

Adam Kopiński

Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu

WYKORZYSTANIE SYMULACJI W OCENIE EFEKTYWNOŚCI PROJEKTU INWESTYCYJNEGO

1. Wstęp

Ocena opłacalności przedsięwzięcia inwestycyjnego wymaga przeprowadzenia rachunku nazywanego rachunkiem opłacalności inwestycji, który obejmuje ogół obliczeń wykonywanych w celu ustalenia, czy wyrażone wartościowo efekty uzyskane dzięki inwestycji przewyższają nakłady niezbędne do osiągnięcia tych efektów (por. [Nowak, Pielichaty, Poszwa 1999, s. 21, 22]). A zatem ocena opłacalności, zwana też oceną efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego, stanowi ciąg formuł matematycznych, których wynikiem mogą być mierniki pozwalające ocenić ich efektywność. W referacie przedstawiono prospektywny rachunek opłacalności inwestycji, który odnosi się do przyszłych zamierzeń inwestycyjnych i jest przeprowadzany przed podjęciem decyzji inwestycyjnej. Rachunek ten opiera się na danych liczbowych przewidywanych oraz zakładanych, traktowanych w rachunku jako wielkości znane i zdeterminowane (dedukowane z danych, charakteryzujących podobne inwestycje już zrealizowane). W związku z tym, że dane te mogą być obciążone pewnym błędem, a projekcja (plan) dotyczy z reguły dość odległego horyzontu czasu, w literaturze mówi się o szacowaniu efektywności inwestycji z pewną dozą niepewności co do trafności rezultatów tego szacowania.

Szacowanie efektywności inwestycji można przeprowadzać dla konkretnego projektu inwestycyjnego, aby odpowiedzieć na pytanie, czy dany projekt inwestycyjny, w świetle przyjętych kryteriów oceny, jest opłacalny, czy też nie. Inny wymiar ma szacowanie efektywności inwestycji, która może być realizowana w różnych wariantach. Wówczas rachunek opłacalności inwestycji (model formuł matematycznych) pozwala na stwierdzenie, który spośród wielu opłacalnych projektów jest ze względu na przyjęte kryterium oceny najbardziej opłacalny. Zarów-

no w pierwszym przypadku, który może bazować na różnych założeniach, a tym bardziej w rachunku opłacalności rozmaitych wariantów projektów inwestycyjnych, niezbędne się staje wykorzystanie procesu symulacji jako narzędzia do generowania różnych wariantów decyzyjnych (zob. [Kopiński 2004]).

W warunkach konkurencyjnego otoczenia i zjawiska rosnącej globalizacji gospodarek wyzwaniem dla współczesnych polskich przedsiębiorstw staje się umiejętność skutecznego i opłacalnego zarządzania ze szczególnym uwzględnieniem procesów inwestowania jako czynnika przetrwania i rozwoju (por. [Towarnicka 2003 s. 66]). Praktyka gospodarcza w postaci nietrafnych inwestycji, źle oszacowanych efektów inwestycji w powiązaniu z ryzykiem, jaki im towarzyszy, prowadząc niekiedy do bankructwa, potwierdza skomplikowany charakter procesów decyzyjnych w sferze inwestycji i zmusza do poszukiwania innych, bardziej elastycznych narzędzi wspomagających decydentów, takich jak na przykład symulacja.

2. Model oceny efektywności inwestycji i jego struktura

Do kluczowych pojęć z zakresu metod symulacyjnych, które trzeba wyjaśnić w tym miejscu, należą: system, model i modelowanie symulacyjne [Kopiński 2001, s. 226-229]. *System* stanowi zbiór obiektów wraz z relacjami istniejącymi pomiędzy tymi obiektami oraz pomiędzy ich własnościami. Obiektami w systemie są elementy, między którymi zachodzą określone relacje (interakcje). Obiekty te opisane są pewnymi charakterystykami (atrybutami), które przyjmują w danych momentach określone wartości (zob. [Bąk 1999, s. 88]). Niekiedy upraszcza się pojęcie systemu do systemu statycznego, czyli zbioru obiektów powiązanych określonymi, wzajemnymi zależnościami lub oddziaływaniami, podczas gdy w systemach dynamicznych należy uwzględnić jeszcze zmiany w czasie, zachodzące pod wpływem interakcji między elementami systemu, jak również na skutek oddziaływania otoczenia. W systemie występują wejścia i wyjścia, moduł przetwarzania, sprzężenia zwrotne i otoczenie (zob. [Kopiński 2004]).

Przez *model* rozumie się przybliżenie (wyobrażenie) rzeczywistego systemu (procesu), czyli inaczej jest to uproszczona rzeczywistość zapisana w sposób formalny, najlepiej za pomocą formuł matematycznych. Można również traktować model jako abstrakcyjne lub materialne odwzorowanie danego obiektu (systemu) lub jego fragmentu (podsystemu, procesu), skonstruowane tak, że badanie modelu dostarcza informacji o tym obiekcie lub procesie. Podobieństwo modelu do obiektu (systemu lub jego części, np. procesu) może być przestrzenne, fizyczne i/lub matematyczne. Model systemu jest ilościową i jakościową reprezentacją systemu i jego zachowania się, pokazującą wpływ czynników istotnych ze względu na zamierzony cel badań, które mają być przeprowadzone na modelu. Model musi być adekwatny do rzeczywistego systemu i jednocześnie uwzględniać elementy, atrybuty oraz relacje istotne z punktu widzenia prowadzonego badania, czyli powinien wystarczająco dobrze obrazować zachowanie obiektu. Tym samym *symulację* definiuje

się jako wykonywanie pewnych zabiegów mających dać odpowiedź na pytanie, jak zachowałby się w pewnych okolicznościach obiekt zobrazony modelem. Jeżeli uwzględni się tutaj technikę komputerową, to mówi się o metodzie symulacji cyfrowej, która jest techniką wykonywania badań eksperymentalnych na modelu rzeczywistego systemu, realizowanych w określonym celu z wykorzystaniem komputerów [Bąk 1999, s. 88, 89].

W ocenie efektywności inwestycji systemem jest przedsiębiorstwo, w którym realizowane jest badane przedsięwzięcie. Tym samym przedsięwzięcie inwestycyjne jest podsystemem składającym się z takich samych elementów jak przedsiębiorstwo, ale związanych z inwestycją. Wejścia i wyjścia systemu reprezentują strumienie materialne, pieniężne i informacyjne wspierane czynnikiem ludzkim [Kopiński 2004]; otoczeniem jest w pewnym sensie przedsiębiorstwo, w którym realizowana jest inwestycja, a także szersze otoczenie przedsiębiorstwa; moduł przetwarzania stanowią procesy informacyjno-decyzyjne oraz procesy gospodarcze zachodzące w przedsiębiorstwie i związane z inwestycją.

Model oceny efektywności inwestycji, który winien być odzwierciedleniem rzeczywistego przedsięwzięcia inwestycyjnego, zawiera moduł przetwarzania, parametry wejściowe do modułu oraz parametry wyjściowe (wartości mierników oceny efektywności inwestycji). Moduł przetwarzania stanowi ciąg tabel powiązanych formułami matematycznymi. Na przykład moduł przetwarzania modelu oceny opłacalności projektu inwestycyjnego składa się z następujących tabel (z podziałem na podokresy, którymi mogą być miesiące, kwartały lub lata):

- 1) planowane nakłady inwestycyjne i źródła ich finansowania,
- 2) kredyt inwestycyjny i jego spłata,
- 3) plan produkcji,
- 4) kalkulacja planowanego kosztu jednostkowego i ceny jednostkowej,
- 5) plan sprzedaży ilościowo-wartościowy,
- 6) planowane koszty operacyjne,
- 7) planowany rachunek wyników,
- 8) plan zapotrzebowania na kapitał obrotowy,
- 9) planowany bilans,
- 10) planowane przepływy finansowe,
- 11) aktualna wartość netto,
- 12) wewnętrzna stopa zwrotu,
- 13) wskaźniki finansowe.

Do parametrów wejściowych mogą być zaliczone:

- 1) planowana zdolność produkcyjna,
- 2) stopień wykorzystania zdolności produkcyjnej,
- 3) wielkość produkcji (bazowa oraz procentowy przyrost),
- 4) stan zapasów wyrobów,
- 5) normy zużycia materiałów i surowców,
- 6) ceny jednostkowe materiałów,

- 7) koszty robocizny,
- 8) amortyzacja,
- 9) inne koszty rodzajowe,
- 10) koszty finansowe,
- 11) oprocentowanie kredytu,
- 12) karencja w spłacie,
- 13) okres spłaty kredytu,
- 14) należności,
- 15) zobowiązania,
- 16) zapasy,
- 17) stopa podatkowa,
- 18) kursy walutowe (jeżeli kupuje surowce lub sprzedaje wyroby za granicę),
- 19) stopa dyskontowa.

Jako parametry wynikowe, będące rezultatem obliczeń w modelu opłacalności projektu inwestycyjnego mogą wystąpić [Nowak, Pielichaty, Poszwa 1999, s. 249-267; Towarnicka 2003, s.100-110]:

- 1) zaktualizowana wartość netto,
- 2) wewnętrzna stopa zwrotu,
- 3) prosta stopa zwrotu nakładów inwestycyjnych,
- 4) okres zwrotu nakładów inwestycyjnych,
- 5) wskaźnik rentowności sprzedaży brutto,
- 6) wskaźnik rentowności sprzedaży netto,
- 7) wskaźnik rentowności kapitału własnego,
- 8) wskaźnik rentowności aktywów.

W modelu oceny opłacalności projektu inwestycyjnego moduł przetwarzania przekształca za pomocą formuł parametry wejściowe w dane wynikowe (parametry wyjściowe), które są miernikami efektywności inwestycji.

3. Zastosowanie narzędzi symulacyjnych Excela

Modele oceny projektu inwestycyjnego są zapisane w postaci tabel powiązanych ze sobą przez odpowiednie komórki, z których jedne mogą mieć charakter komórek wejściowych z zapisywanymi wartościami początkowymi (wejściowymi) do modelu, inne zaś zawierają zapisane formuły (relacje matematyczne albo inaczej równania), pozwalające na obliczenie wartości z wykorzystaniem danych (parametrów) wejściowych oraz pośrednich wielkości. Arkusz jest zatem podzielony na obszar komórek wejściowych do modelu i obszar komórek wynikowych, a także obszar komórek z wynikami pośrednimi, które niekoniecznie muszą być prezentowane jako dane wyjściowe (parametry wynikowe) z modelu (por. [Decyzje... 2000; Niezgodziński 2000]).

Arkusze są nieustannie przeliczane, co oznacza, że każda zmiana wartości komórek wejściowych, do których odwołują się formuły, zostaje natychmiast od-

zwierciedlona w arkuszu. Jeżeli model zawiera ciąg tabel powiązanych ze sobą, zaprojektowanych do oceny efektywności inwestycji, to wystarczy zmienić wielkość przewidywanej produkcji lub elementy prognozowanych kosztów albo wielkość kredytu i jego oprocentowanie, a za każdym razem inna będzie efektywność projektowanej inwestycji. Wykorzystując właściwości arkusza kalkulacyjnego, można wprowadzać te i inne zmiany wartości komórek, a następnie obserwować efekty tych zmian w postaci wewnętrznej stopy zwrotu czy też aktualnej wartości netto. Zmiany zawartości komórek wejściowych są naturalną konsekwencją zmieniających się warunków zarówno wewnętrznych w przedsiębiorstwie, jak i otoczenia zewnętrznego, a zarządzający powinni mieć tego świadomość, żeby móc w porę podjąć odpowiednie decyzje. Proces ten można nazwać analizą wariantową, decyzyjną lub scenariuszową, przeprowadzaną na modelu symulacyjnym oceny opłacalności projektu inwestycyjnego. Arkusz kalkulacyjny Excel ma odpowiednie narzędzie pod nazwą **menedżer scenariuszy**, które eliminuje powyższe trudności. Metoda budowy scenariuszy polega na tym, że buduje się arkusze składające się z komórek wejściowych, które wpływają na jeden lub kilka czy kilkanaście interesujących analityka wyników. Przy tworzeniu scenariuszy ważna jest maksymalna elastyczność arkusza i jego podatność na modyfikacje, którą osiąga się poprzez umieszczanie konkretnych wartości w osobnych komórkach, a nie „na sztywno” w formułach. Wówczas wartość ta jest reprezentowana w formułach przez parametr wejściowy, co jest istotne zwłaszcza w sytuacji, gdy wartość ta miałaby być wpisana „na sztywno” do kilkudziesięciu formuł porożrzucanych po całym arkuszu. Upraszcza to w dużym stopniu również zmianę wartości, która polega na jednorazowym jej wpisaniu do komórki stanowiącej parametr, a nie na wprowadzaniu zmian we wszystkich formułach. Podczas stosowania modelu scenariuszowego zapisanego tradycyjnie bez użycia **menedżera scenariuszy** w celu oglądania wyników, do dyspozycji jest opcja automatycznego utworzenia tabeli podsumowującej wyniki scenariuszy (wariantów). Ta ostatnia możliwość pozwala utworzyć bardzo wygodną tabelę, która zestawia dane zawarte w komórkach wynikowych dla różnych wartości pojedynczej komórki wejściowej lub też kombinacji dwóch i więcej różnych komórek wejściowych. **Menedżer scenariuszy** pozwala zautomatyzować proces analizy wariantowej, a generowane raporty z wariantami inwestycyjnymi dzięki zastosowaniu nazw są bardziej czytelne i zrozumiałe dla użytkownika [Kopiński 2004; 2002].

Za pomocą „menedżera scenariuszy” można zapisać różne zestawy dowolnej liczby wartości wejściowych, zwanych w terminologii komórkami zmienianymi, i każdemu zestawowi nadać osobną nazwę identyfikującą dany wariant. Excel może wyświetlać arkusze wykorzystujące wskazane przez użytkownika zestawy danych. Można wygenerować raport zbiorczy, przedstawiający różne warianty projektowanego przedsięwzięcia inwestycyjnego jako efekt zastosowania różnych kombinacji parametrów wejściowych w powiązaniu z odpowiadającymi im parametrami wynikowymi.

W arkuszu kalkulacyjnym Excel można posłużyć się także narzędziem *solver* do optymalizacji funkcji celu, uwzględniając przy tym narzucone z góry ograniczenia. Formuła „zarządzania przez cele” może być wykorzystana wtedy, gdy szukamy i dążymy do osiągnięcia danego celu, wyrażonego pożądaną (oczekiwaną) wewnętrzną stopą zwrotu w zależności od jednego parametru decyzyjnego (podopcja **szukaj wyniku**) lub od wielu parametrów decyzyjnych. Ponadto idea „zarządzania przez cele” może być stosowana do pracy z modelami wymagającymi określenia ograniczeń dla parametrów decyzyjnych w procesie poszukiwania maksimum lub minimum funkcji celu. Funkcja celu zawiera odniesienie do jednego lub więcej parametrów decyzyjnych, co pozwala przewidywać najlepsze rezultaty np. przedsięwzięć inwestycyjnych. *Solver* dopasowuje wartości tych parametrów, uwzględniając ograniczenia w taki sposób, aby znaleźć optymalne rozwiązanie dla formuły komórki wynikowej.

4. Podsumowanie

Modelowanie symulacyjne z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego może być użyteczne w różnych sferach aktywności ekonomicznej przedsiębiorstwa. Jednym z takich zagadnień, charakteryzującym się niepewnością, ryzykiem, niepełną informacją i wielowariantowością rozwiązań, jest ocena opłacalności projektów inwestycyjnych, która stanowi podstawę w procesie podejmowania decyzji o rozpoczęciu bądź zaniechaniu przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Literatura

- Bąk A., *Modelowanie symulacyjne wybranych algorytmów wielowymiarowej analizy porównawczej w języku C++*, Wyd. AE, Wrocław 1999.
- Decyzje menedżerskie z Excelem*, red. T. Szapiro, PWE, Warszawa 2000.
- Kees van der Heijden, *Planowanie scenariuszowe w zarządzaniu strategicznym*, Dom Wydawniczy ABC, Kraków 2000.
- Kopiński A., *Analiza wariantowa w krótkookresowym planowaniu finansowym*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej nr 965, Wrocław 2002, s. 398-403.
- Kopiński A., *Model symulacyjny planu finansowego przedsiębiorstwa*, [w:] *Podstawy controllingu*, red. E. Nowak, Wyd. AE, Wrocław 1996.
- Kopiński A., *Symulacje komputerowe realizowane w arkuszu kalkulacyjnym*, [w:] *Zastosowanie arkusza kalkulacyjnego w controllingu*, Wyd. AE, Wrocław 2004, s. 177-209.
- Kopiński A., *Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa. Metody i zastosowania*, WSiB. Wyd. Forum Naukowe, Poznań 2001.
- Kopiński A., Sahinguvu W., *Prognozowanie planu finansowego w przedsiębiorstwie*, [w:] *Komputerowe systemy wielodostępne*, materiały konferencyjne, ATR, Bydgoszcz 1998.
- Niezgodziński J., *Wykorzystanie narzędzi programu Excel „Szukaj wyniku” i „Solver” w modelu finansowym inwestycji*, „Controlling i Rachunkowość Zarządcza” 2000 nr 6.
- Nowak E., Pielichaty E., Poszwa M., *Rachunek opłacalności inwestowania*, PWE, Warszawa 1999.
- Towarnicka H., *Strategia inwestycyjna przedsiębiorstwa*, Wyd. AE, Wrocław 2003.

USAGE OF SIMULATION IN INVESTMENT APPRAISAL

Summary

The investment appraisal tends to be more and more complex and it is necessary to take into account the *ex-ante* size of parameters (of both economic and financial aspects) as a starting point of the assessment process. Accepting these presumptions, as well as uncertainty and risk which are often caused by a long-term investment horizon, results in altered values of parameters in the decision-making and unquestionably in the mid-term phase of the project realization. Therefore, it is indispensable to utilize simulation tools that work out a range of possible variants of the investment project realization in order to choose the most probable scenario.