

Henryk Gurgul*, Łukasz Lach*

Związki przyczynowe pomiędzy bezpośrednimi inwestycjami zagranicznymi w Polsce a podstawowymi wskaźnikami makroekonomicznymi (wyniki badań empirycznych)

1. Wprowadzenie

Celem niniejszej pracy jest empiryczne zbadanie związków przyczynowych występujących pomiędzy wielkością bezpośrednich inwestycji zagranicznych w Polsce a wybranymi wskaźnikami makroekonomicznymi. Badanie zostało przeprowadzone na podstawie kwartalnych danych z okresu od pierwszego kwartału 2000 roku do trzeciego kwartału 2008 roku włącznie. Uzasadnienie potrzeby badania związków przyczynowych występujących pomiędzy rozważanymi zmiennymi, jak również przegląd dotychczasowych rezultatów podobnych badań zostały zawarte w pracy H. Gurgula i Ł. Lacha [9].

W celu przeprowadzenia kompleksowej analizy dynamicznych związków pomiędzy rozważanymi zmiennymi wykorzystane zostały standardowe, liniowe testy przyczynowości w sensie Grangera, jak również ich nieliniowe odpowiedniki. Nasze rozważania opieramy na definicji przyczynowości podanej w [7]. Testowanie liniowej przyczynowości przeprowadzamy z wykorzystaniem modeli VAR oraz VECM (w przypadku wystąpienia kointegracji).

* Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Ekonomii i Ekonometrii,
email: h.gurgul@neostrada.pl, lukilach1983@o2.pl

Obok standardowych metod liniowych wykorzystujemy dodatkowo metody nieliniowe. Wykorzystujemy test zaproponowany w pracy C. Diksa i V. Panchenki [4], który stanowi modyfikację znanego testu C. Hiemstry i J. D. Jonesa [10]. Szczegółowy opis wykorzystanej metodologii znajduje się w poprzedzającym artykule H. Gurgula i Ł. Lacha [9].

2. Charakterystyka zbioru danych

W tej części artykułu dokonamy krótkiego opisu zbioru danych wykorzystanych w dalszych obliczeniach. Rozważane dane pozwalają na analizę wzajemnych relacji dynamicznych pomiędzy wielkością bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ) w Polsce a pozostałymi analizowanymi zmiennymi.

Przeprowadzenie badania liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera wymaga dość skomplikowanej analizy szeregów czasowych. W tej pracy dla każdej analizowanej zmiennej przygotowano kwartalne szeregi czasowe obejmujące okres od pierwszego kwartału 2000 roku do trzeciego kwartału 2008 roku włącznie. W celu przeprowadzenia niezbędnych analiz dane dotyczące wielkości bezpośrednich inwestycji zagranicznych, realnego wzrostu PKB w Polsce, wielkości eksportu oraz procentowego udziału otwartości gospodarki w PKB zostały zaczerpnięte z Banku Światowego¹. Warto nadmienić, iż za miarę otwartości przyjęto procentowy stosunek sumy importu i eksportu do całości PKB. Z kolei dane dotyczące kursów walut pochodzą z Narodowego Banku Polskiego, zaś szeregi czasowe bezrobocia oraz inflacji zostały opracowane na podstawie danych publikowanych przez Główny Urząd Statystyczny. Dane dotyczące stóp procentowych (referencyjnych) zostały zebrane na podstawie komunikatów Rady Polityki Pieniężnej.

Wykorzystywane w dalszych rozważaniach skróty oraz podstawowe statystyki opisowe dla rozważanych zmiennych przedstawiono w tabelach 1 i 2:

Tabela 1

Pełne i skrócone nazwy zmiennych rozważanych w niniejszej pracy

Pełna nazwa rozważanego szeregu czasowego	Skrót nazwy rozważanego szeregu czasowego
Bezpośrednie inwestycje zagraniczne w Polsce	BIZ
Realny wzrost PKB w Polsce	WPKB
Bezrobocie w Polsce	BEZR
Wielkość eksportu (składnik PKB)	EXPORT
Wielkość otwartości gospodarki wyrażona jako procent PKB	OPEN

¹ W tym miejscu składamy bardzo serdeczne podziękowania dla pani Ewy Korczyk z warszawskiego biura Banku Światowego za pomoc w pozyskaniu danych do pracy.

Tabela 1 cd.

Stopa inflacji	INFL
Stopy procentowe (referencyjne)	STOPY
Kursy euro	EURO
Kursy dolara amerykańskiego	DOLAR
Kursy franka szwajcarskiego	FRANK
Kursy funta szterlinga	FUNT

Źródło: opracowanie własne

Tabela 2

Podstawowe statystyki opisowe dla rozważanych zmiennych

Zmienna Parametr	BIZ [mln PLN]	WPKB [%]	BEZR [%]	EXPORT [mln PLN]	OPEN [%]
	1	2	3	4	5
Minimum	2378	0,32	8,90	43633,0	55,31
Kwartył Q ₁	4669	2,43	14,15	56275,0	60,96
Mediana	7749	4,45	17,50	81573,00	72,81
Kwartył Q ₃	12524,5	6,00	19,40	107400	82,40
Maksimum	33255	7,35	20,60	127755	87,71
Średnia	9576,29	4,21	16,39	83440,80	72,20
Odch. Std	6742,86	2,08	3,35	27547,83	10,95
Skośność	1,64	-0,41	-0,67	0,20	-0,08
Kurtoza	3,27	-0,91	-0,55	-1,35	-1,48

Zmienna Parametr	INFL [%]	STOPY [%]	EURO [zł]	DOLAR [zł]	FRANK [zł]	FUNT [zł]
	6	7	8	9	10	11
Minimum	0,40	4,25	3,35	2,12	2,09	4,23
Kwartył Q ₁	1,40	5,13	3,80	3,07	2,38	5,67
Mediana	2,60	6,25	3,98	3,74	2,58	5,89
Kwartył Q ₃	4,40	11,00	4,13	4,05	2,78	6,41
Maksimum	10,3	21,50	4,75	4,54	3,04	7,12
Średnia	3,47	9,01	4,00	3,52	2,59	5,92
Odch. Std	2,82	5,82	0,36	-0,64	0,26	0,68
Skośność	1,25	1,25	0,37	-0,49	0,11	-0,92
Kurtoza	0,96	-0,03	-0,18	-0,70	-0,75	0,94

Źródło: opracowanie własne

Przedstawione charakterystyki pozwalają na nieformalne uzasadnienie tezy mówiącej o niesymetrycznych rozkładach większości rozważanych zmiennych. Formalne badanie stacjonarności rozważanych szeregów czasowych oraz wyznaczanie ich stopnia zintegrowania stanowiące punkt startowy w badaniu przyczynowości w sensie Grangera (tak liniowej jak i nieliniowej) jest z kolei treścią kolejnej części tej pracy.

Test ADF dostarczył solidnych podstaw, by twierdzić, że wszystkie rozważane szeregi czasowe są niestacjonarne. W kolejnym etapie przeprowadzono badanie stopni zintegrowania. Okazało się, że dla każdej analizowanej zmiennej jej pierwsze różnice na podstawie wyników testu ADF mogły zostać uznane za szereg stacjonarny. Zatem wszystkie rozważane zmienne okazały się niestacjonarne. Wszelkie testy stacjonarności przeprowadzono na poziomie istotności wynoszącym 10%. Szczegółowe wyniki tych badań zawarto w tabeli 3.

Tabela 3

Wyniki testów stacjonarności dla rozważanych szeregów
(wartości krytyczne: -2,57 (10%), -2,86 (5%), -3,43 (1%))

Zmienna	Wartość optymalnego opóźnienia		Wartość statystyki testu ADF:	
	Poziomy	Pierwsze różnice	Poziomy	Pierwsze różnice
BIZ	2	2	-0,74	-7,12
WPKB	4	1	-0,44	-3,61
BEZR	1	7	-0,62	-3,31
EXPORT	5	2	1,56	-5,56
OPEN	6	5	1,55	-2,89
INFL	6	0	1,24	-4,61
STOPY	1	1	-2,36	-2,58
EURO	1	0	-1,76	-5,41
DOLAR	9	0	-1,14	-5,92
FRANK	2	1	-1,65	-3,30
FUNT	0	0	-0,26	-5,31

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

W celu zbadania zjawiska kointegracji dla każdej rozważanej pary zmiennych przeprowadzono test śladu Johansena (por. [11], [12], [13], [14], [15]. Wyniki badań nad rzędem kointegracji przedstawiono w tabeli 4:

Tabela 4

Wyniki testów kointegracji dla rozważanych par zmiennych

Rozważana para zmiennych	Ilość wektorów kointegrujących
BIZ i WPKB	1
BIZ i BEZR	0
BIZ i EXPORT	0
BIZ i OPEN	0
BIZ i INFL	1
BIZ i DOLAR	1
BIZ i EURO	1
BIZ i FRANK	1
BIZ i FUNT	1
BIZ i STOPY	1

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie analizy powyższej tabeli możemy stwierdzić, że liniowa przyczynowość w sensie Grangera będzie sprawdzana za pomocą modeli VAR wyłącznie w trzech przypadkach (dla par BIZ–BEZR, BIZ–EXPORT oraz BIZ–OPEN). W pozostałych przypadkach konieczne będzie zastosowanie modelu VECM.

3. Wyniki badań empirycznych

W tej części pracy zostaną przedstawione wyniki przeprowadzonych badań dotyczących liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera (z ang. *Granger Cause*, w skrócie G.C.). Liczby zamieszczone w poniższych tabelach oznaczają p -wartości otrzymane podczas testowania hipotezy zerowej mówiącej o braku przyczynowości w sensie Grangera. Pogrubioną czcionką zaznaczono sytuacje, w których test wykazał istnienie przyczynowości w sensie Grangera na poziomie istotności wynoszącym 10%.

W przypadku każdego rozważanego modelu ustalono maksymalny rząd opóźnienia na poziomie $k_{\max} = 6$, po czym za pomocą kryteriów informacyjnych AIC

oraz BIC wybrano optymalny rząd opóźnień ze zbioru $\{1, 2, \dots, k_{\max}\}$. Wreszcie za pomocą metody najmniejszych kwadratów dokonano szacowania parametrów każdego rozważanego modelu. Należy jeszcze dodać, że w przypadku testów nieliniowych dla każdej z analizowanych par zmiennych wykorzystano różne (powszechnie wykorzystywane) poziomy opóźnień (taki sam poziom dla obu zmiennych, oznaczany symbolem l , równy 1, 2 lub 4) oraz parametru ε (1; 1,5 oraz 2). Takie podejście sprawiło, że dla każdej pary zmiennych przeprowadzono 18 testów nieliniowych (po 9 testów w każdym kierunku).

Faktem często podnoszonym w literaturze i publikacjach poświęconych badaniu przyczynowości w sensie Grangera jest niska moc testów liniowych stosowanych w sytuacji, gdy dynamiczny związek przyczynowy ma charakter nieliniowy. Stwierdzenie to znajduje swoje uzasadnienie w wynikach uzyskanych przez W. Brocka [2]. Wykorzystał on poniższe równanie:

$$X_t = B \cdot Y_{t-p} \cdot X_{t-q} + \varepsilon_t \quad (1)$$

gdzie:

$\{Y_t\}$ i $\{\varepsilon_t\}$ – szeregi czasowe wzajemnie i indywidualnie niezależne od poszczególnych zmiennych o rozkładzie $N(0, 1)$,

B – parametr skalujący,

p, q – wartości opóźnień.

Nietrudno zauważyć, że szereg $\{X_t\}$ zależy od przeszłych wartości szeregu $\{Y_t\}$, ale skoro wszystkie współczynniki autokorelacji i korelacji krzyżowej wynoszą zero, tradycyjny test liniowy błędnie wykaże, że szereg $\{Y_t\}$ nie jest przyczyną w sensie Grangera dla szeregu $\{X_t\}$ (co wynika z samej postaci modelu VAR).

Podobne badania zostały przeprowadzone przez H. Gurgula i Ł. Lacha [8]. Autorzy przeprowadzili serię symulacji dla 6 wybranych modeli nieliniowych, których konstrukcja gwarantowała występowanie wyłącznie nieliniowej przyczynowości. Otrzymane wyniki zdecydowanie przekonały, że w przypadku związków nieliniowych test liniowy bardzo często prowadzi do fałszywych wniosków, zaś zastosowany test nieliniowy (por. [4], [5]) okazał się bardzo użytecznym narzędziem.

3.1. Wyniki uzyskane za pomocą modeli VECM

Analizując wyniki badań zawarte w tabelach, łatwo dojść do pewnych wniosków. Jako ogólną uwagę można podać spostrzeżenie, że stosunkowo często konkluzje płynące z badania przyczynowości pomiędzy danymi zmiennymi jedynie przy użyciu testów liniowych mogą być niepełne w stosunku do wyników uzyskanych z użyciem również nieliniowych testów. W tym miejscu warto również

wspomnieć, iż wielu ekonomistów uważa, że procesy nieliniowe, choć trudniejsze w analizie, mogą być właściwym narzędziem poprawnie opisującym wiele zjawisk ekonomicznych (por. [6]). Taki pogląd jest zresztą również popularny wśród reprezentantów innych dziedzin nauki.

Spoglądając na wyniki testów dla pary zmiennych Bezpośrednich Inwestycji Zagranicznych i wzrostu PKB (para BIZ–WPKB) zamieszczonych w tabeli 5, łatwo znajdujemy potwierdzenie wcześniejszych uwag. Otóż test liniowy zdecydowanie wykazał istnienie przyczynowości w sensie Grangera wyłącznie w kierunku od WPKB do BIZ (prawdopodobieństwo krytyczne, tzw. *p*-wartość na poziomie 0,01), zaś nie dał podstaw do stwierdzenia istnienia przyczynowości w przeciwnym kierunku na poziomie 10%. Dopiero zastosowanie testu nieliniowego potwierdziło istnienie przyczynowości nieliniowej w kierunku od BIZ do WPKB. Warto odnotować też fakt, że sytuacja taka miała miejsce dla kilku konfiguracji parametru ε oraz wspólnego opóźnienia dla szeregów BIZ i WPKB, co jeszcze mocniej przekonuje o prawdziwości wcześniejszych uwag. Wyniki te są zgodne z teorią ekonomiczną. Zwiększona liczba zagranicznych inwestycji wywiera istotny wpływ na wielkość PKB w Polsce. Z drugiej strony wysoki poziom rozwoju ekonomicznego danego kraju, a głównym jego miernikiem jest PKB, stanowi istotny czynnik przyciągający zagranicznych inwestorów. Wyniki badań przyczynowości potwierdzają, że ta zależność dotyczy także Polski.

Tabela 5

Wyniki testów liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera dla szeregów bezpośrednich inwestycji zagranicznych i realnego wzrostu PKB

Hipoteza alternatywna	Test liniowy	Testy nieliniowe			
		<i>l</i> =1	<i>l</i> =2	<i>l</i> =4	
BIZ \xrightarrow{GC} WPKB	0,11	0,30	0,17	0,42	$\varepsilon = 1$
		0,16	0,05	0,33	$\varepsilon = 1,5$
		0,10	0,09	0,39	$\varepsilon = 2$
WPKB \xrightarrow{GC} BIZ	0,01	0,16	0,17	0,72	$\varepsilon = 1$
		0,74	0,16	0,86	$\varepsilon = 1,5$
		0,81	0,80	0,66	$\varepsilon = 2$

Źródło: opracowanie własne

Podobne, choć nieco mniej jaskrawe wnioski można wyciągnąć po analizie wyników testów przyczynowości (tabela 6) przeprowadzonych dla zmiennych BIZ i INFL. Podobnie jak miało to miejsce we wcześniejszym przypadku, również i dla tej pary zmiennych test liniowy wskazał na zasadność twierdzenia o występowaniu

przyczynowości tylko w jednym kierunku (od INFL do BIZ). Wniosek ten został tym razem poparty przez wyniki testu nieliniowego. Choć miało to miejsce tylko dla jednej konfiguracji parametrów ε i l , to i tak może to świadczyć o silnym zarówno liniowym, jak i nieliniowym oddziaływaniu przeszłych wartości zmiennej INFL na bieżące i przyszłe wartości zmiennej BIZ. Podobnie jak wcześniej przyczynowość w przeciwnym kierunku okazała się mieć charakter ściśle nieliniowy, choć należy podkreślić, że testy nieliniowe wykazały to ze znacznie mniejszą intensywnością niż dla zmiennych BIZ i WPKB (tym razem tylko w jednej konfiguracji).

Tabela 6

Wyniki testów liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera dla szeregów bezpośrednich inwestycji zagranicznych i inflacji

Hipoteza alternatywna	Test liniowy	Testy nieliniowe			
		$l=1$	$l=2$	$l=4$	
BIZ \xrightarrow{GC} INFL	0,27	0,22	0,07	0,28	$\varepsilon = 1$
		0,21	0,21	0,30	$\varepsilon = 1,5$
		0,22	0,48	0,33	$\varepsilon = 2$
INFL \xrightarrow{GC} BIZ	0,05	0,50	0,75	0,27	$\varepsilon = 1$
		0,06	0,42	0,77	$\varepsilon = 1,5$
		0,16	0,35	0,51	$\varepsilon = 2$

Źródło: opracowanie własne

Badanie przyczynowości pomiędzy zmienną BIZ, a kursami walut dostarcza bardzo interesujących wniosków. Analizując łącznie wszystkie wyniki otrzymane dla szeregów BIZ i kursów walut (tabele 7–10), można łatwo zauważyć pewną prawidłowość. Otóż dla każdej z rozważanych walut można dostrzec bardzo silne wskazania dotyczące wpływu przeszłych danych dotyczących BIZ na bieżący i przyszły kurs walut. Zjawisko to jest szczególnie widoczne na przykładzie wyników uzyskanych dla pary BIZ i DOLAR. Przyczynowość została wykazana nie tylko przez test liniowy, ale także przez test nieliniowy i to w kilku konfiguracjach. Wynik ten jest zgodny z oczekiwaniami, bo z teorii ekonomii (prawo popytu i podaży) wynika, że inwestorzy zagraniczni wykazując popyt na złoto, podnoszą jego kurs (tzw. spekulacja na rzecz złoto, por. [1]). Wycofywanie kapitału portfelowego, jak i zmniejszenie, a nawet likwidacja inwestycji bezpośrednich na niektórych *emerging markets*, w tym i w Polsce, wpłynęło na – niekiedy gwałtowną – deprecjację walut tych krajów. Warto także odnotować, że często testy nieliniowe wskazywały istnienie przyczynowości w kierunku od BIZ do szeregu kursu w podobnym zakresie parametrów

ϵ i l (małe l , duże ϵ), co wydaje się interesującym punktem wyjścia dla dalszych badań. Odnotujmy wreszcie, że dla żadnej waluty przyczynowość w kierunku od kursu waluty do BIZ nie została wykazana tak przez test liniowy, jak i nieliniowy. Pozwala to z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że przyczynowość w tym kierunku nie istnieje lub jest bardzo słaba. Tak więc wpływ kursów walutowych na bezpośrednie inwestycje zagraniczne okazuje się nieistotny, co wynika z – na ogół – długoterminowego charakteru tych inwestycji. W przypadku inwestycji portfelowych obserwuje się istotny wpływ kursów walutowych na wielkość tego rodzaju inwestycji. Obserwowana zależność jest w tym przypadku obustronna.

Tabela 7

Wyniki testów liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera dla szeregów bezpośrednich inwestycji zagranicznych i kursu dolara amerykańskiego

Hipoteza alternatywna	Test liniowy	Testy nieliniowe			
		$l=1$	$l=2$	$l=4$	
BIZ \xrightarrow{GC} DOLAR	0,05	0,02	0,17	0,38	$\epsilon = 1$
		0,04	0,21	0,32	$\epsilon = 1,5$
		0,06	0,06	0,38	$\epsilon = 2$
DOLAR \xrightarrow{GC} BIZ	0,65	0,91	0,40	0,62	$\epsilon = 1$
		0,41	0,42	0,91	$\epsilon = 1,5$
		0,93	0,95	0,92	$\epsilon = 2$

Źródło: opracowanie własne

Tabela 8

Wyniki testów liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera dla szeregów bezpośrednich inwestycji zagranicznych i kursu euro

Hipoteza alternatywna	Test liniowy	Testy nieliniowe			
		$l=1$	$l=2$	$l=4$	
BIZ \xrightarrow{GC} EURO	0,06	0,23	0,32	0,19	$\epsilon = 1$
		0,07	0,15	0,45	$\epsilon = 1,5$
		0,08	0,08	0,15	$\epsilon = 2$
EURO \xrightarrow{GC} BIZ	0,39	0,75	0,70	0,51	$\epsilon = 1$
		0,96	0,84	0,63	$\epsilon = 1,5$
		0,91	0,81	0,79	$\epsilon = 2$

Źródło: opracowanie własne

Tabela 9

Wyniki testów liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera dla szeregów bezpośrednich inwestycji zagranicznych i kursu franka szwajcarskiego

Hipoteza alternatywna	Test liniowy	Testy nieliniowe			
		$l=1$	$l=2$	$l=4$	
BIZ \xrightarrow{GC} FRANK	0,09	0,40	0,46	0,37	$\varepsilon = 1$
		0,22	0,05	0,36	$\varepsilon = 1,5$
		0,10	0,34	0,44	$\varepsilon = 2$
FRANK \xrightarrow{GC} BIZ	0,71	0,81	0,68	0,80	$\varepsilon = 1$
		0,94	0,62	0,67	$\varepsilon = 1,5$
		0,91	0,89	0,85	$\varepsilon = 2$

Źródło: opracowanie własne

Tabela 10

Wyniki testów liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera dla szeregów bezpośrednich inwestycji zagranicznych i kursu funta szterlinga

Hipoteza alternatywna	Test liniowy	Testy nieliniowe			
		$l=1$	$l=2$	$l=4$	
BIZ \xrightarrow{GC} FUNT	0,001	0,34	0,49	0,10	$\varepsilon = 1$
		0,30	0,22	0,15	$\varepsilon = 1,5$
		0,44	0,32	0,28	$\varepsilon = 2$
FUNT \xrightarrow{GC} BIZ	0,17	0,66	0,54	0,11	$\varepsilon = 1$
		0,94	0,81	0,54	$\varepsilon = 1,5$
		0,90	0,92	0,82	$\varepsilon = 2$

Źródło: opracowanie własne

Tak test liniowy, jak i nieliniowy wskazuje na istnienie przyczynowości w sensie Grangera (tabela 11) wyłącznie w jednym kierunku dla zmiennych BIZ i STOPY (od BIZ do STOPY). Wyniki testów dla przyczynowości w kierunku od zmiennej STOPY do BIZ zdecydowanie przekonują bowiem o braku podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, która mówi o braku przyczynowości w rozważanym kierunku. Ten wynik potwierdza, że inwestycje zagraniczne, prowadząc do umacniania złotego, mogą wpływać pośrednio na podstawowe stopy procentowe. Natomiast

poziom stóp procentowych nie ma istotnego statystycznie wpływu na decyzje inwestorów w zakresie inwestycji bezpośrednich. Tak więc i w tym zakresie uwidacznia się istotna różnica w porównaniu do inwestycji portfelowych. W tym ostatnim wypadku poziom podstawowych stóp procentowych ma bardzo istotny wpływ na napływ kapitału portfelowego, bo wysokim stopom podstawowym towarzyszy zazwyczaj wysokie oprocentowanie obligacji i depozytów.

Tabela 11

Wyniki testów liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera dla szeregów bezpośrednich inwestycji zagranicznych i stóp procentowych (referencyjnych)

Hipoteza alternatywna	Test liniowy	Testy nieliniowe			
		$l=1$	$l=2$	$l=4$	
BIZ \xrightarrow{GC} STOPY	0,07	0,25	0,25	0,50	$\varepsilon = 1$
		0,47	0,06	0,27	$\varepsilon = 1,5$
		0,20	0,11	0,21	$\varepsilon = 2$
STOPY \xrightarrow{GC} BIZ	0,78	0,28	0,21	0,84	$\varepsilon = 1$
		0,94	0,42	0,63	$\varepsilon = 1,5$
		0,95	0,89	0,87	$\varepsilon = 2$

Źródło: opracowanie własne

Przejdźmy teraz do analizy wyników otrzymanych w następstwie estymacji odpowiednich modeli VAR.

3.2. Wyniki uzyskane podczas analizy modeli VAR

Dla rozważanych zmiennych test śladu Johansena odrzucił hipotezę o występowaniu kointegracji, w związku z czym analizę przyczynowości przeprowadzono dla pierwszych różnic (wszystkie zmienne są wszak $I(1)$) za pomocą standardowego modelu VAR.

W przypadku pary ΔBIZ i $\Delta BEZR$ test liniowy wskazał na występowanie przyczynowości (tabela 12) tylko w jednym kierunku. Należy w tym miejscu odnotować, że wyniki testów nieliniowych skłaniają do przyjęcia hipotezy zerowej mówiącej o braku przyczynowości nieliniowej w którymkolwiek kierunku dla rozważanej pary zmiennych. Uzyskane wyniki zdają się potwierdzać tezę, że zmiany w zakresie dynamiki zagranicznych inwestycji bezpośrednich mogą mieć wpływ na zmiany poziomu bezrobocia w Polsce.

Tabela 12

Wyniki testów liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera dla szeregów bezpośrednich inwestycji zagranicznych i bezrobocia

Hipoteza alternatywna	Test liniowy	Testy nieliniowe			
		$l=1$	$l=2$	$l=4$	
$\Delta BIZ \xrightarrow{GC} \Delta BEZR$	0,04	0,45	0,13	0,23	$\varepsilon = 1$
		0,31	0,17	0,44	$\varepsilon = 1,5$
		0,21	0,24	0,32	$\varepsilon = 2$
$\Delta BEZR \xrightarrow{GC} \Delta BIZ$	0,18	0,82	0,83	0,14	$\varepsilon = 1$
		0,41	0,19	0,15	$\varepsilon = 1,5$
		0,77	0,44	0,26	$\varepsilon = 2$

Źródło: opracowanie własne

Jednokierunkowa liniowa przyczynowość została także wykazana (tabela 13) dla pary zmiennych ΔBIZ i $\Delta EXPORT$. W stosunku do poprzednich wyników różnica polega jednak na tym, że przyczynowość została wykazana w przeciwnym kierunku, tzn. od zmiennej $\Delta EXPORT$ w kierunku zmiennej ΔBIZ . Może to świadczyć o tym, że jednym z motywów inwestorów zagranicznych w zakresie inwestowania w Polsce są rosnące możliwości eksportowe polskiej gospodarki. Popyt krajowy wsparty popytem zagranicznym (eksportem) jest podstawowym warunkiem wszelkich inwestycji rzeczowych, także zagranicznych. Jednak podobnie jak wcześniej, wyniki testów nieliniowych zdecydowanie skłaniają do przyjęcia hipotezy zerowej w teście nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera.

Tabela 13

Wyniki testów liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera dla szeregów bezpośrednich inwestycji zagranicznych i eksportu

Hipoteza alternatywna	Test liniowy	Testy nieliniowe			
		$l=1$	$l=2$	$l=4$	
$\Delta BIZ \xrightarrow{GC} \Delta EXPORT$	0,49	0,31	0,43	0,25	$\varepsilon = 1$
		0,47	0,23	0,44	$\varepsilon = 1,5$
		0,44	0,47	0,42	$\varepsilon = 2$
$\Delta EXPORT \xrightarrow{GC} \Delta BIZ$	0,04	0,53	0,44	0,26	$\varepsilon = 1$
		0,61	0,58	0,70	$\varepsilon = 1,5$
		0,80	0,87	0,89	$\varepsilon = 2$

Źródło: opracowanie własne

Odmienne wnioski, szczególnie w zakresie testów nieliniowych, płyną z analizy wyników zebranych w tabeli 14, a uzyskanych dla pary zmiennych ΔBIZ i $\Delta OPEN$. W tym przypadku test liniowy wskazuje na występowanie dwukierunkowej przyczynowości. Co ciekawe, również test nieliniowy potwierdza występowanie przyczynowości w obu kierunkach, szczególnie silnie wskazując na przyczynowość w kierunku od ΔBIZ do $\Delta OPEN$. Wyniki te pozwalają stwierdzić, że wiedza na temat przeszłej dynamiki kwartalnego przyrostu BIZ w Polsce pozwala na lepszą ocenę bieżącego i przyszłego tempa zmian otwartości polskiej gospodarki i vice versa.

Tabela 14

Wyniki testów liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera dla szeregów bezpośrednich inwestycji zagranicznych i otwartości gospodarki polskiej

Hipoteza alternatywna	Test liniowy	Testy nieliniowe			
		$l=1$	$l=2$	$l=4$	
$\Delta BIZ \xrightarrow{GC} \Delta OPEN$	0,01	0,35	0,34	0,23	$\varepsilon = 1$
		0,48	0,16	0,02	$\varepsilon = 1,5$
		0,31	0,31	0,06	$\varepsilon = 2$
$\Delta OPEN \xrightarrow{GC} \Delta BIZ$	0,04	0,42	0,10	0,31	$\varepsilon = 1$
		0,94	0,74	0,52	$\varepsilon = 1,5$
		0,67	0,69	0,82	$\varepsilon = 2$

Źródło: opracowanie własne

Otrzymane wyniki potwierdzają dość oczywistą tezę o wpływie BIZ na stopień otwartości polskiej gospodarki i na odwrót. Inwestycje zagraniczne w Polsce są podejmowane głównie przez międzynarodowe koncerny, które importują do swoich zakładów w Polsce surowce, półfabrykaty czy części składowe wyrobów produkowanych w Polsce. Jednocześnie duża część tych wyrobów gotowych idzie na eksport. Z drugiej strony otwartość gospodarki sprzyja, a można nawet powiedzieć, że umożliwia napływ zagranicznych inwestycji bezpośrednich. Zjawiska te wraz z postępem nieuchronnego procesu globalizacji, który nie ominął również Polski, będą się zapewne nasilać.

4. Wnioski końcowe

Niniejszy artykuł został poświęcony empirycznemu badaniu związków przyczynowych pomiędzy kwartalnym szeregiem czasowym bezpośrednich inwestycji zagranicznych w Polsce w latach 2000–2008, a szeregami czasowymi wzrostu

gospodarczego, inflacji, bezrobocia, eksportu, otwartości gospodarki, stóp procentowych (referencyjnych) oraz wybranych kursów walut w rozważanym okresie. W badaniu przyczynowości wykorzystano bazową metodologię i liczne uwagi zaproponowane przez Grangera. Cechą wyróżniającą niniejszy artykuł na tle innych poświęconych podobnej tematyce jest wykorzystanie nie tylko standardowych testów liniowych, ale także nieliniowego testu C. Hiemstry i J. D. Jonesa w wersji skorygowanej przez V. Panchenko i C. Diksa.

Głównym celem tej pracy było zbadanie, czy wiedza o przeszłych wartościach jednej ze wspomnianych zmiennych pozwala na lepszą prognozę bieżących i przyszłych wartości drugiej. W badaniach zwrócono szczególną uwagę na problem kointegracji. Pominięcie analizy tego zjawiska przez badacza często prowadzi bowiem do błędnych wniosków z testów przyczynowości.

Otrzymane wyniki świadczą o silnych związkach pomiędzy szeregami BIZ i WPKB. Wzajemne oddziaływanie tych zmiennych jest w jednym kierunku liniowe, w drugim zaś nieliniowe, podobnie zresztą jak dla zmiennych BIZ i INFL. Jeszcze silniejsze związki przyczynowe zostały wykazane dla szeregów Δ BIZ oraz Δ OPEN. W tym przypadku zarówno test liniowy, jak i nieliniowy wykazał istnienie przyczynowości dwukierunkowej. Warto także wspomnieć, że dla każdej z rozważanych walut zaobserwowano występowanie liniowej i nieliniowej przyczynowości w sensie Grangera wyłącznie w kierunku od BIZ do szeregu kursu waluty. Wnioski mówiące o wyłącznie jednokierunkowej przyczynowości wypływają zaś z analizy wyników testów przeprowadzonych pomiędzy zmiennymi BIZ i STOPY, Δ BIZ i Δ BEZR oraz Δ BIZ i Δ EXPORT.

Ważnym wnioskiem wynikającym z przeprowadzonych badań jest fakt, że testy liniowe często zawodzą w sytuacji, gdy dynamiczny związek przyczynowy pomiędzy rozważanymi zmiennymi ma charakter nieliniowy. Sytuacja, kiedy przyczynowość została wykryta wyłącznie za pomocą testu nieliniowego, została w niniejszym artykule odnotowana dwukrotnie.

Wyniki badań potwierdzają istnienie znaczących związków pomiędzy bezpośrednimi inwestycjami zagranicznymi w Polsce a wzrostem gospodarczym i podstawowymi czynnikami makroekonomicznymi. Jednak dostępna obecnie próba badawcza jest zbyt szczupła i dlatego po jej powiększeniu w przyszłości konieczne będzie powtórzenie badań.

Literatura

- [1] Beinsen L., Gurgul H., *Changes in Foreign Speculation around the Start of the European Monetary Union*, Proceedings of the 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, 2002, s. 80–85.
- [2] Brock W., *Causality, Chaos, Explanation and Prediction in Economics and Finance*, w: J. Casti, A. Karlqvist (Eds.), *Beyond Belief: Randomness*,

- Prediction and Explanation in Science*, CRC Press, Boca Raton, FL, 1991, s. 230–279 (Chapter 10).
- [3] Charemza W., Deadman D., *New directions in econometric practice*, 2nd ed., Edward Elgar, Cheltenham 1999.
- [4] Diks C., Panchenko V., *A new statistic and practical guidelines for nonparametric Granger causality testing*, „Journal of Economic Dynamics and Control” 2006, vol. 30 (9–10), s. 1647–1669.
- [5] Diks C., Panchenko V., *A note on the Hiemstra-Jones test for Granger non-causality*, „Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics” 2005, vol. 9(2), Article 4.
- [6] Granger C. W. J., *Forecasting in business and economics*, 2nd ed., Academic Press, San Diego 1989.
- [7] Granger C. W. J., *Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods*, „Econometrica” 1969, vol. 37, s. 424–438.
- [8] Gurgul H., Lach Ł., *Linear versus nonlinear causality for DAX companies*, artykuł przyjęty do druku w BOID 3/2009.
- [9] Gurgul H., Lach Ł., *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne w Polsce a wybrane wskaźniki ekonomiczne (część opisowa)*, artykuł poprzedzający w „Ekonomii Menedżerskiej” 2009, nr 6.
- [10] Hiemstra C., Jones J. D., *Testing for linear and nonlinear Granger causality in the stock price-volume relation*, „Journal of Finance” 1994, vol. 49, No. 5, s. 1639–1664.
- [11] Johansen S., *Determination of cointegration rank in the presence of a linear trend*, „Oxford Bulletin of Economics and Statistics” 1992, vol. 54, s. 383–397.
- [12] Johansen S., *Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models*, „Econometrica” 1991, vol. 59, s. 1551–1581.
- [13] Johansen S., *Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*, Oxford University Press, Oxford 1995.
- [14] Johansen S., *Statistical analysis of cointegration vectors*, „Journal of Economic Dynamics and Control” 1988, vol. 12, s. 231–254.
- [15] Johansen S., *The role of the constant and linear terms in cointegration analysis of nonstationary time series*, „Econometric Reviews” 1994, vol. 13, s. 205–231.