

Paweł Mielcarz

Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania w Warszawie

WYKORZYSTANIE NARZĘDZI UZUPEŁNIAJĄCYCH ANALIZĘ ZDYSKONTOWANYCH PRZEPŁYWÓW PIENIĘŻNYCH NETTO W OCENIE PROJEKTÓW BADAWCZO-ROZWOJOWYCH

1. Wstęp

Prezentowany referat, mający charakter przeglądowny, stanowi skrót pierwszej części szerszego opracowania, w skład którego wchodzi również prowadzone badanie kwestionariuszowe największych polskich przedsiębiorstw w zakresie stosowanych praktyk oceny projektów badawczo-rozwojowych, a także symulacje wycen tego typu inwestycji prowadzone na podstawie metod rozszerzających standardową technikę zdyskontowanych przepływów pieniężnych. Celami niniejszej części są: przedstawienie głównych problemów związanych z wyceną projektów badawczo-rozwojowych, nakreślenie dorobku nauki w tym obszarze, wskazanie na ograniczenia głównych metod analizy ryzyka w procesie oceny tego typu inwestycji, a także określenie konsekwencji użycia błędnej techniki analizy do podejmowania decyzji zgodnych z interesami właścicieli. W założeniu opracowanie całościowe, zawierające wyniki symulacji oraz badania kwestionariuszowego, będzie ukierunkowane na weryfikację hipotezy mówiącej, że wykorzystywanie niewłaściwych metod oceny projektów badawczo-rozwojowych w warunkach polskich prowadzi do błędnego oszacowania wartości tego typu inwestycji, co może wpływać negatywnie na utrzymanie przez polskie przedsiębiorstwa zdolności do długookresowego kreowania wartości dla właścicieli.

2. Znaczenie projektów badawczo-rozwojowych w procesie kreacji wartości

U podstaw prezentowanych rozważań leży powszechnie akceptowane przekonanie, że jednym z głównych czynników wpływających na przyrost wartości dla

akcjonariuszy jest umiejętność zdobywania i utrzymywania przez przedsiębiorstwo długotrwałej przewagi konkurencyjnej, wpływającej na kreację wolnych przepływów w wielkości przekraczającej wymagania stawiane przez kapitałodawców. Powstawanie i utrzymywanie takiej przewagi wiąże się z koniecznością prowadzenia długofalowych działań inwestycyjnych, ukierunkowanych na tworzenie aktywów rzeczowych i niematerialnych, których wykorzystanie z jednej strony umożliwi powstawanie ofert innowacyjnych, wychodzących naprzeciw dotychczas niedostrzeganym lub niezaspokajanym w dostatecznym stopniu potrzebom rynku, z drugiej zaś ograniczy skuteczność działań imitacyjnych podejmowanych przez jednostki konkurencyjne, zmniejszając tym sposobem wpływ podmiotów trzecich na wielkość generowanych przez przedsiębiorstwo przepływów. Badania empiryczne, a także opinie autorów literatury przedmiotu wskazują, że tego rodzaju charakter mają inwestycje badawczo-rozwojowe, realizacja bowiem i komercjalizacja takich projektów są warunkiem tworzenia podstawowych kompetencji przedsiębiorstwa i – co się z tym wiąże – przewagi konkurencyjnej [Boer 2002, s. 26].

Biorąc pod uwagę wysoką kapitałochłonność, wieloetapowość oraz często strategiczny charakter projektów badawczo-rozwojowych, zasadne wydaje się, aby decyzje o ich podjęciu były uzależniane od wyników szczegółowych analiz ekonomicznych, pozwalających szacować przyrost wartości dla właścicieli, powstały na skutek realizacji planowanej inwestycji. Badania ukierunkowane na ustalenie wielkości tego wpływu nabierają szczególnego znaczenia w warunkach globalizacji i wzrostu dostępności do informacji, a także obserwowanego obniżania barier migracji kapitału. Również upowszechnianie koncepcji zarządzania przez wartość, która w praktycznym zastosowaniu oznacza często poszukiwanie dróg maksymalizacji wolnych przepływów dla inwestorów i jednocześnie ograniczanie wielkości zaangażowanego kapitału, podnosi rangę wiarygodnej analizy efektywności projektów badawczo-rozwojowych, nieumiejętność bowiem udowodnienia, że prowadzenie działań badawczych może wpływać na wzrost wolnych środków pieniężnych w przyszłości, tworzy podstawy do ograniczania wydatków na tego typu projekty. Natomiast podjęcie decyzji o realizacji projektu bez przeprowadzenia analizy ekonomicznej lub na podstawie analizy sporządzonej w sposób błędny, zwiększa ryzyko akceptacji projektów konsumujących wartość właścicieli.

3. Specyfika projektów badawczo-rozwojowych a praktyka wyceny – kierunki badawcze

Ocena inwestycji badawczo-rozwojowych i określenie planowanego przyrostu wartości uzyskanego w efekcie ich realizacji wydaje się zadaniem szczególnie trudnym. Wysoki poziom komplikacji analizy ekonomicznej tego typu projektów wynika z ich ponadnormalnego w stosunku do inwestycji standardowych ryzyka

technicznego (trudno przewidywalne problemy natury technicznej w trakcie trwania inwestycji), a także wysokiej niepewności związanej z etapem komercjalizacji wyników prac badawczych (*real options*). Ryzyko to tworzy opcje elastycznego reagowania na zmieniające się warunki. W teorii finansów panuje przekonanie, że istnienie możliwości podejmowania decyzji adaptacyjnych wpływa na wartość inwestycji i dlatego też wpływ ten powinien być uwzględniany w procesie ekonomicznej analizy projektów badawczo-rozwojowych. Niemniej jednak wycena opcji realnych jest, w porównaniu z bardziej tradycyjnymi metodami oceny projektów inwestycyjnych, procesem skomplikowanym, wymagającym nie tylko dogłębnego zrozumienia teorii opcyjnej, ale przede wszystkim umiejętności dokładnego identyfikowania charakteru opcji decyzyjnych, powstających na poszczególnych etapach realizacji projektu [Kemna 1993, s. 270]. W przypadku inwestycji badawczo-rozwojowych, często mających charakter innowacyjny i niepowtarzalny, prawidłowe rozpoznanie opcji realnych w fazie oceny projektu jest zadaniem szczególnie trudnym. Jednak nieuwzględnienie wartości elastycznego działania w analizie skutkuje znacznym niedoszacowaniem wartości inwestycji, co przy wysokim zaangażowaniu kapitałowym, jakie zazwyczaj jest wymagane do prowadzenia prac badawczo-rozwojowych, może stanowić poważną barierę w podejmowaniu decyzji o ich realizacji. W literaturze przedmiotu pojawiają się również opinie mówiące, że prawidłowo przeprowadzona wycena powinna obejmować nie tylko wartość samych opcji, ale również zdolność organizacji do ich wykorzystania [Flink 2001; Trigeorgis 1995]. Przyjęcie takiego punktu widzenia powiększa jeszcze poziom komplikacji wyceny projektów badawczo-rozwojowych, spełnienie bowiem tego wymagania oznacza konieczność uwzględnienia w analizie finansowej wpływu na wartość inwestycji takich czynników jak jakość kapitału intelektualnego firmy i zdolności kadr zarządzających do podejmowania decyzji adaptacyjnych, racjonalnych z punktu widzenia maksymalizacji wartości właścicieli [Boer 2002, s. 26].

Trudność analizy ekonomicznej opłacalności projektów badawczo-rozwojowych podnoszą także obserwowane często etapowość i współzależność poszczególnych części projektu. Próba uwzględnienia w analizie projektów tych cech wiąże się często z koniecznością przeprowadzenia skomplikowanej wyceny inwestycji złożonej ze współzależnych projektów cząstkowych, w wypadku których decyzja o podjęciu kolejnego etapu jest uzależniona nie tylko od wyniku realizacji prac wcześniejszych, ale również od przewidywań co do możliwości zyskowej komercjalizacji wyników całego projektu. Ponownie, prawidłowo przeprowadzona ocena tego typu inwestycji oznacza konieczność wyceny złożonych opcji decyzyjnych. W wypadku takiego ujęcia zawilość analizy pogłębia również relatywnie długi, a często nie dający się określić czas trwania całego projektu.

Teoria i praktyka finansów wypracowały wiele technik oceny inwestycji, należy jednak podkreślić, że wspomniane już cechy charakterystyczne projektów badawczo-rozwojowych ograniczają możliwość uzyskania zadowalających wyników

w drodze wykorzystania większości z tradycyjnych narzędzi. W świetle powszechnie akceptowanego postulatu, wskazującego na maksymalizację wartości dla właścicieli jako na jeden z głównych celów działania przedsiębiorstw, należy przyjąć, że prawidłowe kryterium decyzyjne w zakresie oceny projektów badawczo-rozwojowych powinno pozwalać na oszacowanie planowanego przyrostu wartości, powstałego w wyniku realizacji inwestycji. Akceptacja takiego założenia jest uzasadniona, jeśli się weźmie pod uwagę główny nurt literatury przedmiotu – w zdecydowanej większości przypadków badacze i autorzy zgadzają się, że techniki oparte na kalkulacji zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto projektu są znacznie lepszym kryterium oceny inwestycji niż metody niedyskontowe. Jednak zastosowanie standardowej analizy zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto do oceny projektów badawczo-rozwojowych nie pozwala na dostateczne zobrazowanie wpływu ryzyka oraz możliwości podejmowania działań adaptacyjnych na wartość projektu. Dlatego także proces wyceny tego typu inwestycji powinien być wsparty zastosowaniem odpowiednich technik uzupełniających lub rozszerzających analizę wpływu ryzyka i możliwości podejmowania działań adaptacyjnych na wartość inwestycji. Do tego typu technik L. Trigeorgis zaliczył: analizy typu wrażliwości, symulację wpływu zmienności podstawowych danych bazowych na wartość projektu (metodologia Monte Carlo), techniki oparte na koncepcji drzew decyzyjnych, a także wycenę opcji realnych zawartych w projekcie [Trigeorgis 2000, s. 52-68]. J.C. Mun do grupy tej dodaje również techniki scenariuszowe [Mun 2002]. Pomimo różnego zaawansowania tych technik, zastosowanie każdej z nich pozwala na lepsze zobrazowanie wpływu ryzyka, a w przypadku opcji realnych i drzew decyzyjnych – również wpływu elastyczności działania na wartość inwestycji, a przez to wzbogaca i rozszerza wycenę tak specyficznych inwestycji, jakimi są projekty badawczo-rozwojowe.

Bogata literatura przedmiotu z ostatnich kilku lat wydaje się dość jednoznacznie wskazywać, że dotychczasowe osiągnięcia nauki pozwalają uznać analizę zdyskontowanych przepływów pieniężnych, poszerzoną o wycenę opcji realnych zawartych w projekcie, za narzędzie najbardziej uniwersalne, uwzględniające w najwyższym stopniu wpływ ryzyka i elastyczności działania na wartość tego typu inwestycji. Jednak technika ta jest, pomimo implementacji tego narzędzia przez część międzynarodowych korporacji, stosunkowo rzadko wykorzystywana nawet w krajach wysoko rozwiniętych [Ryan 2002; Teach 2003; Pike, Richard 1996, s. 79-92; Różański 1998, s. 125-126]. Badania wskazują, że tylko ok. 11% największych amerykańskich przedsiębiorstw stosuje tego typu narzędzie [Ryan 2002, s. 13]. W grupie tej przeważają przedsiębiorstwa innowacyjne, charakteryzujące się wysokimi nakładami na prace badawcze, zwłaszcza główne firmy branży farmaceutycznej, biotechnologicznej oraz zajmujące się eksploracją złóż naturalnych [Boer 2002, s. 28]. Może to wskazywać, że znaczenie zaawansowanych technik wyceny inwestycji pierwsze doceniły przedsiębiorstwa budujące swą przewagę

konkurencyjną na podstawie zaawansowanych technologii oraz dostępu do rząd-
kich zasobów, czyli czynniki mające zasadnicze znaczenie dla długotrwałej kreacji
wartości dla właścicieli.

Badania pilotażowe przeprowadzone przez autora na niereprezentatywnej gru-
pie menedżerów dużych polskich przedsiębiorstw wskazują, że zaawansowane
techniki analizy, pozwalające na szacowanie nie tylko wpływu ryzyka, ale również
możliwości podejmowania działań adaptacyjnych na wartość projektu, są stosowa-
ne zarówno do oceny standardowych inwestycji, jak i do wyceny bardziej skompli-
kowanych projektów badawczo-rozwojowych¹. Z uzyskanych informacji wynika
również, że w warunkach polskich w zdecydowanej większości przypadków anali-
zy opłacalności są prowadzone na podstawie statycznych metod dyskontowych lub
technik niedyskontowych, wspieranych analizą wrażliwości. Do podobnych wnio-
sków można dojść, analizując wyniki badań w zakresie stosowanych w Polsce
praktyk oceny, przeprowadzonych przez W. Rogowskiego (por. [Rogowski 2003]).
Wstępna faza prowadzonych przez autora badań nie pozwala na wyciąganie wią-
żących wniosków na temat praktyk w zakresie oceny projektów badawczo-rozwojo-
wych, jednak już na tym etapie można postawić hipotezę o niskim poziomie apli-
kacji w polskich przedsiębiorstwach zaawansowanych narzędzi analizy, a także o
słabej znajomości tych narzędzi wśród kadr zarządzających jako głównej przyczy-
nie istnienia takiego stanu rzeczy.

Biorąc pod uwagę te spostrzeżenia na temat praktyk wyceny projektów bada-
wczo-rozwojowych, a także ich specyfiki i znaczenia, można powiedzieć, że zasadne
jest przeprowadzenie badania, którego efektem będzie ustalenie:

- a) stanu faktycznego w zakresie praktyk oceny projektów inwestycyjnych o cha-
akterze badawczo-rozwojowym, stosowanych w dużych polskich przedsiębiorstwach,
- b) przyczyn istnienia rozbieżności między stanem pożądanym a faktycznym, wy-
stępującym w zakresie analizy ekonomicznej projektów badawczo-wdrożeniowych,
- c) stopnia wpływu kryteriów jakościowych na decyzje o realizacji inwestycji
badawczo-rozwojowych,
- d) przyczyn stojących na przeszkodzie implementacji najbardziej efektywnych
narzędzi analizy w polskich przedsiębiorstwach.

Określenie stanu faktycznego w wymienionych obszarach mogłoby stanowić
punkt wyjścia do procesu wdrożenia zaawansowanych technik oceny projektów ba-
dawczo-rozwojowych w warunkach polskich. Implementacja takich narzędzi w
krajowych przedsiębiorstwach powinna w dłuższej perspektywie pozytywnie wpły-
nąć na jakość zarządzania inwestycjami strategicznymi, a tym samym na wzrost
konkurencyjności polskich firm na rynkach międzynarodowych. Ponadto wdroże-
nie zaawansowanych metod oceny projektów badawczo-rozwojowych umożliwiło-

¹ Na podstawie wywiadów przeprowadzonych wśród ponad dwudziestu menedżerów przedsię-
biorstw z grupy pięciuset największych, według rankingu tygodnika „Polityka”.

by lepszą komunikacją pomiędzy przedsiębiorstwami a potencjalnymi kapitałodawcami, czego efektem mogłoby być zwiększenie liczby i wartości realizowanych inwestycji.

4. Efektywność metod wspomagających i rozszerzających wyceny projektów badawczo-rozwojowych

W świetle przedstawionych rozważań istotną staje się kwestia stopnia przydatności metody statycznej zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto, a także poszczególnych technik uzupełniających i rozszerzających tę metodę, do analizy ryzyka i wpływu elastyczności działania zawartych w projektach badawczo-rozwojowych na wycenę tego typu inwestycji. Wydaje się, że dalsze dociekania **powinny pójść w kierunku określenia konsekwencji użycia nieodpowiednich narzędzi analizy w ekonomicznej ocenie projektów badawczo-rozwojowych**. Zagadnienie to jest szczególnie ważne ze względu na przytaczane już wyniki badań, wskazujące na stosunkowo niskie wykorzystanie przez przedsiębiorstwa zaawansowanych technik analizy. Niniejsze rozważania na temat poszczególnych algorytmów, przeprowadzone na podstawie analizy literatury przedmiotu, stanowią próbę poszukiwania odpowiedzi w zakresie wyżej zdefiniowanych problemów. Uzupełnienie rozważań stanowią symulacje wycen projektów badawczo-rozwojowych, opartych na niżej przedstawionych algorytmach rozszerzających standardową analizę zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto. Ze względu na rozmiar oraz charakter tego opracowania wyniki analiz zostaną zaprezentowane w oddzielnej publikacji.

4.1. Ocena projektów badawczo-rozwojowych na podstawie metody zdyskontowanych przepływów pieniężnych

Uwzględnienie ryzyka w ocenie projektów inwestycyjnych metodą zdyskontowanych przepływów pieniężnych oznacza akceptację tego, że zmienne bazowe (koszty, ceny, nakłady, przychody itd.), wpływające na wielkości wolnych przepływów pieniężnych w poszczególnych okresach analizy, mogą się kształtować w ramach określonych rozkładów prawdopodobieństwa, przy czym do procesu kalkulacji stosowane są najbardziej prawdopodobne lub średnie wartości zmiennych bazowych [Trigeorgis 2000, s. 52-68]. Przyjęcie takiego punktu widzenia oznacza, że zdyskontowane przepływy pieniężne całego projektu będzie również charakteryzował rozkład wartości, a nie jedna wartość. Poziom oczekiwanej zmienności wolnych przepływów odzwierciedlają oczekiwania kapitałodawców co do zwrotu z podjętej inwestycji – im większa oczekiwana zmienność przepływów, tym wyższe wymagania inwestorów w odniesieniu do zwrotu z powierzonego kapitału.

Literatura przedmiotu prezentuje dwa rozwiązania, których zastosowania mają na celu uwzględnianie ryzyka w ocenie projektów inwestycyjnych za pomocą metody zdyskontowanych przepływów pieniężnych: technika równoważnika pewności (*certainty – equivalent amount*) oraz technika stopy dyskontowej dostosowanej do poziomu ryzyka (*risk adjusted discount rate*). Istotą techniki ekwiwalentu płatności jest obniżenie obciążonych ryzykiem przepływów pieniężnych do poziomu odzwierciedlającego zerowe ryzyko niezrealizowania przepływów. W ten sposób kalkuluje się przepływy pewne, które następnie są aktualizowane na moment podjęcia inwestycji stopą wolną od ryzyka. Z kolei technika stopy dyskontowej dostosowanej do poziomu ryzyka zakłada dopasowanie stopy aktualizującej do poziomu ryzyka zawartego w prognozach przepływów pieniężnych. Prawidłowe zastosowanie którejkolwiek z omawianych technik powinno prowadzić do uzyskania jednokowej wartości aktualnej netto, co oznacza, że planowany w danym roku pewny przepływ pieniężny, zaktualizowany na moment zerowej stopą wolną od ryzyka, musi dać taką samą wartość jak obciążony ryzykiem przepływ pieniężny, zaktualizowany stopą dostosowaną do poziomu ryzyka [Trigeorgis 2000, s. 52-68].

Oddzielny problem stanowi kalkulacja stopy dyskontowej dostosowanej do poziomu ryzyka. Jak twierdził L. Trigeorgis, wartość tej stopy powinna odzwierciedlać poziom ryzyka: „średniego inwestora rynkowego”, co oznacza, że inwestor posiada możliwość pełnej dywersyfikacji portfela aktywów, a przez to eliminacji wpływu ryzyka specyficznego na wartość portfela podejmowanych przez niego inwestycji. Pomimo że założenie to, wywodzące się z teorii portfelowej, wydaje się paradygmatem powszechnie akceptowanym, opinia części autorów wskazuje na brak pełnej akceptacji takiego punktu widzenia. Rozbieżności w tym względzie można zaobserwować choćby w pracach takich specjalistów, jak: A. Damodaran [Damodaran 2001, s. 57 i 87], S. Benning i O. Sarig [Benning, Sarig 1997, s. 17] czy choćby E. Brigham i L. Gapenski [Brigham, Gapenski 1990, s. 345-346]. Opinie tych autorów dowodzą, że gdy nie istnieją podstawy do przyjęcia założenia o możliwości eliminacji przez właścicieli ryzyka specyficznego w drodze dywersyfikacji portfela, wycena projektów inwestycyjnych (i przedsiębiorstw) powinna uwzględniać całość ryzyka, a nie tylko ryzyko specyficzne. W praktyce może to oznaczać podniesienie stopy dyskontowej o premię ryzyka specyficznego [Damodaran 2001, s. 57 i 87].

Biorąc pod uwagę specyfikę projektów badawczo-rozwojowych, należy stwierdzić, że w klasycznej formie, bez zastosowania technik dodatkowych, analiza zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto nie jest dobrym narzędziem oceny tego typu inwestycji. Główne ograniczenie analizy zdyskontowanych przepływów pieniężnych w procesie oceny projektów badawczo-rozwojowych wynika z założenia stabilności i niezmienności podstawowych parametrów projektu, a także z przyjmowania najbardziej prawdopodobnego lub średniego scenariusza rozwoju sytuacji jako podstawy szacowania wartości zmiennych bazowych (koszty, przy-

chody, nakłady, stopa dyskontowa itd.). Akceptacja takich założeń wyklucza możliwość zaistnienia nowych warunków, zmieniających wielkość wolnych przepływów pieniężnych, a co się z tym wiąże – również możliwość podejmowania przez kadrę kierowniczą działań adaptacyjnych, nie pozwalając tym samym na dostateczne zobrazowanie wpływu ryzyka oraz elastyczności działania na wartość projektu. Założenia te szczególnie mocno ograniczają możliwość zastosowania technik zdyskontowanych przepływów pieniężnych w procesie oceny efektywności projektów badawczo-rozwojowych, gdyż – jak już podkreślano – tego typu inwestycje wiążą się ze szczególnie wysokim ryzykiem niezrealizowania pierwotnie zakładanego scenariusza rozwoju sytuacji, co oznacza możliwość, a często również konieczność, podejmowania działań adaptacyjnych. Pomimo swych niedoskonałości technika zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto jest bardzo ważnym elementem procesu szacowania wartości projektów badawczo-rozwojowych, kalkulacja bowiem NPV jako miary przyrostu wartości stanowi wstęp do wykorzystania bardziej zaawansowanych technik oceny ryzyka i elastyczności działania. W tym miejscu należy jednak podkreślić, że biorąc pod uwagę specyfikę projektów badawczo-rozwojowych, użycie standardowej wartości aktualnej netto do oceny tego typu inwestycji, bez dodatkowych analiz szacujących wpływ opcji decyzyjnych na jej wartość, może doprowadzić do bardzo poważnego niedoszacowania wartości projektu.

4.2. Ocena projektów badawczo-rozwojowych na podstawie metody zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto poszerzonej o analizę wrażliwości

Analiza wrażliwości, stanowiąca rozwinięcie tradycyjnego modelu zdyskontowanych przepływów pieniężnych, jest ukierunkowana na zobrazowanie wpływu pojedynczej zmiennej bazowej na wartość całego projektu. Proces prowadzenia analizy wrażliwości polega na obserwacji zmian wartości inwestycji (zmiennej objaśnianej) powstałych na skutek modelowania wyselekcjonowanego parametru bazowego (tzw. zmiennej objaśniającej), z zachowaniem zasady, że inne zmienne bazowe pozostają na poziomie najbardziej prawdopodobnego scenariusza rozwoju sytuacji. Obserwacje wpływu kolejnych zmiennych są prowadzone niejako w izolacji w stosunku do zmienności pozostałych parametrów.

Przeprowadzenie analizy wrażliwości ułatwia identyfikację parametrów istotnych dla wartości całego projektu, a także pozwala określić, jak będzie kształtować się jej wartość w przypadku błędnej estymacji danego parametru. Jednak użycie tego narzędzia może prowadzić do błędnych wniosków w zakresie rzeczywistego wpływu zmiany parametru bazowego na wartość projektu w sytuacji współistnienia zależności między poszczególnymi zmiennymi bazowymi (np. wysokością

marży i wielkością sprzedaży). W takim przypadku zmiana pojedynczego parametru powinna skutkować odpowiednią korektą następnych parametrów. Istnieje również możliwość występowania współzależności pomiędzy wartościami danego parametru w poszczególnych okresach analizy. Założenia klasycznej analizy wrażliwości nie pozwalają na uchwycenie tego typu zależności. Należy również zwrócić uwagę, że zakresy zmienności poszczególnych zmiennych bazowych charakteryzują rozkłady prawdopodobieństwa, w związku z czym wystąpienie poszczególnych wartości zmiennych bazowych nie jest równie prawdopodobne. Tego typu uwarunkowania również nie można uwzględnić w analizie wrażliwości. Czynnikiem decydującym o niskiej przydatności analizy wrażliwości w procesie oceny projektów badawczo-rozwojowych jest także jej niedostosowanie do uwzględnienia wpływu opcji decyzyjnych na wartość projektu – wprowadzenie do analizy możliwości elastycznego reagowania oznacza jednoczesną zmianę wielu parametrów rozłożonych w czasie. Podsumowując, można stwierdzić, że stosowanie analizy wrażliwości w celu uzupełnienia standardowej analizy zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto projektu badawczo-rozwojowego, zawierającego opcje decyzyjne, może prowadzić do błędnej interpretacji wpływu czynników ryzyka na wartość projektu, a co się z tym wiąże – również poważnego niedoszacowania wartości inwestycji. Dlatego też wyniki analizy wrażliwości nie powinny stanowić podstawy do oceny wpływu ryzyka na wartość projektów badawczych. Zasadne więc wydaje się stwierdzenie, że wyniki uzyskane w drodze analizy wrażliwości można traktować jako punkt wyjścia do dalszych badań (zastosowania innych technik), pozwalających na określenie parametrów mających istotny wpływ na wartość projektu. W sposób naturalny informacje uzyskane w wyniku zastosowania tej techniki mogą zostać wykorzystane do przeprowadzenia kompleksowej symulacji wpływu zdefiniowanych zmiennych na wartość projektu (opartej na technice Monte Carlo) lub też w procesie identyfikacji opcji decyzyjnych.

4.3. Ocena projektów badawczo-rozwojowych na podstawie metody zdyskontowanych przepływów pieniężnych, poszerzona o analizę scenariuszową

Analiza scenariuszowa zakłada, w przeciwieństwie do analizy wrażliwości, łączenie w ramach jednego scenariusza rozwoju sytuacji zmian wielu parametrów bazowych. Ponadto wartość poszczególnych parametrów w zakresie danego scenariusza wynika z przyjętych założeń dotyczących przewidywanego rozwoju wydarzeń, w związku z czym możliwe jest ustalenie logicznych zależności pomiędzy poszczególnymi zmiennymi, co nie było możliwe w analizie wrażliwości. W najbardziej rozpowszechnionej wersji analizy wrażliwości poszczególnym scenariuszom rozwoju sytuacji nadawane są (najczęściej na podstawie obserwacji histo-

rycznych lub systemem eksperckim) prawdopodobieństwa zaistnienia, co umożliwia nie tylko kalkulację oczekiwanej wartości aktualnej netto, ale również obliczenie odchylenia standardowego tej wartości.

Wydaje się, że analiza scenariuszowa stanowi lepsze niż analiza wrażliwości narzędzie wspomagające ocenę projektów badawczo-rozwojowych. W tym przypadku bowiem istnieje również, poza wymienionymi zaletami, możliwość konstrukcji planów przedstawiających zaistnienie danego zdarzenia oraz reakcję decydentów na planowaną sytuację. Przykładem może być opracowanie scenariusza zakładającego sukces rynkowy wstępnej fazy inwestycji oraz reakcję kadry zarządzającej na taki rozwój wypadków – w postaci zwiększenia zaangażowania kapitałowego w projekt lub też scenariusz przedstawiający wyjście z inwestycji (i zmniejszenie potencjalnych strat) w przypadku niepowodzenia pierwszej części. Opracowanie przewidywanych scenariuszy rozwoju sytuacji w taki sposób nie tylko pozwala obrazować ryzyko wartości projektu, ale także stwarza namiastkę wyceny opcji decyzyjnych poprzez porównanie wartości inwestycji wyliczonej na podstawie analizy scenariuszowej z wartością uzyskaną na podstawie standardowej analizy zdyskontowanych przepływów pieniężnych, zakładającej przecież, że wartości zmiennych bazowych powinny odzwierciedlać najbardziej prawdopodobny lub średni rozwój sytuacji. Ponadto proces konstrukcji planów scenariuszowych skłania do głębszej analizy czynników mogących mieć istotne znaczenie dla materializacji danego scenariusza oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia. Wyniki takiego badania mogą stanowić podstawę zastosowania drzew decyzyjnych oraz wyceny opcji realnych. Należy jednak pamiętać o zasadniczych ograniczeniach tej metody w procesie szacowania wpływu elastycznego działania na wartość projektu. Przede wszystkim klasyczna analiza wrażliwości umożliwia nadanie prawdopodobieństwa materializacji całego scenariusza, a nie poszczególnych zmiennych czy zdarzeń w jego ramach, co oznacza, że nadal zakłada się (podobnie jak w standardowej analizie wartości aktualnej netto) deterministyczny charakter rozwoju sytuacji. Pomimo to wydaje się, że analiza scenariuszowa, prawidłowo definiująca scenariusze rozwoju sytuacji, stanowi znacznie bardziej przydatne narzędzie wspomagające ocenę projektów badawczo-rozwojowych niż analiza wrażliwości.

4.4. Ocena projektów badawczo-rozwojowych na podstawie metody zdyskontowanych przepływów pieniężnych, poszerzona o analizę Monte Carlo

Pierwszym etapem analizy Monte Carlo jest obliczenie standardowej wartości aktualnej netto na podstawie najbardziej prawdopodobnych wartości zmiennych bazowych. Wyliczenia muszą być prowadzone w formie modelu stworzonego w odpowiednim programie, pozwalającym na symulowanie wpływu zmian wybra-

nych elementów na końcową wartość projektu (np. w arkuszu kalkulacyjnym Excel, rozszerzonym o program Crystal Ball). W drugim etapie analityk selekcjonuje zmienne bazowe charakteryzujące się zarówno wysoką zmiennością, jak i znaczącym wpływem na wartości projektu. Identyfikacja tych czynników jest prowadzona na podstawie danych historycznych lub oparta na doświadczeniu analityka. Trzeci etap analizy polega na określeniu zakresu zmienności oraz rozkładów wybranych zmiennych bazowych, zdefiniowaniu zależności zachodzących pomiędzy poszczególnymi zmiennymi bazowymi, a także na ustanowieniu parametru celu, którego wartość będzie symulowana (w wycenie projektów badawczo-rozwojowych będzie to wartość tego projektu). Ostatni etap stanowi przeprowadzenie od kilkuset do kilkunastu tysięcy symulacji jednoczesnych zmian wyselekcjonowanych zmiennych bazowych, w ramach określonych rozkładów i z zachowaniem zależności zachodzących pomiędzy poszczególnymi zmiennymi. W ten sposób powstaje rozkład prawdopodobieństwa wartości wycenianego projektu.

Analiza Monte Carlo stanowi poważne rozwinięcie standardowej analizy zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto. Technika ta pozwala obrazować wpływ zakresu zmienności poszczególnych zmiennych bazowych na wartość projektu, znosząc tym samym założenie o wartościach średnich lub dominujących zmiennych bazowych jako podstawie kalkulacji NPV. Technika ta posiada także kilka cech ograniczających możliwość wykorzystania tego narzędzia w ocenie projektów badawczo-rozwojowych. Zasadniczym problemem w przypadku tego typu inwestycji jest bardzo wysokie ryzyko poszczególnych zmiennych bazowych, co poprzez symulacje wpływa na stosunkowo duże zakresy zmienności wartości projektu. W efekcie więc przeprowadzenie symulacji Monte Carlo tego typu projektów może prowadzić do stworzenia trudnego do interpretacji płaskiego rozkładu możliwych wartości. Poza tym realizacja symulacji nie prowadzi do uwzględnienia w analizie możliwości elastycznego reagowania na zmieniające się warunki – standardowa technika Monte Carlo pozwala obserwować wartość projektu powstałą na skutek zaistnienia danego zdarzenia, natomiast nie pozwala ukazać wpływu na wartość projektu decyzji menedżerskiej, będącej odpowiedzią na zaistniałe zdarzenie. Należy pamiętać, że to właśnie decyzje adaptacyjne mają zazwyczaj zasadniczy wpływ na wartość projektów badawczo-rozwojowych, a więc niemożność uwzględnienia ich wartości w symulacji będzie prowadzić do znacznego zaniżenia wyceny projektu. Ponadto, jak wskazywał L. Trigeorgis, istnieją również zastrzeżenia natury metodologicznej co do poprawności założenia o możliwości zmiany wartości przepływów pieniężnych (w wyniku symulacji) bez odpowiedniej korekty stopy dyskontowej [Trigeorgis 2000, s. 56]. Wszystko to sprawia, że analiza typu Monte Carlo może służyć tylko jako narzędzie pomocnicze, natomiast nie powinna stanowić wiążącego kryterium decyzyjnego w procesie oceny skomplikowanych projektów badawczo-rozwojowych.

4.5. Ocena projektów badawczo-rozwojowych na podstawie metodologii drzew decyzyjnych

Przeprowadzenie wyceny projektu z zastosowaniem techniki drzew decyzyjnych nie tylko pozwala na uwzględnienie różnych scenariuszy rozwoju sytuacji (tak jak w przypadku analizy scenariuszowej), ale również daje możliwość oszacowania wpływu działań adaptacyjnych na wartość projektu (np. wykonanie opcji zakończenia lub odsprzedaży projektu w sytuacji niekorzystnego rozwoju sytuacji rynkowej) [Teisberg 1995, s. 33]. Przewidywane przepływy pieniężne w kolejnych scenariuszach rozwoju sytuacji, a także oczekiwane prawdopodobieństwa zaistnienia danego scenariusza, są prognozowane na podstawie informacji dostępnych w momencie sporządzania analizy. Jak twierdził O. Teisberg, w technice tej prawdopodobieństwo realizacji każdego scenariusza rozwoju sytuacji jest określane najczęściej na podstawie subiektywnej opinii analityka lub danych statystycznych pochodzących z wykonania podobnych projektów. Najczęściej stosowaną w praktyce stopą aktualizującą poszczególne przepływy jest alternatywny koszt kapitału, wykorzystywany również w standardowej metodzie zdyskontowanych przepływów pieniężnych². W tym miejscu pojawia się jednak problem natury metodologicznej, zastosowanie bowiem takiej stopy dyskontowej oznacza użycie parametru odzwierciedlającego inny poziom ryzyka niż przynależny przepływowi zaprojektowanym w drodze konstrukcji drzew decyzyjnych. Stopa ta odzwierciedla w praktyce poziom ryzyka adekwatny do sytuacji, w której zakłada się, że istnieje tylko jeden (średni) scenariusz rozwoju sytuacji, nie przewidując możliwości elastycznego reagowania na zmieniające się warunki (z założenia warunki nie zmieniają się, ponieważ są już określone w danym, jedynym scenariuszu) [Copeland, Antikarov 2001, s. 87-90]. Innymi słowy, statyczna metoda zdyskontowanych przepływów pieniężnych zakłada, że nie istnieje pole do podejmowania elastycznych decyzji przez kierownictwo. W rzeczywistości konstrukcja drzew decyzyjnych uwzględnia możliwości funkcjonowania różnych scenariuszy rozwoju sytuacji, a także podejmowania elastycznych decyzji adaptacyjnych już w trakcie realizacji projektu. W związku z tym użycie stopy dyskontowej z modelu NPV do kalkulacji wartości bieżącej przepływów, oszacowanych na podstawie techniki drzew decyzyjnych, jest jednoznaczne z użyciem stopy nieadekwatnej do poziomu ryzyka. Istnienie opisanego niedopasowania wysokości stopy dyskontowej do poziomu podejmowanego ryzyka można zobrazować za pomocą teorii jednej ceny. Zgodnie z tą teorią dwa aktywa, „które generują dokładnie takie same płatności w każdym możliwym wypadku rozwoju sytuacji, są doskonale substytucyjne i dlatego mają dokładnie taką samą cenę” [Copeland,

² Istnieje również grupa badaczy, która twierdzi, że przepływy powinny być dyskontowane stopą wolną od ryzyka, natomiast ryzyko uwzględnione w konstrukcji drzewa decyzyjnego.

Antikarow 2001, s. 89]. Oznacza to, że jeśli teoretycznie założymy możliwość znalezienia pojedynczych aktywów lub portfela aktywów, posiadającego cenę rynkową oraz generującego przepływy doskonale skorelowane z przepływami z rozpatrywanego projektu inwestycyjnego (*twin security*), to stopa dyskontowa aktualizująca przepływy z tych aktywów będzie również stopą odzwierciedlającą poziom ryzyka danego projektu, z założeniem niemożności reagowania na pojawiające się informacje, czyli w sytuacji zgodnej z założeniami standardowej analizy NPV. Można stwierdzić, że znalezienie takich aktywów pozwala na określenie stopy dyskontowej odzwierciedlającej poziom ryzyka danego projektu inwestycyjnego, która zostanie wykorzystana do wyceny tego projektu metodą NPV. Jeśli zatem uzyskana w ten sposób stopa dyskontowa zostanie użyta do aktualizacji przepływów oszacowanych w procesie konstrukcji drzew decyzyjnych, zakładających elastyczność reagowania, to w rzeczywistości do wyceny zostanie wykorzystana stopa odzwierciedlająca inny poziom ryzyka niż wynikający z analizy drzew decyzyjnych.

Do podstawowych ograniczeń koncepcji drzew decyzyjnych należy również zaliczyć konieczny i deterministyczny podział projektu na etapy oraz założenie o dyskretnym charakterze możliwych do uzyskania rezultatów w każdej fazie realizacji inwestycji [Damodaran 1997, s. 281]. Wymagania te są trudne do uwzględnienia w przypadku oceny projektów badawczo-rozwojowych, w których liczba opcji decyzyjnych jest szczególnie duża. Ponadto konieczność przypisania z reguły subiektywnego prawdopodobieństwa wystąpienia danego scenariusza rozwoju sytuacji stoi w sprzeczności z koncepcją wyceny opcji decyzyjnych. Wartość tych opcji jest zależna od zmienności instrumentu bazowego, którą w przypadku opcji decyzyjnych jest najczęściej zaktualizowana wartość przepływów operacyjnych projektu, a nie od prawdopodobieństwa zaistnienia danego scenariusza nadanego przez analityka.

Niezależnie od istniejących ograniczeń należy stwierdzić, że w stosunku do omawianych wcześniej technik, rozszerzających standardową analizę zdyskontowanych przepływów pieniężnych, drzewa decyzyjne stanowią zaawansowane narzędzie analizy, ułatwiające identyfikację opcji decyzyjnych i przybliżające ich wartość. Dodatkowym atutem tego podejścia do wyceny projektów badawczo-rozwojowych jest jego prostota, szczególnie w odniesieniu do omawianej w następnej części koncepcji wyceny opcji realnych. Fakt ten może mieć zasadnicze znaczenie dla końcowych użytkowników analiz ekonomicznych, często nie mających zaawansowanej wiedzy z zakresu analizy finansowej tego typu przedsięwzięć. Biorąc jednak pod uwagę opisane ograniczenia koncepcji drzew decyzyjnych, można wnioskować, że przeprowadzona na jej podstawie wycena niekiedy w pewnym zakresie nie odzwierciedla rzeczywistej wartości dla właścicieli, jaką przedstawia realizacja projektu badawczo-rozwojowego.

4.6. Ocena projektów badawczo-rozwojowych na podstawie zdyskontowanych przepływów pieniężnych poszerzona o wycenę opcji realnych zawartych w projekcie

W terminologii finansowej termin „opcje realne” został użyty po raz pierwszy w 1984 r. przez S. Myersa w celu określenia narzędzi pozwalających łączyć w analizie projektu rozwojowego perspektywę strategiczną i finansową [Boer 2002, s. 27]. Zgodnie z definicją, jaką sformułowali M. Amram i N. Kulatilaka, opcja realna stanowi prawo do podjęcia jakiegoś działania w przyszłości, którego wartość, podobnie jak opcji na zakup lub sprzedaż instrumentu finansowego, staje się tym większa, im wyższa jest niepewność co do rozwoju sytuacji [Amram, Kulatilaka 1999, s. 5].

Istotą wyceny opcji realnych jest korekta wartości uzyskanej w drodze standardowej analizy zdyskontowanych przepływów pieniężnych o wartość możliwości podejmowania decyzji adaptacyjnych w trakcie realizacji projektu. Błąd czy raczej ograniczenie metodologii NPV wynika z wykorzystania tylko informacji dostępnych w momencie prowadzenia analizy do oszacowania parametrów składowych wartości aktualnej netto projektu. W ten sposób poszczególnym zmiennym, tworzącym prognozę wolnych przepływów pieniężnych, przypisywane są wartości oczekiwane lub najbardziej prawdopodobne. Tym samym w analizie zdyskontowanych przepływów pieniężnych nie uwzględnia się możliwości zmiany warunków (wartości zmiennych bazowych) oraz podjęcia działań adaptacyjnych przez kadrę kierowniczą, ukierunkowanych na wykorzystanie pojawiających się szans lub też przeciwdziałanie nowym zagrożeniom. Podejmowanie takich decyzji wpływa również na zmianę wartości projektu w stosunku do pierwotnie szacowanej. Powyższe uwagi pozwalają stwierdzić, że „standardowa analiza NPV systematycznie niedoszacowuje wartości wszelkich projektów, ponieważ metoda ta nie uwzględnia wartości, jaką stwarza możliwość elastycznego reagowania na pojawiające się informacje” [Copeland, Antikarov 2001, s. 13].

Metodologia opcji realnych jest naturalnym uzupełnieniem standardowej analizy zdyskontowanych przepływów pieniężnych, ponieważ koncentruje się na wycenie możliwości podejmowania decyzji adaptacyjnych w stosunku do zmieniających się warunków. W tym świetle można stwierdzić, że istotnym zagadnieniem w procesie wyceny opcji realnych jest określenie prawdopodobnych poziomów zmienności czynników wpływających na wartość projektu oraz identyfikacja na tej podstawie opcji decyzyjnych.

Opcje realne mogą mieć dużą wartość, a tym samym mogą wpływać na decyzje o realizacji projektów badawczo-rozwojowych, jeżeli zostaną spełnione trzy warunki: decyzje inwestycyjne podejmowane są w warunkach dużej niepewności co do rozwoju przyszłej sytuacji, decydenci mają możliwość (i zdolność) podejmowania elastycznych decyzji dostosowanych do szybko zmieniających się wa-

runków, wartość NPV projektu, bez uwzględnienia wpływu opcji, jest bliska zero (jeśli wartość NPV bez uwzględniania opcji jest bardzo mocno ujemna, to nawet uwzględnienie wartości elastyczności działania nie zmienia zasadniczej wartości projektu) [Copeland, Antikarov 2001, s. 13]. Wydaje się, że przynajmniej dwa z wymienionych warunków są spełnione w przypadku większości projektów badawczo-rozwojowych – projekty tego rodzaju najczęściej charakteryzują się wysokim ryzykiem zmiany planowanych warunków, a także większość z nich charakteryzuje się niskim lub ujemnym NPV. Natomiast warunek możliwości i zdolności do podejmowania przez kadre menedżerską działań adaptacyjnych należy rozpatrywać w kontekście konkretnej decyzji inwestycyjnej.

Tabela 1. Czynniki decydujące o znaczącym wpływie opcji realnych na wycenę projektu

Znaczący wpływ opcji realnych na wycenę projektu		
Wysoka niepewność dotycząca przyszłego rozwoju sytuacji (duże prawdopodobieństwo zmiany warunków)	Duże możliwości i zdolności kadry kierowniczej do podejmowania działań adaptacyjnych (kapitał intelektualny, elastyczność organizacji)	Wartość NPV projektu, liczona bez uwzględnienia wartości elastyczności, bliska zera

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Copeland, Antikarov 2001, s. 14].

Specyfika projektów o charakterze badawczo-rozwojowym wskazuje na możliwość występowania przynajmniej kilku opcji oraz ich kombinacji (opcje złożone). Charakterystykę najczęściej występujących opcji realnych w tego typu projektach prezentuje tab. 2.

W literaturze przedmiotu nie ma całkowitej zgodności co do nazwy stosowanej w odniesieniu do opcji definiowanej w powyższym zestawieniu jako opcja wzrostu. A. Damodaran stosował zbliżoną definicję do scharakteryzowania opcji rozwinięcia (*option to expand*), M. Perlitz, T. Peske, R. Schrank, bazując na typologii L. Trigeorgisa, określili tego typu instrument jako opcję wzrostu (*growth option*), podczas gdy zgodnie z nazewnictwem, jakie stosowali M. Amram i N. Kulatilaka [Amram, Kulatilaka 1999, s. 11], kryteria powyższej definicji spełnia również opcja uczenia (*learning options*).

Specyfika projektów badawczo-wdrożeniowych wiąże się z koniecznością uwzględnienia w analizie nie tylko pojedynczych opcji, ale również opcji złożonych. Przykładem tego typu sytuacji może być inwestycja polegająca na podjęciu prac badawczo-rozwojowych, połączona z komercjalizacją wyników tych prac, w której w fazie rynkowej istnieje możliwość rozszerzenia skali działania w przypadku zaistnienia popytu większego, niż oczekiwano. Istnieje sekwencyjna [Copeland, Antikarov 2001, s. 163] opcja złożona typu *call* na *call*: wartość opcji rozwoju (zwiększenie skali działania) determinuje wartość opcji wzrostu (czyli wartość projektu

Tabela 2. Podstawowe opcje realne występujące w projektach badawczo-rozwojowych

Rodzaj opcji	Typ opcji	Charakterystyka
Opcja opóźnienia inwestycji (<i>option to defer</i>)	opcja prosta typu <i>call</i>	Wstrzymanie decyzji inwestycyjnej w oczekiwaniu na poprawę sytuacji rynkowej (np. pojawienie się nowych rozwiązań technologicznych obniżających koszt prac badawczych, zwiększenie ceny surowca będącego przedmiotem prac eksploracyjnych). Prace badawczo-rozwojowe są podejmowane w sytuacji, gdy oczekiwane zdyskontowane przepływy pieniężne z komercjalizacji prac badawczych przekroczą wartość całościowych nakładów inwestycyjnych. Instrumentem bazowym jest bieżąca wartość przepływów operacyjnych możliwych do uzyskania dzięki komercjalizacji wyników prac badawczych (bez dodatkowych nakładów); cenę wykonania stanowi całościowa wartość nakładów inwestycyjnych (na prace badawcze i komercjalizację efektów) [Trigeorgis 1995, s. 5]
Opcja rezygnacji (<i>option to abandon</i>)	opcja typu <i>put</i>	W przypadku zaistnienia niekorzystnych zmian rynkowych lub innych, skutkujących spadkiem przewidywanych przepływów pieniężnych poniżej możliwej do uzyskania wartości sprzedaży wyników prac badawczo-rozwojowych, kierownictwo realizuje opcję sprzedaży projektu. W ten sposób uzyskuje wartość wyższą niż w przypadku jego kontynuacji. Cena wykonania kształtuje się na poziomie kwoty wartości inwestycji możliwej do uzyskania ze sprzedaży projektu. Instrumentem bazowym jest bieżąca wartość przepływów operacyjnych z przeprowadzonej inwestycji
Opcja zmniejszenia skali działania (<i>option to contract</i>)	opcja <i>put</i>	W sytuacji niekorzystnego rozwoju sytuacji (np. za niski popyt na produkty wytwarzane na skutek komercjalizacji wyników prac badawczo-rozwojowych) kierownictwo może zdecydować o zmniejszeniu skali działania. Decyzja ta może skutkować obniżeniem kosztów (oszczędności), zmniejszeniem planowanych nakładów inwestycyjnych (na dalsze badania) lub też nadwyżką finansową pochodzącą ze sprzedaży (wynajęcia) części aktywów. Opcja szczególnie wartościowa w przypadku wprowadzania nowych produktów na nieznaną rynek. Ceną wykonania jest kwota oszczędności kosztowych, jakie można uzyskać poprzez zmniejszenie skali działania, wartość uzyskana ze sprzedaży lub odpłatnego przekazania w użytkowanie części aktywów. Instrumentem bazowym jest bieżąca wartość przepływów operacyjnych z przeprowadzonej inwestycji
Opcja rozwoju (<i>option to expand</i>)	opcja <i>call</i>	Na skutek pozytywnej reakcji rynku na komercjalizację wyników prac badawczo-rozwojowych kierownictwo może podjąć decyzję o zwiększeniu skali działania (możliwości produkcyjnych), oznaczającym zwiększenie wartości bieżącej netto. Realizacja opcji rozwoju może wiązać się z koniecznością poniesienia dodatkowych nakładów lub kosztów, ale tylko w celu zwiększenia możliwości wytwórczych. Cenę wykonania opcji stanowi wartość wydatków (kosztów lub dodatkowych nakładów w ramach funkcjonującej już bazy majątkowej) niezbędnych do zwiększenia skali działania. Instrumentem bazowym jest wartość bieżąca przepływów możliwych do uzyskania poprzez zainwestowanie dodatkowych środków pieniężnych w zwiększenie skali działania
Opcja wzrostu (<i>option to growth</i>)	opcja <i>call</i>	Realizacja projektu badawczo-rozwojowego podejmowanego w celu zapewnienia możliwości podjęcia w przyszłości innych przedsięwzięć o dodatnim NPV. Wykonanie prac badawczych jest tożsame z nabyciem opcji na realizację następnych inwestycji. Cena za nabycie tej opcji jest równa wartości wydatków poniesionych na zrealizowanie projektu badawczo-rozwojowego. Przedsiębiorstwo prowadzące projekt badawczy zrealizuje opcję podjęcia następnych projektów, o ile oczekiwane NPV z tych projektów będzie dodatnie – jeśli nie, to opcja nie zostanie zrealizowana. Ceną wykonania opcji jest wartość nakładów inwestycyjnych niezbędnych do zrealizowania następnych inwestycji. Instrumentem bazowym jest wartość bieżąca przepływów z projektu zrealizowanego na skutek zakończenia prac badawczo-rozwojowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Copeland, Antikarov 2001; Amram, Kulatilaka 1999; Damodaran 2001; Trigeorgis 2000].

badawczo-rozwojowego). Gdyby w tym przypadku istniała również możliwość odsprzedaży skomercjalizowanego już projektu w momencie, w którym przewidziano możliwość wykorzystania opcji rozwoju, to na wartość opcji wzrostu (wartość projektu) miałyby wpływ opcje symultaniczne typu *call* (opcja rozwoju) i *put* (opcja wyjścia). Oczywiście, w praktyce istnieje znacznie więcej możliwości występowania opcji w projektach badawczo-rozwojowych, co w znacznym stopniu utrudnia proces wyceny tego typu instrumentów.

Całość projektu badawczo-wdrożeniowego można zapisać jako sumę wartości pierwotnego projektu oraz wartości praw rozwinięcia projektu.

$$\begin{aligned} & \text{NPV projektu badawczo-wdrożeniowego} = \\ & = \text{NPV projektu (faza badawczo-rozwojowa oraz faza komercjalizacji)} \\ & \quad \text{bez uwzględnienia wartości elastyczności działania} + \\ & \quad + \text{wartość opcji realnych zawartych w projekcie} \end{aligned}$$

Jak już to podkreślono, w większości przypadków projekty badawczo-wdrożeniowe składają się z kilku etapów, dlatego też wycena opcji wzrostu jest w swej istocie wyceną opcji złożonych (sekwencyjnych, symultanicznych lub symultaniczno-sekwencyjnych). Sprawia to, że szacowanie wartości tego typu instrumentów jest procesem znacznie bardziej skomplikowanym niż wycena opcji na instrumenty finansowe. W tym kontekście istotne staje się pytanie, w jakim stopniu standardowe modele wyceny opcji, wykorzystywane do wyceny opcji na instrumenty finansowe, mogą być używane w procesie wyceny projektów badawczo-wdrożeniowych.

Istnieją dwa główne podejścia do ustanowienia algorytmu wyceny opcji realnej [Perlitz, Peske, Schrank 1999, s. 263]. Pierwsze polega na budowie modelu wyceny pozwalającego na dokładne uwzględnienie wszystkich specyficznych uwarunkowań związanych z realizacją danego projektu, natomiast drugie opiera się na adaptacji standardowego modelu wyceny opcji do wyceny danej opcji realnej.

A. Damodaran sugeruje, że w celu wyceny opcji zawartych w projektach badawczo-wdrożeniowych można zastosować model Blacka i Scholesa, przeznaczony do szacowania opcji prostych, zakładając w ten sposób, że w ramach danego projektu występuje tylko jedna opcja podjęcia określonego działania. W ten sposób problem wyceny opcji złożonej jest upraszczany do wyceny europejskiej opcji *call* lub *put*. Takie działanie generalnie zmniejsza wartość wycenianej opcji i dlatego też autor sugeruje, że uzyskana w ten sposób wartość opcji powinna stanowić tylko bazę wyceny. Podejście to znacznie ułatwia proces definiowania zmiennych bazowych oraz zmniejsza poziom komplikacji niezbędnych wyliczeń, co może mieć zasadnicze znaczenie dla odbiorców analizy, opierających swe decyzje co do przyszłości projektu na bazie uzyskanych wyliczeń.

Ciekawe wnioski w tym względzie przedstawiają M. Perlitz, T. Peske oraz R. Schrank. Przeprowadzona przez nich analiza wskazuje, że biorąc pod uwagę specyficzne cechy modeli wyceny opcji, można za najbardziej odpowiednie narzę-

dzie do wyceny złożonych opcji realnych (czyli również opcji zawartych w projektach badawczo-wdrożeniowych) uznać model Geske'a (*Geske model*) [Perlitz, Peske, Schrank 1999, s. 264]. Ze względu na niemożność uwzględnienia w analizie opcji złożonych autorzy ci odrzucają możliwość zastosowania w tym przypadku modelu Blacka i Scholesa. Ponadto zauważono, że biorąc pod uwagę zmienne podstawowe, największą ich liczbę można precyzyjnie uwzględnić w modelu dwumianowym, ale w praktyce użycie tego narzędzia wymusza założenie o dyskretnych zmianach wartości instrumentów bazowych (czyli wartości bieżącej projektów), co nie jest zgodne z charakterem projektów badawczo-wdrożeniowych [Perlitz, Peske, Schrank 1999, s. 264].

Zupełnie inny pogląd prezentowali T. Copeland i V. Antikarov [Copeland, Antikarov 2001, s. 213-216]. W ich opinii wpływ błędu wynikającego z zastosowania modelu dwumianowego, z zastosowaniem odpowiednio dużej ilości węzłów, jest stosunkowo niewielki. Niemniej jednak technika dwumianowa, jak dowodzą w kolejnych rozdziałach swojej książki, pozwala wyceniać nawet bardzo złożone opcje realne, w przypadku których ani wykorzystanie modelu Blacka i Scholesa, ani zastosowanie modelu Geske'a nie pozwalają na trafne określenie wartości opcji. Poza tym, na co uwagę zwracał również J. Mun [Mun 2002, s. 195], wycena oparta na technice drzew dwumianowych pozwala przedstawić proces wyceny opcji w sposób bardziej zrozumiały dla osób nie mających wiedzy z zakresu teorii opcji, co jest szczególnie istotne, gdy wyceniający nie jest jednocześnie decydentem. W związku z tym to właśnie ta metodologia jest, w opinii przytaczanych autorów, najbardziej odpowiednia do wyceny złożonych opcji zawartych w projektach typu badawczo-rozwojowego.

W tym miejscu należy jednak zwrócić uwagę na kilka ograniczeń koncepcyjnych, mogących mieć zasadniczy wpływ na wiarygodność wyceny opcji realnych i – co się z tym wiąże – projektu badawczo-rozwojowego [Damodaran 2001, s. 372; Boer 2002, s. 28; Copeland, Antikarov 2001, s. 94].

Opcje realne, mające charakter sytuacyjny, nie są przedmiotem obrotu na rynku finansowym. Koncepcja wyceny opcji na instrumenty finansowe opiera się na idei konstrukcji portfela instrumentów wycenianych przez rynek, którego *cash flow* odzwierciedla przepływy z opcji (*replicating portfolio*) – przepływy dające łącznie dokładnie taki sam strumień końcowy jak opcja w każdym możliwym przypadku rozwoju sytuacji. Takie rozwiązanie pozwala na zastosowanie prawa jednej ceny w procesie wyceny opcji. Zasada ta mówi, że dwa aktywa dające dokładnie taki sam strumień pieniędzy (zwrot) w każdej możliwej sytuacji są doskonale substytucyjne i dlatego mają dokładnie taką samą wartość. Gdyby z jakichś powodów cena tych dwóch aktywów była różna, pojawiłaby się możliwość przeprowadzenia transakcji arbitrażowej. Jeśli przepływy z opcji i portfela są identyczne oraz stopa dyskontowa jest równa, to opcja oraz portfel mają taką samą wartość w danym dniu. W związku z tym wycenę opcji można przeprowadzić, szacując wartości tego port-

fela. Zależność ta jest przyczyną zgłaszania przez część badaczy zastrzeżeń co do możliwości poprawnego wykorzystania tej metodologii opcji realnych w przedsiębiorstwach działających w warunkach nierozwiniętego rynku kapitałowego, to bowiem istnienie wycenianego przez rynek instrumentu, którego wartość byłaby doskonale skorelowana z wartością projektu (*twin security*), warunkuje konstrukcję portfela odzwierciedlającego, a tym samym wycenę opcji zawartych w projekcie. Przyjęcie takiej argumentacji w poważny sposób ogranicza możliwość wykorzystania metodologii opcji realnych w ocenie inwestycji badawczo-rozwojowych, w których bardzo trudno zidentyfikować instrumenty finansowe o wartościach skorelowanych z przepływami zdecydowanej większości projektów badawczo-rozwojowych. W zachodniej literaturze przedmiotu można zaobserwować rozwój nurtu aplikacyjnego, prezentującego przykłady wyceny opcji realnych, opartej na założeniu, że rolę instrumentu bazowego może odgrywać wartość projektu bez elastyczności działania [Copeland, Antikarov 2001, s. 94]. Akceptacja takiego założenia nie tylko otwiera nowe możliwości wyceny opcji realnych zawartych w projektach badawczo-rozwojowych, ale również podnosi ryzyko wyceny, w tym bowiem przypadku nie ma możliwości weryfikacji parametrów instrumentu bazowego, określonych przez analityka sporządzającego wycenę. Jeśli więc na tym etapie dojdzie do błędu lub manipulacji, to wycena może w znaczącym stopniu odbiegać od rzeczywistych korzyści dla właścicieli.

Należy zwrócić też uwagę, że wykonanie opcji realnej jest procesem rozłożonym w czasie, nie tworzy więc natychmiastowo pełnych skutków finansowych (np. konieczność wybudowania fabryki wymaga czasu itd.). Długi czas niezbędny do wykonania opcji zmniejsza jej wartość [Copeland, Antikarov 2001, s. 94].

Warto również podkreślić, że cena aktywów bazowych (np. akcji, waluty) opcji na instrument finansowy pozostaje poza wpływem posiadacza opcji, toteż dysponent takiej opcji zazwyczaj nie może kształtować jej wartości poprzez podejmowane działania. Zupełnie inaczej wygląda ta kwestia w przypadku opcji realnych – kierownictwo może wpływać na wartość instrumentu bazowego (czyli na wartość danego projektu inwestycyjnego) poprzez swoje decyzje. W ten sposób wpływa również na wartość posiadanych opcji [Copeland, Antikarov 2001, s. 15]. Oznacza to, że w wypadku błędów w zarządzaniu projektem wartość opcji może szybko się obniżyć.

Biorąc pod uwagę powyższe rozważania, należy uznać, że w odniesieniu do prezentowanych wcześniej innych metod uzupełniających i rozszerzających wycenę projektu badawczo-rozwojowego, opartą na zdyskontowanych przepływach pieniężnych netto, techniki opcyjne w sposób najbardziej kompleksowy obrazują nie tylko wpływ ryzyka na wartość projektu, ale również wartość aktywnego zarządzania projektem. Oznacza to, że w kontekście specyfiki projektów badawczo-rozwojowych zastosowanie tej metody powinno prowadzić do najbardziej obiektywnej wyceny tego typu inwestycji. Niemniej jednak problemy natury metodologicznej (dobór odpowiedniego algorytmu wyceny, niespełnienie warunków wyceny

opcji na instrumenty finansowe przez opcje zawarte w projektach badawczo-rozwojowych itd.) łączą się z poważnym ryzykiem popełnienia błędu w procesie wyceny. Również etap pozyskiwania danych niezbędnych do oszacowania wartości opcji (np. zmienności instrumentu bazowego) stwarza dodatkowy problem w procesie prawidłowego oszacowania wartości projektów badawczo-rozwojowych.

5. Podsumowanie

Realizacja projektów badawczo-rozwojowych jest działaniem szczególnie istotnym zarówno w tworzeniu długotrwałej przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw, jak i w kontekście wzrostu efektywności całej gospodarki. Ze względu na specyfikę, a także znaczenie i ryzyko tego typu inwestycji, decyzje o ich podjęciu powinny być uzależniane od wyników szczegółowych analiz ekonomicznych, prowadzonych z użyciem odpowiednich narzędzi. Wstępne badania w zakresie stosowania poszczególnych metod oceny projektów badawczo-rozwojowych oraz analiza wyników badań dotyczących praktyk oceny inwestycji w polskich przedsiębiorstwach wskazują na znikome wykorzystanie zaawansowanych technik oceny projektów inwestycyjnych. Mimo że stwierdzenie to należy jeszcze zweryfikować przez przeprowadzenie oddzielnego badania, można, biorąc pod uwagę wnioski z przeprowadzonej w niniejszym artykule oceny przydatności poszczególnych technik wspomagających wycenę do analizy projektów badawczo-rozwojowych, już na tym etapie uznać, że dalsze stosowanie takich praktyk negatywnie rzutuje na utrzymanie przez polskie przedsiębiorstwa zdolności do długookresowego kreowania wartości dla właścicieli. Z przeprowadzonych rozważań bowiem wynika, że użycie standardowej analizy zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto oraz technik uzupełniających, jak: analiza wrażliwości, analiza scenariuszowa oraz analiza Monte Carlo, może prowadzić do poważnego niedoszacowania tego typu inwestycji. Zasadniczo lepiej dopasowane do specyfiki oceny projektów badawczo-rozwojowych jest rozwinięcie standardowej analizy zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto o wycenę opcji realnych zawartych w projekcie, a także – w mniejszym stopniu – konstrukcja drzew decyzyjnych, choć i w tych przypadkach istnieją czynniki ryzyka mogące zaważyć na poprawności wyceny.

Literatura

- Amram M., Kulatilaka N., *Real Options, Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, Harvard Business School Press, Boston 1999.
- Benninga S., Sarig O., *Corporate Finance, a Valuating Approach*, The McGraw-Hill Companies Inc., New York 1997.

- Boer P., *Research Technology Management*, 2002 (lipiec-sierpień); 45, 4.
- Brigham E., Gapenski L., *Intermediate Financial Management*, The Dryden Press, Chicago 1990.
- Copeland T., Antikarov V., *Real Options A Practitioner's Guide*, Texere, New York 2001.
- Damodaran A., *The Dark Side of Valuation*, Prentice Hall, London 2001.
- Damodaran A., *Corporate Finance. Theory and Practice*, John Wiley & Sons, Inc, New York 1997.
- Flink R., *Reality Check for Real Options*, „CFO Magazine” wrzesień 2001.
- Kemna A.G.Z., *Case Studies on Real Options*, „Financial Management” jesień 1993.
- Mielcarz P., *Specyfika wyceny projektów badawczo-wdrożeniowych a metodologia ich wyceny*, [w:] *Zarządzanie finansami – mierzenie wyników i wycena przedsiębiorstw*, red. D. Zarzecki, Szczecin 2003.
- Mun J.C., *Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions*, John Wiley & Sons, Hoboken 2002.
- Perlitz M., Peske T., Schrank R., *Real Options Valuation: The New Frontier in R&D Project Evaluation*, „R&D Management” 1999 nr 29.
- Pike, Richard, *A Longitudinal Survey on Capital Budgeting Practices*, „Journal of Business Finance and Accounting” 1996 nr 1.
- Rogowski W., *Metody analizy ryzyka przedsięwzięć inwestycyjnych w praktyce krajowych przedsiębiorstw*, Materiały konferencyjne, Gdańsk 2003.
- Różański J., *Inwestycje rzeczowe w procesach rozwojowych przedsiębiorstw*, UŁ, Łódź 1998.
- Ryan J., *Capital Budgeting Practices of the Fortune 1000*, „Journal of Business and Management” 2002 vol. 8, nr 4.
- Teach E., *Will Real Options Take Root*, CFO, lipiec 2003.
- Teisberg E.O., *Methods for Evaluating Capital Investment Decisions under Uncertainty*, [w:] *Real Options in Capital Investment. Models, Strategies, and Applications*, red. L. Trigeorgis, Westport 1995.
- Trigeorgis L., *Real Options. Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, The MIT Press, Cambridge, London 2000.
- Trigeorgis L., *Real Options – an Overview*, [w:] *Real Option in Capital Investment – Models, Strategies, and Application*, Praeger, Londyn 1995.

THE APPLICATION OF SUPPORT METHODS IN THE NPV METHODOLOGY IN THE R&D PROJECT APPRAISAL PROCESS

Summary

The paper presents the importance of R&D projects for value creation. Then it indicates R&D valuation problems in the context of practices of Polish companies. Furthermore the author carried out an analysis of supporting techniques for standard net present value method in order to define the consequences of using them to R&D valuation.