

*Bartłomiej Marona, Agnieszka Bieniek**

WYKORZYSTANIE MODELU VECM DO ANALIZY
WPŁYWU BEZPOŚREDNICH INWESTYCJI
ZAGRANICZNYCH NA GOSPODARKĘ POLSKI
W LATACH 1996–2010**

Z a r y s t r e ś c i: Artykuł poświęcony jest analizie wpływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ) na gospodarkę Polski ze szczególnym uwzględnieniem PKB, eksportu, importu, wydatków na badania i rozwój oraz stopy bezrobocia. Analizę przeprowadzono w oparciu o dane z Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) oraz Międzynarodowego Funduszu Walutowego (MFW) za lata 1996–2010. Badanie wpływu BIZ rozpoczęto od wstępnej analizy danych, następnie wybrano i zastosowano ekonometryczny model VAR oraz kolejno jego przekształcenie w postaci modelu VECM.

S ł o w a k l u c z o w e: bezpośrednie inwestycje zagraniczne, bezrobocie, PKB, import, eksport, badania i rozwój, model VAR, model VECM.

K l a s y f i k a c j a J E L: C32, G00.

* Adres do korespondencji: Bartłomiej Marona, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Ekonomiki Nieruchomości i Procesu Inwestycyjnego, ul. Rakowicka 27, 31-510 Kraków, e-mail: maronab@uek.krakow.pl; Agnieszka Bieniek, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Koło Naukowe Grunt przy Katedrze Ekonomiki i Nieruchomości Procesu Inwestycyjnego, ul. Rakowicka 27, 31-510 Kraków, e-mail: agnieszka.maria.bieniek@gmail.com.

** Artykuł przygotowany w ramach badań finansowanych przez NCN pt. „Instytucjonalne uwarunkowania działalności inwestycyjnej w Polsce w kontekście zarządzania publicznego na przykładzie wybranych miast”. Nr umowy 4143/B/H03/2011/40.

WSTĘP

Bezpośrednie inwestycje zagraniczne (BIZ) są traktowane jako lokaty kapitału dokonywane poza granicami kraju osiedlenia inwestora dla podjęcia tam działalności gospodarczej, od podstaw lub nabycia praw własności do istniejącego przedsiębiorstwa, w skali umożliwiającej bezpośredni udział w zarządzaniu (Karaszewski, 2004). Z napływem BIZ do kraju przyjmującego wiążą się liczne korzyści, w efekcie czego BIZ pełnią ważną rolę w procesie rozwoju kraju goszczącego, stanowiąc warunek utrzymania wysokiego wzrostu gospodarczego (ciekawe w tym kontekście są badania Radzewicza i Kolasy (2005) przedstawiające próbę modelowania BIZ na wzrost w gospodarce rozwijającej się). BIZ w kraju przyjmującym mogą uzupełniać bądź też zastępować handel (Weresa, 2002), mogą także w krótkim okresie uzupełniać lub powodować wzrost zasobów kapitałowych, pod warunkiem że napływ ten przewyższa wielkość kapitałów odpływających z danego kraju przyjmującego, dzięki czemu uzupełniana jest luka inwestycyjna w tym państwie (Karaszewski, 2004). Inne pozytywne efekty wywołane przez BIZ można zauważyć w obszarze zatrudnienia oraz rozwoju kapitału ludzkiego, co z kolei jako zjawisko bezpośrednio odczuwalne przez lokalne społeczeństwo i kształtujące społeczne postrzeganie inwestycji zagranicznych, może mieć swoje odzwierciedlenie w polityce kraju (Witkowska, 2000). Kolejnym czynnikiem transferowanym pod postacią BIZ jest wiedza, która może odnosić się do technologii, marketingu czy też zarządzania w organizacji (Nytko, 2009). Pożądanym efektem, który może pojawić się także za sprawą napływu BIZ, jest rozwój działalności badawczo-rozwojowej w kraju goszczącym. Za sprawą BIZ, oprócz potencjalnych efektów w postaci stymulowania eksportu, możliwe jest także osiągnięcie korzyści w zakresie importu, gdy jest on substytuowany pozytywnie przez inwestycje poziome. Taka możliwość pojawia się, gdy do kraju macierzystego przenoszone są części bądź całe przedsiębiorstwa, które produkują z przeznaczeniem na rynek lokalny. Dzięki temu realnie staje się uzyskanie produktów uprzednio importowanych w korzystniejszych cenach lub lepszej jakości (Dunning, 1993). Ponadto zauważa się, że wpływ BIZ nie ogranicza się jedynie do sfery produkcji i jej organizacji, ale również zmierza do ujednolicenia wzorców konsumpcyjnych.

Istnieje zatem wiele efektów wywołanych napływem bezpośrednich inwestycji zagranicznych do danego kraju, również potencjalnie niebezpiecznych (Mączyńska, 1999), jednakże siła i rodzaj tego oddziaływania zależy od wielu uwarunkowań, w tym od charakterystyki gospodarki, sytu-

acji gospodarczej kraju czy też etapu jego rozwoju. Dlatego też zjawisko to staje się ciekawym zagadnieniem i coraz częstszym tematem badań.

Celem niniejszego artykułu jest wskazanie wpływu (rozumianego jako funkcja reakcji na bodziec), jaki bezpośrednie inwestycje zagraniczne wywierają na PKB, eksport, import, wydatki na badania i rozwój oraz stopę bezrobocia w Polsce. Przyjęto hipotezę badawczą, według której napływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych pozytywnie wpływa na poszczególne badane elementy polskiej gospodarki, aczkolwiek siła oddziaływania w każdym wypadku jest inna i zmienia się w czasie. Zakres badania obejmuje lata 1996–2010. Dodatkowym celem jest dokonanie krytycznej analizy krajowych badań związanych z oddziaływaniem BIZ na gospodarkę kraju przyjmującego na przykładzie Polski. Aby zrealizować postawione cele badawcze oraz zweryfikować przyjętą hipotezę, w artykule wyodrębniono część dotyczącą przeglądu badań związanych z wpływem BIZ na krajową gospodarkę oraz zaprezentowano wyniki badań własnych. Główna analiza została przeprowadzona za pomocą modelu ekonometrycznego VECM (ang. *Vector Error Correction Model*). W badaniu wykorzystano liczne testy, m.in. test ADF, KPSS czy też test Johansena, a także skorzystano z modelu VAR. Niezbędne obliczenia wykonano za pomocą programu gretl¹.

1. WPŁYW BEZPOŚREDNICH INWESTYCJI ZAGRANICZNYCH NA GOSPODARKĘ POLSKI W ŚWIETLE DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

Rozważania dotyczące wpływu, jaki bezpośrednie inwestycje zagraniczne wywierają na gospodarkę kraju przyjmującego, prowadzą do rozmaitych rezultatów, zarówno za sprawą różnic pomiędzy badanymi obszarami, jak i ze względu na różnorodność stosowanych metod badawczych.

Literatura przedmiotu prezentuje wiele przykładów oraz różne podejścia badania napływu BIZ. Jednym z nich jest analizowanie korelacji dwóch zmiennych, co sprowadza się do badania związku pomiędzy rozważanymi zmiennymi (Gajda, 2002). W ten sposób zostało przeprowadzone badanie przez Ancyparowicz (2009), gdzie analizowano szeregi czasowe napływu BIZ oraz PKB z lat 1995–2008. W tym przypadku współczynnik korelacji na poziomie 0,25 wskazał niski poziom powiązania zmiennych. Natomiast pomiędzy dynamiką PKB oraz dynamiką nakładów brutto na środki trwałe wystąpił silny związek (0,89).

¹ Autorzy pragną podziękować Pani dr Justynie Wróblewskiej z Katedry Ekonometrii i Badań Operacyjnych Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie za cenne wskazówki udzielone w trakcie prowadzonych badań.

Przykładem zastosowania bardziej rozwiniętej metody badawczej są rozważania Majewskiej oraz Grali (2003), w których analizowano oddziaływanie BIZ na wzrost gospodarczy w Polsce w latach 1989–2001 za pomocą analizy korelacji i regresji. Badając wartość bezwzględną współczynnika korelacji, sprawdzono siłę związku pomiędzy zmiennymi oraz stwierdzono ich istotną statystycznie zależność. Ponadto założono jednoroczne opóźnienie zmiennej objaśniającej (za którą przyjęto wartość napływu BIZ) w stosunku do analizowanego wskaźnika wzrostu gospodarczego. Opóźnienie to zostało wprowadzone ze względu na wyniki przeprowadzonej wśród zmiennych analizy interkorelacji. Następnie wykorzystano regresję prostą (liniową) oraz na podstawie jej równań wyciągnięto wnioski, iż wzrost napływu BIZ wpływa na wzrost PKB, PKB *per capita*, wzrost produktywności gospodarki narodowej oraz wzrost produkcji globalnej gospodarki narodowej. To natomiast doprowadziło do końcowej konkluzji, że przyrost napływu BIZ dodatnio stymuluje wzrost gospodarczy.

Wskazana metoda wymaga pewnego komentarza, po pierwsze, warto zwrócić uwagę, iż sam wzrost PKB może stać się powodem wzrostu BIZ, po drugie, przyrost BIZ wpływa dodatnio na wzrost PKB. Kolejno zatem należałoby zadać pytanie: czy to rozwój BIZ zdeterminował wzrost gospodarczy, czy może odwrotnie? Aby rozwiązać tego rodzaju wątpliwości, konieczne staje się przeprowadzenie bardziej wnikliwej analizy (Nytko, 2009). Drugim elementem przedstawionego badania, który może budzić wątpliwości, jest brak analizy szeregów czasowych pod względem ich stacjonarności. Wiedza ta jest istotna, ponieważ niestacjonarności szeregów należy uwzględnić w modelu, inaczej może wystąpić problem regresji pozornych. Zjawisko to oznacza, iż zmienne modelu podczas weryfikacji wydają się statystycznie istotne, wykazują wysoki stopień dopasowania. Pomimo to skonstruowany na tej podstawie model może wskazywać jedynie pozorne zależności zmiennych, zaś prognozowanie w oparciu o ten model może prowadzić do błędnych wniosków (Granger, Newbold, 1973; Welfe 2003, s. 349).

Ponadto w literaturze przedmiotu wśród badań empirycznych dotyczących wpływu, jaki wywiera napływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych, odnajdziemy pracę Balcerzaka oraz Żurek (2010) traktującą o analizie wpływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych na PKB oraz stopę bezrobocia w Polsce w latach 1995–2010. W tym przypadku badanie zostało przeprowadzone z wykorzystaniem modelu VAR (ang. *Vector Autoregressive Model*), w którym za podstawę przyjmuje się uwzględnienie wszystkich procesów jako zmiennych endogenicznych (objaśniane) wraz z ich autoregresyjną postacią. Do zbadania relacji pomiędzy zmiennymi wykorzystano takie narzędzia jak przyczynowość w sensie Grangera oraz

funkcja odpowiedzi na impuls, zaś obliczenia wykonano za pomocą programu GRETL. W efekcie przebadania zmiennych pod względem przyczynowości w sensie Grangera otrzymano wniosek, iż napływ BIZ oddziałuje na bezrobocie, którego wielkość z kolei ma wpływ na wysokość PKB. Kolejno za pomocą oszacowanego modelu VAR badano funkcję odpowiedzi na bodziec, która wskazała, iż napływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych pozytywnie oddziałuje zarówno na bezrobocie, powodując jego zmniejszenie, jak i na produkt krajowy brutto, wpływając na jego wzrost. Niemniej jednak należy zaznaczyć, że wnioski te dotyczą jedynie krótkiego okresu, później następuje powrót do stanu sprzed działania impulsu. W toku badania zauważono także, iż jednostkowy wzrost BIZ generuje spadek bezrobocia i tutaj również dotyczy to krótkiego okresu. Elementem, który jak już zostało wspomniane wcześniej, jest niezwykle istotny w tego rodzaju analizie, a który został pominięty w pracy Balcerzaka oraz Żurek, jest zbadanie stacjonarności zmiennych. Można zatem poddać w wątpliwość odpowiednie dopasowanie zmiennych do modelu, jak również precyzję oszacowań.

Równie ciekawe i warte uwagi badanie przeprowadzili Gurgul i Lach (2006), którzy zauważyli problem związany z liniowymi testami przyczynowości nie wykrywającymi oddziaływań o charakterze nieliniowym. W związku z tym poszerzyli swoje badania, dodatkowo wykorzystując testy nieliniowe. Podczas swojej analizy badacze skupili się na przyczynowości w sensie Grangera w modelach VAR, zwracając uwagę na konieczność zbadania stacjonarności szeregów oraz wskazując, że brak takiej wiedzy może prowadzić do fałszywych wniosków. Następnie przeprowadzono badania zależności pomiędzy BIZ w Polsce, a realnym wzrostem PKB, eksportem, procentowym udziałem otwartości gospodarki w PKB (za który przyjęto stosunek sumy importu i eksportu do całości PKB), kursami walut (euro, dolarem amerykańskim, frankiem szwajcarskim oraz funtem szterlingiem), bezrobociem, inflacją oraz referencyjnymi stopami procentowymi. Wyniki analizy potwierdziły (przeprowadzono badanie za pomocą modelu VAR oraz VECM), że w przypadku związków nieliniowych test liniowy prowadzi do mylnych wniosków, natomiast test nieliniowy okazuje się skutecznym narzędziem. Ponadto w toku badania wskazano, iż wzrost napływu BIZ w Polsce wpływa na wzrost PKB. Dzięki wykorzystaniu testów nieliniowych zauważono także, że poziom PKB istotnie wpływa na przyciąganie zagranicznych inwestorów, zatem reakcja jest tutaj dwustronna. Co więcej, podczas analizy zauważono wzajemne oddziaływanie BIZ oraz inflacji, a także BIZ oraz otwartości gospodarki. Stwierdzono również jednokierunkową przyczynowość oddziaływania BIZ zarówno na kursy walut, jak i na eksport.

2. ETAPY BUDOWY MODELU

Jak zostało wspomniane w poprzedniej części artykułu, aby uzyskać wiarygodne wnioski, konieczne jest sprawdzenie zmiennych pod względem ich stacjonarności. Jednym z najprostszych narzędzi wykorzystywanych do ustalenia czy szereg jest realizacją procesu stacjonarnego lub niestacjonarnego, jest jeden z testów pierwiastka jednostkowego, jakim jest test DF (ang. *Dickey-Fuller test*). Niemniej jednak ze względu na wrażliwość testu na odstępstwa od założeń dotyczących składnika losowego lepszym narzędziem wydaje się jego zmodyfikowana wersja, tj. test ADF (ang. *Augmented Dickey-Fuller test*) (Welfe, 2003). Test ten bazuje na oszcowaniach równania regresji następującej postaci:

$$\Delta y_t = \mu + \delta_{t-1} + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta y_{t-1} + \epsilon_t \quad (1)$$

Natomiast wartość statystyki testu oblicza się przy pomocy wzoru:

$$ADF = \frac{\hat{\delta}}{s_{\hat{\delta}}} \quad (2)$$

gdzie $\hat{\delta}$ oznacza ocenę parametru, a $s_{\hat{\delta}}$ to błąd szacunku parametru.

Kiedy otrzymana wartość statystyki jest większa od wartości krytycznej, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej – występuje pierwiastek jednostkowy, a więc szereg jest niestacjonarny. W przypadku gdy wartość statystyki ADF jest mniejsza od wartości krytycznej, hipotezę zerową odrzucamy na rzecz stacjonarności zmiennej (Syczewska, 2011). W literaturze przedmiotu nierzadko odnajdziemy sugestie, aby wnioskowanie na podstawie testu pierwiastka jednostkowego zostało potwierdzone testem wykorzystującym założenia odwrotne. Często do tego typu badania wykorzystywany jest test KPSS (Kwiatkowskiego-Phillipsa-Schmidta-Shina), w którym w hipotezie zerowej zakłada się stacjonarność szeregu, zaś w hipotezie alternatywnej występowanie pierwiastka jednostkowego. Wyjściowy model testu może mieć postać:

$$y_t = \beta t + r_t + \xi_t \quad (3)$$

przy czym $r_t = r_{t-1} + u_t$,

gdzie ξ_t oraz u_t to odpowiednio stacjonarny oraz biało-szumowy składnik losowy. Natomiast statystykę testu KPSS obliczymy wykorzystując wzór:

$$KPSS = T^{-2} \sum_{t=1}^T (\sum_{i=1}^t e_i) / \hat{\sigma}^2 \quad (4)$$

gdzie e_i oznaczają reszty, zaś $\hat{\sigma}^2$ to estymator wariancji długookresowej (Welfe, 2003).

Innym aspektem, który zgodnie z literaturą (Kusideł, 2000) bywa zaniebawiany podczas analizy szeregów czasowych, jest ekonomiczna interpretacja uzyskanych wyników. Problem ten częściowo rozwiązuje idea kointegracji oraz modeli korekty błędem, które zyskały popularność za sprawą pracy Engle'a i Grangera (1987). O skointegrowaniu zmiennych mowa, kiedy zmienne występujące w modelu są niestacjonarne, jednak liniowe kombinacje tych zmiennych są stacjonarne. Engle i Granger w swojej publikacji opisali jedną z metod badania kointegracji. Polega ona na oszacowaniu równania regresji danej zmiennej względem pozostałych zmiennych za pomocą metody najmniejszych kwadratów (MNK), wyznaczeniu reszt regresji oraz zastosowaniu testu DF (lub ADF) do tych reszt w celu sprawdzenia, czy są stacjonarne. Gdy okaże się to prawdą, wówczas oszacowany wektor MNK będzie wektorem kointegrującym. Kiedy test DF (ADF) wskaże, iż reszty nie są stacjonarne, wówczas wektor ten nie będzie wektorem kointegrującym, niemniej jednak nie wyklucza to skointegrowania zmiennych (może istnieć inny wektor kointegrujący). Ocenie częściej wykorzystywaną metodą badania kointegracji jest procedura Johansena, gdyż posiada zarówno lepsze statystyczne własności, jak i moc testu. Procedura ta pozwala na wyznaczenie liczby związków kointegrujących (Kusideł, 2000). Metoda ta jest pozbawiona wad zawartych w badaniu kointegracji przez Engle'a i Grangera, dlatego obecnie jest częściej stosowana. Natomiast wyznaczenie wektorów kointegrujących w modelu może dać podstawy do twierdzenia o istnieniu długookresowych związków przyczynowo-skutkowych pomiędzy zmiennymi modelu (Welfe). Twierdzenie o reprezentacji Grangera (Granger, Engle, 1987) połączyło pojęcie kointegracji oraz modelu korekty błędem ECM (ang. *Error Correction Model*), pozwalając na odczytanie wektora kointegrującego jako długookresowej relacji między zmiennymi.

Na początku lat 80. XX w., wraz z rozwojem modelowania szeregów czasowych, pojawiła się nowa idea modelowania wielorównaniowego zawarta w modelu wektorowej autoregresji VAR (ang. *Vector Autoregressive*) (Sims, 1980). W modelu wykorzystano zarówno założenia tradycyjnej ekonometrii, jak i modeli szeregów czasowych (Kusideł, 2000, s. 9–11). Podstawową postać modelu VAR można przedstawić następująco:

$$x_t = A_0 D_t + A_1 x_{t-1} + A_2 x_{t-2} + \dots + A_k x_{t-k} + e_t \quad (5)$$

lub w bardziej zwartej formie:

$$x_t = A_0 D_t + \sum_{i=1}^k A_i x_{t-i} + e_t \quad t=1,2,\dots,T; \quad (6)$$

gdzie:

- x_t – wektor obserwacji na bieżących wartościach wszystkich n zmiennych modeli: $x_t = [x_{1t} \ x_{2t} \ \dots \ x_{mt}]$,
- D_t – wektor deterministyczny składników równań, takich jak wyraz wolny, zmienna czasowa, zmienne zero-jedynkowe lub inne niestochastyczne regresory,
- A_0 – macierz parametrów przy zmiennych wektora D_t , nie zawierająca zerowych elementów,
- A_i – macierze parametrów przy opóźnionych zmiennych wektora x_t , nie zawierające zerowych elementów,
- e_t – wektory stacjonarnych zakłóceń losowych:
 $e_t = [e_{1t} \ e_{2t} \ \dots \ e_{mt}]$, będących niezależnymi wektorami losowymi o m -wymiarowym rozkładzie normalnym z zerową średnią i macierzą kowariancji Σ_e (Kusideł, 2000, s. 16).

Model VAR jest wykorzystywany w analizach szeregów stacjonarnych, stąd podstawowym etapem jego budowy jest badanie stacjonarności zmiennych. W przypadku gdy zmienne okażą się niestacjonarne, wówczas konieczne jest przekształcenie modelu przez różnicowanie (inaczej obliczenie przyrostów), aby tym sposobem osiągnąć stacjonarność. Niemniej jednak istotne jest, iż tak oszacowany model informuje jedynie o tendencjach krótkookresowych i nie pomoże we wskazaniu efektów długookresowych.

Johansen (1988), zajmujący się zagadnieniem kointegracji, zaproponował jednak, aby badać długookresową równowagę pomiędzy zmiennymi za pomocą modelu VAR. Jest to możliwe, jeśli model ten zostanie uzupełniony o tzw. składnik korekty błędem, wyrażający długookresową relację (równowagę) pomiędzy zmiennymi niestacjonarnymi. Co oznacza przekształcenie modelu VAR do postaci wektorowego modelu korekty błędem VECM (ang. *Vector Error Correction Model*), który ma następującą postać:

$$\Delta x_t = \psi_0 D_1 + \sum_{i=1}^{k-1} \Pi_i \Delta x_{t-i} + \Pi x_{t-k} + \epsilon_t, \quad (7)$$

gdzie:

$$\Pi = \sum_{i=1}^k A_i - I \quad (8)$$

$$\Pi_i = \sum_{j=1}^i A_j - I \quad (9)$$

$$x_t = [x_{1t} \ x_{2t} \ \dots \ x_{mt}]' \quad (10)$$

Warto zaznaczyć, iż w przypadku wielowymiarowym, przy badaniu kointegracji można użyć rzędu macierzy Π , który odpowiada liczbie niezależnych wektorów kointegrujących. Jeżeli celem badania jest jedynie wy-

znaczenie liczby tych wektorów, wówczas wystarczy oszacować i zbadać rząd macierzy Π .

Przedstawione modele ponadto pozwalają na zbadanie, jak zmienne modelu reagują na bodźce (impulsy). Tego rodzaju analiza umożliwi wskazania wpływu zmiany zaburzenia losowego na zmienną w danych okresach (Kusideł, 2000, s. 45, 48, 49).

3. PRZEBIEG I WYNIKI BADANIA

Do przeprowadzenia badania wykorzystano roczne dane z lat 1996–2010 dotyczące napływu BIZ do Polski, wielkości PKB, eksportu, importu, wydatków na badania i rozwój oraz stopy bezrobocia.

Tabela 1. Wielkości wybranych zmiennych w Polsce w latach 1996–2010 (w mln USD)

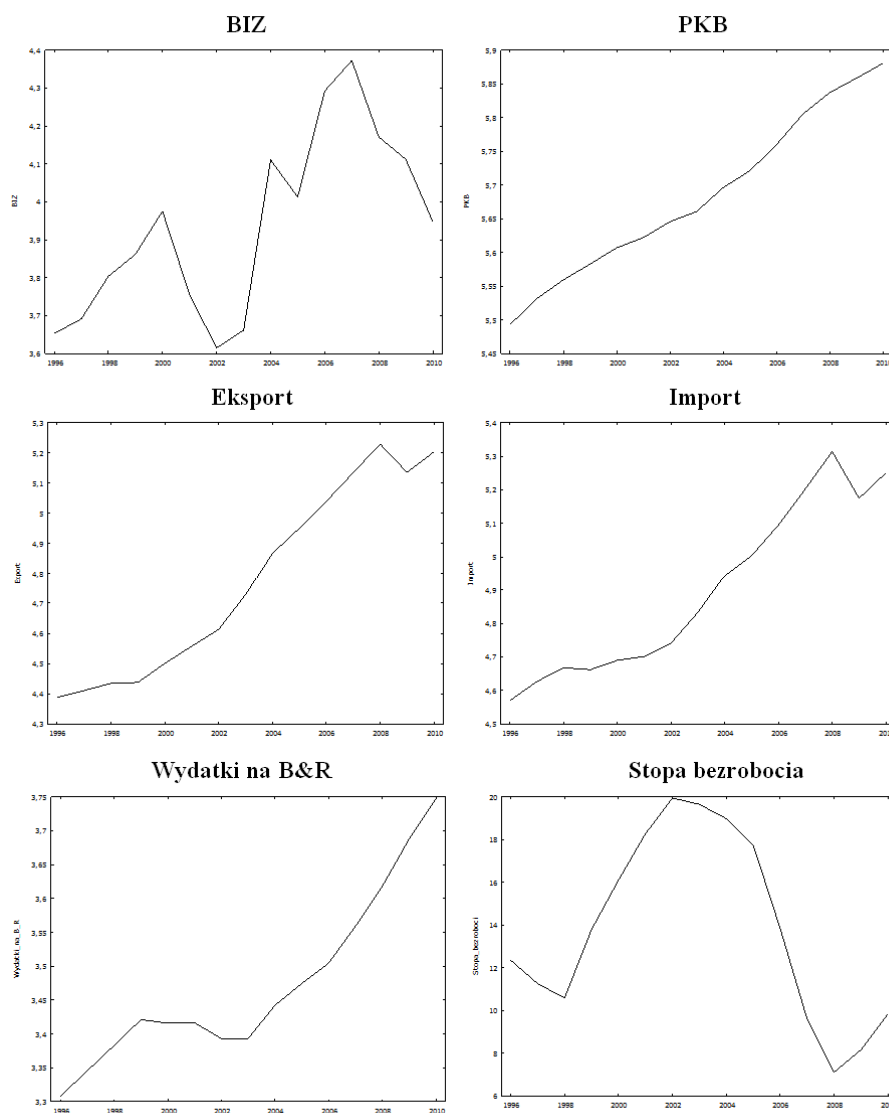
ROK	BIZ	PKB	EXPORT	IMPORT	*STOPA BEZROBOCIA	WYDATKI NA B&R
1996	4 499,72	311 224,33	24 440,00	37 137,00	12,36	2 034,43
1997	4 913,79	339 949,63	25 751,00	42 308,00	11,26	2 217,06
1998	6 367,98	362 599,26	27 191,00	46 494,00	10,59	2 416,78
1999	7 275,75	382 559,08	27 397,00	45 903,00	13,78	2 638,08
2000	9 445,89	404 372,75	31 651,00	48 940,00	16,10	2 605,41
2001	5 696,82	418 790,10	36 092,00	50 275,00	18,26	2 609,77
2002	4 121,42	442 062,26	41 010,00	55 113,00	19,94	2 472,25
2003	4 588,26	457 799,08	53 537,00	68 004,00	19,64	2 474,92
2004	12 897,64	496 717,44	73 792,00	87 909,00	18,97	2 769,74
2005	10 299,01	526 078,60	89 347,00	100 903,00	17,75	2 982,43
2006	19 598,52	574 911,79	109 584,00	124 647,00	13,84	3 195,98
2007	23 581,53	638 772,14	136 360,00	159 541,00	9,60	3 622,33
2008	14 833,41	687 005,18	169 537,00	206 075,00	7,12	4 150,91
2009	12 936,42	721 478,41	136 641,00	149 570,00	8,17	4 871,15
2010	8 860,84	759 271,83	159 758,00	178 063,00	9,84	5 587,78

* stopa bezrobocia wyrażona jako procent całkowitej siły roboczej.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych OECD oraz Międzynarodowego Funduszu Walutowego.

Postępując według powszechnie przyjętej praktyki, zlogarytmowano dane w celu ich „wygładzenia”. Następnie rozpoczęto analizę od zbadania, czy zmienne należą do szeregów stacjonarnych, czy też niestacjonarnych. Wstępnie takie badanie można przeprowadzić na podstawie analizy wykresu, zwracając uwagę, czy wartości szeregu wyraźnie rosną bądź maleją, ponieważ może to stanowić wskazówkę, iż mamy do czynienia z procesem niestacjonarnym. Na rysunku 1 widzimy zbiór wykresów wszystkich zmiennych, na podstawie których możemy zauważyć, że PKB, eksport, import oraz wy-

datki na badania i rozwój wyraźnie rosną, co wskazuje na ich niestacjonarność.



Rysunek 1. Wykresy zmiennych modelu

Źródło: opracowanie własne. Wykres sporządzony przy pomocy programu gretl.

Jak zaznaczono w części teoretycznej artykułu, właściwym testem do wnioskowania o niestacjonarności zmiennych jest test ADF i wszystkie badane szeregi przetestowano za pomocą tego testu. Został on przeprowadzony dla każdego szeregu czasowego z osobną z trendem oraz bez trendu, z liczbą opóźnień na poziomie 3. Test znacząco faworyzował niestacjonarność. Wyniki przeprowadzonych testów zaprezentowano w tabeli 2. Empiryczne poziomy istotności (p -wartości testów), czyli prawdopodobieństwa uzyskania wartości statystyk testowych testów ADF przy założeniu prawdziwości hipotezy zerowej, są w przypadku większości zmiennych duże. Nie ma zatem podstaw do odrzucenia hipotez, że badane szeregi są niestacjonarne.

Tabela 2. Wyniki testów stacjonarności ADF dla badanych szeregów

	BIZ	PKB	Eksport	Import	Wydatki na B i R	Stopa bezrobocia
Test ADF z wyrazem wolnym	p -wartość: 0,3987	p -wartość: 0,9585	p -wartość: 0,937	p -wartość: 0,8984	p -wartość: 0,9996	p -wartość: 0,01239
Test ADF z wyrazem wolnym i trendem liniowym	p -wartość: 0,6831	p -wartość: 0,1096	p -wartość: 0,6105	p -wartość: 0,6099	p -wartość: 0,9317	p -wartość: 0,04112

Źródło: wyniki i opracowanie własne. Wyniki otrzymane za pomocą programu gretl.

Wątpliwości pojawiły się jedynie w przypadku stopy bezrobocia, ponieważ wynik okazał się niejednoznaczny i zależał od przyjętego poziomu istotności. Niemniej jednak w takiej sytuacji bezpieczniej jest traktować tę zmienną jako niestacjonarną.

W celu weryfikacji wniosków wyciągniętych na podstawie testu ADF przeprowadzono test stacjonarności – KPSS. Po raz kolejny przeanalizowano dane szeregi, z założeniem maksymalnej liczby opóźnień na poziomie trzech. Wyniki przeprowadzonych testów KPSS zaprezentowano w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki testów stacjonarności KPSS dla badanych szeregów

	BIZ	PKB	Eksport	Import	Wydatki na B i R	Stopa bezrobocia
Wartości statystyk testowych						
Test KPSS z wyrazem wolnym	(wartości krytyczne testu: 0,361 – dla poziomu istotności 0,10, 0,492 – dla poziomu istotności 0,05, 0,678 – dla poziomu istotności 0,01)					
	0,362829	0,498139	0,468214	0,466192	0,473664	0,163701
Wartości statystyk testowych						
Test KPSS z wyrazem wolnym i trendem liniowym	(wartości krytyczne testu: 0,126 – dla poziomu istotności 0,10, 0,150 – dla poziomu istotności 0,05, 0,202 – dla poziomu istotności 0,01)					
	0,0824223	0,116602	0,100359	0,105865	0,131225	0,128677

Źródło: wyniki i opracowanie własne; wyniki otrzymane za pomocą programu gretl.

Wyniki testu okazały się niejednoznaczne i zależne od przyjętego poziomu istotności. W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że test KPSS potwierdził wnioski testu ADF na poziomie istotności 0,10. Należy jednak zaznaczyć, że badane szeregi zbudowane są jedynie z 15 obserwacji i badanie stacjonarności szeregów w oparciu o tak niewielką próbę może budzić pewne wątpliwości oraz dawać niejednoznaczne wyniki przeprowadzonych testów. Warto zatem w przyszłości przeprowadzić ponowne badania empiryczne w oparciu o liczniejsze szeregi czasowe, np. na podstawie danych kwartalnych.

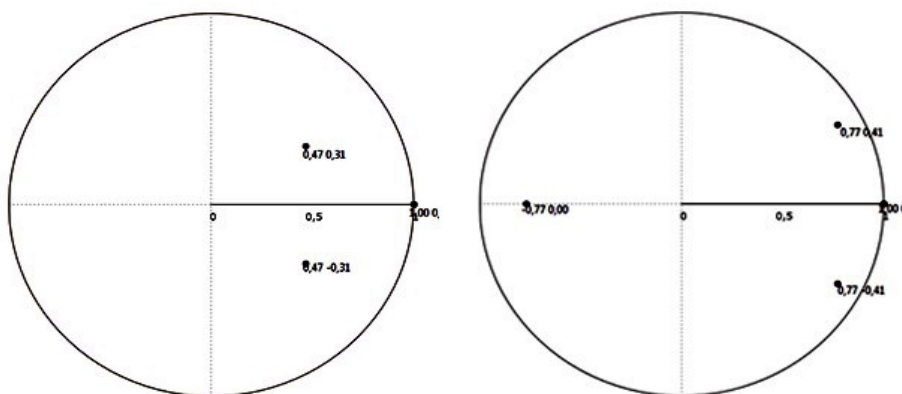
Następnie skonstruowano model VAR, a na jego podstawie wykres pierwiastków równania charakterystycznego VAR, za pomocą którego sprawdzano stabilność modelu. Natomiast model jest stabilny, gdy pierwiastki równania charakterystycznego leżą wewnątrz koła jednostkowego, zaś zmienne są stacjonarne (Kusideł, 2000, s. 38). Analiza ta wykazała niestabilność modelu, co potwierdziło otrzymane wcześniej wyniki testów ADF i KPSS (jeśli model jest niestabilny, wówczas zmienne nie mogą być zmiennymi stacjonarnymi). Kolejnym etapem powinno być uzupełnienie modelu VAR o tzw. składnik korekty błędem, wyrażający długookresową relację, niemniej jednak wcześniej konieczne jest zbadanie kointegracji, zatem czy istnieje długookresowa relacja między zmiennymi modelu. W tym celu skorzystano z testu Johansena, który obejmuje dwa testy: test śladu oraz test największej wartości własnej.

Tabela 4. Fragment wyników testu Johansena

Rząd	Wartość własna	Test śladu	wartość p	Test Lmax	wartość p
0	0,99734	176,14	[0,0000]	83,017	[0,0000]
1	0,94302	93,123	[0,0002]	40,111	[0,0055]
2	0,88250	53,011	[0,0138]	29,979	[0,0208]
3	0,61913	23,032	[0,2525]	13,514	[0,4205]
4	0,49288	9,5184	[0,3255]	9,506	[0,2518]
5	0,00086866	0,012167	[0,9122]	0,012167	[0,9122]

Źródło: opracowanie własne. Test wykonany przy pomocy programu gretl.

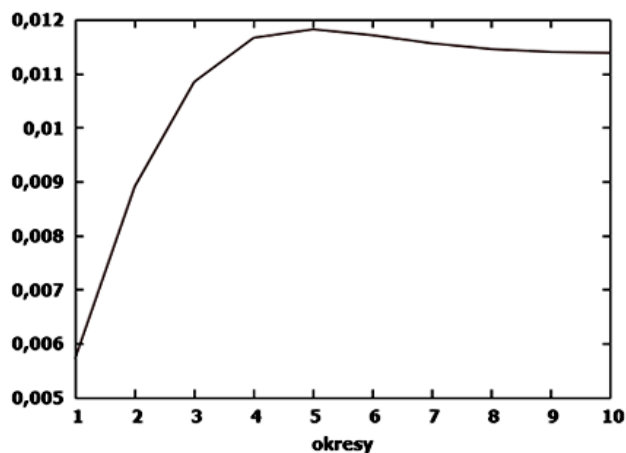
Przeprowadzone testy wskazały na istnienie trzech lub dwóch (w zależności od przyjętego poziomu istotności) stabilnych relacji kointegrujących. Ze względu na niejednoznaczne wyniki testów, sprawdzono położenie pierwiastków koła jednostkowego modelu VECM, co z kolei wykazało, że model jest stabilny zarówno przy trzech, jak i przy dwóch relacjach, niemniej jednak zgodnie z zasadą ostrożnościową, przyjęto występowanie dwóch stabilnych relacji kointegrujących.



Rysunek 2. Koło pierwiastków jednostkowych modelu VECM przy założeniu odpowiednio 2 i 3 relacji kointegrujących

Źródło: opracowanie własne. Wykres sporządzony przy pomocy programu gretl.

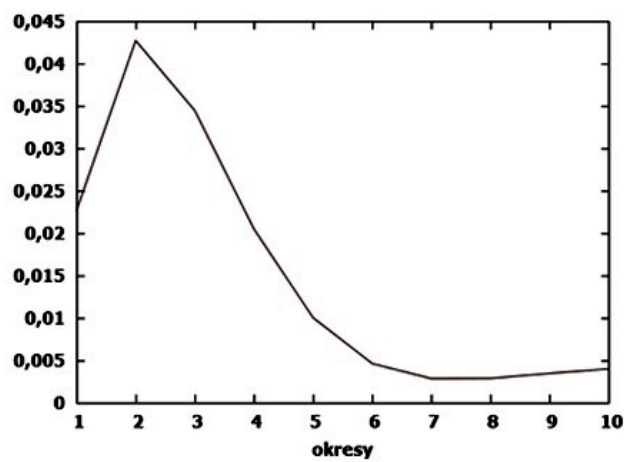
Ostatni etap badania stanowiło szacowanie wpływu, jaki bezpośrednio inwestycje zagraniczne wywierają na wybrane elementy gospodarki polskiej za pomocą funkcji reakcji na bodziec w oparciu o model VECM przy założeniu dwóch stabilnymi relacji kointegrującymi oraz jednego rzędu opóźnień (ze względu na zbyt małą liczbę obserwacji przyjęcie wyższego rzędu było niemożliwe). Rozpatrywane są impulsy jednostkowe, a nie skumulowane (uogólnione).



Rysunek 3. Odpowiedź PKB na impuls z BIZ

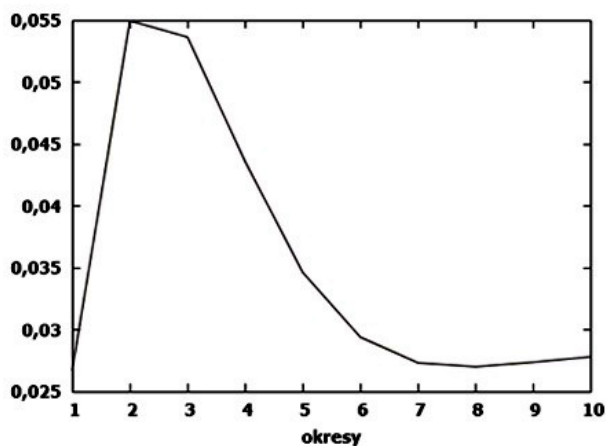
Źródło: opracowanie własne. Wykres sporządzony przy pomocy programu gretl.

Na podstawie wykresu widzimy, że wzrost BIZ powoduje wzrost PKB, a dokładniej jednostkowy wzrost BIZ prowadzi po roku do wzrostu PKB. Po kolejnym roku wpływ BIZ na PKB wzmacnia się i powoduje dalszy przyrost PKB, by po 5 latach wpływ BIZ na PKB był najsilniejszy.



Rysunek 4. Odpowiedź eksportu na impuls z BIZ

Źródło: opracowanie własne. Wykres sporządzony przy pomocy programu gretl.



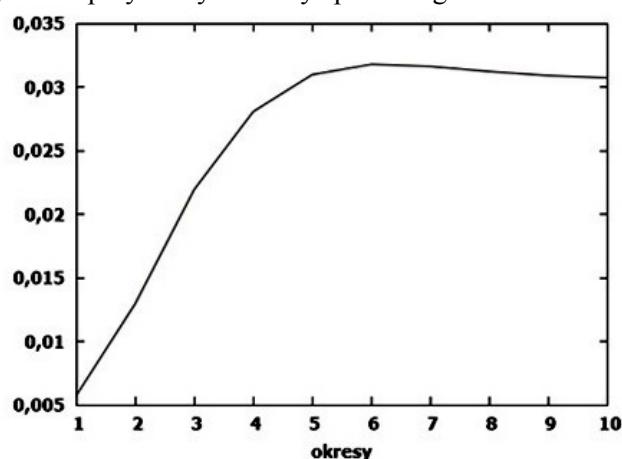
Rysunek 5. Odpowiedź importu na impuls z BIZ

Źródło: opracowanie własne. Wykres sporządzony przy pomocy programu gretl.

Na napływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych eksport reaguje wzrostem. Najsilniejszy wzrost eksportu na jednostkowy wzrost BIZ widzi-

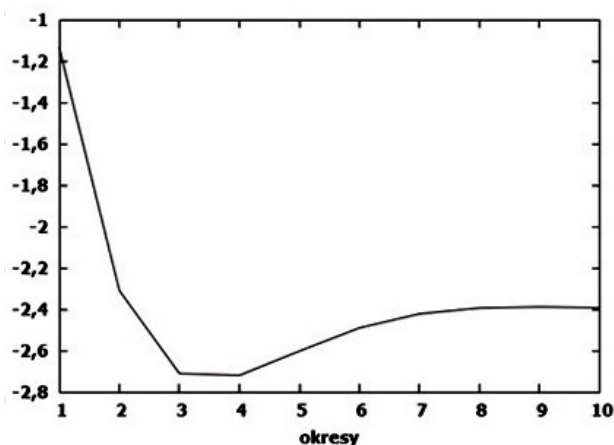
my po 2 latach. Po kolejnych okresach eksport wciąż odbiera pozytywny efekt BIZ jednak z mniejszą intensywnością. Po 6 latach tendencja wzrostu eksportu na skutek BIZ stabilizuje się.

Oddziaływanie BIZ na import ma podobny charakter jak w przypadku eksportu. Największy wzrost importu nastąpił także po drugim roku, natomiast kolejne lata przyniosły znaczny spadek tego wzrostu.



Rysunek 6. Odpowiedź wydatków na B&R na impuls z BIZ

Źródło: opracowanie własne. Wykres sporządzony przy pomocy programu gretl.



Rysunek 7. Odpowiedź stopy bezrobocia na impuls z BIZ

Źródło: opracowanie własne. Wykres sporządzony przy pomocy programu gretl.

Wykres przedstawiający wpływ BIZ na wydatki na badania i rozwój wskazuje na pozytywną reakcję, której intensywność rosła z czasem. Po pierwszych 3 okresach wzrost wywołany napływem BIZ zwiększał się najszybciej, zaś najwyższy wzrost wydatków na badania i rozwój za sprawą jednostkowego wzrostu napływu BIZ nastąpił po 6 latach.

Widoczna na wykresie 7 reakcja stopy bezrobocia wskazuje na jej spadek za sprawą impulsu z BIZ. Po roku pierwszym reakcja ta jest najsłabsza, natomiast najmocniejszą reakcję widać po roku 3 i 4 latach, by następnie wpływ BIZ nieco się osłabił.

PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonego badania wynika, że napływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych pozytywnie wpływa na poszczególne badane elementy polskiej gospodarki (PKB, eksport, import, badania i rozwój, bezrobocie). Zwykle najsilniejszy efekt wywoływany jest w początkowych okresach, jednak należy zaznaczyć, iż oddziaływanie BIZ ma również charakter długookresowy. Najsilniejsza reakcja dotyczy importu oraz eksportu, a także stopy bezrobocia. Nieco mniejszy wpływ występuje w przypadku wydatków na badania i rozwój oraz PKB. Należy tym samym stwierdzić, że hipoteza badawcza została pomyślnie zweryfikowana.

W dalszej kolejności autorzy planują kontynuację badań z wykorzystaniem modelowania ekonometrycznego (piętnastoelementowa próba zostanie zwiększona dzięki wykorzystaniu danych kwartalnych), z uwzględnieniem jednak struktury BIZ. Należy bowiem pamiętać, że przepływy kapitałowe BIZ mogą być skierowane zarówno na tworzenie nowych mocy produkcyjnych lub usługowych w wyniku realizacji projektów inwestycyjnych, jak również na zakup akcji lub udziałów prywatyzowanych przedsiębiorstw państwowych czy też nabycie praw własności innych przedsiębiorstw w celu ich przejęcia (Nalepka, Marona, 2005). Uwzględnienie struktury BIZ jest ważne, bowiem inne jest znaczenie dla gospodarki inwestycji typu *green-fields*, w przypadku których mamy do czynienia z realnym zainicjowaniem procesu inwestycyjnego i wytworzeniem nowego, produkcyjnego zasobu majątkowego, a inne w przypadku prywatyzacji lub fuzji, gdzie przepływy są zapłatą za już istniejący i funkcjonujący majątek produkcyjny. Wpływy z tego tytułu zasilają państwowy budżet i służą do pokrycia bieżących wydatków budżetowych, spełniając istotną rolę w finansowaniu państwowego deficytu, który powstaje w wyniku nierównowagi dochodów i wydatków państwa. Stąd też badanie wpływu BIZ na gospodarkę kraju przyjmującego

z uwzględnieniem charakteru tego kapitału, wydaje się ważne, tak z praktycznego, jak i naukowego punktu widzenia.

LITERATURA

- Ancyparowicz G. (2009), *Wpływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych na wzrost polskiej gospodarki w okresie poakcesyjnym*, Główny Urząd Statystyczny, Departament Statystyki Finansów.
- Balcerzak A. P., Żurek M. (2010), *Analiza wpływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych na PKB i stopę bezrobocia w Polsce w latach 1995–2010 za pomocą modelu VAR*, „Roczniki Naukowe WSiE TWP”, 1–2, 7–22.
- Dunning J. H. (1993), *Multinational Enterprise and the Global Economy*, Addison-Wesley, Reading.
- Gajda J. (2002), *Ekonometria praktyczna*, Absolwent, Łódź.
- Granger C. W. J., Engle R. F. (1987), *Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing*, „Econometrica”, 55(2), 251–276.
- Granger C. W. J., Newbold P. (1974), *Spurious Regressions in Econometrics*, „Journal of Econometrics”, 2, 111–120.
- Gurgul H., Lach Ł. (2009), *Związki przyczynowe pomiędzy bezpośrednimi inwestycjami zagranicznymi w Polsce a podstawowymi wskaźnikami makroekonomicznymi (część teoretyczna)*, „Ekonomia Menedżerska”, 6, 63–76.
- Gurgul H., Lach Ł. (2009), *Związki przyczynowe pomiędzy bezpośrednimi inwestycjami zagranicznymi w Polsce a podstawowymi wskaźnikami makroekonomicznymi (wyniki badań empirycznych)*, „Ekonomia Menedżerska”, 6, 71–91.
- Johansen S. (1988), *Statistical Analysis of Cointegration Vectors*, „Journal of Economic Dynamics and Control” 12(2–3), 231–254.
- Karaszewski W. (2004), *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne. Polska na tle świata*, Dom Organizatora, Toruń.
- Kolasa M., Gradzewicz M. (2005), *Napływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych a wzrost gospodarczy w Polsce*, „Ekonomista”, 4.
- Kusideł E. (2000), *Modele wektorowo-autoregresyjne VAR metodologia i zastosowania*, [w:] B. Suchecki (red.), *Dane panelowe i modelowanie wielowymiarowe w badaniach ekonomicznych*, t. 3, Absolwent, Łódź.
- Majewska M., Grała J. (2003), *Zagraniczne inwestycje bezpośrednie a wzrost gospodarczy Polski*, [w:] Karaszewski W. (red.), *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Mączyńska E. (1999), *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne. Światowe i lokalne czynniki dynamizujące*, „Ekonomista”, 1–2.
- Nalepka A., Marona B. (2005), *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne w Polsce a prywatyzacja przedsiębiorstw państwowych*, [w:] *Raport o przekształceniach własnościowych w 2004 roku*, Ministerstwo Skarbu Państwa, Warszawa.
- Nytko M. (2009), *Metodologia badań skutków bezpośrednich inwestycji zagranicznych ex post w kraju goszczącym*, Instytut Rozwoju Przedsiębiorstw, Kraków.
- Syczewska M. (2011), *Niestacjonarne zmienne czasowe – własności i testowanie*, Instytut Ekonometrii, Kolegium Analiz Ekonomicznych SGH, Warszawa.
- Welfe A. (2003), *Ekonometria. Metody i ich zastosowanie*, wyd. 3 zmienione, PWE, Warszawa.

- Weresa M. A. (2002), *Skutki inwestycji zagranicznych dla gospodarki kraju przyjmującego – doświadczenia Polski*, [w:] *Rola inwestycji zagranicznych w gospodarce*, „Zeszyty BRE Bank–CASE”, 62.
- Witkowska J. (2000), *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne a rynek pracy w kraju przyjmującym – aspekty teoretyczne*, „Ekonomista”, 5.

THE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT ON POLISH ECONOMY IN 1996–2010 USING VECM METHODOLOGY

A b s t r a c t. The paper discusses the influence of foreign direct investment on the economic situation of Poland with a special attention to: GDP, export, import, research and development expenditure and unemployment. In order to fulfill objectives of this research this paper uses the VECM methodology. The research based on data from The Organization for Economic Co-operation and Development and The International Monetary Fund for the period 1996–2010.

K e y w o r d s: foreign direct investment, unemployment, GDP, import, export, research and development, VAR model, VECM model.