

Zastosowanie analizy wrażliwości do oceny ryzyka opłacalności budowy i eksploatacji informatycznego katastru nieruchomości

Wstęp

W opracowaniu podjęto próbę oceny ryzyka opłacalności budowy i eksploatacji informatycznego katastru nieruchomości (Komponent I – Zintegrowanego Systemu Informacji o Nieruchomościach) przy zastosowaniu analizy wrażliwości. Analiza wrażliwości umożliwia bowiem uzyskanie informacji, jakie są dopuszczalne odchylenia poszczególnych zmiennych objaśniających, przy których przedsięwzięcie inwestycyjne jest jeszcze opłacalne.

Analiza wrażliwości (sensitivity analysis) wg Brighama jest techniką analityczną, polegającą na badaniu wpływu przyszłych zmian podstawowych zmiennych na opłacalność projektu inwestycyjnego. Analiza wrażliwości odpowiada na pytanie – o ile zmieni się wartość zmiennej objaśnianej, jeśli wartość danej niezależnej zmiennej objaśniającej zmieni się o $x\%$ ¹?

W badaniach dotyczących oceny ryzyka informatycznego katastru nieruchomości wykorzystano opracowanie grantu IDF nr 027427². W analizie przyjęto 15-letni okres prognozy, obejmujący lata 2004–2018. Obliczenia przeprowadzono w ujęciu realnym, gdyż takie podejście ogranicza liczbę zmiennych modyfikowanych wpływem inflacji. W analizie wrażliwości przyjęto, iż zmienną objaśnianą jest kryterium oparte na NPV, a zmienną objaśniającą są koszty infrastruktury informacyjnej katastru.

¹Brigham E.F., Podstawy zarządzania finansami, PWE, Warszawa 2006, tom 2, s. 127.

²Krawczyk E., Szacunek kosztów i korzyści budowy oraz wdrażania Zintegrowanego Systemu Informacji o nieruchomościach. Efektywność projektu inwestycyjnego ZSIN, GUGiK, Warszawa 2004 r.

Ryzyko i jego istota

Ryzyko, jego istota oraz pomiar są podstawowymi pojęciami i wyzwaniem teorii nowoczesnych finansów, a w szczególności analiz szeroko pojętych inwestycji. Zdefiniowanie ryzyka w sposób jednoznaczny i precyzyjny jest zadaniem niezwykle trudnym, gdyż ryzyko charakteryzuje aspekt obiektywny, wynikający z niepewności na rynku oraz aspekt subiektywny wynikający ze stosunku inwestora do ryzyka. Termin „ryzyko” i „niepewność” często traktowane są jako zjawiska tożsame, ale każdy z terminów oznacza co innego. Według Brighama ryzyko odnosi się do prawdopodobieństwa wystąpienia negatywnego zdarzenia³.

Najbardziej ogólna i uniwersalna definicja ryzyka występuje w Słowniku wyrazów obcych PWN – „ryzyko, to przedsięwzięcie, którego wynik jest nieznan; możliwość, że coś się uda bądź nie, a także zdecydowanie się na takie przedsięwzięcie”⁴.

Samo słowo ryzyko pochodzi z języka włoskiego, gdzie „risco” oznacza rafę, którą statek powinien ominąć. Często dwa pojęcia – ryzyko i niebezpieczeństwo są utożsamiane. Niebezpieczeństwo, to raczej pewne bezpośrednie zagrożenie, z ryzykiem mamy do czynienia w sytuacji, gdy następstwa są niepewne. W takiej sytuacji pewna strata nie jest ryzykiem⁵.

Niepewność występuje wówczas, gdy nie można ustalić ani wszystkich alternatywnych przyszłych poziomów analizowanych parametrów przedsięwzięcia inwestycyjnego ani przyporządkowanego im rozkładu prawdopodobieństwa. Gdy dokonuje się oceny efektywności w warunkach niepewności, nie można wyznaczyć prawdopodobieństw na podstawie danych empirycznych *ex post*, opieramy się wówczas na intuicji, opiniach, przesłankach subiektywnych⁶.

Ryzyko występuje wówczas, gdy dla analizowanych parametrów możemy wyznaczyć prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Prawdopodobieństwo wyznacza się na podstawie danych *ex post* lub za pomocą symulacji.

Ryzyko jest funkcją niepewności – im większy zakres niepewności, tym większe ryzyko i odwrotnie (w miarę zmniejszania czynników nieokreślonych maleje ryzyko).

W literaturze przedmiotu występuje kilka nurtów definiowania ryzyka. T. Jajuga i K. Jajuga⁷ wyróżniają dwa podejścia do ryzyka, biorąc pod uwa-

³Jak wyżej, tom 1, 172.

⁴Słownik wyrazów obcych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 660.

⁵Rogowski W., Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004, s. 68.

⁶Jak wyżej, s. 69.

⁷Jajuga K., Jajuga T., Inwestycje. Instrumenty finansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000, s. 99.

gę jego skutki. Według pierwszego podejścia, ryzyko to możliwość poniesienia szkody, straty, traktując to zjawisko negatywnie, jako zagrożenie. Drugie podejście ujmuje ryzyko jako możliwość wystąpienia efektu niezgodnego z oczekiwanym. Efekt może być gorszy, ale również lepszy od oczekiwanego, można więc rozpatrywać ryzyko jako zagrożenie lub szansę.

Najczęściej jednak ryzyko postrzegane jest jako zjawisko negatywne. Wyróżnia się nurt formalny i nurt materialny. Podejście materialne według T. Brakensieka⁸ uwypukla skutki ryzyka i przedstawia jako możliwość odchylenia od wartości bazowej. Podejście formalne według F.H. Knighta⁹ ujmuje ryzyko przyczynowo, istnieje możliwość przyporządkowania pojawieniu się pewnych zdarzeń rozkładu prawdopodobieństwa.

Ryzyko definiowane jest jako względna niepewność (względność rozumiana jako możliwe do ustalenia prawdopodobieństwo). Jeżeli działaniu lub decyzji nie można przyporządkować prawdopodobieństwa, to wówczas występuje zjawisko niepewności.

W prezentowanym opracowaniu ryzyko będzie rozumiane jako możliwość odchylenia oczekiwanej wartości efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego katastrofu nieruchomości od wartości planowanej, bazowej.

Analiza modeli kosztów katastrofu nieruchomości

Analiza rodzajowa kosztów budowy informatycznego katastrofu nieruchomości nie dostarcza w sposób jednoznaczny odpowiedzi na pytanie, który z jej elementów jest najbardziej niepewny w swoich założeniach ilościowych? O ile koszty modernizacji obiektów kubaturowych, zakupu sprzętu i oprogramowania, stworzenia nowych etatów można w sposób szacunkowy oprzeć na danych historycznych lub ofertowych, o tyle koszty usług związanych z modernizacją bazy danych katastrofu nieruchomości są elementem obciążonym dużym prawdopodobieństwem błędu. Ryzyko nieosiągnięcia wymaganej stopy zwrotu pojawia się w sytuacji, gdy koszty związane z realizacją przedsięwzięcia przekraczają zakładane wartości wyjściowe, a biorąc pod uwagę ich wysokość takie niedoszacowanie może w sposób istotny zagrozić powodzeniu podejmowanej inwestycji. Celem minimalizacji potencjalnych błędów oszacowania kosztów budowy infrastruktury informacyjnej, zidentyfikowanych jako czynnik ryzyka Główny Urząd Geodezji i Kartografii opracował ankietę dotyczącą modernizacji ewidencji

⁸Rogowski W., Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004, s. 68.

⁹Jak wyżej, s. 68.

gruntów, budynków i lokali¹⁰. Została ona skierowana do Powiatowych Ośrodków Geodezji i Kartografii. Do analizy wyników badań zakwalifikowano wszystkie odesłane ankiety (260 kwestionariuszy), uzyskane z jednostek terenowych, które wykorzystano dla potrzeb analiz statystycznych i probabilistycznych.

Koszty jednostkowe uzupełnienia operatu ewidencyjnego o dane geometryczne budynku wynoszą od 0,67 zł do 55 zł. Natomiast koszty jednostkowe uzupełniania operatu o dane opisowe wahają się od 1,74 zł do 64 zł. Największa rozpiętość kosztów jednostkowych wystąpiła przy wektoryzacji działki od 3 zł do 90 zł (tab. 1).

Stosunkowo duży rozrzut wartości prognozowanych opłat (wg danych uzyskanych z ankiet) za wykonanie poszczególnych usług w zakresie modernizacji operatu ewidencyjnego o dane opisowe i geometryczne budynków, lokali i wektoryzacji działek, osiągają wielokrotności kilkunastokrotne lub nawet kilkudziesięciokrotne, skłania do przyjęcia dwóch modeli obliczeniowych (tab. 1) opartych o:

1. MODEL 1 – rzeczywisty rozrzut poszczególnych wartości kosztów jednostkowych wokół średniej arytmetycznej.
2. MODEL 2 – zmodyfikowany zakres odchyleń wartości kosztów jednostkowych od wartości średniej, obliczany na bazie odchylenia średniego.

Tabela 1

Różnice wartości minimalnych i maksymalnych kosztów jednostkowych dla modeli 1 i 2

Jednostki	Koszt jednostkowy uzupełnienia operatu ewidencyjnego o dane geometryczne budynku	Koszt jednostkowy uzupełnienia operatu ewidencyjnego o dane opisowe budynku	Koszt jednostkowy uzupełnienia operatu ewidencyjnego o dane geometryczne i opisowe lokalu	Koszt jednostkowy pełnej wektoryzacji działki*
Min	0,67	1,74	4	3
Max	55	64	50	90
Średnia arytmetyczna	22	26	20	28
odchylenie średnie	13	13	11	20

* – granice działek, kontury użytków gruntowych, klas gleboznawczych, budynków

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z PODGiK.

¹⁰Ankieta pt. „Koszty poniesione w 2004 r.w powiatach na prace mające na celu uzupełnienie operatu ewidencyjnego o brakujące dane dotyczące: gruntów, budynków, lokali”. Rodzaje i koszty prac modernizacyjnych: uzupełnienie operatu ewidencyjnego o dane opisowe działek, budynków i lokali, opracowanie map rastrowych, wektoryzacja map, aktualizacja użytków gruntowych GUGiK 2004 r.

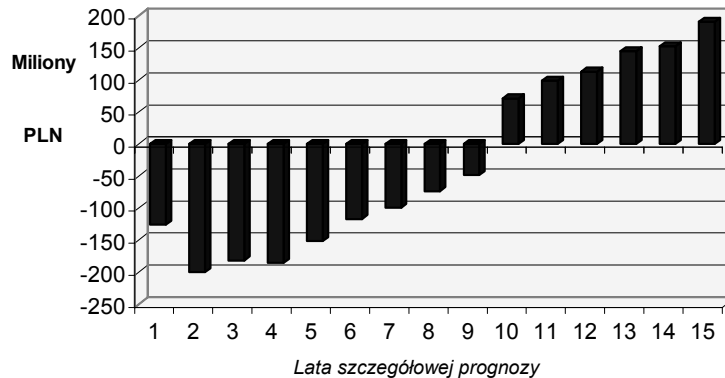
Uwzględniając fakt, że analiza ryzyka w poszczególnych metodach pośrednich opiera się na analizie scenariuszy skrajnych, od pesymistycznego dla najwyższych kosztów jednostkowych do optymistycznego opisanego najniższymi wartościami tych kosztów, przyjęto, że wariant bazowy analizy opłacalności wyrażonej NPV oparty będzie na kosztach wyznaczonych przy użyciu średniej arytmetycznej z uzyskanej próby. W analizie wrażliwości do oceny ryzyka zastosowano pięć scenariuszy, a w scenariuszu bazowym przyjęto jako punkt odniesienia średnią arytmetyczną kosztów. Wyniki obliczeń dla tak przyjętych parametrów i założeń rachunku efektywności spełniają pozytywne kryterium decyzyjne w zakresie obu analizowanych wskaźników (NPV i IRR).

Analiza ekonomiczna informatycznego katastru nieruchomości obejmuje analizę nakładów inwestycyjnych, kosztów eksploatacji i utrzymania katastru nieruchomości. Przeprowadzana została głównie w celu dostarczenia informacji dotyczących zasadności realizacji projektowanej inwestycji. Zestawienie kosztów budowy informatycznego systemu katastru nieruchomości z potencjalnymi wpływami uzyskanymi, w wyniku udostępnienia informacji o nieruchomościach na poziomie Powiatowego Funduszu Zasobu Geodezyjnego, pozwala na określenie korzyści netto stanowiącej podstawę rachunku efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych. Korzyść netto, wyrażana przepływem pieniężnym netto podlega zasadzie przyrostowości, zakładającej, że przy szacowaniu potencjalnych przepływów pieniężnych, generowanych przez zmodernizowany system informacyjny, uwzględniane są jedynie przepływy pieniężne wynikające z jego uruchomienia.

Rozkład przepływu strumieni pieniężnych projektu przedstawiono na rysunku 1. Przez dziewięć pierwszych lat projekt generuje straty, najwyższe w drugim roku – 210 mln zł. Od dziesiątego roku realizacji projektu, pojawiają się rosnące rokrocznie korzyści netto. Nadrzędną korzyścią społeczną przedsięwzięcia inwestycyjnego jest łatwy dostęp do informacji w obrębie bazy danych katastralnych oraz ksiąg wieczystych, poprawienie sprawności obsługi klienta oraz w konsekwencji rozwój inwestycji na rynku nieruchomości.

Źródła finansowania Komponentu I – Informatycznego katastru nieruchomości oparte są w całości na środkach budżetowych, co skłania do przyjęcia „stopy bazowej” na poziomie kosztu finansowania się państwa, czyli kosztu długu kwantyfikowanego rentownością długoletnich obligacji Skarbu Państwa. W analizie wykorzystano krzywą rentowności instrumentów dłużnych, przyjmując stopę dyskonta na poziomie 4,80%.

Wariant bazowy analizy opłacalności wyrażonej NPV oparty na kosztach wyznaczonych przy użyciu średniej arytmetycznej z uzyskanej próby, zaprezentowano powyżej. Wyniki obliczeń dla tak przyjętych parametrów i założeń rachunku efektywności spełniają pozytywne kryterium decyzyjne w zakresie obu analizowanych wskaźników: Stopa IRR wynosi 7,41% i jest wyższa od bazowej stopy dyskonta wynoszącej 4,80% (rys. 2), natomiast NPV jest wyższe od zera.

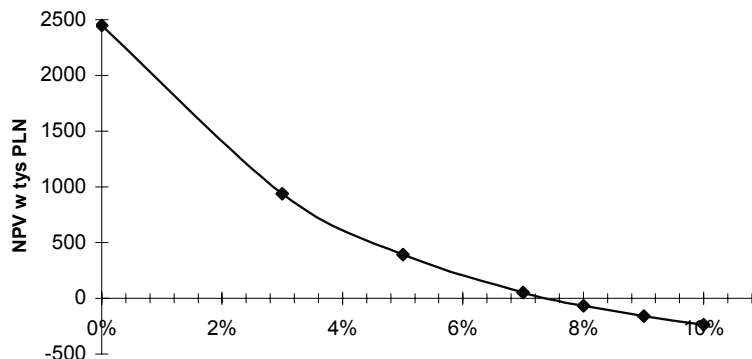
**Rysunek 1**

Przepływy strumieni pieniężnych CF – wariant bazowy

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z PODGiK.

$$NPV = 437\,353\,227 \text{ PLN} > 0$$

$$IRR = 7,41\% > 4,80\%$$

**Rysunek 2**

IRR – komponent I wariant bazowy

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z PODGiK.

Ponadto celem możliwie szerokiej analizy kryterium decyzyjnego do rozważań ryzyka wprowadzono dodatkowo dwa warianty pośrednie modelu NPV – scenariusz umiarkowanie optymistyczny i umiarkowanie pesymistyczny – oparte na wartościach pośrednich z przedziałów kosztów odpowiednio minimalnych i średnich oraz maksymalnych i średnich. Szczegółowe zestawienia kosztów i obliczeń NPV przedstawia tabela 2 dla obu modeli. W modelu 1, opartym na rzeczywistym rozrzucie wartości kosztów jednostkowych wokół średniej arytmetycznej, tylko trzy scenariusze optymistyczny, umiarkowanie optymistyczny i bazowy, spełniają pozytywne kryterium decyzyjne w zakresie wskaźników IRR i NPV. Natomiast w modelu 2, wykorzystującym zmodyfikowany zakres

odchyleń wartości kosztów od wartości średniej, obliczany na bazie odchylenia średniego, jedynie wariant najbardziej pesymistyczny nie spełnia kryterium decyzyjnego IRR i NPV (tab. 2).

Tabela 2

Roczne koszty infrastruktury informacyjnej i NPV (model 1 i 2)

MODEL 1 (rozrzut rzeczywisty)			
Wariant	Roczne koszty infrastruktury informacyjnej [PLN]	NPV [PLN]	IRR
Optymistyczny	12 481 938	1 125 442 361	16,20%
Umiarkowanie optymistyczny	60 651 948	995 949 649	13,58%
Bazowy	108 428 924	437 353 227	7,41%
Umiarkowanie pesymistyczny	206 257 989	NPV < 0	–
Pesymistyczny	303 694 019	NPV < 0	–
MODEL 2 (odchylenie średnie)			
Wariant	Roczne koszty infrastruktury informacyjnej [PLN]	NPV [PLN]	IRR
Optymistyczny	43 612 709	902 186 307	12,11%
Umiarkowanie optymistyczny	76 217 334	669 769 767	9,37%
Bazowy	108 428 924	437 353 227	7,41%
Umiarkowanie pesymistyczny	141 033 548	204 936 687	5,90%
Pesymistyczny	173 245 138	NPV < 0	–

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z PODGiK.

Analiza wrażliwości

Zastosowanie analizy wrażliwości na potrzeby oceny ryzyka przedsięwzięcia inwestycyjnego wymaga wprowadzenia i zdefiniowania pojęcia zmiennej objaśnianej i zmiennej objaśniającej z uwzględnieniem jej rozgraniczenia na zmienne niezależne oraz zależne¹¹.

W analizie przyjęto, że:

- zmienną objaśnianą (bazową), zgodnie z przyjętą metodą oceny opłacalności wdrożenia Komponentu I, będzie kryterium oparte na NPV;

¹¹Jajuga K., Jajuga T., Inwestycje, PWN, Warszawa 2002, s. 98.

- zmienną objaśniającą niezależną, której zmiana nie wpływa w sposób pośredni na inne zmienne, będą koszty infrastruktury informacyjnej uzyskane na podstawie badań ankietowych przeprowadzonych w 60 wybranych powiatach kraju.

Dodatkowym warunkiem poprawności przeprowadzonych badań jest przyjęcie w algorytmie szacowania NPV „bazowej” stopy dyskonta, nieuwzględniającej premii za ryzyko oraz przestrzeganie zasady *ceteris paribus* (pozostałe równe), a więc założenia, że w określonym okresie operacyjnym zmienia się tylko jedna zmienna niezależna.

Głównym celem przeprowadzenia tego rachunku jest pokazanie wrażliwości wyników oceny opłacalności (kryterium decyzyjnego – NPV) na zmianę jednej z pozycji kosztów budowy i uruchomienia informatycznego systemu katastralnego – kosztów infrastruktury informacyjnej. Badanie to pozwala odpowiedzieć na pytanie, o ile zmieni się wartość parametru decyzyjnego NPV, jeśli wartość kosztów infrastruktury informacyjnej zmieni się o przyjęte odchylenie procentowe. Uzupełnieniem tak przedstawianej analizy wrażliwości może być oszacowanie współczynnika wrażliwości, określanego jako kąt nachylenia krzywej wyznaczającej profil NPV, według następującej zależności:

$$ww = \frac{\frac{NPV_i - NPV_b}{NPV_b}}{\frac{Z_i - Z_b}{Z_b}}$$

gdzie:

- ww – współczynnik wrażliwości NPV na jednoprocentową zmianę wartości zmiennej objaśniającej Z (koszt infrastruktury informacyjnej),
- Z_i – i -ta wartość zmiennej objaśniającej ($Z_i = 1,01 Z_b$ lub $0,99 Z_b$),
- NPV_i – i -ta wartość NPV przy i -tej wartości zmiennej Z_i ,
- Z_b – wartość bazowa zmiennej Z ,
- NPV_b – wartość NPV dla zmiennej Z_b .

Współczynnik wrażliwości dostarcza informacji, ile punktów procentowych zmiany zmiennej objaśnianej przypada na jeden punkt procentowy zmiany niezależnej zmiennej objaśniającej. Rozpatrując przypadek wzrostu kosztów infrastruktury informacyjnej jako czynnika ryzyka uzyskania pozytywnych wyników rachunku efektywności przedsięwzięcia, obliczono współczynnik zmienności, który dla 1% zmiany wynosi:

$$ww = \frac{429577187 - 437353227}{437353227 \cdot 0,01} = -1,77$$

W obliczeniach wprowadzono założenie, że zależność zmiennej objaśnianej NPV od zmiennej objaśniającej jest liniowa dla wszystkich wartości niezależnej zmiennej objaśniającej, co powoduje, że ww. jest wartością stałą.

Uzyskana ujemna wartość współczynnika wrażliwości oznacza ujemną korelację zmiennych, a więc że wzrost kosztów infrastruktury informacyjnej powoduje spadek wartości NPV. Interpretując uzyskane wyniki można powiedzieć, że 1% wzrost kosztów infrastruktury informacyjnej powoduje 1,77% zmianę parametru decyzyjnego NPV. Dla wariantu bazowego, dla którego NPV wynosi 437 353 227 PLN, 1% zmiana wyróżnionych kosztów powoduje obniżenie wartości NPV do poziomu 429 577 187 PLN.

Biorąc pod uwagę relatywnie wysoki udział przedmiotowych kosztów w kosztach sumarycznych budowy i eksploatacji komponentu I, wahający się w zależności od roku prognozy od 47% do 59%, uzasadnione jest stwierdzenie, że kryterium decyzyjne, bazujące na wskaźniku NPV, charakteryzuje się stosunkowo małą wrażliwością na wyróżniony czynnik ryzyka. Wynik wskazuje więc, że nawet duże rozbieżności w oszacowaniu kosztów infrastruktury informacyjnej w stosunku do rzeczywistych kosztów, aktualnie nieznanymi, ale koniecznymi do poniesienia w przyszłości, nie powinny wpłynąć w sposób na tyle znaczący na efektywność, by wykazać straty związane z przyjęciem projektu do realizacji.

Kolejnym etapem rozpatrywania ryzyka badanego przy pomocy narzędzi wrażliwości może być wykorzystanie zmodyfikowanej postaci analizy, w której wykorzystuje się wartości graniczne zmiennej objaśnianej. Obliczenia wskazują wówczas dla jakiej wartości niezależnej zmiennej objaśnianej przedsięwzięcie inwestycyjne jest jeszcze opłacalne. Oznacza to, że dotychczasowa analiza wrażliwości uzupełniona zostanie o określenie dopuszczalnych odchyleń wyróżnionego czynnika ryzyka, przy którym budowa i wdrożenie systemu jest jeszcze opłacalne.

Przyjmując dla wariantu bazowego wysokość rocznych kosztów wydatkowanych na infrastrukturę informacyjną w wysokości 108 428 924 PLN, poziomy marginesów bezpieczeństwa stanowiących granicę opłacalności (mierzoną parametrem NPV) budowy komponentu I kształtują się na poziomie do 60 980 427 PLN lub 56,24% w stosunku do wartości bazowej (tab. 3).

Tabela 3

Względny i bezwzględny margines bezpieczeństwa (mierzony NPV)

Dopuszczalne odchylenie kosztów infrastruktury informacyjnej	Zi bazowe w PLN	Zi graniczne w PLN
		108 428 924
Bezwzględny margines bezpieczeństwa	60 980 427	
Względny margines bezpieczeństwa	56,24%	

Z_i – i-ta wartość zmiennej objaśniającej – koszt infrastruktury informacyjnej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z PODGiK.

Podsumowanie

Przedstawione wyniki wskazują, że budowa i eksploatacja informatycznego katastru nieruchomości będzie jeszcze opłacalna, gdy koszty infrastruktury informacyjnej nie wzrosną powyżej 60 980 427 PLN lub 56,24% w stosunku do wartości bazowej. Obliczone wartości marginesów bezpieczeństwa pozwalają na stosunkowo dużą elastyczność w zakresie zmian wyróżnionego czynnika ryzyka, potwierdzają również wyniki uzyskane w rachunku współczynnika wrażliwości. Niepokojący jest jednak rozrzut danych dotyczących kosztów infrastruktury informacyjnej uzyskanych z ankiet. O ile, dla modelu 2, ograniczającego rozrzut skrajnych wartości kosztów, obliczony margines bezpieczeństwa prawie pokrywa się z wartościami przyjętymi dla scenariusza pesymistycznego, o tyle dla modelu 1 margines nie zapewnia dodatniego NPV przedsięwzięcia, nawet dla scenariusza umiarkowanie pesymistycznego. Tak więc jednoznaczna ocena ryzyka, pomimo znaczącego zapasu błędu oszacowania kosztów infrastruktury informacyjnej, jest trudna do sformułowania. Argumentem przemawiającym za stwierdzeniem o niskim ryzyku na zmianę kosztów infrastruktury informacyjnej może być małe prawdopodobieństwo, że faktyczne koszty wykonywanych usług w zakresie budowy bazy danych opisowych i geometrycznych mogą różnić się w zależności od regionu kraju kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt razy.

Zestawiając poziom parametru opłacalności przedsięwzięcia (NPV) z poziomem ryzyka w ramach bezwzględnego kryterium decyzyjnego można powiedzieć, że komponent I spełnia wymogi pozytywnej decyzji przemawiającej za jego wdrożeniem i eksploatacją.

Literatura

- BRIGHAM E.F., Zarządzanie finansami, tom 1 i 2, PWE Warszawa 2006.
- CRAWFORD G., SEN B., Instrumenty pochodne – narzędzie podejmowania decyzji finansowych, Warszawa 1998.
- JAJUGA K., JAJUGA T., Inwestycje. Instrumenty finansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- KRAWCZYK E., Szacunek kosztów i korzyści budowy oraz wdrażania Zintegrowanego Systemu Informacji o nieruchomościach. Efektywność projektu inwestycyjnego ZSIN, GUGiK, Warszawa 2004.
- OSTROWSKA E., Ryzyko inwestycyjne. Identyfikacja i metody oceny, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1999.
- ROGOWSKI W., Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004.
- Ankieta „Koszty poniesione w 2004 r.w powiatach na prace mające na celu uzupełnienie operatu ewidencyjnego o brakujące dane dotyczące: gruntów, budynków, lokali. GUGiK 2004.

The Use of Sensitiveness Analysis to the Effectiveness' Risk of Building and Implementation of the Cadastre Communications System

Abstract

Results of the analysis of building and implementation of the cadastre communications system effectiveness' risk, quantified by NPV algorithm, clearly justifies introducing two models of assumed costs identified as a risk factor. Indirect methods used for risk measuring, based on the basis scenario of the most possible costs of communications infrastructure confirmed meeting the positive criterion based on NPV algorithm. Both sensitivity ratio model and relative and absolute margin of safety permit large elasticity in the scope of shaping costs of communications infrastructure leaving reserve exceeding 50% increase from values implemented in forecasts. The limit of profitability, quantified by condition of $NPV < 0$, is raising these costs to the amount of 169 409 351 PLN per year (totally during nine years to the amount of 1 524 684 159 PLN).

