

Współczesna Gospodarka



Contemporary Economy
Electronic Scientific Journal
www.wspolczesnagospodarka.pl

Vol. 3 Issue 4 (2012) 35-42
ISSN 2082-677X

RYZIKO W PROJEKTACH INFORMATYCZNYCH - STATYSTYCZNE NARZĘDZIA OCENY

Jacek Winiarski

Streszczenie

Celem artykułu jest prezentacja możliwości wykorzystania narzędzi statystycznych do oceny wielkości ryzyka wykonania projektów informatycznych. W tekście zaprezentowano autorską interpretację zjawiska ryzyka występującego w procesach realizacji projektów IT oraz dokonano oceny przydatności wybranych narzędzi statystycznych mogących znaleźć zastosowanie w analizie zagrożeń mogących spowodować odstępstwa do zaplanowanych wielkości zasobów danego przedsięwzięcia.

Słowa kluczowe: ryzyko, projekty informatyczne, statystyczne miary ryzyka.

Wstęp

Wraz z rozwijającą się globalną integracją procesów gospodarczych stopniowo zanikają tradycyjne ramy organizacji gospodarczych, powstają nowe interdyscyplinarne przedsiębiorstwa, których funkcjonowanie jest realizowane poprzez zarządzania projektami.

Jeżeli ciąg po sobie następujących działań (zadań) posiada zdefiniowany wspólny i niepowtarzalny cel, określony dzień rozpoczęcia i zakończenia oraz są przyporządkowane do wyszczególnionych działań zasoby (np. ludzkie, finansowe, jakościowe), wówczas należy taki łańcuch czynności, jako tzw. projekt. Nasuwają się pytania: czy współczesna gospodarka potrzebuje zarządzania poprzez projekty? Czy jest to efektywny sposób organizacji pracy w przedsiębiorstwie?

Znawcy tematyki twierdzą, że nic bardziej pracowników nie integruje, niż razem wykonywane i ukończone zadanie. Wspólne dążenie do celu wzmacnia determinację, stymulując do zwiększonej wydajności pracy. Własności te stanowią jeden z filarów koncepcji zarządzania poprzez projekty działalnością organizacji gospodarczej.

1. Ryzyko w przedsięwzięciach gospodarczych

Projekt to zbiór czynności (zadań) i , które: są ze sobą powiązane, zmierzają do osiągnięcia określonego celu, posiadają zaplanowany początek i koniec. Każdy projekt jest zdefiniowany przez produkt końcowy (zakres), czas i koszty realizacji. W przeciwieństwie do procesu, projekt wykonuje się tylko raz¹.

Zarządzanie projektem to zbiór czynności ukierunkowanych na osiągnięcie wyznaczonych celów przy założonym czasie i budżecie. Jest to nauka o utrzymywaniu ryzyka niepowodzenia przedsięwzięcia na możliwie niskim poziomie w całym cyklu życia projektu.

Na przebieg każdego zadania i wchodzącego w skład projektu może wpływać wiele czynników powodujących, że podczas jego wykonania nie będą zachowane planowane wielkości czasu, budżetu, zakresu czy też jakości. Przyjmuje się, że projekt jest zbiorem zadań o liczebności skończonej i policzalnej. Zadań wchodzących w skład projektu jest n , gdzie $i \in (1, \dots, n)$.

Liczba zdarzeń mogących spowodować zmiany wielkości planowanych jest praktycznie nieograniczona. W rzeczywistości trudno poddać szczegółowej analizie wpływ wszystkich możliwych zakłóceń na realizację planowanych zadań. Ale też nie ma potrzeby zajmowania się zdarzeniami, które albo mogą mieć nieistotny wpływ na przebieg realizacji projektu albo ich prawdopodobieństwo wystąpienia jest na tyle małe, że można je przyjąć (z akceptowalnie dużym przybliżeniem) za niemożliwe do zaistnienia.

Na potrzeby badań związanych z zarządzaniem ryzykiem w projektach przyjmuje się, że liczba zdarzeń mogących spowodować istotne odstępstwa od ustalonych planów jest policzalna i skończona. Każde z tych zdarzeń zostanie oznaczone jako j , a liczba ich w całym projekcie wynosi m . Listę zdarzeń $j \in (1, \dots, m)$, których zaistnienie może wywołać odstępstwa od planowanych wielkości przedsięwzięcia ustalają najczęściej eksperci w konsultacji z menedżerami i bezpośrednimi wykonawcami projektu.

Zdarzenia jako akcje mogące zakłócić realizację zadania i charakteryzują się następującymi elementami:

- źródło (lub źródła) - przyczyny zaistnienia możliwych zdarzeń obciążonych ryzykiem,
- oddziaływanie na przebieg projektu:
 - potencjalny *wpływ*, wyrażany najczęściej w wielkościach opisowych charakteryzujący co może zmienić materializacja danego zagrożenia,
 - *skutki* (wyrażane w wielkościach wymiernych np. finansowych czy też terminowych), wielkość oddziaływania zdarzenia na przebieg projektu zmienia się w czasie i zależy np. od stopnia zaawansowania przedsięwzięcia czy też od zmieniających się warunków wewnętrznych i zewnętrznych samego projektu jak i organizacji go wykonującej,
- *prawdopodobieństwo wystąpienia*, (jest stałe lub zmieniające się w czasie),
- *czas*:
 - występowania w stanie niewpływającym na proces realizacji przedsięwzięcia (wielkość opcjonalna),
 - czas wystąpienia (data, godzina),
 - czas oddziaływania,
 - czas konieczny na reakcję czy też likwidację ewentualnych szkód,
- *symptomy* (objawy) - zmienne, które należy obserwować, (monitorować) ich zmiana powyżej akceptowalnego poziomu wiąże się z koniecznością reakcji na:
 - zbliżające się zdarzenie, (np. zagrożenie - konieczność prewencji),
 - zaistniałe zdarzenie.

¹ M. Pańkowska, *Zarządzanie zasobami informatycznymi*, Difin, Warszawa 2001

- wyzwalacze - poziomy wielkości objawów, po przekroczeniu których należy podjąć działania (np. prewencyjne lub ratunkowe),
- pilność reakcji na zbliżające się bądź zaistniałe zdarzenie.

Na potrzeby prezentowanego artykułu nie ma konieczności określenia, które zdarzenie j (jedno lub więcej) może mieć mierzalny wpływ na zadanie projektowe i . Oczywiście jest, że w projekcie może istnieć zadanie i , na które nie ma istotnego wpływu żadne z zagrożeń j , czy też istnieje zadanie i na które może mieć wpływ jednocześnie wiele zdarzeń $j \in (1, \dots, m)$.

Istnieją również, zdarzenia j , które mogą wystąpić podczas całego czasu realizacji projektu, np. włamanie z kradzieżą do siedziby przedsiębiorstwa. Ich wpływ na przebieg realizacji przedsięwzięcia może być zróżnicowany w zależności od stopnia wykonania projektu. Włamanie z kradzieżą na początku wykonywania przedsięwzięcia zazwyczaj powoduje mniejsze straty niż na końcu, natomiast prawdopodobieństwo zaistnienia tego negatywnego zjawiska jest przez cały czas trwania projektu na tym samym poziomie.

Jeżeli dane zdarzenie j oddziałuje na więcej niż jedno zadanie i , wówczas należy jego wpływ zindywidualizować dla poszczególnych zadań i i traktować jako oddzielne zagrożenia z indywidualnym prawdopodobieństwem wystąpienia.

Zdarzenia j mogą wywierać pozytywny lub negatywny wpływ na przebieg realizacji zadania i . Przyjmijmy, że każde zdarzenie j charakteryzuje się przewidywaną wielkością wpływu z_j na proces realizacji projektu (potencjalną wielkością strat lub zysków) oraz określonym prawdopodobieństwem wystąpienia p_j . Wówczas ryzyko (oczekiwany zysk lub strata) definiuje się jako:

Ryzyko = f (wpływ na przedsięwzięcie, prawdopodobieństwo wystąpienia) (1)
lub w postaci wzoru (2):

$$E(Z) = \sum_{j=1}^m z_j p_j \quad (2)$$

Ponieważ z_j jest zmienną losową typu dyskretnego, ryzyko w ujęciu matematycznym jest wartością oczekiwaną zysku lub straty (nadzieją matematyczną) i będzie dalej oznaczane przez $E(Z)$.

Choć w nauce panuje niemal powszechna zgodność co do poprawności zaprezentowanego powyżej wzoru (1) definiującego pojęcie ryzyka (dla wielkości dyskretnych), to jego interpretacje w zależności od rozpatrywanej dziedziny bywają zdecydowanie niespójne czy wręcz różne.

Definicja ryzyka w na przestrzeni ostatnich stu lat przechodziła istotne przeobrażenia. Były one konsekwencją poszukiwania płaszczyzny, na której można byłoby budować efektywne i skuteczne systemy zarządzania ryzykiem. Pomimo długiej ewolucji pojęcia, nadal funkcjonuje wiele definicji ryzyka. Fakt, że literatura przedmiotu wymienia liczny zbiór definicji jest sygnałem niepokojącym, gdyż praktyka zarządzania ryzykiem wprost wymusza jednoznaczne zdefiniowanie tego pojęcia.

W rozważaniach dotyczących rynku inwestycji ryzyko jest pojmowane jako szansa na osiągnięcie zysku. Ryzyko staje się tym samym głównym motywem działalności gospodarczej. Podejmując określoną decyzję inwestor oczekuje zwiększonych korzyści (zysków) w przyszłości niż te, które wynikają z faktu posiadania określonego kapitału w danym momencie. To czy inwestor podejmie określoną decyzję zależy w dużej mierze od indywidualnego podejścia do ryzyka (tzw. skłonności do ryzyka)².

W procesach zarządzania projektami ryzyko jest interpretowane w węższym znaczeniu. Jest ono traktowane jako element zagrożenia osiągnięcia celu. Nie podejmuje się analizy zdarzeń pozytywnie wpływających na przebieg przedsięwzięcia.

² A. Malina, B. Pawełek, S. Wanat, A. Zeliaś, *Statystyczne metody oceny ryzyka w działalności gospodarczej*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1998

Ryzyko porównywane jest do możliwości realizacji niepożądanych, negatywnych konsekwencji zdarzenia, czyli strat w określonym środowisku i przedziale czasowym³.

Chapman uważa, że ryzyko to zagrożenie osiągnięcia celu przedsięwzięcia⁴. Jeżeli sukces przedsięwzięcia jest mierzony wielkościami finansowymi, wówczas ryzyko w tej definicji oznacza prawdopodobieństwo zwiększenia kosztów ponad wielkość, która była zaplanowana.

Dla inicjatyw gospodarczych z obszaru IT⁵ na potrzeby niniejszego artykułu została przyjęta definicja ryzyka stosowana w analizie finansowej. Taka interpretacja jest możliwa przy założeniu, że projekt informatyczny to przedsięwzięcie innowacyjne. Wówczas ryzyko określa się jako sumę, którą przedsiębiorstwo jest w stanie stracić w razie niepowodzenia projektu pomnożoną przez niepewność⁶.

2. Statystyczne miary ryzyka

Do statystycznej analizy ryzyka w pracach projektowych z zakresu informatyki stosowane są następujące miary: wartość średnia, mediana, wartość modalna, wariancja, odchylenie standardowe, semiwariancja, współczynnik asymetrii, moment centralny rzędu trzeciego, poziom istotności i ufności, przedział ufności.

Wartość *średnia arytmetyczna* jest wyliczana ze wzoru (3):

$$z_{sr} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m z_j \quad (3)$$

Średnia arytmetyczna jest miarą położenia rozkładu i jednocześnie miarą tendencji centralnej. Zaletą tej miary jest to, że każda zmiana dowolnego elementu badanego zbioru pociąga za sobą zmianę wartości średniej.

W analizie ryzyka wielkość z_{sr} jest średnią wielkością wpływu (np. kosztu), jaki potencjalnie będzie musiał ponieść inwestor w przypadku zaistnienia zdarzenia j wymuszającego konieczność zmiany planowanych parametrów projektu.

Średnia arytmetyczna to estymator nieobciążony i jednocześnie estymator największej wiarygodności wartości oczekiwanej zmiennej losowej wówczas, gdy liczba zdarzeń jest dostatecznie duża lub rozkład zmiennej jest normalny. W przypadku, gdy liczba obserwacji jest niewielka, lub rozkład nie jest normalny, np. występują elementy odstające, bardziej wiarygodne wyniki może dawać mediana.

Mediana - jest wartością środkową lub drugim kwartylem. W naukach statystycznych to wartość cechy w szeregu uporządkowanym, powyżej i poniżej której znajduje się jednakowa liczba zdarzeń.

Mediana jest powszechnie stosowana w analizach ryzyka występującego podczas planowania i realizacji projektów jako wielkość znacznie bardziej odporna na elementy odstające niż średnia arytmetyczna. Cecha ta jest zazwyczaj postrzegana jako najważniejsza zaleta, jednak w wyjątkowych sytuacjach może być uważana za wadę, gdyż nawet duże zmiany skrajnych zdarzeń mogą istotnie nie wpływać na jej wartość.

Wartość modalna (dominanta) to jedna z miar tendencji centralnej. Dla zmiennej losowej o rozkładzie ciągłym jest to wartość, dla której funkcja gęstości prawdopodobieństwa posiada

³ M. Pańkowska, *Zarządzanie zasobami informatycznymi*, Difin, Warszawa 2001

⁴ Ch. Chapman, S. Ward S., *Project risk management processes, techniques and insights*, J. Wiley & Sons, Chichester 1997

⁵ Projekty informatyczne są w niniejszym tekście interpretowane w ujęciu szerokim. Są to przedsięwzięcia polegające na budowie systemów komputerowych oraz ich kompletnym wdrożeniu (wraz z niezbędną infrastrukturą sprzętową).

⁶ M. Sierpińska, T. Jachna, *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994

wielkość największą. Natomiast dla zmiennych o rozkładzie dyskretnym (jakim jest zmienna z_j) jest wartością o największym prawdopodobieństwie wystąpienia lub wartością najczęściej występującą w próbie.

W procesach zarządzania ryzykiem w projektach dominanta to bardzo ważny miernik. Oznacza ona, które zdarzenie j posiada największe prawdopodobieństwo wystąpienia.

Wariancja $V(Z)$ to jedna z podstawowych ilościowych charakterystyk zjawiska ryzyka. Jest ona średnią ważoną kwadratów odchyłeń możliwych strat, dotyczących konkretnych wyników z_j od oczekiwanej straty, $E(Z)$.

$$V(Z) = \sum_{j=1}^m [z_j - E(Z)]^2 p_j \quad (4)$$

Wariancja przyjmuje zawsze wartości nieujemne, przy czym wartość równą zero posiada tylko wówczas, gdy wszystkie możliwe do uzyskania wyniki są jednakowe. Wówczas ryzyko nie istnieje. Z zależności (4) wynika, że im większe odchylenie indywidualnego ryzyka (będącego konsekwencją zaistnienia zdarzenia j) od wielkości wartości oczekiwanej ryzyka (1) $E(Z)$ tym większa wariancja, tym samym większe ryzyko związane z podjęciem określonej decyzji.

Wariancja jako charakterystyka poziomu ryzyka nie jest wygodna z punktu widzenia interpretacji, dlatego też w praktyce do tego celu wykorzystuje się odchylenie standardowe.

Odchylenie standardowe $S(Z)$ to pierwiastek kwadratowy z wariancji, wyraża się ono wzorem (5):

$$S(Z) = [V(Z)]^{\frac{1}{2}} = \left[\sum_{j=1}^m [z_j - E(Z)]^2 p_j \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Odchylenie standardowe przyjmuje wartości nieujemne. Im wyższe jest odchylenie standardowe, tym większe ryzyko związane z podjęciem określonej decyzji dotyczącej zdarzenia j . Odchylenie równe zero oznacza brak ryzyka przy podejmowaniu decyzji.

Odchylenie standardowe to jedna z najczęściej stosowanych miar w analizie ryzyka, pozwala ona na wyznaczenie procentowych obszarów rozkładu próby wokół wartości średniej $E(Z)$.

Obok odchylenia standardowego niekiedy stosuje się *współczynnik zmienności*. Jest to wielkość wyrażana wzorem (6):

$$W(Z) = \frac{S(Z)}{z_{sr}} \quad (6)$$

Współczynnik zmienności to klasyczna miara zróżnicowania rozkładu cechy. W odróżnieniu od odchylenia standardowego, które określa bezwzględne zróżnicowanie cechy, współczynnik zmienności jest miarą względną, czyli zależną od wielkości średniej arytmetycznej. Współczynnik zmienności zazwyczaj podaje się w procentach. Jest on stosowany najczęściej przy porównywaniu zróżnicowania cechy w dwóch różnych rozkładach⁷.

Semiwariancja to miara uwzględniająca jedynie ujemne odchylenia od wartości oczekiwanej ryzyka $E(Z)$. Ponieważ ryzyko jest analizowane w niektórych przedsięwzięciach jedynie dla efektów niepożądanych, to uzasadnione jest uwzględnienie jedynie odchyłeń ujemnych. Wówczas semiwariancję oblicza się z wzoru (7):

$$V_s(Z) = \sum_{j=1}^m d_j^2 p_j \quad (7)$$

gdzie:

⁷ A. Stabryła, *Zarządzanie projektami ekonomicznymi i organizacyjnymi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006

d_j - ujemne odchylenie od wartości oczekiwanej ryzyka,
 p_j - prawdopodobieństwo wystąpienia j -tego zdarzenia.
 Wielkość d_j określa się następująco (8):

$$d_j = \begin{cases} 0, & \text{gdy } z_j \geq E(Z) \\ z_j - E(Z), & \text{gdy } z_j < E(Z) \end{cases} \quad (8)$$

W praktyce zastosowanie znajduje *semiodchylenie standardowe*, które jest pierwiastkiem kwadratowym z semiwariancji (9):

$$S_s(Z) = [V_s(Z)]^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

Semiodchylenie standardowe wskazuje, o ile wynosi przeciętne odchylenie wartości indywidualnego ryzyka, związane z zaistnieniem zdarzenia j od oczekiwanego poziomu ryzyka $E(Z)$ wyznaczonego dla całego projektu.

W sytuacji, gdy rozkład gęstości prawdopodobieństwa p_j będzie zbliżony do symetrycznego, w zasadzie obojętne jest, która z opisanych powyżej miary zostanie zastosowana do analizy ryzyka. W takiej sytuacji semiwariancja jest równa w przybliżeniu połowie wariancji, a zastosowanie obu tych miar daje takie same wyniki. Projekt o mniejszym ryzyku będzie charakteryzował się odpowiednio mniejszymi wartościami tych miar.

Jeżeli natomiast rozkład gęstości prawdopodobieństwa p_j będzie wyraźnie asymetryczny, do dokładnej analizy ryzyka należy zastosować semiwariancję. Dodatkowo pomocnym narzędziem jest współczynnik asymetrii.

Współczynnik asymetrii to iloraz trzeciego momentu centralnego przez trzecią potęgę odchylenia standardowego (10):

$$A_s = \frac{M_3}{[S(Z)]^{\frac{3}{2}}} \quad (10)$$

gdzie:

M_3 - wartość trzeciego momentu centralnego,

$S(Z)$ - wartość odchylenia standardowego.

Współczynnik asymetrii A_s informuje o sile i kierunku asymetrii rozkładu. Po obliczeniu jego wielkości uzyskujemy informację, w którym z wariantów istnieje przewaga możliwych do osiągnięcia wyników lepszych (o mniejszym ryzyku) niż przeciętna wartość ryzyka wyznaczona dla całego projektu.

Moment centralny rzędu trzeciego to suma trzecich potęg odchylen wartości cechy statystycznej od wartości średniej arytmetycznej, podzielona przez $(m - 1)$. Wyraża się wzorem (11):

$$M_3 = \sum_{j=1}^m [z_j - E(Z)]^3 p_j \quad (11)$$

lub wzorem:

$$M_3 = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m \left(z_j - \frac{\sum_{j=1}^m z_j}{m} \right)^3 \quad (12)$$

Trzeci moment centralny i współczynnik asymetrii przyjmują wartość zero dla rozkładu symetrycznego, wartości ujemne dla rozkładów o lewostronnej asymetrii (wydłużone lewe ramię rozkładu) i wartości dodatnie dla rozkładów o prawostronnej asymetrii (wydłużone prawe

ramię rozkładu). Współczynnik asymetrii ma tę zaletę w porównaniu z trzecim momentem centralnym, że można jego bezwzględne wartości porównywać pomiędzy różnymi rozkładami.

Poziom istotności oznaczony przez α to prawdopodobieństwo popełnienia błędu I rodzaju polegającego na odrzuceniu hipotezy niezerowej. W praktyce oznacza maksymalne ryzyko błędu pomiarów, jakie badacz jest w stanie zaakceptować. W nauce o zarządzaniu ryzykiem w pracach projektowych przyjmuje się, że nie powinno ono być większe, niż 0,05 (czyli 5%). Z założenia tego wynika, że we wnioskowaniach statystycznych dopuszczalna jest średnio pomyłka raz na 20 razy. Takie dopuszczalne prawdopodobieństwo ryzyka popełnienia błędu I rodzaju jest nazywane poziomem istotności⁸. W innych dziedzinach nauki, w których badacze muszą być bardziej ostrożni, za poziom istotności przyjmuje się wielkości 0,01 czy też nawet 0,001.

Poziom ufności (*współczynnik ufności*) to prawdopodobieństwo $1-\alpha$. Oznacza, że rzeczywista wartość parametru np. z_i w populacji znajduje się w wyznaczonym przedziale ufności. Im większa wartość tego współczynnika, tym szerszy przedział ufności, a więc mniejsza dokładność estymacji parametru. Im mniejsza wartość $1-\alpha$, tym większa dokładność estymacji, ale jednocześnie tym większe prawdopodobieństwo popełnienia błędu. Wybór odpowiedniego współczynnika jest kompromisem pomiędzy dokładnością estymacji a ryzykiem błędu.

W praktyce przyjmuje się zazwyczaj wielkości: 0,90; 0,95 lub 0,99. Mogą one być również podane w procentach, np. $p=95\%$, co oznacza, 95 procentowe prawdopodobieństwo, że wynik pomiaru zawiera się w przedziale domkniętym ograniczonym niepewnością pomiaru.

Przedział ufności jest to wynik pomiaru podany w sposób przedziałowy. Stosowany jest wówczas, gdy poszukiwany jest przedział wartości, w którym z określonym prawdopodobieństwem znajduje się wartość badanego parametru.

W praktyce przedział ufności jest wyznaczany poprzez dodanie i odjęcie, pewnej wartości od wartości średniej. Dla całej populacji (o rozkładzie normalnym) 95% przedział ufności wyznacza się z zależności (13):

$$z_{sr} \pm 1,96 S(Z) \quad (13)$$

Gdzie 1,96 jest wielkością zmiennej losowej odczytaną z tablic rozkładu normalnego dla wartości $1-\alpha/2$.

Natomiast 95% przedział ufności dla wartości średniej z_{sr} oblicza się ze wzoru:

$$z_{sr} \pm 1,96 \frac{S(Z)}{\sqrt{m}} \quad (14)$$

Oznacza to, że z spośród wszystkich możliwych wyników z_j wybranych z całej populacji 95% będzie miało wartości w przedziale wyznaczonym przez zależność (14).

3. Wnioski końcowe

Jak wykazano w artykule, ryzyko w procesie realizacji projektów informatycznych w sensie statystycznym wyraża zmienność (niestabilność) parametrów określonego przedsięwzięcia, np. kosztów, terminów, zakresu czynności czy też wyznaczonego poziomu jakości. Ryzyko to należy mierzyć jako stopień zróżnicowania (rozproszenia) potencjalnych wyników od wielkości planowanych, który wskazuje na zagrożenia przyszłego przebiegu przedsięwzięcia.

Osobom zarządzającym ryzykiem w przedsięwzięciach z obszaru IT niezbędne są konkretne mierniki możliwe do zastosowania w praktyce (najlepiej ilościowe) określające wielkości ryzyka. Do ilościowej analizy ryzyka stosuje się wiele miar. Do najczęściej

⁸ C.L Pritchard, *Zarządzanie ryzykiem w projektach*, WIG - PRESS, Warszawa 2002

używanych w przedsięwzięciach informatycznych należą: odchylenie standardowe, poziom istotności i przedział ufności. Menedżerowie wykorzystujący te miary muszą koniecznie mieć na uwadze typ rozkładu zmiennej losowej.

Literatura

1. Chapman Ch., Ward S., *Project risk management processes, techniques and insights*, J. Wiley & Sons, Chichester 1997
2. Malina A., Pawełek B., Wanat S., Zeliaś A., *Statystyczne metody oceny ryzyka w działalności gospodarczej*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1998
3. Pańkowska M., *Zarządzanie zasobami informatycznymi*, Difin, Warszawa 2001
4. Pritchard C.L., *Zarządzanie ryzykiem w projektach*, WIG - PRESS, Warszawa 2002
5. Sierpińska M., Jachna T., *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994
6. Stabryła A., *Zarządzanie projektami ekonomicznymi i organizacyjnymi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006

THE RISK IN IT PROJECTS - STATISTICAL EVALUATION TOOLS

Summary

The purpose of this article is to present the possibility of using statistical tools to assess the magnitude of the threat of projects. The text presents the author's interpretation of the phenomenon of the risk inherent in the process of implementing IT projects and assesses the usefulness of selected statistical tools that can be used in the analysis of the risks that could cause derogation to the planned size of the resources of the project.

Keywords: risk IT projects, statistical risk measures

dr Jacek Winiarski
Uniwersytet Gdański
Wydział Ekonomiczny
Sopot, Armii Krajowej 119/121
e-mail: ekojw@ug.gda.pl