

## Skuteczność hedgingu delta z zastosowaniem opcji na WIG20. Analiza porównawcza<sup>1</sup>

Ryszard Węgrzyn\*

**Streszczenie:** *Cel* – Na podstawie przeprowadzonych wcześniej przez autora badań dotyczących odchyłeń cen opcji na WIG20 od określonych relacji wynikających z arbitrażu stwierdzono, że liczebność takich odchyłeń wyraźnie się zmniejszyła, a także zmniejszyła się istotnie skala odchyłeń, co przybliżyła rzeczywistość polskiego rynku opcji do założeń teorii wyceny arbitrażowej. Celem pracy w tym kontekście jest porównanie skuteczności hedgingu delta z zastosowaniem opcji na WIG20.

*Metodologia badania* – Punktem odniesienia dla analiz wykonanych na podstawie danych z 2015 roku są wyniki uzyskane z analiz przeprowadzonych dla danych z 2007 roku. Do porównań skuteczności hedgingu delta zastosowano oszacowaną wartość zagrożoną (*Value at Risk*) dla portfeli niezabezpieczonych i zabezpieczonych w tych dwóch okresach badawczych.

*Wynik* – Na podstawie badań można stwierdzić wzrost skuteczności hedgingu delta związany z rozwojem polskiego rynku opcji.

*Oryginalność/Wartość* – Wyniki badań zwracają uwagę, że pomimo ciągle niskiej płynności polskiego rynku opcji zachodzące zmiany jakościowe poprawiają skuteczność zastosowania opcji w hedgingu.

**Słowa kluczowe:** opcje, hedging, delta

### Wprowadzenie

W przeprowadzonych wcześniej badaniach autor zwrócił uwagę na zmiany zachodzące w odchyleniach cen opcji od określonych relacji wynikających z arbitrażu (Węgrzyn 2007, 2010, 2011) w kontekście rozwoju polskiego rynku opcji. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że liczebność odchyłeń cen opcji od relacji arbitrażowych wyraźnie się zmniejszyła, a co ważniejsze – zmniejszyła się istotnie skala odchyłeń, co przybliżyła rzeczywistość polskiego rynku opcji do założeń teorii wyceny arbitrażowej. W tym kontekście warto zwrócić uwagę na skuteczność hedgingu delta, która wraz z rozwojem rynku także mogła ulec zmianie.

Celem opracowania jest zatem porównanie skuteczności hedgingu delta z zastosowaniem opcji na WIG20. Punktem odniesienia dla analiz wykonanych na podstawie danych z 2015 roku są wyniki uzyskane z analiz przeprowadzonych dla danych z 2007 roku. Do porównań skuteczności hedgingu zostanie wykorzystana m.in. oszacowana wartość zagrożona

\* dr hab. Ryszard Węgrzyn, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, e-mail: wegrzynr@uek.krakow.pl

<sup>1</sup> Publikacja została sfinansowana ze środków przyznanych Wydziałowi Zarządzania Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, w ramach dotacji na utrzymanie potencjału badawczego.

(*Value at Risk*) dla portfeli niezabezpieczonych i zabezpieczonych w tych dwóch okresach badawczych.

Podstawowa hipoteza badawcza zakładała wzrost skuteczności hedgingu delta związany z rozwojem polskiego rynku opcji. Weryfikacja tej hipotezy nastąpiła poprzez porównanie efektów hedgingu delta mierzonych różnicami oszacowanych wartości zagrożonych.

Szczegółowej analizie zostały poddane wybrane europejskie opcje kupna opiewające na indeks WIG20, będące przedmiotem obrotu na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie. Do analizy zostały wykorzystane udostępnione przez giełdę dane dotyczące opcji, indeksu WIG20 oraz oszacowane wskaźniki delta odpowiednich opcji kupna.

## 1. Hedging delta

Hedging z zastosowaniem opcji można podzielić na hedging statyczny – polegający na skonstruowaniu portfela zabezpieczonego i utrzymywaniu go do terminu wygaśnięcia opcji, oraz hedging dynamiczny – polegający na skonstruowaniu portfela zabezpieczonego i dalszym jego regularnym rekonstruowaniu (równoważeniu) w okresie zabezpieczenia. W hedgingu dynamicznym zabezpieczenie portfela składającego się z instrumentu podstawowego i opcji wiąże się z takim rekonstruowaniem portfela, aby zmiany cen instrumentu podstawowego (akcji, indeksu) były rekompensowane zmianami cen opcji. Do właściwego konstruowania portfela wykorzystuje się wskaźniki greckie (Spremann, 1991; Haugen, 1996; Jarrow, Turnbull, 2000; Chance, 2004; Weron, Weron, 2005). Do najważniejszych wskaźników greckich w kontekście zabezpieczania portfela należą delta, gamma oraz vega, ponieważ dotyczą one głównych czynników ryzyka takiego portfela – ceny instrumentu podstawowego i jej zmienności. Pozostałe czynniki, tzn. okres do wygaśnięcia opcji oraz stopa procentowa, uznawane są za drugorzędne (Alexander, 2008a).

Podstawowym rodzajem hedgingu dynamicznego jest hedging delta, polegający na zastosowaniu wskaźnika delta do określania struktury portfela. Ten rodzaj hedgingu zabezpiecza przed niewielkimi zmianami ceny instrumentu podstawowego. Wskaźnik delta jest miarą wrażliwości wartości opcji na zmiany ceny instrumentu podstawowego i jest interpretowany jako zmiana wartości opcji przypadająca na jednostkową zmianę ceny instrumentu podstawowego (Tarczyński, 2003; Weron, Weron, 2005; Jajuga, Jajuga, 2006; Jajuga, 2009).

Ponieważ wskaźnik delta dla opcji kupna przyjmuje wartości dodatnie z przedziału  $(0;1)$ , a dla opcji sprzedaży ujemne z przedziału  $(-1;0)$ , aby uzyskać wskaźnik delta dla całego portfela równy zero, należy przyjąć odpowiednie pozycje w zakresie określonych opcji. Zabezpieczenie pozycji kupna instrumentu podstawowego (indeksu WIG20) wymaga przyjęcia pozycji sprzedaży (wystawienia) odpowiedniej ilości opcji kupna albo kupna odpowiedniej ilości opcji sprzedaży. Ponieważ ceny opcji zmieniają się w mniejszym stopniu, niż cena instrumentu podstawowego, liczba pozycji opcyjnych powinna być odpowiednio większa (Alexander, 2008a). Przyjęcie odpowiednich proporcji w portfelu wymaga znajomości wskaźnika delta wyliczanego dla danych opcji.

## **2. Analiza skuteczności hedgingu delta**

W przeprowadzonych badaniach empirycznych wybraną metodą badawczą była metoda scenariusza historycznego, w której przyjęto, że uczestnik rynku zabezpieczał portfel akcji odpowiadający indeksowi WIG20 w całym analizowanym okresie. Na wstępie określił on skład portfela, który modyfikował z końcem każdej sesji na podstawie każdorazowo wyliczanych udziałów odpowiednio dobieranych opcji. Do zabezpieczania były wykorzystywane opcje kupna z kursem wykonania najbliższym bieżącemu poziomowi indeksu WIG20 oraz o najbliższym terminie wygasania.

Przeprowadzone badania obejmowały okresy 2.07.2007–28.12.2007 (Węgrzyn, 2013) oraz 1.07.2015–29.12.2015. W celu uzyskania większej porównywalności drugi okres badawczy został dostosowany pod względem miesięcy do okresu pierwszego, z którego wyniki analizy zostały już wcześniej opublikowane. W hedgingu delta zastosowano opcje na indeks WIG20 notowane w tych dwóch okresach. Były to opcje kupna o zróżnicowanych kursach wykonania dostosowanych do poziomów indeksu WIG20 notowane w okresie 2.07.2007–28.12.2007:

- opcje kupna z kursem wykonania 3400, 3500, 3600, 3700, 3800, 3900 wygasające we wrześniu 2007 (OW20I7340, OW20I7350, OW20I7360, OW20I7370, OW20I7380, OW20I7390);
- opcje kupna z kursem wykonania 3400, 3500, 3600, 3700, 3800, 3900 wygasające w grudniu 2007 (OW20L7340, OW20L7350, OW20L7360, OW20L7370, OW20L7380, OW20L7390);
- opcje kupna z kursem wykonania 3400, 3500 wygasające w marcu 2008 (OW20C8340, OW20C8350);

oraz opcje notowane w okresie 1.07.2015–29.12.2015:

- opcje kupna z kursem wykonania 2225, 2250, 2275, 2300, 2325 wygasające w lipcu 2015 (OW20G152225, OW20G152250, OW20G152275, OW20G152300, OW20G152325);
- opcje kupna z kursem wykonania 2175, 2200, 2225, 2250, 2300 wygasające w sierpniu 2015 (OW20H152175, OW20H152200, OW20H152225, OW20H152250, OW20H152300);
- opcje kupna z kursem wykonania 2025, 2075, 2100, 2125, 2150, 2175, 2200 wygasające we wrześniu 2015 (OW20I152025, OW20I152075, OW20I152100, OW20I152125, OW20I152150, OW20I152175, OW20I152200);
- opcje kupna z kursem wykonania 2050, 2075, 2100, 2125, 2150, 2175 wygasające w październiku 2015 (OW20J152050, OW20J152075, OW20J152100, OW20J152125, OW20J152150, OW20J152175);
- opcje kupna z kursem wykonania 1975, 2000, 2025, 2050, 2075, 2100, 2125, 2150 wygasające w listopadzie 2015 (OW20K151975, OW20K152000, OW20K152025, OW20K152050, OW20K152075, OW20K152100, OW20K152125, OW20K152150);
- opcje kupna z kursem wykonania 1750, 1775, 1800, 1825, 1875, 1925, 1950, 1975,

2000 wygasające w grudniu 2015 (OW20L151750, OW20L151775, OW20L151800, OW20L151825, OW20L151875, OW20L151925, OW20L151950, OW20L151975, OW20L152000);

- opcje kupna z kursem wykonania 1850, 1875, 1900 wygasające w styczniu 2016 (OW20A161850, OW20A161875, OW20A161900).

Do określania udziału indeksu i danej opcji w portfelu posłużyły wskaźniki delta. W tym wypadku na początku przyjęto, że udział indeksu (akcji) w portfelu się nie zmienia i wynosi 10, natomiast udział opcji został określony jako odwrotność wskaźnika delta pomnożona przez 10 oraz zaokrąglana w każdym przypadku do liczby całkowitej. Operacji takiej dokonano ze względu na niepodzielność kontraktów opcyjnych, przy czym nie spowodowała ona znaczących zmian w osiągniętych wynikach zabezpieczenia. W tym wypadku należy pamiętać także o mnożniku występującym w odniesieniu do indeksu oraz kursów opcji wyrażanych w punktach, który wynosi 10 zł/punkt. Do szczegółowych obliczeń wykorzystano dane z Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie dotyczące kursów opcji i poziomów indeksu WIG20, jak również wyliczane przez giełdę wskaźniki delta dla poszczególnych opcji.

Wskaźniki te wyznaczane są zgodnie z modelem Blacka-Scholesa-Mertona, na podstawie następującej formuły:

$$\delta = e^{-yT} N(d_1),$$

$$d_1 = \left[ \ln(S / K) + (r - y + 0,5\sigma^2)T \right] / (\sigma\sqrt{T}),$$

gdzie:

$S$  – aktualna cena instrumentu podstawowego,

$K$  – cena wykonania opcji,

$T$  – okres do rozliczenia (wykonania) opcji (w latach),

$r$  – stopa procentowa wolna od ryzyka (w ujęciu rocznym),

$y$  – stopa dywidendy (w ujęciu rocznym),

$\sigma$  – zmienność ceny instrumentu podstawowego (odchylenie standardowe stopy zwrotu z akcji) (w ujęciu rocznym),

$N(\cdot)$  – dystrybuanta standaryzowanego rozkładu normalnego.

Stopa wolna od ryzyka jest szacowana dla każdego terminu wygasania opcji oddzielnie poprzez interpolację liniową dostępnych średnich ze stawek WIBOR i WIBID dla terminów – 1 tydzień, 2 tygodnie, 1 miesiąc, 3 miesiące, 6 miesięcy, 9 miesięcy. Stawki te uprzednio przeliczane są z kapitalizacji rocznej na kapitalizację ciągłą. Zmienność uwzględniana w modelu jest wyliczoną wcześniej zmiennością implikowaną dla danej serii opcji wynikającą z poziomu ceny opcji. Stopa dywidendy natomiast jest kalkulowana na każdy z terminów wygaśnięcia opcji na podstawie danych dotyczących wielkości i terminów wypłaty dywidend ustalanych na walnych zgromadzeniach akcjonariuszy w bieżącym roku albo danych dotyczących wypłat w poprzednim roku, jeżeli w bieżącym jeszcze nie podjęto decyzji.

Wskaźniki greckie szacowane przez Giełdę udostępniane są dopiero po zakończeniu sesji. Dlatego przyjęto, że inwestor sam wyliczał wskaźniki w sposób odpowiadający metodzie przyjętej przez Giełdę oraz modyfikował portfel z końcem sesji.

Skuteczność tak stosowanego hedgingu delta była określana na podstawie procentowych zmian wartości portfela na następnej sesji. W celu uogólnienia wyników badań na podstawie tych zmian obliczono dla poszczególnych analizowanych okresów średnie arytmetyczne zmian procentowych, odchylenia standardowe tych zmian oraz wartości najmniejsze i największe. Rezultaty tych obliczeń wraz z obliczeniami dotyczącymi zmian procentowych portfela niezabezpieczonego (indeksu WIG20) zostały zaprezentowane w tabeli 1.

**Tabela 1**

Statystyki procentowych zmian wartości portfeli niezabezpieczonych i zabezpieczonych

Podstawowe statystyki	Portfel niezabezpieczony		Portfel zabezpieczony	
	2007	2015	2007	2015
Średnia	-0,047%	-0,175%	0,045%	0,014%
Odchylenie	1,610%	1,255%	0,843%	0,555%
Skośność	0,20395	-1,45331	-0,03662	-4,29092
Kurtoza	0,87958	7,16738	1,06071	32,98220
Minimum	-5,357%	-7,248%	-2,329%	-4,406%
Maksimum	4,558%	2,236%	2,269%	1,516%

Źródło: obliczenia własne.

Na podstawie tabeli 1 można stwierdzić, że zarówno dla danych z 2007, jak i 2015 roku wyraźnie widoczny jest efekt zastosowania hedgingu delta. Średnie zmian procentowych stały się bliższe zero i dodatnie, zmniejszyły się znacznie odchylenia standardowe zmian, wzrosła kurtoza, a wartości minimalne i maksymalne stały się znacznie mniejsze co do ich wartości bezwzględnych. Wskazuje to na skuteczność zastosowanego hedgingu delta w obydwu badanych okresach<sup>2</sup>, natomiast zmiany średnich, odchyleń standardowych i kurtoz wskazują także, że zastosowanie hedgingu w 2015 roku było bardziej skuteczne. Zmiany w maksimach i minimach nie potwierdzają już jednak takiego wniosku. Dlatego w celu ułatwienia porównania skuteczności hedgingu w dwóch analizowanych okresach badawczych zastosowano w tym względzie miarę ryzyka w postaci wartości zagrożonej (VaR)<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Skuteczność delta hedgingu potwierdza wiele wyników badań, m.in. Avellanedy, Levy'ego i Parasa (1995), Gupty (1997), Alexander i Nogueiry (2007), Alexander i Kaecka (2011).

<sup>3</sup> Do miar skuteczności hedgingu opartych na dwóch punktach czasowych należą: wskaźnik równoważenia wartości (*dollar offset ratio*), modulowany wskaźnik równoważenia wartości Schleifera-Lippa (*Schleifer-Lipp modulated dollar offset*), miara skuteczności Gürtlera (*Gürtler effectiveness test*), do miar opartych na szeregu czasowym natomiast: miary oparte na analizie regresji liniowej – gdzie ocenie podlegają współczynnik regresji, wyraz wolny oraz współczynnik determinacji  $R^2$ , miara redukcji zmienności (*variability-reduction measure*), miara skorygowanego interwału hedgingu (*adjusted hedge interval test*) (szerzej na ten temat: Hailer, Rump, 2005). Na uwagę w tym wypadku zasługuje w szczególności zastosowanie analizy regresji liniowej, chociaż przy tym podejściu ocenie podlegają trzy wielkości.

### 3. Zastosowanie historycznej VaR do porównania skuteczności hedgingu delta

W tej części zostanie przedstawiona analiza VaR metodą symulacji historycznej oparta na danych z przeprowadzonych wcześniej badań dotyczących zarówno portfeli zabezpieczonych, jak i niezabezpieczonych w dwóch analizowanych okresach badawczych.

Historyczną wartość zagrożoną (VaR) w ujęciu wartościowym można określić jako kwantyl  $\alpha$  empirycznego rozkładu dochodów. Gdy obliczamy VaR w ujęciu procentowym na podstawie 1-dniowych stóp zwrotów, 1-dniowy VaR to kwantyl  $\alpha$  empirycznego rozkładu tych zwrotów. W wypadku długiego okresu obserwacji historycznych szczególnie ważne staje się takie skorygowanie historycznych zwrotów, aby odzwierciedlały one aktualne uwarunkowania rynkowe. Dotyczyć to może zwłaszcza poziomu zmienności analizowanych instrumentów czy poziomu stopy wolnej od ryzyka. W przeprowadzanej analizie porównawczej aspekt ten nie został uwzględniony, gdyż chodzi o porównanie wyników z całych okresów badanych, a nie o szacowanie VaR dla sytuacji rynkowej na koniec danego okresu. Porównywana VaR została określona w skali 1 dnia. Gdyby istniała potrzeba przeskalowania VaR na dłuższy okres, można tego dokonać z pewnym uproszczeniem przy zastosowaniu formuły pierwiastka kwadratowego, natomiast dla dokładniejszych obliczeń można oszacować wykładnik potęgowy skalowania, który zwykle różni się od 0,5 (zob. Alexander, 2008b).

W przypadku szacowania 1% VaR uważa się, że wielkość próby powinna wynosić przynajmniej 2000 obserwacji dziennych. W wyniku przeprowadzonej analizy uzyskano po 124 obserwacjeienne, co oznacza, że szacunki VaR należy traktować z dużą ostrożnością. Miarę tę zastosowano w tym wypadku głównie ze względu na łatwość porównania skuteczności hedgingu w dwóch okresach.

Wyniki oszacowań VaR zostały podane w tabeli 2. Na ich podstawie można zauważyć, że ryzyko portfela zabezpieczonego w każdym przypadku, niezależnie od okresu badawczego i przyjętego kwantyla, jest zdecydowanie niższe niż ryzyko portfela niezabezpieczonego.

**Tabela 2**

Oszacowania historycznej VaR dla dwóch okresów badawczych (%)

Kwantyl	Portfel niezabezpieczony		Portfel zabezpieczony	
	2007	2015	2007	2015
1,0	3,49	2,70	2,20	1,37
2,0	2,87	2,56	2,10	1,14
3,0	2,79	2,34	1,94	0,98
5,0	2,26	2,16	1,16	0,72
10,0	1,84	1,53	0,84	0,37

Źródło: obliczenia własne.

Gdy jednak nie mamy dużej próbki lub mierzymy bardzo skrajne kwantyle, należy dopasować do rozkładu empirycznego rozkład ciągły. W takim przypadku można zastosować

np. rozkład Johnsona, który jest odpowiedni, gdy zwroty są bardzo skośne lub leptokurtyczne. 100 $\alpha$ % h-dzienna historyczna VaR na podstawie rozkładu Johnsona SU to:

$$VaR_{h,\alpha} = -\lambda \sinh\left(\frac{z_\alpha - \gamma}{\delta}\right) - \xi$$

gdzie parametry transformacji  $\xi$  – to położenie,  $\lambda$  – skala, parametry kształtu  $\gamma$  – skośność,  $\delta$  – kurtoza,  $\sinh$  – jest hiperboliczną funkcją sinus, a  $z_\alpha$  – to odpowiedni standardowy normalny kwantyl:  $z_\alpha = \Phi^{-1}(\alpha)$ ,  $\Phi$  – funkcja standardowego rozkładu normalnego (Alexander, 2008b).

W analizowanym przypadku ze względu na stosunkowo małą próbę dopasowano rozkład Johnsona SU do rozkładów empirycznych, stosując do oszacowania parametrów algorytm zaproponowany przez Tuentera (2001). Na podstawie czterech pierwszych momentów zwrotów z portfeli oszacowano parametry dla rozkładów Johnsona SU, a następnie obliczono odpowiednie poziomy VaR (tab. 3).

**Tabela 3**

Oszacowania VaR Johnsona (%)

Kwantyl	Portfel niezabezpieczony		Portfel zabezpieczony	
	2007	2015	2007	2015
1	3,81	4,27	2,08	2,06
2	3,30	3,42	1,76	1,54
3	2,99	2,95	1,57	1,26
5	2,59	2,38	1,33	0,95
10	2,00	1,66	0,99	0,57

Źródło: opracowanie własne.

W celu ułatwienia porównania skuteczności hedgingu delta w dwóch okresach badawczych po oszacowaniu dla wybranych kwantyli VaR Johnsona obliczono różnice pomiędzy VaR dla portfeli zabezpieczonych i VaR dla portfeli niezabezpieczonych w odniesieniu do poszczególnych okresów (tab. 4). Różnica ta stanowi miarę skuteczności hedgingu delta i może być interpretowana jako wyrażona w punktach procentowych zmiana poziomu ryzyka wynikająca z zastosowanego zabezpieczenia.

Na podstawie wyników zawartych w tabeli 4 można stwierdzić, że dla kwantyli 1–10% zarówno w okresie lipiec–grudzień 2007, jak i lipiec–grudzień 2015 skuteczność hedgingu delta mierzona zmianami VaR wyniosła ponad 1 punkt procentowy. Przy niższych kwantylach przy tym efekt hedgingu delta wzrasta. W tym wypadku ze względu na stosunkowo małą próbę badawczą nie podano VaR dla niższych kwantyli, ale należałoby oczekiwać, że przy niższych kwantylach efekt hedgingu byłby jeszcze większy.

**Tabela 4**

Różnice poziomów VaR dla portfeli zabezpieczonych i niezabezpieczonych

Kwantyl	Efekt hedgingu delta w punktach procentowych	
	2007	2015
1%	-1,73	-2,22
2%	-1,54	-1,88
3%	-1,42	-1,69
5%	-1,26	-1,43
10%	-1,01	-1,09

Źródło: opracowanie własne.

Procentowa VaR może zostać przekształcona na wyrażoną wartościowo poprzez pomnożenie jej przez bieżącą wartość portfela. Dla przykładu w analizowanym okresie 2007 roku ostatnia wartość portfela wyniosła 266 251,30 zł, zatem przy efekcie hedgingu delta na poziomie 1 punktu procentowego zastosowanie zabezpieczenia zmniejszyłoby 1-dniową VaR o 2662,51 zł.

Porównując na podstawie tabeli 4 efekty hedgingu w dwóch okresach badawczych, można zauważyć, że dla wszystkich analizowanych kwantyli efekt ten jest większy dla danych z 2015 roku. Zwiększa się on przy tym na rzecz 2015 roku wraz z zastosowaniem niższych kwantyli. Na tej podstawie można zatem stwierdzić, że dla okresu lipiec–grudzień 2015 skuteczność hedgingu delta była na poziomie wyższym.

## Uwagi końcowe

Przeprowadzone badania potwierdzają skuteczność hedgingu delta z zastosowaniem opcji w warunkach rynku polskiego. Realizując cel opracowania, dokonano porównania skuteczności hedgingu delta z zastosowaniem opcji na WIG20 w dwóch dość odległych okresach badawczych. Wyniki badań wskazują na wzrost skuteczności, co znajduje odzwierciedlenie zwłaszcza przy niższych kwantylach szacowanej VaR.

Za przyczynę większej skuteczności hedgingu można, zdaniem autora, uznać zmiany jakościowe na rynku opcji. Wraz z rozwojem polskiego rynku opcji nastąpiła, jak się wydaje, nieznaczna obniżka kosztów transakcyjnych, zwiększyła się elastyczność w zakresie stosowania sprzedaży krótkiej, a także wprowadzono nowy system transakcyjny UTP (*Universal Trading Platform*) umożliwiający inwestorom składanie zleceń generowanych automatycznie. Czynniki te, zwłaszcza handel algorytmiczny, mają bardzo ważne znaczenie w stosowaniu arbitrażu, który jest podstawą arbitrażowej wyceny opcji.

Mniejsza skala odchyłeń cen opcji od relacji wynikających z arbitrażu, na co zwrócono uwagę na wstępie, przybliży rzeczywistość polskiego rynku opcji do założeń teorii wyceny arbitrażowej. Model wyceny opcji Blacka-Scholesa-Mertona jest modelem arbitrażowym.



Podstawowym jego założeniem jest sytuacja, w której arbitraż nie jest możliwy, ponieważ określone relacje cen opcji i instrumentu podstawowego są zachowane. Zastosowane w badaniach wskaźniki delta były wskaźnikami oszacowanymi na podstawie modelu Blacka-Scholesa-Mertona. Wzrost skuteczności hedgingu przy zastosowaniu tych wskaźników może wynikać zatem z lepszego dopasowania stosowanego modelu do rzeczywistości.

Niestety, wraz ze zmianami jakościowymi na polskim rynku opcji nie nastąpiły zmiany ilościowe, zwłaszcza w zakresie wielkości obrotów. Wolumen obrotów na tym rynku kształtuje się już od wielu lat na zbliżonym poziomie, a w ostatnim okresie uległ nawet nieznacznemu zmniejszeniu. Stosunkowo niska płynność może utrudniać zatem stosowanie określonych strategii opcyjnych w praktyce. Dodatkowym takim czynnikiem są spready stosowane przez animatorów rynku oferujących kupno i sprzedaż.

Należy zwrócić także uwagę, że na uzyskane wyniki mogły mieć wpływ wybrane do badań okresy. Przeprowadzone badania dotyczyły stosunkowo małych prób, co oznacza, że uzyskane wyniki mogą różnić się od wyników przeprowadzonych na dużych próbach badawczych.

## Literatura

- Alexander, C. (2008a). *Market Risk Analysis. Pricing, Hedging and Trading Financial Instruments*. Chichester: J. Wiley.
- Alexander, C. (2008b). *Market Risk Analysis. Value-at-Risk Models*. Chichester: J. Wiley.
- Alexander, C., Kaeck, A. (2011). Does Model Fit Matter for Hedging? Evidence from FTSE 100 Options. *Journal of Futures Markets*, 32 (7) 609–638.
- Alexander, C., Nogueira, L. (2007). Model-Free Hedge Ratios and Scale Invariant Models. *Journal of Banking and Finance*, 31 (6), 1839–1861.
- Avellaneda, M., Levy, A., Paras, A. (1995). Pricing and Hedging Derivative Securities in Markets with Uncertain Volatilities. *Applied Mathematical Finance*, 2, 73–88.
- Chance, D.M. (2004). *An Introduction to Derivatives & Risk Management*. Mason: South-Western.
- Gupta, A. (1997). On neutral ground. *Risk*, 7, 37–41.
- Hailer, A.C., Rump, S.M. (2005). Evaluation of Hedge Effectiveness Tests. *Journal of Derivatives Accounting*, 2 (1), 31–51.
- Haugen, R.A. (1996). *Teoria nowoczesnego inwestowania*. Warszawa: WIG-Press.
- Jajuga, K. (red.) (2009). *Zarządzanie ryzykiem*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Jajuga, K., Jajuga, T. (2006). *Inwestycje. Instrumenty finansowe, aktywa niefinansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Jarrow, R., Turnbull, S. (2000). *Derivative Securities*. Cincinnati: South-Western College Publishing.
- Spremann, K. (1991). *Investition und Finanzierung*. Wien: Oldenbourg.
- Tarczyński, W. (2003). *Instrumenty pochodne na rynku kapitałowym*. Warszawa: PWE.
- Tuenter, H. (2001). An algorithm to determine the parameters of SU curves in the Johnson system of probability distributions by moment matching. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 70 (4), 325–347.
- Węgrzyn, R. (2007). Arbitraż jako podstawa właściwych relacji cen opcji. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, 756, 133–147.

- Węgrzyn, R. (2010). Analiza operacji arbitrażowych w zakresie opcji na WIG20. W: K. Jajuga, W. Ronka-Chmielewicz (red.), *Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a polski rynek. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 117, 450–460.
- Węgrzyn, R. (2011). Arbitrażowe ograniczenia i właściwości cen opcji. Analiza empiryczna. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, 864, 115–128.
- Węgrzyn, R. (2013). *Opcje jako instrumenty ograniczania ryzyka cen akcji. Problemy optymalizacji*. Kraków: Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- Weron, A., Weron, R. (2005). *Inżynieria finansowa*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.

### **EFFECTIVENESS OF THE DELTA HEDGING USING OPTIONS ON THE WIG20. COMPARATIVE ANALYSIS**

**Abstract:** *Purpose* – On the basis of the author's earlier research on the deviations of the prices of options on WIG20 from the specific relationships arising from the arbitrage, it was found that the number of such deviations distinctly decreased, and significantly reduced the scale of the deviations, which brings the reality of the Polish option market to the assumptions of the arbitrage pricing theory. The aim of the work in this context is to compare the effectiveness of delta hedging using options on the WIG20.

*Design/Methodology/approach* – The reference point for the analysis carried out on the basis of data from 2015 are the findings obtained from analysis conducted for the data from 2007. To compare the effectiveness of delta hedging has been applied the estimated VaR for the unhedged and hedged portfolios in these two periods of research.

*Findings* – Based on the research it can be stated an increase in the effectiveness of the delta hedging associated with the development of the Polish option market.

*Originality/Value* – The results of the research point out that despite the still low liquidity of the Polish option market, qualitative changes improve the effectiveness of the use of options in hedging.

**Keywords:** options, hedging, delta

#### **Cytowanie**

Węgrzyn, R. (2017). Skuteczność hedgingu delta z zastosowaniem opcji na WIG20. Analiza porównawcza. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 2 (86), 197–206. DOI: 10.18276/frfu.2017.86-16.