

ŁAPUŃKA Iwona¹
PISZ Iwona²

Wielokryterialna ocena efektywności ekonomicznej projektów logistycznych cz. 1

WSTĘP

Jednym z podejmowanych rodzajów przedsięwzięć w obszarze logistyki są projekty inwestycyjne. Inwestowanie to od wieków podstawowy przejaw aktywności przedsiębiorstw w sferze biznesu, ostatnio coraz częściej odpowiedzialny za rozwój funkcji logistycznych w ramach łańcuchów dostaw. Niektóre z przedsiębiorstw inwestują, aby rozwijać swoją działalność, inne, aby móc ją kontynuować w dotychczasowych rozmiarach lub dostosować do zmieniających się warunków w otoczeniu. Jednak zawsze kryterium trafności podejmowanych decyzji sprowadza się do powiększania wartości przedsiębiorstwa. Wobec tego, istotnym jest fakt, iż zakres rzeczowy inwestycji realizowanych w ramach projektów logistycznych powinien być zgodny ze strategią działania całego przedsiębiorstwa i/lub danego łańcucha dostaw. W konsekwencji należałoby odpowiedzieć sobie na zasadnicze pytanie: czy inwestycja realizowana w ramach projektu logistycznego jest opłacalna przy planowanej strukturze jego finansowania? Nad wyraz koniecznym wydaje się wówczas preliminowanie inwestycji, jak i przeprowadzenie całościowej oceny efektywności projektu logistycznego.

1 PROBLEM OCENY EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ PROJEKTÓW

Problem oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych jest przedmiotem rozważań, nie tylko w licznych pracach z zakresu rachunkowości zarządczej, ale i publikacjach z zakresu teorii wspomaganie procesów decyzyjnych. Rzadko przy tym osiągnąca jest pełna zgodność poglądów. Różnice dotyczą nie tylko sposobu rozumienia, a w konsekwencji definiowania podstawowych pojęć, ale także samego sposobu przygotowania procedur służących do oceny efektywności inwestycji [7].

Planowanie projektu logistycznego z punktu widzenia teorii wspomaganie procesów decyzyjnych może być ujmowane jako selektywny sposób uzyskiwania i przetwarzania informacji, umożliwiający podjęcie trafnej decyzji dotyczącej jego realizacji lub zaniechania. Podstawowymi efektami opracowania i wdrożenia planu projektu powinny być: ograniczenie niepewności, oszacowanie prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożeń i szans (możliwości), a w konsekwencji zmniejszenie ryzyka podjęcia błędnych decyzji inwestycyjnych.

Istotą planowania inwestycji w ramach projektu logistycznego jest nie tylko wyznaczenie sposobów i metod oceny efektywności przedsięwzięcia, ale przede wszystkim kompleksowe podejście do sytuacji strategicznej przedsiębiorstwa. Tak pojęte planowanie pozwala wybrać, spośród wielu możliwości te, które będą korzystne z punktu widzenia danego przedsiębiorstwa.

Funkcje kontrolne w planowaniu projektów nie sprowadzają się do kontroli prowadzonej przez organy zewnętrzne; wykorzystanie informacji zwrotnych stosowane jest do kontrolowania zależności między realizacją poszczególnych etapów zaplanowanych działań a ich założeniami. Kontrola zakłada trafność planów i działa jako system sprzężeń pomiędzy zamierzonymi celami projektu a ich realizacją.

Efektywność, zgodnie z powszechnie przyjętą definicją [1], jest to rezultat podjętych działań, opisywany relacją uzyskanych efektów do poniesionych nakładów. Oznacza najlepsze efekty produkcji, dystrybucji, sprzedaży, promocji. Efektywność inwestycji wspomagających rozwój funkcji logistycznych musi być rozpatrywana w długim horyzoncie czasowym, wynikającym z okresu

¹Politechnika Opolska, Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki, 45-370 Opole, ul. Ozimska 75.

²Uniwersytet Opolski, Wydział Ekonomiczny, 45-058 Opole, ul. Ozimska 46a.

amortyzacji wartości wiodącego środka trwałego lubze średniej stawki amortyzacyjnej nakładów inwestycyjnych, albo też z okresu spłaty zaciągniętego przez inwestora kredytu.

Efektywność można identyfikować w ujęciu *ex post* i *ex ante*. Obliczając efektywność *ex ante* szacuje się przewidywane efekty przy zaangażowaniu określonych środków oraz czasu. Efektywność *ex post* dotyczy określania rezultatów konkretnych działań. O ile ustalenie efektywności *ex post* jest rzeczą względnie prostą, o tyle przewidywanie jej wysokości w przyszłości *ex ante* nastrocza dużo trudności i dodatkowo nie daje pewności powodzenia inwestycji, co wiąże się z koniecznością szacowania ryzyka.

Uruchomienie inwestycji w obszarze logistyki jest procesem złożonym, szczególnie jeśli chodzi o inwestycje pochłaniające mnóstwo środków finansowych a także czasu. Jako przykłady inwestycji rozpatrywanych w ujęciu projektów logistycznych można wymienić: budowę magazynu, modernizację systemu transportu wewnętrznego, założenie elektronicznej giełdy spedycyjnej, wdrożenie systemu informatycznego klasy ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*), budowę centrum logistycznego, outsourcing usług logistycznych, wdrożenie EDI (ang. *Electronic Data Interchange*). Inwestor przed podjęciem decyzji o uruchomieniu takich inwestycji zmuszony jest zapoznać się zazwyczaj z wynikami wielorakich ekspertyz i analiz, które zawierają szereg istotnych założeń techniczno-ekonomicznych związanych z zamierzoną inwestycją. Do najważniejszych należą:

- cele inwestowania,
- przewidywane nakłady niezbędne do realizacji przedsięwzięcia,
- wielkość i struktura inwestycji,
- kryteria i metody zastosowane do oceny efektywności inwestycyjnej,
- harmonogram prac nad projektem logistycznym,
- czas jego wdrażania, realizacji.

Biorąc pod uwagę powyższe założenia inwestor jest zmuszony dokonać wyboru pomiędzy odrzuceniem projektu a jego przyjęciem. Jednak najczęściej problem jest innej rangi i dotyczy wyboru najbardziej efektywnego, mającego największe szanse powodzenia lub najlepszego ze względu na inne przyjęte kryterium spośród kilku przedstawionych projektów. Wszystko to sprowadza się do podjęcia racjonalnej decyzji [5].

Nietrafne oszacowanie preliminarza projektu może spowodować podjęcie przez przedsiębiorstwo niewłaściwych decyzji inwestycyjnych, które długookresowo obciążają wyniki finansowe. Dlatego w celu sporządzenia zestawienia przewidywanych wydatków i dochodów planowanych inwestycji warto zaangażować bezstronnych ekspertów, którzy na bazie swojego doświadczenia potrafią uwzględnić wszystkie kluczowe czynniki wpływające na efektywność inwestycji.

Inwestowanie w projekty rozwojowe i innowacyjne w obszarze logistyki, tak jak w papiery wartościowe, czy we wszelkiego rodzaju instrumenty finansowe, sprawia, że inwestor podejmuje decyzje w warunkach szczególnego ryzyka. Dotyczą bowiem przyszłości, której nie da się w 100% przewidzieć. Efektywność projektów logistycznych może przyjmować w przyszłości różne wartości, szacowane z różnym prawdopodobieństwem, które zależeć mogą od wielu czynników. Niektóre z tych czynników w żaden sposób nie dadzą się wyskalować, przez co uwzględnianie ich w analizie ilościowej jest wykluczone. Pomimo wielu skal pomiaru dostępnych na poziomie nowoczesnej statystyki trudno jest na przykład zmierzyć i przyjąć do analizy sytuację polityczną na świecie lub, chociażby w mniejszej skali, sytuację gospodarczą.

Powstaje zatem zasadnicze pytanie, w jaki sposób prognozować, na podstawie różnych stóp zysku, by w stopniu jak największym zbliżyć się do stanu natury, jaki nastąpi w przyszłości. Określenie bowiem stopy zysku z zainwestowanego kapitału staje się podstawą podejmowania wszelakich decyzji inwestycyjnych.

Decyzje w procesie inwestycyjnym opierają się na następujących założeniach [7, 3]:

- decyzje inwestycyjne podejmowane są przez samodzielne podmioty gospodarcze, kierujące się wyłącznie kryteriami ekonomicznymi, w związku z tym decyzje inwestycyjne wynikające z przyczyn pozaekonomicznych, nie są brane pod uwagę,

- decyzje inwestycyjne są podejmowane przez podmioty gospodarcze, które funkcjonują w otoczeniu ekonomicznym oraz dysponują określonymi zasobami; sygnały płynące z otoczenia oraz poziom dostępności zasobów determinuje i ogranicza zakres podejmowanych decyzji,
- decyzje inwestycyjne podejmuje się na podstawie danych prognostycznych, które z natury rzeczy są obciążone pewnym błędem; błędy te wynikają zarówno z przyjęcia błędnych założeń, co do kształtowania się sytuacji w przyszłości, jak i z braku stosowania odpowiednich metod wnioskowania – tak, więc niezbędnym elementem oceny jest analiza wrażliwości (ang. *sensitivity analysis*).

Decyzje inwestycyjne są wypadkową wielu działań podejmowanych przez inwestora, a dotyczących sfery nakładów. Inwestor analizuje poszczególne parametry rachunku efektywności, dobierając je w sposób dla siebie korzystny. W tym celu przeważnie wykorzystuje się analizę wrażliwości, której najistotniejszą zaletą jest możliwość wyodrębnienia wpływu jednej zmiennej na efektywność analizowanej inwestycji. W ramach analizy wrażliwości mierzone są zmiany w wartości progu rentowności BEP (ang. *Break Even Point*), NPV (ang. *Net Present Value*) lub IRR (ang. *Internal Rate of Return*) spowodowane określoną zmianą innych zmiennych [6].

Analiza wrażliwości umożliwia znalezienie kluczowych czynników, które w głównej mierze wywierają wpływ na uzyskany rezultat. Podstawowym i zarazem najważniejszym celem analizy wrażliwości jest dokonanie symulacji oceny projektu inwestycyjnego poprzez stworzenie jego wariantów opartych na rzeczywistych zmiennych charakterystycznych dla warunków eksploatacji inwestycji.

2 METODY RACHUNKU EFEKTYWNOŚCI INWESTYCJI W OBSZARZE LOGISTYKI

Ocena efektywności inwestycji w obszarze logistyki jest możliwa pod warunkiem, że znane są wartości zmiennych występujących w kryteriach oceny. Najważniejsze z tych zmiennych to strumienie (przepływy) pieniężne CF (ang. *Cash Flow*), które stanowią podstawę prowadzenia inwestycyjnych analiz finansowych i są przedmiotem odpowiednich przekształceń.

Typowy proces inwestycyjny to ciąg działań realizowanych od momentu podjęcia decyzji o przyjęciu projektu do realizacji aż do jego zamknięcia. Dzieli się na trzy etapy: realizacja, eksploatacja i likwidacja projektu, a w każdym z nich pojawiają się pewne specyficzne elementy przepływów pieniężnych.

Przepływ gotówki jest dodatni, gdy wpływy są wyższe niż wydatki. Taka sytuacja występuje z reguły w okresie eksploatacji, kiedy obserwuje się przewagę wpływów gotówki CIF(ang. *Cash Inflow*). Ujemny strumień COF (ang. *Cash Outflow*) pojawia się najczęściej w okresie realizacji inwestycji (gdy występują tylko koszty) i likwidacji (gdy występuje przewaga kosztów nad przychodami). Prawidłowa analiza przepływów pieniężnych jest bardzo ważna, gdyż od dokładności działania na etapie szacowania przepływów gotówki zależy poprawność decyzji inwestycyjnej. W celu uzyskania takiej poprawności należy stosować kilka podstawowych zasad mających uniwersalny charakter.

Przepływy pieniężne netto NCF (ang. *NetCash Flow*) odzwierciedlają różnicę między strumieniem wpływów a strumieniem wydatków zrealizowanych w ramach projektu logistycznego w poszczególnych podokresach (np. latach realizacji) określonego horyzontu czasu. Wpływy określone są na podstawie prognozowanej wartości sprzedaży wytwarzanych wyrobów czy świadczonych usług (przychody ze sprzedaży). Prognozowane wartości sprzedaży należy oprzeć na wynikach badania rynku oraz oszacowanych na ich podstawie wielkościach popytu i poziomie cen we wszystkich latach przyjętego horyzontu czasu. W niektórych przypadkach na końcu przyjętego horyzontu we wpływach uwzględnia się tzw. wartość likwidacyjną. Wydatki obejmują m.in. nakłady kapitałowe – inwestycyjne oraz koszty. Do nakładów inwestycyjnych należy zaliczyć m.in. wydatki ponoszone na: studia przedinwestycyjne, fazę przedprodukcyjną, rzeczowe składniki majątku trwałego oraz stworzenie niezbędnego kapitału obrotowego. Z kolei do kosztów zalicza się m.in. wydatki związane z bieżącym funkcjonowaniem projektu, odzwierciedlające koszty wytwarzania wyrobów, koszty ogólne, podatki płacone od zysku, spłaty kredytów, etc. [2].

Ogólna budowa rachunku przepływów pieniężnych zaprezentowana została w tabeli 1.

Tab. 1. Budowa rachunku przepływów pieniężnych. Źródło: [2]

Przeplwy środków pieniężnych netto = A+B+C	
Przeplwy środków pieniężnych z działalności operacyjnej (I - II)	
I. Wpływy 1. Sprzedaż 2. Inne wpływy z działalności operacyjnej II. Wydatki 1. Dostawy i usługi 2. Wynagrodzenia netto 3. Ubezpieczenia społeczne i zdrowotne oraz inne świadczenia 4. Podatki i opłaty o charakterze publicznoprawnym 5. Inne wydatki operacyjne	I. Wynik finansowy netto II. Korekty: 1. Amortyzacja 2. Zyski/straty z tytułu różnic kursowych 3. Odsetki i udziały w zyskach 4. Zmiana stanu rezerw 5. Zmiana stanu zapasów 6. Zmiana stanu należności 7. Zmiana stanu zobowiązań krótkoterminowych 8. Zmiana stanu rozliczeń międzyokresowych 9. Inne korekty
Przeplwy środków pieniężnych z działalności inwestycyjnej (I - II)	
I. Wpływy 1. Zbycie wartości niematerialnych i prawnych oraz rzeczowych aktywów trwałych 2. Zbycie inwestycji w nieruchomości oraz wartości niematerialne i prawne 3. Zbycie aktywów finansowych 4. Inne wpływy inwestycyjne II. Wydatki 1. Nabycie wartości niematerialnych i prawnych oraz rzeczowych aktywów trwałych 2. Inwestycje w nieruchomości oraz wartości niematerialne i prawne 3. Nabycie aktywów finansowych 4. Inne wydatki inwestycyjne	
Przeplwy środków pieniężnych z działalności finansowej (I - II)	
I. Wpływy 1. Wpływy netto z wydania udziałów (emisji akcji) i innych instrumentów kapitałowych 2. Kredyty i pożyczki 3. Emisja dłużnych papierów wartościowych 4. Inne wpływy finansowe II. Wydatki 1. Nabycie udziałów (akcji) własnych 2. Dywidendy i inne wypłaty na rzecz właścicieli 3. Inne, niż wypłaty na rzecz właścicieli, wydatki z tytułu podziału zysku 4. Spłaty kredytów i pożyczek 5. Wydatki z tytułu innych zobowiązań finansowych 6. Płatności zobowiązań z tytułu leasingu finansowego 7. Odsetki 8. Inne wydatki finansowe	

Należy zaznaczyć, że długość okresów w jakich dokonywana jest analiza inwestycji zależy wyłącznie od samego analizującego. Najczęściej stosowany jest okres roczny, niemniej jednak większa szczegółowość jest również uzasadniona, zwłaszcza w przypadku działalności podatkowej przy dużej amplitudzie wahań sezonowych. Dzięki temu uwypuklają się wszelkie aspekty niezauważalne przy mniejszej szczegółowości prowadzonych analiz.

Wszystkie okresy powinny zostać kolejno ponumerowane (okres poniesienia pierwszych nakładów przyjmuje numer 0). Wartość przepływów (lub inaczej strumienia dochodów) pieniężnych netto NCF obliczana jest na podstawie równania:

$$NCF = \frac{CF_0}{(1+r)^0} + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_{n-1}}{(1+r)^{n-1}} + \frac{CF_n}{(1+r)^n}, \quad (1)$$

lub ogólnie

$$NCF = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad (2)$$

gdzie:

NCF – strumień dochodów pieniężnych netto,

r – stopa procentowa (dyskonta),

CF_t – strumień pieniędzy w roku t okresu obliczeniowego n .

Możliwość zwrotu zainwestowanego kapitału, czyli osiągnięcie zysku stanowi podstawowe kryterium oceny decyzji inwestycyjnej każdego podmiotu gospodarczego w związku z czym analiza rentowności inwestycji oparta jest na określeniu stosunku rozmiarów przewidywanego zysku do zainwestowanego kapitału.

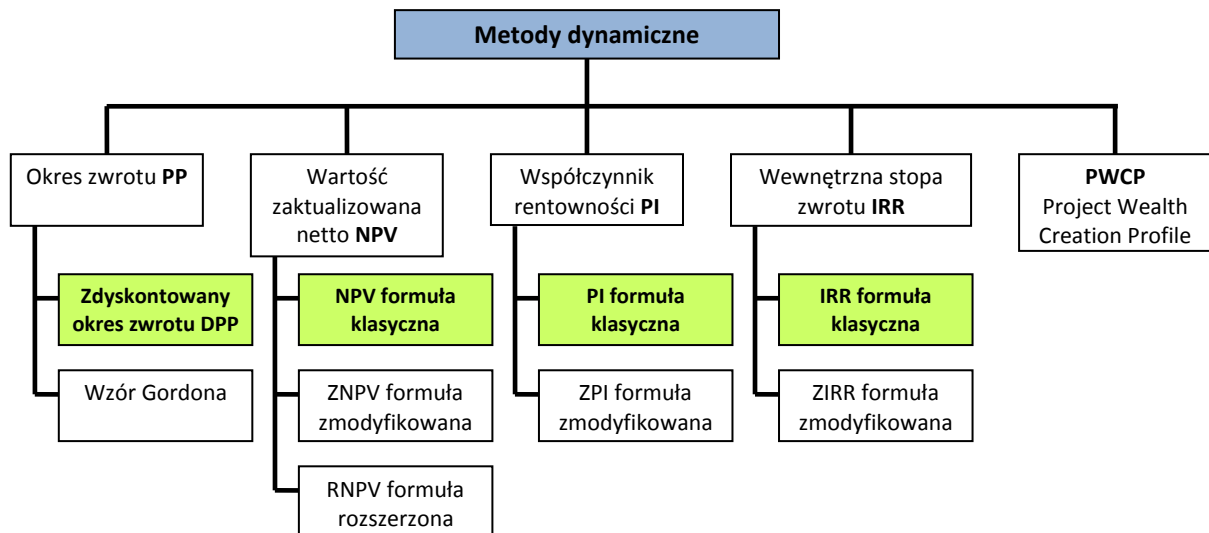
W rachunku efektywności inwestycji stosuje się dwie grupy metod: metody proste (statyczne) oraz metody złożone (dynamiczne) zwane dyskontowymi. Spośród metod statycznych najczęściej stosowane są: metoda okresu zwrotu PP (ang. *Payback Period*), metoda prostej stopy zwrotu, metoda księgowej stopy zwrotu [6].

Wybór metody oceny ekonomicznej efektywności inwestycji jest uzależniony od [2]:skali (zakresu) inwestycji, rodzaju inwestycji, długości okresu przygotowania i eksploatacji inwestycji, źródeł finansowania inwestycji oraz specyfiki inwestycji.

Metoda okresu zwrotu określa przewidywaną liczbę lat, jaka jest niezbędna do zrekompensowania wydatków poniesionych na realizację projektu dochodami uzyskanymi w trakcie jego eksploatacji. Spośród rozpatrywanych wariantów najbardziej efektywny jest ten, którego okres zwrotu jest najkrótszy. Metoda prostej stopy zwrotu wyraża z kolei relację rocznej nadwyżki netto uzyskiwanej z określonego przedsięwzięcia do wartości poniesionego średniego (rocznego) nakładu i informuje o tym, jaka część wydatkowanego kapitału zwróci się inwestorowi w ciągu roku w postaci dochodu. Kolejna z metod, księgowa stopa zwrotu ARR (ang. *Accounting Rate of Return*) jest miernikiem wyrażającym relację pomiędzy dochodem firmy netto (zyskiem netto) a wielkością kapitału zaangażowanego w danym przedsięwzięciu. Metoda ta różni się od innych tym, że o ile pozostałe metody ujmuje efekty w postaci strumieni dochodów pieniężnych netto, to księgowa stopa zwrotu opiera się na zysku bilansowym jako mierniku efektów. Księgową stopę zwrotu oblicza się najczęściej operując przeciętnymi wielkościami rocznymi zysku bilansowego i zaangażowania kapitału.

Należy podkreślić, że metody statyczne nie uwzględniają zmiany wartości pieniądza w czasie, co w przypadku długoterminowych projektów jest zasadniczym problemem w prawidłowej ocenie efektywności ekonomicznej projektu [6]. Tego typu metody przeznaczone są do analizy rentowności w przypadku inwestycji bardzo krótkich – optymistycznie zakłada się okres do 5 lat na rynku niskoinflacyjnym.

Wspólną cechą dynamicznych metod oceny inwestycji realizowanych w ramach projektów logistycznych, zwanych inaczej dyskontowymi (por. rys. 1), jest to, że uwzględniają zmienną wartość pieniądza w czasie. W konsekwencji wymagają one właściwego doboru stopy dyskontowej r , oraz wygenerowania prognozy przepływu środków pieniężnych, w całym okresie funkcjonowania przedsięwzięcia.



Rys. 1. Metody dynamiczne w ocenie projektów logistycznych. Źródło: opracowanie na podst. [7]

Właściwe stosowanie metod dyskontowych wymaga zapoznania się z ich założeniami. W kolejnym rozdziale zostaną zaprezentowane własności najczęściej stosowanych metod dyskontowych [4,6], takich jak:

- wartość bieżąca netto (NPV),
- współczynnik rentowności (PI)
- wewnętrzna stopa zwrotu (IRR),
- zdyskontowany okres zwrotu nakładów (DPP).

W celu przeprowadzenia wielokryterialnej oceny efektywności ekonomicznej projektów logistycznych zostały one potraktowane jako kryteria oceny, będące podstawą wyboru decyzyjnego.

3 KRYTERIA OCENY JAKO PODSTAWA WYBORU WARIANTÓW INWESTYCYJNYCH

Ocena projektów logistycznych nie jest zadaniem prostym w kontekście szacowania ich efektywności *ex ante*, a w ujęciu wielokryterialnym czyni ją nad wyraz skomplikowaną. Istotnym problemem jest odpowiednie sformułowanie i właściwa agregacja kryteriów oceny.

Powszechnie przyjęty podział kryteriów z uwagi na rodzaj informacji w klasycznych metodach oceny, tożsamy jest z klasyfikacją kryteriów ze względu na charakter występujących danych informacyjnych we współcześnie znanych metodach. Kryteria te mogą mieć charakter: (1) ilościowy – obiektywne dane liczbowe, wynikające z procesu obliczeniowego, pomiarowego, ewentualnie szacunkowego, mogą być bezwymiarowe, np.: wskaźniki finansowe, (2) jakościowy – oceny werbalne, takie jak np.: krótkie, długie lub bardzo ważne, ważne, mniej ważne, etc.

Kryteriów może być wiele i na ogół niektóre z nich mają dużo większy wpływ na końcową ocenę niż inne. Wielokryterialność podejmowanych decyzji wiąże się w tym przypadku z wyborem inwestycji najbardziej preferowanej w świetle przyjętych kryteriów oceny, przy czym istotną rolę pełni określenie ważności poszczególnych kryteriów względem siebie.

Ocena efektywności ekonomicznej projektu logistycznego zilustrowana została przykładem wyboru jednego z wariantów inwestycji realizowanych w obszarze logistyki. Kryteria oparto o wybrane wskaźniki finansowe oceny wartości projektu oraz zidentyfikowane ryzyko, które ogółem stanowią o opłacalności całej inwestycji. Poniżej krótko scharakteryzowano ich istotę oraz wskazano zależności zachodzące między nimi.

Pierwszym z dobranych wskaźników finansowych opłacalności projektu logistycznego jest wartość zaktualizowana netto NPV (ang. *Net Present Value*). Określa się ją jako sumę, zdyskontowanych oddzielnie dla każdego roku przepływów pieniężnych netto NCF (ang. *Net Cash Flow*), zrealizowanych w całym okresie objętym rachunkiem, przy stałym poziomie stopy procentowej

(dyskontowej) r . Wartość ta wyraża zaktualizowaną, na dzień dokonywania oceny, wielkość korzyści, jakie rozpatrywane przedsięwzięcie może przynieść w przyszłości.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t}, \quad (3)$$

gdzie:

- NCF_t – strumień pieniężny, przepływ gotówki netto w roku t okresu obliczeniowego n ,
- $1/(1+r)^t$ – współczynnik dyskontujący dla okresu t ,
- n – liczba okresów funkcjonowania projektu.

Tab. 2. Reguły decyzyjne w metodzie NPV. Źródło: opracowanie własne

Projekt należy przyjąć, gdy:		Projekt należy odrzucić, gdy:
NPV>0	NPV=0	NPV<0
Stopa procentowa rentowności projektu jest wówczas:		
wyższa od stopy granicznej	równa stopie granicznej	niższa od stopy granicznej

Jeżeli dokonywany jest wybór między wariantami, należy wybrać ten, dla którego NPV osiąga najwyższy poziom.

Wewnętrzna stopa zwrotu IRR (ang. *Internal Rate of Return*) to stopa procentowa, przy której obecna (zaktualizowana) wartość strumieni wydatków pieniężnych jest równa obecnej wartości strumieni wpływów pieniężnych. Jest to więc taka stopa procentowa, przy której wartość zaktualizowana netto ocenianego przedsięwzięcia rozwojowego jest równa zero (NPV=0).

IRR wskazuje bezpośrednio na stopę rentowności badanych przedsięwzięć. Pojedyncza inwestycja jest opłacalna wówczas, gdy jej wewnętrzna stopa zwrotu jest wyższa (w skrajnym przypadku równa) od stopy granicznej, będącej najniższą możliwą do zaakceptowania przez inwestora stopą rentowności.

$$IRR = r_1 + \frac{PV \cdot (r_2 - r_1)}{PV + |NV|}, \quad (4)$$

gdzie:

- r_1 – poziom stopy procentowej, przy którym NPV>0,
- r_2 – poziom stopy procentowej, przy którym NPV<0,
- PV – poziom NPV obliczonej na podstawie r_1 ,
- NV – poziom NPV obliczonej na podstawie r_2 .

Wskaźnik rentowności PI (ang. *Profitability Index*), zwany także wskaźnikiem zyskowności jest ilorazem sumy zdyskontowanych dodatnich przepływów pieniężnych do sumy zdyskontowanych ujemnych przepływów pieniężnych, co wyraża się następującą zależnością:

$$PI = \sum_{t=0}^n \frac{CIF_t}{(1+r)^t} \cdot \left(\sum_{t=0}^n \frac{COF_t}{(1+r)^t} \right)^{-1}, \quad (5)$$

gdzie:

- COF_t – (ang. *cash outflow*) ujemne przepływy pieniężne w roku t ,
- CIF_t – (ang. *cash inflow*) dodatnie przepływy pieniężne w roku t ,
- r – stopa dyskontowa stosowana przez inwestora (koszt kapitału),
- n – okres obliczeniowy (w latach), będący sumą okresu ponoszenia nakładów inwestycyjnych do okresu osiągania dodatnich przepływów pieniężnych.

Projekt przyjmuje się do realizacji przy poziomie PI > 1. Podstawą wyboru najbardziej opłacalnego spośród wielu analizowanych wariantów inwestycyjnych jest maksymalizacja wartości PI. Zatem im wyższa wartość wskaźnika, tym przypuszczać można, że projekt jest najkorzystniejszy. Wskaźnik ten wykorzystywany jest w praktyce w sytuacji, kiedy potencjalny inwestor boryka się z ograniczonością

zasobów finansowych, co jest niezwykle częstym problemem wielu współczesnych przedsiębiorstw. Istotnym jest także fakt, iż wskaźnik ten może być liczony tylko dla projektów, których wartość NPV jest dodatnia, gdyż ujemna wartość zaktualizowana netto od razu eliminuje rozważany wariant inwestycyjny z dalszych analiz.

Zdyskontowany okres zwrotu nakładów DPP (ang. *Discount Payback Period*) poniesionych w związku z realizacją przedsięwzięcia, informuje o czasie, jaki jest niezbędny do tego, aby zdyskontowane zakumulowane przepływy środków pieniężnych generowane przez przedsięwzięcie osiągnęły wartość zero, czyli wpływy środków pieniężnych pokryły nakłady inwestycyjne.

$$DPP = n, \quad \text{dla którego:} \\ \sum_{i=1}^n CF_i \cdot \frac{1}{(1+r)^n} = 0, \quad (6)$$

gdzie:

- n – liczba okresów funkcjonowania przedsięwzięcia (czas życia projektu),
- CF_i – przepływy środków pieniężnych generowane w i -tym okresie,
- $1/(1+r)^n$ – współczynnik dyskontujący dla okresu n .

PODSUMOWANIE

Przeprowadzenie rachunku ekonomicznego, którego przedmiotem są duże projekty inwestycyjne w obszarze logistyki i których skutki rozciągają się na długie okresy, nie jest zadaniem łatwym. Dlatego też każdy rachunek dotyczący takich przedsięwzięć będzie obarczony pewnym stopniem niepewności. Przyszły układ warunków gospodarowania może różnić się istotnie od warunków przewidywanych w momencie sporządzania rachunku, co w konsekwencji może prowadzić do niepełnego osiągnięcia zakładanych rezultatów. Na tego typu niebezpieczeństwo narażony jest każdy sporządzający taki rachunek. Nie oznacza to jednak, że sposób przeprowadzenia rachunku oraz jego wyniki nie mają istotnego znaczenia w procesie podejmowania decyzji. Przeprowadzający rachunek powinien dołożyć wszelkich starań, aby rachunek ten spełniał kryteria poprawności formalnej oraz aby parametry w nim przyjmowane stanowiły najlepszą prognozę przyszłości, wynikającą z wiedzy posiadanej w momencie sporządzania rachunku. Jeżeli te elementarne warunki nie są spełnione, to wyniki rachunku tylko w drodze, praktycznie niemożliwego do wystąpienia, przypadku będą wskazywały na warianty rzeczywiście najbardziej efektywne.

Należy nadmienić, iż w przypadku preeliminowania projektów logistycznych przeprowadzane są zazwyczaj tzw. analizy ekonomiczne, a nie tylko finansowe. Główna różnica polega na tym, że w analizie ekonomicznej rozpatruje się projekt w nieco szerszym ujęciu, uwzględniając w niej nie tylko przychody (czyli konkretne kwoty pieniężne, które otrzymuje się w wyniku realizacji projektu), ale także, a może przede wszystkim, wszelkie dodatkowe korzyści, które niesie za sobą ta realizacja (zazwyczaj są to oszczędności i wartość dodana). W analizie ekonomicznej przedstawia się wpływy (przychody i dodatkowe korzyści) oraz wydatki związane z wdrożeniem i eksploatacją projektu. Podobnie jak w przypadku analizy finansowej, analizę ekonomiczną sporządza się w wyniku kolejnych etapów:

- szacowanie wszystkich nakładów inwestycyjnych, które należy ponieść, aby zrealizować projekt,
- prognozowanie wielkości zapotrzebowania na produkty (w tym usługi) projektu oraz związaną z tym wielkość przychodów, które planowane są do uzyskania,
- szacowanie wszelkich dodatkowych korzyści, związanych z realizacją projektu,
- kalkulowanie kosztów związanych z funkcjonowaniem projektu po jego oddaniu do użytkowania (tzw. koszty operacyjne),
- określenie wielkości zmian kapitału obrotowego, który jest niezbędny do prawidłowej eksploatacji projektu,
- określenie efektywności ekonomicznej projektu na podstawie oszacowanych wielkości przy użyciu wskaźników finansowych, takich jak np. NPV, IRR.

Streszczenie

Artykuł poświęcony jest tematyce inwestycji w obszarze logistyki, ze szczególnym uwzględnieniem projektów logistycznych oraz towarzyszącej temu zagadnieniu podstawowej terminologii. Inwestycje mają ogromne znaczenie w strategii każdego przedsiębiorstwa, jak również łańcucha dostaw, które chce funkcjonować i rozwijać się w wybranym obszarze działalności. Są one determinantą postępu, nowoczesności i dynamizmu. Pociągają za sobą zaangażowanie zazwyczaj znacznych środków finansowych, co przemawia za wyborem racjonalnego źródła finansowania. Dotyczą istotnych obszarów decyzyjnych, zarówno w kwestii wyboru efektywnego wariantu projektu, jak i wyodrębnienia ośrodków odpowiedzialności. Poszczególne opcje decyzyjne poddawane są analizie, która bada ich efektywność ekonomiczną.

Multi-criteria evaluation of economic efficiency of logistics projects – part 1

Abstract

The article is dedicated to an investment in the field of logistics, with particular emphasis on logistics projects and its relevant terminology. Investments have fundamental consequences in strategy of each enterprise, which wants to operate and grow in chosen area of activity. They determine the progress, modernity and dynamism. They require quite a lot of money, that is why we should choose sensible source of financing and they also refer to important decision areas both in the matter of choosing an effective variant of a project and distinguishing centers of responsibility. The decisions are exposed to analysis and their economic effectiveness is evaluated using different methods, which are diversified into simple and complex ones.

BIBLIOGRAFIA

1. Adamczyk J., Efektywność przedsiębiorstw sprywatyzowanych. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1995.
2. Bijańska J., Zarządzanie projektami inwestycyjnymi. Materiały wykładowe studiów podyplomowych „Zarządzanie projektami w przedsiębiorstwie”, Politechnika Śląska, Zabrze 2013.
3. Filar E., Skrzypek J., Biznesplan. Poltext, Warszawa 2005.
4. Pawlak Z., Biznes plan. Zastosowania i przykłady. Poltext, Warszawa 2005.
5. Pisz I., Wielokryterialna ocena efektywności realizacji projektów logistycznych bazująca na Strategicznej Karcie Wyników i Teorii Zbiorów Rozmytych. Logistyka, 5, Logistyka – nauka (CD) 2013, 164-169.
6. Rogowski W., Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004.
7. Skrzypek J., Ocena opłacalności inwestycji. Materiały szkoleniowe. Kraków 2005.