

Magdalena Kieruzel

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

REALIZACJI OPROGRAMOWANIA DO WSPOMAGANIA DZIAŁALNOŚCI PRZEDSIĘBIORSTWA NA PRZYKŁADZIE OPROGRAMOWANIA TYPU *OPEN SOURCE*

Streszczenie: W artykule zaprezentowana została idea i konstrukcja programowa oryginalnego systemu waluacji ryzyka realizacji oprogramowania, oparta na adaptacji podejścia VaR. Przedstawione zostały zagadnienia analizy ryzyka realizacji oprogramowania, oryginalna propozycja modelu oceny ryzyka produkcji oprogramowania, metoda oceny ryzyka w projektach informatycznych, jak też weryfikacja modelu. W artykule zostały uwzględnione w szczególności: duża zmienność otoczenia, wieloetapowy charakter działań przy udziale dużej liczby osób, duża złożoność i trudności w ustrukturyzowaniu zadań, niedostatecznie zaawansowane metodyki realizacji projektów informatycznych.

Słowa kluczowe: projekt informatyczny, *value at risk*, wartość zagrożona, wartość ryzykowana, metoda oceny ryzyka.

DOI: 10.15611/ie.2014.1.20

1. Wstęp

Rzeczywistość projektowa w dzisiejszych czasach odznacza się coraz większą komplikacją. Liczba jednocześnie prowadzonych przedsięwzięć informatycznych wzrasta, a w konsekwencji występują problemy związane z zarządzaniem. Każdy projekt wymaga uruchomienia funkcji planowania, w ramach której m.in. określane są zadania wraz z oszacowaniem kosztów ich realizacji. Następnie projekt jest realizowany, sprawdzany i monitorowany zgodnie z metodyką zarządzania przyjętą na początku. Wspomniane oszacowanie kosztów projektu jest ważne w odniesieniu do planowanych zysków, jakie organizacja zamierza osiągnąć po oddaniu produktu klientowi. Jednak dodatkowym aspektem generującym koszty jest możliwość wystąpienia ryzyk w obrębie realizowanych zadań. Proces analizy ryzyka nie zawsze jest uruchamiany. Decydenci wykonujący funkcje zarządzania projektem traktują

problem ryzyka jako ważny dopiero wtedy, gdy ryzyko się zmaterializuje i zaczęliśmy odczuwać skutki jego aktywności. Jest to jednak moment zbyt późny głównie ze względu na koszty. Z reguły konieczne staje się uruchomienie działań zaradczych, minimalizujących czy ograniczających skutki aktywnych ryzyk. Może się okazać, że w budżecie projektu brak jest środków na realizację tych działań. W skrajnym przypadku zasadność kontynuacji projektu może zostać postawiona pod znakiem zapytania, a w konsekwencji doprowadzić do jego przerwania lub zamknięcia. Jest to sytuacja trudna, szczególnie dlatego, że aktywacja ryzyk może nastąpić na każdym etapie prac, stąd przedwczesne zakończenie projektu i nieoddanie gotowego produktu klientowi narazi firmę nie tylko na kary wynikające z umowy, ale również nie nastąpi zwrot kapitału zaangażowanego w realizację dotychczasowych prac.

Metodyki zarządzania projektami, takie jak PRINCE2, PMBoK czy RUP, posiadają wbudowany proces zarządzania ryzykiem. Dla metodyk zarządczych typowe jest identyfikowanie wszystkich potencjalnych ryzyk, najczęściej przy udziale ekspertów, a następnie ich szacowanie. Przy czym szacowanie to prowadzone jest w sposób mało przejrzysty, można powiedzieć umowny. Najczęściej dla zidentyfikowanego ryzyka wskazuje się prawdopodobieństwo jego wystąpienia oraz wpływ, jaki będzie miało na projekt. Taki sposób oceny nie prowadzi do jednoznacznej, a więc wartościowej prezentacji ryzyka. Brak jest odpowiedzi na pytanie, ile będzie kosztowało ryzyko projektowe w wymiarze finansowym. Jest to informacja ważna zarówno dla dostawcy oprogramowania, ale również dla klienta, który także odczuje skutki niepowodzenia projektu. W związku z powyższym należałoby poszerzyć dostępny zakres oceny ryzyka o sposób, który jednoznacznie wskaże wartość potencjalnego zagrożenia łatwego w interpretacji dla wszystkich interesariuszy projektu informatycznego.

2. Metodologia *Value at Risk* jako miara służąca ocenie ryzyka rynkowego

Wartość zagrożona, zwana również wartością ryzykowaną (*value at risk*), jest powszechnie wykorzystywana przy pomiarze ryzyka rynkowego w instytucjach finansowych. Obecnie stosuje się również inne miary wywodzące się od *value at risk* należą do nich: EaR (*earings at risk*), EPSaR (*earings per share at risk*) czy CFaR (*cash flow at risk*). Służą one m.in. do wyznaczania poziomu ryzyka kredytowego, ryzyka związanego z płynnością czy też ryzyka operacyjnego. Powodem stosowania VaR jest głównie uniwersalność miary, wynikająca z faktu możliwości jej wykorzystania do wszystkich produktów będących przedmiotem obrotu w instytucjach finansowych. Metodologia VaR jest rekomendowana przez Bazylejski Komitet Nadzoru Bankowego, a w roku 1993 dyrektywą UE przyjęta została jako miara służąca ocenie ryzyka pozycji walutowych [Bałamut 2002].

W instytucjach finansowych VaR służy do wyznaczenia maksymalnej potencjalnej zmiany wartości portfela. K. Jajuga [Jajuga i in. 2000] określa VaR jako „stratę wartości taką, że prawdopodobieństwo jej osiągnięcia lub przekroczenia w zadanym okresie równe jest zadanemu poziomowi tolerancji”. Podobną definicję podaje A. Langner [2007]: VaR to „maksymalna oczekiwana wartość straty, która może wystąpić w normalnych warunkach rynkowych, w określonym czasie i z określonym prawdopodobieństwem”. W przytoczonych definicjach zwraca uwagę określenie „maksymalna wartość”: posiadając wiedzę o jej rozmiarze, możemy próbować określić kapitał, rezerwę finansową dla danego podmiotu, która stanowić będzie zabezpieczenie na wypadek powstania prognozowanej straty.

Oprócz definicji VaR ważne jest również określenie parametrów tej miary, do których należą: poziom tolerancji oraz horyzont czasu. W większości instytucji bankowych strata wyliczana jest na najbliższy dzień. Nie jest jednak konieczne stosowanie się do tych ograniczeń, a kwantyfikacja VaR może być wykonywana w zależności od potrzeb danego podmiotu. Drugim parametrem jest poziom tolerancji, który najczęściej zawiera się w przedziale od 0,90 do 0,99. Jeżeli przyjmiemy 99-procentowy poziom tolerancji (zwany również poziomem ufności), a VaR wyliczony dla kolejnego dnia wyniósł 2 mln zł, wtedy ryzyko utraty wartości większej niż 2 mln zł w kolejnym dniu jest równe 0,01.

Dostępnych jest kilka metod wyznaczania wartości ryzykowanej, z których każda ma swoje charakterystyki i możliwości dostosowane do konkretnych warunków rynkowych. Nie ma konieczności ograniczania się do jednego wyboru, trafne może być użycie kilku metod w celu sprawdzenia poprawności dokonanych obliczeń. Bałamut [2002] klasyfikuje metody wyznaczania VaR jako: metody parametryczne, nieparametryczne, symulacyjne oraz analityczne. Przykładem metody parametrycznej jest metoda wariancji-kowariancji; jej zastosowanie możliwe jest dla danych, których rozkład prawdopodobieństwa odchyłeń od wzorca jest rozkładem normalnym lub bardzo do niego zbliżonym. W metodzie tej stosujemy współczynnik zmienności reprezentowany przez odchylenie standardowe, a sposób kwantyfikacji VaR można przedstawić w postaci wzoru:

$$\text{VaR}(i) = c \cdot \sigma(i) \cdot P(i), \quad (1)$$

gdzie: c – percentyl rozkładu normalnego zależny od poziomu ufności,

$\sigma(i)$ – zmienność – wartość odchylenia standardowego,

$P(i)$ – wartość waloru, czyli wielkość ekspozycji na ryzyko.

Przedstawiony sposób wyznaczenia maksymalnej straty odnosi się do pojedynczego instrumentu finansowego (aktywum np. akcji). Jednak w praktyce konieczne jest wyznaczenie wartości ryzyka dla całego portfela z uwzględnieniem korelacji zachodzącej pomiędzy jego składnikami, stąd zasadne jest wykorzystanie teorii portfelowej H. Markowitza dla wyznaczenia odchylenia standardowego portfela według wzoru [Dowd 1998]:

$$\sigma_p^2 = [w_1, w_2, \dots, w_n] \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1, & \rho_{1,2}, & \dots & \rho_{1,n} \\ \rho_{2,1}, & 1, & \dots & \rho_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{n,1}, & \rho_{n,2}, & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

gdzie: σ_p^2 – wariancja portfela,

w_i – udział wartości instrumentu i w wartości całego portfela,

σ_i – odchylenie standardowe instrumentu i ,

$\rho_{i,j}$ – współczynnik korelacji pomiędzy instrumentami i oraz j ,

n – liczba instrumentów w portfelu.

Przedstawiony powyżej wzór można zapisać:

$$\sigma_p^2 = w \sigma C \sigma w^T \quad (3)$$

gdzie: w – wektor udziału poszczególnych instrumentów w wartości całego portfela,

σ – macierz odchyłeń standardowych,

C – macierz korelacji.

Dokonując odpowiednich podstawień: za $\sigma C \sigma$ macierz wariancji-kowariancji Σ , otrzymujemy VaR dla portfela instrumentów finansowych:

$$\text{VaR}_p = \alpha (w \Sigma w^T)^{1/2} W_0 \quad (4)$$

Ryzyko portfela instrumentów może być wyznaczone w oparciu o wartość ryzykowaną dla poszczególnych jego składników oraz korelacji między nimi:

$$\text{VaR}_p = (\text{VaR} \cdot C \cdot \text{VaR}^T)^{1/2} \quad (5)$$

gdzie VaR – wektor VaR dla poszczególnych instrumentów.

Zaprezentowany sposób wyznaczania wartości ryzykowanej jest najczęściej wykorzystywany, jednak można go stosować tylko do obserwacji dających się przybliżyć rozkładem normalnym. Metodami niezależnymi od typu rozkładu są: metoda symulacji historycznej, symulacji Monte Carlo, metoda wyznaczania kwantyla dowolnego rozkładu czy teoria wartości ekstremalnych.

Niewątpliwą zaletą uzasadniającą stosowanie VaR jest fakt otrzymania jednej liczby reprezentującej maksymalny możliwy poziom straty. Wyliczona wartość daje informację na temat ryzyka w obrębie pojedynczego produktu lub całego portfela produktów. Uzyskujemy odpowiedź na pytanie, jak dużo (w wymiarze wartościowym) możemy stracić np. w ciągu najbliższego miesiąca z 99-procentową pewnością. Lista zalet jest dłuższa, np. dzięki VaR mamy możliwość porównywania ryzyka pomiędzy różnymi instrumentami, obszarami aktywności, stąd uniwersalność stanowi podstawę tej metody. Dodatkowo jest ona łatwa w interpretowaniu dla wszystkich,

niezależnie od wiedzy z dziedziny statystyki czy modelowania ekonometrycznego, ponieważ otrzymujemy na wyjściu jedną wartość – maksymalny poziom straty, wyrażony najczęściej w jednostkach pieniężnych.

3. Metoda wartościowej oceny ryzyka projektów informatycznych na przykładzie oprogramowania typu *open source*

Miara *value at risk* może być również wykorzystana w organizacjach realizujących projekty informatyczne. Stosując znane podejście w zupełnie nowym, informatycznym obszarze, możemy wyznaczyć maksymalną stratę, na jaką narażony jest projekt jeszcze przed jego rozpoczęciem czy w trakcie realizacji prac projektowych. Podstawowym założeniem proponowanej metody jest wykorzystanie danych dotyczących planowanych lub realizowanych w projekcie zadań. Dodatkowo identyfikując role przypisane do konkretnych zadań, należy przyjąć kategoryzację zadań według następującego podziału: wytwarzanie (W), analiza i projektowanie (P), zarządzanie (Z), wdrażanie i wsparcie (S), tworząc tzw. model czynnościowy projektu. Algorytm postępowania zgodny z proponowaną metodą oceny ryzyka projektów informatycznych wymaga realizacji następujących kroków:

Krok 1 – przygotowanie zbioru projektów informatycznych jako obiektów składających się na bazę badawczą. Dla potrzeb eksperymentu wybrano projekty informatyczne typu *open source* pochodzące z Platformy SourceForge.net.

Krok 2 – opis statystyczny zbioru projektów informatycznych tworzących bazę badawczą, wyznaczenie rozkładów prawdopodobieństwa.

Krok 3 – Wyznaczenie wartości ryzyka (ocena ryzyka) w obrębie poszczególnych kategorii zadaniowych projektu informatycznego, tj. ocena ryzyka dla kategorii wytwarzanie (W), analiza i projektowanie (P), zarządzanie (Z), wdrożenie i wsparcie (S).

Krok 4 – Wyznaczenie wartości ryzyka (ocena ryzyka dla całego projektu informatycznego), uwzględniające wzajemne korelacje pomiędzy kategoriami zadań.

3.1. Projekty informatyczne typu *open source* jako składowe bazy badawczej wykorzystane w metodzie oceny ryzyka

Pozyskanie danych dla wykonania eksperymentu badawczego wymaga z jednej strony informacji o projekcie, dla którego ryzyko będzie oceniane, a z drugiej strony danych pochodzących ze zrealizowanych projektów informatycznych. Historyczne dane pozyskane zostały z platformy SourceForge.net (2011), gdzie w repozytorium SRDA (Source Forge Research Data Archive) znajduje się ponad 300 000 projektów typu *open source*, a zarejestrowanych jest ponad 3,5mln użytkowników. Wydobywanie danych z repozytorium wymagało budowy złożonych zapytań SQL, wykorzystujących funkcje agregujące. Pozyskane informacje dotyczyły: liczby zadań,

z których składa się pojedynczy projekt, czasu trwania tego projektu i jego zadań oraz liczby i rodzaju ról odgrywanych w projekcie. Charakterystyka liczbowa ról w projektach platformy SourceForge.net przedstawia się następująco:

Tabela 1. Udział najbardziej popularnych ról i funkcji w projektach informatycznych platformy SourceForge.net

Pełniona funkcja	Udział (%)	Pełniona funkcja	Udział (%)
Developer	33,12	Tester	0,75
Project Manager	28,16	Analysis / Design	0,73
Advisor/Mentor/Consultant	1,49	Packager (.rpm, .deb etc)	0,41
Web Designer	1,23	Porter (Cross Platform Devel.)	0,41
Graphic/Other Designer	1,00	Requirements Engineering	0,34
Unix Admin	0,89		

Źródło: opracowanie własne.

W projektach z bazy badawczej na podstawie ról przypisanych do zadań projektowych dokonano podziału zadań na kategorie: wytwarzanie (W), analiza i projektowanie (P), zarządzanie (Z), wdrożenie i wsparcie (S). Dla tak ustrukturyzowanych projektów zsumowane zostały czasy realizacji poszczególnych zadań i dzięki temu wyznaczona została struktura każdego projektu, przedstawiająca procentowy udział kategorii zadań w stosunku do całego projektu. Strukturę przykładowych projektów z bazy badawczej w podziale na kategorie zadaniowe przedstawia tab. 2.

Tabela 2. Struktura przykładowych projektów platformy SourceForge.net (w %)

Id projektu na platformie SourceForge.net	Wytwarzanie	Analiza i projektowanie	Zarządzanie	Wdrożenie i wsparcie
1 364	69	14	17	0
223	11	4	81	4
275	2	56	7	35
45 129	77	11	12	0
54 659	38	0	52	10
56 282	50	45	5	0

Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym etapem było wyznaczenie przeciętnej struktury projektu jako wzorca do dalszych wyliczeń. Wzorzec wyznaczony został na podstawie średniej ważonej, gdzie wagą była sumaryczna pracochłonność projektu informatycznego.

Zgodnie z krokiem 2. metody wartościowej oceny ryzyka projektu informatycznego, należało przeanalizować rozkład prawdopodobieństwa wyznaczonych kategorii zadań projektowych. Było to o tyle istotne, że wpłynęło na możliwość wyboru metody wyznaczania VaR dla projektu informatycznego. Przeprowadzone

wyniki testów wskazały, że dane pochodzące z projektów typu *open source* platformy SourceForge.net można przybliżyć rozkładem normalnym. Dzięki tej analizie możliwe było uruchomienie kroku 3. metody, a więc wyznaczenie wartości ryzyka w oparciu o VaR dla projektów informatycznych.

3.2. Ocena ryzyka projektu informatycznego, wyznaczenie wartości ryzykowanej

W opracowanej metodzie oceny ryzyka projektu wybrana została miara *value at risk*, jej pierwotna forma i przeznaczenie, a dokładniej dwie metody: wariancji-kowariancji oraz symulacji Monte Carlo. Zastosowanie metody wariancji-kowariancji było możliwe dzięki wynikom analizy statystycznej, która potwierdziła normalny rozkład prawdopodobieństwa danych z bazy badawczej. Zastosowanie drugiej niezależnej od rozkładu, metody Monte Carlo, miało na celu porównanie otrzymanych wyników, a w szczególności weryfikację ich poprawności.

Wyznaczenie wartości ryzykowanej metodą wariancji kowariancji zostało wykonane w oparciu o następującą formułę:

$$\text{VaR}_{ki} = c \cdot \sigma_k \cdot V_{ki} \quad (6)$$

gdzie: $k \in \{W, P, Z, S\}$ – indeks (jeden z czterech) określający kategorię zadań w projekcie,

$i = (1, 2, \dots, n)$ – numer projektu z próby badawczej,

VaR_{ki} – wartość narażona na ryzyko dla kategorii k , w i -tym projekcie,

c – percentyl rozkładu normalnego dla wskazanego poziomu ufności,

σ_k – zmienność pracochłonności w kategorii k ,

V_{ki} – wartość kategorii k , w i -tym projekcie, wyrażona poprzez pracochłonność.

Istotne dla wyznaczenia wartości ryzykowanej jest σ_k wyrażająca zmienność danej kategorii zadaniowej. Jej wyznaczenie było możliwe dzięki informacjom z projektów platformy SourceForge.net. Znając pracochłonności z początku i końca projektu, możliwe było wyznaczenie stopy przyrostu pracochłonności, co następnie posłużyło wyznaczeniu zmienności w podziale na kategorie zadaniowe. Zmienność pracochłonności dla projektów z bazy badawczej przedstawia się następująco:

Tabela 3. Zmienność pracochłonności projektów z platformy SourceForge.net

Zmienność pracochłonności poszczególnych kategorii zadaniowych projektu			
W	P	Z	S
33,58%	39,69%	53,39%	35,33%

Źródło: opracowanie własne.

Po wyznaczeniu zmienności możliwa była ocena ryzyka w oparciu o VaR. Przykładowe wyniki dla przeprowadzonego eksperymentu zawarte są w tab. 4. Wartość ryzyka została obliczona dla miesięcznego horyzontu czasowego oraz poziomu ufności 95%.

Tabela 4. Wartość ryzyka w podziale na kategorie zadaniowe (metoda wariancji-kowariancji)

Nr projektu z platformy SourceForge.net	W (osobodni)		P (osobodni)		Z (osobodni)		S (osobodni)	
	Wartość	VaR	Wartość	VaR	Wartość	VaR	Wartość	VaR
27581	6,00	3,31	221,00	144,27	29,00	25,47	138,00	80,19
32205	675,00	372,82	0,00	0,00	328,00	288,03	335,00	194,67
39127	2475,67	1367,39	0,00	0,00	2475,67	2173,98	1700,67	988,24
56226	118,00	65,18	0,00	0,00	155,00	136,11	62,00	36,03

Źródło: opracowanie własne.

Kolejny, 4. krok metody wartościowej oceny ryzyka projektu informatycznego zakłada wyznaczenie wartości ryzykowanej dla całego projektu informatycznego. Konieczne jest tutaj uwzględnienie korelacji występującej pomiędzy zadaniami projektowymi. W metodzie wariancji-kowariancji VaR dla całego projektu, traktowanego jako portfel zadań, wyznaczony został zgodnie z formułą:

$$\text{VaR}_{PR} = \sqrt{\text{VaR} \cdot C \cdot \text{VaR}^T}, \quad (7)$$

gdzie: VaR – wektor wartości narażonych na ryzyko dla poszczególnych instrumentów,

C – macierz korelacji instrumentów wchodzących w skład portfela,

VaR^T – wektor VaR transponowany.

Wartości ryzyka uzyskane dla całych projektów przedstawiają się następująco:

Tabela 5. Wartość narażona na ryzyko jako VaR portfela kategorii zadań wyznaczona metodą wariancji-kowariancji

Nr projektu z platformy SourceForge.net	Pracochłonność projektu (osobodni)	VaRPR (osobodni)
27581	394	150,413
32205	1338	303,880
39127	6652	1843,309
56226	335	113,330

Źródło: opracowanie własne.

W celu weryfikacji wykonanego eksperymentu wartość ryzyka została również wyznaczona w oparciu o metodę symulacji stochastycznej Monte Carlo. Otrzymane wyniki były zbliżone do tych uzyskanych z zastosowania metody wariancji-kowariancji.

Tabela 6. Wartość narażona na ryzyko jako VaR portfela kategorii zadań wyznaczona przy użyciu metody Monte-Carlo dla 10 000 prób

Nr projektu z platformy SourceForge.net	Pracochłonność projektu (osobodni)	VaRPR (osobodni)
27581	394	151,331
32205	1338	300,794
39127	6652	1835,733
56226	335	111,277

Źródło: opracowanie własne.

4. Zakończenie

Weryfikacja zaproponowanej metody oceny ryzyka projektów informatycznych była możliwa dzięki danym pochodzącym z projektów typu *open source*. W przypadku firm informatycznych prowadzących własne przedsięwzięcia projektowe związane z budową oprogramowania zasadne byłoby utworzenie własnej bazy, zawierającej zrealizowane, historyczne projekty. Dane pochodzące z takiego repozytorium znacznie lepiej odzwierciedlałyby rzeczywistość projektową firmy i stanowiłyby lepszy wzorzec w prognozowaniu ryzyka podejmowanych przedsięwzięć. To na ich podstawie wyliczona zostałaby wartość wzorcowego projektu oraz zmienność poszczególnych kategorii zadań.

Zbudowana na potrzeby eksperymentu baza projektów informatycznych pozyskanych z platformy SourceForge.net może być oczywiście wykorzystywana wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z deficytem danych o zrealizowanych już przedsięwzięciach informatycznych.

Proponowany sposób mierzenia ryzyka wykorzystujący podejście *value at risk* jest możliwy do praktycznego wykorzystania w firmach informatycznych. Dzięki stosowanej w świecie finansów metodzie możemy jeszcze przed rozpoczęciem projektu uzyskać wiedzę na temat całkowitej ekspozycji na ryzyko w wymiarze wartościowym. Dostajemy w ten sposób odpowiedź na pytanie, czy stać nas na ryzyko, jakie niesie realizacja projektu, czy nasze zasoby kapitałowe są wystarczające, aby stanowiły rezerwę na wypadek urzeczywistnienia maksymalnej straty. Dodatkowo możemy śledzić poziom ryzyka na każdym etapie trwania projektu, a w przypadku ujawnienia ryzyka o zbyt wysokiej do zaakceptowania wartości – podejmować odpowiednie działania w obrębie tej grupy zadań, która odznacza się najwyższym poziomem straty. Metoda wartościowej oceny ryzyka wykorzystująca podejście VaR staje się przydatnym narzędziem kierownika projektu, który z reguły odpowiedzialny jest za proces zarządzania ryzykiem. Ujawnienie wartości ryzyka daje możliwość jego raportowania w sposób przejrzysty, np. Komitetowi Sterującemu w projekcie czy też zarządowi firmy, w której realizowane jest przedsięwzięcie. Ponieważ wynik otrzymywany na wyjściu metody jest reprezentowany wartościowo za pomocą jednej spójnej miary, nie ma trudności w interpretacji wartości, jak to ma miejsce przy opisowym, słownym identyfikowaniu ryzyka.

Częstotliwość dokonywania pomiarów ryzyka zależna jest od potrzeb projektowych i może stanowić uzupełnienie procesu zarządzania ryzykiem, bez względu na wybraną metodykę zarządzania projektem. W przypadku np. metodyki wytworczej, jaką jest RUP, wyznaczanie wartości ryzyka mogłoby następować po każdej iteracji, natomiast w metodyce Scrum po każdym sprincie. Nawet w metodykach typowo zarządczych mających wbudowany proces zarządzania ryzykiem, takich jak Prince2 czy PMBoK, metoda oceny wartości ryzyka z wykorzystaniem VaR mogłaby stanowić uzupełnienie szczególnie dlatego, że kwantyfikacja ryzyka odbywa się tutaj głównie poprzez stworzenie listy prawdopodobieństwa i wpływu, jakie zidentyfikowane ryzyko może wywrzeć na projekt.

Przedstawiona metoda nie wyczerpuje problemu oceny ryzyka, a właściwie problemu zarządzania ryzykiem w projektach wytwarzania oprogramowania. Kolejnym ważnym etapem badań byłaby odpowiedź na pytanie, jaki poziom ryzyka w wymiarze wartościowym można uznać za akceptowalny oraz jak dostosowywać strukturę zadań projektowych, aby ryzyko całego projektu było jak najniższe. Pytania te stanowią będą przedmiot dalszych badań, a odpowiedź na nie wraz z metodą oceny ryzyka da podstawę do budowy systemu wspomaganie decyzji co do relacji pomiędzy ryzykiem a wysokością planowanego wyniku w projektach informatycznych.

Literatura

- Bałamut T., 2002, *Metody estymacji Value at Risk*, „Materiały i Studia NBP”, z. 147.
Dowd K., 1998, *Beyond Value at Risk. The New science of risk management*, Wiley.
Jajuga K., Kuziak K., Papla D., 2000, *Ryzyko rynkowe polskiego rynku akcji – Value at Risk i inne metody pomiaru, Rynek kapitałowy, skuteczne inwestowanie*, materiały konferencyjne nr 53, red. W. Tarczyński, Wyd. Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
Langner A., 2007, *Creditmetrics a portfel kredytów zagrożonych*, Wyd. Cedewu, Kraków.

THE RISK ASSESSMENT METHOD AS A SUPPORT FOR IT ENTERPRISE MANAGEMENT USING OPEN SOURCE PROJECTS AS AN EXAMPLE

Summary: The article presents the idea and design of the original method and its implementation associated with the valuation of risks in IT projects. This new method is based on the adaptation of the VaR approach. The article shows the issues of risk analysis in software production, the original proposition of risk assessment model of software projects, as well as the verification of the model. The paper takes into account in particular: high volatility of environment, multi-step nature of the activities with the participation of a large number of people, high complexity of project's tasks and the lack of risk validation in methodology for the implementation of IT projects.

Keywords: IT project, Value at Risk, risk assessment method.