

MONOGRAFIE, STUDIA, ROZPRAWY

M34

Paweł R. Kozubek

**EFEKTYWNOŚĆ INWESTYCJI
INFRASTRUKTURALNYCH
W TRANSPORCIE KOLEJOWYM**

analiza i ocena

Kielce 2012

MONOGRAFIE, STUDIA, ROZPRAWY NR M34

Redaktor Naukowy serii NAUKI EKONOMICZNE

dr hab. Halina JASTRZĘBSKA-SMOLAGA, prof. PŚk

Redaktor Naukowy Monografii

dr hab. Marianna KOTOWSKA-JELONEK, prof. PŚk

Recenzent

dr hab. Tadeusz DYR, prof. PR

Redakcja

Elżbieta WIKŁO

Redakcja techniczna

Irena PRZEORSKA-IMIOŁEK

Projekt okładki

Tadeusz UBERMAN

© Copyright by Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2012

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej pracy nie może być powielana czy rozpowszechniana w jakiegokolwiek formie, w jakikolwiek sposób: elektroniczny bądź mechaniczny, włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów, bez pisemnej zgody wydawcy.

PL ISSN 1897-2691

Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej
25-314 Kielce, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
tel./fax 41 34 24 581
e-mail: wydawca@tu.kielce.pl
www.tu.kielce.pl/organizacja/wydawnictwo

Spis treści

Wstęp	7
1. Podstawy rachunku efektywności inwestycji rzeczowych	11
1.1. Działalność inwestycyjna i jej efektywność	11
1.1.1. Inwestycje i ich rodzaje	11
1.1.2. Cykl życia inwestycji	16
1.1.3. Ocena efektywności działalności inwestycyjnej	18
1.2. Istota, zasady i rodzaje rachunku efektywności inwestycji	20
1.2.1. Rachunek efektywności inwestycji i zasady jego prowadzenia	20
1.2.2. Odmiany rachunku efektywności inwestycji	23
1.3. Elementy rachunku efektywności inwestycji	25
1.3.1. Identyfikacja elementów rachunku efektywności inwestycji	25
1.3.2. Relacje pomiędzy elementami rachunku efektywności inwestycji	32
1.4. Czas i ryzyko w ocenie efektywności inwestycji	39
1.4.1. Wpływ czasu na wartość pieniądza	39
1.4.2. Rachunek dyskonta	40
1.4.3. Okres obliczeniowy	51
1.4.4. Pojęcie i istota ryzyka i niepewności	58
1.4.5. Źródła i rodzaje ryzyka przedsięwzięć inwestycyjnych	61
1.4.6. Specyfika przedsięwzięć inwestycyjnych a ryzyko	69
2. Metody oceny efektywności inwestycji rzeczowych	72
2.1. Klasyfikacja metod oceny inwestycji rzeczowych	72
2.2. Proste metody oceny efektywności inwestycji	73
2.2.1. Okres zwrotu	73
2.2.2. Prosta stopa zwrotu	76
2.2.3. Inne proste metody oceny efektywności inwestycji	78
2.3. Metody złożone oceny efektywności inwestycji	83
2.3.1. Zdyskontowany okres zwrotu	83
2.3.2. Wartość bieżąca netto	85
2.3.3. Wewnętrzna stopa zwrotu	93
2.3.4. Indeks zyskowności	101
2.3.5. Inne zdyskontowane metody oceny efektywności inwestycji	103
2.4. Metody oceny ryzyka efektywności inwestycji	107
2.4.1. Analiza wrażliwości	107
2.4.2. Metody probabilistyczno-statystyczne	112
2.4.3. Inne metody oceny ryzyka	122

2.5. Porównanie metod oceny efektywności i ryzyka inwestycji	131
2.5.1. Porównanie prostych i dyskontowych metod oceny efektywności inwestycji	131
2.5.2. Porównanie metod uwzględniania ryzyka w ocenie efektywności inwestycji	137
3. Uwarunkowania, proces i parametry rachunku efektywności inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym	138
3.1. Specyfika inwestycji infrastrukturalnych w transporcie i jej wpływ na ocenę ich efektywności	138
3.1.1. Istota i podział infrastruktury	138
3.1.2. Obiekty i urządzenia infrastruktury w transporcie	145
3.1.3. Funkcje i cechy infrastruktury jako czynniki determinujące specyfikę transportowych inwestycji infrastrukturalnych	148
3.1.4. Wpływ specyfiki infrastruktury kolejowej na ocenę efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych	155
3.2. Wymagania Unii Europejskiej dotyczące analiz efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych	167
3.3. Proces oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych	172
3.4. Identyfikacja wariantów przedsięwzięcia inwestycyjnego dla potrzeb analizy efektywności	176
3.5. Szacowanie parametrów rachunku efektywności finansowej i ekonomicznej inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym	178
3.5.1. Okres obliczeniowy w rachunku efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych	178
3.5.2. Określenie finansowej i ekonomicznej stopy dyskontowej	183
4. Wybrane problemy metodyczne prognozowania strumieni pieniężnych na potrzeby finansowej i ekonomicznej oceny efektywności inwestycji	196
4.1. Szacowanie nakładów inwestycyjnych i ich wpływ na wyniki oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych	196
4.2. Problemy prognozowania kosztów utrzymania i eksploatacji i ich wpływ na wyniki oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych	204
4.3. Problemy prognozowania korzyści bezpośrednich i ich wpływ na wyniki oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych	214
4.3.1. Rodzaje korzyści bezpośrednich	214
4.3.2. Szacowanie przychodów ze sprzedaży dostępu do linii kolejowej	215
4.3.3. Szacowanie wartości rezydualnej	225

4.4. Korekta strumieni pieniężnych dla potrzeb oceny efektywności ekonomicznej	228
4.5. Problemy szacowania korzyści i kosztów pośrednich w ocenie efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych	231
4.5.1. Identyfikacja efektów zewnętrznych transportu kolejowego	231
4.5.2. Szacowanie szkód środowiskowych	233
4.5.3. Korzyści z poprawy bezpieczeństwa w transporcie drogowym	238
4.5.4. Szacowanie wartości czasu	241
4.5.5. Korzyści regionalne	243
4.5.6. Korzyści netto operatorów kolejowych	244
4.5.7. Znaczenie korzyści zewnętrznych dla oceny efektywności ekonomicznej kolejowych inwestycji infrastrukturalnych	244
5. Analiza ryzyka w ocenie efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych	248
5.1. Analiza wrażliwości efektywności ekonomicznej inwestycji	248
5.2. Ocena ryzyka w ewaluacji efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych	253
Spis tabel	259
Spis rysunków	260
Literatura	262

Wstęp

Infrastruktura transportu, w tym również kolejowego, jest jednym z czynników decydujących o rozwoju gospodarczym kraju. Wynika to wprost z usługowego charakteru transportu względem innych gałęzi gospodarki. Zapewnienie realizacji zadań, jakie ma wypełniać transport, wymaga odpowiedniej infrastruktury. Jest ona także jednym z ważniejszych elementów determinujących proces integracji międzynarodowej. Jej stan w znaczący sposób wpływa na warunki transportowe kraju, a co za tym idzie, decyduje o roli jaką dane państwo odgrywa w globalnym systemie transportowym.

Podstawowym składnikiem infrastruktury transportu kolejowego są drogi kolejowe. Obecny stan techniczny linii kolejowych w Polsce, decydujący o parametrach eksploatacyjnych, należy uznać za zły. Świadczy o tym liczba linii, na których wprowadzane są ograniczenia prędkości i dopuszczalnego nacisku na oś, a także badania dróg kolejowych, przeprowadzone przez zarządcę infrastruktury kolejowej w Polsce – Spółkę PKP PLK S.A., które wykazały, że w ostatnich latach tylko niespełna 40% spośród nich jest w stanie dobrym (nawierzchnie wymagają jedynie zabiegów konserwacyjnych).

Konieczność poprawy stanu technicznego infrastruktury kolejowej wynika nie tylko z uwarunkowań ekonomicznych, ale także z umów międzynarodowych. Przystępując do Unii Europejskiej, Polska zobowiązała się do przystosowania głównych linii kolejowych do standardów europejskich. Konieczność modernizacji tych linii wynika również z podpisanych przez rząd polski umów – Europejskiej Umowy o Głównych Międzynarodowych Liniach Kolejowych (AGC) i Europejskiej Umowy o Ważniejszych Międzynarodowych Liniach Transportu Kombinowanego i Obiektach Towarzyszących (AGTC).

Ograniczoność środków finansowych (zarówno własnych zarządcy infrastruktury, jak również możliwych do pozyskania z funduszy UE), przy ogromnych potrzebach inwestycyjnych, powoduje konieczność szczególnie efektywnej ich alokacji. Wymóg efektywności wynika także z procedur współfinansowania z funduszy UE. Procedury te narzucają konieczność przeprowadzenia analiz efektywności w ramach tzw. studiów wykonalności (*feasibility study*). Jednym z podstawowych narzędzi wykorzystywanych w ocenie efektywności inwestycji jest tzw. analiza kosztów-korzyści (*cost-benefit analysis* – CBA). Integralnymi elementami analizy CBA są analiza efektywności finansowej i ekonomicznej inwestycji oraz analiza wrażliwości i ryzyka.

Z doświadczeń polskich w opracowywaniu analiz finansowych i ekonomicznych wykonanych w latach 2004-2006 dla infrastrukturalnych projektów kolejowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej wynika, że przygo-

townie odpowiednich analiz wymaga rozwiązania określonych problemów metodycznych dotyczących różnych aspektów rachunku efektywności tego typu inwestycji. Wynikają one z samej specyfiki inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym, jak również z rozbieżności i niejednoznaczności terminologicznej i metodycznej rachunku efektywności inwestycji.

Przedmiotem rozważań niniejszej pracy są zatem teoretyczne i praktyczne aspekty prowadzenia rachunku efektywności w odniesieniu do kolejowych inwestycji infrastrukturalnych.

Rozdział pierwszy poświęcony został zagadnieniom działalności inwestycyjnej i rachunku efektywności inwestycji. Przedstawiono w nim zasady wykonywania tego rodzaju rachunku ekonomicznego oraz jego podstawowe elementy. Poruszono również problematykę uwzględniania czynnika czasu i ryzyka w ocenie efektywności inwestycji.

W rozdziale drugim zaprezentowane zostały metody oceny efektywności inwestycji oraz metody uwzględniania ryzyka w ocenie opłacalności działalności inwestycyjnej. Metody oceny efektywności przedstawione zostały z podziałem na dwie zasadnicze grupy, tj. metody proste i dyskontowe. Następnie omówiono metody uwzględniania ryzyka w analizie i ocenie efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych. Na zakończenie poddano krytycznej analizie metody oceny efektywności inwestycji oraz metody ewaluacji ryzyka.

W rozdziale trzecim zaprezentowano istotę infrastruktury transportowej, w tym kolejowej oraz jej cechy specyficzne. Następnie przedstawiono analizę wpływu tej specyfiki na rachunek efektywności w odniesieniu do kolejowych inwestycji infrastrukturalnych. W dalszej części tego rozdziału przedstawiono uwarunkowania płynące z wymagań i wytycznych, sformułowanych przez Komisję Europejską w odniesieniu do badania efektywności inwestycji infrastrukturalnych. W rozdziale tym przedstawiono również proces prowadzenia rachunku efektywności w odniesieniu do kolejowych inwestycji infrastrukturalnych, a także analizę szczegółowych rozwiązań metodycznych w odniesieniu do podstawowych parametrów tego rachunku, tj. okresu obliczeniowego i stóp dyskontowych.

Kolejną część opracowania poświęcono wybranym problemom prognozowania strumieni pieniężnych na potrzeby przeprowadzenia rachunku efektywności. Strumieniami tymi są nakłady inwestycyjne, koszty operacyjne oraz korzyści bezpośrednie i pośrednie. W rozdziale tym przedstawiono również wpływ różnych metod i swobody szacowania wyżej wymienionych elementów rachunku na wyniki oceny efektywności inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym.

Problemom analizy i oceny ryzyka w kolejowych inwestycjach infrastrukturalnych poświęcony został ostatni rozdział pracy. Zaprezentowano w nim

rozważania dotyczące przeprowadzenia analizy wrażliwości oraz oceny ryzyka za pomocą metod probabilistyczno-statystycznych w kolejowych inwestycjach infrastrukturalnych.

Przy pisaniu niniejszej monografii wykorzystana została zarówno ogólnodostępna literatura ekonomiczna i transportowa, jak również akty prawne oraz opracowania i ekspertyzy wykonane na zlecenie Banku Światowego i Komisji Europejskiej. Istotne okazały się również wyniki prac badawczych studiów wykonalności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych opracowywane w Polsce w okresie poprzedniej perspektywy finansowania Wspólnoty Europejskiej, a także doświadczenia autora z realizacji tego typu projektów oraz jego rozprawa doktorska, przygotowana pod kierunkiem dr hab. Marianny Kotowskiej-Jelonek, prof. Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, pt. *„Metodyka oceny efektywności inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym”*.

1. Podstawy rachunku efektywności inwestycji rzeczowych

1.1. Działalność inwestycyjna i jej efektywność

1.1.1. Inwestycje i ich rodzaje

Pojęcie *inwestycja* może być w różny sposób pojmowane i definiowane w zależności od charakteru określanych czynności, jak również od zakresu elementów do nich zaliczanych.

W ogólnym ujęciu *inwestycja* może być rozumiana jako *nabywanie dóbr kapitałowych*¹. Definicje bardziej szczegółowe akcentują poszczególne cechy działalności inwestycyjnej. Jedną z tych cech jest cel działania inwestycyjnego, którym może być uzyskanie „określonych efektów”², „zaspokojenie określonych potrzeb”³, czy też „pomnażanie kapitału”⁴. Takie definiowanie inwestycji nie ogranicza jej jedynie do przedsięwzięć generujących dodatkowy lub zwiększających dotychczasowy przychód (inwestycje w czynniki produkcji), ale również rozszerza jej zakres na inne instrumenty i mechanizmy pozwalające uzyskać zyski, np. operacje giełdowe.

Występujące w literaturze przedmiotu definicje inwestycji podkreślają ich kolejne cechy:

- ❖ konieczność ponoszenia nakładów,
- ❖ czas – okres, który musi upłynąć od zaangażowania nakładów do uzyskania efektów,
- ❖ element psychologiczny inwestycji – wyrzeczenie się bieżącej konsumpcji na rzecz przyszłych korzyści⁵.

¹ Por. D.R. Kemerschen, R.B. McKenzie, C. Nardinelli: *Ekonomia*. Fundacja Gospodarcza NSZZ „Solidarność”, Gdańsk 1991, s. 259; D. Begg, S. Fischer, R. Dornbusch: *Ekonomia*. Tom 2. PWE, Warszawa 1992, s. 25.

² Por. Z. Leszczyński, A. Skowronek-Mielczarek: *Analiza ekonomiczno-finansowa firm*. Difin, Warszawa 2001, s. 191.

³ Por. U. Brochocka, R. Gajęcki: *Metody oceny projektów inwestycyjnych*. SGH, Warszawa 1997, s. 19.

⁴ Por. T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długookresowe decyzje inwestycyjne i finansowe*. Seria: *Rynek kapitałowy*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1998, s. 85; V. Jog, C. Suszyński: *Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa*. CIM, Warszawa 1995, s. 9.

⁵ Por. K. Jajuga, K. Kuziak, P. Markowski: *Inwestycje finansowe*. Seria: *Rynek kapitałowy*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1998, s. 11; S. Wrzosek: *Ocena efektywności rzeczowych inwestycji przedsiębiorstw*. Wydawnictwo SYGMA, Wrocław 1994, s. 9; W. Rogowski: *Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych*. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004, s. 13.

Na podstawie przywoływanych definicji można stwierdzić, że działalność inwestycyjna wiąże się z:

- 1) koniecznością ponoszenia nakładów,
- 2) oczekiwaniem korzyści – pożądanego efektu z realizacji inwestycji,
- 3) czasem – dotyczy on głównie okresu od zaangażowania kapitałów do momentu uzyskania oczekiwanych efektów,
- 4) ryzykiem – w odniesieniu do przewidywanych efektów, jakie ma przynieść⁶.

Pomiędzy tymi cechami występują wzajemne zależności. Czas, jaki upływa od zaangażowania kapitałów (poniesienia nakładów) do uzyskania oczekiwanych efektów (otrzymania korzyści) jest ściśle powiązany z ryzykiem. Zależność ta ma charakter odwrotnie proporcjonalny. Im dłuższy czas, tym wyższe ryzyko, i odwrotnie, im okres ten jest krótszy, tym ryzyko jest mniejsze.

Ponadto w oparciu o przedstawione cechy można stwierdzić, że *inwestycją jest każde zdarzenie gospodarcze, obarczone pewnym ryzykiem, w którym zasoby ekonomiczne angażowane są na określony czas w celu uzyskania zamierzonych efektów*.

Z pojęciem inwestycji niekiedy utożsamiane bywa określenie *przedsięwzięcie inwestycyjne*⁷ lub *projekt inwestycyjny*⁸, a czasem wszystkie te pojęcia stosowane są wymiennie⁹. Jednakże, należy zgodzić się z W. Rogowskim, że traktowanie ich jako synonimy budzi uzasadnione kontrowersje¹⁰. Przedsięwzięcie inwestycyjne rozumieć należy raczej jako materialny, kompleksowo ujęty zakres inwestycji, przewidziany do zrealizowania w określonym celu, miejscu i czasie¹¹. Projekt inwestycyjny zaś to opracowanie, na podstawie którego realizowane jest przedsięwzięcie inwestycyjne¹². Opracowanie to powinno mieć charakter procesowego odwzorowania przedsięwzięcia inwestycyjnego¹³.

⁶ Por. D. Northcott: *Capital Investment Decision-Making*. Academic Press, London 1992, s. 1-2; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 14.

⁷ Por. E. Nowak: *Przedsięwzięcia gospodarcze a efektywność gospodarowania*. [w:] *Ocena efektywności przedsięwzięć gospodarczych*. Red. E. Nowak. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1998, op. cit., s. 10.

⁸ Por. K. Marcinek: *Ryzyko projektów inwestycyjnych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2001, s. 26.

⁹ Por. T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długookresowe...*, op. cit., s. 88.

¹⁰ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 14.

¹¹ *Efektywność przedsięwzięć rozwojowych. Metody – analizy – przykłady*. Red. R. Borowiecki. Fogra, Warszawa-Kraków 1995, s. 10; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 16.

¹² J. Różański, M. Czerwiński: *Inwestycje rzeczowe i kapitałowe*. Przedsiębiorstwo Specjalistyczne „Absolwent”, Łódź 1999, s. 100.

¹³ K. Dziworska: *Pojęcie i rodzaje inwestycji*. [w:] *Projekty inwestycyjne. Finansowanie, metody i procedury oceny*. Red. T. Gostkowska-Drzewicka. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1996, s. 11.

Ważnym zagadnieniem mającym wpływ na pomiar efektywności inwestycji jest m.in. ich rodzaj i charakter. Analiza efektywności inwestycji powinna być prowadzona w inny sposób w przypadku pojedynczej inwestycji, a w inny w przypadku, gdy należy wybrać jeden wariant z kilku rozważanych. W odmienny sposób, gdy inwestycja ma na celu jedynie unowocześnienie istniejących możliwości produkcyjnych, a inaczej, gdy ma charakter nowatorski itd. Identyfikacja typu inwestycji pozwala stworzyć właściwe procedury pomiaru i oceny jej efektywności.

Inwestycje można klasyfikować według wielu różnych kryteriów. Jednym z najważniejszych jest przedmiot inwestowania, według którego wszystkie inwestycje można podzielić na dwie główne grupy:

- ❖ inwestycje finansowe,
- ❖ inwestycje rzeczowe¹⁴.

Inwestycje finansowe są to inwestycje w instrumenty rynku kapitałowego i pieniężnego, np. zakup papierów wartościowych, nabywanie udziałów w innych firmach, jak również lokaty bankowe.

Przez *inwestycje rzeczowe* rozumie się inwestycje w realne aktywa, czyli: rzeczowy majątek trwały (budynki, maszyny, urządzenia, środki transportu itp.), kapitał obrotowy potrzebny do prawidłowej eksploatacji realizowanego przedsięwzięcia inwestycyjnego (surowce, materiały itp.) oraz wartości niematerialne i prawne (badania rozwojowe, patenty, licencje, znaki towarowe itp.). Niektórzy autorzy inwestycje w aktywa niematerialne i prawne wyodrębniają jako trzecią, obok finansowych i rzeczowych, odrębną grupę inwestycji¹⁵.

Rozważania teoretyczne dotyczące inwestycji, ze względu na tematykę niniejszej publikacji, dotyczyć będą inwestycji rzeczowych.

Inwestycje rzeczowe, podobnie jak wiele innych kategorii ekonomicznych, można klasyfikować według bardzo różnych kryteriów. Typologia inwestycji nie tylko porządkuje, ale również usprawnia cały proces związany z tworzeniem projektów inwestycyjnych.

Jednym z ważniejszych i zarazem najczęściej przedstawianym kryterium podziału inwestycji rzeczowych jest ich przeznaczenie ekonomiczne, czyli cel realizowanej inwestycji. Według tego kryterium inwestycje dzieli się na:

- ❖ *odtworzeniowe*, które polegają na zastąpieniu starych, zużytych środków trwałych nowymi w celu utrzymania zdolności produkcyjnych w dotych-

¹⁴ D. Zarzecki: *Ocena efektywności inwestycji*. [w:] *Analiza finansowa w zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Tom 2. Red. L. Bednarski, T. Waśniewski. Fundacja Rozwoju Rachunkowości w Polsce, Warszawa 1996, s. 356; S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 9; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 14; T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długookresowe...*, op. cit., s. 88; K. Jajuga, K. Kuziak, P. Markowski: *Inwestycje finansowe...*, op. cit., s. 11.

¹⁵ Por. U. Brochocka, R. Gajęcki: *Metody oceny...*, op. cit., s. 19.

czasowym zakresie; ten rodzaj inwestycji nie zmienia stopnia ryzyka – zarówno metody produkcyjne, jak i obszar działalności pozostają bez zmian;

- ❖ *modernizacyjne*, w ramach których zużyte elementy majątku zastępowane są nowymi, ale charakteryzującymi się lepszymi parametrami technicznymi lub/i ekonomicznymi; ich realizacja pozwala na unowocześnienie produkcji w celu obniżenia kosztów, poprawę jakości, itp.; inwestycje te nie zmieniają zdolności produkcyjnych, ale powodują zmianę stopnia ryzyka;
- ❖ *rozwojowe*, których celem jest wzrost mocy produkcyjnych lub/i uruchomienie produkcji nowych wyrobów; inwestycje te znacznie wpływają na stopień ryzyka;
- ❖ *inne*, które nie mają bezpośredniego wpływu na zdolności produkcyjne, np. nowy biurowiec, nowy parking itp.

Inwestycje odtworzeniowe w infrastrukturze transportu kolejowego polegają na wymianie zużytych elementów drogi kolejowej (szyn, podkładów, rozjazdów itp.). Ich celem jest prowadzenie ruchu pociągów z prędkościami, dla jakich została wybudowana linia kolejowa. Brak takich inwestycji prowadzi do dekapitalizacji majątku i pogarszania się oferty przewozowej kolei.

Zasadniczą grupą inwestycji w infrastrukturze kolejowej w Polsce są inwestycje modernizacyjne. Polegają one na zastosowaniu takich rozwiązań, które pozwalają na prowadzenie ruchu pociągów z prędkościami większymi od prędkości, do jakich linia kolejowa była pierwotnie przystosowana. Prędkości docelowe dla pociągów pasażerskich wynoszą co najmniej 160 km/h, a dla towarowych 120 km/h. Realizacja inwestycji modernizacyjnych pozwala na polepszenie oferty przewozowej kolei i poprawę jej konkurencyjności na rynku transportowym.

Inwestycje rozwojowe w obszarze infrastruktury kolejowej w Polsce realizowane są w bardzo małym zakresie. Jako przykład tego typu inwestycji może służyć rozpoczęta w 2010 r. budowa nowego odcinka linii kolejowej od stacji Warszawa Okęcie do terminalu numer 2 w porcie lotniczym Warszawa Okęcie. Innym przykładem może być rozważana budowa pierwszej linii dużych prędkości Warszawa – Łódź – Wrocław/Poznań. W Unii Europejskiej inwestycje takie związane są przede wszystkim z rozwojem sieci transeuropejskich.

Kolejnym istotnym podziałem inwestycji jest ich klasyfikacja ze względu na ich oddziaływanie na inne inwestycje. Stosując to kryterium można podzielić inwestycje na:

- ❖ *niezależne* – jeśli korzyści uzyskane w wyniku realizacji danej inwestycji byłyby takie same bez względu na to czy druga inwestycja zostałaby zaakceptowana, czy odrzucona;

- ❖ *komplementarne* – jeśli realizacja jednej inwestycji rzeczowej zwiększa korzyści z drugiej inwestycji; inwestycje uzupełniają się wzajemnie;
- ❖ *wzajemnie uwarunkowane* – gdy poziom korzyści z jednej inwestycji zależy od korzyści uzyskanych z drugiej;
- ❖ *substytucyjne* – jeśli realizacja jednej inwestycji rzeczowej przyczyni się do spadku korzyści generowanych z drugiej inwestycji; inwestycje konkurują ze sobą;
- ❖ *wzajemnie wykluczające się* – jeśli realizacja jednej inwestycji uniemożliwia podjęcie drugiej, np. gdy oczekiwane korzyści z jednej inwestycji całkowicie zanikną wraz z realizacją inwestycji drugiej, i odwrotnie, lub gdy zachodzi techniczna niemożność podjęcia obydwu przedsięwzięć inwestycyjnych.

Kolejowe inwestycje infrastrukturalne mają przede wszystkim charakter inwestycji wzajemnie wykluczających się. Realizacja jednego wybranego wariantu inwestycyjnego oznacza odrzucenie pozostałych wariantów. W odniesieniu zaś do inwestycji infrastrukturalnych np. drogowych inwestycje kolejowe mają charakter substytucyjny.

Kryterium klasyfikacji może być związane z czasem i długością trwania cyklu inwestycyjnego. Wówczas inwestycje można podzielić na:

- ❖ krótkookresowe,
- ❖ średniookresowe,
- ❖ długookresowe.

Podział ten ma charakter względny, ponieważ trudno jest jednoznacznie wyznaczyć granice pomiędzy poszczególnymi rodzajami inwestycji, tym bardziej że są one w dużej mierze zależne od branży i wielkości inwestora. Inwestycje w infrastrukturę transportu są przede wszystkim inwestycjami długookresowymi. Ma to istotny wpływ na ocenę ich efektywności.

Kolejnym podziałem inwestycji rzeczowych (związanym z czasem) jest klasyfikacja ze względu na rozłożenie korzyści w czasie. Zgodnie z tym kryterium inwestycje dzielą się na:

- ❖ *typowe (klasyczne, konwencjonalne)* – to takie inwestycje, w których w całym okresie inwestycyjnym zmiana znaku uzyskiwanych efektów finansowych z ujemnego na dodatni lub z dodatniego na ujemny następuje tylko jeden raz; gdy realizowane przedsięwzięcie inwestycyjne generuje na początku efekty dodatnie, a następnie ujemne, określa się je mianem *typowym odwrotnie*;
- ❖ *nietypowe (nieklasyczne, niekonwencjonalne)* – to takie inwestycje, w których w całym okresie inwestycyjnym zmiana znaku ww. efektów występuje więcej niż jeden raz¹⁶.

¹⁶ T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długookresowe...*, op. cit., s. 91.

Klasyfikacja inwestycji ze względu na rozłożenie korzyści w czasie jest szczególnie ważna z punktu widzenia oceny efektywności inwestycji. Konwencjonalny czy też niekonwencjonalny charakter inwestycji ma duży wpływ na dobór metod oceny efektywności.

Zarówno w literaturze, jak również w praktyce gospodarczej można spotkać wiele innych kryteriów podziału inwestycji. Klasyfikacje te z punktu widzenia podjętej tematyki są jednak mniej istotne.

1.1.2. Cykl życia inwestycji

Każda inwestycja rzeczowa posiada indywidualny cykl żywotności, określany jako *cykl życia inwestycji*, który jest procesem złożonym i wielopłaszczyznowym, uwzględniającym zagadnienia ekonomiczne, techniczne, społeczne oraz środowiskowe¹⁷. Cykl ten tworzą kolejne fazy jego rozwoju, które są częściami ciągu sekwencyjnych, logicznych działań zaprojektowanych z myślą o zapewnieniu właściwego zdefiniowania i osiągnięcia celu danej inwestycji¹⁸.

Każde przedsięwzięcie inwestycyjne składa się z trzech zintegrowanych faz, tj. przedinwestycyjnej, inwestycyjnej i operacyjnej.

Faza przedinwestycyjna obejmuje prace weryfikujące koncepcje inwestycyjne i zawiera etapy¹⁹:

- 1) formułowania koncepcji inwestycji – studium możliwości,
- 2) wstępnej selekcji zidentyfikowanych wariantów – przygotowanie studium przedrealizacyjnego uwzględniającego różne warianty inwestycyjne, które mogą m.in. dotyczyć wyboru w zakresie²⁰:
 - ❖ odmiennych procesów produkcyjnych (wykorzystanie różnych technologii i rozwiązań technicznych),
 - ❖ różnej skali produkcji,
 - ❖ odmiennej lokalizacji,
 - ❖ różnego harmonogramu realizacji przedsięwzięcia;
- 3) sporządzenia ostatecznej wersji projektu inwestycyjnego – uściślenie elementów technicznych i ekonomicznych wybranego przedsięwzięcia inwestycyjnego,
- 4) oceny i podjęcia decyzji.

¹⁷ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 52.

¹⁸ K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 30.

¹⁹ Z. Kes: *Ocena efektywności inwestycji rzeczowych*. [w:] *Ocena efektywności przedsięwzięć gospodarczych*. Red. Nowak E. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1998, op. cit., s. 18.

²⁰ W.J. Pazio: *Ocena finansowa przedsięwzięć rozwojowych firm*. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1992, op. cit., s. 39.

W kolejnych etapach fazy przedinwestycyjnej zwiększa się dokładność szacowania nakładów, kosztów i korzyści. Zgodnie z zaleceniami Banku Światowego i UNIDO²¹ szacowanie tych strumieni na etapie studium możliwości powinno być wykonane z dokładnością $\pm 30\%$, w studium przedrealizacyjnym tolerancja ta wynosi $\pm 20\%$, a przy ocenie ostatecznej wersji projektu powinna być zwiększona do $\pm 10\%$ ²². W tej fazie, w celu oceny i podjęcia decyzji, określa się efektywność inwestycji. Wykonane analizy efektywności są w praktyce weryfikowane w następnych fazach cyklu życia inwestycji.

Faza inwestycyjna dotyczy realizacji wybranego wariantu inwestycyjnego. W ramach tej fazy wyróżnić można następujące etapy²³:

- ❖ przygotowanie ostatecznych planów technicznych realizacji inwestycji,
- ❖ negocjacje i zawieranie umów,
- ❖ budowa i instalacja sprzętu,
- ❖ rekrutacja i szkolenie kadr,
- ❖ oddanie obiektu do eksploatacji.

Faza ta charakteryzuje się najczęściej generowaniem ujemnych sald strumieni pieniężnych, wynikających z ponoszenia nakładów inwestycyjnych, jak również zaciąganiem największych zobowiązań finansowych.

Faza operacyjna (eksploatacji) stanowi najdłuższy okres przedsięwzięcia. W tej fazie nie ponosi się nakładów inwestycyjnych. Występują natomiast dodatnie i ujemne strumienie pieniężne wynikające z podjętej działalności. W przypadku gdy faza operacyjna kończy się zaniechaniem funkcjonowania przedsięwzięcia, przedstawiony trójfazowy cykl życia inwestycji uzupełnia się o *fazę likwidacyjną*, w ramach której następuje fizyczna likwidacja przedsięwzięcia inwestycyjnego²⁴.

Sekwencyjność kolejnych faz w cyklu życia inwestycji oznacza, że każda następna z nich zaczyna się po zaakceptowaniu rezultatów działań realizowanych w ramach fazy poprzedniej. W praktyce jednak często się zdarza, że rozpoczęcie kolejnej fazy ma miejsce przed zakończeniem wcześniejszej. Przed zakończeniem działań w ramach fazy przedinwestycyjnej może nastąpić rozpoczęcie realizacji wybranego wariantu przedsięwzięcia inwestycyjnego. Z kolei jeszcze przed oddaniem całej inwestycji jej część może zostać włączona do eksploatacji. Natomiast niektóre działania związane z fizyczną likwidacją inwestycji mogą być realizowane równocześnie z końcowym etapem fazy operacyjnej.

²¹ UNIDO – United Nations Industrial Development Organization (Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju Przemysłowego).

²² W.J. Pazio: *Ocena finansowa...*, op. cit., s. 38.

²³ Z. Kes: *Ocena efektywności inwestycji rzeczowych*. [w:] *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 18.

²⁴ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 52.

Długość całego okresu życia inwestycji, jak również długość trwania poszczególnych jego faz, zależna jest przede wszystkim od rodzaju i charakteru inwestycji. Okres ten jest jednym z podstawowych czynników wpływających na pomiar efektywności inwestycji. Szczegółowe rozważania dotyczące jego długości w odniesieniu do kolejowych inwestycji infrastrukturalnych zawarte są w rozdziale trzecim.

1.1.3. Ocena efektywności działalności inwestycyjnej

Kluczowym zagadnieniem w działalności inwestycyjnej każdego podmiotu gospodarczego jest analiza i ocena efektywności planowanych inwestycji. Inwestor, czyli podmiot, który ponosi wydatki związane z inwestycją i który podejmuje decyzje inwestycyjne, wyzbywa się części posiadanych zasobów w nadziei na uzyskanie w przyszłości strumienia korzyści. Konsekwencji tego działania jest wiele. Należą do nich w szczególności:

1. Zamrożenie kapitału.
2. Rozbudowa majątku wymagająca zazwyczaj dużych nakładów finansowych.
3. Oczekiwanie przyszłych korzyści.
4. Rozłożenie w czasie angażowanych środków pieniężnych i występujących korzyści.
5. Pojawienie się nowych produktów i usług.

Konsekwencje te determinują dążność inwestora do skuteczności i efektywności realizowanych przedsięwzięć inwestycyjnych. Powszechnie uważa się, że najbardziej oczywistym kryterium oceny efektywności inwestycji jest efektywność w świetle nauk ekonomicznych.

W tym ujęciu efektywność w sferze działalności inwestycyjnej najczęściej interpretowana jest jako relacja efektów, które uzyskuje się dzięki realizacji danej inwestycji, do nakładów niezbędnych w celu stworzenia tej inwestycji oraz do przyszłych kosztów jej eksploatacji. Relacja ta może przyjąć kilka postaci: różnicy wpływów i wydatków pieniężnych, stosunku efektów ekonomicznych do nakładów i kosztów, wielkości nakładów lub wydatków niezbędnych do osiągnięcia planowanych efektów lub okresu zwrotu nakładów²⁵.

Do podstawowych cech inwestycji, jak już wcześniej zauważono, mających wpływ na ich efektywność, obok nakładów, korzyści i czasu należy zaliczyć również ryzyko z nimi związane. Czynniki te musi być włączony do kryterium oceny efektywności lub występować jako kryterium dodatkowe.

²⁵ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 14.

Pomiar i ocena efektywności inwestycji mogą być prowadzone z różnych punktów odniesienia, zależnych m.in. od rodzaju inwestycji i momentu w cyklu życia inwestycji, w którym prowadzona jest analiza.

Ocenę efektywności inwestycji ze względu na cel jej wykonywania można podzielić na:

- 1) *bezwzględna* – przeprowadzaną w celu stwierdzenia czy badane przedsięwzięcie inwestycyjne przyniesie korzyść netto rozumianą jako nadwyżka efektów nad nakładami. Przeprowadzana jest ona w sytuacji, w której poszczególne analizowane przedsięwzięcia inwestycyjne nie są ze sobą powiązane i inwestor ma wybrać te, które są warte realizacji z punktu widzenia ekonomicznego;
- 2) *względna* – przeprowadzaną w przypadku, gdy możliwe do realizacji przedsięwzięcia inwestycyjne wzajemnie się wykluczają lub gdy inwestor ma ograniczone zasoby kapitałowe czy też inne ważne z punktu widzenia realizacji inwestycji zasoby. W takiej sytuacji inwestor nie może realizować wszystkich korzystnych przedsięwzięć i musi dokonać wyboru projektu najlepszego lub grupy najlepszych projektów²⁶.

Istotnym kryterium różnicowania oceny efektywności inwestycji jest także punkt widzenia, z jakiego dokonuje się tej oceny. Według tego kryterium można wyróżnić:

- ❖ *ocenę finansową*, która prowadzona jest z punktu widzenia inwestora,
- ❖ *ocenę ekonomiczną*, która prowadzona jest w szerszym zakresie niż ocena finansowa²⁷.

W ramach oceny finansowej mierzy się opłacalność finansową przedsięwzięcia, koncentrując się na nakładach niezbędnych do jego realizacji, poniesionych wydatkach (kosztach) oraz oczekiwanych przyszłych efektach (korzyściach). W analizie tej do wyceny nakładów i efektów bierze się pod uwagę ceny rynkowe krajowe i międzynarodowe.

W ocenie ekonomicznej, oprócz wydatków i przychodów finansowych, uwzględnia się także mierzalne i niemierzalne efekty pośrednie (np. koszty i korzyści zewnętrzne i społeczne) przynoszone bądź planowane do uzyskania przez inne od inwestora podmioty gospodarcze, organizacje, instytucje i ludność w związku z realizacją danej inwestycji. Ocena ta pozwala na określenie wkładu przedsięwzięcia w rozwój gospodarczy kraju i wymaga innej, niż w ocenie finansowej, wyceny nakładów i efektów przeprowadzonej na podstawie cen zbliżonych do cen społecznych, czyli takich, które ukształtowałyby się w otoczeniu gospodarki wolnej konkurencji, wolnej od zakłóceń powodowa-

²⁶ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 12-13.

²⁷ U. Brochocka, R. Gajęcki: *Metody oceny...*, op. cit., s. 12-13.

nych działaniami rządu²⁸. Ocena ekonomiczna przedsięwzięć inwestycyjnych powinna być przeprowadzana szczególnie w przypadku tych inwestycji, które mają charakter obiektów użyteczności publicznej, ich oddziaływanie lub lokalizacja ma duży zasięg przestrzenny lub których duża rola i znaczenie dla życia społeczno-gospodarczego kraju bądź jego regionów wynika z funkcji, jakie pełnią. Kryteria te spełniają inwestycje infrastrukturalne w transporcie kolejowym.

Oceny efektywności inwestycji wykonywane są w różnych fazach cyklu życia inwestycji. Moment wykonania ma duży wpływ na cel, zakres oraz stosowane metody oceny efektywności. Jest więc kolejnym ważnym kryterium różnicującym ocenę efektywności, według którego można wyróżnić:

1. *Ocenę we wstępnej fazie analizy przedsięwzięcia inwestycyjnego*, której celem jest weryfikacja jego zgodności z aktualną strategią, sprawdzenie technicznych i finansowych możliwości realizacji, jak również współmierności stopnia ryzyka do spodziewanych efektów. Głównym zadaniem tej oceny jest zakwalifikowanie przedsięwzięcia do dalszych, pogłębionych i bardziej szczegółowych analiz albo całkowite lub czasowe odrzucenie.
2. *Ocenę w fazie studium wykonalności*, której celem jest ocena finansowej lub/i ekonomicznej efektywności przedsięwzięcia, będącej jedną z głównych przesłanek podjęcia decyzji inwestycyjnej o realizacji przedsięwzięcia. Analizy w tej fazie wykonywane są za pomocą bardziej złożonych metod w oparciu o dane ustalone z większą dokładnością i obciążone mniejszą niepewnością.
3. *Ocenę po zrealizowaniu inwestycji (ex post)*, której celem jest kontrola dotycząca zgodności danych rzeczywistych, w szczególności wysokości nakładów i efektów, z planowanymi. Informacje i wnioski z tej oceny mogą służyć poprawie jakości ocen kolejnych przedsięwzięć inwestycyjnych²⁹.

Ocena efektywności, niezależnie od jej rodzaju, wymaga wykonania odpowiedniego rachunku ekonomicznego, który we właściwych formułach matematycznych przedstawia wspomniane relacje pomiędzy oczekiwanymi korzyściami, nakładami i przyszłymi kosztami eksploatacji.

1.2. Istota, zasady i rodzaje rachunku efektywności inwestycji

1.2.1. Rachunek efektywności inwestycji i zasady jego prowadzenia

Przedsięwzięcia inwestycyjne mają szczególne znaczenie dla każdego podmiotu prowadzącego działalność gospodarczą, ponieważ bieżące decyzje dotyczące ich realizacji warunkują przyszłość danego podmiotu. W odniesieniu do

²⁸ U. Brochocka, R. Gajęcki: *Metody oceny...*, op. cit., s. 51.

²⁹ K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 39-40.

inwestycji infrastrukturalnych znaczenie to wzrasta ze względu na fakt, że przedsięwzięcia te determinują rozwój całych regionów i subregionów kraju.

Miarą efektywności działalności gospodarczej są relacje korzyści (efektów), które uzyska się dzięki realizacji danego przedsięwzięcia i poniesionych nakładów. Relacje te są badane w ramach rachunku ekonomicznego w celu podjęcia optymalnych decyzji.

Rachunek ekonomiczny przeprowadzany w sferze działalności inwestycyjnej nosi nazwę *rachunku efektywności inwestycji*. Rachunek ten jest narzędziem wykorzystywanym do oceny i wyboru najlepszych przedsięwzięć inwestycyjnych³⁰. Jego głównym celem jest zatem dążenie do rozwiązań optymalnych w działalności inwestycyjnej, a poszczególne odmiany (metody) tego rachunku różnią się sposobem dochodzenia do tego optimum. W ramach rachunku efektywności inwestycji dokonuje się obliczeń, w których, za pomocą odpowiednich algorytmów matematycznych, konfrontuje się zmierzone i wyrażone liczbowo w jednostkach pieniężnych korzyści związane z danym przedsięwzięciem inwestycyjnym z nakładami inwestycyjnymi niezbędnymi dla stworzenia tej inwestycji oraz z przyszłymi kosztami jej eksploatacji. Wymienione korzyści, nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne stanowią podstawowe elementy rachunku efektywności inwestycji i są szerzej przedstawione w kolejnym podrozdziale.

Poprawność przeprowadzenia rachunku efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, która determinuje podejmowanie właściwych decyzji, wymaga przestrzegania pewnych zasad. Zasady te w głównej mierze dotyczą interpretacji obszaru występowania i charakteru zależności związanych z inwestycją, przyjmowania założeń oraz doboru i interpretacji poszczególnych elementów rachunku. Błędy tu poczynione mogą zaważyć na jakości rachunku efektywności bardziej niż dobór metod jego przeprowadzania.

Do głównych zasad rachunku efektywności inwestycji należy zaliczyć:

- ❖ zasadę porównywalności,
- ❖ zasadę przyrostowości,
- ❖ zasadę ujawniania i rzetelnego opisywania wszystkich przyjmowanych założeń i uproszczeń³¹.

W myśl *zasady porównywalności* w rachunku efektywności należy brać pod uwagę tylko te i wszystkie te efekty (zarówno celowe, jak i niecelowe, mierzalne, jak i niemierzalne), które są skutkiem zamierzonych nakładów oraz tylko te i wszystkie te nakłady (pieniężne, jak i niepieniężne), które są niezbędne do osiągnięcia założonych efektów. W praktyce zasada ta oznacza, że w rachunku efektywności inwestycji należy uwzględnić te efekty, które są bezpośrednim

³⁰ Z. Leszczyński, A. Skowronek-Mielczarek: *Analiza ekonomiczno-finansowa...*, op. cit., s. 192.

³¹ P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny efektywności i ryzyka projektów inwestycyjnych*. Wyższa Szkoła Zarządzania w Rzeszowie, Rzeszów 1999, s. 35.

skutkiem zamierzonych nakładów, co może napotykać pewne trudności, np. gdy tylko pewna część efektów jest wywołana przez realizację danej inwestycji, a pozostała część przez realizację innych działań. Zasadnicza trudność polega na właściwym oszacowaniu wielkości efektów wynikających z danej inwestycji. Również pewne kontrowersje mogą wystąpić przy określaniu niezbędnych nakładów do osiągnięcia planowanych efektów, np. problem uwzględniania nakładów już poniesionych, gdy wystąpiła nieplanowana przerwa w realizacji inwestycji. W takim przypadku nakłady te należy potraktować jako tzw. nakłady utopione i nie uwzględniać ich w rachunku efektywności³², ponieważ decyzja sprowadza się do wyboru pomiędzy utratą poniesionych wcześniej nakładów, a poniesieniem kolejnych umożliwiających uzyskanie oczekiwanych efektów. Realizacja konkretnego przedsięwzięcia inwestycyjnego może wiązać się także z występowaniem efektów w innych podmiotach niż przedsiębiorstwo inwestora, co może również wymuszać konieczność ponoszenia nakładów. Przykładem może być modernizacja linii kolejowej, mająca na celu zwiększenie maksymalnej prędkości jazdy pociągów. Skrócenie czasu podróży, które może nastąpić w wyniku realizacji tej inwestycji, może generować większe poki pasażerów i wzrost efektów u przewoźników kolejowych, ale z drugiej strony może wymuszać na nich ponoszenie nakładów związanych z zakupem nowego taboru, dostosowanego do większych prędkości jazdy.

Zgodnie z prezentowaną zasadą, w ocenie efektywności inwestycji prowadzonej z punktu widzenia inwestora, nie należy w rachunku efektywności uwzględniać ani efektów występujących u innych podmiotów, ani nakładów ich obciążających, jeżeli w żaden sposób go nie dotyczą. Ocena efektywności inwestycji sprowadza się tu do oceny finansowej. W przypadku inwestycji, których inicjatorem jest państwo, przedsiębiorstwo państwowe lub organizacja międzynarodowa, a których celem jest, poza osiąganiem korzyści, zaspokajanie potrzeb społecznych i ogólnogospodarczych, zgodnie z prezentowaną zasadą należy brać pod uwagę ogół efektów i nakładów związanych z inwestycją. Ocena efektywności przyjmuje postać oceny ekonomicznej inwestycji.

Zasada przyrostowości głosi, że elementy rachunku efektywności inwestycji powinny być ujmowane w sposób przyrostowy (postępujący). Oznacza to konieczność uwzględniania w rachunku efektywności przyrostów nakładów i efektów, które wystąpią w wyniku realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego (w związku z przejściem od stanu wyjściowego do stanu docelowego dla inwestycji), a nie ich wartości nominalnych. Przyrosty te obrazują zmianę wielkości elementów rachunku efektywności inwestycji związanych z określonym przedsięwzięciem inwestycyjnym w odniesieniu do ich wielkości ogó-

³² S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 18.

łem. Gdy nakłady i efekty przedstawione są jako strumienie pieniężne, zgodnie z zasadą przyrostowości, w rachunku efektywności inwestycji należy uwzględniać różnicę między przewidywanymi strumieniami pieniężnymi, gdy przedsięwzięcie jest realizowane, a strumieniami, gdy inwestycja nie jest realizowana. Tak obliczone strumienie pieniężne określa się mianem *przyrostowych* lub *różnicowych*.

Zasada ujawniania i rzetelnego opisywania wszystkich przyjmowanych założeń i uproszczeń ma duże znaczenie w procesie decyzyjnym, szczególnie w sytuacji rozdzielenia funkcji decydenta i wykonawcy oceny efektywności. Jasne i rzetelne przedstawienie przyjętych założeń i uproszczeń pomaga w pełniejszym zrozumieniu przez decydentów istoty problemów związanych z konkretnym przedsięwzięciem inwestycyjnym, akceptacji zastosowanych metod oraz sprzyja obiektywnemu podejmowaniu decyzji.

Obok przedstawionych powyżej zasad sporządzania rachunku efektywności, w literaturze przedmiotu spotkać można również inne, które zawierają się lub są w pewnym wymiarze ich uściśleniem. Te dodatkowe zasady to:

- ❖ *zasada kompleksowości* – czyli uwzględniania wszystkich nakładów i efektów, które pozostają w związku z ocenianym przedsięwzięciem inwestycyjnym,
- ❖ *zasada obiektywności* – czyli traktowania danych liczbowych w sposób obiektywny, a nie subiektywny,
- ❖ *zasada spójności* – mówi o konsekwentnym traktowaniu takich warunków rachunku jak rodzaj waluty, inflacja, stopa dyskontowa itp.,
- ❖ *zasada uniwersalności* – mówi o stosowaniu takich metod i procedur, które mogłyby służyć ocenie różnych rodzajów przedsięwzięć (np. typowych i nietypowych, nowych i modernizacyjnych), a także mogłyby być stosowane w ocenie względnej i bezwzględnej³³.

Przedstawione zasady są swoistymi wymogami formalnymi wykonywania rachunku ekonomicznego dla oceny efektywności inwestycji. Powinny być brane pod uwagę przy sporządzaniu każdego rodzaju rachunku efektywności inwestycji.

1.2.2. Odmiany rachunku efektywności inwestycji

Rachunek efektywności inwestycji klasyfikować można ze względu na różne kryteria, do których najczęściej zalicza się: cel, sposób i czas sporządzania rachunku.

³³ *Efektywność przedsięwzięć...*, op. cit., s. 17-21; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 38.

Ze względu na cel przeprowadzania rachunku, można wyodrębnić:

- ❖ *rachunek bezwzględny*, który pozwala stwierdzić czy inwestycja jest opłacalna,
- ❖ *rachunek względny*, który służy porównaniu kilku inwestycji³⁴.

Główna różnica pomiędzy tymi rodzajami rachunku polega na tym, że pierwszy umożliwia podjęcie decyzji w odniesieniu do pojedynczego projektu, a drugi służy do wyboru najbardziej efektywnej inwestycji z kilku ocenianych. Procedury te stosowane są zatem w ramach odpowiednio *bezwzględnej* oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, która odnosi się do inwestycji niezależnych, i *względnej* oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, która odnosi się głównie do przedsięwzięć inwestycyjnych wzajemnie się wykluczających³⁵. *Rachunek bezwzględny* efektywności inwestycji rozumieć zatem należy jako rachunek sporządzany zgodnie z zasadą przyrostowości, służący akceptacji lub odrzuceniu pojedynczego projektu inwestycyjnego. Daje on odpowiedź na pytanie, co jest korzystniejsze: realizacja danego przedsięwzięcia czy też zachowanie *status quo* – brak realizacji inwestycji (wariant bez inwestycji). *Rachunek względny* natomiast jest rachunkiem porównującym kilka wariantów inwestycyjnych, stosowany szczególnie w odniesieniu do inwestycji zależnych – *wzajemnie się wykluczających*, czyli takich, gdzie realizacja jednej inwestycji uniemożliwia podjęcie innej. W tym przypadku zastosowanie zasady przyrostowości polegać będzie na obliczeniu przyrostów finansowych elementów rachunku (np. nakładów, przychodów, kosztów) dla każdego z badanych wariantów, obliczeniu odpowiednich miar (wskaźników) zgodnych z przyjętą metodą oceny efektywności i porównaniu otrzymanych wyników, w celu wskazania najbardziej opłacalnej inwestycji. Przyrosty rozumiane są tu jako różnice pomiędzy przewidywanymi elementami finansowymi rachunku dla badanego wariantu i wariantu bez inwestycji.

Rachunek względny efektywności inwestycji wymaga najpierw przeprowadzenia dla każdego wariantu inwestycji rachunku bezwzględnego efektywności, a następnie dokonania wyboru najkorzystniejszego wariantu, tj. optymalnego ze względu na przyjęte kryterium³⁶.

Ważnym czynnikiem różnicującym rachunek efektywności, obok kryterium celu, jest sposób jego sporządzania. Na podstawie tego klucza wyróżnia się:

- ❖ rachunek wielowskaźnikowy,
- ❖ rachunek jednowskaźnikowy.

³⁴ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 33.

³⁵ Tamże

³⁶ E. Nowak, E. Pielichaty, M. Poszwa: *Rachunek opłacalności inwestowania*. PWE, Warszawa 1999, s. 21.

Rachunek wielowskaźnikowy oparty jest na zestawie wielu wskaźników cząstkowych odnoszących się do różnych aspektów ocenianego przedsięwzięcia inwestycyjnego, np. kosztów jednostkowych, rentowności, kapitałochłonności, pracochłonności itp. Rachunek wielokryterialny pozwala na wielostronną i pogłębioną ocenę przedsięwzięcia, jednak prowadzi także do niejednoznaczności, co jest jego główną wadą. Niejednoznaczność ta wynika z różnych kierunków zmian wskaźników cząstkowych – poprawa jednego wskaźnika może pociągać za sobą pogorszenie innych.

Rachunek jednowskaźnikowy (syntetyczny) zapewnia ocenę efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego za pomocą jednej miary – jednego wskaźnika. Stosowanie jednego syntetycznego wskaźnika, uwzględniającego jednak podstawowe elementy determinujące efektywność inwestycji, stanowi jasne i jednoznaczne kryterium wyboru wariantu inwestycyjnego.

Kolejne kryterium klasyfikacyjne rachunku efektywności to czas (moment) jego wykonania. W ramach tego kryterium wyróżnia się:

- ❖ rachunek *ex ante*,
- ❖ rachunek *ex post*.

Rachunek ex ante (*rachunek prospektywny*) wykonywany jest przed rozpoczęciem przedsięwzięcia inwestycyjnego i stanowi podstawę do podjęcia decyzji o realizacji lub odrzuceniu inwestycji. W ramach tego rachunku wykorzystywane są prognozy i wartości szacunkowych do określenia wielkości poszczególnych elementów rachunku, w szczególności różnorodnych kategorii ekonomicznych służących oszacowaniu elementów finansowych tego rachunku.

Rachunek ex post (*rachunek retrospektywny*) wykonywany jest po zakończeniu realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego lub na pewnym etapie jego realizacji. Uwzględnia on rzeczywiste, a nie szacunkowe wartości elementów rachunku. Spełnia zatem dwojakie istotne funkcje:

- ❖ kontrolną w odniesieniu do wcześniej wykonywanych prognoz, założeń i wartości szacunkowych,
- ❖ korekcyjną, która pozwala na eliminację błędów popełnionych w analizach *ex ante* dla kolejnych planowanych tego typu analiz.

Jest więc cennym źródłem informacji, które można wykorzystać w przygotowywaniu kolejnych zamierzeń inwestycyjnych.

1.3. Elementy rachunku efektywności inwestycji

1.3.1. Identyfikacja elementów rachunku efektywności inwestycji

Poprawność wykonania rachunku efektywności inwestycji, niezależnie od jego rodzaju, wymaga nie tylko zachowania właściwych zasad, ale również

określenia elementów tego rachunku. *Zasadniczymi elementami rachunku efektywności inwestycji są:*

1. Nakłady inwestycyjne.
2. Koszty powstające w okresie eksploatacji obiektów wytworzonych w ramach przedsięwzięcia inwestycyjnego, tzw. koszty operacyjne.
3. Przyszłe efekty, uzyskiwane z eksploatacji powstałych obiektów.

Nakłady inwestycyjne, najogólniej rzecz ujmując, są to środki przeznaczone lub poniesione na realizację przedsięwzięcia inwestycyjnego³⁷. Na sumę nakładów inwestycyjnych składają się wszystkie kwoty spodziewanych kosztów nabycia lub wytworzenia koniecznych składników majątku trwałego, a także niezbędny przyrost środków obrotowych, który warunkuje funkcjonowanie przedsięwzięcia³⁸.

Nakłady inwestycyjne są zatem skoncentrowanymi w stosunkowo krótkim czasie na początku ekonomicznego cyklu życia inwestycji, wydatkami pieniężnymi i ewentualnie kategoriami niemierzalnymi wartościowo, wyrażonymi w pieniądzu (np. jako kary za dewastację środowiska naturalnego), bezpośrednio ukierunkowanymi na zmaterializowanie przedsięwzięcia³⁹.

W literaturze przedmiotu powszechnie przyjmuje się podział nakładów inwestycyjnych na trzy podstawowe grupy:

1. Nakłady przedinwestycyjne i przedprodukcyjne.
2. Nakłady na rzeczowe składniki aktywów trwałych.
3. Nakłady na niezbędny kapitał obrotowy.

Nakłady przedinwestycyjne i przedprodukcyjne obejmują wydatki ponoszone w fazie przedinwestycyjnej oraz inwestycyjnej przed rozpoczęciem produkcji. Do grupy tej zalicza się⁴⁰:

- ❖ *nakłady wstępne i koszt gromadzenia kapitału* – mogą to być na przykład: wydatki poniesione w trakcie tworzenia i rejestracji przedsiębiorstwa, koszt emisji akcji, opłaty skarbowe, opłaty pobierane przy zawieraniu umów, wydatki na ogłoszenia i reklamę itp.;
- ❖ *koszty studiów przygotowawczych* – nakłady te wiążą się z przygotowaniem dokumentów typu: studium możliwości, studium wykonalności, plany obiektów, ekspertyzy pomocnicze wraz z wynagrodzeniami konsultantów i ekspertów za przygotowanie studiów, ekspertyz, prace inżynierskie i nadzór;

³⁷ J. Różański, M. Czerwiński: *Inwestycje rzeczowe...*, op. cit., s. 101.

³⁸ W. Bień: *Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa*. Difin, Warszawa, 2002, s. 262.

³⁹ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 11.

⁴⁰ W. Behrens, P.M. Hawranek: *Poradnik przygotowania przemysłowych studiów feasibility*. UNIDO, s. 336-337.

- ❖ *nakłady fazy przedprodukcyjnej* – wydatki te związane są z wynagrodzeniami pracowników obsługujących obiekty w okresie przedprodukcyjnym, szkoleniami, tymczasowymi biurami i magazynami, opłatami licencyjnymi promocją i tworzeniem sieci dystrybucji oraz innymi działaniami związanymi z przygotowaniem produkcji;
- ❖ *wydatki związane z uruchomieniem i przekazaniem obiektu do eksploatacji oraz koszty produkcji próbnej* – w skład tej grupy mogą wchodzić przykładowo: koszty nadzoru przy uruchamianiu produkcji, wynagrodzenia dla pracowników, zużycie materiałów oraz inne wydatki związane z uruchomieniem produkcji.

W praktyce często w zestawieniu nakładów inwestycyjnych z przedstawionej grupy wymienia się jedynie wydatki na studia wykonalności i nadzór. Pozostałe nakłady przypisuje się do odpowiednich środków trwałych, co jest związane z późniejszą ich łączną amortyzacją.

Podstawową i zarazem największą część nakładów inwestycyjnych stanowią wydatki na środki trwałe, które można zestawić w następujących grupach:

- ❖ wydatki na zakup ziemi i przygotowanie terenu,
- ❖ wydatki związane ze wznoszeniem budynków, budowli i wykonaniem niezbędnych prac inżyniersko-budowlanych,
- ❖ koszt zakupu maszyn i urządzeń wraz z wyposażeniem pomocniczym,
- ❖ wydatki na wartości niematerialne.

Wielkość nakładów inwestycyjnych na środki trwałe szacuje się na podstawie zakresu prac budowlanych i montażowych oraz kosztów nabycia niezbędnych urządzeń. Kalkulacja wydatków na środki trwałe prowadzona jest na podstawie projektu technicznego realizacji przedsięwzięcia i obejmuje dostawę, opakowanie, transport, cła, koszty instalacji itp.

Obydwie przedstawione powyżej grupy nakładów inwestycyjnych niekiedy określone są jako *nakłady na kapitał trwały*⁴¹. Ich dopełnieniem są nakłady na stworzenie niezbędnego *kapitału obrotowego netto*. Nakłady te stanowią wydatki przeznaczone na zagwarantowanie płynności finansowej i bieżące funkcjonowanie inwestycji w początkowym okresie fazy eksploatacji inwestycji. Konieczność uwzględniania w nakładach inwestycyjnych kapitału obrotowego netto wynika z tego, że wpływy pieniężne pojawiają się z pewnym opóźnieniem w stosunku do wydatków zawiązanych z bieżącymi zakupami surowców, energii czy też z wynagrodzeniami pracowników⁴². Zgodnie z zasadą przyspokości w rachunku efektywności należy uwzględniać różnicę między wzro-

⁴¹ W. J. Pazio: *Ocena finansowa...*, op. cit., s. 28.

⁴² W. Pach: *Proste metody szacowania zapotrzebowania na kapitał obrotowy*. Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Zeszyt Nr 33, Warszawa 2005, s. 7.

stem aktywów bieżących a wzrostem zobowiązań bieżących wynikających z realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego, czyli zmianę w kapitale obrotowym netto. W praktyce następuje to bardzo wiele trudności i często prowadzi do błędu, jakim jest stosowanie nominalnych, a nie przyrostowych wielkości lub całkowite pominięcie tego składnika nakładów.

W całkowitych nakładach inwestycyjnych czasem uwzględniane są również tzw. *nakłady końcowe* oraz *rezerwy*.

Nakłady końcowe są wydatkami związanymi z odzyskaniem środków trwałych (np. demontaż, rozbiórka, rekultywacja terenów zielonych) pomniejszonymi o wpływ ze sprzedaży tych środków lub ich wartość w przypadku wtórnego wykorzystania przez inwestora. Ta różnica stanowi wartość likwidacyjną⁴³, która powinna być raczej ujęta jako element korzyści bezpośrednich, jako tzw. wartość rezydualna.

Uwzględnienie w nakładach inwestycyjnych rezerw wynika wprost z doświadczeń i świadomości, że rzeczywiste nakłady inwestycyjne będą wyższe od planowanych. Rezerwy mają zatem zabezpieczyć przedsięwzięcie zarówno przed nieprzewidywalnymi, jak i trudnymi do wychwycenia na etapie planowania zdarzeniami mającymi wpływ na wielkość rzeczywistych nakładów inwestycyjnych. Innym celem stosowania rezerw w nakładach inwestycyjnych jest uniknięcie przekroczenia limitów wydatków, co chroni przed koniecznością ponoszenia dodatkowych, wcześniej nieplanowanych nakładów.

Uwzględnianie rezerw w nakładach inwestycyjnych budzi jednak pewne wątpliwości. Po pierwsze, jak zauważa K. Marcinek, wydatki inwestycyjne zwiększają się aż do wyczerpania budżetu. Oznacza to, że zaplanowanie rezerw prowadzić będzie do ponoszenia większych od początkowo planowanych nakładów – budżet łącznie z rezerwą zostanie z pewnością wykorzystany⁴⁴. Po drugie, powiększenie nakładów inwestycyjnych o rezerwy jest pewnym sposobem uwzględniania ryzyka, które w odniesieniu do przedsięwzięć inwestycyjnych powinno być poddane odrębnej analizie.

Drugim podstawowym elementem rachunku efektywności inwestycji są koszty ponoszone w związku z eksploatacją zasobów powstałych w wyniku realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego. Jak zauważają W. Behrens i P.M. Hawranek, właściwym sposobem prognoz kosztów w analizie i ocenie efektywności inwestycji jest analiza struktury kosztów i określenie ich krytycznych pozycji i porównanie z podobnymi przedsięwzięciami⁴⁵. Analiza ta wymaga przyjęcia odpowiednich kryteriów podziału kosztów.

⁴³ M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000, s. 195.

⁴⁴ K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 194.

⁴⁵ W. Behrens, P.M. Hawranek: *Poradnik przygotowania...*, op. cit., s. 345.

Podstawową klasyfikacją kosztów, z punktu widzenia oceny efektywności inwestycji, jest podział ze względu na stosunek do produktu. Zgodnie z tym kryterium, koszty związane z eksploatacją obiektów będących wynikiem realizacji inwestycji można podzielić na koszty bezpośrednie i pośrednie. Koszty bezpośrednie są to koszty, które na podstawie bezpośredniego pomiaru lub przy wykorzystaniu dokumentów źródłowych mogą być dokładnie przypisane do określonych wyrobów lub usług. Zalicza się do nich przede wszystkim koszty robocizny bezpośredniej (wynagrodzenia i płace, świadczenia dodatkowe, składki ubezpieczeniowe) i materiałów bezpośrednich (surowców, materiałów pomocniczych, usług, części zamiennych, narzędzi itp.). Kosztów pośrednich nie można przypisać bezpośrednio do żadnego produktu. Są określone w miejscu powstania, a potem przypisane do wyrobów za pomocą odpowiednich kluczy podziału poprzez narzuty dokonywane w systemie księgowości przedsiębiorstwa. Podział ten jest punktem wyjścia do kalkulacji kosztów jednostkowych, które są podstawą przygotowania prognoz kosztów w całym okresie obliczeniowym.

W praktyce, w analizie efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych najczęściej wyróżnia się następujące grupy kosztów:

- ❖ koszty bezpośrednie,
- ❖ koszty wydziałowe i ogólnozakładowe,
- ❖ koszty ogólnoadministracyjne,
- ❖ koszty sprzedaży i dystrybucji,
- ❖ koszty finansowe,
- ❖ amortyzację⁴⁶.

Wyodrębnienie, jako osobnej grupy kosztów finansowych, które stanowią odsetki od kredytów i pożyczek, dotyczy sytuacji gdy przedsięwzięcie inwestycyjne jest finansowane przy udziale kapitałów obcych. W przeciwnym wypadku mogą być uwzględniane w kosztach ogólnozakładowych⁴⁷.

Amortyzacja zazwyczaj ujmowana jest w kosztach wydziałowych lub ogólnozakładowych. W rachunku efektywności inwestycji odgrywa jednak istotną rolę. Wydzielenie tych kosztów jako osobnej pozycji podyktowane jest tym, że najczęściej są one pomijane. Wynika to z faktu, że wartość środków trwałych uwzględniona jest w nakładach inwestycyjnych. Ujęcie w kosztach eksploatacyjnych amortyzacji prowadziłoby zatem do ponownego włączenia do rachunku tej wartości.

Struktura kosztów może być także badana na podstawie ich reakcji na zmiany wielkości produkcji. Zgodnie z tym kryterium koszty dzieli się na stałe

⁴⁶ W.J. Pazio: *Ocena finansowa...*, op. cit., s. 41.

⁴⁷ Przepisy prawa podatkowego klasyfikację odsetek od kredytów i pożyczek, zaciągniętych na sfinansowanie inwestycji uzależniają od tego, czy odsetki te ponoszone są w trakcie realizacji inwestycji czy w okresie jej eksploatacji. Szersze rozważania tego problemu pomija się.

i zmienne. Do kosztów stałych zalicza się takie koszty, których wysokość pozostaje na stałym poziomie lub też ulega mało znaczącym zmianom, pomimo zmian wielkości produkcji. Są to głównie koszty wydziałowe i administracyjne, długookresowe usługi umowne i czynsze. Koszty zmienne natomiast są to takie koszty, które w krótkich okresach zmieniają się wraz ze wzrostem lub spadkiem wielkości produkcji. Przy wzroście produkcji zwiększają się, przy spadku skali działalności maleją. Należy jednak zauważyć, że reakcja tej grupy kosztów na zmiany wielkości produkcji może być różna, tj. mogą one wzrastać w takim samym tempie, jak wielkość produkcji, szybciej lub wolniej. Podział kosztów na stałe i zmienne często wymaga przyjęcia umownych założeń i uproszczeń, ponieważ w rzeczywistości ich wielkość może wynikać z innych czynników aniżeli rozmiar produkcji. Zarówno kosztami stałymi, jak i zmiennymi mogą być koszty bezpośrednie i pośrednie.

Koszty całkowite mogą być dzielone również ze względu na inne kryteria, jednak przedstawione powyżej podziały są najistotniejsze z punktu widzenia szacowania kosztów na potrzeby rachunku efektywności inwestycji.

Kluczowym elementem rachunku efektywności inwestycji są korzyści osiągnięte z jej realizacji. Podstawową ich grupą są przychody ze sprzedaży, które stanowią główny efekt (korzyść) dla inwestora.

Przychody ze sprzedaży są sumą iloczynów wielkości sprzedaży produktów, usług i towarów oraz ceny jednostkowej sprzedaży. Wzrost przychodów ze sprzedaży może zatem wynikać ze wzrostu wielkości sprzedaży spowodowanego realizacją przedsięwzięcia, wyższej ceny jednostkowej lub ze zmiany struktury sprzedaży. Bezpośrednimi czynnikami wpływającymi na poziom przychodów ze sprzedaży są zatem:

- ❖ wielkość sprzedaży wyrażonej w jednostkach naturalnych,
- ❖ cena jednostkowa sprzedaży,
- ❖ struktura sprzedaży.

Korzyści, jakie generowane są przez przedsięwzięcie inwestycyjne, wynikają nie tylko ze sprzedaży produktów i usług. Ich źródłem może być także sprzedaż niepotrzebnego już majątku po okresie eksploatacji. Również w sytuacji gdy sprzedaż taka nie następuje, powstaje korzyść z dalszego użytkowania składników majątku powstałych w wyniku realizacji inwestycji. Wartość tych korzyści, tzw. wartość rezydualna, obok przychodów ze sprzedaży, stanowi korzyść bezpośrednią dla inwestora.

Wartość rezydualna jest spodziewaną wartością środka trwałego lub pozostałości po nim po okresie jego użyteczności. Ten element korzyści bezpośrednich może być szacowany na kilka sposobów, tj. jako wartość:

- ❖ rynkowa środków trwałych, gdyby miały być one sprzedane na koniec cyku życia inwestycji – w takim przypadku wartość rezydualna równa jest wartości likwidacyjnej;
- ❖ przewidywanych przychodów netto, generowanych po okresie uwzględnionym w rachunku efektywności – jest to wartość przewidywanych przychodów wygenerowanych przez inwestycję po okresie uwzględnionym w rachunku efektywności, pomniejszonych o odpowiadające im koszty operacyjne oraz o zmianę w kapitale obrotowym, przy czym koszty powinny uwzględniać nakłady odtworzeniowe niezbędne do utrzymania inwestycji;
- ❖ aktywów netto powstałych w wyniku realizacji inwestycji – wartość początkowa środków trwałych, powstałych w wyniku realizacji inwestycji, pomniejszona o wartość umorzeń, wynikająca z przyjętego systemu amortyzacyjnego i stawek amortyzacji poszczególnych grup środków trwałych, określonych przez regulacje prawne.

Infrastrukturalne przedsięwzięcia inwestycyjne, obok przedstawionych powyżej korzyści bezpośrednich, przynoszą efekty ekonomiczne powstające „poza inwestorem”, tzw. efekty zewnętrzne.

Efekty zewnętrzne, najogólniej rzecz ujmując, z ekonomicznego punktu widzenia są to skutki wywierane przez transakcje rynkowe na osoby, które nie uczestniczą w nich bezpośrednio⁴⁸. W odniesieniu do przedsięwzięć inwestycyjnych efekty zewnętrzne są to te koszty i korzyści, które pojawiają się u innych podmiotów aniżeli inwestor. Stanowią one zatem korzyści pośrednie, wynikające z realizacji inwestycji. Przykładem takiego rodzaju efektów może być zmniejszenie negatywnego oddziaływania transportu na środowisko naturalne, poprawa bezpieczeństwa czy też wzrost zatrudnienia w regionie, na którym powstaje inwestycja.

Niektóre korzyści pośrednie, które łatwo można zidentyfikować, okazują się jednak trudne do wyceny. Efekty zewnętrzne, takie jak zanieczyszczenie środowiska, wypadki czy straty czasu, nie są dobrami wymienianymi na rynku, nie stanowią przedmiotu działalności handlowej, stąd też nie można określić dla nich cen rynkowych. Jednocześnie są one ściśle związane z daną inwestycją i dlatego też istnieje uzasadniona potrzeba wyrażania ich w wartościach pieniężnych. Kwantyfikacja efektów zewnętrznych jest zatem istotna przy ocenie efektywności ekonomicznej inwestycji publicznych, ponieważ często decydują one o zasadności realizacji tych inwestycji. Taka sytuacja ma miejsce w przypadku projektów dotyczących infrastruktury transportowej. W miarę możliwości należy zatem, zgodnie z przedstawionymi zasadami

⁴⁸ D.R. Kemerschen, R.B. McKenzie, C. Nardinelli: *Ekonomia*. ..., op. cit., s. 89.

rachunku efektywności, określić i wycenić wszystkie efekty zewnętrzne, które związane są z realizacją inwestycji.

Szacowanie strumieni pieniężnych na potrzeby rachunku efektywności wiąże się z jeszcze jednym ważnym zagadnieniem, a mianowicie ze sposobem ich przedstawiania. Strumienie te mogą być wyrażane w wartościach nominalnych lub realnych. Wartość nominalną wyraża się w cenach bieżących, a wartość realną w cenach stałych⁴⁹. Ceny stałe kalkulowane są dla roku, który został arbitralnie wybrany jako podstawowy do obliczeń.

1.3.2. Relacje pomiędzy elementami rachunku efektywności inwestycji

Elementy rachunku efektywności, tj. nakłady inwestycyjne, koszty eksploatacyjne oraz korzyści stanowią podstawę do wyliczenia tzw. korzyści (efektu) netto z przedsięwzięcia inwestycyjnego. Wynika ona z wzajemnych relacji pomiędzy wymienionymi elementami rachunku. W literaturze przedmiotu korzyść netto wyrażona jest różnymi wielkościami ekonomicznymi. Najczęściej są to *przepływy pieniężne (cash flow)*, które uważane są za podstawową zmienną we wszystkich formułach rachunku efektywności inwestycji⁵⁰ oraz stanowią jeden z warunków niezależnej i autonomicznej oceny przedsięwzięcia inwestycyjnego, ponieważ powodują jego uniezależnienie się od kondycji inwestora⁵¹. W literaturze przedmiotu korzyść netto interpretowana jest także jako zysk lub jako nadwyżka finansowa⁵². Zasadne jest zatem przybliżenie tych pojęć.

Nadwyżka finansowa określana jest jako różnica pomiędzy przewidywanymi w okresie eksploatacji inwestycji wpływami pieniężnymi a kosztami niezbędnymi do ich uzyskania, pomniejszona o przypadające od tej nadwyżki obciążenie z tytułu podatku dochodowego i powiększona o amortyzację majątku trwałego uzyskanego w wyniku realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego. W pewnym uproszczeniu nadwyżka finansowa stanowi sumę zysku netto i amortyzacji majątku trwałego powstałego z inwestycji. W przedsięwzięciach, w których efektem ma być oszczędność kosztów, nadwyżkę finansową ustala się w oparciu o przewidywane w poszczególnych latach sumy kwot obniżki kosztów, pomniejszone o kwoty rosnącego podatku dochodowego⁵³.

⁴⁹ B. Czarny: *Wstęp do ekonomii*. PWE, Warszawa 2006, s. 25.

⁵⁰ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami*..., op. cit., s. 339; T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długoterminowe*..., op. cit., s. 137; M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa*..., op. cit., s. 192 i in.

⁵¹ R. Pastusiak: *Ocena efektywności inwestycji*. CeDeWu, Warszawa 2003, s. 72.

⁵² W. Bień: *Zarządzanie finansami*..., op. cit., s. 262.

⁵³ Tamże, s. 263.

Niekiedy w literaturze przedmiotu korzyść netto definiowana jest jako sam zysk netto⁵⁴. W tym przypadku korzyść netto obejmuje trzy główne elementy: nakłady inwestycyjne, przychody i koszty. Zarówno *przychody* powstające w wyniku sprzedaży produktów, jak i *koszty*, które odzwierciedlają zużycie czynników produkcji, rozumiane są tu w ich podstawowym znaczeniu wynikającym z rachunkowości. Inaczej traktowane są *nakłady inwestycyjne*, które stanowią wszelkiego rodzaju wydatki ponoszone przed oddaniem do eksploatacji obiektów nabytych lub wytworzonych w ramach realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego⁵⁵.

Korzyść netto wyrażona zyskiem lub nadwyżką finansową w literaturze przedmiotu przedstawiana jest jako właściwa dla prostych metod rachunku efektywności inwestycji, służących bardzo często do wstępnej weryfikacji opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych⁵⁶. Aktualnie powszechnie przyjmuje się, że nowoczesna analiza inwestycyjna zakłada, iż przedsięwzięcia inwestycyjne powinny być oceniane na podstawie *strumieni pieniężnych netto*⁵⁷.

W literaturze przedmiotu podkreśla się, że *przepływy pieniężne* (*cash flow*, *CF*), określane również terminem *strumienie pieniężne*, są podstawą rachunku efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych⁵⁸, a ich oszacowanie jest najważniejszym etapem w analizie potencjalnego przedsięwzięcia⁵⁹. Przepływy pieniężne oznaczają *rozkład w czasie „dopływów i odpływów” środków pieniężnych do i z przedsiębiorstwa*⁶⁰. Szacowanie przepływów pieniężnych to działanie złożone i skomplikowane, które wymaga uwzględnienia wielu różnych zmiennych i parametrów⁶¹. Ich precyzyjne i rzetelne prognozowanie i preliminowanie jest szczególnie ważne z punktu widzenia poprawności całej analizy i oceny przedsięwzięcia inwestycyjnego.

W ramach rachunku efektywności inwestycji często wykorzystuje się *przepływy pieniężne netto* (*net cash flow* – *NCF*), które odzwierciedlają różnicę między *strumieniami wpływów* (*cash inflows* – *CIF*), stanowiącymi wartości środków pieniężnych uzyskiwanych w związku z realizacją danej inwestycji, a *strumieniami wydatków* (*cash outflows* – *COF*), które stanowią odpływy środków pieniężnych w związku z daną inwestycją. Według S. Wrzoska, w ocenie przedsięwzięć inwestycyjnych należy brać pod uwagę wszystkie wpływy z dowolnych

⁵⁴ Por. S.P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 37-39.

⁵⁵ W.J. Pazio: *Ocena finansowa...*, op. cit., s. 27.

⁵⁶ Metody te są przedmiotem rozważań w rozdziale trzecim.

⁵⁷ V. Jog, C. Suszyński: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 117.

⁵⁸ Por. M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 192.

⁵⁹ Por. E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 339.

⁶⁰ W.F. Samuelson, S.G. Marks: *Ekonomia menedżerska*. PWE, Warszawa 1998, s. 794.

⁶¹ B. Bek-Gaik: *Budżetowanie kapitałowe instrumentem wspomagającym podejmowanie decyzji inwestycyjnych*. [w:] *Zarządzanie finansami – współczesne tendencje w teorii i praktyce*. Red. D. Zarzecki. Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2000, s. 289.

źródeł i tytułów, i wszystkie wydatki dowolnych rodzajów i przeznaczeń, które biorą się z zamierzeń, jak i pojawiające się wbrew nim, z zastrzeżeniem jednak, że są związane z przedsięwzięciem inwestycyjnym i warunkami jego realizacji, można je przewidzieć i zmierzyć oraz można je przyporządkować podmiotowi, z punktu widzenia którego prowadzi się ocenę efektywności inwestycji⁶².

Szacowanie wartości przepływów pieniężnych netto w kolejnych latach cyklu życia inwestycji wymaga określenia strumieni zaliczanych do wpływów i wydatków (tab. 1.1).

Tabela 1.1. Przepływy pieniężne według kryterium rodzaju strumienia pieniężnego i kierunku przepływu środków

Wydatki inwestycyjne: Nakłady inwestycyjne Zwiększenie kapitału obrotowego netto	Wpływy inwestycyjne: Sprzedaż środków trwałych Sprzedaż materiałów odzyskanych Wartość rezydualna Zmniejszenie kapitału obrotowego netto
Wydatki operacyjne: Koszty operacyjne (bez amortyzacji) Podatek dochodowy	Wpływy operacyjne: Przychody ze sprzedaży Subsydia i dotacje Obniżki kosztów operacyjnych (bez amortyzacji) Obniżka płaconego podatku dochodowego
Wydatki finansowe: Wypłata dywidend Splata kredytów długo- i średnioterminowych Wykup papierów wartościowych długo- i średnioterminowych Odsetki od kredytów i inne koszty finansowe Splata kredytów bieżących	Wpływy finansowe: Wpłaty kapitału zakładowego Zaciągnięcie kredytów długo- i średnioterminowych Emisja papierów wartościowych długo- i średnioterminowych Zaciągnięcie kredytów bieżących

Źródło: W Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 44.

Problemy z określeniem i szacowaniem przepływów pieniężnych mają charakter indywidualny i zależą od rodzaju przedsięwzięcia inwestycyjnego. Stwarza to określone trudności z wypracowaniem jedynych, uniwersalnych zasad szacowania strumieni pieniężnych, które byłyby akceptowane dla każdego przedsięwzięcia. W tabeli 1.1 przedstawione zostały typowe strumienie pieniężne, które mogą wystąpić w trakcie realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego. Po stronie wydatków należy zaliczyć do nich nakłady inwestycyjne, wydatki na zakup czynników działalności gospodarczej (np. wynagrodzenie z narzu-

⁶² S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 48.

tami, materiały i surowce, energia, usługi obce), odsetki od pożyczek i kredytów, spłaty kredytów i pożyczek oraz podatki płacone z tytułu zysku – podatek dochodowy. Do wydatków nie zalicza się amortyzacji, jednakże jest ona pośrednio uwzględniona w przepływach pieniężnych jako koszt uzyskania przychodu, który zmniejsza podatek dochodowy będący przepływem pieniężnym.

Do typowych wpływów należy zaliczyć przede wszystkim wartość sprzedaży świadczonych usług i wytworzonych produktów, wpływy z upłynięcia majątku, ewentualne dotacje i subsydia, różnego rodzaju zasilenia kapitałowe, np. kredyty i pożyczki.

Do przedstawionych powyżej strumieni pieniężnych zalicza się zarówno nakłady inwestycyjne, jak również kredyty i pożyczki. Jeżeli nakłady inwestycyjne finansowane są ze środków obcych (kredytu), to do wydatków należy zaliczyć zwrot kredytów zamiast poniesionych nakładów z tych kredytów, ponieważ wydatek dla inwestora ma miejsce w momencie spłaty kredytu⁶³. Rozwiązanie to jest właściwe pod warunkiem, że po stronie wpływów uwzględni się zasilenia w postaci kredytów w momencie ich wystąpienia i nakładów inwestycyjnych finansowanych tymi kredytami w chwili ich spłacania. Ma to szczególne znaczenie dla zabezpieczenia trwałości finansowej przedsięwzięcia w sytuacji gdy pomiędzy tymi zdarzeniami następują znaczne przesunięcia czasowe. W praktyce jednak zaciągnięcie kredytu i finansowane dzięki niemu wydatki inwestycyjne następują w tym samym roku i są zgodne co do wielkości, co powoduje, że jako wpływy i wydatki wzajemnie się równoważą i można je pominąć w przepływach pieniężnych, uwzględniając jedynie spłatę kredytu i odsetek.

W literaturze przedmiotu spotkać można także stanowisko, w którym dochody z likwidacji wycofywanych składników majątkowych, tzw. odzysk materiałów, pomniejszają nakłady inwestycyjne⁶⁴. Z takim ujęciem można by się zgodzić, gdyby składniki te mogły być wykorzystane w ramach realizacji danego przedsięwzięcia. W przeciwnym przypadku należy je raczej ujmować, podobnie zresztą jak wartość rezydualną, po stronie wpływów.

Przepływy pieniężne netto do rachunku efektywności inwestycji mogą być szacowane *metodą bezpośrednią, pośrednią lub uproszczoną*⁶⁵. *Bezpośrednia metoda szacowania* polega na oddzielnym obliczeniu każdego ze składników wpływów i wydatków, a następnie na obliczeniu różnicy sum wpływów i sum wydatków dla każdego roku. Szacowanie wpływów i wydatków w metodzie bezpośredniej wymaga informacji i prognoz na temat wielu czynników, np. popytu, zmian cen, rozwoju konkurencji, regulacji prawnych, technicznych

⁶³ M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 195.

⁶⁴ W. Bień: *Ocena efektywności finansowej spółek prawa handlowego. Finans – Sevis*, Warszawa 1997, s. 100.

⁶⁵ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 49.

i organizacyjnych warunków produkcji itp. W praktyce zastosowanie metody bezpośredniej jest trudne i dlatego łączy się ją z metodą pośrednią. *Metoda pośrednia* wykorzystuje różnicę między przychodami ze sprzedaży a kosztami, którą następnie koryguje się o zmiany stanu należności, zobowiązań, zapasów a także amortyzację i dochody przyszłych okresów. Pozostałe elementy wpływów i wydatków szacuje się w sposób bezpośredni. *Sposób uproszczony* szacowania przepływów pieniężnych polega na szacowaniu różnicy wpływów i wydatków jako sumy zysku netto i amortyzacji pomniejszonej o nakłady inwestycyjne i skorygowanej o zmianę stanu kapitału obrotowego netto.

W rachunku efektywności inwestycji, zgodnie z zasadą przyrostowości, przepływy pieniężne przedsięwzięcia inwestycyjnego powinny być ujmowane nie w wartościach nominalnych, lecz jako różnica (przyrost) między strumieniami środków pieniężnych przedsiębiorstwa, w przypadku realizacji inwestycji, a przepływami, w przypadku zaniechania jego realizacji, co można przedstawić w postaci wzoru:

$$CF_{t(p)} = CF_{t(f+p)} - CF_{t(f)} \quad (1.1)$$

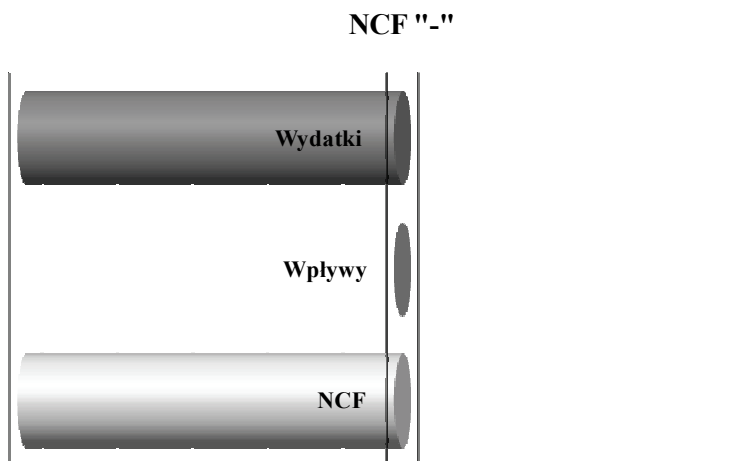
gdzie: $CF_{t(p)}$ – przyrostowe przepływy pieniężne przedsięwzięcia inwestycyjnego w roku t , $CF_{t(f+p)}$ – przepływy pieniężne przedsiębiorstwa, uwzględniane po podjęciu realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego, $CF_{t(f)}$ – przepływy pieniężne przedsiębiorstwa po odstąpieniu od realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Ustalone przepływy pieniężne noszą nazwę dodatkowych, różnicowych lub przyrostowych przepływów pieniężnych (*incremental cash flows*).

Oszacowane przyrostowe przepływy pieniężne określone są oddzielnie dla każdego kolejnego roku (podokresu) uwzględnionego w rachunku efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego. W każdym z tych podokresów (lat) mogą one przyjmować wartości ujemne lub dodatnie, w zależności od jednego z trzech możliwych wariantów.

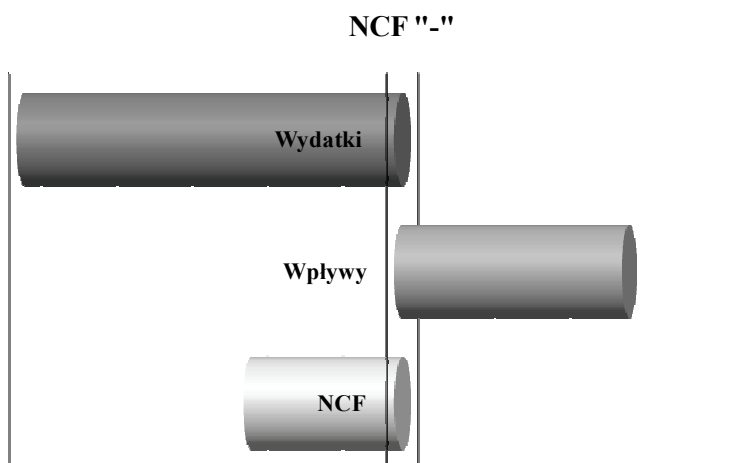
Wariant I (rys. 1.1) dotyczy roku, w którym przedsięwzięcie inwestycyjne nie generuje żadnych wpływów, a ponoszone są określone wydatki. Sytuacja taka charakterystyczna jest dla fazy przedinwestycyjnej i inwestycyjnej cyklu życia inwestycji.

Wariant II (rys. 1.2) dotyczy roku, w którym osiągane są określone wpływy, które jednak są mniejsze od ponoszonych w tym okresie wydatków. Przepływy pieniężne netto, także w tym przypadku, mają wartość ujemną. Taka sytuacja jest charakterystyczna dla końcowych etapów fazy inwestycyjnej, w których inwestycja zaczyna dostarczać wpływów, jak również dla początków fazy eksploatacji w okresie dochodzenia do pełnej zdolności produkcyjnej.



Rys. 1.1. *Przepływy pieniężne netto – wariant I*

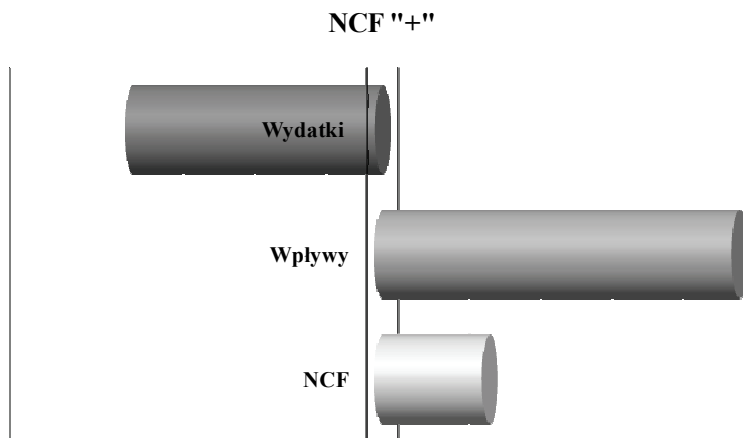
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 1.2. *Przepływy pieniężne netto – wariant II*

Źródło: Opracowanie własne.

Wariant III (rys. 1.3) dotyczy roku, w którym wartość generowanych wpływów przewyższa wartość ponoszonych wydatków. Przepływy pieniężne netto mają wartość dodatnią i są charakterystyczne dla fazy eksploatacji cyklu życia inwestycji po osiągnięciu pełnej zdolności produkcyjnej.



Rys. 1.3. Przepływy pieniężne netto – wariant III

Źródło: Opracowanie własne.

E.F. Brigham i L.C. Gapenski zwracają uwagę na trzy szczególne problemy, które mogą pojawić się przy szacowaniu przyrostowych strumieni pieniężnych, a które dotyczą:

- ❖ kosztów zapadłych,
- ❖ kosztów alternatywnych,
- ❖ wpływu na inne przedsięwzięcia⁶⁶.

Koszty zapadłe (koszty utopione, sunk costs) dotyczą nakładów, które zostały już poniesione. Zwykle odnoszą się one do badań marketingowych i rynkowych. Wydatki te nie powinny być uwzględniane w rachunku efektywności przedsięwzięcia, ich uwzględnienie może bowiem powodować odrzucenie realizacji inwestycji, która w rzeczywistości jest efektywna.

Koszty alternatywne (koszty utraconych korzyści) są to koszty wynikające z nieosiągnięcia w wyniku realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego korzyści z posiadanych aktywów, które należy uwzględnić w przepływach pieniężnych. Typowym przykładem jest sytuacja, w której w przedsięwzięciu inwestycyjnym wykorzystuje się wcześniej nabyty grunt. Kosztem alternatywnym (utraconą korzyścią) w tym wypadku będą przychody, jakie można uzyskać za dzierżawę lub sprzedaż tego gruntu.

Wpływ na inne przedsięwzięcia odnosi się do sytuacji, gdy realizacja przedsięwzięcia inwestycyjnego przyczynia się do wzrostu sprzedaży produktów komplementarnych. Wpływ ten jest często trudny do określenia, jednak w miarę możliwości powinien być skwantyfikowany i uwzględniony w przepływach pieniężnych.

⁶⁶ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 342-344.

Obok wcześniej omawianych zasad sporządzania rachunku efektywności inwestycji, kwestią determinującą jego poprawność jest właściwie ustalona i oszacowana korzyść netto z przedsięwzięcia inwestycyjnego. Korzyść ta powinna być określona na podstawie przepływów pieniężnych netto, wynikających z realizacji nakładów inwestycyjnych, kosztów eksploatacyjnych i korzyści bezpośrednich i pośrednich.

Duże znaczenie dla poprawności rachunku efektywności inwestycji ma właściwe uwzględnienie czynnika czasu oraz ryzyka, co wynika wprost z definicji inwestycji.

1.4. Czas i ryzyko w ocenie efektywności inwestycji

1.4.1. Wpływ czasu na wartość pieniądza

Czas ma znaczenie dla wielu kategorii ekonomicznych, w tym także dla rachunku efektywności inwestycji. Przedsięwzięcia inwestycyjne realizowane są i eksploatowane w perspektywie od kilku do kilkudziesięciu lat. Dlatego też zasadniczym warunkiem wiarygodności rachunku ekonomicznego efektywności inwestycji jest rzetelne określenie wielkości strumieni pieniężnych oraz ich rozłożenie w czasie. Wiąże się to z koniecznością przewidywania przyszłości oraz szacowania wartości tych przepływów niekiedy w długich przedziałach czasu. Podstawową zasadą finansów jest zależność rzeczywistej wartości przepływów pieniężnych od momentu ich wystąpienia. Zjawisko to określane jest w literaturze przedmiotu jako *zmienna wartość pieniądza w czasie*.

Wartość pieniądza zmniejsza się wraz z upływem czasu na skutek:

- ❖ ryzyka związanego z nieosiągnięciem danej wartości pieniężnej w przyszłości,
- ❖ występowania zjawiska inflacji, w warunkach której maleje wartość nabywcza pieniądza,
- ❖ preferowania konsumpcji w chwili obecnej przed konsumpcją odłożoną w czasie,
- ❖ okazji inwestycyjnych – im szybciej uzyska się środki pieniężne, tym szybciej można je zainwestować⁶⁷.

Uwzględnienie zmiany wartości pieniądza w czasie jest możliwe dzięki zastosowaniu techniki procentu składanego. Wartość przyszłą kwoty pieniężnej przy stopie procentowej w skali rocznej (r) i rocznej kapitalizacji odsetek po okresie (n) lat określa się mnożąc wartość początkową przez tzw. czynnik wartości przyszłej (*future value interest factor*), dany wzorem:

⁶⁷ D. Zarzecki: *Ocena efektywności inwestycji* [w:] *Analiza finansowa...*, op. cit., s. 363.

$$FVIF_{r,n} = (1+r)^n \quad (1.2)$$

gdzie: $FVIF_{r,n}$ – czynnik wartości przyszłej, r – stopa procentowa, n – liczba lat.

Wartość przyszłą kwoty początkowej można obliczyć stosując wzór:

$$FV_n = PV \cdot (1+r)^n \quad (1.3)$$

gdzie: FV_{tn} – wartość przyszła kwoty pieniężnej w roku t (*future value*), PV – wartość początkowa kwoty pieniężnej.

Jeżeli odsetki kapitalizowane są częściej niż raz w roku, to wzór na obliczenie wartości przyszłej przyjmuje postać:

$$FV_n = PV \cdot \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{n \cdot m} \quad (1.4)$$

gdzie: m – liczba kapitalizacji dochodów w ciągu roku, pozostałe oznaczenia jak poprzednio.

Wartość przyszła kwoty pieniężnej zależy od wartości początkowej, stopy procentowej, liczby lat oraz częstości kapitalizacji dochodów⁶⁸. Wzrost tych czynników powoduje wzrost wartości przyszłej początkowej kwoty pieniężnej.

Zagadnienie obliczania wartości przyszłej jest znacznie bardziej rozbudowane i obejmuje różne szczegółowe przypadki, np. wartość przyszła równych płatności (tzw. renty), wartość przyszła regularnych płatności itp. Tematyka ta jest szeroko i szczegółowo przedstawiana w literaturze dotyczącej finansów.

1.4.2. Rachunek dyskonta

Obliczanie wartości przyszłej z wykorzystaniem techniki procentu składanego jest istotne, ponieważ odwrotność tego procesu stanowi podstawę do obliczania wartości teraźniejszej kwoty pieniężnej na podstawie jej wartości końcowej. Bieżąca wartość przyszłej kwoty jest to dzisiejsza (bieżąca) suma, która przy danej stopie procentowej, poprzez działanie procentu składanego, zmienia się w tę przyszłą kwotę⁶⁹. Obliczanie wartości bieżącej na podstawie wartości końcowej nazywane jest dyskontowaniem, a różnica pomiędzy wartością końcową a wartością początkową (bieżącą) – dyskontem⁷⁰.

⁶⁸ K. Jajuga, T. Jajuga: *Inwestycje. Instrumenty finansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*. PWN, Warszawa 1998, s. 32.

⁶⁹ B. Czarny: *Wstęp do ekonomii...*, op. cit., s. 30.

⁷⁰ Por. K. Niemczycki: *Ekonomia*. Wyższa Szkoła Zarządzania PRET S.A. Warszawa 1996, s. 124.

Zmienna wartość pieniądza w czasie jest bardzo istotnym czynnikiem rachunku efektywności inwestycji, wynikającym z niemożności uznania za porównywalne rzeczywistych wartości strumieni pieniężnych występujących w różnym momencie. Wartość bieżąca (obecna) pewnej kwoty pieniężnej jest wyższa od wartości przyszłej, co wynika z:

- 1) kosztów alternatywnych – kosztów niewykorzystanych możliwości,
- 2) niepewności przyszłych przychodów – do chwili ich realizacji są one tylko przychodami „oczekiwanymi”,
- 3) inflacji – realnego spadku wartości pieniądza.

W celu zachowania czasowej porównywalności należy dążyć do ujednolicenia wartości strumieni pieniężnych poprzez odpowiednie zmniejszenie wartości przyszłych przepływów, aby były porównywalne z bieżącymi. Służy temu *rachunek dyskonta* (*dyskontowanie*). Rachunek ten polega na obliczaniu bieżącej (w literaturze przedmiotu używa się także określeń: obecnej, teraźniejszej, aktualnej, zaktualizowanej) wartości przepływów pieniężnych, które mogą wystąpić w przyszłości. Wartość bieżącą oblicza się według wzoru:

$$PV = FV_t \cdot a_t \quad (1.5)$$

gdzie: PV – wartość bieżąca (*present value*), FV_t – wartość przyszła w roku t (*future value*), a_t – współczynnik dyskontowy.

Formuła obliczeniowa przedstawiona we wzorze (1.5) opiera się na współczynniku dyskonta (*discount factor*), którego wartość przyjmuje postać:

$$a_t = \frac{1}{(1+r)^t} \quad (1.6)$$

gdzie: a_t – współczynnik dyskontowy, r – stopa dyskontowa, t – kolejny rok w przyjętym okresie obliczeniowym.

Przedstawiona formuła (1.6), jak już wcześniej wspomniano, jest odwrotnością procentu składanego. Wskazuje ona na dwa elementy, od których zależy poziom współczynnika dyskontowego. Są nimi *czas* wyrażony poprzez rok t , dla którego obliczany jest współczynnik, oraz *stopa dyskontowa* (r). Maksymalny poziom współczynnika dyskonta wynosi 1,0 dla roku zerowego ($t = 0$). Zazwyczaj mianem roku zerowego jest określany rok przed rozpoczęciem realizacji inwestycji, w którym występuje faza przedinwestycyjna cyklu życia inwestycji. Jednak, jak zauważa S. Wrzosek, jeśli rokiem zerowym oznaczony zostanie rok inny niż najwcześniejszy, to obok rachunku dyskonta wystąpi również rachunek procentu składanego – we wzorze pojawi się ujemna wartość t^{71} .

⁷¹ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 36.

W kolejnych latach okresu obliczeniowego poziom wskaźnika ulega obniżeniu, dążąc do zera i nigdy tej wartości nie osiągając. Współczynnik dyskontowy przyjmuje najniższą wartość dla danej inwestycji w ostatnim roku przyjętego okresu obliczeniowego.

Wielkość współczynnika dyskonta, oprócz roku, dla którego jest obliczany, zależy także od wartości stopy dyskontowej. *Stopa dyskontowa (discount rate)*, nazywana czasem *stopą progową*, jest to stopa procentowa stosowana przy obliczaniu wartości zaktualizowanej⁷², czyli stopa, przy której wyznacza się wartość współczynnika dyskonta.

Wraz ze wzrostem stopy dyskontowej maleje wartość współczynnika dyskontowego, a tym samym bieżąca wartość strumienia pieniężnego w roku *t*. Ustalenie właściwego poziomu tej stopy jest więc bardzo istotne dla prawidłowego wykonania rachunku ekonomicznego efektywności inwestycji, uwzględniającego zmienną wartość pieniądza w czasie.

Powszechnie przyjmuje się, że stopa dyskontowa w rachunku efektywności inwestycji wyraża minimalną oczekiwaną przez inwestora stopę zwrotu z zaangażowanego kapitału, poniżej której realizacja danego przedsięwzięcia jest nieopłacalna⁷³. Stopa dyskontowa określana jest również jako:

- ❖ stopa zwrotu, którą można uzyskać na rynku, inwestując w inne przedsięwzięcia o podobnym poziomie ryzyka, tzw. alternatywna stopa zwrotu,
- ❖ koszt kapitału niezbędnego do sfinansowania przedsięwzięcia o określonym poziomie ryzyka⁷⁴.

Przedstawione interpretacje stopy dyskontowej świadczą o dwóch odmiennych koncepcjach stopy dyskontowej, a mianowicie przychodowym i kosztowym, i stanowią punkt wyjścia dla różnych metod szacowania wielkości stopy dyskontowej. W literaturze przedmiotu najczęściej przedstawiane są metody takie jak:

- ❖ metoda oparta na oprocentowaniu lokaty bankowej,
- ❖ metoda oparta na oprocentowaniu kapitałów dłużnych,
- ❖ metoda średniego ważonego kosztu kapitału,
- ❖ metoda oparta na modelu wyceny aktywów kapitałowych.

Według metody opartej na oprocentowaniu lokaty bankowej (koncepcja przychodowa) stopa dyskontowa wyznaczana jest na podstawie oprocentowania długoterminowych lokat bankowych lub innych bezpiecznych lokat, np. obligacji

⁷² B. Czarny: *Wstęp do ekonomii...*, op. cit., s. 30.

⁷³ Por. Z. Leszczyński, A. Skowronek-Mielczarek: *Analiza ekonomiczno-finansowa...*, op. cit., s. 196; U. Brochocka, R. Gajęcki: *Metody oceny...*, op. cit., s. 46; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 61 i in.

⁷⁴ T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długookresowe...*, op. cit., s. 103.

Skarbu Państwa. W koncepcji tej stopa dyskontowa jest sumą trzech składników: stopy procentowej pozbawionej ryzyka, premii za ryzyko inwestycyjne oraz spodziewanej inflacji lub deflacji, co można zapisać:

$$r = r_o + r_{pr} + r_{id} \quad (1.7)$$

gdzie: r – stopa dyskontowa, r_o – stopa procentowa pozbawiona ryzyka, r_{pr} – premia za ryzyko inwestycyjne, r_{id} – stopa inflacji (deflacji).

Jako podstawę do wyznaczenia stopy procentowej pozbawionej ryzyka najczęściej przyjmuje się papiery wartościowe emitowane przez Skarb Państwa. Zdaniem W. Rogowskiego, do szacowania stopy dyskontowej zgodnie z tą metodą należy przyjmować rentowność instrumentu pozbawionego ryzyka z okresu bezpośrednio poprzedzającego sporządzanie rachunku efektywności⁷⁵. Może ona być również szacowana jako średnia rentowność z określonego okresu, np. roku. Ważne jest, aby w miarę możliwości okres zapadalności danego instrumentu był jak najbardziej zbliżony do ekonomicznego cyklu życia inwestycji.

Metoda oparta na oprocentowaniu lokaty bankowej może być stosowana, jeśli inwestycja jest finansowana z własnych środków. Ponadto wyznaczanie stopy dyskontowej na podstawie stopy procentowej lokaty bankowej nie oznacza ich równości.

Według metody drugiej, *opartej na oprocentowaniu kapitałów dłużnych*, stopa dyskontowa wyznaczana jest na podstawie oprocentowania kredytów bankowych. Metoda ta ma zastosowanie w przypadku, gdy całość nakładów inwestycyjnych finansowana jest dłużnymi kapitałami obcymi.

Metoda średniego ważonego kosztu kapitału (weighted average cost of capital, WACC) oparta jest na uproszczonym założeniu, że ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego jest takie samo jak ryzyko całego przedsiębiorstwa i struktura finansowania inwestycji jest taka sama jak struktura finansowania przedsiębiorstwa.

WACC jest średnim ważonym kosztem różnych rodzajów kapitałów wykorzystywanych przez przedsiębiorstwo:

$$WACC = \sum_{i=1}^n w_i \cdot k_i \quad (1.8)$$

gdzie: WACC – średnio ważony koszt kapitału, w_i – waga (udział) każdego wykorzystywanego kapitału, k_i – koszt i -tego składnika kapitału, n – liczba różnych źródeł kapitału.

⁷⁵ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 62.

Średni ważony koszt kapitału obliczany jest jako suma iloczynów kosztu (k_i) danego rodzaju kapitału i jego wagi (w_i), która jest równa udziałowi danego kapitału w łącznej wartości wszystkich źródeł finansowania. Przedstawiony wzór (1.8) jest ogólną postacią średniego ważonego kosztu kapitału. W przypadku przedsięwzięć inwestycyjnych, składnikami kapitałów, branymi pod uwagę, są najczęściej: uprzywilejowany i zwykły kapitał akcyjny oraz zadłużenie długoterminowe⁷⁶. Ponadto wartość zadłużenia długoterminowego, ze względu na odliczenie kosztów odsetkowych od podatku, musi być skorygowana o efekt podatkowy. Średni ważony koszt kapitału, stosowany do wyznaczania stopy dyskontowej, przyjmuje zatem postać:

$$WACC = w_d \cdot k_d \cdot (1 - T) + w_p \cdot k_p + w_e \cdot k_e \quad (1.9)$$

gdzie: WACC – średnio ważony koszt kapitału, w_d – udział zadłużenia długoterminowego w łącznej wartości wszystkich kapitałów, w_p – udział akcji uprzywilejowanych w łącznej wartości wszystkich kapitałów, w_e – udział akcji zwykłych w łącznej wartości wszystkich kapitałów, k_d – koszt zadłużenia długoterminowego (przed opodatkowaniem), k_p – koszt akcji uprzywilejowanych, k_e – koszt akcji zwykłych, T – stopa podatkowa.

Wycena kosztu kapitału może być prowadzona w oparciu o wartości księgowe lub rynkowe. Zdaniem H. Johnsona wartość rynkowa WACC, jako wymagana stopa zwrotu, jest właściwą stopą dyskontową, jaka powinna być stosowana do oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych⁷⁷. Czasami w praktyce wartość WACC obliczana jest jako docelowa struktura zadłużenia przedsiębiorstwa⁷⁸.

Stosując średni ważony koszt kapitału do ustalenia stopy dyskontowej, należy pamiętać, że odnosi się on do przedsiębiorstwa jako całości, co powoduje konieczność spełnienia dwóch warunków:

1. Finansowanie inwestycji nie powinno zmieniać struktury kapitałów przedsiębiorstwa.
2. Ryzyko przedsięwzięcia powinno być takie samo jak ryzyko przedsiębiorstwa⁷⁹.

⁷⁶ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami* ..., op. cit., s. 239.

⁷⁷ H. Johnson: *Koszt kapitału. Klucz do wartości firmy*. LIBER, Warszawa 2000, s. 83.

⁷⁸ Por. W. Rogowski: *Rachunek efektywności*..., op. cit., s. 65.

⁷⁹ Tamże, s. 64.

Warunki te powodują, że w praktyce bardzo często może dochodzić do sytuacji, w których dyskontowanie średnio ważonym kosztem kapitału jest istotnym uproszczeniem lub zawiera trudne do oszacowania błędy. W takiej sytuacji pomocne może być posłużenie się alternatywnymi metodami uwzględniającymi podobne efekty stosowania finansowania zewnętrznego w przedsięwzięciach inwestycyjnych.

Ostatnia z wymienionych metod polega na szacowaniu stopy dyskontowej w oparciu o *model wyceny aktywów kapitałowych* (*capital assets pricing model, CAPM*). Stopa dyskontowa jest zatem równa kosztowi kapitału własnego przedsiębiorstwa, co odpowiada sytuacji, w której przedsięwzięcie inwestycyjne w całości finansowane jest kapitałem własnym. Wzór modelu wyceny aktywów kapitałowych CAPM, który może być użyty do oszacowania kosztu kapitału własnego, ma postać:

$$r_z = r_f + \beta \cdot (r_m - r_f) \quad (1.10)$$

gdzie: r_z – koszt kapitału własnego (stopa dyskontowa), r_f – stopa zwrotu z inwestycji wolnych od ryzyka, r_m – oczekiwana rynkowa stopa zwrotu z inwestycji w aktywa kapitałowe, $(r_m - r_f)$ – premia za inwestycyjne ryzyko rynkowe, β – współczynnik odzwierciedlający stopień ryzyka systematycznego przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Zgodnie ze wzorem (1.10) oczekiwana stopa dyskontowa, równa kosztowi kapitału własnego, składa się z dwóch elementów. Pierwszym z nich jest stopa zwrotu z inwestycji wolnych od ryzyka. Drugim jest liniowa funkcja ryzyka, warunkująca wielkość premii za ryzyko. Składa się ona ze współczynnika β , który odzwierciedla ryzyko rynkowe oraz premii za ryzyko rynkowe⁸⁰.

Badania przeprowadzone wśród przedsiębiorstw z krajów wysoko rozwiniętych wskazują, że spośród przedstawionych metod, do szacowania stopy dyskontowej stosowana jest najczęściej metoda średniego ważonego kosztu kapitału. Jednakże w praktyce, w znacznej mierze stopy dyskontowe wyznaczone są innymi, poza przedstawionymi, metodami, lub są przyjmowane arbitralnie⁸¹.

W analizie i ocenie przedsięwzięć w sektorze publicznym, w rachunku dyskonta stosowana jest tzw. *społeczna stopa dyskontowa* (*social discount rate, SDR*). Ma ona odzwierciedlać społeczny punkt widzenia na obliczanie wartości bieżącej przyszłych kosztów i korzyści generowanych przez przedsięwzięcie. Innymi słowy, *SDR* wyraża stopień preferencji, z jakim społeczeństwo odnosi się do przyszłych korzyści i kosztów.

⁸⁰ Rodzaje ryzyka związanego z inwestycjami oraz premia za ryzyko w przedstawianym modelu zostaną omówione w dalszej części pracy.

⁸¹ Por. W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 67.

W literaturze przedmiotu wymienia się kilka sposobów szacowania społecznej stopy dyskontowej:

- 1) metodę stóp rynkowych,
- 2) metodę stóp kredytów na rynku międzynarodowym,
- 3) metodę wykorzystującą teorię społecznych preferencji czasowych.

Pierwsze ujęcie zakłada, że stopa dyskontowa stosowana w publicznych przedsięwzięciach równa jest stopie rynkowej, tj. stopie wykorzystywanej w komercyjnych przedsięwzięciach⁸². Jednak takie stanowisko byłoby słuszne tylko dla rynku idealnego. Ponadto w takim ujęciu długoterminowe inwestycje, do których zaliczają się również przedsięwzięcia infrastrukturalne, oceniane byłyby gorzej od krótkoterminowych, co z punktu widzenia interesów społecznych nie jest właściwe.

Druga z wymienionych metod wymaga ustalenia poziomu oprocentowania kredytów na międzynarodowym rynku kapitałowym. Poziom społecznej stopy dyskontowej zależy od tego czy dane państwo pożycza, czy też udziela kredytów⁸³. Jeżeli państwo jest na międzynarodowym rynku pożyczkobiorcą, wtedy społeczna stopa dyskontowa nie powinna być niższa od stopy otrzymanych kredytów. W przypadku gdy dany kraj udziela kredytu, wówczas, ze względu na ryzyko kredytowe, SDR powinna być niższa od oprocentowania kredytu. By odzwierciedlić ryzyko utraty kredytu, jego poziom można wyznaczyć z następującego wzoru:

$$SDR = (r_w - p_d) \cdot r_w \quad (1.11)$$

gdzie: SDR – społeczna stopa dyskontowa, r_w – stopa oprocentowania kredytów na międzynarodowym rynku kapitałowym, p_d – premia dla przedsięwzięć krajowych.

W przedstawionym równaniu (1.11) premia dla przedsięwzięć krajowych może być wyznaczona jako oczekiwana stopa wzrostu gospodarki narodowej, oczekiwana inflacja na rynku międzynarodowym lub w kraju, oczekiwana stopa zwrotu z przedsięwzięć krajowych. W literaturze podawane są także inne wyznaczniki dla tej premii, związane na przykład ze stabilnością polityczną świata lub stabilnością międzynarodowych rynków kapitałowych⁸⁴.

Kolejna metoda szacowania SDR odnosi się do teorii społecznych preferencji czasowych. Zgodnie z nią ludzie według swoich preferencji czasowych dobrowolnie wybierają między przyszłą a obecną konsumpcją. Z jednej strony

⁸² Por. R.O. Zerby Jr., A.S. Bellas: *A Primer for Benefit-Cost Analysis*. Edward Elgar Publishing Ltd. Cheltenham, UK – Northampton, USA 2006, s. 238.

⁸³ U. Brochocka, R. Gajęcki: *Metoda oceny...*, op. cit., s. 55.

⁸⁴ Tamże

bieżące oszczędności i inwestycje oznaczają przyszłą większą konsumpcję, ale z drugiej – obecna konsumpcja daje bieżące korzyści. Społeczna stopa dyskontowa równa jest *społecznej stopie preferencji czasowych* (*social rate of time preference* – *SRTP* lub *social time preference rate*, *STPR*).

To stanowisko zakłada, że wartość inwestycji ostatecznie zależy od konsumpcji, którą generuje, i że gotowość społeczeństwa do wyrzeczenia się obecnej konsumpcji na rzecz przyszłej jest mierzona przez *SRTP*. Innymi słowy, społeczna stopa preferencji czasowych jest stopą, przy której społeczeństwo jest skłonne zamienić teraźniejszą konsumpcję na przyszłą⁸⁵.

SRTP interpretowana jest jako stopa zwrotu po opodatkowaniu z bezpiecznych inwestycji. Społeczna stopa preferencji czasowych zależy od tempa wzrostu gospodarki i zmiennych makroekonomicznych. Dlatego też nie można oczekiwać, że będzie stała w kolejnych okresach⁸⁶. W literaturze przedmiotu sugeruje się, że ludzie nie zachowują się tak, jak gdyby ich własne stopy dyskontowe były stałe, ale raczej tak, jakby stopy te zmniejszały się wraz z upływem czasu. Odpowiada temu zjawisku tzw. dyskontowanie hiperboliczne, to jest takie, w którym stopa dyskontowa maleje wraz z upływem czasu. Przy założeniu, że ta forma dyskontowania odzwierciedla preferencje społeczne, co potwierdzają empiryczne obserwacje, dyskontowanie hiperboliczne może zostać użyte w ocenie efektywności publicznych inwestycji. Problemem jest jednak, w jaki sposób od empirycznych doświadczeń wyprowadzić normatywną regułę⁸⁷. W literaturze przedmiotu sugeruje się przyjmowanie różnych progowych społecznych stóp preferencji czasowych do dyskontowania kosztów i korzyści w przedsięwzięciach publicznych. Propozycje, jakie na ten temat przedstawili M. Moore oraz R.O. Zerby Jr. i A.S. Bellas zaprezentowano w tabeli 1.2.

Przedstawione w tabeli 1.2 proponowane wielkości stopy dyskontowej w obydwu przypadkach uzależnione są od długości czasu trwania przedsięwzięcia inwestycyjnego. Stopa dyskontowa maleje skokowo dla kolejnych przedziałów czasowych, aby w konsekwencji dojść do zera. Różnica pomiędzy obydwoma propozycjami tkwi w sugerowanym poziomie społecznej stopy dyskontowej dla lat 0-50. Zgodnie z pierwszą propozycją *SDR*, dla tego okresu powinna wynosić 3,5%, gdy tymczasem według drugiej powinna mieścić się w przedziale 2,5%- 4,5%, w zależności od wielkości inflacji. Koncepcje te różnią się również tempem zmian stopy dyskontowej i momentem, od którego powinna ona przyjąć wartość zero. M. Moore sugeruje, że powinny to być lata powyżej 300. roku, natomiast R.O. Zerby Jr. i A.S. Bellas skracają tę granicę do 150 lat.

⁸⁵ Por. R.O. Zerby Jr., A.S. Bellas: *A Primer for Benefit...*, op. cit., s. 240-241.

⁸⁶ Tamże, s. 248.

⁸⁷ Por. D. Pearce, B. Groom, C. Hepburn, Ph. Koundouri: *Valuing the Future. Recent advances in social discounting*. World Economics 2003, Vol. 4, No. 2, s. 125-126.

Tabela 1.2. Sugerowane stopy dyskontowe dla przedsięwzięć publicznych

Autor: M. Moore	
Okres	SDR
0-50 lat	3,5%
50-100 lat	2,5%
100-200 lat	1,5%
200-300 lat	0,5%
> 300 lat	0%
AUTORZY: R.O. Zerbe JR., A.S. Bellas	
Okres	SDR
0-50 lat	2,5%-4,5%
50-100 lat	1,0%-2,5%
100-150 lat	0,7%-1,0%
> 150 lat	0%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie R.O. Zerbe Jr., A.S. Bellas: *A Primer for Benefit...*, op. cit., s. 251.

Dyskontowanie ze stopą równą 0% oznacza, że:

1. Jednakowo traktowane są korzyści, które wystąpią nie tylko dziś, ale również w dalekiej przyszłości, z których korzystać będą przyszłe pokolenia.
2. Większą wartość ma przyszła konsumpcja, co jest bodźcem do zwiększenia aktualnych oszczędności i poziomu inwestycji⁸⁸.

Przyjmowanie stopy dyskontowej równej zero, w praktyce oznaczające przyjmowanie wartości nominalnych w rachunku efektywności inwestycji, jest jednak kontrowersyjne i ma swoich przeciwników. Dowodzą oni, że logiczną implikacją stopy dyskontowej równej zero jest zubożenie współczesnego pokolenia i kolejnych, stosujących tę samą zasadę, a zatem „niedyskontowanie” nie jest odpowiedzią na problemy dotyczące społecznej stopy dyskontowej⁸⁹.

Inne ujęcie szacowania społecznej stopy preferencji czasowych wykorzystuje pojęcie optymalnej stopy wzrostu. Koncepcja ta do obliczenia STPR wykorzystuje równanie Ramseya, które przedstawia się wzorem:

⁸⁸ D. Pearce, B. Groom, C. Hepburn, Ph. Koundouri: *Valuing the Future...*, op. cit., s. 124.

⁸⁹ Szerzej na ten temat: D. Pearce, B. Groom, C. Hepburn, Ph. Koundouri: *Valuing the Future...*, op. cit., s. 125.

$$r = n \cdot g + p \quad (1.12)$$

gdzie: $r = SDR$ – społeczna stopa dyskontowa, n – wskaźnik elastyczności dobrobytu społecznego, g – wskaźnik przyrostu wydatków publicznych, p – stopa preferencji czasowych.

Społeczna stopa dyskontowa, według tej koncepcji, jest rzeczywistą stopą dyskontową, równą sumie dwóch czynników. Pierwszy z nich to iloczyn wskaźnika elastyczności dobrobytu społecznego i tempa wzrostu wydatków publicznych (na osobę). Drugi czynnik stanowi stopa preferencji czasowych.

W ramach toczącej się dyskusji na temat społecznej stopy dyskontowej wy-suwane są również propozycje stosowania dwustopowego dyskontowania (*dual-rate discounting*). Polega ono na zastosowaniu różnych stóp dyskontowych w ocenie konsumpcji i wpływu projektu na środowisko naturalne. Innymi słowy, idea ta odrzuca stosowanie stałej stopy dyskontowej, stosowanej tradycyjnie przy ocenie różnych przyszłych dóbr. Szczególnie dotyczy to przedsięwzięć publicznych, których skutki wpływają na stan środowiska naturalnego. Wyko-rzystanie dwóch różnych stóp dyskontowych argumentowane jest:

- ❖ występowaniem różnych preferencji czasowych dla prywatnych i publicznych dóbr,
- ❖ różnym znaczeniem dóbr publicznych i środowiska naturalnego⁹⁰.

Według H.P. Weikarda i X. Zhu ważnym argumentem przemawiającym za stosowaniem dwustopowego dyskontowania jest brak substytucji pomiędzy wartością środowiska naturalnego i wartością konsumpcji⁹¹.

Odpowiednie stopy dyskontowe mogą być ustalone w oparciu o równanie Ramseya, co można przedstawić za pomocą wzorów:

$$r_c = n_c \cdot g_c + p \quad (1.13)$$

gdzie: r_c – stopa dyskontowa do oceny zmian w konsumpcji, n_c – elastyczność użyteczności krańcowej konsumpcji, g_c – wskaźnik wzrostu konsumpcji, p – stopa preferencji czasowych.

$$r_q = n_q \cdot g_q + p \quad (1.14)$$

gdzie: r_q – stopa dyskontowa do oceny zmian w środowisku naturalnym, n_q – elastyczności użyteczności krańcowej środowiska naturalnego, g_q – wskaźnik zmian środowiskowych, p – stopa preferencji czasowych.

⁹⁰ H.P. Weikard, X. Zhu: *Discounting and environmental quality: When should dual rate be used?* Economic Modelling 2005, No. 22, s. 869.

⁹¹ Tamże, s. 876.

Zagadnienie szacowania stopy dyskontowej jest bardzo złożone i stanowi obecnie istotny obszar badawczy. Obok przedstawionych powyżej koncepcji szacowania stopy dyskontowej, szczególnie w odniesieniu do społecznej stopy dyskontowej, pojawiają się nowe kolejne teorie, które zmierzają w kierunku stosowania w rachunku dyskonta nie stopy dyskontowej o jednej, określonej wartości, lecz stopy zmiennej w czasie.

Ze stopą dyskontową wiąże się jeszcze inne, kluczowe z punktu widzenia prowadzenia rachunku efektywności, zagadnienie. Dotyczy ono uwzględnienia inflacji. Przyjęcie do kalkulacji przepływów pieniężnych cen nominalnych lub realnych winno mieć swoje odzwierciedlenie w szacowaniu stopy dyskontowej. Jeżeli w rachunku stosowane są ceny nominalne, to również stopa dyskontowa powinna być nominalna. W przypadku użycia cen realnych, należy wyznaczyć rzeczywistą stopę dyskontową.

W najprostszym ujęciu przyjmuje się, że nominalna stopa dyskontowa równa jest realnej stopie dyskontowej powiększonej o stopę inflacji:

$$r_n = r_r + r_i \quad (1.15)$$

gdzie: r_n – nominalna stopa dyskontowa, r_r – realna stopa dyskontowa, r_i – stopa inflacji.

Bardziej dokładną zależność między dyskontową stopą nominalną a realną można wyprowadzić z równania Fishera, i przedstawić za pomocą równości⁹²:

$$r_r = \frac{r_n - r_i}{1 + r_i} \quad (1.16)$$

gdzie: r_n – nominalna stopa dyskontowa, r_r – realna stopa dyskontowa, r_i – stopa inflacji.

Przedstawione dwa ujęcia przy tej samej nominalnej stopie dyskontowej (np. 6%) i takim samym poziomie przewidywanej inflacji (np. 2%) prowadzą do dwóch różnych realnych stóp dyskontowych. W pierwszym przypadku wyniesie ona 4%, a w drugim – 3,92%. Różnica wynosząca 0,08% tylko przy przedsięwzięciach bardzo wrażliwych na wielkość stopy dyskontowej będzie miała istotny wpływ na efektywność inwestycji. Dlatego w warunkach niewielkiej inflacji można stosować pierwszą, prostszą formułę.

⁹² W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 62 - 63.

1.4.3. Okres obliczeniowy

Czynnik czasu w ocenie efektywności inwestycji należy postrzegać także w aspekcie okresu obliczeniowego, dla którego sporządzany jest rachunek. Długość okresu obliczeniowego (liczba lat), z którego korzyści netto będą uwzględniane w rachunku, ma istotny wpływ na rezultaty oceny. Wynika to wprost z algorytmów matematycznych niektórych metod stosowanych do tej oceny. Okres ten jest to czas, w którym przedsięwzięcie inwestycyjne generuje wydatki pieniężne na przygotowanie i realizację, następnie wpływy i wydatki pieniężne związane z eksploatacją przedsięwzięcia (działalnością operacyjną) oraz ewentualne wpływy i wydatki wynikające z jego likwidacji. Długość tego okresu nie jest tożsama z długością cyklu życia inwestycji, odnosi się on bowiem do aspektu ekonomicznego (rozłożenie w czasie korzyści netto), a nie materialnego – fizycznej realizacji poszczególnych etapów i faz cyklu życia inwestycji. Okres obliczeniowy ustalany dla potrzeb oceny efektywności inwestycji można zatem nazwać *ekonomicznym cyklem życia inwestycji*⁹³.

Ekonomiczny cykl życia inwestycji najczęściej obejmuje fazę przedinwestycyjną, inwestycyjną oraz całą lub część fazy operacyjnej cyklu życia inwestycji. Istotny wpływ na efektywność inwestycji ma długość fazy inwestycyjnej i operacyjnej. Z punktu widzenia poprawności oceny efektywności inwestycji bardzo ważne jest właściwe ustalenie długości ekonomicznego cyklu życia inwestycji. Przyjęcie zbyt krótkiego okresu powoduje zaniżenie sumy korzyści netto, a w konsekwencji zaniżenie efektywności inwestycji. Dłuższy ekonomiczny cykl życia inwestycji wpływa korzystnie na poziom efektywności inwestycji, jednak może budzić wątpliwości związane z poprawnym prognozowaniem strumieni pieniężnych w długim okresie.

Właściwe określenie długości ekonomicznego cyklu życia inwestycji w przypadku przedsięwzięć złożonych, takich jak np. budowa lub modernizacja linii kolejowej, jest zadaniem trudnym. Cykl ten rozpoczyna się wraz z poniesieniem pierwszych nakładów inwestycyjnych wynikających z projektu inwestycyjnego. Następnie obejmuje on okres budowy (fazę inwestycyjną), którego długość zależy od uwarunkowań technicznych, technologicznych i prawnych. Długość tego okresu wynika z przyjętego harmonogramu prac. Można ją również określić na podstawie danych historycznych dotyczących innych podobnych inwestycji realizowanych w przeszłości. Po zakończeniu budowy inwestycji następuje okres jej eksploatacji (faza operacyjna). Ustalenie długości ekonomicznego cyklu życia inwestycji przyjętego do przeprowadzenia oceny efektywności inwestycji sprowadza się często do wyznaczenia granicy okresu eks-

⁹³ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 53.

ploatacji, czyli odpowiedzi na pytanie: ile lat z tego okresu należy brać pod uwagę w rachunku efektywności?

W literaturze przedmiotu można odszukać wiele sposobów ujęć tego zagadnienia, które akcentują różne czynniki wpływające na długość okresu eksploatacji, a w konsekwencji na długość ekonomicznego cyklu życia inwestycji. Niektóre z tych stanowisk mają charakter normatywny (opierają się na racjonalnych przesłankach normatywu określającego długość okresu eksploatacji), inne optymalizacyjny (bazują na maksymalizacji pewnych wartości ekonomicznych)⁹⁴.

W ramach podejścia normatywnego do ciekawszych można zaliczyć koncepcje oparte na:

- ❖ odwrotności stawek amortyzacyjnych,
- ❖ oprocentowaniu składek amortyzacyjnych,
- ❖ okresie ekonomicznie pewnej eksploatacji,
- ❖ okresie normalnej eksploatacji,
- ❖ malejącym znaczeniu sald przepływów pieniężnych,
- ❖ okresie kredytowania,
- ❖ okresie licencji,
- ❖ doświadczeniu i analizach marketingowych.

Do grupy koncepcji optymalizacyjnych można zaliczyć koncepcje:

- ❖ rosnącej różnicy kosztów,
- ❖ malejącej nadwyżki,
- ❖ maksymalizacji wartości firmy,
- ❖ maksymalizacji wartości bieżącej.

Istota koncepcji opartej na *odwrotności stawki amortyzacyjnej* zgodna jest z definicją ekonomicznego cyklu życia inwestycji według UNIDO, która mówi, że okres ten ograniczony jest długością użytkowania najważniejszych składników środków trwałych, powstałych w wyniku realizacji danej inwestycji. W praktyce, dla ustalenia tego okresu wykorzystuje się średnią ważoną stawek amortyzacji grup aktywów trwałych, powstałych w wyniku realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego, dla których wagą jest udział danej grupy aktywów w całości nakładów inwestycyjnych. Okres operacyjny wylicza się z wykorzystaniem formuły:

$$n_{op} = \frac{1}{\bar{A}} \quad (1.17)$$

gdzie: n_{op} – okres operacyjny, $\bar{A}$ – średnia ważona stawek amortyzacji grup aktywów trwałych, powstałych w wyniku realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego.

⁹⁴ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 58.

W tym ujęciu okres operacyjny oznacza liczbę lat, w ciągu których odpisy amortyzacyjne w formie liniowej pokryją nakłady inwestycyjne.

Koncepcja *oprocentowania składek amortyzacyjnych* polega na gromadzeniu odpisów amortyzacyjnych na oprocentowanym rachunku aż do momentu zrównoważenia nakładu poniesionego na środki trwałe. Do obliczeń stosuje się średnią ważoną stawkę amortyzacji. Jako wagi stosuje się wartości początkowe poszczególnych grup składników majątku⁹⁵. Okres ten oblicza się za pomocą formuły:

$$m = \frac{\log \frac{s+p}{s}}{\log(1+p)} \quad (1.18)$$

gdzie: m – okres eksploatacji, s – średnia ważona stawek amortyzacji, p – stopa procentowa.

Wydaje się jednak, że propozycja ta nie nadaje się do zastosowania w warunkach inflacji, ponieważ skraca okres obliczeniowy, gdy inflacja powoduje znaczne wydłużenie czasu gromadzenia środków z amortyzacji na odtworzenie środków trwałych. Ponadto wadą tej, jak i poprzedniej koncepcji jest to, że stawki amortyzacyjne nie przedstawiają rzeczywistego tempa zużycia środków trwałych. W przypadku porównywania kilku wariantów inwestycyjnych może zaistnieć sytuacja, w której każdy z wariantów będzie charakteryzował się różną wielkością średnio ważoną stawek amortyzacji, co w konsekwencji może prowadzić do utraty możliwości ich porównania.

Koncepcja *okresu ekonomicznie pewnej eksploatacji* bazuje na techniczno-ekonomicznej charakterystyce obiektów powstałych w wyniku inwestycji i analizie warunków ich wykorzystania w danej branży. W firmach zachodnich opłacalny okres eksploatacji maszyn i środków transportu wynosi ok. 5 lat, urządzeń technicznych niepodlegających szybkiemu zużyciu materialnemu ok. 10 lat, a budynków – od 15 do 20 lat⁹⁶.

Według koncepcji opartej na *okresie normalnej eksploatacji*, do ekonomicznego cyklu życia inwestycji należy zaliczyć nie całą fazę eksploatacji, a jedynie okres rozruchu produkcji i 3-4 lata normalnej eksploatacji⁹⁷. Takie podejście oparte jest na dwóch przesłankach. Po pierwsze, jak twierdzi K. Leszczyński, wartości strumieni pieniężnych można określić z dużą dokładnością dla 5. do 6 lat eksploatacji. Dalsze szacunki dla kolejnych lat są bardzo mało prawdopo-

⁹⁵ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 45.

⁹⁶ H. Gawron: *Ocena efektywności inwestycji*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1997, s. 98.

⁹⁷ K. Leszczyński: *Metody oceny projektów inwestycyjnych*. SGH, Warszawa 1993, s. 52.

dobne. Po drugie, im krótszy jest okres obliczeniowy, tym większa jest wartość pozostała środków trwałych na koniec tego okresu, tzw. wartość rezydualna.

Koncepcja *malejącego znaczenia sald przepływów pieniężnych* zwraca uwagę na zmniejszające się w miarę upływu czasu współczynniki dyskontowe. Powoduje to coraz mniejsze, z każdym kolejnym rokiem, znaczenie sald przepływów pieniężnych. Granicą okresu obliczeniowego powinien być rok, po którym znaczenie sald uznać można za pomijająco małe. Wielkość taką osiągają, gdy iloczyn salda i współczynnika dyskontowego daje wartość porównywalną z błędami w wycenie sald z pierwszych lat, które wynikają z niemożności precyzyjnego szacunku. Duże znaczenie w przypadku tej koncepcji ma przyjęta stopa dyskontowa, ponieważ od niej zależy wartość współczynnika dyskontowego. Przy dużej stopie dyskontowej utrata znaczenia sald przepływów pieniężnych następuje szybciej niż przy stopie małej⁹⁸.

Zastosowanie jako normatywu *okresu kredytowania* może być zasadne w przypadku finansowania inwestycji w całości z kredytu, który jest spłacany z generowanych przez tę inwestycję korzyści netto. Sytuacja ta w praktyce występuje niezmiernie rzadko. Jako okres obliczeniowy przyjmuje się, według tej koncepcji, czas spłaty kredytu.

Normatyw oparty na *okresie licencyjnym* odnosi się do ograniczeń prawnych, wynikających na przykład z umowy. Okres obliczeniowy to okres ważności licencji na eksploatację zasobów, stosowanie określonej technologii lub sprzedaż produktu czy też użytkowania terenu lub infrastruktury itp. Koncepcja ta może mieć zastosowanie, gdy w celu eksploatacji środków wytworzonych w ramach podjętej inwestycji niezbędne jest uzyskanie licencji lub koncesji.

Kolejne ujęcie, proponowane przez W. Rogowskiego⁹⁹, opiera się na dwóch elementach: *doświadczeniu i analizach marketingowych*. Wykorzystuje ono wiedzę o rzeczywistych, realizowanych w przeszłości inwestycjach o podobnym charakterze oraz analizę marketingową, której głównym zadaniem jest identyfikacja zagrożeń dotyczących planowanej inwestycji.

Koncepcja *rosnącej różnicy kosztów* zakłada, że koszty eksploatacji obiektu powstałego w ramach inwestycji, które rosną w miarę upływu czasu, przekroczą w pewnym momencie analogiczne koszty obiektu nowszego w takim stopniu, że zastąpienie obiektu starego nowym staje się ekonomicznie uzasadnione. Zatem okres obliczeniowy będzie obejmował całą fazę eksploatacji oraz likwidacji powstałego w ramach inwestycji obiektu.

Według kolejnej koncepcji optymalizacyjnej – *malejącej nadwyżki* – okres eksploatacyjny powinien trwać tak długo, jak długo nadwyżka wartości sprzedaży nad kosztami nie jest mniejsza od ustalonego minimum – ustalonej normy.

⁹⁸ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 46.

⁹⁹ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 60.

Według koncepcji *maksymalizacji wartości firmy* długość okresu eksploatacyjnego inwestycji powinna być determinowana maksymalizacją wartości rynkowej firmy. Koniec okresu eksploatacyjnego inwestycji powinien wyznaczać rok, w którym bieżąca wartość wygenerowanej nadwyżki korzyści netto osiąga maksymalną wartość.

Istota koncepcji *maksymalizacji wartości bieżącej* polega na ustaleniu okresu eksploatacji jako optymalnego z punktu widzenia sumy zdyskontowanych sald rocznych (wartości bieżącej netto – NPV). Sposób ten sprowadza się do przeprowadzenia wielu obliczeń wskaźnika NPV dla różnych okresów eksploatacji i wyboru wariantu dającego najwyższy wynik.

Główną wadą koncepcji optymalizacyjnych, podobnie jak i normatywnych, opartych na stawkach amortyzacji, jest fakt, że w przypadku porównywania różnych wariantów inwestycyjnych ich zastosowanie może wskazywać inną długość okresu eksploatacyjnego dla każdego z nich. Tymczasem podstawowym warunkiem porównywania różnych wariantów inwestycyjnych za pomocą metod dyskontowych jest przyjmowanie jednakowego ekonomicznego cyklu życia inwestycji (okresu obliczeniowego).

W literaturze przedmiotu przedstawiane są sposoby porównywania inwestycji o różnej długości ekonomicznego cyklu życia. Należy do nich zaliczyć *powielanie* oraz *obliczanie ekwiwalentnej renty rocznej*¹⁰⁰. Istota tych metod polega na oszacowaniu brakujących strumieni pieniężnych w celu wyrównania długości okresów obliczeniowych – a zatem potwierdzają zasadę porównywania inwestycji o równych ekonomicznych cyklach życia.

Metoda powielania, która znana jest także pod innymi nazwami, np. metoda zastępowania łańcuchowego, metoda łańcuchów wymiany (*replacement chain*), metoda wspólnego okresu eksploatacji (*commom life*) polega na wyrównywaniu okresu obliczeniowego porównywanych przedsięwzięć, w ramach prowadzonej oceny względnej, poprzez ich powielanie. Jeżeli na przykład rozpatrywane są dwa warianty inwestycyjne – wariant A i wariant B, przy czym okres obliczeniowy wynikający z ekonomicznego cyklu życia inwestycji dla wariantu A jest pełną wielokrotnością okresu obliczeniowego wariantu B, wówczas powieleniu będzie poddawany wariant B, dopóty, dopóki łączny okres obliczeniowy takiego połączonego przedsięwzięcia nie będzie równy z okresem wariantu A (tab. 1.3).

¹⁰⁰ H. Johanson: *Ocena projektów inwestycyjnych. Maksymalizacja wartości przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo K.E. Liber s.c., Warszawa 2005, s. 98-101.

Tabela 1.3. Przedsięwzięcia o różnej długości okresu obliczeniowego – powielenie wariantu B

Okres	0	1	2	3	4	5	6
Wariant A							
Strumienie pieniężne netto	- 100	35	15	42	37	22	60
Wariant B							
Strumienie pieniężne netto (wariant pierwotny)	-100	70	80				
Pierwsze powielenie			-100	70	80		
Drugie powielenie					-100	70	80

Ź r ó d ł o : Opracowanie własne na podstawie: H. Johanson: *Ocena projektów...*, op. cit., s. 101.

W przypadku gdy okres obliczeniowy ustalony dla jednego przedsięwzięcia nie jest równy pełnej wielokrotności okresu obliczeniowego drugiego, występuje konieczność powielenia obydwu przedsięwzięć, np. dla okresów obliczeniowych dwóch wariantów wynoszących odpowiednio 4 i 5 lat, wariant pierwszy należy przeanalizować 5 razy (powielenie co 4 lata), a wariant drugi – 4 razy, co daje wspólny dla obydwu okres obliczeniowy równy 20 lat. W metodzie tej powtarzane przedsięwzięcie inwestycyjne (pierwsze i drugie powielenie w wariantcie B) ma taki sam okres obliczeniowy oraz przepływy pieniężne netto jak przedsięwzięcie pierwotne. Wynika to z założenia, że odtworzenie majątku będzie dokonywało się bez uwzględnienia zmian w technologii.

Koncepcja oparta na metodzie łańcuchów wymiany polega na traktowaniu porównywanych przedsięwzięć tak, jakby miały jednakowy okres obliczeniowy, choć w rzeczywistości jest on różny. Ponadto do podstawowych jej wad należy zaliczyć¹⁰¹:

- ❖ duże ryzyko, że kolejne z powielanych przedsięwzięć nastąpi przy innych uwarunkowaniach (np. zmiana technologii) i w rzeczywistości będzie miało inne wartości przepływów pieniężnych,
- ❖ konieczność uwzględniania dużej liczby powtórzeń tego samego przedsięwzięcia, co wymusza rozbudowane analizy (np. dla wariantów o okresach obliczeniowych 7 i 11 lat najmniejsza wspólna wielokrotność wynosi 77 lat).

Powyższych wad pozbawiona jest metoda obliczania ekwiwalentnej renty rocznej (*equivalent annual annuity* – EAA), określana także jako metoda rów-

¹⁰¹ A. Manikowski, Z. Tarapata: *Ocena projektów gospodarczych. Przykłady i zadania*. Difin, Warszawa 2002, s. 112.

noważnej renty rocznej, ekwiwalentnego przepływu rocznego, roczna równoważna korzyść. Istota tej metody polega na obliczeniu oddzielnie dla każdego porównywanego przedsięwzięcia inwestycyjnego równych wielkości przepływów pieniężnych netto, które (występując w czasie całego okresu obliczeniowego) dadzą bieżącą wartość równą wartości NPV danego przedsięwzięcia. Obliczanie ekwiwalentnej renty rocznej jest dwuetapowe¹⁰²:

1. Obliczenie NPV każdego przedsięwzięcia inwestycyjnego.
2. Znalezienie dla każdego przedsięwzięcia stałej wartości strumieni pieniężnych netto w okresie obliczeniowym, która ma takie same wartości bieżące, jak znana wartość NPV tego przedsięwzięcia, co można przedstawić wzorem:

$$NPV = EAA \cdot (PVIFA_{r,t}) \quad (1.19)$$

gdzie: NPV – wartość bieżąca netto przedsięwzięcia, EAA – ekwiwalentna renta roczna, $PVIFA_{r,t}$ – czynnik wartości bieżącej renty.

A po przekształceniu:

$$EAA = \frac{NPV}{PVIFA_{r,t}} \quad (1.20)$$

Czynnik wartości bieżącej renty (*present value interest factory of annuity* – $PVIFA$), można wyrazić wzorem:

$$PVIFA_{r,t} = \frac{1 - \frac{1}{(1+r)^t}}{r} \quad (1.21)$$

gdzie: r – stopa dyskontowa, t – długość okresu obliczeniowego.

Po obliczeniu ekwiwalentów renty rocznej dla każdego przedsięwzięcia, następuje ich porównanie. Przedsięwzięcie o wyższym EAA będzie miało wyższą NPV , gdyż NPV wspólnego okresu obliczeniowego jest wartością bieżącą strumieni EAA . Zatem kryterium wyboru będzie maksymalizacja wartości EAA .

Metoda *obliczania ekwiwalentnej renty rocznej* jest łatwiejsza do zastosowania niż metoda *łańcuchów wymiany*. Jednak przy stosowaniu spójnych założeń obie te metody prowadzą do takich samych decyzji inwestycyjnych¹⁰³. Problem nierównych ekonomicznych cykli życia inwestycji (okresów obliczeniowych) dotyczy przede wszystkim inwestycji wzajemnie się wykluczających. Niemniej

¹⁰² E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami*. ..., op. cit., s. 364.

¹⁰³ A. Rutkowski: *Zarządzanie finansami*. PWE, Warszawa 2003, s. 234.

jednak, zdaniem E.F. Brigham i L.C. Gapenskiego, nawet w odniesieniu do tego typu przedsięwzięć nie zawsze właściwe jest rozbudowanie analizy dla wspólnego okresu obliczeniowego, a biorąc pod uwagę niepewność procesu szacowania, przedsięwzięcia o zbliżonym okresie obliczeniowym można traktować jak o równym¹⁰⁴.

1.4.4. Pojęcie i istota ryzyka i niepewności

Ryzyko jest pojęciem wielowymiarowym i niełatwym do jednoznacznego zdefiniowania. W kompendiach z zakresu ekonomii i nauk pokrewnych odszukać można oddzielną interpretację ryzyka oraz ryzyka gospodarczego. Ryzyko najczęściej definiowane jest jako *sytuacja, która składa się z elementów, z których co najmniej jeden jest nieznany, ale znane jest prawdopodobieństwo jego wystąpienia (lub ich – jeżeli tych elementów jest więcej)*¹⁰⁵, a ryzyko gospodarcze jako *prawdopodobieństwo nieuzyskania przewidywanych efektów z działalności gospodarczej, niebezpieczeństwo poniesienia nieplanowanych strat lub nakładów wyższych od przewidywanych*¹⁰⁶.

W związku z tym, że każdej działalności gospodarczej towarzyszy ryzyko, wszystkie przedsięwzięcia inwestycyjne również są obciążone pewnym ryzykiem. W odniesieniu do przedsięwzięć inwestycyjnych, w literaturze przedmiotu nie ma większych rozbieżności w rozumieniu i definiowaniu ryzyka.

Ch. Chapman i S. Ward określają ryzyko inwestycyjne jako *implikacje istnienia znacznej niepewności odnoszącej się do poziomu rezultatów, które mogą być osiągnięte przez projekt*¹⁰⁷. Według E. Ostrowskiej jest to (...) *niebezpieczeństwo wystąpienia efektu inwestowania niezgodnego z oczekiwaniami*¹⁰⁸. K. Marcinek definiuje ryzyko przedsięwzięć inwestycyjnych jako *występowanie dającej się skwantyfikować możliwości zaistnienia sytuacji, że rzeczywiste nakłady na projekt i (lub) rzeczywiste efekty inwestowania będą się odchylały niekorzystnie od pierwotnie oszacowanych (przyjętych)*¹⁰⁹. Natomiast W. Rogowski rozumie je jako *możliwość odchylenia oczekiwanej efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego od wartości planowanej*¹¹⁰.

Z przytoczonych definicji wynika, że ryzyko w odniesieniu do przedsięwzięć inwestycyjnych najczęściej rozumiane jest jako *możliwość, czy też niebezpieczeń-*

¹⁰⁴ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami*. ..., op. cit., s. 365.

¹⁰⁵ Por. *Kompendium wiedzy o gospodarce*. Red. E. Cyrson. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań 1997, s. 283.

¹⁰⁶ Por. *Nowy słownik ekonomiczny przedsiębiorcy*. Wydawnictwo ZNICZ, Szczecin 2004, s. 337.

¹⁰⁷ Ch. Chapman, S. Ward: *Project Risk Management*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester 1997, s. 7.

¹⁰⁸ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów inwestycyjnych*. PWE, Warszawa 2002, s. 28.

¹⁰⁹ K. Marcinek: *Ryzyko projektów*..., op. cit., s. 80.

¹¹⁰ W. Rogowski: *Rachunek efektywności*..., op. cit., s. 68.

stwo osiągnięcia rzeczywistych wyników odbiegających od wielkości planowanych. I choć odchylenia te mogą być zarówno korzystne, jak i niekorzystne, to jednak w praktyce termin *ryzyko* jest używany w znaczeniu negatywnym¹¹¹.

Na uwagę zasługuje również fakt, że przy definiowaniu *ryzyka* często pojawia się termin *niepewność*. W literaturze przedmiotu można znaleźć stanowisko, że pojęcia te są tożsame¹¹², jednakże większość autorów podkreśla, że pomimo ścisłego związku pomiędzy tymi terminami, nie są one synonimami¹¹³.

Niepewność jest pojęciem szerszym, *ryzyko* jest natomiast pochodną niepewności i ma charakter wymierny. Jednym z pierwszych badaczy tego zagadnienia był F.H. Knight, który ogłosił teorię niepewności mierzalnej i niemierzalnej. Pierwszą z tych kategorii, którą można ściśle oszacować i zaprognozować przy wykorzystaniu rachunku prawdopodobieństwa, nazwał *ryzykiem*, a drugą, która tym działaniom nie podlega, *niepewnością sensu stricto*¹¹⁴.

Niepewność występuje zatem wówczas, gdy nie można zidentyfikować ani wszystkich możliwych przyszłych poziomów rozważanych kategorii (np. nakładów inwestycyjnych, przychodów ze sprzedaży, kosztów eksploatacji itd.), ani rozkładu prawdopodobieństwa, który by je charakteryzował. Ryzyko natomiast występuje wówczas, kiedy dla wszystkich poziomów zidentyfikowanych kategorii można oszacować prawdopodobieństwo ich wystąpienia, które określa się na podstawie obiektywnych danych lub za pomocą symulacji¹¹⁵.

Ryzyko jest nie tylko pojęciem węższym od niepewności, ale również jest jej funkcją – im większy zakres niepewności, tym zwiększa się ryzyko, i odwrotnie, zmniejszenie zakresu niepewności zmniejsza ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego. Niepewność, a co za tym idzie również ryzyko, uzależnione są od dostępu do informacji oraz ich wiarygodności. Biorąc pod uwagę stopień wiedzy wynikający z posiadanych informacji, można wyróżnić trzy podstawowe stany, w których inwestorzy podejmują decyzje:

1. *Stan pewności* – decydent dysponuje wszystkimi niezbędnymi informacjami i na wynik decyzji inwestycyjnych wpływ mają tylko parametry całkowicie określone; przedsięwzięcie inwestycyjne prowadzi do określonego wyniku.

¹¹¹ K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 80.

¹¹² Por. G.J. Alexander, W.F. Sharpe, J.V. Bailey: *Fundamentals of Investment*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1993; W.F. Samuelson, S.G. Marks: *Ekonomia menedżerska...*, op. cit., s. 323.

¹¹³ J. Mun: *Modeling risk. Applying Monte Carlo Simulation, Real Options Analysis, Forecasting, and Optimization Techniques*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2006, s. 15; S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 67; E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 28; P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 56; K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 81.

¹¹⁴ F.H. Knight: *Risk, Uncertainty and Profit*. University of Boston Press, Boston 1921, s. 233.

¹¹⁵ K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 81.

2. *Stan ryzyka* – inwestor ma dostęp do informacji i możliwości określenia zbioru wyników, do których prowadzi przedsięwzięcie inwestycyjne, wraz z możliwością ustalenia prawdopodobieństwa uzyskania poszczególnych wyników; decyzje podejmowane są w warunkach dopuszczalnego (optymalnego) ryzyka oraz podwyższonego ryzyka, zależnego od przewidywanych zdarzeń losowych.
3. *Stan niepewności* – rezultatem przedsięwzięcia inwestycyjnego jest zbiór określonych możliwych wyników, jednak decydent nie ma odpowiednich informacji, by określić ich poziom oraz prawdopodobieństwo ich uzyskania; niepewność może dotyczyć informacji, na podstawie których podejmowane są decyzje, jak również skutków tych decyzji¹¹⁶.

Niektórzy autorzy rozróżniają dwa rodzaje warunków niepewności:

- ❖ *stan częściowej niepewności* – gdy inwestor może określić możliwe warianty wyników, ale nie jest w stanie oszacować prawdopodobieństwa ich wystąpienia.
- ❖ *stan całkowitej niepewności* – inwestor nie zna ani możliwych wariantów wyników, ani prawdopodobieństwa ich wystąpienia¹¹⁷.

Decyzje w warunkach pewności są stosunkowo łatwe, choć w praktyce rzadko występują. Większość decyzji inwestycyjnych podejmowana jest w warunkach ryzyka oraz mniejszej lub większej niepewności. Jest to proces skomplikowany tym bardziej, że granice pomiędzy poszczególnymi stanami ryzyka i niepewności są nie do końca jasne i jednoznaczne ze względu na możliwość wykorzystania przybliżonych, a nawet subiektywnie oszacowanych prawdopodobieństw. Zazwyczaj inwestor podejmując decyzję o realizacji danego przedsięwzięcia inwestycyjnego, nie jest pewny oczekiwanego wyniku tego przedsięwzięcia i proces ten w dużej mierze zależy od skłonności inwestora do ponoszenia ryzyka. Przy racjonalnym zarządzaniu inwestycjami wymaga się zastąpienia niepewności ryzykiem, dla którego relacje między prawdopodobieństwem sukcesu a jego kosztami mogą być wyraźnie określone¹¹⁸. Ze względu na brak możliwości ścisłego rozgraniczenia warunków niepewności i warunków ryzyka, w odniesieniu do oceny efektywności inwestycji, brak pewności przyszłych zdarzeń będzie rozważany wyłącznie w kategoriach ryzyka, nie zaś niepewności.

Ważną cechą ryzyka jest jego dualny charakter – dynamiczny i ekonomiczny. Czynniki decydujące o jego rodzaju przedstawiono w tabeli 1.4.

¹¹⁶ Por. *Elementy rachunku ekonomicznego*. Red. Z. Hellwiga, PWE, Warszawa 1978, s. 117.

¹¹⁷ S.E. Hargitay, Shi-Ming Yu: *Property Investment Decisions. A quantitative approach*. E & FN, London 1993, s. 35.

¹¹⁸ J. Penc: *Strategia zarządzania*. Agencja Wydawnictwo Placet, Warszawa 1994, s. 37.

Tabela 1.4. Czynniki decydujące o charakterze ryzyka

Charakter ryzyka	
Dynamiczny	Ekonomiczny
Wydłużenie cyklu życia inwestycji, czyli wydłużenie zaangażowania kapitału powoduje wzrost ryzyka. Wraz z upływem czasu wzrasta prawdopodobieństwo uzyskania innej od oczekiwanej efektywności inwestycji.	Realizacja przedsięwzięć inwestycyjnych związanych z większym ryzykiem może przynieść większe straty lub zyski w porównaniu z przedsięwzięciem o mniejszym ryzyku. Ryzyko ma swoją cenę zależną od metod jej ustalania, rodzajów ryzyka i prawdopodobieństwa ich wystąpienia.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 36-37.

Dwojaki charakter ryzyka pogłębia jeszcze bardziej złożoność omawianej problematyki i potwierdza fakt, że ryzyko przedsięwzięć inwestycyjnych można rozpatrywać na różnych płaszczyznach, co ma swoje odzwierciedlenie w próbach klasyfikacji ryzyka.

1.4.5. Źródła i rodzaje ryzyka przedsięwzięć inwestycyjnych

Poprawność przeprowadzenia oceny efektywności inwestycji wymaga uwzględnienia w tej ocenie ryzyka, które towarzyszy przedsięwzięciom inwestycyjnym. Prace nad oceną ryzyka rozpoczynają się od identyfikacji źródeł jego powstawania i jego rodzajów. Następnie określone są konsekwencje występowania danego rodzaju ryzyka w aspekcie czasu, a przede wszystkim w aspekcie podstawowych elementów rachunku efektywności inwestycji.

Złożoność i obszerność problematyki ryzyka przedsięwzięć inwestycyjnych powoduje, że ryzyko można rozpatrywać na różnych płaszczyznach. W literaturze przedmiotu występuje duża różnorodność ujęć klasyfikacji ryzyka. To zróżnicowanie wynika przede wszystkim z mnogości czynników wywołujących ryzyko, związanych z różnymi zjawiskami gospodarczymi, społecznymi, politycznymi i innymi. W literaturze przedmiotu poszczególni autorzy identyfikują nie tyle same czynniki determinujące sukces lub fiasko przedsięwzięcia inwestycyjnego, co pewne ich grupy. Jest to podyktowane w głównej mierze dużą liczbą zjawisk stanowiących potencjalne zagrożenie inwestycji, a tym samym będących źródłem ryzyka danego przedsięwzięcia. Według J. Kosińskiego, z metodologicznego punktu widzenia do czynników ryzyka należy zaliczyć:

- ❖ czynniki związane z formą prawną przedsiębiorstwa/przedsięwzięcia – forma własności, struktura zarządzania, źródła finansowania, stopień koncentracji decyzji;

- ❖ czynniki związane z przyjętą strategią działania – problemy opracowania założeń i wyboru strategii;
- ❖ czynniki związane z sytuacją finansową przedsiębiorstwa/przedsięwzięcia – stan zobowiązań i należności, problemy płynności finansowej itp.;
- ❖ czynniki związane z ogólną sytuacją gospodarczą kraju – problemy deficytu budżetowego, problemy inflacji, możliwość współuczestnictwa inwestorów krajowych i zagranicznych w realizacji przedsięwzięcia itp.;
- ❖ czynniki związane z sytuacją polityczną kraju – problemy większości parlamentarnych, problemy stabilności rządu, problemy powstawania niepokojów społecznych (strajki) itp.;
- ❖ czynniki związane z konkurencją – ocena atrakcyjności rynku przez innych producentów, możliwości oddziaływania innych producentów na ceny itp.;
- ❖ czynniki związane z sytuacją ekonomiczną i polityczną na rynkach zagranicznych – konieczność dostosowania się do różnych wymagań na tych rynkach, występowanie porozumień politycznych i gospodarczych oraz możliwość ich zmiany, problemy prowadzenia polityki restrykcyjnej lub protekcyjnej przez władze danego kraju itp.;
- ❖ czynniki związane ze zmianami kursów walut – ocena możliwości zmiany kursów walut powiązanych z danym przedsięwzięciem, ocena stopy inflacji i dewaluacji w kraju oraz ich współzależności itp.;
- ❖ czynniki związane z przejściowymi zagrożeniami interesów – wpływ zakładanych zmian strategii na kadrę menedżerską, ocena czasu trwania zmian i jego wpływu na wyniki przedsięwzięcia¹¹⁹.

Z. Wilimowska proponuje ogólniejszy podział źródeł ryzyka na dwie podstawowe grupy:

- ❖ *zewnętrzne źródła ryzyka* – niezależne bezpośrednio od przedsiębiorstwa, np. wynikające z sytuacji politycznej i ogólnogospodarczej (inflacja, stopy procentowe, kursy walut, zmiany cen itp.), jak również innych zdarzeń rynkowych (np. niedotrzymanie warunków umów);
- ❖ *wewnętrzne źródła ryzyka* – dotyczące uwarunkowań wewnątrz przedsiębiorstwa, np. umiejętności, wiedza i doświadczenie menedżerów, motywacja pracowników, dostępność surowców, wpływ konkurencji, jakość produktów, sytuacja finansowa przedsiębiorstwa itp.¹²⁰

Podobny podział proponuje E. Ostrowska, która źródła ryzyka związanego z przedsięwzięciami inwestycyjnymi dzieli na trzy grupy:

¹¹⁹ J. Kosiński: *Ryzyko i niepewność w działalności gospodarczej*. EiOP 2000, nr 2, s. 11-12.

¹²⁰ Z. Wilimowska: *Ryzyko inwestowania*. EiOP 1998, nr 7, s. 5.

- ❖ czynniki makroekonomiczne (globalne),
- ❖ czynniki mezogospodarcze,
- ❖ czynniki mikroekonomiczne¹²¹.

Do pierwszej grupy należą czynniki związane z ogólnogospodarczą sytuacją kraju i stosunkami międzynarodowymi, a także globalizacją procesów gospodarczych. Są to zatem czynniki związane z ogólnymi warunkami gospodarowania i ich przyszłymi zmianami, z polityką monetarną, fiskalną i legislacyjną państwa.

Druga grupa czynników określana jest przez specyfikę danego sektora gospodarki, istotną, z punktu widzenia zagrożeń, dla inwestora lokującego kapitał w tym sektorze. Ważnymi czynnikami są tu w szczególności natężenie konkurencji, dynamika innowacyjności, bariery wejścia i wyjścia, jak również kapitałochłonność i zależność od energii.

Trzecią grupę stanowią czynniki związane z przedsiębiorstwem. Wiążą się one z jego siłą przetargową głównie wobec dostawców, możliwościami oddziaływania na rozmiary sprzedaży, na poziom cen i kosztów, i pozostałą działalnością operacyjno-finansową. W literaturze przedmiotu czynniki pierwszej grupy są określane niekiedy mianem *makroekonomicznych*, a czynniki grupy drugiej i trzeciej łącznie jako *mikroekonomiczne*¹²².

Niezależnie od przyjętego założenia i podziału źródeł ryzyka, istotny jest fakt, że poszczególne czynniki mogą nawzajem na siebie oddziaływać, a kombinacja kilku czynników pochodzących z różnych grup może doprowadzić do niepowodzenia całego przedsięwzięcia, zatem ważnym zagadnieniem jest nie tylko to, co powoduje ryzyko, ale także to, jakiego ono jest rodzaju.

Wymienione źródła ryzyka są wyznacznikiem jego różnych rodzajów. Ze względu na rozległość i złożoność problematyki ryzyka, jego klasyfikacja nie jest zagadnieniem łatwym. W literaturze przedmiotu przedstawianych jest wiele różnych kryteriów klasyfikacyjnych ryzyka towarzyszącego przedsięwzięciom inwestycyjnym. Jednym z możliwych ujęć klasyfikacji ryzyka jest podział, jaki przedstawiają R.L. Kliem i L.S. Ludim. Wyróżniają oni:

- ❖ *ryzyko akceptowalne*, które nie powoduje wstrzymania inwestycji i *ryzyko nieakceptowalne*, które może zahamować implementację przedsięwzięcia;
- ❖ *ryzyko krótkoterminowe* związane ze zdarzeniami, których wpływ na inwestycję jest natychmiastowy, oraz *ryzyko długoterminowe* obejmujące zdarzenia, których skutki wystąpienia dotyczą bardziej odległej przyszłości;
- ❖ *ryzyko pozytywne* oraz *ryzyko negatywne*, czyli takie rodzaje ryzyka, które mogą odpowiednio pomagać lub przeszkadzać w realizacji przedsięwzięcia;

¹²¹ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 39.

¹²² Por. *Kompendium wiedzy...*, op. cit., s. 283-284.

- ❖ *ryzyko kontrolowane*, czyli takie, nad którym osoba odpowiedzialna za inwestycję ma kontrolę, oraz *ryzyko niekontrolowane*, czyli takie, na które menadżer nie ma wpływu, np. gdy decyzje dotyczące kluczowych zagadnień, mające decydujący wpływ na przedsięwzięcie, zostaną podjęte na wyższym szczeblu;
- ❖ *ryzyko wewnętrzne*, które dotyczy wyłącznie danego przedsięwzięcia inwestycyjnego, i *ryzyko zewnętrzne*, które generowane jest poza przedsięwzięciem¹²³.

Inna klasyfikacja pozwala wyróżnić trzy ogólne rodzaje ryzyka:

- ❖ *ryzyko właściwe*, działające na zasadzie wielkich liczb,
- ❖ *ryzyko subiektywne*, związane z subiektywną oceną prawdopodobieństwa wystąpienia niektórych zjawisk,
- ❖ *ryzyko obiektywne*, związane z niemożnością przewidzenia niektórych zjawisk¹²⁴.

Kolejnym spotykanym kryterium klasyfikacji ryzyka jest stopień prawdopodobieństwa jego wystąpienia. Według tego kryterium wyróżnia się:

- ❖ *ryzyko znaczne*, którego prawdopodobieństwo wystąpienia przekracza 0,15% i może spowodować zmianę całkowitych kosztów przedsięwzięcia inwestycyjnego o co najmniej 0,5%,
- ❖ *ryzyko nietypowe*, którego prawdopodobieństwo wystąpienia nie przekracza 0,15%, ale jego konsekwencje są bardzo duże¹²⁵.

Często przywoływanym w literaturze przedmiotu podziałem ryzyka jest jego klasyfikacja według skutków decyzji inwestycyjnej w globalnej strategii przedsiębiorstwa. Według tego kryterium można wyróżnić:

- ❖ *ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego*, tzw. *ryzyko wyłączone*,
- ❖ *ryzyko przedsiębiorstwa (firmy)*,
- ❖ *ryzyko właścicieli (ryzyko rynkowe)*¹²⁶.

Ryzyko wyłączone jest oceniane w sposób wyizolowany, niezależnie od efektów innych realizowanych przez przedsiębiorstwo przedsięwzięć inwestycyjnych, a zatem wynika z trafności przyjętych założeń i wykonanych szacunków technicznych i ekonomiczno-finansowych tego konkretnego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Determinantami tego ryzyka są rodzaje i indywidualne cechy

¹²³ R.K. Kliem, L.S. Ludin: *Reducing Project Risk*. Gower, Aldershot 1997, s. 4-5.

¹²⁴ M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 233.

¹²⁵ K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 95.

¹²⁶ Por. M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 234; J. Kosiński: *Nowe techniki w projektowaniu przedsięwzięć inwestycyjnych. Zastosowanie algorytmów genetycznych*. Instytut Organizacji i Zarządzania w Przemśle „ORGMAZ”, Warszawa 2001, s. 42; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 70-71; E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 390.

przedsięwzięcia. Powszechnie uważa się, że większe ryzyko jest związane wyłącznie z inwestycjami nowymi oraz dużymi, a mniejsze z inwestycjami odtworzeniowymi i małymi.

Ryzyko *przedsiębiorstwa* jest oceniane jako ryzyko całego portfela inwestycyjnego przedsiębiorstwa, a zatem miarą ryzyka przedsiębiorstwa jest wpływ przedsięwzięcia inwestycyjnego na zmienność podstawowych kategorii ekonomicznych, np. zysku. W przypadku niepowodzenia danego przedsięwzięcia inwestycyjnego ryzyko wewnętrzne przedsiębiorstwa rozkłada się na pozostałe realizowane inwestycje. Straty powodowane jednym przedsięwzięciem mogą być w pewnym stopniu rekompensowane przez korzyści osiągnięte z innych. Oznacza to, że ryzyko wyłączone nie jest równoznaczne z ryzykiem przedsiębiorstwa, które zależy także od relacji pomiędzy wynikami uzyskanymi z realizacji danego przedsięwzięcia a korzyściami z eksploatacji majątku, jakim dysponuje przedsiębiorstwo. Relacje te mogą wynikać z technicznego, organizacyjnego i finansowego wpływu nowej inwestycji na dotychczasowe działanie przedsiębiorstwa.

Ryzyko *właścicieli* jest oceniane jako wpływ danego przedsięwzięcia inwestycyjnego na ryzyko zainwestowanego kapitału. W przypadku niepowodzenia przedsięwzięcia inwestor może utracić swój kapitał. Właściciel, koncentrując się na minimalizacji ponoszonego ryzyka, może nie być zainteresowany dywersyfikacją kierunków rozwoju firmy, realizowaną np. poprzez nowe przedsięwzięcia inwestycyjne, a własne ryzyko ograniczać za pomocą różnicowania inwestycji finansowych, np. wykorzystując metodę portfela zakupu akcji.

Przedstawiony podział ryzyka na: *wyłączne, przedsiębiorstwa i właściciela*, E. Ostrowska poszerza o *ryzyko sektora*¹²⁷. Ryzyko inwestycyjne sektora wynika z subiektywnych poglądów inwestorów, że przedsiębiorstwa danego sektora gospodarki mogą uzyskać większą lub też mniejszą efektywność inwestycji w porównaniu z przedsiębiorstwami innych sektorów.

W praktyce te cztery rodzaje ryzyka są ze sobą skorelowane. Często duże ryzyko wyłączone oznacza duże ryzyko wewnętrzne przedsiębiorstwa, które ma wpływ na ryzyko właścicieli, jak również na ryzyko sektora. Jednak zarówno ze względu na dywersyfikację działań przedsiębiorstwa, jak i efekt portfela papierów wartościowych właściciela, ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego może nie mieć istotnego wpływu na pozostałe rodzaje ryzyka.

Innym, podstawowym z punktu widzenia przedsięwzięć inwestycyjnych, kryterium klasyfikacyjnym ryzyka jest zasięg jego występowania, według którego ryzyko dzieli się na:

¹²⁷ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 45; R. Lisowski: *Ryzyko i niepewność w podejmowaniu decyzji*. EiOP 1996, nr 8, s. 6.

- ❖ *ryzyko systematyczne (rynkowe, stałe, niedywersyfikowalne, indywidualne)*, które jest wywołane ogólnymi warunkami gospodarowania, czyli rynkowymi, politycznymi, społecznymi i prawnymi i odnosi się do wszystkich przedsięwzięć inwestycyjnych realizowanych w tych warunkach, choć każde z nich może wykazywać różną podatność na czynniki tego ryzyka;
- ❖ *ryzyko specyficzne (niestałe, zmienne, dywersyfikowalne, rezydualne)*, które dotyczy konkretnych przedsięwzięć inwestycyjnych, a nawet ich poszczególnych wariantów i scenariuszy, co oznacza, że może ono być charakterystyczne dla jednego wariantu (scenariusza) inwestycyjnego i nie mieć żadnego znaczenia dla innego alternatywnego wariantu tego samego przedsięwzięcia inwestycyjnego¹²⁸.

Według W. Rogowskiego ryzyko systematyczne obejmuje: *ryzyko makroekonomiczne, ryzyko branżowe i ryzyko regionalne*, a w ramach ryzyka specyficznego można wyróżnić: *ryzyko techniczne, ryzyko marketingowe oraz ryzyko finansowe*¹²⁹. Biorąc pod uwagę fakt, że termin *ryzyko systematyczne* używany jest także w odniesieniu do przedstawianego w ramach poprzedniego podziału *ryzyka właścicieli*¹³⁰, można wysnuć wnioski o istnieniu pewnego chaosu w stosowanych określeniach, jak również o złożoności zagadnienia klasyfikacji ryzyka. Utrudnia to w znacznej mierze analizę tej problematyki, o czym świadczy *ryzyko finansowe*. W. Rogowski przedstawia je jako składnik ryzyka specyficznego, natomiast B. Smolarz zalicza do najbardziej elementarnych rodzajów ryzyka inwestycyjnego, wśród których wyróżnia:

- ❖ ryzyko finansowe,
- ❖ ryzyko inwestycyjne kraju,
- ❖ ryzyko inwestycyjne regionu,
- ❖ ryzyko inwestycyjne branży,
- ❖ ryzyko przedsiębiorstwa¹³¹.

W literaturze przedmiotu pojęcie *ryzyka finansowego* jest rozpatrywane również w innym aspekcie, w którym ujmuje się je według kryterium efektywnego doboru przedsięwzięcia inwestycyjnego. Kryterium to dzieli ryzyko całkowite na:

- ❖ ryzyko operacyjne,
- ❖ ryzyko finansowe¹³².

¹²⁸ Por. S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 67; E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 41-42; P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 56.

¹²⁹ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 71.

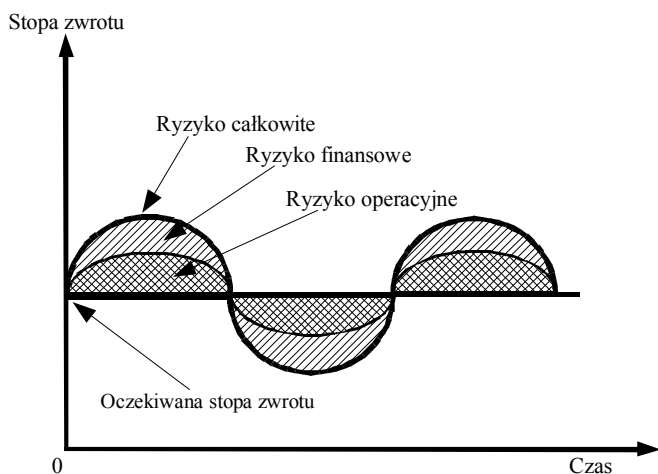
¹³⁰ Por. M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 234.

¹³¹ B. Smolarz: *Ryzyko inwestycyjne*. EiOP 1997, nr 2, s. 21.

¹³² V. Jog, C. Suszyński: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 148-149; E.J. McLaney: *Business Finance for decision Makers*, Pitman Publishing, London 1991, s. 229.

Ryzyko operacyjne odnosi się do zmian w strukturze aktywów, a szczególnie tych ich elementów, które mają wpływ na zysk operacyjny przedsiębiorstwa. Właściwym miernikiem tego ryzyka jest zmienność zysku operacyjnego. Poziom ryzyka operacyjnego zależy od sektora, do którego należy przedsiębiorstwo, ogólnych warunków ekonomicznych i wynika zarówno z niepewności przyszłych zmian cen surowców i wyrobów końcowych, jak również ze zmian w zakresie konkurencji, preferencji konsumentów i technologii wytwarzania. Ryzyko to jest znacznie większe ze strony przedsiębiorstw produkcyjnych niż ze strony przedsiębiorstw użyteczności publicznej, co wynika ze stabilności popytu na usługi i produkty obydwu tych grup.

Ryzyko finansowe dotyczy finansowania przedsięwzięcia inwestycyjnego, a zatem jego wyznacznikami są zmiany w strukturze pasywów przedsiębiorstw, zarówno w odniesieniu do kapitału własnego, jak i kapitałów obcych. Duży udział kapitału obcego w finansowaniu przedsięwzięcia inwestycyjnego powoduje wysokie koszty korzystania z tego kapitału, co wpływa na wzrost ryzyka związanego z utratą płynności finansowej. Wzajemne zależności między ryzykiem całkowitym, finansowym i operacyjnym przedstawia rysunek 1.4. Należy także zauważyć, że w literaturze przedmiotu zarówno ryzyko finansowe, jak i operacyjne przedstawiane są czasem jako składowe ryzyka przedsiębiorstwa¹³³.



Rys. 1.4. *Ryzyko operacyjne, finansowe i całkowite w inwestycjach*

Źródło: E.J. McLaney: *Business Finance...*, op. cit., s. 229.

Przedstawione podziały ryzyka przedsięwzięć inwestycyjnych stanowią tylko pewną część istniejących klasyfikacji. Liczba stosowanych kryteriów może

¹³³ R. Lisowski: *Ryzyko i niepewność...*, op. cit., s. 7.

być znacznie większa, zwłaszcza, jeśli weźmie się pod uwagę złożoność tego zagadnienia i jego obszerny zakres oraz fakt tworzenia nowych podziałów, wynikający z indywidualnych potrzeb poszczególnych inwestorów. Należy również zauważyć, że niektóre przedstawione kategorie ryzyka mają charakter syntetyczny, inne zaś charakter cząstkowy i tworzą subkategorie ryzyka.

Zawężenie obszaru przedstawianej problematyki do inwestycji infrastrukturalnych nie rozwiązuje prezentowanych niejasności, ponieważ tu proponowane są kolejne, odmienne podziały ryzyka. Przykładowo N. Bruzelius, B. Flyvbjerg i W. Rothengatter zajmujący się badaniem dużych przedsięwzięć infrastrukturalnych w dziedzinie transportu, które nazwali „mega projektami”¹³⁴, rozróżniają następujące rodzaje ryzyka:

- ❖ *ryzyko dotyczące kosztów* (związane z szacowaniem kosztów budowy, utrzymania i eksploatacji obiektów),
- ❖ *ryzyko dotyczące popytu* (związane z prognozami ruchu, dochodami),
- ❖ *ryzyko rynku finansowego* (związane z przyszłymi stopami procentowymi),
- ❖ *ryzyko polityczne* (związane z regulacjami prawnymi, konkurencyjnymi inwestycjami publicznymi, ustanawianiem cen dostępu do nowych elementów sieci transportowej)¹³⁵.

Trzy pierwsze rodzaje ryzyka mają charakter ekonomiczny. Natomiast ostatni typ wykracza poza ten obszar. Innym pozaekonomicznym, obok politycznego, rodzajem ryzyka, które pojawia się w odniesieniu do inwestycji infrastrukturalnych, jest ryzyko techniczne. Według K. Brzozowskiej ogólnie ryzyko występujące w inwestycjach infrastrukturalnych można podzielić na:

- ❖ ryzyko polityczne,
- ❖ ryzyko techniczne,
- ❖ ryzyko ekonomiczne¹³⁶.

Ryzyko polityczne wiąże się z takimi zjawiskami, jak: ogólna niestabilność wewnętrzna kraju (strajki, zamieszki, rewolucja), wywłaszczenia, wywieranie nacisków, ograniczenia w transferach środków pieniężnych za granicę, ograniczenia w zatrudnianiu cudzoziemców, wprowadzenie cen kontrolowanych, i inne niekorzystne dla inwestycji działania regulacyjno-prawne. Większość

¹³⁴ Autorzy terminem „mega projects” określili przedsięwzięcia, które cechowały się: 1. Wysokimi nakładami inwestycyjnymi – 1 bilion US\$ i więcej. 2. Długim okresem życia – 50 lat i więcej. 3. Znaczną niepewnością przewidywanego popytu i szacowanych kosztów. 4. Posiadaniem cech tzw. „club goods”, tj. dóbr, które wykluczają się (ang. *excludable*), ale nie trzeba o nie konkurować (ang. *non-rivalous*). 5. Znacznym udziałem korzyści pośrednich, które nie występują u operatora.

¹³⁵ N. Bruzelius, B. Flyvbjerg, W. Rothengatter: *Big decisions, big risk. Improving accountability in mega projects*. Transport Policy 2002, no. 9, s. 145.

¹³⁶ K. Brzozowska: *Zarządzanie ryzykiem inwestycyjnym w projektach infrastrukturalnych (skutki błędów popełnionych w fazie przedinwestycyjnej)*. „Przegląd Komunikacyjny” 2006, nr 2, s. 15.

rodzajów ryzyka politycznego jest łatwa do zidentyfikowania, ale trudna do oszacowania. Wynika to przede wszystkim ze zmienności sytuacji politycznej i trudności w przewidywaniu tych zmian.

Ryzyko techniczne związane jest z dopasowaniem przedsięwzięcia do możliwości produkcyjnych i techniczno-technologicznych, zabezpieczeniem materiałów i surowców oraz umiejętnościami i doświadczeniem wykonawców. Źle przygotowana dokumentacja, nieodpowiednia jakość wykonania, opóźnienia w realizacji czy też problemy natury technicznej po oddaniu obiektów do eksploatacji, np. zbyt duża awaryjność maszyn i urządzeń, wiąże się z koniecznością ponoszenia dodatkowych, nieplanowanych wydatków.

Ryzyko ekonomiczne dotyczy szerokiego zakresu zdarzeń związanych z wpływem otoczenia rynkowego na przedsięwzięcie, a w szczególności na poziom nakładów inwestycyjnych, kosztów operacyjnych i korzyści związanych z realizowaną inwestycją. Ryzyko to związane jest z takimi czynnikami, jak: kształtowanie się popytu na usługi i produkty, poziom cen, uruchomienie konkurencyjnych obiektów, poziom płac, poziom stóp procentowych, kursy walut itp.

Przedstawione podziały ryzyka inwestycji infrastrukturalnych dopełniają obrazu złożoności zagadnień związanych z klasyfikacją ryzyka inwestycyjnego. Niektóre rodzaje ryzyka występują w różnych, odmiennych klasyfikacjach (np. ryzyko finansowe), a stosowane nazwy czasami używane są do określenia zgoła odmiennych kategorii (np. ryzyko systematyczne).

W ocenie efektywności inwestycji szczególnie istotne jest ryzyko o charakterze ekonomicznym związane z konkretnym przedsięwzięciem inwestycyjnym (ryzyko wyłączone). Sposoby jego kwantyfikacji i uwzględnienia w rachunku efektywności inwestycji będą jednym z zagadnień omawianych w rozdziale drugim.

1.4.6. Specyfika przedsięwzięć inwestycyjnych a ryzyko

Przy rozważaniu zagadnień ryzyka w odniesieniu do przedsięwzięć inwestycyjnych istotną kwestią, oprócz jego źródeł i rodzajów, jest zależność, jaka występuje pomiędzy skalą ryzyka a:

- ❖ rodzajem przedsięwzięcia inwestycyjnego,
- ❖ branżą, w której przedsięwzięcie inwestycyjne jest realizowane,
- ❖ fazą cyklu życia przedsięwzięcia inwestycyjnego¹³⁷.

Na poziom ryzyka w dużej mierze ma wpływ *rodzaj przedsięwzięcia inwestycyjnego*. Niektóre inwestycje są ze swej natury obciążone większym ryzykiem niż inne. Za szczególnie ryzykowne można uznać przedsięwzięcia inwestycyjne, które:

¹³⁷ K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 85.

- ❖ wymagają bardzo dużych nakładów inwestycyjnych,
- ❖ wykorzystują nową, niesprawdzoną technologię,
- ❖ wymagają szczególnych (nietypowych) rozwiązań prawnych, zwłaszcza umów handlowych,
- ❖ w znacznej mierze zależą od zjawisk politycznych i ogólnoeconomicznych,
- ❖ zawierają elementy związane z bezpieczeństwem i ochroną środowiska naturalnego, mogące zdecydować o ich powodzeniu¹³⁸.

Projekty wykazujące powyższe cechy wymagają bardziej wszechstronnej oceny efektywności. Dlatego rachunek efektywności powinien opierać się nie tylko na jednowymiarowym mierniku obejmującym podstawowe elementy, tj. nakłady inwestycyjne, koszty operacyjne i korzyści, ale bardziej uzasadnione jest w tym przypadku stosowanie rachunku uwzględniającego kwantyfikowalne wymiary ryzyka. Do takich przedsięwzięć należą inwestycje infrastrukturalne w transporcie, które wykazują co najmniej trzy z powyższych cech (wysokie nakłady inwestycyjne, wpływ na bezpieczeństwo i środowisko naturalne, zależność od zjawisk ogólnoeconomicznych i politycznych).

Poziom ryzyka związany jest również z *branżą*, w której realizowane jest przedsięwzięcie inwestycyjne. Niektóre sektory gospodarki charakteryzują się pewnymi specyficznymi profilami ryzyka. Poznanie tej specyfiki jest bardzo ważne, szczególnie w trakcie przygotowywania studium wykonalności w ramach fazy przedinwestycyjnej cyklu życia inwestycji. Dzięki tej wiedzy możliwa jest koncentracja uwagi na krytycznych kategoriach ryzyka o kluczowym znaczeniu dla efektywności całego przedsięwzięcia. Błędy popełnione w fazie przedinwestycyjnej lub też ograniczenie jej do problemów tylko formalnych i technicznych, bez zwrócenia należytej uwagi na zagadnienia ryzyka, jest kardynalnym zaniedbaniem i zagraża bezpośrednio całemu przedsięwzięciu¹³⁹.

Do tej grupy sektorów, które wykazują istotną specyfikę dla omawianego problemu, należy transport drogowy i kolejowy, a w szczególności przedsięwzięcia infrastrukturalne. W inwestycjach tego typu, w których korzyści z eksploatacji powstałych obiektów powinny w przyjętym okresie co najmniej zrównoważyć nakłady inwestycyjne poniesione na realizację przedsięwzięcia, kluczowe znaczenie ma ryzyko związane z uzyskaniem odpowiednich korzyści¹⁴⁰. Ryzyko to wynika z trudności prognozowania popytu potencjalnych klientów, tym bardziej że często inwestycje mają konkurencyjne rozwiązania, np. równoległe z płatną autostradą przebiega bezpłatna droga o dobrych parametrach technicznych. Na ryzyko w zakresie infrastruktury transportu duży wpływ mają warunki terenowe. Niewłaściwe podłoże utrudniające budowę, np.

¹³⁸ K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 85.

¹³⁹ K. Brzozowska: *Zarządzanie ryzykiem...*, op. cit., s. 19.

¹⁴⁰ K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 88.

tereny bagienne, napotymane przeszkody, np. cieki wodne, góry (konieczność budowy tuneli, mostów) w znaczny sposób podnoszą poziom ryzyka. Innym rodzajem ryzyka jest ryzyko operacyjne, związane ze złożonością problemów zarządzania obiektami, ryzyko środowiska, związane z dużą przestrzenią obiektów infrastrukturalnych, oraz ryzyko polityczne – niestabilność sytuacji politycznej może stanowić duże zagrożenie dla realizowanych przedsięwzięć infrastrukturalnych.

Skala ryzyka zależy również od *fazy cyklu życia przedsięwzięcia inwestycyjnego*. Wraz z przechodzeniem do kolejnych faz wzrasta zakres wiedzy oraz ilość i jakość posiadanych informacji, zmienia się możliwość formowania rozwiązań przedsięwzięcia i możliwości wpływu na wielkość nakładów inwestycyjnych. W ślad za tymi przemianami zmieniają się źródła ryzyka i w związku z tym jego rodzaje, jak również zmniejsza się poziom ryzyka. Stopień ryzyka jest najwyższy w fazie przedinwestycyjnej, a najniższy w fazie likwidacyjnej.

Implementacja ryzyka w rachunku efektywności inwestycji jest zatem istotnym warunkiem podejmowania poprawnych decyzji inwestycyjnych. Szczególnie ma ona istotne znaczenie w przypadku inwestycji wymagających dużych nakładów inwestycyjnych i realizowanych w długich okresach czasu. Takimi są transportowe inwestycje infrastrukturalne.

2. Metody oceny efektywności inwestycji rzeczowych

2.1. Klasyfikacja metod oceny inwestycji rzeczowych

Ocena efektywności inwestycji wymaga przeprowadzenia odpowiedniego rachunku ekonomicznego. Rachunek ten powinien mieć jasno określone kryteria, czyli wielkości (miary) przyjmujące postać wskaźników ekonomicznych.

W teorii ekonomii znanych jest wiele różnych metod wykonywania rachunku oceny efektywności inwestycji, które różnią się między innymi sposobem relatywizacji w konkretnej formule elementów rachunku. Są one zróżnicowane pod względem wielu czynników, lecz w pewnych obszarach wykazują podobieństwa pozwalające podzielić je na podstawowe grupy. Jednakże najważniejszym kryterium, które jest powszechnie stosowane do klasyfikacji metod oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, jest uwzględnienie w rachunku efektywności zmiany wartości pieniądza w czasie. Kryterium to pozwala klasyfikować metody na:

- ❖ *proste*, występujące także pod innymi nazwami: uproszczone, jednoroczne, niedyskontowe, statyczne – nieuwzględniające zmiennej wartości pieniądza w czasie,
- ❖ *dyskontowe*, nazywane także metodami: złożonymi, rozwiniętymi, rozszerzonymi, dynamicznymi – uwzględniające zmianę wartości pieniądza w czasie¹⁴¹.

Do prostych metod oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych należą:

- ❖ okres zwrotu,
- ❖ prosta stopa zwrotu,
- ❖ przeciętna księgową stopa zwrotu,
- ❖ test pierwszego roku,
- ❖ metoda wartości nadwyżki,
- ❖ kryterium kosztu jednostkowego.

Natomiast do metod dyskontowych oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych należą:

- ❖ zdyskontowany okres zwrotu,
- ❖ bieżąca wartość netto i jej odmiany,
- ❖ wewnętrzna stopa zwrotu i jej odmiany,

¹⁴¹ H. Towarnicka, A. Broszkiewicz: *Przygotowanie i ocena projektów inwestycji rzeczowych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1994, s. 35; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 87; T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długookresowe...*, op. cit., s. 96; S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 16; R. Pastusiak: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 72 i in.

- ❖ indeks zyskowności,
- ❖ metoda równych rat,
- ❖ metoda Baldwina,
- ❖ metoda końcowej wartości majątkowej.

Wymienione metody oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, choć wykorzystują różne rodzaje miar (wyrażone np. w pieniądzu, w latach, w razach oraz stopą procentową) są metodami ilościowymi, które mają dać odpowiedź na pytania: czy inwestycja jest opłacalna i który wariant inwestycyjny jest najkorzystniejszy? Metody te w zasadzie nie uwzględniają w swych algorytmach ryzyka towarzyszącego inwestycjom. Ryzyko, jak już wspomniano, ma charakter wymierny i aby przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych posługiwać się tą kategorią, musi istnieć możliwość jej kwantyfikacji. W odniesieniu do inwestycji rzeczowych szczególnie ważne są metody uwzględniania ryzyka związanego z danym przedsięwzięciem inwestycyjnym, czyli tzw. ryzyka wyłącznego. Analizy i oceny tego ryzyka dokonuje się za pomocą wielu różnych metod, które w mniejszym lub większym stopniu wykorzystują algorytmy metod dyskontowych.

Kompleksowy podział metod uwzględniania ryzyka w ocenie efektywności inwestycji proponuje E. Ostrowska. Autorka wyróżnia pięć zasadniczych grup tych metod:

- 1) analiza wrażliwości,
- 2) metody probabilistyczno-statystyczne,
- 3) metody korygowania efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego,
- 4) metody symulacyjne,
- 5) metody badań operacyjnych¹⁴².

2.2. Proste metody oceny efektywności inwestycji

2.2.1. Okres zwrotu

Okres zwrotu (*payback period*, *PP* lub *PB*) nazywany również *okresem spłaty* lub *prostym okresem zwrotu* (*simple payback*, *SPB*) jest najprostszą i najbardziej „intuicyjną” z metod bezdyskontowych oceny przedsięwzięć inwestycyjnych. Okres ten definiowany jest jako *czas, potrzebny do odzyskania poniesionych nakładów inwestycyjnych*. Ogólną postać wzoru opisującego wskaźnik okresu zwrotu najprościej można wyrazić za pomocą następującej relacji:

¹⁴² E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 95-97.

$$PP = \frac{I}{K_N} \quad (2.1)$$

gdzie: PP – okres zwrotu nakładów inwestycyjnych, I – nakłady inwestycyjne, K_N – roczna korzyść netto.

W literaturze przedmiotu można znaleźć wiele wariantów tej metody, wynikających z różnych sposobów ujmowania korzyści netto, z których mają się zwrócić poniesione nakłady. Według różnych autorów w mianowniku wzoru (2.1) podawany jest: roczny zysk netto, zysk netto powiększony o amortyzację, przeciętny zysk netto powiększony o przeciętny roczny odpis amortyzacji, zysk netto powiększony o amortyzację i o odsetki od kredytów¹⁴³. Zdaniem S. Wrzoseka, przyjmowanie w mianowniku formuły (2.1) rocznego zysku netto powiększonego o amortyzację uzasadnione jest, gdy inwestor nie przewiduje reinwestowania amortyzacji¹⁴⁴. Ujmowanie w mianowniku również odsetek od kredytów wiąże się z wykorzystaniem różnych źródeł finansowania przedsięwzięcia. W przypadku gdy jest ono finansowane z kapitałów obcych, zaleca się uwzględnianie w obliczeniach kosztów finansowych. Odsetki stanowią składnik dochodów, który jest przekazywany kredytodawcy¹⁴⁵. W literaturze przedmiotu spotyka się także wzór (2.1) zawierający w mianowniku przychody lub dodatnie przepływy pieniężne¹⁴⁶.

Należy w tym miejscu zauważyć, że przedstawiona formuła (2.1) jest zasadna, gdy kwoty korzyści netto w kolejnych latach są takie same. Natomiast, jeśli kwoty te różnią się od siebie w poszczególnych latach, to okres zwrotu można określić, kompensując stopniowo tymi kwotami poniesione nakłady inwestycyjne¹⁴⁷. Jeżeli wartość skumulowana, będąca różnicą poniesionych do danego roku włącznie nakładów i uzyskanych do tego roku włącznie korzyści netto, osiąga zero, wtedy następuje zwrot nakładów poniesionych na inwestycję.

Niektórzy autorzy definiują okres zwrotu jako czas, po którym dodatnie przepływy pieniężne generowane przez inwestycję zrównoważą przepływy ujemne związane z jej uruchomieniem i inne, które inwestycja wytwarza¹⁴⁸.

¹⁴³ Por. S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 23; R. Pastusiak: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 73; M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 197; E. Nowak: *Przedsięwzięcia gospodarcze...*, op. cit., s. 21; Z. Leszczyński, A. Skowronek-Mielczarek: *Analiza ekonomiczno-finansowa...*, op. cit., s. 193.

¹⁴⁴ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 23.

¹⁴⁵ M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 197.

¹⁴⁶ H. Johanson: *Ocena projektów...*, op. cit., s. 37; T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długookresowe...*, op. cit., s. 99.

¹⁴⁷ W. Bień: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 265.

¹⁴⁸ Por. R. Machała: *Praktyczne zarządzanie finansami firmy*. PWN, Warszawa 2001, s. 107; A. Rutkowski: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 226.

Różnica między dodatnimi a ujemnymi strumieniami pieniężnymi stanowi przepływy pieniężne netto (NCF). Okres zwrotu można obliczyć sumując przepływy środków pieniężnych netto przedsięwzięcia i sprawdzając, kiedy suma ta wyniesie zero¹⁴⁹. Formalnie można to przedstawić za pomocą warunku:

$$\sum_{t=0}^p NCF_t \geq 0 \quad (2.2)$$

gdzie: p – pierwszy rok, w którym suma strumieni NCF osiągnie wartość nieujemną, t – kolejne lata, NCF – przepływy pieniężne netto.

Rok (p), w którym spełniony zostanie warunek (2.2) oznaczał będzie okres zwrotu.

Wskaźnik PP służy do bezwzględnej i względnej oceny efektywności inwestycji. Bezwzględne kryterium oceny przedsięwzięć inwestycyjnych oparte na metodzie okresu zwrotu polega na porównaniu obliczonej wartości PP z okresem granicznym PP_{gr} (najdłuższym dopuszczalnym okresem zwrotu), według zależności:

- ❖ $PP < PP_{gr}$ – przedsięwzięcie inwestycyjne jest opłacalne i może zostać zaakceptowane,
- ❖ $PP > PP_{gr}$ – przedsięwzięcie inwestycyjne jest nieopłacalne i powinno zostać odrzucone,
- ❖ $PP = PP_{gr}$ – o zaakceptowaniu lub odrzuceniu przedsięwzięcia inwestycyjnego mogą zdecydować inne czynniki nieuwzględnione w tej metodzie.

Okres graniczny PP_{gr} jest najczęściej wyznaczany subiektywnie przez inwestora na podstawie wcześniejszych doświadczeń. Sama metoda okresu zwrotu nie precyzuje, w jaki sposób jest formułowane kryterium oceny bezwzględnej.

W odniesieniu do oceny względnej przedsięwzięć inwestycyjnych kryterium wyboru wariantu realizacyjnego jest minimalizacja okresu zwrotu. Za najbardziej efektywne uważa się przedsięwzięcia, które zapewniają najkrótszy okres zwrotu, ze względu na możliwość ponownego zainwestowania kapitału¹⁵⁰.

Do podstawowych zalet metody okresu zwrotu można zaliczyć to, że:

- ❖ jest prostota i łatwa w interpretacji wyników,
- ❖ określa czas, jaki jest niezbędny, aby doszło do zwrotu poniesionych nakładów – okres, po którym można dokonywać reinwestycji,
- ❖ preferuje przedsięwzięcia prowadzące do większej płynności zaangażowanych kapitałów,

¹⁴⁹ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami*. ..., op. cit., s. 298.

¹⁵⁰ J. Czekał, Z. Dresler: *Zarządzanie finansami przedsiębiorstw*. PWN, Warszawa 2005, s. 68.

- ❖ uwzględnia większe ryzyko przedsięwzięć długookresowych – przedsięwzięcie, które szybciej zwróci nakłady jest mniej ryzykowne¹⁵¹.

Główne wady okresu zwrotu przejawiają się w tym, że metoda ta:

- ❖ nie uwzględnia zmian wartości pieniądza w czasie,
- ❖ nie informuje o efektach, jakie są osiągnięte po okresie zwrotu,
- ❖ nie informuje o opłacalności przedsięwzięcia inwestycyjnego (co może prowadzić do wyboru mniej korzystnych przedsięwzięć),
- ❖ preferuje przedsięwzięcia inwestycyjne o krótkim ekonomicznym cyklu życia,
- ❖ nie precyzuje obiektywnego kryterium bezwzględnej oceny przedsięwzięć inwestycyjnych,
- ❖ nie nadaje się do bezwzględnej oceny efektywności niekonwencjonalnych przedsięwzięć inwestycyjnych (gdy nakłady są ponoszone nie tylko w okresie realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego, ale również w okresie eksploatacji czy likwidacji)¹⁵².

Wady metody *PP* powodują, że powinna ona być stosowana łącznie z innymi metodami oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, nie zaś jako jedyne narzędzie podejmowania decyzji.

2.2.2. Prosta stopa zwrotu

Metoda *prostej stopy zwrotu* (*rate of return*) jest relatywną miarą oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, przedstawiającą stosunek rocznego efektu uzyskanego z inwestycji (korzyści netto) do wielkości zaangażowanego w to przedsięwzięcie kapitału. Ogólną postać prostej stopy zwrotu można przedstawić za pomocą wzoru:

$$R = \frac{K_N}{I} \cdot 100\% \quad (2.3)$$

gdzie: R – prosta stopa zwrotu, K_N – roczna korzyść netto, I – nakłady inwestycyjne.

W literaturze przedmiotu spotyka się różne formuły tego miernika, w zależności od sposobu określania licznika i mianownika. W liczniku formuły (2.3) jako korzyść netto przedstawiane są: zysk operacyjny, zysk brutto, zysk netto, zysk netto powiększony o amortyzację, zysk netto powiększony o odsetki, w mianowniku natomiast: całkowite nakłady inwestycyjne, nakłady

¹⁵¹ H. Towarnicka, A. Broszkiewicz: *Przygotowanie i ocena...*, op. cit., s. 43; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 101.

¹⁵² Tamże, s. 227.

inwestycyjne ponoszone ze środków własnych (kapitału własnego), początkowe nakłady inwestycyjne lub też połowa zaangażowanego w przedsięwzięcie kapitału własnego¹⁵³.

Do najczęściej wykorzystywanych w praktyce odmian prostej stopy zwrotu, w zależności od potrzeb odbiorców oceny efektywności inwestycji, można zaliczyć:

- ❖ prostą stopę zwrotu całych nakładów inwestycyjnych,
- ❖ prostą stopę zwrotu z kapitału własnego zaangażowanego w realizację przedsięwzięcia inwestycyjnego¹⁵⁴.

Prosta stopa zwrotu pozwala ocenić efektywność pojedynczego przedsięwzięcia (ocena bezwzględna), jak również dokonać wyboru spośród rozwiązań konkurencyjnych (ocena względna).

Za kryterium decyzyjne przy ocenie względnej przyjmuje się zasadę maksymalizacji wartości prostej stopy zwrotu. Spośród porównywanych inwestycji należy wybrać tę, która wykazuje najwyższą stopę zwrotu.

W przypadku oceny bezwzględnej konieczne jest porównanie prostej stopy zwrotu danego przedsięwzięcia inwestycyjnego ze stopą graniczną (R_{gr}). Efektywne są te przedsięwzięcia, które wykazują prostą stopę zwrotu wyższą lub równą stopie granicznej.

Głównymi zaletami metody prostej stopy zwrotu są:

- ❖ niski stopień skomplikowania i zrozumiałość,
- ❖ prosta interpretacja obliczeń,
- ❖ łatwość szacowania – zazwyczaj niezbędne informacje są dostępne, gdyż podmiot realizujący dane przedsięwzięcie inwestycyjne dysponuje informacjami dotyczącymi wysokości koniecznych nakładów inwestycyjnych oraz spodziewanych zysków¹⁵⁵.

Metoda prostej stopy zwrotu, podobnie jak metoda okresu zwrotu, nie jest pozbawiona istotnych wad, do których przede wszystkim należy zaliczyć:

- ❖ równoważne traktowanie nakładów i efektów inwestycyjnych – metoda ta nie uwzględnia czasowego rozkładu elementów rachunku efektywności inwestycji,
- ❖ nieuwzględnianie zmiany wartości pieniądza w czasie,
- ❖ wykorzystanie zysku jako miernika korzyści netto z przedsięwzięcia inwestycyjnego,

¹⁵³ Por.: H. Towarnicka, A. Broszkiewicz: *Przygotowanie i ocena...*, op. cit., s. 41; S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 26-27.

¹⁵⁴ M. Dąbkowski: *Efektywność inwestycji według banku Światowego*. CIM, Warszawa 1992, s. 30; U. Brochocka, R. Gajęcki: *Metody oceny...*, op. cit., s. 40; M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 204; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 94.

¹⁵⁵ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 97.

- ❖ brak obiektywizmu, ponieważ metoda wymaga arbitralnego ustalenia minimalnej granicznej stopy zwrotu,
- ❖ uwzględnianie tylko jednego roku – co w praktyce może nastroczać trudności związane z wyborem roku normalnego (typowego) ze względu na zmiany różnych czynników w poszczególnych latach (np. wielkości produkcji, wysokości odsetek, fluktuacji pracowników itp.),
- ❖ różnorodność formuł obliczeniowych¹⁵⁶.

Metoda prostej stopy zwrotu ze względu na swoje wady, podobnie jak metoda okresu zwrotu, może stanowić jedynie pomocnicze narzędzie oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych.

2.2.3. Inne proste metody oceny efektywności inwestycji

Inne proste metody oceny efektywności inwestycji są efektem modyfikacji założeń i formuł obliczeniowych stosowanych w metodach okresu zwrotu i prostej stopy zwrotu. W pewnym stopniu niwelują one wady przedstawionych powyżej metod.

Rozwinięciem metody prostej stopy zwrotu jest *przeciętna księgowa stopa zwrotu*. Jej istotą jest mierzenie stosunku efektów uzyskanych z danej inwestycji (wyrażonych kategorią zysku księgowego) do nakładów poniesionych na to przedsięwzięcie inwestycyjne wyrażonych jako kategorii księgowe. W odróżnieniu od metody prostej stopy zwrotu, która wykorzystywała wielkości roczne, metoda przeciętnej księgowej stopy zwrotu posługuje się wielkościami średnimi.

Ogólną formułę obliczeniową wykorzystywaną w metodzie ARR można zapisać w następujący sposób:

$$ARR = \frac{Z_{N\acute{s}r}}{I_{\acute{s}r}} \quad (2.4)$$

gdzie: ARR – przeciętna księgowa stopa zwrotu, $Z_{N\acute{s}r}$ – przeciętny roczny zysk netto, $I_{\acute{s}r}$ – średnia księgowa wartość nakładów inwestycyjnych.

W literaturze przedmiotu proponowane są również bardziej rozbudowane warianty wzoru (2.4). Ich rozszerzenie polegać może na uwzględnieniu wartości rezydualnej nakładów inwestycyjnych, zastąpieniu zysku netto przeciętnymi przepływami pieniężnymi, wyłączeniu amortyzacji z przepływów pieniężnych itp. Niezależnie od wprowadzonych modyfikacji, kryterium decyzyjne jest identyczne jak w prostej stopie zwrotu. Decyzję podejmuje się na pod-

¹⁵⁶ Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 205; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 97.

stawie porównania uzyskanych wyników z przyjętą stopą graniczną. W ocenie względnej kryterium decyzyjnym jest natomiast maksymalizacja stopy.

Najczęściej przeciętny roczny zysk netto oznacza średnią arytmetyczną zysku netto uzyskiwanego w kolejnych latach całego okresu obliczeniowego, co obrazuje formuła obliczeniowa (2.5) zaproponowana przez R. Machałę¹⁵⁷:

$$ARR = \frac{\sum_{t=m+1}^n Z_{Nt}}{\frac{I_O + I_K}{2}} \quad (2.5)$$

gdzie: ARR – przeciętna księgowa stopa zwrotu, Z_{Nt} – zysk netto w t -tym roku okresu, w którym przedsięwzięcie generuje dodatnie korzyści (zyski netto), od $m+1$ do n – kolejne lata w okresie obliczeniowym, w których przedsięwzięcie generuje dodatnie korzyści (zyski netto), d – liczba okresów, w których przedsięwzięcie generuje dodatnie korzyści (zyski netto), I_O – wartość początkowa nakładów inwestycyjnych, I_K – wartość końcowa nakładów inwestycyjnych – księgowa wartość rezydualna równa wartości umorzeniowej.

Zawarta w mianowniku średnia księgowa wartość nakładów netto to wartość początkowa nakładów inwestycyjnych powiększona o wartość końcową nakładów podzieloną przez 2¹⁵⁸.

Wskaźnik ARR w literaturze przedmiotu przedstawiany jest również w innej postaci. W liczniku, zamiast przeciętnego zysku netto, uwzględniane są przeciętne przepływy pieniężne pomniejszone o amortyzację majątku powstałego w wyniku inwestycji¹⁵⁹. Natomiast przy założeniu, że początkowe nakłady inwestycyjne zostaną w całości zamortyzowane, wartość czynnika I_K wyniesie zero. W takiej sytuacji przeciętne nakłady inwestycyjne równe będą połowie początkowej wartości poniesionych nakładów inwestycyjnych. Algorytm obliczeniowy wskaźnika ARR przybierze postać przedstawioną we wzorze:

¹⁵⁷ R. Machała: *Praktyczne zarządzanie...*, op. cit., s. 111.

¹⁵⁸ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 300.

¹⁵⁹ Por. E.V. McIntyre, J.D. Icerman: *The Accounting Rate of Return – Appropriate for Small Businesses?* American Journal of Small Business 1985, Vol. IX, No. 3, s. 43; H. Johnson: *Ocena projektów...*, op. cit., s. 39.

$$ARR = \frac{\sum_{t=1}^n (CF_t - A_t)}{\frac{I_0}{2}} \quad (2.6)$$

gdzie: ARR – przeciętna księgowa stopa zwrotu, CF_t – przepływy pieniężne w roku t , A_t – amortyzacja w roku t , I_0 – wartość początkowa nakładów inwestycyjnych, n – ekonomiczny okres życia przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Przeciętna księgowa stopa zwrotu informuje o przeciętnym zwrocie z księgowej wartości inwestycji, czyli odpowiada na pytanie: ile zysku netto przypada na jednostkę średniej wartości nakładów inwestycyjnych. Metoda ta pozwala w sposób uproszczony ocenić efektywność pojedynczego przedsięwzięcia inwestycyjnego – dokonać oceny bezwzględnej, jak również pozwala z kilku możliwych przedsięwzięć wybrać wariant najbardziej efektywny, czyli dokonać oceny względnej. W ramach oceny bezwzględnej, podobnie jak w przypadku prostej stopy zwrotu, należy porównać przeciętną księgową stopę zwrotu z przyjętą stopą graniczną (ARR_{gr}) w myśl reguły:

- ❖ $ARR \geq ARR_{gr}$ – przedsięwzięcie inwestycyjne jest opłacalne i może zostać zaakceptowane,
- ❖ $ARR < ARR_{gr}$ – przedsięwzięcie inwestycyjne jest nieopłacalne i powinno zostać odrzucone.

Jako stopę graniczną ARR_{gr} można przyjąć bieżącą księgową stopę zwrotu dla całego przedsiębiorstwa lub przeciętną księgową stopę zwrotu z inwestycji w danej branży. Takie postępowanie niesie ze sobą jednak pewne zagrożenie polegające na odrzuceniu dobrych inwestycji, gdy obecne stopy zwrotu przedsiębiorstwa czy też branży są wysokie, lub przyjęciu gorszych inwestycji, gdy stopy przyjęte jako graniczne są na niskim poziomie¹⁶⁰.

Kryterium przyjętym w ocenie względnej według metody ARR jest maksymalizacja jej wartości. Spośród analizowanych przedsięwzięć inwestycyjnych do realizacji należy wybrać to, które charakteryzuje się najwyższym poziomem przeciętnej księgowej stopy zwrotu.

Głównymi zaletami tego miernika oceny efektywności inwestycji są jego prostota, dostępność potrzebnych informacji oraz zrozumiałość. Podstawowymi wadami metody ARR wymienianymi w literaturze przedmiotu są:

¹⁶⁰ D. Zarzecki: *Ocena efektywności inwestycji*. [w:] *Analiza finansowa...*, op. cit., s. 385.

- ❖ wykorzystanie kategorii zysku księgowego,
- ❖ brak uwzględnienia zmiennej wartości pieniądza w czasie,
- ❖ posługiwanie się wielkościami przeciętnymi, co jest szczególnie nieodpowiednie w sytuacji, w której wiadomo, że wielkości nominalne będą znacznie zmieniać się w czasie ekonomicznego cyklu przedsięwzięcia inwestycyjnego,
- ❖ podatność na wybór metody amortyzacji¹⁶¹.

Metoda ta wykazuje zatem klasyczne wady i zalety prostych metod oceny efektywności inwestycji. Podobnie jak metoda okresu zwrotu i metoda prostej stopy zwrotu nie powinna być traktowana jako jedyne narzędzie tej oceny.

Szczególną odmianą metody stopy zwrotu jest także *test pierwszego roku*. Jest to miernik ograniczający się do pierwszego roku funkcjonowania przedsięwzięcia – pierwszego roku fazy eksploatacyjnej¹⁶². Istota tej metody sprowadza się do porównania (przeprowadzenia testu) stopy zwrotu osiąganey w pierwszym roku eksploatacji przedsięwzięcia z przyjętą wielkością graniczną. Stopa zwrotu jest przedstawiana jako stosunek efektów uzyskanych w pierwszym roku eksploatacji inwestycji, wyrażonych zyskiem netto powiększonym o amortyzację, do całkowitych nakładów inwestycyjnych.

Test pierwszego roku jest metodą bardzo prostą w zastosowaniu, a zarazem jasną w interpretacji. Jest też obarczony wszystkimi podstawowymi wadami prostych metod oceny efektywności inwestycji. Ponadto nie nadaje się do zastosowania wprost przy ocenie względnej przedsięwzięć inwestycyjnych. W porównaniu z prostą, jak i przeciętną księgową stopą zwrotu, może wykazywać znaczne rozbieżności, ze względu na różnice, które mogą wystąpić pomiędzy korzyściami uzyskiwanymi w pierwszym roku eksploatacji a korzyściami osiąganymi w tzw. roku normalnym czy też korzyściami przeciętnymi. Metoda ta może być stosowana w praktyce jedynie jako pomocnicza przy ocenie przedsięwzięć inwestycyjnych.

Inne proste metody oceny efektywności inwestycji, do których S. Wrzosek zalicza *wartość nadwyżki* i *kryterium kosztu jednostkowego*, mają bardziej ograniczone zastosowanie¹⁶³.

Wartości nadwyżki jest to różnica pomiędzy przychodami a kosztami i nakładami inwestycyjnymi wyrażonymi w ujęciu rocznym. Nadwyżkę tę można przedstawić za pomocą wzoru:

¹⁶¹ V. Jog, C. Suszyński: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 135; T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długookresowe...*, op. cit., s. 97; H. Johnson: *Ocena projektów...*, op. cit., s. 39.

¹⁶² M. Dąbkowski: *Efektywność inwestycji...*, op. cit., s. 31.

¹⁶³ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 28.

$$N = P - K - \frac{(I - L)}{n} \quad (2.7)$$

gdzie: N – wartość nadwyżki, P – roczny przychód pomniejszony o podatki, K – roczny koszt eksploatacji bez amortyzacji, I – nakłady inwestycyjne, L – wartość rezydualna (likwidacyjna) inwestycji po zakończeniu eksploatacji, n – zamierzony okres eksploatacji lub przeciętny okres umarzania środków trwałych (w zależności, który z tych okresów jest krótszy, ten jest wybierany jako n).

We wzorze (2.7) przychody i koszty eksploatacji przedstawione są w ujęciu rocznym. Mogą one stanowić wielkości uzyskane w normalnym (typowym) roku eksploatacji, czyli roku, który byłby reprezentatywny dla przedsięwzięcia (np. rok, w którym w pełni wykorzystuje się zdolności produkcyjne), lub też mogą być przyjęte jako wartości średnie z kilku lat normalnego funkcjonowania inwestycji.

Interpretację tej metody można sprowadzić do odpowiedzi na pytanie: jak dużą, w typowym roku lub średniorocznie, nadwyżkę można uzyskać w wyniku realizacji danej inwestycji. W ramach oceny bezwzględnej, w świetle tej metody, przedsięwzięcie uważa się za efektywne, gdy wartość jego nadwyżki jest większa lub równa zero ($N \geq 0$). W przypadku gdy wartość nadwyżki jest mniejsza od zera ($N < 0$), przedsięwzięcie jest nieefektywne i należy je odrzucić.

Przy ocenie względnej efektywności inwestycji, spośród różnych wariantów wybiera się ten, który wykazuje najwyższą wartość nadwyżki. Zatem kryterium decyzyjnym jest tu maksymalizacja tej wartości. Jednak metoda ta ma pewne istotne ograniczenia, a mianowicie – nie nadaje się do porównywania przedsięwzięć o różnej skali (o różnej wielkości nakładów inwestycyjnych). Jest więc przydatna do weryfikacji różnych sposobów zaangażowania tej samej wielkości kapitału.

Metoda *kryterium kosztu jednostkowego* jest przydatna do oceny wariantów inwestycyjnych, które charakteryzują się efektami jednakowymi rodzajowo¹⁶⁴. Ogólną postać kryterium kosztu jednostkowego przedstawia równanie:

$$K_j = \frac{K + \frac{I}{n}}{E} \quad (2.8)$$

gdzie: K_j – koszt jednostkowy, E – wielkość lub wartość efektu rocznego; pozostałe oznaczenia jak we wzorze (2.8).

¹⁶⁴ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 29.

Efekty przedstawione w formule (2.8) mogą mieć charakter niemierzalny lub mierzalny. Powinny pochodzić z roku reprezentatywnego, normalnego okresu eksploatacji lub być średnią z kilku lat.

Kryterium kosztu jednostkowego informuje, jaki koszt przypada na jednostkę rocznego efektu. Metoda ta jest wskazana przede wszystkim do oceny względnej przedsięwzięć inwestycyjnych. Kryterium wyboru stanowi minimalizacja rocznego kosztu jednostkowego przypadającego na jednostkę rocznego efektu.

Obok przedstawionych powyżej ograniczeń, metody *wartość nadwyżki* i *kryterium kosztu jednostkowego* mają zasadnicze wady, jakimi cechują się wszystkie proste metody oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych. Przede wszystkim:

- ❖ nie uwzględniają zmiennej wartości pieniądza w czasie,
- ❖ są formułami jednookresowymi, a nie syntetycznymi – dotyczą jednego roku,
- ❖ opierają się na memoriałowym ujęciu kosztów i przychodów,
- ❖ nie uwzględniają rozłożeń w czasie podstawowych elementów rachunku efektywności.

Wymienione wady, pomimo prostoty i łatwości zastosowania tych metod, decydują o ich nieprzydatności do funkcji jedyne kryterium oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych.

2.3. Metody złożone oceny efektywności inwestycji

2.3.1. Zdyskontowany okres zwrotu

Zdyskontowany okres zwrotu (*discounted payback period, DPP*) jest modyfikacją metody okresu zwrotu. Oznacza on minimalny czas potrzebny do pokrycia zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych zdyskontowanymi dodatkami przepływami pieniężnymi netto.

Idea metody *zdyskontowanego okresu zwrotu* jest taka sama jak prostego okresu zwrotu. Różnice między nimi polegają na uwzględnieniu zmiennej wartości pieniądza w czasie (poprzez rachunek dyskonta) oraz na zastąpieniu kategorii nakładów inwestycyjnych i korzyści netto, najczęściej wyrażanej zyskiem w ujęciu memoriałowym, przepływami pieniężnymi. Metoda *DPP* niweluje podstawową wadę metody *PP* (okresu zwrotu), tj. nieuwzględnienie zmiany wartości pieniądza w czasie.

Postać *zdyskontowanego okresu zwrotu* przedstawić można za pomocą stosunku zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych do zdyskontowanych dodatków przepływów pieniężnych¹⁶⁵, co obrazuje wzór:

¹⁶⁵ Por. W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 146; R. Pastusiak: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 75.

$$DPP = \min(p) \xrightarrow{\text{gdy}} \frac{\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^p \frac{NCF_t^{++}}{(1+r)^t}} = 1 \quad (2.9)$$

gdzie: DPP – zdyskontowany okres zwrotu, I_t – nakłady inwestycyjne w roku t , r – stopa dyskontowa, NCF_t^{++} – dodatnie przepływy pieniężne netto w roku t , t – kolejny rok w okresie n , p – rok, w którym zdyskontowane nakłady inwestycyjne zostaną zrównoważone przez dodatnie przepływy pieniężne netto, n – okres obliczeniowy.

Dla ustalenia zdyskontowanego okresu zwrotu, zgodnie z formułą (2.9), niezbędne jest nie tylko oszacowanie nakładów inwestycyjnych i przepływów pieniężnych, ale również ich rozłożenie w czasie oraz określenie długości okresu obliczeniowego.

Przyjęte jest tu również założenie, że w fazie operacyjnej występować będą tylko dodatnie przepływy pieniężne netto, tj. wpływy będą większe od wydatków. Jednakże, w niektórych okresach mogą także wystąpić ujemne przepływy pieniężne netto. Wówczas zdyskontowane dodatnie NCF generowane przez przedsięwzięcie inwestycyjne w pozostałych latach fazy operacyjnej powinny zrównoważyć nie tylko zdyskontowane nakłady inwestycyjne, ale również zdyskontowane ujemne przepływy pieniężne. W związku z czym bardziej zasadne jest formalne przedstawienie idei zdyskontowanego okresu zwrotu jako minimalną wartość p , dla której spełniona jest nierówność:

$$\sum_{t=0}^p \frac{NCF_t}{(1+r)^t} \geq 0 \quad (2.10)$$

gdzie: NCF_t – przepływy pieniężne netto w roku t , r – stopa dyskontowa, t – kolejne lata, p – kolejny rok stanowiący zdyskontowany okres zwrotu, $p = DPP$.

Dla danego przedsięwzięcia inwestycyjnego zdyskontowany okres zwrotu, ze względu na rachunek dyskonta pomniejszający wartość przepływów pieniężnych, jest dłuższy od prostego okresu zwrotu ($DPP > PP$)¹⁶⁶.

Zdyskontowany okres zwrotu może być wykorzystywany jako kryterium decyzyjne zarówno w bezwzględnej, jak i względnej ocenie efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych. Zasady tej oceny są analogiczne jak w metodzie prostej, tj. odnoszą się do porównania z okresem granicznym (ocena bezwzględna) lub minimalizacji okresu (ocena względna).

¹⁶⁶ Szczegółowe relacje pomiędzy DPP a PP zawiera np. opracowanie H.E. Marshall: *A graphical approach to discounted payback*. Construction Management and Economics 1985, No. 3, s. 107.

Jak już wcześniej wspomniano, metoda zdyskontowanego okresu zwrotu niweluje niektóre wady prostego okresu zwrotu. Do jej zalet można zaliczyć:

- ❖ uwzględnianie zmiennej wartości pieniądza w czasie,
- ❖ prostotę i łatwość w interpretacji,
- ❖ preferowanie przedsięwzięcia o szybszym zwrocie nakładów inwestycyjnych, co może być szczególnie ważne dla inwestora mającego trudności z płynnością finansową,
- ❖ opieranie się na przepływach pieniężnych.

Metoda ta zachowuje jednak inne wady, które cechują metodę prostego okresu zwrotu, a mianowicie:

- ❖ brak uwzględnienia przepływów pieniężnych po okresie zwrotu,
- ❖ brak informacji o opłacalności przedsięwzięcia inwestycyjnego, co może prowadzić do wyboru mniej korzystnych przedsięwzięć i odrzuceniu przedsięwzięć efektywnych, ale charakteryzujących się długim ekonomicznym okresem życia,
- ❖ preferowanie przedsięwzięć inwestycyjnych o krótkim ekonomicznym cyklu życia,
- ❖ brak obiektywnego kryterium bezwzględnej oceny przedsięwzięć inwestycyjnych.

2.3.2. *Wartość bieżąca netto*

Wartość bieżąca netto (net present value, *NPV*) jest metodą oceny efektywności inwestycji, która w istotny sposób eliminuje wady metod prostych. Metoda *NPV* umożliwia uwzględnienie w odpowiedni sposób czynnika czasu, w szczególności przez to, że obejmuje ocenę korzyści, jakie przyniesie inwestycja w okresie obliczeniowym oraz bierze pod uwagę zmienną wartość pieniądza w czasie.

Wartość bieżącą netto przedstawić można jako sumę różnic pomiędzy wpływami (korzyściami) i wydatkami (kosztami) określonymi oddzielnie dla każdego roku okresu obliczeniowego, zdyskontowanymi na moment rozpoczęcia inwestycji¹⁶⁷, co przedstawia wzór:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (2.11)$$

gdzie: *NPV* – wartość bieżąca netto, *B_t* – łączna wartość korzyści w roku *t*, *C_t* – łączna wartość wydatków (nakładów inwestycyjnych i kosztów operacyjnych) w roku *t*, *t* = 0, 1, 2, ... *n* kolejny rok okresu obliczeniowego, *r* – stopa dyskontowa.

¹⁶⁷ U. Brochocka, R. Gajęcki: *Metody oceny...*, op. cit., s. 46.

Jeżeli całość nakładów ponoszona jest w roku $t = 0$, wówczas wzór (2.11) przyjmuje postać:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} - I \quad (2.12)$$

gdzie: I – nakłady inwestycyjne, C_t – łączna wartość wydatków w roku t , bez nakładów inwestycyjnych, pozostałe oznaczenia jak we wzorze (2.11).

Formuła NPV przedstawiana jest również jako różnica pomiędzy wartością bieżącą przyszłych przepływów operacyjnych a zdyskontowanymi nakładami inwestycyjnymi¹⁶⁸:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t} \quad (2.13)$$

gdzie: NPV – wartość bieżąca netto, CF_t – operacyjne przepływy pieniężne w roku t , I_t – nakłady inwestycyjne w roku t , $t = 0, 1, 2, \dots, n$ kolejny rok okresu obliczeniowego, r – stopa dyskontowa;

oraz, jeżeli całość nakładów ponoszona jest w roku $t = 0$, w postaci:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I \quad (2.14)$$

gdzie: NPV – wartość bieżąca netto, CF_t – operacyjne przepływy pieniężne w roku t , I – nakłady inwestycyjne ponoszone w roku $t = 0$, r – stopa dyskontowa, $t = 0, 1, 2, \dots, n$ kolejny rok okresu obliczeniowego.

Najczęściej jednak NPV definiuje się jako sumę zdyskontowanych oddzielnie dla każdego kolejnego roku okresu obliczeniowego przepływów pieniężnych netto (NCF), przy stałym poziomie stopy dyskontowej¹⁶⁹, co przedstawia równanie:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t} \quad (2.15)$$

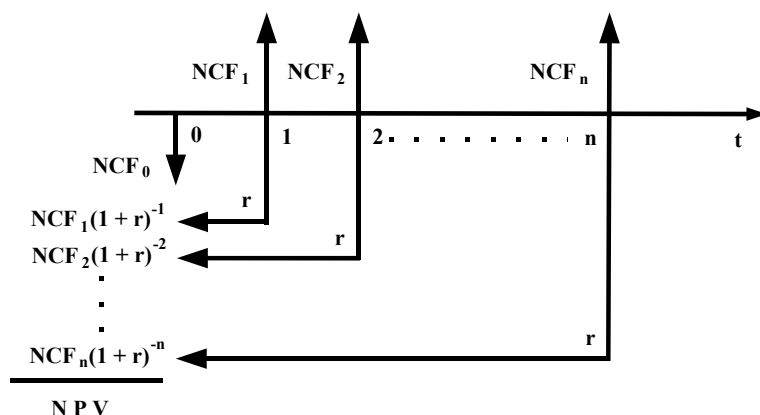
gdzie: NPV – wartość bieżąca netto, NCF_t – przepływy pieniężne netto w roku t , $t = 0, 1, 2, \dots, n$ – kolejny rok okresu obliczeniowego, r – stopa dyskontowa.

¹⁶⁸ H. Johnson: *Ocena projektów...*, op. cit., s. 47.

¹⁶⁹ P. Kawa, S. Wydimus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 46.

Metoda *NPV* określa wielkość korzyści, jaką może przynieść przedsięwzięcie inwestycyjne, wyrażoną w bieżącej (w momencie dokonywania oceny) wartości pieniądza. Inaczej rzecz ujmując, wyraża ona teraźniejszą wartość korzyści osiągniętej w całym ekonomicznym cyklu życia przedsięwzięcia¹⁷⁰, czyli informuje o wartości kreowanej przez zainwestowany kapitał.

Metoda wartości zaktualizowanej netto może być stosowana do bezwzględnej oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych zarówno typowych, jak i nietypowych. W celu analizowania przedsięwzięć typowych dyskontuje się ujemne przepływy pieniężne netto, które następnie są porównywane również z odpowiednio zdyskontowanymi dodatnimi przepływami pieniężnymi netto. Sposób obliczania wartości *NPV* dla przedsięwzięcia typowego obrazuje rysunek 2.1.



Rys. 2.1. Schemat obliczeniowy wartości *NPV* typowego przedsięwzięcia inwestycyjnego

Źródło: T. Jajuga, T. Słoński, *Finanse spółek. Długookresowe...*, op. cit., s. 104.

Ujemne przepływy pieniężne netto w przedsięwzięciu typowym ponoszone są na początku ekonomicznego cyklu życia inwestycji w roku $t = 0$, a następnie przedsięwzięcie generuje dodatnie przepływy pieniężne netto. Natomiast w przypadku przedsięwzięć inwestycyjnych nietypowych, dyskontowaniu podlegają wszystkie ujemne przepływy pieniężne netto wraz z tymi występującymi w okresie operacyjnym i likwidacyjnym.

Metoda wartości bieżącej netto pozwala na zbudowanie obiektywnego kryterium decyzyjnego, wykorzystywanego w bezwzględnej ocenie efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, które przedstawia się następująco:

¹⁷⁰ E. Nowak, E. Pielichaty, M. Poszwa: *Rachunek opłacalności...*, op. cit., s. 258.

- ❖ jeżeli $NPV > 0$, to przedsięwzięcie inwestycyjne może zostać zaakceptowane, ponieważ jest opłacalne,
- ❖ gdy $NPV = 0$, to przedsięwzięcie inwestycyjne jest neutralne i może zostać zaakceptowane,
- ❖ jeśli $NPV < 0$, to przedsięwzięcie inwestycyjne jest nieopłacalne i należy je odrzucić.

Podczas oceny względnej kryterium decyzyjnym jest maksymalizacja wartości NPV . Z kilku analizowanych wariantów za najbardziej efektywny uznaje się ten, który charakteryzuje się najwyższą wartością wskaźnika NPV ¹⁷¹.

Dodatnia wartość bieżąca netto (NPV) świadczy o opłacalności realizacji przedsięwzięcia, nie stanowi jednak wystarczającej podstawy do wyboru wariantu najbardziej efektywnego w przypadku przedsięwzięć o różnych co do wartości i rozłożeniu w czasie nakładach inwestycyjnych¹⁷². Wynika to z faktu, że NPV nie przedstawia relatywnej (procentowej) miary, a bezwzględną (kwotową) miarę efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego. Może zatem zaistnieć sytuacja, gdy alternatywne przedsięwzięcia będą wykazywać jednakową wartość bieżącą netto, przy zasadniczo różnych co do wartości i rozłożenia w czasie wymaganych nakładach inwestycyjnych. Przedstawia to zależność:

$$NPV_I = NPV_{II} \quad \text{przy} \quad PVI_I \neq PVI_{II} \quad (2.16)$$

gdzie: PVI – zaktualizowana wartość nakładów inwestycyjnych.

Wykorzystując metodę wartości bieżącej netto do oceny przedsięwzięć inwestycyjnych, należy zwrócić uwagę również na fakt, że wartość NPV zależy nie tylko od wielkości i rozłożenia w czasie strumieni pieniężnych, ale również w znacznej mierze od długości okresu obliczeniowego oraz przyjętej stopy dyskontowej¹⁷³. Jak słusznie zauważają P. Kawa i S. Wydymus, nawet nieduża zmiana stopy dyskontowej może spowodować, że inne przedsięwzięcie inwestycyjne stanie się bardziej efektywne¹⁷⁴. Ta sama uwaga odnosi się do oceny bezwzględnej – zmiana stopy dyskontowej może spowodować, że przedsięwzięcie wcześniej opłacalne ($NPV > 0$) stanie się nieopłacalne ($NPV < 0$). Zależność wartości NPV od zmiany stopy dyskontowej można przedstawić graficznie. Wykres taki jest nazywany *profilem* lub *krzywą* NPV ¹⁷⁵.

¹⁷¹ W.J. Pazio: *Ocena finansowa...*, op. cit., s. 158.

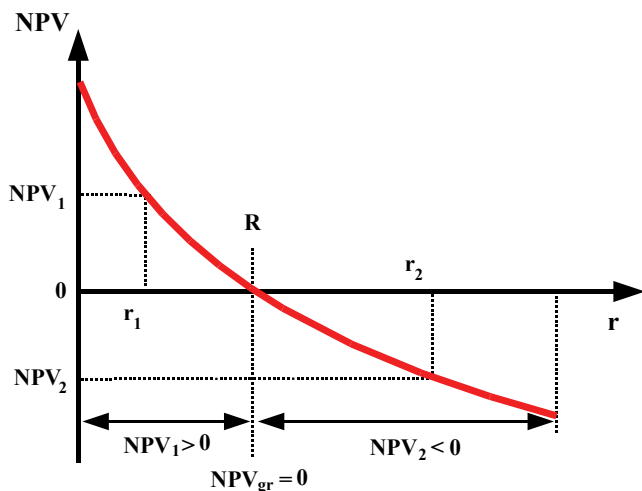
¹⁷² Por. M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 216; P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 49.

¹⁷³ Z. Leszczyński, A. Skowronek-Mielczarek: *Analiza ekonomiczno-finansowa...*, op. cit., s. 196.

¹⁷⁴ P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 46.

¹⁷⁵ Por. S.A. Ross, R.W. Westerfield, B.D. Jordan: *Fundamentals of Corporate Finance*. Irwin, Homewood, Boston 1993, s. 235.

Rysunek 2.2 przedstawia wpływ stopy dyskontowej (r) na wartość bieżącą netto (NPV) dla pojedynczego przedsięwzięcia inwestycyjnego (ocena bezwzględna).



Rys. 2.2. Krzywa NPV typowego przedsięwzięcia inwestycyjnego

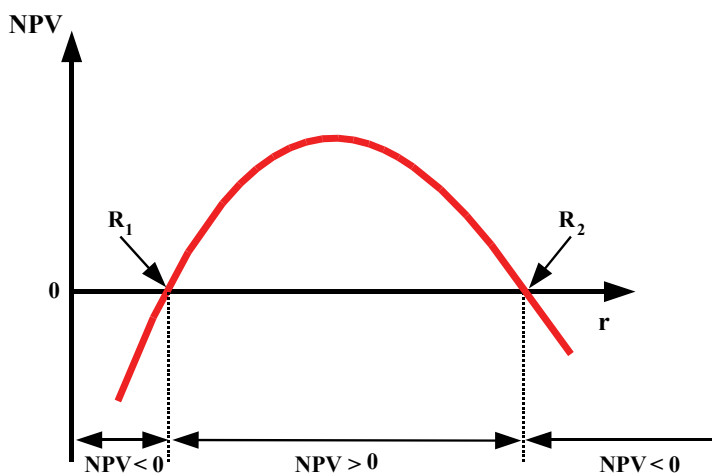
Źródło: W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 120.

Krzywa NPV ma nachylenie ujemne. Oznacza to, że wraz ze wzrostem wartości stopy dyskontowej maleje wartość bieżąca netto. Wynika to z faktu, że wzrost stopy dyskontowej powoduje spadek wartości współczynnika dyskonta, a więc zmniejszają się poszczególne wartości przyszłych przepływów pieniężnych netto NCF . Zależność pomiędzy stopą dyskontową a NPV nie jest jednak liniowa, tylko wykładnicza. Jeżeli stopa dyskontowa r równa jest stopie granicznej R , to wtedy wartość bieżąca netto wynosi zero ($NPV = 0$). W przypadku gdy stopa dyskontowa r jest mniejsza od stopy granicznej R , wartość bieżąca netto jest większa od zera, natomiast jeśli stopa dyskontowa jest większa od stopy granicznej, to NPV jest mniejsza od zera.

W przypadku przedsięwzięcia nietypowego może nastąpić wielokrotna zmiana znaku przepływów pieniężnych netto. W takim przypadku wzrost stopy dyskontowej może powodować na przykład zwiększenie, a następnie zmniejszenie wartości NPV.

Na rysunku 2.3 przedstawiono sytuację, gdy znak przepływów pieniężnych netto zmienia się dwukrotnie. Krzywa NPV wykazuje wartości dodatnie dla stopy dyskontowej większej od stopy R_1 i mniejszej od stopy R_2 . Natomiast dla stopy dyskontowej mniejszej od stopy R_1 i większej od stopy R_2 NPV przyjmuje wartości ujemne – przedsięwzięcie jest nieefektywne. Sytuacja może jeszcze

bardziej się komplikować, gdy przepływy pieniężne zmieniają znak z ujemnego na dodatni i odwrotnie, więcej niż dwa razy.



Rys. 2.3. Krzywa NPV nietypowego przedsięwzięcia inwestycyjnego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie J.F. Oehmke: *Anomalies in net present value calculations*. *Economics Letters* 2000, No. 67, s. 350.

Metoda wartości bieżącej netto posiada wiele zalet i choć pozbawiona jest wielu wad typowych dla prostych metod oceny efektywności inwestycji, nie jest jednak od nich wolna. Do podstawowych zalet metody wartości zaktualizowanej netto należy zaliczyć:

- ❖ uwzględnianie zmiennej wartości pieniądza w czasie oraz możliwość budowy obiektywnego bezwzględnego kryterium decyzyjnego,
- ❖ wyrażanie korzyści netto przepływem pieniężnym netto,
- ❖ uwzględnianie w bezwzględnej ocenie efektywności przepływów pieniężnych z całego cyklu życia przedsięwzięcia inwestycyjnego,
- ❖ możliwość wykorzystania do szacowania efektywności zarówno dla przedsięwzięć typowych, jak i nietypowych,
- ❖ możliwość prowadzenia analiz związanych z ryzykiem przedsięwzięcia,
- ❖ możliwość prostej interpretacji uzyskanych wyników,
- ❖ spełnienie zasady addytywności, dzięki czemu nie trzeba analizować wszystkich potencjalnych wariantów przedsięwzięcia oddzielnie¹⁷⁶.

¹⁷⁶ Por. M. Herman, P. Korobłowski: *Analiza i ocena nowych projektów inwestycyjnych* (2). TTS 2003, nr 1-2, s. 52; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 122.

Główne wady metody *NPV* to:

- ❖ utrudniony wybór właściwego poziomu stopy dyskontowej,
- ❖ dyskontowanie wszystkich przepływów netto w całym cyklu życia przedsięwzięcia inwestycyjnego za pomocą stałej stopy dyskontowej,
- ❖ brak relatywnej (procentowej) miary efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego – *NPV* jest metodą bezwzględną nierelatywną (przedstawia wartości kwotowe),
- ❖ przyjęcie założenia, że dodatnie przepływy pieniężne netto są reinwestowane według stopy równej stopie dyskontowej,
- ❖ brak informacji na temat ryzyka¹⁷⁷.

W literaturze przedmiotu zwraca się także uwagę na fakt, że kryterium *NPV* może być stosowane wprost jedynie w sytuacji, gdy porównywane inwestycje charakteryzują się identycznym okresem obliczeniowym oraz porównywalnymi wartościami nakładów inwestycyjnych¹⁷⁸. Problem różnych w czasie okresów obliczeniowych można rozwiązać za pomocą metod *powielania* oraz *obliczania ekwiwalentnej renty rocznej*, które zostały przedstawione w pierwszym rozdziale. Dla analizy przedsięwzięć charakteryzujących się znacznym zróżnicowaniem wielkości nakładów inwestycyjnych można wykorzystać metodę *wskaźnika wartości bieżącej netto* (*net present value ratio*, *NPVR*), określanego również *stopą wartości bieżącej*¹⁷⁹. Wskaźnik *NPVR* jest stosunkiem wartości bieżącej netto (*NPV*) do bieżącej wielkości nakładów inwestycyjnych:

$$NPVR = \frac{NPV}{PVI} \quad (2.17)$$

gdzie: *NPVR* – wskaźnik wartości bieżącej netto, *NPV* – wartość bieżąca netto przedsięwzięcia inwestycyjnego, *PVI* – zaktualizowana wartość nakładów inwestycyjnych.

Wskaźnik wartości bieżącej netto wyznacza wartość bieżącą netto z bieżącej jednostki zaangażowanego kapitału.

Kryterium decyzyjne zbudowane na wskaźniku *NPVR* służy względnej ocenie przedsięwzięć inwestycyjnych. Podstawą wyboru przedsięwzięcia najbardziej efektywnego spośród badanych przedsięwzięć jest maksymalizacja tego

¹⁷⁷ Por. M. Herman, P. Korobowski: *Analiza i ocena...*, op. cit., s. 52; R. Pastusiak: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 77; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 122.

¹⁷⁸ Por. M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 214; P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 47.

¹⁷⁹ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 34.

wskaźnika, czyli z porównywanych przedsięwzięć za najbardziej efektywne uważa się przedsięwzięcie o największej wartości NPV .

Inną istotną wadą metody NPV jest przyjęcie założenia, że dodatnie przepływy pieniężne netto są reinwestowane według stopy reinwestycji (r_{rei})¹⁸⁰ równej stopie dyskontowej (r). Założenie o równości stopy reinwestycji i stopy dyskontowej w metodzie NPV jest wyraźnie widoczne po przekształceniu podstawowego wzoru (2.15) do postaci¹⁸¹:

$$NPV = \frac{\sum_{i=m+1}^n NCF_i^+ \cdot (1+r)^{n-i}}{(1+r)^n} - \sum_{t=0}^m \frac{NCF_t^-}{(1+r)^t} \quad (2.18)$$

gdzie: NPV – wartość bieżąca netto przedsięwzięcia inwestycyjnego, NCF_t^- – ujemne przepływy pieniężne netto w t -tym roku – związane z nakładami inwestycyjnymi w kolejnych latach fazy realizacji inwestycji, NCF_i^+ – dodatnie przepływy pieniężne netto w i -tym roku – związane z korzyściami uzyskiwanymi w kolejnych latach fazy eksploatacji inwestycji, r – stopa dyskontowa i stopa reinwestycji, $t = 0, 1, 2 \dots m$ – kolejne lata fazy realizacji, $i = m + 1, m + 2 \dots n$ – kolejne lata fazy eksploatacji.

W metodzie NPV (przy konwencjonalnych przepływach pieniężnych) dodatnie przepływy pieniężne występujące po oddaniu inwestycji do eksploatacji nie są dyskontowane i później sumowane, lecz najpierw podlegają kapitalizacji (reinwestowaniu), przy czym strumień pieniężny z roku $m+1$ jest reinwestowany przez $n-m+1$ okresów, przepływ z roku $m+2$ przez $n-m+2$ okresów, itd. Aż do roku n , z którego przepływy nie są kapitalizowane, bo dla $i = n$ wyrażenie $n - i = 0$. Po kapitalizacji każdego przepływu są one sumowane na koniec okresu (n), a następnie suma skapitalizowanych dodatnich strumieni pieniężnych jest sprowadzana do momentu zerowego ($t = 0$) poprzez dyskontowanie.

Przedstawiony wzór (2.18) jest słuszny przy założeniu, że stopa reinwestycji jest równa stopie dyskontowej. W literaturze przedmiotu występują jednak przeciwstawne poglądy na temat tego założenia. Część autorów zgadza się z równością tych dwóch stóp¹⁸², inni zaś uważają, że takie założenie jest słuszne jedynie w przypadku, gdy wszystkie realizowane w danym okresie przedsięwzięcia obciążone są takim samym poziomem ryzyka, co zwykle odbiega od

¹⁸⁰ Stopa reinwestycji jest to stopa procentowa, która określa poziom osiąganej rentowności z tytułu bieżącego inwestowania uzyskiwanych dodatnich przepływów pieniężnych.

¹⁸¹ Por. M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 229; M. Herman, P. Korobowski: *Analiza i ocena ...*, op. cit., s. 53.

¹⁸² Np. E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami ...*, op. cit., s. 313.

rzeczywistości, i dlatego stopa reinwestycji powinna być inna niż stopa dyskontowa przyjęta w metodzie *NPV*¹⁸³. Założenie o braku równości pomiędzy tymi dwiema stopami procentowymi doprowadziło do powstania miary oceny przedsięwzięć inwestycyjnych, jaką jest *zmodyfikowana wartość bieżąca netto* (*modified net present value, MNPV*), którą można przedstawić wzorem:

$$MNPV = \frac{\sum_{i=m+1}^n NCF_i^+ \cdot (1+r_{rei})^{n-i}}{(1+r)^n} - \sum_{t=0}^m \frac{NCF_t^-}{(1+r)^t} \quad (2.19)$$

gdzie: *MNPV* – zmodyfikowana wartość bieżąca netto przedsięwzięcia inwestycyjnego, *r_{rei}* – stopa reinwestycji, *r* – stopa dyskontowa, pozostałe oznaczenia jak we wzorze (2.18).

Interpretacja ekonomiczna zmodyfikowanej wartości bieżącej netto jest taka sama jak w przypadku metody *NPV*. Podobnie jednakowe są kryteria decyzyjne bezwzględnej i względnej oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych. Należy jednak zauważyć, że w przypadku różnic pomiędzy stopą dyskontową i stopą reinwestycji metody *NPV* i *MNPV* dadzą odmienne rezultaty, natomiast w przypadku równości stóp dyskontowej i reinwestycji wskazania obydwu metod będą jednakowe.

Wady i zalety metody *MNPV* są w zasadzie analogicznie jak metody *NPV*, przy czym do zalet tej metody należy zaliczyć urealnione założenie, że reinwestycja dodatnich przepływów pieniężnych netto *NCF⁺* jest dokonywana ze stopą reinwestycyjną różną od stopy dyskontowej. Jednakże pociąga to za sobą kolejne trudności, które stanowią o mniejszej popularności tej metody, mianowicie:

- ❖ trudności związane z przyjęciem realnej stopy reinwestycji,
- ❖ wzrost stopnia skomplikowania obliczeń.

2.3.3. Wewnętrzna stopa zwrotu

Wewnętrzna stopa zwrotu (*internal rate of return, IRR*) definiowana jest jako stopa dyskontowa, przy której zaktualizowana wartość strumieni wydatków pieniężnych równoważy się ze zaktualizowaną wartością wpływów pieniężnych¹⁸⁴, lub jako stopa dyskontowa, przy której wartość zaktualizowana netto

¹⁸³ R. Machała: *Praktyczne zarządzanie...*, op. cit., s. 117; M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 228; M. Herman, P. Korobłowski: *Analiza i ocena ...*, op. cit., s. 53.

¹⁸⁴ Por. F.M. Fisher, J.J. McGowan: *On the Misuse of Accounting rates of Return to Infer Monopoly Profits*. American Economic Review 1983, No. 73, s. 82; M. Dąbkowski: *Efektywność inwestycji...*, op. cit., s. 50; Nowak, E. Pielichaty, M. Poszwa: *Rachunek opłacalności...*, op. cit., s. 259.

równa się zero¹⁸⁵. Istotę wewnętrznej stopy zwrotu można zatem wyrazić za pomocą równości:

$$\sum_{t=0}^n \frac{CFO_t}{(1+IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{CFI_t}{(1+IRR)^t} \quad (2.20)$$

gdzie: CFO_t – strumienie wydatków pieniężnych w roku t , CFI_t – strumienie wpływów pieniężnych w roku t , $t = 0, 1, 2, \dots, n$ – kolejny rok okresu obliczeniowego, IRR – wewnętrzna stopa zwrotu;

lub też:

$$\sum_{t=0}^n \frac{NCF_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (2.21)$$

gdzie: NCF_t – przepływy pieniężne netto w roku t , $t = 0, 1, 2, \dots, n$ – kolejny rok okresu obliczeniowego, IRR – wewnętrzna stopa zwrotu.

Formuła (2.21) jest równaniem wartości bieżącej netto rozwiązaniem dla szczególnej stopy dyskontowej, tzw. wewnętrznej stopy zwrotu IRR . Obliczanie IRR jest zabiegiem dość skomplikowanym, ponieważ wymaga rozwiązania równania:

$$NCF_0 + \frac{NCF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{NCF_2}{(1+IRR)^2} + \frac{NCF_3}{(1+IRR)^3} + \dots + \frac{NCF_n}{(1+IRR)^n} = 0 \quad (2.22)$$

gdzie: NCF – przepływy pieniężne w kolejnych latach, n – ostatni rok okresu obliczeniowego, IRR – wewnętrzna stopa zwrotu.

Wartość wewnętrznej stopy zwrotu można ustalić metodą kolejnych przybliżeń, tzn. należy przeprowadzić obliczenia dla kilku różnych poziomów stopy dyskontowej, aż znajdzie się taki jej poziom, dla którego wartość zaktualizowana netto jest równa zeru¹⁸⁶, czyli spełniona będzie równość (2.22). Obliczenia te można szybko i dokładnie przeprowadzić wykorzystując w tym celu kalkulatory finansowe oraz programy komputerowe: specjalistyczne lub standardowe arkusze kalkulacyjne.

Wewnętrzną stopę zwrotu można obliczyć również stosując interpolację liniową oraz wykorzystując graficzną metodę wyznaczania IRR . Obydwie te metody są jednak mniej dokładne i nie będą przedstawiane.

¹⁸⁵ Z. Leszczyński, A. Skowronek-Mielczarek: *Analiza ekonomiczno-finansowa...*, op. cit., s. 197.

¹⁸⁶ H. Towarnicka, A. Broszkiewicz: *Przygotowanie i ocena...*, op. cit., s. 49.

Wewnętrzna stopa zwrotu może być interpretowana jako:

1. Rzeczywista stopa zwrotu (stopa rentowności) z zainwestowanego kapitału w dane przedsięwzięcie inwestycyjne.
2. Graniczny koszt, po jakim może być zgromadzony kapitał potrzebny na sfinansowanie danego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Pozyskanie kapitału droższego (wyżej oprocentowanego) niż wyznaczona wartość IRR spowoduje, że przedsięwzięcie nie będzie efektywne¹⁸⁷.

Metoda wewnętrznej stopy zwrotu pozwala na zbudowanie bezwzględnego i względnego kryterium niezbędnego do podejmowania decyzji inwestycyjnych. W ramach oceny bezwzględnej przedsięwzięcie inwestycyjne uznaje się za opłacalne, gdy stopa zwrotu z zaangażowanego w to przedsięwzięcie kapitału jest wyższa niż graniczna wymagana stopa zwrotu (k_{gr}), czyli wtedy, gdy jest możliwe zaspokojenie żądań wszystkich dostawców kapitału przeznaczonego na sfinansowanie danego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Ocena bezwzględna polega na porównaniu wewnętrznej stopy zwrotu z graniczną stopą zwrotu, która wyraża alternatywną możliwość zaangażowania kapitału w inwestycje na rynku kapitałowym o podobnym profilu ryzyka i zbliżonym okresie zapadalności lub też może przedstawiać koszt zaangażowanego kapitału. Tak więc ogólną postać bezwzględnego kryterium decyzyjnego można sformułować następująco:

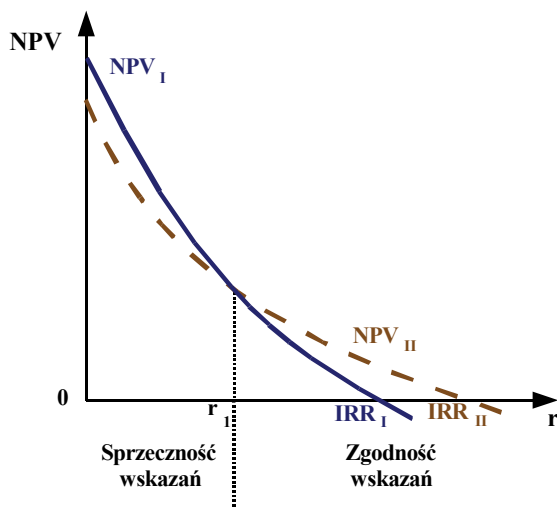
- ❖ jeśli $IRR > r_{gr}$, to przedsięwzięcie inwestycyjne jest opłacalne, ponieważ zwraca wydatki inwestycyjne oraz wnosi korzyści równe żądanej przez inwestorów stopie zwrotu (będącej kosztem kapitału dla firmy),
- ❖ jeżeli $IRR = r_{gr}$, to przedsięwzięcie inwestycyjne jest neutralne – nie przynosi ani korzyści, ani strat i może zostać zaakceptowane,
- ❖ gdy $IRR < r_{gr}$, to takie przedsięwzięcie jest nieopłacalne i powinno zostać odrzucone.

Z porównania kilku wariantów inwestycyjnych (względnej oceny efektywności) wynika, że kryterium decyzyjnym jest maksymalizacja wartości IRR . Spośród różnych przedsięwzięć inwestycyjnych najbardziej efektywnym jest przedsięwzięcie o najwyższej wewnętrznej stopie zwrotu.

W ramach względnej oceny efektywności może dojść do sytuacji, gdy metody NPV oraz IRR wykażą sprzeczne wyniki. Dzieje się tak wtedy, gdy krzywe obrazujące przebieg wartości bieżącej netto jako funkcji stopy dyskontowej dla obu porównywalnych przedsięwzięć przecinają się w pierwszej ćwiartce układu współrzędnych, a stopa graniczna jest mniejsza od stopy dyskontowej, dla której wartości NPV obu porównywalnych przedsięwzięć są równe¹⁸⁸. Sprzeczność wskazań metody NPV i IRR ilustruje rysunek 2.4.

¹⁸⁷ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 133.

¹⁸⁸ L. Martan: *Wybrane zagadnienia rzeczowych przedsięwzięć inwestycyjnych*. Leopoldinum, Wrocław 1998, s. 44.



Rys. 2.4. Zgodność i sprzeczność wskazań między metodami NPV i IRR

Źródło: Opracowanie własne.

Wyznaczone profile dwóch przedsięwzięć inwestycyjnych NPV_I i NPV_{II} przecinają się przy stopie dyskontowej równej r_1 , tzn. dla stopy dyskontowej r_1 wartość bieżąca przedsięwzięcia I jest równa wartości bieżącej przedsięwzięcia II ($NPV_I = NPV_{II}$). Dla każdej stopy dyskontowej r większej od stopy r_1 zarówno metoda NPV jak i IRR dadzą jednakowe wskazania (według obu metod korzystniejsze jest przedsięwzięcie II). Dla każdej stopy dyskontowej r mniejszej lub równej r_1 ($r \leq r_1$) wskazania obydwu metod będą sprzeczne (według metody IRR ciągle korzystniejsze jest przedsięwzięcie II, ponieważ $IRR_{II} > IRR_I$, natomiast zgodnie z metodą NPV należy wybrać przedsięwzięcie I, ponieważ $NPV_I > NPV_{II}$).

Zdaniem E.F. Brigham i L.C. Gapenskiego, wystąpienie konfliktu wskazań we względnej ocenie przedsięwzięć inwestycyjnych, czyli przecięcie się krzywych NPV, może zaistnieć, w przypadku gdy:

1. Wystąpią różnice w skali przedsięwzięć (różnice w wielkości nakładów inwestycyjnych).
2. Wystąpią różnice w rozkładzie przepływów pieniężnych w czasie, tak że większość przepływów pieniężnych z jednego przedsięwzięcia następuje wcześniej, a w alternatywnym przedsięwzięciu później¹⁸⁹.

Problem sprzecznych wskazań względnych kryteriów decyzyjnych metody NPV i IRR nie ma charakteru uniwersalnego, co wykazał B. Włoszczowski, ana-

¹⁸⁹ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami*. ..., op. cit., s. 309.

lizując występowanie wyżej wymienionych warunków konfliktu. Mogą bowiem zaistnieć takie przypadki, przy różnej skali przedsięwzięć lub różnym skupieniu w czasie przepływów pieniężnych, gdy profile alternatywnych przedsięwzięć nie przecinają się w pierwszej ćwiartce układu współrzędnych. Ich punkt przecięcia znajduje się w ćwiartce drugiej lub czwartej, albo dokładnie na osi odciętych lub rzędnych, co prowadzi do zgodności względnej oceny efektywności z wykorzystaniem metod *NPV* i *IRR*. Krzywe te mogą również w szczególnym przypadku być do siebie równoległe. A zatem, do konfliktu wskazania może dojść tylko wtedy, gdy saldo dodatnich i ujemnych przepływów pieniężnych jednego przedsięwzięcia jest większe od salda dodatnich i ujemnych przepływów pieniężnych drugiego przedsięwzięcia, które z kolei charakteryzuje się większym skupieniem dodatnich przepływów pieniężnych w początkowym okresie ekonomicznego cyklu życia aniżeli przedsięwzięcie pierwsze¹⁹⁰.

Do wystąpienia konfliktu wskazań względnej oceny metodami *NPV* i *IRR* dochodzi w pewnym szczególnym przypadku, jednak w takiej sytuacji można posłużyć się regułą wewnętrznego stopy zwrotu z przedsięwzięć przyrostowych, czyli *wewnętrzną przyrostową stopą zwrotu* (*Incremental internal rate of return, IIRR*). W tym celu dla dwóch przedsięwzięć, które charakteryzują się profilami *NPV* przedstawionymi na rysunku 8, oblicza się przyrostowe przepływy pieniężne netto, zgodnie z regułą:

$$NCF_{tP} = NCF_{tI} - NCF_{tII} \quad (2.23)$$

gdzie: NCF_{tP} – przepływy pieniężne netto przedsięwzięcia przyrostowego w roku t , NCF_{tI} – przepływy pieniężne netto przedsięwzięcia I w roku t , NCF_{tII} – przepływy pieniężne netto przedsięwzięcia II w roku t .

Tworzy się zatem jakby nowe przedsięwzięcie inwestycyjne, którego przepływy pieniężne netto są przyrostowymi przepływami przedsięwzięć I i II. Dla tego nowego przedsięwzięcia oblicza się wewnętrzną przyrostową stopę zwrotu, a następnie analizuje zgodnie z kryteriami oceny bezwzględnej, tzn.

- ❖ jeżeli $IIRR > r_{gr}$, to przedsięwzięcie przyrostowe jest efektywne, co jest równoznaczne z wyższą efektywnością przedsięwzięcia I,
- ❖ jeżeli $IIRR < r_{gr}$, to przedsięwzięcie przyrostowe jest nieefektywne, co jest równoznaczne z wyższą efektywnością przedsięwzięcia II¹⁹¹.

Jednak i w tym przypadku przedsięwzięć przyrostowych mogą wystąpić pewne trudności, ponieważ uzyskane nowe przepływy pieniężne mogą wyka-

¹⁹⁰ B. Włoszczowski: *Dyskontowe metody oceny efektywności projektów inwestycyjnych*. „Ekonomista” 1997, nr 1, s. 93-95.

¹⁹¹ Por. D. Zarzecki: *Ocena efektywności inwestycji* [w:] *Analiza finansowa...*, op. cit., s. 395.

zywać charakter przedsięwzięcia nietypowego, a jak słusznie zauważa L. Martan, metoda *IRR* ma zastosowanie tylko dla przedsięwzięć typowych¹⁹².

Wykorzystanie metody wewnętrznej stopy zwrotu do oceny bezwzględnej i względnej efektywności przedsięwzięć nietypowych stanowi problem, który wiąże się z tym, że przedsięwzięcie inwestycyjne może nie mieć żadnej wewnętrznej stopy zwrotu lub może mieć ich wiele¹⁹³. W przypadku przedsięwzięć, w których w całym ekonomicznym cyklu życia występują same dodatnie przepływy pieniężne netto, lub też tylko same ujemne przepływy pieniężne netto, *NPV* dla żadnej stopy dyskontowej nie będzie równa zero – dla każdej stopy dyskontowej *NPV* przyjmować będzie tylko wartości dodatnie lub tylko wartości ujemne. W przedsięwzięciu inwestycyjnym, w którym występuje wielokrotna zmiana znaku rocznych przepływów pieniężnych netto, zgodnie z zasadą znaków Kartezjusza, dla każdej takiej zmiany może istnieć jedno rozwiązanie. Oznacza to, że przedsięwzięcie może posiadać tyle *IRR*, ile razy zmienia się znak stojący przed rocznymi przepływami pieniężnymi netto¹⁹⁴. Zatem metoda wewnętrznej stopy zwrotu nie nadaje się do oceny efektywności przedsięwzięć nietypowych.

Głównymi zaletami metody wewnętrznej stopy zwrotu są:

- ❖ uwzględnianie zmiany wartości pieniądza w czasie,
- ❖ brak konieczności szacowania stopy dyskontowej,
- ❖ uwzględnianie przepływów pieniężnych netto z całego ekonomicznego cyklu życia przedsięwzięcia inwestycyjnego,
- ❖ możliwość zbudowania obiektywnego, bezwzględnego kryterium decyzyjnego,
- ❖ możliwość wyznaczania granicznego kosztu kapitału, jaki może być wykorzystany do sfinansowania danego przedsięwzięcia inwestycyjnego,
- ❖ łatwość interpretacji ze względu na efekt psychologiczny związany z preferowaniem mierników rentowności przedstawianych procentowo¹⁹⁵.

Główne wady metody *IRR*, to:

- ❖ założenie o płaskim przebiegu krzywej rentowności, co utrudnia określenie bezwzględnego kryterium decyzyjnego, gdy stopa dyskontowa zmienia się w czasie (występuje więcej niż jedna wartość granicznej stopy zwrotu),
- ❖ założenie, że stopa dyskontowa i stopa reinwestycji są równe wewnętrznej stopie zwrotu danego przedsięwzięcia,

¹⁹² L. Martan: *Wybrane zagadnienia...*, op. cit., s. 43.

¹⁹³ V. Jog, C. Suszyński: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 132.

¹⁹⁴ H. Johnson: *Ocena projektów...*, op. cit., s. 45.

¹⁹⁵ Por. R. Pastusiak: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 78; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 136.

- ❖ nieprzestrzeganie zasady addytywności – $IRR_I + IRR_{II}$ jest różne od $IRR_{(I+II)}$,
- ❖ w przedsięwzięciach nietypowych nie może być w sposób bezpośredni stosowana do oceny efektywności – mogą wystąpić liczne wewnętrzne stopy zwrotu,
- ❖ relatywny charakter, który w ocenie względnej uniemożliwia porównywanie przedsięwzięć o różnej bieżącej wartości nakładów¹⁹⁶.

Pomimo swych istotnych wad, wewnętrzna stopa zwrotu jest metodą często wykorzystywaną w praktyce. W literaturze przedmiotu podkreśla się jednak większą użyteczność metody NPV. Zdaniem S. Wrzosa, IRR potrzebna jest zanim zostanie określona stopa dyskontowa, niezbędna do obliczenia wartości NPV. Określenie stopy dyskontowej powoduje, że IRR ma jedynie funkcje pomocnicze, stanowi tylko uzupełnienie metody NPV¹⁹⁷. Wielu autorów podkreśla, że we względnej ocenie efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych metoda IRR nie powinna być stosowana¹⁹⁸. Skrajne stanowisko zajmuje D. Zarzecki, który kwestionuje interpretację ekonomiczną IRR, podkreślając, że IRR jest w rzeczywistości średnią złożoną z oddzielnych stóp procentowych i jej znajomość nie okazuje się zbyt użyteczna¹⁹⁹.

W ocenie przedsięwzięć inwestycyjnych istotne znaczenie ma problematyka uwzględniania przewidywanej stopy reinwestycji, o czym wspomniano już przy metodzie NPV. Jedną z podstawowych wad przedstawionej metody IRR jest założenie, że dodatnie przepływy pieniężne netto będą reinwestowane ze stopą równą wewnętrznej stopie zwrotu. Zazwyczaj stopa reinwestycji jest różna od wewnętrznej stopy zwrotu przedsięwzięcia, dlatego IRR może prowadzić do niewłaściwych decyzji inwestycyjnych. Wadę tę likwiduje metoda zmodyfikowanej wewnętrznej stopy zwrotu (*modified internal rate of return, MIRR*), która opiera się na założeniu, że dodatnie przepływy pieniężne netto będą reinwestowane na poziomie stopy procentowej kosztów kapitałowych przedsięwzięcia²⁰⁰.

Zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu (*MIRR*) definiowana jest jako taka wartość stopy dyskontowej, dla której zaktualizowana wartość końcowa (wartość przyszła) dodatnich przepływów pieniężnych jest równa z wartością bieżącą ujemnych przepływów pieniężnych²⁰¹, co można przedstawić wzorem:

¹⁹⁶ Por. M. Herman, P. Korobłowski: *Analiza i ocena...*, op. cit., s. 55.

¹⁹⁷ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 63.

¹⁹⁸ Por. M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 228; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 259.

¹⁹⁹ D. Zarzecki: *Ocena efektywności inwestycji [w:] Analiza finansowa...*, op. cit., s. 399.

²⁰⁰ W.J. Pazio: *Ocena finansowa...*, op. cit., s. 166.

²⁰¹ T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długookresowe...*, op. cit., s. 127.

$$\sum_{t=0}^n \frac{CFO_t}{(1+r)^t} = \frac{\sum_{t=0}^n CFI_t \cdot (1+r_{rei})^{n-t}}{(1+MIRR)^n} \quad (2.24)$$

gdzie: $MIRR$ – zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu uwzględniająca przewidywaną stopę reinwestycji, CFO_t – ujemne przepływy pieniężne (wydatki) w roku t , CFI_t – dodatnie przepływy pieniężne (wpływy) w roku t , r – stopa dyskontowa równa kosztowi kapitału, r_{rei} – stopa reinwestycji, $t = 0, 1, 2, \dots, n$ – kolejny rok okresu obliczeniowego.

Lewa strona równości (2.24) określa bieżącą, aktualną wartość ujemnych przepływów pieniężnych, obliczoną przy stopie dyskontowej równej kosztowi kapitału inwestora. Natomiast licznik prawej strony określa wartość przyszłą (na koniec ostatniego roku obliczeniowego), tzw. *wartość końcową* (*terminal value*, TV) dodatnich przepływów pieniężnych, otrzymaną przy założeniu, że będą one reinwestowane po koszcie kapitału r . Rachunek $MIRR$ opiera się zatem na dwóch miernikach, tj. wartości bieżącej PV i wartości końcowej TV . Wartość zmodyfikowanej wewnętrznej stopy zwrotu można obliczyć ze wzoru:

$$MIRR = \sqrt[n]{\frac{\sum_{t=0}^n CFI_t \cdot (1+r_{rei})^{n-t}}{\sum_{t=0}^n \frac{CFO_t}{(1+r)^t}}} - 1 \quad (2.25)$$

gdzie: wszystkie oznaczenia jak we wzorze (2.24).

Interpretacja oraz kryteria oceny bezwzględnej i względnej metody $MIRR$ są takie same jak w przypadku metody IRR . Należy jednak zaznaczyć, że mogą wystąpić trzy rodzaje wzajemnych relacji pomiędzy IRR a $MIRR$, w zależności od przyjętej stopy reinwestycyjnej (r_{rei}):

- ❖ gdy $r_{rei} = IRR$, to wówczas $MIRR = IRR$,
- ❖ gdy $r_{rei} > IRR$, to wówczas $MIRR > IRR$,
- ❖ gdy $r_{rei} < IRR$, to wówczas $MIRR < IRR$ ²⁰².

W przypadkach drugim i trzecim, tj. gdy $MIRR > IRR$ lub $MIRR < IRR$, kryteria decyzyjne oparte na metodach IRR i $MIRR$ mogą dać sprzeczne wyniki w ramach bezwzględnej oceny efektywności inwestycji. Sprzeczność ta wystąpi wówczas, gdy przyjęta stopa graniczna r_{gr} będzie zawarta w przedziale pomię-

²⁰² W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 156.

dzy *IRR* a *MIRR*. W przypadku wystąpienia takiego konfliktu, bezwzględne kryterium decyzyjne powinno opierać się na zmodyfikowanej wewnętrznej stopie zwrotu. Ponadto w metodzie *MIRR* bazuje się na bardziej realistycznych założeniach niż w metodzie *IRR*, dlatego do oceny efektywności inwestycji bardziej zasadne jest stosowanie właśnie metody *MIRR*²⁰³.

Zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu jest pozbawiona kilku istotnych wad metody *IRR*, a w szczególności:

- ❖ można ją stosować dla wszystkich typów inwestycji – zarówno typowych, jak i nietypowych,
- ❖ nie opiera się na założeniu, że dodatnie przepływy pieniężne będą reinwestowane ze stopą równą *IRR*.

2.3.4. Indeks zyskowności

Indeks zyskowności (*profitability index*, *PI*) nazywany również wskaźnikiem rentowności, wskaźnikiem opłacalności, stopą zyskowności inwestycji, wskaźnikiem efektywności, indeksem dochodowości oraz niekiedy wskaźnikiem kosztów/korzyści (*Benefit/Cost Ratio*, *B/C Ratio*) jest miarą podobną do wartości bieżącej netto. W odróżnieniu jednak od metody *NPV*, która używa miary nierelatywnej, wyrażonej w jednostkach pieniężnych, wskaźnik rentowności²⁰⁴ stosuje miarę relatywną.

Indeks zyskowności definiowany jest jako zaktualizowana wartość spodziewanych przepływów pieniężnych, podzielona przez początkowe nakłady inwestycyjne²⁰⁵, co można przedstawić wzorem:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{I_0} \quad (2.26)$$

gdzie: *PI* – indeks zyskowności, *CF_t* – przepływy pieniężne w roku *t*, *I₀* – początkowe nakłady inwestycyjne, *r* – stopa dyskontowa.

Przedstawiona definicja i wzór (2.26) odpowiadają uproszczonemu założeniu, że tylko nakłady inwestycyjne będą ujemnymi przepływami pieniężnymi, a ponadto będą ponoszone jednorazowo w roku *t* = 0, natomiast od roku *t* = 1 generowane będą tylko dodatnie przepływy pieniężne. W rzeczywistości, o czym już wcześniej wspomniano, obok nakładów inwestycyjnych występują

²⁰³ P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 54.

²⁰⁴ Określenie *wskaźnik rentowności* będzie stosowane zamiennie z terminem *indeks zyskowności*.

²⁰⁵ V. Jog, C. Suszyński: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 134.

inne ujemne przepływy pieniężne, a ponadto zarówno dodatnie, jak i ujemne przepływy pieniężne występują w tych samych latach. Dlatego wskaźnik rentowności powinien być definiowany jako *iloraz sumy zdyskontowanych dodatnich przepływów pieniężnych i sumy zdyskontowanych ujemnych przepływów pieniężnych*²⁰⁶, co wyraża się następującym wzorem:

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{CFI_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{CFO_t}{(1+r)^t}} \quad (2.27)$$

gdzie: PI – indeks zyskowności, CFI_t – dodatnie przepływy pieniężne w roku t , CFO_t – ujemne przepływy pieniężne w roku t , r – stopa dyskontowa.

Wskaźnik rentowności PI informuje o tym, ile jednostek dodatnich przepływów pieniężnych generuje jedna bieżąca jednostka wydatków. Metoda ta wskazuje zatem relatywną dochodowość przedsięwzięcia.

Jeżeli stopa dyskontowa (r) równa jest wewnętrznej stopie zwrotu (IRR), wówczas wartość wskaźnika rentowności równa jest jedności. Wobec powyższego przedsięwzięcie oceniane na podstawie tego wskaźnika należy uznać za efektywne, jeżeli jego wartość jest większa od jedności ($PI > 1$). Bezwzględne kryterium decyzyjne zbudowane na wskaźniku rentowności jest następujące:

- ❖ jeżeli $PI > 1$, to przedsięwzięcie jest efektywne i należy je zaakceptować,
- ❖ jeżeli $PI = 1$, to przedsięwzięcie jest neutralne,
- ❖ jeżeli $PI < 1$, to przedsięwzięcie nie jest efektywne i należy je odrzucić.

W ramach oceny względnej podstawą wyboru najbardziej efektywnego przedsięwzięcia inwestycyjnego jest maksymalizacja wartości PI . Zatem za najkorzystniejsze uważa się przedsięwzięcie o najwyższym wskaźniku rentowności. W przypadku oceny względnej, użyteczność tego wskaźnika jest szczególnie duża przy porównywaniu przedsięwzięć o różnej charakterystyce, tzn. gdy oceniane przedsięwzięcia cechują się różnymi nakładami i ekonomicznymi cyklami życia²⁰⁷.

Należy jednak zwrócić uwagę, że w przypadku porównywania przedsięwzięć, które charakteryzują się różną bieżącą wartością ujemnych przepływów pieniężnych, co przedstawia nierówność (2.28), kryteria decyzyjne zbudowane na metodach NPV i PI mogą wykazywać sprzeczne wyniki²⁰⁸:

²⁰⁶ Por. E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami*. ..., op. cit., s. 305.

²⁰⁷ R. Pastusiak: *Ocena efektywności*..., op. cit., s. 81.

²⁰⁸ W. Rogowski: *Rachunek efektywności*..., op. cit., s. 257.

$$PV(CFO_I) \neq PV(CFO_{II}) \quad (2.28)$$

W przypadku konfliktu wskazań pomiędzy metodą *NPV* i *PI*, podobnie jak w przypadku niezgodności *NPV* i *IRR*, można posłużyć się przepływami z przedsięwzięcia przyrostowego. Przepływy te stanowiąc będą „nowe” przedsięwzięcie, dla którego można obliczyć wskaźnik rentowności i poddać go ocenie bezwzględnej²⁰⁹.

Należy również zauważyć, że indeks zyskowności wykazuje, podobnie jak metoda *NPV*, wrażliwość na zmianę stopy dyskontowej²¹⁰.

Do zalet metody indeksu zyskowności zalicza się:

- ❖ uwzględnianie zmienności wartości pieniądza w czasie,
- ❖ możliwość porównywania przedsięwzięć o różnym charakterze,
- ❖ prostą interpretację,
- ❖ uwzględnienie przepływów pieniężnych z całego ekonomicznego cyklu życia,
- ❖ zgodność bezwzględnego kryterium oceny przedsięwzięć z metodą *NPV*.

Do podstawowych wad tej metody należą:

- ❖ trudności z wyborem stopy dyskontowej,
- ❖ założenie płaskiego przebiegu krzywej rentowności,
- ❖ założenie równości stopy dyskontowej i stopy reinwestycji,
- ❖ brak możliwości zastosowania do względnej oceny przedsięwzięć o różnej wartości bieżącej ujemnych przepływów pieniężnych.

2.3.5. Inne zdyskontowane metody oceny efektywności inwestycji

Dostrzegając wady i ograniczenia omówionych zdyskontowanych metod analizy i oceny efektywności inwestycji podjęte zostały liczne próby – podobnie jak w przypadku metod prostych – eliminacji tych niedoskonałości. Powstało w ten sposób wiele metod, które mogą mieć istotne znaczenie w pewnych szczególnych warunkach. Nie eliminują one jednak wszystkich istotnych wad omówionych metod *NPV*, *IRR* i *B/C Ratio*. Przeciwnie, prowadzą do kolejnych ograniczeń, które powodują, że zakres ich stosowania jest relatywnie niski. Warto jednak poddać krytycznej analizie te metody, co nie jest bez znaczenia przy doborze metod do oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych.

Metoda równych rat polega na wyznaczeniu wielu równych wartości w okresie obliczeniowym, które po zdyskontowaniu i zsumowaniu dają wartość równą wartości bieżącej netto (*NPV*) dla danego przedsięwzięcia. Ponieważ termin

²⁰⁹ Por. D. Zarzecki: *Ocena efektywności inwestycji*. [w:] *Analiza finansowa...*, op. cit., s. 400.

²¹⁰ H. Johanson: *Ocena projektów...*, op. cit., s. 49.

annuitet (annuity) oznacza rentę roczną, tj. stałą płatność przez określoną ściśle liczbę lat, czyli niezmiennie w czasie roczne saldo przepływów pieniężnych, metoda ta nazywana jest również *metodą annuitetową*²¹¹. Jest ona pewną odmianą wartości bieżącej netto (NPV)²¹². Wartość raty obliczyć można na podstawie wzoru:

$$RR = NPV \cdot G \quad (2.29)$$

gdzie: *RR* – tzw. rata, *NPV* – wartość bieżąca netto, *G* – współczynnik korekcyjny.

Wartość współczynnika korekcyjnego zależy od przyjętej stopy dyskontowej i wyznaczana jest według wzoru:

$$G = \frac{r \cdot (1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \quad (2.30)$$

gdzie: *G* – współczynnik korekcyjny, *n* – długość okresu obliczeniowego, *r* – stopa dyskontowa.

Współczynnik *G* stanowi odwrotność tzw. *annuity factor*, który służy do wyznaczania wartości zaktualizowanej (bieżącej) renty wieczystej (renty okresowej) występującej w określonej liczbie lat. Stanowi zatem odpowiednik czynnika dyskontującego²¹³.

Metoda równych rat pozwala za pomocą jednej wartości (raty) przedstawić przepływy pieniężne w danym okresie, niezależnie od rzeczywistego rozłożenia w czasie tych przepływów i ich charakteru (czy są to przepływy typowe, czy też nietypowe). Dla wykorzystania metody równych rat konieczna jest znajomość wartości *NPV*. Jeśli wartość ta nie jest wyliczona, a stanowi pewne założenie, plan inwestora, metoda równych rat dostarcza informacji, jakie trzeba uzyskiwać stałe roczne wartości przepływów pieniężnych, aby zapewnić osiągnięcie pożądanej wartości *NPV*. W praktyce może stanowić pewną wartość kontrolną wykonywanych zamierzeń, ponieważ uzyskiwanie jednakowych wartości przepływów pieniężnych netto w konkretnym przedsięwzięciu inwestycyjnym jest mało prawdopodobne, ze względu na koncentrację nakładów inwestycyjnych w początkowym okresie²¹⁴.

²¹¹ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 64.

²¹² E. Nowak: *Przedsięwzięcia gospodarcze...*, op. cit., s. 25.

²¹³ D. Zarzecki: *Ocena efektywności inwestycji*. [w:] *Analiza finansowa...*, op. cit., s. 369.

²¹⁴ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 65.

Jako wyznacznik efektywności metoda ta może być wykorzystana zarówno w ramach oceny bezwzględnej, jak i względnej przedsięwzięć inwestycyjnych. Kryterium decyzyjne przy ocenie bezwzględnej jest analogiczne jak dla metody *NPV*:

- ❖ jeżeli $RR > 0$, to przedsięwzięcie jest efektywne,
- ❖ jeżeli $RR = 0$, to przedsięwzięcie inwestycyjne jest neutralne,
- ❖ jeżeli $RR < 0$, to przedsięwzięcie inwestycyjne jest nieefektywne.

W ramach oceny względnej, za korzystniejsze uznaje się przedsięwzięcie wykazujące większą ratę (RR), czyli kryterium decyzyjnym jest maksymalizacja wartości obliczonej raty (RR).

Do głównych zalet metody równych rat można zaliczyć to, że:

- ❖ uwzględnia zmienność wartości pieniądza w czasie,
- ❖ korzyść netto jest wyrażona jedną wartością przepływów pieniężnych netto,
- ❖ może być wykorzystywana do szacowania efektywności zarówno dla przedsięwzięć konwencjonalnych, jak i niekonwencjonalnych,
- ❖ umożliwia prowadzenie względnej oceny efektywności i daje możliwość prostej interpretacji uzyskanych wyników.

Główne wady tej metody to:

- ❖ utrudniony wybór właściwego poziomu stopy dyskontowej,
- ❖ nie przedstawia relatywnej (procentowej) efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego, jest metodą nierelatywną (przedstawia wartość kwotową),
- ❖ wartość ustalonej raty jest ściśle związana z okresem obliczeniowym,
- ❖ utrudnione jest porównywanie przedsięwzięć o różnym ekonomicznym cyklu życia.

Kolejną metodą oceny przedsięwzięć inwestycyjnych, której miarę wyraża stopa procentowa, jest *metoda Baldwina*. Metoda ta, choć podobna do metody *MIRR*, różni się jednak od niej, ponieważ wykorzystuje stopę procentową, którą ustala się na podstawie informacji z przedsiębiorstwa. Jest nią średnia łączna rentowność przedsiębiorstwa (inwestora)²¹⁵.

W metodzie tej wydatki inwestycyjne są dyskontowane na początek okresu obliczeniowego i sumowane, a wpływy netto są oprocentowane na koniec tego okresu i również sumowane. Następnie poszukuje się stopy procentowej (k_B), przy której suma zdyskontowanych wydatków inwestycyjnych zwiększy się w okresie obliczeniowym (n) do kwoty równej sumie oprocentowanych wpływów netto²¹⁶. Wyraża się to następującymi wzorami:

²¹⁵ L. Martan: *Wybrane zagadnienia...*, op. cit., s. 46.

²¹⁶ E. Nowak: *Przedsięwzięcia gospodarcze...*, op. cit., s. 25.

$$I^* = \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+k)^t} \quad (2.31)$$

gdzie: I^* – zdyskontowane wydatki inwestycyjne, I – nakłady inwestycyjne, k – średnia stopa rentowności przedsiębiorstwa.

$$W^* = \sum_{t=0}^n CF_t \cdot (1+k)^{n-t} \quad (2.32)$$

gdzie: W^* – oprocentowane wpływy pieniężne, CF_t – dodatnie wpływy pieniężne, k – średnia stopa rentowności przedsiębiorstwa.

Poszukiwaną wartość r_B można wyznaczyć z zależności:

$$W^* = I^* \cdot (1+k_B)^n \quad (2.33)$$

gdzie: r_B – poszukiwana stopa procentowa, pozostałe oznaczenia jak powyżej.

Przekształcając wzór (2.33), otrzymuje się wzór na stopę k_B :

$$k_B = \sqrt[n]{\frac{W^*}{I^*}} - 1 \quad (2.34)$$

W ramach oceny bezwzględnej za efektywne uznaje się te przedsięwzięcia, dla których obliczona stopa k_B jest większa od średniej łącznej rentowności przedsiębiorstwa wyrażonej stopą procentową k .

Kryterium decyzyjnym oceny względnej jest maksymalizacja stopy k_B . Metoda ta charakteryzuje się podobnymi zaletami i wadami jak metoda MIRR.

Metoda *końcowej wartości majątkowej* polega na obliczeniu wartości przepływów pieniężnych netto na koniec okresu obliczeniowego przy zastosowaniu rachunku procentowego, a nie rachunku dyskontowego²¹⁷. Cechą charakterystyczną tej metody jest przyjęcie różnych stóp kalkulacyjnych dla lokat i kredytów. Algorytm obliczeniowy, według którego wyznacza się końcową wartość majątkową, przedstawia wzór:

$$M_t = NCF_t + M_{t-1} \cdot (1+k) \quad (2.35)$$

gdzie: M_t – końcowa wartość majątkowa obiektu na koniec roku t , NCF_t – przepływy pieniężne netto roku t , k – stopa procentowa równa stopie procentowej lokat, gdy $M_{t-1} > 0$, lub stopie procentowej kredytów, gdy $M_{t-1} < 0$.

²¹⁷ E. Nowak: *Przedsięwzięcia gospodarcze...*, op. cit., s. 25.

Końcową wartość majątkową dla danego okresu obliczeniowego ustala się poprzez kolejne interakcje, dodając do wielkości przepływów pieniężnych w danym roku iloczyn wartości majątkowej z roku poprzedniego i współczynnika $(1 + k)$. Zatem w roku pierwszym wartość majątkowa równa jest wygenerowanym przepływowi pieniężnym netto. W kolejnych latach wartość ta jest zmniejszana lub zwiększana w zależności od jej wielkości w roku poprzednim. Jeżeli w roku poprzednim miała wartość ujemną, to jako stopę k przyjmuje się stopę procentową kredytów, czyli uwzględnia się koszt pozyskania kapitału obcego. W przypadku gdy wartość końcowa w roku poprzednim była dodatnia, za stopę k przyjmuje się stopę procentową lokat, czyli uwzględnia się roczną reinwestycję tej wartości.

Końcowa wartość majątkowa informuje o wartości, jaka pozostaje na koniec przyjętego okresu obliczeniowego. Na podstawie tej metody można zbudować kryteria decyzyjne zarówno do bezwzględnej, jak i względnej oceny przedsięwzięć inwestycyjnych. W ramach oceny bezwzględnej za efektywne uznaje się te przedsięwzięcia, których końcowa wartość majątkowa jest większa lub równa zeru.

W przypadku porównywania alternatywnych przedsięwzięć (ocena względna), za efektywniejsze uznaje się to, które ma większą końcową wartość majątkową. Kryterium decyzyjnym jest zatem maksymalizacja tej wartości.

2.4. Metody oceny ryzyka efektywności inwestycji

2.4.1. Analiza wrażliwości

Analiza wrażliwości (*sensitivity analysis*) polega na badaniu wpływu zmian podstawowych zmiennych przedsięwzięcia inwestycyjnego na poziom jego efektywności²¹⁸. Metoda ta wykorzystuje założenie, że podczas fazy inwestycyjnej i fazy eksploatacyjnej wartości poszczególnych zmiennych, stosowanych do szacowania efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego, mogą ulegać pewnym odchyleniom od wartości zakładanych, co powoduje, że wyliczone miary efektywności inwestycji są nieprawidłowe²¹⁹. Przyszłe zmiany poszczególnych czynników mogą wynikać z różnych przesłanek, np. zmiany strumieni pieniężnych mogą być powodowane zmianami cen towarów i usług, zmianami ogólnogospodarczymi itp. Metoda ta służy więc do określania wrażliwości efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego, wyrażonej za pomocą miar wynikających z przyjętych metod oceny, na zmiany różnych zmiennych. Innymi słowy, zada-

²¹⁸ M. Siudak: *Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999, s. 123.

²¹⁹ P. Jovanović: *Application of sensitivity analysis in investment project evaluation under uncertainty and risk*. International Journal of Project Management 1999, Vol. 17, No. 4, s. 218.

niem *analizy wrażliwości* nie jest policzenie ryzyka, a zbadanie, jaki wpływ na wskaźniki efektywności projektu mają zmiany czynników ujętych w analizie.

W literaturze przedmiotu zagadnienie analizy wrażliwości najczęściej odnosi się do wartości bieżącej netto. Podstawowym warunkiem poprawności analizy wrażliwości opartej na wskaźniku *NPV* jest przyjęcie do obliczeń stopy dyskontowej, która nie uwzględnia premii za ryzyko, a także założenie, że w określonym czasie zmienia się tylko jedna zmienna niezależna²²⁰. Analiza wrażliwości stosowana jest również w odniesieniu do innych metod oceny efektywności inwestycji. W szczególności często wykorzystuje się ją również do badania wrażliwości wewnętrznej stopy zwrotu (*IRR*).

W ramach rachunku wrażliwości (analizy wrażliwości) występują:

- 1) *zmienna objaśniana* (zmienna bazowa) – miara wynikająca z zastosowanej metody oceny efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego (np. *NPV*),
- 2) *zmienne objaśniające* (zmienne wejściowe) – oznaczają zmienne znajdujące się w algorytmie danej metody oceny efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego; zmienne te mogą być:
 - ❖ *zależne* – zmienne znajdujące się w algorytmie danej metody oceny efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego, których zmiana wynika w sposób bezpośredni ze zmiany poziomu zmiennych niezależnych,
 - ❖ *niezależne* – zmienne znajdujące się w algorytmie danej metody oceny efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego, których zmiana nie wynika ze zmiany innych zmiennych w sposób bezpośredni²²¹.

W zależności od pożądanej szczegółowości przeprowadzanej analizy można wyróżnić dwa podstawowe warianty rachunku wrażliwości:

- ❖ *ze szczegółowymi zmiennymi objaśniającymi (wejściowymi)*, które determinują wielkość strumieni pieniężnych w danej perspektywie czasu, np. ceny zbytu produktów i usług, koszty stałe i zmienne, itp.,
- ❖ *ze zagregowanymi zmiennymi objaśniającymi (wejściowymi)*, którymi mogą być strumienie środków pieniężnych (wydatków i przychodów), stopa dyskontowa²²².

Analiza wrażliwości w najprostszej postaci umożliwia zbadanie wpływu procentowych odchyłeń poszczególnych zmiennych objaśniających na zmienną objaśnianą. Przyjmuje się określone odchylenia zmiennych objaśniających wyrażone procentowo (np. od -20% do +20%) od ich wartości podstawowych, które są prognozowane, i szacuje się ponownie efektywność przedsięwzięcia

²²⁰ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 193-194.

²²¹ Tamże, s. 193.

²²² E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 116.

inwestycyjnego przy nowym poziomie zmiennej objaśniającej. Najczęściej przyjmuje się założenie, że w danym momencie zmienia się tylko jedna zmienna objaśniająca, a pozostałe zostają na takim samym poziomie bazowym. Jeżeli analiza wrażliwości prowadzona jest ze szczegółowymi zmiennymi objaśniającymi, to zmiana jednej zmiennej niezależnej może powodować zmianę kilku zmiennych zależnych. Czasami rachunek wrażliwości zakłada jednoczesną zmianę dwóch lub więcej niezależnych zmiennych objaśniających. Badając wpływ zmiany dwóch zmiennych niezależnych (np. stopy dyskontowej i nakładów inwestycyjnych) na zmienną objaśnianą (np. wskaźnik *NPV*), przy stałych pozostałych zmiennych, otrzymuje się dwuwymiarową macierz, która przedstawia kombinację możliwych do przyjęcia wariantów badanych zmiennych objaśniających. Dzięki temu można zidentyfikować kroki i działania związane z celową zmianą jednej z tych zmiennych, gdy zmianie ulega druga, w celu zachowania odpowiedniej efektywności inwestycji²²³.

Wyniki analizy wrażliwości można przedstawić w sposób tabelaryczny oraz graficzny za pomocą tzw. *krzywych wrażliwości*²²⁴. Nachylenie krzywych wskazuje poziom wrażliwości efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego na zmianę zmiennej objaśniającej. Im większy jest kąt nachylenia krzywej, tym efektywność przedsięwzięcia inwestycyjnego (zmienna objaśniana) jest bardziej wrażliwa na zmiany analizowanej zmiennej objaśniającej, czyli tym większy jest również poziom ryzyka przedsięwzięcia inwestycyjnego²²⁵.

Krzywe wrażliwości dla poszczególnych zmiennych wejściowych można przedstawić na jednym wykresie, co ułatwia bezpośrednie porównanie wrażliwości przedsięwzięcia na zmiany poszczególnych zmiennych objaśniających (rys. 2.5).

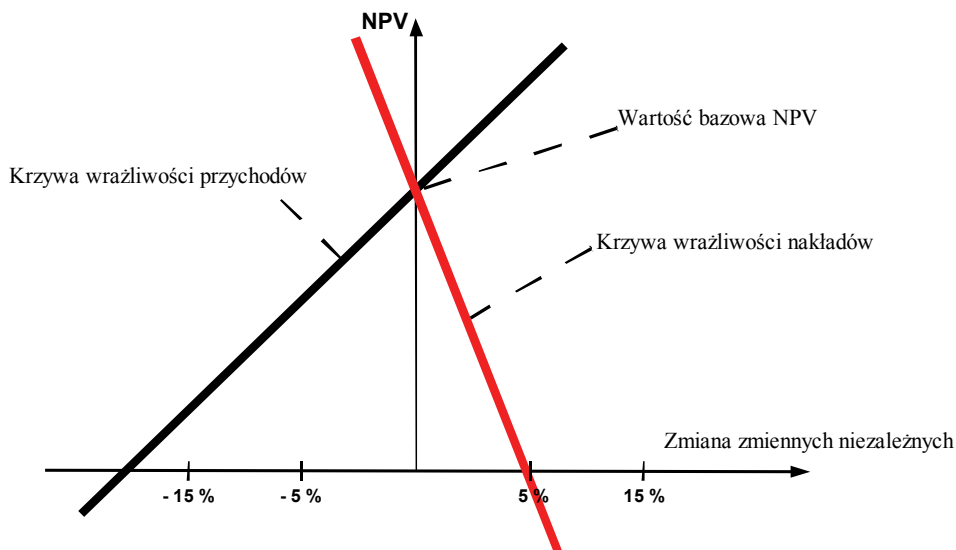
Analizując procentową zmianę poszczególnych zmiennych objaśniających można wskazać te zmienne, których możliwe odchylenia będą miały największy wpływ na poziom efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego. Identyfikacja tych zmiennych objaśniających wskazuje na obszary, które wymagają dodatkowych, głębszych analiz²²⁶. W konsekwencji prowadzi to do zidentyfikowania czynników krytycznych, mających największy wpływ na efektywność inwestycji. Zmienne krytyczne można ustalić badając elastyczność efektywności inwestycji, która umożliwia stwierdzenie, o ile zmieni się poziom zmiennej objaśnianej (np. wskaźnika *NPV*), jeżeli wartość sprecyzowanej niezależnej zmiennej objaśniającej zmieni się o 1%, a pozostałe zmienne niezależne objaśniające pozostaną na poprzednim poziomie.

²²³ Por. P. Jovanović: *Application of sensitivity...*, op. cit. s. 220-221.

²²⁴ M. Siudak: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 146.

²²⁵ T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długookresowe...*, op. cit., s. 129.

²²⁶ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 194-195.



Rys. 2.5. Krzywe wrażliwości – graficzna postać analizy wrażliwości

Źródło: Opracowanie własne.

W celu identyfikacji zmiennych krytycznych dla każdej zmiennej objaśniającej ustala się *wskaźnik (współczynnik) wrażliwości*, pojmowany jako kąt nachylenia krzywej wrażliwości przy różnych wartościach zmiennej niezależnej. Wzór do obliczenia wartości współczynnika wrażliwości przedstawia się następująco:

$$WW_{NPV} = \frac{\frac{NPV_i - NPV_b}{NPV_b}}{\frac{ZN_i - ZN_b}{ZN_b}} \quad (2.36)$$

gdzie: NPV_i – wartość NPV dla i -tej wartości zmiennej Z , NPV_b – bazowa wartość NPV , ZN_i – i -ta wartość zmiennej niezależnej ($ZN_i = ZN_b \pm 0,01ZN_b$), ZN_b – bazowa wartość zmiennej Z .

Współczynnik wrażliwości informuje, ile procent zmiany zmiennej objaśnianej (np. NPV) przypada na jeden procent zmiany niezależnej zmiennej objaśniającej ZN . Wartość współczynnika wrażliwości jest wartością stałą w przypadku, gdy zależność zmiennej objaśnianej (NPV) od danej niezależnej zmiennej objaśniającej jest liniowa dla każdej wartości danej niezależnej zmiennej objaśniającej. Niezależne zmienne objaśniające, które liniowo zmie-

nią przepływy pieniężne netto, najczęściej także liniowo wpływają na zmianę wskaźnika NPV. Z kolei niezależne zmienne objaśniające powodują zmianę stopy dyskontowej (np. koszt kapitału własnego, obcego) lub wpływają zarazem na kilka zmiennych zależnych, zwykle wywołują inne, niż liniowe, zmiany zmiennej objaśniającej (zależność nieliniowa)²²⁷.

Jeżeli wartość współczynnika wrażliwości dla badanej zmiennej niezależnej wynosi zero, to zmienna ta nie ma żadnego wpływu na badane przedsięwzięcie inwestycyjne. Wysoka bezwzględna wartość współczynnika wrażliwości informuje o dużym wpływie danej niezależnej zmiennej objaśniającej. Za zmienne krytyczne uważa się te zmienne objaśniające, których zmiana o 1% skutkuje zmianą NPV o 1% lub więcej²²⁸.

Analiza wrażliwości pozwala także na szacowanie wartości danej zmiennej niezależnej, dla której przedsięwzięcie inwestycyjne jest jeszcze opłacalne, zgodnie z przyjętym kryterium decyzyjnym opartym na określonej metodzie oceny efektywności, np.: $NPV = 0$. Takie wartości zmiennych niezależnych są określane jako wartości graniczne (progowe)²²⁹.

Porównanie wartości granicznych zmiennych niezależnych z wartościami bazowymi można wykorzystać do określenia tzw. *marginów bezpieczeństwa* dla każdej zmiennej niezależnej. Margines bezpieczeństwa pozwala określić, o ile może ulec zmianie dana zmienna bez ryzyka utraty opłacalności przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Rachunek wrażliwości można wykorzystać w procesie podejmowania decyzji w ramach bezwzględnej oceny efektywności inwestycji. Metoda ta wprawdzie nie informuje wprost o poziomie ryzyka, ale pozwala za pomocą określenia wartości granicznej i marginesu bezpieczeństwa uzupełniać metody oceny przedsięwzięć inwestycyjnych.

Analizę wrażliwości można również stosować jako kryterium porównujące ryzyko we względnej ocenie przedsięwzięć inwestycyjnych. W tym celu można na jednym wykresie zestawić krzywe wrażliwości odnoszące się do tych samych zmiennych objaśniających. Spośród możliwych wariantów inwestycyjnych powinien być akceptowany ten, którego krzywe wrażliwości charakteryzują się najmniejszym nachyleniem do osi odciętych lub którego współczynniki wrażliwości są najmniejsze.

²²⁷ H. Towarnicka: *Strategia inwestycyjna przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2000, s. 105.

²²⁸ B. Oleksy: *Techniki opracowywania studium wykonalności „Feasibility study”*. Instytut Biznesu – materiały z warsztatów szkoleniowych, 23-24 kwietnia 2003.

²²⁹ Por. W. Pluta, T. Jajuga: *Inwestycje...*, op. cit., s. 63.

Analiza wrażliwości posiada wiele zalet, do których można zaliczyć:

- ❖ prostotę i łatwość wykonania,
- ❖ funkcję rozpoznawania ryzyka, wskazując obszary, które powinny być przedmiotem głębszej analizy – identyfikacje zmiennych, które są najważniejsze z punktu widzenia efektywności przedsięwzięcia,
- ❖ możliwość wykorzystania w przedsięwzięciach, których ryzyko nie było wcześniej badane – w przypadku gdy brak jest doświadczeń związanych z realizacją podobnych przedsięwzięć inwestycyjnych,
- ❖ możliwość wykorzystania jej wyników w innych metodach analizy ryzyka,
- ❖ możliwość zaprezentowania wszystkich krzywych wrażliwości na jednym wykresie, co może uprościć bezpośrednie porównanie ryzyka warunkowanego przez różne niezależne zmienne objaśniające,
- ❖ możliwość obliczenia marginesów bezpieczeństwa.

Głównymi wadami rachunku wrażliwości są:

- ❖ założenie o stałym poziomie pozostałych niezależnych zmiennych objaśniających przy analizowaniu zmian określonej niezależnej zmiennej objaśnianej,
- ❖ niekompletność, ponieważ jest to metoda, która rozpoznaje ryzyko, ale nie dokonuje jego pomiaru.

Analiza wrażliwości, pomimo pewnych zalet, ze względu na zasadniczą wadę, jaką jest brak pomiaru ryzyka, powinna być traktowana głównie jako źródło informacji dla innych, bardziej zaawansowanych metod szacowania ryzyka w ocenie efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych.

2.4.2. Metody probabilistyczno-statystyczne

Metody probabilistyczno-statystyczne (*probabilistic risk analysis, PRA*) są często traktowane jako rozszerzenie ewaluacji, przeprowadzonej przy wykorzystaniu analizy wrażliwości. Usuwają one podstawową wadę analizy wrażliwości, tj. jej deterministyczny charakter. Jednocześnie w metodach tych ewaluacja koncentruje się zazwyczaj na krytycznych strumieniach pieniężnych, zidentyfikowanych w analizie wrażliwości.

W metodach probabilistyczno-statystycznych przepływy pieniężne netto ustalone są w sposób probabilistyczny, tj. określa się kilka możliwych wariantów i przypisuje się im określone prawdopodobieństwo wystąpienia. Następnie dokonuje się pomiaru ryzyka za pomocą statystycznych miar rozproszenia. Metody te opierają się zatem na rachunku prawdopodobieństwa i statystycznym pomiarze ryzyka. Ich istota wynika z założenia, że ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego można wyznaczyć, szacując rozproszenie prawdopodobnych

wyników wokół danej wartości centralnej, którą w koncepcji ryzyka jest wartość oczekiwana. Metody te bazują na definicji ryzyka jako możliwego odchylenia od spodziewanej wartości, w tym przypadku efektu realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego, który jest mierzony przy wykorzystaniu różnych metod oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych²³⁰. Wariancja i odchylenie standardowe, które są miarami rozproszenia zmiennej losowej wokół średniej, są najczęściej wykorzystywane jako miary ryzyka związanego z określonym przedsięwzięciem inwestycyjnym. Ryzyko jest tym większe, im wyższe są wartości tych miar rozproszenia²³¹. Jako miarę ryzyka w ramach metod probabilistyczno-statystycznych stosuje się także tzw. *współczynnik zmienności*, który jest miarą relatywną, pozwalającą porównywać ryzyko kilku przedsięwzięć inwestycyjnych.

Wykorzystanie metod probabilistyczno-statystycznych do analizy ryzyka związanego z realizacją przedsięwzięcia inwestycyjnego wymaga ustalenia zasadniczych założeń dotyczących:

- ❖ okresu analizy,
- ❖ metody oceny efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego,
- ❖ warunków realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego, związanych głównie z charakterystyką zdarzeń inwestycyjnych w czasie – wzajemnej zależności przepływów pieniężnych netto w czasie,
- ❖ scenariuszy, które uwzględniają wszystkie (korzystne i niekorzystne) skrajnie możliwe niepewne warunki inwestowania²³².

Okres analizy ryzyka przedsięwzięcia inwestycyjnego jest zwykle określany przez jego ekonomiczny cykl życia.

W ujęciu probabilistyczno-statystycznym ocena ryzyka inwestycyjnego opiera się najczęściej na metodzie wartości bieżącej netto (czasami stosowana jest również wewnętrzna stopa zwrotu). Przepływy pieniężne netto, na podstawie których jest obliczany wskaźnik *NPV*, traktowane są jako zmienne losowe, dla których można ustalić określone prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Na tej podstawie obliczana jest oczekiwana wartość bieżąca netto $E(NPV)$, która stanowi bezwzględne kryterium decyzyjne dla danego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Jeżeli wartość $E(NPV)$ jest większa lub równa zero, to przedsięwzięcie jest efektywne. Skalę ryzyka związanego z tym przedsięwzięciem określa wartość odchylenia standardowego $\sigma(NPV)$ i obliczony na jego podstawie współczynnik zmienności $C(NPV)$ – im niższe wartości, tym mniejsze ryzyko.

²³⁰ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 208.

²³¹ J. Czekaj, Z. Dresler: *Podstawy zarządzania finansami firm*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995, s. 40.

²³² Por. E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 135

Względne kryterium decyzyjne oparte o przedstawione wielkości statystyczne bazuje na maksymalizacji wartości $E(NPV)$ i minimalizacji odchylenia standardowego. Najczęściej jednak, jak zauważają J. Czekaj i Z. Dresler, przedsięwzięcia inwestycyjne o wyższej wartości oczekiwanej charakteryzują się także wyższymi wartościami miar rozproszenia, co powoduje, że do jednoznacznej oceny potrzebna jest dodatkowa miara, która da możliwość określenia ryzyka przypadającego na jednostkę oczekiwanej wartości²³³. Funkcję tę spełnia współczynnik zmienności. Spośród rozpatrywanych wariantów za najlepsze uznaje się przedsięwzięcie, które charakteryzuje się najniższym współczynnikiem $C(NPV)$.

W celu oszacowania wartości oczekiwanej oraz ryzyka przedsięwzięcia inwestycyjnego konieczne jest ustalenie rozkładu prawdopodobieństwa dla zmiennych objaśniających, które decydują o wartości przepływów pieniężnych netto. Dla każdej zmiennej objaśniającej należy ustalić rozkład prawdopodobieństwa kształtowania się ich wielkości na określonym oczekiwanym poziomie. Rozkład ten może być wyznaczony na podstawie:

- ❖ badań prowadzonych w celu wygenerowania danych eksperymentalnych,
- ❖ rozkładów teoretycznych, które odpowiadają studiowanemu przypadkowi,
- ❖ metod heurystycznych, wykorzystujących doświadczenie, intuicję i subiektywne opinie ekspertów.

Czasami w praktyce, ze względu na brak odpowiednich danych dotyczących rozkładu prawdopodobieństwa, stosuje się pewne uproszczenie, które w głównej mierze sprowadza się do określenia kilku prawdopodobnych stanów dla każdej przyjętej zmiennej objaśniającej (np. można wykorzystać informacje uzyskane w ramach analizy wrażliwości) i określeniu prawdopodobieństwa jej uzyskania. Przykładem może być obliczanie NPV dla trzech różnych scenariuszy: optymistycznego, pesymistycznego i najbardziej realnego (średniego), których prawdopodobieństwo wystąpienia można określić np. na: 0,50 – dla najbardziej realnego i 0,25 – dla optymistycznego i pesymistycznego²³⁴. W literaturze przedmiotu postulowane są także inne poziomy prawdopodobieństwa wystąpienia tych scenariuszy, jak również liczby scenariuszy (najczęściej 2-5)²³⁵. Stosowanie ograniczenia do trzech podstawowych scenariuszy (optymistycznego, realnego i pesymistycznego) obarczone jest jednak poważnymi wadami. Uwzględnia bowiem tylko kilka osobnych wariantów przedsięwzięcia oraz zakłada, że zmienne niepewne są skorelowane (wszystkie zmienne osiągają jednocześnie najlepsze lub najgorsze wartości)²³⁶.

²³³ J. Czekaj, Z. Dresler: *Podstawy zarządzania...*, op. cit., s. 41.

²³⁴ Por. S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 81.

²³⁵ Por. W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 204-205, 216.

²³⁶ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 400.

Zastosowanie metod probabilistyczno-statystycznych uwarunkowane jest występowaniem zależności pomiędzy kolejnymi przepływami pieniężnymi netto. Gdy przepływy osiągane w kolejnych latach są niezależne, tj. *NCF* uzyskany w roku t nie ma wpływu na wielkość przepływu pieniężnego netto w kolejnym roku ($t + 1$), to ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego wyrażone jest wariancją i odchyleniem standardowym. Jeżeli natomiast przepływy pieniężne netto w roku t są zależne od przepływu uzyskanego w poprzednim okresie ($t - 1$), to wówczas oblicza się kowariancję przepływów pieniężnych netto²³⁷.

Wśród metod probabilistyczno-statystycznych, w zależności od sposobu zdefiniowania ryzyka (jako odchylenie lub jako tylko negatywne odchylenie), można wyróżnić:

- ❖ metody w ujęciu largo, które uwzględniają wszystkie wartości (zarówno dodatnie, jak i ujemne) odchyłeń od wartości oczekiwanej zmiennej objaśnianej *NPV*; oblicza się wówczas ryzyko wariancyjne,
- ❖ metody w ujęciu stricte, które uwzględniają tylko wartości odchyłeń ujemnych od oczekiwanej wartości bieżącej netto; oblicza się wówczas *ryzyko semiwariancyjne*²³⁸.

W ujęciu probabilistycznym ocena ryzyka wariancyjnego polega na oszacowaniu kilku możliwych poziomów przepływów środków pieniężnych dla każdego okresu i określeniu prawdopodobieństwa ich wystąpienia w celu ustalenia oczekiwanego salda tych przepływów (*NCF*). Przy założeniu, że przepływy pieniężne danego przedsięwzięcia inwestycyjnego są niezależne, iloczyn prawdopodobieństwa ich pojawienia się wyznacza prawdopodobieństwo wystąpienia pewnego salda tych strumieni – przepływu pieniężnego netto.

Kombinacje możliwych strumieni pieniężnych tworzą kolejne scenariusze, dla których oblicza się wskaźniki *NPV*. Na tej podstawie ustala się oczekiwaną wartość bieżącą netto, wariancję, odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności²³⁹.

Wartość oczekiwaną *NPV* wyznacza się, korzystając z następującego wzoru:

$$E(NPV) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot NPV_i \quad (2.37)$$

gdzie: $E(NPV)$ – wartość oczekiwana *NPV*, p_i – prawdopodobieństwo wystąpienia i -tego scenariusza, NPV_i – wartość *NPV* i -tego scenariusza.

²³⁷ Por. E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 139.

²³⁸ Por. P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 64-67; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 208-209.

²³⁹ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami. ...*, op. cit., s. 400-401.

Po obliczeniu oczekiwanej wartości bieżącej netto $E(NPV)$ określa się jej wariancję i odchylenie standardowe. Wariancję wyznacza się korzystając ze wzoru:

$$V(NPV) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot [NPV_i - E(NPV)]^2 \quad (2.38)$$

gdzie: $V(NPV)$ – wariancja NPV , $E(NPV)$ – wartość oczekiwana NPV , p_i – prawdopodobieństwo wystąpienia i -tego scenariusza, NPV_i – wartość NPV i -tego scenariusza,

a odchylenie standardowe:

$$\sigma(NPV) = \sqrt{V(NPV)} \quad (2.39)$$

gdzie: $\sigma(NPV)$ – odchylenie standardowe wartości bieżącej netto, $V(NPV)$ – wariancja NPV .

Wykorzystując odchylenie standardowe i wartość oczekiwaną można ustalić współczynnik zmienności wartości bieżącej netto $C(NPV)$. Wielkość tę wyznacza się korzystając z zależności:

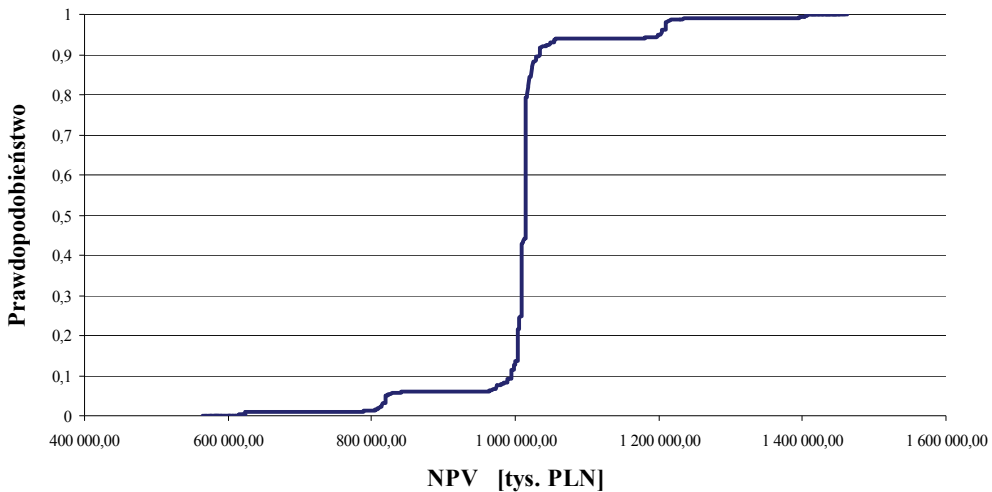
$$C(NPV) = \frac{\sigma(NPV)}{E(NPV)} \quad (2.40)$$

gdzie: $C(NPV)$ – współczynnik zmienności, $\sigma(NPV)$ – odchylenie standardowe wartości bieżącej netto, $E(NPV)$ – wartość oczekiwana NPV .

Inwestycję, jak już wspomniano, uznaje się za opłacalną, gdy wartość oczekiwana $E(NPV)$ będzie dodatnia. Odchylenie standardowe informuje, o ile przeciętnie przyszła wielkość wartości bieżącej netto może różnić się (plus, minus) od wyznaczonej oczekiwanej wartości NPV . Współczynnik zmienności określa, ile ryzyka przypada na jednostkę $E(NPV)$. Kryterium oceny ryzyka jest tu maksymalizacja wartości oczekiwanej oraz minimalizacji odchylenia standardowego i wariancji.

Ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego można również zilustrować w sposób graficzny za pomocą wykresu przedstawiającego krzywą prawdopodobieństwa skumulowanego dla wskaźnika NPV (rys. 2.6). Wykres ten służy do kompleksowej oceny ryzyka. Można z niego odczytać na przykład wartość NPV najbardziej prawdopodobną, wartości NPV dla bardzo małego (np. 5%) i bardzo dużego (np. 95%) prawdopodobieństwa, jak również prawdopodobieństwo na osiągnięcie dodatniej wartości NPV . Nachylenie krzywej świadczy o całkowitym ryzyku związanym z realizacją przedsięwzięcia. Im bardziej stroma bę-

dzie krzywa, tym samym ryzyko będzie mniejsze ze względu na małe szanse tak negatywnych, jak i pozytywnych odchyień.



Rys. 2.6. Krzywa prawdopodobieństwa skumulowanego wartości NPV

Źródło: Opracowanie własne.

Podstawową wadą tej metody (ryzyka wariacyjnego) jest jednakowe traktowanie wszystkich możliwych odchyień, czyli dodatnich i ujemnych, jako tożsamyh nośników ryzyka. Tymczasem odchylenie dodatnie jest korzystne dla inwestora w przeciwieństwie do odchylenia ujemnego, które jest niepożądane. Miernikiem ryzyka pojmowanego jako ujemne odchylenie od oczekiwanej wartości bieżącej netto jest semiwariancja.

W procesie określenia ryzyka semiwariacyjnego kolejno oblicza się: semiwariancję wartości bieżącej netto, semiodchylenia oraz współczynnik semi zmienności.

Semiwariancję wyznacza się korzystając ze wzoru:

$$V(NPV)_{sem} = \sum_{i=1}^n p_i \cdot h_i^2 \quad (2.41)$$

gdzie: $V(NPV)_{sem}$ – semiwariancja NPV, p_i – prawdopodobieństwo wystąpienia i -tego scenariusza, h_i – czynnik zależny od znaku odchylenia,

przy czym czynnik h_i określić można następująco:

$$h_i = \begin{cases} 0 & \Leftrightarrow NPV_i \geq E(NPV) \\ NPV_i - E(NPV) & \Leftrightarrow NPV_i < E(NPV) \end{cases} \quad (2.42)$$

a semiodchylenie standardowe wartości NPV:

$$\sigma(NPV)_{sem} = \sqrt{V(NPV)_{sem}} \quad (2.43)$$

gdzie: $\sigma(NPV)_{sem}$ – semiodchylenie standardowe wartości bieżącej netto, $V(NPV)_{sem}$ – semiwariancja NPV.

Semiodchylenie standardowe jest absolutną miarą ryzyka, którą można stosować jako kryterium w bezwzględnej ocenie. Jako kryterium względnej oceny może być stosowane wówczas, gdy porównywane przedsięwzięcia cechuje zbliżony poziom wartości oczekiwanych. W przeciwnym razie jako względną miarę ryzyka można przyjąć współczynnik semizmienności²⁴⁰. Wielkość tę wyznacza się korzystając z zależności:

$$C(NPV)_{sem} = \frac{\sigma(NPV)_{sem}}{E(NPV)_{sem}} \quad (2.44)$$

gdzie: $C(NPV)_{sem}$ – semiwspółczynnik zmienności, $\sigma(NPV)_{sem}$ – semiodchylenie standardowe wartości bieżącej netto, $E(NPV)_{sem}$ – semiwartość oczekiwana NPV.

Semiwariancję i semiodchylenie standardowe, podobnie jak dla ryzyka wariacyjnego, można obliczyć z mniej zagregowanych danych wejściowych, co jest jednak mniej pragmatyczne. Przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych, w praktyce oblicza się ryzyko wariacyjne. Wynika to z faktu, że rozkład prawdopodobieństwa zaistnienia dodatnich i ujemnych odchyłeń jest najczęściej symetryczny. Dlatego semiwariancja (w przybliżeniu) może być równa połowie wariancji, a zatem stosowanie tych dwóch metod może dać podobne rezultaty²⁴¹. Jeżeli rozkład nie jest symetryczny, to semiwariancja jest mniejsza od wariancji, przy czym wraz ze wzrostem tej różnicy maleje ryzyko ujmowane w kategoriach negatywnych.

Wariancja i semiwariancja są podstawowymi metodami probabilistyczno-statystycznymi oceny ryzyka stosowanymi wówczas, gdy przepływy osiągnęte w kolejnych latach są niezależne. W przypadku kiedy przepływy pieniężne netto (NCF_t) w roku t są zależne od przepływu uzyskanego w poprzednim okresie ($t - 1$), to wówczas do oceny ryzyka stosuje się metodę kowariancji. Metoda ta jest związana z prawdopodobieństwami warunkowymi przepływów pieniężnych netto²⁴². To znaczy: jeżeli w roku $t = 1$ występują i -te przepływy

²⁴⁰ P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 67.

²⁴¹ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 153.

²⁴² Tamże, s. 172.

pieniężne netto (NCF_{1i}) oraz odpowiadające im wskaźniki prawdopodobieństwa p_{1i} , to w roku $t = 2$ występują j -te przepływy pieniężne netto (NCF_{2j}) oraz odpowiadające im wskaźniki *prawdopodobieństwa* p_{2j} , przy czym prawdopodobieństwo to ma charakter warunkowy i jest określone na podstawie formuły:

$$p_{2j}(NCF_{2j}|NCF_{1i}) = \frac{p(NCF_{1i} \wedge NCF_{2j})}{p_{1i}(NCF_{1i})} \quad (2.45)$$

gdzie: $p_{2j}(NCF_{2j}|NCF_{1i})$ – prawdopodobieństwo przepływów pieniężnych netto NCF_{2j} pod warunkiem wcześniejszego wystąpienia przepływów pieniężnych netto NCF_{1i} , $p_{2j}(NCF_{1i} \wedge NCF_{2j})$ – prawdopodobieństwo uzyskania przepływów pieniężnych netto NCF_{1i} w roku $t = 1$ i NCF_{2j} w roku $t = 2$, czyli jednoczesnego wystąpienia tych zdarzeń.

Po przekształceniu uzyskuje się wzór na określenie prawdopodobieństwa wystąpienia w roku $t = 1$ i roku $t = 2$ przepływów pieniężnych netto NCF_{1i} i NCF_{2j} :

$$p(NCF_{1i} \wedge NCF_{2j}) = p_{1i}(NCF_{1i}) \cdot p_{2j}(NCF_{2j}|NCF_{1i}) \quad (2.46)$$

Po określeniu prawdopodobieństw warunkowych dla danych przepływów pieniężnych netto, korzystając ze wzorów dla przedsięwzięć o niezależnych strumieniach NCF , oblicza się dla wszystkich możliwych kombinacji przepływów NCF wartości NPV , a następnie statystyczne miary ryzyka: oczekiwaną wartość bieżącą netto, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności.

Kowariancję określającą zależność pomiędzy kolejnymi przepływami pieniężnymi netto można obliczyć na podstawie wzoru:

$$\text{cov}(NCF_1, NCF_2) = \sum_{j=1}^n p_j [NCF_{1i} - E(NPV_1)] \cdot [NCF_{2j} - E(NPV_2)] \quad (2.47)$$

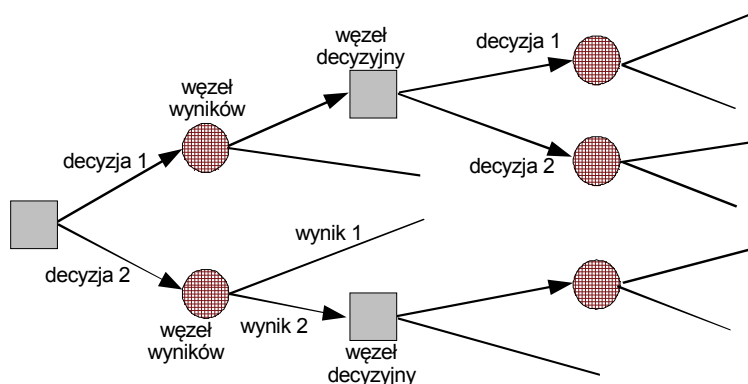
gdzie: $\text{cov}(NCF_1, NCF_2)$ – kowariancja między przepływami pieniężnymi netto w pierwszym i drugim roku dla danego przedsięwzięcia inwestycyjnego, pozostałe oznaczenia jak uprzednio.

Kowariancja jest kategorią, która charakteryzuje wspólne zmiany dwóch zmiennych losowych, a więc:

- ❖ gdy równa się zero ($\text{cov} = 0$), to przepływy pieniężne netto nie są zależne,
- ❖ gdy jest większa od zera ($\text{cov} > 0$), to strumienie NCF są współzależne pozytywnie,
- ❖ gdy jest mniejsza od zera ($\text{cov} < 0$), to przepływy pieniężne netto są współzależne negatywnie.

Zależność przepływów pieniężnych netto uwzględniona jest również w metodzie inwestycyjnego drzewa decyzyjnego (*decision-tree analysis*). Umożliwia ona graficzną interpretację złożonych przepływów pieniężnych netto oraz prawdopodobieństwa ich występowania. W ramach tej metody uwzględniane są wszystkie możliwe scenariusze procesu inwestycyjnego, tj. możliwe do osiągnięcia wartości bieżące netto (*NPV*).

Metoda inwestycyjnego drzewa decyzyjnego zawdzięcza swoją nazwę graficznej prezentacji metody, która kojarzy się z wizerunkiem drzewa (rys. 2.7). Pień utożsamiany jest z podstawowym problemem decyzyjnym, a konary, to z jednej strony możliwości wyboru zdarzeń inwestycyjnych, z drugiej zaś możliwe efekty działań. Rozgałęzieniami konarów drzewa są węzły decyzyjne, węzły wyników lub końcowe punkty węzłowe. Dla różnych par węzłów s i t łuk z węzła s do spłotu t , gdzie węzeł s jest decyzją lub węzłem wyników, a spłot t może być jakimkolwiek typem węzła, jest łukiem decyzyjnym (jeśli s jest węzłem decyzyjnym) lub łukiem wyników (jeśli s jest węzłem wyników). Drzewo zakorzeniane jest w początkowym węźle decyzyjnym, a końcowe węzły stanowią liście drzewa²⁴³.



Rys. 2.7. Schemat inwestycyjnego drzewa decyzyjnego

Źródło: P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 80.

Inwestycyjny proces decyzyjny rozpoczyna się poprzez wybór decyzji w początkowym węźle decyzyjnym i prowadzi do następnego węzła t . Jeśli t jest końcowym węzłem, wówczas proces się kończy. Jeśli t jest węzłem decyzyjnym, wówczas następuje wybór łuku decyzyjnego dostępnego w splocie t . Jeżeli t jest węzłem wyników, to w tym węźle wskazywany jest łuk wyników. W takim przypadku przechodzi się do następnego spłotu i proces się powtarza. Każdy końcowy węzeł w wyznacza unikalne wykonanie inwestycyjnego proce-

²⁴³ A. Warburton: *The decision tree polytope and its application to sequential decision problems*. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis 1998, No. 7, s. 331.

su decyzyjnego, określonego przez sekwencję łuków decyzji i wyników na wskazanej ścieżce z początkowego węzła decyzyjnego²⁴⁴. Każdemu wynikowi przypisuje się prawdopodobieństwo jego uzyskania. To prawdopodobieństwo skojarzone jest z wychodzącą z danego węzła każdą gałęzią i jest ono prawdopodobieństwem, że możliwy wynik przyjmie wartość wyznaczoną dla danego łuku wyników (wybranej gałęzi). Suma takich prawdopodobieństw, dla łuków wychodzących z danego węzła, musi wynosić 1²⁴⁵.

Poprzez pomnożenie wszystkich prawdopodobieństw z danej gałęzi, otrzymuje się prawdopodobieństwo łączne dla każdego końcowego węzła. Dla każdej gałęzi (każdego końcowego wyniku) oblicza się także wskaźniki *NPV*, które stanowią podstawę do obliczenia wartości oczekiwanej $E(NPV)$ ²⁴⁶. Na podstawie wartości oczekiwanej *NPV* można ustalić poziom ryzyka przedsięwzięcia inwestycyjnego, wykorzystując statystyczne miary ryzyka: odchylenie standardowe i współczynnik zmienności. Procedura postępowania jest identyczna jak w przypadku wcześniej opisanych metod probabilistyczno-statystycznych²⁴⁷.

Metoda inwestycyjnego drzewa decyzyjnego wykorzystywana jest głównie wtedy, gdy w przedsięwzięciu inwestycyjnym występują warunkowe prawdopodobieństwa zdarzeń oraz warunkowe decyzje inwestycyjne, tj. bieżące decyzje podejmowane w określonej kolejności i pewnym czasie, czyli w przypadku tzw. sekwencyjnych decyzji inwestycyjnych. Analiza inwestycyjnego drzewa decyzyjnego jest przydatna, gdy nakłady inwestycyjne ponoszone są w ciągu pewnego okresu (np. kilku lat). Pozwala ona wówczas na bieżącą ocenę przedsięwzięcia w celu podejmowania decyzji dotyczących na przykład zainwestowania dodatkowych środków w zamian za większe korzyści lub też zaniechania kontynuowania realizacji przedsięwzięcia²⁴⁸.

Do wad tej metody można zaliczyć bardzo szybki wzrost liczby końcowych węzłów na drzewie decyzji. W praktyce konieczne jest ograniczenie liczby gałęzi wychodzących węzłów wyników do małej liczby. Ponadto metoda drzewa decyzyjnego nie daje informacji o zasięgu możliwych rezultatów przedsięwzięcia inwestycyjnego i prawdopodobieństw skojarzonych z tymi rezultatami²⁴⁹.

Podsumowując należy stwierdzić, że główną zaletą metod probabilistyczno-statystycznych jest to, że pomiar ryzyka jest dokonywany przy zastosowaniu miar obiektywnych – odchylenia standardowego i współczynnika zmienności. Metody te jednak obarczone są istotnymi wadami, do których przede wszyst-

²⁴⁴ A. Warburton: *The decision tree...*, op. cit., s. 331.

²⁴⁵ R.F. Hespos, P.A. Strassmann: *Stochastic decision tress for the analysis of investment decisions*. Management Science 1965, Vol. 11, No. 10, s. B-248.

²⁴⁶ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów ...*, op. cit., s. 185.

²⁴⁷ P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 80.

²⁴⁸ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami. ...*, op. cit., s. 405.

²⁴⁹ Por. R. F. Hespos, P.A. Strassmann: *Stochastic decision...*, op. cit., s. B-251.

kim należy zaliczyć: konieczność przyjmowania dużej liczby założeń oraz komplikacje w oszacowaniu prawdopodobieństwa zarówno w odniesieniu do przepływów pieniężnych netto, jak i do poszczególnych scenariuszy²⁵⁰.

2.4.3. Inne metody oceny ryzyka

Przedstawiona analiza wrażliwości oraz metody probabilistyczno-statystyczne należą do podstawowych metod zalecanych przez Komisję Europejską w ewaluacji ryzyka w ocenie efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych współfinansowanych z funduszy Unii Europejskiej. W literaturze przedmiotu znaleźć można jeszcze kilka innych metod. Zaliczyć do nich można korygowanie efektywności przedsięwzięcia, metody symulacyjne oraz metody badań operacyjnych.

Uwzględnianie ryzyka poprzez *korygowanie efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego* polega na wprowadzaniu do rachunku efektywności inwestycji pewnych zmian, które mają odzwierciedlić potencjalne ryzyko związane z inwestycją. Weryfikacja dotyczy zwykle tych parametrów rachunku efektywności, które są obciążone ryzykiem, a jej celem jest określenie wielkości zmiennej, które byłyby bardziej realne w rzeczywistych warunkach realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego²⁵¹. Zmiany te wprowadzane są za pośrednictwem:

- ❖ stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko,
- ❖ równoważnika pewności.

Obydwie wymienione metody znajdują uzasadnienie w teorii użyteczności krańcowej i skłonności inwestora do ryzyka. Służą one bowiem do ustalenia pewnej, odpowiednio wyższej wartości stopy dyskontowej lub niższych wartości przepływów pieniężnych netto, które mają podobną użyteczność dla inwestora, jak ich bazowe ryzykowne wartości. Zarówno metoda stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko, jak i równoważnik pewności wykorzystują właściwości metody NPV. Wartość bieżąca netto maleje wraz ze wzrostem wielkości stopy dyskontowej, jak i wraz ze spadkiem wielkości przepływów pieniężnych netto. Poniżej zostaną zwięźle przedstawione obydwie te metody.

Stopa dyskontowa uwzględniająca ryzyko (risk-adjusted discount rate, RADR) jest wymaganą stopą zwrotu, która powinna rekompensować ryzyko związane z przedsięwzięciem inwestycyjnym²⁵². Korekta stopy dyskontowej polega na wprowadzeniu pewnej stopy bezpieczeństwa, której wielkość zależy od inflacji i przyjętej premii za ryzyko²⁵³. Stopa dyskontowa uwzględniająca ryzyko obej-

²⁵⁰ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 221.

²⁵¹ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 103.

²⁵² K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 162.

²⁵³ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 103.

muje zatem stopę wolną od ryzyka, stopę inflacji oraz szacowaną premię za ryzyko, co można przedstawić za pomocą wzoru:

$$r_r = (1 + r_f) \cdot (1 + r_i) \cdot (1 + r_{pr}) - 1 \quad (2.48)$$

gdzie: r_r – stopa dyskontowa uwzględniająca ryzyko, r_f – stopa dyskontowa wolna od ryzyka, r_i – stopa inflacji, r_{pr} – premia za ryzyko.

Najczęściej przyjmuje się, że stopa dyskontowa wolna od ryzyka równa jest stopie zwrotu obligacji skarbu państwa. Należy tu jednak zaznaczyć, że w aspekcie analizy inwestycyjnej zwrot „wolna od ryzyka” nie jest tożsamy z całkowitym brakiem ryzyka, lecz możliwością braku ryzyka²⁵⁴.

W dyskontowych metodach oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych stopa dyskontowa ma bardzo duże znaczenie. Dlatego też bardzo istotne jest poprawne wyznaczenie premii za ryzyko. W. Rogowski wymienia cztery sposoby (metody) określenia tej wartości:

- ❖ metodę ekspercką,
- ❖ metodę klasyfikacji ryzyka,
- ❖ metodę współczynnika zmienności,
- ❖ metodę opartą na modelu wyceny aktywów kapitałowych²⁵⁵.

Niezależnie od sposobu ustalenia premii za ryzyko, wzrost stopy dyskontowej powoduje zaostrzenie się kryteriów oceny efektywności opartych na metodach dyskontowych, w szczególności wartości bieżącej netto. Stwierdzenie to jest jednak słuszne dla normalnych przedsięwzięć inwestycyjnych. W przypadku gdy korzyścią z przedsięwzięcia nie są wpływy pieniężne, lecz redukcja wydatków, uwzględnienie ryzyka odbywa się przez korektę przyszłych wydatków, a nie wpływów pieniężnych. Korekta taka jest zazwyczaj odwrotna niż w przypadku wpływów. Stosując metodę RADR, należy zmniejszać, a nie zwiększać stopę dyskontową. Możliwe jest również zastosowanie jej ujemnej wartości. Należy jednak pamiętać, że wartość bieżąca netto jest nadwrażliwa na zmiany ujemnej stopy dyskontowej. Wskaźnik NPV ulega drastycznym zmianom, gdy nawet mała ujemna stopa dyskontowa jest dalej zmniejszana na przykład w celu dostosowania do przewidywanego większego ryzyka. Małe błędy w szacowaniu stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko mogą zaowocować dużymi błędami wartości NPV²⁵⁶.

²⁵⁴ K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 162.

²⁵⁵ Szczegółową prezentację tych metod przedstawia W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 234. Por. także M. Sierpińska, T. Jachna: *Ocena przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 237; K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 163.

²⁵⁶ T.J. Gallagher, J.K. Zumwalt: *Risk-Adjusted Discount Rates Revisited. The Financial Review* 1991, Vol. 26, No. 1, s. 110.

Przy zastosowaniu metody RADR w ocenie bezwzględnej, jeżeli inwestycja wykazuje efektywność przy stopie dyskontowej uwzględniającej ryzyko, oznacza to, że spełnione zostały oczekiwania inwestora związane z uzyskaniem większych korzyści. Innymi słowy, kryterium decyzyjne jest takie samo jak dla metody NPV, tj. przy $NPV > 0$ dla stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko r_r przedsięwzięcie jest opłacalne.

W ocenie względnej zastosowanie tej samej stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko zakłada, że ryzyko towarzyszące porównywanym przedsięwzięciom jest równoważne. W rzeczywistości tak nie jest. Jedno przedsięwzięcie może być obciążone znacząco różnym poziomem ryzyka niż inne alternatywne przedsięwzięcia. We względnej ocenie efektywności uwzględniającej ryzyko poprzez korektę stopy dyskontowej konieczne zatem byłoby ustalenie różnych stóp dyskontowych dla kolejnych przedsięwzięć, w zależności od stopnia ryzyka.

Metoda stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko jest prosta i łatwa w zastosowaniu. Jej głównymi wadami są:

- ❖ trudności w obiektywnym ustalaniu premii za ryzyko,
- ❖ trudności w zastosowaniu tej metody dla potrzeb oceny względnej.

Drugą z wymienionych metod korygowania efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego jest metoda *równoważnika pewności* (*ekwiwalentu pewności*, *certainity equivalent cash flow method*, CE). Metoda ta polega na wprowadzaniu do rachunku efektywności inwestycji, zamiast prognozowanych przepływów pieniężnych netto, których wartość jest obciążona ryzykiem, takich wartości strumieni, które będą osiąmane na pewno, tj. bez ryzyka. Przepływy pewne o niższej wartości mają taką samą użyteczność dla inwestora, jak przepływy wyższe obciążone ryzykiem. Ekwiwalent pewności jest to zatem przepływ pieniężny netto w danym roku, na jaki zgodziłby się inwestor w zamian za oczekiwaną wartość NCF obciążoną ryzykiem²⁵⁷. Do przeliczenia wartości prognozowanych przepływów pieniężnych netto na nowe „pewne” wartości wykorzystywany jest równoważnik pewności²⁵⁸. Te nowe, niższe wartości służą do wyliczenia wskaźnika NPV bez ryzyka, na podstawie formuły:

$$NPV_p = \sum_{t=0}^n \frac{NCF_t \cdot CE_t}{(1 + r_f)^t} \quad (2.49)$$

gdzie: NPV_p – wartość bieżąca netto, NCF_t – przepływy pieniężne netto w roku t , CE_t – współczynnik równoważnika pewności w roku t , $t = 0, 1, 2, \dots, n$ – kolejny rok okresu obliczeniowego, r_f – stopa dyskontowa wolna od ryzyka.

²⁵⁷ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 82.

²⁵⁸ K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 163.

Ekwiwalent pewności dla niepewnych przepływów pieniężnych w roku t jest równy iloczynowi tego przepływu (NCF_t) i współczynnika równoważnika pewności (CE_t).

W ramach metody równoważnika pewności najpierw szacuje się ryzyko przepływów pieniężnych netto, a następnie ustala się wartość współczynnika ekwiwalentu pewności CE^{259} . Zazwyczaj przyjmuje się, że współczynnik ten kształtuje się na poziomie od 0 do 1, przy czym wartość równą jedności ($CE_t = 1$) osiąga tylko dla pewnych (bezpiecznych) nakładów inwestycyjnych w roku $t = 0$. Wartość współczynnika CE z przedziału od 0 do 1 zakłada, że zarówno ekwiwalent pewności, jak i przepływ pieniężny netto muszą mieć ten sam znak. Jednak, jak dowodzą S. Bar-Yosef i R. Mesznik, w bardziej ogólnym kontekście ryzyka wartości te stanowią ograniczenie i są czasami błędne. Niechęć do ryzyka może powodować, że dla dodatnich spodziewanych przepływów pieniężnych obarczonych dużym ryzykiem zasadna jest ujemna wartość współczynnika CE . W przypadku zaś spodziewanych ujemnych przepływów pieniężnych przyjęcie wartości $CE < 1$ zaprzeczałoby niechęci do ryzyka, ponieważ wtedy ekwiwalent pewności wykazywałby większą wartość niż „ryzykowny” przepływ pieniężny²⁶⁰. Współczynnik równoważnika pewności może zatem przybierać wartości mniejsze od zera i większe od jedności. Jego wielkość można ustalić za pomocą:

- ❖ metody eksperckiej,
- ❖ metody statystycznej,
- ❖ metody stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko²⁶¹.

W procesie podejmowania decyzji w ramach oceny bezwzględnej i względnej po zastosowaniu ekwiwalentu pewności kryteria decyzyjne w odniesieniu do metody NPV nie ulegają zmianie.

Metoda ekwiwalentu pewności jest prosta metodologicznie. W odniesieniu do metody stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko metoda ekwiwalentu pewności w większej mierze uwzględnia złożoność i ogólną strukturę ryzyka. Traktuje ona rozłącznie ryzyko i zmienną wartość pieniądza w czasie i dlatego jest lepiej dostosowana do czasu i ryzyka niż metoda stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko²⁶². Jednak brak praktycznych wskazówek do szacowania ekwiwalentu pewności w konkretnych przypadkach stanowi o jej głównej wadzie, czyli subiektywnym ustaleniu poziomu ryzyka, a samo generowanie i interpretacja współczynnika CE są bardziej wymagające.

²⁵⁹ W. Rogowski: *Rachunek efektywności* ..., op. cit., s. 242.

²⁶⁰ Por. S. Bar-Yosef, R. Mesznik: *On some definitional problems with the method of certainty equivalents*. The Journal of Finance 1977, Vol. XXXII, No. 5, s. 1729-1731.

²⁶¹ Por. W. Rogowski: *Rachunek efektywności*..., op. cit., s. 242.

²⁶² T.J. Gallagher, J.K. Zumwalt: *Risk-Adjusted*..., op. cit., s. 106.

Kolejną grupę metod stosowanych przy ewaluacji ryzyka przedsięwzięć inwestycyjnych stanowią metody symulacyjne. Umożliwiają one analizowanie wpływu wielu zmiennych na efektywność inwestycji poprzez symulację ryzyka. Do przeprowadzenia symulacji wykorzystywane są specjalne programy komputerowe wymagające zdefiniowania parametrów symulacji i jej złożonego cyklu²⁶³.

Przykładem wykorzystania metod symulacyjnych jest analiza symulacyjna *Monte Carlo*²⁶⁴ (*Monte Carlo simulation, Monte Carlo analysis*). Analiza ta polega na wielokrotnym ponawianiu przebiegu obliczania wskaźnika efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego zgodnie z przyjętą metodą oceny efektywności. Najczęściej jest to wartość bieżąca netto (*NPV*) oraz wewnętrzna stopa zwrotu (*IRR*).

Symulacja Monte Carlo jest metodą statystyczną, która łączy analizę wrażliwości i rozkłady prawdopodobieństwa zmiennych objaśniających (ustalonych w analizie wrażliwości)²⁶⁵. Cykl symulacyjny w metodzie Monte Carlo składa się z pięciu etapów:

1. Konstruowanie modelu finansowego przedsięwzięcia inwestycyjnego z wyodrębnieniem zmiennych zdeterminowanych (pewnych) i losowych (niepewnych) oraz określeniem korelacji pomiędzy zmiennymi.
2. Ustalenie hipotetycznego rozkładu prawdopodobieństwa dla każdej zmiennej obciążonej ryzykiem (losowej).
3. Symulowanie pierwszego eksperymentu – losowy wybór wartości z przyjętego rozkładu prawdopodobieństwa danej zmiennej losowej i obliczanie przyjętej miary efektywności inwestycji, np. wskaźnika *NPV* (zmiennej objaśnianej).
4. Przeprowadzenie serii eksperymentów symulacyjnych w celu uzyskania różnych wartości zmiennej objaśnianej.
5. Wyznaczenie i estymacja empirycznego rozkładu wartości zmiennej objaśnianej, otrzymanego w wyniku serii eksperymentów symulacyjnych²⁶⁶.

Tworząc model finansowy, należy przede wszystkim określić wszystkie istotne zmienne wpływające na ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego. Liczba i dobór zmiennych zależą od rodzaju inwestycji i zakresu przeprowadzanych analiz. Do zmiennych losowych często zalicza się: stopę dyskontową, długość

²⁶³ H. Gawron: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 140.

²⁶⁴ Ten rodzaj analizy powstał w wyniku prac nad analizą statystyczną gier hazardowych. Swą nazwę zawdzięcza miastu Monte Carlo w Monako, słynącemu z kasyn gry i luksusowych hoteli. Autorstwo metody przypisuje się matematykowi polskiego pochodzenia Stanisławowi Ulamowi. Por. D.E. Clark: *Monte Carlo Analysis: Ten years of experience*. Cost Engineering 2001, Vol. 43, No. 6, s. 40.

²⁶⁵ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 401.

²⁶⁶ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., 195.

ekonomicznego cyklu życia, przychody ze sprzedaży i koszty operacyjne²⁶⁷. Jak słusznie zauważa E. Ostrowska, do tej grupy powinno się zaliczać większość zmiennych, ponieważ każde przyjęcie czynnika za wartość zdeterminowaną (pewną) jest uproszczeniem rzeczywistości²⁶⁸. W rezultacie w tym etapie konstruowany jest, za pomocą zespołu równań opisujących zidentyfikowane zmienne, jeden spójny model, który służy do obliczenia miary efektywności inwestycji (np. wskaźnika *NPV*).

W ramach etapu drugiego, każdej zmiennej objaśniającej przypisuje się rozkład prawdopodobieństwa. W przypadku symulacji duże trudności występują z ustaleniem rozkładu zmiennych niepewnych i odpowiadającym im prawdopodobieństwa. Przy ustalaniu hipotetycznych rozkładów można zastosować rozkłady ciągłe:

- ❖ rozkład normalny – w tym przypadku do ustalenia konkretnego rozkładu potrzebna jest znajomość wartości oczekiwanej i odchylenia standardowego rozkładu,
- ❖ rozkład jednostajny – w tym przypadku do ustalenia konkretnego rozkładu potrzebna jest znajomość wartości minimalnej i wartości maksymalnej rozkładu²⁶⁹.

Po ustaleniu rozkładów prawdopodobieństwa następuje etap trzeci. W pojedynczym eksperymencie dla każdej zmiennej, za pomocą programu komputerowego, generuje się liczbę losową, która może być traktowana jako realizacja wywodząca się z przyjętego rozkładu. Wybrane wartości stanowią podstawę do obliczenia przepływów pieniężnych, w oparciu o które wylicza się wskaźniki *NPV* i/lub *IRR*. W przeciwieństwie do metody analizy wrażliwości, w której zmienne objaśniające rozpatruje się oddzielnie, w symulacji Monte Carlo zmienne te rozpatruje się razem, przy uwzględnieniu występujących między nimi korelacji. Specyfikacja współzależności, które często są ukryte lub trudno identyfikowalne, pomiędzy zmiennymi jest największym problemem symulacji Monte Carlo. Niedocenianie lub ignorowanie tych korelacji pomniejsza wagę otrzymanych rezultatów, ponieważ analiza obejmuje w takim przypadku wiele nierealnych wariantów przedsięwzięcia, co w konsekwencji może prowadzić do niewłaściwych decyzji²⁷⁰.

²⁶⁷ Por. W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 222.

²⁶⁸ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 197.

²⁶⁹ Tamże, s. 198.

²⁷⁰ Por. K. Rezaie, M.S. Amalnik, A. Gereie, B. Ostadi, M. Shakhsheniaee: *Using extended Monte Carlo simulation method for the improvement of risk management: Consideration of relationships between uncertainties*. Applied Mathematics and Computation 2007, No. 190, s. 1495; K.G. Balcombe, L.E.D. Smith: *Refining the Use of Monte Carlo Techniques for Risk Analysis in Project Planning*. The Journal of Development Studies 1999, Vol. 36, No. 2, s. 118.

W etapie czwartym czynności z etapu trzeciego powtarzane są wielokrotnie (nawet kilka tysięcy razy), przy czym dokładność wyniku wzrasta wraz ze wzrostem liczby eksperymentów²⁷¹.

W oparciu o te obliczenia, w ramach etapu piątego, buduje się rozkład prawdopodobieństwa NPV i/lub IRR oraz oblicza ich wartości oczekiwane i odchylenia standardowe. Końcowym wynikiem symulacji Monte Carlo jest obliczenie prawdopodobieństwa uzyskania dodatniego NPV i/lub wewnętrznej stopy zwrotu IRR większej od stopy dyskontowej.

Metoda symulacyjna oceny ryzyka uznawana jest za najbardziej poprawną teoretycznie. Nie ogranicza się ona bowiem do kilku wariantów zmiennych objaśniających i znacznie dokładniej aniżeli metody probabilistyczno-statystyczne szacuje wartość oczekiwaną $E(NPV)$. Za pomocą metod symulacyjnych również stosunkowo łatwo można uwzględnić każdy rodzaj zarówno korelacji zmiennych objaśniających, jak i korelacji międzyokresowych. Jednakże w praktyce dobór właściwych rozkładów zmiennych objaśniających i ustalenie korelacji rozkładów pomiędzy zmiennymi obciążonymi niepewnością jest zadaniem bardzo trudnym²⁷². Pomimo znacznego rozwoju technik informatycznych, w dalszym ciągu metoda Monte Carlo jest rzadko wykorzystywana ze względu na trudności związane z określeniem rozkładu prawdopodobieństwa zmiennych i korelacji rozkładów, które wynikają z zależności pomiędzy różnymi czynnikami (np. wielkością sprzedaży i ceną).

Ostatnią z wymienionych grup metod analizy i oceny ryzyka są metody badań operacyjnych. Metody optymalizacji znajdują najlepszą (optymalną) kombinację zmiennych w taki sposób, że cel jest maksymalizowany (np. dochody) lub minimalizowany (np. ryzyko, koszty) przy pewnych ograniczeniach (np. środków finansowych)²⁷³. Metody te służą do podjęcia optymalnej decyzji w danych warunkach decyzyjnych²⁷⁴, czyli w przypadku przedsięwzięć inwestycyjnych – do wyboru wariantu najkorzystniejszego ze wszystkich możliwych. Jest to szczególnie istotne w skrajnych sytuacjach, gdy od jednej decyzji inwestycyjnej może zależeć przetrwanie inwestora lub przedsięwzięcie jest

²⁷¹ Różnicę w dokładności wyników w zależności od liczby przeprowadzonych eksperymentów przedstawili np. K. Rezaie, M.S. Amalnik, A. Gereie, B. Ostadi i M. Shakhsheniaee. Badacze ci analizowali przedsięwzięcie inwestycyjne za pomocą dwóch odmian symulacji Monte Carlo, przy czym każdą z nich stosowali z różną liczbą eksperymentów, a mianowicie: 500, 1000, 2000 i 5000. Zarówno w klasycznej, jak i w rozszerzonej, proponowanej przez autorów, odmianie metody Monte Carlo, bardzo wyraźne są różnice w wynikach w zależności od liczby wykonanych eksperymentów. Por. K. Rezaie, M.S. Amalnik, A. Gereie, B. Ostadi, M. Shakhsheniaee: *Using extended ...*, op. cit., s. 1499.

²⁷² E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami*. ..., op. cit., s. 404.

²⁷³ J. Mun: *Modeling risk...*, op. cit., s. 349.

²⁷⁴ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 206.

znaczące dla całego rynku²⁷⁵. W ramach metod optymalizacyjnych w skrajnym przypadku systematycznie wylicza się wszystkie możliwe scenariusze, co gwarantuje optymalne rozwiązania, jeśli model jest prawidłowo zbudowany. Każdy model optymalizacyjny ma jeden cel, matematycznie wyrażony za pomocą zmiennych decyzyjnych, który osiągany jest poprzez selekcję i ulepszanie różnych wartości zmiennych decyzyjnych²⁷⁶.

Zasadniczą metodą badań operacyjnych jest *strategia gier*, która znajduje zastosowanie najczęściej w sytuacjach, gdy nie można określić prawdopodobieństwa uzyskania danego efektu, co wynika z faktu np. niepowtarzalności inwestycji. Sposób postępowania przy wykorzystaniu zasad i metod gier strategicznych wymaga obliczenia wskaźników efektywności dla wszystkich możliwych konfiguracji czynników obarczonych ryzykiem (wszystkich scenariuszy) dla każdego możliwego wariantu decyzji inwestycyjnej, przy czym każdy wariant ma dwa lub więcej scenariuszy, które charakteryzują się określoną efektywnością. Scenariuszy tych nie określa się jako optymistyczne lub pesymistyczne, ponieważ scenariusz optymistyczny z punktu widzenia jednego wariantu może być pesymistyczny w świetle innego.

W ramach gier strategicznych w odniesieniu do analizy przedsięwzięć inwestycyjnych najczęściej proponuje się wykorzystanie zasady (strategii) *maksyminu i minimaksu*²⁷⁷.

Opracowanie decyzji według zasady maksyminu odbywa się dwuetapowo. W pierwszej kolejności dla każdego rozpatrywanego wariantu inwestycyjnego ($W_1, W_2 \dots W_n$) wybiera się scenariusz ($S_1, S_2 \dots S_m$), który charakteryzuje się najmniejszą efektywnością. W drugim etapie następuje wybór wariantu o najwyższym wskaźniku efektywności spośród tych najniższych wybranych w etapie pierwszym.

Formułę maksyminu można również rozpatrywać jak macierz skutków ryzykownych decyzji inwestycyjnych (tab. 2.1)²⁷⁸.

Spośród najmniej korzystnych ocen efektywności wariantów inwestycyjnych wybiera się najkorzystniejszą. Maksymin zatem wynosi $\max [\min (S_{11}; S_{m1}); \min (S_{1n}; S_{mn})]$.

²⁷⁵ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 87.

²⁷⁶ J. Mun: *Modeling risk...*, op. cit., s. 354.

²⁷⁷ Por. T. Gostkowska-Drzewicka: *Projekty inwestycyjne...*, op. cit., s. 166; E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 206.

²⁷⁸ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 213.

Tabela 2.1. Macierz możliwych wskaźników efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych uwzględniająca kombinację ryzykownych czynników w świetle formuły maksimumu

Warianty inwestycyjne	Możliwe scenariusze wariantów inwestycyjnych				Minimalny poziom wskaźnika w danym wariantcie
	S_1	S_2		S_m	
W_1	S_{11}	S_{21}		S_{m1}	$\min (S_{11}; S_{m1})$
W_2	S_{12}	S_{22}		S_{m2}	$\min (S_{12}; S_{m2})$
....					
W_n	S_{1n}	S_{2n}		S_{mn}	$\min (S_{1n}; S_{mn})$

Źródło: Opracowanie własne.

Druga z wymienionych zasad podejmowania decyzji według formuły minimumu jest bardziej skomplikowana. Procedura postępowania w tym przypadku jest czteroetapowa:

1. Dla każdego scenariusza ustala się, który z wariantów charakteryzuje się najkorzystniejszym wskaźnikiem efektywności.
2. Oblicza się różnicę (Δ) pomiędzy wskaźnikiem efektywności tego najlepszego wariantu a wskaźnikiem obliczonym dla poszczególnych scenariuszy.
3. Dla każdego wariantu wybiera się taki scenariusz, który cechuje się największą różnicą (Δ) wskaźników efektywności ze wszystkich obliczonych różnic.
4. Do realizacji wybiera się wariant mający najmniejszą z wcześniej analizowanych największych różnic²⁷⁹.

Reguła minimumu zapewnia wybór wariantu, który w przypadku rzeczywistej realizacji niewłaściwego scenariusza spowoduje minimalną stratę w odniesieniu do wariantu najkorzystniejszego przy danym scenariuszu.

Reasumując, formuła maksimumu umożliwia podjęcie decyzji, która maksymalizuje efekty nawet przy skrajnie niekorzystnej konfiguracji czynników obarczonych ryzykiem, podczas gdy decyzja podjęta zgodnie z regułą minimumu zapewnia najmniejszą spośród największych strat mogących wystąpić przy niepewnych warunkach realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Przy założeniu, że decydent (inwestor) jest bardziej zainteresowany maksymalizacją efektów aniżeli ograniczaniem strat, z dwóch przedstawionych metod optymalizacyjnych większe uzasadnienie teoretyczne ma formuła mak-

²⁷⁹ E. Ostrowska: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 212-213.

syminu. Należy jednak zauważyć, że przedstawione metody służą raczej do minimalizacji ryzyka, a nie jego oceny i dlatego wykorzystanie metod optymalizacyjnych, w tym strategii gier, jest uzasadnione dopiero po wykonaniu analizy wrażliwości i ocenie ryzyka, np. za pomocą scenariuszy²⁸⁰.

2.5. Porównanie metod oceny efektywności i ryzyka inwestycji

2.5.1. Porównanie prostych i dyskontowych metod oceny efektywności inwestycji

Z punktu widzenia prowadzenia analizy i oceny efektywności inwestycji kluczowym zagadnieniem jest możliwość bezpośredniego wykorzystania poszczególnych metod. Dlatego zasadna jest ich syntetyczna komparacja.

Metody proste oceny efektywności inwestycji nie obejmują całego ekonomicznego cyklu życia inwestycji, a większość z nich oparta jest na wykorzystaniu efektów inwestycji z jednego roku lub wielkości średnich z kilku lat. Nie uwzględnia się w tych metodach rozłożenia w czasie elementów rachunku ani wpływu czynnika czasu na ich wartość. Metody proste są jednak stosunkowo często wykorzystywane w praktyce ze względu na mały stopień skomplikowania, prostą interpretację wyników oraz ich powszechną znajomość²⁸¹.

Bardziej precyzyjnym i obiektywnym narzędziem wyznaczania opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych są dyskontowe metody oceny efektywności inwestycji. Eliminują one wady metod prostych, ponieważ biorą pod uwagę rozłożenie w czasie podstawowych elementów rachunku – nakładów, korzyści i kosztów eksploatacyjnych związanych z badaną inwestycją, a poprzez rachunek dyskontowy uwzględniają zmienną wartość pieniądza w czasie i umożliwiają porównywalność zasadniczych elementów rachunku w różnych okresach.

Stosowanie metod prostych zaleca się jedynie:

- ❖ we wstępnych analizach przedsięwzięć inwestycyjnych (wstępnych studiach wykonalności), gdy nie ma szczegółowych informacji dotyczących planowanych inwestycji,
- ❖ w odniesieniu do przedsięwzięć inwestycyjnych o krótkim ekonomicznym cyklu życia, gdy okresy ponoszenia nakładów i generowania korzyści nie są zbyt odległe w czasie,

²⁸⁰ S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 87.

²⁸¹ Badania wykazują, że pomimo merytorycznej przewagi metod dyskontowych nad metodami prostymi te drugie w dalszym ciągu są preferowane przez praktyków tak w polskich, jak i zagranicznych przedsiębiorstwach. Por. B. Włoszczowski: *Dobór metod oceny projektów inwestycyjnych*. EiOP 1997, nr 12; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 91.

- ❖ w odniesieniu do przedsięwzięć o małej skali, gdy nakłady i korzyści nie mają znacznego wpływu na pozycję rynkową przedsiębiorstwa²⁸².

Porównując metody proste i dyskontowe, należy stwierdzić, że zasadnicza różnica pomiędzy nimi tkwi w sposobie traktowania zmian wartości pieniądza w czasie oraz sposobie uwzględniania w rachunku ekonomicznego cyklu życia inwestycji. Porównanie metod prostych i dyskontowych z uwzględnieniem istotnych elementów różniących je przedstawiono w tabeli 2.2.

Tabela 2.2. Różnice pomiędzy metodami prostymi i dyskontowymi oceny efektywności inwestycji

Czynnik różnicujący	Metody proste	Metody dyskontowe
sposób uwzględnienia zmiany wartości pieniądza w czasie	brak	rachunek dyskontowy
moment stosowania	zalecane we wstępnej ocenie efektywności (wstępnym studium wykonalności)	zalecane w późniejszych etapach oceny efektywności (studium wykonalności)
skala przedsięwzięcia inwestycyjnego	zalecane do przedsięwzięć małych, o niewielkim znaczeniu	zalecane dla przedsięwzięć dużych, o istotnym znaczeniu
cel	wstępna selekcja wariantów	wybór wariantu optymalnego
sposób przedstawiania elementów rachunku efektywności	zazwyczaj jako: nakłady, koszty, przychody – zysk (podejście memorialowe)	zazwyczaj jako: przepływy pieniężne NCF (podejście pieniężne)
sposób szacowania elementów rachunku efektywności	elementy rachunku wyrażone są w wartościach nominalnych, dotyczą jednego roku lub wykorzystują wartości średnie z kilku lat – wyjątek stanowią nakłady inwestycyjne uwzględniane jako całość	elementy rachunku szacowane są w czasie dla każdego roku okresu obliczeniowego
zakres czasowy objęty rachunkiem	jeden rok lub początkowa część ekonomicznego cyklu życia inwestycji	cały ekonomiczny cykl życia inwestycji lub znaczna jego część
poziom złożoności rachunku efektywności	proste w obliczeniach, mało pracochłonne	bardziej złożone

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 36, 45; S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 16 i in.

²⁸² S. Wrzosek: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 16; H. Gawron: *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 43; J. Różański, M. Czerwiński: *Inwestycje rzeczowe...*, op. cit., s. 130.

Metody dyskontowe zapewniają podjęcie właściwej decyzji inwestycyjnej. W literaturze przedmiotu większość autorów podkreśla ich przewagę nad metodami prostymi. Jednakże, jak zauważa B. Włoszczowski, autorzy ci szukają dla metod prostych „okoliczności łagodzących” i niekonsekwentnie przekonują praktyków o konieczności stosowania metod dyskontowych²⁸³.

Brak zgodności co do stopnia obiektywizmu poszczególnych metod i warunków ich wykorzystania oraz znaczna liczba metod powodują, że możliwe są następujące rozwiązania:

- ❖ traktowanie informacji pochodzących z rachunku efektywności inwestycji jako pomocniczych i podejmowanie decyzji na podstawie kryteriów nieformalnych (np. intuicji);
- ❖ podejmowanie decyzji inwestycyjnej opartej na jednym kryterium decyzyjnym – jednej metodzie oceny efektywności;
- ❖ podejmowanie decyzji inwestycyjnej przy uwzględnieniu kilku metod, przy czym wszystkie kryteria decyzyjne oparte na poszczególnych metodach mogą mieć jednakowe znaczenie lub jedno z nich może być uważane za główne, a pozostałe za pomocnicze.

W literaturze przedmiotu niektórzy autorzy, nie bez racji, zauważają, że wyniki rachunku efektywności inwestycji stanowią bardzo ważne, jednak nie jedyne, kryterium decyzyjne, a decydent może w różnym stopniu uwzględniać wyniki tego rachunku w procesie podejmowania decyzji²⁸⁴. Zdaniem Z. Kesa metody oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych są pomocne przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych²⁸⁵, a zatem jedynie wspomagają proces decyzyjny. Sama decyzja zaś podejmowana jest na podstawie kryteriów subiektywnych, np. intuicji. Choć w niektórych przypadkach, jak zauważa W. Rogowski, decyzje te mogą być efektywne, to traktowanie metod oceny efektywności inwestycji jako jedynego narzędzia pomocniczego nie powinno być powszechne²⁸⁶.

Przyjęcie wyników rachunku efektywności jako podstawy podejmowania decyzji inwestycyjnej wymaga odpowiedzi na dwa zasadnicze pytania:

- ❖ Która metoda jest teoretycznie najbardziej poprawna?
- ❖ Ile wskaźników efektywności należy brać pod uwagę przy podejmowaniu decyzji?

Aby określić, która metoda oceny efektywności jest teoretycznie najbardziej poprawna, należy wcześniej ustalić, jakie warunki powinna spełniać taka metoda. W literaturze przedmiotu dotyczącej tychże warunków poglądy różnią

²⁸³ B. Włoszczowski: *O wadliwości niektórych metod oceny projektów inwestycyjnych*. Monitor Rachunkowości i Finansów 2000, nr 11, s. 25.

²⁸⁴ J. Różański, M. Czerwiński: *Inwestycje rzeczowe...*, op. cit., s. 174.

²⁸⁵ Z. Kes: *Ocena efektywności inwestycji rzeczowych*. [w:] *Ocena efektywności...*, op. cit., s. 31.

²⁸⁶ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 180.

się²⁸⁷, jednak większość autorów jest zdania, że poprawnie sformułowana metoda oceny efektywności powinna:

- ❖ obejmować cały ekonomiczny cykl życia inwestycji,
- ❖ uwzględniać zmiany wartości pieniądza w czasie,
- ❖ uwzględniać wpływ przedsięwzięcia na wartość firmy – szczególnie w ocenie względnej przedsięwzięć inwestycyjnych²⁸⁸.

W świetle przedstawionych wymagań, za teoretycznie najbardziej poprawną metodę uznaje się wartość bieżącą netto²⁸⁹. Można zatem przyjąć, że decyzje inwestycyjne oparte na jednym kryterium decyzyjnym powinny być podejmowane na podstawie metody NPV. W praktyce jednak jako kryterium decyzyjne często stosuje się metodę wewnętrznej stopy zwrotu (IRR). Według P. Kawy i S. Wydymusa podyktowane jest to łatwością interpretacji wyników tej metody²⁹⁰. J. Kosiński zwraca uwagę na jej dużą użyteczność dla porównań pomiędzy przedsięwzięciami o różnym okresie obliczeniowym oraz o różnej skali inwestycji, jak również przedsięwzięć zmiennych w czasie i inwestycji międzynarodowych²⁹¹. Natomiast według V. Joga i C. Suszyńskiego popularność metody IRR jest w pewnym stopniu wynikiem efektu psychologicznego, który przejawia się w preferowaniu mierników wyrażonych w procentach²⁹².

Metoda wartości bieżącej netto odzwierciedla bezwzględną wielkość efektywności rozważanych wariantów, co umożliwia ich ocenę pod kątem absolutnej wartości rynkowej kapitału. Ponadto zakłada równość wartości pieniądza w czasie z alternatywnym kosztem, jest odpowiednia do oceny nietypowych przedsięwzięć i jest prostsza w zastosowaniu aniżeli metoda IRR²⁹³.

Obok metody wartości bieżącej netto w literaturze przedmiotu wymienia się również, jako teoretycznie poprawne, indeks zyskowności (PI)²⁹⁴ i zmodyfikowaną wewnętrzną stopę zwrotu (MIRR)²⁹⁵. Metoda PI nie uwzględnia jednakże wpływu przedsięwzięcia na wartość firmy, a metoda MIRR jest sporadycznie stosowana w praktyce²⁹⁶. Większość teoretyków i praktyków zgadza

²⁸⁷ Więcej na ten temat patrz: W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 172.

²⁸⁸ W. J. Pazio: *Ocena finansowa...*, op. cit., s. 170.

²⁸⁹ Por. P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 54; W.J. Pazio: *Ocena finansowa...*, op. cit., s. 170; V. Jog, C. Suszyński: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 133.

²⁹⁰ Tamże, s. 54.

²⁹¹ J. Kosiński: *Nowe techniki...*, op. cit., s. 36.

²⁹² V. Jog, C. Suszyński: *Zarządzanie finansami...*, op. cit., s. 133.

²⁹³ Tamże.

²⁹⁴ H. Johanson: *Ocena projektów...*, op. cit., s. 55.

²⁹⁵ W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 173.

²⁹⁶ P. Kawa, S. Wydymus: *Metody oceny...*, op. cit., s. 54.

się co do uznania metody wartości bieżącej netto za najbardziej niezawodne kryterium w ocenie efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych²⁹⁷.

Odrębną kwestią jest czy decyzje powinny być podejmowane przy uwzględnieniu wyniku rachunku efektywności inwestycji prowadzonego z wykorzystaniem jednej czy też kilku metod oceny. W tym drugim przypadku konieczne jest rozstrzygnięcie czy poszczególne kryteria są tak samo ważne.

Zdaniem B. Włoszczowskiego nie powinno się stosować kilku metod oceny efektywności inwestycji. Większy wpływ na jakość analizy efektywności ma poprawność oszacowania elementów rachunku niż liczba stosowanych metod²⁹⁸. Stanowisko takie, negujące potrzebę wykorzystania więcej niż jednej miary efektywności, nie jest jednak powszechne. J. Kosiński uważa, że metody *NPV* i *IRR* dają możliwość lepszej oceny inwestycji razem aniżeli każda z nich z osobna²⁹⁹. Według T. Jajugi i T. Słońskiego pełna ocena efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych powinna być prowadzona za pomocą różnych metod jednocześnie, ponieważ każda z nich, wykorzystując te same dane, dostarcza nieco innych informacji o efektywności przedsięwzięcia³⁰⁰. Podobną opinię wyraża A. Rutkowski, twierdząc, że różne metody uzupełniają się wzajemnie i dają pełniejszy obraz efektywności inwestycji³⁰¹. W takim przypadku rachunek prowadzony jest osobno każdą metodą, a następnie, w oparciu o analizę porównawczą wyników uzyskanych przy wykorzystaniu poszczególnych metod, podejmowana jest decyzja inwestycyjna. Jednakże takie samo traktowanie stosowanych metod, ze względu na możliwe różnice w wynikach, może stwarzać realne problemy z wyborem właściwego, najlepszego przedsięwzięcia³⁰². Jak już zauważono, w pewnych szczególnych przypadkach, niektóre z metod oceny efektywności mogą dawać sprzeczne wskazania (np. metody *NPV* i *IRR*). Konieczne jest wobec tego ustalenie pewnej hierarchii. Zdaniem W.J. Pazio kolejność stosowania metod oceny efektywności inwestycji powinna być następująca:

1. Wartość bieżąca netto (*NPV*).
2. Zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu (*MIRR*).
3. Wewnętrzna stopa zwrotu (*IRR*).
4. Indeks zyskowności (*PI*).
5. Okres zwrotu (*PP*)³⁰³.

²⁹⁷ C.A. Magni: *Interfaces with other disciplines investment decisions in the theory of finance: Some antinomies and inconsistencies*. European Journal of Operational Research 2002, No. 137, s. 206.

²⁹⁸ B. Włoszczowski: *O wadliwości niektórych...*, op. cit., s. 26.

²⁹⁹ J. Kosiński: *Nowe techniki...*, op. cit., s. 37.

³⁰⁰ T. Jajuga, T. Słoński: *Finanse spółek. Długookresowe...*, op. cit., s. 134.

³⁰¹ A. Rutkowski: *Zarządzanie finansami ...*, op. cit., s. 255.

³⁰² J. Różański, M. Czerwiński: *Inwestycje rzeczowe...*, op. cit., s. 173.

³⁰³ W.J. Pazio: *Ocena finansowa...*, op. cit., s. 170.

W świetle powyższych rozważań interesujące są wyniki badań empirycznych prowadzonych w Polsce, dotyczące praktycznych zastosowań poszczególnych metod oceny efektywności inwestycji (m.in. wykorzystania metod, częstotliwości ich stosowania, liczby używanych metod itp.)³⁰⁴. Badania prowadzone w 1994 r. przez D. Zarzeckiego i w 2001 r. przez W. Rogowskiego wykazały, że przedsiębiorstwa polskie coraz powszechniej sięgają po bardziej zaawansowane narzędzia do oceny przedsięwzięć inwestycyjnych, jakimi są metody dyskontowe. Według badań wykonanych w 1994 roku metodę *NPV* stosowało 23% przedsiębiorstw, a metodę *IRR* zaledwie 8% (badania D. Zarzeckiego). W czasie następnych sześciu lat udział ten znacznie wzrósł, bo do 63% dla metody *NPV* i 65% dla metody *IRR* (badania W. Rogowskiego). Przeprowadzone badania wykazały także, że powszechnie stosuje się więcej niż jedną metodę oceny przedsięwzięć inwestycyjnych. Udział przedsiębiorstw, które korzystały z więcej niż jednej metody (22% w roku 1994) wzrósł (61% w roku 2001), a jednocześnie znacznie zmniejszył się udział przedsiębiorstw, które nie stosowały żadnej formalnej metody lub tylko jedną, jednak pomimo tych zmian udział przedsiębiorstw krajowych stosujących jedną metodę oceny efektywności inwestycji był stosunkowo wysoki (36% w 2001 roku).

Konkludując, można stwierdzić, że sformułowana w teorii teza o wyższej użyteczności metod dyskontowych do oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych nad metodami prostymi znajduje potwierdzenie w wynikach badań empirycznych. Z przywoływanych badań przeprowadzonych w Polsce wynika, że w praktyce gospodarczej częściej stosowane są metody dyskontowe. Badania te wskazują także, że w praktyce wykorzystuje się pewien zestaw kilku metod, a nie jedną wybraną. Bardzo istotne jest zatem ustalenie, ile i które z metod oceny efektywności inwestycji powinny być stosowane do oceny kolejowych inwestycji infrastrukturalnych. Wybór tych metod powinien uwzględniać specyfikę obiektów i urządzeń infrastruktury kolejowej. Zagadnienia te są przedmiotem szczegółowych rozważań w rozdziale trzecim.

³⁰⁴ Badania prowadzone przez D. Zarzeckiego w 1994 roku na grupie 114 przedsiębiorstw z województwa szczecińskiego oraz W. Rogowskiego w 2001 roku, w których udział wzięło 72 przedsiębiorstwa z branż o szczególnym znaczeniu dla gospodarki (energetyka, ciężka chemia, porty lotnicze), a realizowane przez nie inwestycje charakteryzowały się dużą złożonością, znacznym ryzykiem i dużymi nakładami inwestycyjnymi. Por. D. Zarzecki, T. Wiśniewski: *Ocena efektywności inwestycji – z doświadczeń przedsiębiorstw polskich*. <http://szafir.univ.szczecin.pl/~finman/> – artykuł z 1995 roku wygłoszony na Ogólnopolskiej Konferencji Katedr i Zakładów Analizy Ekonomicznej Wyższych Uczelni pt. *Efektywność zarządzania finansami w przedsiębiorstwie*. Świnoujście, 13-15 października 1995 roku; W. Rogowski: *Rachunek efektywności...*, op. cit., s. 82.

2.5.2. Porównanie metod uwzględniania ryzyka w ocenie efektywności inwestycji

Jak już wcześniej wspomniano, zarówno metody proste, jak i dyskontowe oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, w swych podstawowych formułach nie uwzględniają oceny ryzyka. Kwantyfikacja ryzyka, pomimo wielu metod wypracowanych w teorii (przedstawionych w tym rozdziale), należy do najtrudniejszych zadań w ramach analiz związanych z oceną efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych i ciągle stanowi otwarty obszar badawczy. Poszczególne metody analizy i oceny ryzyka nie są wolne od wad i dlatego ich stosowanie wymaga ostrożności.

Metody korygowania efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego cechuje stosunkowo największy subiektywizm. Ponadto metody te nie dostarczają zbyt wiele informacji odnośnie ryzyka. Analiza wrażliwości nie dostarcza informacji o poziomie ryzyka, a jedynie o możliwych skutkach zmian czynników wpływających na efektywność przedsięwzięcia.

Metody oceny ryzyka, których wynikiem jest wartość oczekiwana i rozkład wokół tej wartości, nie dają jednoznacznych wskazań, czy efektywność przedsięwzięcia inwestycyjnego mierzona wartością oczekiwaną jest dostatecznie duża, aby zrównoważyć ryzyko określone odchyleniem standardowym³⁰⁵. Ponieważ jednak metody symulacyjne nie niwelują całkowicie tych wad, a dodatkowo, ich stosowanie wiąże się z trudnościami w określeniu rozkładu prawdopodobieństwa zmiennych i korelacji rozkładów, wynikających z zależności pomiędzy różnymi czynnikami (np. wielkością sprzedaży i ceną), w praktyce najczęściej wykorzystuje się uproszczony sposób przeprowadzenia analizy ryzyka, np. z wykorzystaniem metod probabilistyczno-statystycznych.

Na wybór odpowiedniej metody ma wpływ wiele czynników, do których przede wszystkim należy zaliczyć: typ i wielkość przedsięwzięcia, dostępność informacji, nakłady (finansowe i czasowe) przeznaczone na wykonanie analizy, doświadczenie i umiejętności osób dokonujących oceny³⁰⁶. Krytyczną analizę metod uwzględniania ryzyka w odniesieniu do kolejowych inwestycji infrastrukturalnych przedstawiono w rozdziale trzecim.

³⁰⁵ E.F. Brigham, L.C. Gapenski: *Zarządzanie finansami*. ..., op. cit., s. 404.

³⁰⁶ K. Marcinek: *Ryzyko projektów* ..., op. cit., s. 126.

3. Uwarunkowania, proces i parametry rachunku efektywności inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym

3.1. Specyfika inwestycji infrastrukturalnych w transporcie i jej wpływ na ocenę ich efektywności

3.1.1. Istota i podział infrastruktury

Termin *infrastruktura* należy do grupy pojęć, które są powszechnie używane zarówno w różnych dyscyplinach nauki, jak i poza jej obszarem. Jednak pojęcie to nie doczekało się jednoznacznej i niebudzącej kontrowersji definicji. Wśród autorów zajmujących się tą tematyką od strony badawczej istnieją rozbieżności w zakresie pojęciowym, a także w określeniu etymologii słowa *infrastruktura*, na co zwraca uwagę K. Brzozowska³⁰⁷. Najczęściej podawane jest łacińskie pochodzenie tego terminu jako połączenie słów *infra* – „pod”, „poniżej” i *structura* – „budowa”, co w dosłownym tłumaczeniu oznacza *podbudowę*.³⁰⁸ Według K. Wojewódzkiej-Król określenie *infrastruktura* zaczerpnięte zostało z języka angielskiego i oznacza *podbudowę bazy, tj. konieczną podstawę gospodarki*³⁰⁹.

Pojęcie *infrastruktura* wywodzić można także z teorii ekonomii marksistowskiej, w której wprowadzone przez K. Marksa słowo *struktura* oznaczało całość sił produkcji będących bazą materialną dla społeczeństwa³¹⁰. Kolejni marksiści w swoich niemieckojęzycznych pracach stosowali pojęcie *lage*, z tłumaczenia greckiego *praxis*, co oznacza położenie, fundamenty, podwaliny. To przyczyniło się do powstania terminu *infrastruktura* jako pochodnej od niemieckiego słowa *Grundlage*, oznaczającego podstawę, podbudowę, fundament. Wskazywałoby to na niemieckojęzyczny źródłosłów terminu *infrastruktura* i sugerowało pierwsze jego użycie przez marksistów. Innego zdania jest Z. Dziembowski, który podaje, że pojęcie to zostało zastosowane po raz pierwszy w słownictwie sił zbrojnych NATO na przełomie lat 50. i 60. ubiegłego wieku do oznaczania obiektów trwa-

³⁰⁷ K. Brzozowska: *Infrastruktura publiczna jako kategoria ekonomiczna*. „Ekonomista” 2002, nr 1, s. 128.

³⁰⁸ Z. Dziembowski: *Pojęcie infrastruktury i jej charakterystyka*. „Miasto” 1966, nr 2, s. 23; Z. Karst: *Techniczno-ekonomiczna infrastruktura gospodarki narodowej*. PWN, Warszawa-Wrocław 1986, s. 12; M. Kotowska-Jelonek: *Rola infrastruktury transportowej w procesie rynkowej transformacji polskiej gospodarki*. Wydawnictwo WSI im. K. Pułaskiego w Radomiu. Seria: Monografie, Radom 1994, nr 11, s. 10; M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce rynkowej*. Wydawnictwo AE w Poznaniu, Poznań 1999, s. 11.

³⁰⁹ *Rozwój infrastruktury transportu*. Red. K. Wojewódzka-Król, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1999, s. 12.

³¹⁰ K. Brzozowska: *Infrastruktura publiczna...*, op. cit., s. 129.

łego użytku, np. koszar, lotniska itp.³¹¹ Wojskowe pochodzenie tego określenia zasugerowano również w jednym z opracowań węgierskich, w którym wysnuto hipotezę, że terminu *infrastruktura* używano już w czasie wojen napoleońskich³¹². Militaryny charakter tego określenia podaje także encyklopedia Webster, która definiuje słowo *infrastruktura* jako *system baz, usług, szkoleń itp. niezbędnych do wykorzystania przez wojsko przy działaniach operacyjnych lub podstawowy zakres każdej organizacji*³¹³. Przedstawione rozważania wskazują na to, że infrastrukturę należy postrzegać jako podstawę jakiegoś układu lub konstrukcji. Określenie czegoś mianem infrastruktury, jak zauważa M. Ratajczak, podkreśla, że ma się na myśli podstawowe obiekty, urządzenia i instytucje lub inne zjawiska, które stanowią fundament niezbędny do tworzenia, rozwoju i prawidłowego funkcjonowania całego systemu społecznego lub jego fragmentu³¹⁴.

Przyjmowana najczęściej etymologiczna interpretacja terminu *infrastruktura* stanowi punkt wyjścia do formułowania wielu różnych definicji tego pojęcia, nawet przy ograniczeniu rozważań do jednej dziedziny nauki – ekonomii. I tak na przykład Z. Dziembowski definiuje infrastrukturę jako *zespół urządzeń i instytucji, stwarzających podstawę zarówno dla funkcjonowania na danym terenie gospodarki narodowej, jak i życia ludności*³¹⁵. Natomiast według W. Grzywacza infrastrukturę społeczno-ekonomiczną stanowią *podstawowe urządzenia i instytucje wraz z niezbędnym wyposażeniem rzeczowym i osobowym, służące do zapewnienia materialnych i społecznych warunków jakiejkolwiek działalności w znaczeniu prakseologicznym, zinstytucjonalizowanej w ramach całej gospodarki narodowej lub jej poszczególnych działów, gałęzi i jednostek podstawowych*³¹⁶. Cytowane definicje podkreślają makroekonomiczne i społeczne znaczenie infrastruktury. Są one jednymi z pierwszych definicji w polskich badaniach ekonomicznych tego zagadnienia i pomimo zarzucanego im zbyt dużego stopnia ogólności, stanowią pewien pierwowzór dla kolejnych określeń infrastruktury stosowanych przez następnych badaczy tej tematyki. Na przykład B. Pięcek podaje, że infrastrukturę definiuje się jako *ogół urządzeń i instytucji warunkujących sprawne (należyte) funkcjonowanie obiektów produkcyjnych oraz gospodarstw domowych (znajdujących się w mieście i na wsi), a więc tworzących materialną podstawę wszelkiego rodzaju usług dla jednostek produkcyjnych oraz całej ludności (w przypadku wsi – zarówno rolniczej, jak i nierolniczej)*³¹⁷.

³¹¹ Z. Dziembowski: *Infrastruktura jako kategoria ekonomiczna*. „Ekonomista” 1985, nr 4-5, s. 725.

³¹² M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit., s. 11.

³¹³ K. Brzozowska: *Infrastruktura publiczna...*, op. cit., s. 129.

³¹⁴ M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit., s. 11.

³¹⁵ Z. Dziembowski: *Pojęcie infrastruktury...*, op. cit., s. 23.

³¹⁶ W. Grzywacz: *Infrastruktura transportu*. WKiŁ, Warszawa 1972, s. 27.

³¹⁷ B. Pięcek: *Infrastruktura telekomunikacyjna a rozwój obszarów wiejskich*. „Telekomunikacja i Techniki Informacyjne” 2001, nr 3-4, s. 66.

Jak już wspomniano, etymologiczne definicje infrastruktury charakteryzują się dużym stopniem ogólności, który daje zbyt dużą dowolność w zaliczaniu najrozmaitszych elementów do *podstawowych urządzeń i instytucji*. Poza tym, jak zauważa M. Kotowska-Jelonek, w gospodarkach rynkowych specyficzna ewolucja terminu *infrastruktura*, bazująca na etymologicznej interpretacji, zwiększyła jego zakres o te obiekty, urządzenia i instytucje, które – z jednej strony – są niezbędne dla funkcjonowania państwa i gospodarki, z drugiej zaś – tworzenie, których uznano za atrybut działalności państwa³¹⁸. Odpowiedzialność państwa za tworzenie i nadzorowanie podległych mu dziedzin działalności gospodarczej i społecznej było punktem wyjścia do określenia elementów infrastruktury, jakie zastosował R.L. Frey. Na tej podstawie do infrastruktury autor ten zaliczył: ulice, porty, urządzenia kolejowe, elektrownie, wodociągi, tamy, kanały, urządzenia oczyszczające, parki, urządzenia sportowe, sale koncertowe, szkoły, szpitale, laboratoria badawcze, administracyjne, sądy itp., a samo pojęcie infrastruktury określił jako dobra publiczne o określonych *cechach technicznych* (niepodzielność techniczna, długi okres użytkowania), *ekonomicznych* (występowanie efektów zewnętrznych, wysokie koszty stałe, ekonomia skali, wysokie nakłady, ryzyko inwestycyjne, brak możliwości wyboru przez użytkownika) oraz *instytucjonalnych* (specyficzny sposób zarządzania, centralne planowanie)³¹⁹. W definicji tej szczególny nacisk położony jest na cechy infrastruktury, które podzielone zostały na trzy zasadnicze grupy.

Odmienne podejście prezentują A. Piskozub i Z. Karst, którzy jako podstawowe kryterium wyróżniające obiekty infrastrukturalne od pozainfrastrukturalnych przyjmują wspólne funkcje spełniane przez te obiekty. Według A. Piskozuba funkcją tą jest przemieszczanie. Autor definiuje infrastrukturę jako: 1) *stworzone przez człowieka*, 2) *trwale zlokalizowane*, 3) *liniowe i punktowe obiekty*, 4) *użytku publicznego*, 5) *stanowiące podbudowę życia społeczno-gospodarczego*, 6) *z uwagi na ich funkcje przemieszczania osób i ładunków (transport), wiadomości (łączność), energii elektrycznej (energetyka) i wody (gospodarka wodna)*³²⁰. Definicja ta ogranicza zakres elementów infrastrukturalnych do obiektów i urządzeń transportu, łączności, energetyki i gospodarki wodnej warunkujących przemieszczanie odpowiednio: osób i ładunków, wiadomości, energii i wody. W konsekwencji, co wydaje się słuszne, do infrastruktury zaliczyć można np. linie przesyłowe energii i jej dystrybucji, ale nie elektrownie wytwarzające energię, które posiadają własne, zgoła odmienne cele ekonomiczne, np. maksymalizację wartości lub zysku.

³¹⁸ M. Kotowska-Jelonek: *Rola infrastruktury...*, op. cit., s. 12.

³¹⁹ R.L. Frey: *Infrastruktur. Grundlagen der Planung öffentlicher Investitionen*. J.C. Mohr Verlag Tübingen, Zurich 1970, s. 21.

³²⁰ A. Piskozub: *Funkcja przemieszczania jako cecha wspólna infrastruktury*. „Problemy Ekonomiki Transportu” 1977, nr 2, s. 25.

Dodatkowo autor wprowadza pomocnicze cechy pozwalające zaliczyć obiekty i urządzenia do infrastruktury, a mianowicie:

- ❖ powinny one być stworzone przez człowieka, a nie być wytworem natury, co nie pozwala zaliczyć do infrastruktury naturalnych cieków wodnych lub wód stojących, wykorzystywanych na przykład w procesach transportowych,
- ❖ powinny być trwale zlokalizowane, a więc nie można ich dowolnie przemieszczać, co wyklucza ruchome urządzenia transportowe – tabor,
- ❖ działalność ich musi mieć charakter publiczny, a zatem nie mogą to być obiekty i urządzenia służące ograniczonej liczbie użytkowników, np. obiekty i urządzenia transportu wewnątrzzakładowego.

Przemieszczanie jako ważną funkcję infrastruktury podaje także Z. Karst, który poprzez pojęcie infrastruktury techniczno-ekonomicznej określa *zbiór urządzeń i instytucji użytku publicznego, wynikający z działalności człowieka, trwale zlokalizowany i zorganizowany w systemy, których świadczenia mają istotne znaczenie dla funkcjonowania gospodarki i organizacji życia ludności w mieście i na wsi oraz które służą za pomocą różnych urządzeń technicznych (stąd nazwa infrastruktura techniczna) funkcjom wytwarzania, przesyłania, przetwarzania, rozdzielania i rozprowadzania, a więc przemieszczania z jednego miejsca na drugie: wody, ścieków, energii, wiadomości, obrazu, osób i ładunków*³²¹. Definicja ta jest porównywalna z proponowaną przez A. Piskozuba. Na podstawie tych definicji można przyjąć za słuszne stwierdzenie, że infrastruktura *służy przede wszystkim mobilności ludzi oraz przepływowi materii i energii oraz dyfuzji informacji*³²². Kontrowersje jednak budzi rozszerzenie zakresu infrastruktury na instytucje użytku publicznego, jak również zaliczenie do infrastruktury urządzeń, które spełniają funkcje wytwórcze, np. wspomnianych już elektrowni. Niemniej jednak obydwie te definicje stanowią przykład pragmatycznego podejścia do interpretacji infrastruktury. Konsekwencją przyjętego, wiodącego kryterium rozgraniczenia, jakim jest funkcja przemieszczania, jest niezaliczenie do infrastruktury tych elementów, które w literaturze przedmiotu określane są mianem infrastruktury społecznej, instytucjonalnej lub też organizacyjnej.

Przedstawione definicje infrastruktury, choć nie wyczerpują w pełni rozważań nad istotą tego zagadnienia³²³, dają obraz różnicy poglądów występujących

³²¹ Z. Karst: *Techniczno-ekonomiczna...*, op. cit., s. 12.

³²² M. Ciesielski, A. Szudrowicz: *Ekonomika transportu*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2000, s. 7.

³²³ Bardziej gruntowny przegląd definicji pojęcia infrastruktury przedstawia K. Brzozowska w opracowaniu *Infrastruktura publiczna...*, op. cit. Natomiast M. Ratajczak w opracowaniu *Infrastruktura w gospodarce rynkowej* przedstawia w sposób wyczerpujący kolejne etapy rozwoju badań dotyczących infrastruktury. Por. M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit., s. 12-15.

w literaturze przedmiotu, w podejściu i samym definiowaniu infrastruktury. Należy w tym miejscu, za przykładem M. Ratajczaka, zgodzić się z tezą, że próby skonstruowania idealnej, a jednocześnie uniwersalnej definicji infrastruktury skazane są raczej na niepowodzenie³²⁴. Tym samym należy zaakceptować fakt istnienia wielu odmiennych objaśnień tego pojęcia.

Podobne rozbieżności, jak przy definiowaniu infrastruktury, występują w literaturze przedmiotu w odniesieniu do podziału infrastruktury.

Najbardziej rozpowszechniony i przyjęty w polskiej literaturze jest jej podział na:

- ❖ infrastrukturę ekonomiczną, obejmującą urządzenia świadczące usługi w zakresie transportu, komunikacji, energetyki, irygacji, melioracji itd.,
- ❖ infrastrukturę społeczną, która obejmuje urządzenia i instytucje świadczące usługi w zakresie prawa, bezpieczeństwa, kształcenia, oświaty, służby zdrowia, opieki społecznej, budownictwa mieszkaniowego itp.³²⁵

Pośród innych ważnych obszarów, jakie zalicza się do infrastruktury społecznej, należy tu wymienić kulturę, sport, a także obsługę bytową (handel i zaopatrzenie, gastronomię i drobne usługi)³²⁶.

O ile określenie *infrastruktura społeczna* jest powszechnie przyjęte (z wyjątkiem ograniczania pojęcia infrastruktury wyłącznie do infrastruktury ekonomicznej), o tyle pojęcie *infrastruktura ekonomiczna* zastępowane jest określeniami *infrastruktura gospodarcza*³²⁷ i *infrastruktura techniczna*³²⁸ choć według niektórych badaczy to ostatnie jest określeniem węższym od *infrastruktury ekonomicznej*, która zawiera elementy wykorzystania ekonomicznego³²⁹.

Określając zakres rzeczowy infrastruktury ekonomicznej i społecznej, najczęściej operuje się nazwami różnych branż, co sugeruje, że właśnie one składają się na infrastrukturę. Przykładem takiego podejścia może być klasyfikacja, jaką proponuje Z. Dziembowski, który dzieli infrastrukturę według kryterium funkcji, działów (branż) i gałęzi (tab. 3.1).

³²⁴ M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit., s. 15.

³²⁵ Por. W. Grzywacz: *Infrastruktura transportu ...*, op. cit., s. 28; *Nowa encyklopedia...*, op. cit., s. 55; *Rozwój infrastruktury...*, op. cit., s. 13.

³²⁶ M. Bors: *Gospodarka i polityka przestrzenna. Część druga: Polityka przestrzenna*. Skrypt dla studentów Wyższej Szkoły Społeczno-Ekonomicznej w Warszawie, Warszawa 2004, s. 45.

³²⁷ Por. Z. Dziembowski: *Infrastruktura jako...*, op. cit., s. 732; M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit., s. 17.

³²⁸ Por. K. Fiedorowicz: *Sieć osadnicza a integracja infrastruktury technicznej kraju*. „Miasto” 1969, nr 7; B. Ledwoński: *Rozwój infrastruktury technicznej a planowanie miast*. „Miasto” 1971, nr 7; M. Bors: *Gospodarka i polityka...*, op. cit., s. 46.

³²⁹ W. Grzywacz: *Infrastruktura transportu ...*, op. cit., s. 28.

Tabela 3.1. Rodzaje działalności zaliczanej do infrastruktury

Funkcja	Dział infrastruktury	Gałęzie infrastruktury
Infrastruktura gospodarcza	Transport i łączność	sieć drogowa, transport szynowy, transport drogowy, transport rzeczny, transport morski, transport lotniczy, telekomunikacja, poczta
	Energetyka	elektroenergetyka, gazownictwo, ciepłownictwo
	Ochrona i kształtowanie środowiska	zbiorniki wodne, regulacja rzek, melioracja, zaopatrzenie w wodę, kanalizacja i oczyszczanie ścieków, oczyszczanie osiedli
Infrastruktura społeczna	Nauka i szkolnictwo wyższe	instytuty naukowe, szkoły wyższe
	Oświata	przedszkola, szkoły podstawowe, szkoły ogólnokształcące, szkoły zawodowe
	Kultura	radio i telewizja, sale widowiskowe, muzea, biblioteki
	Ochrona zdrowia i opieka społeczna	żłobki, szpitale i sanatoria, ośrodki zdrowia, pogotowia, opieka społeczna
	Kultura fizyczna i wypoczynek	urządzenia sportowe, tereny zielone

Źródło: Z. Dziembowski: *Infrastruktura jako...*, op. cit., s. 732.

W literaturze przedmiotu występuje również podział infrastruktury na więcej niż dwie kategorie. I tak np. H.F. Henner proponuje podział infrastruktury na cztery części, a mianowicie:

- ❖ infrastrukturę transportu, która ułatwia przemieszczanie osób i ładunków,
- ❖ infrastrukturę łączności, która służy do komunikowania się ludzi,
- ❖ infrastrukturę użyteczności publicznej – sieci zaopatrzenia w energię, wodę oraz zbieranie i utylizacja odpadów, itp.,
- ❖ infrastrukturę usługową, służącą celom kształcenia, ochrony zdrowia i opieki społecznej itp.³³⁰

Istota tego podziału, jak łatwo zauważyć, polega na rozdzieleniu infrastruktury ekonomicznej na trzy oddzielne części, tj. infrastrukturę: transportu, łączności oraz użyteczności publicznej. Infrastruktura usługowa stanowi niejako odpowiednik infrastruktury społecznej.

Inny autor, Z.Y. Hershlag, dzieli infrastrukturę na trzy grupy:

- ❖ gospodarczą, obejmującą urządzenia transportowe, porty, energetykę i urządzenia wielocelowe – elektryczność, nawadnianie itp.,

³³⁰ H.F. Henner: *Infrastructure et developpement*. Monde en Developpement 2000, No. 109 [tu za:] K. Brzozowska: *Infrastruktura publiczna...*, op. cit., s. 131.

- ❖ społeczną, która obejmuje szkolenie i oświatę oraz opiekę zdrowotną,
- ❖ organizacyjną, czyli organizację gospodarczą – kierownictwo, służbę statystyczną, dzienniki handlowe³³¹.

Podział ten, obok infrastruktury gospodarczej (ekonomicznej) i społecznej, wyróżnia infrastrukturę organizacyjną, obejmującą określone organizacje gospodarcze, jak również urzędy administracji państwowej. Inni autorzy posługują się zamiennie pojęciem infrastruktury instytucjonalnej, rozumiejąc instytucje jako jednostki organizacyjne³³². Takie podejście do terminu instytucji wywodzi się z teorii organizacji i zarządzania.

Zupełnie odmiennie infrastrukturę instytucjonalną rozumie R. Jochimsen, który dzieli infrastrukturę na:

- ❖ materialną, stanowiącą część ogólnospołecznego stanu rzeczywistego kapitału,
- ❖ instytucjonalną, obejmującą normy i zachowania tworzące ramy do działań poszczególnych jednostek gospodarczych,
- ❖ personalną (osobową), obejmującą liczbę i umiejętności ludzi przyczyniających się do rozwoju gospodarczego³³³.

Pojęcie *infrastruktura instytucjonalna* wynika z rozumienia terminu *instytucja* jako zasad i norm regulujących stosunki między podmiotami, zarówno formalne (np. akty prawne), jak i nieformalne. Infrastruktura instytucjonalna w tym wymiarze ma charakter niematerialny.

W literaturze przedmiotu funkcjonują również inne podziały wprowadzające kolejne określenia obejmujące pewne elementy infrastruktury. Próbę ich połączenia i systematyzowania pojęć wprowadzanych przez te podziały podjął M. Ratajczak w pracy *Infrastruktura w gospodarce rynkowej*. W efekcie autor ten zaproponował pewne zestawienie syntetyczne. Schematycznie przedstawiono je na rysunku 3.1.

Na rysunku linia podwójna wyznacza te elementy, które zaliczane są do infrastruktury w wąskim pojęciu, linia pojedyncza ciągła określa te, które dodawane są do składników infrastruktury rozumianej w pojęciu szerszym³³⁴. Linia

³³¹ Z.Y. Hershlag: *Oszczędności zewnętrzne za pośrednictwem infrastruktury*. [w:] *Problemy ekonomii, planowania i ekonometrii*. Warszawa 1967, s. 44 [tu za:] *Rozwój infrastruktury...*, op. cit., s. 13-14.

³³² Por. A. Banaczek: *Inwestycje infrastrukturalne jako instrument polityki przestrzennej*. Prace naukowe Akademii Ekonomicznej im. K. Adamieckiego w Katowicach, Katowice 1982, s. 75 [tu za:] M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit., s. 19.

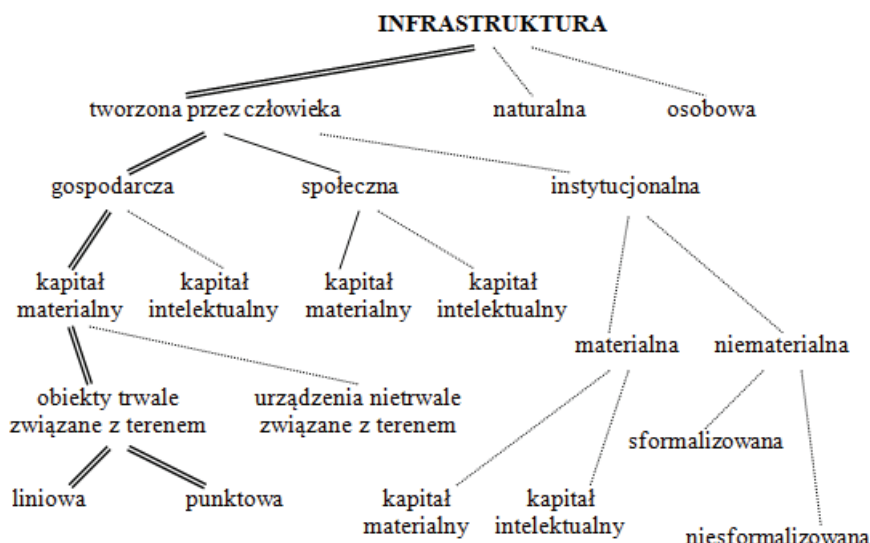
³³³ R. Jochimsen: *Theorie der Infrastruktur. Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung*. Tübingen 1969, s. 117.

³³⁴ Pojęcie węższe i szersze infrastruktury występuje w pracy R.L. Freya, który rozumie przez nie odpowiednio kapitał rzeczowy, np. urządzenia transportowe, szkoły, lotniska itp. – pojęcie węższe, oraz nakłady na takie dziedziny, jak: oświata, nauka, służba zdrowia – pojęcie szersze infrastruktury. Por. R.L. Frey: *Infrastruktur. Grundlagen der Planung...*, op. cit., s. 20.

kropkowana natomiast wskazuje na te elementy, które wyróżniane są tylko przez niektórych autorów lub które nie znajdują powszechnej akceptacji.

Przedstawiony podział infrastruktury, określając zakres infrastruktury gospodarczej, społecznej oraz instytucjonalnej materialnej, wyróżnia *kapitał materialny* i *kapitał intelektualny*. Pierwszy rozumiany jest jako obiekty o charakterze punktowym i liniowym trwale związane z terenem. Drugi zaś stanowią ludzie o specjalistycznych kwalifikacjach, którzy eksploatują kapitał materialny infrastruktury w celu bezpośredniego świadczenia usług dla ludności, a także jednostek gospodarczych.

Kapitał intelektualny ma większe znaczenie w przypadku infrastruktury społecznej, gdzie w pewien sposób rekompensuje niedostatki kapitału materialnego³³⁵.



Rys. 3.1. Zakres infrastruktury

Źródło: Opracowanie własne na podstawie M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit., s. 22.

3.1.2. Obiekty i urządzenia infrastruktury w transporcie

W świetle przedstawionych rozważań obiekty i urządzenia infrastruktury w transporcie, tzw. *infrastrukturę transportu*, zaliczyć należy do infrastruktury gospodarczej, do kapitału o charakterze materialnym (rzeczowym). Takie załączenie jest nie tylko użyteczne, ale także uzasadnione, ponieważ:

³³⁵ Por. M. Ratajczak: *O systemie kształtowania infrastruktury społecznej*. „Polityka Społeczna” 1984, nr 5-6, s. 6.

1. Z punktu widzenia infrastruktury transportu kapitał materialny i intelektualny są względem siebie komplementarne, a nie substytucyjne, co obniża wagę kapitału intelektualnego.
2. Korzystanie z infrastruktury transportu jest w dużym stopniu możliwe bez bezpośredniego zaangażowania osób obsługujących³³⁶.

Podejście do infrastruktury transportu jako kapitału rzeczowego (materialnego) oraz przyjęcie funkcji przemieszczania jako wspólnej cechy infrastruktury pozwala do niej zaliczyć:

- ❖ drogi transportowe: kolejowe, samochodowe, wodne, rurociągowie wraz z niezbędnym do ich funkcjonowania wyposażeniem trwałym w budowlę inżynieryjne (mosty, tunele, wiadukty itp.) oraz urządzenia niezbędne do ich funkcjonowania (np. urządzenia sterowania ruchem i łączności) – tzw. *infrastruktura liniowa*;
- ❖ punkty transportowe wszystkich gałęzi transportu wraz z niezbędnym do ich funkcjonowania wyposażeniem trwałym (rampy, powierzchnie składowe, perony, płyty startowe itp.) – tzw. *infrastruktura punktowa*³³⁷.

Przedstawiony podział można zastosować do każdej gałęzi transportu, jednak przy szczegółowej identyfikacji obiektów i urządzeń, które można do tej infrastruktury zaliczyć, w odróżnieniu od obiektów i urządzeń pozainfrastrukturalnych, występują problemy interpretacyjne. Charakterystycznym przykładem jest tu transport kolejowy. W skali europejskiej problem ten uwidocznił się już na początku procesu reformacji kolei. Jako przykład można podać rozwiązanie przyjęte w Dyrektywie EWG nr 440/91³³⁸, które zmierzały do uzdrowienia organizacji, ekonomii i finansów przedsiębiorstw kolejowych. Nałożyła ona na kraje członkowskie Wspólnoty obowiązek oddzielenia zarządzania infrastrukturą od działalności przewozowej w ich zarządach kolejowych poprzez:

- ❖ obligatoryjny rozdział finansów i księgowości sfery zarządzania infrastrukturą kolejową od sfery zarządzania przewozami, uniemożliwiający przenoszenie z jednej sfery do drugiej pomocy i kompensat przeznaczonych przez państwo do określonej sfery, lub
- ❖ fakultatywny rozdział organizacyjny między sferą zarządzania infrastrukturą a sferą zarządzania przewozami, co w praktyce oznaczało, że dla zarządzania infrastrukturą mógł być utworzony odrębny organizm.

³³⁶ T. Kamińska: *Makroekonomiczna ocena efektywności inwestycji infrastrukturalnych na przykładzie transportu*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1999, s. 48.

³³⁷ Por. W. Grzywacz: *Infrastruktura transportu*. ..., op. cit., s. 30; M. Kotowska-Jelonek: *Rola infrastruktury*..., op. cit., s. 16.

³³⁸ Dyrektywa Rady EWG Nr 440/91 z dnia 29 lipca 1991 r. w sprawie rozwoju kolei Wspólnoty, Dz. Urz. WE L 237 z 24.08.1991.

Praktyczna realizacja tego obowiązku wymagała jednoznacznego i szczegółowego określenia, jakie obiekty i urządzenia zaliczane są do infrastruktury transportu kolejowego. W świetle wspomnianej Dyrektywy za infrastrukturę kolejową uznane zostały:

1. *Tereny kolejowe*, w tym: podtorze, a w szczególności nasypy, rowy, dreny, ścieki, fosy, mury, akwedukty i mury osłonne itp., perony i rampy, drogi boczne, ławy torowiska, ogrodzenia murowane, palisady, pasy ochronne przed ogniem, urządzenia do ogrzewania zwrotnic, płoty przeciwnieogłowe.
2. *Budowle inżynieryjne*, w tym: mosty, wiadukty, tunele, przepusty, przekopy kryte i inne, przejścia wewnętrzne, mury oporowe, budowle i zasłony przeciw lawinom, przeciw spadkowi kamieni itp.
3. *Przejazdy*, w tym urządzenia służące bezpieczeństwu przejazdów drogowych.
4. *Nawierzchnie*, a w szczególności: szyny, odbojnice, podkłady, podłużnice, akcesoria związane z nawierzchnią, podsypka, rozjazdy, obrotnice, przesuwnice, drogi dojazdowe i place ładunkowe.
5. *Urządzenia sygnalizacji, bezpieczeństwa i telekomunikacyjne*, związane z torami szlakowymi, stacyjnymi i rozrządowymi, w tym urządzenia do produkcji, przetwarzania oraz dystrybucji energii elektrycznej dla potrzeb sygnalizacji i telekomunikacji, budynki przeznaczone dla wymienionych urządzeń.
6. *Urządzenia oświetlenia*, służące zabezpieczeniu pracy pojazdów i bezpieczeństwa ich jazdy.
7. *Urządzenia przetwarzania i przesyłania energii elektrycznej*, podstacje, linie przesyłowe, sieć trakcyjna wraz z podporami.
8. *Budynki przeznaczone dla potrzeb infrastruktury*³³⁹.

W polskich regulacjach prawnych, w myśl ustawy z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym, infrastrukturę kolejową stanowią *linie kolejowe oraz inne budowle, budynki i urządzenia wraz z zajętyimi pod nie gruntami, usytuowane na obszarze kolejowym, przeznaczone do zarządzania, obsługi przewozu osób i rzeczy, a także utrzymania niezbędnego w tym celu majątku zarządcy infrastruktury*³⁴⁰.

Infrastruktura kolejowa, jak również cała infrastruktura branżowa transportu, w której skład wchodzi podstawowe wyposażenie rzeczowe transportu konieczne do jego funkcjonowania, stwarza korzyści ogólnogospodarcze. Stan infrastruktury transportowej ma zasadnicze znaczenie dla tempa wzrostu go-

³³⁹ Dyrektywa Rady EWG Nr 440/91 ..., op. cit. (w szczególności art. 3, zawierający – między innymi – definicję infrastruktury kolejowej).

³⁴⁰ Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym. DzU 2003 r. Nr 86, poz. 789.

spodarczego³⁴¹. Właściwe kształtowanie stanu ilościowego i jakościowego infrastruktury transportowej, w tym kolejowej, oparte na rachunku ekonomicznym, wymaga znajomości funkcji, jakie spełnia infrastruktura transportowa, a przede wszystkim znajomości jej cech.

3.1.3. Funkcje i cechy infrastruktury jako czynniki determinujące specyfikę transportowych inwestycji infrastrukturalnych

Istota infrastruktury określa jej szczególną rolę w rozwoju społeczno-gospodarczym kraju i jego regionów jako podstawę tego rozwoju³⁴². Znaczenie to wynika przede wszystkim z funkcji, jakie pełni infrastruktura w stosunku do całego społeczeństwa i gospodarki oraz z charakterystycznych cech infrastruktury.

Według K. Brzozowskiej funkcje infrastruktury można zawrzeć w trzech zasadniczych grupach:

1. Infrastruktura pełni funkcję pierwotną w stosunku do jednostek produkcyjnych.
2. Infrastruktura pełni funkcję służebną w stosunku do pozostałej części życia społecznego i gospodarczego.
3. Infrastruktura pełni funkcje dóbr publicznych³⁴³.

Funkcja pierwotna infrastruktury (pierwotność) w stosunku do jednostek produkcyjnych oznacza, że nakłady inwestycyjne na infrastrukturę muszą wyprzedzać nakłady na inne, pozainfrastrukturalne inwestycje. Dotyczy to w szczególności przedsięwzięć bezpośrednio produkcyjnych. Obiekty i urządzenia infrastrukturalne stwarzają podstawę rzeczową różnorodnej działalności człowieka, w tym gospodarczej. Jeżeli rozwój gospodarczy napotyka barierę w postaci braku niezbędnych obiektów i urządzeń infrastrukturalnych, tzw. minimum kapitału stałego, to należy stworzyć to minimum, wyprzedzając inne inwestycje działalności wytwórczej.

Budowa obiektów i urządzeń infrastrukturalnych nie jest celem samym w sobie. Głównym zadaniem infrastruktury gospodarczej jest umożliwienie przemieszczania osób, towarów, energii i informacji oraz zapobieganie powstawaniu i rozpowszechnianiu się negatywnych dla środowiska naturalnego skutków działalności człowieka, a infrastruktury społecznej – świadczenie

³⁴¹ W. Grzywacz: *Infrastruktura transportu...*, op. cit., s. 46.

³⁴² Obszerne rozważania na temat związków pomiędzy infrastrukturą a wzrostem i rozwojem gospodarczym zawarto np. w pracach: M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit.; T. Kamińska: *Makroekonomiczna ocena...*, op. cit.

³⁴³ K. Brzozowska: *Infrastruktura publiczna...*, op. cit., s. 134.

usług społecznych. Infrastruktura „służy” niejako innym działom gospodarki w tworzeniu i powiększaniu wartości dodanej, sama jej nie tworząc.

Znaczna część obiektów i urządzeń infrastrukturalnych spełnia kryteria dóbr publicznych. Dobra publiczne są to takie dobra, które konsumowane przez jednego użytkownika mogą być równocześnie konsumowane przez innych³⁴⁴. Dobra te służą społeczeństwu i charakteryzują się brakiem konkurencji wśród użytkowników, jak również niemożliwością „wykluczenia kogokolwiek” z konsumpcji³⁴⁵. Należy przy tym zauważyć, że im większa jest zdolność przepustowa obiektów i urządzeń infrastrukturalnych w odniesieniu do występujących potrzeb, w tym większym stopniu mogą one spełniać funkcje dobra publicznego³⁴⁶. Zadania publiczne stawiane przed infrastrukturą decydują o tym, że dobra infrastrukturalne mają charakter użyteczności publicznej. Wy różniki użyteczności publicznej, według kryterium społeczno-ekonomicznego, można określić następująco:

- ❖ potrzeby mają charakter zbiorowy i dlatego w większych skupiskach konieczna jest odrębna organizacja ich zaspokajania;
- ❖ potrzeby zaspokajane są w oparciu o majątek publiczny;
- ❖ brak całkowitej ekwiwalentności – odbiorcy nie ponoszą całkowitej odpowiedzialności za świadczenia;
- ❖ podstawowym celem jest zaspokajanie potrzeb, a nie osiąganie zysków;
- ❖ finansowanie ze środków publicznych³⁴⁷.

Infrastruktura, pełniąc funkcję dóbr publicznych, wpisuje się w obszar działalności wyznaczony przez te parametry.

Przedstawione zadania infrastruktury są bardzo istotne. Jednakże w literaturze przedmiotu często formułuje się funkcje infrastruktury wynikające z jej oddziaływania na części składowe gospodarki przestrzennej, dla której odgrywa istotną rolę jako:

- ❖ czynnik lokacji i lokalizacji,
- ❖ element integracji przestrzennej,
- ❖ czynnik aktywizacji rozwoju społeczno-gospodarczego³⁴⁸.

Lokacyjna i lokalizacyjna funkcje infrastruktury wynikają z jej aktywnego oddziaływania na rozmieszczenie i kształtowanie sieci osadniczej (lokacja)

³⁴⁴ D. Begg, S. Fischer, R. Dornbusch: *Ekonomia. Mikroekonomia*, Przeł. R. Rapacki i in., PWE, Warszawa 2003, s. 100.

³⁴⁵ Tamże, s. 468.

³⁴⁶ K. Brzozowska: *Infrastruktura publiczna...*, op. cit., s. 135.

³⁴⁷ C. Kosikowski: *Działalność gospodarcza gmin*. Wyd. „ERA”, Białystok 1992.

³⁴⁸ M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit., s. 36.

i obiektów produkcyjnych (lokalizacja)³⁴⁹. Ranga czynnika infrastrukturalnego, podobnie jak i pozostałych czynników determinujących lokalację i lokalizację, jest zmienna w czasie i w przestrzeni³⁵⁰. Poziom rozwoju infrastruktury na danym obszarze może wpływać stymulująco lub ograniczająco na rozmiar koncentracji ludności i działalności gospodarczej.

Rola infrastruktury w lokalacji i lokalizacji czyni z niej istotne narzędzie polityki przestrzennej jako czynnika integracji przestrzennej. Niezbędnym warunkiem integrującego oddziaływania infrastruktury na dany obszar jest dostosowanie struktury rzeczowej, poziomu technicznego, lokalizacji i ilości infrastruktury do występujących potrzeb³⁵¹. Przykładem pewnego rodzaju integracji przestrzennej, wymagającej odpowiedniego wyposażenia infrastrukturalnego, są klastry³⁵² (tzw. grona produkcyjne), które uważane są za najbardziej dojrzałą formę organizacji produkcji z punktu widzenia zdolności do podtrzymywania rozwoju³⁵³.

Rola infrastruktury jako czynnika rozwoju jest zgodna z teorią *wielkiego pchnięcia*, czyli odpowiednia alokacja zasobów sprzyja zapoczątkowaniu rozwoju, a następnie stymuluje jego samopobudzanie. Infrastruktura jest ważnym, ale nie wystarczającym, czynnikiem sprawczym rozwoju społeczno-gospodarczego³⁵⁴.

Funkcje, jakie spełnia infrastruktura w stosunku do całego systemu społeczno-gospodarczego czynią z niej istotne ogniwo tegoż systemu. Jako podsystem, którego naczelnym zadaniem jest zapewnienie podstaw rozwoju pozostałym składnikom systemu, infrastruktura charakteryzuje się określonym zestawem cech, stanowiących o jej specyfice i miejscu w całym systemie społeczno-gospodarczym.

W literaturze przedmiotu na ogół panuje powszechna zgodność co do specyfiki cech infrastruktury. Jednak znaczna heterogeniczność składników infrastruktury decyduje o tym, że nie ma jednolitej ich listy i podziału. Cechy inwestycji infrastrukturalnych oraz obiektów i urządzeń w ich wyniku powsta-

³⁴⁹ Por. L. Kupiec: *Kryteria i zasady kształtowania układu przestrzennego infrastruktury ekonomicznej*. Uniwersytet Warszawski – Filia w Białymstoku, Białystok 1975, s. 55; I. Tarski: *Transport jako czynnik lokalizacji produkcji*. PWE, Warszawa 1963.

³⁵⁰ M. Kotowska-Jelonek: *Rola infrastruktury...*, op. cit., s. 28.

³⁵¹ A. Bartczak: *Integracyjna funkcja infrastruktury gospodarczej w świetle badań nad Górnśląskim Okręgiem Przemysłowym*. Studia KPZK PAN. T. LIX. PWN, Warszawa 1977, s. 31.

³⁵² W aspekcie ekonomicznym słowo *klaster* zostało użyte po raz pierwszy przez M. Portera, który określał je jako *geograficzne skupisko wzajemnie powiązanych firm, wyspecjalizowanych dostawców, jednostek świadczących usługi, firm działających w pokrewnych sektorach i związanych z nimi instytucji (...)* w poszczególnych dziedzinach konkurujących między sobą, ale również współpracujących. Por. T. Brodzicki, S. Szultka: *Koncepcja klastrów a konkurencyjność przedsiębiorstw*. „Organizacja i Kierowanie” 2002, nr 4.

³⁵³ *Raport o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce w latach 2001-2002*. Red. A. Rybińska, A. Tokaj-Krzewska, PARP 2003, s. 219.

³⁵⁴ M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit., s. 34.

jących można rozpatrywać w trzech aspektach: technicznym, ekonomicznym i organizacyjnym³⁵⁵. Cechy specyficzne infrastruktury transportu ujęte w tych trzech obszarach przedstawiono w tabeli 3.2.

Tabela 3.2. Cechy specyficzne infrastruktury

Cechy techniczne							
Niepodzielność techniczna		Długi okres powstawania		Długi okres użytkowania		Immobilność przestrzenna i funkcjonalna	
Cechy ekonomiczne							
Wysoka majątko-chłonność	Wysoka kapitało-chłonność	Wysoki udział kosztów stałych	Skokowe narastanie kosztów	Niepodziel-ność ekono-miczna	Korzyści dużej skali	Występowanie efektów ze-wnętrzych	Finanso-wanie ze środków publicz-nych
Cechy organizacyjne							
Centralne planowanie				Międzynarodowa koordynacja			

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Rozwój infrastruktury...*, op. cit., s. 17-21; M. Kotoska-Jelonek: *Rola infrastruktury...*, op. cit., s. 20-23.

Niepodzielność techniczna (tzw. bryłowość) obiektów infrastrukturalnych oznacza, że nie można ich wykonać w rozmiarach mniejszych od technicznie określonego minimum, warunkującego ich użyteczność. Cecha ta bywa także rozumiana jako konieczność wykreowania dodatkowych obiektów infrastrukturalnych. Wiąże się to z dużą współzależnością elementów infrastruktury, wynikającą z ich znacznej komplementarności, np. linie i stacje kolejowe.

Z niepodzielnością techniczną ściśle wiąże się *niepodzielność ekonomiczna*. Tworzenie niekompletnych obiektów i urządzeń infrastruktury powoduje niewykorzystanie ich zdolności użytkowej oraz nieopłacalność ekonomiczną. Niepodzielność ekonomiczna oznacza, że większa jednostka infrastruktury daje większą użyteczność i korzyści ekonomiczne niż jednostka mała. Niepodzielność techniczna i ekonomiczna infrastruktury skłania do realizacji inwestycji dużych, które mogą zaspokajać większe od bieżących (a nawet przyszłych) potrzeby na jej usługi. Mogą obejmować swoim zasięgiem większe obszary i obsługiwać zwiększoną liczbę odbiorców. Istotną zatem cechą ekonomiczną infrastruktury jest możliwość osiągania *korzyści dużej skali*.

Z niepodzielności technicznej wynika również kolejna istotna cecha infrastruktury – *długi okres powstawania*. Poszczególne kompleksy infrastruktural-

³⁵⁵ *Rozwój infrastruktury...*, op. cit., s. 17.

ne, złożone zazwyczaj z wielu komplementarnych obiektów, powstają w stosunkowo długim czasie, zwykle dłuższym niż przedsięwzięcia bezpośrednio produkcyjne. Realizację inwestycji infrastrukturalnych poprzedza ich projektowanie, które w tym przypadku jest także czasochłonne. Wynika to z konieczności uwzględnienia szeregu współzależności pomiędzy poszczególnymi elementami infrastruktury, jak również ich wpływu na różne obszary życia społeczno-gospodarczego.

Obiekty infrastrukturalne, obok długiego czasu powstawania, cechują się *długim okresem użytkowania*, nierzadko przekraczającym 100 lat. W tabeli 3.3 przedstawiono okres żywotności wybranych obiektów infrastruktury transportu.

Tabela 3.3. *Okres żywotności infrastruktury transportu*

Typ urządzenia	Żywotność [lata]
Drogi kołowe	15-30
Drogi kolejowe	20-40
Mosty stalowe	50-70
Zapory stalowe	50-80
Nasypy kolejowe i drogowe Podnośnie statków	60-80
Przepusty stalowe	70-90
Skrzyżowania	70-100
Jazy betonowe Zapory Przepusty betonowe	80-100
Obwałowania	80-110
Mosty betonowe	90-110

Źródło: *Rozwój infrastruktury...*, op. cit., s. 20.

Bardzo długa żywotność obiektów infrastrukturalnych, które nie podlegają szybkim zmianom jakościowym, skłania do wnikliwych analiz obecnych i przyszłych potrzeb zgłaszanych pod adresem infrastruktury oraz możliwości ich zaspokojenia. Rozwiązania przestrzenne i techniczne obiektów infrastrukturalnych, szczególnie w obszarze transportu, nie powinny utrudniać rozwoju infrastruktury w przyszłości (ewentualne błędy popełnione na tym etapie są długo odczuwalne i kosztowne w naprawie). Rozwój infrastruktury polega

przede wszystkim na wzroście ilościowym, zaś zmiany jakościowe są długotrwałe. Wprowadzane nowe jakościowe elementy czynników rzeczowych infrastruktury nie eliminują automatycznie przydatności starych rozwiązań. Jednakże dziś coraz częściej zauważa się problemy wynikające z niedostosowania przestarzałej infrastruktury do nowych potrzeb, co decyduje o szybszym zużyciu moralnym infrastruktury.

Szczególną rolę wśród cech infrastruktury można przypisać *immobilności przestrzennej i funkcjonalnej*. Immobilność przestrzenna (tzw. nieprzenośność) może być rozpatrywana w aspekcie technicznym i ekonomicznym. Pod względem technicznym oznacza, że infrastruktura jest trwale związana z danym obszarem – obiekty infrastrukturalne są nieprzesuwalne w przestrzeni (np. nie można zmienić lokalizacji wybudowanego lotniska). W aspekcie ekonomicznym natomiast oznacza, że zmiana lokalizacji infrastruktury, możliwa z punktu widzenia technicznego, jest ekonomicznie nieuzasadniona, np. demontaż linii kolejowej i jej budowa w innym miejscu. Cecha ta, w połączeniu z długim okresem użytkowania, podkreśla wagę prac przed rozpoczęciem realizacji przedsięwzięcia infrastrukturalnego – projektowania i programowania. Immobilność funkcjonalna oznacza, że infrastruktura cechuje się małą, a najczęściej zupełną niemożliwością różnorodnego zastosowania. Powstała na określonym obszarze infrastruktura ma zatem w zasadzie jednorodne zastosowanie.

Zaniedbania wynikające np. ze złej lokalizacji przestrzennej lub zastosowania nieprawidłowych parametrów funkcjonalnych infrastruktury nie mogą być w krótkim czasie zlikwidowane poprzez przeniesienie obiektów z innego regionu, co oznacza również *brak możliwości importu*.

Niepodzielność techniczna i ekonomiczna oraz długi okres tworzenia infrastruktury determinują kolejne jej cechy, którymi są *wysoka majątkochłonność* i *wysoka kapitałochłonność*. Wysoki udział wartości obiektów infrastrukturalnych w ogólnej wartości majątku narodowego (majątkochłonność) daje asumpt do utrzymywania wysokich nakładów finansowych (kapitałochłonność) na infrastrukturę, związanych z koniecznością jej rozwoju, odnowy i uzupełnienia, które umożliwiają utrzymanie jej jakości na właściwym poziomie, a w konsekwencji utrzymanie odpowiedniej użyteczności. Nakłady te zazwyczaj ponoszone są jednorazowo w dużych rozmiarach. Zwłaszcza w początkowym okresie rozwoju infrastruktury występują wysokie nakłady progowe, które należy rozumieć jako pewną konieczną minimalną wartość nakładów, niezbędną do realizacji przedsięwzięć infrastrukturalnych (co wynika wprost z niepodzielności technicznej i ekonomicznej). Wraz ze stopniowym nasycaniem gospodarki obiektami o charakterze infrastrukturalnym, jej majątkochłonność i kapitałochłonność wykazują tendencję malejącą. Należy przy tym zauważyć, że obniżenie tych wydatków w dłuższym okresie czasu może

m.in. prowadzić do dekapitalizacji majątku. Ponadto nakłady na infrastrukturę wykazują pewną specyficzność, która polega na braku możliwości ich odzyskania i przesunięcia na inne cele w przypadku rezygnacji z prowadzonej działalności, co powoduje powstawanie tzw. kosztów utopionych³⁵⁶.

Z wysokiej majątkochłonności infrastruktury wynika, że charakterystyczny dla niej jest *duży udział kosztów stałych* w strukturze ogólnych kosztów funkcjonowania infrastruktury.

Duży udział kosztów stałych, a zarazem niepodzielność ekonomiczna infrastruktury powodują, że koszty jej działania nie narastają w sposób ciągły, lecz zwiększają się skokowo. Z jednej strony infrastruktury nie można stopniowo dostosowywać do wzrastającego popytu na jej usługi, a z drugiej powstanie kompleksowych obiektów infrastrukturalnych, np. nowej autostrady, skutkuje zwiększeniem kosztów stałych. Infrastruktura cechuje się więc *skokowym narastaniem kosztów*, co w praktyce przejawia się znacznymi różnicami nakładów finansowych na infrastrukturę w kolejnych okresach.

Kolejna cecha, jaką jest *finansowanie infrastruktury ze środków publicznych*, związana jest z jej długim okresem kształtowania, jak też z wysoką kapitałochłonnością. Konieczność ponoszenia dużych nakładów finansowych na inwestycje infrastrukturalne oraz długi okres ich zamrożenia nie są czynnikami zachęcającymi do angażowania się kapitału prywatnego. Dlatego też w warunkach gospodarek rynkowych państwo, przejmując na siebie obowiązek tworzenia i utrzymywania infrastruktury, stawało się z biegiem czasu podstawowym inwestorem infrastruktury³⁵⁷.

Niewątpliwie jest, że infrastruktura dostarcza korzyści społeczeństwu i całej gospodarce, co wynika z jej wpływu na funkcjonowanie i rozwój poszczególnych obszarów systemu społeczno-gospodarczego. Znaczna część tego wpływu przejawia się w postaci *efektów zewnętrznych (korzystnych i niekorzystnych)*, które najogólniej można określić jako *różnicę pomiędzy kosztami i zyskami ocenianymi z ogólnospołecznego punktu widzenia a ich wielkością odzwierciedloną w rachunkach działalności poszczególnych jednostek badawczych*³⁵⁸.

Wszystkie zaprezentowane cechy infrastruktury, jej rola w rozwoju społeczno-ekonomicznym kraju oraz obszar oddziaływania, który wzrasta wraz z tym rozwojem, jak również na skutek procesów globalizacyjnych i integracyjnych, przez co często wykracza poza granice kraju (np. w ramach Unii Euro-

³⁵⁶ M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit., s. 25.

³⁵⁷ Szerzej pisze o tym M. Kotowska-Jelonek, zauważając jednak, że w świetle coraz wyraźniej uwidoczniającego się niedostatku środków z funduszy publicznych na finansowanie inwestycji infrastrukturalnych, wzrasta zainteresowanie państwa angażowaniem kapitału prywatnego do finansowania rozwoju publicznej infrastruktury w różnych dziedzinach gospodarki. Patrz: M. Kotowska-Jelonek: *Rola infrastruktury...*, op. cit., s. 22.

³⁵⁸ M. Ratajczak: *Infrastruktura w gospodarce...*, op. cit., s. 28.

pejskiej)), powodują, że w przypadku dużych, ponadregionalnych przedsięwzięć inwestycyjnych, do racjonalnego podejmowania decyzji niezbędna jest w zasadzie międzyregionalna, a niekiedy nawet międzynarodowa, koordynacja.

Zaprezentowane syntetycznie cechy techniczne, ekonomiczne i organizacyjne infrastruktury należą do najczęściej przytaczanych i opisywanych w literaturze przedmiotu i stanowią o specyfice obiektów infrastrukturalnych. Szczególnie wyraźnie uwidaczniają się jednak w przekrojach branżowych infrastruktury, w tym w odniesieniu do infrastruktury transportu.

3.1.4. Wpływ specyfiki infrastruktury kolejowej na ocenę efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych

Specyfika infrastruktury transportowej decyduje o wyjątkowym charakterze inwestycji infrastrukturalnych. W zasadniczy sposób różnią się one od inwestycji realizowanych w innych sektorach gospodarki. Poszczególne cechy infrastruktury transportowej, takie jak: długi okres planowania i użytkowania, niepodzielność techniczna i ekonomiczna, wysoka majątkochłonność i kapitałochłonność, immobilność przestrzenna i funkcjonalna, występowanie skutków zewnętrznych i znaczny udział środków publicznych w finansowaniu mają bezpośredni wpływ na metodykę oraz sposób i zakres oceny ich efektywności. Cechy te wpływają także na dobór narzędzi ewaluacji oraz szacowanie elementów i parametrów rachunku efektywności.

Pierwsza z wymienionych cech infrastruktury transportu to długi okres budowy i eksploatacji obiektów i urządzeń infrastrukturalnych. Długi okres planowania i powstawania infrastruktury kolejowej, który najczęściej wynosi kilka, a nawet kilkanaście lat, powoduje, że założenia przyjęte w początkowym okresie planowania mogą tracić aktualność pod jego koniec i wymagają weryfikacji jeszcze przed oddaniem inwestycji do eksploatacji³⁵⁹. Inną, istotną z punktu widzenia oceny efektywności, konsekwencją długiego okresu planowania i powstawania infrastruktury transportowej jest jej podatność na polityczne, finansowe i ekonomiczne ryzyko, obejmujące zmiany w kryteriach oceny w czasie procesu planowania³⁶⁰. Długi okres planowania i budowy obiektów infrastrukturalnych wiąże się również z koniecznością przygotowania dokładnego harmonogramowania robót, a co za tym idzie – z rozłoże-

³⁵⁹ Istnieje wiele przykładów potwierdzających tę tezę. Jednym z nich mogą być prognozy dotyczące systemu komunikacji publicznej w mieście Sheffield, opartej na systemie szybkiego tramwaju (Sheffield Supertram), które zakładały popyt w wysokości 22 milionów pasażerów rocznie, gdy w momencie oddania inwestycji do użytku, po dziewięciu latach od wykonania prognoz, popyt ten wynosił tylko 8 milionów pasażerów rocznie. Patrz: P. Mackie, J. Preston: *Twenty-one sources of error and bias in transport project appraisal*. Transport Policy 1998, No. 5, s. 2.

³⁶⁰ P. Mackie, J. Preston: *Twenty-one sources...*, op. cit., s. 5.

niem w czasie nakładów inwestycyjnych. Stwarza to pewne trudności związane z szacowaniem wielkości tych nakładów, które mają być do poniesienia np. w perspektywie 10. lat.

Urządzenia i obiekty infrastruktury kolejowej charakteryzują się również długim okresem eksploatacji. Cecha ta powoduje konieczność szacowania m.in. takich wielkości ekonomicznych, jak koszty i przychody w bardzo odległych okresach. Ze względu na inflację, której tempa nie da się dokładnie przewidzieć, przyszły poziom cen, a co za tym idzie, wymienione wielkości związane z realizacją przedsięwzięcia inwestycyjnego, nie są znane³⁶¹. W przypadku inwestycji długookresowych, do jakich należą inwestycje infrastrukturalne w transporcie kolejowym, znacznie wzrasta liczba możliwych wariantów rozwoju sytuacji, których analiza wymaga dodatkowych nakładów. Poziom cen może ulegać zmianom również ze względu na czynniki niezwiązane z inflacją, a wynikające z innych uwarunkowań.

Długi okres powstawania i eksploatacji infrastruktury kolejowej decyduje o relatywnie długim ekonomicznym cyklu życia tego typu inwestycji. Cecha ta wpływa zatem na:

- ❖ określenie długości okresu obliczeniowego, który w miarę możliwości powinien obejmować cały ekonomiczny cykl życia inwestycji;
- ❖ konieczność szacowania strumieni pieniężnych w perspektywie nawet kilkudziesięciu lat;
- ❖ konieczność uwzględnienia w rachunku zmiennej wartości pieniądza w czasie;
- ❖ konieczność uwzględnienia ryzyka wynikającego z niepewności szacunków w długim okresie.

Metody, na podstawie których budowane są kryteria decyzyjne w odniesieniu do kolejowych przedsięwzięć inwestycyjnych, powinny zatem zapewniać uwzględnienie całego ekonomicznego cyklu życia przedsięwzięcia, a w przypadku braku takiej możliwości, ze względu na bardzo długie okresy użytkowania obiektów infrastrukturalnych, powinny uwzględniać możliwie długi okres obliczeniowy oraz zmienną wartość pieniądza w czasie.

Długi czas planowania i budowy przedsięwzięć infrastrukturalnych podyktowany jest ich dużą skalą, która determinuje również dużą kapitałochłonność tego typu inwestycji. Cecha ta, w połączeniu z długim okresem budowy i eksploatacji infrastruktury, jest częstą przyczyną przekraczania planowanych nakładów inwestycyjnych. Kapitały przeznaczone na realizację inwestycji infrastrukturalnych ze względu na dużą skalę i stosunkowo długi ekonomiczny cykl życia inwestycji są „zamrażane” na relatywnie dłuższy okres w porównaniu do inwe-

³⁶¹ B. Czarny: *Wstęp do ekonomii...*, op. cit., s. 282.

stycji pozainfrastrukturalnych. Z punktu widzenia inwestora jest to mało atrakcyjne, ze względu na utratę możliwości innego ich wykorzystania (tzw. wysoki koszt alternatywny). W okresie tym najczęściej dochodzi do wielu zmian zarówno w otoczeniu społeczno-gospodarczym i politycznym, jak i w zakresie wymagań ekologicznych, technicznych itp. Konsekwencją tych zmian w odniesieniu do dużych projektów infrastrukturalnych jest najczęściej przekroczenie pierwotnie planowanych nakładów inwestycyjnych. Potwierdzają to badania, którymi objęto 3500 przedsięwzięć inwestycyjnych zrealizowanych w różnych krajach w różnych obszarach gospodarki. Wynika z nich, że przekroczenie nakładów inwestycyjnych jest powszechne i zazwyczaj waha się od 40% do 200%, choć zdarzały się inwestycje, w których rzeczywiste nakłady inwestycyjne były wyższe od planowanych nawet o ok. 700% (tab. 3.4)³⁶².

Tabela 3.4. *Przekroczenie planowanych nakładów inwestycyjnych w wybranych dużych przedsięwzięciach inwestycyjnych*

Rodzaj projektu	Wielkość przekroczenia nakładów inwestycyjnych	Główne przyczyny przekroczenia nakładów inwestycyjnych
Projekty w zakresie obronności w USA	15%-700%	Duże rozmiary przedsięwzięć, złożoność, duża innowacyjność, nieprawidłowe wstępne określenie zasięgu przedsięwzięcia, zmiany w zasięgu przedsięwzięcia spowodowane przepisami prawnymi
Projekty w energetyce, w tym w energetyce jądrowej w USA	36%-548%	Inflacja, zwiększone wymagania bezpieczeństwa, wzrost kosztów finansowych, błędy w zdefiniowaniu i realizacji kontraktów
Autostrady, projekty wodne w USA	40%-80% 30%-110%	Nie podano przyczyn
Różne projekty realizowane przy udziale Banku Światowego	30%-40%	Inflacja, duża innowacyjność i złożoność, braki w rozwiązaniach instytucjonalnych w krajach, w których realizowano przedsięwzięcia
Różne projekty w energetyce i chemii	do 50%	Zła polityka kontraktowa, opóźnienia informacyjne, złe szkolenia, niewłaściwe zarządzanie stosunkami pracodawca – pracownik
Projekty irygacyjne i energetyczne w Indiach	12%-230%	Zmiany w projekcie technicznym, zwiększenie zakresu prac, błędy w szacunkach, duży wzrost cen

Ź r ó ł o : K. Marcinek: *Ryzyko projektów...*, op. cit., s. 47-48.

³⁶² P.W.G. Morris, G.H. Hough: *The Anatomy of Major Projects*. John Wiley & Sons 1987, s. 7.

Podobne wyniki przynoszą analizy 258 dużych infrastrukturalnych przedsięwzięć inwestycyjnych w transporcie (tzw. megaprojektów), przeprowadzonych w latach 2002 – 2005 przez grupę badaczy pod kierownictwem B. Flyvbjerga. Badaniami objęto 58 przedsięwzięć kolejowych, 33 inwestycje w zakresie budowy mostów i tuneli oraz 167 przedsięwzięć drogowych realizowanych w różnych krajach³⁶³. Analiza wyników badań pozwoliła na sformułowanie bardzo istotnych wniosków, dotyczących nakładów inwestycyjnych, a mianowicie:

1. Wszystkie badane przedsięwzięcia wykazały niedoszacowanie nakładów inwestycyjnych średnio o 28%, przy czym koszty budowy infrastruktury były wyższe od szacowanych: dla kolei średnio o 45%, dla mostów i tuneli średnio o 34%, a dla budowy dróg średnio o 20%.
2. Przekroczenie szacowanych nakładów inwestycyjnych wystąpiło w 20. krajach na 5. kontynentach. Zjawisko to ma zatem globalny charakter, przy czym większe przekroczenia planowanych nakładów wystąpiły w krajach rozwijających się, aniżeli w krajach Europy i Ameryki Północnej.
3. W ciągu ostatnich siedemdziesięciu lat nie wyciągnięto żadnych wniosków z doświadczeń poprzednich przedsięwzięć inwestycyjnych³⁶⁴.

Przekroczenie nakładów inwestycyjnych w wybranych transportowych przedsięwzięciach infrastrukturalnych przedstawia tabela 3.5.

Jako przyczynę przekroczeń nakładów inwestycyjnych autorzy tych badań podali:

- ❖ zastosowanie niewłaściwej metody planowania kosztów i niewłaściwych narzędzi prognostycznych,
- ❖ skąpą bazę danych wyjściowych,
- ❖ zaniechanie prac prognostycznych lub wpływ zewnętrznych czynników na wyniki prognoz,
- ❖ nieoczekiwane zmiany czynników egzogenicznych,
- ❖ nieoczekiwane zmiany polityczne lub zmiany polityki gospodarczej,
- ❖ opracowanie szacunków i prognoz bez udziału ekspertów,
- ❖ opracowanie szacunków i prognoz bez udziału sponsorów projektu³⁶⁵.

Wymagane wysokie nakłady inwestycyjne, w rzeczywistości często wyższe od pierwotnie zakładanych, ich znaczna wielkość w porównaniu do osiągniętych korzyści, konieczność „zamrożenia” kapitału na długi okres w aktywa wiążące się z wysokim poziomem „kosztów utopionych”, znaczne oddalenie w czasie

³⁶³ B. Flyvbjerg: *Policy and Planning for Large Infrastructure Projects: Problems, Causes, Cures*. World bank Policy research Working Paper 3781, 2005, s. 1-3.

³⁶⁴ B. Flyvbjerg, M.S. Holm, S. Buhl: *Underestimating Costs in Public Works Projects. Error or Lie?* Journal of the American Planning Association 2002, Vol. 68, No. 3, s. 290.

³⁶⁵ B. Flyvbjerg, N. Bruzelis, W. Rothengatter: *Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition*. Cambridge University Press, Cambridge UK 2003, s. 15-16.

występowania efektów w stosunku do ponoszenia nakładów inwestycyjnych oraz długi okres zwrotu tych nakładów sprawiają, że przedsięwzięcia te wykazują niską efektywność finansową lub jej brak. Są one zatem niekonkurencyjne i mało atrakcyjne dla inwestorów prywatnych.

Tabela 3.5. Przykłady przekroczeń planowanych nakładów inwestycyjnych w dużych przedsięwzięciach infrastruktury transportu

Rodzaj projektu	Przekroczenie nakładów inwestycyjnych
Arteria/tunel w Bostonie. USA	196%
Most Humber. Wielka Brytania	175%
Linia kolejowa Waszyngton – Nowy Jork – Boston. USA	130%
Tunel kolejowy pod Wielkim Beltem. Dania	110%
Altostrati A 6 Chapel-en-le-Frith/Wahaley Bypass. Wielka Brytania	100%
Linia kolejowa Shinkansen Koetsu. Japonia	100%
Metro w Waszyngtonie. USA	85%
Eurotunel. W. Brytania – Francja	80%
Linia kolei elektrycznej Karlsruhe – Bretten. Niemcy	80%
Linia metra w Mexico City. Meksyk	60%
Linia kolejowa Paryż – Auber – Nanterre. Francja	80%
Metro Tyne and Wear. W. Brytania	55%
Połączenie przez Wielki Belt. Dania	54%
Połączenie Orsesund. Dania – Szwecja	26%

Źródło: B. Flyvbjerg, N. Bruzelis i W. Rothengatter: *Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition*. Cambridge University Press, Cambridge UK 2003, s. 14.

Duża kapitałochłonność kolejowych inwestycji infrastrukturalnych sprawia także, że nakłady na ich realizację przekraczają możliwości finansowania zarządcy infrastruktury i powodują konieczność korzystania ze środków publicznych. Ze względu jednak na bardzo małą, w stosunku do potrzeb, wielkość środków przeznaczanych w kolejnych latach z budżetu państwa oraz brak zainteresowania inwestorów prywatnych, konieczne stało się poszukiwanie innych źródeł finansowania inwestycji infrastrukturalnych. Możliwość taką dały fundusze przedakcesyjne, a następnie fundusze przeznaczone dla krajów członkowskich Unii Europejskiej. Procedury pozyskiwania przez beneficjentów

środków finansowych z różnych funduszy UE w latach 2004-2006 nakładały na nich obowiązek odpowiedniego uzasadnienia wniosków o dofinansowanie przedsięwzięć inwestycyjnych w ramach studiów wykonalności, których integralną częścią była analiza i ocena efektywności inwestycji³⁶⁶. Również w perspektywie finansowej na lata 2007-2013 wymagane jest wiarygodne uzasadnianie wniosków o współfinansowanie inwestycji³⁶⁷, w szczególności w odniesieniu do tzw. dużych projektów, przez które rozumie się „szereg robót, działań lub usług, których celem jest ukończenie niepodzielnego zadania o sprecyzowanym charakterze gospodarczym lub technicznym, które posiadają jasno określone cele i których całkowity koszt przekracza kwotę 50 mln EUR”³⁶⁸.

Takie inwestycje, z punktu widzenia potencjalnych bardzo dużych potrzeb oraz ograniczoności środków finansowych, wymagają szczególnego zwrócenia uwagi na efektywną alokację zasobów³⁶⁹. Wymaga to sporządzenia oceny efektywności inwestycji według określonych standardów i metodyki uwzględniającej wymagania, jakie stawia UE.

Kolejną istotną cechą infrastruktury kolejowej jest niepodzielność techniczna i ekonomiczna. Cecha ta determinuje zakres prac, jakie muszą zostać wykonane, oraz liczbę obiektów, które muszą zostać wytworzone w ramach przedsięwzięcia inwestycyjnego. Komplementarność obiektów infrastruktury transportowej, np. linii i stacji kolejowej, czy też linii kolejowej i wiaduktów drogowych, powoduje, że w analizie efektywności takiego przedsięwzięcia należy szerzej postrzegać przyjmowane cele. Dotyczy to zarówno projektowania infrastruktury, jak również analizy efektywności takiego przedsięwzięcia. Niepodzielność techniczna i ekonomiczna infrastruktury transportowej decyduje o dużych rozmiarach tego typu inwestycji. Z jednej strony daje to możliwość generowania korzyści wynikających ze skali obiektów, z drugiej jednak wymaga jednorazowego ponoszenia dużych, w odniesieniu do generowanych póź-

³⁶⁶ Por. Structural Funds Regulation (Reg. 1260/99), Cohesion Fund (Reg. 1264/99) i ISPA (Reg. 1267/99) dla przedsięwzięć z budżetem, kolejno, powyżej: 50 mln EUR, 10 mln EUR i 5 mln EUR.

³⁶⁷ Rozporządzenie Rady (WE) nr 1083/2006 z dnia 11 lipca 2006 r. ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Funduszu Spójności i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1260/1999. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, 31.7.2006, L 210, art. 40.

³⁶⁸ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 539/2010 z dnia 16 czerwca 2010 r. zmieniające rozporządzenie Rady (WE) nr 1083/2006 ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Funduszu Spójności w odniesieniu do uproszczenia niektórych przepisów oraz w odniesieniu do niektórych przepisów w zakresie zarządzania finansowego. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, 24.6.2010, L 158, art. 1.

³⁶⁹ M. Kotowska-Jelonek: *Ocena efektywności inwestycji infrastrukturalnych w transporcie współfinansowanych z funduszy Unii Europejskiej w perspektywie finansowej 2007-2013*. [w:] Materiały z VII Międzynarodowej Konferencji Transportowej TRANSLOG 2007 pt. *Szanse rozwoju transportu w świetle unijnej perspektywy finansowej na lata 2007- 2013*. Szczecin, 13-14 września 2007, s. 66.

niejszych korzyści, nakładów inwestycyjnych. Cecha ta wpływa zatem na poziom nakładów inwestycyjnych oraz konieczność uwzględnienia w rachunku efektywności kosztów i korzyści zewnętrznych.

Specyficzną cechą infrastruktury kolejowej jest także jej immobilność przestrzenna i funkcjonalna. Wymusza ona szczególną staranność na etapie tworzenia koncepcji lokalizacji danej linii kolejowej lub jej odcinków, a także przyszłych parametrów linii. Pociąga to za sobą konieczność wariantowego przygotowania poszczególnych rozwiązań. W rachunku efektywności takich inwestycji niezbędne jest stosowanie metod umożliwiających ocenę względną alternatywnych wariantów inwestycji. Wiąże się to również, w przypadku nietrafionej lokalizacji lub funkcjonalności linii, z ryzykiem mniejszego niż planowane wykorzystania linii, np. ze względu na mniejsze od zakładanego przejęcie potoku podróży z innych gałęzi transportu.

Kolejną cechą infrastruktury transportowej, istotną dla oceny efektywności, jest generowanie efektów zewnętrznych. Rozwój infrastruktury transportowej, w tym kolejowej, dostarcza korzyści całej gospodarce. Szczególnie istotny jest wpływ inwestycji infrastrukturalnych na rozwój regionu. Wyposażenie regionu w infrastrukturę transportową jest jednym z podstawowych czynników decydujących o poziomie konkurencyjności danego obszaru. Infrastruktura transportu w znacznej mierze decyduje o atrakcyjności inwestycyjnej, tj. atrakcyjności regionu z punktu widzenia podmiotów prowadzących działalność gospodarczą stanowiącą zespół przewag lokalizacyjnych, które zachęcają do lokowania w danym regionie inwestycji³⁷⁰. Korzyści z transportowych inwestycji infrastrukturalnych dla przedsiębiorstw powodowane są:

- ❖ dostępem do szerszego rynku pracy,
- ❖ szybszym dostępem do dostawców i odbiorców,
- ❖ zwiększeniem możliwości wyboru dostawców,
- ❖ możliwościami pozyskiwania nowych klientów,
- ❖ redukcją ograniczeń wynikających z aktualnego zagospodarowania regionu³⁷¹.

Inwestycje w infrastrukturę transportu ułatwiają wymianę handlową i przepływ zasobów pracy, dzięki czemu odgrywają ważną rolę w redukowaniu regionalnych dysproporcji rozwojowych. Wpływają także korzystnie na zwiększenie efektywności produkcji i procesów dystrybucji. Są także istotnym czynnikiem stanowiącym o konkurencyjności regionów.

³⁷⁰ Por.: A. Domańska: *Wpływ infrastruktury transportu drogowego na rozwój regionalny*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s. 38-44; A. Koźlak: *Wpływ transportowych inwestycji infrastrukturalnych na podnoszenie konkurencyjności regionów* [w:] *Efektywny transport – konkurencyjna gospodarka*. Red. M. Michałowska, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2009, s. 154.

³⁷¹ A. Koźlak: *Wpływ transportowych inwestycji...*, op. cit., 158 - 159.

Inwestycje infrastrukturalne w transporcie mają bezpośredni wpływ na rynek transportowy. Konkurencja międzygałęziowa i wewnątrzgałęziowa w transporcie jest uwarunkowana dostępem do infrastruktury. Modernizacja linii kolejowej czy też budowa nowej drogi w znacznej mierze wpływają na zmianę wielkości przewozów. Inwestycje te mogą spowodować redukcję zjawiska kongestii na drodze równoległej, ale z czasem zmniejszony ruch, a w konsekwencji krótszy czas przejazdu, może wywołać zjawisko odwrotne, tj. powrót części ruchu na „starą” drogę. Ponadto inwestycje dające możliwość zmiany ruchu i przejęcia części potoków pasażerów lub części ładunków z innych gałęzi transportu powodować będą reakcję operatorów korzystających z dotychczasowych rozwiązań. Wpływ danego przedsięwzięcia inwestycyjnego na zmiany i ich dynamikę na rynku transportowym powinien być uwzględniony w ocenie efektywności danego przedsięwzięcia. Zmiany ruchu mają istotny, bezpośredni wpływ na wielkość efektów zewnętrznych związanych z transportem³⁷².

Ważne, z punktu widzenia oceny efektywności, są również inne efekty zewnętrzne, związane ze zmianą czasu podróży, zmianą bezpieczeństwa ruchu oraz oddziaływaniem na środowisko naturalne. Ocena efektywności przedsięwzięć infrastrukturalnych powinna również obejmować te efekty, bowiem ich występowanie powoduje, że ocena efektywności inwestycji infrastrukturalnych powinna być przeprowadzana w szerszym aspekcie z punktu widzenia społeczno-ogólnogospodarczego. Determinuje to konieczność wyceny efektów zewnętrznych i włączenia ich do oceny efektywności przedsięwzięcia.

W obszarze infrastruktury transportu działalność inwestycyjna jest bardzo zróżnicowana. Dotyczy to zarówno tworzenia nowych obiektów infrastrukturalnych, jak również rozbudowy i modernizacji już istniejących. Cechą charakterystyczną realizowanych i planowanych w Polsce kolejowych inwestycji infrastrukturalnych jest to, że mają one przede wszystkim charakter modernizacyjny. Ma to istotne konsekwencje dla szacowania strumieni pieniężnych. Zgodnie z zasadą przyrostowości powinny one być obliczane jako różnica pomiędzy rozpatrywanym wariantem inwestycyjnym a wariantem bez inwestycji. Ustalenie tzw. „wariantu bez inwestycji” napotyka na wiele problemów metodycznych.

Z przedstawionych rozważań wynika, że wpływ specyfiki infrastruktury kolejowej na proces inwestowania w tej gałęzi transportu odzwierciedla się w:

³⁷² Działania konkurencji wewnątrzgałęziowej i międzygałęziowej w transporcie jest trudna do przewidzenia, niemniej jednak błędne założenia mogą prowadzić do zbyt optymistycznych ocen przedsięwzięcia inwestycyjnego. Takie błędy popełnione były na przykład przez Spółkę Eurotunnel, która nie przewidziała nowych strategii firm promowych. Innym przykładem są błędy popełnione przy budowie systemu komunikacji opartej na sieci szybkich tramwajów w Sheffield, gdzie nie wzięto pod uwagę dużej konkurencji ze strony firm autobusowych. Patrz: P. Mackie, J. Preston: *Twenty-one sources...*, op. cit., s. 3.

- ❖ konieczności wygospodarowania relatywnie dużych środków finansowych,
- ❖ długim okresie budowy i eksploatacji,
- ❖ znacznej przewadze inwestycji modernizacyjnych (rozbudowa i modernizacja już istniejących linii kolejowych),
- ❖ czasowej zmienności przyszłych kosztów eksploatacji, zależnych od struktury i kierunku realizowanych przewozów, a więc czynników zależnych od operatora przewozów,
- ❖ funkcjonalnym powiązaniu elementów biorących udział w procesie technologicznym przewozu,
- ❖ znacznym wpływie na otoczenie zewnętrzne, w szczególności na środowisko naturalne.

Cechy te wpływają bezpośrednio na metodykę prowadzenia analizy i oceny tego typu przedsięwzięć oraz w tym na dobór miar efektywności inwestycji (metod oceny). W analizie i ocenie efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych nie powinny być stosowane metody proste. Nie spełniają one bowiem podstawowych wymogów, tj. nie uwzględniają zmiennej wartości pieniądza w czasie oraz nie obejmują stosownego okresu obliczeniowego. W analizach efektywności omawianych przedsięwzięć należy stosować metody dyskontowe. Korzystanie wszakże z wszystkich metod przedstawionych w rozdziale drugim jest niewskazane z co najmniej dwóch powodów:

- ❖ wśród metod dyskontowych, jak już wcześniej wspomniano, znajdują się metody o zróżnicowanej poprawności teoretycznej,
- ❖ zbyt duża liczba miar może mieć pejoratywny wpływ na proces decyzyjny.

Zasadny zatem jest dobór kilku metod, które dostarczałyby informacji wzajemnie się dopełniających, nieprowadzących do sprzecznych decyzji. Metody te powinny zapewniać możliwie największą poprawność teoretyczną i nie sprawiać dużych trudności w zastosowaniu praktycznym.

Biorąc pod uwagę specyficzne cechy infrastruktury kolejowej oraz poprawność teoretyczną poszczególnych metod, w analizie i ocenie efektywności inwestycji infrastrukturalnych, w transporcie kolejowym, powinny być stosowane:

- ❖ wartość bieżąca netto,
- ❖ wskaźnik wartości bieżącej netto,
- ❖ wewnętrzna stopa zwrotu,
- ❖ indeks zyskowności.

Metody zmodyfikowanej wartości bieżącej i zmodyfikowanej wewnętrznej stopy zwrotu niwelują wadę metod NPV i IRR polegającą na założeniu, że reinwestycje realizowane są przy stopie równej stopie dyskontowej. Wymagają one jednak ustalenia dodatkowo realnej stopy reinwestycji, przez co wzrasta stopień skomplikowania obliczeń. Ponadto w odniesieniu do inwestycji reali-

zowanych przez sektor publiczny dyskusyjna może być celowość samej reinwestycji kapitału. W literaturze przedmiotu, o czym już wspomniano, przyjmuje się wprost równość stopy dyskontowej i stopy reinwestycji, przy założeniu, że poziom ryzyka jest jednakowy dla inwestycji realizowanych w danym okresie.

Duża kapitałochłonność infrastrukturalnych inwestycji kolejowych powoduje, że zdyskontowany okres zwrotu jest bardzo długi i często dłuższy od przyjętego okresu obliczeniowego, dlatego metoda ta ma mniejsze znaczenie w ocenie takich przedsięwzięć inwestycyjnych. Ponadto, jak wynika z doświadczeń w ocenie infrastrukturalnych inwestycji kolejowych, często wyznaczenie takiego okresu nie jest możliwe, ponieważ zanim nastąpi zrównanie zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych zdyskontowanymi dodatnimi przepływami netto, konieczna będzie kolejna inwestycja modernizacyjna.

Mniej przydatne okazują się również metody: końcowej wartości majątkowej, równych rat oraz metoda Baldwina. Metoda krańcowej wartości majątkowej wymaga ustalenia dwóch stóp kalkulacyjnych: jednej od lokat, drugiej od kredytów, co utrudnia zastosowanie tej metody przy przedsięwzięciach w sektorze publicznym. Podobne trudności występują w metodzie Baldwina, która wykorzystuje średnią łączną rentowność przedsiębiorstwa i również wymaga przyjęcia dwóch stóp procentowych. Ponadto metoda ta jest zbliżona do metody MIRR, która jest łatwiejsza w interpretacji i zastosowaniu. Metoda równych rat przedstawia przepływy pieniężne za pomocą jednej wartości (raty) w danym okresie. Ponieważ uzyskiwanie takich wartości *NCF* w konkretnym infrastrukturalnym przedsięwzięciu inwestycyjnym, ze względu na dużą wartość i koncentrację nakładów inwestycyjnych w początkowym okresie, jest w zasadzie niemożliwe, to praktyczna użyteczność tej metody jest mniejsza niż innych wymienionych metod.

Reasumując, można stwierdzić, że odpowiednim narzędziem do oceny kolejowych inwestycji infrastrukturalnych powinna być metoda *NPV* lub *MNPV*. Inne mierniki, tj. *IRR* lub *MIRR* oraz *PI* powinny być traktowane jako dodatkowe. Należy przy tym pamiętać, że posługiwanie się metodami dyskontowymi wymaga wcześniejszego ustalenia stopy dyskontowej i odpowiedniego dla danego przedsięwzięcia okresu obliczeniowego. W rachunku efektywności powinno uwzględniać się jedynie przyrostowe przepływy pieniężne (zasada przyrostowości), które powinny być właściwie wycenione i spójne ze stopą dyskontową (zasada spójności)³⁷³.

Decyzje o realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego w infrastrukturze kolejowej wymagają analiz wielu czynników zarówno obiektywnych, jak i subiektywnych, które określają ryzyko danego przedsięwzięcia. Sformalizowana oce-

³⁷³ A. Rutkowski: *Zarządzanie finansami*. ..., op. cit., s. 255.

na ryzyka często obciążona jest znacznym subiektywizmem i brakiem precyzji. Niemniej jednak przedsięwzięcia inwestycyjne w infrastrukturze kolejowej, ze względu na ich cechy specyficzne, obarczone są wysokim ryzykiem, które winno być poddane ocenie.

Niekiedy w praktyce w projektach z zakresu infrastruktury transportowej stosuje się zwiększanie nakładów inwestycyjnych o tzw. rezerwę w wysokości 10%-30% oszacowanych pierwotnie nakładów, która ma zabezpieczyć przed ryzykiem ich niedoszacowania. Takie działanie, choć wypływa wprost z doświadczeń i ma pragmatyczny charakter, nie jest właściwe. Nie dostarcza ono bowiem informacji, ani o wielkości ryzyka związanego z danym przedsięwzięciem, ani o wpływie zmian elementów rachunku na efektywność przedsięwzięcia. Konieczne jest więc stosowanie metod sformalizowanych oceny ryzyka, które są źródłem wielu istotnych informacji wspomagających proces podejmowania decyzji inwestycyjnych. Korzyści, jakie dostarcza analiza ryzyka, które są niekwestionowane dla menedżerów sektora prywatnego, są również istotne dla sektora publicznego i nie można przyjmować stanowiska, że są one mało znaczące³⁷⁴.

Ze względu na złożoność przedsięwzięć inwestycyjnych w zakresie infrastruktury kolejowej, interesującym rozwiązaniem może wydawać się zastosowanie metody inwestycyjnego drzewa decyzyjnego. Metoda ta jest szczególnie przydatna do oceny ryzyka dla wieloetapowych (sekwencyjnych) decyzji. Pozwala ona na bieżącą kontrolę nad przedsięwzięciem i bieżące podejmowanie decyzji, z zaniechaniem inwestycji włącznie. Ze względu jednak na fakt, że infrastrukturalne inwestycje kolejowe cechują się m.in. niepodzielnością techniczną i ekonomiczną, metoda inwestycyjnego drzewa decyzyjnego, kładąca nacisk na sekwencyjność decyzji, nie jest metodą odpowiednią do analizy i oceny ryzyka tego typu przedsięwzięć.

W literaturze przedmiotu podkreśla się natomiast zalety metod symulacyjnych, a w szczególności symulacji Monte Carlo. Jak zauważa R. Ali, w przedsięwzięciach z zakresu infrastruktury transportu, uwzględnienie ryzyka poprzez model zarządzania ryzykiem, wykorzystujący symulację Monte Carlo, prowadzi do identyfikacji ryzyka, jak również do poprawy szacowania nakładów inwestycyjnych, które potrzebują ciągłego monitorowania podczas fazy inwestycyjnej ekonomicznego cyklu życia inwestycji³⁷⁵. Zdaniem K.G. Balcombe i L.E.D. Smitha, formalne metody, takie jak symulacja Monte Carlo, mogą poprawić informacje, zarówno w sensie ilościowym, jak i jakościowym, na podstawie których podejmowane są ostateczne decyzje³⁷⁶.

³⁷⁴ K.G. Balcombe, L.E.D. Smith: *Refining the Use of Monte Carlo...*, op. cit., s. 132.

³⁷⁵ Por.: R. Ali: *The application of risk management in infrastructure construction projects*. Cost Engineering 2005, Vol. 47, No. 8, s. 26.

³⁷⁶ K.G. Balcombe, L.E.D. Smith: *Refining the Use of Monte Carlo...*, op. cit., s. 131.

W celu oceny ryzyka w infrastrukturalnych przedsięwzięciach kolejowych powinny być wykorzystywane metody, które umożliwią pomiar ryzyka, a nie tylko ograniczają się do badania czy przedsięwzięcie jest efektywne dla konkretnych wartości czynników determinujących poziom tej efektywności. Bardzo istotną jest również informacja o marginesie bezpieczeństwa, jakie posiada dane przedsięwzięcie. Właściwymi zatem metodami są statystyczny pomiar ryzyka (symulacja Monte Carlo lub metody probabilistyczno-statystyczne) oraz analiza wrażliwości, która przede wszystkim pozwala wyabstrahować czynniki krytyczne.

Należy w tym miejscu nadmienić, że jak wynika z przeprowadzonych badań raportów z analiz finansowych i ekonomicznych, stanowiących część studiów wykonalności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych realizowanych w Polsce w latach 2004-2007, do analizy i oceny ryzyka stosowane były:

- ❖ analiza wrażliwości,
- ❖ statystyczne miary ryzyka (wartość oczekiwana, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności – obliczane z użyciem metod probabilistyczno-statystycznych)³⁷⁷.

Metody te są także zalecane w wytycznych, formułowanych przez Komisję Europejską, do sporządzania analiz efektywności w celu aplikowania o środki pomocowe. Jednakże z zastosowaniem ww. metod wiązą się pewne trudności, które zostaną przedstawione w rozdziale piątym.

Niezależnie od stosowanej metody, równie ważnym zagadnieniem w analizie i ocenie efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych jest szacowanie elementów i parametrów rachunku efektywności inwestycji. Jeżeli elementy rachunku efektywności inwestycji zostaną źle oszacowane, to każda metoda da w rezultacie błędne wskazania i prowadzić będzie do niewłaściwych decyzji.

Należy także nadmienić, że dobór metod analizy i oceny efektywności inwestycji i ewaluacji ryzyka oraz szacowanie elementów i parametrów rachunku efektywności powinny być dostosowane nie tylko do specyfiki infrastruktury transportu, ale również do uwarunkowań krajowych. Jednakże, jak zauważa H. Nakamura, fakt, że nie ma uniwersalnej metody oceny efektywności infrastrukturalnych przedsięwzięć transportowych oraz to, że pomiędzy europejskimi krajami występuje dużo różnic w zakresie i metodach ewaluacji oraz we wpływie tej oceny na faktyczne decyzje, powinny prowadzić do wymiany doświadczeń, a w konsekwencji poprawy jakości ocen³⁷⁸. W tym kierunku zmie-

³⁷⁷ M. Kotowska-Jelonek, T. Dyr, B. Zagożdżon, P. Kozubek: *Problemy oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych współfinansowanych przez Unię Europejską*. „Przegląd Komunikacyjny” 2008, nr 1, s. 10.

³⁷⁸ Por. H. Nakamura: *The economic evaluation of transport infrastructure: needs for international comparisons*. Transport Policy 2000, No. 7, s. 5.

rzają działania Komisji Europejskiej, która opracowała wytyczne w celu ujednolicenia zasad oraz metod analizy i oceny opłacalności inwestycji, które powinny być stosowane przez kraje, ubiegające się o środki z funduszy UE.

3.2. Wymagania Unii Europejskiej dotyczące analiz efektywności kolejnych inwestycji infrastrukturalnych

Wiele organizacji i instytucji finansowych, które wspierają procesy inwestycyjne poprzez udzielanie zwrotnych lub bezzwrotnych pożyczek, kredytów i funduszy na przedsięwzięcia, realizowane w różnych sektorach gospodarki, formułuje własne wymagania w zakresie:

- ❖ sposobu sporządzania rachunku efektywności,
- ❖ zestawu niezbędnych wskaźników,
- ❖ sposobu szacowania strumieni pieniężnych, towarzyszących realizacji danych przedsięwzięć,
- ❖ interpretacji uzyskanych wyników.

Tak jest również w przypadku Unii Europejskiej, która współfinansuje w państwach członkowskich różne przedsięwzięcia inwestycyjne, m.in. w sektorze transportu, z różnych funduszy, w tym z funduszy strukturalnych oraz z Funduszu Spójności. Jak już wcześniej wspomniano, w działaniach tych wymagane jest wiarygodne uzasadnianie wniosków o współfinansowanie inwestycji. Państwa członkowskie zobligowane są do składania analiz kosztów i korzyści wraz z informacjami o dużych projektach ubiegających się o współfinansowanie³⁷⁹.

Analiza kosztów – korzyści (*Cost-Benefits Analysis*, CBA lub *Benefits-Cost Analysis*, BCA)³⁸⁰ mająca zastosowanie w przypadku inwestycji publicznych (nierynkowych) lub częściowo publicznych, winna obejmować możliwe wszystkie koszty i korzyści, łącznie ze skwantyfikowanymi niepieniężnymi efektami, generowanymi przez przedsięwzięcie w okresie realizacji i eksploatacji, uzyskiwanymi zarówno przez inwestora, jak i innych beneficjentów. Analiza CBA, jako technika wykonywania oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, ma dać odpowiedź na pytanie, czy realizacja przedsięwzięcia jest w publicznym interesie oraz ma umożliwić wybór między dwiema lub więcej wzajemnie wykluczającymi się inwestycjami. W celu uzyskania porównywalności, w ramach analizy CBA wszystkie koszty i korzyści związane z przedsięwzięciem wyraża się w pieniądzu³⁸¹. W przypadkach gdy wykorzystanie analizy

³⁷⁹ Rozporządzenie Rady (WE) nr 1083/2006 ..., op. cit., art. 40 lit. e.

³⁸⁰ Jak wyjaśniają R.O. Zerbe Jr. i A.S. Bellas określenie *Benefits-Cost* jest bardziej kojarzone z ekonomicznym podejściem, natomiast określenie *Cost-Benefit* jest bliższe technicznemu podejściu. Por. R.O. Zerbe Jr., A.S. Bellas: *A Primer for Benefit...*, op. cit., s. 10.

³⁸¹ R.O. Zerbe Jr., A.S. Bellas: *A Primer for Benefit...*, op. cit., s. 2.

CBA nie jest możliwe lub też wiadomo, że dana inwestycja musi zostać zrealizowana, stosuje się tzw. *analizę efektywności kosztowej* (*Cost – Effectiveness Analysis, CEA*), która jest szczególną formą analizy CBA. Analiza efektywności kosztowej jest podejściem znacznie prostszym; jej podstawą jest maksymalizacja efektywności uzyskiwanej przy ograniczonych zasobach³⁸².

Chociaż idea analizy CBA jest prosta, to jej poprawne wykorzystanie dla oceny efektywności stwarza wiele trudności i problemów. Dotyczą one przede wszystkim identyfikacji kosztów i korzyści oraz sposobu ich wyceny. W szczególności odnosi się to do dóbr nieposiadających rynkowych wartości, np. oszczędności czasu podróży uzyskane dzięki zmodernizowanej linii kolejowej³⁸³.

Analiza kosztów – korzyści wymagana przez UE ma przede wszystkim odpowiedzieć na dwa podstawowe pytania:

1. Czy przedsięwzięcie *warte jest współfinansowania* przez Unię Europejską, tj. czy przyczynia się do realizacji głównych celów polityki regionalnej Wspólnoty oraz do wzrostu gospodarczego regionu i tworzenia nowych miejsc pracy?
2. Czy przedsięwzięcie *potrzebuje wsparcia finansowego* z funduszy unijnych, tzn. czy przedsięwzięcie, które realizuje cele polityki gospodarczej UE, nie może być zrealizowane samodzielnie przez beneficjenta?³⁸⁴

Odpowiedzi na te dwa zasadnicze pytania dostarczają *analiza ekonomiczna* i *analiza finansowa* efektywności przedsięwzięcia. Te dwie odmiany analizy różnią się zakresem uwzględnianych przepływów pieniężnych. Korzyść netto z przedsięwzięcia inwestycyjnego może być wyliczana z punktu widzenia różnych podmiotów zaangażowanych w proces oceny efektywności danego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Literatura przedmiotu charakteryzuje kilka formuł kalkulacji przepływów pieniężnych netto³⁸⁵. W praktyce działalności gospodarczej najczęściej korzysta się z formuły szacowania przepływów pieniężnych netto dla wszystkich stron finansujących przedsięwzięcie (*free cash flow to firm, FCFF*) oraz dla właścicieli przedsiębiorstwa (*free cash flow to equity, FCFE*).

Konieczność wykorzystania analizy CBA do oceny kolejowych inwestycji infrastrukturalnych, jak już wcześniej wspomniano, wynika bezpośrednio z Rozporządzenia Rady (WE) nr 1083/2006 z dnia 11 lipca 2006 roku. Natomiast zbiór pozostałych wymagań dotyczących sporządzania analiz efektywności

³⁸² M. Johannesson: *The Relationship Between Cost-Effectiveness Analysis and Cost-Benefit Analysis*. Social Science & Medicine 1995, Vol. 41, No. 4, s. 483.

³⁸³ R.O. Zerbe Jr., A. S. Bellas: *A Primer for Benefit-Cost...*, op. cit., s. 5.

³⁸⁴ *Guidance on the methodology for carrying out Cost-Benefit Analysis*. Working Document 4. The New Programming period 2007-2013. European Commission Directorate – General Regional Policy. Bruksela 2006, s. 4.

³⁸⁵ R. Machała: *Praktyczne zarządzanie...*, op. cit., s. 170.

przedsięwzięć inwestycyjnych, w tym również infrastrukturalnych, zgłaszanych do współfinansowania z funduszy Unii Europejskiej zawarty jest w wydany przez Komisję Europejską przewodniku pt. *Guide to cost-benefit analysis of investment projects (Structural Fund, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession)*, będącym aktualizacją podręcznika wydanego w 2002 r.³⁸⁶ Zawiera on, między innymi, informacje dotyczące zasad, zakresu i etapów sporządzania analizy kosztów – korzyści, odnoszące się także do dużych przedsięwzięć infrastrukturalnych w transporcie. W szczególności przedmiotem ustaleń są:

- ❖ określenie celów projektu,
- ❖ identyfikacja projektu,
- ❖ analiza wykonalności i rozwiązań alternatywnych,
- ❖ analiza finansowa,
- ❖ analiza ekonomiczna,
- ❖ ocena ryzyka,
- ❖ inne podejścia dotyczące ewaluacji projektu³⁸⁷.

W świetle wytycznych zawartych w wymienionym przewodniku, zalecanymi metodami do badania efektywności inwestycji są bieżąca wartość netto (NPV) oraz wewnętrzna stopa zwrotu (IRR). W ramach analizy finansowej wskaźniki nazywane są odpowiednio: *finansową wartością bieżącą netto* (*financial net present value, FNPV*) i *finansową wewnętrzną stopą zwrotu* (*financial internal rate of return, FRR*). Wskaźniki te ujmowane są w dwóch aspektach:

- ❖ jako wskaźniki efektywności finansowej z inwestycji – finansowa wartość bieżąca netto inwestycji (*financial net present value on investment, FNPV/C*) oraz finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (*financial internal rate of return on investment, FRR/C*),
- ❖ jako wskaźniki efektywności finansowej z kapitału własnego – finansowa wartość bieżąca netto kapitału (*financial net present value of capital, FNPV/K*) oraz finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego (*financial internal rate of return of capital, FRR/K*)³⁸⁸.

W pierwszym ujęciu mierzona jest efektywność przedsięwzięcia z uwzględnieniem całkowitych nakładów inwestycyjnych, niezależnie od źródeł finansowania. W drugim natomiast ocenia się efektywność kapitałów zainwestowanych przez beneficjenta, czyli w nakładach inwestycyjnych nie ujmuje się środków pochodzących z funduszy Wspólnoty.

³⁸⁶ *Guide to cost-benefit analysis of investment projects (Structural Fund – ERDF, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession)*. Final Report, Submitted by TRT Trasporti e Territorio and CSIL Centre for Industrial Studies, Bruksela 2008.

³⁸⁷ Tamże, s. 13-15.

³⁸⁸ Tamże, s. 32.

W ramach analizy kosztów – korzyści w ujęciu ekonomicznym, w świetle przywoływanego przewodnika, wskaźniki NPV i IRR przyjmują odpowiednio postać *ekonomicznej wartości bieżącej netto* (*economic net present value, ENPV*) i *ekonomicznej wewnętrznej stopy zwrotu* (*economic internal rate of return, ERR*). W przewodniku sugerowane jest także stosowanie wskaźnika B/C ratio³⁸⁹. Jednak w tym przypadku brak jest pewnej konsekwencji, ponieważ wskaźnik ten nie jest wymieniany dla potrzeb analizy finansowej.

Czynnikiem determinującym poprawność obliczeń przedstawionych wyżej wskaźników jest sposób rozstrzygnięcia wielu szczegółowych kwestii obejmujących m.in.:

- ❖ wybór odpowiedniej stopy dyskontowej na potrzeby analizy finansowej i ekonomicznej,
- ❖ ustalenie ekonomicznego cyklu życia inwestycji,
- ❖ sposób szacowania ujemnych strumieni pieniężnych, w tym nakładów inwestycyjnych i kosztów operacyjnych,
- ❖ sposób szacowania dodatnich strumieni pieniężnych, w tym przychodów generowanych przez inwestycję oraz wartości rezydualnej,
- ❖ sposób szacowania kosztów i korzyści zewnętrznych,
- ❖ sposób przekształceń podstawowych elementów rachunku efektywności, tj. nakładów inwestycyjnych, kosztów eksploatacyjnych oraz przychodów, oszacowanych dla analizy efektywności finansowej, na potrzeby analizy efektywności ekonomicznej.

W rozwiązywaniu niektórych z ww. problemów pomocne są wytyczne zawarte w przywołanym przewodniku, jak również w innych opracowaniach dotyczących problematyki oceny efektywności inwestycji, zalecanych przez Komisję Europejską. Należą do nich:

- ❖ *HEATCO – Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*. Project funded under the 6th Framework Programme, coordinated by the University of Stuttgart, European Commission, 2006³⁹⁰;
- ❖ *RAILPAG – Railway Project Appraisal Guidelines*. European Investment Bank and European Commission, 2005³⁹¹.

Wymienić należy również, powstałą w Polsce, tzw. *Niebieską Księgę. Sektor kolejowy. Infrastruktura i tabor*. Podręcznik dla Beneficjentów, rekomendowany przez Ministerstwo Rozwoju Regionalnego i Ministerstwo Infrastruktury

³⁸⁹ *Guide to cost-benefit...*, op. cit., s. 45.

³⁹⁰ <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/>

³⁹¹ <http://www.railpag.com>

przygotowaną w 2008 przez inicjatywę JASPERS³⁹². Podręcznik ten pod względem zasad i metodyki wykonywania analizy CBA jest zgodny z metodyką przedstawioną w przewodniku *Guide to cost-benefit analysis of investment projects (Structural Fund, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession*, przy czym „pod względem szczegółowych zapisów i rozstrzygnięć jest dokumentem pierwszej rangi i podstawowym dla potencjalnych beneficjentów”³⁹³.

Należy zaznaczyć również, że obydwie przywoływane opracowania stanowią aktualizację wcześniejszych dokumentów. Przewodnika pt. *Guide to cost-benefit analysis of investment projects (Structural Fund – ERDF, Cohesion Fund and ISPA)* przygotowanego w roku 2002 oraz tzw. *Niebieskiej Księgi. Metodyka sporządzania analiz dla projektów realizowanych w Polsce, finansowanych z funduszy Unii Europejskiej. Podręcznik dla Beneficjentów*, opracowanej w 2004 roku na podstawie zaleceń UE w ramach pomocy technicznej Wspólnoty Europejskiej przez konsorcjum firm konsultingowych³⁹⁴.

W praktyce, pomimo istniejących wytycznych, występowały zauważalne różnice w podejściach do rozwiązywania niektórych problemów między poszczególnymi regionami i krajami, co prowadzi do odmiennych sposobów i metod oceny efektywności poszczególnych projektów, a w konsekwencji bardzo zróżnicowanych wyników. Dowodzą tego m.in. prowadzone przez M. Florio i S. Vignetti badania, którymi objęto 240 projektów z 11 państw, w tym 26 kolejowych, realizowanych w latach 2000-2002, dotyczących współfinansowania przedsięwzięć w ramach funduszu ISPA. Duże zróżnicowanie wyników analiz w poszczególnych krajach, wykazane w przeprowadzonych badaniach, autorzy tłumaczą specyficznymi właściwościami przedsięwzięć na różnych obszarach oraz niekonsekwencją i rozbieżnościami w zastosowaniu analizy CBA. Odmienne podejście dotyczyło m.in.: horyzontu czasowego analizy, uwzględniania rezerw w strumieniach pieniężnych, wartościowania niepieniężnych korzyści, ustalenia stopy dyskontowej³⁹⁵.

Również badania przeprowadzone w Polsce w 2007 r., którymi objęto 12 raportów z analiz finansowych i ekonomicznych, stanowiących część studiów wykonalności planowanych w Polsce kolejowych inwestycji infrastruktural-

³⁹² Inicjatywa JASPERS dotyczy wsparcia dużych projektów w sektorze transportu i innych sektorach, które kwalifikują się do współfinansowania z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego oraz Funduszu Spójności. Wsparcie nie ma charakteru finansowego, ale doradczy. Szerzej <http://www.funduszezstrukturalne.gov.pl/NSS/programy/krajowe/poiis/jaspers/>

³⁹³ *Niebieska Księga. Sektor kolejowy – Infrastruktura i tabor*. JASPERS, Warszawa, grudzień 2008, s. 5.

³⁹⁴ Opracowanie zostało przygotowane przez Konsorcjum: Scott Wilson, Arup, PM Group oraz podwykonawcę, tj. firmę Ernst & Young w związku z realizacją projektu o numerze Europe-Aid/115971/D/SV/PL pt. *Przygotowanie projektów do wsparcia z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR)*.

³⁹⁵ M. Florio, S. Vignetti: *Cost-benefit Analysis of Infrastructure Projects in an Enlarged European Union: Returns and Incentives*. Economic Change and Restructuring 2005, Vol. 38, No 3-4, s. 199-200.

nych przygotowanych w latach 2004-2007, wykazały istotne zróżnicowanie wielu, zarówno ogólnych, jak i szczegółowych aspektów i zagadnień związanych z realizacją tych analiz³⁹⁶. Zauważone problemy i rozbieżności dotyczyły: sposobu przeprowadzania oceny efektywności inwestycji, zakresu kosztów i korzyści, uwzględnianych w poszczególnych opracowaniach w analizie ekonomicznej, poziomu stóp dyskontowych, długości okresu obliczeniowego, liczby stosowanych metod oceny efektywności inwestycji, szacowania nakładów inwestycyjnych (zakresu i dokładności), zakresu i sposobu szacowania przychodów zarządcy infrastruktury, zakresu kosztów utrzymania i eksploatacji linii oraz sposobu ich szacowania, zakresu i sposobu kwantyfikacji korzyści zewnętrznych, sposobu i szczegółowości przeprowadzania analizy ryzyka.

Rozbieżności te prowadzą w praktyce do istotnych różnic w sposobie ujęcia i rozwiązywania wielu szczegółowych kwestii w ocenie efektywności tych inwestycji. Niejednokrotnie różnice te uwarunkowane są wiedzą i doświadczeniem ekspertów, jak również trudnościami w zakresie pomiaru i wartościowania elementów rachunku efektywności. Wynikają również z faktu, że mimo opracowania krajowych i europejskich wytycznych dotyczących ewaluacji efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych, procesowi temu nadal towarzyszy istotny stopień swobody w szacowaniu elementów i parametrów rachunku.

3.3. Proces oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych

Jednym z istotnych problemów procesu analizy efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych jest określenie jej zakresu, struktury oraz kolejności działań. Zakres analizy odnosi się do jej rodzajów. Struktura natomiast związana jest z ustaleniem szczegółowych działań podejmowanych w ramach każdego rodzaju analizy.

Zarówno specyfika obiektów i urządzeń infrastrukturalnych w transporcie kolejowym, jak również wymagania Unii Europejskiej determinują konieczność oceny efektywności inwestycji w tym sektorze zarówno z punktu widzenia inwestora, jak też w wymiarze społeczno-ekonomicznym. Dlatego też w ramach analizy CBA, koszty i korzyści przedsięwzięcia inwestycyjnego o charakterze finansowym powinny być oddzielone od kosztów i korzyści społecznych. Oznacza to, że ocena efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych powinna obejmować ocenę finansową i ocenę ekonomiczną.

³⁹⁶ T. Dyr, M. Kotowska-Jelonek, P. Kozubek, B. Zagożdżon: *Metodyczne problemy oceny efektywności inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym, współfinansowanych z funduszy Unii Europejskiej*. [w:] *Efektywny transport...*, op. cit., s. 74.

Ewaluacja efektywności finansowej przedsięwzięć inwestycyjnych prowadzona jest z wewnętrznej perspektywy inwestora – zarządcy infrastruktury kolejowej³⁹⁷. Ocena ta, jak już wspomniano w rozdziale pierwszym, koncentruje się na finansowej efektywności inwestycji i przedstawia finansowe konsekwencje proponowanego przedsięwzięcia.

Dla dużych inwestycji o charakterze publicznym, do których należy zaliczyć przedsięwzięcia związane z modernizacją lub budową nowej linii kolejowej, kluczowe znaczenie ma ocena ekonomiczna. Daje ona bowiem spojrzenie na efektywność przedsięwzięcia w szerszym zakresie, tj. ze społeczno-ekonomicznego punktu widzenia. Analiza ta umożliwia identyfikację przedsięwzięć, które są nieopłacalne dla inwestora, ale są wartościowe społecznie i powinny być realizowane. Dotyczy to zwłaszcza inwestycji generujących istotne korzyści zewnętrzne, których wycena powinna być włączona do analizy w ramach oceny ekonomicznej efektywności tychże inwestycji.

Wartościowanie wszystkich kosztów i korzyści, generowanych przez dane przedsięwzięcie inwestycyjne, obarczone jest pewnymi błędami szacowania. Dlatego też ważnym etapem oceny przedsięwzięć inwestycyjnych w sektorze infrastruktury kolejowej jest analiza i ocena ryzyka danej inwestycji.

Proces oceny efektywności inwestycji infrastrukturalnych musi być prowadzony w sposób jasny i systematyczny, tak aby wyniki były jednoznaczne i nie budziły kontrowersji. Wydaje się zasadnym, że wymaga to określenia kolejności wykonywania analiz oraz ich struktury wewnętrznej.

Biorąc pod uwagę przesłanki praktyczne można przyjąć, że w pierwszej kolejności powinna być wykonywana analiza finansowa, a następnie analiza ekonomiczna. Rachunek efektywności finansowej inwestycji obejmuje mniejszą liczbę strumieni pieniężnych (nakłady inwestycyjne, koszty eksploatacji i korzyści bezpośrednie), dlatego jest mniej pracochłonny. Analiza ta umożliwia eliminację tych przedsięwzięć, które należy pominąć w dalszej ocenie (zgodnie z przyjętymi kryteriami), a tym samym zmniejszyć liczbę ocenianych wariantów inwestycyjnych. W analizie ekonomicznej efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, już dla wybranych wariantów wykorzystywane są te strumienie pieniężne, które oszacowane zostały dla potrzeb analizy finansowej oraz możliwe koszty i korzyści zewnętrzne.

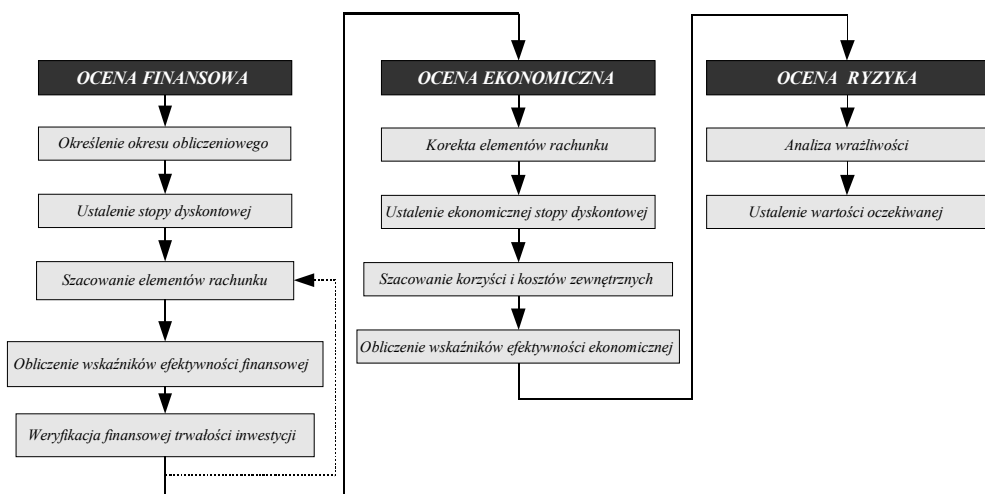
Taka kolejność analiz umożliwia:

- ❖ wybór wariantu efektywnego finansowo lub wariantu najmniej nieefektywnego,

³⁹⁷ Największym zarządcą infrastruktury kolejowej w Polsce jest spółka PKP PLK S.A. Dlatego też, pomimo, że w Polsce funkcjonują inne podmioty posiadające infrastrukturę kolejową i zarządzające nią, w dalszej części pracy rozważania będą odnosić się do ww. Spółki.

- ❖ wybór wariantów wykazujących trwałość finansową,
- ❖ ograniczenie liczby wariantów inwestycyjnych uwzględnianych w analizie i ocenie ekonomicznej.

Przykładowy proces oceny efektywności inwestycji, w którym analiza finansowa wykonywana jest jako pierwsza, przedstawiono na rysunku 3.2.



Rys. 3.2. Proces oceny efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego w sektorze publicznym

Źródło: Opracowanie własne.

W praktyce analiza finansowa wykonywana jako pierwsza traktowana była niekiedy jako jedyna dla potrzeb podejmowania decyzji o realizacji przedsięwzięć³⁹⁸. Tymczasem sama ocena finansowa nie może być podstawą do podejmowania decyzji o przyjęciu bądź odrzuceniu przedsięwzięć o charakterze publicznym. Dlatego do oceny inwestycji, które mają: charakter obiektów użyteczności publicznej, duży zasięg przestrzenny oddziaływania, dużą rolę i znaczenie dla życia społeczno-gospodarczego kraju bądź jego regionów, kluczowe znaczenie ma efektywność ekonomiczna. Do grupy tego typu inwestycji bez wątplenia należą kolejowe przedsięwzięcia infrastrukturalne, w szczególności dotyczące modernizacji lub budowy nowej linii kolejowej. Inwestycje te gene-

³⁹⁸ Bardzo istotnym problemem studiów wykonalności, w tym również dotyczących przedsięwzięć transportowych, realizowanych na potrzeby aplikowania o współfinansowanie z Funduszu Spójności w okresie programowania 2000-2006 była koncentracja tylko na analizie i ocenie finansowej i zbyt pobieżne prowadzenie lub zgoła brak analizy i oceny ekonomicznej. W konsekwencji prowadziło to do zawieszenia wsparcia dla danego przedsięwzięcia. Patrz: M. Florio: *Evaluating Structural and Cohesion Funds Programmes. Cost-Benefit Analysis and the European union Cohesion Fund: On the Social Cost of Capital and Labour*. Regional Studies, Vol. 42, April 2006, s. 212.

rują szeroki wachlarz efektów zewnętrznych, między innymi środowiskowych i regionalnych, dlatego, w odniesieniu do oceny finansowej, która najczęściej wykazuje brak efektywności tego typu inwestycji, to właśnie wyniki oceny ekonomicznej są podstawą do podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Nieco inaczej zagadnienie kolejności analiz finansowej i ekonomicznej należy postrzegać z punktu widzenia Unii Europejskiej. Z tej perspektywy na pierwsze miejsce wysuwa się problem zasadności współfinansowania danego przedsięwzięcia inwestycyjnego, a dopiero w drugiej kolejności potrzeba wsparcia unijnego. Kolejność tych problemów odzwierciedlona jest w dwóch następujących pytaniach sformułowanych w dokumencie „*Guidance on the methodology for carrying out Cost-Benefit Analysis. Working Document 4. The New Programming period 2007-2013*”:

1. Czy przedsięwzięcie inwestycyjne warte jest współfinansowania przez Unię Europejską?
2. Czy projektowane przedsięwzięcie potrzebuje wsparcia finansowego z funduszy Unii Europejskiej?³⁹⁹

Odpowiedzi na te dwa kluczowe pytania dostarczają w kolejności: ocena ekonomiczna oraz finansowa. Można zatem stwierdzić, że ocena ekonomiczna powinna być wykonywana jako pierwsza, brak bowiem efektywności ekonomicznej dyskwalifikuje przedsięwzięcie z grupy inwestycji, które mogą uzyskać wsparcie ze środków Wspólnoty. Abstrahując od wymagań i celów unijnych, już sam publiczny charakter kolejowych inwestycji infrastrukturalnych oraz generowanie istotnych efektów zewnętrznych decydują o pierwszoplanowym znaczeniu oceny ekonomicznej.

W praktyce jednak analizy te prowadzone są równolegle, ponieważ do ustalenia efektywności ekonomicznej potrzebne są szacunki podstawowych elementów rachunku efektywności, czyli strumieni pieniężnych związanych z nakładami, przychodami i kosztami operacyjnymi, czyli przepływami potrzebnymi do ustalenia efektywności finansowej. Należy nadmienić, że zgodnie z obowiązującymi w Polsce wytycznymi przedstawionymi w Niebieskiej Księdze, w analizie efektywności ekonomicznej nie uwzględnia się przychodów operacyjnych⁴⁰⁰. Takie podejście wydaje się być jednak sprzeczne z zasadami rachunku efektywności inwestycji, w szczególności z zasadami porównywalności i kompleksowości. Wydaje się zasadne, że w rachunku tym powinny być uwzględniane m.in. zarówno koszty, jak i przychody operacyjne.

Można zatem przyjąć, że rachunek efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych obejmuje:

³⁹⁹ *Guidance on the methodology...*, op. cit., s. 6.

⁴⁰⁰ *Niebieska Księga...*, op. cit., s. 28-38.

1. Ustalenie okresu obliczeniowego.
2. Wybór finansowej i społecznej stopy dyskontowej.
3. Oszacowanie elementów rachunku efektywności – nakładów inwestycyjnych, kosztów eksploatacyjnych oraz przychodów.
4. Korektę strumieni pieniężnych na potrzeby oceny ekonomicznej.
5. Oszacowanie efektów zewnętrznych.
6. Obliczenie wskaźników efektywności.
7. Weryfikację finansowej trwałości inwestycji.
8. Analizę i ocenę ryzyka.

Rachunek efektywności przeprowadza się dla wszystkich zidentyfikowanych i przyjętych do analizy wariantów inwestycyjnych. Dlatego też identyfikacja tych wariantów musi być dokonana przed analizą efektywności.

3.4. Identyfikacja wariantów przedsięwzięcia inwestycyjnego dla potrzeb analizy efektywności

W zasadzie każda inwestycja w infrastrukturze kolejowej, modernizacja czy też budowa nowej linii, może być realizowana w różnych wariantach, których w zależności od uwarunkowań konstrukcyjno-technologicznych oraz założonych celów dla danego przedsięwzięcia, może być wiele. Przed przystąpieniem do oceny efektywności poszczególnych wariantów muszą być one zidentyfikowane i opisane we wstępnym etapie procesu budżetowania przedsięwzięcia. Kluczową kwestią dla poprawności całej oceny finansowej (jak również ekonomicznej) jest jednoznaczne określenie wariantu zakładającego brak inwestycji. Wynika to wprost z zastosowania zasady przyrostowości, zgodnie z którą w rachunku efektywności należy uwzględniać różnicę między przewidywanymi strumieniami pieniężnymi, występującymi wówczas gdy przedsięwzięcie jest realizowane, a strumieniami, które wystąpią, gdy inwestycja nie jest realizowana. Podstawą realności oceny jest właściwe oszacowanie strumieni przyrostowych (różnicowych), czyli takich, które wynikają z realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego. Wymaga to określenia wiarygodnego wariantu odniesienia (*wariantu bez inwestycji*), który zostanie przyjęty jako bazowy dla potrzeb szacowania strumieni pieniężnych.

Zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej zasadne jest rozważenie dwóch możliwych wariantów:

- ❖ „nic nie robić” (*do-nothing*),
- ❖ minimalnego (*do-minimum*)⁴⁰¹.

⁴⁰¹ *Guide to cost-benefit analysis...*, op. cit., s. 30.

Zdefiniowanie wariantu bez inwestycji pozwala obliczyć strumienie przyrostowe. Są one różnicą pomiędzy wariantem inwestycyjnym („zrobić coś”), a wariantem bez inwestycji (wariant „nie robić nic” bądź wariant minimum).

Podobne zalecenia formułowane są w przywoływanej już wcześniej Niebieskiej Księdze. Jednakże według zawartych tam wskazówek wariant minimalny nie jest wariantem inwestycyjnym, ponieważ zakłada poniesienie odpowiednich kosztów na utrzymanie lub częściową modernizację istniejącej infrastruktury w celu uniknięcia pogorszenia się jej stanu⁴⁰².

Jak twierdzą P. Mackie i J. Preston, którzy badali błędy popełniane w ocenie transportowych przedsięwzięć inwestycyjnych w Wielkiej Brytanii, wariant „nie robić” w przypadku linii kolejowych charakteryzujących się stałym poziomem kosztów ponoszonych w ostatnich latach na utrzymanie i remonty, w rzeczywistości jest wariantem „robić gorzej”. Wynika to z faktu wystąpienia negatywnych konsekwencji związanych z redukcją prędkości kursowania pociągów, wzrostu ich opóźnień, pogorszenia się jakości usługi transportowej, itp. Dlatego wariantem bez inwestycji, w przypadku infrastrukturalnych przedsięwzięć kolejowych, winien być wariant minimalny, który zakłada ponoszenie kosztów (związanych z remontami i odnową), zapewniających utrzymanie bieżącego poziomu usług⁴⁰³.

Podejście to w odniesieniu do infrastruktury kolejowej wydaje się być słuszne, jednakże w warunkach polskich, ze względu na zły stan infrastruktury kolejowej wynikający z dekapitalizacji, jak również z uwagi na sytuację ekonomiczno-finansową spółki PKP PLK S.A., wymaga dokładniejszego zdefiniowania. W przeciwnym razie prowadzić będzie do zasadniczych nieprawidłowości w rachunku efektywności, na co wskazują doświadczenia polskie z lat 2004-2007. W okresie tym wariant bez inwestycji określany był zazwyczaj jako wariant „robić minimum”. W praktyce polegało to na takim zakresie prac modernizacyjnych, które pozwalały przywrócić pierwotne parametry techniczne linii. Taki zakres prac wymagał jednak, ze względu na aktualny stan infrastruktury i możliwości finansowania PKP PLK S.A., pozyskiwania zewnętrznych źródeł finansowania. Wariantem bez inwestycji (odniesienia) powinien być wariant gwarantujący utrzymanie dotychczasowych parametrów technicznych linii. Założenie to jest zbieżne ze stanowiskiem, jakie prezentują P. Mackie i J. Preston, a także, jak zauważa T. Dyr, jest zgodne z teorią ekonomii, która zakłada, że wariantem odniesienia (*wariantem bez inwestycji*) nie powinien być inny wariant inwestycyjny⁴⁰⁴.

⁴⁰² Niebieska Księga ..., op. cit., s. 12.

⁴⁰³ P. Mackie, J. Preston: *Twenty-one sources...*, op. cit., s. 2.

⁴⁰⁴ T. Dyr: *Szacowanie strumieni pieniężnych dla potrzeb analizy efektywności finansowej przedsięwzięć inwestycyjnych w infrastrukturze kolejowej*. [w:] *Unia Europejska. Wpływ na rozwój Polski*. Monografia. Red. M. Kotowska-Jelonek. Seria: M5. Monografie, studia, rozprawy. Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2008, s. 37.

Teoretycznie sytuacja, gdy strumienie pieniężne są obliczane jako różnica pomiędzy przepływami pieniężnymi dwóch wariantów inwestycyjnych jest możliwa (występuje wtedy tzw. przedsięwzięcie przyrostowe), a jej rozważanie jest zasadne w przypadku przeciwstawnych wskazań podstawowych miar efektywności inwestycji, tj. wartości bieżącej netto i wewnętrznej stopy zwrotu.

W ocenie kolejowych inwestycji infrastrukturalnych, wariant bez inwestycji powinien zapewnić utrzymanie aktualnego poziomu usług transportowych, co wiąże się z utrzymaniem bieżących parametrów technicznych linii, przy czym wariant ten powinien być finansowany ze środków własnych zarządcy infrastruktury. Takie podejście może budzić wątpliwości w odniesieniu do możliwości zaplanowania w ekonomicznym cyklu życia inwestycji (najczęściej kilkudziesięcioletnim) zakresu niezbędnych do wykonania prac, które nie będą, z jednej strony, prowadziły do pogorszenia stanu technicznego linii, z drugiej zaś nie spowodują poprawy tego stanu. Jednakże chodzi tu przede wszystkim o zmiany zasadnicze, których efektem jest podniesienie poziomu oferowanych usług. A zatem wariant inwestycyjny polegający na przywróceniu linii kolejowej jej pierwotnej użyteczności, w momencie, gdy aktualnie użyteczność ta jest znacznie mniejsza (np. występują liczne ograniczenia prędkości), czyli tzw. rehabilitacja linii, nie może być traktowany jako wariant bez inwestycji, który stanowi podstawę do obliczenia przyrostowych strumieni pieniężnych dla każdego innego wariantu inwestycyjnego.

Ponadto przyjmowanie inwestycyjnego wariantu minimalnego jako podstawy do oszacowania strumieni pieniężnych stanowi błąd metodyczny, ponieważ w ramach tych rachunków nakłady inwestycyjne wariantu inwestycyjnego byłyby pomniejszone o nakłady inwestycyjne wariantu minimalnego, co prowadziłoby do problemów związanych z płynnością finansową przedsięwzięcia. W wariantcie bez inwestycji nie mogą więc wystąpić żadne nakłady inwestycyjne.

3.5. Szacowanie parametrów rachunku efektywności finansowej i ekonomicznej inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym

3.5.1. *Okres obliczeniowy w rachunku efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych*

Jednym z istotnych problemów, występujących w ocenie efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych ze względu na ich długi ekonomiczny cykl życia, jest określenie długości okresu obliczeniowego. Okres ten, przyjmowany do obliczeń wartości bieżącej netto w przypadku przedsięwzięć infrastrukturalnych w transporcie kolejowym, najczęściej nie obejmuje całego ekonomicznego cyklu życia inwestycji. W ramach tego okresu uwzględnia się fazy:

przedinwestycyjną, inwestycyjną i część fazy operacyjnej ekonomicznego cyklu życia inwestycji. Dla tak wyrażonego w latach czasu przygotowywane są prognozy kosztów i korzyści związane z inwestycją; przeprowadzany jest także rachunek dyskonta.

Długość tego okresu ma wpływ na wartość miar efektywności kolejowych przedsięwzięć infrastrukturalnych⁴⁰⁵. W odniesieniu do przedsięwzięć typowych, im dłuższy okres obliczeniowy, tym uzyskuje się korzystniejsze wskaźniki *NPV* i *IRR*. Z drugiej jednak strony szacowanie przepływów pieniężnych w perspektywie kilkudziesięcioletniej obarczone jest znacznym stopniem niepewności. Dlatego okres obliczeniowy stanowi istotny parametr rachunku efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych.

W literaturze przedmiotu znanych jest wiele metod ustalania długości okresu obliczeniowego. Jednakże nie wszystkie z nich mogą być zastosowane w odniesieniu do kolejowych przedsięwzięć infrastrukturalnych. Spośród metod przedstawionych w rozdziale pierwszym problematyczne może być zastosowanie:

- ❖ metody opartej na okresie kredytowania – ponieważ inwestycje tego typu nie mogą być finansowane wyłącznie z kredytu ze względu na bardzo dużą kapitałochłonność,
- ❖ metody opartej na rosnącej różnicy kosztów – ze względu na trudności z szacowaniem kosztów w perspektywie kilkudziesięciu lat, zarówno w odniesieniu do eksploatowanej infrastruktury, jak i nowej, która miałaby ją zastąpić,
- ❖ metody malejącej nadwyżki – ze względu na brak jasnych wytycznych dotyczących ustalenia tej nadwyżki (według przepisów wykonawczych PKP PLK S.A. przychody z udostępniania linii kolejowych powinny pokrywać koszty związane z ich obsługą) oraz trudności z szacowaniem strumieni pieniężnych w perspektywie kilkudziesięciu lat (w praktyce szacowania kosztów i przychodów związanych z eksploatacją linii kolejowych w końcowych latach okresu obliczeniowego czasami zakłada się ich stabilizację, co wyklucza określenie końca okresu obliczeniowego),
- ❖ metody maksymalizacji wartości bieżącej (maksymalizacji *NPV*) – ponieważ metoda ta nie ma uzasadnienia; nie wynika ona z racjonalnych przesłanek ani teoretycznych, ani praktycznych w odniesieniu do tego typu inwestycji.

Pozostałe metody, tj.: odwrotności stawek amortyzacyjnych, oprocentowania składek amortyzacyjnych, okresu ekonomicznie pewnej eksploatacji, okresu normalnej eksploatacji, malejącego znaczenia sald przepływów pieniężnych, do-

⁴⁰⁵ Szerzej na ten temat patrz: P.R. Kozubek: *Ekonomiczny cykl życia kolejowych inwestycji infrastrukturalnych*. TTS 2008, Nr 4, s. 56-61.

świadczenia i analiz marketingowych wydają się być możliwe do zastosowania. Kalkulacje długości okresów obliczeniowych z wykorzystaniem ww. metod przeprowadzone zostały na podstawie szacunkowych wielkości określonych w oparciu o dane ze studium wykonalności modernizacji odcinka linii kolejowej o długości ok. 94 km. Modernizacja ta zakładała dostosowanie linii do prowadzenia ruchu z prędkością 160 km/h w ruchu pasażerskim przy zastosowaniu taboru klasycznego, i prędkości ponad 160 km/h (maksymalnie do 200 km/h) przy zastosowaniu taboru z wychylnym pudłem oraz 120 km/h w ruchu towarowym⁴⁰⁶.

Ustalenie długości okresu obliczeniowego na podstawie odwrotności stawek amortyzacyjnych wymaga określenia średniej ważonej stawek amortyzacji grup środków trwałych, powstałych w wyniku realizacji przedsięwzięcia, oszacowania okresu operacyjnego oraz długości fazy inwestycyjnej. Nakłady inwestycyjne w środki trwałe z podziałem na grupy rodzajowe dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X, stawki amortyzacji oraz wyliczoną wartość średnią ważoną stawek przedstawiono w tabeli 3.6. Nakłady inwestycyjne ponoszone są w ciągu 5. lat.

Tabela 3.6. Wartość i struktura nakładów inwestycyjnych w środki trwałe dla przedsięwzięcia modernizacji przykładowej linii kolejowej X

Lp.	Rodzaj robót	Nakłady [tys. zł]	Udział [%]	Stawka amortyzacji	Stawka ważona
1.	Drogi kolejowe	1 138 246	54,0%	4,5%	2,4%
2.	Sieci trakcyjne i zasilanie	242 284	11,5%	4,5%	0,5%
3.	Obiekty inżynieryjne	241 900	11,5%	4,5%	0,5%
4.	Budynki i budowle	54 652	2,6%	2,5%	0,1%
5.	Urządzenia SRK	198 441	9,4%	4,5%	0,4%
6.	Sieci i urządzenia teletechniczne oraz elektroenergetyki nietrakcyjnej	186 472	8,9%	4,5%	0,4%
7.	Skrzyżowania dróg z koleją	44 145	2,1%	4,5%	0,1%
8.	Razem inwestycje (poz. 1-7)	2 106 140	100,0%	–	–
9.	Średnia ważona stawka amortyzacji	–	–	–	4,4%

Źródło: Opracowanie własne.

⁴⁰⁶ Do szacunków wykorzystano dane części finansowo-ekonomicznej studium wykonalności przedsięwzięcia realizowanego przy współudziale autora w latach 2006-2007. Ze względu na konieczność zachowania tajemnicy przedsiębiorcy oznaczenie wspomnianej linii kolejowej nie będzie ujawnione.

Średnią ważoną stawek amortyzacji grup środków trwałych wyliczono na podstawie wag, za które przyjęto udział wartości nakładów środków trwałych danej grupy w ogólnej wartości nakładów inwestycyjnych, oraz stawek amortyzacji dla danej grupy przyjętych na poziomie:

- ❖ dla budynków i budowli oraz urządzeń w nich zainstalowanych – 2,5%;
- ❖ dla pozostałych składników majątku – 4,5%⁴⁰⁷.

Okres operacyjny wyznaczony na podstawie średniej ważonej stawek amortyzacji, dla tego przypadku, wynosi:

$$n_{op} = \frac{1}{4,4\%} = 22,5 \approx 23 \text{ lata} \quad (3.1)$$

Okres obliczeniowy jest tu równy sumie okresu operacyjnego i okresu inwestycyjnego, i wynosi:

$$n = 5 + 23 = 28 \text{ lat} \quad (3.2)$$

Koncepcja określenia okresu obliczeniowego na podstawie oprocentowania składek amortyzacyjnych również wykorzystuje wartość średnią ważoną stawek amortyzacji. Wymaga także określenia stopy procentowej rachunku, na którym gromadzone byłyby odpisy amortyzacyjne, aż do momentu zrównoważenia nakładu poniesionego na środki trwałe. Oprocentowanie rachunku jest bardzo zróżnicowane w zależności od banku oraz rodzaju rachunku. Dotyczy to zarówno zwykłych rachunków, depozytowych rachunków firmowych oraz lokat. Zmiana stopy procentowej w zakresie 2,6%-5% powoduje zmianę okresu operacyjnego o 2 lata. Ze względu na tak niewielką różnicę, do obliczeń przyjęto stopę procentową w wysokości 4,25%.

Okres operacyjny wyznaczony na podstawie tej metody wynosi:

$$n_{op} = \frac{\log \frac{4,4\% + 4,25\%}{4,4\%}}{\log(1 + 4,25\%)} = 16,11 \approx 16 \text{ lat} \quad (3.3)$$

a okres obliczeniowy:

$$n = 5 + 16 = 21 \text{ lat} \quad (3.4)$$

⁴⁰⁷ Stawki amortyzacji przyjęto na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 30 grudnia 1999 r. w sprawie Klasyfikacji Środków Trwałych (KŚT) DzU 1999 Nr 112, poz. 1317 oraz ustawy z dnia 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych. DzU 1992 Nr 21, poz. 86. Załącznik nr 1: Wykaz rocznych stawek amortyzacyjnych.

Koncepcja okresu ekonomicznie pewnej eksploatacji zbudowana jest na podstawie techniczno-ekonomicznej charakterystyki obiektów powstałych w wyniku inwestycji i analizy warunków ich wykorzystania w danej branży. Dla dróg kolejowych okres żywotności wynosi 20-40 lat⁴⁰⁸.

Według koncepcji opartej na okresie normalnej eksploatacji, okres obliczeniowy obejmuje fazę inwestycyjną i czas 5-6 lat potrzebnych na rozruch produkcji, i kilka lat normalnej eksploatacji. Dla badanego przedsięwzięcia okres obliczeniowy wynosiłby zatem, przyjmując pięcioletni czas potrzebny na rozruch i normalną eksploatację oraz pięcioletni okres fazy inwestycyjnej, 10 lat.

Koncepcja malejącego znaczenia sald przepływów pieniężnych wymaga ustalenia wartości współczynnika dyskontowego dla kolejnych lat. Granicą okresu obliczeniowego w tym wypadku jest rok, po którym znaczenie sald jest tak małe, że można je pominąć. Przyjmując założenie, że wielkość nakładów inwestycyjnych na potrzeby realizacji studium wykonalności szacowana jest z dokładnością 10%, należy określić rok, od którego współczynnik dyskontujący zacznie osiągać wartości poniżej tej granicy. Dla stopy dyskontowej równej 5% nastąpi to w 48 roku.

Według koncepcji opartej na doświadczeniu i analizach marketingowych okres ten określa się na podstawie wiedzy o wcześniej realizowanych przedsięwzięciach. Opracowywane w ostatniej dekadzie w Polsce analizy i oceny efektywności inwestycji w infrastrukturę kolejową zakładały różne horyzonty czasowe, które wynosiły: 25, 30 i 31 lat. Również wytyczne Komisji Europejskiej, dotyczące przygotowania studiów wykonalności inwestycji w zakresie infrastruktury transportowej, zalecają przyjmowanie okresu obliczeniowego z przedziału 15-30 lat, przy czym dla inwestycji kolejowych rekomendowany czas obliczeniowy wynosi 30 lat⁴⁰⁹.

Tak więc, w zależności od sposobu określenia okresu obliczeniowego, wynosi on od 10 do 48 lat. Okres obliczeniowy dla przykładowej inwestycji infrastrukturalnej w transporcie kolejowym obliczony z zastosowaniem różnych metod przedstawiono w tabeli 3.7.

Okres obliczeniowy wyznaczony na podstawie odwrotności stawek amortyzacyjnych i oprocentowania składek amortyzacyjnych może być różny dla różnych inwestycji, a nawet dla różnych wariantów inwestycyjnych tego samego przedsięwzięcia. Ponadto, w przypadku dwóch pierwszych metod, stawki amortyzacyjne nie przedstawiają rzeczywistego tempa zużycia środków trwałych. Dlatego też dla metod tych, choć możliwych do zastosowania z teoretycznego punktu widzenia, nie ma uzasadnienia ich wykorzystania

⁴⁰⁸ *Rozwój infrastruktury...*, op. cit., s. 20.

⁴⁰⁹ *Guidance on the methodology...*, op. cit., s. 35.

w szacowaniu okresu obliczeniowego na potrzeby oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych.

Tabela 3.7. Szacowana długość ekonomicznego cyklu życia inwestycji według różnych koncepcji dla przykładowej inwestycji modernizacyjnej linii kolejowej X

Koncepcja ustalania długości ekonomicznego cyklu życia inwestycji	Długość ekonomicznego cyklu życia inwestycji [lata]
odwrotność stawek amortyzacyjnych	28
oprocentowanie składek amortyzacyjnych	21
okres pewnej eksploatacji	20-40
okres normalnej eksploatacji	10
malejące znaczenie sald przepływów pieniężnych	48
doświadczenie i analizy marketingowe	25-31

Źródło: Opracowanie własne.

Szacowanie okresu obliczeniowego na podstawie malejącego znaczenia sald przepływów pieniężnych zależy od przyjętej stopy dyskontowej. Przy dużej stopie dyskontowej utrata znaczenia sald przepływów pieniężnych następuje szybciej niż przy stopie małej. Zastosowanie tej metody w przypadku kolejowych inwestycji infrastrukturalnych może być problematyczne ze względu na różny poziom finansowej i społecznej stopy dyskontowej. Ponadto, szacunki przepływów pieniężnych w okresie pięćdziesięcioletnim i dłuższym obciążone są dużym stopniem niepewności.

Koncepcja pewnej eksploatacji infrastruktury w przypadku linii kolejowej jest dość nieprecyzyjną podstawą określenia okresu obliczeniowego. Okres obliczeniowy ustalony za pomocą tej metody może być odmienny dla różnych przedsięwzięć czy też wariantów inwestycji. Aczkolwiek, biorąc pod uwagę żywotność linii kolejowej, jak również doświadczenie i analizę marketingową, można przyjąć okres obliczeniowy dla infrastruktury kolejowej wynoszący 30 lat. Ten horyzont czasu jest zgodny z wytycznymi Komisji Europejskiej.

3.5.2. Określenie finansowej i ekonomicznej stopy dyskontowej

Drugim, obok okresu obliczeniowego, parametrem niezbędnym do ustalenia efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych, jest stopa dyskontowa. Od jej wartości może zależeć nie tylko jaką wielkość osiągnie wartość bieżąca netto inwestycji, ale przede wszystkim czy będzie to wartość decydują-

ca o przyjęciu lub odrzuceniu przedsięwzięcia. Dla przedsięwzięć typowych, wraz ze wzrostem wielkości stopy dyskontowej maleje wartość bieżąca netto. Przyjęcie właściwej stopy dyskontowej jest więc bardzo istotnym warunkiem poprawności rachunku efektywności inwestycji przeprowadzanym za pomocą metod dyskontowych.

Analiza w ramach ewaluacji efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych prowadzona jest w aspekcie oceny finansowej i ekonomicznej. Przyjęcie, jako miary efektywności w ramach tych działań, finansowej wartości bieżącej netto (*FNPV*) i ekonomicznej wartości bieżącej netto (*ENPV*), determinuje potrzebę określenia dwóch stóp dyskontowych. W odniesieniu do oceny finansowej jest to *finansowa stopa dyskontowa* (ang. *financial discount rate*, *FDR*), natomiast dla przeprowadzenia oceny ekonomicznej stosuje się społeczną stopę dyskontową (ang. *social discount rate*, *SDR*).

W praktyce, wartość obydwu tych stóp może być zbliżona, a nawet taka sama. Błędem byłoby jednak założenie, że pomiędzy tymi stopami nie ma różnicy. Wynikają one w głównej mierze z zadań, jakie są stawiane przed finansową i ekonomiczną oceną przedsięwzięcia, a także z niedoskonałości rynków finansowych, spowodowanych np.: monopolem, podatkami, reglamentacją, cłami, cenami taryfowymi, itp. W związku z powyższym należy oddzielnie rozważyć szacowanie finansowej i społecznej stopy dyskontowej.

Ze względu na zachowanie zasady spójności w szacowaniu finansowej stopy dyskontowej w pierwszej kolejności należy określić czy w rachunku dyskontowym będzie stosowana stopa nominalna, czy też rzeczywista (realna), co wiąże się z zastosowaniem cen stałych lub nominalnych do szacowania przepływów pieniężnych.

Samo przewidywanie poziomu inflacji, jak również szacowanie przyszłych przepływów pieniężnych z jej uwzględnieniem, jest obarczone dużym marginesem błędu. Szczególnie jest to istotne dla przedsięwzięć o długim ekonomicznym cyklu życia, do których zalicza się kolejowe inwestycje infrastrukturalne. Zastosowanie realnej stopy dyskontowej i cen stałych pozwala wyeliminować ten błąd z rachunku efektywności inwestycji.

Drugą istotną kwestią jest uwzględnienie ryzyka w stopie dyskontowej. Zagadnienie to jest szczególnie ważne w aspekcie przeprowadzania analizy i oceny ryzyka. Uwzględnienie w stopie dyskontowej premii za ryzyko oraz późniejsze przeprowadzenie oceny ryzyka, np. za pomocą metod probabilistyczno-statystycznych lub symulacji Monte Carlo byłoby błędne, ponieważ prowadziłoby do mierzenia ryzyka od ryzyka. A zatem stopy dyskontowe (*FDR* i *SDR*), stosowane w ocenie kolejowych inwestycji infrastrukturalnych, nie powinny obejmować premii za ryzyko.

Trzecim kluczowym zagadnieniem jest określenie, w jaki sposób zostanie ustalona stopa dyskontowa. Niejednokrotnie stosowane finansowe stopy dyskontowe określane są nie na podstawie modeli teoretycznych, lecz w oparciu o inne, bardziej pragmatyczne podejścia. Przykładem są finansowe oceny transportowych przedsięwzięć infrastrukturalnych, w tym także kolejowych, wykonywane w różnych państwach europejskich, w ramach aplikowania o fundusze UE, na potrzeby których *FDR* wyznaczana była na podstawie:

- ❖ długookresowych, wolnych od ryzyka obligacji – dla inwestycji publicznych lub częściowo publicznych; jako *FDR* przyjmuje się w tym przypadku rzeczywistą stopę procentową obligacji publicznych o terminie płatności równoważnym do horyzontu czasu przedsięwzięcia (dla inwestycji kolejowych 30 lat),
- ❖ oficjalnej rządowej stopy dyskontowej – wiele krajów ma oficjalnie ustaloną stopę dyskontową; zaletą takiego rozwiązania, pomimo pewnych kontrowersji, jest to, że wszystkie przedsięwzięcia są oceniane przy jednakowej stopie dyskontowej,
- ❖ rzeczywistej stopy zwrotu z obligacji *EBI* o równoważnym terminie zapadalności do okresu obliczeniowego przedsięwzięcia – uzasadnieniem takiego podejścia jest fakt, że z punktu widzenia podatnika UE obligacje *EBI* są wolną od ryzyka alternatywą dla innych inwestycji finansowych,
- ❖ zaleceń Komisji Europejskiej – zgodnie z wytycznymi dotyczącymi opracowywania studiów wykonalności dla przedsięwzięć, dla których aplikuje się o dofinansowanie z funduszy UE⁴¹⁰.

Doświadczenia związane z wnioskami składanymi o dofinansowanie przedsięwzięć inwestycyjnych przez państwa członkowskie UE w ramach Funduszu Spójności w poprzednim okresie budżetowania (2000-2006) pokazują, że obliczanie stóp dyskontowych było często niewłaściwe⁴¹¹. Finansowe stopy dyskontowe stosowane w różnych krajach, korzystających z funduszy UE, wykazywały znaczne zróżnicowanie. W odniesieniu do inwestycji transportowych, w latach 2000-2006, w zależności od państwa, wynosiły one od 5% do 10% (a w odniesieniu do innych obszarów inwestycyjnych nawet od 3% do 11%). Ponadto w niektórych przypadkach, różne *FDR* stosowane były w tym samym kraju dla różnych projektów. Należy nadmienić, że zgodnie z zaleceniami Komisji Europejskiej, beneficjenci winni w tym okresie stosować finansową stopę dyskontową w wysokości 6% – dla krajów byłej piętnastki oraz 8% – dla państw korzystających uprzednio z funduszy przedakcesyjnych.

⁴¹⁰ M. Florio: *Evaluating Structural...*, op. cit., s. 215.

⁴¹¹ Tamże, s. 212.

Tabela 3.8 przedstawia finansowe stopy dyskontowe stosowane w wybranych przedsięwzięciach transportowych.

Tabela 3.8. Finansowa stopa dyskontowa w wybranych projektach transportowych

Kraj	Projekt	Stopa dyskontowa [%]
Hiszpania	Ampliacion del aeropuerto de Madrid/Barajas	5
	Ligne TGV Madrid – Barcelona – France	6
	Ampliacion del puerto de la Estaca	
	Autoroute Albacete – Murcia	
Francja	Port 2000 – Le Havre	8
Irlandia	Dublin Port Lo – lo	10
	DART Rail extensions	5
Grecja	Sample of transport infrastructures	5

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: M. Florio: *Evaluating Structural...*, op. cit., s. 215.

Zróźnicowanie *FDR* występowało także w Polsce. W analizie i ocenie kolejowych inwestycji infrastrukturalnych stosowane były finansowe stopy dyskontowe w wysokości: 5%, 6% i 8%. W zasadzie stopy te nie były szacowane z wykorzystaniem modeli teoretycznych, tylko określone na podstawie zaleceń przedstawionych w wytycznych Komisji Europejskiej dotyczących opracowywania studiów wykonalności w różnych okresach programowania.

Finansowa stopa dyskontowa, w tym aspekcie, ma istotny wpływ nie tylko na wielkość wskaźnika *NPV* jako miary efektywności, ale także na poziom współfinansowania przedsięwzięcia z funduszy unijnych. Zasadne jest zatem, przy określaniu *FDR* dla kolejowych przedsięwzięć infrastrukturalnych, uwzględnianie wytycznych Komisji Europejskiej.

Dla okresu budżetowania 2007-2013, ze względu na zmiany makroekonomiczne, jakie zaszły w UE, zmniejszona została wartość referencyjnej realnej *FDR* z 6% do 5%.⁴¹² W wytycznych brak jest jednak głębszego uzasadnienia dla takiej wielkości stopy dyskontowej. Jednocześnie Komisja dopuszcza stosowanie innej niż 5% finansowej stopy dyskontowej z uwagi na szczególne warunki makroekonomiczne w danym państwie członkowskim, charakter inwestora lub sektor, którego to dotyczy (np. transport, środowisko naturalne,

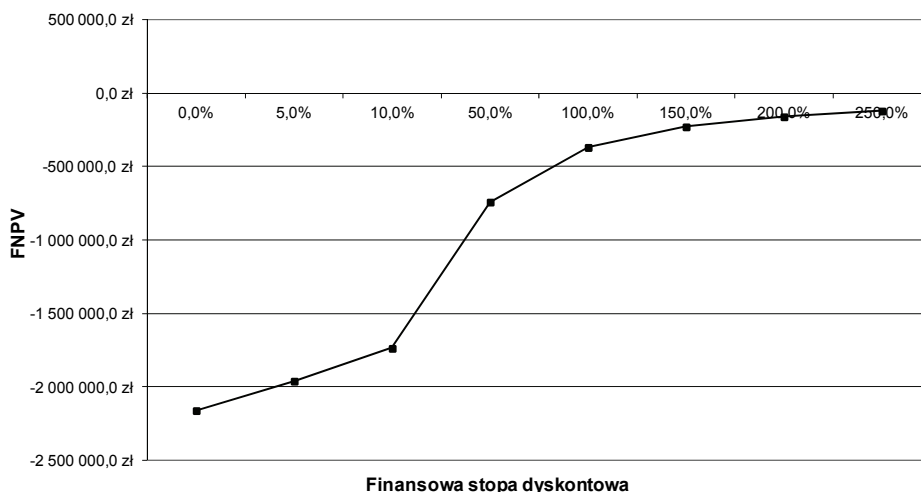
⁴¹² *Guidance on the methodology ...*, op. cit., s. 7.

energia, itp.) i zachęca państwa członkowskie do wprowadzenia własnych punktów odniesienia w zakresie stóp dyskontowych.

Komisja wskazuje również, że *FDR* powinna odzwierciedlać koszt alternatywny kapitału inwestora interpretowany jako zwrot z projektu będącego najlepszą alternatywą. Jej granicę powinien określać rzeczywisty średni ważony koszt kapitału dla danego przedsięwzięcia.

Zdaniem M. Florio, punktem odniesienia dla szacowania finansowej stopy dyskontowej dla przedsięwzięć współfinansowanych z Funduszu Spójności w bieżącym okresie programowania 2007-2013 może być rzeczywista stopa zwrotu EBI powiększona o korektę podatkową i powinna ona wynosić 3%-4%⁴¹³.

Inwestycje infrastrukturalne w obszarze transportu zazwyczaj charakteryzują się brakiem finansowej efektywności – wskaźnik *FNPV* jest mniejszy od zera. Zależność wskaźnika *FNPV* od wielkości *FDR* przedstawiono dla przykładowej linii kolejowej X na rysunku 3.3.



Rys. 3.3. Finansowa wartość bieżąca netto w zależności od finansowej stopy dyskontowej dla przedsięwzięcia modernizacji przykładowej linii kolejowej X

Źródło: Opracowanie własne.

Prezentowane przedsięwzięcie modernizacyjne charakteryzuje się ujemną finansową wewnętrzną stopą zwrotu ($FRR = -11,47\%$), a wartość wskaźnika *FNPV*, przy stopie *FDR* = 5% wynosi -1 958,9 tys. zł. Inwestycje, w których wewnętrzna stopa zwrotu przyjmuje wartości ujemne, charakteryzują się stosunkowo małą wrażliwością na zmianę stopy dyskontowej. Dochodzi tu rów-

⁴¹³ M. Florio: *Evaluating Structural...*, op. cit., s. 216.

niez do pewnego rodzaju paradoksu. Mianowicie zwiększenie stopy dyskontowej, czyli zaostrenie warunków dla danej inwestycji, skutkuje poprawą efektywności lub raczej zmniejszeniem nieefektywności. Wraz ze wzrostem stopy dyskontowej wartość wskaźnika *FNPV* dąży do zera. Dzieje się tak ze względu na bardzo duże ujemne wartości strumieni pieniężnych netto w początkowych latach okresu obliczeniowego i stosunkowo małe dodatnie przepływy pieniężne netto w latach kolejnych tego okresu.

Prezentowane przedsięwzięcie inwestycyjne cechuje się brakiem efektywności finansowej niezależnie od przyjętej stopy dyskontowej. Jednakże inwestycje, które cechują się brakiem efektywności finansowej (przy jednoczesnej efektywności ekonomicznej) kwalifikują się do współfinansowania z funduszy europejskich. Ponadto, wraz ze wzrostem finansowej stopy dyskontowej wzrasta wskaźnik dofinansowania, a co za tym idzie, wartość grantu UE. Wynika to z faktu generowania przez przedsięwzięcie wysokich nakładów inwestycyjnych w początkowych latach okresu obliczeniowego (przez co są one względnie nieczułe na zmianę *FDR*), podczas gdy przychody generowane są w późniejszych latach. Tak więc zmniejszenie finansowej stopy dyskontowej, z jednej strony, może skutkować mniejszym dofinansowaniem dla danego przedsięwzięcia, ale z drugiej stwarza to możliwość wsparcia większej liczby inwestycji.

Biorąc pod uwagę zarówno modele teoretyczne, jak i podejścia stosowane w praktyce, wydaje się, że określając *FDR* w warunkach polskich zasadne jest uwzględnienie:

- 1) oprocentowania długoterminowych, wolnych od ryzyka obligacji Skarbu Państwa,
- 2) oprocentowania długoterminowych kredytów *EBI*,
- 3) stopy dyskontowej zalecanej przez Komisję Europejską.

Problematyczne jest natomiast wykorzystanie metod teoretycznych szacowania stopy dyskontowej opartych na koszcie kapitału, tj. modelu wyceny aktywów kapitałowych (*CAMP*) i średniego ważonego kosztu kapitału. Zastosowanie modelu *CAMP* zakłada przyjęcie stopy dyskontowej na poziomie kosztu kapitału własnego przedsiębiorstwa. Stosuje się go w sytuacji, gdy inwestycje finansowane są z kapitału własnego. W przypadku infrastruktury kolejowej inwestycje finansowane są zazwyczaj z funduszy UE, dotacji budżetowych i uzupełniającą z długoterminowych instrumentów finansowych.

Istotą modelu średnio ważonego kosztu kapitału jest określenie stopy dyskontowej na podstawie poszczególnych składników kapitału przedsiębiorstwa, tj. kapitału akcyjnego i zadłużenia długoterminowego. W aktualnym stanie prawnym akcje PKP PLK S.A. nie mogą być przedmiotem publicznego obrotu. Nie można zatem wycenić ich wartości rynkowej, która byłaby odpowiednia do oszacowania *WACC*.

Wykorzystanie metody opartej na oprocentowaniu długoterminowych obligacji Skarbu Państwa ma również swoje ograniczenia. Są one wynikiem długiego ekonomicznego okresu życia kolejowych inwestycji infrastrukturalnych, który przekracza 30 lat, czyli okres, który zazwyczaj jest przyjmowany jako okres obliczeniowy w ocenie efektywności tego typu przedsięwzięć. Najdłuższy okres emisyjny obligacji skarbu państwa w Polsce, dostępny w ofercie publicznej, wynosi obecnie 10 lat. Oprocentowanie ustalane jest dla każdego rocznego okresu odsetkowego na podstawie stopy wzrostu cen towarów i usług konsumpcyjnych, przyjmowanej dla 12. miesięcy i ogłaszanej przez Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego w miesiącu poprzedzającym pierwszy miesiąc danego okresu odsetkowego, powiększonej o marżę, w pierwszym okresie odsetkowym – 1,55% i w następnych okresach odsetkowych o stałą marżę – 3,00%⁴¹⁴. W pierwszym okresie nominalna stopa procentowa wynosi 5,75% w skali roku.

Realna finansowa stopa dyskontowa obliczona jako różnica pomiędzy stopą nominalną a stopą inflacji, przy stopie inflacji na poziomie np. ok. 4% i stopie oprocentowania 10-letnich obligacji Skarbu Państwa na poziomie 5,75%, wyniesie:

$$FDR = 5,75\% - 4\% = 1,75\% \quad (3.5)$$

Zgodnie z drugą wymienioną metodą, *FDR* obliczana jest na podstawie oprocentowania długoterminowych kredytów *EBI*. Koszt kapitału w kredycie *EBI* wykorzystywanym w finansowaniu inwestycji infrastrukturalnych szacowany jest na podstawie stopy *EURIBOR*⁴¹⁵, która jest określana dla różnych okresów czasowych od jednego miesiąca do roku i marży banku. Marża ta wynosi ok. 0,25 punktu procentowego.

Biorąc pod uwagę aktualne wartości średnie stóp *EURIBOR* dla najdłuższego okresu czasowego równego 1 rok, które w latach 2006-2011 wynosiły: od 3,53% w 2006 r., 4,45% w 2007 r., 4,81% w 2008 r., 1,68% w 2009 r., 1,35% w 2010 r. i 1,93% w pierwszym półroczu 2011 r.⁴¹⁶ oraz przedstawioną marżę banku, koszt kapitału w kredycie *EBI* ulega istotnym zmianom i waha się w przedziale ok. 1,50%-5,06%.

Jak już wcześniej wspomniano, wartość finansowej stopy dyskontowej zalecaniej przez Komisję Europejską wynosi 5%. Wartość ta różni się znacząco od

⁴¹⁴ List Emisyjny nr 34/2011 Ministra Finansów z dnia 25 lipca 2011 r. w sprawie emisji emerytalnych dziesięcioletnich oszczędnościowych obligacji skarbowych oferowanych w sieci sprzedaży detalicznej. Punkt 7. http://www.obligacjeskarbowe.pl/download/EDO0821_cpilink.pdf

⁴¹⁵ *EURIBOR* (Euro Interbank Offer Rate) – stopa procentowa kredytów na rynku europejskim (średnia z ofert 60. banków), która jest ustalana o godzinie 11:00 czasu w Brukseli przez *Federation Bancaire de L'Union Europeenne* (FBE).

⁴¹⁶ Średnie wartości podano za Bankier.pl Polski Portal Finansowy <http://www.bankier.pl>

FDR oszacowanej na podstawie oprocentowania dziesięcioletnich obligacji Skarbu Państwa i jest podobna do *FDR* obliczonej na podstawie długoterminowych kredytów *EBI* dla lat 2007-2008. Wydaje się zasadne, że przedsiębiorstwo, które nie posiada wystarczających zasobów do sfinansowania inwestycji powinno raczej opierać szacunek finansowej stopy dyskontowej na podejściu kosztowym, a nie przychodowym. Przyjmując takie założenie oraz biorąc pod uwagę wpływ finansowej stopy dyskontowej na wielkość ewentualnego dofinansowania, *FDR* stosowana w ocenie finansowej kolejowych przedsięwzięć infrastrukturalnych powinna być przyjęta na poziomie zalecany przez Komisję Europejską, tj. 5%.

W ramach oceny ekonomicznej przedsięwzięcia, do obliczenia ekonomicznej wartości bieżącej netto (*ENPV*) stosowana jest społeczna stopa dyskontowa (*SDR*). Ma ona odzwierciedlać społeczny punkt widzenia na efektywność danego przedsięwzięcia inwestycyjnego, czy też innymi słowy tempo, z jakim maleje znaczenie przyszłych korzyści i kosztów dla obecnego społeczeństwa.

W rozdziale pierwszym przedstawiono różne podejścia do szacowania społecznej stopy dyskontowej. Najprostsze z nich polega na przyjęciu *SDR* na podstawie standardowego wskaźnika – wzorca. Takim wskaźnikiem może być wartość społecznej stopy dyskontowej zalecana przez Komisję Europejską.

Zalecana wartość społecznej stopy dyskontowej w perspektywie lat 2006-2013 wynosi 5,5% dla państw objętych Funduszem Spójności i 3,5% dla pozostałych⁴¹⁷. Jednakże Komisja Europejska dopuszczała i dopuszcza nadal, w uzasadnionych przypadkach, przyjmowanie *SDR* na innym, niż zalecany, poziomie. Istotne jest jednak, aby stosowana społeczna stopa dyskontowa była jednakowa dla projektów realizowanych w danym kraju.

W praktyce, różne podejście rządów krajów europejskich do oceny inwestycji o charakterze społecznym prowadziło do znacznych rozbieżności w poziomie przyjmowanych społecznych stóp dyskontowych. Przykładowo, w 2002 roku, *SDR* stosowana we Francji, oparta o krańcowy koszt kapitału, wynosiła 8%, podczas gdy stopa stosowana w Niemczech, szacowana na podstawie wartości rzeczywistej rządowych obligacji długoterminowych, wynosiła tylko 3%. W tym czasie oficjalna społeczna stopa dyskontowa stosowana w Wielkiej Brytanii, ustalona była jako kompromis między podejściem opartym na koszcie kapitału a podejściem wykorzystującym wartość preferencji czasowych i wynosiła 6%. W kolejnych latach, zarówno we Francji, jak i Wielkiej Brytanii zmniejszone zostały wartości stosowanych społecznych stóp dyskontowych, odpowiednio do 4% i 3,5%. W Niemczech *SDR* pozostała na poziomie 3%⁴¹⁸. W ta-

⁴¹⁷ *Guidance on the methodology...*, op. cit., s. 9.

⁴¹⁸ D.J. Evans: *Social discount rates for the European Union*. Milan European Economy Workshop. Working Paper n. 2006-20. Università degli Studi di Milano Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali e Statistiche, Milano 2006, s. 1-2.

beli 3.9 przedstawiono społeczne stopy dyskontowe stosowane w wybranych państwach w różnych okresach czasu.

Tabela 3.9. Społeczna stopa dyskontowa w wybranych krajach członkowskich Unii Europejskiej

Kraj	Stopa dyskontowa	Metoda ustalania	Rok
Wielka Brytania	3,5%	Stopa preferencji czasu	2003
Niemcy	3%	Stopa preferencji czasu	od końca 1980
Holandia	4%	Stopa zwrotu z prywatnych inwestycji	1994/2003
Francja	8%	Stopa zwrotu z prywatnych inwestycji	1985
Portugalia	4%	Stopa preferencji czasu	2003
Irlandia	5%	Stopa zwrotu z prywatnych inwestycji	1995
Włochy	5%	Literatura ekonomiczna	2001
Hiszpania	6% dla transportu, 4% dla zasobów wodnych	Zależna od sektora	b.d.

Ź r ó d ł o : M. Florio: *Evaluating Structural...*, op. cit., s. 217.

W Polsce, dla potrzeb oceny ekonomicznej kolejowych inwestycji infrastrukturalnych stosowane były stopy dyskontowe w wysokości: 5% i 5,5%. Najczęściej stopy te przyjmowane były arbitralnie (bez uzasadnienia) lub zgodnie z zaleceniami Komisji Europejskiej. Stosowane było zatem najprostsze podejście wykorzystujące standardowy wskaźnik. Taka praktyka w obecnym okresie programowania prowadzi do przyjmowania finansowej i społecznej stopy dyskontowej na poziomie 5%, który jest sugerowany i uzgodniony z Komisją Europejską przez ekspertów inicjatywy JASPERS.

Alternatywą dla przedstawionego podejścia jest określenie społecznej stopy dyskontowej jako społecznej stopy preferencji czasowych (STPR), do określenia której wykorzystuje się pewną postać równania Ramseya (wzór (1.12)). Podejście to zastosowano, między innymi, w Wielkiej Brytanii dla oszacowania oficjalnej społecznej stopy dyskontowej. Społeczna stopa preferencji czasowych określona została jako suma dwóch składników:

- ❖ stopy preferencji czasowych (p), dla której przyjęto wartość 1,5%,
- ❖ iloczynu przyrostu konsumpcji na osobę (g) i elastyczności krańcowej użyteczności konsumpcji (e), dla których przyjęto wartości odpowiednio: 2% i 1⁴¹⁹.

⁴¹⁹ *Appraisal and Evaluation in Central Government. The Green Book. Annex 6.* HM Treasury, London 2003, s. 98.

Rzeczywista społeczna stopa preferencji czasowych wyniosła:

$$STPR = p + e \cdot g = 1,5\% + 1 \cdot 2\% = 3,5\% \quad (3.6)$$

W literaturze przedmiotu przedstawia się opinie, że wskaźnik (e) określany jako elastyczność krańcowej użyteczności konsumpcji lub jako elastyczności dobrobytu społecznego zawiera się w przedziale od 0,7 do 1,5 i powinien przyjmować wartość równą 1⁴²⁰. Wartość współczynnika (g) określonego na podstawie wzrostu konsumpcji na osobę lub produktu krajowego brutto dla krajów Unii Europejskiej wynosi ok. 2%⁴²¹. Zaś stopę preferencji czasowej (p) szacuje się w przedziale 1,0%-1,7%, przy czym składa się ona z czystego współczynnika preferencji czasowej równego 0,5% (lub mniej) oraz czynnika ryzyka dla nieprzewidywalnych, niekorzystnych wydarzeń⁴²². M. Florio podkreśla jednak, że w przypadku inwestycji publicznych większość ekonomistów dobrobytu zgadza się, że stopa preferencji czasowych powinna wynosić 2%⁴²³. Szerszy przegląd różnych zalecanych wartości parametru (p) przedstawia D.J. Evans. Zdaniem tego autora, występujące rozbieżności skłaniają do przyjęcia wartości (p) od 0% do 2%, przy czym wartość 1% jest najbardziej odpowiednią, przynajmniej dla krajów dobrze rozwiniętych⁴²⁴.

Przyjmując powyższe założenia, przy czystej stopie preferencji czasowych 0,5%, społeczna stopa dyskontowa wynosi od 1,9% do 3,5%. Uwzględniając stopę preferencji czasowych w wysokości 2%, społeczna stopa dyskontowa zawiera się w przedziale od 3,4% do 5%.

Na podstawie powyższych przesłanek można stwierdzić, że społeczna stopa dyskontowa, określona jako społeczna stopa preferencji czasowych ($STPR$), powinna wynosić 3%-3,5% i, jak zauważa D.J. Evans, jest to wartość zgodna z rzeczywistą stopą obligacji długoterminowych w krajach strefy EURO i zbieżna z oficjalnymi społecznymi stopami dyskontowymi w Niemczech, Francji i Wielkiej Brytanii. Jest więc właściwą społeczną stopą dyskontową do oceny ekonomicznej przedsięwzięć w państwach członkowskich Unii Europejskiej⁴²⁵.

Stosowanie niższej społecznej stopy dyskontowej w sposób znaczny wpływa na ekonomiczną efektywność kolejowych inwestycji infrastrukturalnych. Wyniki symulacji wpływu wielkości społecznej stopy dyskontowej na wartość

⁴²⁰ Por.: D. Pearce, B. Groom, C. Hepburn, Ph. Koundouri: *Valuing the Future...*, op. cit., s. 130; M. Florio: *Evaluating Structural...*, op. cit., s. 217.

⁴²¹ D.J. Evans: *Social discount...*, op. cit., s. 6.

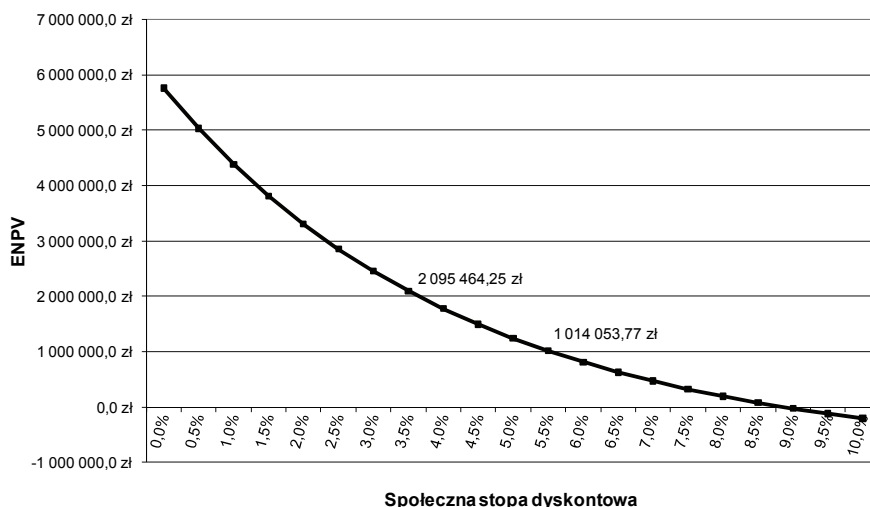
⁴²² Por.: D. Pearce, B. Groom, C. Hepburn, Ph. Koundouri: *Valuing the Future...*, op. cit., s. 130; M. Florio: *Evaluating Structural...*, op. cit., s. 217.

⁴²³ M. Florio: *Evaluating Structural...*, op. cit., s. 217.

⁴²⁴ D.J. Evans: *Social discount...*, op. cit., s. 4.

⁴²⁵ Tamże, s. 11.

wskaźnika *ENPV* dla przedsięwzięcia modernizacyjnego przykładowej linii kolejowej X przedstawiono na rysunku 3.4.



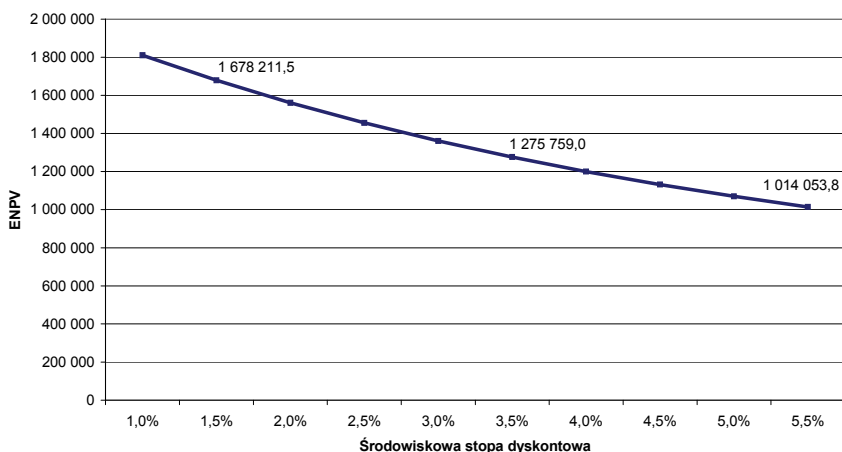
Rys. 3.4. Ekonomiczna wartość bieżąca netto przedsięwzięcia modernizacyjnego przykładowej linii kolejowej X w zależności od wielkości społecznej stopy dyskontowej

Źródło: Opracowanie własne.

Dla *SDR* zalecanej przez Komisję Europejską w wysokości 5,5% wartość *ENPV* dla podanego przykładu wynosi ok. 1 015 tys. zł, natomiast dla stopy w wysokości 3,5% jest ok. dwukrotnie wyższa i wynosi ok. 2 095 tys. zł.

Decydujący wpływ na efektywność ekonomiczną inwestycji kolejowych mają uzyskiwane dzięki nim korzyści zewnętrzne, w tym również środowiskowe. Korzyści dla środowiska naturalnego są szczególnie uwzględnione poprzez zastosowanie dwóch stóp dyskontowych (patrz rozdział pierwszy). Wartości wskaźnika *ENPV* przy dyskontowaniu korzyści środowiskowych różnymi stopami dyskontowymi o wartości 5,5% i mniej, przy dyskontowaniu pozostałych elementów rachunku efektywności stopą 5,5%, dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X przedstawiono na rysunku 3.5.

Zmniejszenie środowiskowej stopy dyskontowej do wartości 3,5%, przy poziomie 5,5% *SDR* stosowanej do dyskontowania pozostałych kosztów i korzyści, skutkuje wzrostem wartości *ENPV* z 1.014.053,8 zł do 1.275.759,0 zł czyli o 261.705,2 zł, co stanowi 25,8% wartości *ENPV* dla stopy 5,5%. Przy środowiskowej stopie dyskontowej również 1,5% ekonomiczna wartość bieżąca netto wynosi 1.678.211,5 zł i jest ok. 65% większa od *ENPV* dla stopy równej 5,5%.



Rys. 3.5. Ekonomiczna wartość bieżąca netto przedsięwzięcia modernizacyjnego przykładowej linii kolejowej X w zależności od środowiskowej stopy dyskontowej

Źródło: Opracowanie własne.

Przedstawione dane jednoznacznie wskazują, że szacowanie społecznej stopy dyskontowej ma znaczny wpływ na ekonomiczną efektywność kolejowych inwestycji infrastrukturalnych. Szacowanie SDR zgodnie z podejściem społecznej stopy preferencji czasowych wymaga określenia trzech parametrów: stopy preferencji czasowych (p), wskaźnika elastyczności dobrobytu społecznego (e) oraz wskaźnika przyrostu dobrobytu (g).

Wskaźnik wzrostu dobrobytu może być określony na podstawie produktu krajowego brutto lub przyrostu spożycia (konsumpcji). Wartości tych dwóch podstawowych wielkości makroekonomicznych w Polsce dla lat 2008-2010 przedstawiono w tabeli 3.10. Średni wzrost PKB w tym okresie wynosił 3,5%. Natomiast średni wzrost spożycia zbiorowego wynosił 4,7%. Wielkości średnie w przedstawionym przykładzie są zróżnicowane, dlatego do obliczeń parametru (g) przyjęto średnią wartość PKB w wysokości 3,5%.

Tabela 3.10. Spożycie ogółem i Produkt Krajowy Brutto w Polsce w latach 2008-2010 (ceny stałe)

	2008	2009	2010	Średnia
	rok poprzedni = 100			
Spożycie ogółem	106,1	102,0	103,3	104,7
PKB	105,1	101,6	103,8	103,5

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Przyjmując do obliczeń wartość czystej stopy preferencji czasowych równą 0,5% oraz wskaźnik elastyczności dobrobytu społecznego równy 1, otrzymujemy społeczną stopę preferencji czasowych w wysokości 4,0%.

$$STPR = p + e \cdot g = 0,5\% + 1 \cdot 3,5\% = 4,0\% \quad (3.7)$$

Przy przedstawionych powyższych założeniach społeczna stopa dyskontowa wynosi 4%. Jeżeli w rachunku zamiast średniej wartości PKB przyjęta będzie średnia wartość spożycia ogółem, wówczas *STPR* wyniesie ok. 5,2%. Istotne jest zatem, na podstawie jakich danych i za jaki okres będzie ustalona społeczna stopa preferencji czasowych.

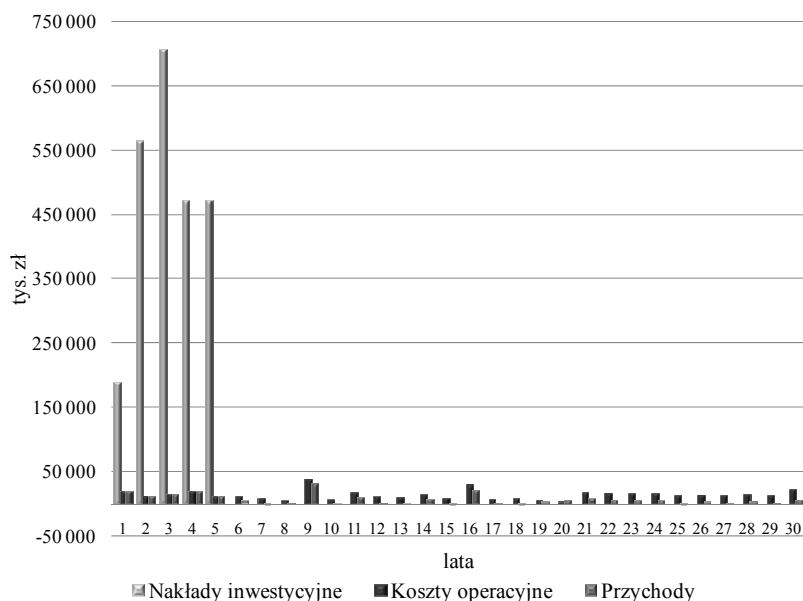
Reasumując należy stwierdzić, że finansowa i społeczna stopa dyskontowa mają znaczący wpływ zarówno na ustalenie poziomu dofinansowania z funduszy europejskich, jak i na końcową ocenę finansowej i ekonomicznej efektywności tych przedsięwzięć. Poziom tych stóp dyskontowych może być ustalany za pomocą różnych metod, co w konsekwencji skutkuje różnymi wielkościami stóp *FDR* i *SDR* i może prowadzić do różnej oceny finansowej i ekonomicznej przedsięwzięcia.

Ze względu na charakter inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym, wydaje się zasadne, aby finansowa stopa dyskontowa kształtowała się na poziomie zalecanym przez Komisję Europejską dla tego typu inwestycji, obecnie 5%, a społeczna stopa dyskontowa oparta była na społecznej stopie preferencji czasowych. Przy czystej preferencji czasowej *SDR* wynosi ok. 4%. Stopa ta mogłaby być dokładnie oszacowana dla wszystkich inwestycji publicznych realizowanych w Polsce i wzorem Wielkiej Brytanii – ogłoszona oficjalnie.

4. Wybrane zagadnienia metodyczne prognozowania strumieni pieniężnych na potrzeby finansowej i ekonomicznej oceny efektywności inwestycji infrastrukturalnych

4.1. Szacowanie nakładów inwestycyjnych i ich wpływ na wyniki oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych

W procesie analizy i oceny efektywności kolejowych przedsięwzięć infrastrukturalnych szczególną uwagę należy poświęcić szacowaniu nakładów inwestycyjnych. Wynika to bowiem z cech specyficznych infrastruktury transportowej, a konkretnie z jej dużej kapitałochłonności. Nakłady inwestycyjne w kolejowych inwestycjach infrastrukturalnych dotyczących modernizacji lub budowy nowej linii kolejowej znacznie przewyższają koszty operacyjne i korzyści bezpośrednie (przychody ze sprzedaży dostępu do linii). Zestawienie porównawcze tych elementów rachunku efektywności w wartościach bezwzględnych dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X przedstawiono na rysunku 4.1.



Rys. 4.1. Nakłady inwestycyjne, koszty operacyjne i przychody przykładowego przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X

Źródło: Opracowanie własne.

Duże zróżnicowanie wartości nakładów inwestycyjnych w stosunku do kosztów operacyjnych i przychodów powoduje, że inwestycje te, jak wynika z doświadczeń związanych z realizacją studiów wykonalności, wykazują bardzo dużą wrażliwość efektywności finansowej na zmianę poziomu nakładów.

Drugą przesłanką decydującą o bardzo dużym znaczeniu wiarygodności i rzetelności szacowania nakładów inwestycyjnych jest problem związany z ich niedoszacowaniem. W odniesieniu do przedsięwzięć infrastrukturalnych jest to zjawisko dość powszechne, o charakterze globalnym. Wskazują na to przywołane już w wcześniej wyniki badań realizowanych przez zespół pod kierownictwem B. Flyvbjerga. Rzeczywiste nakłady inwestycyjne w 58. zbadanych infrastrukturalnych przedsięwzięciach kolejowych były średnio wyższe od planowanych o 44,7% z odchyleniem standardowym 38,4%⁴²⁶.

Zjawisko niedoszacowania nakładów inwestycyjnych występuje również w przedsięwzięciach realizowanych w Polsce. Przykładem może być modernizacja jednej z linii kolejowych, dla której studium wykonalności zakończono w 2004 r. Zaplanowano w nim, że przedsięwzięcie będzie realizowane w latach 2005-2013, a nakłady inwestycyjne wyniosą 5,4 mld zł. Z przeprowadzonej w 2008 r. aktualizacji wynika, że nakłady wzrosną do poziomu 9,7 mld zł, to jest o 79,6% w stosunku do pierwotnie planowanych⁴²⁷. Rzeczywisty poziom wzrostu będzie można ocenić jednak dopiero po zakończeniu inwestycji.

Niezależnie od przyczyn, które spowodowały tak duże niedoszacowanie nakładów inwestycyjnych, wszelkie popełnione błędy i niedokładności w szacowaniu prowadzą w konsekwencji do przekroczenia budżetu i konieczności poszukiwań dodatkowych źródeł finansowania. Tak duże rozbieżności nie mogą wynikać tylko z błędów szacowania i wzrostu cen. Tezę tę potwierdzają badania, jakie prowadził M. Watch, a także D.H. Pickrell na przykładzie małych przedsięwzięć dotyczących kolei miejskich, oraz B. Flyvbjerg w odniesieniu do dużych i bardzo dużych przedsięwzięć infrastrukturalnych, w tym również kolejowych. Sformułowali oni cztery podstawowe przyczyny niedoszacowania nakładów inwestycyjnych w infrastrukturalnych przedsięwzięciach transportowych, a mianowicie:

1. *Techniczne* – niewłaściwe techniki szacowania nakładów, niedokładne dane, naturalne problemy z przewidywaniem przyszłości, brak doświadczenia.
2. *Ekonomiczne* – związane z interesem publicznym i własnym promotorów inwestycji, np. chęć pozyskania funduszy od władz centralnych dla danego miasta, regionu kosztem innych beneficjentów.

⁴²⁶ B. Flyvbjerg, M.S. Holm, S. Buhl: *Underestimating Costs...*, op. cit., s. 283.

⁴²⁷ Materiały źródłowe PKP PLK S.A.

3. *Psychologiczne* – nastawienie mentalne polityków, inżynierów i urzędników na pragnienie budowania, co powoduje optymistyczne oceny przedsięwzięć.
4. *Polityczne* – wynikające z dążeń polityków do uzyskania sukcesu, który mogą skonsumować na arenie politycznej⁴²⁸.

Wymienione przyczyny, z wyjątkiem przyczyn technicznych, są przykładem celowego i świadomego działania. Zjawisko to jest niezmiernie trudne do badania, ponieważ takie celowe zaniżanie nakładów inwestycyjnych, aby wykazać większą od rzeczywistej efektywność, jest ukrywane.

Szacując zatem nakłady inwestycyjne w kolejowych przedsięwzięciach infrastrukturalnych, dla potrzeb oceny finansowej i ekonomicznej należy rozstrzygać kwestie dotyczące:

- ❖ zestawienia nakładów,
- ❖ sposobu szacowania wartości nakładów,
- ❖ uwzględnienia rezerw,
- ❖ kwalifikowalności prawnej nakładów – w przypadku współfinansowania ze środków UE,
- ❖ weryfikacji nakładów inwestycyjnych dla potrzeb analizy ekonomicznej.

Nakłady inwestycyjne w infrastrukturalnych przedsięwzięciach kolejowych najczęściej obejmują wydatki na: przygotowanie dokumentacji projektowej, wywłaszczenia, środki trwałe oraz nadzór nad realizacją przedsięwzięcia. Według zaleceń zawartych w Niebieskiej Księdze całkowite nakłady inwestycyjne można przedstawić z podziałem na: roboty przygotowawcze, roboty szlakowe, obiekty inżynieryjne, branże obce, ochronę środowiska i pozostałe⁴²⁹. Poszczególne warianty inwestycyjne mogą obejmować różne składniki, dlatego też szczegółowy podział nakładów powinien odzwierciedlać charakter danej inwestycji.

Główną grupę nakładów inwestycyjnych stanowią wydatki związane z zakupem i budową środków trwałych. Budowa bądź modernizacja linii kolejowych obejmuje od kilku do kilkunastu grup obiektów i urządzeń, dla których należy określić nakłady. Zazwyczaj są to:

- ❖ drogi kolejowe – obejmujące roboty ziemne i odwodnieniowe, budowę lub modernizację układów torowych (tory i rozjazdy),
- ❖ sieci trakcyjne i zasilanie – urządzenia i linie energetyczne służące do zasilania trakcji kolejowej,
- ❖ obiekty inżynieryjne – mosty, przepusty, estakady, kładki dla pieszych, tunele, itp.

⁴²⁸ Por.: B. Flyvbjerg, M.S. Holm, S. Buhl: *Underestimating Costs...*, op. cit., s. 286-290.

⁴²⁹ *Niebieska Księga ...*, op. cit., s. 25-26.

- ❖ budynki i budowle – budynki utrzymania ruchu, perony i tzw. mała architektura,
- ❖ urządzenia sterowania ruchem kolejowym (SRK) – urządzenia stacyjne i przejazdowe służące do sterowania ruchem kolejowym,
- ❖ sieci i urządzenia teletechniczne i elektroenergetyki nietrakcyjnej – urządzenia związane z telekomunikacją, łącznością radiową i przewodową, informowaniem podróżnych oraz urządzenia i linie energetyczne do zasilania obiektów nietrakcyjnych,
- ❖ skrzyżowania z drogami samochodowymi – budowa i modernizacja przejazdów kolejowych, budowa dróg objazdowych.

Podział ten jest jedynie zestawieniem przykładowym. Jak wspomniano wcześniej, w praktyce liczba i rodzaj poszczególnych pozycji powinny wynikać z charakteru konkretnej inwestycji.

Wielkość nakładów na zakup i budowę środków trwałych szacuje się na podstawie zakresu prac budowlanych i montażowych oraz kosztów nabycia niezbędnych urządzeń. Podstawą do określenia tych wielkości jest projekt techniczny realizacji przedsięwzięcia, zakładający uzyskanie pożądaných parametrów eksploatacyjnych na rozważanej linii. Wycena kosztów nabycia i budowy poszczególnych składników infrastruktury kolejowej jest zazwyczaj przedmiotem prac ekspertów technicznych. Dokonywana jest ona na podstawie średnich kosztów realizacji podobnych inwestycji oraz rynkowych kosztów nabycia aktywów trwałych. Nakłady na przygotowanie dokumentacji projektowej oraz nadzór techniczny szacowane są zazwyczaj na podstawie planowanych nakładów na środki trwałe, w wysokości:

- ❖ 5% – dla wydatków na przygotowanie dokumentacji geodezyjnej, geotechnicznej, projektów budowlanych, wykonawczych oraz dokumentacji przetargowej,
- ❖ 4% – dla nakładów na nadzór realizacji przedsięwzięcia.

Tabela 4.1 przedstawia zestawienie nakładów inwestycyjnych dla przedsięwzięcia modernizacji przykładowej linii kolejowej X.

Istotną trudnością w szacowaniu nakładów inwestycyjnych jest długi okres realizacji inwestycji, będący jedną z cech specyficznych infrastruktury transportowej. Długość tego okresu jest uzależniona nie tylko od czasu budowy, ale także wynika on z wymogów formalnych dotyczących realizacji inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym, w tym w szczególności konieczności uzyskania decyzji lokalizacyjnych, pozwoleń na budowę, uzgodnień środowiskowych itp. Dodatkowo na czas ten wpływa okres ubiegania się o wsparcie finansowe. Z analizy studiów wykonalności modernizacji linii kolejowych, współfinansowanych z Funduszu Spójności wynika, że okres przygotowania projektu technicznego i realizacja prac budowlanych wynosi od pięciu do dziesięciu lat.

Tabela 4.1. Przykładowe zestawienie nakładów inwestycyjnych dla modernizacji linii kolejowej X

Lp.	Rodzaj robót	Nakłady [tys. zł]	Struktura nakładów [%]	
			w stosunku do nakładów na środki trwałe	w stosunku do całkowitych nakładów inwestycyjnych
1	2	3	4	5
1.	Przygotowanie dokumentacji projektowej i przetargowej	110 331,2	5,0	4,6
2.	Wywłaszczenia	15 450,0	0,7	0,6
3.	Układy torowe i podtorze	1 182 390,9	53,6	49,2
3.1.	Modernizacja nawierzchni	379 560,0	17,2	15,8
3.2.	Roboty ziemne i odwodnieniowe	758 685,9	34,4	31,5
3.3.	Skrzyżowania dróg kolejowych i kołowych	306,0	0,0	0,0
3.4.	Drogi serwisowe	43 839,0	2,0	1,8
4.	Obiekty inżynieryjne	241 900,0	11,0	10,1
4.1.	Mosty, przepusty, estakady i kładki dla pieszych	229 390,0	10,4	9,5
4.2.	Tunele	10 000,0	0,5	0,4
4.3.	Ściany oporowe	2 510,0	0,1	0,1
5	Obiekty kubaturowe i perony	54 652,0	2,5	2,3
5.1.	Obiekty utrzymania ruchu	16 462,0	0,7	0,7
5.2.	Perony i dojścia do peronów	38 190,0	1,7	1,6
6.	Urządzenia SRK	198 440,9	9,0	8,3
6.1.	Urządzenia stacyjne, przejazdowe i SBL	117 738,2	5,3	4,9
6.2.	Dostosowanie do zdalnego sterowania	6 237,0	0,3	0,3
6.3.	Urządzenia ERTMS	58 715,7	2,7	2,4
6.4.	Urządzenia diagnostyki taboru	15 750,0	0,7	0,7
7.	Sieci i urządzenia telekomunikacyjne	139 992,0	6,3	5,8
7.1.	Budowa i przebudowa kabli telekomunikacyjnych	89 828,0	4,1	3,7
7.2.	Urządzenia łączności przewodowej i radiowej	33 828,0	1,5	1,4
7.3.	Informacja podróźnych	7 648,0	0,3	0,3
7.4.	Systemy bezpieczeństwa	8 688,0	0,4	0,4

cd. tabeli 4.1

1	2	3	4	5
8.	Sieci trakcyjne i zasilanie	288 764,2	13,1	12,0
8.1.	Sieci trakcyjne	176 584,2	8,0	7,3
8.2.	Zasilanie układu trakcyjnego	65 700,0	3,0	2,7
8.3	Linie zasilające	40 870,0	1,9	1,7
8.4	Urządzenia elektroenergetyczne	5 610,0	0,3	0,2
9.	Obiekty ochrony środowiska	85 033,9	3,9	3,5
10.	Razem nakłady na środki trwałe (poz. 2-9)	2 206 623,9	100,0	91,7
11.	Nadzór i inżynier kontraktu	88 265,0	4,0	3,7
12.	Całkowite nakłady inwestycyjne (suma poz. 1, 10, 11)	2 405 220,1	109,0	100,0

Źródło : Opracowanie własne.

W tabeli 4.2 przedstawiono rozkład w czasie nakładów inwestycyjnych dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X. Zestawienie takie przygotowano jest na podstawie harmonogramu robót opracowanego przez ekspertów branż technicznych przygotowujących studium wykonalności.

Tabela 4.2. Rozłożenie w czasie nakładów inwestycyjnych dla przykładowej linii kolejowej X [tys. zł]

Kolejne lata	1	2	3	4	5	Razem
Nakłady [tys. zł]	188 644,7	565 934,1	707 417,6	471 611,8	471 611,8	2 405 220,0
Struktura	7,84%	23,53%	29,41%	19,61%	19,61%	100%

Źródło : Opracowanie własne.

Wieloletni okres inwestycyjny powoduje określone trudności w szacowaniu nakładów inwestycyjnych związanych z niepewnością w odniesieniu do wielu zjawisk gospodarczych (np. wzrost cen niektórych materiałów w stopniu znacznie wyższym niż wzrost inflacji). Przyczyny techniczne powodują także niedoszacowanie wielkości nakładów inwestycyjnych. Z doświadczeń analiz efektywności inwestycji, realizowanych w różnych krajach, jak już wcześniej wspomniano, wynika, że rzeczywiste wydatki na realizację inwestycji są wyższe niż planowane. Próba rozwiązania tego problemu jest powiększanie nakła-

dów inwestycyjnych o rezerwy. W inwestycjach finansowanych w ramach funduszy Unii Europejskiej dopuszcza się uwzględnienie rezerw w obliczaniu poziomu dofinansowania inwestycji. Komisja Europejska proponuje, aby w analizie oszacować rezerwę na nieprzewidziane wydatki, przy czym nie może ona przekraczać 10% łącznych nakładów inwestycyjnych, po odliczeniu nieprzewidzianych wydatków⁴³⁰. Podobne rozwiązanie, w odniesieniu do inwestycji realizowanych w Norwegii, prezentują O.M. Magnussen i N.O.E. Olsson. Dla inwestycji w obszarze infrastruktury transportu proponują rezerwy na poziomie 8% z odchyleniem standardowym 3%⁴³¹.

Stosowanie rezerw w nakładach inwestycyjnych nie ma jednak uzasadnienia teoretycznego. Z jednej strony bowiem sugerowałoby to, że nakłady inwestycyjne zostały oszacowane nierzetelnie, z drugiej ewentualny wzrost wydatków inwestycyjnych powinien być określony w analizie i ocenie ryzyka inwestycji. W przeciwnym razie ryzyko byłoby podwójnie uwzględniane, raz w rezerwach, po raz drugi w analizie wrażliwości i ryzyka. Ocena finansowa oraz ekonomiczna, prowadzone w cenach stałych, mają wykazać poziom efektywności finansowej i ekonomicznej przedsięwzięcia. Dlatego też rezerwy nie mogą być wliczone do nakładów inwestycyjnych. Przekroczenie wydatków inwestycyjnych powinno znaleźć odzwierciedlenie w rozkładzie prawdopodobieństwa przy ocenie ryzyka. Jego wysoki poziom może stanowić wystarczające uzasadnienie do zastosowania rezerw, ale nie jako składnik nakładów inwestycyjnych, lecz jako zabezpieczenie trwałości finansowej przedsięwzięcia w procesie składania aplikacji o dofinansowanie z funduszy UE.

Innym problemem, związanym z koniecznością finansowania nakładów inwestycyjnych przedsięwzięć z funduszy unijnych, jest określenie ich kwalifikowalności prawnej. Jedynie bowiem wydatki niezbędne dla realizacji projektu, poniesione zgodnie z postanowieniami umowy o dofinansowanie zawartej z beneficjentem oraz zgodnie z wytycznymi, dotyczącymi kwalifikowania wydatków⁴³², mogą być uznane za kwalifikowalne. Kwestia ta jest dość istotna, ponieważ w praktyce niejednokrotnie przyjmuje się uproszczone założenie, że wszystkie planowane wydatki są kwalifikowalne.

Jeszcze inną istotną kwestią w szacowaniu nakładów inwestycyjnych jest predykcja przyrostu środków obrotowych, warunkujących funkcjonowanie zamierzonego przedsięwzięcia. Ten element nakładów inwestycyjnych jest najczęściej pomijany. Tymczasem brak aktywów obrotowych może stanowić istotne zagro-

⁴³⁰ *Guidance on the methodology...*, op. cit., s. 6.

⁴³¹ O.M. Magnussen, N.O.E. Olsson: *Comparative analysis of cost estimates of major public investment projects*. International Journal of Project Management 2006, No 24, s. 285.

⁴³² *Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia 2007-2013. Wytyczne w zakresie kwalifikowania wydatków w ramach PO IiŚ*. Minister Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2007, s. 12.

zenie dla trwałości finansowej projektów. Konieczność korzystania przez inwestora z kredytów na pokrycie zwiększonego zapotrzebowania na środki obrotowe (np. w okresie prefinansowania inwestycji), obciążające przedsięwzięcie dodatkowymi kosztami finansowymi, może znacząco wpłynąć także na wyniki oceny efektywności przedsięwzięcia.

Szacowanie zapotrzebowania na kapitał obrotowy netto wymaga kolejnych działań, które w ujęciu chronologicznym można przedstawić następująco:

1. Zdefiniowanie pozycji w aktywach obrotowych i pasywach bieżących, które będą brane pod uwagę w obliczeniach. Występowanie poszczególnych rodzajów aktywów i pasywów zależy przede wszystkim od charakteru przedsięwzięcia inwestycyjnego, np. w niektórych inwestycjach mogą nie występować zapasy, natomiast w innych pozycja ta może odgrywać pierwszoplanową rolę.
2. Określenie wskaźników rotacji w dniach dla poszczególnych pozycji aktywów obrotowych oraz zobowiązań krótkoterminowych. Ponieważ kolejne przedsięwzięcia infrastrukturalne nie wykraczają poza dotychczasową działalność zarządcy infrastruktury, w obliczeniach można wykorzystać dane historyczne o kształtowaniu się tych wskaźników w poprzednich okresach.
3. Obliczenie wartości zapotrzebowania dla każdej pozycji bieżących aktywów i pasywów. Wartość ta jest równa ilorazowi prognozowanych przychodów ze sprzedaży lub kosztów, które mają wpływ na wyliczaną pozycję bieżących aktywów lub pasywów i długości podstawowego okresu obliczeniowego (najczęściej 360 dni) pomnożonemu przez wskaźnik rotacji danego składnika wyrażony w dniach:

$$PB = \frac{P/K}{D} \cdot WR \quad (4.1)$$

gdzie: PB – pozycja bilansowa, P/K – przychody ze sprzedaży lub koszty, D – liczba dni w danym okresie, WR – wskaźnik rotacji.

4. Obliczenie zapotrzebowania na kapitał obrotowy netto. Obliczone uprzednio pozycje aktywów bieżących sumuje się, a następnie pomniejsza o zobowiązania handlowe (zobowiązania wobec dostawców)⁴³³.

Zmiana w kapitale obrotowym zachodzi w różnych okresach eksploatacji inwestycji. Jeśli działalność ustabilizuje się po początkowym okresie związanym z realizacją przedsięwzięcia, wówczas również kapitał obrotowy ustabilizuje się na pewnym poziomie.

⁴³³ W. Rogowski: *Rachunek efektywności ...*, op. cit., s. 41.

Jak już wspomniano, nakłady na kapitał obrotowy netto, podczas szacowania nakładów inwestycyjnych dla kolejowych przedsięwzięć infrastrukturalnych są w praktyce najczęściej pomijane. Wynika to z możliwości korzystania przez spółkę PKP PLK S.A. z zaliczek i dotacji ze środków Funduszu Kolejowego oraz budżetu państwa, co w praktyce eliminuje konieczność stosowania klasycznych metod prognozowania zmian w kapitale obrotowym w procesie szacowania nakładów inwestycyjnych.

Przedstawione wyżej zasady dotyczą szacowania nakładów inwestycyjnych dla potrzeb oceny efektywności finansowej inwestycji. Analiza ekonomiczna wymaga jednak dokonania korekty fiskalnej oraz przekształcenia cen rynkowych w kalkulacyjne w celu wyeliminowania podatków pośrednich i transferów oraz zniekształceń cen wynikających z niedoskonałości rynku. Zagadnienie to zostanie przedstawione w dalszej części pracy.

4.2. Problemy prognozowania kosztów utrzymania i eksploatacji, i ich wpływ na wyniki oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych

Koszty, które należy uwzględnić w rachunku efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego, w odniesieniu do linii kolejowej, stanowią odzwierciedlenie ujemnego strumienia pieniężnego generowanego w okresie eksploatacji linii, obciążającego zarządcę infrastruktury (PKP PLK S.A.). Koszty te są przede wszystkim związane z eksploatacją i utrzymaniem danej linii kolejowej. Prawidłowe określenie ich poziomu ma wpływ nie tylko na wyniki oceny efektywności, ale także na finansową trwałość inwestycji.

Poziom i struktura kosztów utrzymania i eksploatacji linii kolejowej uwarunkowane są wieloma czynnikami, do których można zaliczyć: rolę i znaczenie linii w strukturze sieci kolejowej (kategoria linii), jej standard techniczny i parametry techniczno-eksploatacyjne, system sterowania ruchem kolejowym, obciążenie pracą eksploatacyjną, strukturę ruchu (pasażerski i towarowy), politykę odnośnie remontów i utrzymania linii itp.⁴³⁴

Pośród wymienionych czynników, jednym z ważniejszych jest polityka zarządcy w zakresie remontów i utrzymania linii. Środki finansowe przeznaczane na utrzymanie sieci kolejowej są od wielu lat niewystarczające, co powoduje dekapitalizację i degradację techniczną poszczególnych linii. W konsekwencji prowadzi to do ograniczenia prędkości i pogorszenia jakości świadczonych usług (co przekłada się na wydłużenie czasu przejazdu, zmniejszenie bezpieczeństwa ruchu kolejowego, zmniejszenie punktualności i regularności).

⁴³⁴ M. Kotowska-Jelonek, T. Dyr, B. Zagożdżon, P.R. Kozubek: *Problemy oceny...*, op. cit., s. 7.

Z przeprowadzonej przez Najwyższą Izbę Kontroli oceny stanu infrastruktury kolejowej w Polsce w 2005 r. wynikało, że w niedostatecznym stanie technicznym było m.in. prawie 40% torów, ponad 38% rozjazdów, 14% obiektów inżynierskich, 19% urządzeń automatyki, 7% urządzeń na przejazdach, 28% urządzeń diagnostyki taboru oraz 14% urządzeń elektroenergetycznych⁴³⁵.

Według informacji przedstawionych przez Spółkę PKP PLK S.A. w roku 2010 tylko 36% linii kolejowych zakwalifikowano jako linie o dobrym, wymagającym tylko konserwacji, ogólnym stanie technicznym torów, a przypadku aż 29% linii uznano ich stan za niezadowalający, wymagający kompleksowej wymiany. Taki stan techniczny torów determinuje konieczność obniżania prędkości rozkładowych. Skutkiem tych działań przewozy z prędkością powyżej 120 km/h mogły być prowadzone na ok. 20% długości eksploatowanych torów⁴³⁶.

Zły i systematycznie pogarszający się stan infrastruktury kolejowej wynika w znacznej mierze z niewystarczających środków kierowanych na jej naprawę. Dla przykładu, w latach 2003-2005 wydatki poniesione przez PKP PLK S.A. na bieżące utrzymanie infrastruktury kolejowej stanowiły zaledwie 52% niezbędnych środków. A jak wynikało z szacunków przeprowadzonych przez Spółkę, na likwidację wszystkich ograniczeń w tym okresie, czyli na realizację inwestycji odtworzeniowych (inwestycji pozwalających tylko na przywrócenie parametrów technicznych, dla których linia została wybudowana) niezbędne było wydatkowanie 4,5 mld zł⁴³⁷.

Wysoki stopień dekapitalizacji linii kolejowych w Polsce powoduje, że poziom wydatków na konserwację, naprawy bieżące i główne – według analiz prowadzonych w PKP PLK S.A. – powinien wzrosnąć niemal dwukrotnie. Podobne wnioski wynikały także z innych analiz, np. z opracowania, wykonanego przez konsorcjum SYSTRA/EC HARRIS na zlecenie rządu Rzeczypospolitej Polskiej. Według oszacowań zawartych w tym opracowaniu, wykonanych na podstawie średnich kosztów utrzymania infrastruktury kolejowej w Unii Europejskiej i skorygowanych do warunków polskich, jednostkowe koszty utrzymania i eksploatacji linii kolejowych w Polsce powinny kształtować się na poziomie 392 tys. zł/km⁴³⁸, podczas gdy średnie koszty utrzymania, prowadzenia ruchu i administrowania przypadające na 1 km linii kolejowej były w porównywalnym okresie w rzeczywistości znacznie niższe (np. w 2002 r. wynosiły one 132 tys. zł/km)⁴³⁹.

⁴³⁵ Informacja o wynikach kontroli funkcjonowania transportu drogowego i kolejowego w latach 1990-2004. NIK, Warszawa, listopad 2005. Nr ewid. 161/2005/P.05/067/KKT.

⁴³⁶ PKP Polskie Linie Kolejowe S. A.: *Raport roczny 2010*. PKP PLK S.A., s. 36-37.

⁴³⁷ Tamże, s. 67.

⁴³⁸ *Wdrożenie prawodawstwa UE w zakresie lotnictwa cywilnego i w sektorze kolejowym – pomoc techniczna i szkolenie*. SYSTRA/EC HARRIS. Proj. Nr 4313/EUR7/PL/64-05.

⁴³⁹ M. Pyciarz, T. Augustowski: *Koszty infrastruktury kolejowej*. [w:] Materiały z seminarium pt. *Renesans kolei kluczem zróżnicowanego rozwoju*. Warszawa, 11-12 września 2003 r.

Obecny stan techniczny infrastruktury kolejowej oraz wysoki stopień jej dekapitalizacji mają kluczowe znaczenie dla szacowania kosztów eksploatacji i utrzymania linii kolejowych po modernizacji. Zbyt niskie, w stosunku do potrzeb, wydatki przeznaczane na utrzymanie i naprawy linii kolejowych powodują, że obniżka kosztów postulowana często po zakończeniu modernizacji linii kolejowej jest nierealna.

W związku z brakiem powszechnie przyjętych metod pozwalających na szacowanie kosztów eksploatacyjnych w tak długim horyzoncie czasu, jaki dotyczy kolejowych przedsięwzięć inwestycyjnych (30 lat), pojawiają się dwa zasadnicze problemy. Pierwszy z nich dotyczy określenia zakresu kosztów koniecznych do uwzględnienia w rachunku efektywności inwestycji, zaś drugi związany jest ze sposobem ich oszacowania.

W odniesieniu do określenia zakresu kosztów możliwe są dwa podejścia metodyczne:

1. Polegające na analizie i ocenie wszystkich kosztów ponoszonych przez zarządcę w związku z utrzymaniem i eksploatacją linii.
2. Polegające na analizie i ocenie wybranych pozycji kosztów uznanych za najbardziej istotne i ulegających zmianom na skutek działań modernizacyjnych.

Analiza wszystkich kosztów utrzymania i eksploatacji linii kolejowej wiąże się zazwyczaj z analizą całkowitych i jednostkowych kosztów linii w różnych przekrojach (funkcjonalnym, rodzajowym i celowym). Struktura analizowanych kosztów wynika ze sposobu ich ewidencji u zarządcy, tj. w Spółce PKP PLK S.A.

Należy w tym miejscu zauważyć, że kolejnym ważnym zagadnieniem przy szacowaniu kosztów eksploatacyjnych jest podejście do kosztów amortyzacji. Amortyzacja jest istotną kategorią kosztów, jednak nie stanowi przepływu pieniężnego (nie ma wypływu pieniądza). Ponadto uwzględnienie amortyzacji byłoby sprzeczne z zasadami prowadzenia rachunku efektywności. Prowadziłoby to poniekąd do podwójnego uwzględniania ujemnych strumieni pieniężnych związanych z wartością środków trwałych, raz w nakładach inwestycyjnych i ponownie w kosztach eksploatacji i utrzymania. Poprawność sporządzania rachunku efektywności wymaga zatem wyłączenia kosztów amortyzacji z kosztów eksploatacyjnych niezależnie od zastosowanej metody ich szacowania.

Drugie ujęcie metodyczne sprowadza się zazwyczaj do analizy i oceny wybranych pozycji kosztów, przy czym może to dotyczyć:

- ❖ tylko jednej kategorii kosztów jako najbardziej charakterystycznej dla danego projektu (np. kosztów napraw obiektów infrastruktury),
- ❖ więcej niż jednej kategorii kosztów (np.: kosztów konserwacji torów kolejowych i kosztów personelu).

Kolejnym problemem, niezależnie od przyjętego zakresu kosztów do analizy, jest dobór sposobu wykonania szacunków kosztów. W odniesieniu do sposobu szacowania kosztów proces ten musi być zgodny z zasadą przyrostowości, która jest jedną z podstawowych zasad gwarantujących poprawność sporządzania rachunku efektywności. Powinien on zatem przebiegać w następujących etapach:

1. Ustalenie kosztów operacyjnych dla wariantu bez inwestycji.
2. Oszacowanie kosztów operacyjnych dla wariantu inwestycyjnego.
3. Obliczenie kosztów przyrostowych (różnicy kosztów w wariantcie modernizacyjnym i wariantcie bez inwestycji).

W stosunku do przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej szacowanie kosztów w wariantcie bez inwestycji wymaga spełnienia dwóch warunków. Pierwszy z nich, dotyczący utrzymania niezmiennych parametrów technicznych linii i jakości oferty w całym okresie obliczeniowym, jest w praktyce bardzo trudny do spełnienia. Poziom degradacji technicznej linii kolejowych w Polsce, jak już wcześniej wspomniano, prowadzi do ograniczania prędkości pociągów. Prace remontowe odcinków, na których występują ograniczenia prędkości, spowodują jednak na tyle istotną poprawę ich stanu, że utrzymywanie tych ograniczeń będzie niezasadne i niecelowe. Problem ten dotyczy właściwie wszystkich rodzajów urządzeń składających się na drogę kolejową. Należy jednak podkreślić, że wiele obiektów technicznych jest w takim stanie, że jeśli nie zostaną przeprowadzone remonty zapobiegające ich dalszej degradacji, to konieczne będzie wprowadzenie kolejnych ograniczeń prędkości, co prowadzić będzie do pogorszenia jakości oferty przewozowej, a nawet do zamknięcia linii kolejowej dla ruchu pociągów.

Drugi ze wspomnianych warunków jest taki, że koszty w wariantcie bez inwestycji powinny być pokrywane przez zarządcę infrastruktury. Postulat ten jest niezwykle trudny do zrealizowania, ponieważ PKP PLK S.A. nie dysponuje wystarczającymi środkami własnymi. W związku z tym rzeczywiste koszty utrzymania i eksploatacji ponoszone przez zarządcę są niższe od wymaganych.

W świetle tych uwag, szacowanie kosztów w wariantcie bez inwestycji wymaga przyjęcia założenia, że średnia prędkość na analizowanym odcinku linii powinna być identyczna w całym okresie obliczeniowym. Oznacza to, że zniesienie ograniczenia prędkości w jednym miejscu, na skutek remontu czy też wymiany urządzeń, będzie równoważone powstaniem ograniczenia prędkości w innym miejscu. Założenie to wynika wprost z niskiego poziomu środków przeznaczanych na utrzymanie linii. Ponadto, spełnienie tego warunku zdeteminowane będzie możliwością zwiększenia wsparcia publicznego na utrzymanie linii kolejowych. Założenie takie może być uznane jako dyskusyjne.

Jednakże, przy obecnym stanie infrastruktury kolejowej, niemal każdy remont może być traktowany jako inwestycja odtworzeniowa. Z drugiej strony zaniechanie takich działań stanowić będzie w praktyce wariant „robić gorzej”.

Kolejnym problemem jest dobór metody wykonania szacunków kosztów generowanych po realizacji inwestycji w wariantcie inwestycyjnym. W praktyce koszty te mogą być szacowane:

- ❖ na podstawie kosztów historycznych,
- ❖ na podstawie rzeczywistych kosztów jednostkowych innej linii kolejowej o podobnej charakterystyce, na której przeprowadzono inwestycję modernizacyjną,
- ❖ z wykorzystaniem analizy historycznej, jak i analizy porównawczej,
- ❖ w stosunku do nakładów inwestycyjnych na środki trwałe,
- ❖ na podstawie wielkości zalecanych dla prawidłowego funkcjonowania linii kolejowej.

Szacowanie kosztów na podstawie kosztów historycznych wymaga analizy czynników, mających wpływ na poziom kosztów całkowitych i jednostkowych na analizowanej linii po modernizacji, co pozwala na określenie rodzajów i zakresu kosztów zmieniających się w danym wariantcie inwestycyjnym oraz tendencji zmian poszczególnych grup kosztów. Na tej podstawie można dokonać prognozy kosztów utrzymania, prowadzenia ruchu i administrowania na linii w całym okresie obliczeniowym.

W analizie kosztów historycznych wykorzystuje się dane z pewnego okresu, np. 2-3 lata poprzedzające rok, w którym sporządzane jest studium wykonalności. Okres ten przyjmuje się jako podstawowy do sporządzania prognoz przyszłych kosztów.

Koszty analizowane są najczęściej w trzech układach: rodzajowym, funkcjonalnym i celowym. Koszty w układzie rodzajowym, wg ewidencji kosztów w Spółce PKP PLK S.A., przedstawiane są jako bezpośredni i pośrednie. Koszty bezpośrednie są to takie koszty, które dadzą się bezpośrednio odnieść do danego odcinka linii i obejmują: amortyzację, materiały, energię, usługi obce, wynagrodzenia z narzutami, inne koszty, podatki i opłaty, koszty bezpośrednie, rozliczone kluczem. Koszty pośrednie natomiast są to takie koszty, które można odnieść do analizowanej linii w oparciu o obowiązujące klucze podziałowe i obejmują: koszty ogólne i administracji, koszty finansowe, koszty zarządu.

Spółka PKP PLK S.A. jako zarządca infrastruktury jest zobowiązana do ewidencji kosztów infrastruktury kolejowej w sposób, umożliwiający ich odzwierciedlenie w ujęciu funkcjonalnym, tj. z podziałem na: utrzymanie, prowadzenie ruchu pociągów i administrowanie liniami kolejowymi⁴⁴⁰, przy czym:

⁴⁴⁰ Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (DzU 2003 r. Nr 86, poz. 789), art. 37.1.

- ❖ koszty utrzymania to koszty związane z: eksploatacją (w tym amortyzacją), konserwacją, diagnostyką kolejową, przeglądami i naprawami,
- ❖ koszty prowadzenia ruchu to wynagrodzenia pracowników związanych z prowadzeniem ruchu pociągów, dróźników przejazdowych i innych,
- ❖ koszty administrowania to koszty: ogólne, administracyjne, zarządu i finansowe.

Analiza kosztów w układzie funkcjonalnym jest istotna również z tego względu, że właśnie ta klasyfikacja wydaje się właściwa do sporządzania szacunku kosztów w całym cyklu życia inwestycji. Największą grupę kosztów w układzie funkcjonalnym stanowią koszty utrzymania. Zmiany w ich poziomie i strukturze mają zatem największy wpływ na kształtowanie się kosztów całkowitych danej linii po modernizacji.

Istotna, z punktu widzenia prognozowania kosztów utrzymania linii po modernizacji, jest także analiza kosztów utrzymania linii w układzie celowym. Takie zestawienie pozwala na określenie, w jakim celu koszty te zostały poniesione. Koszty utrzymania linii w układzie celowym (w ujęciu ewidencyjnym w PKP PLK S.A.) obejmują koszty związane z:

- ❖ eksploatacją (w tym amortyzacją),
- ❖ konserwacją,
- ❖ diagnostyką kolejową,
- ❖ przeglądami,
- ❖ naprawami bieżącymi,
- ❖ naprawami rewizyjnymi,
- ❖ naprawami średnimi,
- ❖ naprawami głównymi,
- ❖ naprawami awaryjnymi.

Analiza kosztów pozwala na określenie ich struktury oraz ustalenie kosztów jednostkowych przypadających na 1 km linii.

W dotychczasowej praktyce koszty historyczne stanowiły (i nadal stanowią) podstawę do określania poziomu prognozowanych kosztów utrzymania drogi kolejowej w Polsce. W krajach europejskich podejmowane są próby szacowania przyszłych kosztów utrzymania linii kolejowej, z wykorzystaniem technik symulacji komputerowej, jednak w Polsce takie metody znajdują się dopiero w fazie koncepcyjnej.

Stosowanie analizy historycznej umożliwia identyfikację struktury kosztów, jednakże ich szacowanie na potrzeby oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych wymaga przyjęcia założeń odnośnie ich zmian w przyszłości. Koszty całkowite po modernizacji linii kolejowej zależą przede wszystkim od parametrów technicznych linii. Pewnym punktem odniesienia, co do ich przyszłej

wartości, może być zatem analiza porównawcza z kosztami eksploatacyjnymi ponoszonymi na liniach już zmodernizowanych, z uwzględnieniem czynników specyficznych dla warunków polskich, mających wpływ na wysokość przewidywanych w przyszłości kosztów. Analizie poddaje się strukturę kosztów w układzie rodzajowym, funkcjonalnym i celowym oraz poziom kosztów jednostkowych w analogicznym okresie, przyjętym jako okres podstawowy. Wykryte różnice w wielkości i strukturze kosztów stanowią przesłankę do prognoz, w jakim kierunku i w jakiej wielkości należy spodziewać się zmian kosztów po modernizacji danej linii kolejowej.

Podjęcie polegające na wykorzystaniu kosztów rzeczywistych, ponoszonych na innej linii kolejowej wymaga po pierwsze identyfikacji linii, która parametrami technicznymi odpowiada wariantowi modernizacyjnemu analizowanej linii. Po drugie, obydwie te linie kolejowe, tj. linia, której modernizacja jest planowana oraz linia mająca stanowić punkt odniesienia, muszą być podobne pod względem wielkości i struktury ruchu na nich realizowanego. Dodatkowym problemem jest fakt, że w Polsce jest w dalszym ciągu niewielka liczba odcinków linii kolejowych już po modernizacji, które mogłyby stanowić taki punkt odniesienia.

W związku z powyższym stosownym rozwiązaniem wydaje się być metoda łącząca te dwa podejścia, wykorzystująca zarówno analizę historyczną, jak i porównawczą. Wymaga ona także odpowiedniej wiedzy i doświadczenia, potrzebnych do analizy czynników, wpływających na zmianę całkowitych i jednostkowych kosztów utrzymania i prowadzenia ruchu na analizowanej linii po modernizacji. Podejście to pozwala jednak na wyeliminowanie głównych wad poprzednich metod, dotyczących przeniesienia struktury kosztów z okresu przed modernizacją na okres po modernizacji oraz szacowania kosztów na podstawie danych z linii o zupełnie innych warunkach użytkowania. Przy tym podejściu należy zatem:

1. Dokonać analizy kosztów całkowitych i jednostkowych, poniesionych na utrzymanie i eksploatację linii, której dotyczy inwestycja.
2. Dokonać analizy struktury i poziomu kosztów jednostkowych poniesionych na innej zmodernizowanej już linii o podobnych parametrach technicznych i eksploatacyjnych.
3. Zidentyfikować czynniki zdeterminowane nowymi rozwiązaniami technicznymi, mające wpływ na zmianę kosztów.
4. Oszacować koszty całkowite dla modernizowanej linii w całym okresie obliczeniowym.

Najprostszym sposobem szacowania kosztów utrzymania i eksploatacji linii jest określenie ich wartości na podstawie nakładów inwestycyjnych. Koszty te,

mają, m. in. zapewnić utrzymanie odpowiedniego stanu technicznego linii i określane są wówczas jako procent wartości tzw. „czystych” nakładów inwestycyjnych, tj. wydatków poniesionych na środki trwałe. Metoda ta budzi jednak zbyt wiele wątpliwości, ponieważ ustalone w ten sposób koszty mogą znacząco odbiegać od kosztów później ponoszonych.

Koszty operacyjne można również szacować na podstawie wielkości zalecanych dla prawidłowego funkcjonowania linii. Wielkości takie przedstawione są, jak już wspomniano, np. w opracowaniu przygotowanym przez konsorcjum SYSTRA/EC HARRIS.

Stosując powyższą metodę można oszacować koszt jednostkowy i koszt całkowity, na pierwszy rok po zakończeniu fazy inwestycyjnej. Koszty te, w zależności od przyjętej metody wykazywać mogą znaczne rozbieżności, co nie jest bez znaczenia dla wyniku całej analizy efektywności. W tabeli 4.3 zaprezentowano koszty jednostkowe i całkowite dla prezentowanego już wcześniej przykładowego przedsięwzięcia modernizacji odcinka linii kolejowej X.

Tabela 4.3. Roczne, jednostkowe i całkowite koszty dla przykładowej linii X w zależności od sposobu ich szacowania dla pierwszego roku okresu eksploatacji po modernizacji

Sposób określenia kosztów	Podstawa szacunku	Roczny koszt jednostkowy [tys. zł/km]	Roczne koszty całkowite [tys. zł]
Analiza kosztów historycznych	dwukrotne zwiększenie kosztów eksploatacyjnych bez amortyzacji	321,0	30 527,1
Analiza porównawcza	na podstawie średnich kosztów jednostkowych dla linii I i II, które są przystosowane do prowadzenia ruchu pociągów z prędkością 160 km/h	193,7	18 420,9
Analiza historyczna i porównawcza	na podstawie struktury kosztów w układzie funkcjonalnym linii I i 20% wzrostu łącznie kosztów utrzymania, prowadzenia ruchu i administrowania bez amortyzacji	192,6	18 316,3
Procent nakładów inwestycyjnych	1,5% „czystych” nakładów inwestycyjnych	354,0	33 665,4
Wielkość zalecana na podstawie ekspertyz	opracowanie SYSTRA/EC HARRIS	392,0	37 279,2

Źródło: Opracowanie własne.

Koszty te stanowią punkt wyjścia do prognozowania kosztów operacyjnych (utrzymania i eksploatacji linii kolejowej) w odniesieniu do całego okresu obliczeniowego. Kolejowe inwestycje infrastrukturalne w Polsce mają przeważnie

charakter modernizacyjny. W związku z tym, ich koszty utrzymania i eksploatacji danej linii kolejowej po zakończeniu przedsięwzięcia inwestycyjnego będą się znacznie różnić wielkością, strukturą, jak i trendem zmian w stosunku do kosztów z okresu przed modernizacją. Dlatego też w praktyce najczęściej do ich szacowania w okresie obliczeniowym stosuje się metody heurystyczne (niematematyczne). Do grupy tej należą m.in. metody analogowe (prognozowanie przez analogię).

Prognozowanie przez analogię polega na przenoszeniu właściwości, twierdzeń, czy też wniosków udowodnionych (uzasadnionych) dla jednego obiektu na inny o zbliżonym charakterze lub hipotetycznym rozwoju zgodnym z regułami obowiązującymi w „obiekcie testowym”. Prognozowanie analogowe może dotyczyć zjawisk zarówno jakościowych, jak i ilościowych, np.: punktów zwrotnych trendu, zmian postaci związków między zmiennymi, postaci trendu, zajścia nowych zdarzeń w obiekcie⁴⁴¹. Zasadniczo metodami analogowymi są również inne metody niematematyczne, np. metoda ekspercka czy intuicyjna, które jako podstawę prognoz wykorzystują doświadczenie i wiedzę ekspertów o zbliżonych obiektach czy procesach.

W kolejowych przedsięwzięciach infrastrukturalnych do prognozowania kosztów w całym okresie obliczeniowym wykorzystywana jest w praktyce metoda ekspercka. Rozwiązanie takie wynika zarówno z braku możliwości pozyskania danych o rzeczywistych kosztach eksploatacyjnych dla linii o parametrach opowiadających linii kolejowej po modernizacji w średnim i długim okresie, jak również z braku formalnych wymagań i wytycznych w tym zakresie. Sformułowane w Niebieskiej Księdze zalecenia mówią jedynie, że przy obliczaniu kosztów operacyjnych nie należy w prosty sposób ekstrapolować kosztów historycznych z niedawnej przeszłości, lecz należy brać pod uwagę stan i wiek infrastruktury i prawdopodobne prace remontowe⁴⁴². Warto również wspomnieć, że zgodnie z założeniami przywoływanej Niebieskiej Księgi prognoza kosztów utrzymania i eksploatacji linii kolejowych powinna obejmować koszty stałe, koszty zmienne i pozostałe koszty⁴⁴³.

Zastosowanie metody eksperckiej do szacowania kosztów wymaga sumiennego stosowania jednej z podstawowych zasad sporządzania rachunku efektywności, a mianowicie zasady ujawniania i rzetelnego opisywania

⁴⁴¹ A. Zeliaś, B. Pawełek, St. Wanat: *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria. Przykłady. Zadania*. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2004, s. 334.

⁴⁴² *Niebieska Księga...*, op. cit., s. 26.

⁴⁴³ Tamże, s. 27. Proponowany w tym dokumencie podział kosztów budzi jednak zastrzeżenia. Zgodnie z teorią rachunku kosztów, suma kosztów stałych i zmiennych stanowi koszty całkowite. Tymczasem w propozycji zawartej w przywoływanej *Niebieskiej Księdze*, koszty całkowite są sumą kosztów stałych, zmiennych i pozostałych. Wynika to z innego rozumienia określeń „stałe” i „zmienne”, co wprowadza niepotrzebny chaos pojęciowy.

wszystkich przyjmowanych założeń i uproszczeń. W praktyce dla kolejnych, wyznaczonych przedziałów czasowych w całym okresie obliczeniowym przyjmuje się wskaźniki odzwierciedlające przewidywane zmiany kosztów jednostkowych (spadek lub wzrost). Wskaźniki te pozwalają ustalić szacunki kosztów jednostkowych w całym okresie obliczeniowym, a na ich podstawie kosztów całkowitych.

Jak już wcześniej wspomniano, brak powszechnie przyjętych metod szacowania kosztów utrzymania i eksploatacji na potrzeby rachunku efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych daje pewną swobodę w kształtowaniu ich poziomu. Szacowanie kosztów jednostkowych i całkowitych oraz przygotowywanie prognoz kosztów w perspektywie 30. lat, wymaga od ekspertów, z jednej strony, wiedzy i doświadczenia, z drugiej – daje pewną możliwość ich kreowania. Swoboda ta, dotycząca przyjmowania założeń oraz sposobu prowadzenia rachunku kosztów, może skutkować znacząco różnymi wynikami szacunków kosztów dla tej samej linii kolejowej. W konsekwencji można otrzymać zauważalnie różny poziom wskaźników efektywności danej inwestycji. Wpływ różnych metod szacowania kosztów na efektywność ekonomiczną i finansową inwestycji dla przykładowej inwestycji modernizacji linii kolejowej X przedstawia tabela 4.4.

Tabela 4.4. Wpływ metod szacowania kosztów utrzymania i eksploatacji na efektywność ekonomiczną i finansową modernizacji przykładowej linii kolejowej X

Metoda szacowania kosztów	Efektywność ekonomiczna		Efektywność finansowa	
	ENPV [mln zł]	ERR [%]	ENPV [mln zł]	ERR [%]
Analiza historyczna	638,5	7,59	-2 145,1	-45,6
Analiza porównawcza	804,7	8,15	-1 961,4	-11,6
Analiza historyczna i porównawcza	806,3	8,15	-1 959,7	-11,5
Procent od nakładów inwestycyjnych	591,4	7,43	-2 197,0	brak
Na podstawie zaleceń ekspertów	540,7	7,26	-2 252,9	brak

Źródło: Opracowanie własne.

Wartości wskaźników efektywności obliczono przy następujących założeniach:

- 1) założono wzrost kosztów operacyjnych, obejmujące utrzymanie, prowadzenie ruchu i administrowanie (bez amortyzacji), w stosunku do okresu podstawowego, co wynika z:

- ❖ konieczności zachowania podwyższonych standardów bezpieczeństwa, wymaganych w przypadku linii przewidzianych do prowadzenia ruchu z wysokimi prędkościami w przewozach pasażerskich,
 - ❖ tendencji ogólnego wzrostu kosztów pracy w Polsce,
 - ❖ wzrostu kosztów ochrony środowiska również w transporcie kolejowym;
- 2) wartość pozostałych strumieni pieniężnych oraz stóp dyskontowych przyjęto jednakowe w każdym wariantcie.

W zależności od przyjętej metody szacowania kosztów utrzymania i eksploatacji ekonomiczna wartość bieżąca netto w przedstawianym przykładzie zmienia się w zakresie od 540,7 mln zł do 806,3 mln zł, to jest o 265,5 mln zł. Różnica ta w odniesieniu do wartości minimalnej stanowi aż 49%, a do wartości maksymalnej ok. 33%.

Finansowa wartość bieżąca netto tego przedsięwzięcia, w zależności od sposobu szacowania kosztów, zmienia się od -2 252,9 mln zł do -1 959,7 mln zł, to jest o ok. 293,8 mln zł. W stosunku do wartości minimalnej i maksymalnej zmiany te są relatywnie mniejsze niż dla ENPV i stanowią odpowiednio 13% i 15%. Wynika to z dużej ujemnej wartości FNPV.

Zmiana sposobu szacowania kosztów utrzymania i eksploatacji nie zmienia ogólnej oceny bezwzględnej efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego. Modernizacja linii kolejowej, niezależnie od sposobu szacowania kosztów utrzymania i eksploatacji, jest nieefektywna finansowo i efektywna ze społecznego punktu widzenia, co jest charakterystyczne dla tego typu inwestycji. Jednakże zakres zmian efektywności jest znaczny, co przy pewnej swobodzie szacowania i określania innych elementów i parametrów rachunku prowadzić może do skrajnie różnych ocen.

4.3. Problemy prognozowania korzyści bezpośrednich i ich wpływ na wyniki oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych

4.3.1. Rodzaje korzyści bezpośrednich

W procesie ewaluacji efektywności finansowej i ekonomicznej kolejowych inwestycji infrastrukturalnych konieczne jest oszacowanie tzw. *korzyści bezpośrednich*. Są to te korzyści, które inwestor uzyska jako bezpośredni efekt realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Korzyści bezpośrednie mogą być wynikiem obniżenia poziomu kosztów, ale przede wszystkim odnoszą się one do wzrostu przychodów. W przypadku linii kolejowej korzyści bezpośrednie dla zarządcy infrastruktury wynikają ze sprzedaży dostępu do tej linii. Wielkość świadczonych usług w zakresie udo-

stepniania linii kolejowych mierzona jest pracą eksploatacyjną wyrażoną w pociągokilometrach.

W 2010 r. spółka PKP PLK S.A. obsługiwała 53. przewoźników, z których 11. wykonywało przewozy pasażerskie, 36. – towarowe, a 5. pasażerskie i towarowe.

Zrealizowano 221,25 mln pockm, w tym: 145,39 mln pockm w ruchu pasażerskim i 75,86 mln pockm w ruchu towarowym. Tylko ok. 27,44% przewozów realizowanych w ruchu towarowym wykonywanych było przez przewoźników spoza grupy PKP. W przewozach pasażerskich udział ten był znacznie większy i wyniósł ok. 65,13%⁴⁴⁴, co jest efektem utraty z dniem 22 grudnia 2008 r. przez „Przewozy Regionalne” Sp. z o.o. charakteru spółki powiązanej z PKP S.A.

Zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawa, udostępnianie linii kolejowych jest odpłatne. Generuje to przychody ze sprzedaży produktów (udostępnianie tras). W związku z tym przedsięwzięcie inwestycyjne, którego przedmiotem jest linia kolejowa, w przeciwieństwie np. do ekspresowych dróg kołowych, jest inwestycją generującą przychód. Za podstawowe korzyści bezpośrednie, szacowane z punktu widzenia Spółki PKP PLK S.A., uznać należy wpływy z tytułu udostępniania linii operatorom przewozowym w ruchu towarowym i pasażerskim.

Przychody te stanowią opłaty, jakie spółka PKP PLK S.A. pobiera od przewoźników. Wielkość opłat wynika z pracy eksploatacyjnej realizowanej przez różne rodzaje pociągów pasażerskich i towarowych oraz z jednostkowych stawek dostępu. Szacowanie przychodów wymaga zatem rozstrzygnięcia dwóch problemów. Dotyczą one: prognoz pracy eksploatacyjnej oraz stawek dostępu w całym okresie obliczeniowym.

Obok wpływów ze sprzedaży dostępu do linii, do korzyści bezpośrednich należy zaliczyć także wartość rezydualną inwestycji, tj. bieżącą wartość netto, jaką będzie miał majątek powstały w wyniku realizacji przedsięwzięcia. Wartość tę określa się dla ostatniego roku okresu obliczeniowego. Do korzyści tych można zaliczyć również inne przychody z tytułu wynajmu lub dzierżawy elementów infrastruktury transportowej, jeżeli takowe występują i są bezpośrednio związane z realizacją danej inwestycji.

4.3.2. Szacowanie przychodów ze sprzedaży dostępu do linii kolejowej

Szacowanie korzyści bezpośrednich dla inwestycji dotyczącej modernizacji linii kolejowej wymaga:

- ❖ prognozy pracy eksploatacyjnej w ruchu pasażerskim i towarowym w całym okresie obliczeniowym w wariancie inwestycyjnym i bez inwestycji;

⁴⁴⁴ PKP Polskie Linie Kolejowe S. A.: *Raport roczny 2010*. PKP PLK S.A., s. 31.

- ❖ określenia wielkości jednostkowych stawek opłat za udostępnianie odcinków na analizowanej linii kolejowej w wariantie bez inwestycji i po jej modernizacji;
- ❖ obliczenia przychodów z tytułu udostępniania odcinków linii kolejowej w ruchu pasażerskim i towarowym w poszczególnych latach okresu obliczeniowego w wariantie inwestycyjnym i bez inwestycji;
- ❖ obliczenia przyrostu przychodów – różnicy pomiędzy przychodami w wariantie inwestycyjnym i bez inwestycji;
- ❖ ustalenia wartości rezydualnej w ostatnim roku okresu obliczeniowego.

Szacowanie przychodów ze sprzedaży dostępu do linii kolejowej wymaga opracowania prognoz przewozowych i ruchowych dla przewozów pasażerskich i towarowych. Prognozy te zazwyczaj opracowywane są przez zespół ekspertów ds. inżynierii ruchu kolejowego, organizacji transportu, marketingu i prognozowania. Na ich podstawie dokonuje się obliczeń rocznej pracy eksploatacyjnej pociągów. Rzetelność i wiarygodność tych prognoz ma istotny wpływ na wielkość prognozowanych przychodów⁴⁴⁵.

Kluczowym problemem metodycznym w szacowaniu przychodów ze sprzedaży dostępu do linii kolejowych jest określenie przyszłych jednostkowych stawek opłat za korzystanie z infrastruktury. Jednostkowe stawki opłat za dostęp do infrastruktury kolejowej stanowią cenę usługi udostępniania trasy przez zarządcę i prowadzenia po niej ruchu pociągów. Ceny te, zgodnie z przepisami prawa obowiązującymi w Polsce⁴⁴⁶, zatwierdzane są przez prezesa Urzędu Transportu Kolejowego. Są one przedstawiane w *„Cenniku opłat za korzystanie z infrastruktury kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.”*, który podlega corocznym aktualizacjom. Poniżej scharakteryzowane zostały rodzaje opłat wynikające z cennika obowiązującego w rozkładzie jazdy 2011/2012⁴⁴⁷.

Cennik stawek jednostkowych opłat za korzystanie z infrastruktury kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., obowiązujący w rozkładzie jazdy 2011/2012 zawiera:

⁴⁴⁵ Zagadnienie wykonywania prognoz ruchowych i przewozowych wykracza poza zakres tematyczny niniejszej pracy i nie będzie w niej prezentowane.

⁴⁴⁶ Podstawowe regulacje prawne, dotyczące zasad, procedur i poziomu kształtowania opłat za udostępnianie linii kolejowych przewoźnikom kolejowym przez PKP PLK SA zawarte są w następujących aktach prawnych: *Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym* (DzU 2003 r. Nr 86, poz. 789 z późniejszymi zmianami) i *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2009 r. w sprawie warunków dostępu i korzystania z infrastruktury kolejowej* (DzU 2009 r. Nr 35, poz. 274).

⁴⁴⁷ Decyzją Nr TRM-9110-01/11 z dnia 4 maja 2011 r. Prezes Urzędu Transportu Kolejowego zatwierdził stawki jednostkowe opłat za dostęp i korzystanie przez przewoźników kolejowych z infrastruktury kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. na okres obowiązywania rozkładu jazdy pociągów 2011/2012 (pkt I i II Cennika).

1. Stawki jednostkowe opłaty podstawowej:
 - ❖ stawki jednostkowe opłaty podstawowej za minimalny dostęp do infrastruktury kolejowej,
 - ❖ stawki jednostkowe opłaty podstawowej za dostęp do urządzeń związanych z obsługą pociągów.
2. Stawki jednostkowe opłat dodatkowych.
3. Współczynniki i zasady zwiększania stawek jednostkowych opłaty podstawowej za minimalny dostęp do infrastruktury kolejowej.

Zakres usług za minimalny dostęp do infrastruktury kolejowej świadczonych przez PKP PLK SA obejmuje usługi określone w części I ust. 1 załącznika do przywoływanej ustawy z dnia 28 marca 2003 r. *o transporcie kolejowym*. Obejmują one:

- ❖ obsługę wniosku o przyznanie zdolności przepustowej infrastruktury kolejowej;
- ❖ prawo użytkowania przyznanej infrastruktury kolejowej;
- ❖ korzystanie z rozjazdów i węzłów kolejowych w zakresie koniecznym dla przejazdu pociągu po przyznanej trasie;
- ❖ sterowanie ruchem pociągów, w tym sygnalizację, kontrolę, odprawianie i łączność oraz dostarczanie informacji o ruchu pociągów;
- ❖ udostępnienie informacji wymaganej do wdrożenia lub prowadzenia przewozów, dla których została przyznana zdolność przepustowa infrastruktury kolejowej;
- ❖ udostępnienie urządzeń sieci trakcyjnej, jeżeli są one dostępne.

Jednostkowe stawki opłaty podstawowej określone zostały dla dwóch kategorii pociągów:

- ❖ pasażerskich,
- ❖ towarowych.

W odniesieniu do ww. kategorii pociągów stawki te zostały zróżnicowane dla odcinków linii, na których nie są dostępne urządzenia sieci trakcyjnej i dla odcinków linii na których są dostępne urządzenia sieci trakcyjnej.

Stawki jednostkowe opłaty podstawowej dla odpowiedniej kategorii pociągu w zależności od wyposażenia linii w urządzenia sieci trakcyjnej zostały zróżnicowane w zależności od:

- ❖ całkowitej masy brutto pociągu (M), tj. rozkładowej całkowitej masy brutto pociągu obejmującej masę lokomotyw czynnych i masę składu pociągu zaplanowanych w przydzielonej trasie na poszczególnych jej fragmentach,
- ❖ kategorii linii, będącej parametrem linii kolejowej ustalonym dla potrzeb cennika uwzględniającym średniodobowe natężenie ruchu pociągów oraz dopuszczalną prędkość techniczną i ograniczenia stałe prędkości.

Ukształtowane w ten sposób stawki jednostkowe opłaty zawierają się w następujących przedziałach:

1) dla pociągów pasażerskich:

- ❖ na liniach bez dostępu do urządzeń sieci trakcyjnej: od 1,80 zł/pockm ($M \leq 60$ t, kategoria 1), do 12,36 zł/pockm ($M > 600$ t, kategoria 4),
- ❖ na liniach zelektryfikowanych: od 2,95 zł/pockm ($M \leq 60$ t, kategoria 1), do 19,17 zł/pockm ($M > 600$ t, kategoria 5);

2) dla pociągów towarowych:

- ❖ na liniach bez dostępu do urządzeń sieci trakcyjnej: od 1,80 zł/pockm ($M \leq 60$ t, kategoria 1), do 34,63 zł/pockm ($M > 3000$ t, kategoria 5),
- ❖ na liniach zelektryfikowanych: od 2,95 zł/pockm ($M \leq 60$ t, kategoria 1), do 40,38 zł/pockm ($M > 3000$ t, kategoria 5).

Jednostkowe stawki opłaty podstawowej mogą być zwiększane wskaźnikiem 2,0 lub 1,2 – zgodnie z zasadami określonymi w punkcie III przywołanego Cennika.

Cennik opłat za korzystanie z infrastruktury kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe SA. zawiera także stawki i mierniki opłaty podstawowej za dostęp do urządzeń związanych z obsługą pociągów, w tym np. opłaty za zatrzymanie pociągu przy krawędzi peronowej zamówione przez przewoźnika. Modernizacja linii kolejowej w praktyce ma niewielki wpływ na wzrost przychodów zarządcy infrastruktury z tytułu tych opłat. Strumienie różnicowe w tym przypadku są zerowe lub bardzo niskie i nie mają istotnego wpływu na wyniki efektywności finansowej i ekonomicznej projektu. Z tego względu przychody te najczęściej są pomijane w rachunku efektywności modernizacji linii kolejowej. Niemniej jednak należy o nich pamiętać i w czasie wykonywania analizy efektywności przedstawić uzasadnienie ewentualnej ich eliminacji z obliczeń.

Łączna kwota opłaty podstawowej za przejazd pociągu określonego typu po danej trasie jest sumą opłat wyliczonych dla każdego odcinka danej linii, zgodnie z jego kategoryzacją. Szacując łączną kwotę opłaty należy zatem określić ilość i kategorię odcinków na danej linii kolejowej.

Stawki opłaty za korzystanie z linii kolejowych mogą być wyrażone również w ujęciu średniosieciowym. Jednakże, stawki tak ustalone nie mogą stanowić podstawy do szacowania przychodów, ponieważ takie podejście nie ma uzasadnienia ani teoretycznego, ani praktycznego. Z punktu widzenia teorii byłoby to sprzeczne z zasadą porównywalności sporządzania rachunku efektywności. W odniesieniu do praktyki byłoby sprzeczne z obowiązującymi zasadami naliczania opłat za udostępnianie linii kolejowej. Dlatego też obliczanie stawek opłaty powinno być realizowane w odniesieniu do danej linii kolejowej z podziałem na poszczególne odcinki.

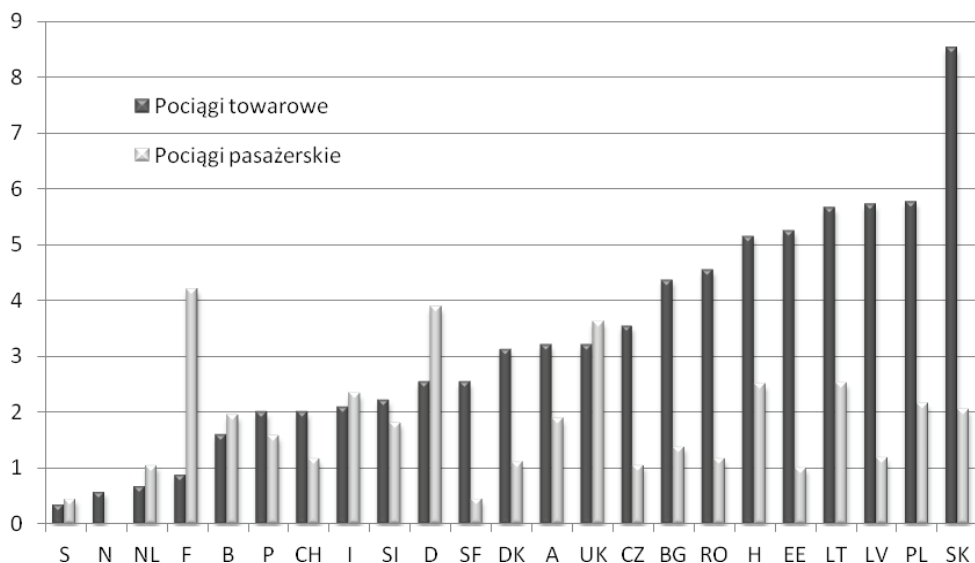
Jednostkowe stawki opłaty podstawowej stanowią podstawę do szacowania przyszłych stawek udostępniania linii kolejowej. Bezpośredni wpływ na poziom stawek jednostkowych za dostęp do infrastruktury kolejowej ma polityka państwa w zakresie finansowania ze środków publicznych utrzymania i rozwoju infrastruktury kolejowej. Opłaty te mogą stymulować zarówno wzrost, jak i spadek udziału transportu kolejowego w systemie transportowym kraju. Jednakże, brak rozstrzygnięć politycznych w zakresie finansowania przez państwo kosztów utrzymania infrastruktury i zasad ustalania stawek dostępu w dłuższym okresie czasu powoduje, że przewidywanie ich zmian jest zadaniem trudnym. W praktyce może to prowadzić do różnych tendencji w kształtowaniu się stawek w przyszłości. W związku z tym pomocne mogą być wskazania określone przez Unię Europejską oraz stawki stosowane w innych państwach europejskich.

Zgodnie z wymaganiami Unii Europejskiej, dotyczącymi kształtowania opłat za dostęp do infrastruktury kolejowej, wiodącą zasadą jest konieczność kształtowania opłat na podstawie kosztów, powstających bezpośrednio u zarządcy infrastruktury na skutek udostępniania operatorowi trasy przejazdu pociągu po określonej linii i w związku z przejazdem pociągów. Koszty te najczęściej utożsamiane są z tzw. kosztami krańcowymi (*marginal cost*). Opłaty oparte na kosztach krańcowych winny obejmować minimalny pakiet usług, wyszczególniony przez zarządcę infrastruktury⁴⁴⁸.

Z badań porównawczych przeprowadzonych przez Europejską Konferencję Ministrów Transportu (ECMT) wynika, że poziom średnich jednostkowych stawek opłat za dostęp do infrastruktury kolejowej w poszczególnych krajach Europy był bardzo zróżnicowany. Dotyczyło to zarówno przewozów towarowych, jak i pasażerskich. W przewozach ładunków dla pociągu towarowego o masie brutto 1000 ton rozpiętość ta w 2004 r. była ponad dwudziestokrotna i wynosiła od 0,4 Euro za 1 pockm w Szwecji do ponad 8 Euro za 1 pockm na Słowacji. Relatywnie wysokie stawki dostępu występowały we wszystkich nowych krajach członkowskich UE, w tym także w Polsce. Było to uwarunkowane małym zaangażowaniem środków publicznych w finansowanie działalności eksploatacyjnej zarządców infrastruktury. Inne uwarunkowania występowały w krajach bałtyckich (Estonia, Litwa, Łotwa), w których wysokie stawki opłat wynikały z dominacji przewozów towarowych, relatywnie wyższej masy pociągów i większego stopnia urynkowienia transportu kolejowego (Estonia). W przewozach pasażerskich zróżnicowanie to wynosiło od ok. 0,5 Euro za 1 pockm w Szwecji do ponad 4 Euro za 1 pockm we

⁴⁴⁸ M. Kotowska-Jelonek: *Ekonomiczne i prawne aspekty kształtowania za dostęp do infrastruktury kolejowej w Europie*. TTS 2007, nr 3, s. 23.

Francji i w Niemczech⁴⁴⁹. Średnie stawki dostępu do infrastruktury kolejowej w krajach europejskich w 2004 r. przedstawiono na rysunku 4.2.



Rys. 4.2. Średnie stawki dostępu do infrastruktury kolejowej w krajach europejskich w 2004 r. (w Euro/pckm, z wyłączeniem kosztów trakcji elektrycznej)

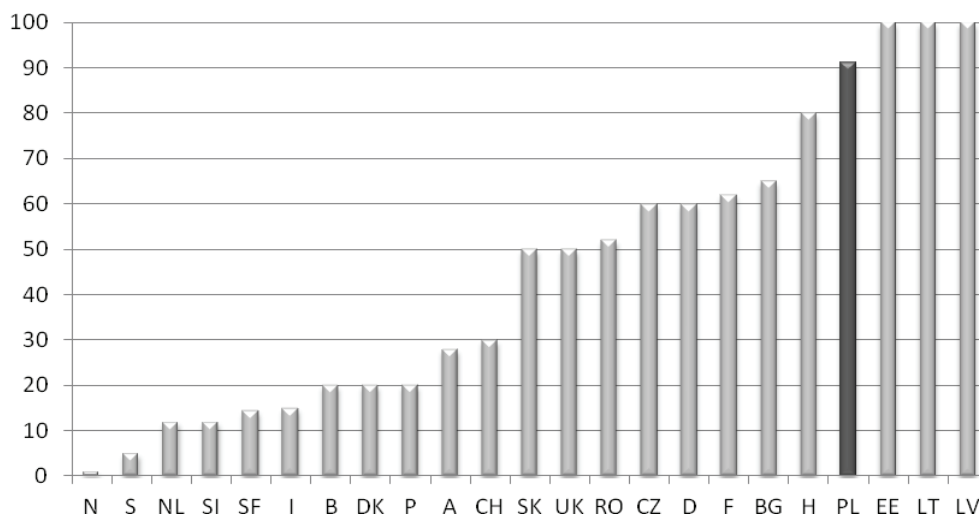
Źródło: *European Conference of Ministers of Transport 2006*.
<http://www.cemt.org/topics/rail/raildocs.htm>

Systemy opłat i poziom jednostkowych stawek mają bezpośredni wpływ na stopień pokrycia kosztów zarządców przez uzyskiwane przychody za udostępnianie infrastruktury przewoźnikom (rys. 4.3). Współczynnik zwrotu kosztów zarządcy infrastruktury przez przychody z opłat wynosił od ok. 1% w Norwegii do 100% w krajach bałtyckich (Litwa, Łotwa, Estonia).

Przedstawione uwarunkowania mogą w efekcie prowadzić do istotnego zróżnicowania szacowanych stawek opłat za korzystanie z linii kolejowej, a co za tym idzie – do różnych korzyści bezpośrednich. Ponadto dla każdej zmiany, wobec braku strategii kształtowania stawek w długim okresie, można znaleźć poprawne merytorycznie uzasadnienie⁴⁵⁰.

⁴⁴⁹ M. Kotowska-Jelonek: *Ekonomiczne i prawne...*, op. cit., s. 27.

⁴⁵⁰ T. Dyr.: *Szacowanie strumieni...*, op. cit., s.



Rys. 4.3. Stopień pokrycia kosztów przez opłaty za dostęp do infrastruktury kolejowej w krajach europejskich w 2004 r. [%]

Źródło: European Conference of Ministers of Transport 2006.

<http://www.cemt.org/topics/rail/raildocs.htm>

Wzrost stawek może wynikać z konieczności uzyskania zwrotu z zaangażowanego kapitału krajowego na realizację inwestycji oraz pokrycia zwiększonych kosztów utrzymania i eksploatacji linii po jej modernizacji. Podwyższenie tych kosztów wynika z konieczności zapewnienia wyższych standardów utrzymania linii, po której będą jeździły pociągi ze zwiększoną prędkością, w porównaniu do stanu przed modernizacją.

Spadek stawek jednostkowych może być uzasadniony polityką Unii Europejskiej, zakładającej konieczność poprawy pozycji konkurencyjnej kolei na rynku transportowym. Wysokie stawki dostępu do infrastruktury, w szczególności dla operatorów wykonujących przewozy towarowe, nie sprzyjają realizacji tego celu. Można zatem zakładać, że w najbliższych latach stawki dostępu będą maleć.

Możliwy jest również scenariusz zakładający wzrost stawek dostępu dla jednego typu pociągów i spadek dla innych. Modernizacja linii kolejowych, zakładająca zwiększenie dopuszczalnej prędkości pociągów, będzie korzystna przede wszystkim dla operatorów realizujących przewozy pasażerskie na duże odległości pociągami Intercity i Interregio. Jedynie tymi pociągami będzie można osiągnąć prędkość projektowaną dla linii po zakończeniu jej modernizacji. Z drugiej strony – wzrost dopuszczalnej prędkości pociągów może stanowić utrudnienie dla przewozów towarowych. Prędkość tych pociągów

nie przekracza zazwyczaj 70-80 km/h. Ich przejazd przez linię może wiązać się z częstymi postojami na stacjach pośrednich w celu przepuszczenia szybkich pociągów pasażerskich. Taki scenariusz prowadzić będzie do pogorszenia oferty przewozowej (wydłużenia czasu przejazdu pociągów towarowych) oraz znacznego zwiększenia zużycia energii. Na tej podstawie można prognozować zmniejszenie stawek dostępu dla pociągów towarowych i wzrost dla pociągów pasażerskich.

Kolejnym problemem, obok określenia kierunku zmian stawek, jest ustalenie tempa tych zmian. Wobec braku rozstrzygnięć systemowych w tym zakresie, przewidywanie kierunku i tempa zmian stawek w okresie 30. lat może być obciążone wysokim poziomem ryzyka. Ponadto stwarza to stosunkowo dużą swobodę w przyjmowanych założeniach. Potwierdzają to przeprowadzone badania studiów wykonalności realizowanych w Polsce w latach 2004 – 2007. Zakładano w nich zarówno kilkuprocentowy wzrost stawek jednostkowych dla pociągów pasażerskich Intercity i międzyregionalnych, jak również spadek stawek jednostkowych o 20% po zakończeniu modernizacji linii kolejowej. Przyjmowano także brak zmian stawek jednostkowych, a przychody szacowane były na podstawie stawek aktualnych w zależności od prędkości i masy pociągu.

Różne podejście do prognozowania poziomu stawek opłat jednostkowych w całym okresie obliczeniowym (30 lat) prowadzi do istotnie różnych szacunków przyrostowego strumienia przychodów, w konsekwencji – do różnych wartości miar efektywności i odmiennych ocen efektywności. W przypadku współfinansowania inwestycji z funduszy UE skutkować też może różnym poziomem obliczonego dofinansowania.

W celu zobrazowania wpływu odmiennych podejść do kształtowania poziomu jednostkowych stawek dostępu na wielkość wskaźników efektywności modernizacji przykładowej linii kolejowej X wykonano obliczenia, przyjmując następujące założenia:

- 1) okres realizacji inwestycji wynosi 5 lat,
- 2) w wariantie bez inwestycji przyjęto stały poziom stawek w całym okresie obliczeniowym⁴⁵¹;
- 3) w wariantie inwestycyjnym przyjęto jednostkowe stawki w fazie inwestycyjnej, i zmianę stawek w fazie eksploatacji, przy czym przyjęto trzy scenariusze ich zmian:
 - ❖ scenariusz I – spadek stawek dostępu o 20% dla wszystkich kategorii pociągów,

⁴⁵¹ W celu zachowania spójności ze studium wykonalności, na podstawie którego oszacowane zostały strumienie pieniężne, jednostkowe stawki dostępu do infrastruktury przyjęte zostały według cennika obowiązującego od 10 grudnia 2006 do 8 grudnia 2007 r.

- ❖ scenariusz II – wzrost stawek dla pociągów Intercity i Interregio o 10%, pozostałe stawki bez zmian,
 - ❖ scenariusz III – stały poziom stawek dla wszystkich kategorii pociągów;
- 4) pozostałe strumienie pieniężne oraz stopy dyskontowe przyjęto jednakowe dla wszystkich trzech scenariuszy.

Wpływ różnego podejścia do określania zmian stawek dostępu na efektywność inwestycji modernizacyjnej przykładowej linii kolejowej X przedstawiono za pomocą wskaźników *ENPV*, *FRR*, *ENPV* i *ERR* (tab. 4.5).

W zależności od przyjętych zasad kształtowania zmian jednostkowych stawek dostępu do infrastruktury kolejowej w okresie obliczeniowym ekonomiczna wartość bieżąca netto przedsięwzięcia zmienia się w zakresie od 961,9 mln zł do 1 029,2 mln zł, to jest o 67,4 mln zł. Różnica ta w odniesieniu do wartości minimalnej stanowi 7,0%, a do wartości maksymalnej ok. 6,5%.

W odniesieniu do efektywności finansowej zmiana sposobu szacowania stawek dostępu powoduje większe zróżnicowanie. Finansowa wartość bieżąca netto tego przedsięwzięcia zmienia się od –1 788,1 mln zł do –712,5 mln zł, to jest o ok. 75,6 mln zł. W ujęciu względnym do wartości minimalnej i maksymalnej różnica ta jest stosunkowo mała i stanowi odpowiednio 4,2% i 4,4%.

Tabela 4.5. Wpływ zmian zasad prognozowania jednostkowych stawek dostępu na efektywność ekonomiczną i finansową modernizacji przykładowej linii kolejowej X

Sposoby szacowania jednostkowych stawek dostępu do linii kolejowej	Efektywność ekonomiczna		Efektywność finansowa	
	ENPV [mln zł]	ERR [%]	FNPV [mln zł]	FRR [%]
Scenariusz I – zmniejszenie stawek jednostkowych o 20%	961,9	8,7	-1 788,1	-8,6
Scenariusz II – wzrost stawek dostępu dla pociągów IC i IR o 10%	1 029,2	8,9	-1 712,5	-7,1
Scenariusz III – stawki wg cennika z 2007 r.	1 017,8	8,9	-1 725,3	-7,3

Źródło: Opracowanie własne.

Przedstawione w tabeli 4.5 wartości wskaźników efektywności ekonomicznej (*ENPV*, *ERR*) i finansowej (*FNPV*, *FRR*) dla przykładowej inwestycji wskazują, że zmiana stawek nie powoduje znaczącej zmiany efektywności modernizacji tej linii kolejowej. W żadnym przypadku nie uzyska się opłacalności finansowej inwestycji. W każdym natomiast przypadku przedsięwzięcie wykazu-

je efektywność ekonomiczną. Jednakże, relatywna swoboda w określaniu prognoz zmian jednostkowych stawek dostępu do linii kolejowych, a w konsekwencji poziomu opłat, w połączeniu z podobną swobodą przy szacowaniu kosztów eksploatacji, może prowadzić do znacznego zróżnicowania finansowej efektywności przedsięwzięcia.

Zdaniem P. Mackiea i J. Prestona niedoszacowanie kosztów i przeszacowanie korzyści, które prowadzą do zbyt optymistycznych ocen są jednym z największych problemów analiz CBA dotyczących inwestycji w infrastrukturze transportu. Przyczyny takich błędów według tych autorów tkwią przede wszystkim w:

- ❖ przedkładaniu zobowiązań politycznych nad poprawność przeprowadzanych analiz,
- ❖ przeszacowaniu wielkości realizowanych przewozów,
- ❖ przyjęciu niewłaściwego wariantu odniesienia, o zaniżonych kosztach,
- ❖ zawyżaniu wzrostu demograficznego i ekonomicznego,
- ❖ zawyżaniu oceny korzyści płynących z inwestycji, w szczególności w aspekcie szybkości,
- ❖ niedocenianiu działań konkurencyjnych firm – operatorów i właścicieli infrastruktury,
- ❖ nieuwzględnieniu w rachunku powolnego wzrostu popytu (zakładanie zbyt szybkiego wzrostu),
- ❖ przyjmowaniu zbyt długiego okresu życia zasobów,
- ❖ nieuwzględnianiu niektórych policzalnych kosztów,
- ❖ przyjmowaniu zbyt wysokich wartości policzalnych korzyści,
- ❖ wielokrotnym liczeniu korzyści w różnych częściach analizy⁴⁵².

Trudno jest jednak określić, które z tych przyczyn wynikają z niezamierzonych błędów, a które z działań celowych.

Jest to o tyle istotne, że – zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej – to właśnie od nakładów, kosztów i przychodów zależy poziom dofinansowania inwestycji. Stwarza to możliwość takiego kreowania strumieni pieniężnych, aby inwestor uzyskał jak najwyższe wsparcie przedsięwzięcia z funduszy europejskich.

Szacując przychody z tytułu sprzedaży dostępu do linii kolejowej należy zwrócić uwagę na fakt, że prognozy dotyczą działalności, na którą zarządca infrastruktury nie ma bezpośredniego wpływu. Decyzje o uruchomieniu konkretnej liczby pociągów podejmuje operatorzy. Dotyczy to w szczególności sytuacji, w której zarządca infrastruktury zakłada modernizację linii w takim zakresie, który umożliwi jazdę pociągów z prędkością powyżej 160 km/h,

⁴⁵² P. Mackie, J. Preston: *Twenty-one sources...*, op. cit., s. 5.

w tym w szczególności 200-250 km/h. Realizacja przewozów z taką prędkością w warunkach polskich będzie wymagała podjęcia przez operatorów decyzji o pozyskaniu odpowiedniego taboru. Jeśli przewoźnik, na podstawie własnych analiz, uzna, że realizacja takiej inwestycji jest dla niego nieopłacalna, to zakupu nie dokona. W konsekwencji nie osiągnie się prognozowanej wielkości przewozów i korzyści dla zarządcy infrastruktury kolejowej⁴⁵³.

4.3.3. Szacowanie wartości rezydualnej

Do korzyści bezpośrednich, uwzględnianych w ocenie efektywności inwestycji należy także zaliczyć wartość, jaką ma na koniec okresu obliczeniowego majątek powstały w wyniku realizacji przedsięwzięcia, tzw. wartość rezydualną. Wartość ta (patrz rozdział pierwszy) może być określana jako:

- ❖ wartość likwidacyjna, gdy majątek po zakończeniu cyklu życia inwestycji jest likwidowany,
- ❖ wartość przychodów wygenerowanych po okresie obliczeniowym (wartość przyszłych okresów),
- ❖ wartość aktywów netto powstałych w wyniku realizacji przedsięwzięcia.

W odniesieniu do infrastrukturalnych inwestycji kolejowych szacowanie wartości rezydualnej jako wartości likwidacyjnej nie jest zasadne. Należałoby bowiem oszacować ceny, za jakie można zbyć majątek, gdyby był on sprzedany. O ile w odniesieniu do budynków jest to możliwe, o tyle do elementów drogi kolejowej, które stanowią główną część majątku powstającego w czasie modernizacji linii kolejowej, jest zadaniem bardzo trudnym do realizacji. W zasadzie, ze względu na brak rynku wtórnego dla tego typu składników majątku, jedynym rozwiązaniem jest złomowanie. Ponadto, faktycznie zmodernizowana linia kolejowa po upływie okresu obliczeniowego będzie w dalszym ciągu użytkowana.

W metodzie uwzględniającej przychody wygenerowane po okresie obliczeniowym wartość rezydualna zależy od generowanych przez przedsięwzięcie inwestycyjne strumieni pieniężnych. Może być ona szacowana jako iloraz „*wolnych przepływów pieniężnych*” z reprezentatywnego roku analizy (najczęściej przyjmuje się ostatni rok okresu obliczeniowego) i stopy dyskontowej lub jako bieżącą wartość netto przyszłych przepływów pieniężnych (po okresie obliczeniowym), których oczekuje się z tytułu dalszego użytkowania linii kolejowej.

Dla przedstawianej przykładowej inwestycji wartość rezydualną obliczono według podejścia pierwszego, które rekomendowane jest w podręczniku kalku-

⁴⁵³ T. Dyr.: *Szacowanie strumieni...*, op. cit., s.

lacji luki finansowej dla inwestycji w infrastrukturę kolejową⁴⁵⁴. W analizie uwzględniono przychody dla przedstawionych w poprzednim punkcie trzech scenariuszy i stały poziom kosztów w każdym scenariuszu. Przychody ze sprzedaży dostępu do linii kolejowej, oszacowane dla ostatniego roku okresu obliczeniowego dla trzech różnych scenariuszy, zgodnie z metodą, zostały pomniejszone o koszty eksploatacyjne wyliczone dla tego roku. Następnie różnicę tę podzielono przez stopę dyskontową. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 4.6.

Tabela 4.6. Wartość rezydualna oszacowana na podstawie przychodów generowanych po okresie obliczeniowym

Sposób szacowania przychodów	Wartość rezydualna [zł]
Zmniejszenie stawek jednostkowych dostępu o 20%	566 700,0
Wzrost stawek dostępu dla pociągów IC i IR o 10%	718 880,0
Stawki według cennika	692 982,0

Źródło: Opracowanie własne.

Przedstawione wielkości znacznie odbiegają od wartości rezydualnej oszacowanej za pomocą *metody wartości aktywów netto* powstałych w wyniku realizacji przedsięwzięcia. Zgodnie z tą metodą wartość początkową pomniejsza się w kolejnych latach o wartość odpisów amortyzacyjnych. Jedyną grupą środków trwałych, które nie ulegną całkowitej amortyzacji dla prezentowanego przykładu, są budynki i budowle, których stawka amortyzacyjna wynosi 2,5%. Pozostałe grupy amortyzowane są stawką 4,5%. A zatem, w ostatnim roku okresu obliczeniowego wartość księgowa większości środków trwałych powstałych w wyniku realizacji inwestycji będzie równa zero⁴⁵⁵. Wartość księgowa netto budynków i budowli o wartości początkowej 54 652 tys. zł w ostatnim, tj. 30. roku okresu obliczeniowego wynosić będzie:

- ❖ 20 494,5 tys. zł – przy założeniu, że odpisy amortyzacyjne realizowane będą po zakończeniu fazy inwestycyjnej, tj. od 6. roku okresu obliczeniowego,

⁴⁵⁴ *Pilot implementation of funding gap methodology and development of Annex to major Project application (Pilotażowe wdrożenie metodologii kalkulacji luki finansowej oraz opracowanie załącznika do wniosku dla dużego projektu)*. Podręcznik kalkulacji luki finansowej dla inwestycji w infrastrukturę kolejową prowadzonych przez PKP PLK S.A. Dokument przygotowany przez PricewaterhouseCoopers i Scott Wilson dla Inicjatywy JASPERS. Kwiecień, 2010, s. 20.

⁴⁵⁵ Przy amortyzacji liniowej i stawce 4,5% okres amortyzowania wynosi 22 lata.

- ❖ 15 297,2 tys. zł – przy założeniu, że budynki i budowle będą oddawane jako kompletne w kolejnych latach fazy inwestycyjnej, a ich wartość będzie zgodna ze strukturą harmonogramu wszystkich nakładów inwestycyjnych⁴⁵⁶.

Zmianę efektywności finansowej przykładowej inwestycji mierzonej wskaźnikami *FNPV* i *FRR* w zależności od metody określania wartości rezydualnej dla przykładowej inwestycji modernizacji linii kolejowej X pokazano w tabeli 4.7.

Tabela 4.7. Finansowa efektywność modernizacji przykładowej linii kolejowej X w zależności od metody szacowania wartości rezydualnej

Sposób szacowania przychodów	Metoda szacowania wartości rezydualnej		
	Metoda przychodów przyszłych okresów	Metoda wartości księgowej netto	
		Odpisy amortyzacyjne od 6 roku	Odpisy amortyzacyjne od 1 roku
FNPV [mln zł]			
Zmniejszenie stawek jednostkowych dostępu o 20%	-1 658,5	-1 784,8	-1 786,0
Wzrost stawek dostępu dla pociągów IC i IR o 10%	-1 547,6–	-1 709,2	-1 710,4
Stawki wg cennika z 2007 r.	-1 566,5–	-1 722,1	-1 723,3
FRR [%]			
Zmniejszenie stawek jednostkowych dostępu o 20%	-3,5	-8,3	-8,4
Wzrost stawek dostępu dla pociągów IC i IR o 10%	-2,4–	-6,9	-7,0
Stawki wg cennika z 2007 r.	-2,6–	-7,1	-7,2

Źródło: Opracowanie własne.

Zmiana sposobu szacowania wartości rezydualnej nie zmieniała ogólnego obrazu efektywności finansowej przedsięwzięcia. Jednakże szacowanie wartości rezydualnej na podstawie przychodów przyszłych okresów w dużym stopniu wpłynęło na zmianę finansowej wewnętrznej stopy zwrotu. Stopa ta w dalszym ciągu jest znacząco mniejsza od przyjętej stopy dyskontowej (5%).

⁴⁵⁶ W obliczeniach uwzględniono harmonogram robót zgodnie ze studium wykonalności, na podstawie którego oszacowane zostały strumienie pieniężne.

4.4. Korekta strumieni pieniężnych dla potrzeb oceny efektywności ekonomicznej

Ocena efektywności ekonomicznej prowadzona jest ze społeczno-ekonomicznego punktu widzenia. Strumienie pieniężne stosowane w analizie ekonomicznej efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego powinny odzwierciedlać realne koszty społeczne. Ceny, które w prawidłowy sposób uwzględniałyby te koszty to takie, które ukształtowałyby się na rynku konkurencji doskonałej⁴⁵⁷.

Na rynku wolnej konkurencji ceny ustalane są na podstawie rynkowych sił podaży i popytu. W przypadku jakichkolwiek zakłóceń swobodnej gry rynkowej ceny nie odzwierciedlają faktycznych kosztów społecznych. Rynkowe ceny krajowe są właśnie takimi cenami. Znajdują się bowiem w nich zakłócenia powodowane przez administracyjne, finansowe, ekonomiczne i społeczne działania rządu. Strumienie pieniężne szacowane na podstawie takich cen mogą być wykorzystane w analizie efektywności finansowej. Jednakże w odniesieniu do oceny efektywności ekonomicznej potrzebna jest inna wycena podstawowych elementów rachunku efektywności, tj. nakładów inwestycyjnych, kosztów eksploatacji i korzyści bezpośrednich. Wycena ta powinna być przeprowadzona na podstawie cen zbliżonych do cen społecznych (ang. *social prices*).

Ponadto z przepływów pieniężnych należy wyeliminować te elementy, które wynikają z dotacji, podatków oraz innych płatności transferowych. Ocena ekonomiczna ma bowiem wskazać na opłacalność przedsięwzięcia z punktu widzenia całej społeczności regionu lub kraju. W takim ujęciu przepływy transferowe, np. dotacje, stanowią dla jednej strony (inwestora) wpływ pieniądza, ale dla drugiej strony (państwa) są wydatkiem.

W przypadku usług, będącej przedmiotem kupna – sprzedaży między zarządcą infrastruktury kolejowej PKP PLK S.A. i operatorami przewozowymi, cena nie jest kształtowana w wyniku swobodnej gry rynkowej między sprzedającym i kupującym, co jest uwarunkowane przede wszystkim strukturą rynku (infrastruktura kolejowa jest naturalnym monopolem) oraz polityką reformowania transportu kolejowego (relatywnie duża kontrola państwa nad sektorem infrastruktury)⁴⁵⁸. Analiza ekonomiczna przedsięwzięcia inwestycyjnego w infrastrukturze kolejowej wymaga zatem nie tylko uwzględnienia efektów zewnętrznych, ale również wykonania korekty fiskalnej oraz przekształcenia cen rynkowych w ceny kalkulacyjne, zbliżone do cen społecznych.

⁴⁵⁷ U. Brochocka, R. Gajęcki: *Metody oceny...*, op. cit., s. 52.

⁴⁵⁸ M. Kotowska-Jelonek: *Opłaty za dostęp do infrastruktury kolejowej – aspekty teoretyczne i praktyczne*. Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej nr 35, Kielce 2007.

Korekta fiskalna polega na eliminacji efektów podatków pośrednich, dotacji i innych transferów, czyli tych przepływów, które wiążą się jedynie z przekazaniem kontroli nad pewnymi środkami pomiędzy różnymi podmiotami (np. państwem i zarządcą infrastruktury). Do podatków pośrednich zalicza się zazwyczaj podatek od wartości dodanej (VAT), podatek akcyzowy i opłatę paliwową. Pierwszy z tych podatków w analizie i ocenie efektywności przedsięwzięcia jest pomijany już na etapie szacowania podstawowych elementów rachunku efektywności (nakładów inwestycyjnych, kosztów eksploatacyjnych oraz korzyści bezpośrednich). W analizie ekonomicznej dodatkowo powinny zostać wyeliminowane pozostałe podatki pośrednie.

Dotacje z budżetu państwa także nie powinny być uwzględniane w analizie ekonomicznej. Nie każda jednak forma wsparcia finansowego udzielana z budżetu jest płatnością transferową. W sektorze transportu płatnościami takimi nie są w szczególności rekompensaty za świadczenie usług publicznych. Do rekompensat tych zaliczyć można m.in. środki przekazywane zarządcy na utrzymanie infrastruktury kolejowej.

Innymi płatnościami transferowymi są wydatki na ubezpieczenia społeczne, będące kosztem dla pracodawcy. W celu ich wyeliminowania należy określić, jaki jest udział wynagrodzeń w kosztach operacyjnych i nakładach inwestycyjnych. Wskaźnik korekty fiskalnej, eliminującej płatności na ubezpieczenia społeczne ustala się z zależności:

$$WKF = U_k \cdot \left(1 - \frac{1}{1 + W_n} \right) \quad (4.2)$$

gdzie: WKF – wskaźnik korekty fiskalnej, U_k – udział kosztów robocizny dla danego strumienia, W_n – wartość narzutów na wynagrodzenia.

Przykładowo, zakładając że udział kosztów wynagrodzeń w kosztach ogółem po realizacji inwestycji wyniesie 22%, a wskaźnik narzutu na wynagrodzenia wynosi 21%, to wskaźnik korekty związany z płatnościami na ubezpieczenia społeczne będzie kształtował się na poziomie 3,8%. O taką wielkość należy pomniejszyć odpowiednie strumienie pieniężne (nakłady inwestycyjne i koszty).

Jeżeli szczegółowe dane dotyczące struktury kosztów przedsięwzięcia inwestycyjnego pozwalające na pełną analizę transferów fiskalnych nie są dostępne, to zgodnie z zaleceniami zawartymi w *Niebieskiej Księdze*, do korekty strumieni pieniężnych o wszystkie efekty fiskalne można zastosować uśrednione współczynniki:

- ❖ dla nakładów inwestycyjnych na infrastrukturę – 0,82,
- ❖ dla nakładów inwestycyjnych na tabor – 0,86,
- ❖ dla kosztów operacyjnych – 0,76⁴⁵⁹.

W dokumencie tym korektę strumieni pieniężnych na potrzeby analizy ekonomicznej ograniczono do eliminacji podatku VAT, jeżeli w analizie stosowane są ceny brutto, i zastosowania przedstawionych współczynników

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w poradniku przygotowanym przez Komisję Europejską, drugim działaniem, obok korekty fiskalnej strumieni pieniężnych, które należy podjąć w ramach analizy ekonomicznej, jest przekształcenie cen rynkowych w ceny kalkulacyjne (rozrachunkowe, ukryte, ceny-widmo, ang. *shadow prices*) zbliżone do cen społecznych. Za ceny najbardziej zbliżone do cen społecznych przyjmuje się ceny światowe.

Korekta strumieni pieniężnych, tak aby odpowiadały cenom światowym, jest możliwa dzięki wskaźnikom korekty (współczynnikom przeliczeniowym) obliczonym dla każdej grupy nakładów (budynki, materiały, maszyny, itp.) lub poprzez zastosowanie jednego standardowego wskaźnika korekty (ang. *Standard Conversion Factor, SCF*). Jego wartość szacowana jest na podstawie danych statystycznych dotyczących importu, eksportu i obciążeń taryfowych według wzoru⁴⁶⁰:

$$SCF = \frac{I + X}{(I + T_m) + (X - T_x)} \quad (4.3)$$

gdzie: I – wartość dóbr importowanych ogółem, X – wartość dóbr eksportowanych ogółem, T_m – wartość podatków importowych, T_x – wartość podatków eksportowych.

Obliczenie tego wskaźnika może okazać się trudne z powodu barier pozataryfowych, innych źródeł zniekształceń w handlu międzynarodowym, czy też różnych systemów opodatkowania w poszczególnych krajach i sektorach. W praktyce, w niektórych studiach wykonalności dotyczących modernizacji linii kolejowych w Polsce w latach 2004+2007 stosowany był wskaźnik SCF o wartości 0,96⁴⁶¹.

Wartość zastosowanych wskaźników korekty fiskalnej, jak również korekty związanej ze zmianą cen rynkowych w ceny kalkulacyjne, może mieć istotny wpływ dla oceny efektywności ekonomicznej inwestycji. Zmniejszenie bowiem nakładów inwestycyjnych o ok. 20% (korekta wskaźnikiem 0,82) może decydować o efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia lub jej braku.

⁴⁵⁹ *Niebieska księga...*, op. cit., 33.

⁴⁶⁰ *Guide to cost-benefit analysis...*, op. cit., s. 49.

⁴⁶¹ T. Dyr: *Szacowanie strumieni...*, op. cit., s.

4.5. Problemy szacowania korzyści i kosztów pośrednich w ocenie efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych

4.5.1. Identyfikacja efektów zewnętrznych transportu kolejowego

Realizacja inwestycji infrastrukturalnych w transporcie, oprócz korzyści bezpośrednich u inwestora, wywołuje powstanie tzw. efektów zewnętrznych, pojawiających się w szeroko rozumianym otoczeniu, tj. w środowisku naturalnym, u użytkowników transportu, w regionie oraz u operatorów przewoźowych. Efekty te określane są jako *pośrednie* lub *społeczne*⁴⁶². Mogą one mieć charakter negatywny lub pozytywny. Efekty negatywne wyrażone są w postaci kosztów zewnętrznych, na które składają się: koszty zanieczyszczenia powietrza, koszty wynikające z zasolenia i zanieczyszczenia wód, koszty hałasu oraz koszty ponoszone w następstwie wypadków. Koszty zewnętrzne transportu są kosztami realnymi, które obciążają zarówno budżet państwa, jak i budżety domowe, a ponadto są przerzucane na następne pokolenia.

Efekty o charakterze pozytywnym stanowiące korzyści zewnętrzne, w odniesieniu do transportu wynikają ze zmniejszenia lub też nieponiesienia kosztów zewnętrznych: wpływu na środowisko naturalne, zmniejszenia liczby wypadków, skrócenia czasu podróży, rozwoju regionu. Kryterium oszczędności kosztów jest zgodne z koncepcją ekonomiczną, określającą koszty jako utracone korzyści lub jako utracone pozytywne skutki realizacji danego przedsięwzięcia.

Kwantyfikując efekty zewnętrzne, w pierwszej kolejności należy określić ich zakres, a następnie metodę ich szacowania.

Określenie zakresu efektów zewnętrznych, które powinny być uwzględnione w rachunku efektywności jest jednym z ważniejszych problemów do rozstrzygnięcia. Zgodnie z zasadami prowadzenia rachunku efektywności powinno się w nim uwzględniać wszystkie efekty, jakie powstają w wyniku realizacji inwestycji. Jednakże ich identyfikacja i bezpośrednie powiązanie z przedsięwzięciem nastroczają wielu trudności. Dlatego zakres efektów zewnętrznych, jakie należy uwzględnić w kolejowych inwestycjach infrastrukturalnych, nie jest jednoznacznie określony. W miarę możliwości należy uwzględniać te efekty, których kwantyfikacja i wycena wartościowa jest możliwa. W odniesieniu do transportu kolejowego najczęściej uwzględniane są:

- 1) korzyści w zakresie zmniejszenia negatywnego oddziaływania transportu na środowisko naturalne powstałe w wyniku:
 - ❖ redukcji zanieczyszczenia powietrza (CO, NO_x, HC, pyły, związki ołowiu), emisji hałasu i negatywnego efektu zmian klimatycznych, poprzez

⁴⁶² B. Zagożdżon: *Kolej w aspekcie kosztów zewnętrznych działalności transportowej*. TTS 2006, nr 11-12, s. 26.

przejęcie przez transport kolejowy części przewozów pasażerów i ładunków z transportu drogowego;

- ❖ zmniejszenia negatywnego efektu zmian klimatycznych, poprzez przejęcie przez transport kolejowy części przewozów pasażerów z transportu lotniczego (koszty zmian klimatycznych stanowią najważniejszy składnik kosztów zewnętrznych w pasażerskim transporcie lotniczym – ich udział wynosi 88%⁴⁶³);
- 2) korzyści wynikające z poprawy bezpieczeństwa (zmniejszenie wypadkowości) w ruchu drogowym;
 - 3) korzyści wynikające z oszczędności czasu podróży;
 - 4) korzyści regionalne wynikające ze wzrostu aktywizacji gospodarczej regionu, co w praktyce przekłada się na powstanie nowych miejsc pracy w czasie modernizacji linii kolejowej oraz w okresie jej eksploatacji;
 - 5) korzyści netto powstałe u przewoźników kolejowych w związku z prognozowanym wzrostem przewozów.

Problem zdefiniowania kosztów zewnętrznych transportu i przyjęcia wspólnej, jednolitej metodyki ich szacowania znajduje się w obszarze zainteresowania Komisji Europejskiej. Jest to konsekwencja aktualnie prowadzonej polityki transportowej, której jedną z głównych zasad jest zasada „zanieczyszczający płaci”⁴⁶⁴. Stąd też Komisja Europejska oraz UIC zleciły opracowanie studium, dotyczącego kosztów zewnętrznych transportu. Konsultanci instytutów INFRAS i IWW⁴⁶⁵ oszacowali koszty zewnętrzne w 17. krajach Europy Zachodniej⁴⁶⁶ dla 1995 r., z prognozowaniem ich wzrostu do 2010 r. Studium to było aktualizowane w latach 2003-2004. Badaniami objęto także 17 krajów. Było to 15 państw, których akcesja do UE odbyła się przed 1 maja 2004 r., oraz Norwegia i Szwajcaria. Rokiem odniesienia był rok 2000. W grudniu 2007 r. przygotowany został przez ośrodki badawcze INFRAS, IWW, ISI⁴⁶⁷ oraz przez pracowników Uniwersytetu Gdańskiego podręcznik dotyczący szacowania kosztów zewnętrznych w sektorze transportu oraz ekologiczny pakiet

⁴⁶³ *Externe Kosten des Verkehrs. Aktualisierungsstudie. Zusammenfassung.* IWW/INFRAS, Zürich/Karlsruhe, Oktober 2004.

⁴⁶⁴ B. Zagożdżon: *Koszty i korzyści zewnętrzne w analizach CBA w studiach wykonalności projektów transportowych*. II Konferencja Naukowo-techniczna pt. *Systemy transportowe. Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004, s. 484.

⁴⁶⁵ IWW – *Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung Universität Karlsruhe*; INFRAS – prywatna grupa konsultingowa powstała w 1976 r., mająca siedzibę w Zürichu.

⁴⁶⁶ Badaniami objęto następujące kraje: Austrię, Belgię, Danię, Finlandię, Francję, Niemcy, Grecję, Irlandię, Włochy, Luksemburg, Holandię, Norwegię, Portugalię, Hiszpanię, Szwecję, Szwajcarię i Wielką Brytanię.

⁴⁶⁷ ISI – *Institut System-und Innovationsforschung*, Karlsruhe.

transportowy⁴⁶⁸. W 2009 r., na zlecenie komisji Transportu Parlamentu Europejskiego, przygotowano opracowanie zawierające syntetyczny przegląd najważniejszych i najaktualniejszych badań kosztów zewnętrznych oraz analizujące ww. podręcznik⁴⁶⁹. Problemom kwantyfikacji kosztów zewnętrznych transportu zostały poświęcone również badania realizowane w ramach projektu „*Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*” (HEATCO)⁴⁷⁰.

W Polsce szacunki kosztów zewnętrznych transportu zostały przeprowadzone pod kierunkiem H. Bronka w ramach projektu KBN pt. „*Internalizacja kosztów zewnętrznych transportu i infrastruktury*”. Badania te odnosiły się do 1997 r.⁴⁷¹ Jak wcześniej wspomniano, pracownicy Uniwersytetu Gdańskiego uczestniczyli w 2007 r. w projekcie międzynarodowym, mającym na celu oszacowanie kosztów zewnętrznych także dla warunków polskich.

W efekcie wymienionych badań i projektów zostały opracowane określone metody służące do szacowania wartości pieniężnych efektów zewnętrznych. Ponieważ metody te wykazują pewne zróżnicowanie w zależności od rodzaju efektów zewnętrznych i mają wpływ na ich wartość, zostaną przedstawione w odniesieniu do:

- ❖ środowiska naturalnego,
- ❖ życia ludzkiego,
- ❖ czasu.

4.5.2. Szacowanie szkód środowiskowych

Działalność gospodarcza prowadzi do powstawania szkód w środowisku naturalnym. Do wyceny tych szkód służą dwie podstawowe koncepcje, a mianowicie:

- ❖ konstruktywna (bezpośrednia), polegająca na pomiarze zmniejszonych zdolności jednostki do osiągnięcia dochodów w konsekwencji szkód środowiskowych,
- ❖ ujawnionych preferencji (pośrednia), polegająca na szacunku gotowości społeczeństwa do zapłaty za uniemożliwienie powstania szkód.

⁴⁶⁸ *Handbook on estimation of external cost in the transport sector*, INFRAS, IWW, ISI, Uniwersytet Gdański, Delft, December 2007.

⁴⁶⁹ *Obliczanie kosztów zewnętrznych w sektorze transportu. Analiza porównawcza ostatnich badań w związku z ekologicznym pakietem transportowym Komisji Europejskiej*, TRT Trasporti e Territorio Srl, Dyrekcja Generalna ds. Polityki Wewnętrznej Departament Tematyczny B – Polityka Strukturalna i Polityka Spójności, Transport i turystyka, Bruksela, luty 2009.

⁴⁷⁰ HEATCO. *Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*. Project funded under the 6th Framework Programme, coordinated by the University of Stuttgart, European Commission, 2006.

⁴⁷¹ *Internalizacja kosztów zewnętrznych transportu i infrastruktury*, pod kierunkiem H. Bronka. Projekt KBN nr PBZ-009-10, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 1999.

Dalsze zróżnicowanie metod występuje w odniesieniu do rodzaju szkód wyrządzonych środowisku naturalnemu. Można to prześledzić na przykładzie szacowania takich szkód, jak: zanieczyszczenia środowiska oraz hałas.

Do podstawowych metod wyceny szkód związanych z zanieczyszczeniem powietrza zaliczyć można:

- ❖ szacowanie kosztów zapobiegania powstaniu szkody, przy czym kosztami są wydatki, które muszą ponieść producenci pojazdów i paliw,
- ❖ szacowanie kosztów usuwania szkody spowodowanej przez skażenie powietrza lub niedopuszczenie do krytycznego poziomu zanieczyszczeń,
- ❖ metoda cen hedonistycznych, inaczej metoda wartości nieruchomości, czyli badanie wpływu jakości powietrza na ceny nieruchomości,
- ❖ metoda unikania, czyli ustalenie gotowości do zapłaty ze strony tych, na których skażenie oddziałuje,
- ❖ szacowanie utraconych korzyści w zależności od obfitości i przydatności poszczególnych dóbr dla gospodarki, kultury, nauki, ochrony zdrowia, a nawet samopoczucia ludzi.

W praktyce zastosowanie znajdują wszystkie wymienione metody. Na przykład w Niemczech dla wyceny kosztów zanieczyszczeń wykorzystywano pomiar kosztów leczenia osób dotkniętych chorobami dróg oddechowych, które mogły powstać w związku z zanieczyszczeniami powietrza oraz pomiar szkód leśnych, jak również sondaż opinii publicznej dotyczący gotowości zapłaty za poprawę czystości powietrza. Stosuje się również tzw. odpowiedzialność kosztową zanieczyszczeń poszczególnych składników toksycznych.

Tabela 4.8. Jednostkowe stawki opłat za gazy lub pyły wprowadzane do powietrza w Polsce w latach 2006 i 2010

Rodzaj spalin	Jednostkowa stawka [zł/1 kg]	
	2006	2010
Tlenek węgla	0,11	0,11
Węglowodory	0,11 lub 1,14	0,11 lub 1,25
Tlenki azotu	0,42	0,46
Dwutlenek siarki	0,42	0,46
Cząstki stałe (ołów)	34,16	37,63

Źródło: Rozrządzenia Rady Ministrów z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie opłat za korzystanie ze środowiska., DzU 2005, nr 260, poz. 2176; Obwieszczenie ministra środowiska z dnia 18 sierpnia 2009 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2010 Monitor Polski Nr 57 z 2009 r., poz. 780.

W tabeli 4.8 przedstawiono opłaty jednostkowe za emisję wybranych szkodliwych składników zawartych w spalinach, stosowane w Polsce w latach 2006 i 2010.

Opłaty te traktowane są jako ekwiwalent za gospodarcze korzystanie z zasobów środowiska, nie stanowią one kosztów szkód lub zapobiegania ich powstaniu czy też ich usuwaniu. Mają zatem charakter orientacyjny, gdyż rzeczywiste szkody są większe. Z tego powodu generalnie nie są one wykorzystywane w badaniach efektywności ekonomicznej inwestycji transportowych.

Kolejny składnik kosztów zewnętrznych transportu – hałas – emitowany przez pojazdy uczestniczące w ruchu drogowym, lotniczym i kolejowym powoduje określone skutki ekonomiczne, które mogą być szacowane przy wykorzystaniu następujących metod:

- ❖ metoda liczenia kosztów zastosowania środków ochrony przed hałasem,
- ❖ metoda cen hedonistycznych, inaczej metoda wartości nieruchomości, czyli badanie wpływu hałasu na ceny nieruchomości,
- ❖ metoda liczenia kosztów szkód wynikających z uciążliwego hałasu,
- ❖ metoda unikania, czyli gotowości społeczeństwa do zapłaty za uwolnienie się od hałasu.

Pierwsza z wymienionych metod polega na określeniu kosztów zmniejszenia hałasu, do których zalicza się m.in.: koszty zmian konstrukcyjnych w silnikach pojazdów, wydatki na zastosowanie przegród akustycznych (murów, ścian dźwiękochłonnych, wałów, itp.), wymianę okien na dźwiękochłonne. Natomiast metoda oszacowania kosztów szkód hałasu obejmuje: koszty opieki zdrowotnej, straty w produkcji na skutek niezdolności do pracy, zróżnicowanie cen nieruchomości i czynszów w zależności od stopnia narażenia na hałas. Należy w tym miejscu zaznaczyć, iż bardzo trudno oszacować koszty leczenia oraz straty produktywności, powstałe wyłącznie z powodu hałasu drogowego czy kolejowego, ponieważ nie można go wyizolować od hałasu pochodzącego z innych źródeł.

W większości krajów UE, które szacują koszty hałasu, podstawą wyceny jest utrata wartości nieruchomości. Szacunki kosztów ochrony przed hałasem, ze względu na trudności wyliczenia, są stosowane sporadycznie. Na przykład w Niemczech koszty ochrony przed hałasem przyjęto w wysokości 1060 Euro rocznie od osoby narażonej na nadmierny hałas, zakładając jego zmniejszenie do 60-65 dB. Według innych niemieckich badań emisja hałasu na poziomie 50-70 dB powoduje spadek cen gruntów o 15%, a powyżej 65 dB – spadek czynszu za mieszkanie do 30%.

W praktyce gospodarczej do szacowania kosztów degradacji środowiska naturalnego dla potrzeb analizy efektywności ekonomicznej wykorzystuje się

zazwyczaj koszty jednostkowe poszczególnych składników kosztów zewnętrznych odniesione do pracy eksploatacyjnej. W Polsce brakuje kompleksowych i aktualnych badań w zakresie wszystkich elementów kosztów zewnętrznych transportu, ponadto nie istnieje ujęty prawem obowiązek wykonywania tego typu analiz. Z powyższych względów, jako podstawę wyznaczania jednostkowych wartości składników kosztów zewnętrznych wykorzystuje się głównie wyniki badań przeprowadzonych przez INFRAS i IWW z 2004 r. Wartości te zaprezentowano w tabeli 4.9.

Tabela 4.9. Jednostkowe koszty zewnętrzne transportu w 17. krajach Europy Zachodniej w 2000 r.

Wyszczególnienie	Transport pasażerski [eur/1000 pkm]				
	samochód	motocykl	autobus	kolej	lotniczy
hałas	5,2	16,0	1,3	3,9	1,8
zanieczyszczenie powietrza	12,7	3,8	20,7	6,9	2,4
zmiany klimatyczne	17,6	11,7	8,3	6,2	46,2
Razem	66,4	220,1	32,7	17,8	50,8
Wyszczególnienie	Transport towarowy [eur/1000 tkm]				
	samochody dostawcze	ciężarówki	transport wodny	kolej	transport lotniczy
hałas	32,4	4,9	0,0	3,2	8,9
zanieczyszczenie powietrza	86,9	38,3	14,1	8,3	15,6
zmiany klimatyczne	57,4	12,8	4,3	3,2	235,7
Razem	211,7	60,8	18,4	14,7	260,2

Ź r ó d ł o : Opracowanie własne na podstawie: *Externe Kosten...*, op. cit., s. 8.

Szacując korzyści środowiskowe dla przedsięwzięcia modernizacyjnego linii kolejowej, można przyjąć następujące założenia:

- ❖ Korzyści środowiskowe będą wynikać z przejęcia przewozów pasażerskich z transportu samochodowego i lotniczego oraz przejęcia przewozów ładunków z transportu samochodowego; w odniesieniu do przewozów przejętych z transportu samochodowego korzyści środowiskowe będą dotyczyć zmniejszenia hałasu, zanieczyszczenia powietrza oraz zmian klimatycznych, w odniesieniu do transportu lotniczego – tylko zmian klimatycznych.

- ❖ Przygotowując prognozy przewozowe należy oszacować wielkość potoków pasażerskich i ładunków, przejętych przez transport kolejowy z innych gałęzi transportu (przeważanie są to przewozy przejęte z transportu drogowego) i na tej podstawie określić wzrost pracy przewozowej.
- ❖ Jednostkowe stawki korzyści stanowią różnicę pomiędzy jednostkowymi kosztami środowiskowymi dla gałęzi transportu, z której przejęte zostaną przewozy, oraz jednostkowego kosztu w transporcie kolejowym, przy czym w odniesieniu do transportu samochodowego dla przewozów pasażerskich należy uwzględnić stawki dla samochodów osobowych i autobusów, natomiast dla przewozów towarowych stawki dla samochodów ciężarowych.
- ❖ Korzyści środowiskowe stanowią iloczyn oszacowanej pracy przewozowej i jednostkowej stawki korzyści.

Jeżeli korzyści środowiskowe wynikają tylko z przejęcia przewozów z transportu samochodowego, w obliczeniach wykorzystać można również dane prezentowane w przywoływanej już *Niebieskiej Księdze*. W załączniku do tego dokumentu przedstawiono jednostkowe koszty zanieczyszczenia środowiska w terenie płaskim (tab. 4.10) oraz wskaźniki wzrostu kosztów ze względu na nachylenie terenu (tab. 4.11).

Tabela 4.10. Jednostkowe koszty zanieczyszczenia środowiska w terenie płaskim, zamiejskim [zł/pojkm]

Prędkość [km/h]	Samochody osobowe	Samochody dostawcze	Samochody ciężarowe bez przyczep	Samochody ciężarowe z przyczepami/naznacz	Autobusy
10	0,067	0,097	1,607	3,158	1,682
20	0,047	0,065	1,089	2,133	1,142
30	0,040	0,053	0,917	1,778	0,961
40	0,036	0,047	0,846	1,618	0,886
50	0,033	0,044	0,824	1,553	0,862
60	0,032	0,042	0,832	1,552	0,869
70	0,031	0,042	0,870	1,601	0,899
80	0,030	0,042	0,909	1,694	0,949
90	0,029	0,043	0,973	1,832	1,015
100	0,029	0,045	1,050	2,015	1,096
110	0,028	0,046	–	–	–
120	0,027	–	–	–	–

Źródło: *Niebieska Księga*. ... op. cit., s. 64.

Tabela 4.11. Wskaźniki wzrostu kosztów ze względu na nachylenie drogi

Rodzaj drogi	Samochody osobowe	Samochody dostawcze	Samochody ciężarowe bez przyczep	Samochody ciężarowe z przyczepami/naznacz	Autobusy
Faliste	1,147	1,218	1,233	1,260	1,223
Górskie	1,307	1,408	1,457	1,431	1,421

Źródło: *Niebieska Księga*. ... op. cit., s. 64.

Koszty te są uśrednionymi kosztami wynikającymi z emisji związków wytwarzanych bezpośrednio w trakcie procesu spalania i wtórnych substancji zanieczyszczających w otoczeniu drogi.

Korzyści środowiskowe, na podstawie tych danych, można obliczyć jako iloczyn zmniejszenia ruchu na drogach, wyrażonego liczbą pojkm i jednostkowych kosztów negatywnego wpływu transportu samochodowego wyrażonych w zł/pojkm skorygowanych ewentualnie wskaźnikiem wzrostu ze względu na nachylenie terenu.

4.5.3. Korzyści z poprawy bezpieczeństwa w transporcie drogowym

Z przejściem przez transport kolejowy części indywidualnego (osobowego) ruchu samochodowego wiążą się również korzyści wynikające z mniejszej liczby wypadków drogowych. Poprawa bezpieczeństwa w transporcie drogowym w Polsce należy do najistotniejszych problemów społecznych i ekonomicznych. Z badań prowadzonych w Komendzie Głównej Policji wynika, że corocznie na polskich drogach ginie kilka tysięcy osób, a straty ekonomiczne szacowane są na kilkadziesiąt miliardów złotych.

Według statystyk Komendy Głównej Policji w 2010 r. na drogach w Polsce wydarzyło się 38 832 wypadków, w których zginęło 3907 osób, a 48 952 osoby zostały ranne⁴⁷². Sprawcami 84,7% wypadków byli kierujący pojazdami osobowymi i ciężarowymi⁴⁷³.

Zmniejszenie liczby wypadków skutkuje określonymi korzyściami społecznymi, co wiąże się m.in. z wartością życia ludzkiego. Wartość ta jest zazwyczaj szacowana w oparciu o dwie podstawowe koncepcje metodyczne⁴⁷⁴:

- ❖ konstruktywną (bezpośrednią), która sprowadza się do pomiaru sumy dochodów możliwych do uzyskania w ciągu oczekiwanej długości życia danej osoby,

⁴⁷² *Wypadki drogowe w Polsce w 2010 r.* Komenda Główna Policji, Warszawa 2011, s. 4.

⁴⁷³ Tamże, s. 33.

⁴⁷⁴ J.E. Stiglitz: *Ekonomia sektora publicznego*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004, s. 254.

- ❖ ujawnionych preferencji (pośrednią), która szacuje wartość życia według tego, jakiej rekompensaty pieniężnej oczekują ludzie za większe ryzyko śmierci.

Zarówno ujęcie konstruktywne, jak i ujawnionych preferencji, budzą pewne kontrowersje. Pierwsze utożsamia wartość życia z wartością dochodów, przypisując np. emerytom wartość zerową, ponieważ w przypadku ich śmierci nie następuje żadna utrata dochodów. Postępowanie takie wydaje się jednak niemoralne i niesprawiedliwe. Druga z wymienionych koncepcji, w niektórych przypadkach, może zaniżać wartość życia. Człowiek biedny jest w stanie podjąć większe ryzyko związane np. z pracą, przez co wartość jego życia będzie niższa, aniżeli wartość życia człowieka bogatego, który może wręcz unikać wszelkiego ryzyka.

Na podstawie powyższych koncepcji opracowane zostały bardziej zróżnicowane metody obliczania wartości kosztów wypadków w transporcie, w wyniku których giną ludzie lub odnoszą trwałe obrażenia ciała. W szczególności należy do nich:

- ❖ *metoda kosztu leczenia* (choroby) i kapitału ludzkiego, polegająca na zestawieniu faktycznych kosztów opieki medycznej ofiar wypadków oraz na oszacowaniu niewytworzonego produktu krajowego brutto przez ofiary wypadków,
- ❖ *metoda warunkowa*, czyli gotowość społeczeństwa do zapłaty za ochronę życia ludzkiego czy uniknięcie kalectwa,
- ❖ *metoda rynku ubezpieczeń*, czyli koszt ryzyka z tytułu podróży; iloczyn liczby samochodów i stawki ubezpieczeniowej jest równy globalnemu kosztowi leczenia z tytułu wykorzystania środka transportu; koszt zewnętrzny jest różnicą pomiędzy kosztem globalnym a sumą faktycznie wypłaconych ubezpieczeń, oraz kosztem własnym i ryzykiem firmy ubezpieczeniowej.

Kluczowym elementem przy wycenie kosztów wypadków jest oszacowanie kosztów ludzkich, których udział wynosi 90% wszystkich kosztów. Wycena życia ludzkiego jest różna w zależności od warunków społeczno-gospodarczych kraju, w którym się ją przeprowadza. Jest ona ściśle związana z poziomem PKB na mieszkańca w poszczególnych krajach. W północno-zachodniej Europie wartość życia ludzkiego jest zdecydowanie wyższa, niż w krajach Europy Wschodniej. Dla porównania można wskazać, że w Wielkiej Brytanii oszacowano życie ludzkie na 1 815 000 EUR, w Finlandii – 1 738 000 EUR, we Francji – 1 617 000 EUR, w Czechach – 495 000 EUR, a w Polsce – 341 000 EUR⁴⁷⁵. W tabeli 4.12 zestawiono wartość życia ludzkiego obliczoną dla wybranych krajów UE.

⁴⁷⁵ HEATCO. *Developing Harmonised...*, op.cit.

Tabela 4.12. Wartość życia ludzkiego w wybranych krajach UE w 2002 r. w świetle badań HEATCO

Kraj	Wartość życia [euro]
Finlandia	1 738 000
Francja	1 617 000
Niemcy	1 661 000
Szwecja	1 870 000
Szwajcaria	2 574 000
Wielka Brytania	1 815 000
Włochy	1 430 000
Hiszpania	1 122 000
Czechy	495 000
Polska	341 000
Węgry	440 000
Litwa	275 000
Słowacja	308 000

Źródło: Heatco. *Developing Harmonised European Approaches for transport costing and Project Assessment*. Project funded under the 6th Framework Programme, coordinated by the University of Stuttgart, European Commission, 2006.

W Polsce dotychczas nie przeprowadzono badań dla określenia „gotowości do zapłaty” społeczeństwa za zmniejszenie ryzyka uczestniczenia w wypadku drogowym. Ponadto dane dotyczące wypadków w Polsce są niekompletne, szczególnie w odniesieniu do osób rannych. Wycena kosztów wypadków drogowych należy do tych kosztów zewnętrznych, które są najbardziej obciążone błędem oszacowania.

Niezależnie od przyjętej metody wyceny, oszacowanie kosztów wypadków następuje poprzez obliczenie iloczynu oszacowanego kosztu jednostkowego ofiary śmiertelnej czy rannej i liczby wypadków. Na potrzeby sporządzania analizy efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych można przyjąć, podobnie jak w przypadku korzyści środowiskowych, jednostkowe koszty wypadków oszacowane w ramach badań przeprowadzonych przez INFRAS i IWW z 2004 r. Koszty te w odniesieniu do przewozów pasażerów w transporcie kolejowym wynoszą 0,8 Euro/paskm, a dla transportu samochodowego 30,9 Euro/paskm. W odniesieniu do transportu towarów koszty te wynoszą odpowiednio 0,0 Euro/1000 tkm i 4,8 Euro/1000 tkm⁴⁷⁶. Szacowanie korzyści dokonuje się analogicznie jak dla korzyści środowiskowych.

⁴⁷⁶ *Externe Kosten...*, op. cit., s. 8.

4.5.4. Szacowanie wartości czasu

Czas, choć nie ma wartości w sensie finansowym, to dla każdego człowieka ma określoną wartość, niezależnie od tego czy człowiek to sobie uświadamia, czy nie. Do szacowania wartości czasu wykorzystuje się zazwyczaj następujące metody:

- ❖ *metodę analogii rynkowych*, poprzez porównanie rynku zaoszczędzonego czasu z rynkiem pracy, na którym ludzie sprzedają swój czas w zamian za wynagrodzenie; w sytuacji braku niedoskonałości rynku wartość zaoszczędzonego czasu równa się odpowiadającej mu stawce wynagrodzenia;
- ❖ *metodę ujawnionych preferencji*, polegającą na oszacowaniu kosztów czasu w sytuacji, gdy ludzie dokonują wyborów ekonomicznych uwzględniając także czas podróży, czyli podejmując decyzje o wyborze np. drogi podróży (płatna autostrada zamiast drogi o niższym standardzie), środka transportu (samolot zamiast autobusu) czy prędkości podróży;
- ❖ *metodę warunkową*, polegającą na ocenie gotowości społeczeństwa do zapłaty za zaoszczędzony czas lub gotowości do przyjęcia rekompensaty pewnej sumy za poniesione straty czasu⁴⁷⁷.

Istotnym problemem przy szacowaniu wartości czasu jest duża zależność tego składnika efektów zewnętrznych od indywidualnego charakteru poszczególnych, badanych osób oraz od ich subiektywnego podejścia do zagadnienia. W praktyce oznacza to, że wartość czasu dla badanych osób jest inna. W tabelach 4.12 i 4.14 zostały zaprezentowane wartości czasu dla pasażerów podróżyujących w różnych celach: zawodowych (biznesowych), obligatoryjnych (nauka, praca), pozostałych (rozrywka, zakupy) określone metodą analogii rynkowych, w wybranych krajach UE w 2002 r.

Wartości czasu wykazują duże zróżnicowanie w zależności od kraju, środka transportu oraz charakteru podróży. W poszczególnych krajach przyjmowany jest poziom od około 45 euro/osobogodzinę w Szwajcarii do około 3,5 euro/osobogodzinę na Litwie. Wahania te wynikają zasadniczo z różnych poziomów wynagrodzeń ukształtowanych w badanych krajach. Wartości czasu oszacowane metodą analogii rynkowych opierają się bowiem na porównaniu rynku zaoszczędzonego czasu z rynkiem pracy, na którym ludzie sprzedają swój czas w zamian za wynagrodzenie. Uwzględniając rodzaj środka transportu, wartość czasu jest najwyższa dla transportu lotniczego, następnie dla samochodów osobowych i pociągów, a w dalszej kolejności dla autobusów. Z uwagi na charakter podróży najwyższą wartość ma czas zaoszczędzony w podróżach biznesowych, potem obligatoryjnych, np., relacji praca – dom, szkoła – dom, a najniższą w tzw. pozostałych.

⁴⁷⁷ M. Kowalewski: *Oszczędności kosztów czasu podróży w analizach kosztów i korzyści ex ante i ex post inwestycji drogowych*. Materiały konferencyjne „TRANSLOG 2004”, Szczecin 2004.

Tabela 4.13. Wartość zaoszczędzonego czasu podróży pasażerów biznesowych w wybranych krajach UE w 2002 r. [euro/osobogodzinę]

Kraj	Samolot	Autobus	Samochód osobowy, pociąg
Finlandia	38,77	22,59	28,15
Francja	38,14	22,23	27,70
Niemcy	38,37	22,35	27,86
Szwecja	41,72	24,32	30,30
Szwajcaria	45,41	26,47	32,97
Wielka Brytania	39,97	23,29	29,02
Włochy	35,29	20,57	25,63
Hiszpania	30,77	17,93	22,34
Czechy	19,65	11,45	14,27
Polska	17,72	10,33	12,87
Węgry	18,62	10,85	13,52
Litwa	16,15	9,41	11,73
Słowacja	17,02	9,92	12,36

Źródło: HEATCO. *Developing Harmonised European Approaches for transport costing and Project Assessment*. Project funded under the 6th Framework Programme, coordinated by the University of Stuttgart, European Commission, 2006.

Tabela 4.14. Wartość czasu podróży pasażerów niebiznesowych (dla długich relacji) w wybranych krajach UE w 2002 r. [euro/osobogodzinę]

Kraj	Samolot		Autobus		Samochód osobowy, pociąg	
	Podróże obligatoryjne	Podróże pozostałe	Podróże obligatoryjne	Podróże pozostałe	Podróże obligatoryjne	Podróże pozostałe
Finlandia	14,52	12,17	7,00	5,87	9,73	8,16
Francja	20,97	17,58	10,11	8,47	14,06	11,79
Niemcy	15,40	12,91	7,42	6,22	10,32	8,65
Szwecja	15,71	13,17	7,57	6,35	10,53	8,83
Szwajcaria	21,49	18,02	10,36	8,69	14,41	12,08
Wielka Brytania	15,97	13,39	7,69	6,46	10,70	8,98
Włochy	19,47	16,32	9,38	7,86	13,04	10,94
Hiszpania	16,33	13,69	7,87	6,59	10,94	9,18
Czechy	11,00	9,23	5,31	4,45	7,38	6,18
Polska	9,46	7,93	4,56	3,82	6,34	5,32
Węgry	9,68	8,11	4,66	3,91	6,48	5,44
Litwa	8,72	7,31	4,20	3,52	5,85	4,90
Słowacja	8,82	7,40	4,25	3,57	5,91	4,96

Źródło: HEATCO. *Developing Harmonised European Approaches for transport costing and Project Assessment*. Project funded under the 6th Framework Programme, coordinated by the University of Stuttgart, European Commission, 2006.

Wartości zamieszczone w tabelach 4.13 i 4.14, zazwyczaj rozpatrywane tylko dla ruchu pasażerskiego, mogą być aktualizowane wzrostem PKB lub wskaźnikiem wzrostu wynagrodzeń. Zastosowanie tych wartości wymaga przeprowadzenia badań dotyczących struktury podróży i wyróżnienia grup związanych z podróżami biznesowymi i niebiznesowymi, a w odniesieniu do tych drugich – dalszego podziału na podróże obligatoryjne i pozostałe.

Korzyści wynikające ze skrócenia czasu podróży są iloczynem jednostkowej wartości czasu i wielkości zaoszczędzonego czasu. A zatem w pierwszej kolejności należy oszacować wielkość czasu, który zostanie zaoszczędzony przez pasażerów w wyniku skrócenia czasu podróży, zgodnie z przyjętą strukturą podróży, według celu podróży.

4.5.5. Korzyści regionalne

Transportowe inwestycje infrastrukturalne mają bardzo duże znaczenie dla rozwoju gospodarczego danego regionu. Między rozwojem gospodarczym a rozwojem transportu istnieją ściśle współzależności. Transport może być zarówno czynnikiem aktywizującym rozwój kraju, regionu czy województwa, jak i istotną barierą tego rozwoju. W szczególności odnosi się to do złego stanu technicznego infrastruktury transportowej, w tym również kolejowej.

Korzyści regionalne są jedną z trudniejszych kategorii do oszacowania. Nowe inwestycje transportowe przyczyniają się do ożywienia gospodarczego, zwiększenia wymiany towarów oraz do większej mobilności społeczeństwa. Trudno jednak jednoznacznie przypisać, które z ogólnych efektów regionalnych są skutkiem realizacji danego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Dlatego też szacunek korzyści regionalnych w praktyce odnosi się do wymiernych efektów inwestycji, jakimi są stworzone nowe miejsca pracy w czasie realizacji przedsięwzięcia oraz w okresie późniejszym.

Korzyści te można kwantyfikować za pomocą wzorów⁴⁷⁸:

- ❖ korzyści regionalne, wynikające z tworzenia nowych miejsc pracy w czasie budowy zostały obliczone według wzoru:

$$K_1 = N \cdot p_r \cdot e \cdot a \quad (4.4)$$

gdzie: N – nakłady inwestycyjne, p_r – współczynnik zróżnicowania regionalnego, zależny od bezrobocia strukturalnego, e – udział kosztów inwestycyjnych w osiągniętej korzyści, a – średnia roczna spłata długu.

⁴⁷⁸ Ogólna ocena ekonomiczna inwestycji dróg transportowych. Metodyka oceny obowiązująca przy sporządzaniu federalnego planu dróg transportowych na rok 1992; Raport końcowy. PLANCO Consulting GmbH, Essen 1993; tłumaczenie polskie – DG PKP, wrzesień 1995.

- ❖ korzyści regionalne, wynikające ze stworzenia nowych miejsc pracy w czasie eksploatacji powstałej inwestycji zostały obliczone według wzoru:

$$K_2 = N \cdot p_r \cdot e \cdot a \cdot f \quad (4.5)$$

gdzie: f – współczynnik korygujący, uwzględniający specyfikę gałęzi transportu; pozostałe oznaczenia jak poprzednio.

Wielkość udziału kosztów inwestycyjnych w osiągniętej korzyści zalecana dla wszystkich gałęzi transportu wynosi 15,2%, a współczynnik f dla modernizacji linii kolejowej przyjmuje się w wysokości 0,37.

4.5.6. Korzyści netto operatorów kolejowych

Do efektów pośrednich, oprócz korzyści wynikających ze zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska naturalnego, zmniejszenia liczby wypadków, oszczędności czasu podróży oraz efektów regionalnych, zaliczyć również można koszty oraz przychody z realizacji przewozów pasażerskich i towarowych. Powstają one bowiem w podmiotach niebędących inwestorem na analizowanej linii kolejowej, i w myśl zasady porównywalności powinny być uwzględnione w analizie efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia. Jak już wcześniej wspomniano, np. skrócenie czasu podróży, które może nastąpić w wyniku realizacji tej inwestycji, może generować wzrost przychodów u przewoźnika, ale z drugiej strony może wymuszać na nim ponoszenie dodatkowych wydatków na zakup nowego taboru.

Dla potrzeb oceny efektywności ekonomicznej modernizacji linii kolejowej, jeżeli jest to możliwe, należy oszacować korzyści netto powstające u przewoźników. Korzyści te rozumiane są jako dodatkowe nadwyżki przychodów nad kosztami powstającymi w wyniku modernizacji linii kolejowej.

W praktyce, ze względu na brak danych pochodzących od przewoźników, korzyści te są pomijane w analizie. Do ich oszacowania bowiem potrzebne są dane o przychodach i kosztach jednostkowych przewoźników oraz prognozy przewozowe.

4.5.7. Znaczenie korzyści zewnętrznych dla oceny efektywności ekonomicznej kolejowych inwestycji infrastrukturalnych

Problem oszacowania korzyści pośrednich wynikających z inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym w perspektywie 30. lat jest niezmierznie trudnym, ale bardzo istotnym zagadnieniem. Niektóre z efektów przedsięwzięć inwestycyjnych, pomimo że zazwyczaj łączone są z rozwojem infra-

struktury transportowej, ze względu na mało wymierny lub wręcz niewymier-ny charakter, są często pomijane przy analizach, choć przecież ograniczenia w pomiarze efektów nie są równoznaczne z brakiem ich znaczenia. Dlatego bardzo istotnym problemem, jak już wspomniano, jest wybór składników kosztów zewnętrznych i ich wpływ na wielkość wskaźników efektywności ekonomicznej. Elementy kosztów zewnętrznych są bowiem wyrażane w wartościach pieniężnych, mają wymiar realny, przez co łatwiej ocenić ich bezpośrednie znaczenie dla analizy CBA⁴⁷⁹.

Korzyści pośrednie, które pojawiają się w wyniku modernizacji linii kolejowej należą do efektów, które także trudno w sposób jednoznaczny i ostateczny wyrazić w wymiarze finansowym. W odniesieniu do przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej w analizie kosztów pośrednich można uwzględnić:

- ❖ korzyści w zakresie zmniejszenia negatywnego oddziaływania transportu na środowisko naturalne,
- ❖ korzyści wynikające z poprawy bezpieczeństwa (zmniejszenia wypadkowości) w ruchu drogowym,
- ❖ oszczędności czasu podróży w ruchu pasażerskim transportem kolejowym powstałe w efekcie skrócenia czasu podróży koleją w wyniku modernizacji,
- ❖ korzyści regionalne wynikające z powstania nowych miejsc pracy,
- ❖ korzyści netto powstałe u przewoźników w związku z prognozowanym wzrostem przewozów

Wartość tych korzyści dla przykładowej inwestycji modernizacji linii kolejowej X przedstawiono w tabeli 4.15.

Wartość tych korzyści świadczy o ich bardzo dużym znaczeniu dla analizy ekonomicznej efektywności przedsięwzięcia w infrastrukturze kolejowej. To właśnie rodzaj i zakres składników korzyści zewnętrznych (uwzględnianych w analizie) decydują o efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia. Konsekwencje pominięcia danego składnika korzyści zewnętrznych dla efektywności ekonomicznej przykładowego przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X przedstawiono w tabeli 4.16.

⁴⁷⁹ B. Zagożdżon: *Koszty i korzyści zewnętrzne w analizie efektywności ekonomicznej inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym*. [w:] *Unia Europejska. Wpływ na rozwój Polski*. Monografia pod red. M. Kotowskiej-Jelonek. Seria: M5. Monografie, studia, rozprawy. Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2008, s. 79.

Tabela 4.15. Korzyści pośrednie modernizacji przykładowej linii kolejowej X [mln zł]

Rok	Środowiskowe	Poprawa bezpieczeństwa	Oszczędności czasu podróży	Regionalne	Netto operatorów	Razem
1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0
2	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	3,0
3	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	3,8
4	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	2,5
5	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	2,5
6	7,2	2,3	72,5	4,8	1,6	88,4
7	9,2	4,8	104,5	4,8	5,3	128,6
8	10,3	6,1	124,5	4,8	9,9	155,6
9	10,6	6,2	131,9	4,8	10,2	163,7
10	11,1	6,4	139,9	4,8	7,8	169,9
11	11,5	6,6	148,5	4,8	8,3	179,6
12	12,0	6,8	157,5	4,8	8,8	189,9
13	12,5	7,0	167,2	4,8	9,5	201,0
14	13,1	7,2	177,5	4,8	12,8	215,4
15	13,7	7,5	188,1	4,8	10,8	224,8
16	14,3	8,1	199,2	4,8	11,6	237,9
17	14,9	8,4	210,7	4,8	12,4	251,3
18	15,5	8,8	222,6	4,8	13,3	264,9
19	16,1	9,1	234,5	4,8	14,3	278,7
20	16,8	9,4	246,4	4,8	12,4	289,8
21	17,4	9,8	258,6	4,8	13,4	303,9
22	18,0	10,1	270,6	4,8	14,3	317,8
23	18,6	10,4	282,6	4,8	15,2	331,6
24	19,2	10,7	294,5	4,8	16,1	345,2
25	19,8	11,0	306,1	4,8	16,9	358,5
26	20,3	11,2	317,7	4,8	17,6	371,5
27	20,7	11,4	328,7	4,8	18,3	383,9
28	21,2	11,5	339,5	4,8	18,8	395,8
29	21,6	11,6	349,8	4,8	16,4	404,2
30	21,9	8,1	359,6	4,8	16,7	411,0

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 4.16. Wpływ poszczególnych składników korzyści zewnętrznych na efektywność ekonomiczną przykładowej linii kolejowej X

Wyszczególnienie	ENPV [tys. PLN]	ERR [%]
Uwzględnione wszystkie składniki korzyści pośrednich	1 221 295,6	10,10%
Korzyści pośrednie bez korzyści środowiskowych	1 078 429,3	9,63%
Korzyści pośrednie bez korzyści z poprawy bezpieczeństwa	1 143 323,2	9,85%
Korzyści pośrednie bez korzyści z oszczędności czasu podróży	-777 884,0	1,14%
Korzyści pośrednie bez korzyści regionalnych	1 161 558,0	9,87%
Korzyści pośrednie bez korzyści netto operatorów	1 108 073,4	9,74%

Źródło: Opracowanie własne.

Pominięcie określonego składnika korzyści zewnętrznych w analizie efektywności ekonomicznej powoduje pogorszenie wskaźników ENPV i ERR. Relatywnie mały wpływ na efektywność ekonomiczną w przedstawionym przykładzie ma pominięcie efektów z poprawy bezpieczeństwa i regionalnych. Niewiele większy wpływ mają korzyści środowiskowe oraz netto u operatorów. Jednakże w przypadku pominięcia korzyści pośrednich, wynikających z oszczędności czasu podróży, przedsięwzięcie przy danej stopie dyskontowej traci efektywność ekonomiczną. Poziom ekonomicznej wewnętrznej stopy zwrotu (1,14%) wskazuje na bardzo niską opłacalność przedsięwzięcia.

5. Analiza ryzyka w ocenie efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych

5.1. Analiza wrażliwości efektywności ekonomicznej inwestycji

Przeprowadzenie analizy wrażliwości wymaga rozstrzygnięcia kilku kwestii, odnoszących się do:

- ❖ obszaru analizy,
- ❖ poziomu zagregowania zmiennych objaśniających,
- ❖ zakresu uwzględnianych odchyłeń,
- ❖ informacji, jakich ma dostarczyć analiza,
- ❖ sposobu prezentacji wyników.

Ustalenie obszaru analizy wymaga określenia czy będzie ona prowadzona w odniesieniu do efektywności finansowej i ekonomicznej, czy tylko dla jednej z nich. W przypadku oceny efektywności infrastrukturalnych inwestycji kolejowych, kluczowa dla ostatecznej oceny opłacalności i podjęcia decyzji o realizacji przedsięwzięcia lub jego odrzuceniu jest analiza ekonomiczna. Zasadne zatem jest przeprowadzenie pomiaru wrażliwości wskaźników *ENPV* i *ERR* na zmianę zmiennych objaśniających.

Odrębną kwestią jest określenie zmiennych objaśniających, które będą ulegały zmianie w ramach przeprowadzanej analizy oraz w jakim zakresie zmiany te będą badane. Mogą tu być stosowane różne rozwiązania. Analizę tę można prowadzić w odniesieniu do szczegółowych zmiennych objaśniających, np.: stopy dyskontowej, wartości rezydualnej, poziomu wynagrodzeń, jednostkowych stawek dostępu do infrastruktury, itp. Inne podejście zakłada przyjmowanie zagregowanych zmiennych niezależnych. Zmiennymi takimi mogą być strumienie kosztów i korzyści.

Zalecenia sformułowane w Niebieskiej Księdze, odnośnie prowadzenia analizy wrażliwości efektywności ekonomicznej kolejowych inwestycji infrastrukturalnych, wskazują na badanie wrażliwości przy uwzględnieniu zmian:

- ❖ ruchu pasażerskiego o $\pm 15,0\%$,
- ❖ nakładów inwestycyjnych o $+12\%$ i $+22\%$,
- ❖ jednocześnie: ruchu pasażerskiego o $-15,0\%$ i nakładów inwestycyjnych o $+15\%$,
- ❖ razem: jednostkowego kosztu czasu o $-15,0\%$ i nakładów inwestycyjnych o $+15\%$ ⁴⁸⁰.

⁴⁸⁰ *Niebieska księga...*, op. cit., s. 47.

W zestawieniu tym występują zarówno zmienne szczegółowe (jednostkowy koszt czasu), jak i zagregowane (nakłady inwestycyjne), co sprawi zapewne trudności porównawcze. Ponadto zaleca się badanie wrażliwości dla zmiany dwóch czynników jednocześnie, przy czym brak jest uzasadnienia doboru takich, a nie innych wartości zmian, np. +12% i +22% dla nakładów inwestycyjnych. Przedstawiony zakres odnosi się do zmian danej zmiennej objaśniającej tylko w dwóch skrajnych punktach, np. dla ruchu pasażerskiego o $\pm 15,0\%$. Nie pozwala to na wykreślenie dokładnych krzywych wrażliwości.

Stopień szczegółowości zmian zmiennych objaśniających podyktowany jest przede wszystkim informacjami, jakich oczekuje się od tej analizy. Przedsięwzięcia inwestycyjne w infrastrukturze kolejowej najczęściej charakteryzują się brakiem efektywności finansowej i dobrą efektywnością ekonomiczną, co w znacznej mierze wynika z wielkości nakładów inwestycyjnych i korzyści zewnętrznych. Zasadne jest zatem analizowanie wrażliwości efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia na zmianę oszacowanych kosztów i korzyści:

- ❖ nakładów inwestycyjnych,
- ❖ przychodów z tytułu sprzedaży dostępu do linii kolejowej,
- ❖ kosztów operacyjnych,
- ❖ wyróżnionych korzyści pośrednich.

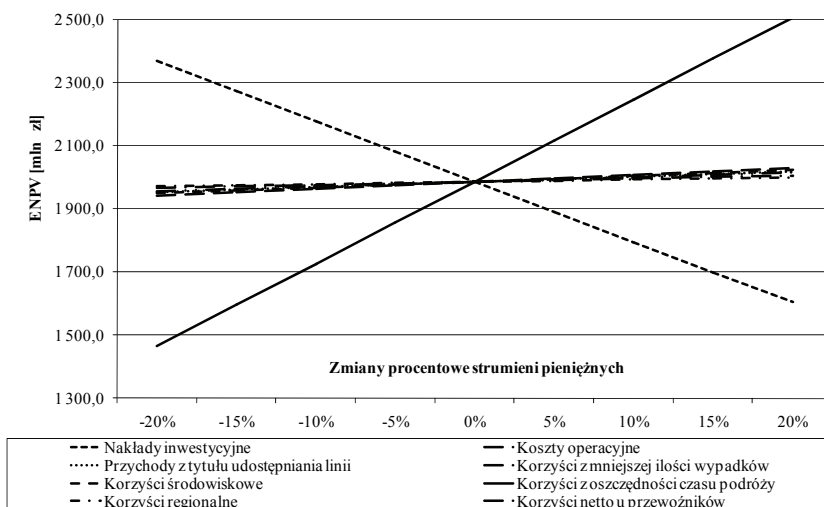
Analiza wrażliwości w odniesieniu do wymienionych zmiennych powinna być prowadzona w klasycznej odmianie, zakładającej możliwość zmiany zmiennych w zakresie od -20% do +20% co 5%. Wyniki tak przeprowadzonej analizy wrażliwości efektywności ekonomicznej dla przykładowej inwestycji modernizacyjnej linii kolejowej X, mierzonej zmianami wskaźników *ENPV* i *ERR*, przedstawiono odpowiednio w tabelach 5.1 i 5.2, a w ujęciu graficznym na rysunkach 5.1 i 5.2.

Analiza zmian wskaźników efektywności ekonomicznej dla przykładowej linii kolejowej X na zmiany poszczególnych strumieni pieniężnych potwierdza bardzo dużą wrażliwość efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia na zmianę nakładów inwestycyjnych oraz korzyści wynikających z oszczędności czasu podróży. Świadczą o tym kąty nachylenia krzywych wrażliwości tych strumieni. Zmiana nakładów inwestycyjnych o $\pm 20\%$ generuje zmianę wskaźnika *ENPV* od 2 368,9 mln zł do 1 604,2 mln zł, czyli o $\pm 19,25\%$. Nieco większy wpływ na wartość wskaźnika *ENPV* ma zmiana korzyści płynących z oszczędności czasu. Zmiana tej zmiennej w zakresie $\pm 20\%$ powoduje wzrost lub spadek ekonomicznej wartości bieżącej netto o $\pm 26,20\%$ (od 2 507,0 mln zł do 1 466,2 mln zł). Pozostałe strumienie pieniężne mają mały lub bardzo mały wpływ na zmianę efektywności ekonomicznej przykładowego przedsięwzięcia. Analiza wrażliwości ekonomicznej wewnętrznej stopy zwrotu na zmianę wielkości strumieni pieniężnych potwierdza powyższe wnioski.

Tabela 5.1. Wartość ENPV dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacyjnego linii kolejowej X w zależności od zmian głównych strumieni pieniężnych [mln zł]

Zmienne objaśniające	Zmiana strumienia								
	-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%
Nakłady inwestycyjne	2 368,9	2 273,4	2 177,8	2 082,2	1 986,6	1 891,0	1 795,4	1 699,8	1 604,2
Koszty operacyjne	1 942,5	1 953,5	1 964,5	1 975,6	1 986,6	1 997,6	2 008,6	2 019,6	2 030,6
Przychody z tytułu udostępniania linii	1 953,2	1 961,6	1 969,9	1 978,2	1 986,6	1 994,9	2 003,2	2 011,6	2 019,9
Korzyści z mniejszej ilości wypadków	1 966,5	1 971,5	1 976,5	1 981,6	1 986,6	1 991,6	1 996,6	2 001,6	2 006,6
Korzyści środowiskowe	1 949,8	1 959,0	1 968,2	1 977,4	1 986,6	1 995,8	2 005,0	2 014,2	2 023,4
Korzyści z oszczędności czasu podróży	1 466,2	1 596,3	1 726,4	1 856,5	1 986,6	2 116,7	2 246,8	2 376,9	2 507,0
Korzyści regionalne	1 972,1	1 975,7	1 979,3	1 983,0	1 986,6	1 990,2	1 993,8	1 997,5	2 001,1
Korzyści netto u przewoźników	1 957,2	1 964,6	1 971,9	1 979,2	1 986,6	1 993,9	2 001,2	2 008,6	2 015,9

Źródło: Opracowanie własne.



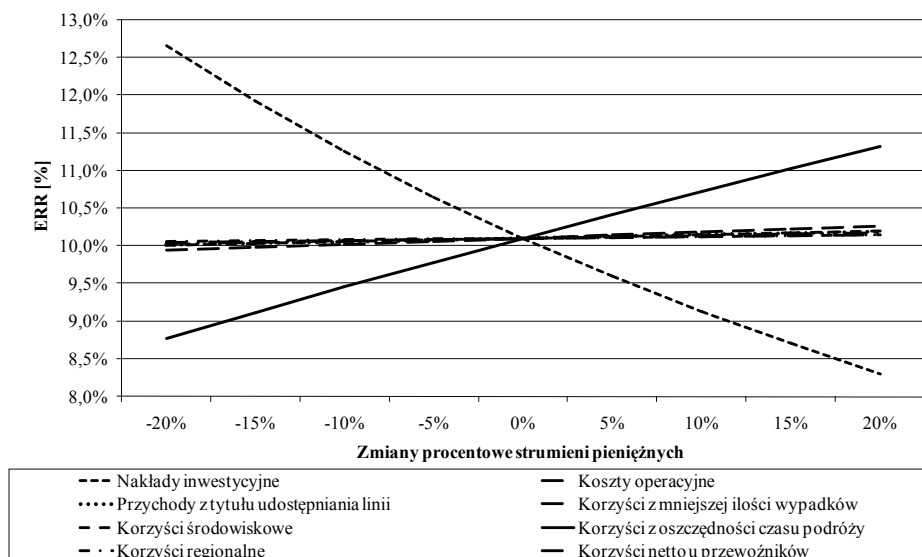
Rys. 5.1. Wrażliwość ENPV przedsięwzięcia modernizacyjnego przykładowej linii kolejowej X w zależności od zmian głównych strumieni pieniężnych [mln zł]

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 5.2. Wartość ERR dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacyjnego linii kolejowej X w zależności od zmian głównych strumieni pieniężnych [%]

Zmienne objaśniające	Zmiana strumienia								
	-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%
Nakłady inwestycyjne	12,7%	11,9%	11,3%	10,7%	10,1%	9,6%	9,1%	8,7%	8,3%
Koszty operacyjne	9,9%	10,0%	10,0%	10,1%	10,1%	10,1%	10,2%	10,2%	10,3%
Przychody z tytułu udostępniania linii	10,0%	10,0%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,2%	10,2%
Korzyści z mniejszej ilości wypadków	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,2%
Korzyści środowiskowe	10,0%	10,0%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,2%	10,2%	10,2%
Korzyści z oszczędności czasu podróży	8,8%	9,1%	9,5%	9,8%	10,1%	10,4%	10,7%	11,0%	11,3%
Korzyści regionalne	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,2%
Korzyści netto u przewoźników	10,0%	10,0%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,2%	10,2%

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 5.2. Wrażliwość ERR przedsięwzięcia modernizacyjnego przykładowej linii kolejowej X w zależności od zmian głównych strumieni pieniężnych

Źródło: Opracowanie własne.

Istotnym aspektem stosowania analizy wrażliwości jest identyfikacja czynników krytycznych mających największy wpływ na efektywność inwestycji. Zmienne krytyczne można zidentyfikować na podstawie krzywych wrażliwości, jak również określając elastyczność efektywności inwestycji. Narzędziem mierzącym tę elastyczność jest wskaźnik (współczynnik) wrażliwości (WW), pojmowany jako kąt nachylenia krzywej wrażliwości przy różnych wartościach zmiennej niezależnej. Współczynnik ten wskazuje, ile procent zmiany zmiennej objaśnianej (np. *ENPV*) przypada na jeden procent zmiany zmiennej niezależnej objaśniającej. Wartości współczynników wrażliwości dla omawianego przykładu przedstawiono w tabeli 5.3.

Tabela 5.3. Współczynnik wrażliwości dla przykładowej linii kolejowej X w zależności od zmian głównych strumieni pieniężnych [tys. zł]

Strumienie pieniężne	Współczynnik wrażliwości
Nakłady inwestycyjne	0,96
Koszty eksploatacyjne	0,11
Przychody z tytułu udostępnia linii	0,08
Korzyści z mniejszej liczby wypadków	0,05
Korzyści środowiskowe	0,09
Korzyści z oszczędności czasu podróży	1,31
Korzyści regionalne	0,04
Korzyści netto u przewoźników	0,07

Źródło: Opracowanie własne.

Współczynniki wrażliwości w sposób jednoznaczny identyfikują zmienne krytyczne. W odniesieniu do prezentowanego przykładu są to korzyści z oszczędności czasu podróży ($WW = 1,31$). Nakłady inwestycyjne mają znaczny wpływ na wrażliwość efektywności ekonomicznej, jednak w zestawieniu z pozostałymi strumieniami, głównie dotyczącymi efektów zewnętrznych, nie są zmienną krytyczną.

Ponadto na podstawie analizy wrażliwości można określić margines bezpieczeństwa dla zmian pojedynczych strumieni pieniężnych. W odniesieniu do przykładowej modernizacji linii kolejowej X przedsięwzięcie wykazuje efektywność ($ENPV > 0$) nawet przy 20% wzroście nakładów pieniężnych lub spadku wartości korzyści wynikających z oszczędności czasu podróży.

Analiza wrażliwości nie daje pełnego obrazu ryzyka związanego z realizacją danej inwestycji. Nie mierzy bowiem wprost wielkości tego ryzyka, jak również nie odpowiada na pytanie o efektywność przedsięwzięcia, przy jednoczesnej zmianie wielu elementów rachunku. Dlatego, w odniesieniu do kolejowych inwestycji infrastrukturalnych należy stosować także metody, które pozwolą określić i ocenić ryzyko za pomocą wartości oczekiwanej, odchylenia standardowego oraz wskaźnika zmienności.

5.2. Ocena ryzyka w ewaluacji efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych

Celem analizy ryzyka jest określenie szans uzyskania przez projekt satysfakcjonującej stopy zwrotu oraz najbardziej prawdopodobnego stopnia odchylenia wartości wskaźnika *ENPV* lub *ERR* od wartości oczekiwanych. Odpowiednią metodą do przeprowadzenia tej oceny jest symulacja Monte Carlo. W praktyce jednak, ze względu na trudności związane z konstruowaniem modeli przedstawiających zależności pomiędzy poszczególnymi zmiennymi, wykorzystuje się zazwyczaj metody probabilistyczno-statystyczne. W ujęciu probabilistycznym ocena ryzyka inwestycyjnego polega na oszacowaniu możliwych sald przepływów środków pieniężnych i określeniu prawdopodobieństwa ich wystąpienia w celu ustalenia oczekiwanego wskaźnika *NPV*. Pomiaru ryzyka dokonuje się za pomocą statystycznych miar rozproszenia: wariancji, odchylenia standardowego i współczynnika zmienności.

Zasadniczym problemem związanym z przeprowadzeniem oceny ryzyka jest określenie prawdopodobieństwa zmian strumieni pieniężnych. Problem ten jest bardzo istotny, ponieważ tylko nieliczne studia wykonalności przeprowadzane w Polsce w latach 2004-2007 zawierały taką ocenę. W pewnym zakresie wynika to z braku danych dotyczących wcześniej realizowanych inwestycji. Niewielka liczba kolejowych inwestycji modernizacyjnych zrealizowanych w Polsce nie pozwala jeszcze na wygenerowanie rzetelnych i wiarygodnych danych empirycznych pozwalających określić rozkłady prawdopodobieństwa zmian podstawowych strumieni pieniężnych (nakładów inwestycyjnych, kosztów eksploatacyjnych oraz korzyści bezpośrednich). W związku z powyższym rozkłady te najczęściej są ustalane w oparciu o wiedzę ekspertów za pomocą metod heurystycznych. Cechą wspólną tak skonstruowanych rozkładów jest znaczny optymizm w ocenie trafności przygotowanych prognoz i szacunków strumieni pieniężnych⁴⁸¹.

⁴⁸¹ W związku z brakiem ilościowych rozkładów prawdopodobieństwa, wynikających z braku danych statystycznych, w Niebieskiej Księdze zaleca się przeprowadzenie jedynie jakościowej analizy ryzyka, tzn. opisu jego rodzajów jakie mogą wystąpić w odniesieniu do kolejowych inwestycji infrastrukturalnych. *Niebieska Księga*. ... op. cit., s. 48.

Wadą stosowania metod probabilistyczno-statystycznych są ograniczenia dotyczące: liczby strumieni pieniężnych, których zmiany są badane w procesie oceny ryzyka, oraz zakresu zmian tych strumieni. Wynika to przede wszystkim z faktu, że w przeciwieństwie do symulacji Monte Carlo, rozpatrywane są tu wszystkie możliwe kombinacje zmian określonych zmiennych. Przykładowo, analizując pięć możliwych wielkości czterech krytycznych strumieni pieniężnych, przy jednoczesnym założeniu pewności oszacowania pozostałych strumieni, otrzymuje się 625 różnych scenariuszy, dla których należy obliczyć wartości *ENPV* oraz prawdopodobieństwo wystąpienia takiego scenariusza. Niemniej jednak metoda ta, pomimo pewnych uproszczeń, pozwala na w miarę dokładne określenie stopnia ryzyka.

Wyniki, przebieg takiej oceny i wpływ na tę ocenę przyjętego rozkładu prawdopodobieństwa przedstawiono na omawianym już przykładzie modernizacji linii kolejowej. W przykładzie założono, że ryzykiem obarczone są cztery podstawowe strumienie pieniężne:

- ❖ nakłady inwestycyjne,
- ❖ koszty eksploatacyjne,
- ❖ przychody ze sprzedaży z tytułu udostępniania linii kolejowej dla ruchu pasażerskiego
- ❖ przychody ze sprzedaży z tytułu udostępniania linii kolejowej dla ruchu towarowego.

Dla każdego z tych czterech strumieni założono możliwość wystąpienia pięciu podstawowych stanów:

- ❖ wzrostu wartości o 20%,
- ❖ wzrostu wartości o 10%,
- ❖ brak zmiany wartości,
- ❖ spadek wartości o 10%,
- ❖ spadek wartości o 20%.

Prawdopodobieństwo wystąpienia tych zdarzeń przyjęto na podstawie szacunków ekspertów z branży kolejowej. Ustalony rozkład prawdopodobieństwa dla czterech podstawowych strumieni pieniężnych przedstawiono w tabeli 5.4.

Przy założeniu, że strumienie pieniężne są niezależne, iloczyn prawdopodobieństwa ich wystąpienia wyznacza prawdopodobieństwo wystąpienia określonego scenariusza. W tabeli 5.5 przedstawiono wybrane scenariusze wraz z odpowiadającymi im wartościami *ENPV* i prawdopodobieństwem ich wystąpienia. Wszystkie wartości obliczonych wskaźników *ENPV* w funkcji skumulowanego prawdopodobieństwa przedstawiono w formie graficznej na rysunku 5.3.

Tabela 5.4. Prawdopodobieństwo zmian krytycznych strumieni pieniężnych dla przykładowej linii kolejowej X

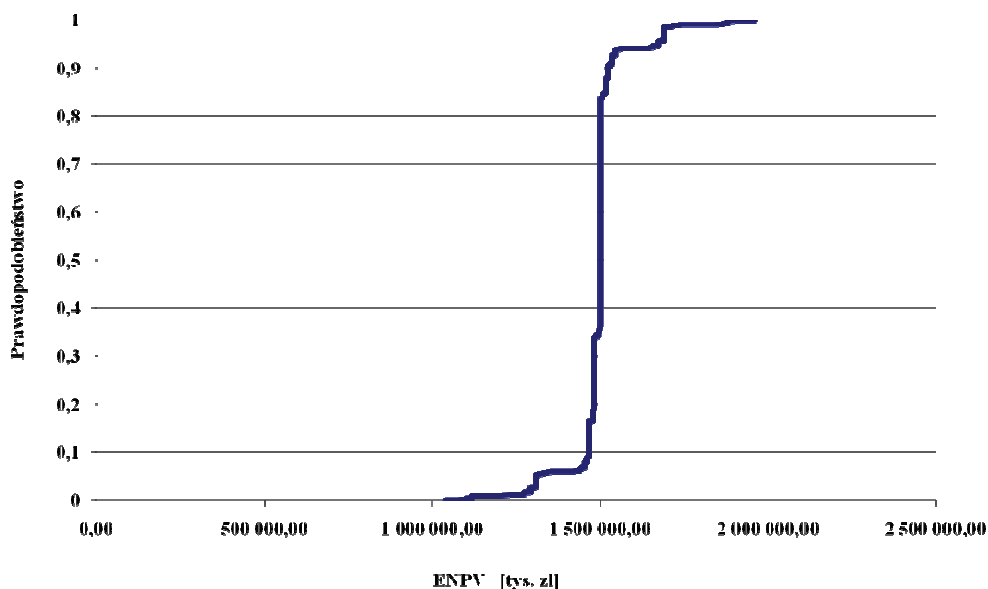
Zmienne	Zmiana wartości prognozowanej				
	+20%	+10%	0%	-10%	-20%
Nakłady inwestycyjne (N)	0,01	0,05	0,88	0,05	0,01
Przychody z tytułu udostępniania linii dla ruchu pasażerskiego (PP)	0,02	0,04	0,64	0,20	0,10
Przychody z tytułu udostępniania linii dla ruchu towarowego (PT)	0,04	0,04	0,71	0,15	0,06
Koszty utrzymania infrastruktury (K)	0,02	0,05	0,87	0,04	0,02

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 5.5. Wartości wskaźników ENPV dla wybranych scenariuszy oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X

Numer scenariusza	Opis scenariusza				Prawdopodobieństwo wystąpienia scenariusza	ENPV scenariusza [tys. PLN]
	N	PP	PT	K		
1	+ 20%	+ 20%	+ 20%	+ 20%	0,00000016	1 193 971,5
2	+ 20%	+ 20%	+ 20%	+ 10%	0,00000040	1 171 943,6
3	+ 20%	+ 20%	+ 20%	bazowe	0,00000696	1 149 915,7
4	+ 20%	+ 20%	+ 20%	- 10%	0,00000032	1 127 887,8
5	+ 20%	+ 20%	+ 20%	- 20%	0,00000016	1 105 859,8
6	+ 20%	+ 20%	+ 10%	+ 20%	0,00000016	1 193 971,5
:	:	:	:	:	:	:
624	- 20%	- 20%	- 20%	- 10%	0,00000240	1 825 972,9
625	- 20%	- 20%	- 20%	- 20%	0,00000120	1 803 944,9

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 5.3. Wartość ENPV w funkcji skumulowanego prawdopodobieństwa dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X

Źródło: Opracowanie własne.

Krzywa skumulowanego prawdopodobieństwa dla prezentowanego przykładu przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X wskazuje na opłacalność ekonomiczną inwestycji. Prawdopodobieństwo uzyskania efektywności ekonomicznej niższej od 1 310 000 tys. zł wynosi ok. 5%. Wartość oczekiwana w $E(ENPV)$ wynosi 1 493 845,9 tys. zł. Oznacza to, że przy prognozowanym rozkładzie prawdopodobieństwa zmiennych można oczekiwać, że modernizacja linii kolejowej X będzie efektywna ekonomicznie.

Odchylenie standardowe wskaźnika $ENPV$ wynosi 82 898,2 tys. zł. Oznacza to, że można spodziewać się, iż rzeczywista wartość $ENPV$ będzie kształtować się w zakresie od 1 410 947,7 tys. zł do 1 576 744,1 tys. zł. Odchylenie standardowe jest pośrednim miernikiem skali ryzyka związanego z przedsięwzięciem i w ocenie ryzyka należy stosować także współczynnik zmienności, który określa ile ryzyka przypada na jednostkę oczekiwanej wartości. Dla rozpatrywanego przypadku współczynnik zmienności zaktualizowanej ekonomicznej wartości netto $C(ENPV)$ wynosi 0,06. Wartość ta informuje, że na jednostkę oczekiwaną $ENPV$ przypada 0,06 jednostki ryzyka. Ryzyko to jest stosunkowo niewielkie, co oznacza, że rozpatrywana inwestycja przyniesie oczekiwane efekty ekonomiczne. Jednakże, jak wcześniej zauważono, kluczowym zagadnieniem w ocenie ryzyka jest poprawna identyfikacja zmiennych obciążonych ryzykiem i określenie rozkładów prawdopodobieństwa dla tych zmiennych.

Dla zobrazowania wpływu zmiany rozkładu prawdopodobieństwa na ocenę ryzyka dokonano symulacji zmiany rozkładu prawdopodobieństwa odnośnie nakładów inwestycyjnych. Dotychczasowe doświadczenia w obszarze inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym w Polsce, a także w innych państwach na różnych kontynentach, upoważniają do przyjęcia założeń o bardziej prawdopodobnym wzroście wydatków na nakłady inwestycyjne. W tabeli 5.6 przedstawiono wpływ zmiany rozkładu prawdopodobieństwa dla nakładów inwestycyjnych na miary oceny ryzyka inwestycji modernizacyjnej przykładowej linii kolejowej X.

Tabela 5.6. Wpływ rozkładu prawdopodobieństwa nakładów inwestycyjnych na wartość oczekiwaną, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności dla przykładowej linii kolejowej X.

Zmiana wartości prognozowanej	Rozkład prawdopodobieństwa zmiany nakładów inwestycyjnych		
	Rozkład I	Rozkład II	Rozkład III
wzrost o 20%	0,01	0,15	0,20
wzrost o 10%	0,05	0,30	0,30
wartość bez zmian	0,88	0,40	0,35
spadek o 10%	0,05	0,10	0,10
spadek o 20%	0,01	0,05	0,05
Miary oceny ryzyka	Wyniki obliczeń		
Wartość oczekiwana $E(ENPV)$	1 493 845,9 tys. zł	1 417 371,7 tys. zł	1 398 253,1 tys. zł
Odchylenie standardowe $\sigma(NPV)$	82 898,2 tys. zł	195 721,2 tys. zł	205 736,5 tys. zł
Współczynnik zmienności $C(ENPV)$	0,06	0,14	0,15

Źródło: Opracowanie własne.

Zmiana rozkładu prawdopodobieństwa dotyczącego możliwości kształtowania się nakładów inwestycyjnych nie wpływa na ogólny obraz efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia inwestycyjnego dla przykładowej linii kolejowej X. Jednakże ponad dwukrotnie wzrósł, w stosunku do poprzednich obliczeń, stopień ryzyka przypadający na jednostkę wartości oczekiwanej. Należy w tym miejscu podkreślić, że w odniesieniu do inwestycji infrastrukturalnych ryzyko towarzyszy nie tylko szacowaniu nakładów inwestycyjnych, kosztów eksploatacyjnych i przychodów ze sprzedaży dostępu do linii, ale również innym uwzględnianym w rachunku efektywności elementom. Oszacowanie rozkładów prawdopodobieństwa zmian dla korzyści pośrednich, a w szczególności efektów zewnętrznych, w znacznym stopniu wpłynie na wartość oczekiwaną ENPV. Jak już wcześniej zauważono, ten właśnie wskaźnik powinien być brany pod uwagę przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych. Wymaga to jednak

przypisania odpowiednich rozkładów prawdopodobieństwa zmian dla poszczególnych elementów rachunku efektywności. Realizacja tego zadania wymaga pogłębionych studiów dotyczących analiz ex-post przedsięwzięć inwestycyjnych realizowanych obecnie w Polsce.

Spis tabel

Tabela 1.1. Przepływy pieniężne według kryterium rodzaju strumienia pieniężnego i kierunku przepływu środków	34
Tabela 1.2. Sugerowane stopy dyskontowe dla przedsięwzięć publicznych	48
Tabela 1.3. Przedsięwzięcia o różnej długości okresu obliczeniowego powielenie wariantu B	56
Tabela 1.4. Czynniki decydujące o charakterze ryzyka	61
Tabela 2.1. Macierz możliwych wskaźników efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych uwzględniająca kombinację ryzykownych czynników w świetle formuły maksyminu	130
Tabela 2.2. Różnice pomiędzy metodami prostymi i dyskontowymi oceny efektywności inwestycji	132
Tabela 3.1. Rodzaje działalności zaliczanej do infrastruktury	143
Tabela 3.2. Cechy specyficzne infrastruktury	151
Tabela 3.3. Okres żywotności infrastruktury transportu	152
Tabela 3.4. Przekroczenie planowanych nakładów inwestycyjnych w wybranych dużych przedsięwzięciach inwestycyjnych	157
Tabela 3.5. Przykłady przekroczeń planowanych nakładów inwestycyjnych w dużych przedsięwzięciach infrastruktury transportu	159
Tabela 3.6. Wartość i struktura nakładów inwestycyjnych w środki trwałe dla przedsięwzięcia modernizacji przykładowej linii kolejowej X	180
Tabela 3.7. Szacowana długość ekonomicznego cyklu życia inwestycji według różnych koncepcji dla przykładowej inwestycji modernizacyjnej linii kolejowej X	183
Tabela 3.8. Finansowa stopa dyskontowa w wybranych projektach transportowych	186
Tabela 3.9. Społeczna stopa dyskontowa w wybranych krajach członkowskich Unii Europejskiej	191
Tabela 3.10. Spożycie ogółem i Produkt Krajowy Brutto w Polsce w latach 2008-2010 (ceny stałe)	194
Tabela 4.1. Przykładowe zestawienie nakładów inwestycyjnych dla modernizacji linii kolejowej X	200
Tabela 4.2. Rozłożenie w czasie nakładów inwestycyjnych dla przykładowej linii kolejowej X [tys. zł]	201
Tabela 4.3. Roczne, jednostkowe i całkowite koszty dla przykładowej linii X w zależności od sposobu ich szacowania dla pierwszego roku okresu eksploatacji po modernizacji	211
Tabela 4.4. Wpływ metod szacowania kosztów utrzymania i eksploatacji na efektywność ekonomiczną i finansową modernizacji przykładowej linii kolejowej X	213

Tabela 4.5. Wpływ zmian zasad prognozowania jednostkowych stawek dostępu na efektywność ekonomiczną i finansową modernizacji przykładowej linii kolejowej X	223
Tabela 4.6. Wartość rezydualna oszacowana na podstawie przychodów generowanych po okresie obliczeniowym	226
Tabela 4.7. Finansowa efektywność modernizacji przykładowej linii kolejowej X w zależności od metody szacowania wartości rezydualnej	227
Tabela 4.8. Jednostkowe stawki opłat za gazy lub pyły wprowadzane do powietrza w Polsce w latach 2006 i 2010	234
Tabela 4.9. Jednostkowe koszty zewnętrzne transportu w 17 krajach Europy Zachodniej w 2000 r.	236
Tabela 4.10. Jednostkowe koszty zanieczyszczenia środowiska w terenie płaskim, zamiejskim [zł/pojkm]	237
Tabela 4.11. Wskaźniki wzrostu kosztów ze względu na nachylenie drogi	238
Tabela 4.12. Wartość życia ludzkiego w wybranych krajach UE w 2002 r. w świetle badań HEATCO	240
Tabela 4.13. Wartość zaoszczędzonego czasu podróży pasażerów biznesowych w wybranych krajach UE w 2002 r. [euro/osobogodzinę]	242
Tabela 4.14. Wartość czasu podróży pasażerów niebiznesowych (dla długich relacji) w wybranych krajach UE w 2002 r. [euro/osobogodzinę]	242
Tabela 4.15. Korzyści pośrednie modernizacji przykładowej linii kolejowej X [mln zł]	246
Tabela 4.16. Wpływ poszczególnych składników korzyści zewnętrznych na efektywność ekonomiczną przykładowej linii kolejowej X	247
Tabela 5.1. Wartość ENPV dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacyjnego linii kolejowej X w zależności od zmian głównych strumieni pieniężnych [mln zł]	250
Tabela 5.2. Wartość ERR dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacyjnego linii kolejowej X w zależności od zmian głównych strumieni pieniężnych [%]	251
Tabela 5.3. Współczynnik wrażliwości dla przykładowej linii kolejowej X w zależności od zmian głównych strumieni pieniężnych [tys. zł]	252
Tabela 5.4. Prawdopodobieństwo zmian krytycznych strumieni pieniężnych dla przykładowej linii kolejowej X	255
Tabela 5.5. Wartości wskaźników ENPV dla wybranych scenariuszy oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X	255
Tabela 5.6. Wpływ rozkładu prawdopodobieństwa nakładów inwestycyjnych na wartość oczekiwaną, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności dla przykładowej linii kolejowej X	257

Spis rysunków

Rys. 1.1. Przepływy pieniężne netto – wariant I	37
Rys. 1.2. Przepływy pieniężne netto – wariant II	37
Rys. 1.3. Przepływy pieniężne netto – wariant III	38
Rys. 1.4. Ryzyko operacyjne, finansowe i całkowite w inwestycjach	67
Rys. 2.1. Schemat obliczeniowy wartości <i>NPV</i> typowego przedsięwzięcia inwestycyjnego	87
Rys. 2.2. Krzywa <i>NPV</i> typowego przedsięwzięcia inwestycyjnego	89
Rys. 2.3. Krzywa <i>NPV</i> nietypowego przedsięwzięcia inwestycyjnego	90
Rys. 2.4. Zgodność i sprzeczność wskazań między metodami <i>NPV</i> i <i>IRR</i>	96
Rys. 2.5. Krzywe wrażliwości – graficzna postać analizy wrażliwości	110
Rys. 2.6. Krzywa prawdopodobieństwa skumulowanego wartości <i>NPV</i>	117
Rys. 2.7. Schemat inwestycyjnego drzewa decyzyjnego	120
Rys. 3.1. Zakres infrastruktury	145
Rys. 3.2. Proces oceny efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego w sektorze publicznym	174
Rys. 3.3. Finansowa wartość bieżąca netto w zależności od finansowej stopy dyskontowej dla przedsięwzięcia modernizacji przykładowej linii kolejowej X	187
Rys. 3.4. Ekonomiczna wartość bieżąca netto przedsięwzięcia modernizacyjnego przykładowej linii kolejowej X w zależności od wielkości społecznej stopy dyskontowej	193
Rys. 3.5. Ekonomiczna wartość bieżąca netto przedsięwzięcia modernizacyjnego przykładowej linii kolejowej X w zależności od środowiskowej stopy dyskontowej	194
Rys. 4.1. Nakłady inwestycyjne, koszty operacyjne i przychody przykładowego przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X	196
Rys. 4.2. Średnie stawki dostępu do infrastruktury kolejowej w krajach europejskich w 2004 r. (w euro/poekm, z wyłączeniem kosztów trakcji elektrycznej)	220
Rys. 4.3. Stopień pokrycia kosztów przez opłaty za dostęp do infrastruktury kolejowej w krajach europejskich w 2004 r. [%]	221
Rys. 5.1. Wrażliwość <i>ENPV</i> przedsięwzięcia modernizacyjnego przykładowej linii kolejowej X w zależności od zmian głównych strumieni pieniężnych [mln zł]	250
Rys. 5.2. Wrażliwość <i>ERR</i> przedsięwzięcia modernizacyjnego przykładowej linii kolejowej X w zależności od zmian głównych strumieni pieniężnych	251
Rys. 5.3. Wartość <i>ENPV</i> w funkcji skumulowanego prawdopodobieństwa dla przykładowego przedsięwzięcia modernizacji linii kolejowej X	256

Literatura

1. Alexander G.J., Sharpe W.F., Bailey J.V.: *Fundamentals of Investment*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1993.
2. Ali R.: *The application of risk management in infrastructure construction projects*. Cost Engineering 2005, Vol. 47, No. 8.
3. *Analiza finansowa w zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Tom 2. Red. Bednarski L., Waśniewski T. Fundacja Rozwoju Rachunkowości w Polsce, Warszawa 1996.
4. *Apraisal and Evaluation in Central Government. The Green Book*. Annex 6. HM Treasury, London 2003.
5. Balcombe K.G., Smith L.E.D.: *Refining the Use of Monte Carlo Techniques for Risk Analysis in Project Planning*. The Journal of Development Studies 1999, Vol. 36, No. 2.
6. Bartczak A.: *Integracyjna funkcja infrastruktury gospodarczej w świetle badań nad Górnośląskim Okręgiem Przemysłowym*. Studia KPZK PAN, t. LIX, PWN, Warszawa 1977.
7. Bar-Yosef S., Mesznik R.: *On some definitional problems with the method of certainty equivalents*. The Journal of Finance 1977, Vol. XXXII, No. 5.
8. Begg D., Fischer S., Dornbusch R.: *Ekonomia*. Tom 2. Przekł. R. Rapacki i in., PWE, Warszawa 1992.
9. Begg D., Fischer S., Dornbusch R.: *Ekonomia. Mikroekonomia*. Przekł. R. Rapacki i in., PWE, Warszawa 2003.
10. Behrens W., Hawranek P.M.: *Poradnik przygotowania przemysłowych studiów feasibility*. UNIDO
11. Bień W.: *Ocena efektywności finansowej spółek prawa handlowego*. Finans – Sevis, Warszawa 1997.
12. Bień W.: *Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa*. Difin, Warszawa, 2002.
13. Borsia M.: *Gospodarka i polityka przestrzenna. Część druga: Polityka przestrzenna*. Skrypt dla studentów Wyższej Szkoły Społeczno-Ekonomicznej w Warszawie, Warszawa 2004.
14. Brigham E.F., Gapenski L.C.: *Zarządzanie finansami*. Tom 1. PWE, Warszawa 2000.
15. Brochocka U., Gajęcki R.: *Metody oceny projektów inwestycyjnych*. SGH, Warszawa 1997.
16. Brodzicki T., Szultka S.: *Koncepcja klastrów a konkurencyjność przedsiębiorstw*. „Organizacja i Kierowanie” 2002, nr 4.
17. Bruzelius N., Flyvbjerg B., Rothengatter W.: *Big decisions, big risk. Improving accountability in mega projects*. „Transport Policy” 2002, No. 9.
18. Brzozowska K.: *Infrastruktura publiczna jako kategoria ekonomiczna*. Ekonomista 2002, nr 1.
19. Brzozowska K.: *Zarządzanie ryzykiem inwestycyjnym w projektach infrastrukturalnych (skutki błędów popełnionych w fazie przedinwestycyjnej)*. „Przegląd Komunikacyjny” 2006, nr 2.
20. Chapman Ch., Ward S.: *Project Risk Management*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester 1997.
21. Ciesielski M., Szudrowicz A.: *Ekonomika transportu*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2000.

22. Clark D.E.: *Monte Carlo Analysis: Ten years of experience*. Cost Engineering 2001, Vol. 43, No. 6.
23. Czarny B.: *Wstęp do ekonomii*. PWE, Warszawa 2006.
24. Czekaj J., Dresler Z.: *Podstawy zarządzania finansami firm*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995.
25. Czekaj J., Dresler Z.: *Zarządzanie finansami przedsiębiorstw*. PWN, Warszawa 2005.
26. Dąbkowski M.: *Efektywność inwestycji według banku Światowego*. CIM, Warszawa 1992.
27. Domańska A.: *Wpływ infrastruktury transportu drogowego na rozwój regionalny*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
28. Dyrektywa Rady EWG Nr 440/91 z dnia 29 lipca 1991 r. w sprawie rozwoju kolei Wspólnoty, Dz. Urz. WE L 237 z 24.08.1991.
29. Dziembowski Z.: *Infrastruktura jako kategoria ekonomiczna*. „Ekonomista” 1985, nr 4-5.
30. Dziembowski Z.: *Pojęcie infrastruktury i jej charakterystyka*. „Miasto” 1966, nr 2.
31. *Efektywność przedsięwzięć rozwojowych. Metody – analizy – przykłady*. Red. Borowiecki R. Fogra, Warszawa – Kraków 1995.
32. *Efektywny transport – konkurencyjna gospodarka*. Red. M. Michałowska, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2009.
33. *Elementy rachunku ekonomicznego*. Red. Hellwiga Z., PWE, Warszawa 1978.
34. Evans D.J.: *Social discount rates for the European Union*. Milan European Economy Workshop. Working Paper n. 2006-20. Università degli Studi di Milano Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali e Statistiche, Milano 2006.
35. *Externe Kosten des Verkehrs. Aktualisierungsstudie. Zusammenfassung*. IWW/INFRAS, Zürich/Karlsruhe, Oktober 2004.
36. Fiedorowicz K.: *Sieć osadnicza a integracja infrastruktury technicznej kraju*. „Miasto” 1969, nr 7.
37. Fisher F.M., McGowan J.J.: *On the Misuse of Accounting rates of Return to Infer Monopoly Profits*. American Economic Review 1983, No. 73.
38. Florio M., Vignetti S.: *Cost-benefit Analysis of Infrastructure Projects in an Enlarged European Union: Returns and Incentives*. Economic Change and Restructuring 2005, Vol. 38, No 3-4.
39. Florio M.: *Evaluating Structural and Cohesion Funds Programmes. Cost-Benefit Analysis and the European Union Cohesion Fund: On the Social Cost of Capital and Labour*. Regional Studies, Vol. 42, April 2006.
40. Flyvbjerg B., Bruzelis N., Rothengatter W.: *Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition*. Cambridge University Press, Cambridge UK 2003.
41. Flyvbjerg B., Holm M. S., Buhl S.: *Underestimating Costs in Public Works Projects. Error or Lie?* Journal of the American Planning Association 2002, Vol. 68, No. 3.
42. Flyvbjerg B.: *Policy and Planning for Large Infrastructure Projects: Problems, Causes, Cures*. World bank Policy research Working Paper 3781, 2005.
43. Frey R.L.: *Infrastruktur. Grundlagen der Planung öffentlicher Investitionen*. J.C. Mohr Verlag Tübingen, Zurich 1970.

44. Gallagher T.J., Zumwalt J.K.: *Risk-Adjusted Discount Rates Revisited*. *The Financial Review* 1991, Vol. 26, No. 1, s. 110.
45. Gawron H.: *Ocena efektywności inwestycji*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1997.
46. Grzywacz W.: *Infrastruktura transportu*. WKiŁ, Warszawa 1972.
47. *Guidance on the methodology for carrying out Cost-Benefit Analysis*. Working Document 4. The New Programming period 2007-2013. European Commission Directorate-General Regional Policy. Bruksela 2006.
48. *Guide to cost-benefit analysis of investment projects. (Structural Fund – ERDF, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession)*. Final Report, Submitted by TRT Trasporti e Territorio and CSIL Centre for Industrial Studies, Bruksela 2008.
49. *Handbook on estimation of external cost in the transport sector*, INFRAS, IWW, ISI, Uniwersytet Gdański, Delft, December 2007.
50. Hargitay S.E., Shi-Ming Yu: *Property Investment Decisions. A quantitative approach*. E & FN, London 1993.
51. HEATCO. *Developing Harmonised European Approaches for transport costing and Project Assessment*. Project funded under the 6th Framework Programme, coordinated by the University of Stuttgart, European Commission, 2006.
52. Herman M., Korobowski P.: *Analiza i ocena nowych projektów inwestycyjnych (2)*. TTS 2003, nr 1-2.
53. Hespos R.F., Strassmann P.A.: *Stochastic decision tress for the analysis of investment decisions*. *Management Science* 1965, Vol. 11, No. 10.
54. *Informacja o wynikach kontroli funkcjonowania transportu drogowego i kolejowego w latach 1990-2004*. NIK, Warszawa, listopad 2005. Nr ewid. 161/2005/P.05/067/KKT.
55. *Internalizacja kosztów zewnętrznych transportu i infrastruktury*, pod kierunkiem H. Bronka. Projekt KBN nr PBZ-009-10, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 1999.
56. Jochimsen R.: *Theorie der Infrastruktur*. Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung. Tübingen 1969.
57. Jajuga K., Jajuga T.: *Inwestycje. Instrumenty finansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*. PWN, Warszawa 1998.
58. Jajuga K., Kuziak K., Markowski P.: *Inwestycje finansowe*. Seria: Rynek kapitałowy. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1998.
59. Jajuga T., Słoński T.: *Finanse spółek. Długookresowe decyzje inwestycyjne i finansowe*. Seria: Rynek kapitałowy. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1998.
60. Jochimsen R.: *Theorie der Infrastruktur*. Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung. Tübingen 1969.
61. Jog V., Suszyński C.: *Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa*. CIM, Warszawa 1995.
62. Johannesson M.: *The Relationship Between Cost-Effectiveness Analysis and Cost-Benefit Analysis*. *Social Science & Medicine* 1995, Vol. 41, No. 4.
63. Johnson H.: *Koszt kapitału. Klucz do wartości firmy*. LIBER, Warszawa 2000.

64. Johnson H.: *Ocena projektów inwestycyjnych. Maksymalizacja wartości przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo K.E. Liber s.c., Warszawa 2005.
65. Jovanović P.: *Application of sensitivity analysis in investment project evaluation under uncertainty and risk*. International Journal of Project Management 1999, Vol. 17, No. 4.
66. Kamińska T.: *Makroekonomiczna ocena efektywności inwestycji infrastrukturalnych na przykładzie transportu*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1999.
67. Karst Z.: *Techniczno-ekonomiczna infrastruktura gospodarki narodowej*. PWN, Warszawa – Wrocław 1986.
68. Kawa P., Wydymus S.: *Metody oceny efektywności i ryzyka projektów inwestycyjnych*. Wyższa Szkoła Zarządzania w Rzeszowie, Rzeszów 1999.
69. Kemerschen D.R., McKenzie R.B., Nardinelli C.: *Ekonomia*. Fundacja Gospodarcza NSZZ „Solidarność”, Gdańsk 1991.
70. Kliem R.K., Ludin L.S.: *Reducing Project Risk*. Gower, Aldershot 1997.
71. Knight F.H.: *Risk, Uncertainty and Profit*. University of Boston Press, Boston 1921.
72. *Kompendium wiedzy o gospodarce*. Red. Cyrson E. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa – Poznań 1997.
73. Kosikowski C.: *Działalność gospodarcza gmin*, Wydawnictwo „ERA”, Białystok 1992.
74. Kosiński J.: *Nowe techniki w projektowaniu przedsięwzięć inwestycyjnych. Zastosowanie algorytmów genetycznych*. Instytut Organizacji i Zarządzania w Przemysle „ORGMAZ”, Warszawa 2001.
75. Kosiński J.: *Ryzyko i niepewność w działalności gospodarczej*. EiOP 2000, nr 2.
76. Kotowska-Jelonek M., Dyr T., Zagożdżon B., Kozubek P.R.: *Problemy oceny efektywności kolejowych inwestycji infrastrukturalnych współfinansowanych przez Unię Europejską*. „Przegląd Komunikacyjny” 2008, nr 1.
77. Kotowska-Jelonek M.: *Ekonomiczne i prawne aspekty kształtowania opłat za dostęp do infrastruktury kolejowej w Europie*. TTS 2007, nr 3, s. 23.
78. Kotowska-Jelonek M.: *Ocena efektywności inwestycji infrastrukturalnych w transporcie współfinansowanych z funduszy Unii Europejskiej w perspektywie finansowej 2007-2013*. [w:] Materiały z VII Międzynarodowej Konferencji Transportowej TRANSLOG 2007 pt. „Szanse rozwoju transportu w świetle unijnej perspektywy finansowej na lata 2007 – 2013.” Szczecin, 13-14 września 2007.
79. Kotowska-Jelonek M.: *Opłaty za dostęp do infrastruktury kolejowej – aspekty teoretyczne i praktyczne*. Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej nr 35, Kielce 2007.
80. Kotowska-Jelonek M.: *Rola infrastruktury transportowej w procesie rynkowej transformacji polskiej gospodarki*. Wydawnictwo WSI im. K. Pułaskiego w Radomiu. Seria: Monografie, Radom 1994, nr 11.
81. Kowalewski M.: *Oszczędności kosztów czasu podróży w analizach kosztów i korzyści ex ante i ex post inwestycji drogowych*. Materiały konferencyjne „TRANSLOG 2004”, Szczecin 2004.
82. Kozubek P.R.: *Ekonomiczny cykl życia kolejowych inwestycji infrastrukturalnych*. TTS 2008, Nr 4.

83. Kupiec L.: *Kryteria i zasady kształtowania układu przestrzennego infrastruktury ekonomicznej*. Uniwersytet Warszawski – Filia w Białymstoku, Białystok 1975.
84. Ledwoński B.: *Rozwój infrastruktury technicznej a planowanie miast*. „Miasto” 1971, nr 7.
85. Leszczyński K.: *Metody oceny projektów inwestycyjnych*. SGH, Warszawa 1993.
86. Leszczyński Z., Skowronek-Mielczarek A.: *Analiza ekonomiczno-finansowa firm*. Difin, Warszawa 2001.
87. Lisowski R.: *Ryzyko i niepewność w podejmowaniu decyzji*. EiOP 1996, nr 8.
88. Machała R.: *Praktyczne zarządzanie finansami firmy*. PWN, Warszawa 2001.
89. Mackie P., Preston J.: *Twenty-one sources of error and bias in transport project appraisal*. Transport Policy 1998, No 5.
90. Magni C.A.: *Interfaces with other disciplines investment decisions in the theory of finance: Some antinomies and inconsistencies*. European Journal of Operational Research 2002, No. 137.
91. Magnussen O.M., Olsson N.O.E.: *Comparative analysis of cost estimates of major public investment projects*. International Journal of Project Management 2006, No. 24.
92. Manikowski A., Tarapata Z.: *Ocena projektów gospodarczych. Przykłady i zadania*. Difin, Warszawa 2002.
93. Marcinek K.: *Ryzyko projektów inwestycyjnych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2001.
94. Marshall H.E.: *A graphical approach to discounted payback*. Construction Management and Economics 1985, No. 3.
95. Martan L.: *Wybrane zagadnienia rzeczowych przedsięwzięć inwestycyjnych*. Leopoldinum, Wrocław 1998.
96. McIntyre E.V., Icerman J.D.: *The Accounting Rate of Return – Appropriate for Small Businesses?* American Journal of Small Business 1985, Vol. IX, No. 3.
97. McLaney E.J.: *Business Finance for decision Makers*, Pitman Publishing, London 1991.
98. Morris P.W.G., Hough G.H.: *The Anatomy of Major Projects*. John Wiley & Sons 1987.
99. Mun J.: *Modeling risk. Applying Monte Carlo Simulation, Real Options Analysis, Forecasting, and Optimization Techniques*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2006.
100. Nakamura H.: *The economic evaluation of transport infrastructure: needs for international comparisons*. Transport Policy 2000, No. 7.
101. *Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia 2007-2013. Wytyczne w zakresie kwalifikowania wydatków w ramach PO IiŚ*. Minister Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2007.
102. *Niebieska Księga. Sektor kolejowy – Infrastruktura i tabor*. JASPERS, Warszawa 2008.
103. Niemczycki K.: *Ekonomia*. Wyższa Szkoła Zarządzania PRET S.A. Warszawa 1996.
104. Northcott D.: *Capital Investment Decision-Making*. Academic Press, London 1992.
105. Nowak E., Pielichaty E., Poszwa M.: *Rachunek opłacalności inwestowania*. PWE, Warszawa 1999.
106. *Nowy słownik ekonomiczny przedsiębiorcy*. Wydawnictwo ZNICZ, Szczecin 2004.

107. *Obliczanie kosztów zewnętrznych w sektorze transportu. Analiza porównawcza ostatnich badań w związku z ekologicznym pakietem transportowym Komisji Europejskiej*, TRT Trasporti e Territorio Srl, Dyrekcja Generalna ds. Polityki Wewnętrznej Departament Tematyczny B – Polityka Strukturalna i Polityka Spójności, Transport i turystyka, Bruksela, luty 2009.
108. *Obwieszczenie ministra środowiska z dnia 18 sierpnia 2009 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2010* MP Nr 57 z 2009 r., poz. 780.
109. *Ocena efektywności przedsięwzięć gospodarczych*. Red. Nowak E. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1998.
110. Oehmke J.F.: *Anomalies in net present Value calculations*. Economics Letters 2000, No. 67.
111. *Ogólna ocena ekonomiczna inwestycji dróg transportowych. Metodyka oceny obowiązująca przy sporządzaniu federalnego planu dróg transportowych na rok 1992; Raport końcowy*. PLANCO Consulting GmbH, Essen 1993; tłumaczenie polskie – DG PKP, wrzesień 1995.
112. Oleksy B.: *Techniki opracowywania studium wykonalności „Feasibility study”*. Instytut Biznesu – materiały z warsztatów szkoleniowych, 23-24 kwietnia 2003.
113. Ostrowska E.: *Ryzyko projektów inwestycyjnych*. PWE, Warszawa 2002.
114. Pacho W.: *Proste metody szacowania zapotrzebowania na kapitał obrotowy*. Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Zeszyt Nr 33, Warszawa 2005.
115. Pastusiak R.: *Ocena efektywności inwestycji*. CeDeWu, Warszawa 2003.
116. Pazio W.J.: *Ocena finansowa przedsięwzięć rozwojowych firm*. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1992.
117. Pearce D., Groom B., Hepburn C., Koundouri Ph.: *Valuing the Future. Recent advances in social discounting*. World Economics 2003, Vol. 4, No. 2.
118. Penc J.: *Strategia zarządzania*. Agencja Wydawnictwo Placet, Warszawa 1994.
119. Pięcek B.: *Infrastruktura telekomunikacyjna a rozwój obszarów wiejskich*. „Telekomunikacja i Techniki Informacyjne” 2001, nr 3-4.
120. *Pilot implementation of funding gap methodology and development of Annex to major Project application (Pilotażowe wdrożenie metodologii kalkulacji luki finansowej oraz opracowanie załącznika do wniosku dla dużego projektu)*. Podręcznik kalkulacji luki finansowej dla inwestycji w infrastrukturę kolejową prowadzonych przez PKP PLK S.A. Dokument przygotowany przez PricewaterhouseCoopers i Scott Wilson dla Inicjatywy JASPERS. Kwiecień, 2010.
121. Piskozub A.: *Funkcja przemieszczania jako cecha wspólna infrastruktury*. „Problemy Ekonomiki Transportu” 1977, nr 2.
122. *Projekty inwestycyjne. Finansowanie, metody i procedury oceny*. Red. Gostkowska-Drzewicka T. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1996.
123. Pyciarz M., Augustowski T.: *Koszty infrastruktury kolejowej*. [w:] Materiały z seminarium pt. *Renesans kolei kluczem zróżnicowanego rozwoju*. Warszawa, 11-12 września 2003 r.
124. *Raport o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce w latach 2001-2002*. Red. Rybińska A., Tokaj – Krzewska A., PARP 2003.
125. *Raport roczny 2006*. PKP PLK S.A., Warszawa 2007.
126. *Raport roczny 2008*. PKP PLK S.A., Warszawa 2009.

127. *Raport roczny 2009*. PKP PLK S.A., Warszawa 2010.
128. *Raport roczny 2010*. PKP PLK S.A., Warszawa 2011.
129. Ratajczak M.: *Infrastruktura w gospodarce rynkowej*. Wydawnictwo AE w Poznaniu, Poznań 1999.
130. Ratajczak M.: *O systemie kształtowania infrastruktury społecznej*. „Polityka Społeczna” 1984, nr 5-6.
131. Rezaie K., Amalnik M.S., Gereie A., Ostadi B., Shakhseeniaee M.: *Using extended Monte Carlo simulation method for the improvement of risk management: Consideration of relationships between uncertainties*. Applied Mathematics and Computation 2007, No. 190
132. Rogowski W.: *Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych*. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004.
133. Ross S.A., Westerfield R.W., Jordan B.D.: *Fundamentals of Corporate Finance*. Irwin, Homewood, Boston 1993.
134. *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2009 r. w sprawie warunków dostępu i korzystania z infrastruktury kolejowej* (DzU 2009 r. Nr 35, poz. 274).
135. *Rozporządzenie MTiGM z dn. 12 sierpnia 1998 r. w sprawie szczegółowych zasad ustalania opłat za udostępnianie linii kolejowych przewoźnikom kolejowym*. DzU 1998, Nr 111, poz. 711.
136. *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 539/2010 z dnia 16 czerwca 2010 r. zmieniające rozporządzenie Rady (WE) nr 1083/2006 ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Funduszu Spójności w odniesieniu do uproszczenia niektórych przepisów oraz w odniesieniu do niektórych przepisów w zakresie zarządzania finansowego*. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, 24.6.2010, L 158.
137. *Rozrządzenia Rady Ministrów z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie opłat za korzystanie ze środowiska*. DzU 2005 r., Nr 260, poz. 2176.
138. *Rozporządzenie Rady (WE) nr 1083/2006 z dnia 11 lipca 2006 r. ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Funduszu Spójności i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1260/1999*. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, 31.7.2006, L 210.
139. *Rozwój infrastruktury transportu*. Red. Wojewódzka – Król K., Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1999.
140. Różański J., Czerwiński M.: *Inwestycje rzeczowe i kapitałowe*. Przedsiębiorstwo Specjalistyczne „Absolwent”, Łódź 1999.
141. Rutkowski A.: *Zarządzanie finansami*. PWE, Warszawa 2003.
142. Samuelson W.F., Marks S.G.: *Ekonomia menedżerska*. PWE, Warszawa 1998.
143. Sierpińska M., Jachna T.: *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
144. Siudak M.: *Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
145. Smolarz B.: *Ryzyko inwestycyjne*. EiOP 1997, nr 2.

146. Stiglitz J.E.: *Ekonomia sektora publicznego*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
147. Tarski I.: *Transport jako czynnik lokalizacji produkcji*. PWE, Warszawa 1963.
148. Towarnicka H., Broszkiewicz A., *Przygotowanie i ocena projektów inwestycji rzeczowych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1994.
149. Towarnicka H.: *Strategia inwestycyjna przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2000.
150. *Unia Europejska. Wpływ na rozwój Polski*. Red. Kotowskiej-Jelonek M. Seria: M5. Monografie, studia, rozprawy. Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2008.
151. Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym. DzU 2003 r. Nr 86, poz. 789.
152. Warburton A.: *The decision tree polytope and its application to sequential decision problems*. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis 1998, No. 7.
153. *Wdrożenie prawodawstwa UE w zakresie lotnictwa cywilnego i w sektorze kolejowym – pomoc techniczna i szkolenie*. SYSTRA/EC HARRIS. Proj. Nr 4313/EUR7/PL/64-05.
154. Weikard H.P., Zhu X.: *Discounting and environmental quality: When should dual rate be used?* Economic Modelling 2005, No. 22
155. Wilimowska Z.: *Ryzyko inwestowania*. EiOP 1998, nr 7.
156. Włoszczowski B.: *Dobór metod oceny projektów inwestycyjnych*. EiOP 1997, nr 12.
157. Włoszczowski B.: *Dyskontowe metody oceny efektywności projektów inwestycyjnych*. „Ekonomista” 1997, nr 1.
158. Włoszczowski B.: *O wadliwości niektórych metod oceny projektów inwestycyjnych*. „Monitor Rachunkowości i Finansów” 2000, nr 11.
159. Wrzosek S.: *Ocena efektywności rzeczowych inwestycji przedsiębiorstw*. Wydawnictwo SYGMA, Wrocław 1994.
160. *Wypadki drogowe w Polsce w 2010 r.* Komenda Główna Policji, Warszawa 2011
161. Zagożdżon B.: *Kolej w aspekcie kosztów zewnętrznych działalności transportowej*. TTS 2006, nr 11-12.
162. Zagożdżon B.: *Koszty i korzyści zewnętrzne w analizach CBA w studiach wykonalności projektów transportowych*. II Konferencja Naukowo-techniczna pt. *Systemy transportowe. Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.
163. *Zarządzanie finansami – współczesne tendencje w teorii i praktyce*. Red. Zarzecki D. Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2000.
164. Zeliaś A., Pawełek B., Wanat St.: *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria. Przykłady. Zadania*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
165. Zerbe R.O. Jr., Bellas A.S.: *A Primer for Benefit – Cost Analysis*. Edward Elgar Publishing Ltd. Cheltenham, UK – Northampton, USA 2006.