

MAŁGORZATA JUST

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

WPLYW KRYZYSÓW NA ZNIEKSZTAŁCENIE PRZESTRZENI RYNKU AKCJI Z INDEKSU WIG20

Streszczenie

W pracy podjęto próbę zbadania wpływu różnych faz kryzysów na zniekształcenie przestrzeni rynku akcji z indeksu WIG20 w okresie od końca 1999 do początku marca 2012 roku. Zniekształcenia tej przestrzeni porównano z zniekształceniami przestrzeni rynku akcji z indeksu DJIA. Zastosowano wskaźnik informacji o ewolucji kształtu przestrzeni rynku akcji skonstruowany za pomocą narzędzi geometrii. Wskaźnik ten pozwolił na poprawną identyfikację i interpretację okresów największych zaburzeń na rynkach kapitałowych.

Słowa kluczowe: kryzys, rynek akcji, indeks WIG20

Wprowadzenie

Kryzysy finansowe i gospodarcze oddziałują z różną siłą na poszczególne sektory gospodarki. Za jeden z najczulszych barometrów gospodarki przyjmuje się giełdę. Na ogół w okresach zaburzeń na rynkach finansowych występuje wzmocnienie korelacji między instrumentami finansowymi. Wzrostowi korelacji między instrumentami finansowymi w tych okresach zwykle towarzyszy spadek cen tych instrumentów na giełdach. Ważne jest więc odkrywanie wzorców w zachowaniu się zależności między instrumentami finansowymi dla zrozumienia zachowania złożonych systemów, a także z praktycznego punktu widzenia wyboru strategii inwestycyjnej i zarządzania ryzykiem.

Najczęściej stosowaną miarą do badania zależności między instrumentami finansowymi jest współczynnik korelacji liniowej Pearsona. Wykorzystując metrykę euklidesową opartą na współczynniku korelacji Pearsona, Mantegna [1999, 2000] określił odległość między stopami zwrotu z instrumentów finansowych, nadając tym instrumentom sens pojęć geometrycznych. Umożliwiło to przedstawienie zależności między instrumentami finansowymi w przestrzeni nazywanej przestrzenią rynku instrumentów finansowych. Na podstawie konfiguracji punktów odpowiadających analizowanym instrumentom określa się treści wymiarów przestrzeni rynku instrumentów, które ukazują strukturę rynku instrumentów. Struktura rynku jest rozumiana jako układ wzajemnych powiązań między stopami zwrotu instrumentów tworzących rynek. Wymiary przestrzeni rynku nie są bezpośrednio obserwowalne i często nie można jednoznacznie podać ich interpretacji, można jednak badać zmiany w strukturze zależności między instrumentami rynku pod wpływem różnych zaburzeń rynkowych za pomocą zniekształcenia przestrzeni rynku określonej przez wymiary. Metodę rekonstrukcji przestrzeni rynku akcji przedstawili m.in. Mendes, Araújo i Louçã [2003], a następnie Araújo i Louçã [2007] zdefiniowali wskaźnik informacji o ewolucji kształtu przestrzeni rynku akcji. Wskaźnik ten pozwala na identyfikację i analizę okresów zaburzeń na rynku akcji oraz ich wpływu na różne sektory tego rynku. Jednym z głównych i najdłużej istniejących indeksów akcji notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie jest indeks WIG20, obejmujący 20 największych spółek. W związku z tym w niniejszej pracy podjęto próbę zbadania wpływu różnych faz kryzysów na zniekształcenie przestrzeni rynku akcji z indeksu WIG20 w okresie od końca 1999 do początku marca 2012 roku. Uzyskane wyniki porównano z zniekształceniami przestrzeni rynku akcji z indeksu Dow Jones Industrial Average (DJIA), jednego z ważniejszych indeksów giełdowych na amerykańskim rynku kapitałowym, obejmującego 30 największych spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Nowym Jorku (NYSE) i NASDAQ.

1. Dane i metodyka badań

Badaniu poddano szeregi stóp zwrotu z akcji wchodzących w skład indeksów WIG20 i DJIA. Analizowano dzienne logarytmiczne stopy zwrotu wyznaczone na podstawie kursu zamknięcia w okresie od 18 listopada 1999 roku dla akcji z indeksu WIG20 i 17 listopada 1999 roku dla akcji z indeksu DJIA do

9 marca 2012 roku. Nie uwzględniono stóp zwrotu akcji spółek: AT&T Corporation i SBC Communications Inc. – przed przejściem pierwszej spółki przez drugą oraz General Motors Corporation i Eastman Kodak Company.

Do pomiaru dynamiki przestrzeni rynku akcji wykorzystano wskaźnik zniekształcenia przestrzeni tego rynku. Wskaźnik ten został utworzony za pomocą narzędzi geometrii, na podstawie miesięcznego (22-dniowego) okna obserwacji. Wartość tego wskaźnika w chwili t obliczana była na podstawie zwrotów z okresu $[t-21, t]$. Wskaźnik wyznaczano na każdy dzień sesji od 20 grudnia 1999 do 9 marca 2012 roku.

Metodę pomiaru zniekształcenia przestrzeni rynku akcji można przedstawić w sześciu kolejnych etapach [zob. Araújo i Louçã 2007, 2008b]:

- 1) wybiera się zbiór reprezentatywny N akcji (dla rynku, branży) i wyznacza historyczne stopy zwrotu w pewnym przedziale czasu;
- 2) oblicza się macierz odległości \mathbf{D} pomiędzy N akcjami;
- 3) z macierzy odległości wyznacza się współrzędne N akcji w przestrzeni euklidesowej o wymiarze $m \leq N-1$; w celu redukcji współrzędnych opisujących akcje należy wyznaczyć unormowane wektory własne i odpowiadające im wartości własne macierzy produktów skalarnych \mathbf{B} ;
- 4) powtarza się obliczenia z punktów 2) i 3) dla losowo wygenerowanych stóp zwrotu, o tej samej średniej i wariancji co historyczne zwroty;
- 5) porównuje się wartości własne otrzymane w punktach 3) i 4) oraz wybiera d największych wartości własnych, tak że dla kolejnych różnica między wartościami własnymi uzyskanymi dla historycznych i losowych zwrotów nie zmienia się „znacznie”; wyznaczona wartość d określa efektywny wymiar przestrzeni rynku akcji;
- 6) wyznacza się indeks S , jako sumę ilorazów różnic między d największymi wartościami własnymi wyznaczonymi w 4) i 3) i wartości własnych wyznaczonych w 4); indeks S mierzy zniekształcenie przestrzeni rynku.

W pierwszym etapie stopa zwrotu z i -tej akcji w okresie t określona jest jako różnica logarytmów kursów akcji $S_{i,t}$ i $S_{i,t-1}$ odpowiednio w okresach t i $t-1$, tzn. $r_{i,t} = \ln S_{i,t} - \ln S_{i,t-1}$, $i = 1, \dots, N$, $t = 1, \dots, n$. Uzyskuje się w ten sposób N szeregów czasowych stóp zwrotu $\{\mathbf{r}_i\} \in R^n$, $\mathbf{r}_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in})^T$, $i = 1, \dots, N$.

W drugim etapie wyznacza się współrzędne macierzy odległości pomiędzy N akcjami (stopami zwrotu). Odległość określona jest w postaci metryki euklidesowej pomiędzy standaryzowanymi wektorami stóp zwrotu, tzn.

$$\mathbf{D} = [d_{ij}], \quad d_{ij} = \sqrt{2(1 - \rho_{ij})} = \|\mathbf{z}_i - \mathbf{z}_j\|, \quad i, j = 1, \dots, N, \quad (1)$$

gdzie:

$\mathbf{z}_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{in})^T$, $z_{it} = (r_{it} - \bar{r}_i) / s_i$, \bar{r}_i , s_i – średnia arytmetyczna i odchylenie standardowe stóp zwrotu z i -tej akcji,

ρ_{ij} – współczynnik korelacji liniowej Pearsona pomiędzy stopami zwrotu z i -tej i j -tej akcji.

W trzecim etapie korzystając z metody klasycznego skalowania wielowymiarowego, z macierzy odległości, wyznacza się współrzędne N akcji w przestrzeni euklidesowej o wymiarze $m \leq N - 1$. W ten sposób zbiór N akcji reprezentowany jest przez zbiór N punktów w m -wymiarowej przestrzeni, tzn. $\{\mathbf{x}_i\} \in R^m$, $\mathbf{x}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im})^T$ $i = 1, \dots, N$, $m \leq N - 1$. Algorytm klasycznego skalowania wielowymiarowego można przedstawić następująco [zob. Walesiak i Gatnar 2009]. Jeśli wyznacza się konfigurację punktów \mathbf{x}_i , $i = 1, \dots, N$, w m -wymiarowej przestrzeni euklidesowej i zakłada się, że środek ciężkości konfiguracji tych punktów znajduje się w początku układu współrzędnych, tzn.

$\sum_{i=1}^N x_{ia} = 0$, $a = 1, \dots, m$, to kwadrat odległości euklidesowej między punktami \mathbf{x}_i i \mathbf{x}_j (reprezentującymi i -tą i j -tą akcję) można zapisać następująco

$$d_{ij}^2 = (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)^T (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j) = \mathbf{x}_i^T \mathbf{x}_i + \mathbf{x}_j^T \mathbf{x}_j - 2\mathbf{x}_i^T \mathbf{x}_j, \quad i, j = 1, \dots, N. \quad (2)$$

Na podstawie wzoru (2) wyznacza się macierz produktów skalarnych

$$\mathbf{B} = \mathbf{X}\mathbf{X}^T, \quad \mathbf{X} = (\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_N)^T. \quad (3)$$

Macierz \mathbf{B} jest macierzą symetryczną o rzędzie równym m i można ją przedstawić jako

$$\mathbf{B} = \mathbf{V}\mathbf{\Lambda}\mathbf{V}^T, \quad (4)$$

gdzie: $\mathbf{\ddot{E}} = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$, $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_m > 0$ jest diagonalną macierzą dodatnich wartości własnych, a $\mathbf{V} = (\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_m)$ – macierzą unormowanych wektorów własnych.

Z wzorów (3) i (4) można otrzymać współrzędne punktów

$$\mathbf{X} = \mathbf{V}\mathbf{\Lambda}^{1/2}, \quad (5)$$

gdzie: $\mathbf{\ddot{E}}^{1/2} = \text{diag}(\lambda_1^{1/2}, \lambda_2^{1/2}, \dots, \lambda_m^{1/2})$.

W celu redukcji współrzędnych opisujących akcje należy przejść do etapu 5.

W następnym, czwartym etapie generuje się losowe stopy zwrotu, o tej samej średniej i wariancji co historyczne zwroty, dla zbioru N akcji. Otrzymuje się je przez permutację historycznych zwrotów. Dla tak wyznaczonych szeregów zwrotów poszczególnych akcji nie ma korelacji pomiędzy tymi szeregami.

W etapie piątym na podstawie wykresu osypiska wybiera się d wartości własnych, tak że dla kolejnych wartości własnych uzyskanych dla historycznych zwrotów wykres osypiska ma łagodny spadek. Wyznaczona wartość d określa efektywny wymiar przestrzeni rynku akcji, a przestrzeń rynku zostaje ograniczona do podprzestrzeni d -wymiarowej, która oddaje strukturę korelacji między akcjami. Podprzestrzeń rynku akcji reprezentowana jest przez wektory własne związane z d największymi wartościami własnymi, które wyznaczają główne kierunki (wspólne wymiary) tej podprzestrzeni. Wyniki badań [Araújo i Louçã 2004, 2007, 2008a] pokazują, że w „normalnych” okresach funkcjonowania rynku wartości własne wyznaczone dla rzeczywistych zwrotów nie różnią się znacznie od wartości własnych dla losowych zwrotów. Natomiast w okresach zaburzeń na rynku można zaobserwować różnice w spadku wykresów osypiska dla historycznych i losowych zwrotów. Przestrzeń rynku kurczy się w tych okresach wzdłuż wspólnych wymiarów, podczas gdy w okresach „normalnego” funkcjonowania zachowuje się podobnie jak dla zjawisk losowych.

W ostatnim etapie wyznacza się indeks S jako sumę ilorazów różnic między d największymi wartościami własnymi wyznaczonymi w 4) i 3) i wartości własnych wyznaczonych w 4). Jest on postaci

$$S = \sum_{i=1}^d ((\lambda'_i - \lambda_i) / \lambda'_i) = \sum_{i=1}^d (1 - \lambda_i / \lambda'_i), \quad (6)$$

gdzie:

λ_i – i -ta wartość własna dla historycznych zwrotów,
 λ'_i – j -ta wartość własna dla losowych zwrotów.

Indeks ten mierzy efekt zniekształcenia przestrzeni rynku akcji i odzwierciedla zmiany w strukturze zależności między akcjami. Można go nazwać wskaźnikiem zagrożenia.

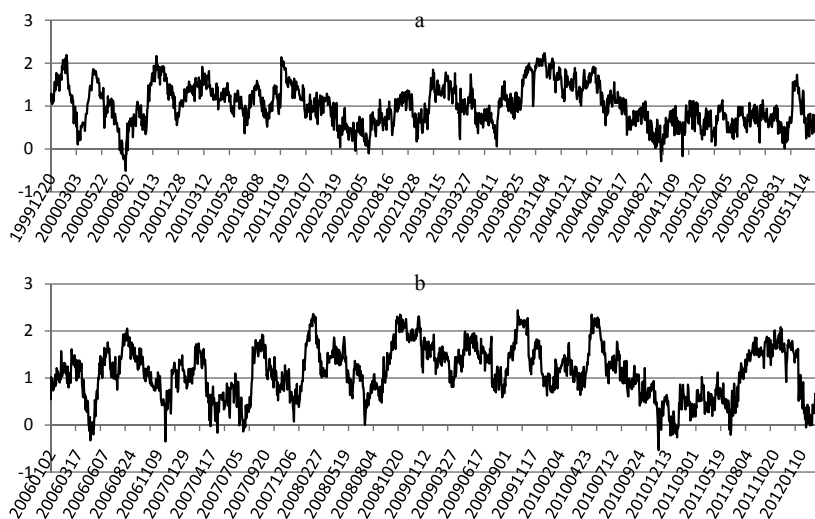
2. Wyniki badań

W celu wyznaczenia indeksu zniekształcenia przestrzeni rynku akcji określono efektywne wymiary przestrzeni rynków akcji tworzących indeks WIG20 oraz DJIA w różnych podokresach badanego okresu. Wymiary przestrzeni tych rynków zależały od spółek tworzących rynki oraz od okresów, w których je badano. Zdecydowano się przyjąć w dalszych obliczeniach efektywny wymiar na poziomie 4. Ogranicza to przestrzeń rynku akcji do podprzestrzeni 4-wymiarowej i oznacza, że analizowane akcje można przedstawić jako punkty w 4-wymiarowej przestrzeni, a odległości między tymi punktami odzwierciedlają strukturę korelacji między akcjami.

Aby zidentyfikować różne fazy kryzysów i ocenić ich wpływ na zniekształcenie przestrzeni rynku akcji największych spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie oraz odnieść je do amerykańskiego rynku akcji, wyznaczono indeks S dla akcji spółek z indeksu WIG20 i DJIA. Wartości tych indeksów przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

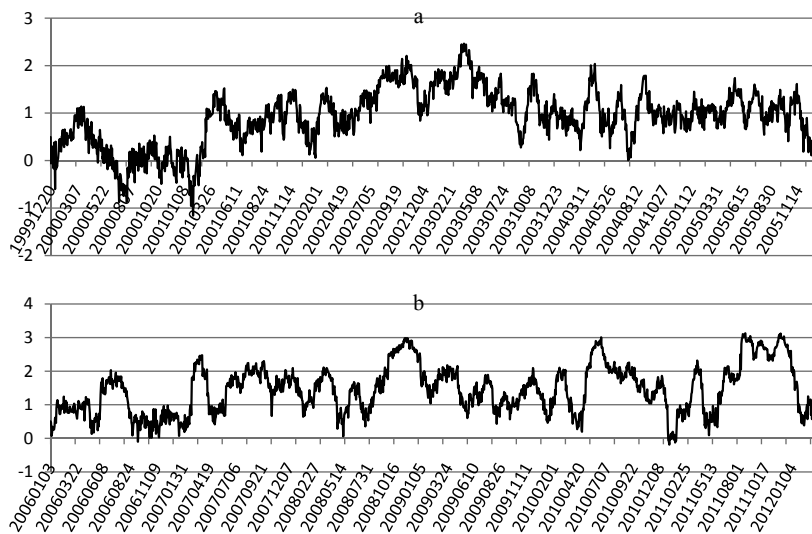
Analizując indeks S obliczony dla akcji z indeksu WIG20, wyznaczono podokresy, w których zaobserwowano wyraźne wahania indeksu, a jego poziom znacznie przekraczał 1. Pierwszych pięć wyraźnych skoków indeksu zaobserwowano w latach 2000–2001. Był to początek kryzysu spowodowanego pęknięciem bańki internetowej, która była związana z dużym zainteresowaniem inwestorów spółkami internetowymi oraz związanymi z tą branżą. Spółki te były licznie reprezentowane w indeksie WIG20. Pierwszy pik indeksu zaobserwowano na początku lutego 2000 roku, co wiązało się z niewielkimi korektami trendu wzro-

stowego indeksu WIG20 trwającego od października 1999 do początku marca 2000 roku. Drugi wyraźny skok indeksu S był w kwietniu, gdy nastąpiło złamanie wiary inwestorów w dalszą hossę napędzaną przez spółki związane z branżą internetową. Indeks WIG20 spadł w tym miesiącu poniżej 2000 pkt z poziomu ponad 2480 pkt w marcu. Związany z kolejną falą spadku indeksu WIG20 trzeci pik indeksu zniekształcenia przestrzeni rynku akcji odnotowano w październiku. Większe od jedności wartości indeksu zagrożenia obserwowano także przez cały 2001 rok i pierwsze dwa miesiące 2002, z wyraźnymi pikami na końcu lutego (kryzys w Turcji w okresie grudzień 2000 – marzec 2001) i początku października 2001 roku (ataki terrorystyczne 11 września w Nowym Jorku). W okresie kryzysowej sytuacji polityczno-gospodarczej na świecie oraz wyraźnego spowolnienia gospodarczego w Polsce (PKB w IV kwartale 2001 roku spadło z poziomu 2,7% w 2000 roku do 0,5% [www.bankier.pl]) spółki odnotowały także słabe wyniki [Rocznik giełdowy 2002].



Rysunek 1. Indeks S dla akcji z indeksu WIG20 w okresie (a) 20 grudnia 1999 – 30 grudnia 2005, (b) 2 stycznia 2006 – 9 marca 2012

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2. Indeks S dla akcji z indeksu DJIA w okresie (a) 20 grudnia 1999 – 30 grudnia 2005, (b) 3 stycznia 2006 – 9 marca 2012

Źródło: opracowanie własne.

W 2002 widoczny jest nieduży wzrost indeksu we wrześniu, podczas dna bessy trwającej od marca 2000 roku. Znaczne zniekształcenie przestrzeni rynku akcji odnotowano także podczas rozpoczętej na przełomie 2002 i 2003 roku hossy w okresie od grudnia 2002 roku do końca marca 2003 (spadek indeksu WIG20 w obliczu zbliżającej się wojny w Iraku i wzrostu cen ropy naftowej) i od lipca 2003 roku do połowy czerwca 2004 – z pikami we wrześniu i listopadzie podczas realizacji zysków przez inwestorów [zob. *Rocznik giełdowy 2004*].

Następne skoki indeksu trwające tylko miesiąc (konsekwencja uwzględnienia miesięcznego okna obserwacji) pojawiły się w październiku 2005 roku (niewielka korekta kilkumiesięcznych wzrostów, oczekiwania na program zwycięskiej koalicji) [*Rocznik Giełdowy 2006*] oraz styczniu i marcu 2006 roku. Kolejne, większe niż dwa ostatnie, skoki indeksu zaobserwowano w maju i czerwcu 2006 roku. Okres ten był pierwszą większą korektą nieprzerwanych, trwających od 2003 roku wzrostów na światowych giełdach. Po tej korekcie hossa na rynkach finansowych trwała jeszcze rok mimo sygnałów nadchodzącego kryzysu gospodarczego i finansowego (spadek cen nieruchomości w USA).

Pod koniec lutego 2007 roku zaobserwowano kolejny pik indeksu. Wahania indeksu były reakcją na duże spadki na chińskiej giełdzie 27 lutego 2007 roku,

były które spowodowane ostrzeżeniem o nadchodzącej recesji w USA wypowiedzianym przez Alana Greenspana, szefa FED na konferencji w Hongkongu. Był to okres początku kryzysu kredytów hipotecznych *subprime*, upadłości firm oferujących te kredyty w USA, z największą upadłością New Century Financial na początku kwietnia. W następnych miesiącach upadają kolejne instytucje kredytowe oraz tracą wartość papiery dłużne zabezpieczone kredytami hipotecznymi. Mimo tych wydarzeń na giełdach trwała hossa, notowania indeksów giełdowych osiągnęły w lipcu 2007 roku rekordowe wartości, dopiero w kolejnych miesiącach była widoczna bessa. Znalazło to odzwierciedlenie w wyraźnym zniekształceniu przestrzeni rynku akcji w połowie sierpnia, utrzymującym się do końca września 2007 roku. Większy pik indeksu niż poprzednie odnotowano w lutym 2008 roku, indeks przyjmował większe od jedności wartości przez pierwszych pięć miesięcy 2008 roku. W tym czasie wzrosły ceny surowców, a instytucje finansowe ujawniły poniesione straty, Bank Światowy oraz FED wyraził pogląd, że USA wchodzi w recesję. Później okazało się, że recesja dotknęła USA dopiero w drugim półroczu 2008 roku. Następny okres wyraźnych skoków indeksu rozpoczął się we wrześniu 2008 roku i trwał aż do listopada 2009 roku. Wzrost wartości indeksu na początku okresu był związany z upadkiem amerykańskiego banku inwestycyjnego Lehman Brothers. Informacja ta wywołała duże spadki na światowych giełdach, spadły także ceny ropy w Nowym Jorku. Kryzys zaczął nasilać się także w Europie, w listopadzie 2008 roku strefa euro weszła w recesję. Nasilający się kryzys finansowy skutkował wprowadzeniem programów pomocy. Przeznaczono ogromne dotacje państwowe na ratowanie zagrożonych instytucji finansowych (banku Bear Stearns, dużych instytucji rynku kredytów hipotecznych Fannie Mae i Freddie Mac oraz ubezpieczeniowego AIG) [zob. Holzer 2009]. Pierwsze symptomy spowolnienia gospodarczego w Polsce były widoczne dopiero w czwartym kwartale 2008 roku, tempo wzrostu PKB wyniosło 2,9% [Socha, Orłowski i Sękowski 2009]. W tym okresie znaczące wartości indeksu obserwujemy do połowy grudnia 2008 roku, ale również w kolejnych miesiącach aż do października 2009 roku widoczne są skoki indeksu powyżej ustalonego poziomu. Wartości indeksu wzrosły pod koniec tego okresu (na początku października), zniekształcenie wiązało się z korektą rosnących od marca 2009 roku notowań indeksów na WGPW. Okres ten był najdłuższym trwającym okresem wzrostu indeksu zagrożenia, który wynikał ze wzrostu korelacji między akcjami spowodowanego kryzysem finansowym i gospodarczym.

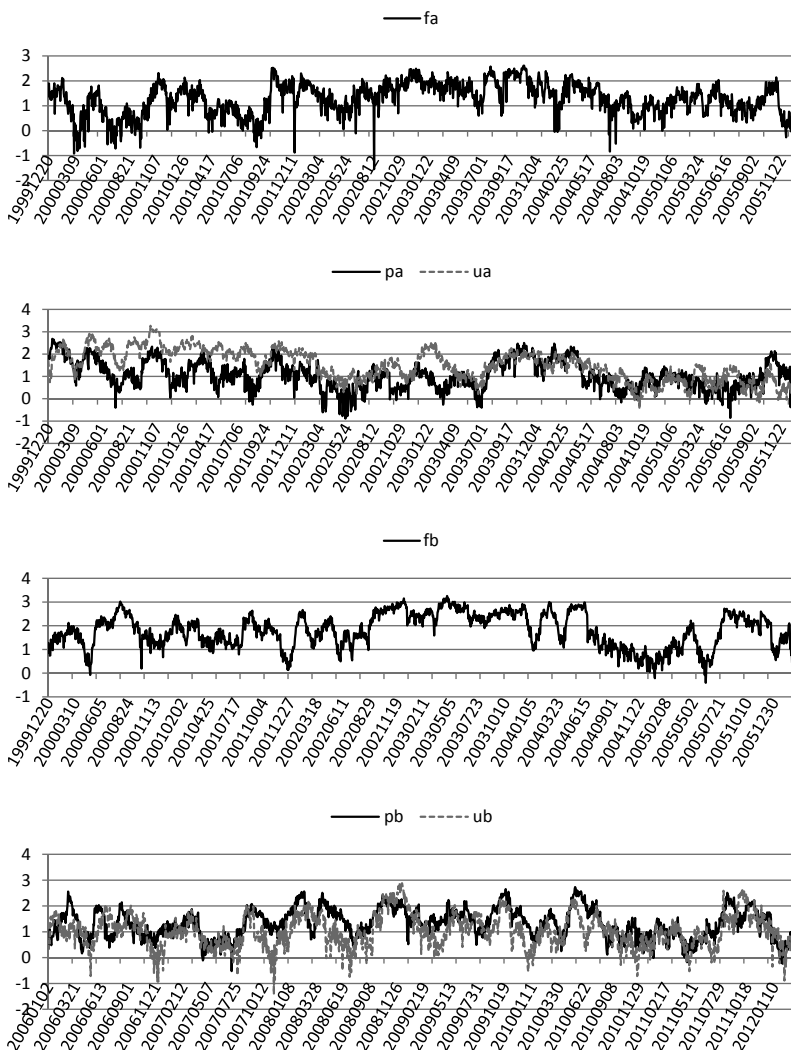
Wzrost indeksu *S* był widoczny także w listopadzie 2009 roku po ujawnieniu informacji o fałszowaniu w Grecji statystyk i ogłoszeniu przez Eurostat,

że w Grecji od dawna była recesja. Następny okres wyraźnych wzrostów wartości indeksu zaobserwowano w drugiej połowie kwietnia, maju i czerwcu 2010 roku podczas kryzysu zadłużenia krajów południowej Europy (szczególnie Grecji). Ostatni wyróżniony okres rozpoczął się w lipcu 2011 roku i obejmował cztery miesiące. W tym okresie nasiliły się problemy z zadłużeniem państw w Europie (Włoch, Hiszpanii), obniżono także wiarygodność kredytową USA.

Porównując zniekształcenie przestrzeni rynku akcji z indeksu WIG20 i DJIA, stwierdzono wzrost synchronizacji indeksów opisujących to zniekształcenie od marca 2001 roku. W marcu 2000 roku był widoczny wzrost zależności na rynku akcji z indeksu DJIA, związany z pęknięciem bańki internetowej. Był jednak znacznie mniejszy niż na rynku akcji z indeksu WIG20, wynikało to ze składu tych indeksów. Później na ogół zniekształcenie przestrzeni rynku akcji z indeksu DJIA było większe niż przestrzeni rynku akcji z indeksu WIG20. Największe zniekształcenie przestrzeni rynku akcji z indeksu amerykańskiego zaobserwowano podczas kryzysu kredytów *subprime* (wrzesień 2008 – styczeń 2009) oraz europejskiego kryzysu zadłużenia (maj–czerwiec 2010, sierpień–grudzień 2011). Podczas trwania tych kryzysów zaobserwowano podobne wzorce w dynamice zniekształcenia przestrzeni obydwóch rynków, przy czym istniały także różnice. Mianowicie rynek amerykański zareagował wcześniej na sygnały kryzysu w 2007 roku (kwiecień), nastąpił także znaczny wzrost indeksu zagrożenia na rynku amerykańskim, który nie był obserwowany na rynku akcji z WIG20 w marcu 2011 roku (trzęsienie ziemi i tsunami w Japonii) oraz odwrotnie na rynku polskim indeks zagrożenia znacznie wzrósł we wrześniu i październiku 2009 roku.

Różne zaburzenia na rynkach wpływają z niejednorodną siłą na poszczególne branże gospodarki. W celu dokonania oceny wyróżnionych faz kryzysów na trzy jej główne sektory podzielono spółki z indeksu WIG20 na sektory: przemysł, finanse, usługi i wyznaczono indeks S , który przedstawiono na rysunku 3. Biorąc pod uwagę spółki z jednego sektora, otrzymano bardziej jednolity zbiór spółek, który może być w większym stopniu narażony na turbulencje wywołane kryzysami. Analizując zachowanie indeksów dla różnych sektorów, możemy zauważyć, że z wyjątkiem kryzysu wywołanego pęknięciem bańki internetowej, który najsilniej ujawnił się w sektorze usług zawierającym spółki „nowej technologii”, pozostałe wyróżnione zaburzenia podczas kryzysów wpłynęły najsilniej na wzrost zależności w sektorze finansowym. Jednocześnie zaobserwowano w tych przypadkach na ogół większy wpływ zaburzeń kryzysowych na przemysł niż sektor usług. Taki wzorzec dynamiki rynków sektorowych jest szczególnie

widoczny podczas kryzysu kredytów hipotecznych *subprime* w latach 2007–2009 i wywołanego przez niego kryzysu gospodarczego oraz europejskiego kryzysu zadłużenia w latach 2010–2011. Oddaje to naturę rozważanych kryzysów, które powstały w sektorze finansowym.



Rysunek 3. Indeks S dla sektorów: (fa) finanse, (pa) przemysł, (ua) usługi w okresie 20 grudnia 1999 – 30 grudnia 2005; (fb) finanse, (pb) przemysł, (ub) usługi w okresie 2 stycznia 2006 – 9 marca 2012

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Indeks zniekształcenia przestrzeni rynku akcji pozwolił na poprawną identyfikację okresów turbulencji podczas kryzysów oraz określenie wpływu tych wydarzeń na zniekształcenie przestrzeni rynku akcji z indeksu WIG20 oraz porównanie z zniekształceniem przestrzeni rynku akcji z indeksu DJIA. Na rynek akcji największych spółek notowanych na warszawskiej GPW najsilniej wpłynął kryzys kredytów hipotecznych *subprime* oraz europejski kryzys zadłużenia, kryzysy te ujawniły się we wszystkich sektorach, przy czym najsilniej w sektorze finansowym. Poza okresem kryzysu związanego z pęknięciem bańki internetowej zaobserwowano na ogół podobne wzorce w dynamice zniekształcenia przestrzeni rynku akcji z indeksu WIG20 i DJIA, pod wpływem różnych zaburzeń wywołanych przez kryzysy finansowe i gospodarcze.

Literatura

- Araújo T., Louçã F. [2004], *Complex behavior of stock markets: processes of synchronization and desynchronization during Crises*, arXiv:cond-mat/0403333v2.
- Araújo T., Louçã F. [2007], *The geometry of crashes – a measure of the dynamics of stock market crises*, „Quantitative Finance”, 7, 63–74.
- Araújo T., Louçã F. [2008a], *The dynamics of speculative markets: the case of Portugal's PSI20*, Working Papers 34/2008/DE/UECE.
- Araújo T., Louçã F. [2008b], *The seismography of crashes in financial markets*, „Physics Letters” A, 372, 429–434.
- Holzer R. [2009], *Jak rozwijał się kryzys 2007–2009 – infografika, kalendarium*, www.obserwatorfinansowy.pl.
- Mantegna R.N. [1999], *Hierarchical structure in financial markets*, „European Physics Journal” B, 11, 193–197.
- Mantegna R.N., Stanley H.E. [2000], *An introduction to econophysics: correlations and complexity in finance*, Cambridge University Press, Cambridge UK.
- Mendes R.V., Araújo T., Louçã F. [2003], *Reconstructing an economic space from a market metric*, „Physica” A, 323, 635–650.
- Rocznik giełdowy* [2002].
- Rocznik giełdowy* [2004].
- Rocznik giełdowy* [2006].

Socha J., Orłowski W., Sękowski J. [2009], *Kryzys na rynkach finansowych*, PricewaterhouseCoopers, www.pwc.pl.

Walesiak M., Gatnar E. (red.) [2009], *Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
www.bankier.pl.

THE IMPACT OF CRISIS ON DISTORTION OF THE STOCK MARKET SPACE FROM THE WIG20 INDEX

Summary

The article investigates the impact of crisis on distortion in the stock market space from the WIG20 index in the period from the end 1999 to the beginning of March 2012 and compares with the distortion in the stock market space from the DJIA index. The distortion of the stock market space was investigated using an index, which is based on geometry technique. This index measures the evolution of the distortion effect in the shape of the market space and it allows for proper identification and interpretation of the most turbulent periods in capital markets.

Keywords: crisis, stock market, index WIG20

Translated by Małgorzata Just

