

Tomasz Wiśniewski

Uniwersytet Szczeciński

OGRANICZENIA ANALOGII POMIĘDZY OPCJAMI REALNYMI A FINANSOWYMI I ICH WPŁYW NA WYCENĘ

1. Wstęp

Opcje realne są coraz częściej analizowane w literaturze przedmiotu. Ich stosowanie w praktyce, zwłaszcza w polskiej praktyce gospodarczej, jest jeszcze niewielkie. Wykorzystanie koncepcji opcji realnych opiera się na analogii pomiędzy opcjami realnymi a finansowymi. Analogia ta zakłada, że charakterystyka opcji realnych jest podobna do charakterystyki opcji finansowych, można odnaleźć zatem parametry do wyceny opcji realnych, które będą odpowiadały parametrom wyceny opcji finansowych. W dalszym etapie przyjmuje się, że skoro znane są parametry do wyceny opcji realnych, to można posłużyć się metodami wyceny opcji finansowych do wyceny opcji realnych. Cała konstrukcja wyceny opcji realnych opiera się zatem na analogii.

Większość parametrów służących wycenie opcji jest trudno obserwowalna. Powstało więc wiele podejść do wyceny opcji realnych, które w różny sposób traktują kwestię analogii pomiędzy parametrami i możliwość szacowania ich wartości [Borison 2003]. Rozwiązując tę kwestię, wprowadza się w tych podejściach kolejną analogię – analogię pomiędzy wartością i zmiennością parametrów niezbędnych do wyceny opcji a wartością i zmiennością innych parametrów będących zamiennikami nieobserwowalnych zmiennych opisujących wartość opcji (np. zamiast zmienności wartości projektu przyjmuje się do wyceny opcji realnych zmienność wartości firmy, która prowadzi analogiczną działalność).

W ocenie autora analogia pomiędzy opcjami realnymi a finansowymi jest ograniczona, a metody oceny opcji finansowych nie są odpowiednie do wyceny opcji realnych ze względu na ograniczenia tej analogii. Artykuł ma na celu wskazanie różnic pomiędzy opcjami realnymi a finansowymi, na bazie których wyciągnięto powyższe wnioski.

2. Analogia pomiędzy parametrami wyceny opcji realnych i opcji finansowych

W literaturze bardzo często autorzy powołują się na analogię między opcjami realnymi a opcjami finansowymi. Podstawowe podobieństwo to występowanie sytuacji decyzyjnej charakteryzującej się możliwością odłożenia w czasie decyzji o realizacji opcji aż do momentu, gdy zostanie pozyskana dodatkowa informacja o zmiennych warunkach otoczenia. Instrumentem bazowym opcji realnej jest projekt inwestycyjny, którego dotyczy decyzja. W przypadku opcji realnej realizacja opcji oznacza zainicjowanie projektu inwestycyjnego, rozszerzenie, zaniechanie realizacji lub jego zmniejszenie. Opcje związane z działaniami rozszerzającymi lub inicjującymi projekt inwestycyjny mają charakter opcji kupna, natomiast związane z działaniami zmniejszającymi lub wygaszającymi projekt – opcji sprzedaży.

Tabela 1. Analogia między zmiennymi wpływającymi na wartość opcji realnej i finansowej

Opcja realna	Nazwa zmiennej	Opcja finansowa
Wartość bieżąca przepływów operacyjnych generowanych przez inwestycję (I)	$V = S$	Cena akcji (S)
Nakłady inwestycyjne (I) lub wartość likwidacyjna (V_L)	$I = V_L = X$	Cena wykonania opcji (X)
Czas do wygaśnięcia możliwości opcji realnej (T)	T	Czas do wygaśnięcia opcji (T)
Zmienność wartości projektu określona wariancją (σ^2)	σ^2	Zmienność cen akcji określona wariancją (σ^2)
Wolna od ryzyka stopa dyskontowa (r_f)	r_f	Wolna od ryzyka stopa dyskontowa (r_f)
Zmniejszenie wartości projektu w wyniku działań konkurencji lub koszt utrzymania opcji (y)	y	Wysokość dywidendy wypłacanej z instrumentu bazowego (y)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Luehrman 1998].

Na podstawie analogii między opcjami realnymi a finansowymi zbudowana jest analogia między parametrami niezbędnymi do wyceny opcji realnych a parametrami wyceny opcji finansowych. Analogia ta jest szeroko rozpowszechniona w literaturze [Luehrman 1998], chociaż wynikają z niej również trudności w wycenie opcji realnych. Niektóre parametry wyceny opcji realnych są trudne do zaobserwowania i właściwej estymacji, dlatego poszczególni autorzy w różny sposób proponują upraszczać ten problem. Opis różnych podejść do wyceny opcji realnych podaje Borison [2003]. Zestawienie parametrów do wyceny opcji finansowych i odpowiadających im parametrów wyceny opcji realnych pokazano w tab. 1. Każdemu parame-

trowi wyceny opcji finansowej odpowiada parametr charakteryzujący opcję realną. W tabeli 1 oprócz pięciu podstawowych parametrów wyceny opcji zawarto również parametr określający dywidendę z instrumentu bazowego.

3. Wartość brutto projektu inwestycyjnego

Cenie akcji, czyli cenie instrumentu bazowego, odpowiada wartość projektu inwestycyjnego. Należy zaznaczyć, że chodzi tutaj o wartość brutto projektu inwestycyjnego, czyli wartość projektu bez nakładów inwestycyjnych. Wartość ta może być szacowana różnymi metodami, jednak najczęściej do wyceny wartości projektu są wykorzystywane metody zdyskontowanych przepływów pieniężnych i metody porównawcze oparte na wycenie rynkowej. W metodzie zdyskontowanych przepływów pieniężnych brane są pod uwagę wszelkie przepływy operacyjne, bez przepływów inwestycyjnych i finansowych. W metodach wyceny opcji realnych przyjmuje się, że tylko przepływy operacyjne obciążone są niepewnością. Oznacza to, że wartość projektu inwestycyjnego jest zmienna i w założeniu te zmiany wartości można opisać geometrycznymi ruchami Browna. Jest to jednak uproszczenie – zarówno zmiany wartości projektu inwestycyjnego mogą nie być dokładnie opisywane przez równanie geometrycznych ruchów Browna, jak i nie jest to jedyny parametr wyceny opcji realnych obciążony niepewnością. Istnieją metody wyceny opcji, w których zmiany cen instrumentu bazowego mogą być opisane innymi równaniami zmian wartości, lecz są niezbyt rozpowszechnione i nie są stosowane do wyceny opcji realnych ze względu na dalszą komplikację metod wyceny, rozszerzenie bazy niezbędnych parametrów i trudności w szacowaniu wartości tych dodatkowych parametrów¹. W praktyce opcji realnych, a także w większości rozważań teoretycznych, problem rodzaju równania opisującego zmiany wartości projektu inwestycyjnego jest na ogół pomijany². Niektórzy autorzy próbują jednak uzasadnić założenia dotyczące zmian wartości projektu za pomocą twierdzenia P. Samuelsona lub uwag R.C. Mertona. Obydwa rozwiązania opierają się na założeniu efektywności rynków kapitałowych³. Założenie to było wielokrotnie testowane, podważane i częściowo

¹ W literaturze polskiej o różnych formach procesów stochastycznych opisujących zmienność instrumentu bazowego pisze J. Mizerka [2005, s. 112-123].

² Na przykład T.A. Luehrman stwierdza, że gdy założenia modelu Blacka-Scholesa nie są spełnione, zaproponowany schemat wyceny opcji w dalszym ciągu zapewnia dobry, jakościowy wgląd w sytuację, a tylko liczby stają się mniej wiarygodne [Luehrman 1998, s. 66].

³ Twórcą hipotezy efektywności rynków kapitałowych był E.F. Fama [1965]. Wyróżniane są trzy formy efektywności rynków kapitałowych: **slaba** – wszystkie historyczne ceny i dane są uwzględniane w cenach akcji, a zatem analiza techniczna nie ma zastosowania; **średnia** – wszystkie publicznie dostępne informacje są odwzorowane w cenach akcji, więc analiza fundamentalna nie ma zastosowania; **silna** – absolutnie wszystkie informacje są uwzględnione w cenach akcji, a zatem nawet informacje z wewnątrz firmy nie mogą pomóc w opracowaniu wygrywających z rynkiem strategii inwestycyjnych.

potwierdzone przez teoretyków zarówno za granicą⁴, jak i w Polsce⁵. W większości wypadków prowadzone badania dowiodły ograniczonej efektywności rynków kapitałowych. Wszystkie rynki są do pewnego stopnia efektywne. Na przykład rynek obligacji rządowych uważany jest za nadzwyczaj efektywny. Większość badaczy rynków kapitałowych uważa akcje firm o dużej kapitalizacji rynkowej za wysoce efektywny segment rynku kapitałowego, natomiast akcje firm o mniejszej kapitalizacji rynkowej i akcje firm na rynkach wschodzących za mniej efektywną część rynku. Rynek nieruchomości i funduszy *venture capital* jest jeszcze mniej efektywny ze względu na mniejszą płynność i nieciągłość – jednostkowe transakcje realizowane są w warunkach dostępu do informacji na temat przedmiotu transakcji o różnej jakości i w różnej ilości.

Ze względu na te charakterystyki trzeba zdawać sobie sprawę, że projekt inwestycyjny jest niezwykle rzadko przedmiotem obrotu na rynku. Nie możemy zatem efektywnie obserwować zmian jego wartości. Co więcej – zmiana wartości może następować zgodnie z bardziej skomplikowanymi formami procesów stochastycznych, a nie tylko zgodnie z geometrycznym ruchem Browna. Ponadto wartość projektu inwestycyjnego jest również parametrem nieznanym. Można tylko szacować jej wartość i w każdym momencie wartość ta może wydawać się inna, gdyż inne są warunki otoczenia, w których dokonuje się szacunku. Jest to istotne spostrzeżenie w momencie wykonania opcji. W tym momencie w opcjach finansowych cena akcji, pomimo że traktowana jest jako zmienna, ma określoną przez rynek stałą wartość chwilową. W przypadku wykonania opcji realnych wartość projektu jest również szacunkiem wartości, a nie deterministyczną wartością określaną w danej chwili przez rynek. Oznacza to, że przy błędzie szacunku wykonanie opcji realnej może nie być optymalne. Jest to istotna różnica w stosunku do opcji finansowych, gdzie nieoptymalne wykonanie opcji nie może mieć w ogóle miejsca.

4. Nakłady inwestycyjne lub wartość likwidacyjna

W przypadku opcji kupna cenie wykonania opcji finansowej odpowiadają nakłady inwestycyjne niezbędne do realizacji inwestycji będącej instrumentem bazowym opcji realnej. Wiąże się to z regułą wykonania opcji. Opcja kupna jest opłacalna, jeżeli wartość brutto projektu inwestycyjnego, czyli korzyści z jej wykonania, jest

⁴ Wśród prac podważających efektywność rynków kapitałowych wymienić można ogólnie znaną książkę R.E. Haugena przetłumaczoną na język polski [Haugen 1999]. Natomiast po stronie efektywności rynku opowiada się m.in. E.F. Fama [Fama 1997].

⁵ Efektywność polskiego rynku kapitałowego na podstawie analizy szeregów czasowych w okresie 1994-2000 potwierdzają J. Czekaj, M. Woś i J. Żarnowski [Czekaj i in. 2001, s. 158-159]. Badania K. Jajugi i zespołu nie potwierdzają średniej efektywności polskiej giełdy [Jajuga 2000, s. 68]. Przeprowadzone przez ten sam zespół testy nie pozwalają odrzucić hipotezy o słabej efektywności polskiej giełdy. Autorzy podkreślają też, że nie oznacza to przyjęcia tej hipotezy, ponieważ okres badawczy był dość krótki i przetestowano stosunkowo prostą strategię inwestowania [Jajuga 2000, s. 66.]

wyższa niż nakłady inwestycyjne związane z uruchomieniem projektu. Jeżeli opcja jest zbudowana na możliwości zwiększenia wartości projektu, to cena wykonania będzie równoważna wartości dodatkowych nakładów inwestycyjnych bądź wydatków niezbędnych do rozszerzenia projektu. Cena wykonania w opcjach finansowych jest zazwyczaj stała (poza przypadkiem opcji typu *lookback* lub azjatyckich), podczas gdy w przypadku opcji realnych nakłady inwestycyjne potrzebne do uruchomienia lub rozszerzenia inwestycji mogą podlegać wahaniom rynkowym. Założenie o braku niepewności związanej z tym parametrem – oczywiste w przypadku opcji finansowych – nie może być zatem bezwzględnie dotrzymane w przypadku opcji realnych. Interesującym aspektem jest również korelacja między zmianami wartości projektu i wartości nakładów inwestycyjnych. Praktyka pokazuje, że mogą występować tu różne związki. Zazwyczaj ceny dóbr inwestycyjnych maleją w okresie dekonjunktury i rosną w okresach konjunktury, co objawia się korelacją dodatnią ze zmianami wartości projektu inwestycyjnego. Ich zakres może być jednak różny. Przy wycenie opcji realnych problem ten jest najczęściej pomijany i przyjmuje się, że wartość nakładów inwestycyjnych jest znana i stała⁶. Wiele przemawia za tym, że w niektórych zastosowaniach należałoby uwzględniać wpływ zmian tego parametru na wartość opcji realnej. Można tego dokonać metodami składania wielu źródeł ryzyka przy wycenie opcji [Wiśniewski 2005a, s. 147-156].

W przypadku opcji sprzedaży cenie wykonania opcji odpowiada wartość likwidacyjna projektu lub części projektu, o którą przedsięwzięcie zostanie zmniejszone w wyniku realizacji opcji. Wynika to z reguły decyzyjnej o wykonaniu opcji. Opcja sprzedaży będzie wartościowa wtedy, gdy wartość likwidacyjna inwestycji przewyższy korzyści z realizacji projektu. Również w tym przypadku przyjmuje się, że wartość likwidacyjna niezbędna do wyznaczenia granicy opłacalności wykonania opcji jest stała. W rzeczywistości może ona podlegać fluktuacjom związanym z kształtowaniem się konjunktury w danym sektorze gospodarki i jest zazwyczaj skorelowana dodatnio ze zmianami wartości projektu inwestycyjnego. Oznacza to, że zmniejszeniu wartości projektu odpowiada zazwyczaj obniżenie wartości likwidacyjnej rozpatrywanego przedsięwzięcia.

5. Zmienność wartości projektu

Zmienność wartości projektu określona odchyleniem standardowym lub wariancją odpowiada zmienności cen instrumentu bazowego w opcji finansowej. Parametr ten w opcjach finansowych jest możliwy do estymacji na podstawie historycznych cen rynkowych instrumentu bazowego lub jako zmienność implikowana z aktualnej ceny rynkowej tego instrumentu. Owa zmienność jest możliwa do obserwacji i estymacji w każdym przypadku. Ponieważ projekt inwestycyjny będący instrumentem

⁶ Dopuszczalne są zmiany wynikające z upływu czasu, liczone według stopy dyskontowej wolnej od ryzyka.

bazowym opcji realnej jest w większości przypadków unikatowy (produkt, rynek, technologia, organizacja itp.) i nie jest przedmiotem masowego obrotu, to zmienność wartości brutto projektu jest parametrem bardzo trudnym do oszacowania, a często nawet do zaobserwowania. Pojawiają się zatem trudności związane z szacowaniem wartości aktywów w działaniu, które same nie są przedmiotem częstego obrotu. Na trudność tę nakłada się dodatkowo konieczność obserwacji zmian wartości projektu, będących podstawą do ustalenia odchylenia standardowego wartości projektu. Do wyznaczenia wartości tego parametru stosuje się wiele podejść praktycznych, uwzględniających dodatkowe założenia lub wprowadzających formalne uproszczenia. Należy przy tym pamiętać, że parametr określający zmienność niesie ze sobą jeszcze jedno formalne założenie metod wyceny opcji, mówiące o funkcji opisującej zmiany wartości projektu. W przypadku większości metod wyceny opcji przyjmuje się, że zmiana wartości projektu inwestycyjnego następuje zgodnie ze zmianami opisywanymi geometrycznymi ruchami Browna. Jest to założenie trudne do udowodnienia, ale większość teoretyków i praktyków przyjmuje je bez szczegółowej analizy.

W ocenie autora należałoby poszukiwać innych form opisu zmienności wartości projektu. Przyjęcie założeń co do procesów stochastycznych opisujących zmiany wartości projektu jest bardzo istotnym uproszczeniem i może nieść ze sobą błędy szacunku. Na przykład przyjęcie geometrycznego ruchu Browna jako wystarczającego do opisu zmienności projektu zakłada, że wartość projektu nie jest ograniczona „od góry”. Jeżeli jednak przeanalizujemy dane wejściowe określające wartość projektu, widoczne staje się, że istnieją racjonalne przesłanki, które wskazują pewne górne pułapy parametrów, których parametry te nie powinny przekraczać. Chociażby wzrost ilości produkcji jest ograniczony zdolnościami produkcyjnymi, wzrost cen ograniczają warunki rynkowe – wyższy poziom równowagi przy chwiejnym popycie.

6. Czas życia opcji i zmniejszenie wartości projektu

Kolejnym parametrem wyceny opcji jest czas życia opcji. W praktyce opcje realne mają czas życia dłuższy niż rok, co w przypadku opcji finansowych jest rzadkim zjawiskiem. Ponieważ jednak trudno jest określić stopień wyłączności opcji, parametr ten jest trudny do precyzyjnego oszacowania. Działania konkurentów powodują zmianę czasu życia opcji. Na przykład pojawienie się produktów substytucyjnych może znacznie skrócić okres życia opcji. Czas życia w opcjach realnych często nie jest wyznaczony żadnymi formalnymi granicami, lecz wynika tylko z przyjętych planów własnego działania lub przewidywań reakcji konkurentów. Jak wyrazić tak skomplikowane zależności (plany działania, reakcje konsumentów i konkurentów) w formie jednego, wynikowego wskaźnika, który ma olbrzymi wpływ na wartość opcji? Być może problem polega na tym, że opierając się na analogii do opcji finan-

sowej, posługujemy się wynikowym parametrem zawierającym w sobie wiele elementów składowych. Dlatego szacowanie wartości tego parametru jest tak trudne.

Używany w opcjach finansowych wskaźnik wielkości dywidendy w opcjach realnych określa syntetycznie wielkość kosztów rocznego utrzymania opcji wyrażoną jako procent wartości projektu brutto. Na przykład jeżeli opcja realna zbudowana byłaby na prawie własności gruntu, kosztem jej utrzymania byłby podatek gruntowy i inne opłaty związane z zachowaniem możliwości inwestowania na tym terenie w przyszłości. Parametr ten może również opisywać wpływ konkurencji na wartość opcji. Jest to kolejny upraszczający parametr, który trudno jest oszacować z powodu jego charakteru upraszczającego zjawisko konkurencji. Wydaje się, że działania konkurencji należałoby opisywać w bardziej wysublimowany sposób uwzględniający wiele parametrów opisujących charakter konkurencji, a nie tylko parametr dotyczący wyniku działań konkurencyjnych.

Istnieją bardziej wyrafinowane metody szacowania wpływu działalności konkurencji na wartość opcji, jak np. łączenie wyceny opcji realnych z teorią gier [Grenadier 2000]. W ocenie autora są to niezwykle ciekawe poszukiwania, gdyż próbują oddać charakter konkurencji i uwzględnić jej racjonalne reakcje.

7. Stopa dyskontowa wolna od ryzyka

Konieczność wyznaczenia stopy dyskontowej wolnej od ryzyka wynika z wymagań metod wyceny opcji opartych na koncepcji portfolio pozbawionego ryzyka lub neutralności wobec ryzyka. Użycie tej stopy w opcjach finansowych i realnych jest analogiczne i wynika z tych samych założeń przyjmowanych do wyceny opcji realnych metod. Stopa dyskontowa wolna od ryzyka pozwala na wyliczenie wartości portfolio replikującego w różnych punktach czasowych. Opcje realne wymagają ustalenia stopy dyskontowej wolnej od ryzyka na podstawie obligacji rządowych o terminie wykupu analogicznym do czasu życia opcji. Wymóg ten jednak wynika tylko z założeń metod wyceny opcji finansowych używanych w wycenie opcji realnych.

8. Zakończenie

W artykule rozważano analogię pomiędzy opcjami realnymi i finansowymi. Z przeprowadzonej analizy wynika, że podobieństwo to jest ograniczone. Należy bardzo ostrożnie podchodzić do możliwości zastosowania metod wyceny opcji finansowych do wyceny opcji realnych właśnie z powodu tej niepełnej analogii. Oznacza to, że potrzebna jest propozycja nowych metod wyceny opcji realnych, które nie opierałyby się na metodach wyceny opcji finansowych, a uwzględniałyby charakterystyczne cechy opcji realnych, różne od cech opcji finansowych. Jedną z propozycji autora jest metoda dwukrotnej symulacji Monte Carlo, która nie bazuje na analogii do opcji finansowych [Wiśniewski 2005b; 2006]

Literatura

- Borison A., *Real Options Analysis: Where are the Emperor's Clothes?*, Seventh Annual Real Options Conference, Washington, D.C. 2003, www.realoptions.org, 16.04.2004.
- Czekaj J., Woś M., Żarnowski J., *Efektywność giełdowego rynku akcji w Polsce z perspektywy dziesięciolecia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001, s. 158-159.
- Fama E.F., *Market Efficiency, Long-Term Returns, and Behavioral Finance*, February 1997, SSRN: <http://ssrn.com/abstract=15108>.
- Fama E.F., *Random walks in stock market prices*, „Financial Analysts Journal”, Sep. /Oct. 1965, reprint Jan./Feb. 1995, s. 75-80.
- Grenadier S. (red.), *Game Choices: The Intersection of Real Options and Game Theory*, Risk Books, 2000.
- Haugen R.E., *Nowa nauka o finansach. Przeciw efektywności rynku*, WIG-Press, Warszawa 1999.
- Jajuga K. (red.), *Metody ekonometryczne i statystyczne w analizie rynku kapitałowego*, AE, Wrocław 2000.
- Luehrman T.A., *Investment opportunities as real options: getting started on the numbers*, „Harvard Business Review”, Jul/Aug 1998, vol. 76 (4), s. 51-67.
- Mizerka J., *Opcje rzeczywiste w finansowej ocenie efektywności inwestycji*, AE, Poznań 2005.
- Wiśniewski T., *Czynniki ryzyka a wartość opcji rzeczywistych*, [w:] *Innowacje, ryzyko, zarządzanie wiedzą, strategie przedsiębiorstw*, red. W. Janasz, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 397, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2005a, s. 147-156.
- Wiśniewski T., *Koncepcja wyceny opcji rzeczywistych metodą symulacji Monte Carlo*, [w:] *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, red. W. Pluta, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1109, AE, Wrocław 2006, s. 694-703.
- Wiśniewski T., *Symulacyjna metoda wyceny wieloczynnikowych opcji rzeczywistych*, [w:] *Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a polski rynek*, red. W. Ronka-Chmielowiec, K. Jajuga, t. 2, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1088, AE, Wrocław 2005b, s. 357-367.

LIMITS IN ANALOGY BETWEEN REAL AND FINANCIAL OPTIONS AND ITS IMPACT ON VALUATION

Summary

The paper examines the concept of real option and analogy between real and financial options. A number of differences are analyzed and impact of those differences on the valuation of real options is showed. As the analogy is bounded the valuation of real option should probably be made with different methods than commonly used methods of financial options valuation.