

JACEK MIZERKA, JACEK SURMA

FINANSOWA OCENA PROJEKTU INWESTYCYJNEGO Z WYKORZYSTANIEM OPCJI RZECZYWISTYCH. STUDIUM PRZYPADKU

1. WPROWADZENIE

Lektura podręczników z dziedziny finansów przedsiębiorstw przyzwyczaiła do stwierdzenia, że najlepszym miernikiem oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych jest *wartość zaktualizowana netto* (*net present value* – NPV)¹. Jednakże menedżerowie, którzy mają podjąć decyzję o realizacji projektu zgłaszają czasami wątpliwości, czy aby wszystkie okoliczności zostały uwzględnione przy ocenie danego projektu, bo przecież decyzja będzie dotyczyć wydatkowania dużych kwot. Pozytywna, bądź negatywna decyzja dotycząca realizacji projektu często decyduje o przyszłości firmy w perspektywie kilku, czy nawet kilkunastu lat. W niniejszym artykule próbujemy przyjrzeć się niektórym zarzutom stawianym pod adresem „tradycyjnej” NPV, a co szczególnie istotne, próbujemy pokazać w jaki sposób można uwzględnić dodatkowe elementy, dotychczas pomijane przy ocenie projektów inwestycyjnych z wykorzystaniem NPV. Rozważania zostaną zilustrowane analizą konkretnego przypadku.

2. PROJEKT INWESTYCYJNY

Załóżmy, że rozważana jest opłacalność projektu polegającego na uruchomieniu hotelu i gospody w bardzo bliskiej okolicy Poznania. Hotel wraz z gospodą ma się mieścić w oryginalnym, częściowo drewnianym budynku nawiązującym swoim stylem do stylu budownictwa ludowego. Hotel będzie liczył 12 pokoi, zaś restauracja – 120 miejsc konsumpcyjnych. Dla stworzenia takiego obiektu konieczne są niemałe nakłady inwestycyjne. W tabeli 1 zestawione zostały niezbędne nakłady wraz ze stawkami (rocznymi) oraz kwotami amortyzacji.

Podstawowym źródłem finansowania nakładów jest kapitał własny (60%), pozostała część (40%) jest finansowana z kredytu długoterminowego. Kwota kredytu inwestycyjnego, który zostanie zaciągnięty jeszcze w 1999 r. wyniesie zatem 1068 tys. zł. Inwestor uzyskał roczną karencję

¹ Por. np. E. F. Brigham, *Podstawy zarządzania finansami*, PWE, Warszawa 1996, t. 2, cz. III, rozdz. 8.

na spłatę kredytu; kredyt zatem będzie spłacany w równych ratach przez pięć lat, począwszy od roku 2001. Odsetki od kredytu płacone będą już od roku 2000; liczone one będą od stanu zadłużenia na początek danego roku.

Tabela 1

Nakłady inwestycyjne – 1999 r. i amortyzacja

	Nakłady (tys. zł)	Stawki amortyzacji	Kwoty amortyzacji (tys. zł)
Infrastruktura	350	4,0%	14
Budowa hotelu i gospody	1400	2,5%	35
Wyposażenie hotelu i gospody	700	20,0%	140
Parking	50	4,0%	2
Oświetlenie terenu	90	4,0%	4
Alejki, zieleń itp.	80	4,0%	3
Razem	2670		198

Źródło: dane przykładowe.

Plan finansowy przedsięwzięcia składa się z zestawień finansowych pro forma (*rachunku zysków i strat, zestawienia przepływów pieniężnych i bilansu*). Dla opracowania takiego planu konieczne było przyjęcie określonych założeń. Podstawowe założenie, dotyczyło zmienności cen; przyjęto założenie o stopie inflacji w poszczególnych latach, zaś wskaźniki wzrostu cen sprzedawanych produktów i wybranych pozycji kosztów określone zostały w stosunku do stopy inflacji. Niektóre koszty rodzajowe potraktowane zostały jako koszty zmienne. Kwoty tych kosztów oszacowane zostały jako określony procent przychodów ze sprzedaży. Ponieważ konstrukcja planu finansowego przedsięwzięcia nie jest głównym problemem poruszonym w niniejszym artykule, szczegółowa kalkulacja przychodów i kosztów nie będzie omawiana, pominięty zostanie także *rachunek zysków i strat*. Wyniki zaprezentowane zostaną od razu w postaci tabel zawierających: zestawienie przepływów pieniężnych i dane niezbędne dla obliczenia mierników efektywności inwestycji (NPV i IRR).

Stany środków pieniężnych na koniec każdego roku w ramach horyzontu planowania pozwalają przypuszczać, że inwestor nie utraci płynności finansowej (żeby być bardziej pewnym co do utrzymania płynności finansowej należałoby zbadać płynność na koniec poszczególnych miesięcy, czy choćby kwartałów w latach 2000 - 2001; badanie to jednak dla uproszczenia zostało pominięte).

Ostatnim zestawieniem finansowym w ramach planu finansowego jest *bilans pro forma*, jednak ze względu na to, że w planie finansowym dla projektu inwestycyjnego pełni on tylko rolę kontrolną, został pominięty. Następnym krokiem w badaniu efektywności inwestycji polega zatem na obliczeniu mierników efektywności projektu. Tabela 3 zawiera przepływy pieniężne i inne dane niezbędne do obliczenia mierników efektywności inwestycji.

Tabela 2

Zestawienie przepływów pieniężnych pro forma (tys. zł)

Pozycje \ lata	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Wynik finansowy netto	0	89	116	163	203	241	275	402	414	425	438
Amortyzacja	0	198	198	198	198	198	198	58	58	58	58
Odsetki zapłacone	0	182	171	128	93	60	29	0	0	0	0
Zmiana kapitału obrotowego netto	0	14	1	1	1	1	1	0	0	1	1
Razem przepływ z działalności operacyjnej	0	483	486	490	495	500	503	460	472	484	497
Zakup majątku trwałego	-2670										
Sprzedaż majątku trwałego											
Razem przepływ z działalności inwestycyjnej	-2670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zaciągnięcie kredytu długoterminowego	1068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Splata kredytu długoterminowego	0	0	-214	-214	-214	-214	-214	0	0	0	0
Zwiększenie kapitału własnego	1602	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zapłata odsetek od kredytu długoterminowego	0	-182	-171	-128	-93	-59	-28	0	0	0	0
Razem przepływ z działalności finansowej	2670	-182	-385	-342	-307	-273	-242	0	0	0	0
Ogółem przepływ	0	301	101	148	188	227	261	460	472	484	497
Stan środków na początek okresu	0	0	301	402	550	738	965	1226	1686	2158	2642
Stan środków na koniec okresu	0	301	402	550	738	965	1226	1686	2158	2642	3139

Źródło: dane przykładowe.

Tabela 3

Ocena efektywności inwestycji (tys. zł, %)

Pozycje \ lata	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Przepływy z dział. operacyjnej	0,0	483	486	490	495	500	503	460	472	484	497
- tarcza podatkowa na odsetkach	0,0	-58,2	-54,7	-41,0	-29,7	-18,9	-9,2	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Zmodyfikowane przepływy operacyjne	0,0	424,8	431,3	449,0	465,3	481,1	493,8	460,0	472,0	484,0	497,0
B. Przepływy inwestycyjne	-2670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Przepływy do dyskontowania (A + B)	-2670	424,8	431,3	449,0	465,3	481,1	493,8	460,0	472,0	484,0	497,0
Oprocentowanie kredytu	18,0%	17,0%	16,0%	15,0%	14,5%	14,0%	13,5%	13,0%	12,5%	12,0%	11,2%
Rzeczywisty koszt długu	12,2%	11,6%	10,9%	10,2%	9,9%	9,5%	9,2%	8,8%	8,5%	8,2%	7,6%
Nominalny koszt kapitału własnego	18,8%	17,7%	16,6%	15,5%	15,0%	14,4%	13,9%	13,3%	13,3%	13,3%	13,3%
Średni ważony koszt kapitału	16,2%	15,2%	14,3%	13,4%	12,9%	12,4%	12,0%	11,5%	11,4%	11,2%	11,1%
Współczynniki dyskonta	1,0000	0,8681	0,7595	0,6697	0,5932	0,5277	0,4712	0,4226	0,3794	0,3411	0,3071
Przepływy zdyskontowane	-2670,0	368,8	327,6	300,7	276,0	253,9	232,7	194,4	179,1	165,1	152,6

Źródło: dane przykładowe.

NPV (bez uwzględniania wartości likwidacyjnej) = -219,220 (tys. zł).

IRR (bez uwzględniania wartości likwidacyjnej) = 11,33%.

Tytułem wyjaśnienia można dodać, że:

- tarcza podatkowa na odsetkach w danym roku liczona jest jako iloczyn kwoty odsetek przypadających w tym roku do zapłaty i stawki opodatkowania podatkiem dochodowym,
- rzeczywisty, nominalny koszt długu w danym roku obliczany jest jako iloczyn stopy oprocentowania kredytu w danym roku i wyrażenia $(1 - T)$, gdzie T oznacza stawkę podatku dochodowego w danym roku,
- nominalny koszt kapitału własnego (r_{NOM}), czyli wymagana przez inwestora stopa zwrotu z kapitału własnego ustalona została z wykorzystaniem równania Fishera:

$$r_{NOM} = (1 + r_{REAL}) * (1 + \text{stopa inflacji}) - 1,$$
 gdzie: r_{REAL} oznacza realny koszt kapitału własnego (założono, że koszt ten jest stały i wynosi 10% w skali roku; warto pamiętać, że w stawce tej mieści się realne wynagrodzenie za ryzyko związane z projektem),
- średni ważony koszt kapitału, czyli stopa dyskontowa szacowany jest jako średnia ważona nominalnego kosztu kapitału własnego i rzeczywistego, nominalnego kosztu długu; przyjęto założenie, że wagi w formule na koszt kapitału dla rozważanego przedsięwzięcia odzwierciedlają docelową strukturę kapitału dla przedsięwzięć o podobnym do rozważanego projektu stopniu ryzyka, której dopracował się inwestor mający duże doświadczenie w prowadzeniu działalności gospodarczej; przypomnijmy, że udział kapitału własnego ustalono na 60%, zaś długu – na 40%; wagi te nie ulegają zmianie w całym okresie objętym horyzontem planowania,
- współczynniki dyskonta – d_M w poszczególnych latach liczone są zgodnie ze wzorem

$$d_M = \frac{1}{\prod_{t=1}^M (1 + k_t)} \quad M = 1 \dots T \quad (1)$$

gdzie: k_t – oznacza stopę dyskontową (średni ważony koszt kapitału) w roku t ,

- wartość zaktualizowana netto (Net Present Value – NPV) obliczana jest jako suma zdyskontowanych przepływów; pieniężnych; należy zauważyć, że suma ta przyjmuje w przypadku rozważanego projektu wartość ujemną; oznacza to, że projekt należy odrzucić, mimo, iż jest rentowny i nie następuje utrata płynności finansowej. Ewentualna realizacja projektu doprowadziłaby do zmniejszenia rynkowej wartości firmy podejmującej taki projekt,
- wewnętrzna stopa zwrotu (Internal Rate of Return) jest niższa od stopy dyskontowej latach 1999 - 2005, zaś wyższa – w latach 2006 - 2009; w tej sytuacji trudno o jednoznaczną interpretację uzyskanego wyniku; decyzję o przyjęciu, bądź odrzuceniu projektu należy w takiej sytuacji podjąć w oparciu o NPV.

3. KRYTYKA UZYSKANYCH REZULTATÓW OCENY PROJEKTU

Łatwo sobie można wyobrazić, że inwestor będzie niepokojony kiedy uzyska negatywną odpowiedź na pytanie o opłacalność projektu. Dość czę-

sto obserwuje się, że inwestorzy jeszcze przed badaniem opłacalności podjęli już decyzje o realizacji projektu, gdyż byli przekonani, że inwestycja się na pewno opłaci, a od badania efektywności oczekiwali tylko potwierdzenia wcześniej podjętej decyzji. Przyjmijmy, że także i w tym przypadku inwestor próbuje przeforsować decyzję o realizacji projektu. Spróbujmy przedstawić argumenty jakich mógłby użyć forsując projekt. Obok podamy kontrargumenty oraz działania, wykonanie których mogłoby osłabić argumentację inwestora.

— Po pierwsze inwestor mógłby kwestionować wyniki twierdząc, że zostały uzyskane na podstawie jednego zbioru, jego zdaniem, mocnych założeń. Wystarczy być może zmienić jedno, albo kilka istotnych założeń, a wynik będzie zupełnie inny (czytaj – lepszy). Trudno nie zgodzić się z taką argumentacją. Dobrym sposobem na zneutralizowanie argumentów inwestora jest analiza wrażliwości NPV oraz budowa **scenariuszy rozwoju wydarzeń**.

Założmy, że badanie wrażliwości NPV na zmiany tak istotnych czynników, jak przychody ze sprzedaży, istotne pozycje kosztów operacyjnych, rotacja zapasów nie dało podstaw do zmiany negatywnej oceny efektywności inwestycji. Projekt może okazać się wrażliwy na zmiany tych czynników, co skłania do wniosku, że jest obciążony wysokim ryzykiem odnoszącym się do działalności operacyjnej. Podstaw do zmiany negatywnej oceny projektu może nie dać również sporządzenie scenariuszy rozwoju wydarzeń. Scenariusz optymistyczny może charakteryzować się pozytywnym wynikiem (dodatnia wartość NPV), ale prawdopodobieństwo jego realizacji może być niewielkie.

— Inwestor nie chcąc rezygnować z realizacji projektu może użyć argumentu, że założone wartości zmiennych wejściowych (na przykład ceny świadczonych usług, koszty jednostkowe, itp.) nie są reprezentatywne. Innymi słowy, że przyjęte w planie finansowym wartości tych zmiennych ustalone zostały w sposób subiektywny.

Ażeby uniknąć takiego zarzutu można zaproponować, aby wszystkie zmienne, w stosunku do których wysuwany jest zarzut subiektywizmu, traktowane były jako zmienne losowe o określonych rozkładach. Poważne trudności związane ze stosowaniem zmiennych losowych wiążą się z faktem, że często nie są to zmienne niezależne, zatem konieczne byłoby oszacowanie rozkładów warunkowych. Realizację tych zmiennych można by uzyskać dzięki zastosowaniu **metody Monte Carlo**. Po uzyskaniu odpowiedniej liczby wartości poszczególnych zmiennych, można oszacować wartości oczekiwane tych zmiennych i posługiwać się nimi konstruując plan finansowy oraz szacując mierniki efektywności inwestycji. Założmy jednak, że symulacja z wykorzystaniem metody Monte Carlo nie przyniosła poprawy wyników z punktu widzenia inwestora.

— Inwestor tym razem nie kwestionuje już uzyskanych wyników, lecz dalej upiera się przy realizacji projektu. W takich okolicznościach formułowane są często opinie typu "...wprawdzie projekt jest pod względem finansowym nieopłacalny, ale są inne względy, które sprawiają, że inwestycja powinna być realizowana".

Mogłoby się wydawać, że teza ta jest trafna w odniesieniu do projektów nie związanych ze wzrostem przychodów ze sprzedaży, czy też projektów dotyczących oszczędności na kosztach. Zwykle jednak możliwe jest oszacowanie efektów finansowych przedsięwzięcia. Na przykład w przypadku projektów proekologicznych mogą to być kary, których inwestor uniknie, dzięki realizacji projektu. Oczywiście, że wymagania stawiane takim projektom różnią się od wymagań stawianym inwestycjom związanym z ekspansją firmy (wymagana stopa zwrotu może być niższa, wymagany okres zwrotu może być dłuższy). W rozważanym przez nas projekcie dotyczącym powstania nowej firmy, o podjęciu, bądź odrzuceniu projektu zadecyduje oczywiście finansowa strona projektu. Można zresztą postawić ogólną tezę, że w warunkach gospodarki rynkowej projekt inwestycyjny rozpatrywany przez przedsiębiorstwo – uczestnika gry rynkowej, powinien być realizowany tylko wtedy jeśli jest opłacalny pod względem finansowym. Zatem teza, że o realizacji projektu inwestycyjnego mogą decydować jakieś inne czynniki, których nie da się oszacować z finansowego punktu widzenia, jest wątpliwa.

4. MOŻLIWOŚĆ INWESTOWANIA JAKO „OPCJA RZECZYWISTA”

Sformułowanie nawet błędnej tezy może jednak zainspirować do stawiania nowych pytań i w efekcie do sformułowania nowej tezy. Postawiona wcześniej teza sugeruje, że są jakieś inne czynniki (możliwości), które do tej pory przy ocenie projektu nie zostały wzięte pod uwagę. Spróbujmy zatem podać przykłady takich czynników, które mogą mieć wpływ na ocenę projektu oraz zastanówmy się, w jaki sposób można dokonać pomiaru tego wpływu na opłacalność przedsięwzięcia. Zauważmy, że NPV obliczana jest na podstawie szeregu przepływów pieniężnych. Przepływy te kalkulowane są w oparciu o przyjęte jeszcze przed realizacją projektu założenia i stanowią finansowy wyraz strategii realizowanej przez inwestora. Obliczywszy NPV, inwestor ma tylko dwie możliwości:

- a) jeżeli $NPV \geq 0$, wówczas podejmowana jest decyzja o realizacji projektu, czyli realizacji określonej strategii;
- b) jeżeli $NPV < 0$, wówczas projekt należy odrzucić, co oznacza, że określona strategia nie będzie realizowana.

Łatwo jednak dojść do przekonania, że w rzeczywistości mamy do czynienia z szeregiem dodatkowych możliwości, które inwestorzy mogą brać pod uwagę przy podejmowaniu decyzji, i które można by usytuować między dwoma skrajnymi rozwiązaniami: realizacja, brak realizacji. Możliwości te związane są z reakcjami inwestorów na zmieniające się warunki, a więc dotyczą elastyczności inwestorów wobec zmian w otoczeniu. Jako przykłady tych możliwości podać można: **przesunięcie rozpoczęcia realizacji projektu (odłożenie projektu), rozszerzenie projektu, zmniejszenie skali projektu, przerwanie realizacji projektu**. Zauważmy, że skorzystanie z którejś z tych możliwości, bądź ich kombinacji oznacza zmianę pierwotnie przyjętej strategii. Wykorzystanie wymienionych możliwości za-

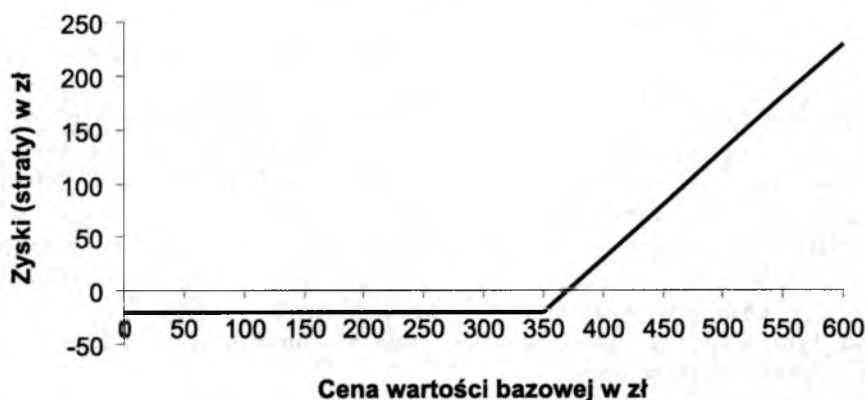
leży od podjęcia odpowiedniej decyzji; osoba podejmująca owe decyzje ma zatem prawo: może daną możliwość wykorzystać bądź nie. Rysuje się więc podobieństwo owych możliwości dotyczących inwestycji materialnych, do opcji finansowych. W odniesieniu do możliwości modyfikacji strategii przedsiębiorstwa stosuje się termin: „**opcje rzeczywiste**”². Analogia między opcjami finansowymi, a rzeczywistymi jest bardzo istotna, gdyż dla wyceny projektów uwzględniających opcje rzeczywiste, można korzystać z modeli opracowanych dla wyceny opcji finansowych. Projekty, w których występują realne możliwości zmiany strategii mogą być oceniane za pomocą **rozszerzonej wartości zaktualizowanej netto (expanded NPV - ENPV)** w oparciu o formułę:

$$\text{ENPV} = \text{BNPV} + \text{wartość opcji rzeczywistej (-ych)} \quad (2)$$

gdzie: BNPV – oznacza „tradycyjną” wartość zaktualizowaną netto; dla podkreślenia, że wartość ta jest szacowana bez możliwości modyfikacji strategii w odpowiedzi na zmieniające się warunki, czyli przy biernej postawie osób zarządzających projektem, używa się nazwy: **bierna zaktualizowana wartość netto – BNPV**.

Z uwagi na to, że istotną rolę w szacowaniu wartości ENPV pełnią modele wyceny opcji, przypomnijmy podstawową zasadę wyceny opcji kupna³. Nabywca opcji kupna zyskuje wtedy, jeżeli cena **wartości bazowej** (np. akcji), na którą opcja jest wystawiona, w momencie realizacji opcji jest wyższa od sumy ceny wykonania (ceny wartości bazowej ustalonej w kontrakcie opcyjnym) i ceny opcji. Straty i zyski nabywcy opcji kupna w zależności od ceny wartości bazowej w momencie realizacji opcji ilustruje wykres 1.

Zyski (straty) nabywcy opcji kupna



Wykres 1

² Omówienie koncepcji opcji rzeczywistych znaleźć można m.in. w: L. Trigeorgis, *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 1996.

³ Opcja kupna (*call option*) daje jej posiadaczowi prawo do zakupu wartości bazowej (np. papieru wartościowego, określonego towaru), której opcja dotyczy, w ustalonym okresie po z góry ustalonej cenie (cenie wykonania).

Zauważmy, że przy założeniu, iż cena opcji wynosi 20 zł, a cena wykonania – 350 zł, nabywca opcji osiągnie próg opłacalności, jeżeli cena rynkowa wartości bazowej wyniesie 370 zł. Nabywca opcji nabył prawo do zakupu wartości bazowej za 350 zł, zatem jego zysk wyniesie $370 - 350 = 20$ (zł), ale ponieważ opcja kosztowała 20 zł, w ostateczności uzyskuje 0 zł. Jak łatwo zauważyć począwszy od ceny 370 zł wzrost ceny wartości bazowej powoduje zwiększenie zysku nabywcy opcji, dlatego też wartość opcji kupna rośnie. Można sformułować ogólną formułę na wycenę opcji kupna – zgodnie z którą wartość opcji jest równa większej z dwóch wartości: 1) różnicy między aktualną ceną wartości bazowej a ceną wykonania i 2) 0 (jeżeli cena wartości bazowej jest mniejsza od ceny wykonania, to wartość opcji równa się 0). Zatem wartość opcji kupna V dana jest wzorem:

$$V = \max(S - X; 0) \quad (3)$$

gdzie: S – aktualna cena wartości bazowej,

X – cena wykonania zawarta w kontrakcie opcyjnym.

Według formuły (3) na wartość opcji wpływają dwa czynniki: aktualna cena wartości bazowej i cena wykonania. Im wyższa aktualna cena wartości bazowej przy niezmięnionej cenie wykonania, tym wyższa wartość opcji i *vice versa* – im wyższa cena wykonania przy niezmięnionej aktualnej cenie wartości bazowej, tym wartość opcji niższa. Jednakże do czynników wpływających na wartość opcji trzeba by także zaliczyć: długość okresu do terminu wygaśnięcia opcji, zmienność cen wartości bazowej, stopę oprocentowania papierów wartościowych wolnych od ryzyka⁴. I tak, im dłuższy czas do terminu wygaśnięcia opcji, tym wyższa jej wartość, gdyż zwiększa się prawdopodobieństwo, że posiadacz opcji osiągnie z niej dochód. Im większa zmienność cen wartości bazowej, tym wyższa wartość opcji, gdyż duża amplituda wahań cen wartości bazowej stwarza możliwość, że cena wartości bazowej przyjmie bardzo wysoką wartość, co oznacza duże korzyści dla posiadacza opcji kupna. Wyceny opcji dokonuje się przy założeniu, że inwestor tworzy portfel z wartości bazowych, którymi są akcje i wystawionych na nie opcji kupna. W portfelu tym liczba opcji kupna wystawionych na akcje jest tak dobrana, że wartość portfela jest niewrażliwa na zmiany cen akcji wchodzących w skład portfela, czyli, że stopa zwrotu z portfela nie zależy od zmian cen akcji. Nie istnieje zatem możliwość *arbitrażu*. W takiej sytuacji wymaganą stopą zwrotu może być tylko stopa zwrotu z papierów wartościowych pozbawionych ryzyka. Im wyższa ta stopa, tym mniejsza zaktualizowana cena wykonania opcji, a tym samym, tym większa wartość opcji.

Uwzględnienie wyżej wymienionych czynników powoduje, że dla wyprowadzenia formuł na wycenę opcji trzeba się posłużyć dość zaawansowanym aparatem matematycznym⁵. Nie jest naszym celem w niniejszym artykule

⁴ Por. np. K. Jajuga, T. Jajuga, *Inwestycje instrumenty finansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996 r., rozdz. 7.

⁵ Zainteresowanych matematycznymi aspektami wyceny opcji odsyłamy np. do A. Weron, R. Weron, *Inżynieria finansowa*, WNNT, Warszawa 1998.

przeprowadzenie dogłębnej analizy formuł wyceny opcji, zadowolimy się krótkim omówieniem **modelu Blacka Scholesa**.

Klasyczny model autorstwa Blacka i Scholesa odnoszący się do wyceny wartości europejskiej⁶ opcji kupna dotyczącej akcji nie przynoszącej dywidendy, opiera się o założenie, że ceny akcji (wartości bazowej) kształtują się zgodnie z **procesem stochastycznym Wienera**⁷. Założenie, że ceny akcji kształtują się zgodnie z procesem Wienera oznacza, że: 1) cena akcji jest zmienną ciągłą, 2) nie istnieje portfel akcji lub obligacji zerokuponowych, służący zabezpieczeniu pozycji przed ryzykiem, lepszy od innych portfeli tworzonych z tych aktywów, 3) cena akcji w dowolnym momencie t ma rozkład logarytmiczno-normalny.

Bieżąca wartość opcji V_0 dana jest wzorem:

$$V_0 = SF(d_1) - Xe^{-rT} F(d_2) \quad (4)$$

gdzie: S – bieżąca cena akcji,

X – cena wykonania opcji,

r – stopa zwrotu z lokat w papiery wartościowe wolne od ryzyka ($r = \text{const}$),

T – czas pozostały do wygaśnięcia opcji,

$F(d_1)$, $F(d_2)$ – wartości dystrybuanty standaryzowanego rozkładu normalnego w punktach odpowiednio: d_1 i d_2 ,

przy czym:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad (5)$$

$$d_2 = d_1 - (\sigma\sqrt{T}), \quad (6)$$

gdzie: σ^2 – wariancja stopy zwrotu z akcji (niezależna od czasu T).

Podobnie, jak ogólna formuła (2), wzór Blacka i Scholesa opiera się na różnicy między aktualną ceną wartości bazowej S i zdyskontowaną ceną wykonania X . Współczynnik dyskonta, przy założeniu kapitalizacji ciągłej, dany jest wzorem: e^{-rT} (e – podstawa logarytmu naturalnego). Wartość $F(d_1)$ można interpretować jako odwrotność współczynnika zabezpieczenia (*hedge ratio*). Współczynnik zabezpieczenia, to współczynnik który wskazuje ile powinna wynosić, ze względu na zmienność cen akcji, liczba wystawionych opcji kupna na jedną zakupioną akcję, aby wyeliminować ryzyko związane z inwestycją w tą akcję. Z kolei wartość $F(d_2)$ można interpretować jako prawdopodobieństwo, że w momencie realizacji, opcja kupna będzie **opcją w cenie**, to znaczy, będzie się opłacać ją wykonać (cena rynkowa akcji w momencie wykonania opcji będzie wyższa od ceny wykonania).

⁶ Opcja europejska, to opcja, którą można wykonać w ściśle określonym dniu; por K. Jajuga, T. Jajuga, op. cit., rozdz. 7.

⁷ Por. np. M. Rutkowski, *Podstawy modelowania finansowego. Matematyczne aspekty modelu Blacka-Scholesa*, „Rynek Terminowy” 3 (5) sierpień 1999.

Zauważmy teraz analogię pomiędzy formułą Blacka Scholesa (4), a formułą na obliczanie BNPV. W obu przypadkach występuje różnica. W przypadku BNPV jest to różnica między zdyskontowanymi przepływami będącymi efektem inwestycji i zdyskontowanymi nakładami inwestycyjnymi. W przypadku formuły Blacka Scholesa, jest to różnica między aktualną ceną akcji a ceną wykonania. W każdym przypadku **chodzi o oszacowanie różnicy**. Jednakże w przypadku formuły Blacka Scholesa przyjmuje się założenia dotyczące kształtowania się ceny wartości bazowej w czasie (trajektorii cen), podczas gdy BNPV opiera się na wartościach „deterministycznych”, nie będących zmiennymi losowymi (przepływy odzwierciedlające nakłady i efekty inwestycji mogą być ewentualnie interpretowane jako wartości oczekiwane). Jeżeli jednak przy ocenie projektu inwestycyjnego przyjmie się założenia o charakterze stochastycznym dotyczące przepływów pieniężnych będących efektem inwestycji, to **model Blacka Scholesa można stosować do szacowania efektywności inwestycji materialnych**.

Analogie pomiędzy zmiennymi występującymi w projekcie inwestycyjnym (opcji rzeczywistej), a zmiennymi występującymi w modelu Blacka-Scholesa zestawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Parametry modelu wyceny opcji finansowych i opcji rzeczywistych

Opcje finansowe (na akcje)	Para- metr	Opcje rzeczywiste
Bieżąca cena akcji	$\Leftarrow S \Rightarrow$	Zaktualizowana wartość sumy przyszłych przepływów pieniężnych generowanych przez projekt
Cena wykonania	$\Leftarrow X \Rightarrow$	Koszt inwestycji (nakłady inwestycyjne); poniesienie nakładów inwestycyjnych można interpretować jako wykonanie opcji
Czas do wygaśnięcia opcji	$\Leftarrow T \Rightarrow$	Czas do momentu podjęcia określonych działań, których dotyczy opcja (np. opóźnienie realizacji projektu, zwiększenie, zmniejszenie skali projektu)
Odchylenie standardowe rocznej stopy zwrotu z akcji; odzwierciedla zmiennosc cen akcji	$\Leftarrow \sigma \Rightarrow$	Odchylenie standardowe odzwierciedlające zmienność przyszłych przepływów pieniężnych generowanych przez projekt; σ dotyczy rocznych przepływów
Stopa oprocentowania papierów wartościowych wolnych od ryzyka (wymagana stopa zwrotu z portfela złożonego z akcji i wystawionych na nie opcji kupna w odpowiedniej proporcji, tak że portfel jest niewrażliwy na zmiany cen akcji)	$\Leftarrow r \Rightarrow$	Stopa oprocentowania papierów wartościowych wolnych od ryzyka; zastosowanie modeli wyceny opcji dla oceny projektów inwestycyjnych pociąga za sobą założenie o <i>prawie jednej ceny</i> . Założenie to oznacza, że dwa różne projekty inwestycyjne generujące takie same przepływy pieniężne (prawdopodobieństwa generowania tych przepływów są równe) muszą być tyle samo warte. W przeciwnym wypadku inwestorzy sprzedawaliby przewartościowane projekty i nabywali niedowartościowane uzyskując bez ryzyka nadzwyczajny dochód. W przypadku obowiązywania prawa jednej ceny, przy ocenie projektu nie gra roli postawa inwestora wobec ryzyka, a więc wymaganą stopą zwrotu jest stopa pozbawiona ryzyka

Powtórna analiza projektu polegającego na uruchomieniu hotelu i gospody doprowadziła do ustalenia dodatkowych możliwości modyfikacji przyjętej pierwotnie strategii, czyli do określenia opcji rzeczywistych dla tego projektu. Opcjami tymi (przykładowymi) są: opcja opóźnienia i opcja rozszerzenia.

5. FINANSOWA OCENA PROJEKTU Z WYKORZYSTANIEM OPCJI OPÓŹNIENIA

Opcja przesunięcia terminu realizacji projektu (opcja opóźnienia projektu) – *ang. option to defer* występuje wtedy, jeśli inwestor może bez uszczerbku dla projektu rozpocząć jego realizację później. Inwestorowi opłaciłoby się to zrobić pod warunkiem, że w międzyczasie, do opóźnionego momentu rozpoczęcia projektu zajdą jakieś nowe okoliczności, które sprawią, że projekt stanie się opłacalny; przez analogię do opcji finansowych, można by powiedzieć, że dzięki nowym okolicznościom opcja, która nie jest w cenie (*out of the money*), czyli, że nie opłaca się jej wykonać, stanie się opcją w cenie (*in the money*). Podstawowym źródłem wartości opcji opóźnienia jest możliwość tego, że po jakimś czasie od pierwotnego terminu realizacji zajdą nowe okoliczności (np. wzrośnie popyt na produkty przedsiębiorstwa, zmienią się ceny, zakończą się sukcesem badania nad opracowaniem ulepszonego produktu, itp.), które sprawią, że projekt stanie się finansowo opłacalny.

W przypadku rozważanego projektu warto byłoby opóźnić realizację inwestycji, gdyż w następnych latach jest szansa wzrostu popytu na usługi świadczone przez kompleks gastronomiczno-hotelowy, szczególnie w odniesieniu do organizacji tzw. imprez zamkniętych. Przyjmijmy, że inwestor dysponuje wynikami badań, które wskazują na rozpowszechnianie się „zachodniego” stylu życia, szczególnie wśród młodszego pokolenia. Powstają i znajdują klientów różnego rodzaju restauracje, puby, kawiarnie; wiele imprez (np. wesela, komunie) tradycyjnie organizowanych w domu, przenosi się do tych lokali. Zmiany te mogą spowodować wzrost przychodów ze sprzedaży usług hotelowych i gastronomicznych, co przy niezmienionych nakładach inwestycyjnych spowoduje wzrost NPV.

Ponieważ opcja opóźnienia oznacza możliwość przesunięcia w czasie całości nakładów i efektów generowanych przez projekt, zatem przy użyciu modelu Blacka-Scholesa szacowana jest wartość ENPV, zaś wartość opcji opóźnienia wyznaczana jest na podstawie przekształconego równania (2):

$$\text{Wartość opcji opóźnienia} = \text{ENPV} - \text{BNPV} \quad (6)$$

W tabeli 5 przedstawiono wartości parametrów niezbędnych dla obliczenia ENPV. Z powodu tego, że nie istnieją dane historyczne, wariację przepływów (σ^2) oszacowano „metodą ekspertów” (generowano wartości przepływów przy zmienionych istotnych założeniach i szacowano parametry rozkładu). Zgodnie z założeniami przyjętymi w modelu Blacka-Scholesa stopa oprocentowania papierów wolnych od ryzyka nie ulega zmianie. W rozważanym przypadku przyjęto, że r wynosi 5%; jest to szacunek średniej nominalnej stopy w okresie następnych 10 lat.

Tabela 5

Parametry dla obliczenia ENPV w przypadku opcji opóźnienia

Symbol	Parametr	Jednostka	Wartość
S	Wartość obecna przyszłych przepływów pieniężnych	w tys. zł	2450,780
X	Koszt inwestycji	w tys. zł	2670,000
t	Czas opóźnienia inwestycji (przyjęto, że inwestycja może być opóźniona o 2 lata)	w latach	2
σ	Odchylenie standardowe przepływów pieniężnych	%	25%
r	Stopa oprocentowania papierów wartościowych wolnych od ryzyka	%	5%

Źródło: dane umowne.

W tabeli 6 zestawiono uzyskane rezultaty:

Tabela 6

Ocena finansowa projektu z uwzględnieniem opcji opóźnienia

ENPV	Wartość opcji kupna obliczona na podstawie równania Blacka-Scholesa.	w tys. zł	359,136
BNPV	NPV – Wartość projektu bez wykorzystania opcji opóźnienia	w tys. zł	-219,220
Wartość opcji	Wartość opcji opóźnienia = ENPV – BNPV	w tys. zł	578,356

Uwzględnienie możliwości opóźnienia realizacji projektu inwestycyjnego przy jego finansowej ocenie, powoduje, że projekt staje się opłacalny. Żeby zminimalizować ryzyko podjęcia niewłaściwej decyzji, tj. decyzji o realizacji nieopłacalnego projektu, np. można prowadzić badania rynku zanim się taką decyzję podejmie.

5. FINANSOWA OCENA PROJEKTU Z WYKORZYSTANIEM OPCJI ROZSZERZENIA (ZWIĘKSZENIA SKALI)

Opcja rozszerzenia (zwiększenia skali) projektu – *ang. option to expand* występuje wtedy, jeśli pojawia się możliwość powiększenia nakładów i tym samym powiększenia efektów projektu inwestycyjnego. W rozważanym przypadku możliwość taka może się pojawić w roku 2002. Wydaje się dość prawdopodobne, że w tym bowiem roku uda się zgromadzić odpowiednie środki i sfinansować budowę kompleksu urządzeń sportowych w najbliższym sąsiedztwie gospody i hotelu. W skład tego kompleksu może np. wchodzić: boisko o sztucznej nawierzchni do gry w piłkę nożną, korty tenisowe i urządzenia do odnowy biologicznej (sauna, gabinet masażu, itp.). Warunkiem koniecznym realizacji projektu dotyczącego urządzeń sportowych jest powodzenie, a choćby przetrwanie hotelu i gospody do

2002 r. Zakłada się bowiem, że środki uzyskane dzięki działalności hotelu i gospody powinny stanowić jedno z podstawowych źródeł finansowania projektu. Łączny udział kapitału własnego w finansowaniu projektu wyniesie 60%, reszta sfinansowana zostanie z kredytu długoterminowego. Przychody pochodzić będą z wynajmu urządzeń sportowych; rozważana jest również propozycja utworzenia szkółki piłkarskiej, w której szkoleni byliby kandydaci na zawodowych piłkarzy; po odbyciu szkolenia młodzi piłkarze „sprzedawani” byliby klubom piłkarskim. Sporządzono plan finansowy tego nowego przedsięwzięcia; w tabeli 7 prezentowane są najważniejsze dane (przepływy pieniężne i wartości mierników efektywności inwestycji).

Tabela 7
Ocena efektywności dodatkowego projektu inwestycyjnego (tys. zł, %)

Pozycje \ lata	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Przepływy z dział. operacyjnej	0	0	0	0	270,4	262,9	270,4	263,6	270,8	271,9	279,6
- tarcza podatkowa na odsetkach	0	0	0	0	-14,8	-14,3	-13,8	0	0	0	0
A. Zmodyfikowane przepływy operacyjne	0	0	0	0	255,6	248,6	256,6	263,6	270,8	271,9	279,6
B. Przepływy inwestycyjne	0	0	0	-800	0	0	0	0	0	0	0
Przepływy do dyskontowania (A + B)	0	0	0	-800	255,6	248,6	256,6	263,6	270,8	271,9	279,6
Oprocentowanie kredytu	18%	17%	16%	15,0%	14,5%	14,0%	13,5%	13,0%	12,5%	12,0%	11,5%
Rzeczywisty koszt długu	12,2%	11,6%	10,9%	10,2%	9,9%	9,5%	9,2%	8,8%	8,5%	8,2%	7,8%
Nominalny koszt kapitału własnego	18,8%	17,7%	16,6%	15,5%	15,0%	14,4%	13,9%	13,3%	13,3%	13,3%	13,3%
Średni ważony koszt kapitału	16,2%	15,2%	14,3%	13,4%	12,9%	12,4%	12,0%	11,5%	11,4%	11,2%	11,1%
Współczynniki dyskonta	1,000	0,868	0,759	0,670	0,593	0,528	0,471	0,423	0,379	0,341	0,307
Przepływy zdyskontowane	0	0	0	-535,8	151,6	131,2	120,9	111,4	102,7	92,8	85,9

Źródło: dane umowne.
NPV = 260,703 (tys. zł).
IRR = 26,05%.

Zauważmy, że NPV dodatkowego projektu jest dodatnia; suma NPV (BNPV) projektu podstawowego i NPV projektu dodatkowego, jest również dodatnia ($-219,220 + 260,703 = 41,483$). Prowadzi to do wniosku, że nowy projekt będący sumą dwóch projektów: podstawowego i dodatkowego jest finansowo opłacalny. Zwróćmy jednak uwagę, że analiza prowadzona była z wykorzystaniem danych, które można traktować jako **wartości oczekiwane** realizacji określonych zmiennych losowych (przepływów pieniężnych). Decyzja o realizacji złożonego projektu podjęta już dzisiaj (tj. w 1999 r.) pociąga za sobą pewne ryzyko, gdyż jak wiadomo wartości przepływów pieniężnych generowanych przez projekt w rzeczywistości mogą się różnić od ich wartości oczekiwanych. Potraktujmy zatem możliwość realizacji dodatkowego projektu jako **opcję rzeczywistą**. Jeżeli decyzja o realizacji projektu podstawowego zostanie podjęta (na podstawie danych

w postaci wartości oczekiwanych) i prace nad realizacją projektu rozpoczną się w 1999 r., to do roku 2002, a więc do momentu ewentualnego rozpoczęcia prac nad projektem dodatkowym, zarządzający projektem (firmą) mogą rozważać możliwość dodatkowej inwestycji. Pozytywna decyzja o realizacji zostanie podjęta wtedy, jeżeli zaistnieją warunki, które sprawią, że projekt będzie finansowo opłacalny. Traktując projekt dodatkowy jako opcję, dla jej wyceny można posłużyć się modelem Blacka-Scholesa. W tabeli 8 podane są wartości odpowiednich zmiennych niezbędnych dla obliczenia wartości opcji rozszerzenia projektu.

Tabela 8

Parametry do obliczenia wartości opcji

Symbol	Parametr	Jednostka	Wartość
S	Wartość obecna dodatkowych przepływów pieniężnych	w tys. zł	796,473
X	Dodatkowe koszty dodatkowej inwestycji (zdyskontowane)	w tys. zł	535,770
T	Termin wykonania opcji (pełne lata: w okresie połowa 1999 r. - połowa 2002 r.)	w latach	3
σ	Odchylenie standardowe przyszłych przepływów pieniężnych	%	25%
r	Stopa oprocentowania papierów wartościowych wolnych od ryzyka	%	5%

Podobnie jak w przypadku opcji opóźnienia, ponieważ nie istnieją dane historyczne, wariancję przepływów (σ) oszacowano „metodą ekspertów” (generowano wartości przepływów przy zmienionych istotnych założeniach i szacowano parametry rozkładu). Podobnie też stopę oprocentowania papierów wolnych od ryzyka – r oszacowano na poziomie 5%, traktując ją jako średnią nominalną stopę w okresie następnych 10 lat.

Wartość opcji rozszerzenia projektu szacowana jest przy użyciu modelu Blacka-Scholesa jako wartość opcji kupna. Wynosi ona **348,064 tys. zł**. Rozszerzona zaktualizowana wartość netto dla nowego projektu, łączącego w sobie projekt podstawowy i projekt rozszerzony liczona jest jako suma BNPV projektu podstawowego i wartości opcji rozszerzenia. Jeżeli $BNPV = -219,220$, to $ENPV = -219,220 + 348,064 = 128,844$.

W konsekwencji przeprowadzonych rachunków okazuje się, że wartość opcji rozszerzenia jest na tyle wysoka, że opłaca się rozpocząć realizację nieopłacalnego projektu podstawowego, aby później mieć możliwość podjęcia decyzji o realizacji opłacalnego projektu dodatkowego, który spowoduje, że projekt całkowity będący połączeniem projektu podstawowego i dodatkowego, będzie opłacalny.

6. WNIOSKI

Opcje rzeczywiste są nowatorską metodą oceny przedsięwzięć inwestycyjnych. Przesłanką do badań teoretycznych i podejmowania prób zastosowań praktycznych są niedoskonałości tradycyjnej metody oceny

przedsięwzięć inwestycyjnych polegającej na obliczeniu NPV na podstawie przepływów pieniężnych. Metoda ta nie uwzględnia elastyczności podejmujących decyzje na zmiany warunków wewnętrznych i otoczenia zewnętrznego. Aby ową elastyczność uwzględnić, proponujemy zastosowanie **opcji rzeczywistych**. Teoria opcji rzeczywistych oparta jest na teorii opcji finansowych. Poprzez analogię do parametrów opcji finansowych można ustalić parametry opcji rzeczywistych dla potrzeb rozważanego projektu.

Dzięki zastosowaniu opcji opóźnienia i opcji wzrostu uzyskano nowy obraz efektywności całego przedsięwzięcia. I tak w przypadku opcji opóźnienia nastąpiła zmiana ujemnego NPV na wartości dodatnie, co uczyniło inwestycję dotychczas nie opłacalną (według kryterium „tradycyjnego” NPV), inwestycją opłacalną. W tym przypadku inwestorom można zalecić opóźnienie realizacji projektu w oczekiwaniu na korzystne zmiany na rynku. Dodatkowo warto zaproponować przeprowadzenie badań rynkowych w okresie oczekiwania na rozpoczęcie opóźnionej realizacji projektu. Koszty (zaktualizowane na moment dzisiejszy) tych badań nie powinny przekroczyć wartości ENPV.

Podobnie w przypadku opcji rozszerzenia następuje zmiana ujemnej NPV na dodatnią. W tym przypadku zalecenie mogłoby być następujące: rozpocznij projekt mimo, że w wersji podstawowej (według „tradycyjnego” NPV) jest nieopłacalny, ponieważ w przyszłości będziesz miał możliwość rozszerzenia skali, co uczyni cały projekt opłacalnym. Prawdopodobnie można by zaryzykować dalej idący wniosek: opóźnij realizację projektu, jeżeli w późniejszym okresie rozpoczniesz projekt, rozważ możliwość jego rozszerzenia. Rozważanie projektu przy jednoczesnym uwzględnieniu opcji opóźnienia i opcji rozszerzenia wymagałoby uwzględnienia współzależności, które z pewnością między tymi opcjami występują.

USING REAL OPTIONS IN FINANCIAL EVALUATION OF AN INVESTMENT PROJECT. A CASE STUDY

S u m m a r y

Real options are an innovative method of evaluation investments tasks. The assumption for theoretical research and trials of practical applications are the imperfections of traditional method used to the present in order to evaluate investments efforts which consisted in calculating net present value (NPV) on a basis of flows of finances. The last mentioned method does not take into consideration the responsiveness of the subjects involved with decision making process regarding changes in internal conditions and in surrounding circumstances. The theory of real options is based the theory of financial options. Through an analogy to parameters of financial options it is possible to fix up parameters of real options for the project considered.

Thanks to the application of the retardation option and of extension option a new image of effectiveness of the whole task is being obtained: in both cases negative NPV result has changed into positive values – what made remunerable an investment effort treated as not remunerable up to the present and according to traditional NPV.

The Authors develop their consideration on the basis of hypothetical project of constructing a hotel with restaurant resort in the vicinity of the City of Poznań.