

Jolanta BIJAŃSKA
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Zarządzania i Administracji

ANALIZA I OCENA EKONOMICZNEJ EFEKTYWNOŚCI INNOWACJI

Streszczenie. W publikacji przedstawiono wybrane problemy analizy i oceny ekonomicznej efektywności innowacji. W szczególności scharakteryzowano inwestycyjne modele ekonomicznej efektywności, które mają najczęstsze zastosowanie w odniesieniu do oceny przedsięwzięć innowacyjnych oraz analizy ryzyka ich realizacji. Wskazano również podstawowe determinanty wyboru poszczególnych modeli odpowiednio do charakterystyki określonych przedsięwzięć innowacyjnych i problemów decyzyjnych.

ANALYSIS AND EVALUATION ECONOMIC EFFICIENCY OF INNOVATION

Summary. The publication presents selected issues in economic efficiency of innovation projects. Especially the publication includes the characteristics of investment evaluation models was, which are applied for the purpose of evaluating economic efficiency of innovation projects, as well as for analysis of risk in their realization. Basic selection determinants have been indicated with regard to characteristics of particular innovation projects and decision making issues.

1. Wprowadzenie

Podjęcie decyzji dotyczącej wprowadzenia innowacji w przedsiębiorstwie, w szczególności gdy jest związane z wydatkowaniem nakładów finansowych, powinno być oparte na wynikach oceny ekonomicznej efektywności. Wyniki te powinny wskazać, czy przygotowanie i wdrożenie określonej innowacji oraz związane z tym wydatkowanie określonych nakładów finansowych jest dla przedsiębiorstwa ekonomicznie uzasadnione.

Efektywność wprowadzanych innowacji można badać na podstawie różnych modeli, przedstawionych m.in. w pracy S. Nahotko¹. Wśród nich należy wyróżnić modele punktowe, inwestycyjne modele efektywności, modele ryzyka, modele sytuacyjne oraz optymalizacyjne modele efektywności. Celem niniejszej publikacji jest charakterystyka wybranych modeli inwestycyjnych oraz modeli ryzyka, a także przedstawienie przykładu sposobu ich wykorzystania w ocenie efektywności ekonomicznej przykładowej innowacji.

2. Modele ekonomicznej efektywności oraz ryzyka wprowadzania innowacji

W literaturze przedmiotu² jest przedstawianych wiele inwestycyjnych modeli odzwierciedlających ekonomiczną efektywność oraz ryzyko wprowadzania innowacji, klasyfikowanych według różnych kryteriów, do których należy zaliczyć m.in. (tab. 1):

- typ modelu (modele deterministyczne, modele probabilistyczne),
- typ wielkości ekonomicznych (modele statyczne – uwzględniające wielkości nominalne, modele dynamiczne – uwzględniające wielkości realne),
- wymiar wyniku (% , jednostki pieniężne, wielkość bezwymiarowa, okres czasu, miary ryzyka).

Mnogość sytuacji decyzyjnych i uwarunkowań wprowadzania innowacji sprawia, że istotnym problemem w ocenie ich ekonomicznej efektywności jest wybór określonego modelu (wskaźnika efektywności) odpowiednio do charakterystyki danej innowacji. Literatura wskazuje, że wyboru takiego należy dokonać przy uwzględnieniu cech modeli ekonomicznej efektywności oraz specyfiki ocenianej innowacji, a w szczególności: jej rodzaju i zakresu, niezbędnych nakładów finansowych i źródeł ich pokrycia, warunków przygotowania, wprowadzenia i funkcjonowania innowacji, okresu przygotowania i przesunięcia w czasie efektów w odniesieniu do nakładów, zmienności wielkości ekonomicznych w czasie oraz wymagań podmiotów finansujących (inwestorów).

¹ Nahotko S.: Efektywność i ryzyko w procesach innowacyjnych. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego sp. z o.o., Bydgoszcz 1996.

² Czechowski L., Dziworska K., Gostowska-Drzewicka T., Górczyńska A., Ostrowska E.: Projekty inwestycyjne. Finansowanie. Metody i procedury oceny. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1999; Sierpińska M., Jachna T.: Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. PWN, Warszawa 2004; Kurek W. (red.): Rachunek ekonomiczny w zarządzaniu przedsiębiorstwem. UMCS, Lublin 1998; Nahotko S.: Efektywność i ryzyko w procesach innowacyjnych. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego sp. z o.o., Bydgoszcz 1996; Siegiel J.G., Shim J.K., Hartmann S.W.: Przewodnik po finansach. PWN, Warszawa 1995.

Tabela 1

Podstawowe modele oceny ekonomicznej efektywności i analizy ryzyka

Typ modelu	Typ wielkości ekonomicznych	Nazwa modelu	Wymiar wyniku
Model deterministyczny	Wielkości nominalne	RK , rachunek kosztów	Jednostki pieniężne
		RZ , rachunek zysku	
		WZD , wskaźnik zysku przed uwzględnieniem amortyzacji do dodatkowych zaangażowanych aktywów	
	Wielkości nominalne	WZP , wskaźnik zysku po uwzględnieniu amortyzacji do dodatkowych zaangażowanych aktywów	Jednostki pieniężne
WZA , wskaźnik zysku po uwzględnieniu amortyzacji i opodatkowania do dodatkowych zaangażowanych aktywów			
Model deterministyczny	Wielkości nominalne	ROI , rachunek rentowności	%
		ARR , księgową stopą zwrotu	
		OZ , okres zwrotu nakładów kapitałowych	
	Wielkości realne	NPV , wartość zaktualizowana netto	Jednostki pieniężne
		NPVR , wskaźnik wartości zaktualizowanej netto	Wielkość bezwymiarowa
		PI , wskaźnik zyskowności	
		IRR , wewnętrzna stopa procentowa	%
		MIRR , zmodyfikowana wewnętrzna stopa procentowa	
		Baldwina	
		DP , zdyskontowany okres zwrotu nakładów kapitałowych	Jednostki czasu
Analiza wrażliwości	Jednostki pieniężne/ %		
Model probabilistyczny	CEA „pewnego ekwiwalentu”	Jednostki pieniężne	
	Analiza scenariuszy i ryzyka	Miary ryzyka	
	Metoda Monte Carlo		

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Nahotko S.: Efektywność i ryzyko w procesach innowacyjnych. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego sp. z o.o., Bydgoszcz 1996.

W opinii wielu autorów za najlepsze w ocenie ekonomicznej efektywności innowacji uznaje się modele deterministyczne oparte na wielkościach realnych, w szczególności NPV, IRR i DP, uzupełnione o analizę wrażliwości. Modele te należy stosować głównie do oceny złożonych przedsięwzięć innowacyjnych, o dużym zakresie rzeczowym, charakteryzujących się wieloletnim okresem przygotowania, wprowadzenia oraz funkcjonowania, wymagających poniesienia relatywnie wysokich nakładów finansowych, które są finansowane z kilku źródeł. Ocena przy wykorzystaniu wskaźników NPV i IRR jest uznawana za najdokładniejszą, gdyż obejmuje ona większość zaktualizowanych (przez uwzględnienie stopy dyskontowej) wpływów i wydatków generowanych w całym okresie ocenianego przedsięwzięcia (obejmującym jego przygotowanie, wprowadzenie oraz funkcjonowanie). Podstawowe znaczenie ma przy tym założenie, że wymienione wpływy i wydatki są szacowane na

podstawie badań, dotyczących aktualnych i przyszłych warunków realizacji i funkcjonowania danego przedsięwzięcia. Wraz z wydłużeniem okresu objętego rachunkiem szacunek ten staje się coraz trudniejszy, z uwagi na rosnącą niepewność co do przyszłości. W takich sytuacjach rośnie znaczenie modeli probabilistycznych, wśród których w praktyce popularne są analiza scenariuszy i ryzyka realizacji określonego przedsięwzięcia innowacyjnego.

Wybór modelu oceny zależy również od wymagań inwestora finansującego przedsięwzięcie innowacyjne. Przykładowo, jeśli inwestor chce reinwestować zaangażowane nakłady kapitałowe do oceny, powinien wybrać modele MIRR lub DP.

2.1. Charakterystyka wybranych modeli deterministycznych³

Wartość zaktualizowana netto (NPV) pozwala określić aktualną wartość wpływów i wydatków związanych z ocenianym przedsięwzięciem innowacyjnym. Wskaźnik NPV jest sumą zdyskontowanych na określony moment czasu przepływów pieniężnych netto, zrealizowanych w całym okresie objętym rachunkiem:

$$NPV = NCF_0 + (NCF_1 \cdot a_1) + (NCF_2 \cdot a_2) + \dots + NCF_n \cdot a_n \quad (1)$$

gdzie:

NPV – wartość zaktualizowana netto,

NCF_t – przepływy pieniężne netto w kolejnych latach okresu obliczeniowego,

a_t – współczynnik dyskontowy,

$t = 0, 1, \dots, n$ – okres obliczeniowy (w latach).

Dla ustalenia wartości NPV istotne znaczenie ma określenie horyzontu czasu – tzw. okresu obliczeniowego, wartości przepływów pieniężnych netto oraz poziomu stopy dyskontowej.

Określenie **okresu obliczeniowego** dla potrzeb oceny ekonomicznej efektywności obejmuje wyznaczenie czasu niezbędnego dla przygotowania i wprowadzenia, funkcjonowania, a także ewentualnej likwidacji przedsięwzięcia innowacyjnego. Określenie czasu przygotowania i wprowadzenia odbywa się najczęściej na podstawie harmonogramów. W przypadku innowacji o „niewielkim” zakresie do często wykorzystywanych w praktyce należy harmonogram Gantta, który dzieli zamierzenia na wiele czynności składowych i podaje czas wymagany dla poszczególnych czynności. Natomiast w przedsięwzięciach

³ Opracowano na podstawie: Sierpińska M., Jachna T.: Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. PWN, Warszawa 2004; Nahotko S.: Efektywność i ryzyko w procesach innowacyjnych. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego sp. z o.o., Bydgoszcz 1996; Czechowski L., Dziworska K., Gostowska-Drzewicka T., Górczyńska A., Ostrowska E.: Projekty inwestycyjne. Finansowanie. Metody i procedury oceny. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1999; Michalak A.: Finansowanie inwestycji w teorii i praktyce. Modele i techniki zastosowania. PWN, Warszawa 2007.

innowacyjnych złożonych, obejmujących wiele zadań wzajemnie ze sobą powiązanych i następujących kolejno po sobie, do wykonania harmonogramu są wykorzystywane metody ścieżki krytycznej CPM oraz planowania i kontroli wykonawstwa projektów PERT. W praktyce dużo trudniejsze od ustalenia czasu przygotowania i wprowadzenia innowacji jest określenie czasu jej funkcjonowania. Problem ten ma istotne znaczenie przy ocenie szczególnie „dużych” przedsięwzięć innowacyjnych, a rozwiązuje się go przez uwzględnianie „żywności” najważniejszego elementu majątku trwałego, podstawowego dla eksploatacji innowacji. Należy podkreślić, że koniec okresu obliczeniowego nie musi oznaczać w praktyce rzeczywistego zakończenia funkcjonowania danego przedsięwzięcia innowacyjnego.

Obliczenie wartości NPV wymaga ustalenia **wartości przepływów pieniężnych netto** (NCF). Odzwierciedlają one różnicę między strumieniem wpływów i strumieniem wydatków zrealizowanych w poszczególnych podokresach (np. latach realizacji) przyjętego okresu obliczeniowego. Podstawowym warunkiem wiarygodności wyników analizy i oceny ekonomicznej efektywności innowacji jest określenie wszystkich elementów zaliczanych do wpływów i wydatków oraz oszacowanie ich wartości w przyjętym okresie obliczeniowym.

Ustalenie wartości NPV wymaga również określenia wysokości **stopy dyskontowej** (i). Jest ona odpowiednikiem granicznej stopy zysku, poniżej której nie opłaca się wprowadzać danej innowacji. Stopa dyskontowa jest podstawą dla obliczenia tzw. współczynnika dyskontowego, który odzwierciedla relatywny spadek wartości środków pieniężnych w okresie obliczeniowym:

$$a_t = (1+i)^t \quad (2)$$

W praktyce przyjmuje się, iż stopę dyskontową określa się na podstawie kosztu kapitału. Koszt ten jest ceną, jaką płaci kapitałobiorca za możliwość korzystania z kapitału, a jednocześnie jest stopą zwrotu dla kapitałodawcy. Jest on wyrażany w postaci stopy procentowej, odzwierciedlającej stosunek wydatków ponoszonych przez kapitałobiorcę w skali roku z tytułu dysponowania kapitałem do wartości tego kapitału.

Koszt kapitału jest ściśle związany ze źródłem jego pochodzenia i towarzyszy kapitałowi pochodzącemu z każdego źródła. Może on być wyrażony jako odsetki dla kapitałodawców, dywidendy, inne świadczenia, a nawet koszt utraconych możliwości. W literaturze przedmiotu uprawomocnił się podział na koszt kapitału własnego oraz koszt kapitału obcego. Struktura źródeł finansowania wraz z kosztem kapitału stanowi o średnim ważonym koszcie kapitału WACC. W celu ustalenia WACC należy wyznaczyć koszt kapitału pochodzącego z poszczególnych źródeł, np. koszt kapitału akcyjnego, koszt kredytów bankowych, koszt

kapitału ze sprzedaży obligacji itp⁴. Każdy z elementów wymienionego kapitału podlega odmiennej wycenie, w zależności od sposobu ustalania korzyści dla kapitałodawcy, rozwiązań podatkowych itp. Następnie koszty kapitału „waży się” udziałem poszczególnych źródeł w strukturze kapitału.

Średni ważony koszt kapitału WACC, wyrażający ponoszony przez kapitałobiorcę rzeczywisty koszt pozyskania kapitału, można zapisać za pomocą następującej formuły:

$$WACC = \sum_{i=1}^n w_i K_i \quad (3)$$

gdzie:

w_i – udział i-tego źródła w całości kapitału,

K_i – koszt kapitału pochodzącego z i-tego źródła,

n – liczba źródeł kapitału.

W przypadku finansowania z dwóch źródeł kapitału: własnego i obcego, formuła obliczeniowa WACC ma następującą postać:

$$WACC = K_e \cdot w_e + r_k \cdot w_{rk} \quad (4)$$

gdzie:

w_i – udział i-tego źródła w całości kapitału,

K_e – koszt kapitału własnego,

r_k – koszt kapitału obcego.

W najprostszym ujęciu⁵ **koszt kapitału własnego** oblicza się na podstawie alternatywnych możliwości zainwestowania kapitału. Za podstawę szacowania kosztu alternatywnego uznawane są lokaty o zerowym poziomie ryzyka, którymi mogą być papiery wierzycielskie emitowane przez Skarb Państwa. Ich oprocentowanie można skorygować w górę o pewien poziom ryzyka towarzyszącego finansowanej innowacji. Koszt kapitału własnego oblicza się według następującego wzoru:

$$K_e = K_{rf} + RP \quad (5)$$

gdzie:

K_e – koszt kapitału własnego,

K_{rf} – koszt kapitału przy zerowym ryzyku, uwzględniający inflację,

RP – ewentualna premia za różne rodzaje ryzyka.

⁴ W niniejszej publikacji przedstawiono sposób obliczania kosztu kapitału jedynie z dwóch wybranych źródeł. Sposób obliczania kosztów kapitału z pozostałych źródeł przedstawiają: Sierpińska M., Jachna T.: Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. PWN, Warszawa 2004; Michalak A.: Finansowanie inwestycji w teorii i praktyce. Modele i techniki zastosowania. PWN, Warszawa 2007.

⁵ To podejście nie może zostać zastosowane przy obliczaniu kosztu kapitału własnego pozyskiwanego drogą emisji akcji, podwyższania wartości wkładów lub udziałów.

Korzystanie z kapitału obcego wiąże się z pewnymi kosztami i koniecznością wydatkowania określonej ilości środków pieniężnych przez kapitałobiorcę. Dawcy kapitału obcego zwykle pobierają wynagrodzenie w formie odsetek, które stanowią rzeczywisty odpływ środków pieniężnych z przedsiębiorstwa. Z tego względu ustalenie kosztu kapitału obcego z reguły sprawia mniej kłopotów niż w przypadku kapitału własnego.

Najbardziej powszechną formą kapitału obcego są kredyty bankowe. W ich przypadku koszt kapitału jest określony przede wszystkim przez bankową stopę procentową oraz stopę podatku dochodowego. Uwzględnienie podatku dochodowego wynika z możliwości odliczenia od podstawy opodatkowania kwoty odsetek należnych bankowi z tytułu udzielonego kredytu. Zabieg ten często jest określany mianem „tarczy podatkowej” lub „osłony podatkowej”.

Biorąc to pod uwagę, **koszt kapitału obcego**, pochodzącego z kredytu bankowego, oblicza się według wzoru:

$$r_k = i_k \cdot (1 - T_c) \quad (6)$$

gdzie:

r_k – koszt kapitału z kredytu bankowego,

i_k – roczna stopa oprocentowania kredytu bankowego (w przypadku stosowania kredytów o zróżnicowanej stopie procentowej należy we wzorze uwzględnić średnią ważoną),

T_c – stopa podatku dochodowego.

W ocenie ekonomicznej efektywności przy wykorzystaniu metody NPV warunkiem zaakceptowania pojedynczego przedsięwzięcia innowacyjnego jest spełnienie nierówności: $NPV > 0$. Natomiast przy porównywaniu kilku przedsięwzięć za najkorzystniejsze należy uznać to, którego wartość NPV jest największa. Należy tu jednak zwrócić uwagę, że przy porównywaniu kilku przedsięwzięć wymagających różnych co do wartości i rozkładu w czasie nakładów finansowych, ocena ekonomicznej efektywności powinna być oparta na **wskaźniku wartości zaktualizowanej netto** (NPVR).

Wskaźnik NPVR jest relacją wartości zaktualizowanej netto (NPV) i wartości zaktualizowanej nakładów finansowych niezbędnych dla realizacji innowacji (PVI):

$$NPVR = \frac{NPV}{PVI} \quad (7)$$

Podstawą wyboru najbardziej opłacalnego przedsięwzięcia innowacyjnego jest maksymalizacja wskaźnika NPVR.

Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR) to stopa procentowa, przy której wartość zaktualizowana netto ocenianej innowacji wynosi zero ($NPV = 0$). Oblicza się ją wykorzystując formułę interpolacji liniowej:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1 + (i_2 - i_1)}{NPV_1 + |NPV_2|}, \quad (8)$$

gdzie:

i_1 – poziom stopy dyskontowej, przy którym $NPV > 0$,

i_2 – poziom stopy dyskontowej, przy którym $NPV < 0$,

NPV_1 – poziom NPV obliczony na podstawie i_1 ,

NPV_2 – poziom NPV obliczony na podstawie i_2 .

Przedsięwzięcie innowacyjne należy uznać za opłacalne, gdy IRR jest wyższa od stopy granicznej, czyli stopy dyskontowej będącej najniższą możliwą do zaakceptowania stopą zwrotu: $IRR > i$. Natomiast w wyborze najlepszej spośród kilku porównywalnych innowacji należy kierować się kryterium maksymalizacji IRR.

Okres zwrotu nakładów finansowych (DP) oznacza czas wyrównania przez wpływy poniesionych wydatków finansowych:

$$DP = x + \frac{|NCF_t \cdot a_t|}{NCF_t \cdot a_t + |NCF_t \cdot a_t|} \cdot 365 \text{ dni} \quad (9)$$

gdzie:

DP – okres zwrotu nakładów finansowych,

x – ilość lat, w których skumulowane, zdyskontowane przepływy pieniężne netto osiągają wartość ujemną,

$-NCF \cdot a_t$ – ostatnia ujemna wartość skumulowanych, zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto,

$NCF \cdot a_t$ – pierwsza dodatnia wartość skumulowanych, zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto.

Oceniane przedsięwzięcie innowacyjne jest opłacalne ekonomicznie, jeżeli obliczony okres zwrotu nakładów będzie niższy (lub równy) od minimalnego wymaganego okresu wyznaczonego przez inwestora.

W ramach oceny innowacji warto przeprowadzić **analizę wrażliwości**, której zadaniem jest zbadanie wpływu zmian wartości wybranych czynników na kształtowanie się wskaźnika oceny ekonomicznej efektywności. W praktyce najczęściej bada się poziom NPV lub IRR przy zmianach takich czynników, jak cena, wielkość produkcji (lub sprzedaży), koszty produkcji, nakłady finansowe, stopa dyskontowa oraz innych, specyficznych dla różnych przedsięwzięć innowacyjnych. Wyniki uzyskane w toku przeprowadzenia analizy wrażliwości umożliwiają uzyskanie odpowiedzi na pytanie: o ile zmieni się wskaźnik oceny ekonomicznej efektywności danej innowacji wskutek założonej zmiany w wybranych

czynnikach. Na podstawie takiej informacji możliwe jest zidentyfikowanie czynników, mających istotny wpływ na opłacalność innowacji.

2.2. Charakterystyka wybranych modeli probabilistycznych⁶

Analiza scenariuszy i ryzyka, najogólniej rzecz ujmując, polega na określeniu różnych warunków przygotowania i funkcjonowania przedsięwzięcia innowacyjnego (warunków rynkowych, technicznych itp.), a następnie przełożeniu ich na scenariusze, np. najbardziej prawdopodobny, optymistyczny i pesymistyczny. W dalszej kolejności opracowane scenariusze podlegają ocenie efektywności ekonomicznej. Na jej podstawie przeprowadza się analizę ryzyka, której wynikiem jest ustalony rozkład prawdopodobieństwa wskaźnika oceny ekonomicznej efektywności. Analiza ryzyka przebiega w kilku etapach.

W pierwszym etapie dla ustalonych scenariuszy ustala się możliwe wartości przepływów pieniężnych netto związanych z przedsięwzięciem innowacyjnym dla każdego roku okresu obliczeniowego, a następnie przypisuje się im określone prawdopodobieństwo wystąpienia.

W drugim etapie oblicza się wartość oczekiwaną przepływów pieniężnych netto dla każdego roku w przyjętym okresie obliczeniowym:

$$E_t = \sum_{j=1}^u D_{tj} \cdot P_{tj}, \quad (10)$$

gdzie:

E_t – wartość oczekiwana przepływów pieniężnych netto w roku t ,

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

P_{tj} – prawdopodobieństwo wystąpienia i -tego poziomu przepływów pieniężnych netto w roku t ,
 $j = 1, 2, \dots$,

u – liczba badanych poziomów przepływów pieniężnych netto,

t – kolejny rok okresu obliczeniowego.

Na podstawie uzyskanych wartości oczekiwanych przepływów pieniężnych netto w trzecim etapie oblicza się oczekiwaną wartość zaktualizowaną netto E_{NPV} przedsięwzięcia innowacyjnego:

$$E_{NPV} = \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}, \quad (11)$$

gdzie:

i – stopa dyskontowa,

⁶ Opracowano na podstawie: Sierpińska M., Jachna T.: Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. PWN, Warszawa 2004; Nahotko S.: Efektywność i ryzyko w procesach innowacyjnych. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego sp. z o.o., Bydgoszcz 1996.

a także wariancję przepływów pieniężnych σ_t^2 dla kolejnych lat okresu obliczeniowego:

$$\sigma_t^2 = (D_{ij} - E_t)^2 \cdot P_{ij}. \quad (12)$$

W kolejnym etapie jest obliczane odchylenie standardowe wartości zaktualizowanej netto σ_{NPV} przedsięwzięcia innowacyjnego:

$$\sigma_{NPV} = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{\sigma_t^2}{(1+i)^{2t}}}, \quad (13)$$

a następnie współczynnik zmienności wartości zaktualizowanej netto CV_{NPV} :

$$CV_{NPV} = \frac{\sigma_{NPV}}{E_{NPV}}. \quad (14)$$

Pojedyncze przedsięwzięcie innowacyjne będzie opłacalne, jeśli wartość oczekiwana NPV będzie większa od zera, a w skrajnym przypadku równa zero: $E_{NPV} \geq 0$.

Poziom odchylenia standardowego NPV oraz obliczonego na jego podstawie współczynnika zmienności świadczą o skali ryzyka związanego z przedsięwzięciem innowacyjnym. Im wyższe poziomy odchylenia standardowego NPV oraz współczynnika zmienności, tym wyższe ryzyko realizacji przedsięwzięcia.

W przypadku porównania kilku przedsięwzięć może zdarzyć się przypadek, kiedy wyższej wartości oczekiwanej NPV towarzyszy wyższe odchylenie standardowe ($E_{NPV,A} > E_{NPV,B}$; $\sigma_{NPV,A} > \sigma_{NPV,B}$), wówczas należy wybrać przedsięwzięcie charakteryzujące się niższym współczynnikiem zmienności.

3. Przykład analizy i oceny ekonomicznej efektywności wybranej innowacji

Przeprowadzono analizę i ocenę ekonomicznej efektywności wprowadzenia przez przedsiębiorstwo „Q” na polski rynek opracowanej innowacji – indywidualnego opto-elektronicznego miernika stężenia metanu („metanomierza”).

Przyjęto, że ocena ekonomicznej efektywności wprowadzenia przedmiotowej innowacji powinna być przeprowadzona przy wykorzystaniu wskaźników scharakteryzowanych w pkt. 2.1, tj. wartości zaktualizowanej netto NPV, wewnętrznej stopy procentowej IRR oraz zdyskontowanego okresu zwrotu nakładów finansowych DP. Przyjęto również, że zostanie dokonana ocena ryzyka wprowadzenia innowacji przy wykorzystaniu mierników statystycznych przedstawionych w pkt. 2.2.

Dla przeprowadzenia analizy i oceny ekonomicznej efektywności rozpatrywanej innowacji przy wykorzystaniu wskaźników NPV, IRR i DP przyjęto założenia, które dotyczyły:

1. okresu obliczeniowego,
2. kształtowania się wielkości nakładów finansowych,
3. źródeł finansowania innowacji oraz poziomu kosztu kapitału finansującego innowację,
4. wielkości przychodów ze sprzedaży oraz kosztów całkowitych, ustalonych na podstawie zakładanej wielkości produkcji (odniesionej do przyjętego poziomu sprzedaży) oraz ceny i kosztu w przyjętym okresie obliczeniowym,
5. poziomu wyniku finansowego brutto oraz netto w przyjętym okresie obliczeniowym.

Ad 1. Dla potrzeb oceny ekonomicznej efektywności przedmiotowej innowacji przyjęto 8-letni **okres obliczeniowy**, obejmujący 2 lata na opracowanie i wdrożenie metanomierza oraz 6 lat na jego produkcję i sprzedaż.

Ad 2. **Nakłady finansowe**, które zostaną uwzględnione w ocenie ekonomicznej efektywności przedmiotowej innowacji obejmują kwotę 730 000 zł, poniesioną na badania przemysłowe i przedkonkurencyjne oraz na prace wdrożeniowe i zakupy inwestycyjne. Informacje dotyczące kształtowania się nakładów finansowych przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Kształtowanie się nakładów finansowych

Wyszczególnienie	Lata		
	„0”	„1”	„0-1”
Badania przemysłowe [zł]	180 000		180 000
Badania przedkonkurencyjne [zł]	100 000	100 000	200 000
Prace wdrożeniowe [zł]		50 000	50 000
Zakupy gotowych dóbr inwestycyjnych [zł]		300 000	300 000
			730 000

Źródło: Opracowanie na podstawie danych przedsiębiorstwa „Q”

Ad 3. Przedstawione nakłady finansowe zostaną pokryte dwoma **źródłami finansowania**. Z własnych źródeł zostanie sfinansowane 450 000 zł. Pozostała część nakładów w wysokości 280 000 zł zostanie pokryta ze źródeł obcych, pochodzących z kredytu bankowego zaciągniętego w „1” roku okresu obliczeniowego. Przyjęto następujące założenia w zakresie finansowania innowacji kredytem bankowym:

- okres kredytowania – 5 lat,
- oprocentowanie kredytu 12,3% (WIBOR, marża bankowa oraz prowizja),
- spłata kapitału i odsetek – miesięczna – na ostatniego dnia każdego miesiąca.

Dla potrzeb oceny ekonomicznej efektywności projektu przyjęto, że **koszt kapitału finansującego przedmiotową innowację** wynosi 9,7% (tab. 3). Koszt ten został przyjęty na podstawie średniego ważonego kosztu kapitału WACC, określonego przy wykorzystaniu wzoru (4). Średni ważony koszt kapitału własnego przyjęto na podstawie alternatywnych

możliwości zainwestowania kapitału, którymi są obligacje 2-letnie emitowane przez Skarb Państwa. Średni ważony koszt kapitału obcego pochodzącego z kredytu bankowego został określony na podstawie wzoru (6).

Tabela 3

Obliczenie średniego ważonego kosztu kapitału finansującego innowację

Źródło kapitału	Wartość [zł]	Udział źródła w całości kapitału	Koszt kapitału [%]	WACC [%] (Udział*Koszt)
Kapitał własny	450 000	0,3836	5,5	2,11
Kredyt bankowy	280 000	0,6165	12,3	7,58
Razem	730 000	1,000	-	9,69

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych przedsiębiorstwa „Q”

Ad 4. Dla potrzeb oceny ekonomicznej efektywności przyjęto, że w latach 3 – 6 **przychody ze sprzedaży** będą się kształtowały na poziomie od 700 000 zł do 850 000 zł. Poziom ten wynika z założonej ceny jednostkowej metanomierza oraz wielkości produkcji, którą określono na podstawie zgłoszonego zapotrzebowania głównych odbiorców – kopalń węgla kamiennego, stacji ratownictwa górniczego, zakładów petrochemicznych, firmy Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo oraz przedsiębiorstw komunalnych administrujących wysypiska śmieci. Przyjęto, że **całkowite koszty produkcji** kształtują się na poziomie od 487 160 zł do 587 660 zł. Na ich poziom składają się przede wszystkim koszty amortyzacji, energii, materiałów, wynagrodzeń z narzutami, usług obcych i inne, głównie koszty udzielonego kredytu. Informacje dotyczące ceny, wielkości sprzedaży metanomierza oraz przychodów i kosztów całkowitych dla szacowanej wielkości produkcji zawiera tabela 4.

Tabela 4

Kształtowanie się ceny zbytu, wielkości produkcji, przychodów i kosztów produkcji

Wyszczególnienie	Lata				
	„2”	„3”	„4”	„5”	„6”
Wielkość produkcji [szt.]	170,0	160,0	140,0	140,0	1400
Cena zbytu [zł/szt.]	5 000,0	5 000,0	5 000,0	5 000,0	5 000,0
Przychody ze sprzedaży [zł]	850 000,0	800 000,0	700 000,0	700 000,0	700 000,0
Całkowite koszty produkcji [zł], w tym:	587 660,0	579 060,0	562 160,0	562 160,0	487 160,0
<i>Amortyzacja</i>	<i>75 000,0</i>	<i>75 000,0</i>	<i>75 000,0</i>	<i>75 000,0</i>	<i>0,0</i>
<i>Energia</i>	<i>65 000,0</i>	<i>63 200,0</i>	<i>61 500,0</i>	<i>61 500,0</i>	<i>61 500,0</i>
<i>Materiały</i>	<i>90 000,0</i>	<i>87 000,0</i>	<i>72 300,0</i>	<i>72 300,0</i>	<i>72 300,0</i>
<i>Wynagrodzenia z narzutami</i>	<i>210 000,0</i>	<i>210 000,0</i>	<i>210 000,0</i>	<i>210 000,0</i>	<i>210 000,0</i>
<i>Usługi obce</i>	<i>81 000,0</i>	<i>80 000,0</i>	<i>79 500,0</i>	<i>79 500,0</i>	<i>79 500,0</i>
<i>Inne koszty</i>	<i>66 660,0</i>	<i>63 860,0</i>	<i>63 860,0</i>	<i>63 860,0</i>	<i>63 860,0</i>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych przedsiębiorstwa „Q”

Ad 5. W tabeli 5 przedstawiono kształtowanie się wyników finansowych, które zostaną osiągnięte w przyjętym okresie obliczeniowym. Wyniki finansowe brutto określono na podstawie przedstawionych prognoz kształtowania się przychodów ze sprzedaży metanomierza (tab. 4) oraz całkowitych kosztów jego produkcji (tab. 4). W latach 2 – 6 wyniki finansowe brutto ze sprzedaży kształtują się w przedziale od 137 840 zł do 262 340 zł. Natomiast wyniki finansowe netto, po uwzględnieniu obowiązkowego obciążenia z tytułu 19% podatku, kształtują się na poziomie od 111 650,4 zł do 212 495,4 zł.

Tabela 5

Kształtowanie się wyników finansowych brutto oraz netto

Wyszczególnienie	Lata				
	„2”	„3”	„4”	„5”	„6”
Wynik finansowy brutto	262 340,0	220 940,0	137 840,0	137 840,0	212 840,0
Podatek dochodowy 19%	49 844,6	41 978,6	26 189,6	26 189,6	40 439,6
Wynik finansowy netto	212 495,4	178 961,4	111 650,4	111 650,4	172 400,4

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych przedsiębiorstwa „Q”

Na podstawie przedstawionych informacji przeprowadzono analizę i ocenę efektywności ekonomicznej wdrożenia rozpatrywanej innowacji przy wykorzystaniu wskaźników NPV, IRR oraz DP. Wyniki oceny przedstawiono w tabeli 6.

W pierwszym etapie oceny określono przepływy pieniężne netto w poszczególnych latach okresu obliczeniowego. Następnie, określone przepływy pieniężne netto zaktualizowano, przy stopie dyskontowej przyjętej za WACC na poziomie 9,7%. Na tej podstawie określono wartość zaktualizowaną netto:

$$\text{NPV} = 341\ 604,3 \text{ zł.}$$

Uzyskany wynik NPV wskazuje, że wdrożenie analizowanej innowacji jest opłacalne ekonomicznie.

Następnie obliczono poziom wewnętrznej stopy procentowej:

$$\text{IRR} = 33\%.$$

Wartość IRR jest wyższa od kosztu kapitału finansującego innowację (9,7%), co oznacza, że jej wdrożenie jest opłacalne ekonomicznie.

Zwrot zainwestowanego kapitału finansowego, obliczony na podstawie skumulowanych zdyskontowanych przepływów pieniężnych, wynosi:

$$\text{DP} = 4 \text{ lata i } 11 \text{ dni.}$$

Tabela 6

Kształtowanie się przepływów pieniężnych i wartości zaktualizowanej netto

Wyszczególnienie	Lata						
	„0”	„1”	„2”	„3”	„4”	„5”	„6”
Nakłady finansowe	280 000,0	450 000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Przychody ze sprzedaży	0,0	0,0	850 000,0	800 000,0	700 000,0	700 000,0	700 000,0
Całkowite koszty produkcji	0,0	0,0	587 660,0	579 060,0	562 160,0	562 160,0	487 160,0
Wynik finansowy brutto	0,0	0,0	262 340,0	220 940,0	137 840,0	137 840,0	212 840,0
Podatek dochodowy	0,0	0,0	49 844,6	41 978,6	26 189,6	26 189,6	40 439,6
Wynik finansowy netto	0,0	0,0	212 495,4	178 961,4	111 650,4	111 650,4	172 400,4
Kredyt bankowy	0,0	280 000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Amortyzacja	0,0	0,0	75 000,0	75 000,0	75 000,0	75 000,0	0,0
Przepływy pieniężne netto	-280 000,0	-170 000,0	287 495,4	253 961,4	186 650,4	186 650,4	172 400,4
Współczynnik dyskontujący	1,0000	0,9116	0,8310	0,7575	0,6905	0,6295	0,5738
Zaktualizowana wartość przepływów pieniężnych netto	-280 000,0	-154 968,1	238 900,8	192 374,6	128 885,0	117 488,6	98 923,3
NPV	-280 000,0	-434 968,1	-196 067,3	-3 692,6	125 192,4	242 681,0	341 604,3

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych przedsiębiorstwa „Q”

Ponieważ ocena ekonomicznej efektywności opiera się na prognozie przyszłych warunków działania przedsiębiorstwa „Q”, dla zapewnienia wiarygodności wyników oceny przeprowadzono analizę wrażliwości oraz opracowano scenariusze kształtowania się przepływów pieniężnych netto (najbardziej prawdopodobny, optymistyczny i pesymistyczny), w których oceniono ekonomiczną efektywność i ryzyko realizacji przedmiotowej innowacji.

W pierwszym etapie przeprowadzono **analizę wrażliwości NPV**, polegającą na badaniu kształtowania się wartości NPV przy zmianie o +/-30% wielkości sprzedaży, ceny zbytu, kosztów produkcji oraz nakładów finansowych. Wyniki tej analizy przedstawiono w tabeli 7 oraz na rysunku 1.

Tabela 7

Kształtowanie się wartości zaktualizowanej netto NPV przy zmianie wielkości sprzedaży, ceny zbytu, kosztów produkcji i nakładów finansowych (zł)

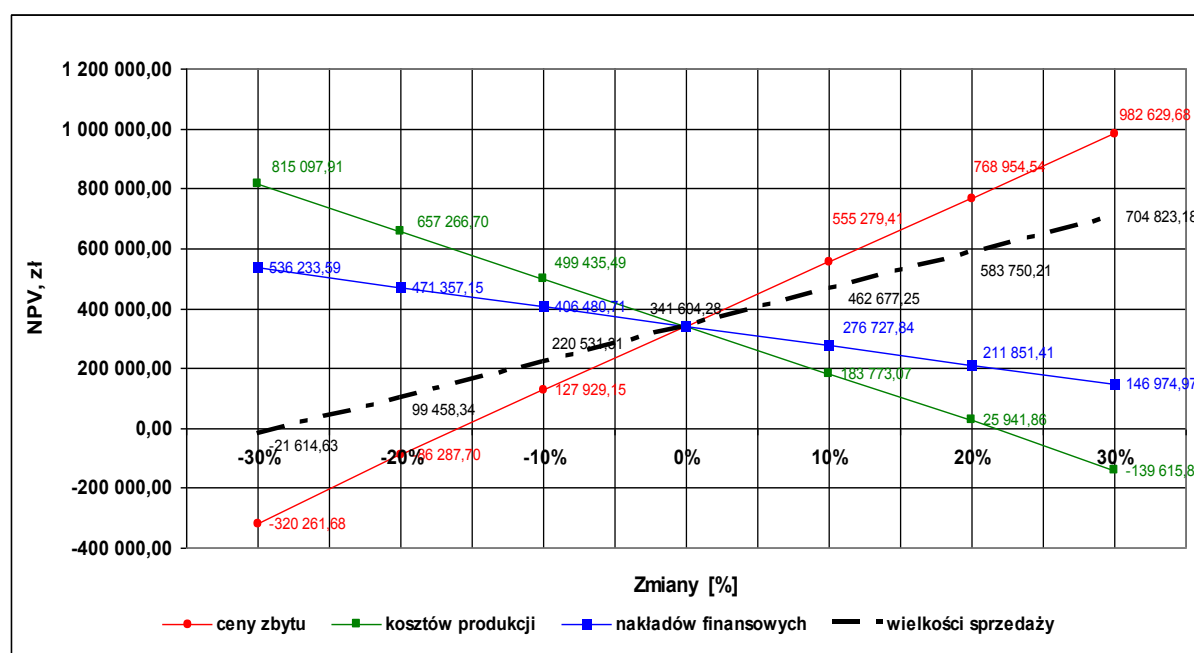
Zmiana wartości	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
wielkości sprzedaży	-21 614,63	99 458,34	220 531,31	341 604,28	462 677,25	583 750,21	704 823,18
ceny zbytu	-320 261,68	-86 287,70	127 929,15	341 604,28	555 279,41	768 954,54	982 629,68
kosztów produkcji	815 097,91	657 266,70	499 435,49	341 604,28	183 773,07	25 941,86	-139 615,84
nakładów finansowych	536 233,59	471 357,15	406 480,71	341 604,28	276 727,84	211 851,41	146 974,97

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych przedsiębiorstwa „Q”

Z przeprowadzonej analizy wrażliwości wynika, że do czynników, które mają istotny wpływ na efektywność ekonomiczną przedmiotowej innowacji, należą wielkość sprzedaży,

cena zbytu oraz koszty produkcji. Negatywne zmiany w kształtowaniu się wymienionych czynników powodują utratę efektywności ekonomicznej. W szczególności:

- 30% spadek wielkości sprzedaży powoduje, że wartość NPV kształtuje się na poziomie -21 614,63 zł,
- 20% spadek ceny zbytu powoduje, że wartość NPV kształtuje się na poziomie -86 287,70 zł, natomiast przy 30% spadku ceny NPV wynosi -320 261,68 zł,
- 30% wzrost kosztów produkcji powoduje, że wartość NPV kształtuje się na poziomie -139 615,84 zł.



Rys. 1. Kształtowanie się wartości zaktualizowanej netto NPV przy zmianie wielkości sprzedaży, ceny zbytu, kosztów produkcji i nakładów finansowych

Fig. 1. Evolution of net present value NPV against the change in sales volume, selling prices, production costs and financial outlays

W następnej kolejności, na podstawie ustaleń dokonanych z kierownictwem przedsiębiorstwa „Q”, określono możliwe scenariusze kształtowania się przepływów pieniężnych netto związanych z analizowaną innowacją. Scenariusz bazowy (tab. 2 – 6) przyjęto jako najbardziej prawdopodobny.

W **scenariuszu optymistycznym** założono, iż nakłady finansowe będą mniejsze o 10%, wielkość sprzedaży wzrośnie o 15%, cena zbytu wzrośnie o 10%, a koszty całkowite spadną o 10% (w odniesieniu do scenariusza najbardziej prawdopodobnego). Przyjęto, że pozostałe elementy rachunku opłacalności ekonomicznej nie zmienią się. Dla tak ustalonych warunków przyjęto, że wprowadzenie przedmiotowej innowacji jest opłacalne ekonomicznie. Wartość

zaktualizowana netto NPV wynosi 1 003 771,2 zł, wewnętrzna stopa procentowa IRR wynosi 71%, natomiast okres zwrotu nakładów finansowych DP wynosi 2 lata i 365 dni.

W scenariuszu pesymistycznym założono, iż nakłady finansowe będą wyższe o 5%, wielkość sprzedaży spadnie o 10%, cena zbytu spadnie o 10%, a koszty całkowite wzrosną o 5% (w odniesieniu do scenariusza najbardziej prawdopodobnego). Przyjęto, że pozostałe elementy rachunku opłacalności ekonomicznej nie zmieniają się. Dla tak ustalonych warunków przyjęto, że wprowadzenie przedmiotowej innowacji jest nieopłacalne ekonomicznie. Wartość zaktualizowana netto NPV wynosi -78 941,7 zł, natomiast wewnętrzna stopa procentowa IRR 3%.

Następnie, dla opracowanych scenariuszy kształtowania się przepływów pieniężnych netto określono prawdopodobieństwo ich wystąpienia (tab. 8), na podstawie analizy rynku, doświadczenia, wiedzy i intuicji właściciela przedsiębiorstwa oraz zewnętrznych specjalistów. Stanowiło to podstawę do przeprowadzenia analizy i oceny ryzyka wprowadzenia rozpatrywanej innowacji.

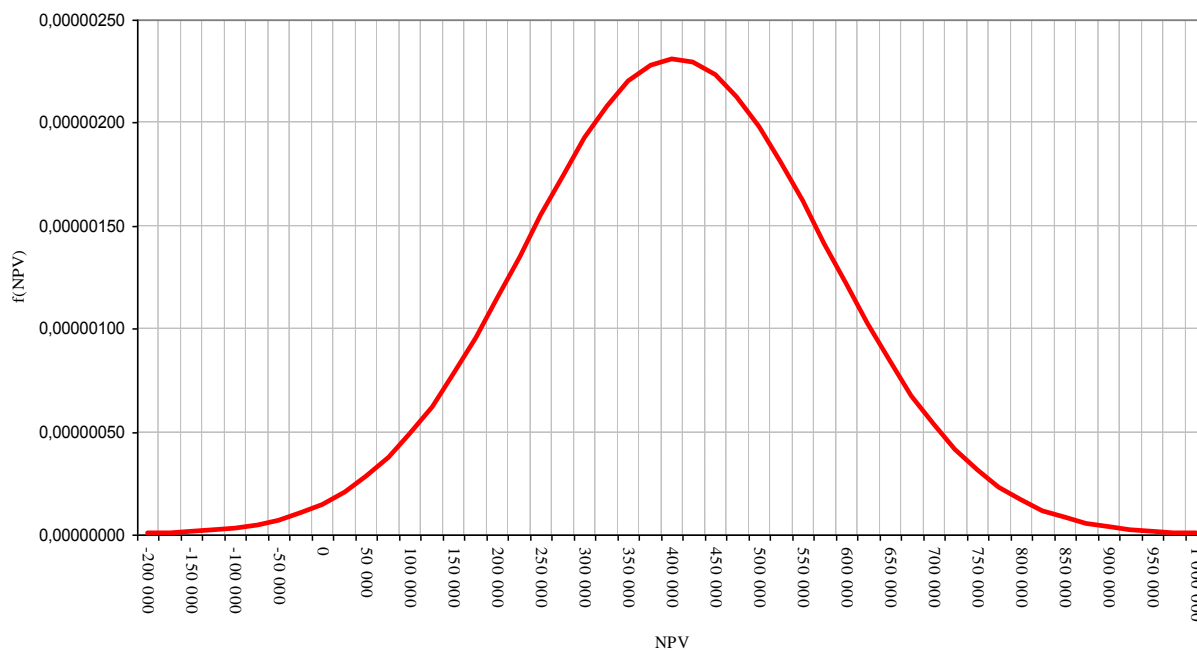
Dla przeprowadzenia oceny ryzyka określono mierniki statystyczne: wartość oczekiwaną NPV i wariancję (tabele 9, 10), a następnie odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności.

Wartość E_{NPV} badanej innowacji kształtuje się na poziomie **404 383,16 zł**, natomiast odchylenie standardowe σ_{NPV} **172 482,2 zł**. Wartość odchylenia standardowego informuje, o ile przeciętnie może odchylić się przyszła wartość zaktualizowana netto NPV ocenianej innowacji od obliczonej wartości E_{NPV} . Prawdopodobieństwo wystąpienia wartości oczekiwanej NPV obrazuje krzywa rozkładu prawdopodobieństwa (rys. 2). Zgodnie z regułą „trzech sigma” prawdopodobieństwo, że NPV rozpatrywanej innowacji znajdzie się w danym przedziale, wynosi:

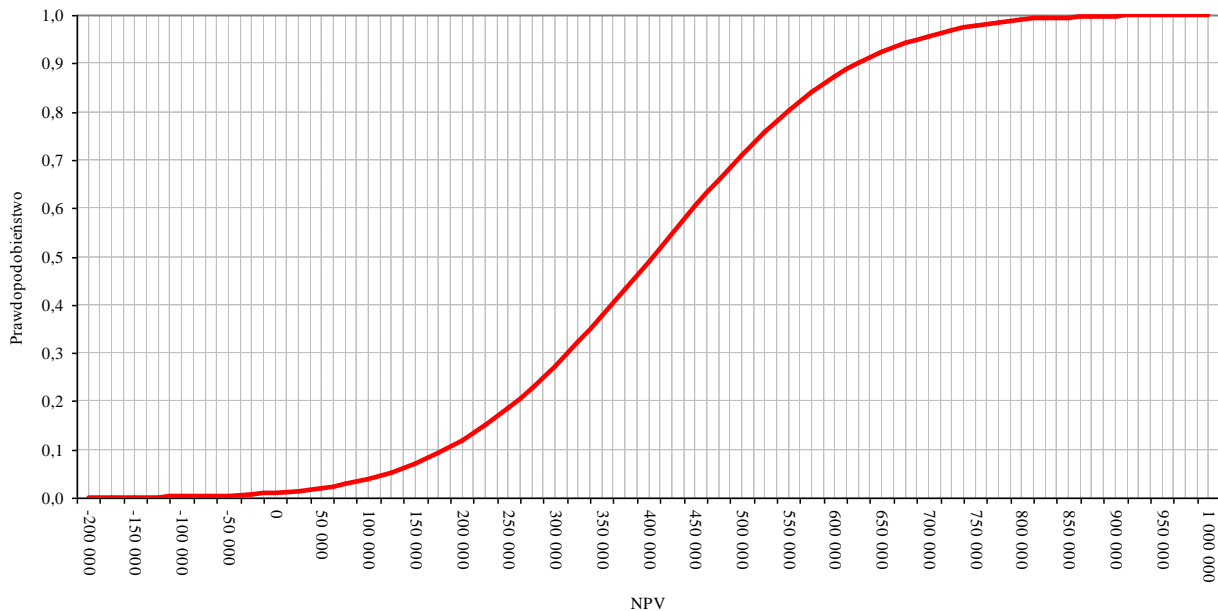
- 68,3% dla $E_{NPV} - 1 \cdot \sigma_{NPV}; E_{NPV} + 1 \cdot \sigma_{NPV}$, tj. dla przedziału:
od 231 900,94 zł do 576 865,37 zł,
- 95,5% dla $E_{NPV} - 2 \cdot \sigma_{NPV}; E_{NPV} + 2 \cdot \sigma_{NPV}$, tj. dla przedziału:
od 59 418,72 zł do 749 347,59 zł
- 99,7% dla $E_{NPV} - 3 \cdot \sigma_{NPV}; E_{NPV} + 3 \cdot \sigma_{NPV}$, tj. dla przedziału:
od -113 063,49 zł do 921 829,80 zł.

Współczynnik zmienności CV_{NPV} , który określa, ile jednostek ryzyka przypada na jednostkę wartości oczekiwanej E_{NPV} , wynosi **0,43**.

Na rys. 3 przedstawiono dystrybucję rozkładu normalnego. Z rysunku można odczytać, że prawdopodobieństwo uzyskania ujemnego wyniku NPV wynosi ok. 0,01.



Rys. 2. Krzywa gęstości prawdopodobieństwa NPV – rozkład normalny NPV
 Fig. 2. Probability density curve of NPV – NPV normal distribution



Rys. 3. Krzywa prawdopodobieństwa skumulowanego NPV – dystrybuenta rozkładu normalnego NPV
 Fig. 3. Cumulative probability curve of NPV – NPV normal distribution function

Tabela 8

Kształtowanie się przepływów pieniężnych netto oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia w określonych scenariuszach

Wyszczególnienie	Scenariusz	Lata						
		„0”	„1”	„2”	„3”	„4”	„5”	„6”
Przepływy pieniężne netto (D _{tj}) (zł)	<i>optymistyczny</i>	-252 000,0	-125 000,0	478 136,7	433 862,6	345 472,7	345 472,7	327 180,2
	<i>najbardziej prawdopodobny</i>	-280000	-170000	287495,4	253961,4	186650,4	186650,4	172400,4
	<i>pesymistyczny</i>	-294000	-192500	162513,4365	136486,9215	83885,319	83885,319	72112,194
Prawdopodobieństwo (P _{tj})	<i>optymistyczny</i>	0,2	0,2	0,2	0,33	0,33	0,33	0,33
	<i>najbardziej prawdopodobny</i>	0,6	0,6	0,6	0,33	0,33	0,33	0,33
	<i>pesymistyczny</i>	0,2	0,2	0,2	0,33	0,33	0,33	0,33

Tabela 9

Kształtowanie się wartości oczekiwanych przepływów pieniężnych netto E_t oraz oczekiwanej wartości zaktualizowanej netto E_{NPV}

Wyszczególnienie	Scenariusz	Lata						
		„0”	„1”	„2”	„3”	„4”	„5”	„6”
Oczekiwane przepływy pieniężne netto dla scenariuszy E _t = D _{tj} · P _{tj} (zł)	<i>optymistyczny</i>	-50 400,0	-25 000,0	95 627,3	143 174,6	114 006,0	114 006,0	107 969,5
	<i>najbardziej prawdopodobny</i>	-168 000,0	-102 000,0	172 497,2	83 807,3	61 594,6	61 594,6	56 892,1
	<i>pesymistyczny</i>	-58 800,0	-38 500,0	32 502,7	45 040,7	27 682,2	27 682,2	23 797,0
Oczekiwane przepływy pieniężne netto E = ΣE _t (zł)	-	-277 200,0	-165 500,0	300 627,3	272 022,6	203 282,8	203 282,8	188 658,6
Współczynnik dyskontowy	-	1,00	0,91	0,83	0,76	0,69	0,63	0,57
Zdyskontowane oczekiwane przepływy pieniężne netto	-	-277 200,00	-150 866,00	249 813,05	206 055,92	140 369,93	127 958,01	108 252,24
<i>Wartość oczekiwana NPV - E_{NPV}</i>								404 383,16

Tabela 10

Kształtowanie się wariancji przepływów pieniężnych netto

Wyszczególnienie	Scenariusz	Lata						
		„0”	„1”	„2”	„3”	„4”	„5”	„6”
(D _{tj} - E _{tj}) ² · P _t	<i>optymistyczny</i>	127 008 000,00	328 050 000,00	6 301 922 551,24	8 643 417 554,36	6 671 932 751,00	6 671 932 751,00	6 332 116 444,40
	<i>najbardziej prawdopodobny</i>	4 704 000,00	12 150 000,00	103 467 719,28	107 648 161,82	91 289 961,98	91 289 961,98	87 228 906,38
	<i>pesymistyczny</i>	56 448 000,00	145 800 000,00	3 815 086 598,58	6 062 072 671,50	4 704 399 154,55	4 704 399 154,55	4 482 413 620,24
	Wariancja		188 160 000	486 000 000	10 220 476 869	14 813 138 388	11 467 621 868	11 467 621 868

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych przedsiębiorstwa „Q”

Podsumowanie

W publikacji scharakteryzowano inwestycyjne modele ekonomicznej efektywności, które mają najczęstsze zastosowanie w odniesieniu do oceny przedsięwzięć innowacyjnych. W szczególności przedstawiono NPV, IRR i DP, zaliczane do modeli deterministycznych, opartych na wielkościach realnych. Wskazano, że modele te należy stosować głównie do oceny złożonych przedsięwzięć innowacyjnych, o dużym zakresie rzeczowym, charakteryzujących się wieloletnim okresem przygotowania, wprowadzenia oraz funkcjonowania, wymagających poniesienia relatywnie wysokich nakładów finansowych, które są finansowane z kilku źródeł. Podkreślono, że specyfice wprowadzania ww. innowacji najbardziej odpowiadają modele probabilistyczne, uwzględniające czas i ryzyko. W publikacji w syntetycznym ujęciu przedstawiono podstawowe etapy analizy scenariuszy i ryzyka, której wynikiem jest rozkład prawdopodobieństwa wskaźnika oceny ekonomicznej efektywności.

W publikacji nie zostały przedstawione inne, również często wykorzystywane w praktyce, deterministyczne modele ekonomicznej efektywności, wśród których należy wyróżnić przede wszystkim: RK „rachunek kosztów” oraz RZ „rachunek zysku”, a także ROI „rachunek rentowności”. Wymienione modele są zaliczane do statycznych, nazywanych często prostymi, gdyż są oparte na wykorzystaniu poszczególnych elementów rachunku z wybranego okresu czasu (najczęściej jednego roku), w którym wszystkie dane dotyczące wpływów i wydatków są ujmowane według wartości nominalnych. Modele te można wykorzystać do oceny innowacji o niewielkim zakresie rzeczowym, charakteryzujących się relatywnie krótkim okresem funkcjonowania, wymagających poniesienia relatywnie niskich nakładów, które są finansowane z jednego źródła.

Bibliografia

1. Czechowski L., Dziworska K., Gostowska-Drzewicka T., Górczyńska A., Ostrowska E.: Projekty inwestycyjne. Finansowanie. Metody i procedury oceny. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1999.
2. Kurek W. (red.): Rachunek ekonomiczny w zarządzaniu przedsiębiorstwem. UMCS, Lublin 1998.
3. Martan L.: Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych (klasa I – metody statyczne). „Nowator”, nr 20, 1992.
4. Nahotko S.: Efektywność i ryzyko w procesach innowacyjnych. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego sp. z o.o., Bydgoszcz 1996.
5. Siegiel J.G., Shim J.K., Hartmann S.W.: Przewodnik po finansach. PWN, Warszawa 1995.

6. Sierpińska M., Jachna T.: Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. PWN, Warszawa 2004.
7. Skov N.A.: Finanse i zarządzanie. Amerykańskie propozycje dla polskich firm prywatnych. International School of Management, Warszawa 1991.

Abstract

In conditions of contemporary economy realization of innovation projects becomes an opportunity for existence and development of companies because such projects increase attractiveness of manufactured products and services and in this way determine company position. Since realization of innovation projects is inherently associated with capital expenses one of the main elements of innovation project management is evaluation of economic efficiency of such expenses.

There are numerous methods for evaluation of economic efficiency and risk analysis, which may be used in relation to innovation projects.

Among the most commonly used deterministic models there are the following:

- „net present value” (NPV) model determining economic efficiency in money units and net present value rate (NPVR), which determines economic efficiency in non-dimensional parameters,
- „internal rate of return” (IRR) model determining economic efficiency in percentage, as well as the modified internal rate of return, which takes into account the so-called phenomenon of „re-investment”,
- „rate of return period” method” (DP) determining economic efficiency in time parameters.

It should be pointed out that probabilistic models, which take into account time and risk, match in a best way specific character of innovation projects. In the group of evaluation models presented in table 1 among the most commonly used there are sensitivity analysis and scenario analysis.