

ZBIGNIEW KRYSIAK

ZDOLNOŚĆ PROGNOSTYCZNA MODELU OPCJI RZECZYWISTYCH W OCENIE WARTOŚCI SPÓŁKI

Słowa kluczowe: opcje rzeczywiste, proces stochastyczny, zmienność implikowana, model dwumianowy, GARCH

Keywords: real options, stochastic process, implied volatility, binomial tree model, GARCH

Klasyfikacja JEL: C15, G11, G12, G13, G17, G32

Wprowadzenie

Model opcji rzeczywistych może być wykorzystany do prognozowania wartości w przyszłości. Szacowanie wartości spółki ma kluczowe znaczenie przy podejmowaniu decyzji w procesie planowania, działań rozwojowych, podejmowania inwestycji lub sprzedaży aktywów. Wysoka jakość zdolności predykcyjnej modelu opcji rzeczywistych może być ważnym czynnikiem w procesach tworzenia strategii rozwoju firmy, alokacji kapitału na ryzyko, kreowania wartości i zarządzania ryzykiem z perspektywy holistycznego podejścia zapewniającego stabilność i kontynuację działania¹. Czynnikiem „profilującym” wartość w modelu opcji rzeczywistych jest zmienność wartości, która może być stała lub zmienna w okresie prognozy wartości. Profil zmienności historycznej wartości spółki może być oszacowany przy pomocy modelu GARCH (1,1), który jednocześnie może służyć do prognozowania zmienności, i wówczas model dwumianowy będzie wykorzystywał różną zmienność w czasie w prognozowanym horyzoncie². Zmienność wartości jest agregatem odzwierciedlającym różne czynniki mikro i makro kształtujące wartość spółki, zatem jej właściwe oszacowanie będzie wpływać na jakość szacowanej wartości. Celem pracy jest porównanie stopnia zbieżności pomiędzy wartością rynkową spółki na koniec 2010 z wartością oszacowaną w modelu opcji rzeczywistych, przyjmując za wartość początkową spółki wartość rynkową sprzed ośmiu lat. Zmienność wykorzystana w modelu została oszacowana

¹ Z. Krysiak: *Achieving Enterprise Stability Based on Economic Capital*, „Graziadio Business Review” 2011, Vol. 14, Issue 4, <http://gbr.pepperdine.edu/2011/12/achieving-enterprise-stability-based-on-economic-capital/>, Los Angeles 2011.

² C.J. Hull: *Options, Futures, and other Derivatives*, Prentice Hall, New Jersey 2009.

w oparciu o wartości historyczne sprzed ośmiu lat. Celem przeprowadzenia takiego badania wybrano 19 spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie.

Przewaga opcji rzeczywistych nad modelowaniem w DCF

Model opcji rzeczywistych nie eliminuje potrzeby wykorzystania innych metod wyceny przedsiębiorstwa, ale je rozszerza, tzn., że potrafi „dostrzec” dodatkową wartość, której z perspektywy takich modeli wyceny jak metody mnożnikowe, DCF czy inne metody, są niewidoczne. Wycena metodą opcji wykorzystuje jako wartość początkową daną uzyskaną przy zastosowaniu innych metod, zaś w ogólności jest to obecna wartość rynkowa zbliżona do wartości cen transakcyjnych występujących na rynku. Ze znaczenia słowa opcja wynika, że istnieje pewna możliwość uzyskania dodatkowej wartości, która pojawia się wraz z upływem czasu i właśnie tą dodatkową możliwość daje się określić i skwantyfikować nie inaczej, jak przy użyciu modelu opcji rzeczywistych.

Dyskontowanie przepływów gotówkowych w metodzie dochodowej identyfikuje wartość obecną planowanych przepływów wykonując szereg założeń dotyczących wartości przepływów gotówkowych i kosztu kapitału w przyszłości. Nie pojawia się w tej metodzie możliwość wyznaczenia jakiegokolwiek dodatkowej wartości, jak tylko tej, która jest funkcją wartości pieniądza w czasie. W metodzie dochodowej zakłada się pewne przewidywania co do wielkości przepływów gotówkowych w przyszłości, a następnie dyskontuje się je przewidywanym kosztem kapitału uzyskując wartość obecną. W metodzie DCF trzeba przewidywać przyszłość, odczytywać potencjalne zdarzenia, sformułować przebieg tych zdarzeń oraz skwantyfikować ich skutki w przyszłości, a następnie przez mechanizm dyskontowania określić wpływ przyszłości na teraźniejszość, tzn. określić wartość obecną firmy. Jedną z wątpliwości dotyczących szacowania wartości obecnej w metodzie dochodowej jest fakt, że prognozę przyszłości opiera się o to, co było w przeszłości, czyli związek deterministyczny. W ten sposób pojawia się sytuacja, w której przeszłość jest już nieaktualna lub nieznaną i trudność w określeniu przyszłości staje się determinantą wartości obecnej, z czym niełatwo się zgodzić³.

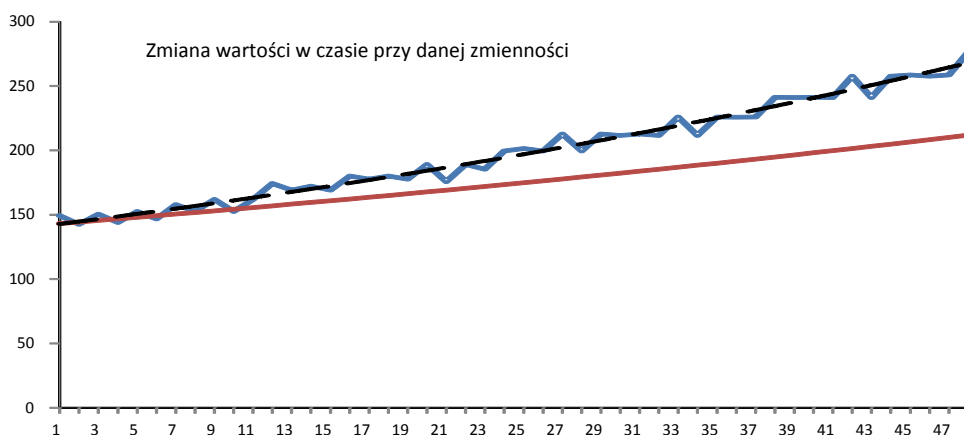
W metodzie opcji rzeczywistych wychodzi się z informacji dotyczącej charakterystyki na temat wartości firmy, która jest obecnie dostępna na rynku⁴. Wartość obecna, tzw. rynkowa wartość firmy jest skutkiem występujących transakcji, które mogą być traktowane jako agregat kompletnej wiedzy na temat wartości. W wartości transakcyjnej odzwiercied-

³ Pojawia się tu swego rodzaju paradoks, że w metodzie DCF teraźniejszość, czyli obecna wartość firmy, która jest znana na rynku transakcji jest wyznaczana, określana i kształtowana w oparciu o nieaktualną historię i nieznaną przyszłość. Takich wątpliwości nie można wysunąć w stosunku do modelu opcji rzeczywistych.

⁴ Koncepcja modelu opcji rzeczywistych opiera się na tzw. teorii martyngałowej, która w skrócie mówi, że wartość obecna aktywa odzwierciedla wszystkie uwarunkowania historyczne i jest ona najpełniejszą informacją charakteryzującą wartość firmy na daną chwilę. Każda wartość w kolejnym okresie w przyszłości jest zależna tylko od wartości obecnej, a więc przyszłość nie jest determinowana historycznymi wartościami, tylko wartością bieżącą (rynkową).

lone są różne informacje, jakie wykorzystują inwestorzy i analitycy. Niezależnie od poziomu efektywności rynku, wartość wywodzona z całej „masy” zawieranych transakcji musi być najbardziej efektywną miarą. Wartość transakcyjna, czyli wartość obecna jest punktem wyjścia w modelu opcji rzeczywistych, a nie pochodna wartości historycznych.

W modelu opcji rzeczywistych wychodzi się z realistycznego założenia, że dla szacowania przyszłej wartości firmy daną początkową jest obecna wartość rynkowa. Przyjęty model zmian stochastycznych wartości firmy w metodzie opcji bardziej odpowiada naturze zjawisk ekonomicznych niż deterministyczne podejście stosowane w metodzie DCF. Zatem, być może przez przypadek, sama nazwa model opcji rzeczywistych nawiązuje także do tego, że odnosi się on bardziej do warunków istniejących w rzeczywistości i realiach oraz naturze zdarzeń i procesów ekonomicznych kształtujących wartość przedsiębiorstwa. W metodzie opcji początkowa wartość rynkowa stanowi daną wejściową dla modelu i w oparciu o występującą zmienność (dynamikę) procesów gospodarczych determinujących zachowanie się przedsiębiorstwa wyznacza się wartość w dowolnym czasie w przyszłości. Model opcji pozwala na określenie warunków oraz wartości korzystniejszych od tych uzyskiwanych przy szacowaniu z wykorzystaniem DCF.



Rysunek 1. Różnica pomiędzy oszacowaną wartością w DCF i w modelu opcji

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 1 przedstawiono przy pomocy linii ciągłej wartość firmy oszacowaną w DCF, zaś przy pomocy linii przerywanej wartość obliczoną w modelu opcji rzeczywistych. Wyższa wartość, wynikająca z modelu opcji w stosunku do modelu DCF jest wynikiem wpływu zmienności, który jest niejako „generatorem” wartości dodanej. Wartość ta zwiększa się wraz z upływem czasu, co jest charakterystyczną cechą opcji.

W modelu opcji występują dwa kluczowe składniki determinujące szacowaną wartość w dowolnym momencie czasu w przyszłości. Pierwszym składnikiem jest wartość początkowa, zaś drugim zmienność lub odchylenie standardowe zmian wartości. W prezentowanym opracowaniu główna uwaga będzie poświęcona zmienności jako najważniejszemu elementowi w modelu determinującym zachowanie się wartości w czasie.

Model opcji może być wykorzystany do szacowania wartości obecnej w oparciu o rynkową wartość początkową w wybranym momencie czasu w przeszłości i oszacowaną zmienność wartości⁵. Następnie porównanie obecnej wartości rynkowej z oszacowaną z modelu umożliwia testowanie jakości modelu. Prezentowany artykuł ma na celu pokazanie dokładności oszacowania w modelu opcji w oparciu o tzw. *back test*. Wykazanie wysokiej dokładności oszacowania wartości mogłoby być zachętą dla inwestorów i menedżerów zarządzających aktywami i przedsiębiorstwami do szerszego wykorzystania tego narzędzia.

Do testowania jakości modelu opcyjnego w predykcji wartości firmy w przyszłości można wykorzystać odchylenie standardowe stałe w całym okresie prognozy lub zmienne⁶. Zmienne odchylenie standardowe wartości jest bliższe rzeczywistości będącej w ściślejszej relacji z cyklami biznesowymi i gospodarczymi, podczas których zmienność procesów gospodarczych determinujących wartość firmy jest różna w zależności od etapu w cyklu koniunkturalnym. Prezentowane opracowanie przedstawia weryfikację modelu opcyjnego w oparciu o stałą w czasie zmienność, a ponadto zostanie ogólnie scharakteryzowana metoda, oparta na cyklach biznesowych, umożliwiająca oszacowanie zmiennego odchylenia standardowego.

Szacowanie wartości spółki w modelu opcyjnym

Wartość firmy uzyskiwana w modelu opcji rzeczywistych jest wynikiem przyjętej koncepcji procesu zachowania się cen aktywów⁷. Wartość aktywów w tym modelu jest odzwierciedlona przez proces stochastyczny, który składa się z dwóch elementów. Pierwszy to składnik trendu, drugi zaś to składnik stochastyczny. Oba elementy mają wpływ na wartość aktywa w każdej jednostce czasu w przyszłości. Jeżeli w danym momencie t_0 wartość aktywa wynosi V_0 , to jego wartość w przyszłości w czasie $t_0 + \Delta t$ będzie równa wartości powiększonej o składnik trendu i jednocześnie powiększona lub zmniejszona o składnik losowy. Wartość składnika losowego jest nieprzewidywalna. To znaczy, że na każdym etapie może nastąpić przyrost lub spadek wartości o dowolną liczbę pochodzącą z pewnego przedziału. Przedział taki jest określany mianem zmienności i jest ustalany jako parametr takiego modelu. Przedział zmienności (*ang. volatility*) jest cechą charakteryzującą kształtowanie się

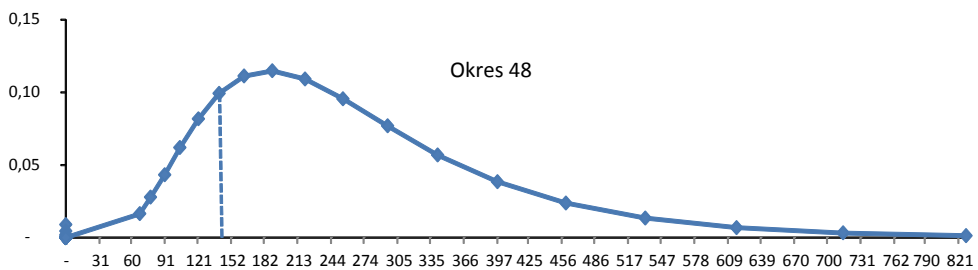
⁵ Wykorzystanie modeli opcyjnych do szacowania wartości spółek notowanych na giełdzie patrz również: Z. Krysiak: *Ryzyko kredytowe a wartość firmy*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006.

⁶ Sposoby obliczania zmienności są zaprezentowane szerzej w: T. Copeland, V. Antikarov: *Real Options*, New York: Texere LLC 2003.

⁷ Proces zmian wartości aktywów w modelu opcji rzeczywistych jest stochastycznym procesem tzw. ruchów Browna. Podstawy dla tych rozwiązań zostały stworzone przez Blacka i Scholesa.

wartości danego rodzaju aktywa. Zmienność taka jest determinowana przez szereg czynników ekonomicznych w otoczeniu mikro i makro. Można traktować parametr zmienności jako agregat odzwierciedlający wszystkie determinanty wpływające na wartość firmy.

Po przyjęciu takiego modelu, w którym owa zmienność zawiera w sobie wszystko, co może wyznaczać wartość, dalsze postępowanie sprowadza się do właściwego wyboru i ustalania zmienności oraz obliczania wartości firmy w kolejnych etapach w przyszłości w oparciu o formuły i algorytm, który wynika z logiki przyjętego modelu. O ile sam algorytm jest dość podobny dla każdego przypadku szacowania wartości aktywów, to zmienność jest osobliwa dla każdego przypadku i stanowi ona o kształtowaniu wartości.



Rysunek 2. Asymetryczny rozkład wartości firmy w modelu opcji rzeczywistych

Źródło: opracowanie własne.

Cechą charakterystyczną i konsekwencją przyjętego modelu jest fakt, że zmiany rozkładu wartości w przyszłości mają charakter asymetryczny, co przedstawiono na rysunku 2, tzn., że występuje większa tendencja do osiągnięcia wyższych wartości niż niższych. Wartości najniższe nie są mniejsze od zera. Wartości wyższe mogą teoretycznie rosnąć do nieskończoności, jednak istotność bardzo wysokich wartości jest tak niska, że można je od pewnego poziomu pomijać. Na rysunku 3 oznaczono przerywaną linią pionową wartość początkową wartości firmy $V_0 = 145$. Uzyskany rozkład wartości w wybranym przykładowym 48 okresie przedstawia asymetrię w kierunku wysokich wartości, co jest skutkiem zmienności jako czynnika „tworzenia” wartości w modelu opcji. W kolejnych okresach od chwili początkowej rozkład wartości powiększa swoją asymetrię pokazując, że wartość firmy w modelu opcji wraz z wpływem czasu rośnie.

W dalszej kolejności uwaga będzie skupiona na dwóch głównych elementach: szacowaniu zmienności i algorytmie szacowania wartości. Mimo, że algorytm ma charakter niezmienny, to łatwo jest popełnić określone błędy, które mogą istotnie zniekształcać rezultaty. Tego rodzaju błędy w tworzeniu modeli nazywane są ryzykiem operacyjnym i stanowiły w wielu wypadkach, znanych z historii zarządzania wartością i ryzykiem, istotne źródło poważnych konsekwencji, włącznie z upadkami nie tylko pojedynczych, ale i szeregu przedsiębiorstw.

Proces zmian wartości w modelu opcji rzeczywistych jest wyrażony równaniem stochastycznym przedstawionym formułą (1).

$$dV = V\mu dt + V\sigma\varepsilon\sqrt{dt} \quad (1)$$

gdzie:

- V – wartość firmy,
- μ – trend (systematyczny wzrost wartości),
- σ – zmienność wartości (odchylenie standardowe),
- t – czas,
- ε – czynnik losowy, zmienna losowa z przedziału $(-1;1)$ według standaryzowanego rozkładu normalnego, $N(0,1)$.

Całkując równanie (1) uzyskuje się równanie (2).

$$V_t = V_0 e^{\mu t + \sigma\varepsilon\sqrt{t}} \quad (2)$$

W dalszej kolejności równanie (2) można przekształcić do postaci równania (3), w którym występują dwa składniki determinujące zachowanie się wartości firmy w czasie. Pierwszy składnik postaci $e^{\mu t}$ to składnik trendu⁸, zaś drugi składnik $e^{\sigma\varepsilon\sqrt{t}}$ to składnik losowy. Przyrost wartości w jednostce czasu będzie dodatni wskutek składnika trendu oraz dodatni lub ujemny o wartości bezwzględnej proporcjonalnej do składnika losowego o odchyleniu standardowym z przedziału $(0,1)$.

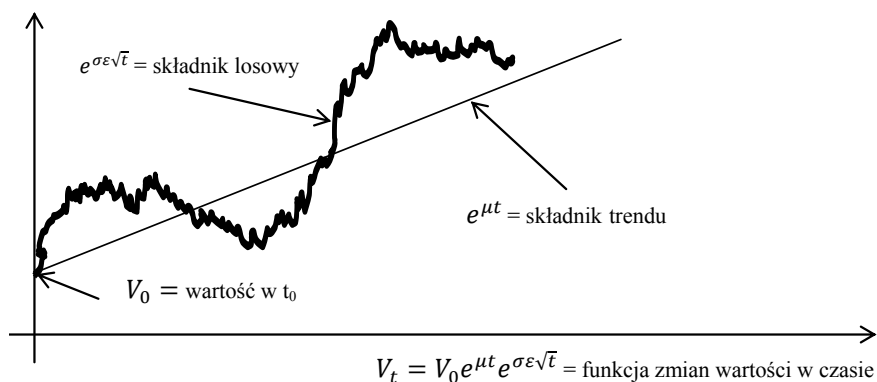
$$V_t = V_0 e^{\mu t} e^{\sigma\varepsilon\sqrt{t}} \quad (3)$$

Na rysunku 3 przedstawiono proces zmian wartości firmy w modelu opcji rzeczywistych. Gdyby proces nie był losowy, to posiadałby tylko linię trendu o charakterze deterministycznym. Losowość procesu posiada tę zaletę, że wartość w kolejnym okresie czasu jest zależna tylko od wartości obecnej, zatem wszystkie czynniki w przeszłości, które kształtowały cenę obecną są w niej odzwierciedlone. Szacowanie wartości w następnym etapie jest zależne od czynnika losowego. Inną ważną cechą jest to, że kolejna wartość firmy jest losowa w przyjętym przedziale zmienności według rozkładu normalnego.

Można zatem przedstawić względną zmianę wartości, jak w równaniu (4)

$$\Delta V / V = e^{\mu\Delta t} e^{\sigma\varepsilon\sqrt{\Delta t}} \quad (4)$$

⁸ W modelu opcji składnik ten jest często równy wartości stopy zwrotu aktywów wolnych od ryzyka. Wynika to z tego, że model opcji zakłada, iż czynnikiem wyrażającym ryzyko jest zmienność i dlatego nie jest on już uwzględniany przy trendzie. W metodzie DCF stopa zwrotu (trendu) zawiera czynnik ryzyka, co jest często mało czytelne i trudne do zweryfikowania. W tym zakresie model opcji jest bardziej przejrzysty.



Rysunek 3. Proces zmian wartości firmy w modelu opcji rzeczywistych

Źródło: opracowanie własne.

Dla procesu dyskretnego w modelu dwumianowym są odzwierciedlone zmiany wartości z tytułu składnika losowego w każdej jednostce czasu o maksymalny przyrost w górę lub w dół. Oznaczany w modelu wzrost wartości będzie wynosił $u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$, zaś spadek wartości będzie wynosił $d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$. Niezależnie od składnika losowego wartość będzie rosła o stopę μ . Na rysunku 3 przedstawiono przykładowy przebieg zmian wartości w modelu opcji. Przedstawiony model nazywa się często modelem dwumianowym ze względu na fakt, iż w każdym jednostkowym czasie w przyszłości wartość może uzyskać dwie wartości, tzn. zwiększyć się o „u” lub zmniejszyć się o „d” w stosunku do wartości na początku każdego jednostkowego okresu⁹.

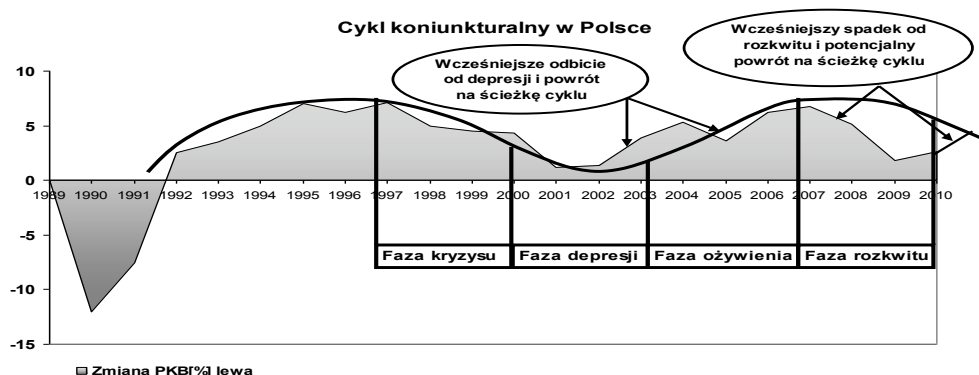
Cykl gospodarczy determinuje poziom ryzyka, wpływając na wartość firmy

Wycena wartości przedsiębiorstwa w oparciu o koncepcję stosowaną do wyceny opcji jest coraz bardziej popularna w praktyce. Coraz większa jej skuteczność wynika z natury zjawisk ekonomicznych w otoczeniu przedsiębiorstwa. Gospodarka danego kraju z uwzględnieniem kontekstu międzynarodowego i globalnego ma charakter cykliczny. W gospodarce można wyróżnić etapy kryzysu, depresji, ożywienia i rozkwitu, które na przykładzie przebiegu cykli koniunkturalnych w Polsce w okresie od 1989 do 2010 roku przedstawiono na rysunku 4. Zmiany PKB potraktowano jako wskaźnik odzwierciedlający przebieg cyklu gospodarczego.

W fazie kryzysu rośnie bezrobocie, maleją: produkcja, zatrudnienie, inwestycje, popyt i ceny. Faza depresji jest końcem spadku, a wyżej wymienione wielkości pozostają na

⁹ Występują także modele trójmianowe, w których bieżąca wartość może uzyskać w następnym okresie trzy stany. Mogą być także modele cztero- i wielomianowe. W praktyce jednak zastosowanie modeli opcji rzeczywistych sprowadza się w większości do modeli dwu- i trójmianowych.

niskim poziomie. W fazie ożywienia dochodzi do wzrostu: produkcji, zatrudnienia, inwestycji, popytu i cen, zaś maleje bezrobocie. Faza rozkwitu kończy wzrost, a wyżej wymienione wielkości utrzymują się na wysokim poziomie. Charakterystyka cyklu w praktyce nie jest i nie może być odzwierciedlona ściśle za pomocą pewnej funkcji matematycznej, jednak zachowuje on z pewnym przybliżeniem charakter sinusoidalny.



Rysunek 4. Fazy cyklu na tle koniunktury w Polsce od 1989 do 2010

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

W cyklu koniunkturalnym w Polsce zauważa się wcześniejsze, w stosunku do okresu trwania poprawy koniunktury w latach 1993–2000, wyjście z depresji w 2003 roku, po czym po 2004 roku doszło do spadku, by później, już po 2005 roku uzyskać trend zmierzający do regularnego przebiegu „sinusoidalnego”. Po uzyskaniu etapu rozkwitu linia cyklu w roku 2008 gwałtownie zaczęła opadać, co było przyczyną kryzysu sektora finansowego w USA i Europie. Spadek dynamiki PKB w Polsce, która cały czas była dodatnia oraz sytuacja gospodarcza nie dawały podstaw do twierdzenia o pojawieniu się fazy depresji, co potwierdził fakt, że w 2009 roku nastąpiło „odbicie”, które, jak się wydaje, zmierza do powrotu na ścieżkę „sinusoidy”. Wymienione wyżej zjawiska zostały zobrazowane na rysunku 4. Zakładając powtarzalność cyklu w przyszłości na podstawie historycznego przebiegu, przy założeniu, że okres cyklu pozostanie niezmienny, należałoby się spodziewać osiągnięcia fazy depresji w okresie 2013–2014.

Fazy cyklu koniunkturalnego oraz ich długość mają bezpośredni związek z ryzykiem otoczenia gospodarczego, czyli jego zmiennością, oraz wpływem tego otoczenia na firmę¹⁰. Ryzyko takie jest w modelu opeji rzeczywistych odzwierciedlone przez odchylenie stan-

¹⁰ Problemy szacowania wartości i zmienności mają związek z interakcją pomiędzy sektorem bankowym i przedsiębiorstwami z gospodarki realnej, co w efekcie ma wpływ na bankructwa i upadłości w związku z procesem transferu ryzyka z sektora bankowego do sektora niefinansowego. Patrz pewne rozważania w tym zakresie w: Z. Krysiak: *Wpływ sektora bankowego na cykle upadłości przedsiębiorstw*,

dardowe zmian wartości (σ). Trudności gospodarcze, czyli recesja lub kryzys, zwiększają ryzyko, zaś ożywienie lub rozkwit to ryzyko zmniejszają. Początek wyceny w modelu opcji rzeczywistych powinien być powiązany z fazą cyklu, aby można było określić sekwencję kolejnych faz kształtowania się zmienności wartości. W tabeli 1 przedstawiono dla kolejnych faz cyklu parametry drzewa dwumianowego w zależności od zmienności wartości. Na przykład w okresie kryzysu zmienność wynosi 50%, w depresji 70%, w fazie ożywienia 30%, zaś w rozkwicie 20%. Taka zmienność, przyjęta dla konkretnego przypadku, może odzwierciedlać wpływ cyklu gospodarczego. W przypadku, gdy początek wyceny przypada na okres ożywienia, to zmienność najpierw będzie rosła, a później spadała.

Tabela 1

Przykładowe parametry modelu opcji rzeczywistych w zależności od fazy cyklu

Stany gospodarki lub cyklu w ekonomii		Kryzys	Depresja	Ożywienie	Rozkwit
Liczba miesięcy w okresie	$\Delta t =$	4	4	4	4
Pierwiastek czasu	$\sqrt{\Delta t} =$	0,5773503	0,5773503	0,57735027	0,5773503
Zmienność	$\sigma =$	0,5	0,7	0,3	0,2
Stopa wzrostu wartości	$u =$	1,3346581	1,4980214	1,18910994	1,1224009
Stopa spadku wartości	$d =$	0,7492556	0,6675472	0,84096513	0,8909473
Stopa wolna od ryzyka	$r =$	5%	5%	5%	5%
Prawdopodobieństwo wzrostu wartości	$p =$	0,48	0,44	0,54	0,60
Prawdopodobieństwo spadku wartości	$1 - p =$	0,52	0,56	0,46	0,40
Zadłużenie (cena wykonania)	$D =$	120,00	150,00	200,00	250,00

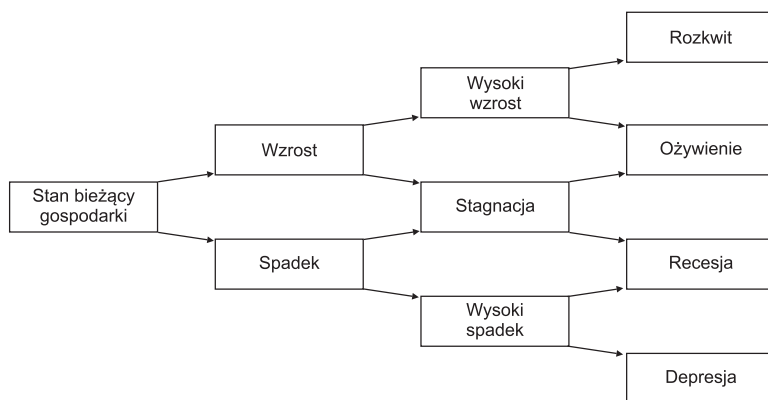
Źródło: opracowanie własne.

Należy także pamiętać, że może pojawiać się często mylna percepcja co do kształtowania się wartości z perspektywy akcjonariuszy. Na przykład przy rosnącej wartości przedsiębiorstwa (V) może jednocześnie dochodzić do silniejszego wzrostu zadłużenia (D), będącego wynikiem nie potrzeb kapitałowych, ale nadmiaru kredytu lub obligacji w stosunku do potrzeb, co w takim wypadku będzie obniżać wartość dla akcjonariuszy. W takiej sytuacji trzeba zweryfikować, co się dzieje z wartością przedsiębiorstwa, aby można było odpowiednio zareagować na taki problem¹¹.

[w:] *Cykle życia i bankructwa przedsiębiorstw*, red. E. Mączyńska, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2010.

¹¹ Ocena systemów zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwach w Polsce wskazuje na marginalne zastosowanie modelu opcyjnego: Z. Krysiak *Z. Jakość zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwach działających w Polsce*, [w:] *Zarządzanie Zintegrowanym Ryzykiem Przedsiębiorstwa w Polsce*, red. S. Kasiewicz, Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa 2011.

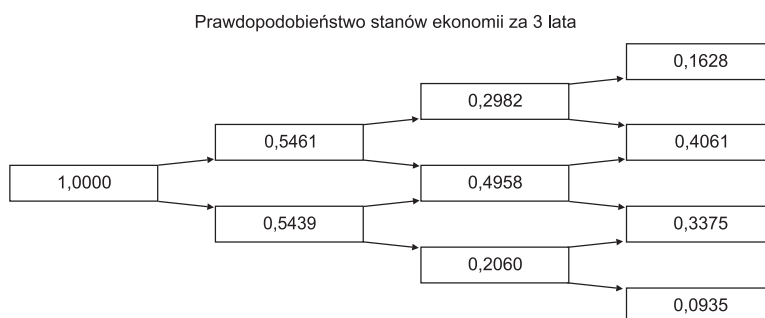
Znajomość długości cyklu i jego faz pozwala także na odpowiednio racjonalne ujmowanie tego w parametrach modelu opcji rzeczywistych, a nie poddawanie się wpływowi psychologii rynku. Dane o polskiej gospodarce oraz dane o stanie przedsiębiorstw za okres od 2006 do połowy 2008 roku wskazywały na dobrą sytuację gospodarczą. W Polsce przez cały okres światowego kryzysu nie zaobserwowano ujemnych zmian PKB, w przeciwieństwie do prawie wszystkich krajów w Europie. Niezależnie od przyczyn kształtowania cyklu gospodarczego, ma on silny wpływ na ryzyko przedsiębiorstwa oraz jego wartość. Wycena przedsiębiorstwa oparta jest na prognozowaniu efektów działalności w formie przepływów gotówkowych. Okresy prognozowanego spadku, wzrostu lub stagnacji koniunktury dają się wyrazić w formie drzewa dwumianowego.



Rysunek 5. Drzewo dwumianowe zmian stanu koniunktury gospodarczej

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 5 przedstawiono hipotetyczny przebieg wariantów w otoczeniu gospodarczym. Biorąc jednak pod uwagę cykliczność gospodarki, należałoby rozpoczynać konstrukcję drzewa od stanu cyklu, w jakim jest w danym momencie gospodarka i w dalszej kolejności rozwijać drzewo, przechodząc konsekwentnie przez kolejne fazy cyklu. Na rysunku 6 przedstawiono przykład drzewa dwumianowego z przypisanymi prawdopodobieństwami zaistnienia stanów koniunktury w gospodarce w kolejnych okresach. W długim terminie średni poziom zmienności i średnia wartość przedsiębiorstwa może mieć tendencję wzrostową, będącą uśrednieniem wpływu wszystkich faz cyklu, jednak przy analizie krótkookresowej i średniookresowej wpływ cyklu musi być uwzględniony, aby posiadać rzeczywisty obraz przedsiębiorstwa na potrzeby podejmowania decyzji bieżących i kontrolowania realnych procesów biznesowych w firmie.



Rysunek 6. Drzewo dwumianowe prawdopodobieństwa stanów koniunktury

Źródło: opracowanie własne.

Szacowanie zmian wartości przedsiębiorstwa powinno uwzględniać wpływ otoczenia gospodarczego i tendencji oraz zmian PKB. W okresie dekonunktury lub kryzysu wyniki przedsiębiorstwa będą gorsze, a zatem i jej zmiana wartości może być mniej korzystna. Zmiana wartości spółki w przyszłości będzie zatem zależna od ryzyka w gospodarce, które będzie wyrażane przez zmienność wartości przedsiębiorstwa, szacowaną przy pomocy odchylenia standardowego. Im większe ryzyko, tym większe odchylenie standardowe. W okresie kryzysu ryzyko będzie rosło, a zatem i odchylenie standardowe będzie wyższe niż w czasie rozkwitu. W kontekście prowadzonych rozważań ryzyko stanowi wartość, która manifestuje się poprzez rosnące prawdopodobieństwo wzrostu wartości firmy, ponieważ wzrost wartości firmy jest związany w procesie cykli z pojawiającymi się *opportunities*, a *opportunity* to ryzyko, więc podejmowanie go prowadzi do możliwości tworzenia wartości¹².

Prezentacja i analiza wyników badań

Zbadano 19 spółek notowanych na Gieldzie Papierów Wartościowych w Warszawie, których charakterystyki zamieszczono w tabeli 2. Znaczenie danych zawartych w tabeli w poszczególnych kolumnach jest następujące:

Kol. 1. = liczba porządkowa,

Kol. 2. = nazwa spółki,

Kol. 3. = nazwa branży, w której działa spółka,

Kol. 4. = wartość spółki na koniec 2002 roku jest wartością początkową do modelu opcji,

Kol. 5. = średnia wartość zmienności wartości spółek w branży,

Kol. 6. = odchylenie standardowe zmienności wartości spółek w branży,

¹² Z. Krysiak: *Wartość ryzyka*, „Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie” 2011, nr 18.

- Kol. 7. = zmienność minimalna wartości spółek w branży,
 Kol. 8. = zmienność maksymalna wartości spółek w branży,
 Kol. 9. = zmienność zastosowana do szacowania wartości w modelu opcji na koniec 2010 (jest to zmienność, przy której wartość oszacowana w modelu opcji równa jest wartości spółki na koniec 2010),
 Kol. 10. = C / WK = iloraz ceny akcji do wartości księgowej na koniec 2010,
 Kol. 11. = wartość rynkowa kapitału własnego spółki,
 Kol. 12. = wartość zadłużenia spółki na koniec 2010,
 Kol. 13. = wartość księgowa kapitału własnego spółki na koniec 2010,
 Kol. 14. = wartość spółki na koniec 2010.

Tabela 2

Charakterystyka i wyniki badanych spółek

Lp.	Nazwa spółki	Branża	Wartość początkowa do modelu opcji (tys. zł)	Średnia zmienność w branży (%)	Odechylenie standardowe zmienności (%)	Zmienność min w branży (%)	Zmienność max w branży (%)	Zmienność w modelu opcji (%)	C/WK	Wartość rynkowa kapitału = E(WR) (mln zł)	D = dług (mln zł)	E(WK) = wartość księgowa	Wartość spółki = E(WR) = D (mln zł)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.	BUDIMEX	budowlana	1 055 282	25	17	3	112	35	4,01	2 489	2 604	621	5 093
2.	POLNORD	budowlana	138 072	25	17	3	112	43	0,62	723	505	1 165	1 228
3.	GRAJEWO	drzewna	339 703	22	12	8	51	37	1,95	968	995	496	1 963
4.	EFEKT	handlowa	31 987	22	15	4	67	2	0,85	25	16	29	41
5.	PGF	handlowa	1 337 637	22	15	4	67	14	1,41	655	1 545	464	2 200
6.	COMARCH	informa- tyczna	336 319	49	18	10	80	29	1,34	752	252	562	1 004
7.	ELZAB	informa- tyczna	26 113	49	18	10	80	25	1,07	46	17	43	62
8.	OPTIMUS	informa- tyczna	161 850	49	18	10	80	32	8,17	580	20	71	600
9.	BYTOM	lekka	29 964	29	22	3	119	34	53,83	91	38	2	129
10.	LUBAWA	lekka	11 952	29	22	3	119	46	2,22	128	11	57	139
11.	PRÓCHNIK	lekka	15 497	29	22	3	119	38	3,42	91	3	27	94
12.	STAL- PRODUKT	metalowa	288 516	22	14	2	65	40	1,24	1 775	240	1 432	2 016
13.	FERRUM	metalowa	140 311	22	14	2	65	32	2,09	358	159	171	517
14.	IMPEXMET	metalowa	441 426	22	14	2	65	29	1,03	990	322	961	1 312
15.	KGHM	metalowa	6 810 882	22	14	2	65	38	2,46	36 780	5 373	14 951	42 153
16.	MIESZKO	spożywcza	173 456	24	14	5	61	15	1,34	159	123	119	283

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
17.	WAWEL	spożywcza	66 816	24	14	5	61	45	3,19	705	75	221	780
18.	ZYWIEC	spożywcza	4 038 954	24	14	5	61	18	10,27	6 050	1 669	589	7 718
19.	NETIA	Telekomu- nikacyjna	1 470 114	40	19	21	85	12	0,89	2 045	263	2 297	2 308

Źródło: opracowanie własne.

Model dwumianowy, wykorzystany do szacowania wartości na koniec 2010 roku, składa się z 96 okresów, w którym każdy okres wynosi dwa miesiące. Łącznie model obejmuje osiem lat, tj. od końca 2002 roku do końca 2010 roku. Stopę wolną od ryzyka przyjęto na poziomie 5%. Przykład wyliczonych parametrów dla modelu dwumianowego dla przypadku spółki Mieszko podano w tabeli 3. Ocena jakości predykcji w prezentowanym modelu tworzy możliwości do porównań „bliźniaczych”, stanowiących dobrą metodę z perspektywy efektywniejszych i tańszych aplikacji dla podobnych spółek, które wykorzystuje się w różnych obszarach, a w szczególności w implementacji zintegrowanych systemów zarządzania ryzykiem¹³.

Tabela 3

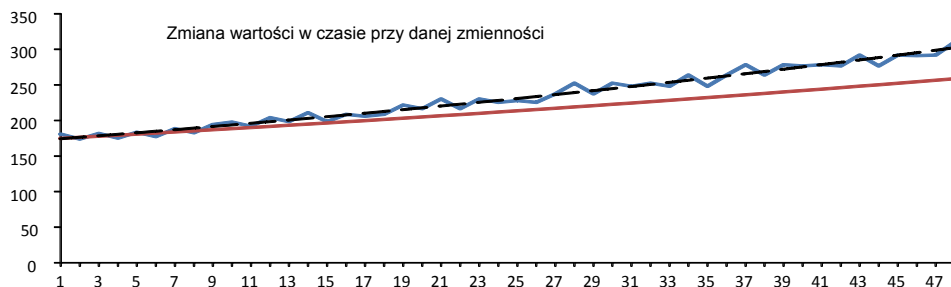
Założenia i wyliczone parametry modelu dwumianowego dla spółki Mieszko

Razem liczba lat	$L \text{ lat} =$	8
Razem liczba miesięcy	$L \text{ mies} =$	96
Liczba miesięcy w okresie	$\Delta t =$	2
Pierwiastek czasu	$\sqrt{\Delta t} =$	0,4082483
Zmienność	$\sigma =$	0,15
Stopa wzrostu wartości	$u =$	1,0631511
Stopa spadku wartości	$d =$	0,9406001
Stopa wolna od ryzyka	$r =$	5%
Prawdopodobieństwo wzrostu wartości	$p =$	0,55
Prawdopodobieństwo spadku wartości	$1 - p =$	0,45

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 7 zaprezentowano zmiany wartości w czasie dla spółki Mieszko. Dla tej spółki wycena dokonana w modelu DCF prowadzi do wartości na koniec 2010 roku równej około 300 mln zł, zaś w modelu opcyjnym uzyskuje się około 250 mln zł, co stanowi istotną różnicę.

¹³ Z. Krysiak: *Enterprise Risk Modeling Based on Related Entities*, www.soa.org/news-and-publications/publications/other-publications/monographs/pub-other-monographs.aspx, Chicago 2012.



Rysunek 7. Zmiana wartości w czasie dla spółki Mieszko

Źródło: opracowanie własne.

Ocena dokładności modelu opcyjnego dokonana zostanie przez porównanie średniej wartości zmienności w branży (kol. 5) z wartością zmienności (kol. 9), dla której wartość oszacowana w modelu równa jest wartości rynkowej na koniec 2010 roku. Kolumna 6 w tabeli 2 przedstawia odchylenie standardowe zmienności w branży. Na przykład dla firmy Budimex zmienność, przy której jej wartość rynkowa równa jest wartości oszacowanej w modelu wynosi 35%. Średnia zmienność w branży budowlanej, w której działa spółka Budimex, wynosi 25%, a odchylenie standardowe zmienności w tej branży wynosi 17%, z czego wynika, że zmienność firmy Budimex mieści się w przedziale jednego odchylenia standardowego zmienności branży budowlanej. Bardzo podobna jest sytuacja w przypadku wszystkich pozostałych badanych spółek. W wielu wypadkach zmienność spółki, przy której wartość z modelu jest równa wartości rynkowej niewiele różni się od średniej zmienności w branży. Wydaje się, że szacowanie wartości spółki w oparciu o benchmarking zmienności w branży może być obiecującym narzędziem dla zarządów spółek w ocenie potencjału rozwojowego firmy na tle branży i gospodarki.

Podsumowanie

Modelowanie i szacowanie wartości przedsiębiorstwa z wykorzystaniem opcji rzeczywistych jest niezwykle elastycznym narzędziem nie tylko z perspektywy analityka, ale przede wszystkim z perspektywy zarządu przedsiębiorstwa. Łatwo jest w tym modelu dostosowywać parametry do występujących warunków w firmie i śledzić zachowanie się wartości w odpowiedzi na podejmowane warianty działań. Podejście takie może być stosowane do wyceny projektów oraz działań lub funkcjonowania części przedsiębiorstwa, co poprzez „sumę” takich cząstkowych wycen może stanowić dobre narzędzie w procesie uzgodnienia z całkowitą wartością przedsiębiorstwa.

Perykles słusznie zauważył, że ważniejsze jest przygotowanie na przyszłość niż jej planowanie, jednak aby być przygotowanym na przyszłość, trzeba wiedzieć na jaką przyszłość, czyli na co należy być przygotowanym. Perykles był człowiekiem skutecz-

nym i praktycznym, dlatego też osiągnął wiele sukcesów i zapewne stosował wiele narzędzi zapewniających precyzję w przygotowywaniu na przyszłość, a więc i planowaniu. Miał on jednak zapewne przez swą racjonalność podejście do przewidywania przyszłości nie jako sztywnego przywiązania się do dyrektyw, które muszą się spełnić, bo krępowałyby to opcję na elastyczność, ale celem zaplanowania i przygotowania się do dużej liczby scenariuszy, aby zredukować ryzyko strategiczne i taktyczne.

Model opcji rzeczywistych znajduje coraz to więcej argumentów na jego skuteczne wykorzystanie. Możliwość prognozy wartości firmy bazującej na zmienności daje szansę na uzyskiwanie dobrej jakości prognozy w średnim i długim terminie. Z rezultatów prowadzonych badań wynika, że odchylenie prognozowanej wartości, czyli wyliczonej w modelu opcyjnym, różni się o 10% do 30% od wartości rynkowej na datę prognozy w przyszłości. Wydaje się, że tak satysfakcjonująca dokładność może coraz częściej wzbudzać preferencje inwestorów, akcjonariuszy i zarządzających w stosowaniu modelu opcji rzeczywistych do procesu podejmowania decyzji inwestycyjnych, jak też weryfikowaniu wartości firmy na daną chwilę.

Przedstawione badanie można raczej zaliczyć do pilotażowych badań z cyklu podejścia do doboru zmienności w modelu opcji rzeczywistych. Ważnym kierunkiem badań w dalszej kolejności może być analiza przydatności modeli GARCH (1,1) do predykcji zmienności stosowanej do modelu opcji w krótkim i średnim okresie. Należy rozważyć także wpływ różnego poziomu parametru zmienności w modelu opcji w różnych okresach w perspektywie predykcji. W tym zakresie należy także uwzględniać wpływ cykli koniunkturalnych na zmienność w czasie, co będzie tworzyło większą złożoność modelu, ale jednocześnie większą adekwatność z rzeczywistością oraz wyższą jakość predykcji.

Literatura

- Copeland T., Antikarov V.: *Real Options*, Texere LLC, New York 2003.
- Guthrie G.: *Real Options in Theory and Practice*, Oxford University Press, New York 2009.
- Hull C.J.: *Options, Futures, and other Derivatives*, Prentice Hall, New Jersey 2009.
- Krysiak Z.: *Ryzyko kredytowe a wartość firmy*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006.
- Krysiak Z.: *Wpływ sektora bankowego na cykle upadłości przedsiębiorstw*, [w:] *Cykle życia i bankructwa przedsiębiorstw*, red. E. Mączyńska, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2010.
- Krysiak Z.: *Wycena przedsiębiorstwa w modelu opcji rzeczywistych. Wycena przedsiębiorstwa*, red. M. Panfil, A. Szablewski, Poltext, Warszawa 2011.
- Krysiak Z.: *Wartość ryzyka*, „Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie” 2011, nr 18.
- Krysiak Z.: *Jakość zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwach działających w Polsce*, [w:] *Zarządzanie Zintegrowanym Ryzykiem Przedsiębiorstwa w Polsce*, red. S. Kasiewicz, Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa 2011.

Krysiak Z.: *Achieving Enterprise Stability Based on Economic Capital*, „Graziadio Business Review” 2011, Vol. 14, Issue 4, <http://gbr.pepperdine.edu/2011/12/achieving-enterprise-stability-based-on-economic-capital/>, Los Angeles 2011.

Krysiak Z.: *Enterprise Risk Modeling Based on Related Entities*, www.soa.org/news-and-publications/publications/other-publications/monographs/pub-other-monographs.aspx, Chicago 2012.

Mun J.: *Real Options Analysis*, John Wiley & Sons, New Jersey 2006.

dr Zbigniew Krysiak
Szkoła Główna Handlowa
Katedra Analizy Działalności Przedsiębiorstwa

Streszczenie

Artykuł prezentuje ocenę możliwości prognostycznych modelu opcji rzeczywistych. Dokonano oszacowania wartości 19 spółek na koniec 2010 roku na podstawie modelu dwumianowego, przy założeniu danych wejściowych, tj. wartości rynkowej spółek oraz zmienności wartości, oszacowanych na koniec 2002 roku. Taki rodzaj back testu dostarczył stosunkowo dobre wyniki. Badanie wskazuje, że szacowanie wartości spółki w oparciu o zmienność wartości jest dobrym instrumentem dostarczającym wyniki, które mogą być silną podstawą w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych.

REAL OPTIONS MODEL'S PREDICTIVE ABILITY IN EVALUATING COMPANY'S VALUE

Summary

This paper presents real option model based on binominal tree approach, applied as a tool for forecasting purposes. The research was based on 19 companies from Warsaw Stock Exchange. Concept of this research utilizes back testing approach. The value of all companies at the end of 2010 was estimated based on input data, consisting of company's value and volatility, estimated at the end of 2002. The results are rather positive indicating that volatility driving the value of the company is very close to the average volatility level in the particular branch the company is operating in.