



Bartosz ŁAMASZ*, Natalia IWASZCZUK**

Strategie opcyjne *long straddle* i *long guts* w zabezpieczaniu poziomu cen ropy WTI

Streszczenie: Ceny ropy naftowej od drugiej połowy 2014 do końca 2017 roku charakteryzowały duża zmienność z dominacją trendów spadkowych. Przyczyną takiego stanu były m.in. decyzje podejmowane przez kartel OPEC i innych czołowych producentów o ograniczeniu wydobycia tego surowca. Znaczne fluktuacje cen ropy są jednym z podstawowych rodzajów ryzyka rynkowego, z którym zмагаć musi się przede wszystkim sektor rafinerijny, jednak jego konsekwencje widoczne są także w innych obszarach działalności gospodarczej.

Autorzy artykułu stawiają hipotezę, zgodnie z którą skuteczną formą zabezpieczenia się przed znacznymi wahaniami cen ropy naftowej jest wykorzystywanie strategii opcyjnych *long guts* i *long straddle*. W opracowaniu zwrócono uwagę na to, że powodzenie takiego rozwiązania nie wymaga od podmiotu zabezpieczającego, aby ten potrafił przewidywać kierunek zmian ceny ropy. Ze względu na specyficzną konstrukcję tych strategii, dają one bowiem szansę na osiągnięcie pozytywnych rezultatów zarówno przy znacznych spadkach, jak i znacznych wzrostach wartości surowca.

Analiza skuteczności stosowanych strategii objęła okres od 23 czerwca 2014 do 14 grudnia 2017 roku. W obliczeniach wykorzystano dane pochodzące z giełdy NYMEX – jednej z największych giełd surowcowo-energetycznych na świecie. W konstrukcji strategii użyto miesięcznych, europejskich opcji kupna i sprzedaży z różnymi cenami wykonania. Przy ich wycenie posłużono się modelem Fishera Blacka. Oprócz opcji ATM wykorzystano także opcje, w których cena realizacji była o 5, 10 bądź 15% wyższa lub niższa od ceny ropy z dnia zawierania umowy. Siedem opcji pozwoliło na otrzymanie w każdym z analizowanych miesięcy 7 wariantów strategii *long straddle* i 21 wariantów strategii *long guts*. Wyniki osiągnięte w każdej z nich podzielono na trzy kategorie, które zostały wyznaczone przez poziom zmian ceny ropy w okresie aktywności zabezpieczenia. W każdej z kategorii obliczono średnie arytmetyczne wyników uzyskanych w poszczególnych wariantach strategii. Tak zestawione rezultaty pozwoliły na porównanie skuteczności stosowanych zabezpieczeń i znalezienie odpowiedzi na pytanie, który z wariantów powinien być stosowany w warunkach wysokiej zmienności cen ropy naftowej. Jak wynika z zaprezentowanych obliczeń, najlepsze wyniki można było osiągnąć w przypadku wykorzystania strategii *long straddle* i *long guts*, w konstrukcji których posłużono się opcjami ATM bądź opcjami o wyższych cenach wykonania (ATM+5% i ATM+10%). Strategie te dały również lepsze rezultaty w porównaniu do zabezpieczeń, które polegały na zajęciu długiej pozycji w pojedynczych opcjach kupna bądź sprzedaży.

Słowa kluczowe: ropa naftowa, opcje towarowe, strategia *long straddle*, strategia *long guts*

* Dr, ** Dr hab. inż., AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Kraków;
e-mail: blamasz@zarz.agh.edu.pl; niwaszcz@zarz.agh.edu.pl

Long straddle and long guts strategy in protecting the level of WTI prices

Abstract: Crude oil prices from the second half of 2014 to the end of 2017 were characterized by high volatility with the dominance of a declining trend. The reason for this was, among others, decisions taken by OPEC and other leading producers on limiting the extraction of this raw material. Significant fluctuations in oil prices are one of the basic types of market risk that the refining sector must face, but its consequences are also visible in other areas of economic activity.

The authors of the article put forward a hypothesis according to which the effective form of securing against significant fluctuations in oil prices is the use of long guts and long straddle option strategies. The study drew attention to the fact that the success of such a solution does not require to be able to predict the direction of changes in the oil prices. Due to the specific construction of these strategies, they provide a chance to achieve positive results, both with significant decreases and a significant increases in the value of the raw material.

The analysis of the effectiveness of the strategies applied covered the period between June 23, 2014 and December 14, 2017. The data from the NYMEX exchange (one of the largest energy exchanges in the world) was used. The strategy design used a monthly European call and put options with different execution prices. The Black model was used for their valuation. In addition to the ATM options, the options in which the exercise price was 5, 10 or 15% higher or lower than the ATM exercise price, were used. Seven options allowed 7 long straddle and 21 long guts strategy variants to be constructed in each of the analyzed months. The results achieved in each of them were divided into three categories, which were determined by the level of oil price changes during the period of the strategy activity. In each of the categories, the arithmetic means of the results obtained in the individual strategy options were calculated. The results compiled in this way allowed the effectiveness of the different variants of long guts and long straddle strategies to be compared and to find an answer to the question, which option should be used in conditions of high volatility of crude oil prices. As shown by the presented calculations, the best results could be obtained thanks to long straddle and long guts strategies, in the construction of which ATM options or options with higher execution prices were used (ATM + 5% and ATM + 10%). These strategies also gave better results compared to the single long position in option (call or put) with different execution prices.

Keywords: crude oil, commodity options, long straddle strategy, long guts strategy

Wprowadzenie

Jeszcze w czerwcu 2014 roku ceny ropy naftowej oscylowały w granicach 100 dolarów amerykańskich (USD) za baryłkę. Po zaledwie kilku miesiącach wartość jednej baryłki ropy spadła do poziomu 50 USD. Główna przyczyna takiego stanu rzeczy leżała w ujawniającej się nadpodaży surowca w porównaniu z efektywnym popytem. Nadwyżka podaży ropy była konsekwencją m.in. „rewolucji łupkowej” w Stanach Zjednoczonych, w wyniku której w latach 2006–2014 średnie wydobycie surowca w tym kraju wzrosło z niecałych 7 mln do blisko 12 mln baryłek dziennie. W drugiej połowie 2014 roku nastąpiło również wyhamowanie konfliktów społeczno-politycznych w Libii i Iraku – ważnych światowych producentów ropy. W tym czasie prowadzono także rozmowy pomiędzy Iranem a krajami Unii Europejskiej, które miały doprowadzić do zniesienia embarga na irańską ropę (ostatecznie doszło do porozumienia na początku 2016 roku). To wszystko stanowiło zapowiedź zwiększenia dostaw surowca na światowy rynek, do którego dojsć miało w najbliższych miesiącach.

Najważniejszym z bodźców napędzających trend spadkowy cen na rynku ropy naftowej od drugiej połowy 2014 roku okazała się jednak decyzja podjęta przez kartel OPEC, którego członkowie pod koniec listopada odrzucili pomysł ograniczenia produkcji surowca. Takie postanowienie stanowiło zapowiedź długofalowego trendu spadkowego, który doprowadził ceny ropy do poziomu niecałych 30 USD za baryłkę.

O tym, jak dynamiczne i intensywne mogą być zmiany cen na rynku ropy naftowej dowodzi druga połowa 2017 roku. Przez zaledwie 6 miesięcy cena ropy WTI wzrosła z poziomu 40 do ponad 60 USD za baryłkę. Przyczyny takiego stanu mają przede wszystkim charakter fundamentalny, do których należy niewątpliwie zaliczyć przyspieszenie wzrostu gospodarczego w większości regionów na świecie, wzrost globalnego popytu na ropę i przede wszystkim decyzje OPEC i Rosji o ograniczeniu wydobycia surowca z tych terenów (ograniczenia mają obowiązywać do końca 2018 roku). Poza podłożem fundamentalnym, należy pamiętać także o relacjach tworzących się pomiędzy rynkami *spot* i *futures* ropy naftowej, które mogą zwiększać intensywność wahań cen ropy naftowej i powodować, że prognozowanie cen w najbliższych latach będzie stawać się coraz trudniejsze (Łamasz 2017).

Wszelkie gwałtowne zmiany zachodzące na rynku ropy naftowej znajdują swoje odzwierciedlenie przede wszystkim w kondycji finansowej sektora rafineryjnego. Omawiany surowiec stanowi bowiem główne źródło napędzające proces produkcji w rafineriach. Co więcej, cena ropy naftowej ma bezpośrednie przełożenie na ceny otrzymywanych z niej produktów, takich jak np. paliwa znajdujące zastosowanie w praktycznie wszystkich gałęziach przemysłu. Wydaje się zatem, że znaczne wahania cen ropy mogą stanowić istotne zagrożenie dla utrzymywania płynności finansowej przedsiębiorstw wielu branż.

Głównym celem realizowanym przez autorów artykułu było pokazanie możliwości wykorzystania dwóch strategii opcyjnych w zabezpieczeniu się przed niepożądanymi konsekwencjami wahań cen ropy naftowej. Strategie te wśród specjalistów uznawane są za drogie, gdyż ich konstrukcja wymaga zajęcia aktywnej (długiej) pozycji w opcjach dwóch różnych typów, co automatycznie przekłada się na wyższe nakłady początkowe (tożsame z wysokościami zapłaconych premii opcyjnych). Jednak okres, który został poddany analizie (lata 2014–2017) sprzyjał wyraźnym wahaniom cen ropy, co sugerowałoby, że to właśnie strategie przynoszące korzyści przy znacznych odchyleniach od wartości początkowej, dawały szansę na skuteczne zabezpieczenie przed negatywnymi konsekwencjami tych wahań. Należy także zwrócić uwagę, że ostatnie decyzje podjęte przez głównych producentów ropy naftowej (utrzymanie limitów wydobycia ropy na stałym poziomie) sprzyjają wzrostowi zmienności cen tego surowca. Wydaje się zatem, że przeprowadzenie takich analiz powinno być przydatne w kontekście najbliższych miesięcy, gdyż mogą im towarzyszyć znaczne fluktuacje cen ropy naftowej na świecie.

1. Ropa WTI jako światowy benchmark cen ropy naftowej

Analizując informacje płynące z licznych raportów dostarczanych przez takie organizacje międzynarodowe jak DoE (*Department of Energy*), EIA (*Energy Information Administration*) czy IEA (*International Energy Agency*), ropa naftowa jest jednym z najważniejszych – obok gazu ziemnego i węgla – surowców na świecie, wykorzystywanym w wielu obszarach światowej gospodarki. Pierwotnie (druga połowa XIX wieku) używano jej do produkcji nafty, której zadaniem było oświetlanie pomieszczeń. W latach kolejnych nabrała znaczenia

militarnego, gdyż w procesie rafinacji otrzymywano paliwa napędzające maszyny wojenne (podczas I i II wojny światowej). Wraz z postępem technologicznym i odkrywaniem nowych złóż, ropa wysunęła się również na pozycję lidera w produkcji energii pierwotnej. Obecnie około 33% energii wytwarzanej na świecie pochodzi właśnie z przerobu wspomnianego surowca (BP Statistical... 2017).

Ropa naftowa jednak nie jest surowcem jednorodnym pod względem jej właściwości fizykochemicznych. Obecnie szacuje się, że na świecie występuje około 160 jej gatunków (Fattouh 2008). Odmienne właściwości związane są z miejscem wydobywania surowca, a w poszczególnych gatunkach mogą znajdować się odmienne ilości różnych rodzajów węglowodorów oraz innych składników, traktowanych jako zanieczyszczenie ropy usuwane w procesie jej przerobu. Jednym z nich jest siarka, a poziom jej zawartości w analizowanej substancji pozwala wyróżnić gatunki:

- niskosiarkowe (inaczej słodkie; zawartość siarki poniżej 0,5% masy substancji);
- siarkowe (zawartość na poziomie od 0,5% do 2,5%);
- wysokosiarkowe (inaczej kwaśne; zawartość powyżej 2,5%).

Drugim kryterium stosowanym przy klasyfikacji ropy naftowej jest jej gęstość. Najczęściej wykorzystywana miara gęstości to tzw. wskaźnik API (*API gravity*), opracowany przez Amerykański Instytut Paliw. Oblicza się go według następującego wzoru:

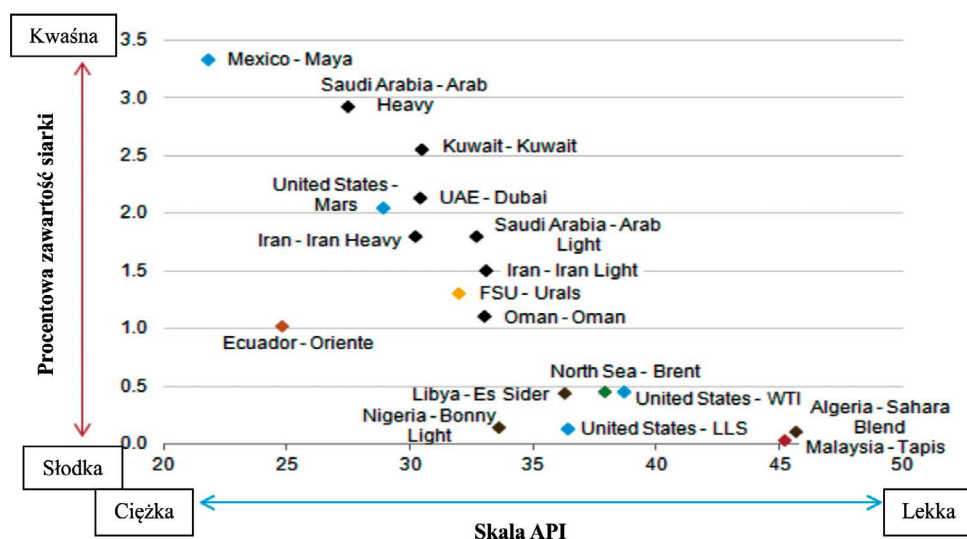
$$API_{Gravity} = \frac{141,5}{SG} - 131,5 \quad (1)$$

gdzie SG (ang. *Specific Gravity*) jest stosunkiem gęstości danej substancji do gęstości wody w temperaturze 60°F (American Petroleum Institute 2015). Tak zdefiniowana miara oznacza, że im gęstość danego gatunku jest mniejsza, tym wskaźnik API przyjmuje dla niej wyższą wartość. Lepsze jakościowo (bo łatwiejsze w przerobieniu) są ropy o niewielkiej gęstości, a ich przerób wiąże się zwykle z niższymi kosztami ponoszonymi przez rafinerię w kolejnych etapach rafinacji. Ogólnie wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje ropy, ze względu na wartość wspomnianego wskaźnika:

- gatunki lekkie ($API > 31,1^\circ$);
- gatunki średnie ($22,3^\circ < API < 31,1^\circ$);
- gatunki ciężkie ($API < 22,3^\circ$).

Rysunek 1 jest prezentacją różnych gatunków ropy po uwzględnieniu wspomnianych właściwości tego surowca (jego gęstości i poziomu zawartości siarki) oraz miejsca wydobycia (U.S. Energy Information Administration 2012). Warto zwrócić uwagę na to, że najlepszymi jakościowo gatunkami ropy są: Sahara Blend (Algieria) i Tapis (Malezja). W ich przypadku wskaźnik API osiąga wartości na poziomie przekraczającym 45° , a zawartość siarki jest znikoma. Zdecydowanie gorsze właściwości (co przekłada się na wyższe koszty przerobu) posiadają z kolei takie gatunki, jak: Maya (Meksyk) i Arab Heavy (Arabia Saudyjska) oraz większość gatunków wydobywanych z obszarów Bliskiego Wschodu.

Spośród zaprezentowanych gatunków należy wyróżnić kilka, których ceny są istotne przy określaniu wartości wszystkich pozostałych. Zaliczyć należy do nich przede wszystkim dwa – Brent i WTI. Każdy z nich – ze względu na rolę, jaką pełni – uważany jest za



* Rozwinięcie skrótów użytych nazw: WTI – *West Texas Intermediate*; LLS – *Louisiana Light Sweet*; FSU – Republiki Radzieckie (ang. *Former Soviet Union*); UAE – Zjednoczone Emiraty Arabskie (ang. *United Arab Emirates*)

Rys. 1. Gęstość i zawartość siarki dla wybranych gatunków ropy naftowej
Źródło: U.S. Energy Information Administration 2012

Fig. 1. Density and sulfur content of selected crude oils

tw. gatunek benchmarkowy. Ropa Brent – z racji tego, że wydobywana jest na terytorium Europy (Morze Północne) – to benchmark europejski. Zawartość siarki w przypadku tego gatunku wynosi 0,37% masy substancji, a gęstość w skali API określana jest na 38,3° (Inkpen i Moffet 2011). Ropa WTI to z kolei punkt odniesienia przy ustalaniu kosztów ponoszonych przez rafinerie na kontynencie północnoamerykańskim. Jest to gatunek słodki (poziom siarki to ok. 0,24%) i lekki ($API_{Gravity} = 39,6^\circ$), składowany w porcie Cushing w Zachodniej Oklahomie. Główną przesłanką transportu surowca do tego regionu jest lokalizacja portu – Zachodnia Oklahoma jako centralna część Ameryki Północnej, znajduje się w niedalekiej odległości od Dallas i Teksasu. Przez teren ten przebiega także wiele rurociągów połączonych z wybrzeżem Zatoki Meksykańskiej, co ułatwia szybki przesył surowca zarówno do wschodnich, jak i zachodnich obszarów Stanów Zjednoczonych oraz Kanady (Clark 2014).

Przez wiele lat ropa WTI określana była jako tzw. *broken benchmark*. Określenie to należy utożsamiać ze spadkiem znaczenia cen tego gatunku na arenie międzynarodowej. Przyczynił się do tego przede wszystkim zakaz eksportu surowca, który Stany Zjednoczone wprowadziły w połowie lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku. W grudniu 2015 roku, a zatem po ponad 40 latach, zakaz ten został zniesiony. Decyzję tę należy traktować jako wydarzenie, które może przyczynić się w przyszłości do znacznych zmian na światowym rynku ropy naftowej. Wydaje się, że ropa WTI powinna zacząć odgrywać coraz istotniejszą

rolę nie tylko dla rafinerii funkcjonujących na terenie Ameryki Północnej, stąd w dalszej części opracowania skupiono się na analizie cen tego właśnie gatunku surowca.

Fakt zniesienia zakazu eksportu ropy przez Stany Zjednoczone wpisuje się także w zmianę trendu, który w ostatnich latach kształtuje się w polskim sektorze rafineryjnym i polega na odejściu od monopolu na ropę pochodzącą z Rosji oraz dywersyfikacji dostaw tego surowca. W październiku 2017 roku do gdańskiego Naftoportu dopłynął statek przewożący 100 tys. ton ropy WTI (dostawy dla PKN Orlen). W kilkanaście dni później zrealizowano kolejną dostawę z tego kierunku – 80 tys. ton amerykańskiego gatunku ropy DSW (*Domestic Sweet*), a w grudniu dostarczono ponownie 80 tys. ton ropy WTI (obydwie dostawy przeznaczone były dla Grupy Lotos). Co więcej, na początku grudnia Lotos poinformował o podpisaniu terminowej umowy na dostawę tego gatunku ropy do rafinerii w Gdańsku. Realizacja kontraktu przewidywana jest na rok 2018 w liczbie minimum 5 ładunków (Czyżewski 2018).

Urzeczywistnianie polityki dywersyfikacji dostaw surowców energetycznych powoduje, że zmienność cen ropy WTI może wpływać na koszty zakupu surowca także w polskich rafineriach. Dlatego tak istotne wydaje się poszukiwanie rozwiązań, które pozwolą – przynajmniej w pewnym stopniu – uniezależnić się od negatywnych konsekwencji fluktuacji wartości tego surowca na rynku światowym. Jednym z nich wydaje się być budowanie strategii zabezpieczających z wykorzystywaniem opcji towarowych, wystawionych na ceny ropy WTI.

2. Opcje towarowe i strategie opcyjne na rynku ropy naftowej

Jak zaznaczono we wstępie, podstawowym celem artykułu jest sprawdzenie możliwości wykorzystania dwóch strategii opcyjnych – *long guts* i *long straddle* – w zabezpieczeniu cen ropy naftowej WTI. Do ich konstrukcji wykorzystano europejskie opcje towarowe, stanowiące przedmiot obrotu na największych giełdach surowcowo-energetycznych.

Za pierwowzór pierwszego modelu wyceny opcji uznaje się rozprawę doktorską Louisa Bacheliera z 1900 roku. Zaproponowane przez niego rozwiązania zawierały jednak pewne niedociągnięcia, stąd podlegały modyfikacjom w latach kolejnych. W szóstym i siódmym dziesięcioleciu XX wieku ukazały się publikacje naukowe, które przyczyniły się do znacznego postępu w poszukiwaniu optymalnego modelu wyceny opcji. Jedną z nich było opracowanie P. Samuelsona z roku 1965, dotyczące opcji wystawionych na cenę akcji. Przełomowy dla rozwoju tego obszaru wiedzy okazał się jednak rok 1973, kiedy to F. Black i M. Scholes (Black i Scholes 1973) zaproponowali model wyceny europejskiej opcji kupna na akcję, dla której posiadacza nie przewidywano wypłaty dywidendy¹.

Kontynuacja badań nad wyceną opcji doprowadziła już trzy lata później do opracowania modelu pozwalającego na ustalanie wartości opcji towarowych. Ich autorem był F. Black, a zaproponowane przez niego rozwiązania umożliwiały również wycenę kontrak-

¹ Model ten jeszcze w tym samym roku został poszerzony o rozważania R. Mertona, co pozwoliło również na wycenę opcji na akcję z dywidendą.

tów *forwards* i *futures*, opiewających na różne towary (Black 1976). Warto także zaznaczyć, że prace nad wyceną towarowych instrumentów pochodnych trwały w kolejnych latach, a prowadzili je m.in. Boxter i Renni, Shreve czy Clark (Shreve 2004; Clark 2014). Do dnia dzisiejszego model Blacka stanowi jednak bazę dla wyceny opcji wystawianych na towary, takie jak ropa naftowa czy produkty ropopochodne (benzyna, olej napędowy). Jest również modelem najczęściej wykorzystywanym do obliczania wartości opcji europejskich², którymi handluje się na największych giełdach surowcowo-energetycznych: NYMEX (*New York Mercantile Exchange*) czy ICE (*Intercontinental Exchange*).

Wycena kontraktów opcyjnych stanowi również kluczowy element przy tworzeniu tzw. strategii opcyjnych, przez które należy rozumieć pewne połączenia kilku długich bądź krótkich pozycji w opcjach kupna i sprzedaży o różnych parametrach. Strategie te mogą być wykorzystywane jako narzędzia wspierające proces zarządzania ryzykiem zmian ceny instrumentu bazowego. W niniejszym opracowaniu omówiono dwa ich rodzaje – strategie *long guts* oraz strategie *long straddle*. Warto podkreślić, że w konstrukcji tych strategii używa się wyłącznie długich pozycji w opcjach kupna i sprzedaży, w konsekwencji czego podmiot decydujący się na takie rozwiązanie pozostaje stroną aktywną, mającą prawo do decydowania o wykonaniu (bądź nie) opcji. Musi więc zapłacić za nie drugiej stronie (tzw. biernej) w momencie otwierania pozycji na rynku terminowym. Jednak jego maksymalna strata ogranicza się do wysokości zapłaconych premii opcyjnych.

Warto także zaznaczyć, że w konstrukcji wymienionych strategii można wykorzystywać zarówno opcje ATM³, jak i inne ich rodzaje⁴ względem ustalenia poziomu ceny wykonania opcji. W dalszej części opracowania zbadano skuteczność strategii opartych zarówno na opcjach ATM, jak i opcjach z nieco wyższą (np. ATM+5%, ATM+10%, ATM+15%) oraz niższą (np. ATM-5%, ATM-10%, ATM-15%) ceną wykonania. Pojawiający się przy oznaczeniu składnik +/- x% mówi o tym, o ile procent cena wykonania danej opcji jest wyższa bądź niższa od ceny wykonania opcji ATM. Taka zmiana parametru przekłada się bezpośrednio na wysokość premii opcyjnych, które stanowią o kosztach zabezpieczenia. Opcje kupna z niższą (wyższą) ceną wykonania stają się bowiem droższe (tańsze). Dla opcji sprzedaży prawdziwa jest zależność odwrotna.

Stanowiąca podstawę dalszych analiz strategia *long guts* jest dość złożona i kosztochłonna, gdyż wykorzystuje się w niej dwie długie pozycje w opcjach różnego typu. Wymaga ona nabycia jednej opcji kupna z ceną wykonania K_1 i jednej opcji sprzedaży z ceną wykonania K_2 . Warunkiem koniecznym konstrukcji tego typu zabezpieczenia jest prawdziwość relacji: $K_1 < K_2$. Końcowy wynik nabywcy strategii *long guts* (W_{Long_Guts}) oblicza się przy użyciu następującej formuły:

² Opcja europejska – to rodzaj opcji, która może zostać rozliczona wyłącznie w dniu jej wygaśnięcia. Alternatywę dla tego typu opcji stanowi tzw. opcja amerykańska, dająca nabywcy prawo do jej wykonania w dowolnym dniu jej aktywności.

³ Wspomniane opcje ATM (ang. *at the money*) charakteryzują się tym, że ich cena wykonania jest równa cenie instrumentu bazowego z dnia zawierania umowy.

⁴ Oprócz opcji ATM występują także opcje ITM (ang. *in the money*) i OTM (ang. *out of the money*). Pierwsze z nich są tzw. opcjami „w pieniądzu” i ich realizacja jest korzystna dla nabywcy. Drugie to z kolei opcje „poza pieniądzem”, wygasające bez realizacji.

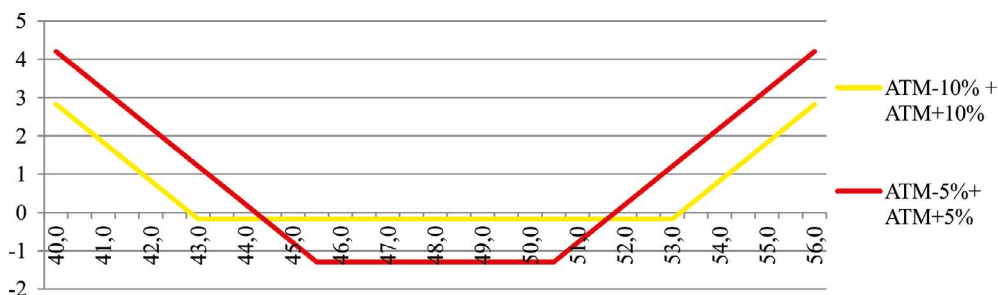
$$W_{Long_Guts} = \max\{f_T - K_1; 0\} - c(K_1) + \max\{K_2 - f_T; 0\} - p(K_2) \quad (2)$$

gdzie:

- f_T – cena instrumentu bazowego (jednej baryłki ropy naftowej wyrażona w dolarach amerykańskich),
- $c(K_1)$ – cena opcji kupna z ceną wykonania K_1 ,
- $p(K_2)$ – cena opcji sprzedaży rozliczanej według wartości K_2 .

Jak zaznaczono, *long guts* wiąże się zazwyczaj z koniecznością poniesienia znacznych kosztów początkowych. Stwarza natomiast możliwość skutecznego zabezpieczenia się przed gwałtownymi odchyleniami ceny instrumentu bazowego od wartości początkowej – niezależnie od ich kierunku. W przypadku tej strategii maksymalna strata będzie zawsze niższa od sumy zapłaconych premii opcyjnych, ponieważ przy takim „połączeniu” opcji kupna i sprzedaży nie ma możliwości, by co najmniej jedna z nich nie była w terminie realizacji „w pieniądzu” (tzn. opłacalna do wykonania dla jej posiadacza). W celu precyzyjnego zobrazowania profili wyników, jakie można osiągnąć w zabezpieczeniach *long guts*, posłużono się przykładem miesięcznych opcji giełdowych, wystawionych na cenę jednej baryłki ropy WTI (data otwarcia długiej pozycji w opcjach – 23 maja 2016; termin dostawy – lipiec 2016) z różnymi cenami wykonania. Rezultaty tych analiz zaprezentowano na rysunku 2.

Analizowany przykład dotyczy sytuacji, gdy cena ropy WTI z dostawą na lipiec 2016 r. (konkretna data dostawy – zgodnie z regulaminem giełdy) oscylowała w granicach 48 USD za baryłkę. Do konstrukcji strategii *long guts* wykorzystano opcje, których cena wykonania różniła się od tej wartości o 5 bądź 10%. Jak widać, zwiększenie różnicy pomiędzy tymi cenami skutkowało spadkiem potencjalnego zysku, ale umożliwiała ograniczenie maksymalnych kosztów, jakie podmiot zabezpieczający się przed fluktuacjami cen surowca mógł ponieść. Wydaje się zatem, że decyzja o doborze parametrów opcji w strategii *long guts* zależy od przewidywań poziomu zmian cen surowca i „awersji do ryzyka” jednostki wykorzystującej tę strategię. Jeżeli zakłada ona znaczne ruchy ceny ropy (czy innego instrumentu bazowego), najlepszym rozwiązaniem wydaje się nabycie dwóch typów opcji (kupna



Rys. 2. Przykładowe profile strategii typu *long guts*
Źródło: opracowanie własne

Fig. 2. The examples of long guts strategy profiles

i sprzedaży) z cenami wykonania oscylującymi wokół wartości surowca w dniu tworzenia nowej strategii.

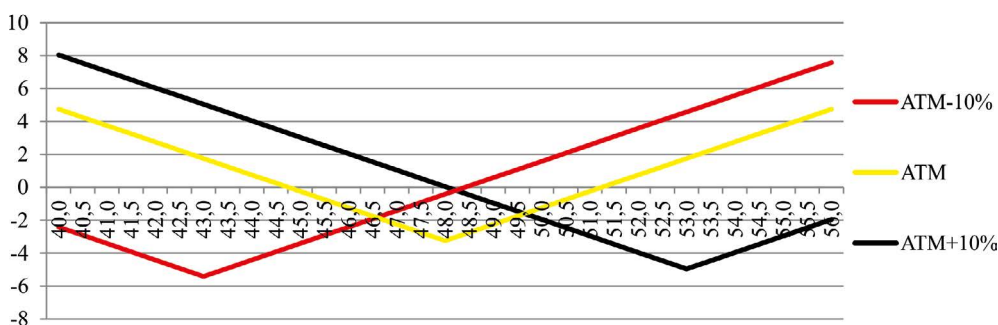
Long straddle to strategia, w której rezultat końcowy ($W_{Long\ Straddle}$) ustala się według następującego wzoru:

$$W_{Long\ Straddle} = \max\{f_T - K; 0\} - c(K) + \max\{K - f_T; 0\} - p(K) \quad (3)$$

Jak wynika z postaci formuły (3), do budowy analizowanej strategii wykorzystuje się – podobnie jak w strategii *long guts* – po jednej długiej pozycji w opcjach kupna i sprzedaży. Różnica polega na tym, że obydwie opcje powinny być rozliczane według identycznej ceny wykonania oznaczonej tu jako K . Nabywanie dwóch kontraktów opcyjnych wiąże się (podobnie jak w strategii *long guts*) z dość wysokimi kosztami początkowymi (zależnymi od parametrów użytych opcji), dlatego też takie rozwiązanie może okazać się dla niektórych podmiotów finansowo nieosiągalne. Strategie te po raz kolejny należy traktować jako możliwość obustronnego zabezpieczenia przed wahaniami cen instrumentu bazowego (ropy WTI) w okresach dość intensywnych ich zmian na rynku.

Odnosząc się ponownie do opcji wystawionych na cenę ropy WTI, wycenionych na 23 maja 2016 roku, na rysunku 3 przedstawiono graficznie kształtowanie się potencjalnych wyników w strategii typu *long straddle*. W konstrukcji tych zabezpieczeń wykorzystano opcje z trzema różnymi cenami realizacji (ATM-10%, ATM i ATM+10%).

Jak pokazuje powyższa ilustracja, profil analizowanych strategii jest dość podobny do profilu strategii *long guts*. Różnica polega na tym, że „najgorszą” wartość osiąga się dla konkretnej ceny, a nie w pewnym przedziale (por. rys. 2). Warto także zauważyć, że wykorzystanie w konstrukcji strategii *long straddle* opcji innych niż ATM, daje możliwość osiągnięcia znacznych zysków w przypadku, gdy uda się przewidzieć przyszły kierunek zmian ceny instrumentu bazowego. Na przykład: strategia *long straddle* zbudowana na podstawie opcji ATM-10% wiązać się będzie z dodatnim wynikiem dla podmiotu zabezpieczającego się w sytuacji, gdy wartość ropy w dniu wygaśnięcia kontraktu opcyjnego nawet nieznacznie



Rys. 3. Przykładowe profile strategii typu *long straddle*

Źródło: opracowanie własne

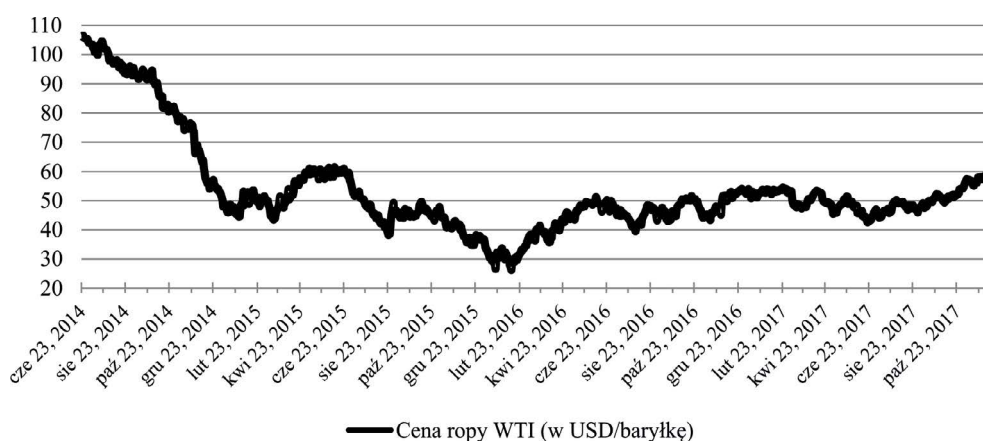
Fig. 3. The examples of long straddle strategy profiles

wzrośnie w porównaniu do jej wartości z dnia zawierania kontraktu. W podobny sposób można zabezpieczyć się przed przyszłymi spadkami ceny surowca (np. poprzez wykorzystanie w strategiach zabezpieczających opcji ATM+5% czy ATM+10%).

3. Wyniki badań

W celu zbadania skuteczności opisanych strategii *long puts* i *long straddle* w zabezpieczeniu przed negatywnym wpływem zmian cen ropy WTI, konieczne było posłużenie się danymi pochodzącymi z rynku tego surowca. Dlatego też wykorzystano notowania giełdowe ropy WTI (NYMEX, kontrakt *Crude Oil Futures Contract*) z okresu od 23 czerwca 2014 do 14 grudnia 2017 roku (por. rys. 4). W konstrukcji wspomnianych strategii użyto opcji z miesięcznym terminem realizacji, a ich parametry ustalono zgodnie ze specyfiką opcji wystawianych na ropę WTI na giełdzie NYMEX. Do obliczenia wysokości kontraktów opcyjnych wykorzystano wspomniany model Blacka dla opcji towarowych. Miesięczny okres aktywności opcji oznaczał, że za każdym razem była to opcja, która odnosiła się do ceny ropy WTI z najbliższym terminem dostawy surowca. Przykładowo: pierwsze z użytych opcji z rozpatrywanego okresu nabywane były 23 czerwca 2014 roku i wygasły 17 lipca 2014 roku (zgodnie z zasadami obowiązującymi na giełdzie NYMEX). Ich instrumentem bazowym ustanawiano zatem jednostkową cenę *futures* jednej baryłki ropy naftowej WTI, z dostawą przewidzianą na sierpień 2014.

Rozpatrywany okres objął zatem 42 kolejne miesiące (dostawy ropy od sierpnia 2014 do stycznia 2018 roku). Dla każdego z nich obliczono wyniki finansowe na zajętej pozycji we wszystkich rozpatrywanych strategiach. Rezultaty zostały podzielone na trzy następujące kategorie:



Rys. 4. Ceny ropy WTI (w USD za baryłkę)

Źródło: opracowanie własne na podstawie (U.S. Energy Information Administration 2018)

Fig. 4. The price of WTI (dollar per barrels)

- osiągnięte w miesiącach, w których cena ropy WTI w okresie aktywności użytych opcji zmieniła się o co najmniej 10%;
- osiągnięte w miesiącach, w których zmiana ceny ropy WTI wyniosła od 5 do 10%;
- osiągnięte w miesiącach, w których zmiana ceny ropy WTI była nie większa niż 5%.

Przeprowadzone analizy wykazały, że w poszczególnych kategoriach znalazło się po 14 miesięcy. Dla każdej z nich wyznaczono średnią arytmetyczną uzyskanych przez nabywcę opcji wyników i wyrażono je w dolarach amerykańskich w przeliczeniu na jedną baryłkę ropy WTI. Warto zaznaczyć, że przy zastosowanej klasyfikacji nie uwzględniono kierunków zmian cen surowca. Jak wynika bowiem ze specyfiki użytych strategii *long guts* i *long straddle*, pozwalają one osiągnąć pozytywne rezultaty bez konieczności przewidywania tego, w którą stronę „przesunie się” cena surowca w najbliższej przyszłości. Dla końcowego wyniku bardziej istotne jest natomiast, o ile zmieni się wartość instrumentu bazowego w okresie aktywności strategii.

W konstrukcji zabezpieczeń użyto opcji z siedmioma różnymi cenami wykonania: ATM-15%, ATM-10%, ATM-5%, ATM, ATM+5%, ATM+10% i ATM+15%. Cena wykonania opcji ATM była ustalana dla każdego miesiąca w pierwszym dniu, w którym stawała się ona opcją z najbliższym terminem dostawy ropy WTI. Pozostałe ceny wykonania były odpowiednio o 5, 10 bądź 15% niższe lub wyższe od tej wartości.

Ustalenie rezultatów osiągniętych w strategiach *long guts* i *long straddle* zostało poprzedzone obliczeniem wyniku końcowego dla nabywców opcji kupna i sprzedaży z różnymi cenami wykonania. Rezultatem tych obliczeń jest zestawienie prezentowane w formie tabeli 1, w której znalazły się średnie arytmetyczne wyniki z okresu trwającego od 23 czerwca 2014 roku do 14 grudnia 2017 roku (zabezpieczenia dla 42 kolejnych miesięcy).

TABELA 1. Wyniki (w USD/b) osiągnięte przez zajęcie długiej pozycji w opcjach kupna i sprzedaży

TABLE 1. Results (dollars per barrel) obtained from long call and long put options

Poziom zmiany ceny ropy WTI						
Rodzaj opcji	Powyżej 10%		Od 5 do 10%		Od 0 do 5%	
	kupna	sprzedaży	kupna	sprzedaży	kupna	sprzedaży
ATM-15%	-2,40	0,51	-0,85	-0,09	0,00	-0,13
ATM-10%	-1,48	1,43	-1,03	-0,26	-0,19	-0,32
ATM-5%	-0,48	2,43	-0,56	0,20	-0,66	-0,78
ATM	0,17	3,09	0,01	0,78	-1,14	-1,25
ATM+5%	0,36	3,28	-0,22	0,56	-0,83	-0,94
ATM+10%	0,13	3,05	-0,44	0,33	-0,42	-0,53
ATM+15%	-0,12	2,81	-0,29	0,49	-0,28	-0,38

Źródło: opracowanie własne.

Zaprezentowane rezultaty pokazują, że przy znacznych wahaniami cen ropy naftowej (tj. przekraczających 10%) zdecydowanie najbardziej opłacalnym rozwiązaniem było nabywanie opcji sprzedaży. Jest to prawdopodobnie konsekwencja dominacji trendu spadkowego w analizowanym okresie. Opieranie zabezpieczenia na opcji sprzedaży dało pozytywne wyniki w miesiącach intensywnych zmian cen ropy WTI dla wszystkich rozpatrywanych przykładów. Najlepszy rezultat można było osiągnąć wybierając opcje sprzedaży z ceną wykonania wyższą o około 5% od ceny wykonania opcji ATM (wynik w tej strategii to 3,28 USD/baryłkę) – pomimo tego, że opcje o takich parametrach są droższym zabezpieczeniem (im wyższa cena wykonania, tym opcja sprzedaży jest droższa). Nieco gorsze rezultaty przy najwyższym poziomie wahań cen ropy osiągnięto natomiast przez użycie opcji ATM i ATM+10% (kolejno o 19 i 23 centy, por. tabela 1).

Uzyskane dla opcji sprzedaży wartości końcowe były już znacznie gorsze w przypadku wahań cen ropy na poziomie 5–10%, chociaż wciąż dominowały wyniki pozytywne (najlepszy został osiągnięty dla opcji sprzedaży z ceną wykonania ATM i wyniósł niecałe 80 centów na baryłce). Przy niewielkich zmianach wartości surowca (do 5%) wyniki okazały się być niekorzystne dla nabywcy opcji sprzedaży. Podobna sytuacja miała miejsce przy opcjach kupna. Co więcej, w ich przypadku straty były ponoszone prawie zawsze, tzn. niezależnie od poziomu zmian cen ropy w rozpatrywanym okresie i ustalonej ceny ich wykonania (konsekwencja dominacji trendu spadkowego).

Ustalone wyniki pozwoliły na wyznaczenie i porównanie możliwości wykorzystania w różnych warunkach rynkowych strategii *long guts* (LG) i *long straddle* (LS). W przypadku pierwszej z nich, użycie 7 opcji z odmiennymi cenami wykonania zaowocowało otrzymaniem 21 jej wariantów, które zostały zaprezentowane w tabeli 2. Przykładowo: notyfikacja LG7 oznacza, że strategia *long guts* składała się z jednej długiej pozycji w opcji kupna ATM-10% i jednej długiej pozycji w opcji sprzedaży ATM-5%. Liczba wariantów

TABELA 2. Kombinacje i oznaczenia dla strategii long guts

TABLE 2. Different versions and notifications for long guts strategy

Opcje sprzedaży							
Opcje kupna	ATM-15%	ATM-10%	ATM-5%	ATM	ATM+5%	ATM+10%	ATM+15%
ATM-15%		LG1	LG2	LG3	LG4	LG5	LG6
ATM-10%			LG7	LG8	LG9	LG10	LG11
ATM-5%				LG12	LG13	LG14	LG15
ATM					LG16	LG17	LG18
ATM+5%						LG19	LG20
ATM+10%							LG21
ATM+15%							

Źródło: opracowanie własne.

strategii *long straddle* była nieco mniej liczna i wyniosła 7. Oznaczono je w następujący sposób:

- ATM-15% (LS) – strategia składająca się z jednej długiej pozycji w opcji kupna i jednej w opcji sprzedaży, z ceną wykonania o 15% niższą niż cena wykonania opcji ATM,
- ATM-10% (LS),
- ATM-5% (LS),
- ATM (LS),
- ATM+5% (LS),
- ATM+10% (LS),
- ATM+15% (LS).

Rezultaty osiągnięte w poszczególnych strategiach zostały przedstawione zbiorczo w tabeli 3. Wyniki te mówią o tym, ile jednostek pieniężnych (USD) można było zyskać lub stracić w danym wariantcie strategii w przeliczeniu na jedną baryłkę ropy WTI. Jeżeli zatem celem strategii było zabezpieczenie kosztów zakupu surowca, a dany wariant dał rezultat równy 3 USD/baryłkę, to średni koszt zakupu jednej baryłki surowca został zredukowany o 3 USD.

Analizując wartości z tabeli 3, można stwierdzić, że przy znacznych wahaniami cen ropy (ponad 10%), najlepsze rezultaty dały: *long straddle* z opcjami ATM+5%, *long guts* z opcjami ATM i ATM+5% oraz *long guts* z opcjami ATM+5% i ATM+10%. Każda z nich okazała się być skuteczniejszym zabezpieczeniem niż zajęcie pojedynczej długiej pozycji w opcji sprzedaży ATM+5%. Ich przewaga polegała też na tym, że podmiot zabezpieczający się przed znacznymi wahaniami cen ropy nie musiał prawidłowo przewidywać kierunku jej zmian. Wymaga tego z kolei opieranie się na długiej pozycji we wspomnianej opcji sprzedaży, która przyniosłaby straty dla jej nabywcy, gdyby w rozpatrywanym okresie dominował trend wzrostowy, a nie spadkowy. Warto zaznaczyć, że w ostatnich miesiącach wiele było takich sytuacji, gdy zdarzenia na rynku ropy sugerowały gwałtowne zmiany jej cen, lecz ciężko było przewidzieć, czy dojdzie do ich spadków, czy wzrostów (m.in. decyzje głównych producentów ropy o utrzymaniu bądź zniesieniu limitów wydobycia). Wydaje się zatem, że w takich warunkach strategię *long guts* i *long straddle* okazywały się najbezpieczniejszym rozwiązaniem.

W otrzymanych wynikach zwraca uwagę także to, że aż 25 z 28 analizowanych wariantów strategii dawało pozytywne rezultaty przy wyraźnych zmianach cen ropy. Sytuacja ulegała jednak wyraźnemu pogorszeniu przy mniejszych wahaniami wartości surowca. O ile w drugiej kategorii (zmiany cen od 5 do 10%) łatwo dojrzeć wyniki pozytywne (10 z 28 rezultatów), o tyle kategoria trzecia (zmiany cen mniejsze niż 5%) wiązała się już wyłącznie ze stratami. Wynika to oczywiście z faktu, że rozpatrywane strategię są drogie, a ich stosowanie wydaje się uzasadnione wyłącznie w momentach sugerujących znaczne zawirowania na rynku ropy naftowej.

TABELA 3. Wyniki (w USD/b) osiągnięte w poszczególnych wersjach strategii opcyjnych

TABLE 3. The results (dollar per barrel) obtained from various versions of option strategies

Poziom zmian ceny ropy WTI			
Rodzaj strategii	Powyżej 10%	Od 5 do 10%	Od 0 do 5%
ATM+5% (LS)	3,64	0,34	-1,77
LG16	3,45	0,57	-2,08
LG19	3,42	0,11	-1,36
ATM (LS)	3,26	0,80	-2,39
LG17	3,23	0,35	-1,66
ATM+10% (LS)	3,19	-0,11	-0,95
LG20	3,17	0,27	-1,21
LG18	2,98	0,50	-1,52
LG21	2,94	0,04	-0,80
LG13	2,80	-0,01	-1,60
ATM+15% (LS)	2,69	0,19	-0,66
LG12	2,61	0,22	-1,91
LG14	2,57	-0,23	-1,19
LG15	2,33	-0,07	-1,04
ATM-5% (LS)	1,95	-0,36	-1,43
LG9	1,80	-0,47	-1,14
LG8	1,61	-0,24	-1,44
LG10	1,57	-0,69	-0,72
LG11	1,32	-0,54	-0,57
LG7	0,95	-0,82	-0,97
LG4	0,88	-0,30	-0,95
LG3	0,69	-0,07	-1,26
LG5	0,66	-0,52	-0,53
LG6	0,41	-0,36	-0,39
LG2	0,03	-0,65	-0,78
ATM-10% (LS)	-0,06	-1,29	-0,51
LG1	-0,97	-1,12	-0,32
ATM-15% (LS)	-1,89	-0,95	-0,14

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Przeprowadzone przez autorów artykułu obliczenia i analizy pokazały, że strategie *long guts* i *long straddle* są skutecznymi zabezpieczeniami w warunkach znacznych zmian ceny ropy naftowej (na przykładzie ropy WTI). Osiągnięte w nich wyniki mogą stanowić rekompensatę poprawiającą płynność finansową przedsiębiorstw narażonych na konsekwencje gwałtownych wahań wartości tego surowca. Niewątpliwie za takie należy uznać rafinerie, zwłaszcza te nieposiadające wystarczającej ilości własnych zasobów ropy i zmuszone sprowadzać ją z terytorium innych państw.

Należy również zaznaczyć, że zarówno strategie *long guts*, jak i *long straddle* powinny być wykorzystywane w sposób rozważny, gdyż są dość drogimi zabezpieczeniami, które wymagają od podmiotu zabezpieczającego się w ten sposób poniesienia dużych nakładów początkowych. Niewątpliwą zaletą wymienionych strategii jest jednak to, że nie wymagają określania przyszłego kierunku zmian cen ropy naftowej.

Zasadne wydaje się opieranie tego typu zabezpieczeń na opcjach, których termin realizacji jest dość krótki (do jednego miesiąca). Takie podejście daje bowiem szansę szybkiego dostosowywania się do zmian zachodzących na rynku ropy, której ceny w ostatnich miesiącach wykazują znaczną dynamikę. Warto również zwrócić uwagę, że opisane strategie powinny sprawdzać się przy wysokiej zmienności cen innych towarów. Ceny ropy WTI są bardzo silnie dodatnio skorelowane z cenami pozostałych gatunków tego surowca oraz z cenami produktów otrzymywanych w procesie rafinacji. Stwarza to zatem możliwość tworzenia skutecznych zabezpieczeń nie tylko dla przedsiębiorstw sektora rafineryjnego, ale także wielu innych, prowadzących odmienną formę działalności gospodarczej.

Artykuł zrealizowano w ramach działalności statutowej Wydziału Zarządzania AGH w Krakowie, temat badawczy nr 11.11.200.348.

Literatura

- American Petroleum Institute – About API (czerwiec 2015 r.). [Online] Dostępne w: <http://www.api.org/about> [Dostęp: 06.2015].
- Black, F. i Scholes, M. 1973. The pricing of option and corporate liabilities. *Journal of Financial Economics* 3, s. 637–654.
- Black, F. 1976. The pricing of commodity contracts. *Journal of Political Economy* 81(3), s. 167–171.
- British Petroleum – BP Statistical Review of World Energy June 2017 (czerwiec 2017 r.). [Online] Dostępne w: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energyeconomics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf> [Dostęp: 06.2017].
- Clark, I.J. 2014. *Commodity Option Pricing: A Practitioner's Guide*. Padstow. Cornwall: Wiley Finance Series, s. 158–159.
- Czyżewski: ropa w górę, marże w dół (styczeń 2018 r.). [Online] Dostępne w: <https://biznesalert.pl/alerty2017-ropa/> [Dostęp: 01.2018].
- Fattouh, B. 2008. The Dynamics of Crude Oil Price Differentials. *Oxford Institute for Energy Studies*, s. 4.
- Inkpen, A. i Moffet, M.H. 2011. *The Global Oil & Gas Industry*. Oklahoma: PennWell Corporation, s. 372.
- Łamasz, B. 2017. *Zarządzanie ryzykiem zmian ceny ropy naftowej w sektorze rafineryjnym*. Rozprawa doktorska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie.

- Shreve, S.E. 2004. *Stochastic Calculus for Finance II: Continuous-Time Models*. Springer-Verlag, Heidelberg.
- U.S. Energy Information Administration – Crude oils have different quality characteristics (lipiec 2012 r.). [Online]
Dostępne w: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=7110> [Dostęp: 07.2012].
- U.S. Energy Information Administration – NYMEX Futures Prices (styczeń 2018 r.).
[Online] Dostępne w: https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_fut_s1_d.htm [Dostęp: 01.2018].