

Dariusz Skorupka

Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych we Wrocławiu

ZARZĄDZANIE RYZYKIEM W PRZEDSIĘBIORSTWIE BUDOWLANYM

Streszczenie: Zarządzanie ryzykiem w czasie recesji jest wyjątkowo ważne, ponieważ może decydować o przetrwaniu bądź upadku przedsiębiorstwa. Problem ten szczególnie dotyczy przedsiębiorstw budowlanych, a w konsekwencji całej branży budowlanej oraz przedsiębiorstw współpracujących z tą branżą. Jest to zatem problem złożony, a spektrum jego oddziaływania można zaobserwować na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych.

W artykule rozważono kwestie analizy czynników ryzyka wpływających na realizację przedsięwzięć budowlanych. Na podstawie autorskiej metody MOCRA (*Method of Construction Risk Assessment*) zaproponowano identyfikację i kwantyfikację czynników ryzyka oraz ich alokację w harmonogramach rzeczowo-finansowych. Propozycja została zobrażowana na praktycznym przykładzie analizy ryzyka w realizowanym przedsięwzięciu.

1. Wstęp

Zarządzanie ryzykiem w warunkach recesji nabiera specjalnego znaczenia. W obecnej sytuacji dekoniunktury gospodarczej prawidłowa ocena ryzyka nie jest kwestią wysokości zysku, ale kwestią decydującą o przetrwaniu bądź upadłości przedsiębiorstwa. Przykładów potwierdzających tę tezę jest wiele. Najbardziej wyrazisty w tym względzie jest rynek deweloperski. O jego problemach i problemach przedsiębiorstw budowlanych szeroko rozpisuje się prasa, a ich słabe wyniki potwierdzają indeksy giełdowe. Dlatego warto zastanowić się nad możliwością identyfikacji i kwantyfikacji czynników ryzyka, które umożliwią jego prawidłową ocenę, a w konsekwencji zarządzanie ryzykiem realizacji przedsięwzięć budowlanych.

Zarządzanie ryzykiem jest różnie definiowane, ale zasadniczo polega na identyfikacji czynników ryzyka, ich kwantyfikacji, możliwej redukcji oraz reakcji na ryzyko. Przy czym dwa pierwsze elementy, czyli identyfikacja i kwantyfikacja ryzyka, odgrywają główną rolę w efektywnym zarządzaniu ryzykiem i to przede wszystkim na nich autor skoncentrował swoje badania. Analizy i wnioski dotyczące powyższych problemów badawczych stanowią *clou* artykułu.

2. Specyfika przedsięwzięć budowlanych

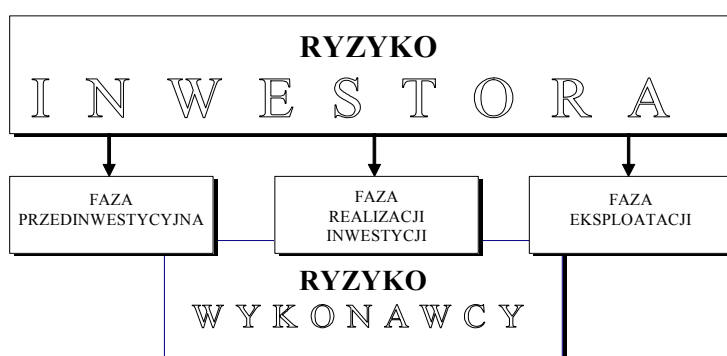
Cechą charakterystyczną rynku budowlanego jest jego różnorodność. Przedsiębiorstwa budowlane realizują obiekty mostowe, drogowe oraz obiekty w zakresie budownictwa ogólnego (przemysłowe, biurowe, mieszkalne itp.). Proces realizacji obiektu nazywany jest przedsięwzięciem budowlanym. W związku z tym, że produkcja przedsiębiorstw budowlanych sprowadza się faktycznie do realizacji przedsięwzięć budowlanych, można założyć, iż ryzyko realizacji przedsięwzięć odnosi się wprost do ryzyka przedsiębiorstw. Przedsięwzięcia budowlane traktowane są jako szczególny rodzaj działania zorganizowanego. T. Kasprowicz w monografii *Inżynieria przedsięwzięć budowlanych* [Kasprowicz 2002] twierdzi, że „Przedsięwzięcie budowlane to proces inwestycyjny związany z budową, modernizacją, montażem, remontem bądź rozbiórką obiektów budowlanych lub tymczasowych obiektów budowlanych”. Inna definicja [Kasprowicz 2002] odnosząca się do procesu budowlanego opisuje go jako zespół technologicznie powiązanych procesów produkcyjnych (robót), który może występować na placu budowy lub zapleczu. Procesy produkcyjne możemy podzielić na procesy zasadnicze i pomocnicze. Proces pomocniczy może występować poza wznoszonym obiektem. Natomiast procesy zasadnicze występują na obiekcie. Proces budowlany jest ponadto procesem skierowanym, skończonym i acyklicznym. Acykliczność procesu budowlanego, czyli jego niepowtarzalność, generuje problemy dotyczące identyfikacji czynników ryzyka. Nie można zastosować prostego przeniesienia statystyk dotyczących zagrożeń, faktycznie bowiem obiekty budowlane są niepowtarzalne. Powtarzalne są za to pewne procesy zachodzące w trakcie realizacji przedsięwzięć budowlanych i wiedza o nich może ułatwić tworzenie baz danych. Przy identyfikacji czynników ryzyka należy także pamiętać, że przedsiębiorca budowlany ponosi zazwyczaj ryzyko związane jedynie z realizacją przedsięwzięcia budowlanego. Wyjątek stanowią firmy deweloperskie. Powinno się zatem rozgraniczać ryzyko inwestora i przedsiębiorstwa budowlanego.

3. Ryzyko inwestora i ryzyko przedsiębiorcy

Ryzyko inwestora i przedsiębiorcy, wykonawcy obiektu budowlanego, to dwa zbiory możliwych zagrożeń posiadające niewielką część wspólną (rys. 1). Przy zawieraniu umów między inwestorem a realizatorem na wykonanie inwestycji budowlanej zazwyczaj istnieje bardzo silna presja ze strony inwestora na transfer ryzyka, czyli przeniesienie go na wykonawcę lub podwykonawców.

Narzędzia do analizy ryzyka realizacji inwestycji budowlanych, które mogą być wykorzystane przez wykonawcę obiektu, można sprowadzić do metod sieciowych (metoda PERT – *Program Evaluation and Review Technique* i jej modyfikacje) oraz aplikacji softwarowych umożliwiających wprowadzanie zakłóceń do

harmonogramu Adamieckiego-Gantta (np. Risk 4.1. for Project). Oprogramowania są drogie i niedopracowane metodycznie, a metoda PERT nie jest pozbawiona wad. Zgodnie z literaturą [Skorupka 2007]: „w praktyce podważa się dokładność metody PERT, ponieważ nieuwzględnianie wpływu ciągów czynności równoległych, które nie znajdują się na ścieżce krytycznej, na ryzyko realizacji przedsięwzięcia w planowanych terminach prowadzi do wniosku, że złożoność i wielkość przedsięwzięcia nie ma wpływu na terminowość jego realizacji, co jest oczywistą nieprawdą. Ten zarzut nie zmienia faktu, że w harmonogramowaniu przedsięwzięć budowlanych metoda PERT pozostaje jedną z najczęściej wykorzystywanych”.



Rys. 1. Model ideograficzny ryzyka inwestora i wykonawcy

Źródło: opracowanie własne.

Inną metodą, na którą warto zwrócić uwagę, jest metoda D-CPM. Metoda pozwala modelować czynności względem siebie niezależne, alternatywne, ale równowarte (ekwiwalentne). Realizacja programu polega na zbadaniu zestawu wariantów podanych w sieci w przedziale start-zakończenie. W modelu graficznym przedstawia się: działania – węzły (wierzchołki grafu w postaci kółek), węzły wyboru decyzji – węzły – trójkąty, strzałki oznaczające przepływy logiczne. W opisie działania uwzględnia się: czas realizacji, koszt realizacji, liczbę umowną, określającą udział czynności w drogach alternatywnych. Zasadniczą zaletą metody jest możliwość opracowania w sieci rozwiązań alternatywnych, inaczej niż w metodach PERT, CPM, czy GASP, gdzie takich możliwości nie ma. Pomimo nietypowych zalet metoda D-CPM nie znalazła szerokiego zastosowania w budownictwie. Szerszy opis wymienionych metod można znaleźć w literaturze [Karlsen, Lereim 2005; Kowalczyk, Zabielski 2005; Skorupka 2007; Winegard, Warhoe 2003].

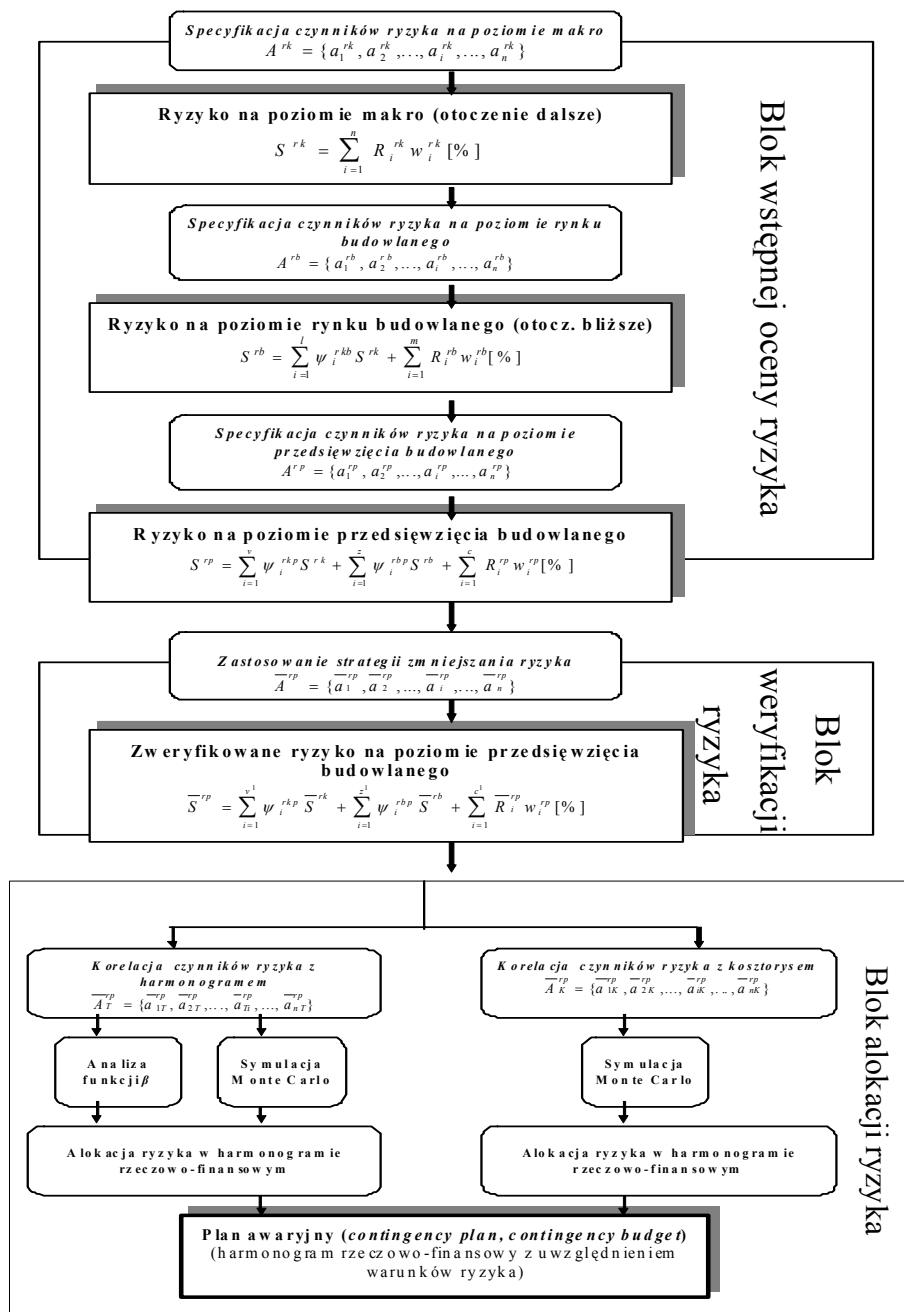
Z przeprowadzonych badań wynika, że w przypadku zastosowania systemu generalnego wykonawcy całe ryzyko, a przynajmniej duża jego część, związane z realizacją przedsięwzięcia budowlanego spada na realizatora. Inwestor ponosi ryzyko płynności finansowania inwestycji oraz ryzyko zwrotu nakładów finansowych w fazie eksploatacji obiektu budowlanego.

Z kolei w zdecydowanej większości przypadków (wiedza potwierdzona badaniami) faza eksploatacji nie dotyczy wykonawcy, oprócz okresu gwarancyjnego. Czy zatem metody analizy i oceny ryzyka, przeznaczone dla inwestora, można w sposób bezpośredni zastosować do oceny ryzyka ponoszonego przez realizatora? Zdaniem autora zdecydowanie nie. Dlatego przeprowadzono proces badawczy, którego efektem było opracowanie nowej metody o nazwie MOCRA (*Method of Construction Risk Assessment*).

4. Metoda oceny ryzyka przedsięwzięcia budowlanego MOCRA

MOCRA jest metodą autorską. Proponowany w metodzie początek analizy to identyfikacja czynników ryzyka. Kolejnym elementem jest ich specyfikacja, w której uwzględnia się specyfikę polskiego rynku budowlanego i dopasowuje listę czynników ryzyka do rodzaju realizowanego przedsięwzięcia budowlanego. Po przeprowadzeniu identyfikacji i specyfikacji czynników ryzyka dokonuje się ich kwantyfikacji. Wstępna ocena ryzyka realizacji przedsięwzięcia budowlanego to kolejny element analizy. Pierwszy stopień analizy to ocena ryzyka na poziomie makro, która sprowadza się najczęściej do analizy ryzyka krajowego. Drugi stopień to analiza na poziomie branży budowlanej i ostatni na poziomie realizowanego przedsięwzięcia. Na tym etapie może nastąpić rezygnacja (ze strony wykonawcy) z realizacji przedsięwzięcia budowlanego, jeśli wstępna ocena ryzyka będzie nie do zaakceptowania przez potencjalnych realizatorów. W przeciwnym wypadku zastosowanie metody umożliwia ponowną weryfikację czynników ryzyka oraz analizę możliwości zmniejszenia ich niekorzystnego wpływu na realizowane przedsięwzięcie lub całkowitą eliminację przez moduł zmniejszania ryzyka. Na rysunku 2 przedstawiono skrócony opis algorytmu. Poniżej przedstawiono zmienne zastosowane w opisie matematycznym metody:

- A^{rk} – zbiór czynników ryzyka (kryteriów oceny ryzyka) na poziomie makro,
- a_i^{rk} – i -ty czynnik ryzyka na poziomie makro,
- w_i^{rk} – i -ta waga na poziomie makro,
- n – liczba czynników ryzyka na poziomie makro,
- R_i^{rk} – i -te ryzyko związane z wystąpieniem czynnika a_i^{rk} na poziomie makro,
- $P(a_i^{rk})$ – prawdopodobieństwo wystąpienia i -tego niekorzystnego zdarzenia (czynnika) na poziomie makro,
- $C(a_i^{rk})$ – konsekwencja (wpływ na realizację projektu) wystąpienia i -tego niekorzystnego zdarzenia (czynnika),
- S^{rk} – suma ważona ryzyka – kompleksowe ryzyko na poziomie makro,
- A^{rb} – zbiór czynników ryzyka (kryteriów oceny ryzyka) na poziomie rynku,
- a_i^{rb} – i -ty czynnik ryzyka na poziomie rynku,



Rys. 2. Model ideograficzny metody MOCRA

Źródło: opracowanie własne.

- w_i^{rb} – i -ta waga na poziomie rynku,
- d – liczba czynników ryzyka na poziomie rynku budowlanego,
- ψ_i^{rkb} – współczynnik relacji określający wpływ całościowego ryzyka poziomu makro na i -ty czynnik ryzyka rynku budowlanego,
- R_i^{rb} – i -te ryzyko związane z wystąpieniem czynnika a_i^{rb} na poziomie rynku budowlanego, które nie są w relacji z ryzykiem na poziomie makro,
- $R_{\psi_i}^{rkb}$ – i -te ryzyko na poziomie rynku budowlanego będące w relacji z ryzykiem na poziomie makro. Pozostałe oznaczenia – jak wyżej,
- S^{rb} – kompleksowe ryzyko na poziomie rynku budowlanego,
- l – liczba czynników ryzyka będących w relacji z poziomem makro,
- m – liczba czynników ryzyka, które nie są w relacji z poziomem makro,
- A^{rp} – zbiór czynników ryzyka (kryteriów oceny ryzyka) na poziomie przedsięwzięcia,
- a_i^{rp} – i -ty czynnik ryzyka na poziomie przedsięwzięcia,
- w_i^{rp} – i -ta waga na poziomie przedsięwzięcia,
- f – liczba czynników ryzyka na poziomie przedsięwzięcia,
- ψ_i^{rkp} – współczynnik relacji określający wpływ całościowego ryzyka poziomu makro na i -ty czynnik ryzyka z poziomu przedsięwzięcia,
- ψ_i^{rbp} – współczynnik relacji określający wpływ całościowego ryzyka poziomu rynku budowlanego na i -ty czynnik ryzyka poziomu przedsięwzięcia,
- R_i^{rp} – i -te ryzyko związane z wystąpieniem czynnika a_i^{rp} na poziomie przedsięwzięcia, które nie są w relacji z ryzykiem na poziomie rynku budowlanego i makro,
- $R_{\psi_i}^{rkp}$ – i -te ryzyko na poziomie przedsięwzięcia, będące w relacji z ryzykiem na poziomie makro,
- $R_{\psi_i}^{rbp}$ – i -te ryzyko na poziomie przedsięwzięcia, będące w relacji z ryzykiem na poziomie ryzyka rynku budowlanego. Pozostałe oznaczenia – jak wyżej,
- S^{rp} – kompleksowe, ostateczne ryzyko na poziomie przedsięwzięcia,
- v – liczba czynników ryzyka przedsięwzięcia będących w relacji z poziomem ryzyka makro,
- z – liczba czynników ryzyka przedsięwzięcia będących w relacji z poziomem ryzyka rynku budowlanego,
- c – liczba czynników ryzyka, które nie są w relacji z innymi poziomami ryzyka,
- \bar{S}^{rp} – zweryfikowane (zmniejszone) ryzyko na poziomie przedsięwzięcia,
- v^1 – liczba, po weryfikacji, czynników ryzyka przedsięwzięcia będących w relacji z poziomem ryzyka makro,

- z^1 – liczba, po weryfikacji, czynników ryzyka przedsięwzięcia będących w relacji z poziomem ryzyka rynku budowlanego,
- c^1 – liczba, po weryfikacji, czynników ryzyka, które nie są w relacji z innymi poziomami ryzyka.

Pełny opis metody wraz z rozbudowanym przykładem znajduje się w literaturze [Skorupka 2007]. W kolejnym zagadnieniu przedstawiono krótki, jedynie opisowy ze względu na ograniczenia redakcyjne, przykład zastosowania metody.

5. Przykład analizy ryzyka

Przedstawiony przykład został opracowany na bazie przedsięwzięcia budowy sali gimnastycznej z krytą pływalnią przy Zespole Szkół – Centrum Kształcenia Ustawicznego w Żarnowcu. Budowa była jedną z paru monitorowanych w procesie badawczym. Przedsięwzięcie obejmowało: budowę obiektu podstawowego – sali gimnastycznej z zapleczem, przebudowę części budynku szkoły, przebudowę budynku warsztatów na kotłownię centralnego ogrzewania, budowę przyłącza wodociągowego oraz budowę przyłącza sanitarnego. Zasadniczym celem analizy przedsięwzięcia było zbadanie, jakie czynniki ryzyka i w jaki sposób wpływają na realizację inwestycji, a szczególnie na czas i koszt jej realizacji.

W celu sprawdzenia opłacalności przedsięwzięcia i przygotowania oferty wykonano kosztorys. Jego fragment został przedstawiony w tab. 1.

Tabela 1. Zestawienie elementów scalonych kosztorysu – fragment

Lp.	Nazwa	Robocizna	Materiały	Sprzęt	Kp	Z	Razem
1	Roboty ziemne – wykopy	9 768,99		25 153,29	15 707,40	4 055,82	54 685,50
2	Fundamenty – stopy i ławy	3 951,05	27 594,47	3 690,51	3 438,05	886,28	39 560,36
14	Ściany konstrukcyjne warstwowe	4 076,53	8 640,86	77,38	1 871,95	483,12	15 149,84
15	Podłoga systemowa sali sportowej	1 903,11	200 056,50	27,09	869,81	222,19	203 078,70
21	Dachy i pokrycie – nad salą	18 128,68	395 479,12	2 555,32	9 320,44	2 406,71	427 890,27
22	Stolarka – drzwi płytowe	519,02	16 274,49	93,93	276,32	71,34	17 235,10
33	Roboty zewnętrzne – elewacje	9 171,59	17 589,89	801,48	4 479,10	1 159,52	33 201,58
34	Modernizacja kotłowni – wykończenie	1 613,10	7 274,97	207,37	819,19	210,37	10 125,00
Razem		162 521,99	1 380 695	82 091,65	110 081,1	28 390,9	1 763 780,9

Źródło: opracowanie własne na podstawie zebranych materiałów.

Na bazie elementów scalonych kosztorysu przygotowano plan rzeczowo-finansowy, który obejmował harmonogram realizacji poszczególnych zadań, a dokładnie ich koszt i czas. Plan taki jest jednym z zasadniczych dokumentów w procedurze przetargowej. Następnie, w zakresie analizy ryzyka, policzono kontyngencję kosztów realizacji przedsięwzięcia. Do obliczenia kontyngencji zastosowano

metodę MOCRA (cały obszerny opis zastosowania metody znajduje się w monografii [Skorupka 2007]). Zgodnie z metodyką MOCRA w pierwszej kolejności dokonano identyfikacji czynników ryzyka na poziomie makro, następnie na poziomie rynku budowlanego oraz na poziomie przedsięwzięcia budowlanego. W kolejnym kroku skwantyfikowano ryzyko na poszczególnych poziomach i policzono ryzyko całościowe. Następnie zredukowano ryzyko i dokonano jego alokacji w planie rzeczowo-finansowym, co pozwoliło na opracowanie planu awaryjnego. W planie tym przedstawiono ewentualne zmiany kosztów i czasu realizacji przedsięwzięcia w wyniku wystąpienia czynników ryzyka. Finalnie na podstawie awaryjnego planu rzeczowo-finansowego opracowano kontyngencję kosztów (tab. 2).

Tabela 2. Koszty planowane, symulowane i rzeczywiste

Miesiąc	Plan rzeczowo-finansowy	Wykonanie budowy	Symulacja wpływów czynników ryzyka na budżet
1	58 495,77	165 234,00	62 888,80
2	329 394,20	345 666,00	356 895,06
3	467 344,97	507 966,00	506 564,75
4	858 134,18	840 186,00	928 617,10
5	1 148 434,91	1 190 186,00	1 243 593,39
6	1 318 093,75	1 410 307,00	1 426 824,94
7	1 473 585,05	1 543 757,00	1 594 755,54
8	1 726 544,04	1 683 757,00	1 869 494,05
9	1 763 779,14	1 803 757,00	1 909 714,61
Kontyngencja kosztów $190\,9714,61 - 1\,763\,779,14 = 145\,935,47$			

Źródło: opracowanie własne na podstawie zebranych materiałów.

W tabeli 2 zestawiono wyniki prowadzonych analiz, w kolejności: koszt planowany (plan rzeczowo-finansowy), rzeczywisty koszt produkcji (koszt realizacji przedsięwzięcia budowlanego) oraz wyniki symulacji (budżet awaryjny budowy), na podstawie którego obliczono kontyngencję kosztów.

6. Podsumowanie

W artykule nie poruszono paru kwestii dotyczących efektywności zarządzania przedsiębiorstwem, które mają oczywisty wpływ na jego funkcjonowanie w warunkach kryzysu. Na przykład nie odniesiono się do problemu zarządzania zasobami ludzkimi, traktując go jako obszar dobrze opisany i dotyczący wszystkich przedsiębiorstw, a nie tylko przedsiębiorstw budowlanych. Założono także, że efektywna realizacja przedsięwzięć budowlanych jest kwestią decydującą o przetrwaniu bądź upadku przedsiębiorstwa. Wprawdzie z punktu widzenia ekonomicznego może się wydawać, że przy analizie ryzyka wystarczy szacunkowa ocena, jednak autor twierdzi, iż proponowana szczegółowa i skrupulatna analiza daje lep-

sze efekty, a w konsekwencji bardziej trafne prognozy. Dodatkową zaletą prowadzonej analizy jest wprowadzenie procedur identyfikacji i kwantyfikacji ryzyka, co powinno poprawić diagnozowanie zagrożeń przedsiębiorstwa w warunkach dekonunktury gospodarczej, a po recesji spowodować jego umocnienie na rynku.

Literatura

- Karlsen J.T., Lereim J., *Management of Project Contingency and Allowance*, Cost Engineering, „The AACE International Journal of Cost Estimation, Cost/ Schedule Control, and Project Management”, Morgantown 2005.
- Kasprowicz T., *Inżynieria przedsięwzięć budowlanych*, Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu, Warszawa 2002.
- Kowalczyk Z., Zabielski J., *Kosztorysowanie i normowanie w budownictwie*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna, Warszawa 2005.
- Skorupka D., Hastak M., *Identification and Analysis of Risk Indicators of an Increase in Construction Project Costs*, Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej – Problemy w Budownictwie, Krynica 2006.
- Skorupka D., *Metoda identyfikacji i oceny ryzyka realizacji przedsięwzięć budowlanych*, WAT, Warszawa 2007.
- Skorupka D., *Neural Networks in Risk Management of Project*, 2004 AACE International Transaction (CSC.1.51– CSC.1.57), The Association for the Advancement of Cost Engineering, USA, Washington 2004.
- Skorupka D., *Risk Management in Building Projects*, 2003 AACE International Transaction (CSC.1.91 – CSC.1.96), The Association for the Advancement of Cost Engineering, USA, Orlando 2003.
- Skorupka D., *The Method of Identification and Quantification of Construction Projects Risk*, „Archives of Civil Engineering”, LI, 4, 2005.
- Winegard A., Warhoe S.P., *Understanding Risk to Mitigate Changes and Avoid Disputes*, AACE International Transaction, The Association for the Advancement of Cost Engineering, Orlando 2003.

RISK MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION FIRMS

Summary: Risk management in the conditions of recession is very important. In such a situation the property process of risk management can decide about surviving or collapsing a construction firm. There are a lot of cases confirming this opinion. One of them is a developing construction market. Its problems are discussed in media and their effects can be seen on the Warsaw Stock Exchange.

The article concerns the issue of analyzing the risk of construction work projects and allocation risk indicators in construction schedules. It presents the mathematical model of risk identification, quantification and allocation.

The article concludes with summing-up the opinion of practical advantages of allocation of quantification risk.