

**PRACE NAUKOWE**

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

**RESEARCH PAPERS**

of Wrocław University of Economics

**271**

# Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka

Tom 1



Redaktorzy naukowi

**Adam Kopiński, Tomasz Słoński,  
Bożena Ryszawska**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2012

Redaktorzy Wydawnictwa: Elżbieta Kozuchowska, Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Justyna Mroczkowska

Łamanie: Adam Dębski

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

[www.ibuk.pl](http://www.ibuk.pl), [www.ebscohost.com](http://www.ebscohost.com),

The Central and Eastern European Online Library [www.ceeol.com](http://www.ceeol.com),

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

[http://kangur.uek.krakow.pl/bazy\\_ae/bazekon/nowy/index.php](http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php)

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się na stronie internetowej Wydawnictwa

[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2012

**ISSN 1899-3192**

**ISBN 978-83-7695-219-2 (całość)**

**ISBN 978-83-7695-223-9 t. 1**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

## Spis treści

Wstęp .....	11
<b>Abdul Nafea Al Zararee, Abdulrahman Al-Azzawi:</b> The impact of free cash flow on market value of firm.....	13
<b>Tomasz Berent, Sebastian Jasinowski:</b> Financial leverage puzzle – preliminary conclusions from literature review .....	22
<b>Michał Buszko:</b> Zarządzanie ryzykiem konwersji kapitału nieruchomości ( <i>equity release</i> ) .....	40
<b>Magdalena Bywalec:</b> Jakość portfela kredytów mieszkaniowych w Polsce w latach 2007-2011 .....	49
<b>Jolanta Ciak:</b> Model of public debt management institutions in Poland and the models functioning within the European Union .....	59
<b>Leszek Czapiewski, Jarosław Kubiak:</b> Syntetyczny miernik poziomu asymetrii informacji (SMAI) .....	68
<b>Anna Doś:</b> Low-carbon technologies investment decisions under uncertainty created by the carbon market.....	79
<b>Justyna Dyduch:</b> Ocena efektywności kosztowej inwestycji proekologicznych.....	88
<b>Ewa Dziawgo:</b> Analiza własności opcji <i>floored</i> .....	100
<b>Ryta Dziemianowicz:</b> Kryzys gospodarczy a polityka podatkowa w krajach UE.....	113
<b>Józefa Famielec:</b> Finansowanie zreformowanej gospodarki odpadami komunalnymi .....	123
<b>Anna Feruś:</b> The use of data envelopment analysis method for the estimation of companies' credit risk .....	133
<b>Joanna Fila:</b> Europejski instrument mikrofinansowy Progress wsparciem w obszarze mikrofinansów.....	144
<b>Sławomir Franek:</b> Ocena wiarygodności prognoz makroekonomicznych – doświadczenia paktu stabilności i wzrostu a wieloletnie planowanie budżetowe .....	152
<b>Paweł Galiński:</b> Produkty i usługi bankowe dla jednostek samorządu terytorialnego w Polsce.....	162
<b>Alina Gorczyńska, Izabela Jonek-Kowalska:</b> Kwity depozytowe jako źródło finansowania podmiotów gospodarczych w warunkach globalizacji rynków finansowych .....	172
<b>Jerzy Grabowiecki:</b> Financial structure and organization of <i>keiretsu</i> – Japanese business groups.....	181

<b>Sylwia Grenda:</b> Ryzyko cen transferowych w działalności przedsiębiorstw powiązanych .....	191
<b>Maria Magdalena Grzelak:</b> Ocena związków pomiędzy nakładami na działalność innowacyjną a konkurencyjnością przedsiębiorstw przemysłu spożywczego w Polsce.....	202
<b>Agnieszka Jachowicz:</b> Finanse publiczne w Polsce w świetle paktu stabilności .....	214
<b>Agnieszka Janeta:</b> Rynkowe wskaźniki oceny stanu finansów publicznych na przykładzie wybranych krajów strefy euro .....	226
<b>Agnieszka Janeta:</b> Obligacje komunalne jako instrument finansowania rozwoju lokalnego i regionalnego.....	236
<b>Bogna Janik:</b> Efficiency of investment strategy of Socially Responsible Funds Calvert.....	247
<b>Anna Jarzębska:</b> Obszary zarządzania płynnością finansową w publicznej szkole wyższej .....	256
<b>Tomasz Jewartowski, Michał Kaldoński:</b> Struktura kapitału i dywersyfikacja działalności spółek rodzinnych notowanych na GPW .....	265
<b>Marta Kacprzyk, Rafał Wolski, Monika Bolek:</b> Analiza wpływu wskaźników płynności i rentowności na kształtowanie się ekonomicznej wartości dodanej na przykładzie spółek notowanych na GPW w Warszawie.....	279
<b>Arkadiusz Kijek:</b> Modelowanie ryzyka sektorowego przy zastosowaniu metody harmonicznej .....	289
<b>Anna Kobialka:</b> Analiza dochodów gmin województwa lubelskiego w latach 2004-2009.....	302
<b>Anna Korombel:</b> Zarządzanie ryzykiem w praktyce polskich przedsiębiorstw .....	313
<b>Anna Korzeniowska, Wojciech Misterek:</b> Znaczenie instytucji otoczenia biznesu we wdrażaniu innowacji MŚP.....	322
<b>Magdalena Kowalczyk:</b> Wykorzystanie narzędzi rachunkowości zarządczej w sektorze finansów publicznych.....	334
<b>Mirosław Kowalewski, Dominika Siemianowska:</b> Zarządzanie kosztami za pomocą zarządzania przez cele na przykładzie zakładu przetwórstwa mięsnego X .....	343
<b>Paweł Kowalik, Błażej Prus:</b> Analiza wyznaczania kwoty na wyrównanie dochodów w krajowych niemieckich systemach wyrównania finansowego na przykładzie 2011 roku.....	353
<b>Sylwester Kozak, Olga Teplova:</b> Covered bonds and RMBS as secured funding instruments for the real estate market in the EU.....	367
<b>Małgorzata Koźuch:</b> Preferencje podatkowe jako narzędzia subsydiowania przedsięwzięć ochrony środowiska .....	378
<b>Marzena Krawczyk:</b> Gotowość inwestycyjna determinantą pozyskiwania kapitału od aniołów biznesu .....	388

<b>Marzena Krawczyk:</b> Teoria hierarchii źródeł finansowania w praktyce innowacyjnych MŚP w Polsce .....	397
<b>Jarosław Kubiak:</b> Planowanie należności na podstawie cyklu ich rotacji określonego według zasady lifo oraz według wartości średniej .....	407
<b>Iwa Kuchciak:</b> <i>Crowdsourcing</i> w kreowaniu wartości przedsiębiorstwa.....	418
<b>Marcin Kuzel:</b> Chińskie inwestycje bezpośrednie na świecie – skala, kierunki i motywy ekspansji zagranicznej .....	427
<b>Katarzyna Lewkowicz-Grzegorzczak:</b> Progresja podatkowa a redystrybucja dochodów .....	439
<b>Katarzyna Lisińska:</b> Struktura kapitałowa przedsiębiorstw produkcyjnych w Polsce, Niemczech i Portugalii .....	449
<b>Joanna Lizińska:</b> Problem doboru portfela porównawczego w długookresowej ewaluacji efektów kolejnych emisji akcji .....	459
<b>Bogdan Ludwiczak:</b> Wykorzystanie metody VaR w procesie pomiaru ryzyka.....	468
<b>Justyna Łukomska-Szarek:</b> Ocena zadłużenia jednostek samorządu terytorialnego w Polsce w latach 2004-2010.....	480
<b>Agnieszka Majewska:</b> Wykorzystanie opcji quanto w zarządzaniu ryzykiem pogodowym w przedsiębiorstwach sektora energetycznego.....	490
<b>Monika Marcinkowska:</b> Rachunkowość społeczna – czyli o pomiarze wyników przedsiębiorstw w kontekście oczekiwań interesariuszy .....	502

## Summaries

<b>Abdul Nafea Al Zararee:</b> Wpływ wolnych przepływów pieniężnych na wartość rynkową firmy .....	21
<b>Tomasz Berent, Sebastian Jasinowski:</b> Dźwignia finansowa – wstępne wnioski z przeglądu literatury.....	39
<b>Michał Buszko:</b> Risk management of real estate equity release .....	48
<b>Magdalena Bywalec:</b> The quality of the portfolio of housing loans in Poland in 2007-2011 .....	58
<b>Jolanta Ciak:</b> Model instytucji zarządzania długiem publicznym w Polsce na tle modeli funkcjonujących w Unii Europejskiej .....	67
<b>Leszek Czapiewski, Jarosław Kubiak:</b> Synthetic measure of the degree of information asymmetry .....	78
<b>Anna Doś:</b> Decyzje o inwestycjach w technologii obniżające emisję CO <sub>2</sub> w warunkach niepewności stwarzanej przez europejski system handlu emisjami.....	87
<b>Justyna Dyduch:</b> Assessment of cost effectiveness of proecological investments .....	99
<b>Ewa Dziawgo:</b> The analysis of the properties of floored options .....	112

<b>Ryta Dziemianowicz:</b> Economic crisis and tax policy in the EU countries ...	123
<b>Józefa Famielec:</b> Financing of reformed economy of municipal waste .....	132
<b>Anna Feruś:</b> Wykorzystanie metody granicznej analizy danych do oceny ryzyka kredytowego przedsiębiorstw .....	143
<b>Joanna Fila:</b> The European Progress Microfinance Facility as an example of the support in microfinance .....	151
<b>Sławomir Franek:</b> Credibility of macroeconomic forecasts – experiences of stability and growth pact and multi-year budgeting planning .....	161
<b>Paweł Galiński:</b> Banking products and services for local governments in Poland .....	171
<b>Alina Gorczyńska, Izabela Jonek-Kowalska:</b> Depositary receipts as a source of businesses entities financing in the conditions of globalization of financial markets .....	180
<b>Jerzy Grabowiecki:</b> Struktura finansowa i organizacja japońskich grup kapitałowych <i>keiretsu</i> .....	190
<b>Sylwia Grenda:</b> Transfer pricing risk in the activity of related companies ....	201
<b>Maria Magdalena Grzelak:</b> Assessment of relationship between outlays on innovation and competitiveness of food industry enterprises in Poland....	213
<b>Agnieszka Jachowicz:</b> Public finance in Poland in the perspective of the Stability and Growth Pact .....	225
<b>Agnieszka Janeta:</b> Market indicators assessing the state of public finances: the case of selected euro zone countries.....	235
<b>Agnieszka Janeta:</b> Municipal bonds as a financing instrument for local and regional development.....	246
<b>Bogna Janik:</b> Efektywność strategii inwestycyjnych funduszy społecznie odpowiedzialnych Calvert .....	255
<b>Anna Jarzębska:</b> Areas of liquidity management in public university .....	264
<b>Tomasz Jewartowski, Michał Kaldoński:</b> Capital structure and diversification of family firms listed on the Warsaw Stock Exchange .....	278
<b>Marta Kacprzyk, Rafał Wolski, Monika Bolek:</b> Liquidity and profitability ratios influence on economic value added basing on companies listed on the Warsaw Stock Exchange.....	288
<b>Arkadiusz Kijek:</b> Sector risk modelling by harmonic method .....	301
<b>Anna Kobiałka:</b> Analysis of revenue of Lublin Voivodeship communes in 2004-2009 .....	312
<b>Anna Korombel:</b> Risk management in practice of Polish companies.....	321
<b>Anna Korzeniowska, Wojciech Misterek:</b> The role of business environment institutions in implementing SMEs' innovations .....	333
<b>Magdalena Kowalczyk:</b> Using tools of managerial accounting in public finance sector .....	342

<b>Mirosław Kowalewski, Dominika Siemianowska:</b> Cost management conducted with the utilization of Management by Objectives on an example of meat processing plant.....	352
<b>Paweł Kowalik, Błażej Prus:</b> The analysis of determining the amount of the financial equalization in German's national financial equalization systems on the example of 2011 .....	366
<b>Sylwester Kozak, Olga Teplova:</b> Listy zastawne i RMBS jako bezpieczne instrumenty finansujące rynek nieruchomości w UE .....	377
<b>Małgorzata Kożuch:</b> Tax preferences as the instrument of subsidizing of ecological investments.....	387
<b>Marzena Krawczyk:</b> Investment readiness as a determinant for raising capital from business angels .....	396
<b>Marzena Krawczyk:</b> Theory of financing hierarchy in the practice of innovative SMEs in Poland.....	406
<b>Jarosław Kubiak:</b> The receivables level planning on the basis of cycle of rotation determined by the LIFO principles and by average value .....	417
<b>Iwa Kuchciak:</b> Crowdsourcing in the creation of bank company value .....	426
<b>Marcin Kuzel:</b> Chinese foreign direct investment in the world – scale, directions and determinants of international expansion .....	438
<b>Katarzyna Lewkowicz-Grzegorzcyk:</b> Tax progression vs. income redistribution.....	448
<b>Katarzyna Lisińska:</b> Capital structure of manufacturing companies in Poland, Germany and Portugal.....	458
<b>Joanna Lizińska:</b> The long-run abnormal stock returns after seasoned equity offerings and the choice of the reference portfolio .....	467
<b>Bogdan Ludwiczak:</b> The VAR approach in the risk measurement .....	479
<b>Justyna Łukomska-Szarek:</b> Assessment of debt of local self-government units in Poland in the years 2004-2010.....	489
<b>Agnieszka Majewska:</b> Weather risk management by using quanto options in enterprises of the energy sector.....	501
<b>Monika Marcinkowska:</b> “Social accounting” – or how to measure companies’ performance in the context of stakeholders’ expectations .....	525

**Bogdan Ludwiczak**

Uniwersytet Rzeszowski

---

## WYKORZYSTANIE METODY VAR W PROCESIE POMIARU RYZYKA

---

**Streszczenie:** Praca dotyczy metody *Value at Risk*. Omówiono w niej podstawowe rozwiązania spotykane w praktyce. Wskazano na możliwość szacowania VaR metodą Monte Carlo dla założonego wielowymiarowego rozkładu czynników ryzyka. Przeprowadzono analizę, której przedmiotem był pomiar ryzyka walutowego w latach 2007-2011. Na podstawie danych empirycznych zilustrowano wyniki stosowania wybranych metod wyznaczania VaR.

**Słowa kluczowe:** metoda Monte Carlo, ryzyko walutowe, *Value at Risk*.

### 1. Wstęp

Ryzyko rynkowe jest jednym z najważniejszych rodzajów ryzyka występujących w praktyce gospodarczej. Jego poziom zależy od charakteru i skali prowadzonej działalności gospodarczej.

Identyfikacja i pomiar to podstawy skutecznego zarządzania ryzykiem. Problem ten nabiera znaczenia ze względu na wzrost zaangażowania w różnorodne instrumenty finansowe oraz zmienność czynników ryzyka. Stąd rosnące zainteresowanie menedżerów odpowiedzialnych za zarządzanie finansowe metodami pomiaru ryzyka.

Jedną z najbardziej znanych metod pomiaru ryzyka rynkowego jest metoda wartości zagrożonej (metoda *Value at Risk*). Za pomocą wybranych technik statystycznych szacowana jest największa oczekiwana strata w przyjętym horyzoncie czasu przy założonym poziomie ufności. Cieszy się ona od lat dużym zainteresowaniem ze względu na to, że daje możliwość uwzględniania łącznego wpływu zmienności czynników rynkowych na ocenę ryzyka.

Oprócz niezaprzeczalnych zalet metody wartości zagrożonej wskazywane są również jej wady. Należy do nich [Jajuga 2007, s. 106] brak jednoznacznych rozstrzygnięć dotyczących tego, którą z metod szacowania VaR należy preferować w praktyce, szczególnie gdy sytuację rynkową trudno uznać za normalną.

W pracy przedstawiono rozważania ogólne dotyczące pomiaru ryzyka metodą VaR oraz wyniki analizy o charakterze empirycznym, które stanowią podstawę do sformułowania wniosków dotyczących możliwości praktycznego wykorzystania omawianej metodologii.



## 2. Metoda *Value at Risk*

Wartość zagrożona (VaR – *Value at Risk*) jest statystyczną miarą potencjalnej straty na portfelu, jaka może nastąpić z założonym prawdopodobieństwem w określonym czasie. W związku z tym wielkość tę można wykorzystywać jako miarę ekspozycji na ryzyko. VaR wyznacza się dla założonego okresu – zwanego okresem przetrzymania<sup>1</sup> – przy zastosowaniu określonego poziomu ufności. Poziom ufności to prawdopodobieństwo tego, że rzeczywista strata nie przekroczy kwoty VaR.

Metoda wartości zagrożonej może być stosowana w stosunku do portfeli złożonych z różnorodnych instrumentów finansowych. Może dotyczyć zarówno całego portfela inwestycji, jak i wybranych jego części. Dzięki temu może być wykorzystywana do zarządzania ryzykiem (w tym np. do określania limitów czy pomiaru relacji dochód-ryzyko).

Może być wykorzystana do szacowania ryzyka:

- walutowego,
- ryzyka cen towarów oraz papierów wartościowych,
- ryzyka stóp procentowych.

Metoda wartości zagrożonej służy do szacowania ryzyka rynkowego, rozumianego jako strata na utrzymywanych pozycjach w instrumentach bazowych, wynikająca z możliwych zmian parametrów cenowych. Kwotę ewentualnej straty wyznaczamy na podstawie przyjętego modelu wartości zagrożonej, którego parametry szacujemy na podstawie obserwacji zmian parametrów cenowych.

Należy podkreślić, że szczegółowe parametry związane z szacowaniem wartości zagrożonej wynikają ze specyfiki ponoszonego ryzyka czy przyjętych zasad zarządzania, w tym akceptowalnego poziomu ryzyka (apetytu na ryzyko). Szczegółne wymagania są formułowane w przypadku, gdy szacowana wartość zagrożona ma stanowić podstawę w rachunku adekwatności kapitałowej. Dotyczy to przede wszystkim instytucji finansowych, w których fundusze własne powinny odpowiadać ponoszonemu poziomowi ryzyka.

W przypadku gdy celem pomiaru ryzyka jest szacowanie kapitału potrzebnego na jego pokrycie, obowiązujące regulacje nadzorcze precyzują bardzo szczegółowo dopuszczalne warunki wykorzystania metody. Nie wskazują szczegółowych rozwiązań dotyczących samego modelu wartości zagrożonej. Do podstawowych parametrów szacowania wartości zagrożonej zalicza się:

- a) poziom istotności<sup>2</sup> wnioskowania równy 1% ( $\alpha = 0,01$ ),
  - b) okres przetrzymania<sup>3</sup>:
- 10 dni roboczych – w celu szacowania wartości zagrożonej,

<sup>1</sup> Okres ekspozycji na ryzyko, tj. utrzymywania stałej wielkości i struktury pozycji pierwotnych. Nazywany także *okresem domknięcia*.

<sup>2</sup> Poziom istotności jest związany z poziomem ufności: *poziom istotności* =  $1 - \text{poziom ufności}$ .

<sup>3</sup> Chodzi tu o horyzont ekspozycji na ryzyko.

- 1 dzień roboczy – w celu weryfikacji modelu wartości zagrożonej,
- c) oszacowanie parametrów modelu wartości zagrożonej (w szczególności zmienności, współczynników korelacji) na podstawie wiarygodnych danych historycznych za okres obejmujący co najmniej 250 poprzedzających dni roboczych (okres próby).

W celu obliczenia wartości zagrożonej stosowane są trzy podstawowe techniki:

- metoda wariancji-kowariancji,
- metoda symulacji historycznej,
- metoda Monte Carlo.

Podany wyżej podział ma charakter ogólny i dotyczy podstawowych technik szacowania wartości zagrożonej. W literaturze [Bałamut 2002, s. 50] rozważane są różne modyfikacje modeli podstawowych i rozwiązania alternatywne.

Podejście do szacowania wartości zagrożonej zilustrujemy na przykładzie pomiaru ryzyka walutowego. Analogiczne podejście stosowane jest w przypadku innych czynników ryzyka, które liniowo wpływają np. na wartość należności czy zobowiązań podmiotu gospodarczego.

## 2.1. Metoda wariancji-kowariancji

W przypadku szacowania ryzyka walutowego ocena dotyczy potencjalnej straty, jaką, z zadaniem prawdopodobieństwem, w zadanym horyzoncie czasu, może ponieść podmiot gospodarczy legitymujący się określoną pozycją walutową.

Podstawą dla metody kowariancji, w najprostszym przypadku, jest założenie o normalności rozkładu dziennej zmienności czynników ryzyka. Przykładowo szacując wartość zagrożoną, dla wybranej waluty ( $VaR_i$ ), wykorzystuje się formułę:

$$VaR_i = P_i * c * \delta_i * \sqrt{H},$$

gdzie:  $P_i$  – wielkość otwartej  $i$ -tej pozycji walutowej, wyrażona w złotych;  $\delta_i$  – odchylenie standardowe dziennej zmiany kursu  $i$ -tej waluty, szacowane na podstawie danych z 250 dni roboczych;  $c$  – stała zależna od przyjętego poziomu istotności wniosku (dla  $\alpha = 1\%$ ,  $c = 2,3$ );  $H$  – czas trwania ekspozycji na ryzyko (okres przetrzymania) w dniach.

W przypadku portfela  $k$  walut wartość zagrożoną wyliczamy [Crouhy, Galai, Mark 2001, s. 201] jako:

$$VaR = \sqrt{V * C * V^T},$$

gdzie:  $V$  – wektor oszacowań wartości zagrożonej dla poszczególnych walut,  $V = [VaR_1, \dots, VaR_k]$ ;  $C$  – macierz współczynników korelacji zmian kursów.

Należy podkreślić, że w przypadku wielu czynników ryzyka przyjmuje się założenie o wielowymiarowym rozkładzie normalnym ich dziennych zmian, gdzie 0

oznacza wektor zerowy, natomiast  $a$  to macierz wariancji-kowariancji pomiędzy dziennymi zmianami czynników ryzyka.

## 2.2. Metoda symulacji historycznej

Zastosowanie tej metody wymaga zgromadzenia danych historycznych dotyczących zmian czynników ryzyka i oszacowania ich skutków (zmian wartości portfela inwestycji, pozycji walutowej firmy, banku) przy założeniu aktualnego stanu portfela inwestycyjnego, struktury bilansu czy pozycji walutowej. W ten sposób otrzymujemy empiryczny rozkład strat. Po uporządkowaniu otrzymanych rezultatów ustalamy wartość odpowiedniego kwantyla rozkładu, którego wartość uznajemy za oszacowanie  $VaR$ .

Tak więc w przypadku metody symulacji historycznej chodzi nie tyle o analizę symulacyjną, ile o wyliczenie  $VaR$ , np. dla aktualnej pozycji walutowej, na podstawie empirycznego rozkładu strat, szacowanego na podstawie historycznych zmian kursów walut.

Takie podejście do szacowania wartości zagrożonej nie wymaga szacowania parametrów czy przyjmowania założenia o określonej postaci rozkładu. W szczególności uchylone jest założenie o normalności rozkładu.

## 2.3. Metoda Monte Carlo

Metoda Monte Carlo to analiza symulacyjna. Symulacja dotyczy w tym przypadku kształtowania się czynników ryzyka (cen, stóp zwrotu, stóp procentowych czy kursów walut).

Podstawą jest ustalenie modelu opisującego kształtowanie się czynników ryzyka. Taki model powinien zostać zweryfikowany na podstawie danych empirycznych.

Na podstawie przyjętego modelu generuje się wielotysięczną próbę wartości czynników ryzyka (stóp zwrotu, zmian cen czy kursów walut). Na tej podstawie, analogicznie jak w przypadku symulacji historycznej, szacowany jest rozkład strat. Dla tak znalezionej rozkładu wyliczany jest poziom  $VaR$ .

Najistotniejszym problemem jest w tym przypadku ustalenie i zweryfikowanie modelu opisującego kształtowanie się czynników ryzyka. Metoda Monte Carlo daje spore możliwości, ale wyniki obarczone są dużym ryzykiem modelu.

W związku z tym proponuje się rozwiązanie [Hull, White 1998], które można traktować jako swego rodzaju połączenie metody wariancji-kowariancji i metody Monte Carlo.

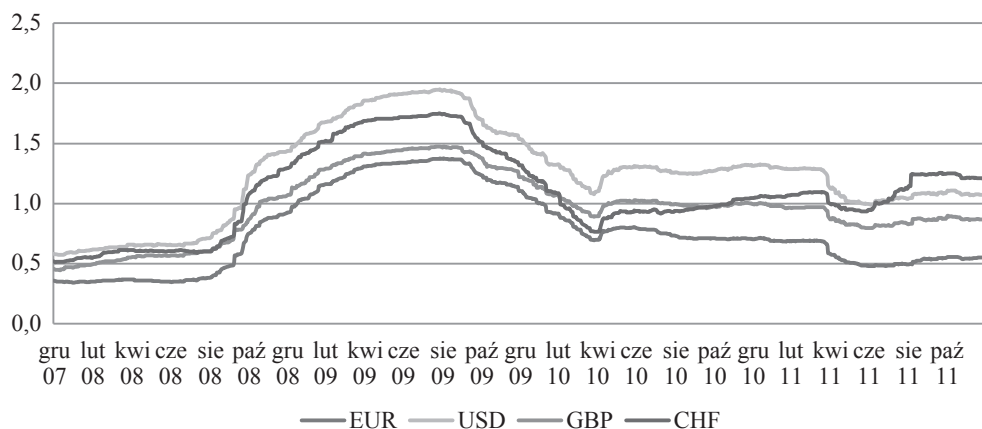
Przyjmowane jest założenie, że czynnik ryzyka charakteryzuje się rozkładem, którego parametry szacowane są na podstawie danych historycznych. Na podstawie wyznaczonego rozkładu generowana jest wielotysięczna próba realizacji czynników ryzyka. Estymowany rozkład wielowymiarowy charakteryzuje się taką samą macierzą wariancji-kowariancji jak macierz wariancji-kowariancji wyznaczona na podstawie danych historycznych.

Na podstawie wygenerowanej próby, analogicznie jak w przypadku symulacji historycznej, wyznacza się odpowiedni kwantyl rozkładu strat i w konsekwencji wartość zagrożoną. Takie rozwiązanie jest przedmiotem dalszej części rozważań.

### 3. Zastosowanie *VaR* w pomiarze ryzyka walutowego

#### 3.1. Ryzyko walutowe w latach 2007-2011

Dla potrzeb analizy zgromadzono dane dotyczące kształtowania się kursów czterech podstawowych walut wymienialnych w latach 2006-2011. Na tej podstawie wyznaczono dzienne zmiany kursu EUR, USD, GBP i CHF. Dla tak określonych czynników ryzyka oszacowano zmienność od 2007-12-31 do 2011-12-31. Jako miarę zmienności przyjęto odchylenie standardowe, szacowane na podstawie 250 obserwacji historycznych. Taki horyzont obowiązuje w przypadku stosowania statystycznych metod wnioskowania dla potrzeb pomiaru ryzyka w sektorze bankowym.



**Rys. 1.** Kształtowanie się odchylenia standardowego dziennych zmian kursów wybranych walut od 2007-12-31 do 2011-12-31

Źródło: obliczenia własne.

Na wykresie na rys. 1 przedstawiono szacowaną w każdym dniu roboczym wielkość odchylenia standardowego dziennych, względnych zmian wybranych kursów walut. Podstawą obliczeń było każdorazowo ostatnie 250 publikowanych notowań średnich kursów NBP. Z wykresu wynika, że poziom ryzyka kursowego w latach 2007-2011 był zróżnicowany. W tym okresie notujemy wzrost ryzyka walutowego. Rośnie ono gwałtownie od sierpnia 2008 r., osiągając maksymalne wartości w drugim kwartale 2009 r. W kolejnych miesiącach notujemy wprawdzie spadek, a następnie stabilizację ryzyka, choć na poziomie znacznie wyższym niż na początku analizowanego okresu.

Równoległe, na podstawie tych samych danych historycznych zweryfikowano hipotezę o normalności rozkładu. Dla każdego dnia roboczego na podstawie 250-elementowej próby wyznaczono wartość statystyki testu Shapiro-Wilka oraz jej poziom istotności. W tym celu zastosowano algorytm Roystona [1995]. Otrzymane wyniki przedstawiono w formie graficznej na rys. 2.



**Rys. 2.** Kształtowanie się poziomu istotności statystyki Shapiro-Wilka dla weryfikacji hipotezy o normalności rozkładu dziennej zmiany kursów wybranych walut

Źródło: obliczenia własne.

Wartości bliskie zeru (poniżej 1%) wskazują na konieczność odrzucenia hipotezy zerowej o normalności rozkładu dziennych zmian kursu waluty. Taka sytuacja, dla każdej z wybranych walut, dotyczy okresu od września 2008 do czerwca 2009 r., od maja 2010 do marca 2011 r. oraz od sierpnia 2011 r. do końca analizowanego okresu.

W świetle prezentowanych rezultatów nie ulega wątpliwości, że w przypadku ryzyka walutowego podstawowe założenie dotyczące pomiaru *VaR* metodą wariancji-kowariancji nie jest spełnione. W przypadku odrzucenia hipotezy o normalności rozkładu brzegowego należy również odrzucić hipotezę o wielowymiarowej normalności dziennych zmian kursów walut.

To oznacza, że rzeczywiste ryzyko rynkowe, będące konsekwencją zmienności kursów walut, może być wyższe niż jego oszacowanie *VaR* uzyskane metodą wariancji-kowariancji. W takim przypadku pojawia się pytanie: jak oszacować wielkość potencjalnej straty związanej z ryzykiem walutowym, np. dla potrzeb wewnętrznego pomiaru ryzyka?

### 3.2. Szacowanie wartości zagrożonej

Na podstawie zgromadzonych danych historycznych podjęto próbę oceny ryzyka walutowego metodą *VaR*. W tym celu zastosowano podejście oparte na macierzy

wariancji-kowariancji, symulacji historycznej oraz metodę Monte Carlo. W tym ostatnim przypadku zastosowano rozwiązanie proponowane w literaturze przedmiotu dla potrzeb modelowania rozkładów wielowymiarowych za pomocą tzw. kopuł [Hull 2011 s. 283]. Dla potrzeb analizy empirycznej przyjęto kopułę gaussowską<sup>4</sup>.

Wykorzystano metodę Hulla-White'a [1998] do generowania liczb losowych o wielowymiarowym rozkładzie niegaussowskim. Na podstawie danych historycznych szacowany jest nieznaną łączny rozkład zmian kursów walut. Przyjmuje się, że rozkład brzegowy względnej zmiany kursu waluty ( $e$ ) jest złożeniem dwóch rozkładów normalnych:

$$G(e) = pN\left(\frac{e}{u\sigma}\right) + (1-p)N\left(\frac{e}{v\sigma}\right),$$

dla których spełniony jest warunek:

$$pu^2 + (1-p)v^2 = 1,$$

gdzie  $N(x)$  oznacza dystrybuantę rozkładu normalnego o zerowej wartości oczekiwanej.

Wartości parametrów  $\sigma$ ,  $p$ ,  $u$ ,  $v$  wymagają oszacowania. W przypadku odchylenia standardowego  $\sigma$  dopuszcza się możliwość<sup>5</sup> estymacji w sposób tradycyjny, tj. na podstawie historycznych względnych zmian kursów walut ( $e_t$ ). Dla oszacowania wartości pozostałych parametrów zaproponowano wyznaczenie w sposób empiryczny prawdopodobieństw tego, że względne zmiany kursu waluty będą spełniały cztery nierówności:

$$|e_t| \leq \sigma, \quad \sigma < |e_t| \leq 2\sigma, \quad 2\sigma < |e_t| \leq 3\sigma, \quad |e_t| > 3\sigma.$$

Dla tak wyznaczonych wartości ( $\alpha_k$ ;  $k = 1, 2, 3, 4$ ) wyliczane są wartości teoretyczne prawdopodobieństw ( $\beta_k$ ;  $k = 1, 2, 3, 4$ ), wynikające z rozkładu  $G(e)$ . Znajdujemy takie wartości parametrów  $p$ ,  $u$ ,  $v$ , dla których maksymalizowana jest wartość funkcji wiarygodności postaci:

$$\sum_{k=1}^4 \alpha_k \log(\beta_k).$$

Powyższy algorytm stosowany jest dla każdej z walut.

Proces generowania danych dla potrzeb analizy symulacyjnej składa się z następujących etapów:

1) na podstawie danych historycznych dla każdego z czynników ryzyka estymujemy dystrybuanty rozkładów brzegowych  $G_k(e)$  i wyznaczamy wartości funkcji odwrotnej do rozkładu normalnego  $N^{-1}(G_k(e))$ ,

<sup>4</sup> Jednym z alternatywnych rozwiązań jest zastosowanie kopuł  $t$ -Studenta. W praktyce wiąże się to z koniecznością generowania liczb losowych, których wielowymiarowy rozkład jest rozkładem  $t$ -Studenta o zadanej macierzy wariancji-kowariancji.

<sup>5</sup> W celu szacowania dziennej zmienności kursów walut można wykorzystywać np. modele EWMA czy GARCH.

- 2) dla przekształconych w taki sposób danych historycznych wyznaczamy macierz wariancji-kowariancji,
- 3) generujemy realizacje zmiennej losowej  $X$  o wielowymiarowym rozkładzie normalnym z ustaloną macierzą wariancji-kowariancji,
- 4) wygenerowane realizacje transformujemy za pomocą dystrybuanty funkcji odwrotnej  $G_k^{-1}(N(x))$ .

W ten sposób otrzymujemy realizację wielowymiarowej zmiennej losowej o rozkładach brzegowych  $G_k(e)$  i macierzy wariancji-kowariancji charakteryzującej zależności pomiędzy czynnikami ryzyka.

### 3.3. Wyniki pomiaru ryzyka

Bezpośrednim źródłem ryzyka kursowego jest niedopasowanie aktywów i pasywów oraz pozabilansowych pozycji walutowych i zmienność kursów walut. Miarą niedopasowania jest wielkość otwartej pozycji walutowej. W związku z tym przyjęto, że mamy do czynienia z portfelem aktywów i pasywów, który jest charakterystyczny dla polskiego sektora bankowego na koniec 2007 r. Przyjęto określone założenia dotyczące wielkości pozycji walutowej i jej struktury. Założono, że struktura odpowiada strukturze aktywów walutowych w sektorze bankowym [*Raport o sytuacji banków...* 2008, s. 64]:

- euro (EUR) – 39,5%,
- dolar amerykański (USD) – 14,4%,
- frank szwajcarski (CHF) – 44,1%,

Przyjęto, że pozostała część otwartej pozycji walutowej (2%) to ekspozycje w funcie brytyjskim (GBP).

Ustalono, że wielkość pozycji walutowej wyrażona w złotych będzie właściwa dla podmiotu gospodarczego charakteryzującego się umiarkowanym poziomem ekspozycji na ryzyko. Przyjęto, że taka sytuacja ma miejsce, gdy relacja całkowitej otwartej pozycji walutowej stanowi od 5 do 10% funduszy własnych<sup>6</sup>. Zakładając, że fundusze własne podmiotu gospodarczego są równe 1 mln euro, w prowadzonych obliczeniach przyjęto otwartą pozycję walutową, której poziom na początku analizowanego okresu odpowiadał równowartości 100 tys. euro.

Na podstawie zgromadzonych danych poddano analizie kształtowanie się od 31 grudnia 2007 r. do 31 grudnia 2011 r. (1017 dni roboczych):

- a) otwartej pozycji walutowej,
- b) oszacowań wartości zagrożonej, wyznaczonej metodą wariancji-kowariancji, symulacji historycznej i symulacji Monte Carlo dla rozkładu identyfikowanego metodą Hulla-White'a.

Dla każdego z dni roboczych w analizowanym okresie podstawą do szacowania VaR było ostatnie 250 notowań kursów wybranych walut. W przypadku symulacji

<sup>6</sup> Przykładowo takie kryterium oceny poziomu ryzyka jest stosowane przez instytucje nadzorcze w sektorze bankowym [*Metodyka...* 2010, s. 31].

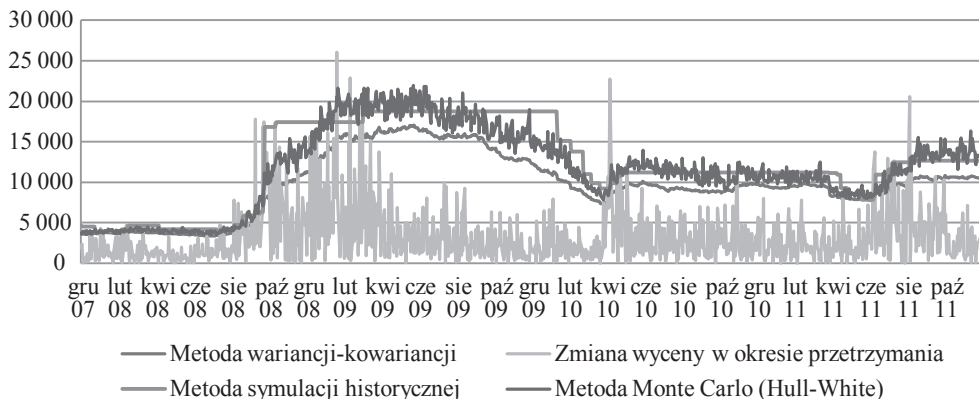
Monte Carlo stanowiły one próbę, na podstawie której wyznaczano parametry rozkładu dziennych zmian tego czynnika ryzyka. Dla określonego w ten sposób rozkładu każdorazowo generowano 1000 realizacji. Na ich podstawie wyznaczano wartość zagrożoną.

Na podstawie zgromadzonych danych oszacowano, na poziomie istotności 1%, wartość zagrożoną dla 1-dniowego i 10-dniowego okresu domknięcia pozycji. W przypadku metody kowariancji uwzględniano wzajemne korelacje pomiędzy zmianami kursów walut. Dodatkowo wyznaczono, dla każdego dnia w analizowanym okresie, wielkości niekorzystnej zmiany wyceny pozycji walutowej (wyniku<sup>7</sup> z tytułu ryzyka kursowego), według formuły:

$$\Delta W_i = |P_{i+H} - P_i|,$$

gdzie:  $\Delta W_i$  – niekorzystna zmiana wyniku wynikająca z wyceny otwartej pozycji walutowej utrzymywanej w założonym okresie przetrzymania, odpowiadająca  $i$ -temu dniu roboczym;  $P_i$  – wartość wyceny (w złotych) pozycji walutowej w  $i$ -tym dniu roboczym;  $H$  – okres przetrzymania (domknięcia pozycji);  $H = 1$ ;  $H = 10$ .

Otrzymane wyniki oszacowań wartości zagrożonej porównano z zaobserwowanymi zmianami wyniku z tytułu wyceny pozycji walutowej w okresie przetrzymania. Otrzymane rezultaty przedstawiono na rys. 3-4.

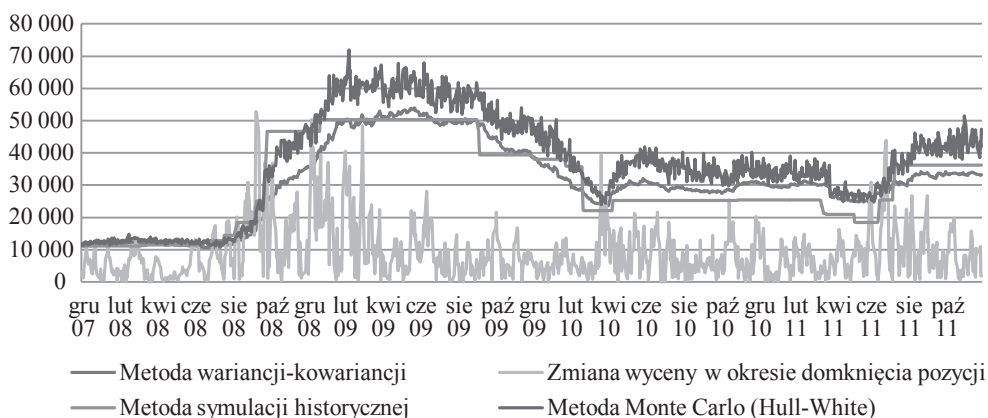


**Rys. 3.** Kształtowanie się oszacowań VaR otrzymanych różnymi metodami i zmiany wyceny dla 1-dniowego okresu przetrzymania

Źródło: obliczenia własne.

<sup>7</sup> Niekorzystny wynik z tytułu wyceny generuje długa pozycja walutowa – w sytuacji spadku kursu, krótka – w przypadku ich wzrostu.





**Rys. 4.** Kształtowanie się oszacowań *VaR* otrzymanych różnymi metodami i zmiany wyceny dla 10-dniowego okresu przetrzymania

Źródło: obliczenia własne.

Z otrzymanych rezultatów wynika, że w analizowanym okresie szacowana wielkość *VaR* z reguły pokrywała zaobserwowane zmiany wyceny pozycji walutowej, które skutkują zmianą wyniku z tytułu ryzyka kursowego. Dotyczy to zarówno 1-dniowego, jak i 10-dniowego okresu przetrzymania. W analizowanym okresie miały miejsce przypadki, gdy zmiana wartości wyceny przekraczała szacowany poziom straty. Przekroczenia dotyczyły wielkości *VaR* uzyskanych za pomocą każdej z zastosowanych technik pomiaru ryzyka. Porównując otrzymane wyniki obliczeń, należy stwierdzić, że zastosowana metoda symulacji Monte Carlo dała lepsze wyniki od dwóch pozostałych. Oszacowania *VaR* uzyskiwane w sposób symulacyjny na podstawie estymowanego empirycznie rozkładu czynników ryzyka były wyższe zarówno od oszacowań otrzymywanych metodami wariancji-kowariancji, jak i symulacji historycznej.

Należy podkreślić, że analiza została ograniczona jedynie do najważniejszego parametru charakteryzującego wyniki stosowania wybranych metod pomiaru ryzyka<sup>8</sup>, tj. do relacji pomiędzy przewidywaną a zrealizowaną zmianą wyniku z tytułu wyceny pozycji walutowej.

## 4. Podsumowanie

Metoda *Value at Risk* jest aktualnie uznawana za podstawowe narzędzie pomiaru ryzyka. Dotyczy to zarówno instytucji finansowych, jak i przedsiębiorstw, które z tytułu prowadzonej działalności legitymują się ekspozycją na ryzyko.

<sup>8</sup> W literaturze przedmiotu można znaleźć znacznie bardziej zaawansowane badania nad wybranymi technikami szacowania *VaR* [Bałamut 2002; Mentel 2011].

Przeprowadzony, bardzo prosty, eksperyment o charakterze symulacyjnym z jednej strony uwidacznia konieczność identyfikacji i pomiaru ryzyka dla potrzeb bieżącego zarządzania aktywami i pasywami, z drugiej zaś wskazuje na możliwości praktycznego zastosowania w tym celu różnych technik pomiaru.

Obserwowany w ostatnich latach wzrost możliwości wykorzystania technik informatycznych umożliwia implementację rozwiązań bazujących na analizie symulacyjnej.

Otrzymane rezultaty wskazują, że akceptowalnym rozwiązaniem może być połączenie podejścia opartego na metodzie wariancji-kowariancji z symulacją Monte Carlo. Takie rozwiązanie jest możliwe zarówno w przedsiębiorstwie, którego działalność jest obciążona ryzykiem, jak i w instytucji finansowej. W tym drugim przypadku zastosowane rozwiązania zależą od skali i profilu podejmowanego ryzyka. W szczególności od budowy portfela inwestycyjnego.

W przypadku sektora bankowego metoda Monte Carlo może być z powodzeniem wykorzystana w wewnętrznym procesie zarządzania ryzykiem<sup>9</sup>, zwłaszcza dla potrzeb wewnętrznej weryfikacji wymogu kapitałowego szacowanego metodą podstawową. Może być wykorzystana np. w bankach spółdzielczych, których ryzyko rynkowe ograniczone jest do ryzyka walutowego. W takim przypadku za dodatkowy kapitał na pokrycie ryzyka walutowego można przyjąć nadwyżkę oszacowania *Value at Risk* metodą symulacji Monte Carlo ponad wymóg kapitałowy wyznaczony metodą podstawową.

## Literatura

- Bałamut T., *Metody estymacji Value at Risk*, „Materiały i Studia” 2002, nr 147.
- Crouhy M., Galai D., Mark R., *Risk Management*, McGraw-Hill, New York 2001.
- Hull J., *Zarządzanie ryzykiem instytucji finansowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.
- Hull J., White A., *Value-at-Risk when daily changes in market variables are not normally distributed*, “The Journal of Derivatives” 1998, vol. 5.
- Jajuga K. (red.), *Zarządzanie ryzykiem*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Mentel G., *Value at Risk w warunkach polskiego rynku kapitałowego*, CeDeWu, Warszawa 2011.
- Metodyka BION*, Komisja Nadzoru Finansowego, Warszawa 2010.
- Raport o sytuacji banków w 2009 roku*, Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, Warszawa 2010.
- Royston P., *A remark on algorithm AS 181: The W test for normality*, “Applied Statistics” 1995, vol. 44.

---

<sup>9</sup> Nowa Umowa Kapitałowa (Filar II) zobligowała banki do wdrożenia takiego procesu. Poziom ponoszony ryzyka i sposób zarządzania jest podstawą oceny nadzorczej każdego banku.

## THE VAR APPROACH IN THE RISK MEASUREMENT

**Summary:** The work concerns the method of Value at Risk. It discusses the measurement practice and basic solutions. It indicates that there is a possibility of VaR estimating with Monte Carlo approach. We can achieve that through multi-dimensional distribution of risk factors. These solutions were considered on the basis of the empirical material gathered for the evolution and performance of the exchange rates in the 2007-2011 period. This empirical study illustrates the results of selected methods for the VaR calculation.

**Keywords:** Monte Carlo, currency risk, Value at Risk.