,9	duże ryzyko	25
8	0,8	0,9	duże ryzyko	20
9	0,3	0,5	duże ryzyko	10
10	0,5	0,7	duże ryzyko	18

* Koszt ryzyka rozumie się tu jako premię za ryzyko, tzn. że np. przy dyskontowaniu CF, stopę dyskontową powinno się podnieść o koszt ryzyka (w zadaniu, odpowiednio, o 10% lub 17%); w modelu IRR wewnętrzną stopę zwrotu z projektu porównywać z progiem: koszt kapitału + koszt ryzyka (p. 5.2).

Model zadania

Oznaczmy wskaźniki odpowiednio przez x_1, x_2 ; $x_1 = k_m, x_2 = k_r$ i załóżmy, że wskaźniki te są niezależne. Przyporządkujmy grupom projektów inwestycyjnych liczby naturalne odpowiednio: 1 – projekt o dużym ryzyku, 2 – projekt o małym ryzyku.

Dla tak wprowadzonych oznaczeń zadanie szacowania ryzyka projektów inwestycyjnych można przedstawić następująco: dokonać klasyfikacji (rozpoznawania) do dwóch klas 1, 2 obrazów

$$x = (x_1, x_2)^T,$$

gdzie: $x_1 \in [0,1], x_2 \in [0,1]$.

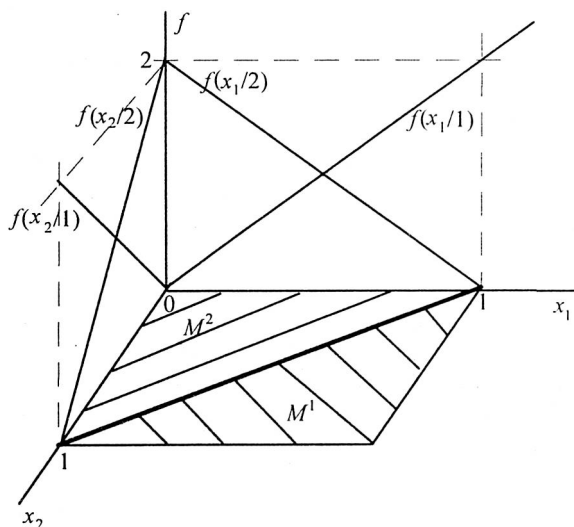
W zależności od sposobu potraktowania informacji apriorycznej o obrazach i klasach, zawartej w tabeli 4.14, można rozwiązać zadanie z pomocą wielu algorytmów.

I. Algorytm Bayesa. Zastosowanie algorytmu Bayesa wymaga znajomości a priori pełnej informacji probabilistycznej. W przykładzie nie dysponuje się taką informacją, ale dane są wyniki umieszczone w tabeli, które pozwolą wyestymować wymaganą informację.

Założmy, że dokonano estymacji odpowiednich rozkładów i uzyskano następujące rezultaty:

$$\begin{aligned} f(x_1/1) &= 2x_1, & x_1 &\in [0,1], \\ f(x_1/2) &= -2(x_1 - 1), & x_1 &\in [0,1], \\ f(x_2/1) &= 2x_2, & x_2 &\in [0,1], \\ f(x_2/2) &= -2(x_2 - 1), & x_2 &\in [0,1], \end{aligned}$$

gdzie $f(x_i/j)$, $i = 1, 2$, $j = 1, 2$ – oznacza funkcję gęstości rozkładu prawdopodobieństwa warunkowego, czyli prawdopodobieństwa, że dane x_i należy do klasy j , $i, j = 1, 2$ (rys. 4.19).



Rys. 4.19. Warunkowe funkcje gęstości w przykładzie 4.5

Fig. 4.19. Conditional probability density functions for example 4.5

Założmy dalej, że $p_1 = p_2 = 1/2$, gdzie p_1, p_2 oznaczają prawdopodobieństwo wystąpienia odpowiednio klasy 1 i klasy 2.

Zgodnie z algorytmem Bayesa należy:

Zdefiniować obraz x ; w podanym przypadku jest 5 obrazów:

$$\begin{aligned}(x^1)^T &= (0,2, 0,8), \\(x^2)^T &= (0,7, 0,6), \\(x^3)^T &= (0,5, 0,6), \\(x^4)^T &= (0,3, 0,3), \\(x^5)^T &= (0,4, 0,9).\end{aligned}$$

Dla każdego x^i , $i = 1, \dots, 5$, (i oznacza numer rozpoznawanego obrazu) obliczyć:
 $p(x^i/j) p_j$, $j = 1, 2$ – numer klasy.

Ponieważ założono statystyczną niezależność cech (wskaźników), więc $p(x/j) = p(x_1/j) p(x_2/j)$.

W rozważanym przypadku

$$f(x/1) = f(x_1/1) \cdot f(x_2/1) = 4x_1x_2,$$

$$f(x/2) = f(x_1/2) \cdot f(x_2/2) = 4(x_1-1)(x_2-1),$$

a zatem dla obrazów (projektów) x^1, x^2, x^3, x^4, x^5 wartości $[p(x/j) p_j]$ są następujące:

$$\begin{aligned}(x^1)^T &= (0,2, 0,8); & p(x^1/1)p_1 &= 4x_1x_2(1/2) = 0,32 \\ & & p(x^1/2)p_2 &= 4(x_1-1)(x_2-1)(1/2) = 0,32 \\(x^2)^T &= (0,7, 0,6); & p(x^2/1)p_1 &= 2(0,7 \cdot 0,6) = 0,84 \\ & & p(x^2/2)p_2 &= 2(-0,3)(-0,4) = 0,24 \\(x^3)^T &= (0,5, 0,6); & p(x^3/1)p_1 &= 2(0,5 \cdot 0,6) = 0,6 \\ & & p(x^3/2)p_2 &= 2(0,5 \cdot 0,4) = 0,4 \\(x^4)^T &= (0,3, 0,3); & p(x^4/1)p_1 &= 2(0,3 \cdot 0,3) = 0,18 \\ & & p(x^4/2)p_2 &= 2(0,7 \cdot 0,7) = 0,98 \\(x^5)^T &= (0,4, 0,9); & p(x^5/1)p_1 &= 2(0,4 \cdot 0,9) = 0,72 \\ & & p(x^5/2)p_2 &= 2(0,6 \cdot 0,1) = 0,12\end{aligned}$$

Obraz x zalicza się do klasy $i_o \in \{1, 2\}$, dla której $p_{i_o}f(x/i_o) = \max_{i=1,2} p_i f(x/i)$,

a więc dla 5 obrazów klasyfikacja jest następująca (tab. 4.15): obraz $(x^1)^T = (0,2, 0,8)$, dla którego $p_1p(x^1/1) = p_2p(x^1/2)$, klasyfikacja nie jest rozstrzygnięta.

(W takim przypadku należy w sposób arbitralny zdecydować, do której klasy obiekt zaliczyć albo zdefiniować trzecią klasę – brak decyzji. Założmy, że gdy algorytm w sposób jednoznaczny nie może zaliczyć obiektu do jednej z klas z definicji, obraz należy zaliczać do klasy o numerze najniższym.)

Tabela 4.15. Wyniki klasyfikacji

Obiekt	Porównanie wartości funkcji klasyfikujących	Ocena ryzyka	Klasa ryzyka
x^1	ponieważ $0,32 = 0,32$	duże ryzyko	klasa 1
x^2	ponieważ $0,84 > 0,24$	duże ryzyko	klasa 1
x^3	ponieważ $0,6 > 0,4$	duże ryzyko	klasa 1
x^4	ponieważ $0,18 < 0,98$	małe ryzyko	klasa 2
x^5	ponieważ $0,72 > 0,12$	duże ryzyko	klasa 1

W ten sposób na podstawie zbudowanego modelu zadania lub wyprowadzonych (wyestymowanych) funkcji gęstości $f(x/i)$ oraz p_i można przeprowadzić klasyfikację całej populacji stanowisk roboczych lub dowolnego elementu tej populacji, z której pochodzi próba wykorzystana do estymacji, np. tabela 4.13.

Funkcja klasyfikująca w tym algorytmie rozpoznawania ma postać

$$g_i(x) = f(x/i)p_i, \quad i = 1, 2,$$

stąd

$$g_1(x) = f(x/1)p_1 = 4x_1x_2 \cdot 1/2 = 2x_1x_2,$$

$$g_2(x) = f(x/2)p_2 = 4(x_1-1)(x_2-1)/2 = 2(x_1-1)(x_2-1).$$

Ponieważ występują tylko dwie klasy, można zbudować funkcję $g(x)$

$$g(x) = g_1(x) - g_2(x)$$

i wówczas, jeśli $g(x) \geq 0$, to projekt x zalicza się do klasy projektów o dużym ryzyku, jeśli $g(x) < 0$, to projekt klasyfikuje się do klasy 2 – o małym ryzyku.

W rozważanym zadaniu funkcja klasyfikująca

$$g(x) = 2x_1x_2 - 2(x_1-1)(x_2-1) = 2(x_2 + x_1 - 1).$$

Gdy znamy postać funkcji klasyfikującej, możemy przeprowadzić klasyfikację obiektów.

Dokonano więc klasyfikacji interesujących obiektów – projektów inwestycyjnych do dwóch grup, dwóch klas ryzyka, o których wiadomo, że cena ryzyka dla projektów z klasy 1 wynosi 17%, a dla projektów z klasy 2 wynosi 10%. Szacując opłacalność poszczególnych projektów, cenę ryzyka należy uwzględnić zgodnie ze stosowanymi metodami.

II. Algorytm NM. Zgodnie z założeniami tego algorytmu w pierwszym kroku należy wyznaczyć, na podstawie ciągu uczącego (tab. 4.13), średnie obrazy w poszczególnych klasach. W rozważanym zadaniu obrazy te wyznacza się następująco:

– dla klasy 1

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{5} \sum_{i=6}^{10} x_1^i = \frac{0,7 + 0,9 + 0,8 + 0,3 + 0,5}{5} = \frac{3,2}{5} = 0,64,$$

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{5} \sum_{i=6}^{10} x_2^i = \frac{0,5 + 0,9 + 0,9 + 0,5 + 0,7}{5} = \frac{3,5}{5} = 0,7,$$

gdzie i – numer pomiaru w ciągu uczącym, a zatem

$$({}_1\bar{x})^T = (0,64, 0,7) \text{ – w klasie 1;}$$

– dla klasy 2

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 x_1^i = \frac{0,4 + 0,3 + 0,5 + 0,6 + 0,3}{5} = \frac{2,1}{5} = 0,42,$$

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 x_2^i = \frac{0,4 + 0,5 + 0,3 + 0,6 + 0,4}{5} = \frac{2,2}{5} = 0,44,$$

$$({}_2\bar{x})^T = (0,42, 0,44) \text{ – w klasie 2.}$$

Dla zaznaczenia, że obrazy średnie dotyczą klasy 1 i odpowiednio klasy 2 oznaczono je przez ${}_1\bar{x}$, ${}_2\bar{x}$. Jako miarę odległości obrazów przyjmijmy odległość euklidesową

$$\rho(\bar{x} - x) = \sqrt{(\bar{x} - x)^T (\bar{x} - x)}.$$

Algorytm NM zalicza obraz do tej klasy, dla której odległość między obrazem średnim a klasyfikowanym jest najmniejsza. Należy zatem obliczyć odległości interesujących obiektów od średnich obrazów w poszczególnych klasach

$$(x^1)^T = (0,2, 0,8)$$

$$\begin{aligned}
\rho_1^2({}_1\bar{x} - x^1) &= ({}_1\bar{x} - x^1)^T ({}_1\bar{x} - x^1) = \left[\begin{pmatrix} 0,64 \\ 0,7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,2 \\ 0,8 \end{pmatrix} \right]^T \left[\begin{pmatrix} 0,64 \\ 0,7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,2 \\ 0,8 \end{pmatrix} \right] = \\
&= (0,44, -0,1) \begin{pmatrix} 0,44 \\ -0,1 \end{pmatrix} = 0,1936 + 0,01 = 0,2036, \\
\rho_2^2({}_2\bar{x} - x^1) &= \left[\begin{pmatrix} 0,42 \\ 0,7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,2 \\ 0,8 \end{pmatrix} \right]^T \left[\begin{pmatrix} 0,42 \\ 0,44 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,2 \\ 0,8 \end{pmatrix} \right] = (0,22, -0,36) \begin{pmatrix} 0,22 \\ -0,36 \end{pmatrix} = \\
&= 0,0484 + 0,1296 = 0,1780.
\end{aligned}$$

Ponieważ $\rho_2 < \rho_1$, obraz pierwszy zalicza się do klasy 2.

$$\begin{aligned}
(x^2)^T &= (0,7, 0,6) \\
\rho_1^2({}_1\bar{x} - x^2) &= \left[\begin{pmatrix} 0,64 \\ 0,7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,7 \\ 0,6 \end{pmatrix} \right]^T \left[\begin{pmatrix} 0,64 \\ 0,7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,7 \\ 0,6 \end{pmatrix} \right] = 0,0136, \\
\rho_2^2({}_2\bar{x} - x^2) &= \left[\begin{pmatrix} 0,42 \\ 0,44 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,7 \\ 0,6 \end{pmatrix} \right]^T \left[\begin{pmatrix} 0,42 \\ 0,44 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,7 \\ 0,6 \end{pmatrix} \right] = 0,1040.
\end{aligned}$$

Ponieważ $\rho_1 < \rho_2$, obraz zalicza się do klasy 1.

$$\begin{aligned}
(x^3)^T &= (0,5, 0,6) \\
\rho_1^2({}_1\bar{x} - x^3) &= \left[\begin{pmatrix} 0,64 \\ 0,7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,5 \\ 0,6 \end{pmatrix} \right]^T \left[\begin{pmatrix} 0,64 \\ 0,7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,5 \\ 0,6 \end{pmatrix} \right] = 0,0296, \\
\rho_2^2({}_2\bar{x} - x^3) &= \left[\begin{pmatrix} 0,42 \\ 0,44 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,5 \\ 0,6 \end{pmatrix} \right]^T \left[\begin{pmatrix} 0,42 \\ 0,44 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,5 \\ 0,6 \end{pmatrix} \right] = 0,0320.
\end{aligned}$$

Ponieważ $\rho_1 < \rho_2$, obraz zalicza się do klasy 1.

$$\begin{aligned}
(x^4)^T &= (0,3, 0,3) \\
\rho_1^2({}_1\bar{x} - x^4) &= \left[\begin{pmatrix} 0,64 \\ 0,7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,3 \\ 0,3 \end{pmatrix} \right]^T \left[\begin{pmatrix} 0,64 \\ 0,7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,3 \\ 0,3 \end{pmatrix} \right] = 0,2756, \\
\rho_2^2({}_2\bar{x} - x^4) &= \left[\begin{pmatrix} 0,42 \\ 0,44 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,3 \\ 0,3 \end{pmatrix} \right]^T \left[\begin{pmatrix} 0,42 \\ 0,44 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,3 \\ 0,3 \end{pmatrix} \right] = 0,0340.
\end{aligned}$$

Ponieważ $\rho_2 < \rho_1$, obraz zalicza się do klasy 2.

$$(x^5)^T = (0,4, 0,9)$$

$$\rho_1^2(1\bar{x} - x^5) = \left[\begin{pmatrix} 0,64 \\ 0,7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,4 \\ 0,9 \end{pmatrix} \right]^T \left[\begin{pmatrix} 0,64 \\ 0,7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,4 \\ 0,9 \end{pmatrix} \right] = 0,0976,$$

$$\rho_2^2(2\bar{x} - x^5) = \left[\begin{pmatrix} 0,42 \\ 0,44 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,4 \\ 0,9 \end{pmatrix} \right]^T \left[\begin{pmatrix} 0,42 \\ 0,44 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,4 \\ 0,9 \end{pmatrix} \right] = 0,2120.$$

Ponieważ $\rho_1 < \rho_2$, obraz zalicza się do klasy 1.

Algorytm NM sklasyfikował projekty inwestycyjne tak samo, jak i poprzednie algorytmy, z wyjątkiem projektu pierwszego, co do którego również poprzednie algorytmy „miały wątpliwości”.

III. Algorytm minimalno odległościowy. W algorytmie tym należy najpierw zdefiniować punkty P_i , $i = 1, \dots, M$, czyli ustalić tyle punktów, ile jest klas. Najprościej jest przyjąć te punkty jako wzorcowe wartości parametrów dla każdej klasy. Załóżmy, że w rozważanym przypadku takimi wzorcowymi projektami inwestycyjnymi są następujące projekty:

o dużym ryzyku – klasa 1 – projekt o $k_m = 0,7$, $k_r = 0,7$,

o małym ryzyku – klasa 2 – projekt o $k_m = 0,3$, $k_r = 0,3$,

a zatem $P_1^T = (0,7, 0,7)$, $P_2^T = (0,3, 0,3)$.

Zgodnie z algorytmem obraz zalicza się do tej klasy $i_o \in \{1,2\}$, dla której

$$x^T P_{i_o} - 1/2 P_{i_o}^T P_{i_o} = \max_i (x^T P_i - 1/2 P_i^T P_i).$$

Dla rozważanych projektów inwestycyjnych, obiektów x^1, x^2, x^3, x^4, x^5 , klasyfikacja ich zgodnie z algorytmem minimalno odległościowym jest następująca (tab. 4.16) (ponieważ rachunki są w tym przypadku bardzo proste, pomija się je i podaje tylko wyniki w postaci tabeli).

Tabela 4.16. Klasyfikacja według algorytmu minimalno odległościowego

Projekt	Obraz	$x^T p_1 - 1/2 p_1^T p_1$	$x^T p_2 - 1/2 p_2^T p_2$	Klasa
1	(0,2;0,8)	0,21	0,15	1
2	(0,7;0,6)	0,42	0,3	1
3	(0,4;0,6)	0,28	0,24	1
4	(0,3;0,3)	-0,07	0	2
5	(0,4;0,9)	0,42	0,21	1

Porównanie otrzymanej klasyfikacji z poprzednimi wskazuje, że i ten algorytm zaklasyfikował projekty inwestycyjne w sposób identyczny jak poprzednie. W praktyce często występuje konieczność klasyfikacji ryzyka za pomocą cech o wartościach dyskretnych, np. typu „0, 1”, lub jakościowych. Teoria rozpoznawania obiektów daje również możliwość dokonania klasyfikacji w takiej sytuacji.

Przykład 4.6

Niech przestrzeń obrazów będzie przestrzenią binarną trójwymiarową, $x = (x_1, x_2, x_3)$, $i_i = 0$ lub 1; niech istnieją dwie klasy, dla których prawdopodobieństwo a priori wystąpienia klas wy-

nosi odpowiednio p_1, p_2 , niech istnieją i są znane rozkłady warunkowe $p(x/1)$ i $p(x/2)$ (tab. 4.17). Zakłada się, że elementy wektora x (cechy) są statystycznie niezależne.

Należy dokonać klasyfikacji wszystkich obrazów z tej przestrzeni oraz prawdopodobieństwo błędnej klasyfikacji p_e . Zakłada się, że przestrzeń obrazów jest przestrzenią binarną, a każdy element wektora x może przyjmować tylko dwie wartości, np. $x_i = 0$ lub 1, $i = 1, 2, 3$.

Tabela 4.17. Pełna informacja probabilistyczna

Klasa 1	Klasa 2
$p_1 = 1/2$	$p_2 = 1/2$
$p(x_1 = 0/1) = 0,3$	$p(x_1 = 0/2) = 0,6$
$p(x_2 = 0/1) = 0,4$	$p(x_2 = 0/2) = 0,4$
$p(x_3 = 0/1) = 0,5$	$p(x_3 = 0/2) = 0,2$

Z własności prawdopodobieństwa wynika, że jeśli znana jest wartość $p(x_i = 0/j)$, to

$$p(x_i = 1/j) = 1 - p(x_i = 0/j), \quad \bigwedge_{i=1,2,3} \bigwedge_{j=1,2}.$$

Z niezależności cech wynika, że $p(x/j) = p(x_1/j) p(x_2/j) p(x_3/j)$, $j = 1, 2$.

Algorytm Bayesa zalicza obraz do tej klasy i_o , dla której $p_{i_o} p(x/i_o) = \max_i p_i p(x/i)$. Wynik obliczeń podano w tabeli 4.18.

Tabela 4.18. Klasyfikacja algorytmem Bayesa

Projekt	Obraz	$p_1 p(x/1)$	$p_2 p(x/2)$	$p_{i_o} p(x/i_o)$	Klasa
1	$(000)^T$	0,030	0,24	0,030	1
2	$(001)^T$	0,030	0,096	0,096	2
3	$(010)^T$	0,045	0,036	0,045	1
4	$(011)^T$	0,045	0,144	0,144	2
5	$(100)^T$	0,070	0,016	0,070	1
6	$(101)^T$	0,070	0,064	0,070	1
7	$(110)^T$	0,105	0,024	0,105	1
5	$(111)^T$	0,105	0,096	0,105	1

Prawdopodobieństwo błędnej klasyfikacji, czyli ryzyko klasyfikacji oblicza się jako [66]

$$p_e = R^* = 1 - \sum_{i=1}^8 p_{i_o} p(x^i/i_o) = 1 - 0,665 = 0,335.$$

Każdy projekt inwestycyjny jest realizowany w określonych warunkach gospodarczych i przez określonego inwestora. Uwzględnienie tych warunków może wpływać na zmianę decyzji menedżerskiej. Historia firmy lub znajomość sytuacji innych podmiotów gospodarczych pozwala oszacować również koszt ryzyka każdego projektu i uwzględniać go w procesie szacowania jego opłacalności. Teoria rozpoznawania, dając możliwość uwzględnienia wielu wielkości w procesie szacowania ryzyka, daje jednocześnie możliwość podjęcia decyzji uwzględniającej określone warunki otoczenia i wewnętrzne przedsiębiorstwa.

5. Szacowanie opłacalności projektów inwestycyjnych

Pojęcie inwestowania długoterminowego, jak wspomniano wcześniej, wiąże się z realizacją projektów inwestycyjnych, inwestowaniem przedsiębiorstwa w jego aktywa trwałe, bądź w aktywa finansowe (akcje, obligacje), bądź zaangażowanie wolnych środków finansowych w przedsięwzięcia realizowane przez inne podmioty gospodarcze, np. joint venture. Takie inwestowanie wymaga zwykle dużych nakładów kapitałowych, ale również przewiduje się czerpanie korzyści z tytułu realizacji projektu w długim horyzoncie czasowym (kilku lub nawet kilkunastu lat).

Modele szacowania opłacalności inwestycji długoterminowych, a więc i rzeczowych, polegają na porównaniu wielkości szacowanych wpływów gotówkowych generowanych przez projektowaną inwestycję oraz wydatków z nią związanych [5], [9], [12], [29], [33], [38], [43], [49], [57], [58], [63].

Różnica między wpływem gotówki i wydatkiem gotówki w jednym okresie nazywana jest strumieniem gotówki – CF (Cash Flow).

5.1. Modele szacowania opłacalności inwestycji

Z punktu widzenia rozłożenia wydatków inwestycyjnych w czasie, rozróżnia się dwa typy projektów:

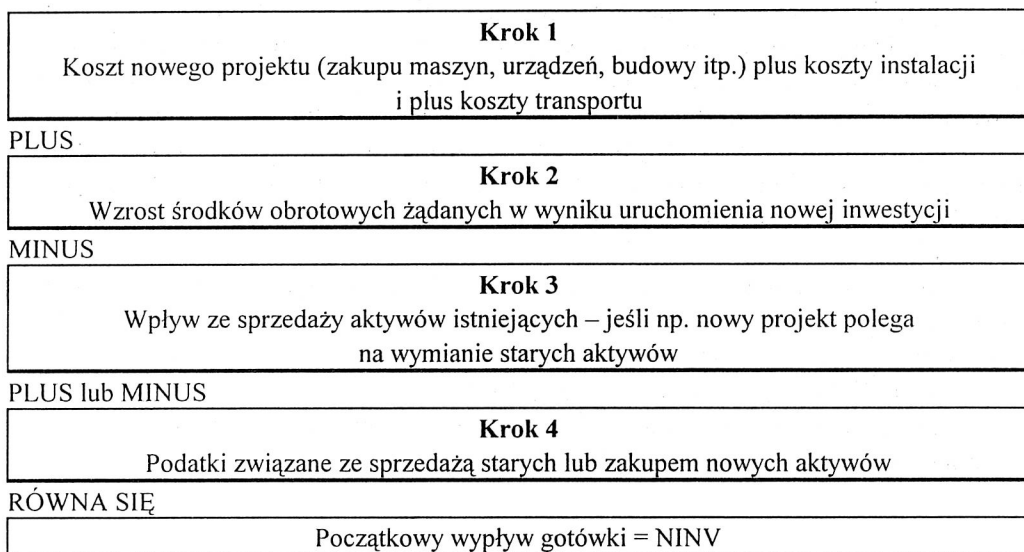
- **projekty zwykle – konwencjonalne**, w których wydatek inwestycyjny jest jednorazowy na początku rozważanego okresu (tab. 5.1).
- **projekty niekonwencjonalne**, w których wydatki inwestycyjne są rozłożone w czasie, w związku z czym CF może być dodatni lub ujemny w różnych latach rozważanego okresu, w tabeli 5.1 projekt *W*.

W literaturze przedmiotu wyróżnia się również projekty **zależne** i **niezależne**. Inwestycja zależna jest to taka inwestycja, której rozpoczęcie jest uwarunkowane zakończeniem innych projektów (projektu) [49], [70]. W tej pracy rozważane projekty traktować się będzie jako projekty niezależne.

Tabela 5.1. Przykłady projektów niekonwencjonalnych i konwencjonalnych

Projekt	Strumień gotówki CF, zł					
	rok 0	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
<i>W</i>	–100 000	50 000	40 000	30 000	25 000	5 000
<i>X</i>	–100 000	–30 000	–20 000	50 000	150 000	200 000
<i>Y</i>	–80 000	60 000	–50 000	75 000	60 000	20 000
<i>Z</i>	–200 000	150 000	50 000	40 000	30 000	–20 000
<i>P</i>	–150 000	–20 000	–20 000	–25 000	–25 000	–30 000

Jednym z ważniejszych problemów jest szacowanie wielkości wydatków inwestycyjnych i rozłożenie ich w czasie. Przykładowy schemat procesu szacowania wydatków przedstawiono na rysunku 5.1.



Rys. 5.1. Obliczanie początkowego wypływu gotówki netto – NINV (net investment) (na podstawie pracy [49])

Fig. 5.1. Calculation of initial outflow – NINV

Strumień gotówki CF oblicza się jako

$CF = \text{zysk po opodatkowaniu} + \text{wydatki niegotówkowe (koszt amortyzacji)}$

Strumień gotówki netto – NCF – zaś jako różnicę odpowiednich wielkości po realizacji inwestycji i bez inwestycji

$$NCF = \Delta EAT + \Delta A + \Delta NWC = \Delta EBT(1 - t) + \Delta A + \Delta NWC,$$

gdzie:

ΔEAT – wzrost zysku po opodatkowaniu,

ΔA – zmiana kosztu amortyzacji,

ΔEBT – zmiana zysku przed podatkiem,

t – stopa podatku dochodowego,

ΔNWC – zmiana kapitału pracującego

lub

$$NCF = (\Delta P - \Delta O - \Delta A)(1 - t) + \Delta A + \Delta NWC,$$

gdzie:

$\Delta P = P_2 - P_1$ – zmiana przychodu,

$\Delta O = O_2 - O_1$ – zmiana kosztów operacyjnych; indeks 2 oznacza sytuację po wprowadzeniu projektu, 1 – sytuację przed realizacją projektu.

W literaturze przedmiotu jest wiele modeli szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych [5], [9], [12], [29], [33], [38], [43], [49], [57], [58], [63], np.:

- okres zwrotu – PB,
- zdyskontowany okres zwrotu,
- wartość obecna netto inwestycji – NPV,
- wewnętrzna stopa zwrotu – IRR,
- wskaźnik zyskowności – PI.

Wymienione modele nie zawsze dają podobne efekty. Projekt, który zakwalifikowano jako opłacalny według jednej metody, inną można zakwalifikować jako nieopłacalny. Również podczas porównywania opłacalności projektów inwestycyjnych należy pamiętać, że w każdej metodzie są odmienne kryteria kwalifikujące. Wyniki więc tylko jednej metody nie mogą być podstawą stwierdzenia, że jeden projekt jest lepszy od drugiego. Przy wyborze projektów należy przede wszystkim ustalić cel badania opłacalności projektów inwestycyjnych, a następnie, które kryterium jest w danym konkretnym przypadku ważniejsze.

Rozważmy trzy projekty inwestycyjne I, II, III, których realizacja wymaga nakładów inwestycyjnych w wysokości 20 000 zł (tab. 5.2, 5.3, 5.4).

Tabela 5.2. Projekt inwestycyjny I

Lata Suma $CF_t/(1+R)^t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	NPV(R)
$R = 0\%$	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	35000
$R = 5\%$	4762	9297	13616	17730	21647	25378	28932	32316	35539	38609	41532	21532
$R = 10\%$	4545	8678	12434	15849	18954	21776	24342	26675	28795	30723	32475	12475
$R = 15\%$	4348	8129	11416	14275	16761	18922	20802	22437	23858	25094	26169	6169
$R = 20\%$	4167	7639	10532	12944	14953	16628	18023	19186	20155	20962	21635	1635
$R = 25\%$	4000	7200	9760	11808	13446	14757	15806	16645	17316	17853	18282	-1718
$R = 30\%$	3846	6805	9081	10831	12178	13214	14011	14624	15095	15458	15737	-4263
$R = 35\%$	3704	6447	8479	9985	11100	11926	12538	12991	13327	13575	13759	-6241
$R = 40\%$	3571	6122	7945	9246	10176	10840	11314	11653	11895	12068	12191	-7809
$R = 45\%$	3448	5826	7466	8598	9378	9916	10287	10543	10719	10841	10925	-9075
$R = 50\%$	3333	5556	7037	8025	8683	9122	9415	9610	9740	9827	9884	-10116
$R = 55\%$	3226	5307	6650	7516	8075	8435	8668	8818	8915	8977	9018	-10982

Każdy projekt generuje wpływy w ciągu 11 lat. Suma wpływów (nie zdyskontowana) w każdym projekcie wynosi odpowiednio: 55 000 zł, 55 000 zł, 67 000 zł. Wartość NPV dla zerowej stopy dyskontowej w projekcie I wynosi 35 000 zł, w projekcie II również 35 000 zł, a w projekcie III 47 000 zł. Wartość IRR w projekcie I wynosi około 22,5%, w projekcie II około 40%, a w projekcie III IRR wynosi około

Tabela 5.3. Projekt inwestycyjny II

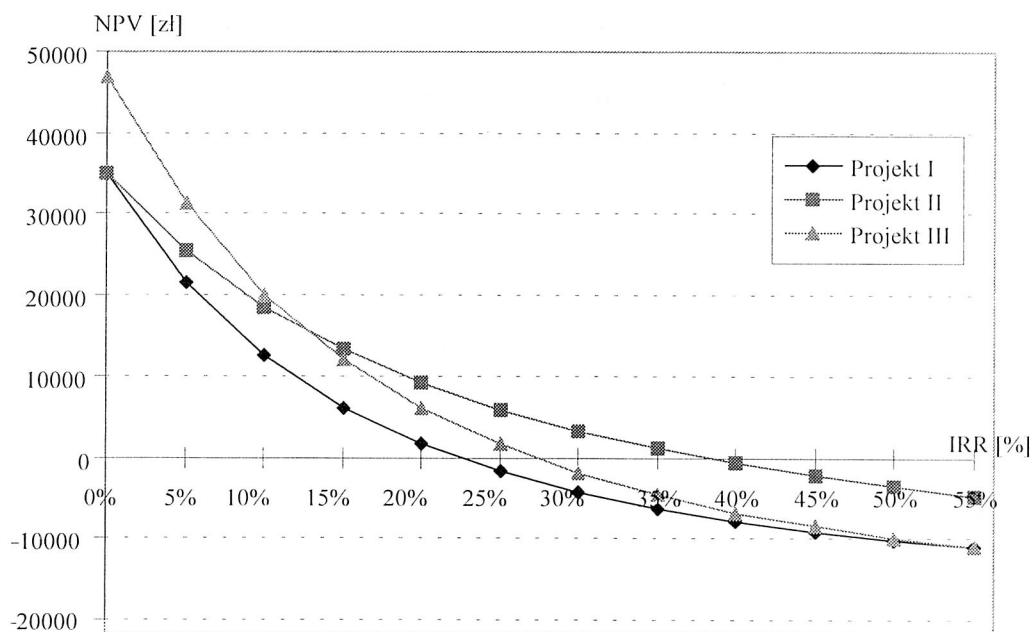
Lata Suma $CF_t/(1+R)^t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	NPV(R)
$R = 0\%$	10000	20000	30000	35000	40000	45000	47000	49000	51000	53000	55000	35000
$R = 5\%$	9524	18594	27232	31346	35264	38995	40416	41770	43059	44287	45456	25456
$R = 10\%$	9091	17355	24869	28284	31388	34211	35237	36170	37018	37789	38490	18490
$R = 15\%$	8696	16257	22832	25691	28177	30339	31090	31744	32313	32807	33237	13237
$R = 20\%$	8333	15278	21065	23476	25485	27160	27718	28183	28571	28894	29163	9163
$R = 25\%$	8000	14400	19520	21568	23206	24517	24937	25272	25541	25755	25927	5927
$R = 30\%$	7692	13609	18161	19912	21258	22294	22613	22858	23047	23192	23303	3303
$R = 35\%$	7407	12894	16959	18464	19579	20405	20650	20831	20965	21065	21139	1139
$R = 40\%$	7143	12245	15889	17191	18120	18784	18974	19110	19207	19276	19325	-675
$R = 45\%$	6897	11653	14933	16064	16844	17382	17530	17633	17703	17752	17786	-2214
$R = 50\%$	6667	11111	14074	15062	15720	16159	16276	16354	16406	16441	16464	-3536
$R = 55\%$	6452	10614	13299	14166	14724	15085	15178	15238	15277	15302	15318	-4682

Tabela 5.4. Projekt inwestycyjny III

Lata Suma $CF_t/(1+R)^t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	NPV(R)
$R = 0\%$	2000	7000	12000	20000	30000	42000	57000	62000	64000	66000	67000	47000
$R = 5\%$	1905	6440	10759	17341	25176	34131	44791	48175	49464	50692	51277	31277
$R = 10\%$	1818	5950	9707	15171	21380	28154	35851	38184	39032	39803	40154	20154
$R = 15\%$	1739	5520	8807	13381	18353	23541	29180	30815	31383	31878	32093	12093
$R = 20\%$	1667	5139	8032	11890	15909	19928	24114	25277	25665	25988	26122	6122
$R = 25\%$	1600	4800	7360	10637	13914	17059	20205	21044	21312	21527	21613	1613
$R = 30\%$	1538	4497	6773	9574	12267	14753	17144	17757	17945	18090	18146	-1854
$R = 35\%$	1481	4225	6257	8666	10896	12878	14714	15167	15301	15401	15438	-4562
$R = 40\%$	1429	3980	5802	7884	9744	11337	12760	13099	13196	13265	13290	-6710
$R = 45\%$	1379	3757	5398	7207	8767	10059	11172	11427	11498	11547	11564	-8436
$R = 50\%$	1333	3556	5037	6617	7934	8988	9866	10061	10113	10147	10159	-9841
$R = 55\%$	1290	3371	4714	6100	7218	8083	8781	8931	8970	8995	9003	-10997

27,5%. Projekt III ze względu na wartość NPV jest najbardziej opłacalny, ale tylko do momentu, gdy stopa dyskontowa jest mniejsza niż 13%. Jeśli stopa dyskontowa przekracza 13%, najbardziej opłacalnym jest projekt III, mimo że w projekcie I i II war-

tość NPV dla zerowej stopy dyskontowej jest taka sama. Ze względu na IRR najbardziej opłacalny jest projekt II – $IRR \approx 40\%$, następnie III – $IRR \approx 27,5\%$, a najmniej opłacalny jest projekt I – $IRR \approx 22,5\%$. Metody NPV oraz IRR (rys. 5.2), dają różne wyniki między innymi dlatego, że CF_t generowane przez te projekty są różnie rozłożone w czasie. Co więcej, przy szacowaniu projektów milcząco założono, że projekty są jednakowo ryzykowne.



Rys. 5.2. Wartości NPV oraz IRR dla projektów inwestycyjnych I, II, III

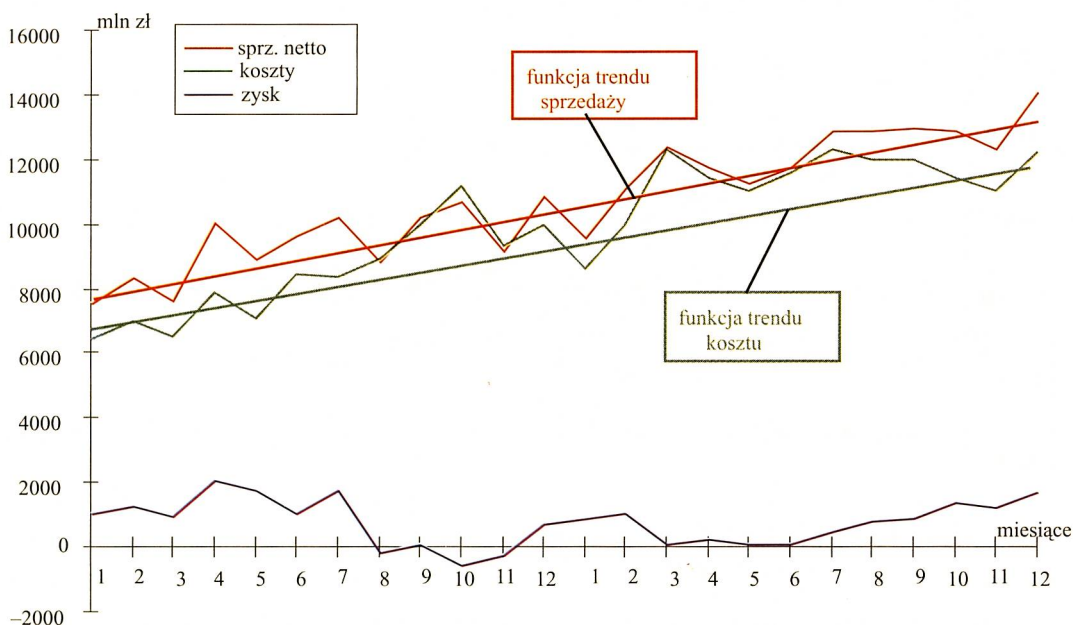
Fig. 5.2. NPV and IRR value for investment projects I, II, III

Tylko w przykładach szczególnych projektów inwestycyjnych przyszłe wpływy gotówki można określić z dość dużą dokładnością. Cały proces określania CF opiera się na prognozowaniu, czyli konfrontacji danych historycznych firmy określających jej dotychczasowy potencjał i możliwości oraz wykorzystaniu tego potencjału w nowych warunkach, zaaranżowanych nowym projektem inwestycyjnym z możliwościami rynku – popytem.

Szacowanie CF projektów inwestycyjnych dla firm prowadzących działalność na rynku od jakiegoś czasu polega na **prognozowaniu** wartości wielkości gospodarczych, ekonomicznych i finansowych. Prezentacja danych historycznych nie nastręcza trudności. Informacje gromadzone w firmie są wystarczającym, na ogół, źródłem danych. Współczesne techniki komputerowe i istniejące na naszym rynku programy umożliwiają przetworzenie i prezentację wyników w dowolnej formie: tabel, wykresów, rysunków. Należy tylko pamiętać o odpowiedniej interpretacji wyników, jeśli są

one przedstawione w formie wartościowej [7], [17], [30], [51], [61], [69], [83], [84], [85]. Wysoka inflacja w polskiej gospodarce w ostatnich latach wprowadziła wiele zamieszania i chaosu do sposobów interpretowania wyników finansowych firm. Na przykład obserwowany wzrost wartości sprzedaży w kolejnych latach nie musi oznaczać realnego wzrostu sprzedaży. Czasami jest to nawet spadek – pozorny wzrost jest wynikiem podwyżki cen wynikającej z inflacji, a nie odpowiedniego zarządzania ceną produktu.

Przykładowe obserwacje miesięcznej wartości sprzedaży, kosztów i innych wielkości w latach 1991–1994 w jednym z polskich przedsiębiorstw, które stanowiły bazę opracowania funkcji trendów i następnie obliczenia odpowiednich prognoz dla potrzeb szacowania CF, przedstawiono na rysunkach 5.3–5.7.

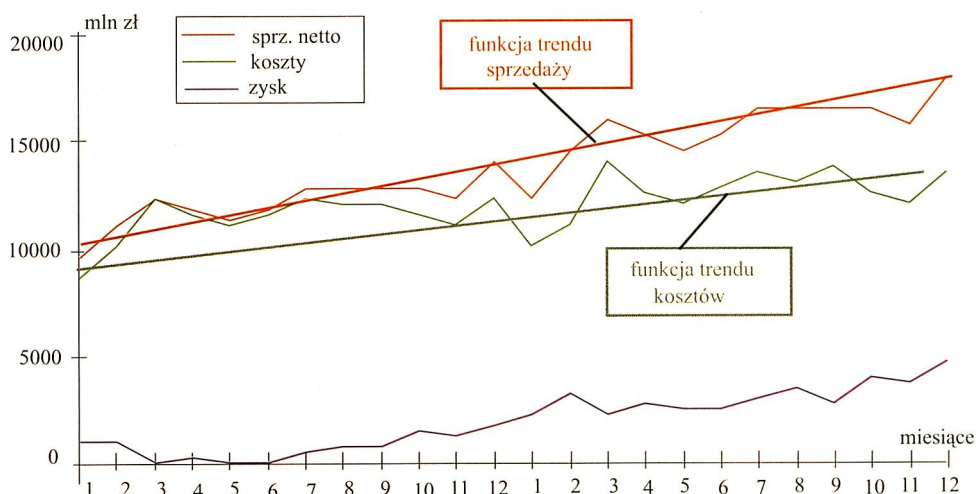


Rys. 5.3. Sprzedaż, koszty i zyski w latach 1991–1992

Fig. 5.3. Sales, costs and profits in 1991–1992

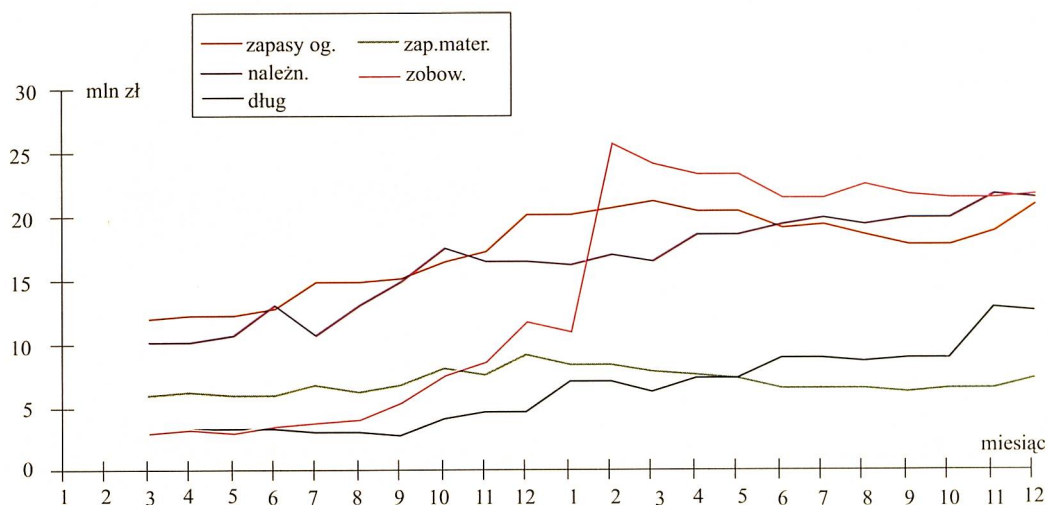
Opracowanie niektórych parametrów ekonomiczno-finansowych z wyprzedzeniem, czyli ich projekcja na przyszłość, powinno być zwykłym rutynowym działaniem menedżera finansowego firmy. Pozwoliłoby to uniknąć wielu przykrych niespodzianek związanych z nagłym brakiem płynności finansowej firmy – z nagłym brakiem gotówki.

Przez prognozę rozumie się sąd o zajściu określonego zdarzenia w określonym momencie lub przedziale czasowym w przyszłości [7], [16], [17], [25], [89], [96]. Prognoza jest pojęciem bardzo szerokim – nie należy jej zawężać do prognozy dostatecznie wiarygodnej, prawdopodobnej czy naukowo uzasadnionej. Nie dla każdej



Rys. 5.4. Sprzedaż, koszty i zyski w latach 1993–1994

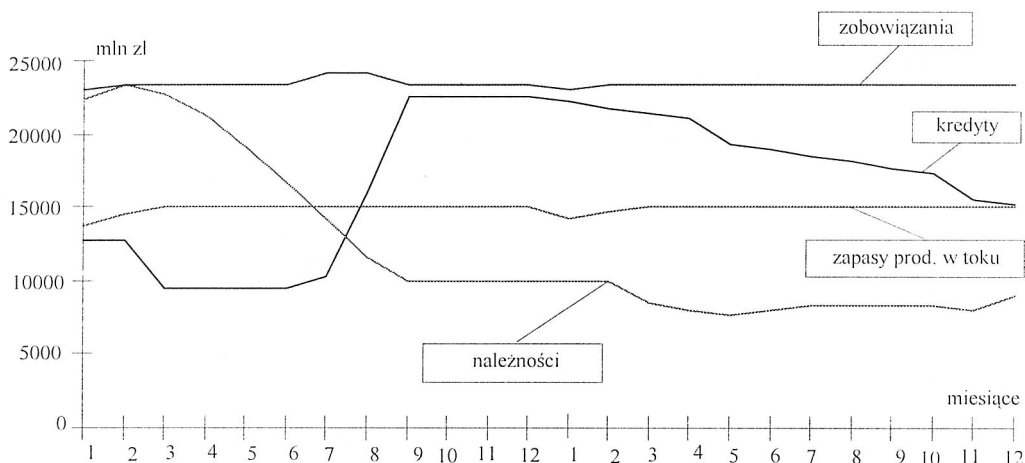
Fig. 5.4. Sales, costs and profits in 1993–1994



Rys. 5.5. Środki obrotowe i fundusze obce w latach 1991–1992

Fig. 5.5. Current assets and debt funds in 1991–1992

prognozy da się obliczyć prawdopodobieństwo zajścia czy znaleźć naukowe uzasadnienie. Prognozy nie należy jednak mylić z wrózeniem z fusów czy kart. Prognoza jest sądem o zajściu zjawiska w przyszłości wydedukowanym na podstawie obserwacji tegoż zjawiska w przeszłości (historii), obserwacji zachowania się zjawisk podobnych lub analizie innych zjawisk wpływających na zjawisko prognozowane.



Rys. 5.6. Środki obrotowe i fundusze obce w latach 1993–1994

Fig. 5.6. Current assets and debt funds in 1993–1994



Rys. 5.6. Miesięczne przepływy gotówkowe i koszty w latach 1992–1994

Fig. 5.7. Monthly cash flows and costs in 1992–1994

W prognozowaniu korzysta się z metod intuicyjnych, modeli ekonometrycznych i modeli trendów [16], [17], [25], [27], [59], [83], [84], [85], [89], [96].

Niech na przykład

$y(t) = (y^1, y^2, \dots, y^j)^T$ – wektor wielkości prognozowanych,

$x(t) = (x^1(t), x^2(t), \dots, x^m(t))^T$ – wektor wielkości niezależnych,

wówczas, przy założeniu

$$y(t) = f(x(t)), \quad \text{gdzie} \quad f(.) = [f^1(.), f^2(.), \dots, f^s(.)]^T$$

wartość wielkości $y(t_0)$, w określonym czasie w przyszłości t_0 , można wyznaczyć jako

$$y(t_0) = f(x(t_0)).$$

W niektórych modelach występują dodatkowo ograniczenia nałożone na $x(t)$

$$x(t) \leq x_0(t),$$

gdzie $x_0(t) = (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0m})$

Jest wiele metod rozwiązywania zadania prognozowania w zależności od rodzaju modelu i stosowanej techniki. Zawsze jednak przebieg procesu prognozowania jest następujący:

1. Na etapie budowy modelu

- określić cel prognozowania,
- określić (zmiennie) wielkości zależne i niezależne (objaśniane i objaśniające),
- zbudować macierz danych,
- wybrać model,
- obliczyć parametry modelu,
- dopasować model.

2. Na etapie obliczania wartości wielkości prognozowanej

- zdefiniować moment czasowy,
- obliczyć wartości zmiennych objaśniających w chwili t_0 ,
- obliczyć wartości wielkości prognozowanej,
- oszacować błąd prognozy.

W prognozowaniu wielkości ekonomiczno-finansowych w wielu przypadkach modele są znane i nie ma potrzeby ich budowania od początku, np. wartość gotówki WG w firmie na koniec roku wyraża się wzorem

$$WG(t) = GP + WP(t) - WD(t),$$

w którym:

$WP(t)$ – wpływy gotówki w czasie t ,

$WD(t)$ – wydatki gotówki w czasie t ,

GP – gotówka na początku roku 199x.

Podczas obliczania prognozy wartości gotówki na koniec 199x roku wystarczy wyznaczyć $WP(t = 199x \text{ r.})$ oraz $WD(t = 199x \text{ r.})$ i wartość gotówki obliczyć zgodnie z prezentowanym wzorem [3], [5], [7], [9]

Szczególną pozycję w prognozowaniu zajmują modele trendów, w których wielkości prognozowane są bezpośrednio funkcją czasu [7], [16], [25], [27], [96]

$$y(t) = f(t),$$

gdzie $y(t)$ i $f(t)$ są wektorami.

Modele trendów buduje się na podstawie obserwacji kształtowania się prognozowanej wielkości w przeszłości.

Zadanie prognozowania rozwiązuje się metodami: analizy regresji, programowania dynamicznego, programowania liniowego, na podstawie modeli klasycznych, funkcji segmentowych, metody przyrostów ważonych itp. [16], [96].

Obecnie we wszelkich obliczeniach ekonomiczno-finansowych korzysta się z dostępnych na naszym rynku programów komputerowych, które mają wbudowane odpowiednie funkcje finansowe, a także wiele metod prognozowania. Łatwa obsługa systemów pozwala budować bardzo skomplikowane modele finansowe i prezentować wyniki w dowolnie wybranej formie: w postaci tabel, wykresów i rysunków.

Jednym z najważniejszych elementów, niekiedy decydujących o powodzeniu projektu inwestycyjnego, jest prawidłowe prognozowanie wielkości sprzedaży, a więc przyszłych przychodów firmy. Pierwszym krokiem w prognozowaniu wielkości sprzedaży są badania rynkowe, które dają odpowiedź na pytania: ile może wchłonąć rynek?, jaki jest popyt na rynku, po uwzględnieniu konkurencji i produktów substytucyjnych? Sukces przedsiębiorstwa na rynku zależy w dużej mierze od jakości planu marketingowego i dokładności, z jaką jest on następnie wdrażany [7], [19], [30], [89]. W planie marketingowym uwzględnia się następujące zagadnienia:

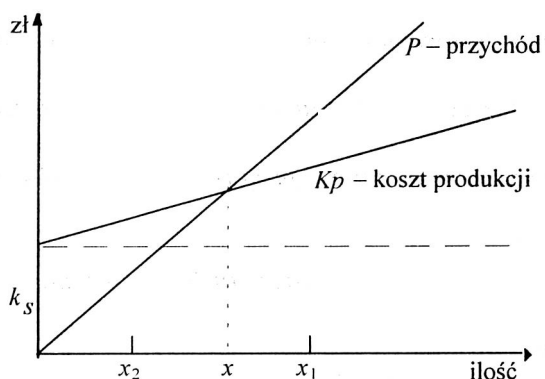
- charakterystykę rynku, jego wielkość i tendencje rozwojowe,
- aktualny i przewidywany udział przedsiębiorstwa w rynku,
- oferowany asortyment produktów,
- rynek docelowy,
- wpływ uwarunkowań zewnętrznych i wewnętrznych na działalność firmy,
- analizę firm konkurencyjnych, ich znaczenie i wpływ na działalność firmy,
- politykę cen w odniesieniu do poszczególnych asortymentów produktów,
- system dystrybucji i sposób sprzedaży produktów,
- promocję i reklamę,
- prognozy sprzedaży,
- analizę sprzedaży z uwzględnieniem progu rentowności,
- cele marketingowe,
- strategie marketingowe,
- strukturę marketingu – mix.

W celu oszacowania wielkości i wartości sprzedaży w rozważanych okresach należy skonfrontować własne możliwości produkcyjne z możliwością wchłonięcia oferowanej produkcji przez rynek, odpowiedzieć sobie na wiele pytań. Listę pytań w pracy [89] sformułowano następująco:

- *Co dzieje się w branży, w której działa firma?*
- *Czy firma zna dobrze swój rynek, jego specyfikę, rozmiary i trendy go charakteryzujące?*
- *Jak można scharakteryzować rynek docelowy firmy oraz możliwości i sposób jego opanowania?*
- *Kim są aktualni i przyszli klienci firmy – jakie są ich upodobania i preferencje?*
- *Jakie motywy skłaniają nabywców do kupowania wyrobów firmy?*
- *Które segmenty rynku są najbardziej, a które najmniej korzystne dla przedsiębiorstwa?*
- *Jaki jest udział i pozycja firmy na rynku?*

- *Czy obecnie udział firmy na rynku w porównaniu z ubiegłymi latami rośnie, czy spada i o ile?*
- *Jaka jest prognozowana wielkość sprzedaży i udział w rynku w najbliższych trzech latach?*
- *Jaki poziom sprzedaży musi firma uzyskać aby zdobyć próg rentowności, od którego zacznie osiągać zysk?*
- *Jakie są mocne i słabe strony firmy?*
- *Jakie uwarunkowania zewnętrzne stanowią szansę rozwoju firmy, a jakie zagrożenie?*
- *Jakie firmy stanowią konkurencję?*
- *Na czym polega przewaga firmy nad konkurentami?*
- *Czy przedsiębiorstwo jest dostatecznie konkurencyjne, aby utrwać swoją pozycję na rynku lub zdobywać nowe rynki?*
- *Czy istnieją (jakie) zagrożenia ze strony konkurencji?*
- *Jakie są zalety produktu firmy w porównaniu z wyrobami konkurencyjnymi?*
- *Co stanowi mocne i słabe strony konkurencji?*
- *Jaki jest udział firm konkurencyjnych w rynku?*
- *Jaką politykę cenową stosuje firma?*
- *Czy stosowane przez firmę ceny są konkurencyjne?*
- *Jak nabywcy oceniają ceny produktów w stosunku do ich funkcjonalności i jakości?*
- *Jakie koszty ponosi firma na działalność marketingową i jaki jest ich udział w kosztach ogólnych?*
- *Jaka jest rentowność sprzedaży poszczególnych asortymentów produktów?*
- *Jakie produkty firma ma zamiar rozwijać, jakie wycofać, a jakie nowe wprowadzić na rynek?*
- *Czy istnieją utrudnienia związane z wprowadzeniem nowego produktu na rynek?*
- *Jakie są stosowane kanały dystrybucji?*
- *Jakie usprawnienia w dziedzinie dystrybucji są konieczne, a jakie najbardziej korzystne dla firmy?*
- *Jakie działania w sferze promocji i reklamy pozwolą zwiększyć udział firmy na rynku?*
- *Jak można zdefiniować najważniejsze cele marketingowe firmy?*
- *Na czym polega istota strategii marketingowych zapewniających osiągnięcie przyjętych celów?*
- *Jakie działania warunkują powodzenie przedsięwzięcia ujętego w biznes planie?*
- *Jak firma kształtuje swój image na rynku?*

Analiza SWOT wspomaga proces prognozowania [7], [19], [30], [89]. Jej celem jest określenie mocnych i słabych stron odzwierciedlających wewnętrzne uwarunkowania firmy oraz szans i zagrożeń wynikających z otoczenia dalszego. Analiza progu rentowności (rys. 5.8) wykaże, czy zamierzone przedsięwzięcie zapewni zyskowność projektowanej działalności.



Rys. 5.8. Analiza rentowności projektu
(na podstawie pracy [49])

Fig. 5.8. Break Even Point analysis

Jeśli okaże się, w przykładzie z rysunku 5.8, że przy projektowanej technologii i kosztach produkcji K_p oraz projektowanym przychodzie P przy cenie zbytu produktu p , rynek jest zdolny wchłonąć ilość $x_1 > x_0$ w określonym czasie, to podejmuje się decyzję o realizacji przedsięwzięcia. Jeśli rynek zdolny jest wchłonąć $x_2 < x_0$, decyzję o podjęciu działalności należy ponownie rozważyć, po przetestowaniu możliwości:

- podniesienia ceny,
- zmiany technologii,
- eksportu, aby zwiększyć sprzedaż,
- modernizacji produktu, np. przez poszerzenie jego funkcji, itp.

Niekiedy okazuje się, że rynek jest zdolny wchłonąć znacznie więcej niż firma może wyprodukować, albo że próg rentowności przekracza zdolność produkcyjną zakładu. Wówczas należy rozważyć możliwość uruchomienia pracy na dwie zmiany lub zwiększenia liczby maszyn i urządzeń. Ponieważ w tej sytuacji zmieniłyby się koszty produkcji, należy ponownie zanalizować próg rentowności.

Sprzedaż zależy również od liczby i rodzajów **kanałów dystrybucji**. Jeśli kanały dystrybucji nie są wystarczające, należy zaprojektować nowe i/lub zintensyfikować działanie istniejących. Przyjrzeć się działaniu firm konkurencyjnych lub zagranicznych i przez porównanie stosowanych w nich sposobów dystrybucji tworzyć pomysły rozwiązań nie stosowanych w rozważanej jednostce.

Dostęp do **źródeł surowców**, materiałów, części i detali niezbędnych w procesie produkcji stanowi również element wpływania na powodzenie przedsięwzięcia. Należy upewnić się, że dostawcy będą w stanie dostarczyć na czas odpowiednią ilość surowców i po odpowiedniej cenie. Co więcej, że surowce te spełniają wymagania jakościowe i będą miały odpowiednie parametry techniczne. Zbyt późno podjęta decyzja (po rozpoczęciu produkcji, np. po zakupie maszyn, urządzeń i wydatkach związanych z ich instalacją) o zmianie dostawcy z krajowego na zagranicznego może tak podnieść koszty produkcji, że próg rentowności ulegnie przesunięciu i produkcja przestanie być opłacalna. Sprawdzenie dostawców, przeprowadzenie z nimi rozmów wstępnych (najlepiej protokołowanych) zwiększa bezpieczeństwo dostaw.

Penetracja **rynku pracy** w okolicach lokalizacji projektowanego przedsięwzięcia zapewnia dostęp do informacji o poszukiwanych specjalistach. Polacy zwykle są „przywiązani” do miejsca zamieszkania. Jeśli brakuje fachowców niezbędnych do obsługi maszyn i urządzeń, inwestor może podjąć decyzję o zmianie lokalizacji firmy. Znane są przypadki, gdy firmy komputeryzowały obsługę księgową, zbył, płace, a potem nie było pracowników rozumiejących cel komputeryzacji i umiejących stosować zakupione oprogramowanie. Oczywiście, odpowiednie szkolenia personelu rozwiązują ten problem, ale na to potrzeba czasu, a więc dodatkowych wydatków.

Projektowanie **środków trwałych** ściśle wiąże się z projektowaniem technicznym produkcji. Na rynku zwykle funkcjonuje wiele firm produkujących maszyny i urządzenia stosowane w projektowanym przedsięwzięciu. Po rozesłaniu ofert do producentów, a następnie wyborze kontrahenta, uwzględnia się m.in.: parametry techniczne, zdolność produkcyjną, żądania jakościowe co do materiałów, surowców, terminy dostaw, cenę, terminy płatności, serwis itd. Często firmy gwarantują wysokie upusty, jeśli kupujący godzi się zawrzeć kontrakt wiązany, np. na wieloletnią dostawę surowców przez sprzedającego maszyny i urządzenia.

Decyzja o podjęciu zakupu określonej technologii, maszyn i urządzeń implikuje wymagania dotyczące powierzchni produkcyjnych, magazynowych itp. To z kolei decyduje o dzierżawie, zakupie lub budowie hal fabrycznych.

Wiadomo, że nawet wysoko zyskowna działalność gospodarcza może doprowadzić do bankructwa, jeśli będzie złe zarządzanie **zapasami, należnościami i zobowiązaniami**.

W celu zaprojektowania odpowiedniego poziomu zapasów, należności i zobowiązań dogodnie jest obliczyć stosunek zobowiązań i należności do przychodu (historia firmy) lub kosztów zakupu surowców oraz materiałów i korzystać z niego do prognozowania wielkości należności i zobowiązań w przyszłości, mnożąc projektowaną wartość przychodu przez wyznaczany współczynnik – cykl obrotu. Wskazane jest także znalezienie dobrej firmy o podobnej strukturze produkcji, technologii, kapitale, majątku i do prognozowania wartości zobowiązań, należności, zapasów przyjąć stosunek tychże wielkości do wartości przychodu występujący w tej dobrej firmie. Sposób ten jest stosowany przede wszystkim w przypadku projektowania nowej działalności [9], [30], [49], [89].

Wielkość należności, zapasów i zobowiązań można projektować także na podstawie przepływów gotówki pro forma zestawiając wpływy i wydatki w okresach miesięcznych, kwartalnych, rocznych.

Prognozowanie wielkości ekonomiczno-finansowych, a następnie opracowanie sprawozdań finansowych pro forma jest sprawą trudną i skomplikowaną. Podczas ich opracowania należy się kierować posiadaną wiedzą, prognozami gospodarczymi, metodami ekonometrycznymi oraz zdrowym rozsądkiem.

5.2. Metody szacowania opłacalności inwestycji w warunkach ryzyka

Przy stosowaniu modeli PB, NPV, IRR, PI i ich modyfikacjach zakłada się, że ryzyko rozważanych projektów jest takie samo, oraz że ryzyko związane z projektem inwestycyjnym jest identyczne jak ryzyko dla całej firmy. Ryzyko projektu może być większe, mniejsze lub równe ryzyku globalnemu przedsiębiorstwa, dlatego w dzisiejszej ekonomii istotnym problemem staje się rozważenie ryzyka projektu w kontekście ryzyka firmy, rozumianego jako ryzyko portfela. Czasem wysoki poziom ryzyka projektu pojedynczego nie ma silnego wpływu na ogólny poziom ryzyka firmy.

Rozważmy projekt inwestycyjny, w którym nakłady inwestycyjne netto wynoszą NINV. Załóżmy, że jeśli projekt inwestycyjny zakończy się sukcesem firma zarobi *Pro* z prawdopodobieństwem p_s . W przeciwnym razie poniesie stratę z prawdopodobieństwem $1 - p_s$. Strata będzie równa poniesionym nakładom inwestycyjnym NINV. Wówczas oczekiwana stopa zwrotu firmy wyniesie

$$\bar{R} = \frac{\text{oczekiwany zysk całkowity}}{\text{nakłady inwestycyjne}} = \frac{\text{prawdopodob. sukcesu} \cdot \text{zysk} + \text{prawdopodob. porażki} \cdot \text{strata}}{\text{NINV}}$$

Stopę zwrotu, która odzwierciedla stopę zwrotu z projektu w kontekście całej firmy, otrzymuje się zwykle z o wiele mniejszym ryzykiem niż ryzyko pojedynczego projektu. 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) nie jest zbyt duży, to jednak należy zwracać uwagę na ryzyko projektu, ryzyko firmy oraz wpływ ryzyka projektu na ryzyko firmy.

1. Metoda subiektywna

W wielu sytuacjach podejmowania decyzji wiedza i doświadczenie dają lepsze wyniki niż stosowanie najbardziej skomplikowanych metod. Menedżer ocenia ryzyko subiektywnie. Na podstawie tej subiektywnej oceny dokonuje wyboru projektu inwestycyjnego. Oczywiście, jeśli dwa projekty są tak samo ryzykowne, wybiera ten, który oferuje wyższą stopę zwrotu. Jeśli dwa projekty mają takie samo NPV, ale różny stopień ryzyka – wybiera projekt o mniejszym ryzyku. Gorzej, gdy zgodnie z regułą rynkową im wyższe NPV, tym większe ryzyko. I wówczas, albo doświadczenie menedżera podpowie, który projekt wybrać, albo należy się jednak odwołać do innych technik wspierania decyzji. Metoda dyskretnego pomiaru ryzyka może w tej sytuacji ułatwić podjęcie odpowiedniej decyzji.

2. Metoda NPV/PB

Podstawą szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych jest CF_t . Zgodnie z wcześniejszymi rozważaniami przyjmuje się, że im CF_t bardziej odsunięte w czasie, tym bardziej niepewne. Zastosowanie ilorazu

$$\frac{\text{NPV}}{\text{PB}}$$

do oceny opłacalności projektu inwestycyjnego ułatwia podjęcie decyzji. Stosunek ten obrazuje średnie NPV przypadające na 1 rok okresu zwrotu. Oczywiście, gdy CF_t nie jest równomiernie rozłożony w czasie, przydatność tego sposobu nie jest oczywista. Wiele projektów generuje CF_t bardzo szybko, wiele zaś późno. Ryzyko tych drugich jest o wiele większe. Zastosowanie metody NPV/PB powinno być poprzedzone dokładną analizą CF_t .

3. Metoda dodawania ryzyka do stopy dyskontowej – RADAR (*risk adjusted discount rate approach*)

W metodzie NPV do dyskontowania CF_t rozważanych projektów wykorzystuje się koszt kapitału firmy. W metodzie RADAR proponuje się stosowanie różnych stóp dyskontowych do wyznaczania NPV dla różnych projektów, w zależności od poziomu ryzyka projektu. Premia za ryzyko

$$\Theta = k - R_f,$$

gdzie:

Θ – premia za ryzyko,

R_f – stopa wolna od ryzyka,

k – żądana stopa zwrotu dla projektów o średnim poziomie ryzyka; często przyjmowana na poziomie kosztu kapitału firmy.

W związku z tym CF_t projektów o ryzyku większym niż ryzyko średnie powinno być dyskontowane po wyższej stopie k^* , która uwzględnia premię za ryzyko (cenę ryzyka) rozważanych projektów. Występuje tu problem szacowania premii za ryzyko dla poszczególnych projektów. W metodzie RADAR proponuje się subiektywne ustalenie premii za ryzyko, zależne od rodzaju projektu inwestycyjnego lub korzystanie z rynkowych szacunków ceny ryzyka. Szacowanie ryzyka z wykorzystaniem teorii rozpoznawania obrazów ułatwia stosowanie tej metody.

4. Metoda progowa (*hurdle rate approach*)

Metoda progowa jest bardzo podobna do metody RADAR. Podstawą jej jest zastosowanie metody IRR do szacowania opłacalności inwestycji. Jeżeli w metodzie RADAR żądana stopa zwrotu (stopa dyskontowania CF_t) jest oszacowana na poziomie k^* , opłacalność projektu należy porównywać z k^* , a nie z kosztem kapitału firmy. Stopę k^* nazywa się progiem opłacalności.

5. Metoda ekwiwalentu pewności

W tej metodzie oczekiwany NCF oblicza się przez dyskontowanie szacowanego CF_t po R_f (stopie wolnej od ryzyka), a następnie – po uwzględnieniu niepewności, ryzykowności otrzymanego NCF_{*t*} – mnoży się jego wartość przez pewien współczynnik pewności α_t [49],

$$\alpha_t = \frac{\text{zwrot pewny}}{\text{zwrot ryzykowny}}.$$

Współczynnik $\alpha_t \in [0,1]$ odzwierciedla szansę uzyskania oczekiwanego NCF_{*t*} w chwili t i wówczas

$$NPV = -NINV(\alpha_0) + \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t \alpha_t}{(1 + R_f)^t}.$$

Dyskontowanie następuje po stopie wolnej od ryzyka, a nie po koszcie kapitału firmy, ponieważ α_t zawiera w sobie całe ryzyko. Zwykle im t większe, tym α_t mniejsze, jako że z odległością w czasie zwiększa się niepewność otrzymania oczekiwanego NCF_t . Dla różnych projektów rozważanych w firmie α_t są różne, w zależności od ryzyka samego projektu. Tu również szacowanie ryzyka z wykorzystaniem teorii rozpoznawania obrazów (dyskretny pomiar ryzyka) może ułatwić stosowanie tej metody.

6. Symulacja

Metoda symulacyjna jest zwykle stosowana w analizie dużych projektów. Rozwój technik mikrokomputerowych pozwala stosować ją w każdej sytuacji.

Strumień gotówki netto NCF_t oblicza się następująco

$$NCF_t = [np - n(c + s) - A] [1 - T] + A,$$

gdzie:

n – liczba sztuk wyrobu,

p – cena jednostkowa sprzedaży wyrobu,

c – jednostkowy koszt produkcji,

s – jednostkowy koszt sprzedaży,

A – amortyzacja,

T – stopa podatku dochodowego.

Wykonując symulację NPV zakłada się (lub estymuje) dla każdej zmiennej (lub wybranych) odpowiednie rozkłady prawdopodobieństwa. W wyniku symulacji otrzyma się

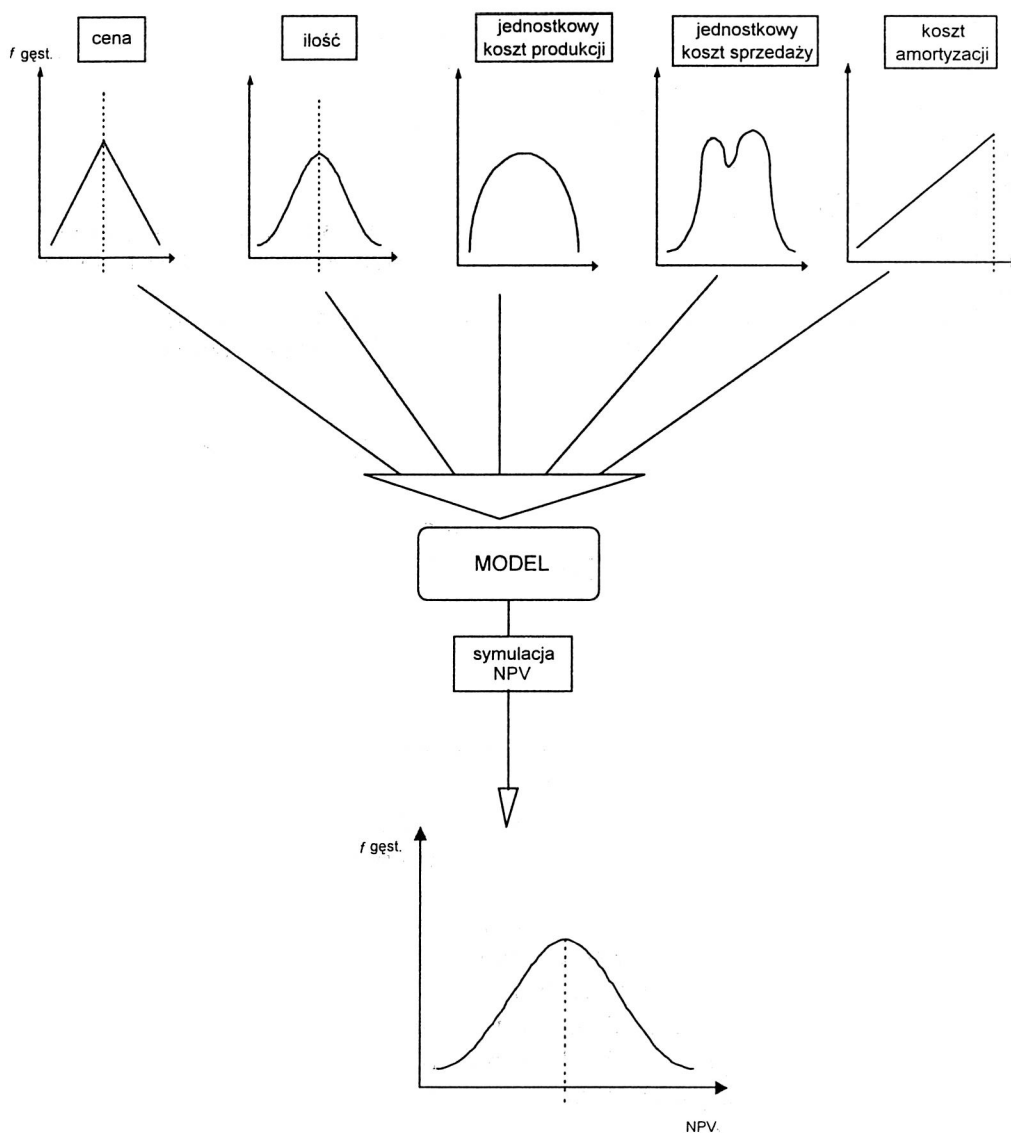
$$NPV = -NINV + \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1 + k)^t},$$

jako zmienną losową o wartości oczekiwanej $\overline{NPV}$ oraz wariancji σ_{NPV}^2 lub odchyleniu standardowym σ_{NPV} . Można również otrzymać odpowiednią dystrybuantę zmiennej losowej NPV (rys. 5.9).

7. Metoda uwzględniania β -ryzyka

Metodę tę stosuje się wtedy, gdy konieczne jest rozważenie ryzyka projektów i przy założeniu, że stopy zwrotu z rozważanych projektów są dodatnio skorelowane ze stopą zwrotu firmy jako całości (*ryzyko mierzone β można wykorzystać również w metodzie RADAR, dla firm, których akcje są w publicznym obrocie*). W metodzie tej firmę rozpatruje się jako portfel projektów o różnym ryzyku systematycznym. Ryzyko systematyczne firmy jako całości zakłada się jako średnią ważoną ryzyka projektów indywidualnych. W zależności od wartości β_i rozważanego i -tego projektu (jego ryzyka), zgodnie z modelem wyceny aktywów kapitałowych CAPM, żądana stopa zwrotu R_i jest inna – niższa dla mniej ryzykownych projektów inwestycyjnych (niższa wartość β) i wyższa dla większej wartości β , wówczas

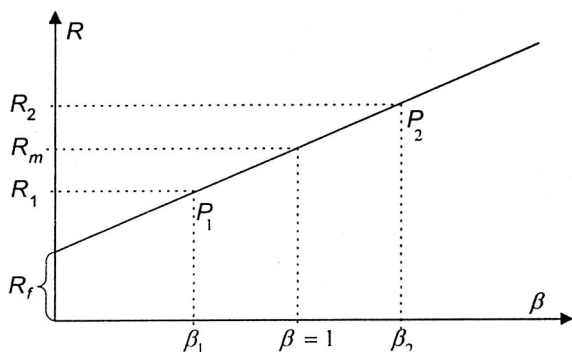
$$R_i = R_f + \beta_i (R_m - R_f)$$



Rys. 5.9. Schemat procesu symulacji NPV
 Fig. 5.9. Simulation process of NPV scheme

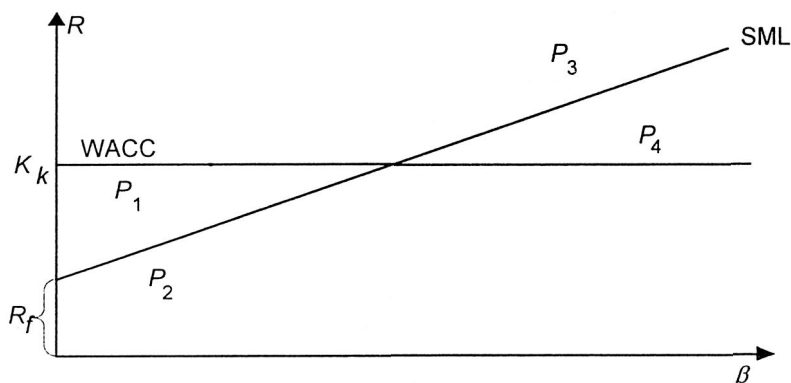
i służy do szacowania opłacalności projektu. Sposób wyznaczenia R_i przedstawiono na rysunku 5.10.

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 P_1, P_2, P_3, P_4 (rys. 5.11).



Rys. 5.10. Rynkowa linia papieru wartościowego – SML firmy i rozważane projekty (na podstawie pracy [49])

Fig. 5.10. Security Market Line and considered projects



Rys. 5.11. Uwzględnienie β versus średni ważony koszt kapitału WACC (na podstawie pracy [49])

Fig. 5.11. Risk β versus weighted average cost of capital WACC

W zadaniu szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych, po zastosowaniu metody IRR i porównaniu wewnętrznej stopy zwrotu projektów z ważonym kosztem kapitału, menedżer zaakceptuje projekty P_3 i P_4 , ponieważ stopy zwrotu R_3 i R_4 są większe od ważonego kosztu kapitału K_k . Uwzględnienie β powoduje, że menedżer powinien zaakceptować projekty P_1 i P_3 , ponieważ R_1 i R_3 leżą ponad SML, czyli oferują więcej niż można uzyskać średnio na rynku. Obserwacja zachowania się akcji firm z interesującej branży na giełdzie, tzn. obserwacja firm, których akcje są w publicznym obrocie, a które są charakterystyczne dla rozważanych projektów, ułatwia szacowanie β_i projektów indywidualnych.

Omawiane w tym rozdziale modele szacowania opłacalności inwestycji są stosowane do badania efektywności projektów pojedynczych. Ryzyko portfela projektów, złożonego z dwóch projektów o wysokim ryzyku, może być o wiele niższe niż ryzyko indywidualne. Również więc i ocena efektywności portfela może być różna od efektywności sugerowanej przez projekty pojedyncze.

6. Budowa efektywnego portfela projektów inwestycyjnych

Ryzyko jest nieodłącznym elementem inwestowania. Zgodnie z określeniem inwestycji, dziś są ponoszone nakłady, kosztem rezygnacji z bieżącej konsumpcji, z myślą o przyszłych korzyściach. Przyszłość w zmiennym otoczeniu kreuje niepewność co do wartości przyszłych korzyści, a niepewność kreuje ryzyko. Przyszła korzyść ma najczęściej wymiar pieniężny. Inwestor podejmuje decyzję inwestycyjną i spodziewa się, że przyszłe strumienie pieniężne wypracowane przez inwestycję pozwolą nie tylko pokryć wydatki inwestycyjne, ale również zarobić. Im większe oczekiwania co do wartości zarobku, tym wyższe ryzyko inwestowania [9], [40], [49]. Im niższe ryzyko (większa pewność zarobku), tym należy się spodziewać mniejszego zarobku – niższej stopy zwrotu. Inwestor w procesie podejmowania decyzji musi ciągle dokonywać wyboru (*trade off*) między stopą zwrotu i ryzykiem.

W literaturze przedmiotu (a potwierdza to obserwacja dużych przedsiębiorstw), stwierdza się, że ryzyko inwestowania w pojedynczy projekt, rozważane w kontekście działalności całego przedsiębiorstwa, jest znacznie mniejsze niż ryzyko inwestycyjne pojedynczego projektu. Należy sądzić, że odpowiednia budowa – dywersyfikacja portfela projektów inwestycyjnych przy ustalonej stopie zwrotu spowoduje zmniejszenie ryzyka inwestowania, a że przy ustalonym poziomie ryzyka można oczekiwać wzrostu stopy zwrotu. Problem odpowiedniej dywersyfikacji projektów inwestycyjnych jest szczególnie ważny podczas rozważania inwestycji rzeczowych, których realizacja często wiąże się z zamrożeniem środków pieniężnych na długi okres, i z których nie jest łatwo się wycofać.

6.1. Określenie efektywnego portfela inwestycji

Odpowiednia dywersyfikacja portfela ze względu na jego efektywność będzie polegała na takim doborze projektów inwestycyjnych do realizacji, aby przy zachowaniu satysfakcjonującej stopy zwrotu uzyskać możliwie najmniejsze ryzyko inwestowania albo przy ryzyku, które menedżerowie mogą zaakceptować, uzyskać możliwie najwyższą stopę zwrotu.

Lemat 1

Załóżmy, że rozważamy zadanie szacowania projektu inwestycyjnego, w którym albo odniesiemy sukces i zarobimy, albo poniesiemy porażkę i stracimy pieniądze wyłożone na inwestycję (tab. 6.1). Jeżeli projekt inwestycyjny zakończy się sukcesem, to zarobimy *Pro* z prawdopodobieństwem p_s . Jeśli nie, poniesiemy stratę w wysokości poniesionych nakładów, tj. NINV. Gdyby firma realizowała tylko jeden projekt inwestycyjny, to byłoby $1 - p_s$ szans na to, że poniesiemy porażkę, stracimy wyłożone pieniądze.

Tabela 6.1. Opis projektu inwestycyjnego

Nazwa	Oznaczenie
Wydatek inwestycyjny	NINV
Prawdopodobieństwo sukcesu	p_s
Zysk w przypadku sukcesu	Pro
Prawdopodobieństwo porażki	$p_n = 1 - p_s$
Strata w przypadku porażki	NINV

Założmy, że w firmie wielkość nakładów inwestycyjnych w rozważanym okresie nie jest ograniczona.

Teza: Wartość oczekiwana stopy zwrotu $\bar{R}_p$ z inwestowania w portfel złożony z N projektów inwestycyjnych o nakładzie inwestycyjnym NINV każdy, o stopach zwrotu w przypadku sukcesu $R_{s1} = R_{s2} = \dots = R_{sN} = R_s$ oraz prawdopodobieństwach wystąpienia tych stóp zwrotu odpowiednio $p_{s1} = p_{s2} = \dots = p_{sN} = p_s$, przy założeniu losowej niezależności projektów

$$\bar{R}_p = \bar{R}_1,$$

gdzie $\bar{R}_1$ oznacza oczekiwaną stopę zwrotu z inwestowania w pojedynczy projekt.

Dowód: Stopa zwrotu R_s w przypadku odniesienia sukcesu

$$R_s = Pro/NINV,$$

a szansa na jej uzyskanie wynosi p_s .

Stopa zwrotu R_n w przypadku niepowodzenia (porażki)

$$R_n = -NINV/NINV$$

i prawdopodobieństwo zajścia tego zdarzenia wynosi $p_n = 1 - p_s$.

Oczekiwana stopa zwrotu przy realizacji jednego projektu inwestycyjnego $\bar{R}_1$

$$\bar{R}_1 = R_s \cdot p_s + R_n \cdot (1 - p_s), \quad (6.1)$$

a ryzyko σ inwestowania w pojedynczy projekt inwestycyjny mierzone odchyleniem standardowym stopy zwrotu R wynosi

$$\sigma = [(R_s - \bar{R}_1)^2 p_s + (R_n - \bar{R}_1)^2 (1 - p_s)]^{-1/2}. \quad (6.2)$$

Rozważmy portfel złożony z N takich projektów. Założmy, że stopa zwrotu R_i z pojedynczego i -tego projektu inwestycyjnego przyjmuje dwie wartości R_{si} , R_{ni} jest zmienną losową o rozkładzie dyskretnym takim, że prawdopodobieństwo wystąpienia R_{si} wynosi p_{si} (zajścia sukcesu), a prawdopodobieństwo wystąpienia R_{ni} (porażki) wynosi p_{ni} , $i = 1, \dots, N$, gdzie N – liczba projektów inwestycyjnych.

Założmy, że R_i , $i = 1, \dots, N$ są zmiennymi losowymi niezależnymi, a więc wartość współczynnika korelacji R_i oraz R_j , $i \neq j$, jest równa zero,

$$\rho(R_i, R_j) = \rho_{ij} = 0.$$

Inaczej mówiąc, dla pojedynczego projektu inwestycyjnego sukces lub porażka zachodzą niezależnie od liczby realizowanych projektów inwestycyjnych.

Wykonanie N projektów inwestycyjnych można interpretować jako dokonanie N niezależnych prób – doświadczeń x_i , $i = 1, \dots, N$. Ciąg prób $(x_1, x_2, \dots, x_N)$ można trak-

tować jako realizację zmiennej losowej o rozkładzie Bernoulliego, dla której znane jest prawdopodobieństwo sukcesu p_{si} , oraz $p_{si} \neq p_{sj}$ dla $i \neq j$.

Dla zmiennej losowej o rozkładzie Bernoulliego wartość oczekiwana L_s liczby sukcesów l_s w N próbach ($l_s \leq N$)

$$E(l_s) = \sum_{i=1}^N p_{si},$$

a wariancja

$$\sigma^2(l_s) = \sum_{i=1}^N p_{si}(1 - p_{si}).$$

W rozważanym przypadku inwestowania w portfel złożony z N pojedynczych projektów z założenia wynika, że $p_{s1} = p_{s2} = \dots = p_{sN} = p_s$. Wówczas

$$E(l_s) = N p_s$$

oraz

$$\sigma^2(l_s) = N p_s(1 - p_s).$$

Zatem estymator prawdopodobieństwa sukcesu przy realizacji N projektów

$$\bar{p}_s = \frac{E(l_s)}{N} = \frac{p_s N}{N} = p_s$$

oraz

$$\bar{p}_n = \frac{E(l_n)}{N} = \frac{(1 - p_s)N}{N} = 1 - p_s$$

gdzie:

l_s – liczba sukcesów przy N projektach inwestycyjnych,

l_p – liczba porażek przy N projektach inwestycyjnych.

Nakład inwestycyjny dla jednego projektu wynosi $NINV$. Dla portfela złożonego z N projektów będzie więc wynosił $N NINV$. Nakład inwestycyjny dla pojedynczego projektu stanowi $1/N$ część nakładów wymaganych przy realizacji N projektów. Sukces tylko jednego projektu, gdy realizowanych jest N projektów, generuje zysk w wysokości $PPro/N$, natomiast porażka jednego projektu powoduje stratę $PNINV/N$, gdzie $PPro$ – zysk przy realizacji N -elementowego portfela, $PNINV$ – nakład inwestycyjny dla tegoż portfela. Stopa zwrotu z portfela złożonego z N projektów inwestycyjnych R_p jest sumą ważoną stóp zwrotu z poszczególnych projektów z wagą równą $1/N$;

$$R_p = \sum_{i=1}^N \frac{1}{N} R_i.$$

Wartość oczekiwana sumy zmiennych losowych jest równa sumie wartości oczekiwanych tychże zmiennych

$$\begin{aligned}\bar{R}_p &= \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N R_{si} p_{si} + \sum_{i=1}^N R_{ni} (1 - p_{si}) \right) = \frac{1}{N} (NR_s p_s + NR_n (1 - p_s)) = \\ &= R_s p_s + R_n (1 - p_s) = \bar{R}_1, \quad (6.3)\end{aligned}$$

a zatem, przy założonych warunkach, wartość oczekiwana stopy zwrotu z portfela projektów inwestycyjnych jest równa wartości oczekiwanej stopy zwrotu z pojedynczego projektu.

Przy założonych warunkach losowej niezależności stóp zwrotu z projektów inwestycyjnych o dyskretnych rozkładach prawdopodobieństwa (tab. 6.1), oczekiwana stopa zwrotu z portfela złożonego z N takich projektów (o identycznych nakładach inwestycyjnych) jest równa oczekiwanej stopie zwrotu z pojedynczego projektu. Wynika stąd bardzo ważny wniosek:

niezależnie od liczby takich projektów inwestycyjnych w portfelu, stopa zwrotu z inwestowania w portfel nie ulega zmianie (oczywiście tylko w przypadku tego rozważanego zadania).

W innych przypadkach oczekiwana stopa zwrotu z inwestycji w portfel złożony z N projektów o różnych stopach zwrotu z inwestowania w nie zależy od udziału kapitału zainwestowanego w pojedynczy projekt w stosunku do całego zainwestowanego kapitału (w N projektów) – jest równa ważonej sumie oczekiwanych stóp zwrotu z inwestycji w pojedyncze projekty.

Lemat 2

Założmy, że stopy zwrotu z inwestowania w projekty są zmiennymi losowymi, dla których znane są prawdopodobieństwa otrzymania określonej stopy zwrotu, ryzyko liczone odchyleniem standardowym oraz udział w_i , $i = 1, 2, \dots, N$, kapitału zainwestowanego w pojedynczy projekt w stosunku do całego zainwestowanego kapitału (tab. 6.2).

Tabela 6.2. Charakterystyka pojedynczych projektów

Stopa zwrotu R	Prawdopodobieństwo stopy zwrotu	Odchylenie standardowe stopy zwrotu	Oczekiwana stopa zwrotu R	Udział
R_{s1}	p_{s1}	σ_1	$\bar{R}_1$	w_1
R_{n1}	p_{n1}			
...	...	...	...	...
R_{sN}	p_{sN}	σ_N	$\bar{R}_N$	w_N
R_{nN}	p_{nN}			

Teza: Ryzyko σ_p inwestowania w portfel projektów inwestycyjnych złożony z N projektów pojedynczych, mierzone odchyleniem standardowym stopy zwrotu R_p z inwestowania w ten portfel, jest funkcją odchyleń standardowych stóp zwrotu z inwestowania w pojedyncze projekty σ_i i proporcji udziałów w_i oraz współczynnika korelacji ρ_{ij} , $i, j = 1, 2, \dots, N$.

Dowód: Wartość oczekiwana ważonej sumy zmiennych losowych jest równa sumie ważonych wartości oczekiwanych tych zmiennych. Wartość zmiennej losowej – stopy zwrotu z inwestowania w portfel złożony z N projektów inwestycyjnych

$$R_p = \sum_{i=1}^N w_i R_i,$$

a wartość oczekiwana stopy zwrotu z inwestowania w portfel jest sumą ważoną oczekiwanych wartości stóp zwrotu jego składowych

$$\bar{R}_p = \sum_{i=1}^N w_i \bar{R}_i, \quad \text{gdzie } \sum_{i=1}^N w_i = 1. \quad (6.4)$$

Wariancja stopy zwrotu z zainwestowania w portfel

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= E\{R_p - \bar{R}_p\}^2 = E\left\{\sum_{i=1}^N w_i (R_i - \bar{R}_i)\right\}^2 = \\ &= \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N w_i w_j \sigma_{ij} = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}, \end{aligned} \quad (6.5)$$

gdzie:

σ_p^2 – wariancja zwrotu z portfolio,

$\sigma_i = \sqrt{E\{R_i - \bar{R}_i\}^2}$ – odchylenie standardowe stopy zwrotu z i -tego projektu,

$\sigma_{ij} = E\{(R_i - \bar{R}_i)(R_j - \bar{R}_j)\}$ – kowariancja między stopami zwrotu z projektu i -tego i j -tego,

$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$ – korelacja między stopą zwrotu z projektu i -tego i j -tego.

Ryzyko inwestowania w portfel projektów nie jest więc sumą ważoną ryzyka z inwestowania w pojedyncze projekty, ale funkcją zależną także od udziałów zainwestowania w pojedyncze projekty i współczynnika korelacji między stopami zwrotu z inwestowania w pojedyncze projekty. Wartość współczynnika korelacji $\rho_{ij} \in [-1, 1]$, co sugeruje, że można zredukować ryzyko inwestowania, jeśli portfel będzie zawierał odpowiednie projekty.

Lemat 3

Założmy, że portfel zawiera N projektów inwestycyjnych o korelacji wzajemnych stóp zwrotu w zainwestowanie w nie $\rho_{ij} = 0$ ($i, j = 1, 2, \dots, N, i \neq j$) oraz odpowiednio odchyleniach standardowych $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_N$. Założmy, że w każdy projekt zainwestowano taką samą ilość kapitału.

Teza: Im jest więcej projektów inwestycyjnych w portfelu, tym efekt dywersyfikacji może być większy, tzn. ryzyko inwestowania w portfel mierzone odchyleniem standardowym może być mniejsze.

Dowód: Ponieważ $\rho_{ij} = 0$ (dla $i \neq j$, $i, j = 1, 2, \dots, N$), zgodnie więc ze wzorem (6.5), ryzyko inwestowania w portfel, mierzone odchyleniem standardowym stopy zwrotu,

$$\sigma_p = \sqrt{(w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + \dots + w_N^2 \sigma_N^2)},$$

gdzie σ_p – odchylenia standardowe stopy zwrotu portfela złożonego z N projektów inwestycyjnych.

Ponieważ założono, że kapitał inwestycyjny dla każdego projektu jest taki sam, więc udział zainwestowania kapitału w pojedynczy projekt w stosunku do całego zainwestowanego kapitału $w_i = 1/N$, wówczas

$$\begin{aligned} \sigma_p &= \sqrt{\left(\frac{1}{N}\right)^2 \sigma_1^2 + \left(\frac{1}{N}\right)^2 \sigma_2^2 + \dots + \left(\frac{1}{N}\right)^2 \sigma_N^2} = \frac{1}{N} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_N^2} = \\ &= \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2} \leq \sigma_{\max} \sqrt{\frac{1}{N}}, \end{aligned}$$

gdzie $\sigma_{\max} = \max \sigma_i$, $i = 1, 2, \dots, N$.

Jeśli dodatkowo założymy, że $\sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_N = \sigma$, to

$$\sigma_p = \frac{1}{N} \sqrt{N\sigma^2} = \sigma \sqrt{\frac{1}{N}},$$

a więc ryzyko inwestowania w portfel jest $\sqrt{N}$ raza mniejsze od ryzyka portfela pojedynczego.

Im większe jest N , czyli liczba projektów inwestycyjnych w portfelu, tym mniejsze jest σ_p , czyli ryzyko inwestowania w portfel

Przez dobranie odpowiedniej liczby składowych portfela oraz takich projektów inwestycyjnych, dla których współczynniki korelacji są zerowe, stosunkowo małe lub ujemne, można uzyskać dużą redukcję ryzyka.

Twierdzenie 1

Założmy, że portfel zawiera N projektów inwestycyjnych o ryzyku mierzonym odchyleniem standardowym, odpowiednio równym $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_N$, i żądanych nakładach inwestycyjnych $k_1, k_2, \dots, k_N$.

Teza: Im jest więcej projektów inwestycyjnych w portfelu, tym ryzyko inwestowania w portfel – mierzone odchyleniem standardowym – jest mniejsze.

Dowód: 1. Rozważmy portfel złożony z 1 projektu inwestycyjnego x_1 , wymagającego nakładów w wysokości k_1 , o ryzyku σ_1 i oczekiwanej stopie zwrotu $\bar{R}_1$. Wówczas ryzyko portfela wynosi $\sigma_p = \sigma_1$, a $\bar{R}_p = \bar{R}_1$.

2. Rozważmy teraz portfel złożony z dwóch projektów inwestycyjnych, poprzedniego o ryzyku σ_1 i oczekiwanej stopie zwrotu $\bar{R}_1$ oraz projektu inwestycyjnego x_2 ,

wymagającego nakładów kapitałowych w wysokości k_2 , ryzyku σ_2 oraz oczekiwanej stopie zwrotu $\bar{R}_2$.

Oznaczmy udział (proporcję) kapitału zainwestowanego w x_1 w stosunku do całego zainwestowanego kapitału przez w_1 , a przez w_2 udział kapitału zainwestowanego w x_2

$$w_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2}, \quad w_2 = \frac{k_2}{k_1 + k_2}, \quad w_1 + w_2 = 1,$$

wówczas

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12}}. \quad (6.6)$$

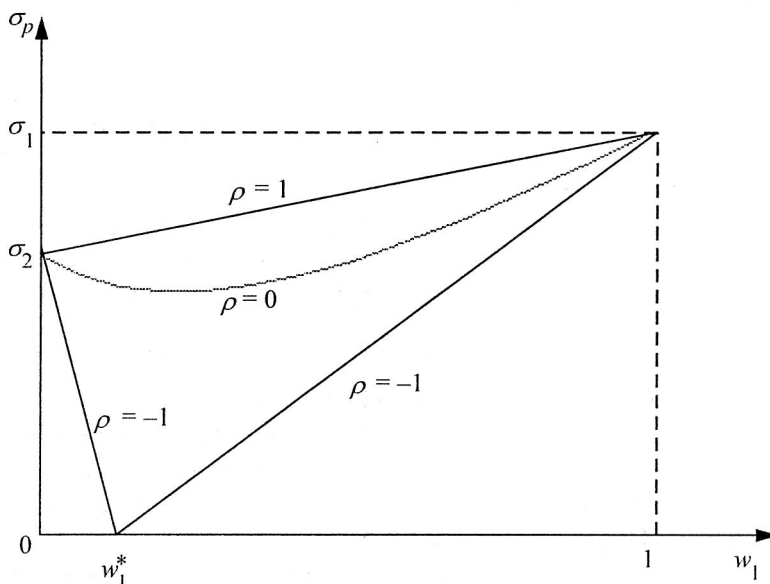
Łatwo zauważyć, że w zależności od wartości współczynnika korelacji ρ_{12} stóp zwrotu z inwestowania w portfel, jeśli:

$$\rho_{12} = 1 \Rightarrow \sigma_p = w_1 \sigma_1 + w_2 \sigma_2,$$

$$\rho_{12} = 0 \Rightarrow \sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2}, \quad (6.7)$$

$$\rho_{12} = -1 \Rightarrow \sigma_p = |w_1 \sigma_1 - w_2 \sigma_2|.$$

Zbiór możliwych do utworzenia portfeli złożonych z dwóch projektów inwestycyjnych x_1 , x_2 i ich ryzyka (odchyleń standardowych stopy zwrotu z portfela) w zależności od proporcji zainwestowania w_1 , w_2 oraz ρ_{12} przedstawiono na rysunku 6.1.



Rys. 6.1. Zależność ryzyka portfeli od proporcji zainwestowania w_1

Fig. 6.1 Relationship between portfolio risk and portfolio weightings

Jeśli ryzyko projektu dołączanego do portfela, $\sigma_2 < \sigma_1$, to ryzyko σ_p portfela złożonego z dwu projektów będzie mniejsze od ryzyka projektu x_1 , niezależnie od wartości współczynnika korelacji.

Jeśli ryzyko projektów x_1, x_2 będzie takie samo, a współczynnik korelacji $\rho_{12} = 1$, ryzyko portfela nie zmniejszy się. Jeśli zaś $\rho_{12} < 1$ – ryzyko portfela zmniejszy się.

Jeśli $\rho_{12} < 1$, to po dobraniu proporcji zainwestowania w_1, w_2 można otrzymać portfel o ryzyku nie większym niż ryzyko projektu x_1 (w skrajnym przypadku można przyjąć $w_2 = 0$).

Jeśli $\rho_{12} = -1$, można zbudować portfel bez ryzyka, inwestując w projekt x_1 ilość kapitału odpowiadającą w_1^* .

Inwestycje rzeczowe mają najczęściej zdefiniowane nakłady kapitałowe i wówczas trudno jest dobrać odpowiednie proporcje zainwestowania. Należy zatem albo zrezygnować z rozwiązania najlepszego, albo rozważyć inny projekt o wymaganym nakładzie zbliżonym do rozwiązania najlepszego, albo uzupełnić portfel inwestowaniem w aktywa kapitałowe*.

3. Załóżmy, że rozważamy portfel (zbiór) projektów inwestycyjnych $\{x_1, \dots, x_N\}$, dla którego ryzyko portfela jest σ_{pN} , nakład inwestycyjny wynosi k_{pN} . Potraktujmy ten portfel jako jeden projekt inwestycyjny.

Założmy, że do istniejącego portfela N -elementowego dokładamy 1 projekt inwestycyjny x_{N+1} , wymagający nakładów w wysokości k_{N+1} . Oznaczmy

$$w_{pN} = \frac{k_{pN}}{k_{pN} + k_{N+1}}, \quad w_{N+1} = \frac{k_{N+1}}{k_{pN} + k_{N+1}},$$

a więc $w_{pN} + w_{N+1} = 1$ i wówczas ryzyko portfela złożonego z $(N+1)$ projektów inwestycyjnych, zgodnie ze wzorem (6.6),

$$\sigma_{p_{N+1}} = \sqrt{w_{pN}^2 \sigma_{pN}^2 + w_{N+1}^2 \sigma_{N+1}^2 + 2w_{pN} w_{N+1} \sigma_{pN} \sigma_{N+1} \rho_{pN, N+1}}.$$

Zgodnie ze wzorem (6.7), jeśli:

$$\rho_{pN, N+1} = 1 \Rightarrow \sigma_{p(N+1)} = w_{pN} \sigma_{pN} + w_{N+1} \sigma_{N+1},$$

$$\rho_{pN, N+1} = 0 \Rightarrow \sigma_{p(N+1)} = \sqrt{w_{pN}^2 \sigma_{pN}^2 + w_{N+1}^2 \sigma_{N+1}^2},$$

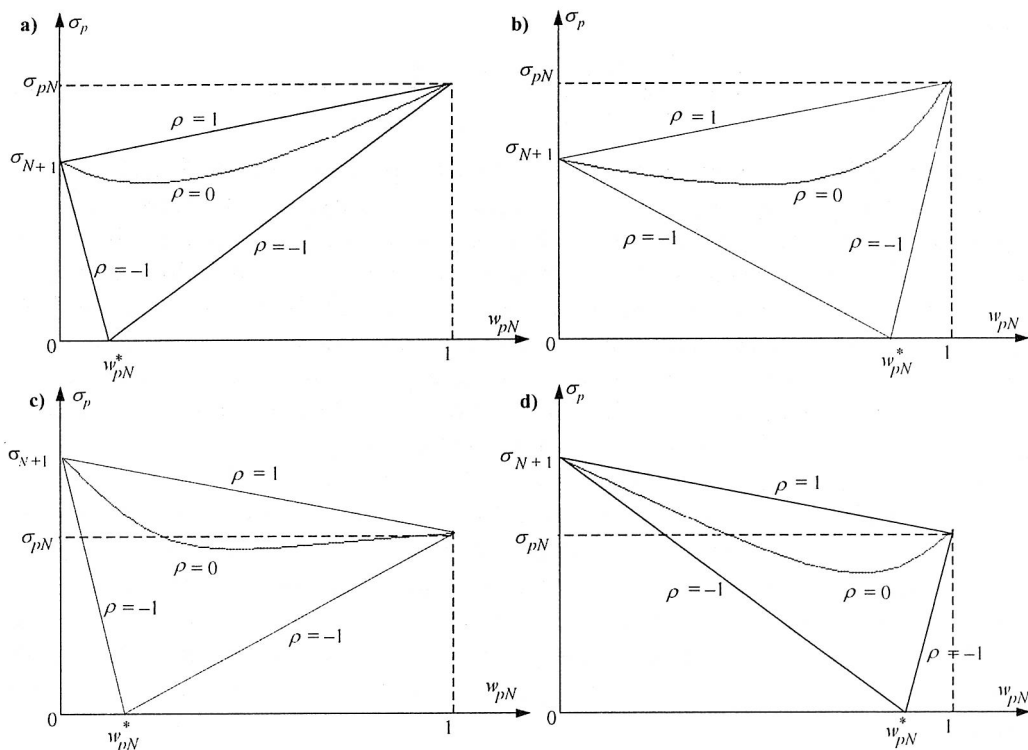
$$\rho_{pN, N+1} = -1 \Rightarrow \sigma_{p(N+1)} = |w_{pN} \sigma_{pN} - w_{N+1} \sigma_{N+1}|.$$

Rozważane sytuacje przedstawiono na rysunku 6.2a, b, c, d.

Jeśli wprowadzany do portfela nowy projekt inwestycyjny będzie mniej ryzykowny niż ryzyko już utworzonego portfela, to praktycznie zawsze otrzyma się zmniejszenie ryzyka portfela $(N+1)$ -elementowego, niezależnie od proporcji zainwestowania kapitału w poszczególne projekty (rys. 6.2a, b).

Jeśli ryzyko projektu nowego będzie większe niż ryzyko portfela wcześniej utworzonego, to redukcja ryzyka zależy przede wszystkim od wartości współczynnika korelacji stopy zwrotu tego portfela i stopy zwrotu projektu wprowadzanego. Im wartość współczynnika korelacji mniejsza, tym możliwość redukcji ryzyka większa (rys. 6.2c, d).

* Inwestowanie w aktywa kapitałowe daje większą możliwość doboru proporcji zainwestowania.



Rys. 6.2. Zależność ryzyka portfela od współczynnika korelacji i proporcji zainwestowania w portfolio $\{x_{pN}, x_{N+1}\}$

Fig. 6.2. Relationship between portfolio risk and portfolio weightings and correlation ratio

Można wyznaczyć w_{pN}^* , a tym samym w_{N+1}^* , dla którego σ_p jest najmniejsze. Kwadrat ryzyka portfela (wariancja)

$$\sigma_{p(N+1)}^2 = w_{pN}^2 \sigma_{pN}^2 + (1 - w_{pN})^2 \sigma_{N+1}^2 + 2w_{pN}(1 - w_{pN})\sigma_{pN}\sigma_{N+1}\rho_{pN, N+1}.$$

Po obliczeniu pochodnej wariancji po w_{pN} i przyrównaniu jej do zera,

$$\frac{\partial \sigma_{p(N+1)}^2}{\partial w_{pN}} = 2w_{pN}\sigma_{pN}^2 - 2(1 - w_{pN})\sigma_{N+1}^2 + 2(1 - 2w_{pN})\sigma_{pN}\sigma_{N+1}\rho_{pN, N+1} = 0$$

otrzymujemy

$$w_{pN}(2\sigma_{pN}^2 + 2\sigma_{N+1}^2 - 4\sigma_{pN}\sigma_{N+1}\rho_{pN, N+1}) = 2\sigma_{N+1}^2 - 2\sigma_{pN}\sigma_{N+1}\rho_{pN, N+1},$$

a więc

$$w_{pN}^* = \frac{\sigma_{N+1}^2 - \sigma_{pN}\sigma_{N+1}\rho_{pN, N+1}}{\sigma_{pN}^2 + \sigma_{N+1}^2 - 2\sigma_{pN}\sigma_{N+1}\rho_{pN, N+1}}$$

oraz

$$w_{N+1}^* = \frac{\sigma_{pN}^2 - \sigma_{pN}\sigma_{N+1}\rho_{pN,N+1}}{\sigma_{pN}^2 + \sigma_{N+1}^2 - 2\sigma_{pN}\sigma_{N+1}\rho_{pN,N+1}}. \quad (6.8)$$

Zwiększenie liczby projektów inwestycyjnych w procesie dywersyfikacji portfela, w celu budowy efektywnego portfela projektów inwestycyjnych rzeczowych, np. wprowadzenie nowego produktu do oferty asortymentowej, jest trudne, ponieważ istnieje ograniczona swoboda ustalania udziału w_i zainwestowania kapitału w dany projekt. Nakład inwestycyjny wynika z kosztów maszyn, urządzeń, zakupu technologii itp. i nie zawsze może być dobierany zgodnie z teoretycznie najlepszym udziałem w^* (minimalizującym ryzyko). Jeśli projekt inwestycyjny wymaga nakładu różnego od w^* , to można rozważać przyjęcie innego projektu, leżącego bliżej optymalnego udziału w^* spośród projektów o podobnym dochodzie, ryzyku i podobnej korelacji z istniejącym już portfelem. Można też rozważać zakup tańszej (lub droższej) technologii do produkcji rozważanego wyrobu. Można również zainwestować w papiery wartościowe (jeśli taka opcja nie jest sprzeczna ze strategią przedsiębiorstwa).

Na ogół projekt inwestycyjny, dołączany do już utworzonego portfela, jest bardziej ryzykowny niż portfel. Ponieważ jego udział w całym portfelu jest niewielki (zwykle), wpływ nowego projektu na ryzyko zależy przede wszystkim od wartości współczynnika korelacji między portfelem i nowo rozważanym projektem inwestycyjnym $\rho_{pN,N+1}$.

Zgodnie z prawem rynkowym, im większe ryzyko projektu inwestycyjnego, tym wyższa oczekiwana stopa zwrotu. Wprowadzenie zatem do portfela wcześniej utworzonego projektu inwestycyjnego, o większym ryzyku niż ryzyko tego portfela, spowoduje wzrost stopy zwrotu z portfela nowo utworzonego. W przypadku $\rho_{ij} = 1$ oraz $\rho = -1$ zależność między stopą zwrotu z portfela i ryzykiem portfela, zgodnie z wyrażeniami (6.4) i (6.7), jest liniowa. Jeśli współczynnik korelacji między stopami zwrotu $\rho_{ij} \in (-1, 1)$, to zależność ta nie jest liniowa (rys. 6.3).

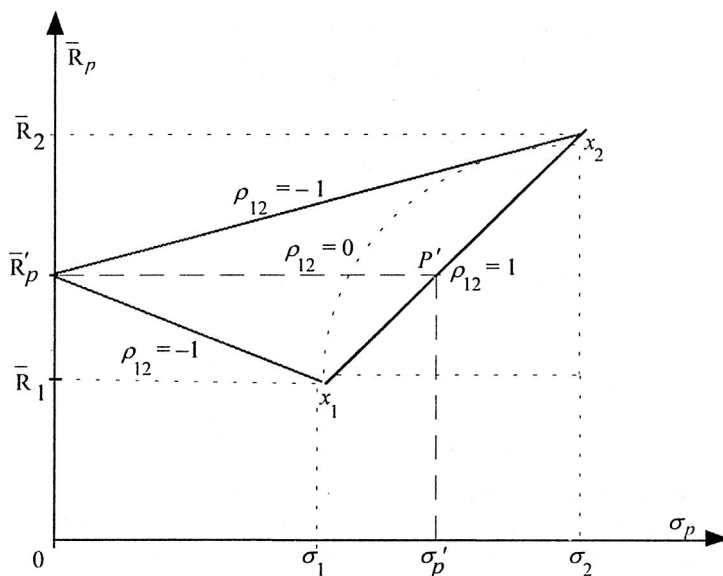
W procesie doboru projektów inwestycyjnych do portfela dwuelementowego ze względu na redukcję ryzyka należy wyszukiwać projekty o jak najmniejszym $\rho_{i,j}$ ($i, j = 1, 2, \dots, N, i \neq j$), ponieważ wówczas, istnieje największa szansa na redukcję ryzyka.

Z dotychczasowych rozważań wynikają trzy ważne wnioski.

1. Dobierając projekty inwestycyjne do portfela należy zwracać uwagę, aby były one jak najmniej dodatnio skorelowane.

2. Przedsiębiorstwo, prowadząc działalność, realizuje portfel projektów inwestycyjnych, zatem ryzyko nowego projektu inwestycyjnego, rozpatrywane w kontekście prowadzonej działalności, jest mniejsze niż ryzyko tegoż projektu rozpatrywanego w sposób wyizolowany.

3. Realizacja nowego projektu inwestycyjnego może powodować zmniejszenie ryzyka działalności firmy, jeśli nowy projekt jest mniej niż doskonale dodatnio



Rys. 6.3. Zbiór portfeli
Fig. 6.3. Portfolio opportunity set

skorelowany (współczynnik korelacji mniejszy od jedności) z działalnością firmy, a nakład inwestycyjny nie przekracza w^* .

Różnicę między ryzykiem pojedynczego projektu inwestycyjnego i ryzykiem tegoż projektu, traktowanego jako element portfela (działalność firmy), przedstawiono na przykładzie firmy wiertniczej.

Przykład 6.1

Rozważmy zadanie szacowania projektu inwestycyjnego polegającego na dokonaniu jednego wiercenia (tab. 6.3).

Tabela 6.3. Charakterystyka projektu

Nazwa	Wartość
NINV – wydatek inwestycyjny, tys. zł	2000
p_s – prawdopodobieństwo sukcesu	0,1
Pro – zysk w przypadku sukcesu, tys. zł	24000

Jeżeli wiercenie zakończy się sukcesem i zostanie znaleziona ropa, to zarobek wyniesie 24 000 000 zł. Jeśli nie, zostanie poniesiona strata w wysokości poniesionych nakładów, tj. 2 000 000 zł. Gdyby firma wykonała tylko jeden odwiert w ciągu roku, to byłoby 90% szans na to, że firma straci wyłożone pieniądze. Gdy jednak dokonuje ich więcej, np. 100, to należy sądzić, że ryzyko będzie o wiele mniejsze, ponieważ będzie to już ryzyko portfela projektów – odwiertów, które jest niższe niż ryzyko pojedynczego odwiertu.

Stopa zwrotu R_s w przypadku odniesienia sukcesu

$$R_s = \frac{24\,000\,000 \text{ zł}}{2\,000\,000 \text{ zł}} = 12,$$

a więc jest bardzo wysoka – 1200%. Ale szansa na jej uzyskanie wynosi tylko 10%.

Stopa zwrotu R_n w przypadku niepowodzenia

$$R_n = \frac{-2\,000\,000 \text{ zł}}{2\,000\,000 \text{ zł}} = -1$$

i prawdopodobieństwo zajścia tego zdarzenia jest bardzo duże – wynosi 90%.

Oczekiwana stopa zwrotu przy jednym wierceniu $\bar{R}_1$

$$\bar{R}_1 = 0,1 \cdot 12 + 0,9 \cdot (-1) = 1,2 - 0,9 = 0,3 = 30\%,$$

a ryzyko mierzone odchyleniem standardowym

$$\sigma = \sqrt{(12 - 0,3)^2 0,1 + (-1 - 0,3)^2 0,9} = 3,9 = 390\%.$$

Rozważmy teraz firmę wiertniczą, która prowadzi wiercenia w różnych miejscach geograficznych i rocznie dokonuje N odwiertów. Ponieważ rozpatrujemy działalność firmy wiertniczej jako całości, można założyć (z punktu widzenia finansowego), że dla pojedynczego wiercenia sukces lub porażka zachodzą niezależnie* w każdym wierceniu.

Potraktujmy stopę zwrotu z jednego wiercenia jako zmienną losową i założmy, że prawdopodobieństwo zajścia sukcesu lub porażki wynosi, odpowiednio dla:

$$R_{si} = 1200\%, p_{si} = 0,1,$$

$$R_{ni} = -100\%, p_{ni} = 0,9 \quad (i = 1, \dots, N), \quad N - \text{liczba wierceń.}$$

Założmy, że wartość współczynnika korelacji między R_i oraz R_j ($i \neq j$) jest równa zero

$$\rho(R_i, R_j) = \rho_{ij} = 0,$$

czyli R_i ($i = 1, \dots, N$) są zmiennymi losowymi nieskorelowanymi.

Wykonanie N wierceń można interpretować jako dokonanie N niezależnych prób. Ciąg prób $x_1, x_2, \dots, x_n$ można traktować jako zmienną losową o rozkładzie Bernoulliego i wówczas estymator prawdopodobieństwa sukcesu w N próbach (patrz lemat 1)

$$\bar{p}_s = \frac{E(I_s)}{N} = \frac{p_s \cdot N}{N} = p_s$$

oraz estymator prawdopodobieństwa porażki

$$\bar{p}_n = \frac{E(I_n)}{N} = \frac{(1 - p_s) \cdot N}{N} = 1 - p_s,$$

gdzie:

I_s – liczba sukcesów w N doświadczeniach – wierceniach,

I_n – liczba porażek w N doświadczeniach

W rozważanym przypadku zdarzeniem jest wykonanie wiercenia, zmienną losową – stopa zwrotu R o rozkładzie dwumianowym (R_s – z prawdopodobieństwem p_s , R_n – z prawdopodobieństwem $(1 - p_s) = p_n$). Po wykonaniu N odwiertów, zgodnie z lematem 1, mamy szansę na częstość pojawienia się sukcesów równą p_s .

* Chyba że firma dokonuje wierceń na tym samym polu naftowym i dałoby się udowodnić, że sukces jednego wiercenia wpływa na sukces lub porażkę kolejnych wierceń.

W rozważanym przypadku firmy wiertniczej, zgodnie ze wzorem (6.3), średnia stopa zwrotu z N odwiertów jest równa oczekiwanej stopie zwrotu z jednego wiercenia

$$\bar{R}_1 = \sum_{j=1}^2 R_j p_j = R_s \cdot p_s + R_p \cdot (1 - p_s) = 30\%.$$

Zgodnie z planem firma wykonuje N odwiertów rocznie. Załóżmy, że nakład inwestycyjny na jeden projekt wynosi $1/N$ wszystkich nakładów łącznie. Prawdopodobieństwo otrzymania określonej stopy zwrotu, ryzyko liczone odchyleniem standardowym oraz udział zainwestowanego kapitału dla pojedynczego projektu w stosunku do całego zainwestowanego kapitału przedstawiono w tabeli 6.4.

Tabela 6.4. Charakterystyka jednego wiercenia

Stopa zwrotu R z jednego odwiertu	Prawdopodobieństwo uzyskania stopy zwrotu R	Odchylenie standardowe stopy zwrotu R	Oczekiwana stopa zwrotu z jednego odwiertu $\bar{R}_1$	Udział zain- westowanego kapitału
1200%	$p_s = 0,1$	390%	30%	$1/N = 0,01$
-100%	$p_p = 0,9$			

Ryzyko portfela inwestycji złożonego z $N = 100$ projektów pojedynczych (patrz lemat 3)

$$\sigma_p = \frac{1}{N} \sqrt{N\sigma^2} = \sigma \sqrt{\frac{1}{N}} = 3,9 \cdot 0,1 = 0,39 = 39\%.$$

Im większe jest N , czyli liczba projektów inwestycyjnych w portfelu, tym mniejsze jest σ_p , czyli ryzyko portfela.

Dla portfela inwestycyjnego złożonego ze 100 wierceń, otrzymano oczekiwaną stopę zwrotu taką samą, jak w przypadku jednego wiercenia, prawdopodobieństwa sukcesu lub porażki również takie samo, ale ryzyko mierzone odchyleniem standardowym jest dziesięciokrotnie mniejsze.

Twierdzenie 2

Założmy, że rozważany jest zbiór N projektów inwestycyjnych o oczekiwanych stopach zwrotu $\bar{R}_i$, i ryzyku mierzonym odchyleniem standardowym σ_i ($i = 1, 2, \dots, N$). Proporcja zainwestowania w projekt inwestycyjny i wynosi w_i ,

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1.$$

Teza: 1. Można utworzyć taki portfel P^* – dokonać takiej dywersyfikacji projektów inwestycyjnych tworzących portfel, że wartość oczekiwana stopy zwrotu z portfela $\bar{R}_p$ będzie większa lub równa pewnej założonej stopie zwrotu R_0 , $\bar{R}_p \geq R_0$, a ryzyko portfela mierzone odchyleniem standardowym stopy zwrotu portfela σ_p^* będzie najmniejsze.

2. Można utworzyć taki portfel P^* – dokonać takiej dywersyfikacji projektów inwestycyjnych tworzących portfel, że ryzyko portfela mierzone odchyleniem standardowym stopy zwrotu portfela σ_p będzie mniejsze lub równe pewnemu założonemu

ryzyku $\sigma_p \leq \sigma_0$, a wartość oczekiwana stopy zwrotu z portfela $\bar{R}_p$ możliwie największa.

Dowód: Zdefiniujmy zmienną x_i , w taki sposób, że

$$x_i = \begin{cases} 0, & \text{jeśli projekt } i \text{ niewystąpi w portfelu,} \\ 1, & \text{jeśli projekt } i \text{ wystąpi w portfelu.} \end{cases}$$

Zadanie sprowadza się do znalezienia takich x_i ($i=1, \dots, N$), które minimalizują odchylenie standardowe σ_p dla ustalonego R_0 i

$$\sum_{i=1}^N x_i \leq N.$$

Dowód twierdzenia sprowadza się do rozwiązania modelu programowania kwadratowego całkowitoliczbowego.

Znaleźć:

$$\min_{x_i, i=1, \dots, N} \sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j w_i w_j \sigma_{ij}^2}, \quad (6.9)$$

przy ograniczeniach:

$$\sum_{i=1}^N x_i w_i \bar{R}_i \geq \bar{R}_0,$$

$$\sum_{i=1}^N w_i x_i \leq 1.$$

$$\sum_{i=1}^N x_i \leq N,$$

$$x_i = 0 \text{ lub } 1.$$

Rozwiązanie tego modelu, czyli znalezienie wartości x_i ($i=1, \dots, N$), wyznacza poszukiwany portfel P^* . I podobnie w przypadku, gdy przy określonym zadanym poziomie ryzyka portfela σ_0 takiego, że $\sigma_p \leq \sigma_0$ poszukuje się portfela o maksymalnej stopie zwrotu $\bar{R}_p^*$.

Znaleźć:

$$\max_{x_i, i=1, \dots, N} \bar{R}_p = \sum_{i=1}^N x_i w_i \bar{R}_i, \quad (6.10)$$

przy ograniczeniach:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j w_i w_j \sigma_{ij}^2} \leq \sigma_0,$$

$$\sum_{i=1}^N w_i x_i \leq 1,$$

$$\sum_{i=1}^N x_i \leq N,$$

$$x_i = 0 \text{ lub } 1.$$

Rozwiązanie tego modelu, czyli znalezienie wartości x_i ($i = 1, 2, \dots, N$) wyznacza poszukiwany portfel P^* .

Konstrukcja odpowiednio zdywersyfikowanego portfela projektów inwestycyjnych P^* ze względu na ryzyko i stopę zwrotu nie kończy procesu budowy portfela efektywnego. We wszystkich rozważaniach tu prowadzonych zakłada się istnienie nieograniczonej wielkości kapitału inwestycyjnego. Założenie to nie do końca może być respektowane. Po pierwsze, korzystanie z kapitału obcego jest ograniczone optymalną strukturą kapitałową przedsiębiorstwa (p. rozdz. 2, model Modiglianiego–Millera) [4], [58] oraz jego rosnącymi kosztami. Po drugie, korzystanie z kapitałów własnych wewnętrznych (zysk zatrzymany) jest ograniczone. Po trzecie, finansowanie kapitałem własnym pochodzącym z nowej emisji akcji jest również ograniczone rosnącymi kosztami kapitału [9], [29], [40], [49] i, co więcej, wymaga zgody walnego zgromadzenia akcjonariuszy. Proces konstrukcji portfela efektywnego wymaga więc ustalenia odpowiedniego sposobu finansowania go ze względu na jego wielkość i koszt.

6.2. Optymalizacja budżetu kapitałowego

Przedsiębiorstwo opracowuje swoje inwestycje kapitałowe na następne lata pod kątem opłacalności inwestycji. Szacuje nakłady kapitałowe, które należy ponieść na uruchomienie inwestycji i porównuje z przewidywanymi dochodami, uzyskanymi z tychże inwestycji. Portfel efektywny P^* powinien być finansowany takim kapitałem, którego koszt nie przekracza oczekiwanej wewnętrznej stopy zwrotu – IRR składowych portfela. W przeciwnym razie opłacalność portfela będzie malała. Optymalizacja budżetu kapitałowego daje możliwość wyznaczenia takiego sposobu finansowania portfela P^* , który zapewnia uzyskanie największego zysku, a jednocześnie uwzględnia ograniczenia wynikające ze struktury kapitałowej firmy i z dostępnych źródeł finansowania. Wszystkie metody szacowania opłacalności inwestycji pozwalają stworzyć listę rankingową inwestycji względem określonych kryteriów. Wymagają one uwzględnienia kosztu kapitału inwestycyjnego do dyskontowania spodziewanych wpływów gotówkowych z inwestycji. Do realizacji wybiera się te projekty inwestycyjne, które obiecują największe korzyści. W procesie optymalizacji można wyróżnić następujące kroki.

1. **Wybór źródeł finansowania.** Przedsiębiorstwo może korzystać z dwu podstawowych źródeł:

- dług: kredyt bankowy, obligacje, pożyczka,
- środki własne:
 - akcje uprzywilejowane,
 - wewnętrzne: zysk zatrzymany,
 - zewnętrzne: emisja i sprzedaż akcji zwykłych.

Z każdym źródłem wiąże się inny koszt kapitału [3], [4], [5], [9], [40], [49]. Przedsiębiorstwo w okresie przeszłej działalności wypracowuje określoną, najlepszą dla niego strukturę kapitału, tzn. udział poszczególnych źródeł finansowania w całości kapitału firmy. W finansowaniu nowych inwestycji powinno się uwzględniać ograniczenia wynikające ze strategii finansowej firmy, np. istniejącą strukturę kapitałową przedsiębiorstwa. Dobór zaś – źródło i wielkość kapitału z określonego źródła – powinien zapewniać minimalizację kosztu kapitału zaangażowanego do realizacji określonych zadań inwestycyjnych. Koszt kapitału inwestycyjnego oblicza się jako średni ważony koszt poszczególnych jego składników.

2. **Obliczenie kosztu kapitału** – rozumianego jako wydatek, jaki firma musi ponieść w zamian za uzyskanie funduszu, lub stosunek wydatku do wielkości kapitału (stopa). W prezentowanych tu rozważaniach koszt kapitału jest przedstawiony jako stosunek wydatku do wartości odpowiedniego kapitału. Średni ważony koszt kapitału w przedsiębiorstwie, przy założeniu, że wypracowana struktura kapitału jest $X_d : X_{ap} : X_w$, oblicza się następująco

$$k_k = X_d \cdot k_d + X_{ap} \cdot k_{ap} + X_w \cdot k_w,$$

gdzie:

X_d – udział kapitału zadłużeniowego, w kapitale stałym firmy,

X_{ap} – udział kapitału własnego – kapitał akcyjny uprzywilejowany w kapitale stałym firmy,

X_w – udział kapitału własnego, (zysk zatrzymany i akcje zwykłe) w kapitale stałym firmy,

$$X_d + X_{ap} + X_w = 1,$$

k_d – koszt kapitału zadłużeniowego,

k_{ap} – koszt kapitału z akcji uprzywilejowanych,

k_w – koszt kapitału własnego.

Ponieważ w sprawozdaniach finansowych firmy koszt niektórych form finansowania jest odejmowany od zysku przed opodatkowaniem (kredyt bankowy, obligacja), a niektórych od zysku po opodatkowaniu – np. dywidenda akcjonariuszy, do obliczania średniego kosztu kapitału przyjmuje się więc wielkość kosztu po uwzględnieniu podatku dochodowego [4], [29], [40], [49], aby sprowadzić porównanie kosztu kapitału inwestycyjnego pozyskanego z różnych źródeł do tych samych warunków, do poziomu zysku netto.

Koszt kapitału zadłużeniowego po opodatkowaniu oblicza się jako [49]:

$$k_d = i_d (1 - t),$$

gdzie:

i_d – stopa oprocentowania kredytu bankowego lub obligacji,

t – stopa podatku dochodowego.

Koszt kapitału własnego:

- koszt emisji akcji uprzywilejowanej [4], [9], [40], [49] wyraża się wzorem

$$k_{ap} = D_p / P_{net}$$

gdzie:

D_p – dywidenda roczna płacona posiadaczowi akcji uprzywilejowanej,

P_{net} – cena netto jednej akcji (cena – koszt emisji).

- koszt akcji zwykłych [4], [9], [40], [49] oblicza się według wzoru

$$k_e = (D_1 / P_o) + g,$$

a emisji nowych akcji [4], [9], [40], [49] według wzoru

$$k'_e = (D_1 / P_{net}) + g,$$

gdzie:

D_1 – dywidenda przyszlóroczna przypadająca na 1 akcję,

P_o – obecna cena rynkowa jednej akcji,

P_{net} – cena jednej akcji pomniejszona o koszty emisji,

g – spodziewana stopa wzrostu firmy (dywidendy bądź zysku netto).

Ze względu na koszt, finansowanie zewnętrzne obce jest tańsze, ponieważ część tego kosztu „pokrywa” urząd skarbowy, ale korzystanie z tych źródeł finansowania zwiększa ryzyko działalności firmy (p. rozdz. 2 i 4). (Większość dużych, rentownych firm, które mają do wyboru emisję obligacji lub akcji, wybiera emisję obligacji, ponieważ jest to tańsza forma uzyskania funduszy, a odpowiednio zdywersyfikowana działalność niweluje ryzyko.)

3. Określenie finansowania. Podczas planowania nowych inwestycji porównuje się koszty marginalne angażowanego kapitału z wewnętrznymi stopami zwrotu IRR projektów inwestycyjnych. Do realizacji wybiera się te projekty, których IRR gwarantuje pokrycie kosztów kapitału przy zachowaniu wewnętrznej struktury kapitału firmy [9], [40], [49].

Jedną z metod optymalnego wyboru źródeł finansowania inwestycji przedstawia prezentowany przykład.

Przykład 6.2 (na podstawie [49])

Firma TOR Corporation rozważa projekty inwestycyjne na przyszły rok. Po wstępnej selekcji, dalszej analizie są poddane inwestycje o takiej samej stopie ryzyka [9], [49], dla których IRR jest większe niż 10% (tab. 6.5).

Tabela 6.5. Projektowane inwestycje

Nazwa projektu	Żądany kapitał inwestycyjny mln zł	Wewnętrzna stopa zwrotu IRR, %
A	4,0	13,8
B	8,0	13,5
C	6,0	12,5
D	5,0	12,0
E	8,0	11,0
F	4,0	10,0

Aktualna struktura kapitału firmy jest następująca: 40% – kapitał obcy, 10% – kapitał akcyjny preferowany, 50% – kapitał akcyjny zwykły. W strategii finansowej firmy nie przewiduje się zmiany struktury kapitałowej. Firma może uzyskać następujące fundusze:

- dług: 5 mln zł – kredyt bankowy oprocentowany w wysokości $i_d = 9\%$ rocznie; więcej niż 5 mln zł – $i_d = 10\%$ rocznie

- kapitał własny: wykorzystanie własnych źródeł finansowania, zgodnie z przyjętą strategią finansową, powinno uwzględniać następujące ograniczenia:

- zaangażowanie 10 mln zł funduszu własnego w postaci zysku zatrzymanego,
- akcje preferowane, których stopa kosztu wynosi $k_{ap} = 10\%$ (roczna stopa dywidendy),
- dywidenda dla akcji zwykłych $D_o = 2$ zł płacona jest za 1 akcję zwykłą, której aktualna cena wynosi $P_o = 25$ zł,
- nowo wyemitowane akcje zwykłe będzie można sprzedawać po cenie $P_o' = 24$ zł za 1 akcję,
- przewiduje się $g = 7\%$ wzrost firmy,
- firma płaci $t = 40\%$ podatku dochodowego.

Aby optymalnie dobrać fundusz inwestycyjny, należy teraz obliczyć koszt kapitału inwestycyjnego oraz wyznaczyć budżet optymalny.

I. Obliczenie kosztu kapitału inwestycyjnego:

1. Koszt długu k_d

$$k_d = i_d (1 - t) = 9\% \cdot 0,6 = 5,4\% \text{ dla kredytu } \leq 5 \text{ mln zł,}$$

$$k'_d = i'_d (1 - t) = 10\% \cdot 0,6 = 6\% \text{ dla kredytu } > 5 \text{ mln zł.}$$

2. Koszt akcji preferowanej $k_{ap} = 10\%$.

3. Koszt kapitału własnego:

– zaangażowanego zysku (do 10 mln zł); zaangażowanie kapitału wiąże się z niewypłaconiem dywidendy akcjonariuszom, a więc

$$k_e = D_o (1 + g) / P_o + g = 2 \text{ zł} (1 + 0,07) / 25 \text{ zł} + 0,07 = 15,6 \%,$$

– emisji nowych akcji zwykłych

$$k'_e = D_o (1 + g) / P_o' + g = 15,9\%.$$

Po określeniu kosztu poszczególnych składników kapitału oblicza się możliwe do uzyskania najtańszym sposobem kwoty kapitału zgodne z istniejącą strukturą kapitału firmy.

4. Średni ważony koszt kapitału inwestycyjnego:

a) Najtańszą formą pozyskania kapitału inwestycyjnego jest zaciągnięcie kredytu bankowego w wysokości 5 mln zł. Ponieważ, zgodnie z celową strukturą kapitału firmy, ta forma finansowania stanowi 40% całego funduszu, a więc wielkość kapitału inwestycyjnego W_1 uzyskanego najniższym kosztem może wynosić najwyżej

$$W_1 = \frac{5 \text{ mln zł}}{0,40} = 12,5 \text{ mln zł.}$$

Na kwotę tę składa się: 5 mln zł – kredyt bankowy (0,4), 1,25 mln zł – akcje preferowane (0,1), reszta – 6,25 mln zł – kapitał własny (0,5).

Średni ważony koszt 12,5 mln zł kapitału inwestycyjnego wynosi

$$k(W_1) = 0,40 \cdot 5,4\% + 0,1 \cdot 10\% + 0,5 \cdot 15,6\% = 10,96\%.$$

b) Kapitał inwestycyjny przekraczający 12,5 mln zł będzie kosztował więcej, ponieważ koszt kredytu bankowego większego niż 5 mln zł wynosi już 6%. Zysku zatrzymanego zostało do wykorzystania tylko 10 mln zł – 6,25 mln zł = 3,75 mln zł. Zatem wielkość kapitału inwestycyjnego W_2 , możliwego do uzyskania po kosztach wyższych niż W_1 , ale niższych niż koszt maksymalny wynosi

$$W_2 = \frac{3,75 \text{ mln zł}}{0,5} = 7,5 \text{ mln zł.}$$

Na kwotę tę (zgodnie z celową strukturą finansowania) składają się: 3 mln zł – kredyt bankowy (0,4) z 6% kosztem, 0,75 mln zł – akcje preferowane (0,1) z 10% kosztem, 3,75 mln zł – środki obrotowe własne (0,5) z 15,6% kosztem.

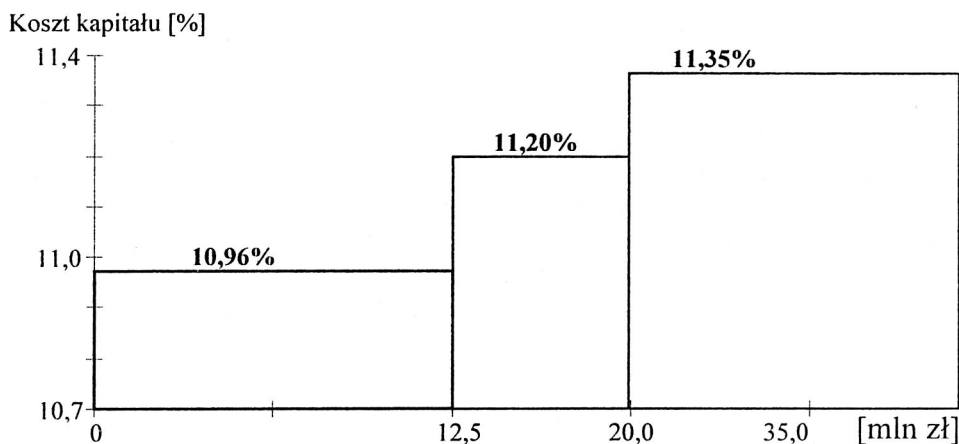
Średni ważony koszt kapitału W_2 wynosi

$$k(W_2) = 0,4 \cdot 6\% + 0,1 \cdot 10\% + 0,5 \cdot 15,6\% = 11,2\%.$$

c) Ponieważ są już wyczerpane możliwości korzystania z tańszych form finansowania, firma może uzyskać dowolną kwotę W_3 kapitału inwestycyjnego po koszcie

$$k(W_3) = 0,4 \cdot 6\% + 0,1 \cdot 10\% + 0,5 \cdot 15,9\% = 11,35\%.$$

Koszt planowanego kapitału zilustrowano na rysunku 6.4.



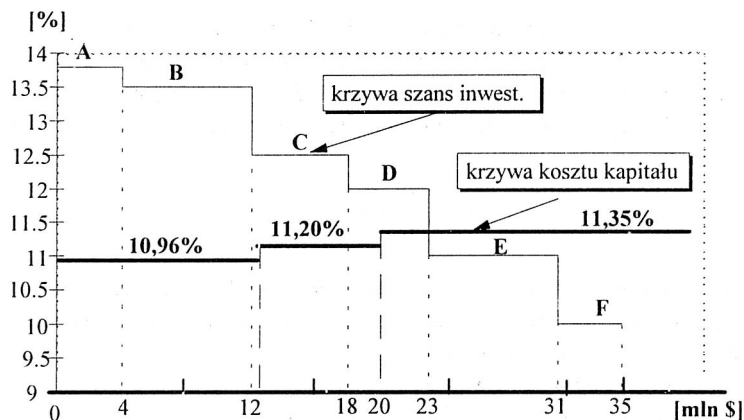
Rys. 6.4. Koszt krańcowy kapitału inwestycyjnego (na podstawie pracy [49])

Fig. 6.4. Marginal cost of capital investment curve

II. Wyznaczenie optymalnego budżetu inwestycyjnego

Optymalny budżet inwestycyjny otrzymuje się przez porównanie średniego ważonego kosztu kapitału oraz oczekiwanych stóp zwrotu z inwestycji (rys. 6.5). Wyznacza go punkt przecięcia się krzywej korzyści z krzywą marginalnych kosztów kapitału.

Optymalny budżet TOR Corporation wynosi 23 mln zł. Będą realizowane projekty A, B, C, D. Realizacja dodatkowych projektów E i F spowodowałaby zmniejszenie średniej stopy zwrotu z inwestycji, ponieważ koszt kapitału inwestycyjnego przewyższającego 23 mln zł jest wyższy niż oczekiwana wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji E i F.



Rys. 6.5. Krzywa stopy zwrotu inwestycji i krzywa marginalnych kosztów kapitału (na podstawie pracy [49])
 Fig. 6.5. Investment rate of return curve and marginal cost of capital curve

6.3. Procedura budowy portfela inwestycji

Podstawowym warunkiem uzyskania zadowalających efektów przedsięwzięć inwestycyjnych jest podporządkowanie procesu inwestowania założeniom strategii finansowej przedsiębiorstwa (rys. 6.6).

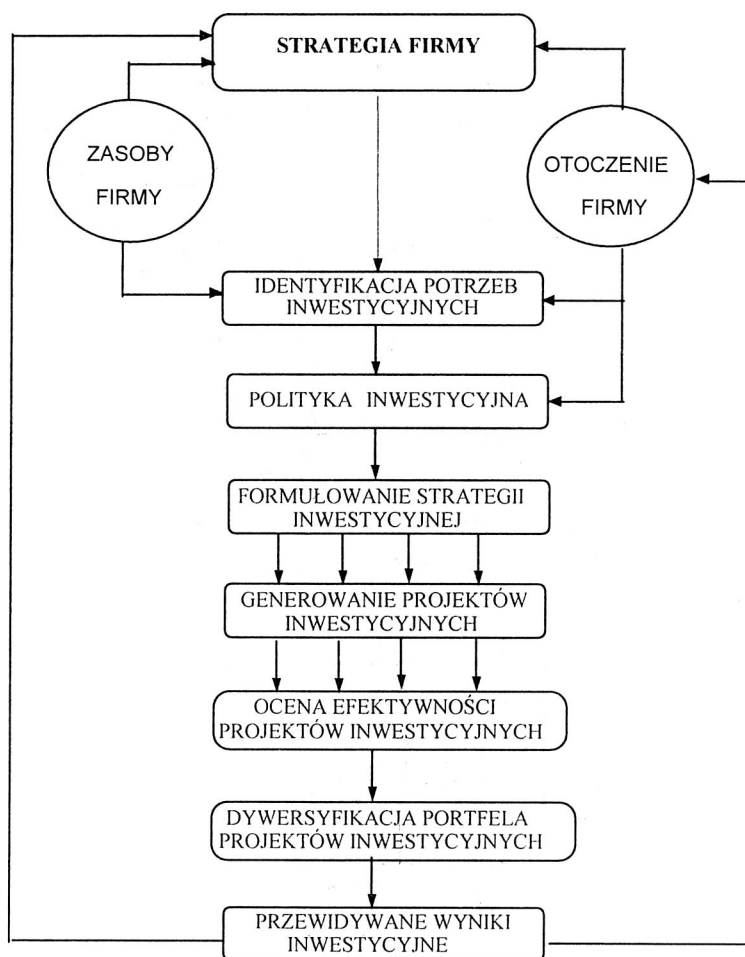
Ze względu na liczbę ograniczeń, wynikającą z otoczenia, np. L. Wasilewski wyróżnia: *Instytucjonalne otoczenie firmy: instytucje kapitałowe, organizacje rządowe, samorząd lokalny, dostawcy, organizacje poza rządowe, sądy gospodarcze, konkurenci, klienci* [72, s. 19] oraz wielkości wewnętrznych, których wpływ na działalność organizacji jest bardzo silny, opracowanie przedsięwzięć inwestycyjnych wymaga przestrzegania pewnych reguł zapewniających właściwe zarządzanie nimi. Pisze o tym B. Pełka: *Zarządzanie przedsięwzięciem projektowym celowo jest przeprowadzać na podstawie procedury ujętej w siedmiu fazach:*

1. *Badanie wpływu otoczenia.*
2. *Definiowanie przedsięwzięcia.*
3. *Opracowanie założeń projektowych.*
4. *Ocena projektu.*
5. *Akceptacja projektu.*
6. *Realizacja projektu.*
7. *Kontrola przedsięwzięcia* [54, s. 127].

Każda z wymienionych faz sama w sobie stanowi trudne zadanie menedżerskie.

Ocena przedsięwzięcia ze względu na jego efektywność w sensie ryzyka i stopy zwrotu powinna zawierać również problem doboru projektów inwestycyjnych do portfela (rys. 6.6).

Uwzględnienie wszystkich elementów prawidłowego konstruowania efektywnego portfela projektów inwestycyjnych wymaga przestrzegania pewnej procedury (rys. 6.7). Należy kolejno:

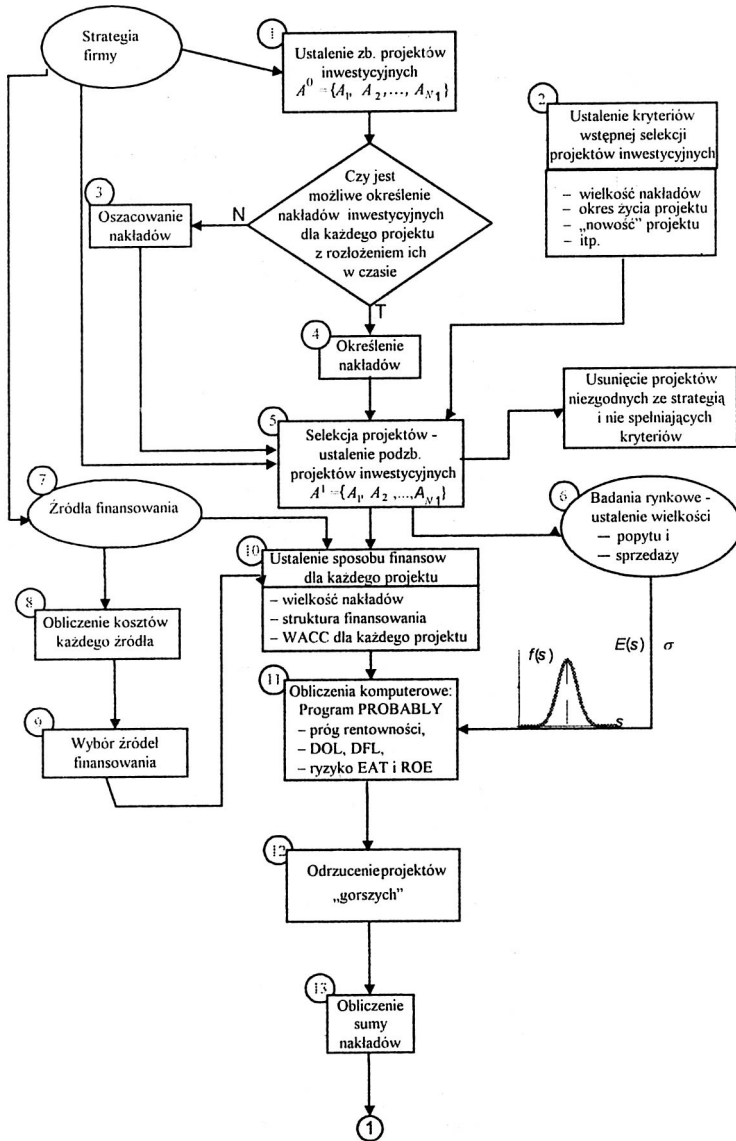


Rys. 6.6. Schemat procesu inwestowania*

Fig 6.6. Scheme of investment process

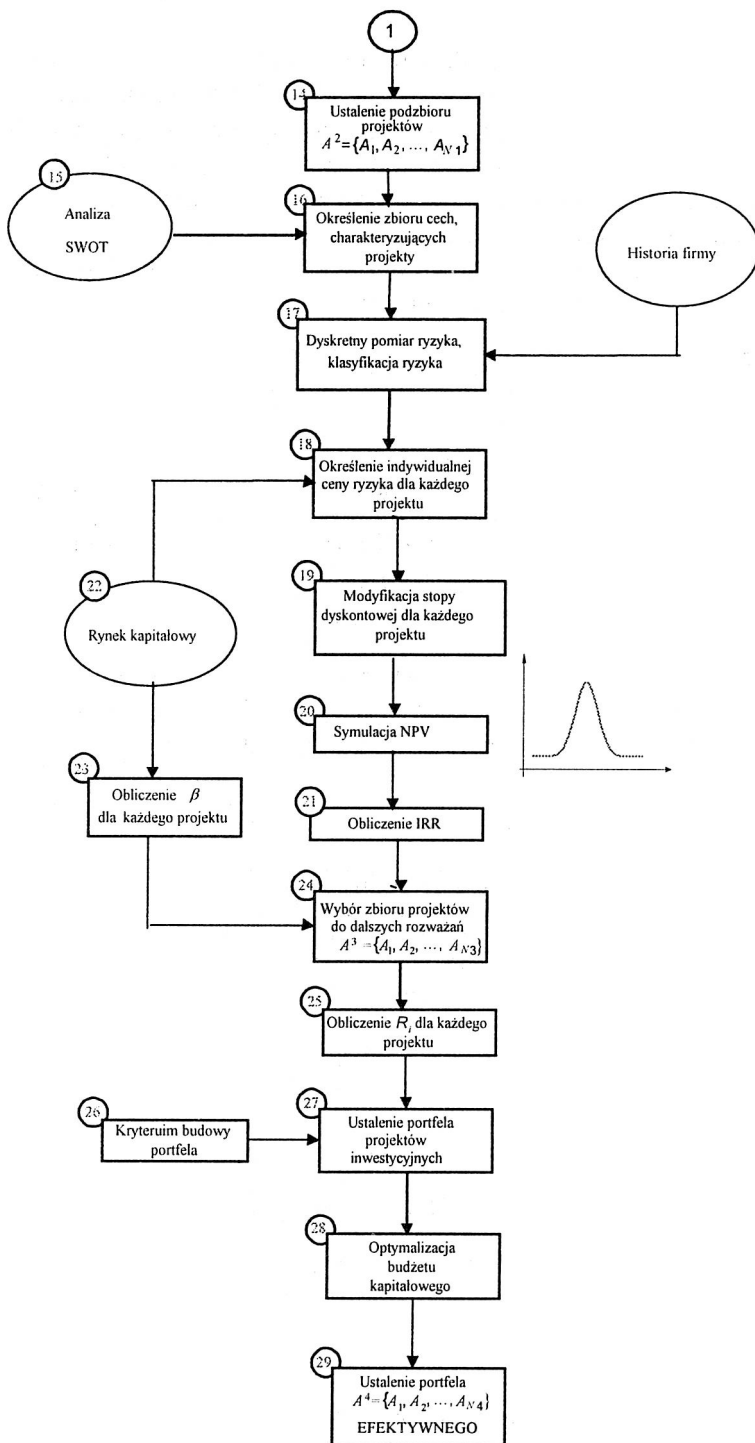
1. Dokonać selekcji wstępnej projektów inwestycyjnych.
2. Ustalić kryteria wstępne wyboru źródeł finansowania.
3. Oszacować wstępnie koszt poszczególnych źródeł finansowania.
4. Przeprowadzić analizę BEP, a następnie analizę wrażliwości (dźwignie), w celu eliminacji projektów nie do przyjęcia.
5. Oszacować ryzyko każdego z projektów.
6. Zanalizować opłacalność projektów.
7. Zbudować portfel projektów inwestycyjnych.

* Zmodyfikowany rysunek z pracy: H. TOWARNICKA, A. BROSKIEWICZ, *Przygotowanie i ocena inwestycji rzeczowych*, Wrocław, Wyd. AE, Wrocław 1994, s. 16.



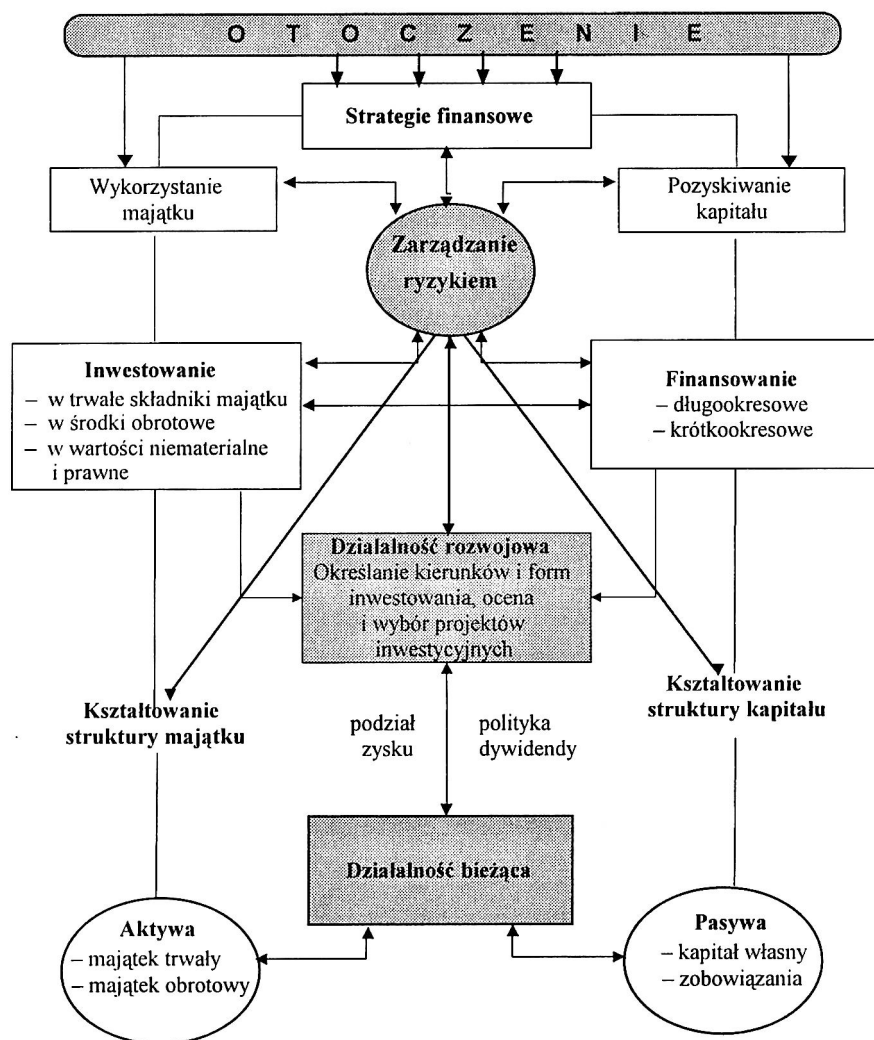
Rys. 6.7. Procedura budowy efektywnego portfela projektów inwestycyjnych

Fig. 6.7. Procedure of construction the effective portfolio of investment projects



Opis procedury

W czasach globalizacji gospodarki światowej wpływ zmian otoczenia na funkcjonowanie jednostki gospodarczej nie ogranicza się tylko do zmian wewnętrznych jednej gospodarki. Zmiany zachodzące na rynkach azjatyckich (Japonia, Korea Południowa), amerykańskim, europejskim kształtują rynki krajowe, a te z kolei zmieniają przestrzeń biznesu, w której jednostka się rozwija. Prognozowanie i uwzględnianie istotnych elementów kształtujących tę przestrzeń w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych i finansowych staje się koniecznością dla współczesnego inwestora dążącego do redukcji ryzyka inwestowania (rys. 6.8).



Rys. 6.8. Inwestowanie i zarządzanie ryzykiem (zmodyfikowany wg [93])

Fig. 6.8. Investment and risk management

W procedurze proponuje się równoległe rozważanie wszystkich istotnych czynników występujących w instytucjonalnym otoczeniu firmy, a zwłaszcza rynku kapitałowego, i podporządkowanie się strategii finansowej przedsiębiorstwa.

Blok 1. Ustalenie pierwotnego zbioru projektów inwestycyjnych A^0 . Zbiór ten zawiera wszystkie możliwe projekty inwestycyjne, będące wynikiem np. „burzy mózgów”, bez rozważań dotyczących możliwości ich realizacji, ale zgodnych ze strategią firmy.

Projekt inwestycyjny powinien zawierać informacje dotyczące:

- celów inwestowania, będących wynikiem globalnej strategii firmy,
- informacji o nakładach inwestycyjnych, bez których nie może być mowy o realizacji inwestycji,
- wielkości, struktury i charakterystyki źródeł finansowania inwestycji,
- efektów wynikłych z realizacji danej inwestycji (bezpośrednich, czyli efektów w postaci wyników finansowych, produkcyjnych oraz pośrednich dotyczących składników majątku trwałego),
- preferowanych kryteriów i metod oceny efektywności inwestycji,
- harmonogramów przebiegu produkcji,
- podmiotów uczestniczących w procesie inwestycyjnym,
- innych informacji dotyczących specyfiki projektu.

Blok 2. Określenie kryteriów wstępnej selekcji projektów. Każda jednostka gospodarcza działa w określonej „przestrzeni biznesu” (tab. 6.6) i podlega zarówno ograniczeniom wynikającym z tej przestrzeni, jak i specyfiki prowadzonej działalności: strategii firmy, wielkości jednostki, formy własności itp.

Tabela 6.6. Główne parametry otoczenia*

Główne obszary otoczenia	Otoczenie		
	stałe	zmiennie	burzliwe
1	2	3	4
Wytwarzane wyroby gotowe i usługi	Stać struktura produkcji Niezmienne parametry wyrobów gotowych	Zmiany stopniowe w strukturze produkcji Unowocześnienie wyrobów wprowadzenie do produkcji nowych wyrobów Zmiany możliwe do przewidzenia	Duża częstość zmian struktury produkcji Wysokie tempo odnowy wyrobów gotowych Krótkie cykle życia wyrobów Zmiany zaskakujące
Technologia produkcji	Brak lub niewielkie zmiany w technice i technologii produkcji nie przynoszące poprawy parametrów użytkowych	Rosnące tempo zmian w technice i technologii produkcji wpływające na jakość wyrobów gotowych i sposobów wykorzystania czynników produkcji	Wysokie tempo kreowania i zastosowania postępu technicznego Nowe wyroby gotowe i nowa technologia Szybkie starzenie się wyrobów i technologii

* *Ibidem.*

1	2	3	4
Rynek	Stabilne potrzeby rynku Stały zbiór dostawców i odbiorców	Wzrost zmienności potrzeb rynku Pojawienie się nowych konkurentów na wejściu i wyjściu Zmiany dające się przewidzieć	Duża zmienność potrzeb rynku Ostra konkurencja Sytuacja rynkowa trudna do przewidzenia
Rozwiązania systemowe	Stabilność rozwiązań systemowych	Regulacje systemowe zmienne i wymuszające poprawę działalności Zmiany niekiedy chaotyczne i wewnętrznie sprzeczne	Polityka gospodarcza zmienna, trudna do przewidzenia, wymagająca zmiany dotychczasowych zachowań producentów
Warunki społeczno polityczne	Spokój społeczno-polityczny	Niepewne, lecz bez oznak niepokoju i zagrożeń	Gwałtowne zmiany społeczno polityczne Możliwość strajków Zaburzenia w stosunkach handlowo-monetarnych

Sformułowane w bloku 2 kryteria, wynikające z analizy SWOT, będą eliminować z dalszych rozważań te projekty inwestycyjne, które nie spełniają odpowiednich wymogów. Jednym z najważniejszych ograniczeń każdej działalności jest wielkość nakładów inwestycyjnych, jakie firma może ponieść w określonym odcinku czasu. Jeśli w zbiorze A^0 istnieją projekty wymagające nakładów przekraczających ograniczenia, powinno się je usunąć ze zbioru A^0 . (Na tym etapie rozważań zakłada się, że takie ograniczenia nie występują.)

Blok 3, 4. Szacowanie lub obliczanie nakładów inwestycyjnych dla każdego projektu. Należy zwrócić uwagę, że niezwykle istotne jest rozłożenie (jeśli jest możliwe) wydatków inwestycyjnych w czasie. Nie zawsze wymagany jest cały kapitał w chwili rozpoczęcia realizacji projektu inwestycyjnego. Pieniądz kosztuje. Lepiej zaangażować go wtedy, gdy jest on konieczny. Wartość pieniądza w czasie zmienia się. Dziś otrzymane 1 000 000 zł jest o wiele więcej warte, niż 1 000 000 zł otrzymane za dwa lub pięć lat. Z tego względu 1 000 000 zł zaangażowany dziś, kosztuje inwestora więcej, niż 1 000 000 zł zaangażowany później. Nie zawsze też konieczne jest zakupienie maszyny, urządzenia itp. Czasami wystarczy wydzierżawić je na określony czas. Wiąże się to ściśle z projektem inwestycyjnym: kiedy, gdzie, za ile kupić, wykonać, wydzierżawić itp.

Blok 5. Selekcja projektów. Na podstawie kryteriów zdefiniowanych w bloku 2 oraz ograniczeń wysokości nakładów inwestycyjnych (jeśli wystąpią) dokonuje się wyboru elementów zbioru projektów inwestycyjnych A^1 , które podlegają dalszej analizie i są uwzględniane w kolejnych krokach procedury.

Blok 6. Badania rynkowe. Dla każdego projektu inwestycyjnego ze zbioru A^1 proponuje się wykonanie badań rynkowych w celu ustalenia wielkości popytu oraz wielkości sprzedaży wyrobów, usług i ceny (p. rozdz. 5). Projekt nie powinien być realizowany, jeśli rynek nie zakupi wyników projektu – produktów, usług. Badania rynku powinno się prowadzić z uwzględnieniem niepewności szacowanej wielkości

popytu i sprzedaży, np. obliczać wartość oczekiwaną i odchylenie standardowe wielkości sprzedaży albo obliczać prawdopodobieństwo osiągnięcia założonych wielkości sprzedaży. Zaleca się również specyfikację warunków sprzyjających i niesprzyjających ich osiągnięcia oraz analizę wrażliwości w celu określenia czynników najsilniej wpływających na wielkość sprzedaży.

Blok 7. Określenie dostępnych źródeł finansowania. We współczesnej gospodarce istnieje wiele możliwych źródeł finansowania projektów inwestycyjnych (p. rozdz. 2 i 3) – nie tylko kredyt bankowy i zysk zatrzymany. Globalizacja gospodarki stwarza szanse korzystania ze źródeł kapitału rynku rodzimego jak i rynków obcych. W zależności od rodzaju inwestycji (wielkości, rynków zbytu) korzystanie z możliwości finansowania kapitałem pochodzenia zagranicznego może być najdogodniejszym (czasami jedynym) sposobem zrealizowania projektu. Wskazane jest również korzystanie z factoringu i forfaitingu, co powoduje przyspieszenie obrotu gotówki. Nie zawsze zakup maszyn, urządzeń koniecznych do realizacji projektu jest najlepszym sposobem zdobycia środków produkcji. Zakup powoduje zamrożenie środków pieniężnych na długi czas. Aby projekt inwestycyjny mógł być realizowany, środki produkcji niekoniecznie muszą być własnością inwestora. Można je wydzierżawić, wziąć w użytkowanie. Firmy leasingowe oferują w tym zakresie szerokie możliwości.

Blok 8. Obliczenie kosztów każdego źródła. W konkurencyjnej gospodarce każdy towar ma swoją cenę – również kapitał. Jego koszt zależy od popytu i podaży kapitału, ale także od ryzyka projektów inwestycyjnych i liczby jednostek pośredniczących zaangażowanych w jego przepływ (p. rozdz. 2 i 3) oraz polityki rządu. Rynek kapitałowy podlega wahaniom rynkowym tak samo, jak każdy inny rynek. Zmieniają się oczekiwania kapitałodawców. Dlatego również koszt kapitału nie jest wielkością niezmienną. W procesie szacowania kosztów kapitału należy uwzględnić tę zmienność, szczególnie przy rozpatrywaniu projektów inwestycyjnych o długim horyzoncie czasowym.

Blok 9. Wybór źródeł finansowania. Ze względu na ograniczenia wynikające z przyjętej strategii firmy nie wszystkie dostępne źródła finansowania mogą być wykorzystane w każdej sytuacji – do każdego projektu inwestycyjnego. Wydaje się, co prawda, że korzystanie z wielu źródeł jednocześnie zmniejsza ryzyko kapitałobiorcy – wahania rynku nie wpływają w takim samym stopniu na każdego kapitałodawcę – „rozkłada” ryzyko na wiele jednostek. Ale koszt źródeł finansowania i związane z nimi dodatkowe ograniczenia także mogą decydować o ich wyborze.

Blok 10. Ustalenie sposobu finansowania każdego projektu inwestycyjnego. Po dokonaniu wyboru źródeł finansowania możliwych do wykorzystania w warunkach inwestującej jednostki, z uwzględnieniem wielkości nakładów, przeznaczenia i ich rozłożenia w czasie, należy zaprojektować sposób finansowania każdego projektu inwestycyjnego ze zbioru A^1 . I na tej podstawie dla każdego z nich należy obliczyć średni ważony koszt kapitału WACC.

Blok 11. Obliczenia komputerowe. Program PROBABLY. Proponowane tu obliczenia mają na celu zbadanie ryzyka projektów. Ryzyko jest badane za pomocą

stopnia dźwigni operacyjnej DOL i finansowej DFL oraz stopnia dźwigni łącznej. Obrazują one celowość finansowania projektów wybranymi źródłami finansowymi. Obliczenie ryzyka – prawdopodobieństwa otrzymania zysku po opodatkowaniu EAT i stopy zwrotu z kapitału własnego ROE, obrazuje ocenę szansy uzyskania założonych celów (p. rozdz. 4). Do wykonania koniecznych obliczeń opracowano program komputerowy PROBABLY, który znakomicie ułatwia przeprowadzenie odpowiednich analiz. *Nie znaczy to jednak, że bez tego programu nie jest możliwe wykonanie tychże analiz.* Wyniki obliczeń są podstawą eliminacji projektów gorszych.

Blok 12. Odrzucenie projektów „gorszych”. Dokonuje się eliminacji projektów „gorszych”. Za projekty gorsze uznaje się projekty najbardziej ryzykowne, tzn. o wysokim DOL, DFL i jednocześnie dające niewielkie prawdopodobieństwo uzyskania założonych zysków, albo nie spełniające odpowiednich założeń i ograniczeń. Jeśli takie ograniczenia nie istnieją, to po obliczeniu sumy nakładów na projekty ze zbioru A^1 przystępuje się do ustalenia zbioru projektów inwestycyjnych A^2 , które podlegają dalszej analizie.

Blok 13. Obliczenie sumy nakładów. Po odrzuceniu projektów „gorszych” oblicza się wymagane nakłady inwestycyjne.

Blok 14. Ustalenie zbioru projektów A^2 . W zbiorze A^2 znajdują się projekty inwestycyjne, których realizacja nie przekracza ograniczeń finansowych firmy w danym okresie oraz spełniające wstępne kryteria wynikające ze strategii firmy, rynku, ryzyka oraz dostępnych źródeł finansowania.

Blok 15. Analiza SWOT wykonywana dla celów budowy portfela projektów inwestycyjnych służy do wytypowania wielkości istotnie wpływających na ryzyko projektów ze zbioru A^2 . Wielkości te mogą dodatnio lub ujemnie oddziaływać na szanse uzyskania pozytywnego wyniku realizacji projektu.

Blok 16. Określenie zbioru cech charakteryzujących projekty. Przed przystąpieniem do dyskretnego pomiaru ryzyka projektów (klasyfikacji projektów do klas ryzyka) należy sformułować kryteria będące podstawą klasyfikacji oraz zdefiniować klasy. Wytypowane wielkości w bloku 15 i indywidualne cechy projektów tworzą wstępny zbiór cech. Należy dokonać selekcji i redukcji cech, opracować sposób ich kwantyfikacji, a także przeprowadzić standaryzację cech (p. podrozdz. 4.3 oraz [1], [13], [66], [76], [94]). Czasami, dla zaznaczenia wyjątkowej ważności, cesze przypisuje się odpowiednią wagę.

Blok 17. Dyskretny pomiar ryzyka. Na podstawie dostępnej informacji o cechach zdefiniowanych w bloku 16 oraz danych historycznych firmy należy dokonać wyboru algorytmu klasyfikacji. Dane historyczne tworzą ciąg uczący i są podstawą estymacji odpowiednich rozkładów albo tylko szacowania ceny ryzyka. Wynikiem realizacji działań bloku 17 jest dyskretny pomiar ryzyka każdego projektu ze zbioru A^3 . Zwraca uwagę fakt, że zaproponowana dyskretna miara ryzyka niesie ze sobą informacje zarówno o otoczeniu, jak i indywidualną o projekcie. Co więcej, ponieważ znane są kryteria, według których dokonuje się klasyfikacji, tym samym znane są przyczyny wystąpienia ryzyka (p. rozdz. 5).

Blok 18. Określenie indywidualnej ceny ryzyka każdego projektu. Historia firmy, dokonana klasyfikacja oraz informacje charakteryzujące rynek kapitałowy są podstawą zdefiniowania kosztu ryzyka każdego rozważanego projektu. Za większe ryzyko należy spodziewać się wyższej ceny. W szacowaniu opłacalności projektów inwestycyjnych bardziej ryzykownych należy się spodziewać wyższych kosztów.

Blok 19. Modyfikacja stopy dyskontowej. Podstawą metod szacowania opłacalności projektów inwestycyjnych są wypracowane przez nie strumienie gotówki CF_t . W metodzie NPV strumienie gotówki są odpowiednio dyskontowane i porównywane z nakładami inwestycyjnymi. Stopę dyskontową najczęściej przyjmuje się na poziomie WACC. W tej procedurze proponuje się przyjąć stopę dyskontową, ustaloną indywidualnie dla każdego projektu jako sumę WACC oraz ceny ryzyka.

Blok 20. Symulacja NPV. We wszystkich rozważaniach w tej pracy zakłada się losową zmienność wielkości. Dlatego obliczenie NPV dla każdego projektu proponuje się również wykonać metodą, która zapewnia ujęcie losowości zadania – metodą symulacji. Wyniki symulacji są podstawą eliminacji z dalszych rozważań projektów o $NPV < 0$, projektów nieopłacalnych.

Blok 21. Obliczenie IRR. Dla projektów opłacalnych względem NPV oblicza się wewnętrzną stopę zwrotu – IRR, według której buduje się listę rankingową projektów. Lista ta może być wykorzystana w procesie optymalizacji budżetu kapitałowego.

Blok 22. Rynek kapitałowy. Analiza rynku kapitałowego dostarcza menedżerom informacji przede wszystkim o aktualnej rynkowej cenie ryzyka, o fluktuacjach ceny oraz o ryzykowności poszczególnych branż i działalności. Jeśli w zbiorze A^2 są projekty inwestycyjne, dla których można znaleźć odpowiedniki na rynku akcyjnym, to ryzyko projektu można oszacować z ich pomocą.

Blok 23. Obliczenie współczynnika β dla każdego projektu. Współczynnik beta odzwierciedla ryzyko projektów indywidualnych w stosunku do zachowania się całego rynku. Jeśli zna się rynkową cenę ryzyka, można określić rynkową cenę (lub koszt) ryzyka rozważanego projektu.

Blok 24. Wybór zbioru projektów do dalszych rozważań A^3 . Ze zbioru A^2 są eliminowane projekty nieopłacalne ze względu na NPV oraz te, dla których IRR jest wyraźnie mniejsze niż wynikałoby to z rynkowej ceny ryzyka.

Blok 25. Obliczenie R_i dla każdego projektu. Ponieważ w dalszych rozważaniach dogodnie jest operować pojęciem stopy zwrotu, proponuje się obliczyć wskaźnik zyskowności każdego projektu – PI, którego sposób obliczania (iloraz sumy zdyskontowanych CF_t i sumy zdyskontowanych nakładów) wyraźnie odpowiada ogólnie przyjętemu sposobowi obliczania stopy zwrotu.

Blok 26. Kryterium budowy portfela. W tej pracy efektywność portfela projektów inwestycyjnych rozważa się w sensie ryzyka i stopy zwrotu. Ponieważ w inwestowaniu im wyższa żądana stopa zwrotu, tym należy oczekiwać większego ryzyka, oraz im mniejsze ryzyko, tym należy oczekiwać niższej stopy zwrotu, powinno się jasno sformułować oczekiwania inwestorów, według których ma być budowany portfel projektów. Za pomocą modeli zaproponowanych w tej pracy można rozwiązać

dwa zadania: zbudować portfel minimalizujący ryzyko, przy zadanym poziomie żądanej stopy zwrotu, albo maksymalizujący stopę zwrotu, przy zadanym poziomie ryzyka.

Blok 27. Ustalenie portfela projektów inwestycyjnych. Spośród projektów inwestycyjnych zawartych w zbiorze A^3 budowany jest portfel według kryteriów sformułowanych w bloku 26. Do dywersyfikacji portfela (p. rozdz. 6) wykorzystuje się metodę programowania kwadratowego (całkowitoliczbowego). Projekty inwestycyjne ujęte w portfelu są podstawą optymalizacji budżetu kapitałowego.

Blok 28. Optymalizacja budżetu kapitałowego. W procesie ustalania budżetu kapitałowego dokonuje się porównania IRR projektów oraz kosztów źródeł finansowania. Rozpoczynając proces porównywania od najniższych kosztów finansowania portfela projektów inwestycyjnych i najwyższych IRR projektów (p. rozdz. 6), dokonuje się wyboru projektów zapewniających maksymalizację stopy zwrotu z portfela projektów inwestycyjnych.

Blok 29. Ustalenie efektywnego portfela projektów inwestycyjnych. Portfel efektywny tworzy się przez eliminację z portfela utworzonego w bloku 27 projektów nie spełniających kryterium optymalizacji budżetu kapitałowego.

W procedurze budowy portfela projektów inwestycyjnych rozważa się wiele ograniczeń wynikających z otoczenia i działalności jednostki organizacyjnej. Szczególną uwagę zwrócono na rozpatrywanie rynku kapitałowego równoległe z cechami charakteryzującymi projekty inwestycyjne. Wydaje się, że niektóre elementy rynku kapitałowego, np. dostępne źródła finansowania, powinny być analizowane przez menedżerów firmy nie tylko w momencie podejmowania decyzji inwestycyjnych, ale powinny być rutynowym elementem zarządzania firmą.

7. Uwagi końcowe

Dynamiczny rozwój technologii wytwarzania, techniki, komunikacji, źródeł energii, rynków zbytu, rynków finansowych itp., obserwowany w ostatnich latach, wpływa na zmiany zachowania się firm funkcjonujących w gospodarce światowej i zmiany stylów zarządzania. Konkurencyjna gospodarka wolnorynkowa wymusza stosowanie coraz bardziej skomplikowanych metod wspierania decyzji menedżerskich. Jak wspomniano wcześniej, jeden z naukowców zajmujących się zarządzaniem finansami – Haugen – stwierdził: *Aby przetrwać na rynku, musisz po pierwsze być czujny. Po drugie, musisz dysponować umiejętnością przeprowadzania nawet najbardziej skomplikowanych analiz* [29, s. 5]. Bycie „czujnym” oznacza zarówno ciągłą obserwację i analizę otoczenia i konkurencji, jak również ciągłe monitorowanie – obserwację, analizę i diagnozowanie stanu własnej firmy – tylko wtedy jest możliwa szybka reakcja na zmiany otoczenia i elastyczne dostosowanie się do potrzeb konkurencyjnego rynku. We współczesnej literaturze z zakresu zarządzania finansami wiele uwagi poświęca się omawianiu procesu podejmowania decyzji inwestycyjnych i finansowych. Inwestowanie jest traktowane jako sposób mający decydujący wpływ na rozwój i przetrwanie organizacji w konkurencyjnej gospodarce.

Wydaje się, że wykonywanie dosyć skomplikowanych analiz opłacalności projektów inwestycyjnych przed fizycznym rozpoczęciem ich realizacji, tak jak zaproponowano w prezentowanej w pracy procedurze, jest mniej kosztowne niż ewentualne wycofanie się z projektów już rozpoczętych, jest wysiłkiem, który warto ponieść. Zaowocuje mniejszą liczbą nietrafnych inwestycji, a przede wszystkim zwróci uwagę decydentów na istotne elementy ryzyka, a w konsekwencji stworzy możliwość uniknięcia go, a może nawet pozwoli go wyeliminować. Współczesna technika komputerowa daje możliwość prowadzenia nawet bardzo trudnych analiz. Ich wyniki mogą stanowić podstawę wycofania się odpowiednio wcześniej z projektów nie spełniających oczekiwań, nie rokujących powodzenia. Z przedstawionych w pracy badań wynika, że we współczesnej turbulentnej gospodarce jednym z podstawowych zadań postawionych przed menedżerami firmy jest

szukanie dróg rozwoju pozwalających na unikanie ryzyka, ograniczanie go i zabezpieczanie firmy przed ryzykiem.

W turbulentnych warunkach gospodarczych ryzyko związane z działalnością firmy jest wysokie. Zaprezentowana w pracy metodyka budowy efektywnego portfela inwestycji prezentuje problem dywersyfikacji portfela projektów inwestycyjnych ze względu na stopę zwrotu i ryzyko stowarzyszone z działalnością inwestycyjną. Rozważa się opłacalność inwestycji w sensie zwrotu poniesionych nakładów i niepewności otrzymania spodziewanych efektów, ale również zwraca uwagę na źródła finansowania inwestycji, które pociągają za sobą określone koszty. Dynamicznie rozwijający się rynek kapitałowy stwarza możliwości korzy-

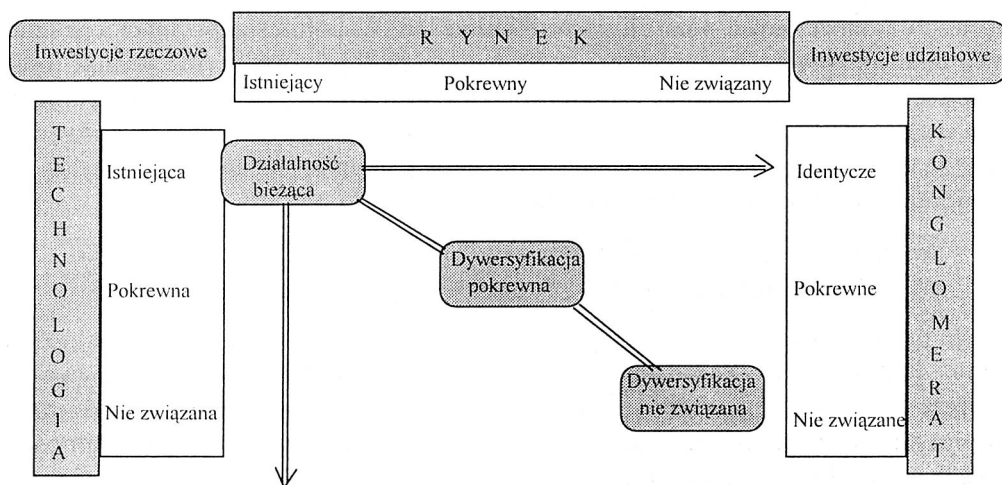
stania z wielu instrumentów finansowych. W procesie analizy opłacalności inwestycji szczególnie ważne staje się

jednoczesne rozważanie efektywności inwestycji oraz zachowania się rynku finansowego jako potencjalnego źródła ich finansowania.

W tej pracy inwestycję traktowano bardzo szeroko, wychodząc z założenia, że w gospodarce wolnorynkowej każdy nakład finansowy, ponoszony z myślą o przyszłych korzyściach, jest inwestycją. Uznano, że taki sposób rozumienia inwestycji podkreśla najważniejsze cechy inwestycji, a tym samym również cechy inwestowania: ryzyko, czas i element psychologiczny.

Przedsięwzięcia inwestycyjne są to działania mające na celu inwestowanie rzeczowe, a także inwestowanie finansowe, rozumiane jako zakup udziałów innych przedsiębiorstw – konglomerat (rys. 7.1). Konglomerat dotyczy angażowania wolnych kapitałów jednostki w działalność innych jednostek gospodarczych o identycznym profilu działalności, podobnym lub zupełnie nie związanym z działalnością jednostki inwestującej.

Inwestowanie obejmuje więc również angażowanie kapitałów na rynku finansowym. Rynek ten stwarza możliwość uczestniczenia w rynku kapitałowym każdej jednostce, osobie czy organizacji, posiadającej wolne zasoby pieniężne. Umożliwia efektywną alokację nadwyżek kapitałowych istniejących w gospodarce oraz płynną dystrybucję i właściwe rozlokowanie kapitału w najbardziej potrzebujących go miejscach gospodarki. Uważa się, że zapewnia on najwyższą stopę zwrotu, jaka może być osiągnięta z zainwestowanego kapitału.



Rys. 7.1. Dywersyfikacja portfela projektów inwestycyjnych

Fig. 7.1. Diversification of investment project portfolio

Spółkom poszukującym kapitałów inwestycyjnych rynek kapitałowy stwarza możliwości uzyskania potrzebnego kapitału od szerokiej rzeszy kapitałodawców na drodze emisji akcji lub obligacji.

Ceny papierów wartościowych zależą od sytuacji gospodarczej danego kraju i otoczenia. Ona kreuje popyt i podaż na określone aktywa finansowe, w tym również papiery wartościowe. Rozpatrując emisje papierów wartościowych jako źródło kapitału inwestycyjnego firmy, w pracy zwrócono uwagę, że w procesie pozyskiwania kapitału zawsze biorą udział dwie strony: kapitałobiorca i kapitałodawca.

Co dla jednej strony jest kapitałem inwestowanym, dla drugiej jest kapitałem pozyskiwanym. Co dla jednej strony jest zyskiem, dla drugiej jest kosztem.

Zwrócono uwagę na fakt, że transakcja kupna sprzedaży papieru wartościowego na rynku kapitałowym dochodzi do skutku wówczas, gdy kupujący i sprzedający (kapitałodawca i kapitałobiorca) osiągną konsensus co do ceny papieru oraz warunków towarzyszących transakcji.

Od prawidłowo dokonanej wyceny wartości papierów zależy ilość pozyskanego na tej drodze kapitału i jego koszt dla kapitałobiorcy oraz stopa zwrotu potencjalnego kapitałodawcy. Koszt kapitału dla kapitałobiorcy zależy od żądanej przez potencjalnego kapitałodawcę premii za ryzyko. Dlatego, omawiając podejmowanie decyzji inwestycyjnych i finansowych w przedsiębiorstwie, uwzględniono również analizę decyzji finansowej od strony potencjalnego kapitałodawcy – nabywcy papieru wartościowego. Pozwala to kapitałobiorcom uniknąć błędów, właściwie ocenić koszt i wielkość kapitału inwestycyjnego uzyskanego na drodze emisji papierów wartościowych.

Rynek kapitałowy w każdej gospodarce charakteryzuje się pewnymi cechami, które są cechami niepowtarzalnymi. Taką cechą jest między innymi cena ryzyka na rynku kapitałowym, która zmienia się w zależności od sytuacji ogólnogospodarczej kraju i koniunktury gospodarczej. Przed przystąpieniem do wyboru źródeł finansowania w procesie budowy efektywnego portfela projektów inwestycyjnych zwrócono uwagę na proces szacowania ceny ryzyka.

Zachowanie się stóp zwrotu, ich zmienność (ryzyko), z akcji przedsiębiorstw odzwierciedla zainteresowanie inwestorów akcjami poszczególnych spółek. Zwrócono uwagę, że zachowanie się rynku akcji jest odbiciem kondycji finansowej firm, ich perspektyw rozwoju (wzrostu, spadku) oraz tendencji zmian otoczenia gospodarczego. Można wręcz zauważyć, że wzrost lub spadek cen akcji wyprzedza ocenę kondycji firmy, a nawet branży. Trudno ocenić dlaczego tak się dzieje – być może inwestorzy rynku kapitałowego uważniej śledzą zachowanie się otoczenia, prowadzą dokładniejsze analizy. A być może dlatego, że w inwestowaniu rzeczowym (działalność spółki), czas oczekiwania na efekty inwestowania jest dłuższy, a wycofanie poniesionych nakładów jest o wiele trudniejsze, a czasami wręcz niemożliwe.

Obserwacja rynku kapitałowego i konstrukcja CML dla danego rynku pozwala dokonać wyceny ryzyka danego projektu inwestycyjnego. Obliczenie funkcji regresji linii charakterystycznej akcji konkretnej firmy oraz zastosowanie modelu CAPM pozwala szacować oczekiwaną rynkową stopę zwrotu z projektu inwestycyjnego.

W momencie badania opłacalności projektów inwestycyjnych stopę zwrotu z inwestycji szacuje się na podstawie prognozowanych przepływów finansowych generowanych przez tę inwestycję. Dokładność oszacowania zależy więc od dokładności prognoz przepływów gotówki.

Zarówno realizacja projektu inwestycyjnego, jak i czas generowania gotówki (czas życia projektu) wynosi od jednego do kilkunastu lat, a więc trafność prognoz wartości strumieni pieniężnych może być bardzo mała. Również otoczenie gospodarcze w długim horyzoncie czasowym ulega nieprzewidywalnym zmianom. Szacowana stopa zwrotu z projektu inwestycyjnego, będąca wypadkową wielu prognozowanych wielkości, musi zatem zawierać w sobie także elementy niepewności – ryzyka.

W konkurencyjnej gospodarce każdy element znajduje swoje odzwierciedlenie w postaci ceny (kosztu). Również ryzyko, rozumiane jako niepewność uzyskania wyników, ma swoją cenę. Gospodarka kieruje się pewnymi prawami rynkowymi, np. im wyższa żądana stopa zwrotu z zainwestowanych kapitałów, tym większe ryzyko (niepewność) uzyskania spodziewanych efektów, a im mniejsze ryzyko inwestycji, tym należy się spodziewać niższej stopy zwrotu. Uwzględnienie tych praw w procesie budowy efektywnego portfela projektów inwestycyjnych nie jest proste. Szczególnie wtedy, gdy przedmiotem rozważań są długoterminowe inwestycje rzeczowe.

Realizując postawiony cel, w pracy:

1. Określono pojęcie inwestycji jako działania zmierzające do czerpania korzyści w przyszłości z zainwestowanych kapitałów. Jako miarę korzyści przyjęto stopę zwrotu z inwestycji. Niepewność przyszłych efektów ujęto w kategorii losowej zmienności stóp zwrotu.

2. Przedstawiono sposoby finansowania przedsięwzięć gospodarczych dostępnych na polskim rynku oraz ich krótką charakterystykę. Zdefiniowano koszt kapitału inwestycyjnego oraz określono zalety i wady poszczególnych źródeł finansowania. Pokazano, że odpowiednim doбором źródeł można optymalizować strukturę finansową firmy (model Modiglianiego–Millera i analiza dźwigni finansowej). Ze szczególną uwagą opisano rynek papierów wartościowych jako źródło finansowania projektów inwestycyjnych z jednej strony oraz miejsce lokowania nadwyżek pieniężnych przez inwestorów indywidualnych i instytucjonalnych, czyli miejsce ustalania kosztu kapitału.

3. Zaprezentowano model ustalania ceny kapitału rynkowego oraz model wyceny aktywów rynkowych – rynkowej stopy zwrotu z projektów inwestycyjnych.

4. Przedstawiono sposoby oceny i pomiaru ryzyka projektów inwestycyjnych: metody analityczne i metody dyskretne (metody dyskretnego pomiaru ryzyka są opracowaniami autorskimi) oraz metody uwzględniania ryzyka projektów w szacowaniu opłacalności inwestycji. Opracowano program komputerowy PROBABLY, który pozwala oszacować ryzyko EAT i ROE.

5. Udowodniono, że odpowiednia dywersyfikacja portfela projektów inwestycyjnych zmniejsza ryzyko inwestowania (opracowanie autorskie). Zbudowano modele efektywnej dywersyfikacji portfela z zastosowaniem metody programowania kwadratowego całkowitoliczbowego dla dwu kryteriów dywersyfikacji: minimalizacji ryzyka inwestowania w portfel przy ustalonym poziomie stopy zwrotu i maksymalizacji stopy zwrotu z portfela przy ustalonym poziomie ryzyka. Zaprezentowano metodę optymalizacji budżetu kapitałowego, w której dokonuje się wyboru źródeł finansowania, zgodnie z przyjętą strategią finansowania działalności firmy, i minimalizuje koszt finansowania portfela inwestycji.

6. Zaprezentowano opracowaną przez autorkę procedurę budowy portfela efektywnego. Procedura ta pokazuje, że budowa efektywnego portfela projektów inwestycyjnych wymaga analiz wykonywanych jednocześnie dla rynku finansowego (wybór źródeł finansowania i ustalenie rynkowej stopy zwrotu z projektu inwestycyjnego), rynku klientów (określenie wielkości sprzedaży) i właściwych projektów inwestycyjnych – budowa portfela.

Ze względu na niemożność dogłębnego zrozumienia istoty ryzyka i jednoznacznego sposobu jego pomiaru, w dalszych badaniach należałoby się skupić na metodach szacowania ryzyka i metodach uwzględniania go w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych i finansowych. Wydaje się, że dyskretny pomiar ryzyka jest właściwą drogą szukania rozwiązania tego problemu.

Zaproponowany w pracy model budowy efektywnego portfela projektów inwestycyjnych wymaga jeszcze wielu badań, a przede wszystkim weryfikacji. Również opracowana procedura budowy portfela efektywnego wymaga weryfikacji.

W pracach badawczych [61], [67], [80], [81], [82], [88] weryfikowano ją fragmentarycznie, częściowo. Przede wszystkim dlatego, że inwestorzy nie widzieli potrzeby prowadzenia tak wielu analiz.

Zastosowanie modeli programowania kwadratowego całkowitoliczbowego do budowy portfela projektów inwestycyjnych, w skrajnym przypadku sprowadzić się może do przeglądu wszystkich możliwych portfeli. W praktyce, w przypadku rozważań inwestycji rzeczowych, po odpowiedniej selekcji projektów, ich liczba może nie być zbyt wielka. Uwzględnienie jednak możliwości inwestowania na rynku kapitałowym w procesie dywersyfikacji portfela projektów inwestycyjnych powoduje gwałtowny wzrost liczby analizowanych portfeli projektów inwestycyjnych. Wydaje się, że zastosowanie metody podziału i ograniczeń do konstrukcji portfela zmniejszyłoby liczbę przeglądanych portfeli. Problem ten wymaga również dalszych badań.

Wszystkie metody decyzyjne dotyczące szacowania przyszłych efektów są metodami wspierającymi podejmowanie decyzji menedżerskich, a nie zastępującymi je. To człowiek podejmuje decyzję i jest za nią odpowiedzialny, a nie metoda taka czy inna. Jego zadaniem jest podjęcie najlepszej decyzji w danych warunkach, czasie, przy danej informacji, którą dysponuje, z wykorzystaniem całej swej wiedzy, metod wspierających decyzję i swojego doświadczenie.

Metodyka prezentowana w pracy podpowiada problemy i sposoby ich analizy, które decydent powinien zauważyć i rozwiązać w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych, a opracowana procedura powinna ułatwić podjęcie odpowiedniej decyzji.

Literatura

- [1] ANDERBERG M.R., *Cluster analysis for application*, New York, Acad. Press, 1973.
- [2] BIEN J., *Obrót papierami wartościowymi*, Warszawa, Stowarzyszenie Księgowych w Polsce – Zarząd Główny, 1992.
- [3] BIEN W., *Zarządzanie finansami przedsiębiorstw*, Warszawa, Stowarzyszenie Księgowych w Polsce – Zarząd Główny, 1992.
- [4] BLAKE D., *Financial Market Analysis*, London, McGraw-Hill Book Company, 1990.
- [5] BLOCK S.B., HIRT G.A., *Foundations of Financial Management*, Irwin, 1992.
- [6] BŁOCH M., *Decyzje finansowe*, Warszawa, Centrum Informacji Menedżerów, 1993.
- [7] BOLD G., *Market and Sales Forecasting, A Total Approach*, Kogan Page, 1994.
- [8] BRETT M., *Świat finansów*, How to Read Financial Pages, Zarządzanie i Bankowość, Warszawa, 1993.
- [9] BRIGHAM F., GAPENSKI L.C., *Financial Management*, The Dryden Press 1988.
- [10] BUBNICKI Z., *Podstawy informatyczne systemów zarządzania*, Wrocław, Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 1993.
- [11] BUBNICKI Z., *Rozpoznawanie sytuacji technologicznych w systemach kompleksowej automatyzacji w Systemy automatyki kompleksowej*, zbior., Wrocław, Ossolineum, 1969.
- [12] CAMPSEY B.J., BRIGHAM E.F., *Introduction to Financial Management*, The Dryden Press 1985.
- [13] CHAN H.M., MILNER D.A., *Direct Clustering Algorithm for Group Formation Cellular Manufacture*. J. of Manuf. System., 1982, No. 1.
- [14] COHEN J.B., ZINBARG E.D., ZEIKEL A., *Investment Analysis and Portfolio Management*, Irwin, Homewood, 1987.
- [15] CZEKAJ Z., DRESLER, *Podstawy zarządzania finansami firm*, Warszawa, Wyd. Nauk. PWN, 1995.
- [16] CZERWIŃSKI Z., *Dylematy ekonomiczne*, Warszawa, PWE, 1992.
- [17] CZERWIŃSKI Z., GUZIK B., *Prognozowanie ekonometryczne*, Warszawa, PWE, 1980.
- [18] DIEDRIGKEIT R., *Rynek pieniądza i papierów wartościowych, Przewodnik po rynkach*, Warszawa, Zarządzanie i Bankowość Sp. z o.o., 1993.
- [19] DIETEL J., *Marketing*, Warszawa, PWE, 1985.
- [20] DOMAŃSKA E., *Kapitalizm menedżerski*, Warszawa, PWE, 1981.
- [21] DURAJ J., *Analiza ekonomiczna przedsiębiorstwa*, Warszawa, PWE, 1993.
- [22] ENGEL L., BOYD B., *How to Buy Stocks*, Bantam Books, 1982.
- [23] EVERTSZ Carl J. G., *Fractal Geometry of Financial Time Series*, Fractals, 1995, Vol. 3., No. 3.
- [24] GAJDA J., *Uwarunkowania poprawy wyników finansowych przedsiębiorstw państwowych*, Gospodarka Narodowa, 1996, nr 8–9.
- [25] GALANC T., *Metody wspomagania procesu zarządzania, cz. II, Decyzyjne modele liniowe i prognozowanie ekonometryczne*, Wrocław, Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 1993.
- [26] GŁOGOWSKI E., MUNCH M., *Nowe usługi finansowe*, Warszawa, Wyd. Nauk. PWN, 1994.
- [27] GRABIŃSKI T., WYDYMUS S., ZELIAŚ A., *Metody doboru zmiennych w modelach ekonometrycznych*, Warszawa, PWN, 1982.
- [28] GRUDZEWSKI W. M., HEJDUK I., *Wpływ rozwoju nauki i techniki na zmiany strukturalne w gospodarce*, Warszawa, ORGMASZ, 1993.
- [29] HAUGEN R.A., *Teoria nowoczesnego inwestowania*, Warszawa, WIG PRESS, 1996.
- [30] HEJDUK I., *Jak startować w biznesie. Propozycja dla małych firm*, Warszawa, ORGMASZ, 1992.
- [31] ICKIEWICZ J., *Strategia finansowania przedsiębiorstwa*, Warszawa, Poltext, 1992.
- [32] JAJUGA K., JAJUGA T., *Jak inwestować w papiery wartościowe*, Warszawa, PWN, 1993.
- [33] JAJUGA K., JAJUGA T., *Inwestycje, instrumenty finansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*, Warszawa, PWN, 1996.
- [34] KARE D.D., *Investment Problem Solver*, Prentice Hall, 1993.

- [35] Kleer J., *Równowaga i nierównowaga w gospodarce światowej*, Warszawa, PWE, 1983.
- [36] KRUPSKI R., *Identyfikacja i realizacja strategii firmy*, Wrocław, Wydawnictwo „Leopoldinum” Fundacji dla Uniwersytetu Wrocławskiego, 1994.
- [37] KUCHARCZYK J., *Algorytmy analizy skupień w języku ALGOL 60*, Warszawa, PWN, 1982.
- [38] LEVY, SARNAT M., *Capital investment & Financial Decisions*, Prentice Hall, UK, 1994.
- [39] LEWANDOWSKI D., *Analiza ryzyka walutowego*, Warszawa, Centrum Edukacji i Rozwoju Biznesu, 1993.
- [40] LUMBY S., *Investment Appraisal and Financial Decisions*, London, Chapman & Hall, 1996.
- [41] MALKIEL B.G., *A Random Walk Down Wall Street*, New York–London, W.W. Norton & Company, 1990.
- [42] MAREK T., *Analiza skupień w badaniach empirycznych. Metody SAHN*, Warszawa, PWN, 1989.
- [43] MARTAN L., *Rachunek efektywności przedsięwzięć innowacyjnych* (1), Novator 1992, nr 9.
- [44] MARTYNIAK Z., *Inwentyka przemysłowa*, Warszawa, Inst. Wyd. Związków Zawodowych, 1985.
- [45] MARTYNIAK Z., *Organizacja i zarządzanie. 50 problemów teorii i praktyki*, Warszawa, KW, 1986.
- [46] Martyniak Z., *Metody organizowania procesów pracy*, Warszawa, PWE, 1996.
- [47] McLANEY E.J., *Business Finance for Decision Makers*, London, Pitman Publishing, 1991.
- [48] MIĘTEK G., *Hiszpania – przykładem dla nas*, Manager nr 4/5, INFOR, 1996.
- [49] MOYER R.CH., MCGUIGAN J.R., KRETLOW W.J., *Contemporary Financial Management*, West Publishing Company, USA, 1987.
- [50] NAJLEPSZY E., *Międzynarodowe finanse przedsiębiorstw*, Poznań, Bařina, 1993.
- [51] NESTERAK J., PIENIAŻEK R., *Pomiar wartości w warunkach inflacji*, Przegląd Organizacji, 1993, nr 9.
- [52] NILSON N. J., *Maszyny uczące się*, Warszawa, PWN, 1968.
- [53] PELKA B., *Polityka przemysłowa, strategie i restrukturyzacja przedsiębiorstw*, Warszawa, ORGMASZ, 1992.
- [54] PELKA B., *Zarządzanie przedsiębiorstwami i menedżeryzm*, Warszawa, ORGMASZ, 1996.
- [55] PETERS Edgar E., *Fractal Market Analysis. Applying Chaos Theory to Investment and Economics*, New York, John Wiley & Sons, INC, 1994.
- [56] PIŁAWSKI B., KHLAFALLA O., *Multicriteria Analysis for Evaluation of the Population in Medicine and Engineering Based on Steinhaus and Bellinger's algorithms*, Wrocław, TART, 1994.
- [57] PLUTA W., JAJUGA T., *Inwestycje, Capital budgeting – budżetowanie kapitałowe*, Warszawa, Fundacja Rozwoju Rachunkowości, 1995.
- [58] PLUTA W., *Strategiczne zarządzanie finansami*, Wrocław, Wydawnictwo EKSPERT, 1996.
- [59] *Projektowanie przedsięwzięć kapitałowych*, cz. II, Seria poradników „Zarządzanie firmą” pod redakcją naukową W. M. Grudzewskiego, Warszawa, ORGMASZ, 1994.
- [60] ROŚLANOWSKA-PLICHIŃSKA K., *Gry modelowe w planowaniu rozwoju przedsiębiorstwa*, Warszawa, PWE, 1987.
- [61] ROXAS M., WILIMOWSKA Z., *Porcelain Company, Case Study*, WACRA Conference, Montreal, 1994.
- [62] SAMOJLIK B., *Ekonomiczna analiza działalności kształtującej popyt*, Warszawa, PWN, 1981.
- [63] SHARPE W. F., ALEXANDER G. J., *Investments*, Prentice-Hall International, Inc. 1990.
- [64] SIERPIŃSKA M., JACHNA T., *Zapotrzebowanie na kapitał obrotowy w przedsiębiorstwie*, Kraków 1993.
- [65] SIMON H. A., *Podejmowanie decyzji kierowniczych. Nowe nurty*, Warszawa, PWE, 1982.
- [66] SOBCZAK W., MALINA W., *Metody selekcji informacji*, Warszawa, WNT, 1978.
- [67] STECKI L., *Forfaiting*, Toruń, TNOiK, 1994.
- [68] STECKI L., *Umowa factoringu*, Toruń, TNOiK, 1994.
- [69] STONEBACK J., Z. WILIMOWSKA, *Growing a business in a privatizing economy: the case the bakery entrepreneurs*, w: Interactive teaching and emerging technologies. Case Method., ed. by H. E. Klein, Needham, MA: WACRA, 1996.

- [70] VICKREY W., *Public Economics*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.
- [71] WASILEWSKI L., *Organizacja i finansowanie postępu technicznego*, Gdańsk, Ośrodek Analizy Wartości, 1985, z. 5.
- [72] WASILEWSKI L., *Modele strategii jakości firm przemysłowych*, Warszawa, ORGMASZ, 1994.
- [73] WAŚNIEWSKI T., MIKLEWICZ Z., *Analiza papierów wartościowych – obligacje*, Przegląd Organizacji, 1992, nr 7.
- [74] WAŚNIEWSKI T., MIKLEWICZ Z., *Wskaźniki rynku kapitałowego*, Rachunkowość, 1992, nr 4.
- [75] WAWRZYŃIAK B., *Szkola zarządzania*, Warszawa, PWE, 1987.
- [76] WAWRZYŃIAK B., *Decyzje kierownicze w teorii i praktyce zarządzania*, Warszawa, PWE, 1980.
- [77] WILIMOWSKA Z., *Oszacowanie ryzyka Bayesa w problemie rozpoznawania obrazów*, Archiwum Automatyki i Telemekhaniki, 1980, t. XXV.
- [78] WILIMOWSKA Z., *Kombinatoryczna metoda selekcji cech w rozpoznawaniu obrazów na podstawie wzrostu ryzyka*, Archiwum Automatyki i Telemekhaniki, 1980, z. 3., t. XXV.
- [79] WILIMOWSKA Z., RUDNICKI J., *Grupowanie komórek przedmiotowych z wykorzystaniem algorytmu hierarchicznego*, Problemy Postępu Technicznego, 1988, nr 3.
- [80] WILIMOWSKA Z., *Analiza ryzyka portfolio dwuskładnikowego*, Przegląd Organizacji, 1993, nr 3.
- [81] WILIMOWSKA Z., *Analiza ryzyka wieloelementowego portfolio*, Przegląd Organizacji, 1993, nr 2.
- [82] WILIMOWSKA Z., *Papiery wartościowe – ryzyko i stopa zwrotu*, Nowator, 1993, nr 3.
- [83] WILIMOWSKA Z., *Prediction of Sale value*, w: Manufacturing resource planning. SEFI/TEMPUS JEP. IMPACT – Improvement in Automation and Control Technology, Vienna University of Technology. University Extension Centre, Vienna, 1993.
- [84] WILIMOWSKA Z., *Valuation of cost production*, w: European Seminar Automation and Control Technology Education., SEFI/TEMPUS JEP IMPACT - Improvement in Automation and Control Technology, Dresden University of Technology, Institute of Automation Control and Technology, Dresden, Germany, 1993.
- [85] WILIMOWSKA Z., *The investment capital evaluation – computer support system*, w: European Seminar Automation and Control Technology, Improvement in Automation and Control Technology, AE in ACT. TEMPUS IMPACT, Technical University in Prague, Prague, Faculty of Mechanical Engineering Department of Automatic Control, 1994.
- [86] WILIMOWSKA Z., B. SIUTA, *Optimalizacja finansowania przedsięwzięć innowacyjnych*, w: Inżynieria systemów przemysłowych, materiały konferencyjne, Wrocław, Wydawnictwo Prac Naukowych „Format”, 1994.
- [87] WILIMOWSKA Z., WILIMOWSKI M., *Zarządzanie finansami. Firma i jej finansowe otoczenie*, Bydgoszcz, TNOiK OPO, 1995.
- [88] WILIMOWSKA Z., WILIMOWSKI M., *Zarządzanie finansami. Analiza finansowa firmy*, Bydgoszcz, TNOiK OPO, 1996.
- [89] WILIMOWSKA Z., SIUTA B., *Biznes plan*, cz. II, Bydgoszcz, TNOiK OPO, 1995.
- [90] WILIMOWSKA Z., WILIMOWSKI M., NAHOTKO S. [red.], *Polski rynek kapitałowy. Zbiór esejów studentów IV roku IZ*, Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 1996.
- [91] WILIMOWSKA Z., *Inwestowanie a ryzyko*, w: Polski rynek kapitałowy. Zbiór esejów studentów IV roku IZ, Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 1996.
- [92] WIŚNIEWSKI J.W., *Instrumenty decyzyjne przedsiębiorcy. Ekonometria stosowana*, Toruń, Gravis, 1991.
- [93] WYPYCH M., *Obszary strategii decyzji finansowych w przedsiębiorstwie*, Przegląd Organizacji, 1994, nr 9.
- [94] *Prace zbiorowe pod kierunkiem Z. Wilimowskiej, Biznes plany przedsięwzięć gospodarczych opracowane dla polskich przedsiębiorstw, 1991–1996.*
- [95] ZAŁUPKA J., ŻYNIOWICZ J., *Zanim podpiszesz umowę leasingu*, Wrocław, EXPERT, 1995.
- [96] ZELIAŚ A., *Teoria prognozy*, Warszawa, PWE, 1984.
- [97] ZELIAŚ A., GRABIŃSKI T., WYDYMUS S., *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych*, Warszawa, PWN, 1989.

Methods of Constructing of Effective Portfolio of Investment Projects

Contemporary profit and non-profit institution as well as individuals deal with environmental changes. This causes that one of the more important problems is protection against risk in investment and financial decision making process. New financial instruments, market models and ideas have been created over the years to protect investors against investment risk. Portfolio of investment projects diversification is such a model. Investment risk evaluation models are analysed in the work and discreet measure of risk is proposed. It is shown that price (cost) of risk created in the capital market should be considered in investment decision making process. The model of effective diversification for portfolio investment project considering risk and rate of return is created. Then the procedure that defines the effective investment project portfolio is constructed based on the model.

PRACE NAUKOWE INSTYTUTU ORGANIZACJI I ZARZĄDZANIA
(wydane w latach 1990–1997)

- Nr 55, Monografie nr 19, F. Borys, *Ustalanie i wprowadzanie techniczno-ekonomicznych parametrów realizacji budów w przedsiębiorstwie budowlanym*, Wrocław 1990
- Nr 56, Monografie nr 20, J.W. Mercik, *Wybrane problemy decyzji grupowych*, Wrocław 1990
- Nr 57, Monografie nr 21, T. Galanc, J. Mikuś, *Teoria i praktyka badań prognostycznych obiektów trudno mierzalnych*, Wrocław 1990
- Nr 58, Monografie nr 22, R. Łubniewski, *Modelowanie systemów sterowania zapasami materiałowymi i produkcji niezakończonych w przedsiębiorstwie przemysłowym*, Wrocław 1990
- Nr 59, Monografie nr 23, W. Kołodziejczyk, *Przechodnie relacje rozmyte i ich zastosowanie*, Wrocław 1990
- Nr 60, Monografie nr 24, Z. Sekuła, *Motywowanie ekonomiczne w przedsiębiorstwie w warunkach gospodarki rynkowej*, Wrocław 1990
- Nr 61, Konferencje nr 20, *Operational research applied to health services*, Wrocław 1991
- Nr 62, Monografie nr 25, S. Nahotko, *Rachunek ekonomiczny w modelowaniu efektywności procesów innowacyjnych w przedsiębiorstwie*, Wrocław 1992
- Nr 63, Monografie nr 26, Z. Kral, *Formułowanie i ocena planów przedsięwzięć*, Wrocław 1991
- Nr 64, Monografie nr 27, R. Paluch, *Cechy postawy ciała i przestrzeń pracy. Obciążenie posturalne w pozycji siedzącej*, Wrocław 1993
- Nr 65, Monografie nr 28, M. Hopej, *Dokonywanie zmian w strukturze organizacyjnej*, Wrocław 1994



BIBLIOTEKA GŁÓWNA

308288 L/1

Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej
są do nabycia w następujących księgarniach:
„Politechnika”

Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
budynek A-1 PWr., tel. (0-71) 320 25 34
„Tech”

plac Grunwaldzki 13, 50-377 Wrocław
budynek D-1 PWr., tel. (0-71) 320 32 52

Prowadzimy sprzedaż wysyłkową

ISSN 0324-9492