Natalia Iwaszczuk
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Radosław Pusz
BNP Paribas Bank Polska SA, Warszawa

OPCYJNE STRATEGIE HEDGINGOWE W ZARZĄDZANIU RYZYKIEM INWESTYCJI KAPITAŁOWYCH

Wprowadzenie

Inwestycje kapitałowe należą do jednej z najbardziej popularnych i najczęściej stosowanych metod stosowanych przez podmioty gospodarcze w celu osiągnięcia zysku bądź ulokowania kapitału. W związku ze światowym kryzysem panującym w ostatnich latach nie zawsze są to bezpieczne inwestycje, dlatego podmiot gospodarczy powinien zabezpieczyć je przed ryzykiem poniesienia strat z tytułu zmian cen akcji bądź innych papierów wartościowych. Najbardziej chyba popularną metodą zabezpieczenia się przed ryzykiem cen inwestycji kapitałowych jest wykorzystanie różnego rodzaju instrumentów pochodnych w celach ochronnych. Inwestor musi kupić instrument pochodny, którego instrumentem bazowym będzie dana inwestycja, czyli nabyty papier wartościowy lub inny instrument finansowy. Taką strategię nazywa się hedgingową. Pojęcie hedgingu pochodzi od angielskiego czasownika „*to hedge*" i oznacza *odgradzać się*, *zabezpieczać się przed czymś*. Na rynku finansowym pod tym pojęciem kryje się zawarcie odwrotnej pozycji w instrumencie pochodnym w stosunku do instrumentu bazowego (tego, który dany podmiot chce zabezpieczyć). Dzięki tej transakcji potencjalnie niekorzystne ruchy na rynku instrumentu bazowego są równoważone przez zmiany na rynku terminowym (rynku instrumentu pochodnego)[1].

[1] M. Mostowy, T. Szeląg: *Pojęcie oraz istota hedgingu*. „Rynek Terminowy" 2005, nr 28, s. 5.

1. Działalność inwestycyjna podmiotów gospodarczych na rynkach finansowych

Rynek finansowy to jeden z najdynamiczniej rozwijających się rynków na świecie. Na rynku finansowym kupuje się i sprzedaje instrumenty finansowe za kwoty większe niż dostępne są w rzeczywistości gospodarczej. W obecnych czasach każdy podmiot gospodarczy lub osoba fizyczna może inwestować na rynku finansowym dzięki dedykowanym platformom tradingowym bądź poprzez konta maklerskie. Największymi jednak stronami transakcji są banki, fundusze inwestycyjne oraz emerytalne, zakłady ubezpieczeń oraz inne, które starają się ulokować swoje środki we „względnie bezpieczne" instrumenty finansowe.

Wartość sumaryczną tradycyjnych instrumentów finansowych na rynku polskim (bez instrumentów pochodnych) na przestrzeni sześciu lat od 2005 r. ukazują tabela 1 oraz rysunki 1 i 2. Analiza danych zaprezentowanych w tabeli 1 pokazała, że inwestorzy chętniej inwestują wolne środki pieniężne w instrumenty rynku kapitałowego, które mogą przynieść większą stopę zwrotu, jednak charakteryzują się większym ryzykiem. Od roku 2005 do 2010 suma notowanych instrumentów (zarówno rynku pieniężnego, jak i kapitałowego) zwiększyła się ponad dwukrotnie.

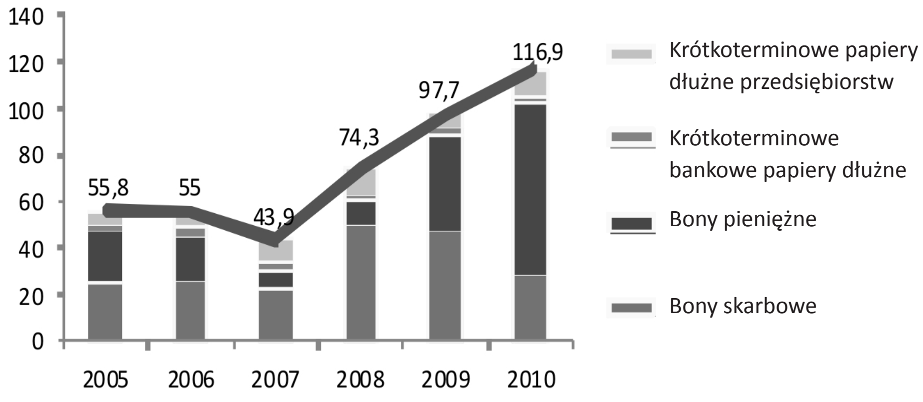
Tabela 1

Wartość poszczególnych instrumentów rynku pieniężnego i kapitałowego (w miliardach złotych)

Instrument finansowy	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**
Instrumenty rynku pieniężnego (ogółem)	**55,8**	**55**	**43,9**	**74,3**	**97,7**	**116,9**
Bony skarbowe	24,4	25,8	22,6	50,4	47,5	28
Bony pieniężne	23	18,4	7,8	10,2	41	74,6
Krótkoterminowe bankowe papiery dłużne	2,8	4,5	2,9	2,1	3	2,6
Krótkoterminowe papiery dłużne przedsiębiorstw	5,6	6,3	10,6	11,6	6,2	11,7
Instrumenty rynku kapitałowego (ogółem)	**727,8**	**981,3**	**1467,40**	**863,7**	**1160,00**	**1320,10**
Obligacje rynkowe Skarbu Państwa	278,4	317	350,9	360,8	405,4	471,3
Obligacje BGK na rzecz KFD	–	–	–	–	7,9	13,9
Długoterminowe papiery dłużne przedsiębiorstw	8,9	9,8	15,8	16	15,5	19,9
Obligacje komunalne	3,3	3,8	4,1	4,5	6,9	10,9
Długoterminowe bankowe papiery dłużne*	2,7	5,3	6,1	6,6	5,5	5,2
Listy zastawne	1,8	1,7	2,4	2,9	3	2,5
Obligacje NBP	7,8	7,8	7,8	7,8	0	0
Instrumenty udziałowe – akcje	424,9	635,9	1080,3	465,1	715,8	796,4
Wartość wszystkich instrumentów	**783,6**	**1036,30**	**1511,30**	**938**	**1257,70**	**1437,00**

* Dane obejmują wyłącznie wyemitowane przez Banki działające w Polsce obligacje i bankowe papiery wartościowe nominowane w złotych i walutach obcych. W obrocie na rynku krajowym znajdowały się także obligacje Europejskiego Banku Inwestycyjnego i instytucji kredytowych UE.

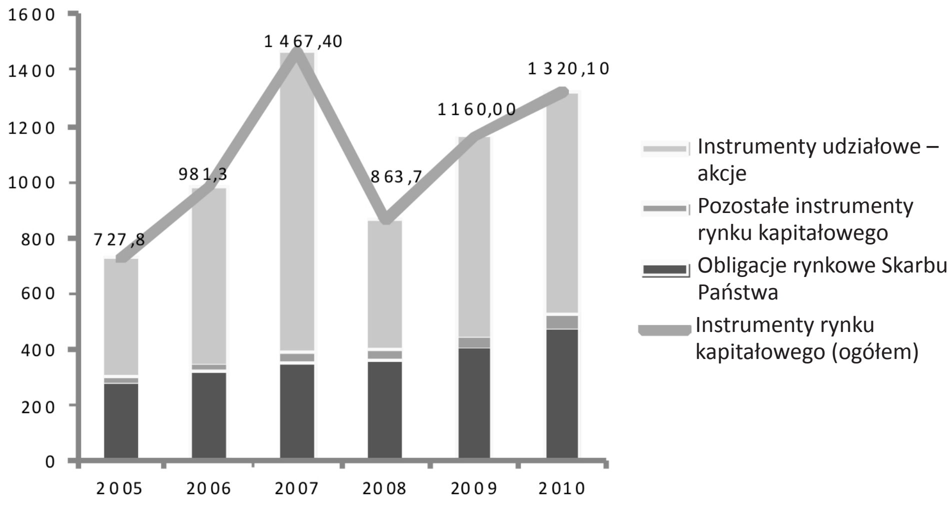
Źródło: http://www.nbp.pl/home.aspx?f=/systemfinansowy/rozwoj.html.



Rys. 1. Wartości instrumentów rynku pieniężnego

Źródło: http://www.nbp.pl/home.aspx?f=/systemfinansowy/rozwoj.html.

Na rysunku 2 można zauważyć, że tuż przed rozpoczęciem kryzysu, w 2007 r., inwestorzy częściej sięgali po instrumenty rynku pieniężnego. Szczególnym zainteresowaniem w dobie kryzysu cieszyły się krótkoterminowe papiery wartościowe Skarbu Państwa.



Rys. 2. Wartości instrumentów rynku kapitałowego

Źródło: Ibid.

Z kolei rysunek 3 pokazuje, że po rozpoczęciu kryzysu w 2008 r. nastąpiło spore „tąpnięcie rynku” (spadek ok. 41%), który dopiero w następnych latach powoli się odbudowuje, ciągle jednak nie osiągając wartości sprzed kryzysu. Było to spowodowane głównie spadkiem wartości akcji na Giełdzie Papierów Wartościowych, co odzwierciedlało nastroje wśród inwestorów. Jednak wśród instrumentów rynku kapitałowego największym zainteresowaniem w analizowanym okresie cieszyły się właśnie akcje oraz obligacje Skarbu Państwa, których nominał notowany z roku na rok rośnie bez względu na to, czy jest kryzys, czy też czas prosperity.

2. Ryzyko inwestycji na rynkach kapitałowych

Każda inwestycja, nawet tak pozornie bezpieczna, jak inwestowanie w instrumenty dłużne emitowane przez rządy, niesie za sobą ryzyko.

Zgodnie ze słownikiem języka polskiego ryzyko jest to „możliwość, prawdopodobieństwo, że coś się nie uda, przedsięwzięcie, którego wynik jest nieznany, niepewny, problematyczny". Jest to sytuacja, gdy szkodliwy czynnik ryzyka może się pojawić, ale nie jest w pełni znany ani przewidywalny. Może to też być sytuacja, gdy skutki danego działania lub zdarzenia mogą okazać się negatywne i doprowadzić do poniesienia oczekiwanych bądź nieoczekiwanych strat. Przyczynowość jest podstawą determinizmu, co oznacza, że jeżeli znamy wszystkie przyczyny danego zjawiska, to możemy przewidzieć zarówno jego pojawianie się, jak i skutki. Niestety przyszłość nigdy nie jest zdeterminowana, a więc nie można jej przewidzieć. Ryzykiem nie musi być tylko stratą przedsiębiorstwa. Może nim być również odchylenie od zakładanego poziomu przychodu, czyli wynik finansowy na poziomie niższym niż zakładany lub też ograniczenie zdolności przedsiębiorstwa do realizacji przyjętej przez niego strategii biznesowej.

Ryzyko inwestycyjne, które jest przedmiotem obecnych rozważań, to ryzyko polegające na tym, że zakładana/oczekiwana stopa zwrotu z inwestycji może być inna od stopy zwrotu, którą się zrealizuje w przyszłości. Inwestycją możemy tu nazwać kupno akcji lub instrumentów dłużnych. W przypadku, gdy zrealizowana stopa będzie wyższa od zakładanej/oczekiwanej, inwestor raczej nie będzie miał powodów do narzekań. Będzie to pozytywnym skutkiem występowania ryzyka.

Podchodząc do tego zagadnienia inaczej, przez ryzyko można rozumieć ogół czynników, które mogą spowodować spadek wartości instrumentów finansowych będących w portfelu danego przedsiębiorstwa. Mogą to być przykładowo zjawiska ekonomiczne, takie jak: inflacja, wahania stóp procentowych, wzrost bezrobocia, niewypłacalność emitentów obligacji, upadłość lub słabe wyniki finansowe spółek akcyjnych, słabe wyniki finansowe emitentów komercyjnych papierów wartościowych lub zniżkujący trend na rynkach finansowych. Ryzyko inwestycyjne może też być definiowane, jako ryzyko poniesienia strat na skutek zmiany kursów papierów wartościowych.

3. Opcja jako składowa strategii hedgingowych

Opcja jest to kontrakt, w wyniku którego jednostka nabywa prawo kupna lub sprzedaży instrumentu bazowego po określonej z góry cenie i w określonym czasie.

Funkcja wypłaty jakiejkolwiek z opcji to wzór, który w sposób matematyczny opisuje ewentualny sposób rozliczenia między emitentem opcji a jej nabywcą. Jeśli rozliczenie odbywa się w sposób tradycyjny, to posiadacz opcji kupna (na własne życzenie) może kupić instrument bazowy od wystawcy opcji po cenie ustalonej w kontrakcie opcyjnym. Natomiast posiadacz opcji sprzedaży może (ale nie musi) sprzedać instrument bazowy emitentowi opcji po cenie uzgodnionej w momencie zawierania kontraktu opcyjnego. W obu przypadkach emitent (wystawca) opcji jest zobowiązany do rozliczenia się na życzenie posiadacza tego derywatu.

Jednak w większości przypadków rozliczenie odbywa się w formie pieniężnej, tzn., że zarówno wystawca, jak i nabywca opcji nie posiadają instrumentu bazowego, ani odpowiedniej kwoty, aby taką transakcję zrealizować. Zatem dochodzi jedynie do rozliczenia pieniężnego, które wynika z funkcji wypłaty.

Opcje są bardzo ciekawym instrumentem z punktu widzenia zarządzania ryzykiem, gdyż:

- stwarzają liczne możliwości inwestycyjne, pozwalają na aktywne zarządzanie ryzykiem, dostarczają dochodów instytucjom finansowym, a także można z nich budować wiele ciekawych struktur[2];
- mają one niesymetryczne ryzyko, gdyż kupujący ma prawo, a nie obowiązek wykonać opcję; strata kupującego opcję jest ograniczona premią, jaką płaci za opcję;
- jako jedyne z podstawowych instrumentów pochodnych nie są zero-kosztowe w momencie zakupu (kupujący musi uiścić za nie opłatę);

[2] W. Tarczyński: *Inżynieria finansowa. Instrumentarium, strategie, zarządzanie ryzykiem*. Placet, Warszawa 1999, s. 75.

- opcje są handlowane zarówno na rynku regulowanym – giełdy, jak i pozagiełdowym;
- mogą być wykonywane w różnych stylach:
  - europejskim – realizacja opcji może nastąpić tylko w terminie wygaśnięcia opcji,
  - amerykańskim – realizacja opcji może nastąpić w dowolnym momencie jej trwania (przed terminem lub w terminie wygaśnięcia opcji),
  - bermudzkim – realizacja opcji może nastąpić w kilku ustalonych chwilach czasu w trakcie trwania opcji (np. każdy czwartek);
- istnieje duża gama opcji egzotycznych, które pozwalają jeszcze lepiej dopasować formę wypłaty do potrzeb kupującego, np. opcje zależne od trajektorii, korelacyjne, binarne, elastyczne, na spread i wiele innych.

Wadą stosowania opcji jest spora wiedza, jaką powinien posiadać inwestor chcąc używać tych instrumentów do zabezpieczenia pozycji, gdyż wzory do ich wyceny są dość skomplikowane.

W celach hedgingowych używane są tylko długie pozycje w opcjach, gdyż mają one ograniczony poziom straty dla przedsiębiorstwa na poziomie premii opcyjnej płaconej przy zawieraniu kontraktu. Krótkie pozycje w opcjach charakteryzują się natomiast teoretycznie nieograniczoną stratą i z tego powodu są bardzo niebezpieczne dla inwestorów.

4. Wykorzystanie wybranych opcji azjatyckich w strategiach zarządzania ryzykiem inwestycji kapitałowych

Opcje azjatyckie są jedną z najbardziej znanych grup opcji zależnych od trajektorii. Cechą charakterystyczną tych opcji jest zależność wypłaty od wartości średniej obliczonej na podstawie danych dotyczących kształtowania się cen (wartości) instrumentu bazowego w okresie ważności opcji. Ze względu na rodzaj średniej używanej do wyliczenia wypłaty wyróżniamy opcje arytmetyczne oraz geometryczne. Naszą strategię hedgingową oprzemy na azjatyckich opcjach geometrycznych.

Podstawową metodą wyliczenia cen opcji azjatyckich jest rozwinięcie modelu Blacka–Scholesa. Zgodnie z tym modelem cena instrumentu bazowego $S(\tau)$ o stopie zwrotu g jest opisana ruchem Browna. Wtedy cenę instrumentu bazowego w dowolnym momencie czasu $\tau = T - \bar{t}$, gdzie $\bar{t} \in [t, T]$, i T – czas do wygaśnięcia opcji, można opisać następującym wzorem[3]:

[3] F. Black, M.J. Scholes: *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*. „Journal of Political Economy” 1973, Vol. 3, s. 637.

$$S\left(\bar{t}\right) = S\exp\left[\left(r - g - \frac{\sigma^2}{2}\right)\bar{t} + \sigma W\left(\bar{t}\right)\right], \tag{1}$$

gdzie:
S – cena spot instrumentu bazowego w początkowym momencie czasu,
$W(\bar{t})$ – standardowy proces Gaussa–Wienera.

Założono, że każda z k cen opisuje się takim równaniem Browna o częstotliwości obserwacji h:

$$a_i = S\left[\tau - \left(k - i\right)h\right] =$$
$$= S\exp\left\{\left(r - g - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\left[\tau - \left(k - i\right)h\right] + \sigma W\left[\tau - \left(k - i\right)h\right]\right\}, \tag{2}$$

gdzie:
k – liczba obserwacji,
h – częstotliwość obserwacji lub odstęp czasu między dwiema obserwacjami.

Jeśli średnie wartości są opisane równaniem (2), to logarytm naturalny z $GA(k)/S$ ma rozkład normalny z wariancją $\sigma^2 T^{sa}_{k-j}$ oraz średnią:

$$\left(r - g - \frac{\sigma^2}{2}\right)T^{sa}_{0,k-j} + lnB^{sa}\left(S, j\right), \text{ przy czym } B^{sa}(S,0) = 1,$$

$$B^{sa}(S, j) = \left(\prod_{i=1}^{j}\frac{S[\tau-(k-i)h]}{S}\right)^{\frac{1}{k}}, \text{ dla } 1 \leq j \leq k$$

$$T^{sa}_{0,k-j} = \frac{k-j}{k}\left[T - \frac{h\left(k - j - 1\right)}{2}\right],$$

$$T^{sa}_{k-j} = T\left(\frac{k-j}{k}\right)^2 - \frac{\left(k - j\right)\left(k - j - 1\right)\left(4k - 4j + 1\right)}{6k^2}h,$$

gdzie:

$T^{sa}_{0,k-j}$ – funkcja efektywnego średniego czasu dla opcji geometrycznej,
$B(S,j)$ – średnia geometryczna,
T^{sa}_{k-j} – funkcja zmienności czasu dla opcji geometrycznej.

Opcje azjatyckie, podobnie jak opcje standardowe, dzielą się na opcje z prawem kupna lub sprzedaży instrumentu bazowego. W pracy skupiono się na opcjach sprzedaży. Opcje te mogą być wykorzystywane np. przez importerów w celu zabezpieczenia się przed wzrostem kursu walutowego, gdyż jego wzrost powoduje zmniejszenie przychodów. Jeśli chodzi o inwestycje kapitałowe, to opcje sprzedaży wykorzystują najczęściej posiadacze portfeli papierów wartościowych, którzy obawiają się spadku ich cen w przyszłości.

Chcąc oprzeć swoją strategię na opcji azjatyckiej, należy wybrać dwa parametry więcej w porównaniu z opcją waniliową: który z elementów funkcji wypłaty zostanie zastąpiony przez wartość średnią oraz sposób monitorowania ceny instrumentu bazowego.

Jeśli w funkcji wypłaty opcji standardowej cena spot zostanie zastąpiona przez wartość średnią, to otrzyma się opcję o średniej cenie. Jeśli zaś cena wykonania – opcję o średniej cenie wykonania. Odnośnie obserwacji ceny spot, to może ona się odbywać bądź w sposób ciągły (bierze się pod uwagę wszystkie ceny z okresu ważności opcji), bądź dyskretny (wówczas do obliczenia średniej bierze się ceny spot z określonych punktów czasowych). W tym przykładzie skupiono się na ostatnim sposobie, czyli na opcjach dyskretnych.

Funkcja wypłaty dla dyskretnej azjatyckiej opcji geometrycznej put o średniej cenie może być zapisana w następującej postaci:

$$max\{K - GA(K), 0\}.$$

Do wyceny takiej opcji można wykorzystać formuły, otrzymane na podstawie[4]:

$$\begin{aligned} &p_{k,j}^{sa}\left(S,K,\tau,r,\sigma,g\right)= \\ &-SA^{sa}\left(S,j,\sigma\right)\exp\left[-gT_{0,k-j}^{sa}\right]\times N\left[-d_{k,j}^{sa}\left(S,g,\sigma\right)-\sigma\sqrt{T_{k-j}^{sa}}\right]+ \\ &+K\exp\left[-r\tau\right]N\left[-d_{k,j}^{sa}\left(S,g,\sigma\right)\right], \end{aligned}$$

przy czym:

$$A^{sa}\left(S,j,\sigma\right)=\exp\left[-r\left(\tau-T_{0,k-j}^{sa}\right)-\sigma^2\left(T_{0,k-j}^{sa}-T_{k-j}^{sa}\right)\Big/2\right]B^{sa}\left(S,j\right),$$

$$d_{k,j}^{sa}\left(S,g,\sigma\right)=\left\{\ln\left(\frac{S}{K}\right)+\left(r-g-\frac{1}{2}\sigma^2\right)T_{\mu,k-j}^{sa}+\ln\left[B^{sa}\left(S,j\right)\right]\right\}\Big/\left(\sigma\sqrt{T_{k-j}^{sa}}\right),$$

---

[4] P. Zhang: *Exotic Options. A Guide to Second Generation Options*. World Scientific, Singapore – New Jersey – London – Hong Kong 2001, s. 115.

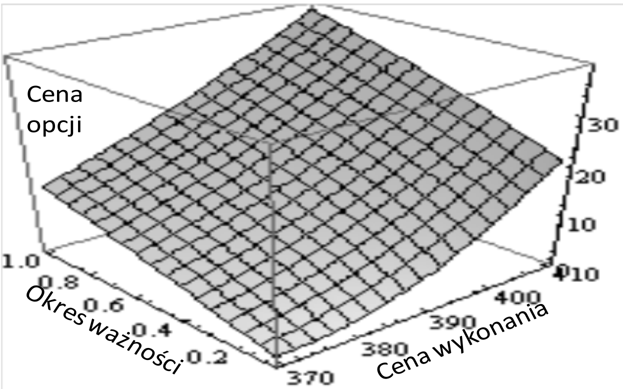
gdzie:
K – cena wykonania,
S – cena spot instrumentu bazowego,
r – stopa procentowa bez ryzyka,
g – stopa zwrotu z instrumentu bazowego,
σ – zmienność ceny instrumentu bazowego,
τ – czas do wygaśnięcia opcji.

Wykorzystując podaną wyżej formułę, obliczono cenę opcji put. Niech cena instrumentu bazowego wynosi 390 zł, stopa zwrotu z niego 15%, zmienność ceny 20%, stopa procentowa bez ryzyka 7%, k = 12, h = 1/12. Zostaną zbadane reakcje ceny dyskretnej geometrycznej opcji azjatyckiej, obliczonej na podstawie wzoru (3), na zmiany ceny wykonania (od 370 zł do 410 zł) oraz terminu ważności. Otrzymane wyniki zostaną zapisane w postaci tabeli 2 i zilustrowane na rysunku 3.

Tabela 2

Cena opcji put w zależności od ceny wykonania i okresu ważności

Cena wykonania / Długość życia opcji	370 PLN	380 PLN	390 PLN	400 PLN	410 PLN
2 miesiące	1.4845	3.9989	8.5538	15.2135	23.4959
4 miesiące	4.1616	7.7329	12.8391	19.4109	27.1898
6 miesięcy	6.8232	10.9712	16.3761	22.9497	30.5079
8 miesięcy	9.3681	13.8971	19.5012	26.0916	33.5227
10 miesięcy	11.7923	16.5968	22.3454	28.9529	36.2976
12 miesięcy	14.1044	19.1188	24.9765	31.5972	38.8761



Rys. 3. Zależność ceny opcji put od ceny wykonania i okresu ważności

Jak widać na rysunku 3, wraz ze wzrostem ceny wykonania opcja sprzedaży jest coraz droższa. Zatem inwestorom warto kupować opcje o jak najniższej cenie wykonania, o ile jest ona dopasowana na strategii hedgingowej. Z kolei wydłużenie okresu życia opcji doprowadza do wzrostu jej ceny. Dlatego ważny jest dokładny wybór tego okresu, w uzgodnieniu z zamiarami inwestora. Jednak ze względu na charakter zachodzących zależności zalecane jest zmniejszenie tego terminu w miarę możliwości. Otóż najtańsze będą krótkoterminowe kontrakty opcyjne o niższej cenie wykonania.

Opcje mogą być wykorzystywane zarówno w celach hedgingowych, jak i spekulacyjnych. Niezależnie od celu, jaki przyświeca inwestorowi rynku terminowego, przy budowaniu strategii opcyjnych należy zbadać opcje na temat elastyczności (wrażliwości) jej ceny na zmiany różnych parametrów opcji bądź zmiany rynkowe.

Elastyczność w sensie matematycznym jest to pochodna ceny opcji po zmiennej, której wpływ nas interesuje, przy założeniu, że inne czynniki pozostają bez zmian. Głównym współczynnikiem jest delta, która pokazuje, jak zmieni się wartość opcji w sytuacji zmian na rynku instrumentu bazowego.

Delta wskazuje o ile zmieni się premia opcyjna, jeśli cena instrumentu bazowego zmieni się o jednostkę, innymi słowy, jeśli wartość instrumentu bazowego zmieni się o x%, to cena opcji zmieni się o (delta × x)%.

Współczynnik delta można obliczyć za pomocą następującego wzoru[5]:

$$\Delta = \frac{dP}{dS},$$

gdzie:
P – cena opcji, *S* – cena spot instrumentu bazowego.

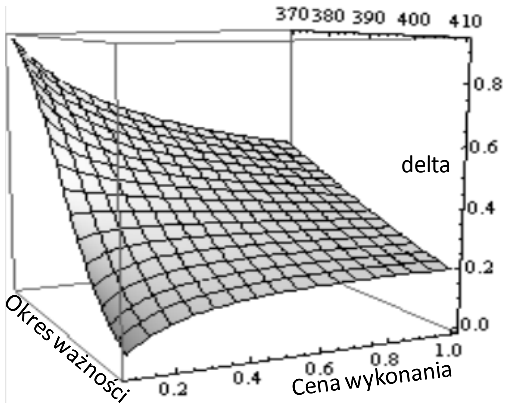
Wartości delta dla badanej opcji put są przedstawione w tabeli 3 oraz zaprezentowane na rysunku 4.

Tabela 3

Wartości współczynnika delta

Cena wykonania / Długość życia opcji	370 PLN	380 PLN	390 PLN	400 PLN	410 PLN
2 miesiące	0,8271	0,6533	0,4382	0,2426	0,1095
4 miesiące	0,7041	0,5607	0,4088	0,2712	0,1631
6 miesięcy	0,6282	0,5071	0,3854	0,2752	0,1845
8 miesięcy	0,5734	0,4682	0,3653	0,2721	0,1935
10 miesięcy	0,5303	0,4371	0,3474	0,2661	0,1966
12 miesięcy	0,4947	0,4109	0,3311	0,2589	0,1965

[5] A. Sopoćko: *Rynkowe instrumenty finansowe*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005, s. 273.



Rys. 4. Zależność delty od ceny wykonania i okresu ważności

Jak widać na rysunku 4, wraz ze spadkiem ceny wykonania, delta opcji sprzedaży jest coraz większa, co świadczy również o wzroście prawdopodobieństwa jej wykonania. Taka tendencja jest korzystna dla posiadacza opcji, który oparł na niej swoją strategię hedgingową. Natomiast zwiększenie okresu życia opcji nie ma jednoznacznego przełożenia na wartość współczynnika delta. Gdy cena wykonania jest większa od ceny instrumentu bazowego na rynku spot, wtedy zwiększenie okresu życia opcji powoduje zwiększenie współczynnika delta. Przeciwnie jest dla ceny wykonania mniejszej od ceny instrumentu bazowego (dłuższy okres zapadalności – mniejsza delta, a co za tym idzie, mniejsze szanse zrealizowania praw wynikających z posiadania opcji).

Współczynnik delta jest bardzo ważny w teorii wyceny opcji, jak i ich zastosowań, zwłaszcza przy niewielkich zmianach cen instrumentu bazowego. Niemniej jednak nie można się nim ograniczać w analizie strategii opcyjnych, gdyż związek pomiędzy ceną instrumentu bazowego a premią opcyjną nie ma charakteru liniowego. Należy również przeprowadzić analizę opcji z wykorzystaniem innych współczynników wrażliwości.

Współczynnik gamma pokazuje miarę wrażliwości współczynnika delta na zmiany ceny instrumentu bazowego. Z punktu widzenia matematycznego współczynnik ten jest drugą pochodną ceny opcji po cenie instrumentu bazowego, czyli[6]:

$$\Gamma = \frac{d\Delta}{dS} = \frac{d^2P}{dS^2}.$$

Wartości gamma dla badanej opcji put są przedstawione w tabeli 4 oraz zaprezentowane na rysunku 5.

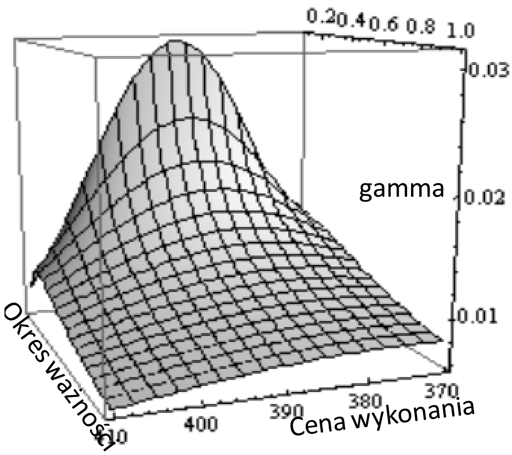
[6] A. Sopoćko: Op. cit., s. 275.

Wartości gamma dla badanej opcji put są przedstawione w tabeli 4 oraz zaprezentowane na rysunku 5, który pokazuje, że gamma rośnie im krótszy okres pozostał do wygaśnięcia opcji. W pozycji at-the-money (ATM), blisko terminu zapadalności osiąga ona maksimum, gdyż opcja jest bardzo wrażliwa na małe ruchy ceny instrumentu bazowego, ponieważ nawet one mogą sprawić, że opcja albo zostanie wykonana, albo nie.

Tabela 4

Wartości współczynnika gamma

Cena wykonania / Długość życia opcji	370 PLN	380 PLN	390 PLN	400 PLN	410 PLN
2 miesiące	0,0168	0,0153	0,0127	0,0109	0,0095
4 miesiące	0,0297	0,0176	0,0134	0,0110	0,0095
6 miesięcy	0,0276	0,0163	0,0124	0,0102	0,0088
8 miesięcy	0,0142	0,0124	0,0102	0,0087	0,0077
10 miesięcy	0,0098	0,0131	0,0117	0,0104	0,0093
12 miesięcy	0,0243	0,0168	0,0132	0,0111	0,0096



Rys. 5. Zależność gammy od ceny wykonania i okresu ważności

Przy terminie zapadalności, im opcja bardziej zbiega w pozycję in-the-money (ITM) albo out-of-the-money (OTM), gamma dąży do zera, gdyż ruchy ceny instrumentu bazowego nie mają prawie żadnego wpływu na cenę opcji. Dla inwestora najlepiej jest, jeśli gamma jest dodatnia, gdyż wartość instrumentu bazowego spada wolniej i rośnie szybciej. Odwrotnie, gdy gamma jest ujemna, wartość instrumentu bazowego spada szybciej i rośnie wolniej. Rozumowanie to jest zgodne z teorią drugiej pochodnej w matematyce i zaprezentowane na rysunku 6.

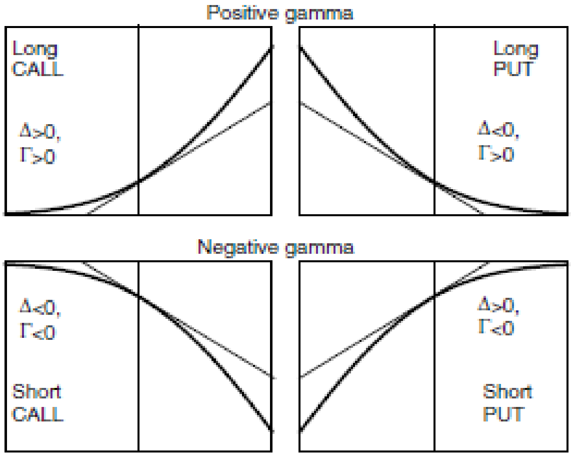


FIGURE 13.4 Delta and Gamma of Option Positions

Rys. 6. Zależność ceny opcji od współczynnika delta i gamma

Źródło: P. Jorion: *Financial Risk Manager Handbook*. Fourth Edition, Wiley & Sons, New York 2007, s. 315.

Z kolei współczynnik rho informuje o zmianach premii opcyjnej na skutek zmian stopy procentowej bez ryzyka. Wartość tego współczynnika można oszacować na podstawie wzoru[7]:

$$\rho = \frac{dP}{dr},$$

gdzie:
r – stopa procentowa bez ryzyka.

Wskazuje on o ile się zmieni premia opcyjna, gdy rynkowa stopa procentowa (najczęściej stopa depozytowa rynku międzybankowego, jak LIBOR czy WIBOR) wzrośnie lub spadnie o 1%.

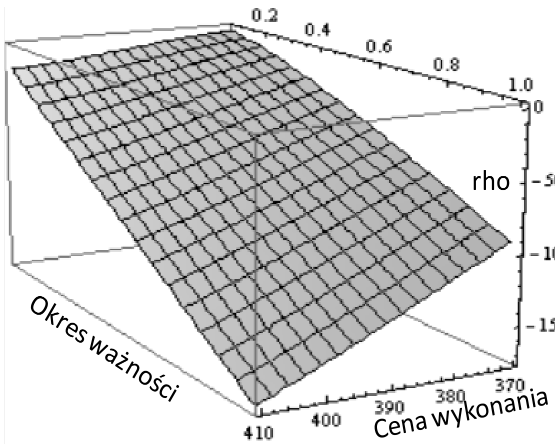
Wartości rho dla badanej opcji są przedstawione w tabeli 5 oraz zaprezentowane na rysunku 7.

[7] I. Pruchnicka-Grabias: *Egzotyczne opcje finansowe.* CeDeWu, Warszawa 2006, s. 24.

Tabela 5

Wartości współczynnika rho

Cena wykonania / Długość życia opcji	370 PLN	380 PLN	390 PLN	400 PLN	410 PLN
2 miesiące	5,2583	–11,3231	–19,076	–26,5399	–32,2478
4 miesiące	–18,2083	–28,7163	–40,2902	–51,4300	–61,0438
6 miesięcy	–34,2828	–48,1624	–62,7259	–76,7573	–89,3792
8 miesięcy	–52,2239	–68,9188	–86,0322	–102,5390	–117,706
10 miesięcy	–71,4686	–90,6221	–109,9950	–128,7030	–146,1170
12 miesięcy	–91,6893	–113,0450	–134,4640	–155,1710	–174,6160



Rys. 7. Zależność rho od ceny wykonania i okresu ważności

Rysunek 7 pokazuje, że stopa procentowa ma ujemny wpływ na wartość opcji put, gdyż cena instrumentu bazowego rośnie w szybszym tempie, co powoduje, że jest mniejsze prawdopodobieństwo, że opcja zostanie wykonana. Gdy okres pozostały do wygaśnięcia opcji jest coraz krótszy, wpływ stopy procentowej na cenę opcji jest coraz mniejszy, więc rho jest blisko zera. Natomiast, gdy okres ważności opcji jest długi, wpływ stopy procentowej na cenę opcji jest wysoki, więc rho w wartościach bezwzględnych jest największe.

Można również zauważyć, że stopa procentowa ma większy wpływ na opcje głęboko ITM (rho w wartościach bezwzględnych jest większa). Skoro stopa procentowa powoduje wzrost ceny instrumentu bazowego, to dla wystawcy opcji put będzie bardziej ryzykowne, gdy stopa procentowa będzie mała, gdyż istnieje większe prawdopodobieństwo wykonania opcji i większa wypłata z niej przysługująca. Z tego powodu wystawcy opcji pobierają większą premię za opcję put z mniejszą zależnością od stopy procentowej. Dla inwestora zatem tańsza będzie opcja z mniejszym rho w wartościach bezwzględnych.

Reakcję premii opcyjnej na zmiany parametru zmienności ceny instrumentu bazowego pokazuje współczynnik vega. Jego wartość oblicza się na podstawie następującego wzoru[8]:

$$V = \frac{dP}{d\sigma},$$

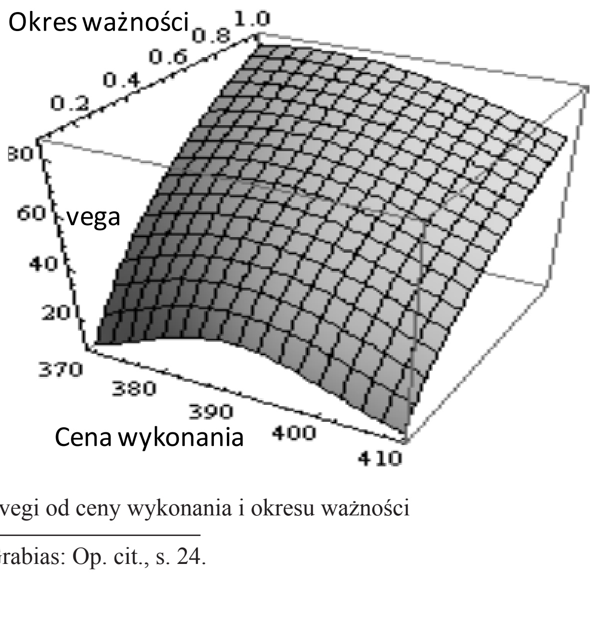
gdzie:
σ – zmienność ceny instrumentu bazowego.

Wartości vega dla badanej opcji są przedstawione w tabeli 6 oraz zaprezentowane na rysunku 8.

Tabela 6

Wartości współczynnika vega

Cena wykonania / Długość życia opcji	370 PLN	380 PLN	390 PLN	400 PLN	410 PLN
2 miesiące	21,5928	32,9072	36,1847	29,6308	18,8212
4 miesiące	41,6376	49,7265	50,6091	44,6096	34,6954
6 miesięcy	55,8859	61,5806	61,1149	55,2273	45,9921
8 miesięcy	66,9257	70,8661	69,4746	63,5830	54,8064
10 miesięcy	75,8896	78,4827	76,3973	70,4659	62,0184
12 miesięcy	83,3694	84,8892	82,2584	76,2788	68,0827



Rys. 8. Zależność vegi od ceny wykonania i okresu ważności

[8] I. Pruchnicka-Grabias: Op. cit., s. 24.

Jeśli wartość bezwzględna współczynnika vega jest wysoka, to cena opcji będzie bardzo wrażliwa nawet na niewielkie wahania parametru zmienności ceny instrumentu bazowego, i na odwrót.

Na rysunku 8 można zauważyć, że im dłuższy okres pozostał do wygaśnięcia opcji, tym wartość współczynnika vega będzie wyższa, gdyż zmienność instrumentu bazowego ma duży wpływ na wykonanie opcji. Vega będzie malała w miarę skrócenia okresu ważności opcji, natomiast w miarę zbliżania się do terminu zapadalności wartość vegi maleje osiągając lokalne maksimum, dla danej daty zapadalności, gdy opcja jest ATM, gdyż nawet najmniejsze ruchy instrumentu bazowego mogą spowodować przesunięcie opcji w pozycję pieniądza lub poza pieniądz.

Opcje nie istniałyby bez zmienności instrumentu bazowego, gdyż im większa zmienność, tym więcej inwestorów zabezpiecza się przed niekorzystnymi ruchami instrumentu bazowego. Jeśli jednak zmienność jest duża, szczególnie w okresach niepewności na rynku, wystawcy opcji ponoszą większe ryzyko, gdyż jest większe prawdopodobieństwo, że mogą ponieść koszty związane z wypłatą dla posiadacza opcji. Z tego powodu wystawcy opcji pobierają większą premię za opcję z większą zmiennością. Dla inwestora zatem tańsza będzie opcja z mniejszym poziomem zmienności ceny instrumentu bazowego.

Podsumowanie

Opcje azjatyckie są popularne zarówno wśród inwestorów pozbywających się ryzyka, jak i wśród inwestorów zawierających transakcje na rynkach terminowych wyłącznie w celach zarobkowych. Takie instrumenty pochodne pozwalają nie tylko ryzyko redukować, ale też efektywnie nim zarządzać wykorzystując współczesne modele wyceny opcji. Ponadto opcje azjatyckie są atrakcyjnymi instrumentami rynku terminowego ze względu na ich niższą cenę w porównaniu z innymi rodzajami opcji. Najczęściej są wykorzystywane przez inwestorów w celu zabezpieczenia się przed nieuczciwą spekulacją na rynku instrumentu bazowego, gdyż ich cena nie zależy tylko od wartości instrumentu bazowego w dniu zapadalności opcji, ale od jego średniej liczonej w pewnych odstępach czasu.

Wykorzystując opcje w strategiach hedgingowych należy zbadać ich zależność od wielu czynników, tych, na które inwestor ma wpływ, jak i tych, które oddziałują niezależnie. W tym celu można posługiwać się analizą opartą na współczynnikach wrażliwości, która to dostarczy inwestorowi dodatkowych informacji o prawdopodobieństwie wykonania opcji, aby mogli oni zabezpieczyć swoje inwestycje jak najtaniej oraz najbardziej efektywnie.

Wspomniana analiza może też być użyteczna dla wystawcy opcji (krótka pozycja), gdyż mogą oni sprawdzić, która opcja generuje dla nich potencjalne największe zobowiązanie wobec kupującego opcje. Mając taką wiedzę mogą oni dostosować cenę opcji do ryzyka, które za sobą ona niesie.

OPTION HEDGING STRATEGIES IN THE CAPITAL INVESTMENTS RISK MANAGEMENT

Summary

Investment trends in the domestic capital market will be examined in this article. Risks associated with capital investment of entities will be analyzed as well. Hedging strategies based on some exotic options will be proposed to reduce risk of capital investments. Impact of sensitivity coefficients on option price will be analyzed to indicate options with best performance.