

Wycena sekwencyjnej opcji złożonej zaprzestania realizacji projektu etapowego na podstawie metodologii zaprzeczenia aktywa rynkowego – analiza przypadku

Streszczenie

Artykuł prezentuje analizę przypadku wyceny sekwencyjnej opcji złożonej zawartej w projekcie badawczo-rozwojowym. Głównym jego celem jest prezentacja zagadnień kalkulacyjnych związanych z zastosowaniem technik opartych na drzewach dwumianowych oraz koncepcji zaprzeczenia aktywa rynkowego w procesie wyceny opcji realnych. Artykuł jest częścią wcześniejszych publikacji autora prezentujących metodologiczne zagadnienia wyceny opcji realnych.

Wprowadzenie

Problematyka wyceny opcji realnych za pomocą drzew dwumianowych J. Coxa, S. Rossa oraz M. Rubinsteina w oparciu o metodologię zaprzeczenia aktywa rynkowego (ang. *Market Asset Disclaimer – MAD*) była już omawiana na łamach „Współczesnej Ekonomii”. W artykule „Metodologiczne i aplikacyjne problemy wyceny opcji realnych za pomocą algorytmów wyceny opcji finansowych” (Mielcarz, 2007: 87–107) przedstawiono metodologię wyceny opcji realnych za pomocą drzew dwumianowych, a także teoretyczne uwarunkowania pozwalające na wykorzystanie koncepcji zaprzeczenia aktywa rynkowego w wycenie instrumentów nienotowanych. W numerze 2/2007 „Współczesnej Ekonomii” (Mielcarz, 2007: 123–147) zaprezentowano z kolei analizę przypadku, obrazującą wykorzystanie metodologii drzew dwumianowych oraz koncepcji zaprzeczenia aktywa rynkowego w wycenie opcji rozwoju oraz porzucenia, zawartych w projekcie budowy sieci stacji radiowych. Niniejszy artykuł jest kontynuacją tych publikacji. Intencją autora jest tym razem przedstawienie praktycznych uwarunkowań stosowania

* Dr, Akademia Leona Koźmińskiego w Warszawie.

prezentowanych wcześniej narzędzi metodologicznych do wyceny złożonych opcji realnych. W celu zobrazowania szczegółowego procesu kalkulacyjnego w artykule zaprezentowano przypadek wyceny wieloetapowego projektu badawczo-rozwojowego.

1. Wieloetapowy projekt polegający na opracowaniu, opatentowaniu i komercjalizacji technologii tworzenia kabin ciśnieniowych¹

Przedsiębiorstwo C jest producentem specjalistycznych urządzeń wykorzystywanych w leczeniu schorzeń reumatycznych oraz rehabilitacji osób niepełnosprawnych. Pracownicy działu rozwoju, przy okazji prac nad innymi projektami, odkryli możliwość zastosowania znanej już firmie technologii kabin ciśnieniowych do leczenia osób ze schorzeniami reumatycznymi. Wstępna analiza rynku dowodzi, że istnieje potencjalny popyt na tego typu urządzenia. W celu wprowadzenia na rynek gotowego produktu (kabin ciśnieniowych) niezbędne jest przeprowadzenie następujących prac:

1. Opracowania dokumentacji technicznej oraz patentowej, a także zgłoszenie gotowych rozwiązań do Urzędu Patentowego. Przewidywane wydatki w tej fazie powinny zamknąć się kwotą 700 tys. zł.

2. Badań technologicznych (testowanie) i marketingowych, których celem będzie ustalenie pożądanych cech kabin (doprecyzowanie szczegółowych parametrów technicznych oraz indywidualnych oczekiwań kluczowych odbiorców). Przewidywane wydatki to 300 tys. zł.

3. Budowa linii produkcyjno-montażowej. Przewidywane wydatki to 500 tys. zł.

4. Stworzenie zespołu sprzedaży (dobór konsultantów medycznych, szkolenie w zakresie znajomości produktu, opracowanie strategii zdobywania kluczowych odbiorców). Niezbędne nakłady na tę fazę wyniosą około 200 tys. zł.

Ocenia się, że każdy z wyżej wymienionych etapów zajmie około pół roku. Z przeprowadzonych analiz wynika również, że w pierwszym półroczu, w którym będzie prowadzona sprzedaż kabin, nakłady na kapitał obrotowy (zapasy, rezerwy gotówkowe oraz środki na sfinansowanie należności wynikające z długich terminów płatności) zmuszą przedsiębiorstwo C do zaangażowania dodatkowych kapitałów długoterminowych w kwocie 1,8 mln zł.

Badania rynku pokazują, że aktualnie w Polsce nie działa znacząca konkurencja. Na świecie istnieje kilku wyspecjalizowanych producentów urządzeń charakteryzujących się podobnym zastosowaniem, lecz do tej pory nie otworzyły one przedstawicielstw handlowych w Polsce. Istnieje jednak poważne ryzyko, że w najbliższych latach do ekspansji tego typu podmiotów również na rynku polskim, co w znaczny sposób mogłoby obniżyć rentowność przedsięwzięcia.

¹ Wyliczenia przedstawione w artykule, zostały przeprowadzone za pomocą modelu stworzonego w arkuszu kalkulacyjnym. Ze względów prezentacyjnych wyniki pośrednie zaokrąglano. W związku z tym próba przeprowadzenia wyliczeń sprawdzających na bazie wyników pośrednich może prowadzić do nieznaczących różnic w stosunku do zaprezentowanych wartości.

Przedsiębiorstwo C stoi zatem przed problemem, czy zrealizować projekt zawierający w sobie opcje zaprzestania kontynuacji nakładów rozłożonych w czasie. Sytuacja decyzyjna ma charakter sekwencyjnej opcji wielokrotnie (czterokrotnie) złożonej. Wartość opcji, występującej chronologicznie jako pierwsza, zależy od wartości opcji występującej w późniejszych fazach projektu. W praktyce decyzje o realizacji kolejnych faz projektu będą uzależnione od zmieniających się warunków rynkowych (możliwość wejścia na rynek podmiotów konkurencyjnych), tak więc w momencie analizowania projektu nie można jednoznacznie przesądzić, czy wszystkie jego fazy zostaną zrealizowane. W przypadku zaistnienia warunków niekorzystnych, które obniżą projekcję wolnych przepływów pieniężnych, zarząd przedsiębiorstwa zdecyduje o zaprzestaniu kolejnych etapów inwestycji, a tym samym obniży potencjalne straty.

Dane uzyskane w drodze wykonanych wcześniej prac analitycznych są następujące:

1. W tabeli 1 przedstawiono projekcję standardowych przepływów pieniężnych dla wszystkich stron finansujących, oszacowanych przy założeniu braku elastyczności działania (kontynuacja nakładów bez względu na pojawiające się informacje). Przy wyliczeniu wartości terminowej (TV) oraz bieżącej wolnych przepływów pieniężnych bez uwzględnienia nakładów inwestycyjnych przyjęto stopę dyskontową na poziomie 14,5%. Stopa ta reprezentuje średni ważony koszt kapitału przedsiębiorstwa C. Ze względu na brak ryzyka rynkowego w zakresie wielkości wydatków niezbędne nakłady inwestycyjne zaktualizowano stopą wolną od ryzyka (5,5%).²

2. W tabeli 2 przedstawiono kalkulację wskaźników wypłaty wolnych przepływów pieniężnych przeprowadzoną na bazie przeprowadzonych wcześniej wyliczeń wartości projektu na poszczególnych etapach trwania przedsięwzięcia.

3. Symulacja (metodologią Monte Carlo i za pomocą programu Cristal Ball 2000) wpływu zmiennych bazowych (potencjalne ceny, popyt, koszty zmienne, poziom kosztów stałych) na wartość stopy zwrotu z projektu brutto wskazuje, że wartość odchylenia standardowego tej stopy, uzyskana dla symulacji rocznych, powinna wynieść 50%.³

Rozwiązanie przypadku przedstawia się następująco. Pozyskane informacje o wartości odchylenia standardowego stopy zwrotu pozwalają na oszacowanie wskaźników u i d adekwatnych do półrocznych zmian wartości projektu, zgodnie z wzorami [3]⁴ oraz [4]. Opcje zaprzestania projektu na różnych etapach jego trwania będą możliwe do wykonania w ciągu dwóch lat, ale okresów analizy będzie łącznie cztery. Stąd zastosowany w wyliczeniach czas, który upływa pomiędzy poszczególnymi etapami modelowanymi za pomocą drzew zdarzeń jest równy pół roku. I tak:

² Szczegółowe wyliczenia w arkuszu kalkulacyjnym można uzyskać wysyłając informację pod adres: pmielcarz@wspiz.edu.pl

³ Szczegółowo proces szacowania odchylenia standardowego stopy zwrotu z projektu brutto przedstawiono w artykule: P. Mielcarz, *Wycena opcji realnej porzucenia i rozwoju na bazie metodologii zaprzestania aktywa rynkowego – analiza przypadku*, „Współczesna Ekonomia”, 2007 nr 2, s. 138–139.

⁴ Niniejszy artykuł jest kontynuacją wcześniejszych publikacji autora, prezentowanych we „Współczesnej Ekonomii”, w nr 1 i 2 (2007). W związku z tym, w artykule pominięto prezentowany już wcześniej proces wyprowadzania wzorów użytych do obliczeń (Mielcarz 2007: 87–107). Z tego też powodu w niniejszym artykule zachowano numerację wzorów odpowiadającą numeracji stosowanej w ww. publikacji.

Tabela 1. Kalkulacja wartości aktualnej netto przedsięwzięcia podmiotu C przy założeniu braku możliwości elastycznego reagowania na zmieniające się warunki (dane w zł)

Rok	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
FCFF (bez nakładów)				40 000	40 000	120 000	240 000	276 000	317 400	365 010	419 762	482 726	482 726
TV													3 329 143
FCFF + TV				40 000	40 000	120 000	240 000	276 000	317 400	365 010	419 762	482 726	3 811 869
NAKLADY	700 000	300 000	500 000	200 000	1 800 000								
Zdykontowane FCFF (bez nakładów)	0	0	0	32 648	30 510	85 540	159 880	171 826	184 665	198 463	213 292	229 229	1 691 629
Suma zdykontowanych FCFF (bez nakładów)	2 997 683												

Zdykontowane nakłady	700 000	292 770	476 190	185 886	1 632 653
Suma zdykontowanych nakładów	3 287 499				

NPV

-289 816

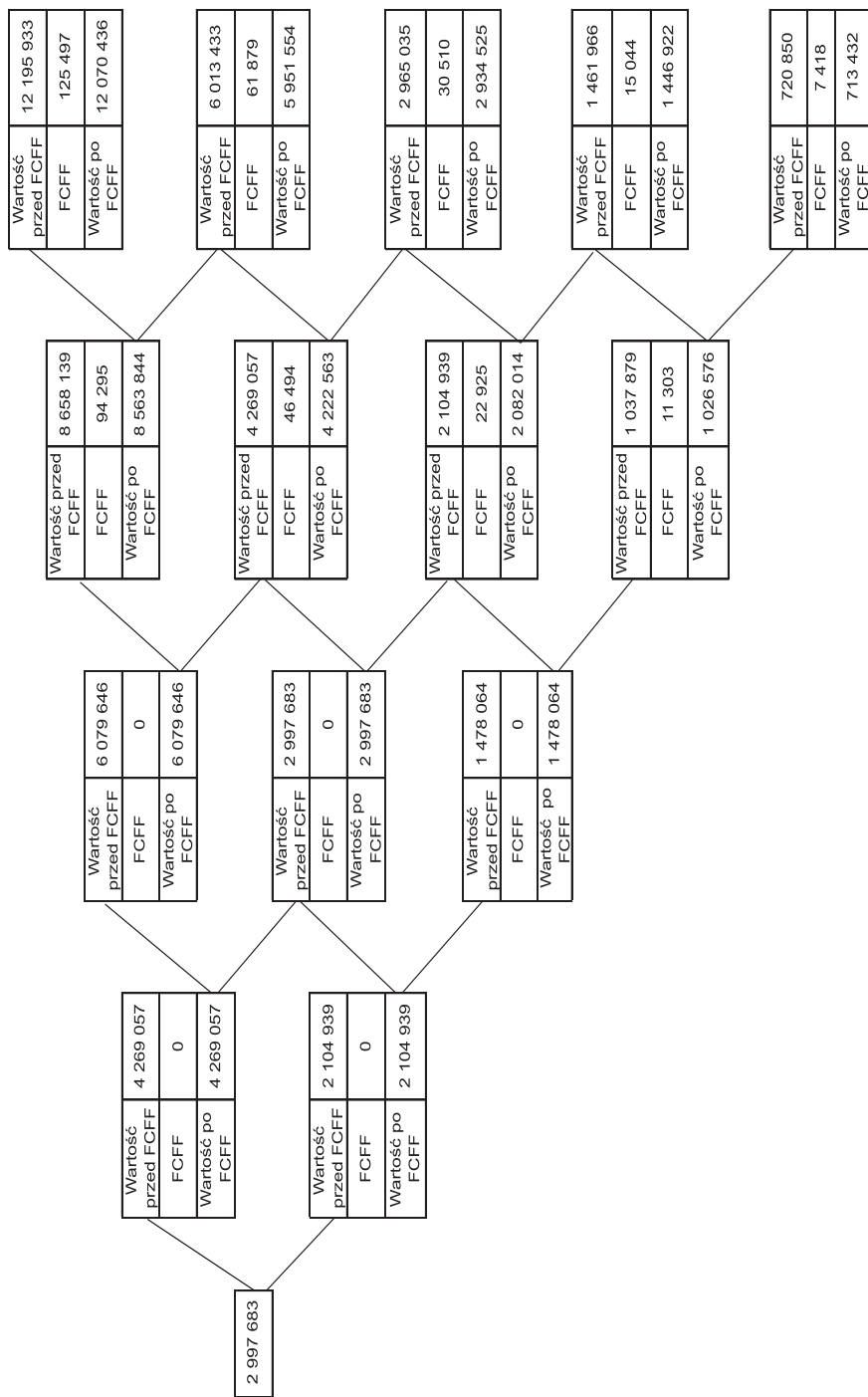
Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody zdykontowanych przepływów pieniężnych netto.

Tabela 2. Kalkulacja wskaźników wypłaty dla omawianego projektu

Rok	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Wartości projektu brutto w kolejnych latach po wypłacie wolnych przepływów za dany okres	2 997 683	3 207 661	3 432 347	3 632 772	3 847 236	3 996 722	4 036 679	4 043 435	4 009 265	3 925 091	3 780 269	3 562 339	2 907 548
Wolne przepływy (FCFF)	0	0	0	40 000	40 000	120 000	240 000	276 000	317 400	365 010	419 762	482 726	482 726
Wartości projektu brutto w kolejnych latach przed wypłatą wolnych przepływów za dany okres	2 997 683	3 207 661	3 432 347	3 672 772	3 887 236	4 116 722	4 276 679	4 319 435	4 326 665	4 290 101	4 200 030	4 045 064	3 390 274
pr	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	1,0%	2,9%	5,6%	6,4%	7,3%	8,5%	10,0%	11,9%	14,2%

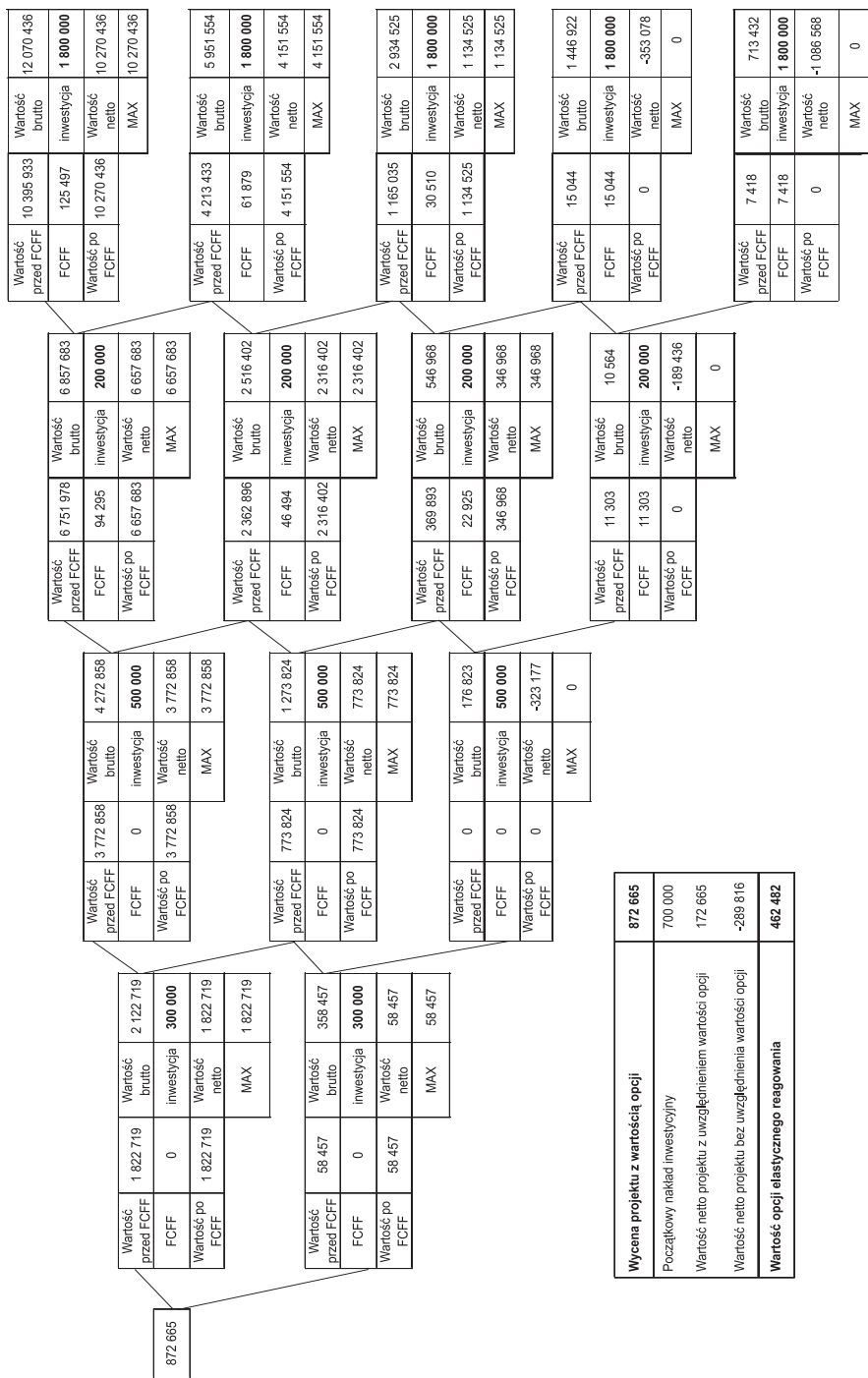
Źródło: Opracowanie własne na podstawie metodologii zaprezentowanych w: Copeland, Antikarov, 2001: 94–244; Miller, Choi, 2004: 199–218; Gredien, Gllicksman, 2005:34–46; Lewis, Enke, Spurlock, 2004: 36–46.

Rys. 1. Drzewo zdarzeń dla projektu przedsiębiorstwa C (dane w zł)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie metodologii zaprezentowanych w: Copeland, Antikarov, 2001: 94–244; Miller, Choi, Park 2004: 199–218; Greden, Glitksman, 2005:34–46; Lewis, Enke, Spurlock, 2004: 36–46.

Rys. 2. Drzewo kalkulacji wartości projektu z uwzględnieniem opcjami dla przedsięwzięcia podmiotu C (dane w zł)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie metodologii zaprezentowanych w: Copeland, Antikarov, 2001: 94–244; Miller, Choi, Park 2004: 199–218; Gredien, Glicksman, 2005:34–46; Lewis, Enke, Spurlock, 2004: 36–46.

$$u = e^{0,5\sqrt{0,5}} = 1,4241$$

$$d = e^{-0,5\sqrt{0,5}} = \frac{1}{1,4241} = 0,7022$$

Wyznaczenie współczynników u i d , a także oszacowanie wskaźników wypłaty w poszczególnych okresach trwania analizy (tabela 2) pozwala na skonstruowanie drzewa zdarzeń (rys. 1). Etap ten wykonano zgodnie z opisem zaprezentowanym w artykule „Metodologiczne i aplikacyjne problemy wyceny opcji realnych za pomocą algorytmów wyceny opcji finansowych” (Mielcarz: 2007: 89–92) i prezentowanej również w artykule „Wycena opcji realnej porzucenia i rozwoju na bazie metodologii zaprzeczenia aktywa rynkowego – analiza przypadku” (Mielcarz: 2007: 139–140).

Rys. 2 przedstawia z kolei drzewo kalkulacji wartości projektu uwzględniającej elastyczność działania. Komentarz wyjaśniający przeprowadzone wyliczenia zaprezentowano w dalszej części artykułu.

2. Wyznaczenie optymalnych działań

Podobnie jak w pierwszym z zaprezentowanych przypadków (Mielcarz, 2007: 123–147) wyznaczenie optymalnych działań na poszczególnych etapach trwania projektu rozpoczyna się od momentu wygaśnięcia ostatniej opcji, biorąc pod uwagę ich chronologiczne występowanie. Na tym etapie wybierana jest spośród możliwych decyzja maksymalizująca wartość dla właścicieli. Analizując wartości przedstawione na drzewie zdarzeń (rys. 1) w przypadku materializacji maksymalnie negatywnego scenariusza rozwoju sytuacji (np. wcześniejsze wejście na rynek polski silnych konkurentów, którzy w praktyce zdobywają jego zasadniczą część), można ustalić, że kontynuacja wydatków jest niecelowa, ponieważ potencjalne korzyści wyrażone w wartości brutto zdyskontowanych przepływów pieniężnych wyniosą 713 432 zł, przy niezbędnych nakładach na poziomie 1 800 000 zł. W związku z tym racjonalnie działający zarząd przedsiębiorstwa C podjąłby na tym etapie decyzję o wstrzymaniu realizacji ostatniej fazy przedsięwzięcia. Podobna decyzja musiałaby być podjęta w przypadku materializacji nieco lepszego scenariusza rozwoju sytuacji (wartość brutto projektu w czwartym roku na poziomie 1 446 922 zł, przy niezbędnych nakładach w kwocie 1 800 000 zł). Kontynuacja projektu byłaby zatem racjonalna tylko w przypadku pozostałych trzech scenariuszy rozwoju sytuacji.

Oznaczenie działania maksymalizującego korzyści dla właścicieli umożliwia oszacowanie wartości projektu przed wypłatą wolnych przepływów pieniężnych. W przypadku scenariusza skrajnie pozytywnego, biorąc pod uwagę wartości wolnych przepływów zaprezentowane na drzewie zdarzeń (rys. 1), wartość projektu przed ich wypłatą wyniesie 10 395 933 zł (10.270 436 zł wartości projektu, przy założeniach poniesienia dodatkowych nakładów, ale po wypłacie wolnych przepływów pieniężnych, powiększona o 125 497 zł wolnych przepływów pieniężnych).

Oszacowane wartości projektu z uwzględnieniem optymalnych decyzji o ponoszeniu lub nie dodatkowych nakładów inwestycyjnych w roku czwartym (ostatnim roku występowania opcji kontynuowania inwestycji rozłożonych w czasie), stanowią podstawę do wyliczenia wartości projektu uwzględniających wpływ elastyczności działania w roku trzecim. W tym okresie decyzja o poniesieniu nakładów inwestycyjnych będzie zależna od tego, czy wyliczona na odpowiedni moment wartość projektu uwzględniająca już wartość opcji elastycznego reagowania przewyższy niezbędne nakłady inwestycyjne. Obliczenie wartości projektu będzie odbywać się za pomocą rachunku opcyjnego. Dla najbardziej pozytywnego scenariusza rozwoju sytuacji wyliczenie wartości projektu będzie wyglądać następująco (wykorzystanie wzorów od 5 do 10, zgodnie z metodologią pośrednią wartości opcji (C_u , C_d zastąpiono wartością projektu z uwzględnieniem wartości opcji realnych – V_u , V_d) metoda portfela replikującego przepływy z opcji (patrz: Mielcarz, 2007: 89–91)):

$$V_{uF} = 10\,395\,933 \text{ zł (drzewo decyzyjne, rys. 2)}$$

$$V_{dF} = 4\,213\,433 \text{ zł (drzewo decyzyjne, rys. 2)}$$

$$V_u = 12\,195\,933 \text{ zł (drzewo zdarzeń, rys. 1)}$$

$$V_d = 6\,013\,433 \text{ zł (drzewo zdarzeń, rys. 1)}$$

$$m = \frac{10\,395\,933 - 4\,213\,433}{12\,195\,933 - 6\,013\,433}$$

$$m = 1,000$$

$$B = \frac{10\,395\,933 - 1,000 \times 12\,195\,933}{(1 + 0,055)}$$

$$B = -1\,706\,161 \text{ zł}$$

$$C = 1,000 \times 8\,658\,139 - 1\,706\,161$$

$$C = 6\,857\,683 \text{ zł}$$

Zgodnie z zasadami kalkulacji wartości sekwencyjnych opcji złożonych na bazie drzew dwumianowych J. Coxa, S. Rossa i M. Rubinsteina oraz w oparciu o metodologię zaprzeczenia aktywa rynkowego, do dalszych obliczeń wykorzystana będzie maksymalna kwota spośród zbioru możliwych oraz wartość projektu pomniejszona o niezbędny nakład. W rozpatrywanym przykładzie skrajnie pozytywnego scenariusza rozwoju sytuacji, będzie to wartość 6 657 683 zł (6 857 683 zł pomniejszone o niezbędny nakład inwestycyjny w kwocie 200 000 zł).

Dokładnie w ten sam sposób sporządzono analizy dla pozostałych węzłów drzewa pokazującego wartość projektu z uwzględnieniem optymalnych decyzji inwestycyjnych. Wartość bieżąca brutto projektu z uwzględnieniem zawartej w nim sekwencyjnej opcji

złożonej wyniosła 872 665 zł. Wartość ta obejmuje wszystkie, poza pierwszym, nakłady inwestycyjne. Dlatego też wartość aktualna netto projektu przedsiębiorstwa C, po uwzględnieniu nakładów w momencie 0, wynosi 172 665 zł. Biorąc pod uwagę, że wartość skalkulowana przy założeniu braku opcji elastycznego reagowania wyniosła –289 816 zł, wartość wycenionej opcji złożonej zaprzestania realizacji projektu jest równa **462 482 zł.**

Zakończenie

W dobie postępującej globalizacji i zwiększającej się zmienności otoczenia, trafne decyzje inwestycyjne stanowią jeden z najważniejszych czynników kreacji wartości dla właścicieli. Analiza finansowa musi nadążać za tymi zmianami, w innym wypadku przestanie być przydatna w procesach decyzyjnych menedżerów. Klasyczne podejście do finansowej oceny projektów inwestycyjnych nie spełnia wymagań szybko zmieniającego się rynku: brak jej elastyczności, bazuje na deterministycznym podejściu do przyszłości, restrykcyjnie obniża wartość projektów charakteryzujących się wysokim ryzykiem, ale dających szansę na zdobycie względnie trwałej przewagi konkurencyjnej. Odpowiedzią na te ograniczenia metody zdyskontowanych przepływów pieniężnych może być uzupełnienie standardowych analiz o wycenę opcji realnych zawartych w projekcie.

Prezentacja cyklu artykułów na temat wykorzystanie drzew dwumianowych oraz teorii zaprzeczenia aktywa rynkowego miała m.in. dowieść, że tego typu podejście ułatwia proces aplikacji koncepcji opcji realnych do procesów decyzyjnych w zakresie selekcji projektów inwestycyjnych tworzących najwyższą wartość dla akcjonariuszy.

Bibliografia

- Copeland, T., Antikarov V., *Real Options a Practitioner's Guide*, Texere, New York 2001.
- Greden L., Glicksman L., *A Real Options Model for Valuing Flexible Space*, "Journal of Corporate Real Estate", 2005 nr 1 (7).
- Lewis N., Enke D., Spurlock D., *Valuation for the Strategic Management of Research and Development Projects: The Differal Option*, "Engineering Management Journal", 2004 4 (16).
- Mielcarz P., *Metodologiczne i aplikacyjne problemy wycena opcji realnych za pomocą algorytmów wyceny opcji finansowych*, „Współczesna Ekonomia”, 2007 nr 1 (1).
- Mielcarz P., *Wycena opcji realnych porzucenia i rozwoju na bazie metodologii drzew dwumianowych oraz koncepcji zaprzeczenia aktywa rynkowego. Analiza przypadku*, „Współczesna Ekonomia”, 2007 nr 2 (2).
- Miller L., Choi S.H., Park, C.S., *Using An Options Approach to Evaluate Korean Information Technology Infrastructure*, "The Engineering Economist", 2004 nr 3 (49).

Valuation of Sequential Compound Option to Default During Construction Included in R&D Project. Case Study

Summary

The article presents a case study of valuation of sequential compound option to default during construction included in R&D project. The main goal of the author is to present methodological issues of application the binominal tree algorithm into real capital budgeting process. In order to achieve the goal the Market Asset Disclaimer methodology was used. The article is a part of earlier presented publications, which discussed different methodological issues of real options valuations.