

**PRACE NAUKOWE**

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

**RESEARCH PAPERS**

of Wrocław University of Economics

**254**

# **Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a rynek polski**



Redaktorzy naukowi

**Krzysztof Jajuga**

**Wanda Ronka-Chmielowiec**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2012

Recenzenci: Diarmuid Bradley, Jan Czekaj, Marek Gruszczyński, Jacek Lisowski, Paweł Miłobędzki,  
Włodzimierz Szkutnik, Mirosław Szreder, Adam Szyszka, Waldemar Tarczyński,  
Stanisław Wieteska, Tomasz Wiśniewski

Redaktor Wydawnictwa: Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

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 978-83-7695-293-2**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	9
<b>Barbara Będowska-Sójka:</b> Zastosowanie zmienności zrealizowanej i modeli typu ARCH w wyznaczaniu wartości zagrożonej .....	11
<b>Jacek Bialek:</b> Zastosowanie statystycznych indeksów łańcuchowych do oceny przeciętnego zwrotu grupy OFE .....	23
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz:</b> Zastosowanie modelu logitowego i modelu regresji Coxa w analizie zmian cen akcji spółek giełdowych w wyniku kryzysu finansowego .....	33
<b>Katarzyna Byrka-Kita:</b> Premia z tytułu kontroli na polskim rynku kapitałowym – wyniki badań .....	42
<b>Krzysztof Echaust:</b> Analiza przekroczeń wysokości depozytów zabezpieczających na podstawie kontraktów futures notowanych na GPW w Warszawie. ....	52
<b>Magdalena Frasyniuk-Pietrzyk, Radosław Pietrzyk:</b> Rentowność inwestycji na rynku regulowanym i w alternatywnym systemie obrotu w Polsce . ....	61
<b>Daniel Iskra:</b> Wartość zagrożona instrumentu finansowego szacowana przedziałowo .....	74
<b>Bogna Janik:</b> Analiza stóp zwrotu z inwestycji w indeksy akcji spółek społecznie odpowiedzialnych .....	83
<b>Paweł Kliber:</b> Niestacjonarność aktywności transakcyjnej na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie .....	93
<b>Krzysztof Kowalke:</b> Ocena przydatności rekomendacji giełdowych opartych na metodzie DCF na przykładzie spółek budowlanych .....	103
<b>Mieczysław Kowerski:</b> Modele selekcji próby stóp dywidend spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie .....	113
<b>Dominik Krężolek:</b> Granica efektywności portfeli inwestycyjnych a indeks ogona rozkładu stopy zwrotu – analiza empiryczna na przykładzie GPW w Warszawie .....	124
<b>Monika Kubik-Kwiatkowska:</b> Znaczenie raportów finansowych dla wyceny spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie SA .....	133
<b>Agnieszka Majewska:</b> Wycena opcji menedżerskich – wybrane problemy ...	142
<b>Sebastian Majewski:</b> Pomiar nastroju inwestycyjnego jako metoda wspomagająca strategię inwestycyjne .....	152
<b>Piotr Manikowski:</b> Cykle ubezpieczeniowe w Europie Środkowej .....	162

<b>Artur Mikulec:</b> Metody oceny wyników inwestycyjnych przy braku normalności rozkładu stóp zwrotu .....	171
<b>Joanna Olbryś:</b> Tarcie w procesach transakcyjnych i jego konsekwencje .....	181
<b>Andrzej Paliński:</b> Spłata zadłużenia kredytowego w ujęciu teoriogrowym .....	190
<b>Monika Papież, Stanisław Wanat:</b> Modele autoregresji i wektorowej autoregresji w prognozowaniu podstawowych zmiennych charakteryzujących rynek ubezpieczeń działu II .....	199
<b>Daniel Papla:</b> Przykład zastosowania metod analizy wielowymiarowej w analizie zarażania rynków finansowych .....	209
<b>Tomasz Pisula:</b> Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do prognozowania upadłości przedsiębiorstw .....	219
<b>Agnieszka Przybylska-Mazur:</b> Wybrane reguły nastawione na cel a prognozowanie wskaźnika inflacji .....	235
<b>Paweł Siarka:</b> Wykorzystanie modeli scoringowych w bankowości komercyjnej .....	246
<b>Rafał Siedlecki:</b> Struktura kapitału w cyklu życia przedsiębiorstwa .....	262
<b>Anna Sroczyńska-Baron:</b> Wybór portfela akcji z wykorzystaniem narzędzi teorii gier .....	271
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Zastosowania kopuli niesymetrycznych w modelowaniu ekonomicznym .....	281
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Zastosowanie estymatora $k$ -to-rekordowego do szacowania wartości narażonej na ryzyko .....	289
<b>Piotr Staszewicz:</b> Multi entry framework for financial and risk reporting .....	298
<b>Anna Szymańska:</b> Czynniki decydujące o wyborze ubezpieczyciela w przypadku ubezpieczeń komunikacyjnych AC .....	310
<b>Sławomir Śmiech, Wojciech Zysk:</b> Oceny ratingowe jako element konkurencyjności wybranych systemów gospodarczych – weryfikacja na przykładzie agencji Fitch .....	323
<b>Rafał Tuzimek:</b> Wpływ wypłat dywidendy na wartość akcji spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie .....	333
<b>Jacek Welc:</b> Rewersja do średniej dynamiki przychodów oraz rentowności spółek a zmiany relatywnej dynamiki zysków .....	347
<b>Ryszard Węgrzyn:</b> Zastosowanie delty „wolnej od modelu” w hedgingu opcyjnym .....	356
<b>Stanisław Wieteska:</b> Wyładowania atmosferyczne jako element ryzyka w ubezpieczeniach majątkowo-osobowych w polskim obszarze klimatycznym .....	367
<b>Alicja Wolny-Dominiak:</b> Modelowanie liczby szkód w ubezpieczeniach komunikacyjnych w przypadku występowania dużej liczby zer .....	381

## Summaries

<b>Barbara Będowska-Sójka:</b> Modeling value-at-risk when realized volatility and ARCH-type models are used.....	22
<b>Jacek Bialek:</b> The application of chain indices to evaluate the average rate of return of a group of Open Pension Funds.....	32
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz:</b> The application of the logit model and the Cox regression model in the analysis of financial crisis related price changes of listed companies' shares .....	41
<b>Katarzyna Byrka-Kita:</b> Control premium on Polish capital market – empirical evidence .....	51
<b>Krzysztof Echaust:</b> Analysis of margin exceedances on the basis of futures contracts quoted on the Warsaw Stock Exchange.....	60
<b>Magdalena Frasyniuk-Pietrzyk, Radosław Pietrzyk:</b> Return on investment on a regulated market and multilateral trading facility in Poland .....	73
<b>Daniel Iskra:</b> Confidence interval for Value at Risk.....	82
<b>Bogna Janik:</b> Analysis of rates of return on investments in equity SRI indices .....	92
<b>Paweł Kliber:</b> Non-stationarity in transaction activity on the Warsaw Stock Exchange.....	102
<b>Krzysztof Kowalke:</b> Assessment of the usefulness of Stock Exchange recommendations based on the DCF method on the example of construction companies.....	112
<b>Mieczysław Kowerski:</b> The sample selection models of dividend yield of companies quoted on the Warsaw Stock Exchange.....	123
<b>Dominik Krężolek:</b> The efficient frontier of investment portfolios and the tail index of distribution of returns – an empirical analysis on the WSE .....	132
<b>Monika Kubik-Kwiatkowska:</b> Value relevance of financial reporting on the Warsaw Stock Exchange.....	141
<b>Agnieszka Majewska:</b> The value of employee stock options – selected problems.....	151
<b>Sebastian Majewski:</b> Measuring of investment sentiment as a method of supporting investment strategies.....	161
<b>Piotr Manikowski:</b> Insurance cycles in Central Europe.....	170
<b>Artur Mikulec:</b> Investment performance evaluation methods in the absence of normality of the rates of return.....	180
<b>Joanna Olbryś:</b> Friction in trading processes and its implications .....	189
<b>Andrzej Paliński:</b> The game theoretic approach to bank credit repayment....	198
<b>Monika Papież, Stanisław Wanat:</b> The application of autoregressive models and vector autoregressive models in forecasting basic variables on the non-life insurance market .....	208

<b>Daniel Papla:</b> Example of using multidimensional methods in analyzing the contagion on the financial markets .....	218
<b>Tomasz Pisula:</b> Application of artificial neural networks for forecasting corporate bankruptcy .....	234
<b>Agnieszka Przybylska-Mazur:</b> Selected targeting rules and forecasting inflation rate .....	245
<b>Paweł Siarka:</b> The use of scoring models in commercial banking.....	261
<b>Rafał Siedlecki:</b> The structure of capital in the company life cycle .....	270
<b>Anna Sroczyńska-Baron:</b> The choice of shares portfolio based on the theory of games.....	280
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Asymmetric copulas applications in economic modelling.....	288
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Value-at-Risk estimation using ‘ <i>k</i> -th record’ estimator .....	297
<b>Piotr Staszewicz:</b> Zapis poczwórny jako mechanizm pozwalający na integrację sprawozdawczości finansowej i ostrożnościowej .....	309
<b>Anna Szymańska:</b> Factors determining a choice of an insurer in case of motor hull insurance .....	322
<b>Sławomir Śmiech, Wojciech Zysk:</b> Assessments of rating as part of competitiveness of selected economies – verification on the example of Fitch agency .....	332
<b>Rafał Tuzimek:</b> Effect of dividend payments on the value of shares listed on the Warsaw Stock Exchange .....	346
<b>Jacek Welc:</b> Impact of mean-reversion of sales growth and profitability on the relative growth of corporate earnings .....	355
<b>Ryszard Węgrzyn:</b> Application of model free delta to option hedging .....	366
<b>Stanisław Wieteska:</b> Lightning as an element of risk in non-life insurance in the Polish area of climate.....	380
<b>Alicja Wolny-Dominiak:</b> Zero-inflated claim count modeling in automobile insurance. Case Study .....	390

**Daniel Papla**

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

---

## **PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA METOD ANALIZY WIELOWYMIAROWEJ W ANALIZIE ZARAŻANIA RYNKÓW FINANSOWYCH**

---

**Streszczenie:** Kryzysy finansowe są ważnym zjawiskiem dla całej gospodarki, ponieważ podczas kryzysu zwiększają się koszty pośrednictwa oraz koszty kredytów, trudniejszy jest również dostęp do kredytów. Powoduje to ograniczenia działalności sektora realnego, co może prowadzić do kryzysu również w tym sektorze. Najczęściej przyjmuje się, że zarażanie na rynkach finansowych (*contagion in financial markets*) występuje wtedy, kiedy podczas kryzysu obserwuje się znacznie zwiększoną zależność między ruchami cen na różnych rynkach finansowych. W tym artykule autor podejmuje próbę odpowiedzi na pytanie, czy wybrane giełdy światowe zarażają się od siebie w rozumieniu podanej definicji. Jako narzędzie wykorzystane będą warunkowe funkcje powiązań i warunkowy współczynnik korelacji rho Spearmana.

**Słowa kluczowe:** kryzys finansowy, zarażanie rynków finansowych, warunkowy współczynnik korelacji.

### **1. Wstęp**

Kryzysy finansowe są ważnym zjawiskiem dla całej gospodarki, ponieważ podczas kryzysu zwiększają się koszty pośrednictwa oraz koszty kredytów, trudniejszy jest również dostęp do kredytów. Powoduje to ograniczenia działalności sektora realnego, co może prowadzić do kryzysu także w tym sektorze.

Dosyć duża częstość występowania kryzysów finansowych może prowadzić do wniosku, że sektor finansowy jest szczególnie wrażliwy na różnego rodzaju zaburzenia. Zwłaszcza kryzys z ostatnich lat pokazał, jak gospodarka światowa jest wrażliwa na zaburzenia w epoce globalizacji. Aby zbadać uwarunkowania rozprzestrzeniania się kryzysów finansowych, wykorzystano w tym artykule metody analizy powiązań między światowymi rynkami kapitałowymi, takie jak wielowymiarowe rozkłady warunkowe, funkcje powiązań czy też dynamiczne modele warunkowej korelacji. Powinny one dać odpowiedź na pytanie, czy podczas kryzysu występuje istotna zmiana w zależnościach między rynkami, co w części tłumaczyłoby tak szybkie rozprzestrzenianie się kryzysu.

Najczęściej przyjmuje się, że zarażanie na rynkach finansowych (*contagion in financial markets*) występuje wtedy, kiedy podczas kryzysu obserwuje się znacznie zwiększoną zależność między ruchami cen na różnych rynkach finansowych. W tym artykule autor podejmie próbę odpowiedzi na pytanie, czy wybrane giełdy światowe zarażają się od siebie w rozumieniu podanej definicji. Jako narzędzie wykorzystane będą warunkowe funkcje powiązań i warunkowy współczynnik korelacji rho Spearmana.

## 2. Przegląd literatury

Jednym ze zjawisk związanych z kryzysami finansowymi, które nastąpiły w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat, była tendencja zwiększenia zależności między rynkami finansowymi w okresie kryzysu w porównaniu z zależnościami poza kryzysem. Jak już wspomniano, ta właściwość nazywana jest zarażaniem i ze względu na swoje dosyć poważne efekty zwróciła uwagę wielu teoretyków i praktyków zajmujących się finansami. Szybko zaproponowano kilka metod pozwalających sprawdzić występowanie zarażania. Większość z tych metod skupia się na poszukiwaniu zmian wielowymiarowego rozkładu stóp zwrotu w okresach kryzysu i poza tymi okresami. W pracach [Forbes, Rigobon 2002; Bae, Karolyi, Stulz 2003; Pericoli, Sbracia 2003; Dungey i in. 2005; Rodríguez 2007] zawarte są podstawy takiego podejścia i dalsza literatura na ten temat.

Inne podejście zostało wprowadzone kilka lat temu w pracach [Bradley, Taqqu 2004; 2005a; 2005b]. Intuicyjnie rozumując, należy stwierdzić, że autorzy ci założyli, że zarażanie rynku Y przez rynek X występuje wtedy, jeżeli zależność między rynkiem X a rynkiem Y jest większa, kiedy na rynku X występują ponadprzeciętne spadki, niż kiedy sytuacja na rynku X jest normalna. Oznacza to, że zależność jest większa dla wartości stóp zwrotu rynku X znajdujących się w lewym ogonie rozkładu brzegowego niż w jego centralnej części. Autorzy ci mierzyli zmiany zależności, wykorzystując pewne lokalne współczynniki korelacji. W jednym z artykułów [Bradley, Taqqu 2004] napisali, że ich podejście „nie wymaga definicji kryzysu i okresu normalnego i nie ma natury czasowej”. Ponieważ w tej definicji nie skupia się uwagi na okresie, w którym występuje kryzys, lecz na tym, w jakim „miejszu” rozkładu się znajdujemy, zarażanie tak zdefiniowane określa się mianem zarażania miejscowego (przestrzennego, *spatialcontagion*).

## 3. Metodologia badań empirycznych

Definicja funkcji powiązań wygląda następująco:  $k$ -wymiarową funkcję  $C: [0,1]^k \rightarrow [0,1]$  określa się mianem funkcji powiązań (copula), jeśli spełnia następujące warunki:

- a)  $C(u_1, u_2, \dots, u_k)$  jest funkcją  $k$ -rosnącą,
- b)  $C(u_1, u_2, \dots, u_{i-1}, 0, u_{i+1}, \dots, u_k) = 0$ ,
- c)  $C(1, \dots, 1, u_i, 1, \dots, 1) = u_i$ .



Znaczenie funkcji powiązań w analizie zależności wielowymiarowych wynika z twierdzenia Sklara:

Niech  $H$  będzie dystrybuantą łączną rozkładu wielowymiarowego, którego rozkłady brzegowe oznaczymy odpowiednio przez  $F_i$ . Wtedy istnieje funkcja powiązań  $C$  taka, że

$$H(x_1, x_2, \dots, x_k) = C(F_1(x_1), F_2(x_2), \dots, F_k(x_k)).$$

Jeśli  $F_i$  są ciągłe, to  $C$  jest jednoznacznie określona. Ponadto jeśli  $F_i$  są dystrybuantami, to funkcja  $H$  określona powyższym równaniem jest dystrybuantą łączną rozkładu wielowymiarowego.

Innymi słowy, funkcja powiązań oddaje pełną strukturę zależności między rozkładami brzegowymi, tworząc wraz z nimi rozkład wielowymiarowy, oczywiście przy spełnieniu podanych powyżej założeń.

Niech  $C_{(U,V)S}(u,v)$  oznacza dwuwymiarową funkcję powiązań, rozpiętą na pewnym podzbiorze  $S$  zbioru  $[0, 1] \times [0, 1]$ , gdzie  $u$  i  $v$  są dystrybuantami rozkładu stóp zwrotu dwóch indeksów giełdowych:  $u = F(X)$ ,  $v = F(Y)$ .  $X$  jest rozkładem stóp zwrotu indeksu pierwszego rynku,  $Y$  – rynku drugiego. W dalszej części pracy  $X$  i  $Y$  będą również oznaczały pierwszy i drugi rynek.

Aby zbadać koncepcję zarażania, można rozpatrzeć następujące podzbiory  $S$  [Durante, Jaworski 2008]:

$$\begin{aligned} S_L &= [0, \alpha] \times [0, 1], \\ S_P &= [1 - \alpha, 1] \times [0, 1], \\ S_D &= [0, 1] \times [0, \alpha], \\ S_G &= [0, 1] \times [1 - \alpha, 1], \\ S_{LD} &= [0, \alpha] \times [0, \alpha], \\ S_{PG} &= [1 - \alpha, 1] \times [1 - \alpha, 1], \\ S_{Pion} &= [\beta, 1 - \beta] \times [0, 1], \\ S_{Poziom} &= [0, 1] \times [\beta, 1 - \beta], \\ S_{Srodek} &= [\beta, 1 - \beta] \times [\beta, 1 - \beta]. \end{aligned}$$

Zbiory  $S_L$ ,  $S_P$ ,  $S_D$ ,  $S_G$ ,  $S_{LD}$  i  $S_{PG}$  nazywane są zbiorami krańcowymi, zaś zbiory  $S_{Pion}$ ,  $S_{Poziom}$  i  $S_{Srodek}$  to zbiory centralne. Warunkowe funkcje powiązań tworzone są przez uwarunkowanie ze względu na dziedzinę, która jest w tym przypadku jednym z powyższych zbiorów, i oznaczane są np. jako  $C_{S_L}$ .

Porównując w określony sposób warunkową funkcję powiązań opartą na jednym ze zbiorów krańcowych z funkcją opartą na jednym ze zbiorów centralnych, można zbadać, czy między dwiema badanymi zmiennymi, czyli w tym przypadku między stopami zwrotu badanych indeksów, występuje zjawisko zarażania.

W niniejszym artykule do porównania dwu funkcji powiązań wykorzystano tzw. dodatnią zależność monotoniczną PQD (*Positive Quadrant Dependence*) [Durante, Jaworski 2008]. Definiuje się, że  $C_1 \ll_{PQD} C_2$ , jeżeli dla wszystkich par  $(u, v) \in [0,1] C_1(u, v) \leq C_2(u, v)$ , innymi słowy  $C_2$  przeważa pod względem PQD nad  $C_1$ , jeżeli dla każdej pary  $(u, v)$   $C_2$  przyjmuje większe wartości niż  $C_1$ . Oznacza to, że zależność między  $u$  i  $v$  jest silniejsza w przypadku funkcji  $C_2$  niż  $C_1$ . Wykorzystując ten fakt, konstrukcję zbiorów  $S$  oraz pojęcie zarażania, można zdefiniować takie przypadki:

Rynek  $X$  zaraża rynek  $Y$ , jeżeli  $C_{S_{Poziom}} \ll_{PQD} C_{S_L}$ .

Rynek  $Y$  zaraża rynek  $X$ , jeżeli  $C_{S_{Pion}} \ll_{PQD} C_{S_D}$ .

Jeżeli  $C_{S_{Srodek}} \ll_{PQD} C_{S_{LD}}$ , to mamy do czynienia z zarażaniem symetrycznym.

Zarażanie definiowane jest tu jako zwiększenie zależności w lewym dolnym ogonie rozkładu łącznego w porównaniu z regionem centralnym tego rozkładu. Definicja ta nie wymaga określenia wprost, kiedy mamy do czynienia z okresem kryzysu, a kiedy z okresem normalnym, pośrednio jednak zakłada się, że kryzys występuje wtedy, kiedy dystrybuanta rozkładu brzegowego stóp zwrotu na jednym lub na obu rynkach mniejsza jest od zadanego poziomu  $\alpha$ .

Istnieją co najmniej dwa sposoby sprawdzenia podanych zależności między warunkowymi funkcjami powiązań dla danych empirycznych. Pierwszy to próba znalezienia postaci funkcji powiązań łączącej dane i estymacja jej parametrów. Na tej podstawie można spróbować wyznaczyć warunkowe funkcje powiązań i w ten sposób sprawdzić, czy spełnione są warunki zarażania. Podejście to wiąże się jednak z dwoma poważnymi problemami. Po pierwsze, dopasowywanie funkcji powiązań do danych rzeczywistych skutkuje z reguły wystąpieniem błędów estymacji, które mogą zostać zwielokrotnione w procesie wyznaczania warunkowych funkcji powiązań. Po drugie, wyznaczenie tych funkcji warunkowych może być trudne, zwłaszcza jeżeli nie uda się uzyskać jawnego wzoru takiej funkcji [Durante, Jaworski 2008].

Dlatego w tej pracy zastosowano za pracą [Durante, Jaworski 2008] inne, nieparametryczne podejście. Podstawą definicji zarażania podanych powyżej jest porównywanie warunkowych funkcji powiązań za pomocą dodatniej zależności monotonicznej PQD. Zależność ta jest równoznaczna z miarami zależności monotonicznej, takimi jak  $\tau$  Kendalla lub  $\rho$  Spearmana, co można wyrazić w ten sposób: jeżeli  $C \ll_{PQD} D$ , to  $\kappa(C) \leq \kappa(D)$ , gdzie  $\kappa$  to jakaś miara zależności monotonicznej [Nelsen 2006, Scarsini 1984]. Wykorzystując ten fakt, można badać występowanie zarażania, sprawdzając występowanie następujących zależności:

Rynek  $X$  zaraża rynek  $Y$ , jeżeli  $\kappa(C_{S_{Poziom}}) \leq \kappa(C_{S_L})$ .

Rynek  $Y$  zaraża rynek  $X$ , jeżeli  $\kappa(C_{S_{Pion}}) \leq \kappa(C_{S_D})$ .

Jeżeli  $\kappa(C_{S_{Srodek}}) \leq \kappa(C_{S_{LD}})$ , to mamy do czynienia z zarażaniem symetrycznym.

W dalszej części artykułu jako miarę zależności wykorzystano współczynnik korelacji rang Spearmana  $\rho$ . Ponieważ w tym przypadku współczynnik ten obliczany jest dla warunkowych funkcji powiązań, to określany jest jako warunkowy współczynnik korelacji [Dobric, Frahm, Schmid 2007].

$$\rho_S = \frac{12}{n_S} \sum_{i \in I_S} \frac{r_S(u_i)}{n_S} \frac{r_S(v_i)}{n_S} - 3,$$

gdzie:  $\rho_S$  – warunkowy współczynnik korelacji rang Spearmana,  
 $n_S$  – liczba obserwacji w zbiorze  $S$ ,  
 $I_S$  – indeksy obserwacji należących do zbioru  $S$ ,  
 $r_S$  – ranga obserwacji w zbiorze  $S$ .

W celu określenia istotności otrzymanych wyników wykorzystano metodę bootstrapową [Schmid, Schmidt 2006; 2007].

#### 4. Wyniki badań empirycznych

W badaniu wykorzystano stopy zwrotu z dziewięciu (BUENOS, CAC40, DAX, DJIA, FT\_SE100, HANGSENG, NIKKEI, SP500, WIG20) indeksów giełd światowych, z okresu 1995-2011. Po uzgodnieniu dat szeregi miały długość 3148 obserwacji (dane dzienne).

Obliczenia składały się z następujących kroków:

- wybór pary indeksów,
- obliczenie dystrybuant empirycznych dla poszczególnych indeksów,
- wyznaczenie podzbiorów  $S$  dla  $\alpha = 0,05$  i  $\beta = 0,1$ ,
- obliczenie  $\rho_S$  dla wyznaczonych podzbiorów  $S$ ,
- wyznaczenie metodą bootstrapową przedziałów ufności  $\rho_S$  dla poziomu ufności 0,05, liczba powtórzeń 1000.

**Tabela 1.** Wyniki zbiorcze (36 par indeksów)

Sytuacja, kiedy pierwszy rynek zarażał drugi	Sytuacja, kiedy drugi rynek zarażał pierwszy	Zarażanie symetryczne
14	26	27

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 1 są podane liczby przypadków, kiedy różnica między warunkowym współczynnikiem korelacji określonym na zbiorze krańcowym a określonym na zbiorze centralnym była istotnie większa od 0. Ze względu na alfabetyczne uszeregowanie par indeksów wykorzystanych w badaniu występuje większa liczba sytuacji, kiedy rynek Y zarażał rynek X, ze względu na fakt, że największy wpływ na sytuację innych indeksów zdają się mieć takie indeksy, jak HANGSENG, NIKKEI i SP500, które częściej zarażają, niż same są zarażane.

W tabelach 2-4 podano przykładowe wartości poszczególnych warunkowych współczynników korelacji dla wybranych par indeksów. Pogrubiono te wartości współczynników dla zbiorów krańcowych, które są istotnie większe od współczynników dla zbiorów centralnych.

**Tabela 2.** Wyniki przykładowe: zależność między badanymi indeksami a WIG20

	$\rho_{S_L}$	$\rho_{S_D}$	$\rho_{S_{LD}}$	$\rho_{S_{Pion}}$	$\rho_{S_{Poziom}}$	$\rho_{S_{Srodek}}$
BUENOS WIG20	<b>0,1939</b>	<b>0,3586</b>	<b>0,3786</b>	0,1393	0,1421	0,1091
CAC40 WIG20	0,2846	0,3020	<b>0,4188</b>	0,3473	0,3431	0,3059
DAX WIG20	0,2359	0,3261	0,3326	0,3587	0,3419	0,3216
DJIA WIG20	<b>0,3260</b>	<b>0,3078</b>	<b>0,5865</b>	0,1686	0,1978	0,1298
FT_SE100 WIG20	0,2739	0,2947	<b>0,3949</b>	0,3312	0,3566	0,2954
HANGSENG WIG20	<b>0,3585</b>	<b>0,4653</b>	<b>0,3944</b>	0,2219	0,2083	0,2002
NIKKEI WIG20	<b>0,2298</b>	<b>0,1959</b>	<b>0,2424</b>	0,1695	0,1413	0,1370
SP500 WIG20	<b>0,3772</b>	<b>0,2929</b>	<b>0,3945</b>	0,1897	0,2080	0,1481

Źródło: opracowanie własne.

Jak widać z tab. 2, nasz rynek jest mocniej związany z rynkami światowymi w okresach kryzysu. Wytlumaczenia wymaga fakt znacznego zarażania między naszą giełdą a giełdą w Buenos Aires. Jest to zjawisko związane z faktem, że oba te rynki są stosunkowo mocno skorelowane z rynkiem amerykańskim, czyli zarażanie jest tu „pośrednie”. Ciekawe jest, że nasza giełda jest równie silnie skorelowana z giełdą niemiecką w okresie kryzysu jak poza nim. Ogólnie WIG20 wykazuje najsilniejszą korelację poza kryzysem z indeksami giełd europejskich.

**Tabela 3.** Wyniki przykładowe: zależność między badanymi indeksami a SP500

	$\rho_{S_L}$	$\rho_{S_D}$	$\rho_{S_{LD}}$	$\rho_{S_{Pion}}$	$\rho_{S_{Poziom}}$	$\rho_{S_{Srodek}}$
BUENOS SP500	0,1451	<b>0,4655</b>	<b>0,4241</b>	0,3795	0,3414	0,3426
CAC40 SP500	0,3625	<b>0,5458</b>	0,3556	0,3987	0,3625	0,3525
DAX SP500	0,2826	<b>0,4784</b>	0,2716	0,3822	0,3677	0,3357
FT_SE100 SP500	0,2782	<b>0,4720</b>	<b>0,4000</b>	0,3630	0,3335	0,3215
HANGSENG SP500	<b>0,2520</b>	<b>0,1975</b>	<b>0,5172</b>	0,1345	0,1212	0,0934
NIKKEI SP500	<b>0,1842</b>	<b>0,2180</b>	<b>0,4839</b>	0,1151	0,1131	0,0913
SP500 WIG20	<b>0,3772</b>	<b>0,2929</b>	<b>0,3945</b>	0,1897	0,2080	0,1481

Źródło: opracowanie własne.

Indeks SP500 jest indeksem, który zaraża wszystkie pozostałe indeksy, jednakże brak jest w części przypadków zarażania odwrotnego i symetrycznego. Wciąż jeszcze giełda amerykańska zdaje się rynkiem najważniejszym i wskazującym, jaka jest globalna koniunktura, choć należy zauważyć, że indeksy HANGSENG i NIKKEI mają również duży wpływ na pozostałe, przynajmniej w kontekście przedstawionych tu badań.

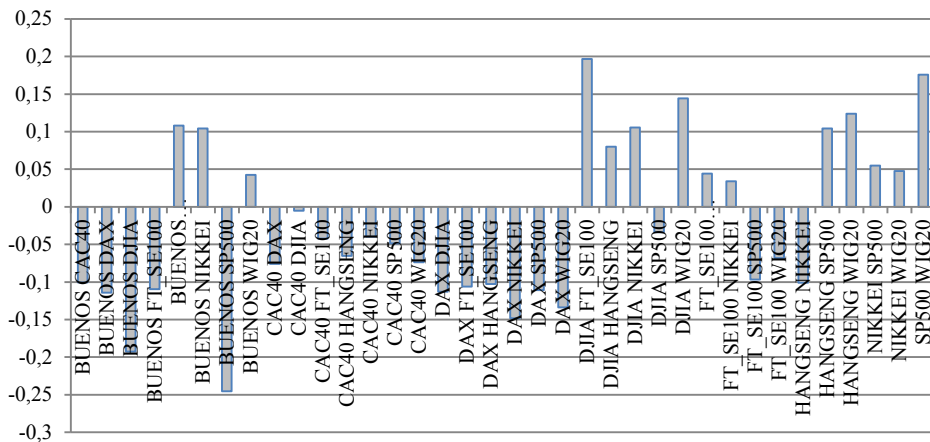
**Tabela 4.** Wyniki przykładowe: wszystkie trzy współczynniki istotnie większe

	$\rho_{S_L}$	$\rho_{S_D}$	$\rho_{S_{LD}}$	$\rho_{S_{Pion}}$	$\rho_{S_{Poziom}}$	$\rho_{S_{Srodek}}$
BUENOS HANGSENG	<b>0,2593</b>	<b>0,1925</b>	<b>0,3725</b>	0,1380	0,1291	0,1036
BUENOS NIKKEI	<b>0,2014</b>	<b>0,1697</b>	<b>0,2663</b>	0,0846	0,0853	0,0654
DJIA HANGSENG	<b>0,2302</b>	<b>0,2484</b>	<b>0,5621</b>	0,1363	0,1286	0,1193
DJIA NIKKEI	<b>0,2307</b>	<b>0,1711</b>	<b>0,4853</b>	0,1129	0,1159	0,1037
DJIA WIG20	<b>0,3260</b>	<b>0,3078</b>	<b>0,5865</b>	0,1686	0,1978	0,1298
FT_SE100 HANGSENG	<b>0,3110</b>	<b>0,3201</b>	<b>0,4926</b>	0,2549	0,2346	0,2099
FT_SE100 NIKKEI	<b>0,2502</b>	<b>0,3324</b>	<b>0,4725</b>	0,2031	0,2089	0,1531
HANGSENG SP500	<b>0,2520</b>	<b>0,1975</b>	<b>0,5172</b>	0,1345	0,1212	0,0934
HANGSENG WIG20	<b>0,3585</b>	<b>0,4653</b>	<b>0,3944</b>	0,2219	0,2083	0,2002
NIKKEI SP500	<b>0,1842</b>	<b>0,2180</b>	<b>0,4839</b>	0,1151	0,1131	0,0913
NIKKEI WIG20	<b>0,2298</b>	<b>0,1959</b>	<b>0,2424</b>	0,1695	0,1413	0,1370
SP500 WIG20	<b>0,3772</b>	<b>0,2929</b>	<b>0,3945</b>	0,1897	0,2080	0,1481

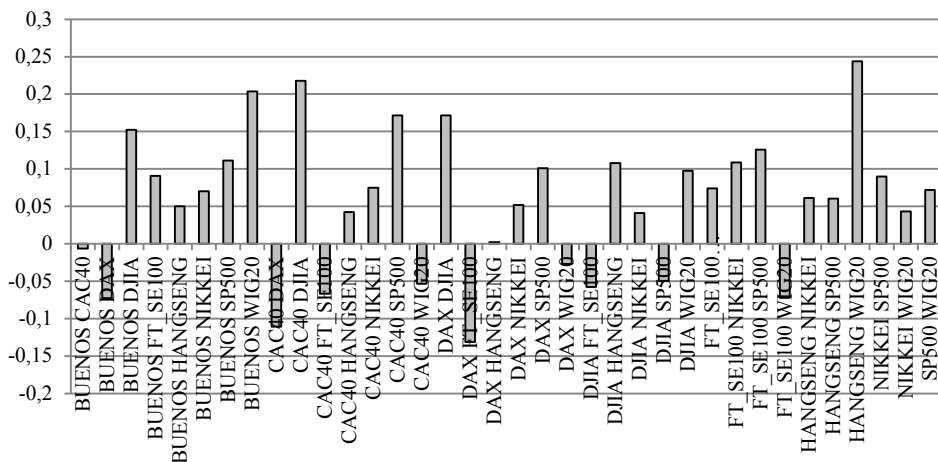
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4 przedstawia wszystkie pary, dla których stwierdzono zarażanie w obie strony, jak również zarażanie symetryczne. Jak widać, we wszystkich tych parach występują indeksy HANGSENG, NIKKEI i SP500, co potwierdza ich wpływ na pozostałe indeksy, zwłaszcza w momentach kryzysowych.

Rysunki 1-3 przedstawiają różnicę między wartością warunkowego współczynnika korelacji dla zbioru krańcowego a odpowiadającą mu wartością współczynnika dla zbioru centralnego, dla wszystkich 36 par.

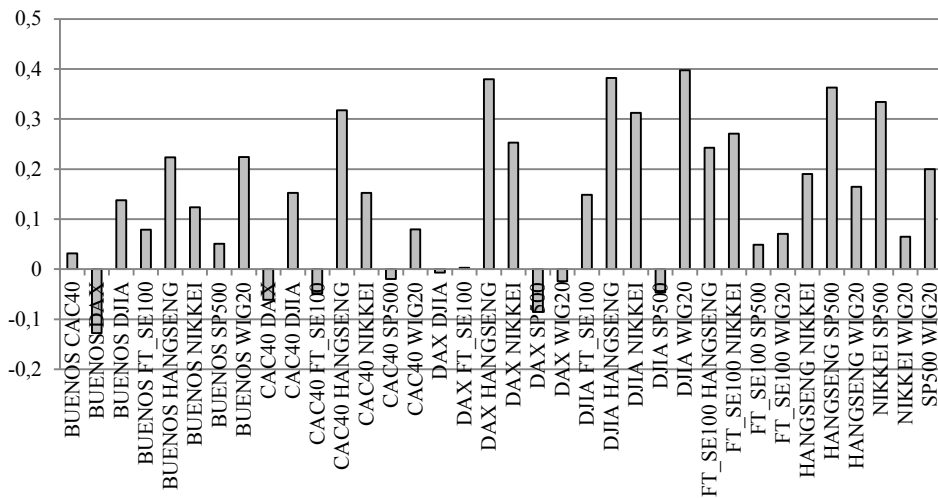
**Rys. 1.** Rynek pierwszy zaraża rynek drugi

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Rynek drugi zaraża rynek pierwszy

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3. Zarażanie symetryczne

Źródło: opracowanie własne.

Z wyników badań przedstawionych w tym artykule wynika, że zjawisko zarażenia miejscowego występuje dosyć często, zarażanie symetryczne zaś w ponad 3/4 przypadków. Dlatego zdaniem autora uzasadnione jest dalsze badanie tego zjawiska, zwłaszcza z uwzględnieniem jego wpływu na działanie rynków finansowych. Ważna

będzie również tu tylko zasygnalizowana w przypadku giełdy polskiej, argentyńskiej i amerykańskiej analiza wzajemnych zależności między więcej niż dwoma rynkami.

## Literatura

- Bae K.-H., Karolyi G.A., Stulz R.M., *A new approach to measuring financial contagion*, "Review of Financial Studies" 2003, no 16(3).
- Bouyé E. i in., *Copulas for Finance. A Reading Guide and Some Applications*, maszynopis, City University Business School, London, Crédit Lyonnais, Paris 2000.
- Bradley B.O., Taqqu M.S., *Empirical evidence on spatial contagion between financial markets*, "Finance Letters" 2005a, no 3(1).
- Bradley B.O., Taqqu M.S., *Framework for analyzing spatial contagion between financial markets*, "Finance Letters" 2004, no 2(6).
- Bradley B.O., Taqqu M.S., *How to estimate spatial contagion between financial markets*, "Finance Letters" 2005b, no 3(1).
- Brunnermeier M., *Deciphering the liquidity and credit crunch 2007-2008*, "Journal of Economic Perspectives" 2009, no 23(1).
- Coffee J.C., *What went wrong? An initial inquiry into the causes of the 2008 financial crisis*, "Journal of Corporate Law Studies" 2009, no 9(1).
- Dobric J., Frahm D., Schmid F., *Dependence of Stock Returns in Bull and Bear Markets*, Discussion Papers in Statistics and Econometrics, 7, 2007.
- Dungey M., Fry R., Gonzalez-Hermosillo B., Martin V.L., *Empirical modeling of contagion: a review of methodologies*, "Quant. Finance" 2005, no 5(1).
- Durante F., Jaworski P., *The Use of Threshold Copulas for Defining Contagion Among Financial Markets*, maszynopis, 2008.
- Engle R.F., *Dynamic conditional correlation – a simple class of multivariate GARCH models*, "Journal of Business and Economic Statistics" 2002, no 20(3).
- Forbes K.J., Rigobon R., *No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements*, "The Journal of Finance" 2002, no 57(5).
- Joe H., *Multivariate Models and Dependence Concepts*, Chapman & Hall, Boca Raton 1997.
- Kolb R., *Lessons from the Financial Crisis: Causes, Consequences, and Our Economic Future*, Wiley, 2010.
- Nelsen R.B., *An Introduction to Copulas*, Springer Series in Statistics, Springer, New York, second edition, 2006.
- Pericoli M., Sbracia M., *A primer on financial contagion*, "Journal of Economic Surveys" 2003, no 17(4).
- Rodríguez J.C., *Measuring financial contagion: a copula approach*, "Journal of Empirical Finance" 2007, 14(3).
- Scarsini M., *On measures of concordance*, "Stochastica" 1984, no 8(3).
- Schmid F., Schmidt R., *Bootstrapping Spearman's Multivariate Rho*, [w:] A. Rizzi, M. Vichi (red.), Proceedings of COMPSTAT 2006.
- Schmid F., Schmidt R., *Multivariate extensions of spearman's rho and related statistics*, "Statistics and Probability Letters" 2007, no 77(4).
- Shiller R.J., *The Subprime Solution: How Today's Global Financial Crisis Happened, and What to Do About It*, Princeton University Press, 2008.

## **EXAMPLE OF USING MULTIDIMENSIONAL METHODS IN ANALYZING THE CONTAGION ON THE FINANCIAL MARKETS**

**Summary:** As for now there is no generally accepted definition of contagion on the financial markets, but for the purpose of this paper one can define contagion as a significantly greater dependency between price movements on different financial markets in time of crisis. To better understand this phenomenon this article presents a method for defining and investigating contagion between two financial markets  $X$  and  $Y$  by using the information about their dependence. There is also presented empirical research which utilizes this method.

**Keywords:** financial crisis, contagion on the financial markets, conditional correlation coefficient.