

Ewa Dziawgo

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

ZASTOSOWANIE OPCJI WSTECZNYCH O ZMIENNEJ CENIE REALIZACJI W ZARZĄDZANIU FIRMĄ

Streszczenie: Opcje wsteczne należą do klasy opcji uwarunkowanych wartościami ekstremalnymi. Na wartość tych opcji ma wpływ ekstremalna wartość osiągnięta przez cenę instrumentu w okresie ważności opcji. W artykule przedstawiono własności opcji wstecznych o zmiennej cenie realizacji i możliwości zastosowania tych opcji w zarządzaniu ryzykiem. Na podstawie symulacji wyceny opcji wstecznych i zwykłych opcji wystawionych na EUR/PLN zbadano wpływ wybranych czynników na kształtowanie się ceny rozpatrywanych opcji.

Słowa kluczowe: opcje wsteczne, cena realizacji opcji, funkcja wypłaty.

1. Wstęp

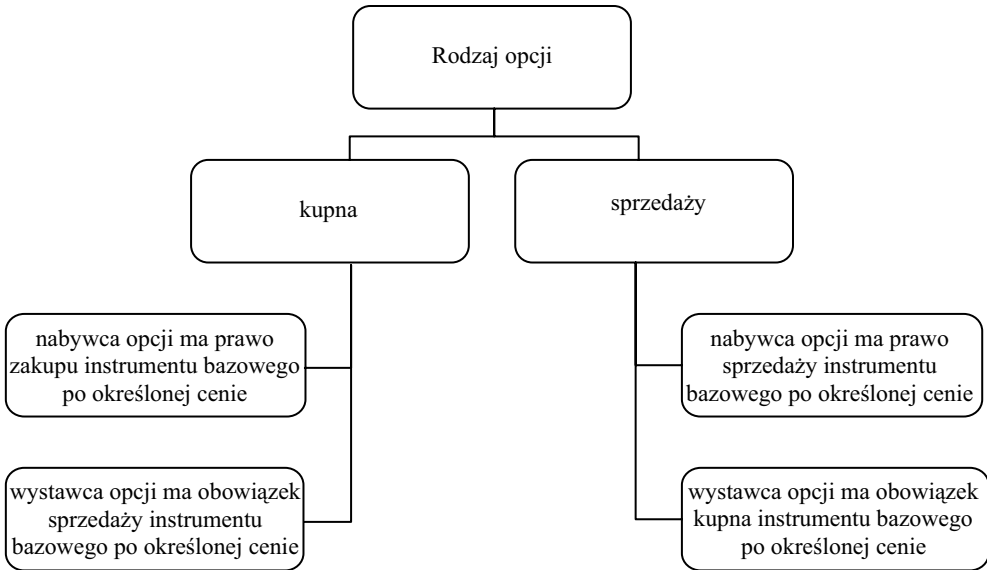
Koniecznością dla funkcjonujących w coraz bardziej zmiennych warunkach rynkowych przedsiębiorstw jest wprowadzanie nowych metod i narzędzi zarządzania ryzykiem, które umiejętnie stosowane mogą się przyczynić do poprawy wyników finansowych firmy, a tym samym do wzrostu konkurencyjności firmy. Przy podejmowaniu strategicznych działań inwestycyjnych niezbędne jest zapewnienie takich warunków, w których firma nie poniesie kosztów większych niż założono. Dlatego zarządzanie ryzykiem jest tak ważnym elementem w zarządzaniu firmą.

Opcja jest transakcją terminową, w której jedna ze stron nabywa prawo, ale nie obowiązek realizacji umowy. Jest więc szczególnie atrakcyjnym instrumentem finansowym stosowanym w zarządzaniu ryzykiem. Jednakże ze względu na efekt dźwigni finansowej przed podjęciem decyzji związanych z transakcjami opcyjnymi konieczne jest dokonanie analizy uwzględniającej własności danych opcji. Opcja wsteczna o zmiennej cenie realizacji należy do klasy opcji egzotycznych uwarunkowanych wartościami ekstremalnymi. Jest szczególnym instrumentem zarządzania ryzykiem w warunkach niestabilnego otoczenia.

2. Opcje instrumentem zarządzania ryzykiem

Wzrost zmienności warunków rynkowych przyczynił się do gwałtownego rozwoju rynku instrumentów pochodnych, wśród których opcje ze względu na niesymetrycz-

ność praw i obowiązków nałożonych na strony transakcji są szczególnym instrumentem zarządzania ryzykiem.



Rys. 1. Sytuacja wystawcy i nabywcy opcji w przypadku realizacji opcji

Źródło: opracowanie własne.

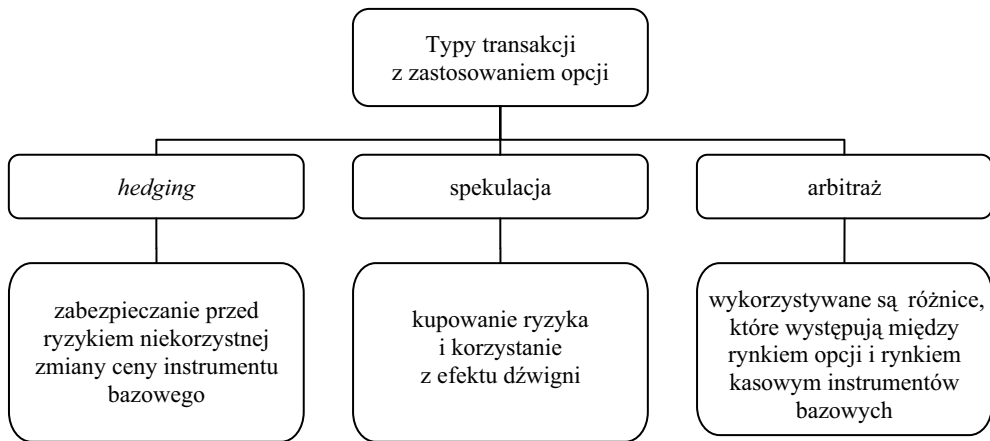
Nabywca opcji ma prawo realizacji umowy. Kosztem zapłaconej premii nabywca opcji eliminuje ryzyko poniesienia straty w związku z niekorzystną zmianą ceny instrumentu bazowego. Nabywając opcję, zabezpiecza się wysokość ceny, po której w przyszłości będzie można kupić (opcja kupna) lub sprzedać (opcja sprzedaży) instrument bazowy. Biorąc pod uwagę przedmiot transakcji, rozróżnia się:

- opcje towarowe, których instrumentem bazowym są: artykuły spożywcze, metale, surowce mineralne,
- opcje finansowe wystawiane na akcje, walutę, stopę procentową, indeks ekonomiczny [Hull 2002; Dziawgo 2003; Tarczyński, Mojsiewicz 2001].

Umiejętne zabezpieczanie kursu walutowego w powiązaniu z polityką zabezpieczania ceny surowców lub produktów niejednokrotnie jest kluczowym elementem koniecznym do osiągnięcia sukcesu firmy.

Konstruowanie z opcji strategii inwestycyjnych o różnych funkcjach dochodu końcowego pozwala na:

- zabezpieczenie się przed ryzykiem poniesienia straty w wyniku niekorzystnej zmiany ceny instrumentu bazowego;
- wykorzystanie szansy osiągnięcia dochodu, kiedy wystąpią sprzyjające zmiany ceny instrumentu bazowego.



Rys. 2. Typy transakcji z zastosowaniem opcji

Źródło: opracowanie własne.

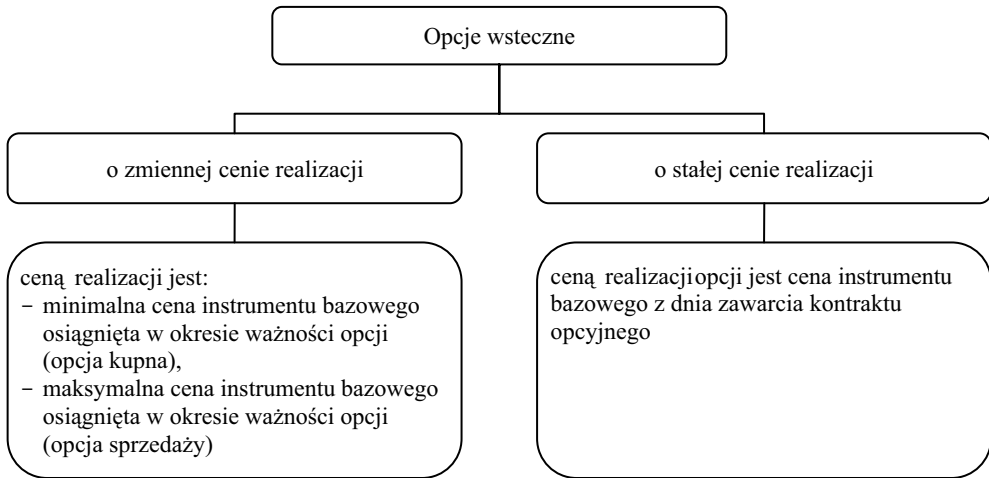
W wyniku zmian stóp procentowych, kursów walut czy też cen surowców mogą się pojawić trudności z utrzymaniem przewagi konkurencyjnej na rynku. Powstają bowiem wahania kosztów, nierównomierność przepływu gotówki i wahania zysków.

Ubezpieczeniowy charakter opcji powoduje, że umiejętne zastosowanie opcji w transakcjach finansowych może się przyczynić do zmniejszenia kosztów związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej, a także do zwiększenia zysków z inwestycji. Prawidłowe zastosowanie odpowiedniej strategii opcyjnej pozwala na precyzję zabezpieczenia inwestycji do oczekiwanej zmienności ceny instrumentu bazowego. Zastosowanie opcji w transakcjach finansowych umożliwia dokładne opracowanie ofert inwestycyjnych, prawidłową wycenę wyrobów gotowych, wprowadzenie produktów i usług na rynek krajowy i zagraniczny [Smithson, Smith, Wilford 2000].

3. Własności opcji wstecznych o zmiennej cenie realizacji

Opcje wsteczne należą do klasy opcji uwarunkowanych, na wartość których ma wpływ ekstremalna wartość osiągnięta przez cenę instrumentu bazowego w okresie ważności opcji [Jajuga, Gudaszewski, Mróz 2004; Napiórkowski 2002; Dziawgo 2005].

Nabywca wstecznej opcji kupna o zmiennej cenie realizacji (*floating lookback call options*) ma prawo zakupu instrumentu bazowego po najniższej cenie osiągniętej przez instrument bazowy w okresie ważności opcji. Wsteczne opcje kupna o zmiennej cenie realizacji mogą być typu:



Rys. 3. Podział opcji wstecznych w zależności od ceny wykonania

Źródło: opracowanie własne.

- *w-cenie* – kiedy bieżąca cena instrumentu bazowego jest większa od ceny realizacji,
- *po-cenie* – kiedy bieżąca cena instrumentu bazowego jest równa cenie realizacji.

Wsteczna opcja kupna o zmiennej cenie realizacji nigdy nie jest *nie-w-cenie*¹, ponieważ kiedy bieżąca cena instrumentu bazowego jest mniejsza od ceny wykonania, wówczas staje się ceną realizacji i rozpatrywana opcja będzie opcją typu *po-cenie*.

W dniu wygaśnięcia funkcja wypłaty wstecznej opcji kupna o zmiennej cenie realizacji ma postać:

$$w_{call} = \max[0, S_T - m_T^S] = S_T - m_T^S, \quad (1)$$

gdzie: S_T – cena instrumentu bazowego w dniu wygaśnięcia opcji, m_T^S – najniższa cena instrumentu bazowego w okresie ważności opcji.

W chwili $t \in [0; T]$ cena wstecznej opcji kupna o zmiennej cenie realizacji wynosi [Goldman, Sosin, Gatto 1979]:

$$C_t^W = S_t N(d_1) - S_t \frac{\sigma^2}{2r} N(-d_1) - e^{-r(T-t)} m_t^S \left[N(d_2) - \frac{\sigma^2}{2r} e^{a_1} N(-d_3) \right], \quad (2)$$

¹ Jeżeli bieżąca cena instrumentu bazowego jest mniejsza od ceny wykonania, to opcja kupna jest *nie-w-cenie*.

gdzie:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{m_t^S}\right) + (r + 0,5\sigma^2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t},$$

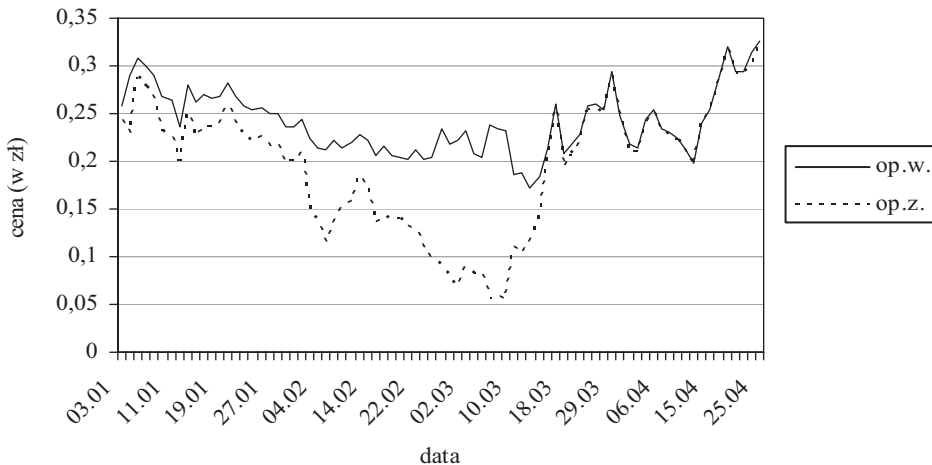
$$d_3 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{m_t^S}\right) + (-r + 0,5\sigma^2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}, \quad a_1 = \frac{-2(r - 0,5\sigma^2)\ln\frac{S_t}{m_t^S}}{\sigma^2},$$

σ – zmienność ceny instrumentu bazowego, r – stopa procentowa, T – czas wygaśnięcia opcji, $N(d)$ – dystrybuanta rozkładu normalnego.

Przykład 1

Badania empiryczne dotyczą symulacji wyceny wstecznych walutowych opcji kupna. Opcje wystawione są na EUR/PLN. Opcje są 4-miesięczne. Rozważania dotyczą okresu: 03.01.2005-25.04.2005.

Na rys. 4 przedstawiono kształtowanie się cen wstecznej walutowej opcji kupna o zmiennej cenie realizacji oraz odpowiadającej jej zwykłej opcji kupna.



Rys. 4. Kształtowanie się ceny walutowej wstecznej opcji kupna o zmiennej cenie realizacji oraz zwykłej opcji kupna wystawionych na EUR/PLN

Źródło: opracowanie własne.

Z analizy kształtowania się cen wynika, że wsteczna opcja kupna o zmiennej cenie realizacji jest droższa od opcji zwykłej. Gwałtowny spadek ceny instrumentu bazowego wpłynął na znaczny spadek ceny zwykłej opcji kupna oraz na wzrost ceny

wstecznej opcji kupna. Kiedy zbliżał się termin wygaśnięcia, zmniejszały się różnice między cenami rozpatrywanych opcji.

Nabywca wstecznej opcji sprzedaży o zmiennej cenie realizacji ma prawo sprzedaży określonego instrumentu bazowego po najwyższej cenie osiągniętej przez instrument bazowy w okresie ważności opcji.

Wsteczna opcja sprzedaży jest typu:

- *w-cenie* – jeśli bieżąca cena instrumentu bazowego jest mniejsza od ceny realizacji,
- *po-cenie* – kiedy bieżąca cena instrumentu bazowego jest równa cenie wykonania.

Wsteczna opcja sprzedaży o zmiennej cenie realizacji nigdy nie jest typu *nie-w-cenie*², gdyż kiedy bieżąca cena instrumentu bazowego będzie większa od ceny realizacji, wówczas przyjmuje się ją za cenę wykonania i rozpatrywana opcja będzie typu *po-cenie*.

W dniu wygaśnięcia funkcja wypłaty wstecznej opcji sprzedaży o zmiennej cenie realizacji ma postać:

$$w_{put} = \max[M_T^S - S_T, 0] = M_T^S - S_T, \quad (3)$$

gdzie: S_T – cena instrumentu bazowego w dniu wygaśnięcia opcji, M_T^S – najwyższa cena instrumentu bazowego w okresie ważności opcji.

W chwili $t \in [0; T]$ cena wstecznej opcji sprzedaży o zmiennej cenie realizacji wynosi [Goldman, Sosin, Gatto 1979]:

$$P_t^W = -S_t N(-d_1) + S_t \frac{\sigma^2}{2r} N(d_1) + e^{-r(T-t)} M_t^S \left[N(-d_2) - \frac{\sigma^2}{2r} e^{b_1} N(d_3) \right], \quad (4)$$

gdzie:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{M_t^S}\right) + (r + 0,5\sigma^2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t},$$

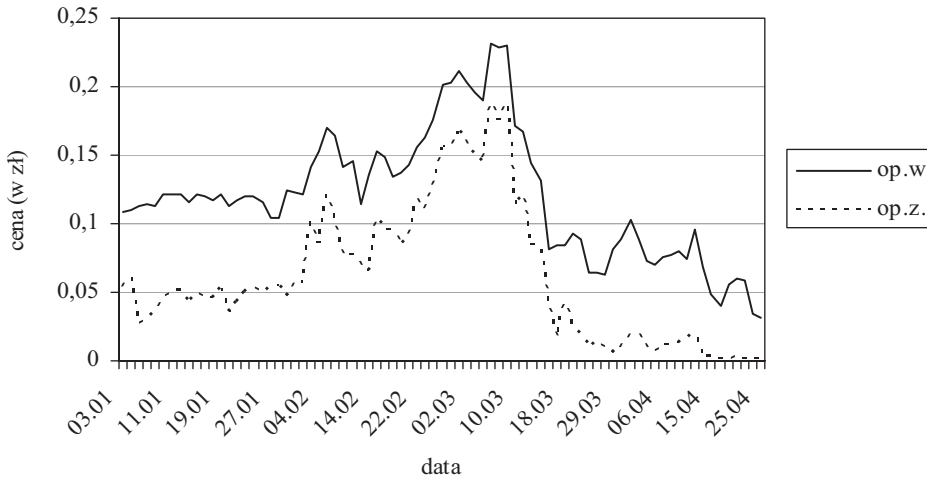
$$d_3 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{M_t^S}\right) + (-r + 0,5\sigma^2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}, \quad b_1 = \frac{2(r - 0,5\sigma^2) \ln\frac{M_t^S}{S_t}}{\sigma^2},$$

pozostałe oznaczenia są takie same jak we wzorze (2).

² Opcja sprzedaży jest typu *nie-w-cenie*, kiedy bieżąca cena instrumentu bazowego jest większa od ceny wykonania.

Przykład 2

Na rysunku 5 przedstawiono kształtowanie się cen wstecznej walutowej opcji sprzedaży o zmiennej cenie realizacji oraz odpowiadającej jej zwykłej opcji sprzedaży. Opcje są 4-miesięczne i wystawione są na EUR/PLN. Symulacja wyceny przeprowadzono dla okresu 03.01.2005-25.04.2005.



Rys. 5. Kształtowanie się ceny walutowej wstecznej opcji sprzedaży o zmiennej cenie realizacji oraz zwykłej opcji sprzedaży wystawionych na EUR/PLN

Źródło: opracowanie własne.

Z analizy kształtowania się cen wynika, że wsteczna opcja sprzedaży o zmiennej cenie realizacji jest droższa od opcji zwykłej. Spadek ceny instrumentu bazowego wpłynął na wzrost ceny zwykłej i wstecznej opcji sprzedaży. Z kolei gwałtowny znaczny wzrost ceny instrumentu bazowego przyczynił się do spadku ceny zwykłej opcji, a także do wzrostu ceny wstecznej opcji sprzedaży.

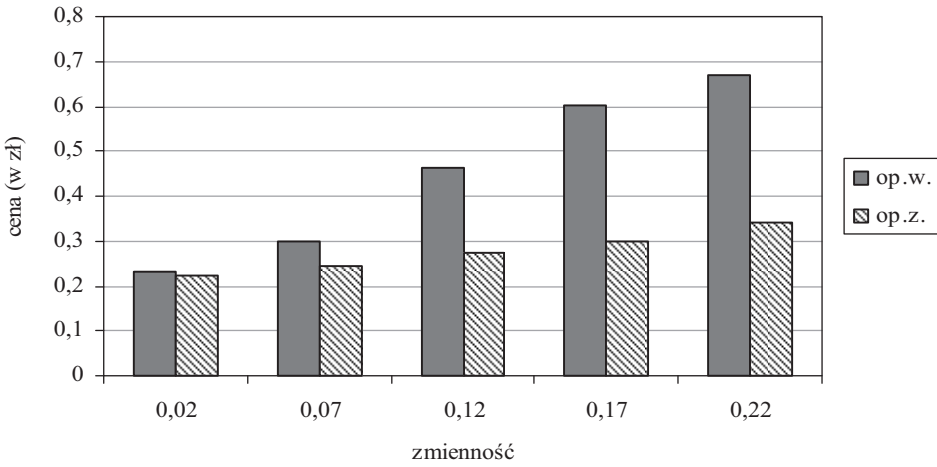
Przykład 3

Analiza dotyczy wpływu zmienności ceny instrumentu bazowego oraz czasu wygaśnięcia na kształtowanie się ceny wstecznych oraz zwykłych opcji kupna.

Na rysunku 6 przedstawiono wpływ zmienności na cenę zwykłej oraz wstecznej opcji kupna. Z kolei rys. 7 jest ilustracją wpływu zmienności na cenę zwykłej oraz wstecznej opcji sprzedaży.

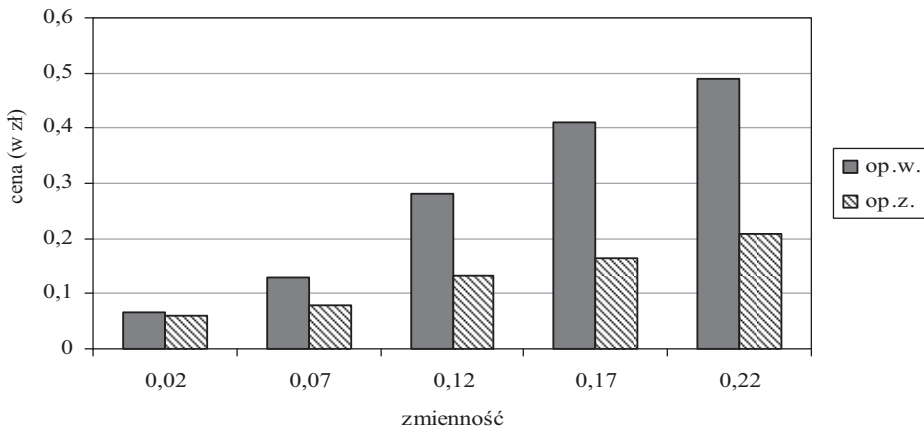
Z analizy kształtowania się cen wynikają następujące wnioski:

- wzrost zmienności wpływa na wzrost zarówno wstecznej, jak i zwykłej opcji,
- w sytuacji wzrostu zmienności bardziej gwałtownie wzrastają ceny opcji wstecznej o zmiennej cenie realizacji,
- w przypadku mniejszych zmienności występują mniejsze różnice między cenami rozpatrywanych opcji.



Rys. 6. Wpływ zmienności na cenę wstecznej i zwykłej opcji kupna

Źródło: opracowanie własne.

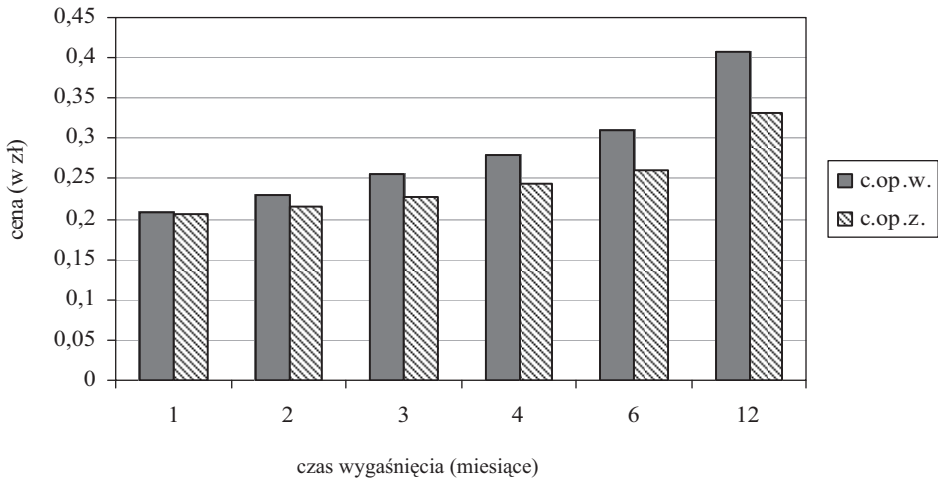


Rys. 7. Wpływ zmienności na cenę wstecznej i zwykłej opcji sprzedaży

Źródło: opracowanie własne.

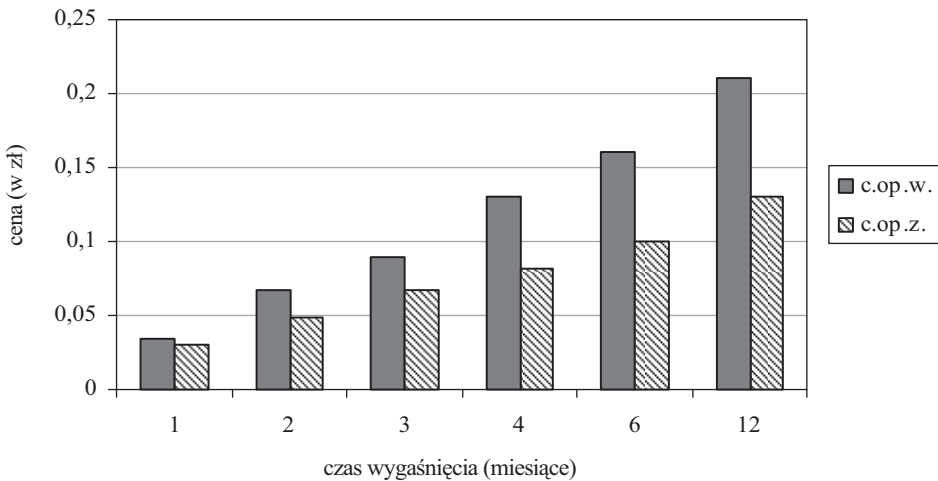
Na rysunku 8 przedstawiono wpływ czasu wygaśnięcia na kształtowanie się ceny zwykłej i wstecznej opcji kupna. Natomiast wpływ czasu wygaśnięcia na kształtowanie się ceny zwykłej i wstecznej opcji sprzedaży o zmiennej cenie realizacji ilustruje rys. 9.

Z analizy kształtowania się cen wynika, że dla każdego terminu wygaśnięcia ceny wstecznej opcji kupna o zmiennej cenie realizacji są większe od cen opcji zwykłej. Dłuższy termin wygaśnięcia wpływa na występowanie większych różnic między cenami wstecznej i zwykłej opcji.



Rys. 8. Wpływ czasu wygaśnięcia na cenę wstecznej i zwykłej opcji kupna

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 9. Wpływ czasu wygaśnięcia na cenę wstecznej i zwykłej opcji sprzedaży

Źródło: opracowanie własne.

4. Zakończenie

W wyniku wzrostu zmienności warunków rynkowych wdrażanie metod zarządzania ryzykiem jest niezbędnym elementem w procesie zarządzania wartością firmy. Przy opracowywaniu i wdrażaniu nowych przedsięwzięć inwestycyjnych przedsiębior-

stwa chcące wzmocnić swoją pozycję rynkową muszą zapewnić takie warunki, które nie wpłyną na zmniejszenie wartości firmy.

Opcje o zmiennej cenie realizacji umożliwiają nabycie (opcja kupna) lub sprzedaż (opcja sprzedaży) instrumentu bazowego po najkorzystniejszej cenie, jaką ten instrument osiągnął w okresie ważności opcji. Opcje o zmiennej cenie realizacji są zatem atrakcyjnym instrumentem zabezpieczającym przed ryzykiem niekorzystnej zmiany ceny instrumentu bazowego, które powinny być stosowane szczególnie w warunkach dużej zmienności ceny instrumentu bazowego. Nabywając wsteczną opcję kupna o zmiennej cenie realizacji, oczekuje się zmiany trendu ceny instrumentu bazowego ze spadkowego na wzrostowy. Natomiast nabywca wstecznej opcji sprzedaży o zmiennej cenie realizacji oczekuje zmiany trendu ceny instrumentu bazowego ze wzrostowego na spadkowy.

W dniu wygaśnięcia wartość funkcji wypłaty wstecznej opcji o zmiennej cenie realizacji zależy od dwóch czynników, na które ma wpływ zmienność ceny instrumentu bazowego:

- bieżącej ceny instrumentu bazowego,
- najniższej ceny instrumentu bazowego osiągniętej w okresie ważności opcji – w przypadku opcji kupna,
- najwyższej ceny instrumentu bazowego osiągniętej w okresie ważności opcji – w sytuacji opcji sprzedaży.

Dlatego wsteczne opcje o zmiennej cenie realizacji są również atrakcyjnym instrumentem finansowym, który może być stosowany w transakcjach spekulacyjnych na rynku zmienności cen instrumentu bazowego.

Perspektywy rozwoju rynku opcji egzotycznych w Polsce zależą od zapotrzebowania na nowe instrumenty zarządzania ryzykiem. Zjawisko postępującej globalizacji rynków finansowych przyczynia się do wzrostu ryzyka, a tym samym do wzrostu zapotrzebowania na nowe instrumenty zarządzania ryzykiem. Wsteczne opcje o zmiennej cenie realizacji umożliwiają inwestorom kształtowanie nowych profili wypłat z inwestycji. Wprowadzenie tych opcji do obrotu w Polsce zwiększyłoby atrakcyjność naszego rynku finansowego.

Literatura

- Dziawgo E., *Modele kontraktów opcyjnych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2003.
- Dziawgo E., *Sensitivity model analysis of the floating-strike lookback call option pricing*, [w:] Z. Zieliński (red.), *Dynamic Econometric Models*, Wydawnictwo Mikołaja Kopernika, Toruń 2006.
- Goldman B.M., Sosin H.B., Gatto M.A., *Path dependent options: „Buy at the low, sell at the high”*, „The Journal of Finance” 1979, vol. XXXIV.
- Hull J.C., *Options, Futures and other Derivatives*, Prentice Hall International, Inc., 2002.
- Jajuga K., Gudaszewski W., Mróz W., *Opcje egzotyczne – wprowadzenie*, „Rynek Terminowy” 2004, nr 1.

- Napiórkowski A., *Charakterystyka, wycena i zastosowanie wybranych opcji egzotycznych*, NBP, Departament Analiz i Badań, Warszawa 2002.
- Smithson Ch.W., Smith C.W., Wilford D.S., *Zarządzanie ryzykiem finansowym*, Dom Wydawniczy ABC, Kraków 2000.
- Tarczyński W., Mojsiewicz M., *Zarządzanie ryzykiem*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001.

THE APPLICATION OF THE FLOATING-STRIKE LOOKBACK OPTIONS IN A COMPANY'S MANAGEMENT

Summary: The increase in the volatility of market conditions has an impact on the growth of the risk connected with running a business. The volatility fluctuations of interest rates, exchange rates and raw material prices are the cause of difficulties in maintaining a company's market share in the increasingly competitive environment. Therefore, it is necessary for companies to apply new tools and methods of risk management which can improve financial results of a business.

In risk management options are an attractive financial instrument. Lookback options are the extremum-dependent options. The value of the extremum-dependent options is influenced by the extreme value reached by the underlying instrument in the exercise period of the option.

The aim of the article is to present the properties and the issues connected with the uses of floating-strike lookback options in risk management. The empirical data included in the article are concerned with the pricing simulations of the floating-strike lookback options and standard options on EUR/PLN.