

Zmiana wartości oczekiwanej i wariancji stóp zwrotu z indeksów giełdowych w czasie kryzysu. Zarażanie czy wzajemne zależności rynków kapitałowych?

Milda Burzała*

Streszczenie: W artykule przedstawiono różne definicje procesu zarażania przyjmowane przez autorów w literaturze przedmiotu. Prezentowane wyniki badań empirycznych są podstawą dyskusji nad propozycją Baura (2003), która dotyczy badania wzajemnych zależności rynków oraz oceny istotności efektów zarażania zarówno w zmieniającej się wartości oczekiwanej, jak i w efekcie przenoszenia zmienności. Analizę przeprowadzono na przykładzie dwunastu wybranych światowych indeksów giełdowych, które reprezentują zmiany na rynkach kapitałowych w czasie kryzysu 2007–2009.

Słowa kluczowe: zarażanie, rynki kapitałowe, wartość oczekiwana, niepewność

Wprowadzenie

Pojęcie zarażania rynków finansowych (*contagion*) wprowadzono w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku w celu odróżnienia klasycznej transmisji kryzysu w sferze realnej od transmisji kryzysu na rynkach finansowych. Transmisja kryzysu poprzez powiązania fundamentalne odbywa się bowiem dużo wolniej niż gwałtowny proces zarażania. Terminu nie należy jednak utożsamiać jedynie ze skutkami powiązań finansowych, ponieważ może on dotyczyć rynków niepowiązanych istotnie finansowo. Efekty zarażania są obserwowane na skutek szoków finansowych, przenoszenia niepewności lub trudnych do przewidzenia zachowań inwestorów. Istniejące powiązania finansowe wzmacniają jednak efekty zarażania. Jedno i drugie pojęcie jest dość nieuchwytnie i trudne w badaniach empirycznych. Stopień skomplikowania obecnych powiązań gospodarczych i finansowych, słaby dostęp do szczegółowych danych dotyczących międzynarodowych przepływów kapitałowych warunkują charakter prowadzonych obecnie badań. Koncentrują się one zazwyczaj na potwierdzeniu istotności wybranych kanałów zarażania.

Proces zarażania ma duże znaczenie dla stabilności systemu finansowego i równowagi makroekonomicznej. Kryzys na rynku kapitałowym jest utożsamiany z gwałtownym i utrzymującym się przez dłuższy czas załamaniem kursów akcji. Gwałtowny odpływ kapitału może być przyczyną załamania na rynkach kapitałowych, jak również wpływa na zmienność kursów walutowych, powoduje trudności w prowadzeniu polityki pieniężnej.

* dr Milda Burzała, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, e-mail: m.burzała@ue.poznan.pl

W analizach dotyczących ostatniego kryzysu finansowego przyjmuje się, że kryzys na rynku kapitałowym był procesem wtórnym względem kryzysu na rynku międzybankowym. Zasadność badania procesu zarażania na rynku kapitałowym wynika z faktu, że ceny notowanych aktywów odzwierciedlają nie tylko brak płynności na rynku międzybankowym, lecz także załamania w innych segmentach rynku finansowego oraz na rynku dóbr realnych (Nawrot 2013). Kryzys na rynku międzybankowym przebiegał równolegle z kryzysem na rynku kapitałowym.

Przedstawione w artykule wyniki badań dotyczą badania efektów zarażania na wybranych światowych rynkach kapitałowych w latach 2007–2009. Sytuację na tych rynkach reprezentują wybrane indeksy giełdowe. W omawianych dalej badaniach empirycznych pojęcie zarażania rynku oznacza zarażanie indeksu, który reprezentuje badany rynek przez indeks reprezentujący rynek amerykański. Postawiony problem badawczy dotyczy zasadności badania efektów zarażania na rynku akcji zarówno w zmieniającej się wartości oczekiwanej, jak i wariancji. Wiele stosowanych zazwyczaj metod wymaga sztywnego podziału próby na czas spokoju i czas kryzysu, co stanowi duże ograniczenie w prowadzonych analizach, dlatego postanowiono sprawdzić wpływ zmiany datowania kryzysu na uzyskane wyniki. W przyjętym obszarze badań bardzo ważna jest metodyka prowadzonych analiz. W literaturze światowej ciągle trwa dyskusja nad sposobem rozdzielenia zmian wynikających z wzajemnych zależności rynków i zarażania, wskazania różnych metod nie są bowiem takie same. W artykule podjęto dyskusję jednego z możliwych rozwiązań.

Przyjmowane przez autorów definicje zarażania podano w punkcie 1. Wykorzystane w badaniach empirycznych podejście Baura (2003) przedstawiono w punkcie 2 artykułu. Punkt 3 zawiera omówienie uzyskanych wyników. Artykuł zamykają uwagi końcowe do uzyskanych wniosków oraz sugestie dotyczące przyszłych badań.

1. Definicje procesu zarażania

Bank Światowy proponuje trzy definicje zarażania¹:

Szeroka definicja: Zarażanie to międzynarodowa transmisja szoków lub ogólne międzynarodowe skutki przepływów kapitałowych (*spillover effects*). Zarażanie może dotyczyć zarówno „dobrych”, jak i „złych” okresów i nie odnosi się tylko do kryzysów. Jednakże w czasie kryzysów jest wyraźniejsze.

Wąska definicja: Zarażanie jest to transmisja szoków na inne rynki lub zależność między rynkami wykraczająca poza fundamentalne powiązania i poza wszelkie efekty wspólnych szoków.

Bardzo wąska definicja: Zarażanie występuje, gdy korelacja między rynkami jest istotnie wyższa w „czasie kryzysu” niż w „czasie spokoju” (Forbes, Rigobon 2002).

Ze względu na ogólny charakter podanych definicji autorzy badań zazwyczaj starają się przyjąć dodatkową definicję, która jest bardziej precyzyjna ze względu na stosowaną

¹ www.econ.worldbank.org/wbsite/external/extdec/extresearch/extprograms/extmacroeco/0,,contentMDK:20889756~pagePK:64168182~piPK:64168060~theSitePK:477872,00.html (24.05.2014).

metodę badawczą. Kąsek (2005) nazywa je definicjami operacyjnymi. Takie definicje zarażania przyjęte na potrzeby prowadzonych badań prezentują m.in. Eichengreen, Rose i Wyplosz (1995, 1996), Masson i Mussa (1995), Masson (1998), Kaminsky i Reinhart (2000), Dornbusch, Park i Claessens (2000), Pritsker (2001), Forbes i Rigobon (2002), Pesaran i Pick (2004). Pericoli i Sbracia (2003) na podstawie przeglądu literatury przytaczają sześć takich definicji.

W opisywanych badaniach wykorzystano dwie z nich. Pierwsza odnosi się do badania zmian wartości oczekiwanej cen: „Zarażanie jest znaczącym wzrostem jednoczesnych zmian cen na wielu rynkach, zależnym od pojawienia się kryzysu na innych rynkach”. Cechą charakterystyczną tej definicji jest odwołanie się do natychmiastowej finansowej niestabilności na wielu rynkach skutkującej zmianą wzajemnych korelacji aktywów. Jednoczesna zmiana ceny (proces niestacjonarny) przekłada się w tym przypadku na jednoczesne zmiany stóp zwrotu (procesy stacjonarne).

Druga z definicji przyjmowana jest w badaniach skutków zarażania na skutek zmiany wariancji: „Zarażanie występuje w przypadku transmisji podwyższonej zmienności z jednego rynku finansowego na rynki finansowe innych krajów”. Zmienność cen aktywów jest, generalnie, uważana za dobre przybliżenie niepewności na rynku. Stąd, w interpretacji tej definicji, zarażanie odnosi się do rozprzestrzenia niepewności poprzez międzynarodowe rynki finansowe.

Przytoczone definicje pokazują, że proces zarażania może być rozpatrywany ze względu na tzw. różne fakty empiryczne obserwowane na rynkach finansowych w czasie kryzysu. Skoro nie ma precyzyjnej definicji samego procesu, nie ma jednej teorii wyjaśniającej mechanizm zarażania. Trudno jest też rozstrzygnąć, czy powinniśmy poddać badaniu zmiany jednoczesne, zmiany opóźnione czy niestabilność parametrów modeli i załamania strukturalne. Ponadto analiza może być ukierunkowana na badanie zmian wartości oczekiwanej lub badanie mechanizmu przenoszenia zmienności. Czy zarażanie to istotne zmiany obu wielkości, czy tylko jednej z nich? Na stawiane pytania nie ma obecnie jednoznacznej odpowiedzi.

2. Zarażanie poprzez zmianę wartości oczekiwanej i przenoszenie zmienności

W badaniach empirycznych efektów zarażania wykorzystuje się wiele różnych metod statystycznych i modeli ekonometrycznych. Każda z tych metod kieruje się pewnymi założeniami, każda też stwarza inne możliwości pomiaru efektów zarażania. W ramach przyjmowanych definicji zarażania najczęściej wykorzystywana jest analiza korelacji (Forbes, Rigobon 2002), analiza ukrytych czynników (Dungey i in. 2001, 2005, 2007; Corsetti i in. 2005), modele VAR (Favero, Giavazzi 2002), modele prawdopodobieństwa (Eichengreen i in. 1995, 1996; Rossi 1999; Kamiński, Reinhard 1999, 2000; Glick, Hutchison 2001; Falcetti, Tudela 2006) oraz jedno- i wielowymiarowe modele zmienności GARCH (Wang, Thi 2006; Cappiello i in. 2006; Frank i in. 2008). W podanych metodach w różny sposób są

kontrolowane wzajemne powiązania rynków (zmiennie makroekonomiczne, ukryte czynniki czy opóźnione wartości zmiennych endogenicznych wyjaśnianych w modelu VAR).

Przedstawiane w literaturze wyniki badań dotyczą zazwyczaj niezależnych analiz procesu zarażania albo na skutek zmiany wartości oczekiwanej, albo na skutek zmiany wariancji. Propozycja Baura (2003) dotyczy równoczesnego „badania procesu zarażania w wartości oczekiwanej i wariancji” poprzez budowę odpowiednich modeli.

Założmy, że rynkiem inicjującym kryzys jest rynek amerykański oznaczony indeksem 1. *Zależności stóp zwrotu* w czasie kryzysu można przedstawić w postaci:

$$s_{1t} = u_{1t}, \quad (1)$$

$$s_{it} = \mu_i + \beta_{1,i}s_{1t} + \beta_{2,i}s_{1t}D_{K,t} + u_{it},$$

gdzie u_{1t} reprezentuje szoki losowe na rynku 1 (amerykańskim, który jest źródłem zarażania), μ_i oznacza wartość oczekiwaną stopy zwrotu na rynku i , $\beta_{1,i}$ jest miarą oddziaływania szoków losowych z rynku 1 na rynku i w czasie „normalnych” zależności rynków, natomiast parametr $\beta_{2,i}$ jest miarą zmiany wpływu szoków losowych z rynku 1 na rynku i -tym w czasie kryzysu. Zmienna D_K to zmienna zero-jedynkowa przyjmująca wartość 1, jeśli na rynku będącym potencjalnym źródłem zarażania występuje kryzys, a wartość 0 w przeciwnym wypadku. Parametr $\beta_{1,i}$ opisuje więc zależności rynków przejawiające się w jednoczesnych zmianach stóp zwrotu (*comovements*), $\beta_{2,i}$ jest miarą zarażania w wartości oczekiwanej informującą o nasileniu mechanizmów transmisji. W czasie kryzysu miarą oddziaływania rynku 1 na rynku i -tym jest suma oszacowań parametrów $\beta_{1,i} + \beta_{2,i}$.

Model opisujący zarażanie w wyniku *zmieniającej się wariancji* przyjmuje postać następującą:

$$u_{it} = \xi_i \sqrt{h_{it}}, \quad (2)$$

$$h_{it} = \alpha_{0,i} + \alpha_{1,i}u_{i,t-1}^2 + \alpha_{2,i}h_{i,t-1} + \alpha_{3,i}s_{1,t-1}^2 + \alpha_{4,i}s_{1,t-1}^2 D_{K,t-1},$$

gdzie ξ_i jest zmienną losową o zerowej wartości oczekiwanej i jednostkowej wariancji. Model zmienności wariancji jest modelem *GARCH(1,1)*, do którego włączono dodatkowe zmienne, które reprezentują wpływ kwadratów szoków losowych z rynku 1 w całym okresie oraz w czasie kryzysu. W modelu (2) miarą zarażania w wariancji jest parametr $\alpha_{4,i}$.

Teoretycznie model dla wariancji może przyjąć postać jednego z modeli uwzględniających asymetrię wpływu dobrych i złych informacji na rynku. W przeprowadzonych badaniach założono, że złe informacje napływające z rynku amerykańskiego w czasie kryzysu powinien uwzględnić parametr $\alpha_{4,i}$ i wykorzystano model *GARCH(1,1)*.

3. Zakres czasowy i przestrzenny analizy

W badaniach empirycznych wykorzystano dzienne składowe ciągle stopy zwrotu z dziewiętnastu indeksów reprezentujących sytuację na giełdach papierów wartościowych w okresie od 17 sierpnia 2005 do 31 lipca 2009 (tabela 1):

$$s_i = 100\% \cdot (\ln(P_{i,t}) - \ln(P_{i,t-1})). \quad (3)$$

Występujące braki w danych uzupełniono metodą interpolacji liniowej². Ze względu na zróżnicowany czas notowań szeregi czasowe wygładzono dwuokresową średnią ruchomą (Dungey i in. 2007).

W badaniach przyjęto, że sytuację na giełdzie amerykańskiej reprezentuje indeks Dow Jones Industrial Average (DJIA)³. Można dyskutować nad wyborem najbardziej reprezentatywnego wskaźnika. Badany kryzys był jednak tak silny, że trudno jest znaleźć takie papiery wartościowe, które by nie zareagowały na występujące perturbacje finansowe.

Tabela 1

Wykaz indeksów giełdowych

Lp.	Symbol	Nazwa	Kraj	Region
1	2	3	4	5
1	AEX	AEX Index	Holandia	
2	ATH	ATHEX Composite Index	Grecja	
3	BEL20	BEL 20	Belgia	
4	CAC	CAC 40	Francja	Europa Zachodnia (symbol – EZ)
5	DAX	DAX Index	Niemcy	
6	FTSE	FTSE100	Wielka Brytania	
7	HEX	OMX Helsinki Index	Finlandia	
8	IBEX	IBEX Index	Hiszpania	
9	DJIA	Dow Jones Industrial Average	USA	
10	TSX	S&P/TSX Composite Index	Kanada	Ameryka (AM)
11	IPC	Mexican Bolsa Index	Meksyk	
12	BVP	Bovespa Index	Brazylia	

² Inne podejście sugeruje usuwanie z szeregów czasowych obserwacji z brakującymi danymi. Przy próbie obejmującej dane dla dwudziestu indeksów oznaczałoby to jednak znaczną utratę informacji. Nie ma w tym zakresie jednej, dobrej metody postępowania (Doman, Doman 2009).

³ Podstawowym narzędziem analizy zmienności cen akcji stosowanym przez analityków rynku jest szerszy indeks Standard and Poor's. W badaniach kryterium wyboru zmiennej referencyjnej oparto na popularności indeksu, ponieważ reakcje inwestorów nie zawsze są racjonalne. Najbardziej popularnym indeksem z uwagą śledzonym przez wszystkich inwestorów jest indeks Dow Jones Industrial Average.

1	2	3	4	5
13	BUX	BUX Index	Węgry	Europa Środkowo- -Wschodnia (ESW)
14	WIG20	WIG20 Index	Polska	
15	RTS	Russian RTS Index	Rosja	
16	NKX	Nikkei 225	Japonia	Azja (AZ)
17	STI	Straits Times Index	Singapur	
18	HSI	Hang Seng Index	Region: Hong Kong	
19	KOSPI	KOSPI Index	Korea Południowa	

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy Stooq.

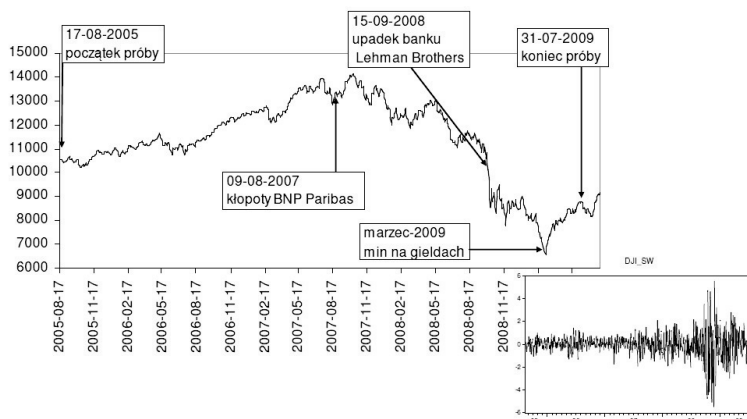
Stosowana metoda wymaga podziału zbioru obserwacji na dwa podzbiory z czasu spokoju i czasu kryzysu na rynkach finansowych. Podział powinien być tak przeprowadzony, aby czas spokoju bezpośrednio poprzedzał czas kryzysu. Stanowi on bowiem wzorzec dla porównań w czasie kryzysu.

Teoretycznie notowania poprzedzające np. upadek banku Lehman Brothers trudno było uznać za czas spokoju, ponieważ indeks Dow Jones Industrial Average – już wcześniej – charakteryzował spadek notowań (rysunek 1). Stąd przy podziale zbioru obserwacji bardziej uzasadnione wydaje się wykorzystanie informacji o kłopotach z wyceną aktywów ogłoszoną przez francuski bank BNP Paribas. Dziewiątego sierpnia 2007 roku bank ten zawiesił wypłaty z trzech funduszy inwestujących na rynku obligacji zabezpieczonych kredytami hipotecznymi typu *subprime*.

W wielu badaniach empirycznych dotyczących ostatniego kryzysu finansowego za początek kryzysu przyjmowany jest jednak upadek banku Lehman Brothers 15 września 2008 roku. W celu sprawdzenia, czy tak znaczne przesunięcie w czasie początkowej daty kryzysu będzie miało wpływ na wnioskowanie o zarażaniu rynku model opisany równaniami (1–2), oszacowano w dwóch wersjach.

W obu przyjętych podziałach okres kryzysu wydłużono poza czas najniższych notowań na giełdach papierów wartościowych ze względu na utrzymującą się podwyższoną zmienność stóp zwrotu do końca lipca 2009 roku.

Dla czasu kryzysu ustalonego na podstawie informacji banku BNP Paribas do dyspozycji było 511 obserwacji. W celu zapewnienia porównywalności wyników przeanalizowano 511 wcześniejszych obserwacji pod kątem zdarzeń przyczyniających się do zawirowań finansowych. Był to okres wzrostu cen aktywów z niewielkimi korektami, więc przyjęto go za czas spokoju na giełdzie. Przesunięcie początkowej daty kryzysu do 15 września 2008 roku oznaczało skrócenie potencjalnego okresu zarażania rynków do 227 obserwacji.



Rysunek 1. Indeks Dow Jones Industrial Average w okresie od 17 sierpnia 2005 do 31 lipca 2009

Źródło: opracowanie własne.

4. Wyniki badań

W badaniach przyjęto, że szoki losowe u_{it} na rynku amerykańskim są reprezentowane przez stopy zwrotu z indeksu DJIA⁴. Ze względu na podwyższoną kurtozę w szeregach stóp zwrotu dla innowacji ξ_t przyjęto rozkład *t-Studenta*. Oszacowania parametrów modeli opisanych w punkcie 2 równaniami 1–2 zamieszczono w tabeli 2 (kryzys od 9 sierpnia 2007 do 31 lipca 2009 – model I) i tabeli 3 (kryzys od 15 września 2008 do 31 lipca 2009 – model II).

Zarówno w modelu I, jak i w modelu II istotne są efekty *arch* i *garch* opisujące wpływ kwadratów reszt $u_{i,t-1}^2$ i wariancji $h_{i,t-1}$ z poprzedniego okresu.

Dla wartości oczekiwanej stóp zwrotu μ_{it} na *i*-tym rynku przyjęto model *AR(1)*⁵. Zarówno w modelu I, jak i w modelu II parametr autoregresji rzędu pierwszego jest istotny. Dla zdecydowanej większości modeli istotne są również parametry $\beta_{1,i}$ reprezentujące wpływ szoków z rynku amerykańskiego w czasie normalnych zależności rynków (wyjątkiem jest koreański indeks KOSPI w modelu I). Dodatkowo wartości parametrów wskazują na jednoczesne zmiany stóp zwrotu.

W modelu II, na skutek zmiany datowania czasu kryzysu, dla większości rynków obserwujemy wzrost parametru $\beta_{2,i}$. W efekcie cztery rynki (AEX, BUX, RTS, TSX) nie-

⁴ Podobne wnioski o zarażaniu otrzymano, gdy szoki z rynku amerykańskiego były reprezentowane przez reszty z modelu *AR(1)*. Ze względu na nieistotność efektu *arch* w modelach dla dwóch rynków wyniki nie zostały w artykule przytoczone.

⁵ Model dla wartości oczekiwanej ograniczono do pierwszego opóźnienia. Niektórzy badacze uważają wręcz, że lepiej zrezygnować z modelu wartości oczekiwanej niż włączać model źle wyspecyfikowany, szczególnie w przypadku łącznego modelowania wartości oczekiwanej i wariancji (za: Doman, Doman 2009).

uznane za istotnie zarażane na skutek zmiany wartości oczekiwanej w modelu I okazały się istotnie zarażane w modelu II. W modelach dla trzech innych rynków (KOSPI, STI, NKX) zaobserwowano jednak spadek parametru $\beta_{2,i}$, co z kolei sugeruje, że część nasilonych jednoczesnych reakcji mogła zostać uznana za normalne zależności rynków.

W kontekście definicji podanej na wstępie artykułu istotne nasilenie jednoczesnych zmian cen (stóp zwrotu) jest efektem wystąpienia niestabilności na obu rynkach. W modelu I w czasie kryzysu istotną zmianę reakcji stóp zwrotu zanotowano w przypadku siedmiu indeksów (HSI, KOSPI, STI, NKX, DAX, BVP, IPC). Jednak dla trzech ostatnich indeksów parametry $\beta_{2,i}$ były istotnie ujemne, co wskazuje na osłabienie efektu transmisji. Teoretycznie model nie daje jednak odpowiedzi na temat przyczyn takich zachowań rynków. Istotny (dodatni lub ujemny) parametr $\beta_{2,i}$ wskazuje jedynie na niestabilność parametru w czasie i sugeruje zmianę skorelowania rynków.

W modelu II istotną zmianę reakcji stóp zwrotu zanotowano dla dziesięciu indeksów, przy czym na osłabienie efektu transmisji wskazuje jedynie model dla indeksu BVP. Zróznicowane poziomy istotności parametru $\beta_{2,i}$ zaznaczono w tabeli 3.

Skrócenie czasu kryzysu spowodowało podobne skutki w modelach zmienności. W modelu I oszacowania parametru $\alpha_{4,i}$ są istotne tylko w modelach dla dwóch indeksów europejskich (IBEX i FTSE). Oznacza to, że na zdecydowanej większości rynków nie wystąpiły istotne efekty zarażania na skutek przenoszenia zmienności. Na kilku rynkach zanotowano również brak przenoszenia zmienności w czasie normalnych zależności rynków (nieistotny parametr $\alpha_{3,i}$: WIG20, BVP, IPC, RTS, TSX). W modelu II w czasie normalnych zależności brak istotnych efektów przenoszenia zmienności z rynku amerykańskiego zanotowano tylko na trzech rynkach (IPC, RTS, TSX). W czasie kryzysu istotny wzrost niepewności sygnalizują modele dla pięciu innych indeksów (BUX, WIG20, KOSPI, IPC, RTS). W przypadku koreańskiego KOSPI parametr $\alpha_{4,i}$ jest istotnie ujemny, co wskazuje na osłabienie efektu transmisji.

Nawiązując do wcześniejszych badań (Burzała 2014), warto podkreślić, że uwzględnienie niestabilności parametrów w modelu dla wartości oczekiwanej ma wpływ na wyniki badań w zakresie zmiany wariancji⁶.

Nie zauważono związków między efektami zarażania w zakresie zmiany wariancji i wartości oczekiwanej. Nie wszystkie rynki zarażane w zakresie wartości oczekiwanej okazały się zarażane na skutek przenoszenia zmienności. Są też rynki, które nie były zarażane w zakresie wartości oczekiwanej, były natomiast zarażane poprzez zmianę wariancji (FTSE). Nie ma tu sprzeczności, ponieważ niestabilność parametrów β_i oznacza załamania strukturalne w powrocie do średniej, co nie musi wiązać się z wzrostem zmienności.

⁶ Cytowane badania przeprowadzone dla tych samych rynków w tym samym podziale i zakresie czasowym zakładały ten sam model dla wartości oczekiwanej w całym okresie badania. Uzyskane tam wyniki wskazują na zarażanie innych rynków niż wskazania na podstawie modelu Baura.

Tabela 2

Oszacowania parametrów modelu I (czas kryzysu: od 9 sierpnia 2007 do 31 lipca 2009)

Indeks	Model dla wartości oczekiwanej							Kryterium Akaike	R^2_{adj}	
	autoregresja $S_{i,t-1}$	$\beta_{1,i}$	$\beta_{2,i}$	$\alpha_{0,i}$	$\alpha_{1,i}$ (<i>arch</i>)	$\alpha_{2,i}$ (<i>garch</i>)	$\alpha_{3,i}$			$\alpha_{4,i}$
AEX	0,373***	0,686***	0,024	0,230	0,091***	0,855***	0,111**	0,094	-894,02	0,576
ATH	0,486***	0,423***	0,028	0,308	0,141***	0,811***	0,144*	-0,003	-1159,83	0,428
BEL20	0,396***	0,577***	0,075	0,219	0,117***	0,819***	0,109**	0,092	-870,13	0,555
CAC	0,276***	0,798***	-0,049	0,303	0,068***	0,852***	0,139**	0,094	-897,86	0,555
DAX	0,321***	0,856***	-0,175***	0,268	0,056**	0,898***	0,152**	0,029	-890,68	0,603
FTSE	0,292***	0,626***	0,053	0,267	0,087***	0,824***	0,073*	0,150**	-808,93	0,539
HEX	0,393***	0,676***	-0,040	0,316	0,063***	0,881***	0,273***	0,072	-1117,08	0,452
IBEX	0,366***	0,667***	-0,003	0,916	0,099***	0,818***	0,093*	0,145**	-916,67	0,536
BUX	0,468***	0,339***	0,148	0,427	0,117***	0,824***	0,306*	-0,042	-1394,24	0,410
WIG20	0,449***	0,548***	0,039	0,554	0,071***	0,862***	0,033	0,285	-1408,45	0,359
RTS	0,529***	0,530***	-0,147	0,433	0,158***	0,798***	0,389	0,017	-1609,99	0,380
HSI	0,427***	0,182***	0,181*	0,279	0,111***	0,838***	0,307***	0,191	-1315,31	0,334
KOSPI	0,481***	0,118	0,186**	0,330	0,101***	0,842***	0,391***	-0,153	-1236,17	0,328
STI	0,416***	0,114*	0,229***	0,234	0,119***	0,826***	0,228***	0,054	-1104,05	0,360
NKX	0,431***	0,123*	0,157*	0,379	0,074***	0,852***	0,285***	0,141	-1238,84	0,305
BVP	0,461***	1,467***	-0,489***	0,440	0,169***	0,729***	0,047	0,121	-1241,06	0,617
IPC	0,495***	1,169***	-0,348***	0,388	0,156***	0,699***	0,137	-0,021	-1019,60	0,669
TSX	0,476***	0,709***	-0,001	0,211	0,149***	0,819***	0,018	0,038	-800,95	0,599

Źródło: obliczenia własne.

Skorygowane współczynniki determinacji sugerują, aby przy ustalaniu czasu kryzysu wykorzystywać informację banku BNP Paribas (średnie dopasowanie nieco wyższe). Na taki podział wskazuje również analiza szeregów czasowych (zob. punkt 3).

Przyjmując za wiążące wyniki uzyskane z modelu I, można przypuszczać, że załamanie strukturalne na rynkach azjatyckich było efektem wyprzedaży aktywów przez inwestorów zagranicznych. Aktywa rynków wschodzących zazwyczaj są uważane za „jakościowo gorsze”. W przypadku wystąpienia perturbacji finansowych wyprzedaż dotyczy zazwyczaj wszystkich rynków w danym rejonie (podobnych pod względem finansowym i gospodarczym).

Ostatni kryzys finansowy określa się mianem kryzysu zaufania na rynku międzybankowym. Rynek kapitałowy jest silnie powiązany z sektorem bankowym. Banki pośredniczą w zakupie i sprzedaży papierów wartościowych na giełdzie, same występują w roli emitentów akcji, mogą nabywać akcje i udziały w funduszach inwestycyjnych, jednak jego związki z rynkiem międzybankowym są jedynie pośrednie, poprzez ceny aktywów.

Bankowa orientacja azjatyckich systemów finansowych oznacza, że aktywa banków w tym okresie obejmowały w głównej mierze kredyty. W 2007 roku papiery wartościowe zabezpieczone na rynku kredytów hipotecznych *subprime* miały niewielki udział w bilansach banków azjatyckich. Do tzw. złych aktywów zdecydowanie większy dostęp miały rynki rozwinięte.

W literaturze podkreśla się, że przyczyną wystąpienia efektów zarażania jest w głównej mierze asymetria informacji. W czasie ostatniego kryzysu przyczyną powstrzymywania się banków od transakcji na rynku międzybankowym była rosnąca niepewność, co do ilości „złych aktywów” w bilansach banków, głównie amerykańskich i europejskich. W celu utrzymania płynności banki często były zmuszone liczyć na środki własne i utrzymywanie dodatkowych rezerw. W efekcie inne banki miały trudności w pozyskaniu niezbędnego kapitału. Taka sytuacja skłania do wyprzedaży aktywów po zaniżonej cenie.

Wyniki przedstawione w tabeli 2 sugerują, że przeniesienie niepewności do Europy przebiegało za pośrednictwem rynku brytyjskiego i hiszpańskiego. Wnioski te wymagają weryfikacji i dalszych badań dotyczących efektów zarażania wewnątrz grupy rynków europejskich. Małe zaangażowanie Europy Środkowo-Wschodniej na rynku toksycznych papierów wartościowych pozwala przypuszczać, że faktycznie rynki te były zarażane przez rozwinięte rynki Europy Zachodniej. Jak już wspomniano, zachowania inwestorów na rynku kapitałowym nie zawsze są racjonalne. Rosnąca awersja do ryzyka w warunkach niepewności co do rozmiarów kryzysu może prowadzić do gwałtownej wyprzedaży aktywów. W czasie ostatniego kryzysu dotyczyło to wycofywania kapitału z funduszy inwestycyjnych i arbitrażowych. Kryzys giełdowy był też symptomem kryzysu w sferze realnej. Spadek cen aktywów zazwyczaj oznacza spadek wartości kapitału zabezpieczającego i przyczynia się do zmniejszenia środków na inwestycje. Ograniczenie działalności kredytowej banków z kolei utrudnia prowadzenie bieżącej działalności produkcyjnej.

Poznanie przyczyn zarażania rynków finansowych i analiza wzajemnych powiązań rynków finansowych mają zasadnicze znaczenie przy zarządzaniu portfelem aktywów i sto-

Tabela 3

Oszacowania parametrów modelu II (czas kryzysu: od 15 września 2008 do 31 lipca 2009)

Indeks	Model zmienności										Kryterium Akaike	R^2_{adj}
	autoregresja $S_{i,t-1}$	$\beta_{1,i}$	$\beta_{2,i}$	$\alpha_{0,i}$	$\alpha_{1,i}$ (arch)	$\alpha_{2,i}$ (garch)	$\alpha_{3,i}$	$\alpha_{4,i}$				
AEX	0,374***	0,659***	0,142**	0,228	0,089***	0,859***	0,138***	0,094	-869,37	0,569		
ATH	0,488***	0,408***	0,101	0,316	0,142***	0,808***	0,119**	0,058	-1158,70	0,427		
BEL20	0,395***	0,627***	-0,009	0,205	0,119***	0,826***	0,166***	-0,017	-872,04	0,559		
CAC	0,276***	0,741***	0,062	0,298	0,070***	0,851***	0,188***	0,042	-898,12	0,550		
DAX	0,326***	0,683***	0,125**	0,278	0,058***	0,891***	0,163***	0,044	-892,28	0,596		
FTSE	0,289***	0,639***	0,045	0,247	0,086***	0,843***	0,149***	0,035	-811,72	0,539		
HEX	0,393***	0,642***	0,012	0,301	0,059***	0,891***	0,339***	-0,039	-1117,34	0,449		
IBEX	0,368***	0,631***	0,083	0,272	0,098***	0,829***	0,187***	0,006	-917,51	0,531		
BUX	0,468***	0,368***	0,251**	0,479	0,132***	0,787***	0,149*	0,255*	-1390,00	0,408		
WIG20	0,447**	0,564***	0,029	0,563	0,073***	0,853***	0,182**	0,210*	-1408,60	0,359		
RTS	0,529***	0,338***	0,397***	0,541	0,186***	0,730***	0,161	0,981***	-1600,14	0,375		
HSI	0,429***	0,181***	0,304***	0,247	0,102***	0,854***	0,448***	-0,133	-1312,90	0,335		
KOSPI	0,479***	0,188***	0,149*	0,336	0,094***	0,839***	0,374***	-0,187*	-1235,83	0,329		
STI	0,416***	0,202***	0,149*	0,238	0,107***	0,831***	0,298***	-0,082	-1107,03	0,359		
NKX	0,432***	0,171***	0,149**	0,365	0,071***	0,859***	0,460***	-0,138	-1238,76	0,307		
BVP	0,459***	1,191***	-0,200**	0,433	0,132***	0,707***	0,229**	-0,109	-1275,33	0,606		
IPC	0,499***	0,921***	-0,095	0,422	0,121***	0,664***	0,042	0,119**	-1025,63	0,663		
TSX	0,473***	0,637***	0,211***	0,226	0,118***	0,796***	0,037	0,056	-792,29	0,603		

Źródło: obliczenia własne.

sowaniu strategii zabezpieczających. Rosnące korelacje w czasie perturbacji finansowych niwelują bowiem skutki dywersyfikacji portfela.

Na zakończenie warto zastanowić się nad istotą prowadzonych w ten sposób badań. W modelu zaproponowanym przez Baura analizuje się jednocześnie zmiany stóp zwrotu i wariacji przy wykorzystaniu modeli dynamicznych. Testy przyczynowości wskazują wielokrotnie na dwustronne powiązania rynków i nie dają jednoznacznej informacji na temat kierunku zarażania. Pojawia się pytanie, jak wytłumaczyć ujemne oszacowania parametrów. Jednoczesne zmiany mogą być konsekwencją wzajemnych zależności rynków, wspólnej reakcji rynków na to, co dzieje się na rynkach trzecich, oraz w tym podejściu również efektem zarażania. Można jedynie przypuszczać, że ujemne parametry wynikają ze zróżnicowanej reakcji na to, co dzieje się na rynkach trzecich. Może to być również efekt opóźnienia reakcji badanego rynku (różny kierunek zmian stóp zwrotu), co nie wyklucza wystąpienia efektów zarażania po uwzględnieniu przesunięcia czasowego. Z kolei istotny wzrost parametru może być konsekwencją zarówno zarażania rynku, jak i wspólnych reakcji na inne wydarzenia obserwowane na rynkach trzecich. Współczesne badania empiryczne skupiają się na opracowaniu metody pozwalającej na jednoznaczne rozdzielenie wpływu różnych procesów. W tym zakresie obiecujące są efekty badań uzyskane z wykorzystaniem analizy kospektralnej (Burzała 2014).

Uwagi końcowe

Podsumowując przeprowadzone badania procesu zarażania, należy podkreślić zasadność jednoczesnej analizy zmian wartości oczekiwanej i wariacji, ponieważ odnoszą się one do różnych faktów empirycznych obserwowanych na rynkach finansowych w czasie kryzysu. Arbitralne ustalenie potencjalnego okresu zarażania rynku ma wpływ na wyniki badań i stanowi znaczne ograniczenie modelu. Wnioskowanie na podstawie oszacowanych parametrów modelu nie stanowi jednoznacznej podstawy do oceny efektów zarażania. Model umożliwia jedynie ocenę stabilności parametrów i tym samym wskazuje na zmianę skorelowania rynków.

Literatura

- Baur D. (2003), *Testing for contagion – mean and volatility contagion*, „Journal of Multinational Financial Management”, nr 13, s. 405–422.
- Brunnermeier M.K. (2009), *Deciphering the Liquidity and Credit Crunch 2007–2008*, „Journal of Economic Perspectives”, nr 23/1, s. 77–100.
- Burzała M. (2014), *Wybrane metody badania efektów zarażania na rynkach kapitałowych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań.
- Cappiello L., Engle R., Sheppard K. (2006), *Asymmetric Dynamics in the Correlations of the Global Equity and Bond Market*, „Journal of Financial Econometrics”, nr 4/4, s. 537–572.

- Corsetti G., Pericoli M., Sbracia M. (2005), *Some Contagion, Some Interdependence: More Pitfalls in Testing for Contagion*, „Journal of International Money and Finance”, nr 24, s. 1177–1199.
- Doman M., Doman R. (2009), *Modelowanie zmienności i ryzyka: metody ekonometrii finansowej*, Oficyna, Kraków.
- Dornbusch R.S., Claessens S., Park Y.C. (2000), *Contagion: Understanding How It Spreads*, „The World Bank Research Observer”, nr 15/2, s. 177–197.
- Dungey M., Fry R.A., González-Hermosillo B., Martin V.L. (2005), *Shocks and Systemic Influences: Contagion in Global Equity Markets in 1998*, CAMA Working Paper 15/2005, The Australian National University.
- Dungey M., Fry R.A., González-Hermosillo B., Martin V.L. (2007), *Contagion in Global Equity Markets in 1998: The Effects of the Russian and LTCM Crises*, „North American Journal of Economics and Finance”, nr 18/2, s. 155–174.
- Dungey M., Martin V.L. (2001), *Contagion Across Financial Markets: An Empirical Assessment*, New York Stock Exchange Conference Paper, Hawaii.
- Eichengreen B., Rose A., Wyplosz C. (1996), *Contagious Currency Crises: First Tests*, „The Scandinavian Journal of Economics”, nr 98/4, s. 463–484.
- Eichengreen B., Rose A., Wyplosz C., Dumas B., Weber A. (1995), *Exchange Market Mayhem: The Antecedents and Aftermath of Speculative Attacks*, „Economic Policy”, nr 21, s. 249–312.
- Falcetti E., Tudela M. (2006), *Modeling Currency Crises in Emerging Markets: A Dynamic Probit Model with Unobserved Heterogeneity and Autocorrelated Errors*, „Oxford Bulletin of Economics and Statistics”, nr 68/4.
- Favero C.A., Giavazzi F. (2002), *Is the International Propagation of Financial Shocks Non-linear? Evidence from the ERM*, „Journal of International Economics”, nr 57, s. 231–246.
- Forbes K., Rigobon R. (2002), *No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Comovements*, „The Journal of Finance”, nr 57/5, s. 2223–2261.
- Frank N., Gonzalez-Hermosillo B., Hesse H. (2008), *Transmission of Liquidity Shocks: Evidence from the 2007 Subprime Crisis*, IMF Working Paper, WP/08/200.
- Glick R., Hutchison M. (2001), *Banking and currency crises: how common are twins?*, w: *Financial Crises in Emerging Markets*, Glick, R., Spiegel, M., (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, New York and Melbourne.
- Kaminsky G.L., Reinhart C.M. (1999), *The Twin Crises: The Causes of Banking and Balance-of-Payments Problems*, „American Economic Review”, nr 89/3, s. 473–500.
- Kaminsky G.L., Reinhart C.M. (2000), *On Crises, Contagion and Confusion*, „Journal of International Economics”, nr 51/1.
- Kąsek L. (2005), *Przewidywanie kryzysu walutowego na rynkach wschodzących ze szczególnym uwzględnieniem Polski*, niepublikowana praca doktorska, SHG, Warszawa (artykuł na podstawie rozprawy doktorskiej pod tym samym tytułem – www.statsoft.pl (18.05.2013)).
- Masson P. (1998), *Contagion: Monsoonal Effects, Spillovers and Jumps between Multiple Equilibria*, IMF Working Paper WP/98/142.
- Masson P., Mussa M. (1995), *The Role of the Fund: Financing and Its Interactions with Adjustment and Surveillance*, Pamphlet Series No. 50, D.C.: International Monetary Fund, Washington.
- Nawrot W. (2013), *Zalamanie rynku papierów wartościowych na tle globalnego kryzysu finansowego*, „eFinanse. Finansowy kwartalnik internetowy”, www.e-finanse.com (30.10.2013).
- Pericoli M., Sbracia M. (2003), *A Primer on Financial Contagion*, „Journal of Economic Surveys”, Wiley Blackwell, nr 17/4, s. 571–608.
- Pesaran M.H., Pick A. (2004), *Econometric Issues In The Analysis Of Contagion*, University of Cambridge, Working Paper in Economics, No. 0402, Cambridge.
- Pritsker M. (2001), *The Channel for Financial Contagion*, w: *International Financial Contagion: How It Spreads and How It Can Stopped*, S. Claessens, K.J. Forbes (eds.), Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London.
- Rossi S. (1976), *The arbitrage theory of capital asset pricing*, „Journal of Economic Theory”, nr 13, s. 341–360.
- Wang K.-M., Thi T.-B.N. (2006), *Does Contagion Effect Exist Between Stock Markets of Thailand and Chinese Economic Area (CEA) During the “Asian Flu”?*, „Asian Journal of Management and Humanity Sciences”, nr 1/1, s. 16–36.
- www.econ.worldbank.org (24.05.2014).

EXPECTED VALUE AND VARIANCE OF RETURNS OF STOCK MARKET INDICES DURING THE CRISIS. CONTAGION OR INTERDEPENDENCE?

Abstract: In this article are considered different definitions of contagion process adopted in the literature by the authors of the study. The results presented in the article use proposal Baur (2003) for the study of interdependence of markets and assessing the relevance of contagion effects as a result of change in the expected value and the variation. The analysis was conducted on the example of the 18 selected, world indices, which represent changes in the capital markets during the crisis 2007–2009.

Keywords: contagion, capital markets, expected value, insecurity