



Wycena inwestycji z zabezpieczeniem ceny surowców za pomocą opcji

Robert RANOSZ¹⁾

¹⁾ Dr inż.; AGH University of Science and Technology, 30 Mickiewicza Av., Cracow 30-059, Poland; email: rranosz@agh.edu.pl

Streszczenie

Niniejszy artykuł został poświęcony zagadnieniu zabezpieczenia ceny surowców w wycenie górniczych projektów inwestycyjnych za pomocą opcji. Instrument ten zaliczany jest do grupy instrumentów pochodnych, do których można również zaliczyć takie jak kontrakty futures lub forward. Zdaniem autorów publikacji zabezpieczenie ceny surowców w wycenie górniczych projektów inwestycyjnych, pozwala na zwiększenie wiarygodności otrzymanych wyników analizy opłacalności inwestycji oraz pozwala na ograniczenie wrażliwości projektu na zmiany cen surowców. Wybór opcji jako instrumentu zabezpieczającego został podyktowany faktem, iż ich wykorzystanie pozwala z jednej strony na ograniczenie strat związanych ze spadkiem ceny a z drugiej daje możliwość uczestniczenia w potencjalnych korzyściach związanych ze wzrostem cen surowców. Wykorzystanie kontraktów terminowych futures „blokuje” wartość projektu na jednym niezmiennym poziomie. Artykuł składa się z czterech części. We wstępie do artykułu określono cel pracy. Drugą część stanowi charakterystyka wprowadzanych zmian w uproszczonych przepływach pieniężnych na bazie których szacowana jest wartość projektu przy użyciu metody NPV dla projektu z zabezpieczeniem. W trzeciej części przedstawiono krótki przykład obliczeniowy. Z uwagi na dostępność danych przykład zrealizowano na bazie producenta miedzi. Ostatnia część pracy to podsumowanie w którym przedstawiono wnioski z przeprowadzonej analizy. Całość artykułu zamknięta została spisem literatury wykorzystanej do napisania niniejszego opracowania.

Słowa kluczowe: wycena inwestycji, opcja, zabezpieczenie, wartość projektu

Wprowadzenie

Problem wyceny inwestycji górniczych był przedmiotem wielu rozważań [1,2]. W pracach tych zwracano uwagę na niemalże każdy jej aspekt. Do najpopularniejszej metody wyceny inwestycji (najpowszechniej stosowanej) zalicza się metodę NPV (ang. Net Present Value). Biorąc pod uwagę ciągle rozwijający się rynek instrumentów pochodnych autorzy niniejszego artykułu postanowili przedstawić koncepcję ich wykorzystania w procesie wyceny górniczych projektów inwestycyjnych. Do podstawowych rodzajów instrumentów pochodnych zalicza się kontrakty futures, forward, opcje oraz swapy. Na potrzeby opracowania skupiono uwagę na opcjach. Opcje, jak i każdy instrument pochodny posiadają tzw. instrumenty bazowe, którymi mogą być: stopy procentowe, ceny walut czy też ceny produktów (np. miedzi). Jak wynika z doświadczenia autorów, górnicze projekty inwestycyjne wykazują największą wrażliwość na zmiany ceny surowców. W związku z powyższym w niniejszym opracowaniu wzięto pod uwagę zabezpieczenie wielkości przychodów poprzez zabezpieczenie cen produktów na rynkach międzynarodowych. Element ten jest o tyle istotny w górniczych projektach inwestycyjnych, iż czas życia projektu sięga nawet 40 lat. Prognozowanie cen w takim okresie jest prawie niemożliwe. Z uwagi na tę trudność często w tego rodzaju projektach przyjmuje się ceny stałe. Założenie takie odpowiada wykorzystaniu kontraktów futures w procesie wyceny inwestycji. Należy jed-

nak zwrócić uwagę, iż przy takim założeniu wartość projektu nie zmienia się w czasie, tak więc przy wzroście cen jak i przy ich spadku wartość NPV nie ulegnie zmianie. Jeżeli w procesie wyceny wzięte zostaną pod uwagę opcje wówczas przy spadku cen wartość inwestycji nie spadnie poniżej określonej wartości a przy ich wzroście wartość projektu rośnie. Zatem wykorzystując kontrakty opcyjnie z jednej strony ograniczamy potencjalne straty a z drugiej uczestniczymy w potencjalnych zwiększonych zyskach wynikających ze wzrostu cen surowców. Zdaniem autorów założenie takie powinno być powiązane z określonym kosztem, którym w omawianym przypadku jest zakup opcji typu put (kosztem jest premia opcyjna) w celu zabezpieczenia cen oferowanego przez przedsiębiorstwo górnicze produktu. Założenie takiego kosztu w projekcie powinno dać również bardziej wiarygodne wyniki aniżeli bez żadnego zabezpieczenia oraz w odróżnieniu od wykurzania kontraktów futures pozwolić na partycypowanie w korzyściach związanych ze wzrostem cen surowców na rynkach międzynarodowych. Celem pracy jest zatem przedstawienie koncepcji wykorzystania opcji finansowej w procesie wyceny górniczych projektów inwestycyjnych.

Propozycja zabezpieczenia wartości NPV Zabezpieczenie całości wielkości produkcji

Metodologia obliczania wartości bieżącej projektu (NPV) na podstawie uproszczonych przepły-

wów pieniężnych jest powszechnie znana i była przedmiotem wielu opracowań [3,4,5,6,7]. W tej części pracy skupiono uwagę na elementach, zmieniających tradycyjne podejście do tworzenia uproszczonych przepływów pieniężnych. W ramach szacowania inwestycji przy proponowanej metodzie koniecznym jest oszacowanie wartości premii opcyjnej, czyli kosztu jakie musiałoby ponieść przedsiębiorstwo górnicze na zakup opcji. Do szacowania tej wartości można wykorzystać model Blacka-Scholesa oraz model dwumianowy. Podobnie jak w przypadku metodologii liczenia wartości NPV tak i tutaj modele te zostały opisane w wielu opracowaniach [8,9,10]. Na potrzeby niniejszego artykułu wykorzystano pierwszy z wymienionych modeli do szacowania wartości premii opcyjnej. Przyjęte założenie co do wykorzystania instrumentów pochodnych w procesie wyceny inwestycji w oparciu o uproszczone przepływy pieniężne, spowoduje konieczność ujęcia w tych przepływach kosztów oraz przychodów finansowych. W niniejszym artykule skupiono uwagę na jednym z czynników powodujących zmiany wartości projektu inwestycyjnego, a mianowicie na cenach surowców. Faktem jest, że aby zabezpieczyć zmienność cen produktów oferowanych przez przedsiębiorstwa górnicze należy dokonać sprzedaży tych instrumentów pochodnych. W przypadku kontraktów futures koszty finansowe pojawią się wówczas, gdy cena surowca będzie wyższa od ceny rozliczenia kontraktu, a przychody finansowe wtedy, gdy cena surowca obowiązująca w danym okresie będzie niższa aniżeli cena rozliczenia kontraktu. W przypadku opcji, koszty finansowe będą związane jedynie z zakupem odpowiedniego pakietu opcji (premia opcyjna) na początku okresu (w roku „zerowym”) – a zatem, w odróżnieniu od kontraktów futures, koszty finansowe nie będą pojawiać się w trakcie trwania inwestycji. Wynika to przede wszystkim z charakteru opcji, gdzie nabywca opcji kupuje prawo do jej wykonania, co oznacza, że w przypadku opcji put – wraz ze wzrostem cen na rynkach międzynarodowych nie będzie musiał realizować danej opcji (nie będzie musiał realizować straty). Podobnie jak w przypadku kontraktów futures, tak i w przypadku opcji, przychody finansowe pojawią się wówczas gdy cena surowca obowiązująca w danym okresie będzie niższa aniżeli cena rozliczenia opcji. Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto, iż instrumentem pochodnym zabezpieczającym ceny surowców będą bermudzkie opcje put. Koniecznym jest założenie, iż występuje instrument bazowy na te produkty. Ujęcie opcji w wy-

cenie górniczych projektów inwestycyjnych został określony przez następującą zależność (1):

$$NPV_{opcji} = \left[-K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{M * W_i}{(1+r)^i} \right] * (1-T) \quad (1)$$

gdzie:

NPV_{opcji} – wartość bieżąca „opcji w projekcie inwestycyjnym”

K_0 – wartość premii opcyjnej (koszt zakupu opcji)

W_i – ilość kontraktów opcyjnych realizowanych w roku „i”

r – wartość stopy dyskontowej

T – podatek dochodowy

$$M = \begin{cases} c_w - c_s; c_w > c_s \\ 0; c_w \leq c_s \end{cases} \quad (2)$$

gdzie:

c_w – cena wykonania opcji

c_s – cena spot (obowiązująca w okresie „i”)

Zatem całkowita wartość bieżąca projektu inwestycyjnego określona będzie wzorem:

$$NPV_{projektu} = NPV_{bazowa} + NPV_{opcji} \quad (3)$$

gdzie:

$NPV_{projektu}$ – całkowita wartość projektu z uwzględnieniem zabezpieczenia w postaci opcji

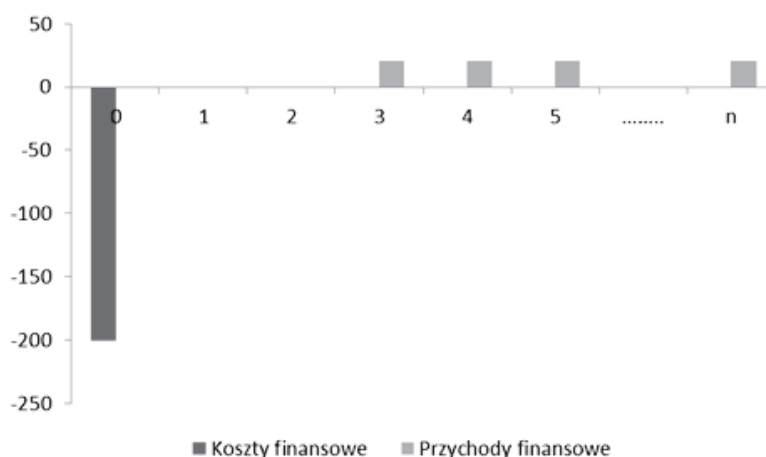
NPV_{bazowa} – bieżąca wartość projektu bez zabezpieczenia

Ogólny schemat prezentujący przepływy pieniężne w poszczególnych okresach dla opcji został zaprezentowany na rysunku 1.

Zaprezentowany schemat na rysunku 1 przedstawia opisaną powyżej sytuację. W latach 1 oraz 2 założono, iż cena produktu będzie wyższa lub równa cenie założonej jako bazowa w projekcie. W kolejnych latach cena ta będzie niższa od założonej (od ceny wykonania opcji), zatem nabywcy opcji (przedsiębiorstwu górniczemu) przysługuje prawo do realizacji kolejnego pakietu opcji co przekłada się na przychody finansowe w danym okresie.

Zabezpieczenie części wielkości produkcji

Przedstawiona w rozdziale poprzednim propozycja zakłada zabezpieczenie cen surowców na początku okresu i w całym okresie trwania inwestycji. Biorąc pod uwagę fakt, iż przedsiębiorstwa zazwyczaj nie zabezpieczają całości swojej produkcji, a jedynie jej część w pewnym okresie,



Rys. 1. Przykładowe koszty i przychody finansowe związane z nabyciem opcji [źródło: opracowanie własne]

Fig. 1. Examples of costs and revenues related to the acquisition of financial options

autorzy zaproponowali metodologię zabezpieczenia części wielkości produkcji, której celem jest zabezpieczenie wartości projektu inwestycyjnego na określonym poziomie („H”, wartość ta w większości projektów inwestycyjnych będzie równa zero). Często poziom zabezpieczenia zależy od prognozowanego ryzyka co do kształtowania się cen surowców w przyszłości. Podobnie jak w przypadku poprzednim założono, iż zabezpieczeniu z wykorzystaniem bermudzkiej opcji sprzedaży będą podlegać ceny surowców. W ramach metodologii założono, iż w scenariuszu pesymistycznym ceny surowców w każdym z okresów będą pomniejszane o wartość odchylenia standardowego zmienności cen zgodnie ze wzorem 4.

$$P_i = P_{i-1} (1 - \sigma_{i-1}) \quad (4)$$

gdzie:

P_i – cena surowca w roku bieżącym „i”

P_{i-1} – cena surowca w roku poprzednim „i-1”

σ_{i-1} – odchylenie standardowe zmienności cen surowców w do roku poprzedniego

Na podstawie cen ustalonych zgodnie ze wzorem 4, oszacowana zostanie wartość NPV określona jako „A” (wzór 5).

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{FCFE_i(P_i)}{(1+r)^i} \quad (5)$$

gdzie:

A – wartość NPV zmodyfikowanego projektu

r – wartość stopy dyskontowej

n – ilość lat projektu

Jeżeli otrzymana wartość projektu będzie mniejsza od zera lub wartości, która została założona przez inwestorów (zależność 6), wówczas należy rozważyć możliwość zabezpieczenia wartości projektu.

$$A < H \quad (6)$$

gdzie:

H – wartość poniżej której NPV nie może spaść zazwyczaj jest równa 0

Jeżeli zostanie spełniony warunek określony przez zależność 6, wówczas należy określić, jaka powinna być wartość zabezpieczenia w każdym okresie (zazwyczaj roku). W modelu wstępnie założono, iż wartości zabezpieczenia będą jednakowe dla każdego okresu (roku) roku w których występują ujemne przepływy pieniężne. Ponieważ zabezpieczenie finansowe w uproszczonych przepływach pieniężnych jest przychodem finansowym, a zabezpieczana jest wartość projektu, należy zatem w metodologii uwzględnić wartość stopy dyskontowej oraz wartość podatku dochodowego. Zatem wartość zabezpieczenia w każdym roku, w którym wystąpił ujemny przepływ pieniężny będzie określona wzorem 7.

$$B = \left| \frac{A}{\sum_{i=a}^n \frac{1}{(1+r)^i}} \right| * \left(\frac{1}{1-T} \right) \quad (7)$$

gdzie:

T – stopa podatku dochodowego

a – ujemne przepływy pieniężne

B – wartość zabezpieczenia dla danego roku a (roku w którym wystąpiły ujemne przepływy pieniężne)

Znając wartość zabezpieczenia w każdym roku „ B ” oraz ceny (wykonania kontraktu (opcji) oraz prognozowaną cenę w danym roku), można określić ilość niezbędnych opcji put, które należy nabyć dla danego roku, tak aby wartość projektu nie była mniejsza od wartości określonej jako „ H ” (wzór 8). Opcja będzie wykonana wówczas, gdy cena wykonania będzie większa aniżeli cena w roku „ i ” pomniejszona o koszt zakupu opcji w rozpatrywanym roku.

$$U_i = \frac{B}{c_w - c_i - K_k (1+r)^i} \quad (8)$$

gdzie:

U_i – ilość opcji w danym roku i

C_w – cena wykonania

C_i – cena surowca w roku „ i ”

K_k – wartość premii opcyjnej

Zatem całkowita ilość kontraktów którą należy nabyć aby zabezpieczyć wartość inwestycji na poziomie nie mniejszym aniżeli „ H ” przyjmie wartość „ X ” określoną wzorem 9.

$$X = \sum_{i=1}^n U_i \quad (9)$$

gdzie:

X – całkowita ilość kontraktów niezbędnych do zabezpieczenia wartości H

Wnioski

Zaproponowane metodologie dotyczące wykorzystania instrumentów pochodnych w procesie wyceny górniczych projektów inwestycyjnych miały na celu ograniczenie zmienności cen surowców na rynkach międzynarodowych. Jak wynika z doświadczenia autorów prognoza przychodów, na którą najistotniejszy wpływ mają ceny oferowanych produktów ma bardzo istotny wpływ na wartość projektu inwestycyjnego. Wykorzystanie instrumentów pochodnych w postaci obligacji pozwala na ograniczenie tej zmienności. Wykorzystanie opcji w celu zabezpieczenia ceny produktów oferowanych przez przedsiębiorstwo górnicze a w konsekwencji jego przychodów powoduje, iż wartość projektu nie powinna spaść poniżej określonej wartości, a w przypadku ich wzrostu pozwala oczekiwać dodatkowych korzyści. W niniejszym artykule rozpatrzono zabezpieczenie za pomocą opcji, może ono być dokonane również przy wykorzystaniu innych instrumentów pochodnych takich jak kontrakty futures czy forward. Wybór opcji do zabezpieczenia został podyktowany faktem, iż nabywca ma z góry określoną potencjalną stratę (w postaci premii opcyjnej) oraz nieograniczone zyski, w przypadku dwóch pozostałych kontraktów terminowych (przy założeniu, iż na wartość projektu ma wpływ jedynie zmienność cen surowców) należy założyć ich całkowitą niezmiennosc.

Literatura – References

1. Uberman R., Wycena wartości złóż kopalin. Wybrane metody wyceny, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 125 2009.
2. Saługa P., Wycena projektu górniczego z opcjami równoległymi, Gospodarka Surowcami Mineralnymi. Zeszyt 1 tom 27, str. 101 -113 2011.
3. Wieprow J., Ocena efektywności inwestycji rzeczowych za pomocą metody NPV, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bakowej we Wroślawiu Nr6(38) str. 85 – 97 2013.
4. Michalak J., Wybrane metody wspomagaj¹ce podejmowanie decyzji inwestycyjnych w energetyce, Polityka Energetyczna, Tom 16 zeszyt 4, str. 77 – 86 2013.
5. Brigham E.F., Houston J.F., Podstawy zarządzania finansami tom 2, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2005.
6. Sierpińska M., Kustra A., Kowal B., Kowal D., Wykorzystanie nowoczesnej koncepcji wspomagania decyzji dla poprawy efektywności zarządzania zakładem górniczym i spółką węglową. Kraków 2007
7. Butra J., Kicki J., Kudelko J., Wanielista K., Wirth H., Podstawy rachunku ekonomicznego w przedsiębiorstwach górniczych. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2009.
8. Krawczyk T.. Modelowanie ryzyka inwestycyjnego. Wydawnictwo CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa 2013.
9. Rogowski W., Opcje realne w przedsięwzięciach inwestycyjnych. Szkoła Główna Handlowa w Warszawie 2008.
10. Weron A., Weron R., Inżynieria finansowa. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa 2005.

Valuation of Investment Protection in the Price of Raw Materials by Using the Options

This article was dedicated to the issue of security in the price of raw materials in the valuation of mining investment projects by using the option. This instrument is one of a group of derivative instruments, which can also include such as futures or forward. According to the authors of the publication cover raw material prices in the valuation of mining investment projects, allows you to increase the reliability of the obtained results the analysis of the profitability of investment and allows you to reduce the sensitivity of the project on changes in the prices of raw materials. The option security as an instrument was dictated by the fact that their use allows, on the one hand, to limit start associated with falling prices and, on the other hand, gives you the opportunity to participate in the potential benefits associated with an increase in the prices of raw materials. The use of futures contracts futures "blocks" project value on one stable. Article consists of four parts. In the introduction to the article specified the purpose of the work. The second part constitutes the characteristics of the changes in the simplified cash flows on the basis of which the estimated value of the project by using the NPV for the project with security. In the third part provides a brief example of calculated. Due to the availability of data such as was carried out on the basis of copper producer. The last part of the work is a summary which lists the conclusions of the analysis. The whole article has been used in the literature include closed to write this article

Keywords: valuation of investment option, security, project value