

Marta Malecka*

ZMIENNOŚĆ IMPLIKOWANA W OPCJACH PIĄTYM CZYNNIKIEM RYZYKA RYNKOWEGO

1. Wstęp

Zmienność implikowana jest jednym z kilku czynników ryzyka rynkowego. Choć praktyka gospodarcza pokazuje, że nie ma powodów, by traktować zmienność jako czynnik mniej ważny niż inne, w teorii jest ona bardzo często marginalizowana bądź wręcz pomijana. Niezależne przy tym jest, od której strony podchodzi się do zagadnienia zmienności implikowanej, czy jest to omówienie strategii opcyjnych, czy też tematem jest ryzyko rynkowe.

Teoretyczne ujęcie traktuje opcje jako instrument finansowy służący spekulacji na cenach instrumentów bazowych. Pomijam tutaj motyw hedgingowy oraz arbitrażowy transakcji opcyjnych, gdyż one nie powodują powstania ryzyka. Mówiąc dalej językiem podręcznikowym, spekulacja na opcjach jest podobna do spekulacji za pomocą innych instrumentów pochodnych w tym sensie, że bazuje na przewidywaniu przez spekulanta przyszłych poziomów cen rynkowych. Za główną różnicę podaje się możliwość ograniczenia ryzyka przez kupującego opcję do wysokości płaconej premii¹. Tymczasem praktyka gospodarcza stoi w opozycji do ujęcia teoretycznego. W rzeczywistości spekulacja na cenach instrumentów bazowych stanowi zaledwie marginalną część transakcji opcyjnych. Są ku temu dwa powody. Po pierwsze, uczestnicy rynku finansowego dysponują innymi o wiele prostszymi i dlatego lepszymi instrumentami spekulacji na cenach jak np. kontrakty futures. Po drugie, opcje są jedynym instrumentem, który może być wykorzystywany do spekulacji na zmienności implikowanej i to właśnie uważa się za profesjonalne zastosowanie opcji².

W teorii przyjmuje się, że istnieją cztery podstawowe rodzaje ryzyka rynkowego, zwanego inaczej ryzykiem ceny. Są nimi cztery ceny czy też stopy rynkowe: kursy walutowe, stopy procentowe, kursy akcji oraz ceny towarów³. Pomiedzy nimi nie

* Mgr, absolwentka Międzynarodowych Stosunków Gospodarczych Uniwersytetu Łódzkiego.

¹ Por. np. W. Dębski, *Rynek finansowy i jego mechanizmy*, PWN, Warszawa, 2003, s. 383 i 443 lub W. Tarczyński, M. Zwolankowski, *Inżynieria finansowa. Instrumentarium, strategie, zarządzanie ryzykiem*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa, 1999, s. 80–91.

² H. Riehl, *Zarządzanie ryzykiem na rynku pieniężnym, walutowym i instrumentów pochodnych*, Warszawski Instytut Bankowości, Warszawa 2001, s. 68–85.

³ K. Jajuga, K. Kuźniak, P. Markowski, *Inwestycje finansowe*, Wyd. AE, Wrocław, 1998, s. 67.

wymienia się zmienności implikowanej. Wniosek jest oczywisty – zmienność implikowana wykracza poza ramy pojęcia ryzyko rynkowe. Praktycznie jednak jest ona nieza-przeczalnie uznawana za czynnik ryzyka rynkowego. Powstaje więc sprzeczność. Sprzeczność owa zostałaby wyeliminowana gdyby uznać zmienność za piątą cenę rynkową.

Opisana rozbieżność między teorią a praktyką gospodarczą jest motywem przewodnim niniejszego opracowania. Uważam, że istnieje potrzeba naświetlenia na gruncie teoretycznym tematu zmienności implikowanej, jako głównego czynnika ryzyka opcji oraz oddzielnej kategorii ryzyka rynkowego. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie pojęcia zmienności implikowanej, strategii podejmowania ryzyka opcji oraz metod pomiaru ryzyka związanego ze zmiennością implikowaną. Zamiarem moim jest również dowiedzenie słuszności hipotezy, że zmienność implikowana może być traktowana jak piąta cena rynkowa, na równi z innymi czynnikami ryzyka rynkowego.

2. Pojęcie zmienności implikowanej

By zdefiniować zmienność implikowaną, określę najpierw, że zmienność, pojmowana w kategoriach rynku finansowego, jest miarą niepewności co do przyszłych zmian ceny instrumentu finansowego⁴. W literaturze definiuje się następujące rodzaje zmienności⁵:

- zmienność przyszłą (*future volatility*) – nieznaną wartość przyszłej zmienności,
- zmienność historyczną (*historical, realized volatility*), wyznaczaną na podstawie przeszłych notowań instrumentu bazowego,
- zmienność implikowaną (*implied volatility*), wynikającą z obserwowanej rynkowej ceny opcji⁶.

Wyznaczanie zmienności implikowanej na podstawie ceny opcji jest ściśle powiązane z teorią wyceny wartości opcji. Według teorii tej wyróżnia się 4 podstawowe determinanty ceny opcji⁷:

- różnicę między ceną instrumentu bazowego a ceną wykonania opcji,
- stopę procentową wolną od ryzyka,
- czas pozostały do terminu wygaśnięcia opcji,
- zmienność cen instrumentu bazowego.

Na czterech wymienionych przeze mnie determinantach oparty jest model wyceny opcji autorstwa Blacka-Scholesa, będący najpopularniejszą formułą stosowaną w tym celu⁸. W praktyce, poza aktualnymi wartościami wymienionych czynników, duże znaczenie w kształtowaniu ceny opcji mają oczekiwania odnośnie ich przyszłych poziomów.

⁴ K. Piontek, *Zmienność implikowana instrumentów finansowych – wprowadzenie* [online], Katedra Inwestycji Finansowych i Ubezpieczeń, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, [dostęp 27.05.2007], s. 2, dostępne w Internecie: <http://credit.ae.wroc.pl/~kpiontek/implik.pdf>.

⁵ *Ibidem*.

⁶ Taką definicję zmienności implikowanej podaje J. Hull, *Kontrakty terminowe i opcje: wprowadzenie*, WIG Press, Warszawa, 1999, s. 304.

⁷ Na podstawie: W. Dębski, *op. cit.*, s. 412.

⁸ Więcej nt modelu Blacka-Scholesa patrz: *Metody ekonometryczne i statystyczne w analizie rynku kapitałowego*, red. K. Jajuga, Wyd. AE, Wrocław, 2000.

Zmienność jest parametrem oddziałującym dodatnio na wartość opcji. Można to tłumaczyć w ten sposób, że jest ona miarą ryzyka ceny instrumentu bazowego a więc ryzyka opcji⁹. Im wyższe jest to ryzyko, tym więcej nabywca opcji musi za nie zapłacić wystawiającemu opcję. Stąd wartości opcji idzie w górę wraz ze wzrostem zmienności¹⁰.

Bardzo istotną różnicą między zmiennością a pozostałymi parametrami tego wzoru jest to, że pozostałe można traktować jako dane, natomiast zmienność jest wartością nieznaną. Różnica między ceną instrumentu bazowego a ceną wykonania opcji wynika z poziomu ceny instrumentu bazowego, która jest daną rynkową oraz z narzuconej przez inwestora ceny wykonania. Stopa procentowa wolna od ryzyka jest jedną ze znanych stóp procentowych, może nią być np. stopa oprocentowania bonów skarbowych. Oczywiście jest, że znany również jest czas do wygaśnięcia opcji. W związku z tym inwestor, chcąc oszacować wartość opcji, musi jedynie oszacować wartość zmienności oraz podstawić wszystkie pozostałe zmienne do wzoru. Można stąd wysnuć wniosek, że zmienność jest podstawową determinantą wartości opcji, zaś pozostałe zmienne mają charakter parametryczny.

Kolejny wniosek jest taki, że jeśli przyjąć założenie, że rynek jest efektywny, czyli cena rynkowa oddaje wartość godziwą opcji oraz że formuła służąca wycenie opcji dobrze odzwierciedla rzeczywistość, za pomocą wzoru na wartość opcji można wyznaczyć faktyczną zmienność instrumentu bazowego¹¹. Wystarczy rozwiązać równanie względem zmienności oraz podstawić do niego cenę rynkową opcji oraz pozostałe zmienne, określone przeze mnie jako parametryczne¹². Otrzymaną wartość interpretuje się również jako zmienność szacowaną przez inwestorów. Ponieważ zmienność ta wynika ze wzoru na wartość opcji nazywa się ją zmiennością implikowaną. Stąd spotyka się określenie zmienności implikowanej jako poziom zmienności zawarty w formule wyceny opcji Blacka-Scholesa¹³.

Podtrzymaniu postawionej przeze mnie tezy, iż zmienność jest kluczową determinantą wartości opcji, służy praktyka gospodarcza. W handlu opcjami inwestorzy uzgadniając między sobą warunki transakcji posługują się często wartością zmienności zamiast ceny opcji¹⁴, natomiast na polskim rynku międzybankowym zmienność jest kwotowana bezpośrednio przez banki¹⁵. Wniosek z tego, że cena musi wynikać bezpośrednio ze zmienności, zaś pozostałe potrzebne informacje stanowią, znane obu stronom transakcji, parametry owej funkcji.

⁹ Mam tutaj na myśli ryzyko opcji zakładając zakup opcji bez zabezpieczenia, co jest bardzo rzadko stosowaną strategią. Dokładniej o ryzyku opcji patrz dalej, s. 144.

¹⁰ Na podstawie: K. Jajuga, T. Jajuga, *Inwestycje, Instrumenty finansowe. Ryzyko finansowe. Inżynieria finansowa*, PWN, Warszawa, 2004, s. 189–190.

¹¹ K. Piótek, *op. cit.*, s. 3–4.

¹² Problemy związane z obliczaniem zmienności implikowanej poruszam dalej, patrz s. 144–145.

¹³ *Zmienność implikowana* [online], Bankier.pl, [dostęp 27.05.2007], dostępne w Internecie: http://www.bankier.pl/sloownik/gielda/zmienosc_implikowana.html.

¹⁴ H. Riehl, *op. cit.*, s. 72–74.

¹⁵ P. Mielus, *Model zmienności implikowanej na polskim rynku walutowym*, „Bank i Kredyt” 2000, nr 10, s. 24.

3. Strategia gry na zmienności implikowanej

Pojęciami wstępnymi, kluczowymi przy omawianiu strategii gry na zmienności implikowanej są: współczynnik delta oraz delta-hedging. Współczynnik delta, należący do grupy współczynników wrażliwości opcji zwanych współczynnikami greckimi, jest miarą wrażliwości wartości opcji na zmiany cen instrumentów bazowych. Określa on, o ile zmieni się wartość opcji na skutek jednostkowej zmiany ceny instrumentu bazowego. Ta cecha współczynnika delta pozwala na wykorzystywanie go przy zabezpieczaniu przed zmianami cen, co określa się jako delta-hedging. Delta-hedging polega na zajęciu na rynku instrumentu bazowego pozycji odwrotnej w stosunku do pozycji zajmowanej w opcjach, w proporcji wskazanej przez współczynnik delta. Wówczas straty ponoszone na rynku opcji są kompensowane zyskami odnoszonymi na pozycji zabezpieczającej bądź odwrotnie (patrz przykład 1)¹⁶. Fakt posiadania portfela tego typu określany jest jako zajmowanie pozycji delta-neutralnej.

Przykład nr 1: Delta-hedging

- Dane:

Inwestor wystawia 10 opcji kupna GDP za USD

Wartość nominalna 1 opcji: 10 000 000 GDP

Delta: 0,45

Kurs funta rośnie o 0,02 USD

- W celu utrzymania pozycji delta-neutralnej inwestor kupuje (delta x wartość posiadanych opcji) dolarów:

$$0,45 \times 10 \times 10\,000\,000 \text{ GDP} = 45\,000\,000 \text{ GDP}$$

- Zyski i straty inwestora po zmianie kursu instrumentu bazowego:

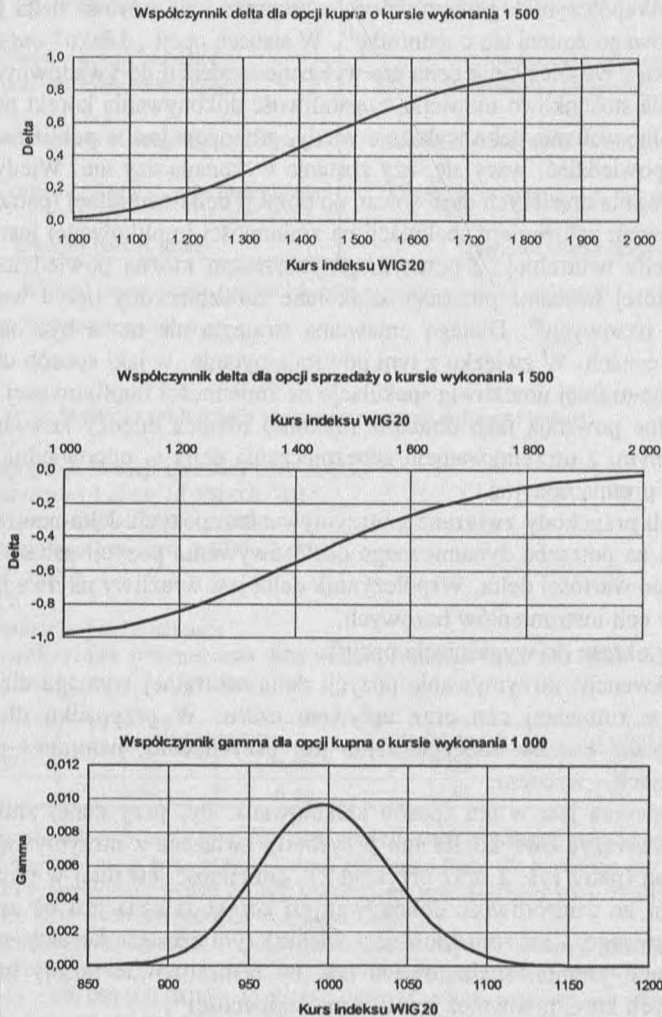
Rynek opcji	Rynek dolarów
Strata = delta × zmiana kursu instrumentu bazowego × wartość posiadanych opcji = $0,45 \times 0,02 \times 10 \times 10\,000\,000 \text{ GDP} = 900\,000 \text{ GDP}$	Zysk = zmiana kursu dolarów × wartość posiadanych dolarów = $0,02 \times 45\,000\,000 \text{ GDP} = 900\,000 \text{ GDP}$

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Współczynniki greckie* [online], s. 11.

Współczynnik delta osiąga wartości bliskie jeden, gdy opcja jest zdecydowanie *in-the-money*. W przypadku opcji zakupu dzieje się tak, gdy cena wykonania jest znacznie niższa niż rynkowa, natomiast w przypadku opcji sprzedaży – gdy jest widocznie wyższa. Wówczas jest prawie pewne, że opcja zostanie zrealizowana, w związku z czym zmiany cen instrumentów bazowych prawie w stu procentach przekładają się na jej wartość. To z kolei oznacza, że wartość pozycji zabezpieczającej powinna być niemalże równa pozycji zabezpieczanej. Gdy opcja jest „daleko” *out-of-the-money* raczej

¹⁶ *Współczynniki greckie* [online], Giełda Papierów Wartościowych, [dostęp 27.05.2007], s. 5–12, dostępne w Internecie: <http://www.gpw.pl/zrodla/papierywartosciowe/pochodne/opcje/pdf/grecki.ppt>.

oczekuje się, że nie zostanie wykonana, zmiany cen nie mają dużego przełożenia na wartość opcji, stąd bliskie zeru wartości współczynnika delta. Wówczas w celu utrzymania doskonałego zabezpieczenia wystarczają stosunkowo niewielkie pozycje. W pobliżu stanu at-the-money współczynnik delta przyjmuje wartości pośrednie (patrz rys. 1)¹⁷.



Rys. 1. Zmiany współczynników delta oraz gamma w zależności od ceny instrumentu bazowego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Współczynniki greckie* [online], op. cit., s. 6, 7, 14.

¹⁷ W. Tarczyński, M. Mojsiewicz, *Zarządzanie ryzykiem. Podstawowe zagadnienia*, PWE, Warszawa, 2001, s. 115–117.

Współczynnik delta jest sam w sobie miarą wrażliwości, istotne jest jednak, by być przygotowanym na zmiany tego współczynnika, czyli mierzyć z kolei jego wrażliwość. Jest to potrzebne w celu utrzymywania pozycji delta-neutralnej. Teoretycznie każda zmiana współczynnika delta, wymaga dostosowania pozycji zabezpieczającej. W konsekwencji zmienność współczynnika delta przekłada się na częstotliwość dokonywania korekt zabezpieczenia w celu utrzymania delta-neutralnej pozycji. Jest to tak zwany pomiar gamma. Współczynnik gamma mówi, o ile zmieni się wartość delta jeśli cena instrumentu bazowego zmieni się o jednostkę¹⁸. W stanach opcji „daleko” *out-of-the-money* oraz *in-the-money* współczynnik delta nie wykazuje tendencji do gwałtownych zmian, co przekłada się na stosunkowo niewielką częstotliwość dokonywania korekt pozycji zabezpieczającej. Silne wahania delta wykazuje wtedy, gdy opcja jest w pobliżu *at-the-money*, czyli, można powiedzieć, waży się, czy zostanie wykonana czy nie. Wtedy istnieje potrzeba dokonywania częstszych dostosowań do pozycji delta-neutralnej (patrz rys. 1)¹⁹.

Podstawowym założeniem spekulacji na zmienności implikowanej jest utrzymywanie pozycji delta neutralnej. Z pewnym przybliżeniem można powiedzieć, że jest to pozycja, w której inwestor pozostaje doskonale zabezpieczony przed wahaniami cen instrumentów bazowych²⁰. Dlatego omawiana strategia nie może być określana jako spekulacja na cenach. W związku z tym powstaje pytanie, w jaki sposób utrzymywanie pozycji delta-neutralnej umożliwia spekulację na zmienności implikowanej. Zyski (straty) spekulacyjne powstają jako dodatnia (ujemna) różnica między kosztami lub przychodami związanymi z utrzymywaniem zabezpieczenia delta a, odpowiednio, otrzymaną lub zapłaconą premią opcyjną.

Koszty lub przychody związane z utrzymywaniem pozycji delta-neutralnej powstają ze względu na potrzebę dynamicznego dostosowywania pozycji zabezpieczającej do zmieniającej się wartości delta. Współczynnik delta jest wrażliwy na dwa czynniki:

- zmiany cen instrumentów bazowych,
- zmiany okresu do wygaśnięcia opcji²¹.

W konsekwencji, utrzymywanie pozycji delta-neutralnej wymaga ciągłych korekt związanych ze zmianami cen oraz upływem czasu. W przypadku długiej pozycji w opcjach, każda korekta zabezpieczenia jest przychodem, natomiast przy krótkiej pozycji w opcjach – kosztem.

Premia opcyjna jest w ten sposób kalkulowana, by, przy danej zmienności, dołącznie przeciwważyć owe koszty lub przychody związane z utrzymywaniem pozycji delta-neutralnej (patrz rys. 2 oraz przykład 2). Zmienność jest tutaj w tym sensie istotnym pojęciem, że częstotliwość dokonywanych korekt zależna jest od zmienności instrumentu bazowego – im zmienność jest większa tym częstsze korekty są wymagane. W konsekwencji premia, skalkulowana tak, by neutralizować koszty lub przychody z dokonywanych korekt, również jest funkcją zmienności²².

¹⁸ H. Riehl, *op. cit.*, s. 84–84.

¹⁹ *Współczynniki greckie* [online], *op. cit.*, s. 14.

²⁰ Użyłam określenia „z pewnym przybliżeniem”, gdyż w praktyce nie występuje utrzymywanie doskonałej pozycji delta-neutralnej a jedynie pozycji do niej zbliżonej, w ramach pewnego marginesu odchyień. Związane jest to z kosztami transakcyjnymi utrzymywania pozycji delta-neutralnej.

²¹ *Ibidem*, s. 12.

²² Na podstawie: H. Riehl, *op. cit.*, s. 74–79.

Kupno opcji (kupowanie zmienności)	Sprzedaż opcji (sprzedawanie zmienności)
Premia – koszt Pozycja delta-neutralna – przychód	Premia – przychód Pozycja delta-neutralna – koszt
Zmienność rzeczywista rośnie ↓ Zmienność rzeczywista > zmienność zakładana ↓ Przychody z delta-hedgingu > zapłacona premia ↓ Inwestor osiąga przychód	Zmienność rzeczywista rośnie ↓ Zmienność rzeczywista > zmienność zakładana ↓ Koszty delta-hedgingu > otrzymana premia ↓ Inwestor ponosi stratę
Zmienność rzeczywista spada ↓ Zmienność rzeczywista < zmienność zakładana ↓ Przychody z delta-hedgingu < zapłacona premia ↓ Inwestor ponosi stratę	Zmienność rzeczywista spada ↓ Zmienność rzeczywista < zmienność zakładana ↓ Koszty delta-hedgingu < otrzymana premia ↓ Inwestor osiąga przychód

Rys. 2. Schemat powstawania zysków lub strat przy spekulacji na zmienności implikowanej

Źródło: Opracowanie własne.

Przykład nr 2: Strategia zakładająca utrzymanie pozycji delta-neutralnej

• Dane:

Inwestor sprzedaje 10 opcji sprzedaży GDP za USD

Wartość nominalna 1 opcji: 10 000 000 GDP

Cena wykonania opcji: 1 GDP = 2 USD

Kurs walutowy spot i forward: 1 GDP = 2 USD

Zmienność: 12,5%

Premia: 2%

Czas do realizacji opcji: 2 miesiące

Zmiany współczynnika zabezpieczenia delta wraz ze zmianami kursu USD/PLN oraz upływem czasu przedstawia tabelka:

Stan opcji	<i>In-the-money</i>		<i>At-the-money</i>	<i>Out-of-the-money</i>	
Kurs GDP/USD	1,90	1,95	2,00	2,05	2,10
Delta	0,84	0,66	0,50	0,43	0,27

• Inwestor sprzedawszy opcje sprzedaży zajął pozycję długą w funtach, więc zgodnie z założeniami delta-hedgingu, powinien zająć teraz pozycję krótką, sprzedając funty. W momencie gdy opcja jest *at-the-money*, czyli kurs rynkowy funta wynosi 2 USD, współczynnik zabezpieczenia jest 0,5, czyli dealer sprzedaje $0,5 \times 100\,000\,000\text{ GDP} = 50\,000\,000\text{ GDP}$ po cenie 2 USD.

• Jeśli kurs skoczy do 2,05 USD, mniej prawdopodobne staje się, że opcja zostanie wykonana, więc współczynnik zabezpieczenia spada do 0,43. W tym momencie dealerowi potrzebne jest zabezpieczenie w wysokości $0,43 \times 100\,000\,000\text{ GDP} = 43\,000\,000\text{ GDP}$. Musi więc odkupić część wcześniejszego zabezpieczenia w wysokości $50\,000\,000\text{ GDP} - 43\,000\,000\text{ GDP} = 7\,000\,000\text{ GDP}$. Odkupuje je po cenie 2,05 USD, a więc wyższej niż poprzednio sprzedawał. Poniesiony w ten sposób koszt pokrywa z otrzymanej premii.

• Jeśli z kolei z poziomu 2 USD kurs spadnie do 1,95 USD, stanie się bardziej prawdopodobne, że opcja zostanie wykonana, więc współczynnik delta rośnie do 0,66. Inwestor potrzebuje mieć teraz sprzedane $0,66 \times 100\,000\,000\text{ GDP} = 66\,000\,000\text{ GDP}$. Sprzedaje więc dodatkowe $66\,000\,000\text{ GDP} - 50\,000\,000\text{ GDP} = 16\,000\,000\text{ GDP}$. Osiąga jednak cenę 1,95 USD, a więc niższą niż poprzednio. Powstała w ten sposób stratę pokrywa z otrzymanej premii.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: H. Riehl, *op. cit.*, s. 74–79.

Ideą spekulacji na zmienności implikowanej jest to, że inwestor przewiduje, że zmienność faktyczna będzie różna od tej założonej przy kalkulowaniu premii. Jeśli inwestor ocenia, że zmienność wzrośnie – kupuje opcję, płacąc premię. Oczywiście w następstwie tej transakcji inwestor zajmuje pozycję delta-neutralną. Ze względu na wzrost zmienności będzie on musiał przeprowadzać dość częste korekty, a każda korekta w tym przypadku wiąże się z przychodem. Jeśli zmienność, a więc częstotliwość korekt, okaże się faktycznie wyższa niż zakładana, korzyści z utrzymywania pozycji delta-neutralnej przekroczą koszt w postaci zapłaconej premii. Różnica między przychodami z pozycji delta-neutralnej a ceną opcji jest dla inwestora zarobkiem. Strategia ta może być nazwana kupowaniem zmienności.

Strategią przeciwną do niej jest sprzedawanie zmienności w oczekiwaniu na jej spadek. Wówczas inwestor zajmuje krótką pozycję w opcjach, otrzymując za to wynagrodzenie w postaci premii. W tym przypadku korekty pozycji delta-neutralnej są kosztami. Jeśli zmienność spadnie, zgodnie z oczekiwaniami inwestora, częstotliwość korekt okaże się mniejsza od zakładanej, więc koszty zabezpieczania będą mniejsze niż otrzymana premia. W efekcie inwestor odniesie zysk (patrz rys. 2)²³.

Alternatywą w stosunku do opisanych strategii jest sprzedaż zakupionej opcji lub odkupienie opcji sprzedanej gdy zmienność, a więc i cena opcji, zmieni się po myśli inwestora. Jeśli inwestor zakupi opcję a jej zmienność wzrośnie, będzie istniała możliwość sprzedaży tej samej opcji po nowej, wyższej cenie, ustalonej w oparciu o nową zmienność. W przypadku sprzedaży opcji oraz spadku zmienności, premia skalkulowana po upływie pewnego czasu będzie niższa. Da to możliwość korzystnego odkupienia przez inwestora sprzedanej wcześniej opcji²⁴.

Utrzymywanie pozycji doskonale zabezpieczonej przez cały czas nie jest w praktyce możliwe. Oznaczałoby to dokonywanie korekt przy każdej zmianie współczynnika delta, czyli przy każdym wahnięciu ceny instrumentu bazowego oraz wraz z każdym upływającym dniem. Takie podejście naraziłoby inwestora na duże koszty transakcyjne. Dlatego w praktyce ustalany jest pewien margines odejść od pozycji delta-neutralnej. W tym sensie można powiedzieć, że gra na opcjach jest spekulacją na cenach. Jest nią jednak jedynie w takiej proporcji w jakiej inwestor posiada niezabezpieczoną pozycję²⁵.

Na zakończenie omawiania strategii gry na zmienności implikowanej, warto zauważyć, że kwestie związane z pozycją delta-neutralną, czy też delta-hedgingiem, zwykle są poruszane w literaturze dotyczącej teorii opcji. Współczynnik delta jest jednak traktowany jako narzędzie zabezpieczania przed ryzykiem opcji, polegającym na zmianach wartości opcji wynikających ze zmian cen instrumentu bazowego. Faktem jest, że ryzyko cen jest przy tej strategii eliminowane. W teorii opcji zwykle pomijany jest jednak fakt, że zachowanie pozycji delta-neutralnej jest podstawą spekulacji na zmienności implikowanej. Uważam to za znaczące niedomówienie, gdyż tego typu podejście może stwarzać złudzenie, że zabezpieczanie przez ryzykiem opcji jest celem samym w sobie. Tymczasem opcje są tutaj instrumentem typowo spekulacyjnym

²³ Na podstawie: *ibidem*.

²⁴ W. Dębski, *op. cit.*, s. 443.

²⁵ H. Riehl, *op. cit.*, s. 81-82.

i wyraźnie należy zaznaczyć, że ideą omawianej strategii nie jest zabezpieczanie przed ryzykiem, lecz spekulacja na zmienności implikowanej, natomiast wyeliminowanie ryzyka ceny jest jedynie środkiem służącym temu celowi. Często podaje się również, że delta-hedging umożliwia utworzenie portfela wolnego od ryzyka. Jest to niezaprzeczalne, należy jednak dodać, że chodzi tu o ryzyko ceny, natomiast celem konstruowania owego portfela jest gra na zmienności implikowanej. Tworzenie portfela wolnego od ryzyka przez inwestora dążącego do osiągnięcia zysku spekulacyjnego byłoby sprzecznością samą w sobie, gdyż każda spekulacja zakłada ryzyko. Ryzykiem, które powstaje po wyeliminowaniu wpływu na wartość portfela cen instrumentów bazowych jest ryzyko zmienności implikowanej.

4. Pomiar ryzyka zmienności implikowanej

Ryzyko zmienności implikowanej wpisuje się w ogólną koncepcję pomiaru ryzyka rynkowego, jako jeden z jego rodzajów. Przy określaniu sposobu mierzenia ryzyka rynkowego ujawnia się kolejny dysonans między teorią ryzyka a praktyką gospodarczą. Według ujęcia teoretycznego wyróżniamy trzy rodzaje miar ryzyka:

- wrażliwości,
- zmienności,
- zagrożenia²⁶.

W praktyce inwestora interesuje wyłącznie odpowiedź na pytanie, jaka jest wielkość potencjalnych strat, o czym informują miary zagrożenia, natomiast zarówno wrażliwość, jak i zmienność są niezbędne do oszacowania podczas procesu wyceny zagrożenia.

Kolejnym twierdzeniem, które spotyka się w teorii, jest to, że miarami ryzyka opcji są współczynniki greckie²⁷. Współczynniki *delta*, *rho*, *theta* oraz *kappa* są wskaźnikami wrażliwości wartości opcji na odpowiednio: zmiany cen instrumentów bazowych, stopy procentowej, upływ czasu oraz wahania zmienności, natomiast *gamma* określa wrażliwość współczynnika *delta* na zmiany cen instrumentów bazowych²⁸. Faktem jest, że współczynniki *delta*, *gamma* oraz *kappa* są wykorzystywane przy zarządzaniu ryzykiem, jednak by uzyskać obraz zagrożenia, należy uzupełnić je informacjami o oczekiwanej zmienności. Współczynnik *rho* jest rzadziej wykorzystywany, gdyż stopa procentowa nie jest dominującym czynnikiem ryzyka ceny w przypadku opcji. Współczynnik *theta* może być wykorzystywany do oceny zmian wartości opcji w czasie, choć dyskusyjne jest nazywanie czasu czynnikiem ryzyka.

W praktyce najczęściej wykorzystywanymi modelami wyceny ryzyka rynkowego są modele VaR (Value at Risk)²⁹. Ideą tych modeli jest szacowanie zagrożenia, czyli

²⁶ W. Tarczyński, M. Mojsiewicz, *op. cit.*, s. 64.

²⁷ *Ibidem*, s. 113–122.

²⁸ Poza wymienionymi, do współczynników greckich zaliczany jest również współczynnik *gamma*, który został omówiony wcześniej (patrz s. 140).

²⁹ W. Tarczyński, M. Mojsiewicz, *op. cit.*, s. 82–83, 109 oraz D. Bennett, *Ryzyko walutowe*, Dom Wydawniczy ABC, Warszawa, 2000, s. 49–50.

potencjalnych strat. Modele VaR „służą określeniu największej oczekiwanej straty w zadanym z góry horyzoncie czasu, przy założeniu normalnych warunków rynkowych oraz przy przyjętym poziomie ufności”³⁰. W sposób intuicyjnie zrozumiały algorytm szacowania VaR można przedstawić jako sekwencję następujących kroków:

- 1) pomiar pozycji ryzyka,
- 2) określenie wrażliwości,
- 3) badanie zmienności,
- 4) obliczenie zagrożenia³¹.

Pomiar pozycji ryzyka przybiera najczęściej postać symulacji likwidacji danej pozycji, przez co następuje określenie jej rynkowej wartości. W przypadku pozycji terminowych najpierw określa się przyszłą wartość przepływów pieniężnych, a następnie aktualizuje ją na odpowiedni moment. W przypadku większości pozycji w instrumentach bazowych przejście z wielkości pozycji ryzyka na wrażliwość wymaga jedynie pomnożenia tej pozycji przez 1%, co nie wnosi żadnych dodatkowych informacji z rynku. Wniosek tego, że wrażliwość jest jedynie inaczej podaną informacją o wielkości pozycji. W przypadku opcji proces określania wrażliwości jest bardziej skomplikowany gdyż zależność między rozmiarem pozycji a wrażliwością nie jest liniowa. Wykorzystuje się tutaj model wyceny opcji Blacka-Scholesa, a dokładnie obliczone na jego podstawie współczynniki greckie. Do oceny wrażliwości na zmienność implikowaną służy współczynnik kappa, natomiast w przypadku wrażliwości na ceny instrumentów bazowych – współczynnik delta. Za estymator zmienności można przyjąć odchylenie standardowe bądź jego dwu- lub trzykrotność, w zależności od przyjętego przez inwestora poziomu ufności. Wynikiem pomnożenia przez siebie wrażliwości i zmienności jest szukane zagrożenie³².

Przed przystąpieniem do pomiaru ryzyka należy zdefiniować, z jakiego typu ryzykiem inwestor ma do czynienia. Ponieważ wartość opcji zależy od czterech elementów, istnieją cztery rodzaje czynników ryzyka opcji. Jak wcześniej zauważyłam, można odrzucić tutaj czynnik czasu oraz stopę procentową³³. Jako dominujące czynniki ryzyka opcji pozostają zmiany cen instrumentów bazowych oraz zmienność owych cen. Gdy strategia przyjęta przez inwestora polega na utrzymaniu pozycji delta-neutralnej, przez ryzyko opcji należy rozumieć ryzyko zmienności implikowanej. Jednakże w przypadkach odejść od idealnego delta-hedgingu (co ma bardzo często miejsce w praktyce) niezbędne jest wzięcie pod uwagę więcej niż jednego czynnika ryzyka gdyż trudno powiedzieć, że zmienność implikowana lub ceny instrumentów bazowych były czynnikiem dominującym. Wówczas należy przeprowadzić procedurę kalkulacji ryzyka dla każdego z tych elementów z osobna.

³⁰ A. Grabowska, *Metody kalkulacji wartości narażonej na ryzyko (VaR)*, „Bank i Kredyt” 2000, nr 10, s. 29. Więcej o VaR patrz: *ibidem*; T. O b a l, *Ocena ryzyka portfela inwestycyjnego – rosnąca popularność modeli value at risk (VaR)* [online], Bankowy Fundusz Gwarancyjny, [dostęp: 1.06.2007], dostępne w Internecie: http://www.nbportal.pl/library/pub_auto_B_0100/KAT_B4841.PDF; *Metody ekonometryczne...* oraz H. R i e h l, *op. cit.*

³¹ Na podstawie: H. R i e h l, *op. cit.*, s. 98–101.

³² Na podstawie: *ibidem*.

³³ Patrz wcześniej: s. 143–144.

Przy omawianiu modeli VaR zauważyłam, że jednym etapów wyceny ryzyka jest badanie zmienności. W przypadku opcji mam na myśli oczywiście zmienność zmienności implikowanej. Szacowanie zmienności jest jednym z najtrudniejszych elementów wyceny ryzyka, zwykle opartym na danych historycznych. Co ciekawe jednak, rynkowe ceny opcji można wykorzystać by określić szacunkową zmienność instrumentów bazowych, potrzebną mierzenia ryzyka tych instrumentów, np. ryzyka pozycji w akcjach, obligacjach czy walutach. Jeśli założyć, że ceny rynkowe dobrze oddają wartość opcji, oraz biorąc pod uwagę, że zmienność cen instrumentów bazowych jest jednym z czynników wpływających na tę wartość, można wyliczyć zmienność ze wzoru na premię opcyjną³⁴. Wynik można interpretować jako zmienność instrumentu bazowego oczekiwaną przez inwestorów, którzy kwotują ceny zakupu lub sprzedaży opcji³⁵.

Wyznaczenie zmienności z wykorzystaniem kwotowań cen opcji jest zadaniem, które napotyka na szereg problemów technicznych, gdyż nie jest możliwe (dla modelu Blacka-Scholesa) analityczne przedstawienie parametru zmienności, jako funkcji pozostałych parametrów modelu. Dlatego wyznaczenia zmienności dokonuje się metodami numerycznymi, przy założeniu, że pozostałe parametry modelu są znane, a cena opcji na rynku jest ceną sprawiedliwą. Istnieją algorytmy rekurencyjne wyznaczania zmienności implikowanej. Ponadto wyprowadzone zostały wzory pozwalające w sposób przybliżony ocenić jej wartość³⁶.

5. Podsumowanie

Najważniejszym twierdzeniem niniejszego opracowania jest to, że ryzyko opcji jest przede wszystkim ryzykiem zmienności implikowanej. Strategia spekulacyjna z wykorzystaniem opcji zakłada doskonałe zabezpieczenie przed zmianami cen, co sprawia, że ceny jako takie przestają być czynnikiem ryzyka. Jedynie niedoskonałość zabezpieczenia delta wywołuje ryzyko ceny. Jego znaczenie jest jednak marginalne w stosunku do ryzyka zmienności.

Mimo faktu, że ryzyka: zmian cen oraz wahań zmienności są do siebie bardzo zbliżone pod tym względem, że u podstaw tych zjawisk leżą ruchy cen, mają bardzo wiele cech różniących je od siebie. Po pierwsze, inwestor spekulujący na zmienności nie musi podejmować się przewidywania przyszłych poziomów cen, co uważane jest za bardzo ryzykowne. Jedyne prognozy, które są niezbędne, dotyczą zakresu wahań kursów rynkowych. Jest to cecha kontrastująca ze strategią gry na cenach, gdzie przewidywanie ich poziomów jest podstawą spekulacji.

Co więcej, dla inwestora spekulującego na zmienności kierunek ruchu cen nie ma istotnego znaczenia. Ze względu na zabezpieczenie delta inwestor nie ponosi strat ani nie osiąga zysków, gdy ceny spadają lub rosną. Znaczenie ma częstość czy też zasięg owych wahań. W zależności od zmienności cen inwestor dokonuje korekt zabezpieczenia, co jest właściwym źródłem dochodów lub strat.

³⁴ K. Piontek, *op. cit.*, s. 3–4.

³⁵ Taką definicję zmienności implikowanej podaje P. Mielus, *op. cit.*, s. 24.

³⁶ Więcej na ten temat patrz: *ibidem*, s. 4–6.

Co ciekawe, chcąc grać na wyższą zmienności, inwestor kupuje opcję, natomiast przewidując spadek zmienności, wystawia opcję. Drugorzędne znaczenie ma, czy jest to opcja kupna czy sprzedaży. Dowodzi to znacznej rozbieżności między tego typu strategią a tradycyjną grą na cenach, gdzie decyzja o tym, jakiego rodzaju opcję wykorzystać jest kwestią kluczową i wynika bezpośrednio z prognoz co do ruchów cen.

Ze względu na fakt bliskiego powiązania ryzyka zmienności implikowanej z ryzykiem cen jest ono klasyfikowane jako jedna z podkategorii ryzyka rynkowego. Jeśli jednak spojrzeć na typowy podział ryzyka rynkowego pod kątem czynników ryzyka, wyróżnia się³⁷: ryzyko kursów akcji, stopy procentowej, kursów walut oraz cen towarów. Trudno byłoby zaklasyfikować ryzyko zmienności do jednej z powyższych kategorii. Zmienność będąca przedmiotem spekulacji może być związana z każdą z czterech wymienionych wyżej cen. Można by z tego wyciągnąć wniosek, że wymieniając cztery główne kategorie ryzyka cen, ryzyko zmienności zostaje w ich ramach uwzględnione. Na takie podejście nie pozwalają jednak znaczne, wymienione powyżej, różnice między tradycyjną spekulacją na cenach a spekulacją na zmienności. Wyjściem z tej sytuacji byłoby utworzenie osobnej kategorii ryzyka rynkowego dla ryzyka zmienności. Jest to podejście, które jest sugerowane przez Komitet Bazylejski³⁸, stąd można przypuszczać, że pozostaje w zgodzie z praktyką gospodarczą. W opracowaniach dotyczących ryzyka rynkowego Komitet Bazylejski wprowadził nie wymieniając bezpośrednio pięciu kategorii cen uwzględniając zmienność, lecz traktuje osobno ryzyko opcji, jako piąty element ryzyka rynkowego³⁹. Jest to zgodne z dowodzonym przeze mnie twierdzeniem, że ryzyko opcji jest, przede wszystkim, ryzykiem zmienności.

Uwzględnienie zmienności pomiędzy czynnikami ryzyka rynkowego, którymi są ceny czy też stopy rynkowe, powoduje, że traktujemy zmienność jak cenę. Jestem zdania, że podejście tego typu nie jest błędne, gdyż, *de facto*, z punktu widzenia ryzyka rynkowego zmienność implikowana wykazuje zachowanie zbliżone do ceny rynkowej. Co jest typowe dla każdej ceny, ma ona bezpośrednie przełożenie na wartość towaru, którym w tym przypadku jest opcja. Ponadto zwyżkowanie bądź zniżkowanie zmienności implikowanej jest przedmiotem spekulacji na rynkach finansowych.

Marta Małecka

CHANGEABILITY ENTAILED IN OPTIONS WITH THE FIFTH FACTOR OF THE MARKET RISK

The theory often sees options as financial instruments very similar to other derivatives in that sense that their value depends on prices of other assets called underlying instruments. The feature that makes options different from other derivative instruments is that their value also

³⁷ K. Jajuga, K. Kuźniak, P. Markowski, *op. cit.*, s. 67.

³⁸ Komitet Bazylejski jest to organ międzynarodowy utworzony w 1974 r. przez prezesów banków centralnych państw G-10, jako forum współpracy międzynarodowej w kwestiach nadzoru bankowego. Jest najważniejszym ciałem międzynarodowym regulującym zarządzanie ryzykiem rynkowym przez instytucje finansowe.

³⁹ Por. np. *Amendment to the capital accord to incorporate market risks* [online], Basel Committee on Banking Supervision, 2005, [dostęp: 28.05.2007], dostępne w Internecie: <http://www.bis.org/publ/bcbs119.pdf>.

depends on volatility of market prices. In fact speculation on prices, which is a dominating use of let's say futures, makes up only a small margin of options trading. It is the speculation on volatility, that stands behind the bulk of transactions with the use of options. As a result the risk of an option is mainly a volatility risk, which needs to be measured by special tools. The need of creating a new category of market risk has also arisen as it is not possible to classify a volatility risk into one of the traditional four market risk factors which are: stock prices, interest rates, exchange rates and commodity prices.