

Katarzyna Kuziak

Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu

METODY ANALIZY RYZYKA OPERACYJNEGO *

1. Wstęp

Od pewnego czasu zainteresowanie ryzykiem operacyjnym na rynku finansowym nie maleje – zarówno z powodu dotkliwych strat, których było przyczyną (powodując spektakularne bankructwa uznanych instytucji finansowych), jak i złożonością tematyki. Defraudacja w Banku Nomura, awaria sieci informatycznej firmy BACS, niekontrolowane transakcje w Morgan Grenfell, tzw. kreatywna księgowość w firmach Enron, WorldCom, Parmalat to przykłady strat, których można było uniknąć poprzez zarządzanie ryzykiem operacyjnym. Przedsiębiorstwa często reagują na te zdarzenia stwierdzeniem „to nie może się zdarzyć u mnie”. Niestety, rzeczywistość jest inna. Obecnie ryzyko to jest uznawane za jedno z najgroźniejszych rodzajów ryzyka, dlatego też jest ono najczęściej badane. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie metod stosowanych w analizie ryzyka operacyjnego, a dokładnie – w jednym z jej elementów, jakim jest pomiar. Wykorzystanie metod zostanie zilustrowane przykładem.

2. Ryzyko operacyjne

Pewne trudności pojawiają się już na poziomie definicji ryzyka operacyjnego:

1. J. Jakóbczak najczęściej określa je jako związane z niewydolnością lub awariami systemu informatycznego oraz działalnością człowieka – przypadkowe błędy lub celowe nadużycia personelu, oszustwa, nieupoważniony dostęp [12].

* Pracę napisano w ramach projektu badawczego nr 1 H02B 01426 nt. *Metody ekonometryczno-statystyczne w zintegrowanym systemie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie finansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 2004-2006.*

2. K. Jajuga sugeruje, że ryzyko operacyjne to ryzyko straty wynikającej z niewłaściwego zarządzania, złych struktur nadzorczych i kontrolnych oraz błędów decydentów.

3. Grupa 30 definiuje ryzyko operacyjne jako niepewność dotycząca strat wynikających z nieodpowiednich systemów lub niewłaściwej kontroli, błędów ludzkich lub zarządzania [6].

4. Według Bank of America ryzyko operacyjne to niepewność zysków spowodowana przez realizację operacji, procesy, ludzi, technologię, aspekty prawne, regulacje, reputację firmy i zdarzenia zewnętrzne.

5. Federal Reserve Bank of New York określa ryzyko operacyjne jako ryzyko związane ze wszystkimi czynnikami ryzyka, które mają wpływ na zmienność struktury kosztów, nie zaś na strukturę przychodów.

6. Komitet Bazylejski definiuje ryzyko operacyjne jako [1]:

a) ryzyko (bezpośredniej lub pośredniej)¹ straty wynikającej z niewłaściwych procesów wewnętrznych, ludzi i systemów lub też ze zdarzeń zewnętrznych;

b) ryzyko związane z poziomem wiedzy i odpowiedzialnością zarządzających, jakością dokumentacji, spójnością i przestrzeganiem procedur operacyjnych;

c) jakiegokolwiek rodzaj ryzyka nie dający się zakwalifikować jako ryzyko rynkowe lub kredytowe;

d) ryzyko, na które składają się:

- ryzyko aktywów będących środkami trwałymi – polega na uszkodzeniu lub stracie środka trwałego mającego wpływ na funkcjonowanie instytucji;
- ryzyko technologii – ryzyko spowodowane niesprawnością systemów, złą jakością danych, błędami w oprogramowaniu;
- ryzyko interakcji – ryzyko powstające w wyniku współpracy instytucji z podmiotami w otoczeniu, np. problemy z kontrahentami;
- ryzyko zasobów ludzkich – cele instytucji nie są osiągane na skutek niewłaściwej polityki personalnej dotyczącej np. systemu motywacji, podziału odpowiedzialności lub na skutek oszustw dokonywanych przez pracowników.

Definicje te koncentrują się na ryzyku spowodowanym przez ludzi (pkt 2) lub obejmują swym zakresem również straty wynikające z funkcjonowania systemów (pozostałe). Najwięcej zaleceń w obszarze zarządzania ryzykiem operacyjnym w bankach sformułował Komitet Bazylejski i jego definicje są najbardziej precyzyjne.

Na potrzeby tej pracy przyjmujemy, że ryzyko operacyjne to możliwość poniesienia strat wynikających z błędów ludzkich (złe zarządzanie, brak nadzoru, brak kontroli) i nieprawidłowo działających systemów wewnętrznych (technologii) podmiotu; ryzyko operacyjne odniesiemy jedynie do wnętrza organizacji (przedsiębiorstwa, instytucji finansowej).

Zdefiniowanie, czym jest ryzyko operacyjne, jest niezwykle ważne, gdyż brak precyzji w tym zakresie może skutkować tym, że zdarzenie wywołujące stratę mo-

¹ Aktualna definicja Komitetu Bazylejskiego nie zawiera słów ujętych w nawiasie (por. [11]).

że zostać zaliczone jako źródło ryzyka zarówno do ryzyka operacyjnego, jak i np. rynkowego, a to z kolei podwyższy kapitał na pokrycie strat w przypadku banków stosujących się do zaleceń Komitetu Bazylejskiego (por. [11]).

3. Rodzaje ryzyka operacyjnego i zdarzeń operacyjnych

W kontekście przyjętej definicji, ze względu na charakter zagrożeń, ryzyko operacyjne można podzielić na:

- ryzyko kadrowe – związane jest z zamierzonym lub niezamierzonym działaniem pracowników na szkodę podmiotu, w którym pracują (obejmuje zarówno brak kompetencji, jak i oszustwa);
- ryzyko technologiczne – związane z wadliwymi rozwiązaniami technologicznymi zawierania transakcji, procesu produkcyjnego, usługowego;
- operacyjne ryzyko dokumentacji – związane z prowadzeniem i przechowywaniem dokumentacji.

Przyczyną ryzyka operacyjnego mogą być także klęski naturalne i katastrofy.

Istnieją dwa rodzaje zdarzeń, które są związane z ryzykiem operacyjnym:

- rzadkie zdarzenia, ale o dużej skali (*low frequency, high severity*, LFHS);
- zdarzenia pojawiające się często, ale na niewielką skalę (*high frequency, low severity*, HFLS) – łatwiej je modelować, z reguły nie prowadzą od razu do upadłości przedsiębiorstwa.

Model pomiaru ryzyka operacyjnego musi uwzględniać oba rodzaje zdarzeń. Zdarzenia te powinny zostać odseparowane i modelowane oddzielnie. Zdarzenia typu HFLS są wyceniane i mogą zostać ubezpieczone przez ubezpieczycieli lub transferowane poprzez outsourcing. Inaczej natomiast przedstawia się sytuacja ze zdarzeniami typu LFHS, które mogą doprowadzić podmiot do upadłości, a zwykle nie są ubezpieczane przez ubezpieczycieli.

Podobnie jak w przypadku ryzyka kredytowego, również w przypadku ryzyka operacyjnego można wyróżnić trzy rodzaje strat, które może ponieść przedsiębiorstwo [11]:

- straty oczekiwane – mierzone jako prawdopodobieństwo zajścia razy wielkość straty w wyniku tego zdarzenia;
- straty nieoczekiwane – mierzone np. jako 99% kwantyl rozkładu strat (konceptja *value at risk*);
- straty spowodowane katastrofami – modelowanie zdarzeń rzadkich.

Rozkład ryzyka operacyjnego (funkcja gęstości dla stopy zwrotu wyrażona jako procent całości aktywów) w porównaniu z rozkładami ryzyka rynkowego i kredytowego charakteryzuje najmniejsza zmienność, największa skośność i najgrubsze ogony (w celu porównania: w przypadku ryzyka rynkowego rozkład charakteryzuje najwyższa zmienność, najmniejsza skośność i lekko grube ogony, a w przypadku ryzyka kredytowego – duża zmienność, wyraźna skośność i grube ogony).

4. Pomiar ryzyka operacyjnego

W pomiarze ryzyka operacyjnego wykorzystywane są dwa podejścia [11]:

- podejście *top-down* („starsze”) – za punkt wyjścia przyjmuje faktyczne lub hipotetyczne zdarzenia generujące stratę; analiza tych zdarzeń i wewnętrznych zabezpieczeń pozwala określić prawdopodobieństwo i wielkość potencjalnych strat;
- podejście *bottom-up* („nowsze”) – koncentruje się na źródłach ryzyka; źródła te są widziane w zależnościach między działaniem ludzi, technologii i procedur a określonymi zdarzeniami wewnętrznymi i zewnętrznymi; podmiot zostaje podzielony zgodnie z obszarami działalności, następnie w każdym z nich mierzone jest ryzyko, które następnie jest sumowane dla całego podmiotu.

Podejście *top-down*

Podejście *top-down* jest z reguły proste. W tym przypadku buduje się pewien łączny model, który jest modelem ekspozycji na różne rodzaje ryzyka – rynkowe, kredytowe, natomiast ta część, która nie zostaje przez ten model wyjaśniona, jest traktowana jako ryzyko operacyjne. Przykładem są modele regresji wielu zmiennych (liniowe):

$$R = f(F_1, F_2, \dots, F_k) + \varepsilon, \quad (1)$$

gdzie: R – stopa zwrotu z akcji, $F_1, F_2, \dots, F_k$ – czynniki ryzyka rynkowego i kredytowego, ε – efekt działania ryzyka operacyjnego,

$$CF = f(F_1, F_2, \dots, F_k) + \varepsilon, \quad (2)$$

gdzie: CF – przepływ pieniężny lub zysk netto,

$$C = f(F_1, F_2, \dots, F_k) + \varepsilon, \quad (3)$$

gdzie: C – koszty zmienne.

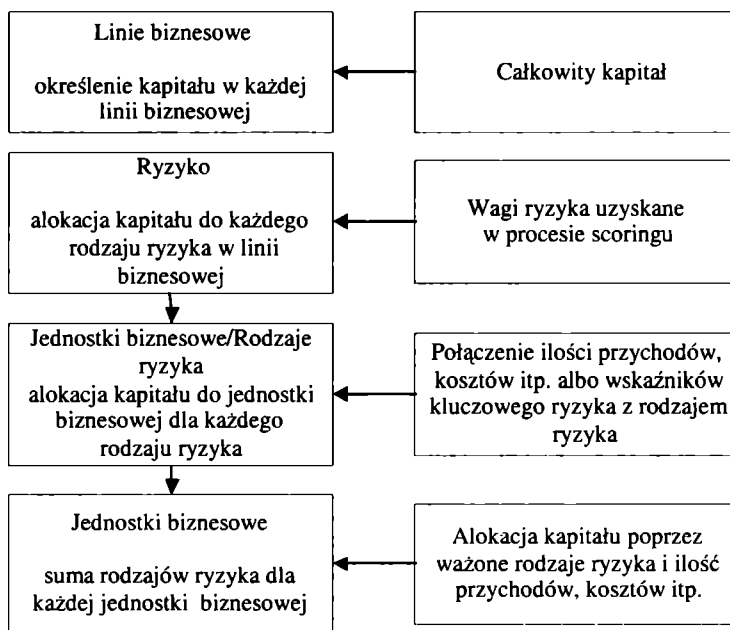
W grupie tych modeli można estymować kapitał narażony na ryzyko, a następnie odjąć od niego kapitał alokowany na ryzyko kredytowe i rynkowe. To, co zostanie, to właśnie kapitał przeznaczony na ryzyko operacyjne (tzw. *implied capital model*). Podobny do tego modelu jest inny model bazujący na zmienności dochodu. Zmienność dochodu związana z ryzykiem operacyjnym jest obliczana w taki sam sposób jak poprzednio – poprzez odjęcie części ryzyka kredytowego i rynkowego od całkowitej zmienności dochodu (tzw. *income volatility model*). To podejście jest zgodne z definicją ryzyka operacyjnego zaproponowaną przez Komitet Bazylejski (pkt 6). Jest to pewne uproszczenie, które zakłada m.in. symetryczny rozkład strat, co dla ryzyka operacyjnego nie jest do końca słuszne. Nie rozróżnia się w tym przypadku strat wynikających ze zdarzeń rzadkich i częstych, są one traktowane łącznie. Łączne potraktowanie tych zdarzeń często jest nieprawidłowe. Na przykład używanie pasów bezpieczeństwa zmniejsza rozmiar szkód w wypadku samochodowym, ale nie ma wpływu na częstość wypadków – te zdarzenia powinny być modelowane oddzielnie. Na uwagę zasługuje również znany z finansów przedsiębiorstw model CAPM. W tym przypadku zmienność ceny akcji danej spółki związana z ryzykiem operacyjnym

jest uzyskana poprzez odjęcie od zmienności całkowitej ceny akcji zmienności związanej z ryzykiem rynkowym i kredytowym. Można też wykorzystać podobieństwo (tzw. *analog model*), tj. znaleźć podmiot podobny w zakresie struktury prowadzonej działalności i przyjąć odpowiednie miary ryzyka operacyjnego na jego podstawie. Innym rozwiązaniem w podejściu *top-down* jest analiza scenariuszy i modele profilowania ryzyka bazujące na liczbie zdarzeń.

Podejście *bottom-up*

W podejściu *bottom-up* zdarzenia częste i rzadkie modeluje się osobno. Klasycznym rozwiązaniem w tym przypadku są modele przyczynowe (np. karta wyników – por. rys. 1) oraz:

- 1) modele powiązań;
- 2) modele procesowe (mapowanie hierarchii procesu: grupa, departament (dział), jednostka procesowa, proces);
- 3) podejście aktuarialne (modelowanie stochastyczne).



Rys. 1. Schemat karty wyników
Źródło: opracowanie własne.

W modelach powiązań identyfikuje się przyczyny występujące w konkretnych stadiach procesu, które zmniejszają wynik. Podejście to nie udziela odpowiedzi, o ile wynik może być mniejszy niż oczekiwany, ale szuka przyczyn tego faktu [11].

W podejściu procesowym analizowane jest ryzyko związane z przebiegiem procesów operacyjnych. Proces operacyjny jest systemem złożonym z uczestników procesu, technologii, ich działań i wzajemnych relacji tworzących wynik (produkt)

jakościowo różny od wkładu i istotny z punktu widzenia realizacji celów podmiotu. W tym przypadku analizujemy podmiot (organizację) jako sieć powiązanych ze sobą procesów, z których każdy niesie ze sobą określony poziom ryzyka. Analizę ryzyka procesu można przedstawić w następujących etapach [16]:

- identyfikacja zagrożeń,
- połączenie zagrożeń w pary i określenie wrażliwości procesu na ich występowanie,
- określenie listy posiadanych ubezpieczeń,
- oszacowanie poziomu ryzyka rezydualnego,
- identyfikacja dodatkowych zabezpieczeń w celu redukcji ryzyka rezydualnego do ustalonego poziomu.

W podejściu modelowania stochastycznego estymacja parametrów rozkładów częstości i rozkładów wielkości (skali zdarzenia) następuje za pomocą:

- estymacji empirycznej (dopasowanie empiryczne);
- estymacji parametrycznej (*loss distribution approach*, LDA).

W przypadku LDA zakładamy typ rozkładu dla pojedynczego zdarzenia. Dla rozkładu częstości może to być rozkład: Poissona, dwumianowy, ujemny dwumianowy, geometryczny, natomiast w przypadku skali zdarzenia rozkład normalny, lognormalny, Weibulla, Pareto, wartości ekstremalnych lub mieszanka rozkładów. Kolejnym krokiem po estymacji parametrów rozkładów częstości i wielkości jest testowanie parametrów funkcji gęstości (test Kołmogorowa-Smirnova, test Anderson-Darlinga). Do estymacji parametrów rozkładu wykorzystywane są głównie metoda momentów i funkcja największej wiarygodności.

Następnie ma miejsce agregacja strat wynikających z pojedynczych zdarzeń rozpatrywanych dotąd osobno. Agregacja strat i analizowanie rozkładu zagregowanego wykorzystuje funkcje połączeń (w przypadku ryzyka operacyjnego może być: *t*-student *copula*, Gumbel *copula*). Parametryzacja funkcji powiązań jest przeprowadzana na podstawie danych historycznych lub analizy scenariuszy za pomocą symulacji. Finalnie analizowany jest cały rozkład strat (tj. zagregowany, wszystkich zdarzeń). Przykładem zagregowanego rozkładu strat jest złożony proces Poissona w formie (4):

$$Y_T(x) = \sum_{l=1}^L \sum_{t=1}^{N_l^s(T)} x_{l,t}, \quad (4)$$

gdzie: $x_{l,t}$ – wielkość wszystkich strat $l = \{1, \dots, L\}$ na przestrzeni czasu od t do T ; $N(T)$ – funkcja zliczająca.

Całkowita liczba strat dana jest równaniem (5):

$$N(T) = \sum_{l=1}^L \sum_{s=1}^S \sum_{t=1}^{N^s(T)} I_{l,t}, \quad (5)$$

a zagregowany proces strat w modelu *common shock* jest dany jako proces (6):

$$Y(T) = \sum_{l=1}^L \sum_{s=1}^S \sum_{t=1}^{N(T)} I_{l,r} x_{l,t}, \quad (6)$$

gdzie: $I_{l,r}$ – zmienna o rozkładzie Bernoullego.

Zależność między pojedynczymi stratami jest modelowana wielowymiarowym rozkładem Bernoullego. Ponieważ równania te nie mają rozwiązań analitycznych, wykorzystuje się symulację Monte Carlo, a następnie przeprowadza się testowanie wsteczne przyjętego modelu. Testowanie wsteczne w przypadku ryzyka operacyjnego jest skomplikowane, z powodu ograniczonej dostępności danych, ale trzeba weryfikować precyzję przyjętego modelu. Na koniec wyznacza się odpowiedni kwantyl rozkładu.

Można również wykorzystać inny model znany w analizie ryzyka kredytowego, tzw. *intensity-based factor model*. Pojawienie się straty w wyniku ryzyka operacyjnego l jest modelowane procesem Poissona z intensywnością λ_l . W przypadku „szoku” pojawienie się strat w wyniku ryzyka operacyjnego jest zbiorem L czynników. Czynniki te są modelowane niezależnymi procesami Poissona $N(1), \dots, N(s)$ ze stałymi parametrami intensywności $\lambda^1, \dots, \lambda^s$. Intensywność straty l jest modelowana jako liniowa kombinacja intensywności dla czynników:

$$\lambda_l = \sum_{s=1}^S p_l^s \lambda^s. \quad (7)$$

Funkcja zliczająca straty od l po czasie do T ma rozkład Poissona z intensywnością λ_l . Jeśli agreguje się straty, to intensywność liczby strat wynikających z ryzyka operacyjnego i tym samym oczekiwana liczba strat jest dana zależnością (8).

$$\lambda_{N(T)} = E(N(T)) = \sum_{l=1}^L \sum_{s=1}^S p_l^s \lambda^s, \quad (8)$$

gdzie: p_l^s – prawdopodobieństwo pojawienia się straty l spowodowanej czynnikiem s (szerzej w pracy [2]).

Jeśli chodzi o stosowane narzędzia w analizie pomiaru tego rodzaju ryzyka, to ze względu na typ rozkładu strat wykorzystuje się teorię wartości ekstremalnych (uogólniony rozkład Pareto GPD, uogólniony rozkład wartości ekstremalnych GEV). Zbliżone do tych rozwiązań jest podejście związane z zagadnieniem ruiny (por. [5]). Modele te zbliżone są do koncepcji *value at risk*, tj. modele OpVaR – *operational value at risk*.

5. Metody zalecane przez Komitet Bazylejski

W instytucjach finansowych regulatorzy zwrócili już wcześniej uwagę na straty z tytułu ryzyka operacyjnego. Od 1 stycznia 2007 r. wejdą w życie przepisy, które będą zobowiązywały banki do uwzględniania w obciążeniu kapitałów odpisów na

ryzyko operacyjne. Komitet Bazylejski w tym obszarze zaleca stosowanie następujących metod opartych na wskaźnikach kapitału operacyjnego:

– metody wskaźnika podstawowego:

kapitał na pokrycie ryzyka operacyjnego = współczynnik pokrycia ryzyka operacyjnego $\times$ dochody brutto, najczęściej współczynnik pokrycia ryzyka operacyjnego $\in (0,17-0,20)$;

– metody standardowej:

kapitał na pokrycie ryzyka operacyjnego = suma typów ryzyka dla każdego rodzaju aktywności i rodzajów działalności (np. bankowość oraz bankowość detaliczna i bankowość korporacyjna)

współczynnik pokrycia ryzyka operacyjnego $\times$ (wartość aktywów, wartość rozliczeń, dochody brutto);

– metody pomiaru zaawansowanego (*advanced measurement approach*):

kapitał na pokrycie ryzyka operacyjnego = suma typów ryzyka dla każdego rodzaju aktywności oszacowana na podstawie wewnętrznego modelu.

Etapy:

1) sklasyfikowanie czynności według rodzajów działalności (tak jak w metodzie standardowej);

2) zdefiniowanie typów ryzyka operacyjnego obecnych w danym rodzaju aktywności;

3) określenie dla każdego typu ryzyka odpowiadającego danemu rodzajowi aktywności współczynnika wrażliwości na ten typ ryzyka;

4) określenie prawdopodobieństwa zaistnienia straty dla każdego typu ryzyka odpowiadającego danemu rodzajowi aktywności;

5) określenie przewidywanej wartości straty:

współczynnik pokrycia ryzyka operacyjnego $\times$ wartość straty $\times$ wrażliwość $\times$ prawdopodobieństwo straty.

Metody te nie kwantyfikują bezpośrednio ryzyka operacyjnego, ale pozwalają na wyznaczenie kapitału niezbędnego na pokrycie strat.

Zagadnienie pomiaru ryzyka operacyjnego metodą LDA zilustrujemy uproszczonym przykładem.

Przykład

Założmy, że pewien zakład ma dwie linie produkcyjne, tzw. dwie ścieżki (*work-flow*) oznaczone indeksem $i = 1, \dots, I$ ($I = 2$). W każdej z nich mogą mieć miejsce zdarzenia generujące straty, których źródłem mogą być: kradzież, błąd pracownika oraz błąd systemu komputerowego, czyli trzy czynniki ryzyka oznaczone indeksem $j = 1, \dots, J$ ($J = 3$). Celem przykładu będzie pokazanie algorytmu obliczania łącznej wielkości strat oraz wskazanie różnic w wynikach wynikających z przyjęcia dwóch różnych typów rozkładów wielkości strat (z wykorzystywanych często rozkładów takich, jak rozkład normalny, lognormalny, Weibulla, Pareto, wartości ekstremalnych). Na łączną wielkość strat S (daną wzorem (9)) tego zakładu składają się straty $S_{i,j}(t)$ spowodowane czynnikiem ryzyka j w ścieżce i w każdym momencie t .

$$S = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T S_{i,j}(t). \quad (9)$$

Zakładamy, że rozkład częstości występowania strat jest rozkładem Poissona (mamy dwa stany: zdarzenie generujące straty albo zachodzi, albo nie), natomiast rozkład wielkości strat może mieć rozkład beta lub lognormalny (w praktyce pojawia się problem dopasowania typu rozkładu). Parametry rozkładów zarówno beta, jak i lognormalnego zostały ustalone (w praktyce pojawia się problem testowania parametrów rozkładu). Zmienne losowe oznaczające wielkość straty $S_{i,j}(t)$, $t \geq 0$, mają niezależne rozkłady i są niezależne od liczby zdarzeń.

Zakładamy ponadto, że liczba zdarzeń między t oraz T jest losowa ($T = 252$ dni, czyli $t = 1, 2, \dots, 252$).

W przykładzie wykonano 50 000 powtórzeń w symulacji Monte Carlo dla wygenerowania rozkładu pojedynczej straty. Przyjęliśmy założenie, że typ rozkładu strat jest ten sam, ale może mieć różne parametry.

W praktyce prawdopodobieństwa strat szacowane są na podstawie danych pochodzących z przeszłości, wsparte wiedzą eksperta. W przykładzie prawdopodobieństwa te zostały ustalone na poziomie:

- dla pierwszej linii produkcyjnej: 0,02 0,04 0,07 (odpowiednio: kradzież, błąd pracownika, błąd systemu komputerowego);
- dla drugiej linii produkcyjnej: 0,05 0,01 0,07 (odpowiednio: kradzież, błąd pracownika, błąd systemu komputerowego).

Tabela 1. Wyniki symulacji dla rozkładu beta

Kwantyl \ Parametry rozkładu*	I	II	III
	alfa (2 2 2, 2 2 2) beta (4 4 4, 4 4 4)	alfa (2 2 1, 2 2 1) beta (4 3 3, 4 3 3)	alfa (2 1 2, 1 1 2) beta (4 5 3, 3 4 5)
95%	26,827	24,647	24,206
99%	29,220	26,839	26,297
99,9%	31,660	29,492	28,824

* Parametry rozkładu podane zostały następująco, np. dla rozkładu beta wariant III parametr alfa (2 1 2, 1 1 2) oznacza, że dla linii produkcyjnej pierwszej parametry alfa dla poszczególnych trzech czynników ryzyka wynoszą odpowiednio 2, 1 oraz 2, natomiast dla drugiej linii produkcyjnej dla poszczególnych trzech czynników ryzyka są odpowiednio równe 1, 1 oraz 2. Podobnie podane zostały parametry beta – przecinek oddziela ścieżkę, a każdy element jest odpowiedni właściwemu czynnikowi ryzyka.

Źródło: obliczenia własne.

Stratę wyznacza odpowiedni kwantyl rozkładu. W tabelach 1 i 2 zestawiono wyniki – straty będące kwantylami odpowiednio rzędu 95%, 99% i 99,9%. Oczywiście, im wyższy rząd kwantyla, tym wyższa wielkość straty, ale istotna jest różnica wyników kwantyla tego samego rzędu dla przyjętych typów rozkładów. Należy zwrócić uwagę na fakt, iż im wyższy rząd kwantyla, tym wyniki dla rozkładu lognormalnego są większe niż dla rozkładu beta (np. dla kwantyla rzędu 99,9%

strata w rozkładzie beta wariant II wynosi 29,429, a w rozkładzie lognormalnym wariant II – aż 48,733). Wyniki te wynikają z faktu, że rozkład lognormalny ma grubsze ogony niż rozkład beta, a to wskazuje, jak istotny jest typ rozkładu wielkości strat.

Tabela 2. Wyniki symulacji dla rozkładu lognormalnego

Parametry rozkładu*	I	II	III
	m (-1,3 -1,3 -1,3; -1,3 -1,3 -1,3) sigma (0,7 0,7 0,7; 0,7 0,7 0,7)	m (-1,3 -1,0 -1,8; -1,3 -1,0 -1,8) sigma (0,7 0,7 1,2; 0,7 0,7 1,2)	m (-1,3 -2,3 -1,0; -1,8 -2,1 -1,5) sigma (0,7 1,2 0,7; 1,2 1,2 0,7)
Kwantyl			
95%	28,940	32,472	29,334
99%	31,727	38,098	33,861
99,9%	35,037	48,733	40,673

*Parametry rozkładu lognormalnego podane zostały tak, jak w przypadku rozkładu beta.

Źródło: obliczenia własne.

W praktyce pojawiają się istotne problemy: dopasowania typu rozkładu wielkości strat, ustalenia typu rozkładu częstości zdarzeń generujących straty, typu powiązań dla rozkładu łącznego oraz testowania wstecznego.

6. Podsumowanie

Pewne, przedstawione na etapie pomiaru, narzędzia skierowane są do instytucji finansowych – chodzi tu o miary oparte na wskaźnikach kapitału operacyjnego. Ostatnie z nich AMA, wymagające, oprócz poprawnych metod pomiaru, wprowadzenia również standardów zarządzania ryzykiem (stworzenia indywidualnego systemu zarządzania ryzykiem) powinny być stosowane przez przedsiębiorstwa po ich wcześniejszym omówieniu, bowiem o ile ryzyko rynkowe i kredytowe towarzyszy działalności przedsiębiorstw, o tyle ryzyko operacyjne jest dla nich właśnie zasadniczą częścią zagrożenia. W przypadku przedsiębiorstw nie ma wymogów regulacyjnych w tym zakresie, szczególnie więc przedsiębiorstwa powinny zwrócić uwagę na ryzyko operacyjne.

Aby uniknąć tego rodzaju ryzyka, podmiot powinien dysponować odpowiednim systemem informacyjnym – gromadzić dane na temat strat wewnątrz lub korzystać z baz danych zewnętrznych.

Obecnie stosowane środki ochrony przed ryzykiem operacyjnym to przede wszystkim środki profilaktyczne oraz monitorowanie poprawności pracy i utrzymanie dostępności i funkcjonalności systemu, rejestracja wszystkich dokonywanych przez pracowników operacji, kontrola upoważnień i identyfikacja osób wykonujących poszczególne operacje oraz ochrona informacji gromadzonych i przesyłanych w kanałach łączności przed nieupoważnionym odczytaniem, zmodyfikowaniem lub wprowadzeniem do systemu.

W celu ochrony przed skutkami związanymi z tym ryzykiem instytucje często korzystają z dostępnych na rynku produktów ubezpieczeniowych.

Koncepcja zarządzania tym ryzykiem opiera się na metodologii *value at risk*. Na rynku dostępny jest pakiet oprogramowania opracowany przez PriceWaterhouseCooper's, oferowany obecnie instytucjom finansowym pod nazwą OpVaR. Poza wykorzystaniem do analiz baz danych zawierających zebrane informacje o stratach wynikłych z przyczyn „operacyjnych” podkreśla się szczególną wagę budowania własnej bazy danych i konstruowania na jej podstawie własnego modelu/profilu ryzyka [12].

Nikt nie podaje w wątpliwość tez, że zarządzanie ryzykiem, w tym również ryzykiem operacyjnym, może prowadzić do zmniejszenia podatków, zmniejszenia kosztów transakcyjnych, udoskonalenia decyzji inwestycyjnych oraz może pomóc przedsiębiorstwu osiągać jego cele i maksymalizować wartość dla akcjonariuszy.

Literatura

- [1] Basle Committee on Bank Supervision, Supervisory Guidance on Operational Risk Advanced Measurement Approaches for Regulatory Capital, 2003.
- [2] Brandts S., *Operational Risk and Insurance: Quantitative Qualitative Aspects*, www.gloriamundi.org, 2004.
- [3] Culp C., *The Risk Management Process*, John Wiley&Sons, New York 2001.
- [4] Ebnoeter S., Vanini P., McNeil A., Antolinez P., *Operational Risk: A Practitioner's View*, www.gloriamundi.org, 2002.
- [5] Embrechts P., Kaufmann R., Samorodnitsky G., *Ruin Theory Revisited: Stochastic Models for Operational Risk*, www.gloriamundi.org, 2002.
- [6] Group of Thirty, *Derivatives: Practices and Principles*, 1993.
- [7] Frachot A., Georges P., Roncalli T., *Loss Distribution Approach for Operational Risk*, gro.creditlyonnais.fr, 2001.
- [8] French D., *Operational Risk Management – What's the Day Job*, OpRisk 2003, Europe, Londyn 11.03.2003.
- [9] Gajek P., *Wpływ ryzyka operacyjnego na funkcjonowanie współczesnych instytucji finansowych*, materiały z konferencji „Innowacje na światowych rynkach finansowych”, Warszawa 2004, s. 41-46.
- [10] Jajuga K., *System zarządzania ryzykiem*, praca niepublikowana, 2003.
- [11] Jajuga K., Jakóbczak J., *Ryzyko operacyjne – nowe tendencje w zakresie pomiaru*, materiały z konferencji „Innowacje na światowych rynkach finansowych”, Warszawa 2004, s. 47-56.
- [12] Jakóbczak J., *Ryzyko operacyjne czy ryzyko korporacyjne*, materiały z konferencji „Innowacje na światowych rynkach finansowych”, Warszawa 2003.

- [13] Lewandowski D., *Ryzyko operacyjne w bankach – zarządzanie i audyt w świetle wymagań Bazylejskiego Komitetu ds. Nadzoru Bankowego*, „Bank i Kredyt”, kwiecień 2004, s. 48-55.
- [14] Powojowski M.R., Reynolds D., Tuentner H.J.H., *Dependent Events and Operational Risk*, www.gloriamundi.org, 2002.
- [15] Shephard-Walwyn T., Litterman R., *Building a Coherent Risk Management and Capital Optimization Measure for Financial Firms*, February 1998.
- [16] Sołtysik L., *Ryzyko operacyjne – nowe wyzwania*, „Rynek Terminowy” 2002 nr 1, s. 67-70.
- [17] Wojtasiak A., *Ryzyko operacyjne na rynku instrumentów pochodnych – podział i metody jego minimalizacji*, „Bank i Kredyt”, wrzesień 2003, s. 59-62.

METHODS IN OPERATIONAL RISK ANALYSIS

Summary

Enterprises and financial institutions perceive operational risk as a very dangerous type of risk. Real cases of operational risk (Nomura Bank, BACS, Morgan Grenfell, Enron, WorldCom, Parmalat) cause great interests and many studies on operational risk. In that paper classification of methods in operational risk analysis will be presented, especially in one of the element of the risk process, namely in the risk measurement. In the stochastic modeling approach parameters estimation of severity and frequency distribution might be done by the loss distribution approach. Two examples of the loss distribution approach illustrate issue of the operational risk measurement.