



**Natalia Iwaszczuk**

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie  
Wydział Zarządzania  
Katedra Zarządzania w Energetyce  
natalia.iwaszczuk@gmail.com

**Jadwiga Orłowska-Puzio**

Uniwersytet Rzeszowski  
Wydział Matematyczno-Przyrodniczy  
Katedra Analizy Funkcjonalnej  
jorlow@univ.rzeszow.pl

**Tatiana Solovej**

Politechnika Lwowska  
Instytut Matematyki Stosowanej i Nauk Podstawowych  
swetcherry2008@gmail.com

## WYBRANE OPCJE NIESTANDARDOWE JAKO INNOWACYJNE NARZĘDZIA OCHRONY PRZED RYZYKIEM WALUTOWYM

**Streszczenie:** Przedmiotem rozważań artykułu są innowacyjne narzędzia finansowe, do których zalicza się niestandardowe opcje walutowe. Wychodząc z założenia, że innowacja jest szczególnym rodzajem współczesnej działalności międzynarodowej, podmioty gospodarcze są zmuszone do poszukiwania innowacyjnych rozwiązań w zarządzaniu ryzykiem. Celem artykułu jest wykazanie skuteczności opcji niestandardowych jako narzędzi do budowania strategii osłaniających przed ryzykiem walutowym. Praktyczne zastosowanie rekomendowanych strategii pokazano na przykładzie przedsiębiorstwa BASMAC. Podmiot ten, z uwagi na kontrakty handlowe rozliczane w euro, narażony jest na wahania kursu walutowego, dlatego poszukuje innowacyjnych rozwiązań zabezpieczających własne interesy przed stratą finansową na skutek działania ryzyka kursowego.

**Słowa kluczowe:** niestandardowe opcje finansowe, innowacja, ryzyko walutowe, *hedging*.

### Wprowadzenie

W zmieniającej się rzeczywistości gospodarczej nieustannie poszukuje się nowych, lepszych, ciekawszych i najchętniej tańszych rozwiązań zarówno technologicznych, jak i procesowych czy zarządczych. Nie jest łatwym znalezienie

optymalnych rozwiązań, gdyż ich złożoność i dynamika przeobrażeń są niezwykle duże. Zdecydowanie jednak trudności związane ze zgłębieniem tematów dotyczących innowacyjności nie powinny być hamulcem do ich wprowadzania. Opcje, jako instrumenty rynku finansowego, nie są narzędziami zupełnie nowymi czy nieznanymi – szczególnie jeśli mowa jest o opcjach standardowych. Inaczej sytuacja przedstawia się w temacie opcji niestandardowych, ponieważ ich elastyczny charakter powoduje, że każda kolejna hybryda jest zupełnie nowym innowacyjnym narzędziem gry rynkowej. Jeśli dodatkowo środowiskiem tejże gry będzie przestrzeń międzynarodowa o niejednolitej walucie rozliczeniowej, to jako istotny parametr wpływający na zyskowność wylania się ryzyko walutowe. Ryzyko walutowe, zwane też kursowym, określa zakres i nieprzewidywalność wahań kursu danej waluty. Ekspozycja na ryzyko walutowe obejmuje:

- pozycje bilansu denominowane w obcych walutach,
- rzeczywiste, fizyczne zakupy oraz sprzedaż dóbr i usług, które nie zostały jeszcze zafakturowane,
- transakcje kupna-sprzedaży przyszłych okresów, na przykład długoterminowe kontrakty na zakup środków trwałych,
- rachunki i płatności denominowane w walutach obcych, które się pojawią, jeżeli dojdzie do przewidywanej działalności handlowej [Olkiewicz, 2004, s. 34].

W równym stopniu ryzyko kursowe dotyka importerów i eksporterów, choć dla jednych jest generatorem strat, a dla drugich generatorem zysku. Dla eksporterów niekorzystna będzie aprecjacja (lub rewaluacja) pieniądza krajowego w stosunku do waluty obcej (przykład złotówka–euro i rok 2004, w którym aprecjacja złotówki w stosunku do euro wynosiła ok. 6% w stosunku rocznym). Deprecjacja (lub dewaluacja) waluty krajowej generuje z kolei straty dla importerów, którzy nie osiągają wówczas założonych wcześniej wyników finansowych [Iwaszczuk, Orłowska-Puzio i Łamasz, 2013, s. 51].

Poprzez analizę rzeczywistych danych liczbowych postaramy się zweryfikować hipotezę o skuteczności zastosowania niestandardowej opcji walutowej do ograniczenia negatywnego wpływu ryzyka walutowego na działalność importową przedsiębiorstwa usługowego. W tym celu posłużymy się modelowaniem matematycznym z wykorzystaniem pakietu Microsoft Office Excel.

## 1. Opcje jako innowacyjne narzędzia zarządzania

Opcje jako najbardziej rozbudowana grupa instrumentów pochodnych są prawami do zawarcia transakcji na określonych warunkach, w szczególności po ustalonej cenie [Sopoćko, 2010, s. 231]. Opcja standardowa (*plain vanilla option*) to

instrument rynku finansowego, którego wartość zależy od ceny instrumentu będącego przedmiotem transakcji. Jest to instrument pochodny, gdyż powstaje na bazie instrumentu pierwotnego, którym może być określony papier wartościowy (akcja, bon, obligacja), indeks giełdowy, waluta czy na przykład stopa procentowa. We współczesnej literaturze coraz częściej do opcji standardowych zalicza się również te, które opiewają na tzw. popularny instrument bazowy typu kurs walutowy czy indeks giełdowy. Transakcje te mają charakter transakcji rzeczywistych. Ich zaletą jest to, że są dostosowane do potrzeb indywidualnego klienta, natomiast wadą, że są z reguły droższe niż opcje giełdowe, bowiem instytucja, wystawiając je, oczekuje rekompensaty w celu pokrycia ryzyka związanego z wystawieniem opcji [Dębski, 2010, s. 406].

Poza opcjami standardowymi istnieje liczna grupa opcji niestandardowych (tzw. opcje egzotyczne – *exotic options*), które można podzielić na kilka podgrup: opcje pojedyncze (np. binarna czy o uwarunkowanej premii), opcje elastyczne (np. bermudzka, ratalna, wyboru) oraz opcje uwarunkowane (np. barierowa, zapadkowa, drabinowa, wsteczna). Obrót większością opcji egzotycznych odbywa się na rynku pozagiełdowym (głównie międzybankowym), choć niektóre mieszczą się na giełdach, np. na New York Mercantile Exchange (NYMEX) znajdują się w obrocie opcje spreadowe [Pruchnicka-Grabias, 2004, s. 46].

Dzięki opcjom egzotycznym można m.in. wprowadzać w konkretnych podmiotach gospodarczych innowacyjne metody zarządzania finansami. Innowacja finansowa jest w takim przypadku instrumentem, w którym skostniałe elementy konwencjonalnych produktów rynku finansowego (nieindeksowanych obligacji czy akcji) zostały zamienione przez nowe i elastyczne elementy, dzięki czemu zyskują one nowe zastosowania i wysoką płynność na rynku kapitałowym lub walutowym [Tarczyński i Zwolankowski, 1999, s. 51].

W zależności od tego, przed jaką tendencją na rynku walutowym kontrakt opcyjny ma chronić, należy zastanowić się, czy będzie to opcja *call* czy *put*. Długa pozycja w opcji sprzedaży (*put*) chroni przed trendem spadkowym, który stwarza niebezpieczeństwo niedoboru waluty krajowej w wyniku sprzedaży waluty obcej (najczęściej dotyczy eksporterów). Długa pozycja w opcji kupna (*call*) zabezpiecza natomiast przed wzrostowym trendem na walutowym rynku spot. Takie podejście najbardziej odpowiada profilowi ryzyka przedsiębiorstw–importerów, które obawiają się wzrostu kosztów wymiany waluty krajowej na zagraniczną niezbędną do zakupu towarów w innym kraju. Dzięki możliwości wprowadzania modyfikacji w warunkach kontraktu opcyjnego, możliwe jest dostosowanie opcji do potrzeb jednostkowych, co stanowi ich podstawową zaletę jako innowacyjnych narzędzi zabezpieczających.

## 2. Charakterystyka niestandardowych opcji walutowych

Niestandardowe opcje walutowe definiuje się jako kontrakty opcyjne, które gwarantują odmienną strukturę dochodu niż standardowe opcje kupna i sprzedaży [Kuźmierkiewicz, 1999, s. 18]. W kontrakcie opcyjnym należy podkreślić szczególną rolę wystawcy opcji, który jest tzw. stroną pasywną. Oznacza to, że gdy tylko nabywca (w odpowiednim czasie) zażąda realizacji kontraktu opcyjnego, sprzedawca ma obowiązek dostarczyć instrument bazowy w ustalonej ilości. Wypłata premii nie jest tu jednak czynnością równoległą, bowiem do rozliczenia może, ale nie musi dojść, zaś premia opcyjna jest płatna z góry [Iwaszczuk i Orłowska-Puzio, 2012, s. 72]. Ważną cechą opcji jest jej wartość wewnętrzna, czyli różnica pomiędzy aktualnie obowiązującą na rynku ceną instrumentu bazowego (np. waluty obcej) a zagwarantowaną ceną realizacji (wykonania) opcji zakupu (*call*) lub sprzedaży (*put*). Według tego kryterium opcje dzielimy na:

- rentowne (*in-the-money*), tzn. cena realizacji (np. kurs walutowy) jest korzystniejsza niż cena rynkowa na rynku spot (np. kurs natychmiastowy). Pozycja „w pieniądzu” lub „w cenie” oznacza, że funkcja wypłaty przybiera wartość dodatnią i posiadaczowi opłaca się ją realizować [Sopoćko, 2010, s. 240]. Taka sytuacja może zaistnieć w przypadku, gdy rynkowa cena instrumentu bazowego jest: wyższa od ceny wykonania – dla opcji *call*; niższa od ceny wykonania – dla opcji *put*. W pierwszym wypadku tryb rozliczenia wynika z założenia, że posiadacz opcji wykupi od jej wystawcy instrument bazowy po cenie niższej i natychmiast sprzeda na rynku spot po cenie wyższej (jego zarobkiem wynikającym z funkcji wypłaty jest różnica między ceną spot a ceną wykonania opcji). W drugim zaś – posiadacz opcji kupi instrument bazowy na rynku spot po cenie niższej i natychmiast sprzeda go wystawcy opcji po cenie wyższej (jego zarobkiem jest różnica między ceną wykonania opcji a ceną spot instrumentu bazowego). Opcje rentowne są zawsze realizowane przez ich posiadaczy, gdyż przynoszą im dochód,
- nierentowne (*out-of-the money*), tzn. kurs realizacji jest niekorzystny w stosunku do kursu natychmiastowego. Pozycja „bez pieniędzy” lub „nie w cenie” [Dębski, 2010, s. 398] oznacza, iż funkcja wypłaty przyjmuje wartość ujemną, co w praktyce wyraża się tym, że rynkowa cena instrumentu bazowego w momencie realizacji kontraktu opcyjnego jest mniejsza od ceny wykonania opcji *call* lub większa od ceny wykonania opcji *put*. W takiej sytuacji posiadaczowi opcji nie opłaca się jej realizować, przez co funkcja wypłaty przyjmuje wartość zerową,

- neutralne (*at-the-money*), tzn. kurs realizacji jest równy lub zbliżony do kursu natychmiastowego. Pozycja „przy pieniądzu” lub „po cenie” świadczy o tym, że obydwie wartości są sobie równe [Pruchnicka-Grabias, 2011, s. 26]. Ta pozycja jest obojętna dla posiadacza opcji, tzn. może kupić (lub sprzedać) instrument bazowy tak na wolnym rynku, jak i zrealizować kontrakt opcyjny. Funkcja wypłaty również wówczas jest równa zero.

Należy podkreślić, że z tych ostatnich dwóch pozycji posiadaczowi opcji nie przysługuje żadna wypłata. Charakterystycznym jest również to, że największa różnica wartości rynkowej i wewnętrznej, pojawia się w momencie największej niepewności co do końcowych przepływów finansowych, a największa dynamika zniżek cen opcji ma miejsce wtedy, gdy zbliża się termin wygaśnięcia opcji [Jajuga i Jajuga, 2004, s. 188]. Dodatkowo warto zaznaczyć, że opcje *in-the-money* i *at-the-money* są zwykle droższe, w efekcie czego za tą samą kwotę można ich kupić mniej, co ogranicza potencjalny zysk na zajętej pozycji (obliczany jako różnica między dochodem uzyskanym z realizacji opcji a wielkością zapłaconej premii opcyjnej).

Najważniejszą rekomendacją dla wszystkich podmiotów zamierzających budować strategię hedgingową w oparciu o kontrakt opcyjny, jest rekomendacja zajęcia długiej pozycji w tym kontrakcie (czyli zakup opcji), gdyż jej ryzyko jest ograniczone (do kwoty zapłaconej jako premia opcyjna) i z góry znane. Ułatwia to planowanie działalności gospodarczej tak w krótkiej, jak i w dłuższej perspektywie czasu. Przykładowo, jeśli przedsiębiorstwo spodziewa się wpływów płatności wyrażonych w euro w oznaczonym z góry czasie, to może zabezpieczyć się przed spadkiem kursu euro przy pomocy długiej pozycji w opcyjnym kontrakcie z prawem sprzedaży pewnej ilości wspomnianej waluty. Taka strategia gwarantuje, iż kurs euro na moment sprzedaży waluty nie będzie niższy od kursu wykonania opcji. W podobny sposób przedsiębiorstwo planujące zakup pewnej ilości waluty obcej powinno zająć długą pozycję w kontrakcie opcyjnym z prawem kupna. Takie podejście zapewni mu kurs nabycia waluty, który nie przekroczy kursu oznaczonego jako kurs wykonania opcji. Obydwie strategie generują oczywiście koszty, ponieważ w momencie zawarcia kontraktu nabywca opcji musi zapłacić jej wystawcy cenę opcji, czyli tzw. premię opcyjną. Do wyceny opcji wykorzystuje się różne modele matematyczne, odpowiednie do ich rodzaju i instrumentu bazowego [Iwaszczuk i in., 2012, s. 34].

### 3. Opcja *beach* jako przykład innowacyjnego narzędzia ochrony przed ryzykiem walutowym

Opcje na kurs walutowy powiązany z aktywem zagranicznym, zwane też opcjami *beach* (*beach options*, *best equity-adjusted currency hedge*), zostały stworzone w celu ochrony inwestorów rynku kapitałowego nabywających walory zagraniczne, przed ryzykiem wahań kursowych. Ten rodzaj opcji jest poniekąd symetryczny do opcji na aktywa zagraniczne dla inwestorów krajowych (opcje *flexo*), ponieważ gwarantuje, że kurs walutowy nie będzie wyższy (niższy) dla nabywcy opcji kupna (sprzedaży), przy czym cena *forward* (czyli przyszła cena) instrumentu bazowego nie jest gwarantowana.

Firma Bankers Trust po raz pierwszy wprowadziła do obrotu opcje *beach* pod nazwą „Elf-X” (*equity-linked foreign exchange options*). Alan J. Marcus i David M. Modest [1986] dokonali analizy opcji tego rodzaju pod względem ich zastosowań w celu znalezienia korzystnych rozwiązań dla producentów produkcji rolnej i ich ochrony przed niekorzystnymi zmianami na rynku walutowym. W 1992 r. E. Reiner [Zhang, 2001, s. 457] zaproponował algorytm wyceny takich derywatów przy zachowaniu standardowych założeń modelu Blacka-Scholesa.

Opcje na kurs walutowy powiązany z walorem zagranicznym, które opiewają na dwa ryzykowne instrumenty bazowe, opisywane są procesami:

$$I_1(\tau, r, g_1, \sigma_1) \text{ oraz } I_2(\tau, r, g_2, \sigma_2),$$

gdzie:

$I_1$  – aktualna rynkowa wartość instrumentu bazowego (zagranicznego),

$g_1$  – stopa zwrotu z instrumentu bazowego,

$\sigma_1$  – zmienność wartości instrumentu bazowego,

$\tau = T - t$  – czas pozostały do wygaśnięcia opcji ( $0 < t \leq T$ ),

$T$  – okres ważności opcji,

$r$  – krajowa stopa procentowa wolna od ryzyka,

$I_2$  – kurs wymiany waluty obcej na walutę krajową w momencie realizacji opcji,

$g_2$  – zyskowość kursu walutowego,

$\sigma_2$  – zmienność kursu walutowego.

Funkcja wypłaty standardowej opcji walutowej może być wówczas zapisana w następującej postaci:

- dla opcji kupna:  $payoff_{call} = \max[I_2 - K_e, 0]$ ,
- dla opcji sprzedaży:  $payoff_{put} = \max[K_e - I_2, 0]$ ,

gdzie:

$K_e$  – kurs wykonania opcji.

Kurs walutowy  $I_2(\tau, r, g_2, \sigma_2)$  opisywany jest tu procesem stochastycznym o stopie zwrotu  $g_2 = r_f$ , gdzie  $r_f$  to zagraniczna stopa procentowa wolna od ryzyka. Wówczas do wyceny takiej opcji można zastosować zmodyfikowany model Blacka-Scholesa, gdyż opcje o funkcji wypłaty podanej wcześniej można traktować jako opcje na kurs walutowy o unitarnej kwocie nominalnej. Opcja *beach* jest więc opcją na kurs walutowy o cenie *forward* zagranicznego instrumentu bazowego wyrażonej jako kwota nominalna  $I_1$ . W tym przypadku funkcja wypłaty przybiera postać:

- dla opcji kupna:  $payoff_{call}^{eq} = I_1 \max[I_2 - K_e, 0]$ ,
- dla opcji sprzedaży:  $payoff_{put}^{eq} = I_1 \max[K_e - I_2, 0]$ ,

gdzie  $I_1$  to cena *forward* zagranicznego instrumentu bazowego w momencie realizacji opcji. Tak skonstruowane funkcje wypłaty są wyrażone w walucie krajowej, ponieważ kurs walutowy  $I_2$  podany jest w walucie krajowej za jednostkę waluty obcej, a cena aktywa  $I_1$  – w walucie obcej. Z powyższych wzorów wynika też, że opcja kupna określa dolną granicę kursu walutowego, a opcja sprzedaży – jego górną granicę.

Do wyceny standardowej opcji walutowej można zastosować formuły [Zhang, 2001, s. 460–451]:

- dla opcji kupna:  $FXO_{call} = I_2 e^{-r_f \tau} N(d_{1x}) - K_e e^{-r \tau} N(d_x)$ ,
- dla opcji sprzedaży:  $FXO_{put} = K_e e^{-r \tau} N(-d_x) - I_2 e^{-r_f \tau} N(-d_{1x})$ ,

$$d_x = \frac{\ln(I_2/K_e) + (r - r_f - \sigma_2^2/2)\tau}{\sigma_2 \sqrt{\tau}}, \quad d_{1x} = d_x + \sigma_2 \sqrt{\tau},$$

gdzie  $r_f$  to zagraniczna stopa procentowa bez ryzyka.

Przyjmując następujące założenia:  $K_e = 4$  zł/€,  $I_2 = 4,25$  zł/€,  $r = 0,1$ ,  $r_f = 0,04$ ,  $\tau = 1$ ,  $\sigma_1 = 0,10$ ,  $\sigma_2 = 0,20$ , otrzymano następujące wartości dla  $d_x$  i  $d_{1x}$ :

$$d_x = \frac{\ln(4,25/4) + (0,1 - 0,04 - 0,1^2/2) \cdot 1}{0,2 \cdot \sqrt{1}} = \frac{\ln(1,0625) + 0,055}{0,2} =$$

$$\frac{0,0606 + 0,055}{0,2} = 0,578,$$

$$d_{1x} = 0,578 + 0,2 = 0,778.$$

Podstawiając powyższe wzory do formuł wyceny opcji *beach*, otrzymano następujące ceny (w zł):

- dla opcji kupna:

$$FXO_{call} = 4,25 \exp[-0,04 \cdot 1] N(0,778) - 4,00 \cdot \exp[-0,1 \cdot 1] N(0,578) = 4,25 \cdot 0,9608 \cdot 0,7817 - 4,00 \cdot 0,9048 \cdot 0,7184 = 3,1920 - 2,6000 = 0,592,$$

- dla opcji sprzedaży:

$$FXO_{put} = -4,25 \exp[-0,04 \cdot 1] N(-0,778) + 4,00 \cdot \exp[-0,1 \cdot 1] N(-0,578) = -4,25 \cdot 0,9608 \cdot 0,2183 + 4,00 \cdot 0,9048 \cdot 0,2816 = -0,8914 + 1,0192 = 0,128.$$

Natomiast do szacowania cen opcji na kurs waluty obcej, powiązany z instrumentem bazowym, którego cena wyrażona jest w walucie krajowej wykorzystuje się z kolei następujące wzory [Zhang, 2001, s. 461]:

- dla opcji kupna:

$$EDF_{call} = I_1 \left\{ I_2 e^{(\rho\sigma_1\sigma_2 - g_1)\tau} N\left[d_{1x} + \rho\sigma_1\sqrt{\tau}\right] - K_e e^{-(r-r_f+g_1)\tau} N\left[d_x + \rho\sigma_1\sqrt{\tau}\right] \right\},$$

- dla opcji sprzedaży:

$$EDF_{put} = I_1 \left\{ K_e e^{-(r-r_f+g_1)\tau} N\left[-\left(d_x + \rho\sigma_1\sqrt{\tau}\right)\right] - I_2 e^{(\rho\sigma_1\sigma_2 - g_1)\tau} N\left[-\left(d_{1x} + \rho\sigma_1\sqrt{\tau}\right)\right] \right\},$$

gdzie  $\rho$  to współczynnik korelacji między kursem walutowym a ceną instrumentu bazowego.

Podstawiając odpowiednio:  $I_1 = 25$  €,  $K_e = 4$  zł/€,  $I_2 = 4,25$  zł/€,  $r = 0,1$ ,  $r_f = 0,04$ ,  $\tau = 1$ ,  $\sigma_1 = 0,10$ ,  $\sigma_2 = 0,20$ ,  $g_1 = 0,02$ ,  $\rho = 0,20$ , otrzymano następujące ceny opcji (w zł):

$$\begin{aligned} EDF_{call} &= 25 \cdot \left\{ 4,25 \exp\left[(0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 - 0,02) \cdot 1\right] N\left[0,778 + 0,2 \cdot 0,1\sqrt{1}\right] - \right. \\ &\quad \left. - 4,00 \exp\left[-(0,1 - 0,04 + 0,02) \cdot 1\right] N\left[0,578 + 0,2 \cdot 0,1\sqrt{1}\right] \right\} = \\ &= 25 \cdot \left\{ 4,25 \cdot \exp[-0,016] N(0,789) - 4,00 \exp[-0,08] N(0,598) \right\} = \\ &= 25 \cdot \left\{ 4,25 \cdot 0,8521 \cdot 0,7876 - 4,00 \cdot 0,9231 \cdot 0,7251 \right\} = \\ &= 25 \cdot \left\{ 2,8522 - 2,6774 \right\} = 4,37, \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
EDF_{put} &= 25 \cdot \left\{ -4,25 \exp\left[(0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 - 0,02) \cdot 1\right] N\left[-0,778 - 0,2 \cdot 0,1\sqrt{1}\right] + \right. \\
&+ 4,00 \exp\left[-(0,1 - 0,04 + 0,02) \cdot 1\right] N\left[-0,578 - 0,2 \cdot 0,1\sqrt{1}\right] \left. \right\} = \\
&= 25 \cdot \left\{ -4,25 \cdot \exp[-0,016] N(-0,798) + 4,00 \exp[-0,08] N(-0,598) \right\} = \\
&= 25 \cdot \left\{ -4,25 \cdot 0,8521 \cdot 0,2124 + 4,00 \cdot 0,9231 \cdot 0,2749 \right\} = \\
&= 25 \cdot \left\{ -0,7692 + 1,0150 \right\} = 6,15.
\end{aligned}$$

We wszystkich poprzednich przykładach zmienność kursu walutowego ustalona została na podstawie danych historycznych kursu euro udostępnionych na stronach internetowych Narodowego Banku Polskiego.

Warto podkreślić, że opcja *beach* chroni jej nabywcę nie tyle przed niekorzystną zmianą ceny instrumentu bazowego, ile przed zmianą kursu walutowego, w jakim denominowany jest instrument bazowy. Nabywca opcji *beach* typu *call*, nabywając na wolnym rynku wyspecyfikowaną w kontrakcie ilość instrumentu bazowego (po cenie rynkowej w walucie obcej), ma prawo do wymiany wydanej kwoty waluty po z góry ustalonym kursie. Natomiast nabywca opcji *beach* typu *put* ma prawo sprzedaży odpowiedniej ilości waluty obcej na analogicznych zasadach. Zatem kwota waluty, co do której gwarantowany jest kurs wymiany zależy od ceny bieżącej zagranicznego instrumentu bazowego oraz ilości instrumentu bazowego.

Przyjmując następujące założenia:  $K_e = 3,55 \text{ zł/€}$ ,  $I_2 = 4,1808 \text{ zł/€}$ ,  $r = 0,1$ ,  $r_f = 0,007$ ,  $\tau = 1$ ,  $\sigma_1 = 0,10$ ,  $\sigma_2 = 0,20$ , otrzymano odpowiednie wartości:

$$d_x = 1,1828; \quad d_{1x} = 1,3828,$$

- cena opcji kupna wyniesie wówczas (w zł):  $FXO_{call} = 0,9738$ ,
- z kolei cena opcji sprzedaży wyniesie (w zł):  $FXO_{put} = 0,2610$ .

W celu sprawdzenia, jak istotnym czynnikiem oddziałującym na ceny opcji jest krajowa stopa procentowa wolna od ryzyka, badania rozpocząć należy od analizy historycznych danych statystycznych (w naszym przypadku będą to dane z okresu 2012-2014). Na ich podstawie można ustalić zmienność krajowej stopy procentowej wolnej od ryzyka oraz możliwy przedział wahań tego parametru. W poniższych obliczeniach zostało przyjęte założenie o zmienności na poziomie 18% w okresie rocznym i przeanalizowano, jak kształtują się ceny opcji *beach* typu *call* i *put*. Wyniki badań zostały zebrane w tabeli 1.

**Tabela 1.** Zestawienie zmian w poziomie cen opcji *beach call* i *put* wywołanych zmianami krajowej stopy procentowej wolnej od ryzyka

Krajowa stopa procentowa	Cena opcji FXO <i>call</i>	Cena opcji FXO <i>put</i>
0,0790	0,9145	0,2219
0,0860	0,9342	0,2356
0,0930	0,9540	0,2487
0,1000	0,9738	0,2610
0,1070	0,9758	0,2622
0,1140	1,0135	0,2837
0,1210	1,0333	0,2940
0,1280	1,0532	0,3038
0,1350	1,0730	0,3128
0,1420	1,0928	0,3213

Źródło: Opracowanie własne.

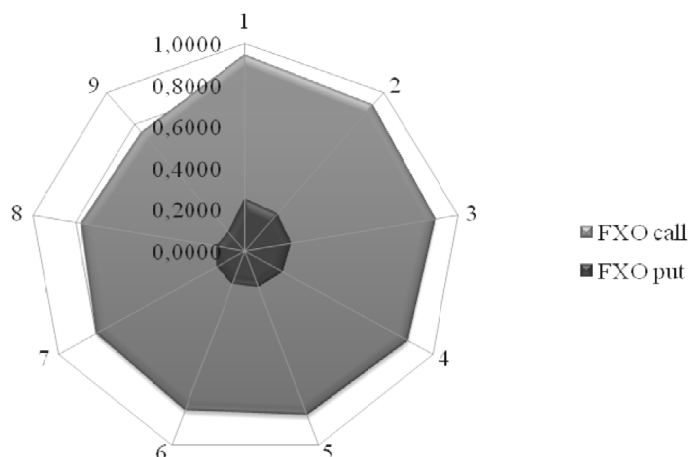
Jak się okazało, krajowa stopa procentowa wolna od ryzyka jest czynnikiem oddziałującym mocniej na zmiany opcji kupna – tu zmienność sięga 12%. Poza tym wyraźnie zarysowana została tendencja rosnąca cen opcji wywołana wzrostem tej stopy. Czy inaczej będzie w przypadku zmienności zagranicznej stopy procentowej wolnej od ryzyka? W prezentowanych rozważaniach za stopę tę przyjęto EURIBOR 3M. Po przeanalizowaniu zmienności tego czynnika na przestrzeni ostatniego roku ustalony został górny i dolny przedział analizy i odpowiadające mu ceny opcji *call* i *put* (patrz tabela 2). Tym razem to opcje sprzedażowe silniej zareagowały na zmiany zagranicznej stopy procentowej – tu współczynnik zmienności wyniósł ponad 23%.

**Tabela 2.** Zestawienie zmian w poziomie cen opcji *beach call* i *put* wywołanych zmianami zagranicznej stopy procentowej wolnej od ryzyka

Zagraniczna stopa procentowa	Cena opcji FXO <i>call</i>	Cena opcji FXO <i>put</i>
0,0143	0,9462	0,2463
0,0213	0,9201	0,2317
0,0283	0,8944	0,2166
0,0353	0,8690	0,2011
0,0423	0,8439	0,1850
0,0493	0,8193	0,1685
0,0563	0,7950	0,1516
0,0633	0,7710	0,1342
0,0703	0,7475	0,1163

Źródło: Opracowanie własne.

Kierunki zmian cen opcji *call* i *put* są tu również zbieżne, co doskonale ilustruje rys. 1. Wraz ze wzrostem poziomu stopy procentowej wolnej od ryzyka maleją ceny opcji *beach* zarówno kupna, jak i sprzedaży.



**Rys. 1.** Zestawienie zmian w poziomie cen opcji *beach call* i *put* wywołanych zmianami zagranicznej stopy procentowej wolnej od ryzyka

Źródło: Opracowanie własne.

#### 4. Praktyczne zastosowanie opcji *beach call*

Analizie poddana zostanie rzeczywista sytuacja gospodarcza, z którą przyszło się zmierzyć Przedsiębiorstwu Techniczno-Usługowemu BASMAC, sp. z o.o. – firmie istniejącej na rynku od 1991 r. Głównym celem jej działania jest wdrażanie nowoczesnych technologii w budownictwie poprzez ich promocję, sprzedaż i realizację usług, za co została uhonorowana Złotym Medalem Targów InterRes.

Lata 90. XX w. charakteryzowały się dużym napływem do Polski nowych technologii, dlatego firma postawiła na wdrożenia i prezentację tych technologii. Przedsiębiorstwo na początku prowadziło swoją działalność na obszarze obecnego województwa podkarpackiego. W 1995 r. został powołany oddział firmy w województwie śląskim – w Dąbrowie Górniczej, a także rozpoczęto działalność na terenie Niemiec. Funkcjonowanie za granicą koncentruje się na wykonywaniu usług budowlanych w zakresie stanów surowych budynków mieszkalnych, osiedli, pawilonów usługowych. Firma w ostatnich latach przekazywała do dalszego wykończenia około 200 mieszkań rocznie.

W celu świadczenia usług budowlanych w kraju, BASMAC zaplanował dokonać zakupu towarów poza granicami kraju (import) na pół roku, a walutą rozliczeniową transakcji ma być euro. Przy założeniu, że cena zakupu wyniesie 42 € za jednostkę towarową, a przewidziano nabycie 12 000 jednostek, wartość kontraktu handlowego w momencie jego zawarcia jest równa 504 000 €:

$$12\,000 \text{ szt} * 42 \text{ €/szt.} = 504\,000 \text{ €}$$

Jest to więc poważna suma (w przeliczeniu na walutę polską przy kursie 4,20 zł/€ stanowi równowartość 2 116 800 zł).

Importerowi zagrażać może nie tylko ryzyko kursowe, ale również ryzyko zmiany ceny towaru importowanego oraz inne rodzaje ryzyka. Jednak na potrzeby niniejszego artykułu uwaga zostanie skupiona jedynie na ryzyku walutowym. Zważając na to, że średni miesięczny zakup towaru za granicą wynosił około 43 000 ton, a jego cena w badanym okresie oscylowała ok. 12,25 €/t, wartość importu szacowana jest na kwotę:

$$43\,000 \text{ t} * 12,25 \text{ €/t} = 526\,750 \text{ €}$$

Średni kurs walutowy wynosił w tym okresie 4,20 zł/€, co oznacza, że wartość importu w przeliczeniu na walutę krajową to:

$$526\,750 \text{ €} * 4,20 \text{ zł/€} = 2\,212\,350 \text{ zł}$$

Obliczona na podstawie danych NBP zmienność kursu euro w stosunku do złotówki w analizowanym (półrocznym) okresie to 1,37%. Oznacza to, iż kurs może zarówno obniżyć się do poziomu 4,18 zł/€, jak i wzrosnąć do poziomu 4,26 zł/€. W tym pierwszym przypadku przedsiębiorstwo odnotuje korzyść, więc zostanie on pominięty w rozważaniach na temat negatywnego wpływu ryzyka walutowego.

Założmy, że kurs euro wzrośnie do poziomu 4,22 zł/€. Wówczas przedsiębiorstwo straci na transakcji:

$$2\,212\,350 \text{ zł} - (43\,000 \text{ t} * 12,25 \text{ €/t} * 4,22 \text{ zł/€}) = 10\,535 \text{ zł}$$

Przy wzroście do 4,24 zł/€ strata będzie wynosić:

$$2\,212\,350 \text{ zł} - (43\,000 \text{ t} * 12,25 \text{ €/t} * 4,24 \text{ zł/€}) = 21\,070 \text{ zł}$$

Podniesienie kursu do 4,26 zł/€ przyniesie straty w wysokości:

$$2\,212\,350 \text{ zł} - (43\,000 \text{ t} * 12,25 \text{ €/t} * 4,26 \text{ zł/€}) = 31\,605 \text{ zł}$$

Natomiast drastyczny wzrost kursu do poziomu 4,42 zł/€ może przynieść przedsiębiorstwu miesięczne straty rzędu nawet 115 885 zł:

$$2\,212\,350 \text{ zł} - (43\,000 \text{ t} * 12,25 \text{ €/t} * 4,42 \text{ zł/€}) = 115\,885 \text{ zł}$$

Warto zatem zabezpieczyć się przed tak poważnymi potencjalnymi stratami. Z wykorzystaniem programu Excel został zbadany wpływ czasu pozostałego do wygaśnięcia opcji i ceny wykonania na wysokość premii opcyjnej, która jest kosztem zabezpieczenia importera. Zarówno czas, jak i cena wykonania należą do grupy parametrów wybieralnych, których dobór zależy od samego inwestora. Opcję *beach* można rekomendować firmie BASMAC jako jedną z możliwości zarządzania ryzykiem walutowym.

W wyniku przeprowadzonych obliczeń i analizy otrzymanych rezultatów można stwierdzić, że najwyższą wartość premii opcyjnej generuje najniższa cena wykonania i najdłuższy czas pozostały do wygaśnięcia opcji. Przyjmując zmianę czasu z krokiem co 2 tygodnie i zmianę ceny wykonania z krokiem co 0,02 zł/€, udało się wyznaczyć wartości premii dla opcji *beach* typu *call* w przeliczeniu na 43 tys. ton towaru zebrane w tabeli 3.

Zestawiając otrzymane wyniki z wcześniej przeprowadzonymi badaniami na temat wartości kwot, którymi ryzykuje firma BASMAC przez m.in. przesunięcie terminu rozliczenia w czasie, otrzymano zestawienie wyników finansowych przeprowadzonej strategii opcyjnej, które prezentuje tabela 4 (dodatni wynik finansowy został wyszczególniony poprzez zaszarzenie).

Jak wynika z zestawienia w tabeli 4, zastosowanie strategii opartej na opcji *beach* typu *call* jest skuteczne tylko w przypadku dość wysokich cen wykonania (im wyższa, tym efekty bardziej odczuwalne) i w stosunkowo krótkim czasie. Teoretycznie gwarantowanie sobie wysokiej ceny wykonania nie zawsze jest opłacalne dla importera, chyba że w okresach niestabilności na rynku finansowym. Jednak powyższe obliczenia pokazały, że przy zachowaniu pewnych warunków (parametrów rynkowych i parametrów opcji) może to przynieść wymierne korzyści.

W dłuższej perspektywie czasowej okazuje się, że koszty takiej strategii przekraczają wartości kwot, którymi BASMAC ryzykuje, nie stosując żadnej strategii zabezpieczającej. Wyjaśnić to można tym, że w miarę wydłużenia okresu do rozliczenia kontraktu opcyjnego, wzrasta prawdopodobieństwo zmiany ceny instrumentu bazowego (w tym przypadku kursu walutowego), w związku z czym rośnie ryzyko strony wystawiającej opcje, która życzy sobie większej zapłaty (premierii opcyjnej) za zwiększone ryzyko.

Tabela 3. Wartość premii opcyjnej dla *beach call* w przeliczeniu na 43 000 ton towaru

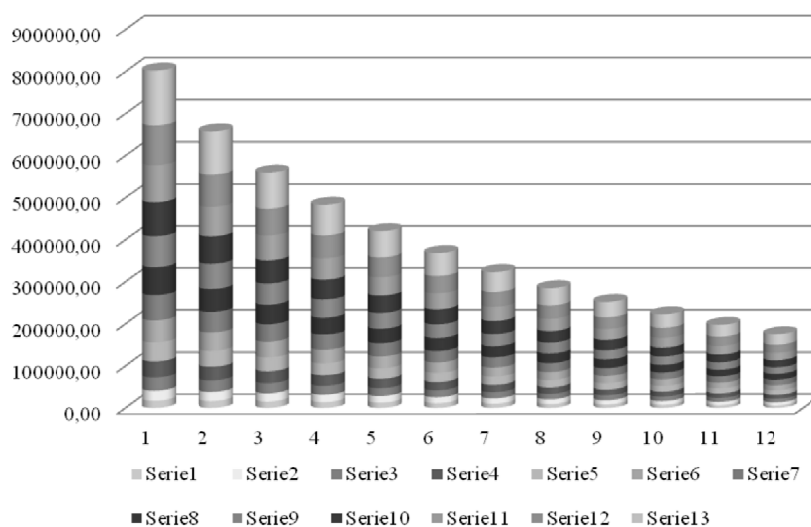
Kurs wyk. zł/€	Czas do realizacji kontraktu opcyjnego											
	2 tygodnie	4 tygodnie	6 tygodnie	8 tygodnie	10 tygodnie	12 tygodnie	14 tygodnie	16 tygodnie	18 tygodnie	20 tygodnie	22 tygodnie	24 tygodnie
4,22	23664,92	40511,35	55740,25	70184,00	84154,39	97804,20	111219,56	124453,43	137540,37	150503,88	163360,46	176121,96
4,24	18178,91	34396,83	49245,48	63413,75	77169,44	90645,42	103916,88	117029,99	130014,73	142891,38	155674,01	168372,63
4,26	12692,90	28282,32	42750,71	56643,49	70184,48	83486,65	96614,20	109606,54	122489,10	135278,88	147987,56	160623,30
4,28	7206,89	22167,80	36255,94	49873,23	63199,53	76327,87	89311,53	102183,10	114963,46	127666,38	140301,12	152873,97
4,30	1720,87	16053,28	29761,17	43102,98	56214,57	69169,09	82008,85	94759,65	107437,82	120053,88	132614,67	145124,64
4,32	0,00	9938,76	23266,40	36332,72	49229,62	62010,32	74706,17	87336,21	99912,18	112441,37	124928,22	137375,30
4,34	0,00	3824,24	16771,64	29562,46	42244,66	54851,54	67403,50	79912,77	92386,54	104828,87	117241,77	129625,97
4,36	0,00	0,00	10276,87	22792,20	35259,71	47692,77	60100,82	72489,32	84860,91	97216,37	109555,33	121876,64
4,38	0,00	0,00	3782,10	16021,95	28274,75	40533,99	52798,15	65065,88	77335,27	89603,87	101868,88	114127,31
4,40	0,00	0,00	0,00	9251,69	21289,80	33375,21	45495,47	57642,43	69809,63	81991,37	94182,43	106377,98
4,42	0,00	0,00	0,00	2481,43	14304,84	26216,44	38192,79	50218,99	62283,99	74378,86	86495,98	98628,64
4,44	0,00	0,00	0,00	0,00	7319,89	19057,66	30890,12	42795,55	54758,36	66766,36	78809,53	90879,31
4,46	0,00	0,00	0,00	0,00	334,93	11898,88	23587,44	35372,10	47232,72	59153,86	71123,09	83129,98

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 4. Zysk/strata ze strategii opartej na opcji *beach* typu *call*

Kurs wyk. zł/€	Czas do realizacji kontraktu opcyjnego											
	2 tygodnie	4 tygodnie	6 tygodnie	8 tygodnie	10 tygodnie	12 tygodnie	14 tygodnie	16 tygodnie	18 tygodnie	20 tygodnie	22 tygodnie	24 tygodnie
4,22	-13129,92	-29976,35	-45205,25	-59649,00	-73619,39	-87269,20	-100684,56	-113918,43	-127005,37	-139968,88	-152825,46	-165586,96
4,24	2891,09	-13326,83	-28175,48	-42343,75	-56099,44	-69575,42	-82846,88	-95959,99	-108944,73	-121821,38	-134604,01	-147302,63
4,26	18912,10	3322,68	-11145,71	-25038,49	-38579,48	-51881,65	-65009,20	-78001,54	-90884,10	-103673,88	-116382,56	-129018,30
4,42	115885,00	115885,00	115885,00	113403,57	101580,16	89668,56	77692,21	65666,01	53601,01	41506,14	29389,02	17256,36

Źródło: Opracowanie własne.



Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K	4,22	4,24	4,26	4,28	4,3	4,32	4,34	4,36	4,38	4,4	4,42	4,44	4,46

**Rys. 2.** Wpływ okresu ważności opcji i ceny wykonania na kształtowanie się premii opcji *beach* typu *call*

Źródło: Opracowanie własne.

Na rys. 2 kolejne numery serii odpowiadają cenom wykonania, zaś numery porządkowe na osi OX okresom czasu z odstępem dwutygodniowym. Na osi OY przedstawiono wysokość premii opcyjnej w przeliczeniu na 43 000 ton towaru. Kształt wykresu potwierdza wcześniej zauważone tendencje, a mianowicie: im krótszy okres ważności opcji, tym wyższe wartości premii opcyjnej przy tej samej wartości kursu wykonania.

Na podstawie powyższej analizy można sformułować też inne, szersze kierunki badań związane np. z porównaniem, jak w podobnym horyzoncie czasowym sprawdziłaby się opcja wyrażona nie w euro, a dolarze amerykańskim lub też można dokonać porównań strategii opartych o inne niż opcje derywaty z rozwiązaniami typowo opcyjnymi.

## Podsumowanie

Jak piszą Baruk, Rybicki i Machel [2011]: innowacja organizacyjna polega na wprowadzeniu nowych lub istotnych udoskonaleń w strukturze przedsiębiorstwa lub metodach zarządzania, tak zaplanowanych, aby podwyższyć zdolność

przedsiębiorstwa do wprowadzania innowacji lub jakości i efektywności przebiegów pracy. Chodzi tu o istotne zmiany w praktykach biznesowych, organizacji miejsca pracy i kontaktach z innymi firmami. Tym samym możemy stwierdzić, że opcje niestandardowe należy uznać za innowacyjne narzędzia zarządzania opartego o *hedging*.

Dzięki przeprowadzonym obliczeniom możemy dodatkowo potwierdzić hipotezę o skuteczności zastosowania wybranych opcji niestandardowych do ograniczenia ryzyka walutowego. Najpoważniejszym ograniczeniem, którego eliminacja należy do niezwykle trudnych zadań, jest jednak olbrzymi dynamizm elementów składowych transakcji handlu zagranicznego. Nawet jeśli uda się właściwie ustalić moment zawarcia transakcji i odpowiednio dobrać inne parametry zależne, to nie ma żadnej gwarancji na zyskowność podjętych działań. Postępując według maksymy „kto nie ryzykuje, ten nie wygrywa” warto jednak potrudzić się w poszukiwaniu najbardziej optymalnych rozwiązań w zakresie innowacyjnego zarządzania ryzykiem walutowym.

## Literatura

- Baruk J., Rynicki J., Machel W. (red.) (2011), *Innowacje jako determinanta sukcesu rynkowego przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Dębski W. (2010), *Rynek finansowy i jego mechanizmy. Podstawy teorii i praktyki*, WN PWN, Warszawa.
- Iwaszczuk N., Orłowska-Puzio J., Pusz R., Zaręba L. (2012), *Zarządzanie ryzykiem podmiotów gospodarczych z wykorzystaniem instrumentów pochodnych*, Wydawnictwa AGH, Kraków.
- Iwaszczuk N., Orłowska-Puzio J. (2012), *Ryzyko walutowe – zarządzanie przy pomocy transakcji opcyjnych* [w:] B. Prusak (red.), *Przedsiębiorstwo w czasach kryzysu*, Wydawnictwa Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
- Iwaszczuk N., Orłowska-Puzio J., Łamasz B. (2013), *Hedgingowe strategie opcyjne w handlu zagranicznym*, Wydawnictwa AGH, Kraków.
- Jajuga K., Jajuga T. (2004), *Inwestycje*, WN PWN, Warszawa.
- Kuźmierkiewicz M. (1999), *Ewolucja rynku opcji ku pozagieldowym opcjom egzotycznym i ich klasyfikacja*, „Bank i Kredyt”, nr 3.
- Marcus A.J., Modest D.M. (1986), *The Valuation of a Random Number of Put Options: An Application to Agricultural Price Supports* The Journal of Financial and Quantitative Analysis, vol. 21, nr 1.
- Olkiewicz A.M. (2004), *Zarządzanie ryzykiem finansowym w działalności handlowej*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.



- Pruchnicka-Grabias I. (2004), *Zastosowanie wybranych opcji egzotycznych i zasady ich wyceny*, „Bank i Kredyt”, nr 6.
- Pruchnicka-Grabias I. (2011), *Egzotyczne opcje finansowe*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa.
- Sopoćko A. (2010), *Rynkowe instrumenty finansowe*, WN PWN, Warszawa.
- Tarczyński W., Zwolankowski M. (1999), *Inżynieria finansowa*, Wydawnictwo Placet, Warszawa.
- Zhang P. (2001), *Exotic Options*, World Scientific, Singapore, New Jersey, London, Hong Kong.

### SELECTED EXOTIC OPTIONS AS INNOVATIVE TOOLS THAT PROTECT AGAINST CURRENCY RISK

**Summary:** Innovative financial instruments (which include exotic currency options) are under consideration in this article. Assuming that innovation is a special kind of contemporary international activities, economic operators are forced to seek innovative solutions in the risk management. In this article attention has been focused on custom options as the basis for building a strategy protecting against currency risk. Practical application of the recommended strategy is shown on the example of the company Basmac. This entity is exposed to exchange rate fluctuations because its commercial contracts are settled in euro. So it is looking for innovative solutions to safeguard its own interests against financial loss due to the action of the exchange rate risk.

**Keywords:** exotic financial options, innovation, foreign exchange (currency) risk, *hedging*.