

Krzysztof Targiel

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

DECYZJE W ROZWOJU REGIONÓW Z ZASTOSOWANIEM OPCJI REALNYCH *

Wprowadzenie

Rozwój regionalny to nieustający ciąg decyzji dotyczących kierunków rozwoju, metody zmian, sposobu oceny tych zmian, dlatego tak niezbędne są metody wspomagania decydentów w wyborze najlepszych decyzji. Jednym z kierunków tego wspomagania jest poszerzenie palety narzędzi o możliwości wykorzystania opcji realnych.

Na rozwój regionalny można spojrzeć w sposób systemowy jako na proces zmian stanu obecnego na lepszy, dotyczący umownie wydzielonego, względnie jednorodnego obszaru kraju, który prowadzi do wzrostu dobrobytu i poprawy standardu życia ludności, poprzez zwiększenie dostępu do dóbr i usług materialnych oraz duchowych: w zakresie kultury, wiedzy, sztuki, rozrywki. Jednym właściwym sposobem przeprowadzenia tego procesu przejścia od stanu obecnego do stanu pożądanego jest realizacja projektu rozwojowego.

Wybór sposobu zmiany stanu (wybór projektu) jest zwykle dokonywany na podstawie kryterium opłacalności projektu. Tradycyjne podejście opiera się na analizie zdyskontowanych przepływów pieniężnych oraz często prowadzi do rezygnacji z realizacji projektów, które dzięki prawidłowemu zarządzaniu mogłyby stać się opłacalnymi. W trakcie życia projektu pojawiają się bowiem dodatkowe możliwości (realne opcje), które można wykorzystać do podniesienia wartości projektu. Takimi opcjami, które mogą zmienić opłacalność przedsięwzięcia są możliwości: opóźnienia rozpoczęcia projektu, wyboru terminów rozpoczęcia kolejnych etapów, porzucenia projektu lub rozszerzenia jego zakresu.

W przypadku projektów rozwojowych regionów, aspekty finansowe nie muszą być jedynym czynnikiem warunkującym podjęcie projektu. Decyzje rozwojowe rozważane na trzech płaszczyznach: gospodarczej, społecznej i środowiskowej, sprawiają, że ujmuje się je w kontekście zrównoważonego rozwoju. Ten

* Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki jako projekt badawczy nr N N 111 47740.

sposób myślenia implikuje konieczność rozważania w tych obszarach czynników nazywanych zmiennymi stanu. Od osiągnięcia przez nie założonych poziomów jest uzależniona ocena projektu. Metody stosowane obecnie w trakcie analizy opcyjnej wykorzystują jeden parametr, od którego może zależeć wartość projektu. Jak zauważono jednak wyżej, nie wszystkie problemy można w ten sposób wycenić, co w szczególności dotyczy projektów rozwojowych regionów. Tworzone do ich oceny modele są nazywane opcjami wielostanowymi.

Celem pracy jest przedstawienie możliwości wykorzystania opcji realnych do wyceny sytuacji pojawiających się w rozwoju regionów. Zostanie zaproponowana procedura wyceny opcji realnych oraz wyjaśniona na prostym przykładzie numerycznym, dotyczącym wyboru projektu strukturalnego refinansowanego z funduszy Unii Europejskiej. W rozważanym przykładzie zostanie wykorzystany jeden zmienny czynnik środowiskowy, lecz zostanie zwrócona także uwaga na miejsca, w których możliwe lub też konieczne jest wykorzystanie większej liczby takich czynników. Stanowi to treść idei projektu badawczego „Wykorzystanie opcji realnych w zarządzaniu projektami” finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

1. Opcje realne i ich wycena

Myers [1974, s.1-25] jako pierwszy zauważył niedoszacowanie projektów przy pomocy zdyskontowanych przepływów kapitałowych. Metody te reprezentują podejście statyczne, w którym nie uwzględnia się korzystnych przyszłych zmian wpływających na wartość projektu. Możliwości te Myers nazwał opcjami realnymi [1977, s.147-175]. Tworzą one w projekcie nową wartość wynikającą z właściwego zarządzania. W literaturze przedmiotu [Rudny, 2009] rozważa się metody analizy opcyjnej (ROA – *Real Option Analysis*), która zajmuje się rozpoznawaniem sytuacji tworzących elastyczność menadżerską. Jej uzupełnieniem są metody wyceny opcji (ROV – *Real Option Valuation*).

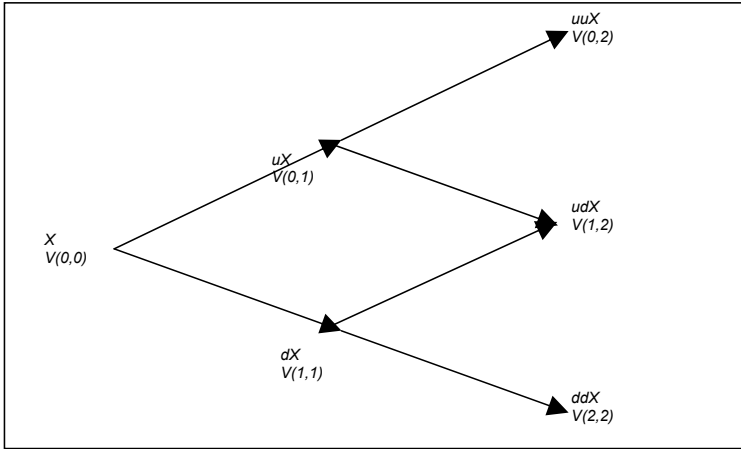
W trakcie życia projektu mogą zostać stworzone sytuacje, które są źródłem elastyczności menadżerskiej, tworząc przestrzeń dla decyzji dobranych do zmiennych warunków zewnętrznych. W kontekście planowania projektu istotnym problemem jest wycena powyższych sytuacji. Znaczące miejsce w tej dziedzinie mają podejścia uproszczone opierające się na metodzie Coxa, Rossa i Rubinsteina, oparte na drzewach dwumianowych [Cox, Ross, Rubinstein, 1979, s. 229-263].

Wycena sytuacji opcyjnej zależy od pewnego parametru, nazywanego zmienną stanu. Takim parametrem może być wartość rynkowa rezultatów projektu, kurs wymiany waluty lub też innego aktywu, którego wartość wpływa na rezultaty

projektu. Stosowane metody wyceny w drzewach dwumianowych wykorzystują jeden taki parametr [Guthrie, 2009]. Jak zauważa się w literaturze przedmiotu, dla pełniejszej wyceny należałoby jednak uwzględnić więcej takich parametrów. Dla przykładu wartość projektu może zależeć nie tylko od kursu euro, ale także od kursu dolara amerykańskiego. Jak pokazują obserwacje rynków walutowych, kursy te nie muszą zmieniać się identycznie, stąd też istnieje konieczność wykorzystywania modeli wielostanowych.

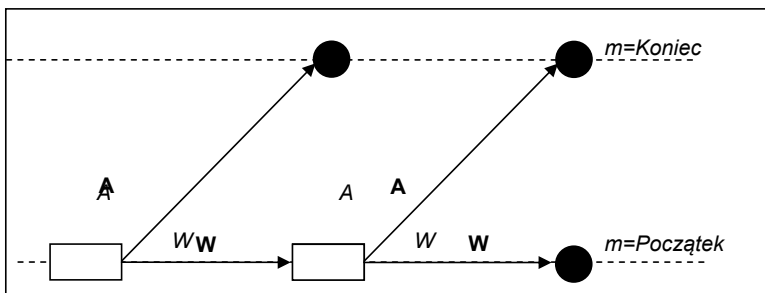
Zauważenie w projekcie pewnych możliwości rodzi także problem ich optymalnego wykorzystania. Problem taki jest rozwiązywany w metodzie drzew dwumianowych, korzystającej z metod programowania dynamicznego, które dają optymalne momenty podjęcia decyzji: o rozpoczęciu projektu, rozpoczęciu kolejnych etapów, zakończeniu projektu czy też zmianie jego zakresu. W przypadku wykorzystania do wyceny większej liczby zmiennych stanu, problem może się skomplikować. Gdy na podstawie zmiennych stanu daje się określić jedno kryterium będące sumą ważoną, zadanie pozostaje klasycznym zadaniem programowania dynamicznego. Gdy wybrane zmienne stanu nie pozwalają jednak na zdefiniowanie jednego kryterium, problem staje się wielokryterialnym zadaniem programowania dynamicznego. Znane są metody rozwiązania tego problemu [Trzaskalik, 1998], jednak nie były nigdy stosowane w wycenie opcji realnych.

Drzewo dwumianowe, na którym jest oparta wycena w metodzie Coxa, Rossa i Rubinsteina, pełni rolę swoistego scenariusza możliwych zmian zmiennej stanu (X). Na rys. 1 pokazano przykładowe drzewo dwumianowe, w którym jedna zmienna stanu ewoluuje w ciągu dwóch okresów. Rozpatruje się tylko wzrost w stopniu u oraz spadek wartości w stopniu d . Przy spełnieniu warunku $d = 1/u$, uzyskujemy drzewo dwumianowe, które nazywamy X-drzewem. Opisuje ono ewolucję zmiennej stanu. Drzewo rozpoczyna się od znanej obecnej wartości rozważanej zmiennej stanu. Na podstawie historii zmian tej wielkości, można ustalić odpowiednie wartości u oraz d . Odbywa się to w procesie kalibracji [Guthrie, 2009, s. 324], w którym są określane nie tylko odpowiednie wielkości wzrostu i spadku, ale także prawdopodobieństwa zajścia tych zdarzeń. Będą one wykorzystywane do obliczania wartości oczekiwanej z wartości projektu w kolejnym kroku.



Rys. 1. Drzewo dwumianowe z jedną zmienną stanu

Utworzone zostaje drzewo możliwych zmian zmiennej stanu, tzn. możliwych scenariuszy rozwoju sytuacji. Kalibracja polega na odpowiednim doborze parametrów d i u , tak by jak najlepiej pokryć przyszłe wartości zmiennej stanu. Z każdym węzłem jest związana zdyskontowana wartość projektu (V). Jej wartości tworzą drzewo o strukturze identycznej jak X-drzewo, co pokazano na rys. 1. Struktury takie należy jednak utworzyć dla każdego stanu projektu, stąd tę nową strukturę nazwiemy V-drzewem. Obliczanie jego wartości w węzłach odbywa się poprzez indukcję wsteczną. Znając wartość projektu po jego zakończeniu (jest ona najczęściej równa wartości zmiennej stanu lub też jest jej funkcją), wyliczamy wartości w węzłach poprzedzających. W przypadku gdy rozważamy sytuację decyzyjną, problem ma charakter zadania programowania dynamicznego, ponieważ musimy wybrać decyzję optymalną. Jest nią ta decyzja, dla której zdyskontowana wartość projektu w węzle jest większa. W tej sytuacji na powyższe drzewa nakłada się problem decyzyjny, który może zostać przedstawiany w postaci drzewa decyzyjnego. Przykładowe drzewo pokazano na rys. 2. Jest ono nazywane D-drzewem.



Rys. 2. Przykładowe D-drzewo

Rysunek 2 przedstawia drzewo decyzyjne dla projektu, którego realizację można opóźnić o jeden okres. Rozważamy sytuację, w której w zależności od warunków w otoczeniu, decydent może podjąć decyzje o rozpoczęciu realizacji bądź też poczekać na rozwój sytuacji. Menadżer posiada dzięki temu elastyczność decyzyjną. Może on rozpocząć realizację ($A - Act$) lub poczekać na korzystniejszy rozwój sytuacji rynkowej ($W - Wait$).

2. Proponowana procedura wyceny

W wyborze realizowanych projektów rozwojowych regionów użyteczne wydaje się wykorzystanie prezentowanego podejścia opcyjnego, zwłaszcza w sytuacjach, w których rezultaty zależą od zmiennych czynników ekonomicznych (jak np. kursy wymiany walut) lub też zmiennych czynników społecznych.

Proponowana procedura wyceny sytuacji opcyjnej składa się z następujących kroków:

Krok 1. Budowa drzewa decyzyjnego (D-drzewa)

Rozpoznajemy możliwe stany projektu. Rozpoznajemy decyzje, które możemy podjąć w danym stanie. Rezultatem tego etapu jest utworzenie D-drzewa.

Krok 2. Budowa drzewa ewolucji zmiennych stanu (X-drzewa)

Identyfikujemy mierzalne wielkości ekonomiczne, od których zależy wartość projektu (zmienne stanu). Aby utworzyć X-drzewo, co jest rezultatem tego kroku, należy dopasować parametry drzewa do przeszłych zmian w procesie kalibracji.

Krok 3. Budowa drzewa wartości projektu (V-drzewa)

Budowa V-drzewa rozpoczyna się od ustalenia wartości projektu w warunkach końcowych. Na ich podstawie posuwając się od wartości końcowych ustalamy wartość projektu w pozostałych węzłach.

Krok 4. Określenie decyzji sprawnych

Rozważamy projekt, w którym w zależności od sytuacji rynkowej, decydent może podjąć decyzję o uruchomieniu projektu (jest to równoznaczne z przejściem projektu do innego stanu) bądź też poczekać na rozwój sytuacji. W tym przypadku konieczne jest ustalenie momentów tych przejść. Kiedy pod uwagę bierzemy jedną zmienną stanu, korzystając z metod programowania dynamicznego, możliwe jest określenie decyzji optymalnych. Gdy rozważamy większą liczbę zmiennych stanu, stosując metody wielokryterialnego programowania dynamicznego, będziemy także zadawali się decyzjami sprawnymi, tzn. takimi, dla których nie ma decyzji lepszych. Gdy istnieje tylko jedna decyzja sprawna, jest ona też decyzją optymalną, stąd też będziemy mówili w tym kroku procedury jedynie o decyzjach sprawnych.

Stosowanie procedury ma sens, gdy rezultaty projektu są zależne w dużym stopniu od zmiennych warunków środowiskowych, zarówno ekonomicznych, jak

i społecznych. Jego zaletą jest uwzględnienie dynamiki otoczenia w ocenie projektu. Wadą jest skomplikowana postać procedury oraz wykorzystywanie zaawansowanego aparatu matematycznego, co może powodować brak przejrzystości dla potencjalnych decydentów. Z tych powodów proponowana procedura powinna być stosowana raczej do dużych projektów strukturalnych niż tych, w których jest stosowana procedura konkursowa.

3. Przykład numeryczny

Rozważymy prosty przykład ilustrujący proponowaną metodę. Strukturalny projekt rozwojowy regionu może zostać sfinansowany ze środków Unii Europejskiej. Wydatki na realizację projektu są ponoszone w złotych, mogą jednak później zostać zrefinansowane ze środków pomocowych na rozwój regionów. Kwota refinansowania zapisana w umowie jest nominowana w euro. Dzięki korzystnym zmianom w kursie wymiany ponoszone koszty mogą zostać pokryte z nawiązką poprzez zapisane w umowie kwoty. Zakładamy, iż nie ma kar za niezrealizowanie projektu, a sam projekt można zrealizować w ciągu całego 2013 r. Projekt zajmuje sześć miesięcy. Koszty projektu oszacowano na 41 mln zł. Rozważane jest podpisanie umowy o dofinansowanie w wysokości maksymalnie dostępnej, tzn. 10 mln euro.

Problem oceny opłacalności projektu rozwiązujemy metodą przedstawioną w poprzednim podrozdziale, wykorzystując podejście opcyjne.

Dzięki uwzględnieniu możliwości zmian kursowych, będących realnymi opcjami, poziom dostępnego dofinansowania projektu może okazać się wystarczający. Oczywiście realizacja projektu będzie uzależniona od zmian kursu wymiany, jednak uprzednio projekt musi zostać przygotowany. W szczególności musi zostać złożony wniosek o dofinansowanie.

Krok 1. Budowa drzewa decyzyjnego (D-drzewa)

Procedura rozpoczyna się od analizy możliwych do podjęcia decyzji. Jeśli analizowana sytuacja pozwala na swobodną decyzję, mamy do czynienia z sytuacją opcyjną. Możliwe do podjęcia decyzje – rozpocząć inwestycję na początku roku czy poczekać na rozwój sytuacji i ewentualnie rozpocząć ją w połowie roku. W tym przypadku drzewo decyzyjne będzie miało taką postać jak przedstawiono na rys. 2. Gdy projekt rozpocznie się na początku roku, wtedy zostanie on rozliczony po kursie wymiany obowiązującym w czerwcu. Gdy rozpocznie się w połowie roku, po zakończeniu projektu na koniec roku zostanie on rozliczony po kursie wymiany z grudnia. Dzięki temu, że nie ma kar za niezrealizowanie

projektu, może on nie zostać zrealizowany. W tym momencie ujawnia się opcja realna decydenta. Ma on swobodną możliwość wyboru momentu rozpoczęcia projektu, a decyzję o wykorzystaniu tej możliwości podejmuje w zależności od kształtowania się kursu euro.

Krok 2. Budowa drzewa ewolucji zmiennych stanu (X-drzewa)

Czynnikiem, od którego jest uzależniona wartość projektu dla decydenta jest kurs wymiany EUR/PLN. Na podstawie zmian kursu w 2012 r. oszacowano metodą kalibracji drzewa dwumianowego [Targiel, 2012, s. 47-58] możliwe zmiany w 2013 r. Wyniki przedstawiono w tab. 1 (n oznacza kolejne okresy półroczne, natomiast i ilość spadków kursu).

Tabela 1

X-Drzewo dla kursu wymiany EUR/PLN

X	n		
	0	1	2
i			
0	4,0946	4,1548	4,2150
1		4,0344	4,0946
2			3,9742

Jest to tabelaryczne przedstawienie drzewa dwumianowego dwuokresowego, przedstawione na rys. 1.

Oszacowano także prawdopodobieństwo wzrostu oraz spadku kursu w każdym jednym okresie. Przyjęto podejście Guthriego [2009, s. 269]. Jest to prawdopodobieństwo „w świecie wolnym od ryzyka”, tzn. uwzględniające konieczność wzrostu aktywów w stopniu określonym stopą procentową wolną od ryzyka. Dla obliczeń przyjęto tę stopę na poziomie $r_f = 4,00\%$.

$$\pi_u = \frac{1}{2} + \frac{\mu\sqrt{\Delta t_m}}{2\sigma} \quad (1)$$

$$\pi_d = 1 - \pi_u, \quad (2)$$

gdzie:

π_u – prawdopodobieństwo wzrostu kursu,

π_d – prawdopodobieństwo spadku kursu,

μ – średnia z logarytmicznych zmian kursu w ostatnim roku,

σ – odchylenie standardowe logarytmicznych zmian kursu w ostatnim roku,

Δt_m – część roku, w której obserwujemy wzrost lub spadek.

Krok 3. Budowa drzewa wartości projektu (V-drzewa)

Budowę V-drzewa rozpoczniemy od określenia wartości końcowych. Będą one określane ze wzoru:

$$V_k(i,n) = X(i,n)M - K, \quad (3)$$

gdzie:

$X(i,n)$ – wartość zmiennej stanu,

M – kwota umowy w EUR [10 mln EUR],

K – koszty w PLN [41 mln PLN].

Obliczone wartości końcowe podano w tab. 2. Projekt może skończyć się po pierwszym lub drugim półroczu, stąd brak tej wartości w węźle (0,0).

Tabela 2

Wartości końcowe $V_k(i,n)$ dla projektu (w mln PLN)

V_k	n		
	0	1	2
0		0,548	1,150
1		-0,656	-0,054
2			-1,258

Drzewo wartości projektu tworzymy z zdyskontowanych wartości oczekiwanych obliczonych z wartości uzyskiwanych w kolejnym okresie.

$$V(i,n) = e^{-r\Delta t_m} (\pi_u V_k(i,n+1) + \pi_d V_k(i+1,n+1)). \quad (4)$$

Obliczone w ten sposób wartości przedstawiono w tab. 3. W ostatniej kolumnie znajdują się wartości projektu kończącego się w grudniu, pozostałe wartości zostały obliczone zgodnie ze wzorem (4). Zaznaczona kolorem szarym jest jedyna wartość dodatnia, która odpowiada decyzji sprawnej.

Tabela 3

V-Drzewo dla projektu

V	n		
	0	1	2
0	-0,482	0,108	1,150
1		-1,072	-0,054
2			-1,258

Krok 4. Określenie decyzji sprawnych

Na podstawie uzyskanej tabeli wartości projektu, można stwierdzić, iż jedynym momentem, w którym można rozpocząć realizację projektu jest początek drugiego półrocza. Decyzja ta powinna być podjęta tylko w sytuacji, gdy kurs nie spadł. Jedynie wtedy uzyskujemy dodatnią wartość oczekiwaną przyszłych wartości końcowych. Odmiernym problemem pozostaje rozpoznanie sytuacji opisanej węzłem (0, 1), tzn. jak bardzo obserwowany kurs wymiany odpowiada zapisanemu i rozważanemu w tym węźle kursowi 4,1548. Jest to przedmiotem kolejnych badań.

Podsumowanie

W pracy przedstawiono zarys metody wyceny sytuacji opcyjnych występujących w trakcie życia projektów służących rozwojowi regionalnemu. Proponowana metoda daje możliwość uwzględnienia zależności projektu nie tylko od czynników ekonomicznych, ale także społecznych. Opiera się ona na drzewach dwumianowych oraz zasadach wielokryterialnego programowania dynamicznego. Jej wykorzystanie powinno pozwolić nie tylko na podjęcie właściwej decyzji co do wyboru projektu rozwojowego, ale także wspomóc podejmowanie decyzji w trakcie realizacji kolejnych etapów, w zależności od zmiennej sytuacji środowiskowej, ekonomicznej i społecznej. Przedstawiony prosty przykład pokazał możliwość wykorzystania metody, ale także zobrazował problemy stojące przed jej praktycznym zastosowaniem. Jej wadą jest wykorzystanie stosunkowo skomplikowanego aparatu matematycznego opartego na procesach stochastycznych, co powoduje jej małą przejrzystość. Może to być dużym utrudnieniem w aspektach prawnych projektów rozwojowych finansowanych ze środków publicznych. Jej zaletą jest natomiast uwzględnienie dynamiki otoczenia, która może wpływać pozytywnie na rozważane do realizacji projekty.

Literatura

- Cox J.C., Ross S.A., Rubinstein M., 1979: *Option Pricing: A Simplified Approach*. „Journal of Financial Economics”, 7.
- Guthrie G., 2009: *Real Options in Theory and Practice*. Oxford University Press, Oxford.
- Myers S.C., 1977: *Determinants of Corporate Borrowing*. „Journal of Financial Economics”, 5, No. 2.
- Myers S.C., 1974: *Interactions of Corporate Financing and Investment Decisions-Implications for Capital Budgeting*. „The Journal of Finance”, 29, No. 1.

- Rudny W., 2009: *Opcje rzeczowe w procesie tworzenia wartości przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice.
- Targiel K., 2012: *Estymacja parametrów drzew dwumianowych dla celów wyceny opcji realnych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Kraków.
- Trzaskalik T., 1998: *Multiobjective Analysis in Dynamic Environment*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice.

DECISIONS IN THE REGIONS DEVELOPMENT USING REAL OPTIONS

Summary

Regional development is a series of many development undertakings, implemented as projects. Their results may depend on certain environmental variables. They do not only affect directly the value of the project, but with the change may be due to the possibility of increasing the value implemented activity, achieved through proper management. Such situations, we are talking as real options. Options can be valued using binomial trees, which take into account one or more of these environmental variables referred to herein as the state variables. Such situations are also noticeable in the management of the development of the regions. Work outlines the method by which you can optionally situations occurring in the management of regional development measure and properly utilized. This allows you to streamline decision-making in developing regions.