

**Raport Badawczy**

**RB/42/2015**

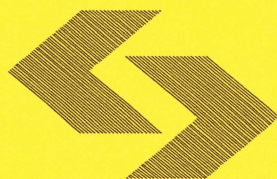
**Research Report**

**Analiza policy mix  
z wykorzystaniem metod teorii gier  
i optymalizacji wielokryterialnej  
na podstawie modelu nowej  
syntezy neoklasycznej  
dla warunków Polski**

**L. Kruś, I. Woroniecka-Leciejewicz**

**Instytut Badań Systemowych  
Polska Akademia Nauk**

**Systems Research Institute  
Polish Academy of Sciences**



# **POLSKA AKADEMIA NAUK**

## **Instytut Badań Systemowych**

ul. Newelska 6

01-447 Warszawa

tel.: (+48) (22) 3810100

fax: (+48) (22) 3810105

Kierownik Zakładu zgłaszający pracę:  
Dr hab. inż. Lech Kruś, prof. PAN

Warszawa 2015

# **Analiza policy mix z wykorzystaniem metod teorii gier i optymalizacji wielokryterialnej na podstawie modelu nowej syntezy neoklasycznej dla warunków Polski**

**Lech Kruś, Irena Woroniecka-Leciejewicz**

Institut Badań Systemowych PAN, 01-447 Warszawa ul. Newelska 6

## **Streszczenie**

Przedmiotem badań jest analiza policy mix z wykorzystaniem zaproponowanej gry niekooperacyjnej rozgrywanej między władzami fiskalnymi i monetarnymi oraz modelu makroekonomicznego opartego na koncepcji modelu nowej syntezy neoklasycznej. Model ten, zawierający cztery podstawowe równania: luki popytowej, inflacji, inflacji oczekiwanej i regułę Taylora wyznaczania stopy procentowej przez bank centralny; pozwala śledzić przebieg koniunktury gospodarczej w czasie oraz uwzględnić wpływ stopy procentowej na gospodarkę. W celu umożliwienia obserwacji oddziaływania nie tylko instrumentów polityki monetarnej, ale również fiskalnej, polityki model ten został rozbudowany z uwzględnieniem wydatków budżetowych. Dokonano estymacji modelu na podstawie kwartalnych szeregów czasowych dla gospodarki polskiej w okresie 2000-2014 z wykorzystaniem potrójnej metody najmniejszych kwadratów.

Dla sformułowanej gry monetarno-fiskalnej, w której władze fiskalne i monetarne podejmują decyzje wyboru optymalnej strategii z punktu widzenia realizacji swoich celów ekonomicznych, przeprowadzono szereg symulacji z wykorzystaniem zbudowanego modelu oraz systemu komputerowego wyznaczającego wypłaty gry. Wyznaczono i przeanalizowano optymalne strategie odpowiedzi oraz strategie równowagi Nasha. Zbadano również wyniki gry, w której decyzje władz podejmowane są naprzemiennie, sekwencyjnie. Pokazano sytuacje eskalacji konfliktu. Uzyskane wyniki wskazują na potrzebę koordynacji polityk. Możliwe jest wspomaganie procesu uzgodnienia konsensusu z wykorzystaniem aktualnych wyników optymalizacji wielokryterialnej i gier przetargowych.

**Kody klasyfikacji JEL:** E61, E63, C61, C72, E17

**Słowa kluczowe:** gra monetarno-fiskalna, model makroekonomiczny, równowaga Nasha, Pareto optymalność



## 1. Wprowadzenie

Praca dotyczy problemu wyboru policy mix oraz analizy wzajemnych interakcji decyzyjnych między władzami fiskalnymi (rządem) a władzami monetarnymi (bankiem centralnym) z zastosowaniem metod modelowania komputerowego, teorii gier oraz metod optymalizacji wielokryterialnej. Policy mix stanowi w tym ujęciu kombinację polityki fiskalnej i monetarnej o określonym stopniu restrykcyjności/ekspansywności każdej z nich.

Przedmiotem prezentowanej w niniejszym artykule analizy jest gra niekooperacyjna, w której władze fiskalne i władze monetarne odgrywają rolę graczy, zwana grą monetarno-fiskalną. Każdy z graczy podejmuje decyzje niezależnie, biorąc pod uwagę prawdopodobną reakcję drugiego gracza. Strategie władz fiskalnych oznaczają strategie polityki budżetowej różniące się stopniem restrykcyjności/ekspansywności, mierzonym poziomem deficytu budżetowego w relacji do PKB. Analogicznie strategie władz monetarnych oznaczają strategie polityki pieniężnej o różnej restrykcyjności/ekspansywności, charakteryzowanej przez wysokość realnej stopy procentowej. Tak więc stopień restrykcyjności/ekspansywności poszczególnych strategii jest odzwierciedlany przez wartości instrumentów prowadzonej polityki. Zarówno władze fiskalne jak i monetarne starają się osiągnąć swoje cele ekonomiczne: rząd dąży do osiągnięcia pożądanego (planowanego) wzrostu gospodarczego, a celem banku centralnego jest osiągnięcie pożądanego poziomu inflacji (celu inflacyjnego). Zakłada się, że władze fiskalne i monetarne podejmują decyzje niezależnie, a stan równowagi Nasha w takiej grze może być utożsamiany z wyborem określonej kombinacji polityki budżetowej i pieniężnej.

Celem badań jest analiza efektywności decyzji w obszarze policy mix z wykorzystaniem teorii gier na podstawie analizy stanów równowagi Nasha, Pareto-optimalności rozwiązań oraz wpływu priorytetów władz fiskalnych i monetarnych na wybór polityki makroekonomicznej. Uzyskane wyniki mogą stanowić asumpt do odpowiedzi na pytanie: czy i w jakich warunkach wybór policy mix poprzez niezależne od siebie władze monetarne i fiskalne prowadzi do efektywnych ekonomicznie decyzji, a kiedy niezbędna jest koordynacja.

Można wymienić kilka nurtów badań polityki makroekonomicznej z wykorzystaniem teorii gier (Wojtyna 1996, 1998, Marszałek 2009): po pierwsze problematykę niespójności polityki ekonomicznej w czasie (time-inconsistency), która w szczególności koncentruje się na badaniach interakcji między rządem a sektorem prywatnym oraz interakcje między autonomicznymi władzami monetarnymi i fiskalnymi w dwóch ujęciach: między centralną, wspólną władzą monetarną a zdecentralizowanymi narodowymi politykami fiskalnymi (przy-



padek UE) oraz między niezależnymi władzami fiskalnymi i monetarnymi danego kraju. Niemiejszy artykuł usytuowany jest w tym ostatnim nurcie.

Na problem współzależności między polityką pieniężną i fiskalną zwróciła uwagę nowa ekonomia klasyczna, podkreślając znaczenie międzyokresowego ograniczenia budżetowego i oczekiwań inflacyjnych. Badania w tej dziedzinie zapoczątkowali Sargent i Wallace (Sargent, Wallace 1981), formułując tzw. nieprzyjemną arytmetykę monetarystyczną (*unpleasant uone-tarist arithmetic*). W dyskusjach toczących się wokół problemu wyboru *policy mix*, rozumianej jako kombinacja polityki monetarnej i fiskalnej, przytaczane są zarówno argumenty za jak i przeciw niezależności banku centralnego. Na rzecz niezależności banku najczęściej przemawiają: większa skuteczność walki z inflacją, mniejsza zmienność inflacji oraz pozytywne oddziaływanie na poziom i zmienność produkcji (Eijffinger, DeHaan 1996, Wojtyna A. 1996, 1998, Marszałek 2005). Z drugiej strony, niezależność banku centralnego może rodzić problemy z koordynacją polityki monetarnej i fiskalnej, których przyczyny tkwią między innymi w odmiennych celach i priorytetach władz monetarnych i fiskalnych oraz różniących się opiniach w zakresie oddziaływania obu polityk na koniunkturę gospodarczą. W dyskusji nad koordynacją polityki makroekonomicznej podkreśla się również wagę aspektów jakościowych, przede wszystkim wiarygodności i przejrzystości (Blinder 2000, Blackburn, Christensen, 1989, Wojtyna 1998, Walsh 2001, Gjedrem 2001). Wśród przesłanek koordynacji polityki wymienia się także tzw. problem jednorękiego decydenta (*one-armed policymaker*), związany z niewystarczającą skutecznością instrumentów polityki monetarnej w niesprzyjających warunkach ekonomicznych (wysoki dług publiczny).

W rozstrzygnięciu kwestii niezależności banku centralnego oraz problemu wyboru między polityką makroekonomiczną stanowioną przez niezależne od siebie władze monetarne i fiskalne a koordynacją tej polityki pomocna może być analiza z zastosowaniem teorii gier. Jedną z pierwszych prac poświęconych problematyce wyboru *policy mix* w ujęciu teorii gier był artykuł Blindera (Blinder, 1983), w którym przedmiotem analizy była gra fiskalno-monetarna w uproszczonej wersji uwzględniającej dwie strategie fiskalne i dwie monetarne: restrykcyjną i ekspansywną. Blinder przyjął, że połączenie restrykcyjnej polityki pieniężnej i budżetowej jest wariantem najbardziej pożądanym z punktu widzenia władz monetarnych, natomiast najmniej w ocenie rządu. Dokładnie odwrotne preferencje przypisane zostały ekspansywnemu charakterowi obu polityk. Wydaje się jednak, że dość arbitralnie przyjęto tu preferencje dla pozostałych dwóch wariantów *policy mix*, zakładając, że bardziej preferowany przez oba podmioty decyzyjne jest stan gospodarki, w którym prowadzona jest polityka

będąca kombinacją restrykcyjnej polityki monetarnej i ekspansywnej fiskalnej niż odwrotnie. Przy takich założeniach Blinder wykazał, że niezależnie działające władze monetarne i fiskalne będą dążyć, zgodnie z równowagą Nasha, do restrykcyjnej polityki monetarnej i ekspansywnej fiskalnej, a to oznacza rozwiązanie nieoptymalne w sensie Pareto, podobnie jak w dylemacie więźnia. Zdaniem autora, lepszy wybór jest w stanie zapewnić jedynie koordynacja obu polityk. Analogiczna gra z dwoma strategiami była przedstawiona w pracy Bennetta i Loayzy (Bennett, Loayza 2000). Podchodzili do tego zagadnienia nieco inaczej, nie rozstrzygali, które z dwóch rozwiązań jest korzystniejsze z punktu widzenia władz monetarnych i fiskalnych: twarda polityka pieniężna i luźna fiskalna czy odwrotnie, przyjmując, że skutkują one podobnym poziomem inflacji i zatrudnienia (jako wyznacznik koniunktury gospodarczej przyjęli nie tempo wzrostu PKB, lecz poziom zatrudnienia). Dlatego przypisali im jednakowe preferencje. Ostatecznie oni również utrzymują zaproponowaną przez Blindera interpretację nawiązującą do dylematu więźnia. Wydaje się jednak interesujące zbadanie, czy rzeczywiście wartości inflacji i bezrobocia określone jako „średnie” w porównaniu z kombinacjami polityk: obu restrykcyjnych bądź obu ekspansywnych są jednakowe, bo jeśli nie, to fakt, że mogą być niższe lub wyższe będzie miał istotny wpływ na Pareto-ptymalność rozwiązań i występowanie (lub nie) dylematu więźnia. Odniesienie do wyników przedstawionych w pracach Blindera oraz Bennetta i Loayzy można znaleźć w publikacjach Woronieckiej-Leciejewicz (2008, 2010a), w których pokazano, że w zależności od przyjętych założeń mogą mieć miejsce również inne przypadki, nie tylko dylemat więźnia, na którym koncentrowali się Blinder i oraz Bennett i Loayza, że w określonych warunkach równowaga Nasha może stanowić rozwiązanie Pareto optymalne.

Przeanalizowanie stanów równowagi w grze monetarno-fiskalnej oraz rozwiązań kooperacyjnych w aspekcie ich Pareto-ptymalności, które jest celem niniejszej pracy, stworzy podstawy do oceny korzyści i strat w przypadku niezależnego kształtowania polityki budżetowej i pieniężnej oraz w przypadku ich koordynacji. Przedstawiona w pracy analiza stanowi kontynuację badań autorów oraz W. D. Nordhaua (Nordhaus 1994) dotyczących problematyki wyboru policy mix z wykorzystaniem gry monetarno-fiskalnej. Do analizy problemu wyboru między niezależnością władz fiskalnych i monetarnych a koordynacją policy mix Nordhaus również zastosował grę monetarno-fiskalną, bazującą na stosunkowo prostym modelu makroekonomicznym. W modelu tym uwzględnione zostały zarówno instrumenty polityki jak i stan gospodarki charakteryzowany przez trzy zmienne: inflację, bezrobocie i stopę wzrostu potencjalnego produktu. Bezrobocie w modelu Nordhaua zostało uzależnione

od instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej oraz od zmiennych egzogenicznych, takich jak zasób kapitału, technologii, produkcji zagranicznej (Nordhaus przyjął, że zmienne te nie ulegają zmianie w krótkim okresie, a taki rozpatrywał w swoim modelu). Równanie inflacji w modelu Nordhaua odzwierciedla połączenie koncepcji wymienności między inflacją a bezrobociem (krzywa Phillipsa) oraz oczekiwań inflacyjnych. W związku z tym, że inflacja zależy od bezrobocia, to jest również pośrednio uzależniona od instrumentów obu polityk. Z kolei stopa wzrostu potencjalnego produktu jest w modelu determinowana przez nadwyżkę budżetową. Funkcje użyteczności rządu i banku centralnego zależą od wymienionych trzech zmiennych opisujących stan gospodarki, a pośrednio od instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej. W tym przypadku, podobnie jak w niektórych innych publikacjach (np. Woroniecka-Leciejewicz 2012) model dał sprowadzić się do przyjęcia określonych funkcji opisujących wpływ instrumentów polityki na wybrane kategorie charakteryzujące stan gospodarki. W badaniach Woronieckiej-Leciejewicz do odzwierciedlenia zależności między instrumentami polityki fiskalnej i monetarnej a uzyskanymi w wyniku ich zastosowania efektami ekonomicznymi wykorzystano zmodyfikowaną funkcję logistyczną. Umożliwiło to uwzględnienie specyfiki wpływu tych instrumentów na koniunkturę, polegającej na ograniczonych możliwościach stosowania skrajnie restrykcyjnych bądź skrajnie ekspansywnych polityk i skuteczności ich oddziaływania na gospodarke.

Nordhaus rozważał początkowo grę jednoetapową, potem również powtarzalną. W grze jednoetapowej na podstawie funkcji użyteczności decydentów charakteryzujących ich preferencje wyznaczył krzywe obojętności, a także izokwanty popytu globalnego na poziomie wartości pożądaných (preferowanych) przez władze monetarne i fiskalne oraz funkcje reakcji (optymalnych odpowiedzi) obu decydentów. Zakłada przy tym, że funkcja reakcji banku centralnego pokrywa się z jego izokwantą popytu globalnego przyjmując tym samym, że polityka banku centralnego reaguje jedynie na sytuację gospodarczą, nie zmienia się zaś w odpowiedzi bezpośrednio na politykę fiskalną. Analiza i porównanie rozwiązań niekooperacyjnych i kooperacyjnych prowadzi do wniosku, że koordynacja polityk poprawia sytuację obu decydentów w porównaniu z równowagą Nasha. Przyczynę konfliktu między władzami Nordhaus upatruje w odmiennych preferencjach władz monetarnych i fiskalnych. Bada także skutki, jakie mogłoby przynieść zastosowanie reguł analizując tym razem grę powtarzalną. Ze względu na większą wiarygodność banku centralnego zakłada, że to władze monetarne zobowiązują się do przestrzegania reguły polegającej na utrzymaniu zagregowanego popytu na wyznaczonym z góry pożądanym poziomie. Przy założeniu, że władze monetarne stosują po-



wyższą regułę, a władze fiskalne dostosowują się do niej maksymalizując swoją funkcję użyteczności uzyskuje się tzw. równowagę przy regule (rule equilibrium). Równowaga ta pozwala na poprawę rozwiązań w porównaniu z równowagą Nasha, ale nie są to rozwiązania optymalne w sensie Pareto jak w przypadku koordynacji.

Model gry Nordhausa stanowił punkt wyjścia do dalszych badań interakcji między polityką monetarną a fiskalną. W monografii (Marszałek 2009, s. 131-132) zaprezentowano zestawienie wybranych modeli gier stabilizacyjnych między bankiem centralnym a rządem wraz z ich charakterystyką. Warto zwrócić uwagę m. in. na grę zaproponowaną przez Dixita i Lambertini (2001), którzy rozważając niekooperacyjną grę monetarno-fiskalną stwierdzili, że istotne znaczenie dla wyniku gry ma to, czy zobowiązania stron są wiarygodne. W przeciwnym razie przyjmuje się, że strony podejmują decyzje jednocześnie, co prowadzi do równowagi Nasha, czyli rozwiązania suboptymalnego. Lepszym rozwiązaniem od równowagi Nasha jest, zdaniem autorów, równowaga Stackelberga, gdy jeden z decydentów jest liderem i to bez względu na to, czy jest to władza fiskalna czy monetarna. Ważnym wynikiem przeprowadzonych badań, oprócz konstatacji znanej już z wcześniejszych publikacji innych autorów, że ze względu na odmienne preferencje, polityka monetarna bez koordynacji nie zapewnia stabilności cen, jest dodatkowy wniosek, że brak dyscypliny fiskalnej ogranicza skuteczność reguły banku centralnego. Z tymi badaniami korespondują wyniki przedstawione w przez Lambertiniego i Rovelliego (2003). Analizowali oni dwie sytuacje: w pierwszej rząd jest zainteresowany jedynie stabilizacją produkcji (treasury view), w drugiej także stabilizacją inflacji (government view). Rozpatrując grę Nasha i Stackelberga, stwierdzili, że obie strony osiągną lepszy wynik w tym drugim przypadku. Inaczej jednak niż we wcześniej wspomnianej pracy (Dixit, Lambertini, 2001), uznali, że ma jednak znaczenie kto jest liderem w grze Stackelberga – korzystniejsze jest, gdy jest nim władza fiskalna.

Wielu autorów wykazuje, że w powyższych niekooperacyjnych modelach gier monetarno-fiskalnych rozwiązania nie są optymalne i prowadzą do wyboru nieoptymalnej polityki mix. Można wskazać tu na następujące przesłanki tego zjawiska (Darnault, Kutos 2005, Wojtyna 1996, Marszałek 2009). Po pierwsze gracze, czyli władze monetarne i fiskalne, mają odmienne cele lub przypisują im inne preferencje (większość opracowań), po drugie – mogą oni różnić się w przewidywaniu efektów zastosowanej polityki fiskalnej i monetarnej, jeżeli dysponują innymi modelami (np. Frankel 1998).

Niestety nie ma publikacji poświęconych interakcjom polityki fiskalnej i monetarnej w ujęciu teorii gier, które odnosiłyby się do przypadku Polski. Można wskazać wprawdzie na

prace, które dotyczą problematyki polityki mix i koordynacji polityki fiskalnej i monetarnej, np. Darnault N, Kutos P. (2005), Stawska (2014), które zawierają interesujące wnioski z analizy danych statystycznych dla Polski w aspekcie rozważanych interakcji monetarno-fiskalnych, niemniej jednak badania te nie są oparte na ujęciu stricte modelowym, autorzy nie przedstawili gry ani modelu makroekonomicznego, powiązanego z zagadnieniem interakcji decyzyjnych w stabilizacyjnej polityce makroekonomicznej. Warto jednak odnieść się do pracy Darnaulta i Kutosa (2005), którzy nawiązując do badań i rozważań dotyczących gier monetarno-fiskalnych prowadzonych przez Blindera (1980), Bennetta i Loayzę (2000) oraz Dixita i Lambertiniego (2001), przedstawiają analizę polityki mix w Polsce w latach 1999-2004 opartą na danych statystycznych. Formułują oni interesujące wnioski, uważają, że teoretycznym ujęciem najbardziej adekwatnym do opisu bieżącej polityki mix w Polsce i jej instytucjonalnych uwarunkowań jest model niekooperacyjnej gry Stackelberga z władzami fiskalnymi jako liderem (leader) i władzami monetarnymi jako wyczekującym (follower). Rekomendacją dla poprawy efektywności polityki mix w takim przypadku jest, zdaniem autorów, zwiększenie wiarygodności i przewidywalności działań władz fiskalnych, szczególnie w zwiększaniu dyscypliny fiskalnej.

Według badań przedstawionych przez Libicha, Nguyena i Stehlika (2014) dla różnych krajów świata Polska plasuje się w centralnej części przestrzeni przywództwa fiskalnego/monetarne (monetary vs fiscal leadership space), co sugeruje, że nie występuje tu ani silna przewaga władz fiskalnych ani monetarnych. Może to stanowić argument na rzecz przedstawionej w niniejszym artykule koncepcji gry monetarno-fiskalnej, w której zakłada się, że strony podejmują samodzielne decyzje równocześnie, uwzględniając oczywiście sytuację strategiczną i możliwe posunięcia drugiego gracza.

## **2. Przedmiot pracy**

Przedmiotem prezentowanej w niniejszym artykule analizy jest gra, której istota zawarta jest w tabeli 1 przedstawiającej w formie dyskretnej tablicę wypłat. Proponuje się przedstawienie sytuacji decyzyjnej w zakresie wyboru polityki mix jako dwuosobowej gry między bankiem centralnym a rządem. Jest to jednoetapowa gra o sumie niezerowej z pełną informacją. Każdy z graczy podejmuje decyzje niezależnie, biorąc pod uwagę prawdopodobną reakcję drugiego gracza. Strategie władz fiskalnych oznaczają strategie polityki budżetowej – od skrajnie restrykcyjnej w pierwszym wierszu do skrajnie ekspansywnej w ostatnim. Jako mierznik stopnia restrykcyjności/ekspansywności polityki fiskalnej przyjęto poziom deficytu bu-

dżetowego w relacji do PKB. Analogicznie strategie władz monetarnych oznaczają strategie polityki pieniężnej – od skrajnie restrykcyjnej w pierwszej kolumnie do skrajnie ekspansywnej w ostatniej, przy czym jako wyznacznik restrykcyjności/ekspansywności polityki monetarnej przyjęto wysokość realnej stopy procentowej. Wyплаты zostały oznaczone w następujący sposób:  $y_{ij}$  - wypłata władz fiskalnych (tempo wzrostu PKB) w przypadku, gdy rząd stosuje strategię fiskalną  $F_i$ , a bank centralny strategię monetarną  $M_j$ ,  $p_{ij}$  - wypłata władz monetarnych (inflacja) w tej samej sytuacji strategicznej. Symbolem  $b_i$  oznaczono deficyt budżetowy w relacji do PKB, charakteryzujący  $i$ -tą strategię fiskalną, natomiast  $r_j$  - realną stopę procentową przypisaną  $j$ -tej strategii pieniężnej.

Tabela 1. Gra monetarno-fiskalna – tablica wypłat

Tablica wypłat		Bank centralny - polityka monetarna			
		← restrykcyjna		ekspansywna →	
		Strategia monetarna $M_1$ (stopa proc. $r_1$ )	Strategia monetarna $M_2$ (stopa proc. $r_2$ )	...	Strategia monetarna $M_n$ (stopa proc. $r_n$ )
Rząd – polityka fiskalna ↑ ekspansywna / restrykcyjna ↓	Strategia fiskalna $F_1$ (deficyt budżetowy $b_1$ )	$p_{11}$ $y_{11}$	$p_{12}$ $y_{12}$	...	$p_{1n}$ $y_{1n}$
	Strategia fiskalna $F_2$ (deficyt budżetowy $b_2$ )	$p_{21}$ $y_{21}$	$p_{22}$ $y_{22}$	...	$p_{2n}$ $y_{2n}$
	...			...	
	Strategia fiskalna $F_m$ (deficyt budżetowy $b_m$ )	$p_{m1}$ $y_{m1}$	$p_{m2}$ $y_{m2}$	...	$p_{mn}$ $y_{mn}$

W określeniu funkcji celu władz fiskalnych i monetarnych chodzi o rozstrzygnięcie czy obaj decydenci są odpowiedzialni za te same cele, ale każdemu z nich przypisują inne wagi, czy każdy odpowiada tylko za jeden cel (porównaj Wojtyna, 1996). W prezentowanej grze przyjęto, że celem władz monetarnych jest osiągnięcie pożądanego poziomu inflacji, tzw. celu inflacyjnego, podczas, gdy władze fiskalne dążą do osiągnięcia pożądanego (zaplanowanego) wzrostu gospodarczego. Tym samym wyплаты zdefiniowano jako odchylenia mierników kondycji gospodarki narodowej: tempa wzrostu PKB i inflacji od wartości pożądanego odpowiednio z punktu widzenia banku centralnego i rządu. Należy zaznaczyć, że oba cele, i inflacyjny, i koniunkturalny są brane pod uwagę zarówno przez władze monetarne jak i fiskalne, z tym, że w różnym stopniu. W Polsce za politykę monetarną odpowiedzialna jest Rada Polityki Pieniężnej, organ NBP. Podstawowym celem działalności NBP, zgodnie z ustawą z sierpnia 1997, jest „utrzymanie stabilnego poziomu cen przy jednoczesnym wspieraniu polityki gospodarczej, o ile nie ogranicza to podstawowego celu NBP”. Aczkolwiek, w odróżnie-



niu od celu inflacyjnego, cel stabilizacyjny w polityce monetarnej RPP *explicite* nie występuje, a przynajmniej odgrywa rolę wyraźnie drugoplanową, to nie oznacza to, że kwestie stabilizacji koniunktury nie są w ogóle brane pod uwagę w decyzjach dotyczących polityki stóp procentowych. Problem oceny priorytetów przypisywanych przez władze monetarne obu celom: bezpośredniemu celowi inflacyjnemu i celowi koniunkturalnemu oraz identyfikacji *ex post* tych priorytetów na przykładzie Polski był przedmiotem badań i publikacji (Woroniecka-Leciejewicz 2007).

Podejście prezentowane w grach monetarno-fiskalnych bazuje z jednej strony na sformułowanym przez J. Tinbergena modelu polityki ekonomicznej (Tinbergen 1952), w którym występują zmienne endogeniczne - cele polityki, które są uzależnione od zmiennych - instrumentów, które mają charakter egzogeniczny. Podejście Tinbergena zakłada jednak istnienie jednego decydenta, co nie odpowiada współczesnym warunkom gospodarczym, a także istocie podejścia reprezentowanego przez teorię gier. Dlatego modele strategicznych interakcji monetarno-fiskalnych korespondują raczej z koncepcją przyporządkowania (*assignment*) R.A. Mundella (Mundell 1962), w której każdy instrument polityki przypisuje się temu celowi, na który ma on największy wpływ. Modelując interakcje monetarno-fiskalne przyjmuje się, że bank centralny jest odpowiedzialny za politykę monetarną, a rząd za politykę fiskalną. Obie strony podejmując decyzje wyznaczają własne cele: najczęściej celem władz monetarnych jest inflacja, a fiskalnych - produkcja (w niektórych ujęciach zatrudnienie). Ważnym aspektem gry są odmienne preferencje decydentów, które uznaje się za główną przyczynę konfliktu i konieczności koordynacji polityki monetarnej i fiskalnej.

Należy nadmienić, że nie ma sprzeczności między koordynacją polityki a niezależnością decydentów, w szczególności banku centralnego. Taki pogląd reprezentowali m. in. Bennett i Loayza (Bennett, Loayza 2000). Koordynacja dotyczyć powinna dwóch niezależnych decydentów. Nie należy jej utożsamiać z dominacją jednego z nich, koordynacja oznacza bowiem wybór rozwiązania kompromisowego, które niekoniecznie pozwala osiągnąć najlepszy wynik przez stronę dominującą. M. Demertzis (Demertzis et al. 2002) wskazuje, że dominacja jednego z decydentów może doprowadzić do nieefektywności rozwiązania, gdy żadna ze stron nie osiąga swego celu.

Prezentowane prace stanowią kontynuację wcześniejszych badań autorów. W pracach (Kruś, Woroniecka-Leciejewicz 2014, 2015) analizowano grą monetarno-fiskalną z wykorzystaniem dynamicznego, nieliniowego modelu odzwierciedlającego mechanizm cyklu koniunkturalnego na danych hipotetycznych. Analiza gry obejmowała ocenę wypłat gry, wyzna-

czenie strategii najlepszych odpowiedzi i równowag. Zastosowany model zawierał dwa moduły opisujące rynek produktu i rynek pieniądza i uwzględniał wpływ polityki monetarnej i budżetowej. Szczegółowy opis modelu zawiera praca (Woroniecka-Leciejewicz 2015).

W niniejszej pracy odzwierciedlenia zależności między instrumentami polityki fiskalnej i monetarnej a uzyskanymi w wyniku ich zastosowania efektami ekonomicznymi stanowiącymi wypłaty gry, wykorzystano zbudowany w tym celu model makroekonomiczny oparty na koncepcji modelu nowej syntezy neoklasycznej. Model ten, zawierający cztery podstawowe równania: luki popytowej, inflacji, inflacji oczekiwanej i regułę Taylora wyznaczania stopy procentowej przez bank centralny, pozwala śledzić przebieg koniunktury gospodarczej w czasie oraz uwzględnia wpływ stopy procentowej na gospodarkę. W celu umożliwienia obserwacji oddziaływania nie tylko instrumentów polityki monetarnej, ale również fiskalnej, polityki model ten został uzupełniony o wydatki budżetowe. Dokonano estymacji modelu na podstawie kwartalnych szeregów czasowych dla gospodarki polskiej w okresie 2000-2014 z wykorzystaniem potrójnej metody najmniejszych kwadratów.

Oszacowany model wykorzystano do pierwszych badań nad grą monetarno-fiskalną, których wyniki zostały przedstawione w niniejszej pracy; będą one kontynuowane. Wypełnienie liczbami tablicy wypłat (tabela1) uzyskano wykonując symulacje na modelu makroekonomicznym dla różnych kombinacji instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej w założonym przedziale wahań i wykorzystując uzyskane w ten sposób wyniki dotyczące wzrostu PKB i inflacji. Przeprowadzono szereg badań symulacyjnych z wykorzystaniem powyższej gry bazującej na modelu makroekonomicznym.

### 3. Matematyczne sformułowanie gry

Relacje między władzami fiskalnymi i monetarnymi zostały opisane za pomocą gry niekooperacyjnej. Gra jest formułowana w postaci strategicznej i obejmuje:

- i. Dwóch graczy  $i=1,2$ : władze fiskalne (rząd) i władze monetarne (bank centralny).
- ii. Dla każdego gracza  $i=1,2$  określony jest zbiór  $\Omega^i$  strategii. Strategie władz fiskalnych dotyczą polityki budżetowej – od maksymalnie restrykcyjnej do ekstremalnie ekspansywnej. Miarą restrykcyjności/ekspansywności tej polityki jest poziom deficytu budżetowego w relacji do PKB (oznaczony przez  $b$ ). Strategie władz monetarnych obejmują zakres od maksymalnie restrykcyjnej do ekstremalnie ekspansywnej, a miarą restrykcyjności/ekspansywności tej polityki jest poziom realnej stopy procentowej

(oznaczone przez  $r$ ). Niech  $\Omega$  oznacza iloczyn Kartezjański tych zbiorów strategii:  
 $\Omega = \Omega^1 \times \Omega^2$ .

- iii. Dla każdego gracza  $i=1, 2$ , jest zdefiniowana funkcja  $h^i: \Omega \rightarrow \mathbf{R}$ , która określa wypłatę gracza  $i$  przy określonych strategiach podjętych przez obydwu graczy. Wypłata władz fiskalnych jest mierzona jako wzrost PKB i oznaczona przez  $y$ , gdzie  $y=h^1(b, r)$ . Wypłata władz monetarnych mierzona jest jako poziom inflacji oznaczony przez  $p$ , gdzie  $p=h^2(b, r)$ . Funkcje  $h^i, i=1, 2$ , są zdefiniowane przez relacje modelu makroekonomicznego.
- iv. Dla każdego gracza  $i=1, 2$ , jest określona relacja preferencji na zbiorze osiągalnych wypłat. Zakłada się, że każdy gracz chce osiągnąć zakładany cel: władze fiskalne – pożądaną poziom wzrostu PKB, a władze monetarne – pożądaną poziom inflacji.

Wypłaty gry w formie dyskretnej przedstawione są w tabeli 4. Strategie władz fiskalnych oznaczają strategie polityki budżetowej – od skrajnie restrykcyjnej w pierwszym wierszu do skrajnie ekspansywnej w ostatnim. Jako miernik stopnia restrykcyjności/ekspansywności polityki fiskalnej przyjęto poziom deficytu budżetowego w relacji do PKB. Analogicznie, strategie władz monetarnych oznaczają strategie polityki pieniężnej – od skrajnie restrykcyjnej w pierwszej kolumnie do skrajnie ekspansywnej w ostatniej, przy czym jako wyznacznik restrykcyjności/ekspansywności polityki monetarnej przyjęto wysokość realnej stopy procentowej. Wypłaty zostały oznaczone w następujący sposób:  $y_{ij}$  - wypłata władz fiskalnych (tempo wzrostu PKB) w przypadku, gdy rząd stosuje strategię fiskalną  $F_i$ , a bank centralny strategię monetarną  $M_j$ ,  $p_{ij}$  - wypłata władz monetarnych (inflacja) w tej samej sytuacji strategicznej. Symbolem  $b_i$  oznaczono deficyt budżetowy w relacji do PKB, charakteryzujący  $i$ -tą strategię fiskalną, natomiast  $r_j$  - realną stopę procentową przypisaną  $j$ -tej strategii pieniężnej.

#### 4. Model makroekonomiczny NSN-GMF

W rozdziale tym przedstawiony zostanie rekurencyjny model makroekonomiczny oparty na koncepcji modelu nowej syntezy neoklasycznej (New Neoclassical Synthesis - NSN). Model ten przeznaczony jest do symulacji rozpatrywanej gry monetarno-fiskalnej.

W ostatnich latach obserwuje się rozwój modeli opartych na strukturze dynamicznej stochastycznej równowagi ogólnej, stanowiących próbę konsensu między alternatywnymi poglądami teoretycznymi w dziedzinie kluczowych zjawisk i problemów makroekonomicz-



nych. Modele te uwzględniają pewne niedoskonałości rynkowe uzasadniające przejściowy wpływ polityki monetarnej na aktywność gospodarczą. Nowa synteza neoklasyczna (New Neoclassical Synthesis) stara się połączyć mocne strony konkurujących ze sobą współczesnych teorii. Z nowej klasycznej makroekonomii (New Classical Economics) oraz szkoły realnego cyklu koniunkturalnego (Real Business Cycle) przejmując koncepcje międzyokresowej optymalizacji gospodarstw domowych i firm, racjonalnych oczekiwań oraz stale zrównoważonych rynków. Dostarczają one analizie makroekonomicznej dynamicznych podstaw mikroekonomicznych opartych na zachowaniu reprezentatywnego podmiotu. Nawiązuje również do teorii neokeynesowskiej (New Keynesian Economics) przyjmując założenie monopolistycznej konkurencji, w której ceny nominalne zmieniają się jedynie sporadycznie i występuje przejściowa sztywność cenowa. Ta koncepcja teoretyczna, określana jest w literaturze przedmiotu mianem nowej syntezy neoklasycznej (Goodfriend, King 1997), modelu neowickselowskiego (Woodford 2003), modelu neokeynesowskiego (Blanchard 2009), nowego konsensu w makroekonomii (Arestis 2009), nowej keynesowskiej makroekonomii (Spahn 2009).

Model nowej syntezy neoklasycznej zbudowany jest wokół trzech zależności osadzonych głęboko w teorii ekonomii i uznawanych za kluczowe w opisie mechanizmu transmisji impulsów polityki pieniężnej, a mianowicie krzywej IS, krzywej Phillipsa i reguły Taylora. Podstawowy model NSN jest przedstawiony w ujęciu formalnym w pracach (Goodhart 2007, s. 2–3; Galí 2009, s. 2–3).

Zastosowany do analizy gry monetarno-fiskalnej model makroekonomiczny NSN-GMF jest oparty na koncepcji podstawowego modelu nowej syntezy neoklasycznej (New Neoclassical Synthesis - NSN), zawierającego trzy podstawowe równania: luki popytowej, inflacji i regułę Taylora wyznaczania stopy procentowej przez bank centralny. Model NSN uwzględnia wpływ odchylenia realnej stopy procentowej od jej poziomu naturalnego gospodarke (na lukę popytową i pośrednio na inflację). W celu umożliwienia obserwacji oddziaływania nie tylko instrumentów polityki monetarnej, ale również fiskalnej, model ten został rozbudowany z uwzględnieniem wydatków budżetowych. Należy zaznaczyć, że część opóźnień w modelu wprowadzono z uwagi na rekurencyjny charakter modelu symulacyjnego, który jest zastosowany w celu analizy wpływu instrumentów polityki makroekonomicznej na gospodarke i wykorzystywany w badaniu wielokryterialnych zagadnień policy-mix w ujęciu teorii gier. Ponadto do modelu wprowadzono równanie inflacji oczekiwanej. Poniżej przedstawiono równania rekurencyjnego modelu opartego na modelu podstawowym nowej

syntezy neoklasycznej. W równaniach tych przyjęto oznaczenia zgodnie z podstawowym modelem NSN.

#### Równanie luki produkcji (dynamiczna, międzyokresowa wersja krzywej IS)

Równanie to, określane również jako dynamiczna, międzyokresowa wersja krzywej IS, opisuje funkcję zagregowanego popytu opartą na optymalnych decyzjach reprezentatywnego konsumenta. Równanie luki produkcji ma następującą postać:

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \alpha_2 (r_t - \pi_t^e - r_t^n) + \alpha_3 g_t, \quad (1)$$

$$\text{gdzie: } x_t = y_t - y_t^n, \quad g_t = G_t - G_t^n. \quad (2a)$$

$$\text{gdzie: } x_t = \ln y_t - \ln y_t^n, \quad g_t = \ln G_t - \ln G_t^n. \quad (3b)$$

Luka produkcji  $x_t$  zdefiniowana jest jako odchylenie między wielkością bieżącej produkcji realnej  $y_t$ , a jej poziomem potencjalnym (naturalnym)  $y_t^n$  w stanie równowagi z doskonałymi elastycznymi cenami (bez nominalnych sztywności cen). Produkt naturalny, podobnie jak naturalna stopa procentowa  $r_t^n$  zostały wyznaczone jako trend długookresowy z wykorzystaniem filtru Hodricka-Prescotta. Luka produkcji jest uzależniona od swojej wartości opóźnionej oraz od luki stopy procentowej, tzn. odchylenia realnej stopy procentowej od poziomu naturalnego  $r_t^n$ , przy czym realna stopa procentowa została obliczona jako różnica: nominalna stopa procentowa  $r_t$  (WIBOR 1M) minus oczekiwana inflacja  $\pi_t^e$ . Postać równania jest analogiczna jak równaniu luki produkcji wyprowadzonym w ramach modelu NSN na podstawie przesłanek mikroekonomicznych z zastrzeżeniem, że pominięto jako zmienną objaśniającą oczekiwania dotyczące kształtowania się luki produkcji w przyszłości. Uproszczenie to oznacza pozbawienie krzywej zagregowanego popytu charakteru antycypacyjnego, niemniej jednak jest praktyką stosowaną powszechnie w pracach empirycznych, m.in. w modelach Batini i Haldane (1999), Muinhososa (2001) oraz de Freitas i Muinhososa (2001), Kokoszczyński i in. (2002). W modelu uwzględniono dodatkowo wpływ polityki fiskalnej – wpływ realnych wydatków budżetowych  $G_t$  w kategoriach luki, tzn. odchylenia od wartości naturalnej  $G_t^n$ , przy czym  $G_t^n$  analogicznie zostało wyznaczone z wykorzystaniem filtru Hodricka-Prescotta. Luka produkcji  $x_t$  i luka wydatków budżetowych  $g_t$  są definiowane w modelu w dwóch wersjach: bądź jako odchylenie bezwzględne od wartości naturalnej (wersja a), bądź jako odchylenie logarytmów (wersja b).

### Równanie inflacji (neokeynesowska krzywa Phillipsa)

Równanie to, znane jako neokeynesowska krzywa Phillipsa, przedstawia funkcję zagregowanej podaży opartą na decyzjach cenowych przedsiębiorstwa w warunkach niedoskonałej konkurencji (model Calvo, Calvo 1983). Inflacja zależy od inflacji oczekiwanej  $\pi_t^e$  i luki produkcji  $x_t$ . Równanie inflacji ma następującą postać:

$$\pi_t = \beta_0 + \beta_1 \pi_{t-1}^e + \beta_2 x_t. \quad (4)$$

Należy zaznaczyć, że część opóźnień w modelu wprowadzono z uwagi na rekurencyjny charakter modelu symulacyjnego, który jest zastosowany w celu analizy wpływu instrumentów policy mix polityki na gospodarkę i wykorzystywany w grze monetarno-fiskalnej.

### Równanie inflacji oczekiwanej

W równaniu tym oczekiwania inflacyjne objaśniane są przez swoją opóźnioną wartość oraz stopę wzrostu cen (inflację) w danym kwartale. Równanie inflacji oczekiwanej ma następującą postać:

$$\pi_t^e = \delta_0 + \delta_1 \pi_{t-1}^e + \delta_2 \pi_t. \quad (5)$$

### Równanie stopy procentowej (reguła Taylora)

Równanie to stanowi regułę wyznaczania przez bank centralny nominalnej stopy procentowej w odpowiedzi na odchylenie bieżącej inflacji od wyznaczonego celu inflacyjnego  $\pi^*$  oraz na zmiany bieżącej koniunktury (luki produkcji). Jest to więc funkcja reakcji banku centralnego typu Taylora. Równanie stopy procentowej ma następującą postać:

$$r_t = \varphi_0 + \varphi_1 r_{t-1} + \varphi_2 (\pi_{t-1} - \pi_{t-1}^*) + \varphi_3 x_{t-1}. \quad (6)$$

Część opóźnień w powyższym modelu wprowadzono z uwagi na rekurencyjny charakter modelu symulacyjnego, który jest stosowany w grze monetarno-fiskalnej. Dlatego m. in. w równaniu stopy procentowej zastosowano opóźnione odchylenie inflacji od celu inflacyjnego, a także opóźnioną lukę produkcji.

## **5. Wyniki estymacji modelu**

Poniżej przedstawiono wyniki estymacji modelu NSN-GMF jako układu (systemu) równań współzależnych, uzyskane z zastosowaniem potrójnej metody najmniejszych kwadratów na podstawie szeregów czasowych dla gospodarki polskiej z okresu 2000-2014 (dane



kwartalne). Wyniki dotyczą wersji 1a modelu (luka produkcji i luka wydatków budżetowych są definiowane jako odchylenie bezwzględne od wartości naturalnej).

Do obliczeń wykorzystano pakiet ekonometryczny GRET. Do celów estymacji przyjęto nazwy zmiennych zawarte w tabeli 5.1:

Tabela 5.1. Zestawienie zmiennych wykorzystanych w estymacji modelu

Nazwa zmiennej	Objaśnienie
luka_prod	Luka produkcji, w równaniach 1-4 oznaczona symbolem $x$ , mierzona jako odchylenie produktu krajowego brutto w ujęciu realnym (symbol $y$ w powyższych równaniach) od jej naturalnego poziomu (symbol $y^n$ w powyższych równaniach). W szeregach czasowych wykorzystano dane GUS, zgodnie z metodologią Europejskiego Systemu Rachunków Narodowych i Regionalnych: PKB (ceny stałe), analogiczny okres roku poprzedniego=100. Produkt naturalny został wyznaczony jako trend długookresowy PKB w ujęciu realnym z wykorzystaniem filtru Hodricka-Prescotta.
luka_prod_1	Luka produkcji, opóźniona o jeden okres (kwartał)
inflacja	Inflacja, w równaniach 1-4 oznaczona symbolem $\pi$ , na podstawie wskaźnika cen konsumpcyjnych, analogiczny okres roku poprzedniego=100 (dane GUS)
oczekiwana_infl	Inflacja oczekiwana, mierzona jako średnia oczekiwana stopa inflacji na najbliższy rok, dane NBP, Ipsos
oczekiwana_infl_1	Inflacja oczekiwana, opóźniona o jeden okres
WIBOR	stopa procentowa WIBOR 1M (nominalna, na początek kwartału), dane z serwisu Money.pl ( <a href="http://www.money.pl/">http://www.money.pl/</a> )
WIBOR_1	stopa procentowa WIBOR 1M (nominalna), opóźniona o jeden okres
luka_WIBOR	Luka stopy procentowej, tj. odchylenie realnej stopy procentowej WIBOR 1M od stopy naturalnej (w równaniach 1-4 oznaczona symbolem $r^n$ ), przy czym realna stopa procentowa WIBOR 1M została obliczona jako różnica: nominalna stopa WIBOR (symbol $r$ w powyższych równaniach) minus oczekiwana inflacja (symbol $\pi^e$ ). Naturalna stopa procentowa (realna), została wyznaczona jako trend długookresowy realnej stopy procentowej z wykorzystaniem filtru Hodricka-Prescotta.
luka_wydatkow	Odchylenie realnych wydatków publicznych od poziomu naturalnego, w równaniach 1-4 oznaczone symbolem $g$ , mierzona jako odchylenie wydatków publicznych w ujęciu realnym (symbol $G$ w powyższych równaniach) od ich naturalnego poziomu (symbol $G^n$ w powyższych równaniach). W szeregach czasowych wykorzystano dane GUS o wydatkach sektora finansów publicznych. Wydatki naturalne zostały wyznaczone jako trend długookresowy realnych wydatków publicznych z wykorzystaniem filtru Hodricka-Prescotta.
odch_od_celu_infl	Odchylenie inflacji (symbol $\pi^e$ ) od celu inflacyjnego (symbol $\pi^*$ ) wyznaczonego przez NBP, dane NBP (Założenia polityki pieniężnej)
odch_od_celu_infl_1	Odchylenie inflacji od celu inflacyjnego, opóźnione o jeden okres

Pełny zestaw oszacowanych równań modelu przedstawiony jest poniżej (odchylenia standardowe dla oszacowanych współczynników podane są w nawiasach).

Równanie 1

$$\text{luka\_prod} = 0,0273 + 0,6938 \text{luka\_prod}_1 - 0,4243 \text{luka\_WIBOR} + 0,1376 \text{luka\_wydatkow}$$

(0,1195) (0,0840) (0,1247) (0,0621)

Równanie 2

$$\text{inflacja} = 0,5550 + 0,7532 \text{oczekiwana\_infl}_1 + 0,3384 \text{luka\_prod}$$

(0,1893) (0,0578) (0,0911)

Równanie 3

$$\text{oczekiwana\_infl} = -0,1963 + 0,1431 \text{oczekiwana\_infl}_1 + 0,9152 \text{inflacja}$$

(0,1028) (0,0587) (0,0742)

Równanie 4

$$\text{WIBOR} = 0,2653 + 0,9227 \text{WIBOR}_1 + 0,1967 \text{odch\_od\_celu\_i~}_1 + 0,2297 \text{luka\_prod}_1$$

(0,0946) (0,0132) (0,0290) (0,0346)

Poniżej przedstawiono szczegółowe wyniki estymacji modelu NSN-GMF z zastosowaniem potrójnej metody najmniejszych kwadratów w pakiecie ekonometrycznym GRETL.

**System równań, model NSN-GMF, potrójna metoda najmniejszych kwadratów**

Równanie 1: Estymacja 3SLS, wykorzystane obserwacje 2001:1-2014:4 (N = 56)

Zmienna zależna (Y): luka\_prod

Instrumenty: const luka\_prod\_1 luka\_WIBOR luka\_wydatkow oczekiwana\_infl\_1 WIBOR\_1 odch\_od\_celu\_infl\_1

	współczynnik	błąd standardowy	z	wartość p	
const	0,0272869	0,119475	0,2284	0,8193	
luka_prod_1	0,693819	0,0840444	8,255	1,51e-016	***
luka_WIBOR	-0,424272	0,124742	-3,401	0,0007	***
luka_wydatkow	0,137646	0,0620940	2,217	0,0266	**

Średn.aryt.zm.zależnej - 0,113802      Odch.stand.zm.zależnej 1,541290  
 Suma kwadratów reszt 46,33381      Błąd standardowy reszt 0,909610  
 Wsp. determ. R-kwadrat 0,647118      Skorygowany R-kwadrat 0,626760

Równanie 2: Estymacja 3SLS, wykorzystane obserwacje 2001:1-2014:4 (N = 56)

Zmienna zależna (Y): inflacja

Instrumenty: const luka\_prod\_1 luka\_WIBOR luka\_wydatkow oczekiwana\_infl\_1 WIBOR\_1 odch\_od\_celu\_infl\_1

	współczynnik	błąd standardowy	z	Wartość p	
const	0,554993	0,189279	2,932	0,0034	***
oczekiwana_infl_1	0,753164	0,0577744	13,04	7,61e-039	***
luka_prod	0,338427	0,0911186	3,714	0,0002	***

Średn.aryt.zm.zależnej 2,606757      Odch.stand.zm.zależnej 1,678949  
 Suma kwadratów reszt 36,97738      Błąd standardowy reszt 0,812595  
 Wsp. determ. R-kwadrat 0,765484      Skorygowany R-kwadrat 0,756635

Równanie 3: Estymacja 3SLS, wykorzystane obserwacje 2001:1-2014:4 (N = 56)

Zmienna zależna (Y): oczekiwana\_infl

Instrumenty: const luka\_prod\_1 luka\_WIBOR luka\_wydatkow oczekiwana\_infl\_1 WIBOR\_1 odch\_od\_celu\_infl\_1

	współczynnik	błąd standardowy	z	Wartość p	
const	-0,196344	0,102801	-1,910	0,0561	*
oczekiwana_infl_1	0,143050	0,0587171	2,436	0,0148	**
inflacja	0,915195	0,0741551	12,34	5,41e-035	***

Średn.aryt.zm.zależnej 2,586357      Odch.stand.zm.zależnej 1,736927  
 Suma kwadratów reszt 11,16849      Błąd standardowy reszt 0,446584  
 Wsp. determ. R-kwadrat 0,936581      Skorygowany R-kwadrat 0,934188

Równanie 4: Estymacja 3SLS, wykorzystane obserwacje 2001:1-2014:4 (N = 56)

Zmienna zależna (Y): WIBOR

Instrumenty: const luka\_prod\_1 luka\_WIBOR luka\_wydatkow oczekiwana\_infl\_1 WIBOR\_1 odch\_od\_celu\_infl\_1

	współczynnik	błąd standardowy	z	wartość p	
const	0,265344	0,0946242	2,804	0,0050	***
WIBOR_1	0,922672	0,0131957	69,92	0,0000	***
odch od celu i~ 1	0,196669	0,0290075	6,780	1,20e-011	***
luka_prod_1	0,229699	0,0345724	6,644	3,05e-011	***

Średn.aryt.zm.zależnej 5,858571      Odch.stand.zm.zależnej 3,643124  
 Suma kwadratów reszt 8,191705      Błąd standardowy reszt 0,382466  
 Wsp. determ. R-kwadrat 0,988783      Skorygowany R-kwadrat 0,988136

Macierz wariancji i kowariancji dla reszt poszczególnych równań (skorelowania w nawisach - powyżej elementów diagonalnych)

0,82739 (-0,581) (-0,030) (0,117)  
 - 0,42909 0,66031 (-0,545) (-0,245)  
 - 0,012163 - 0,19768 0,19944 (0,302)  
 0,040689 - 0,076220 0,051648 0,14628

logarytm wyznacznika = - 5,31276

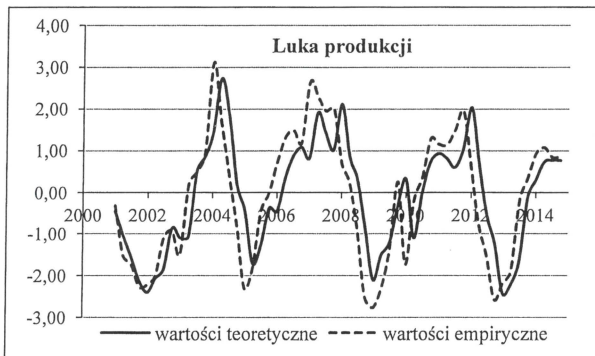
Test Breuscha-Pagana dla diagonalnych elementów macierzy kowariancji:

Chi-kwadrat(6) = 44,795 [0,0000]

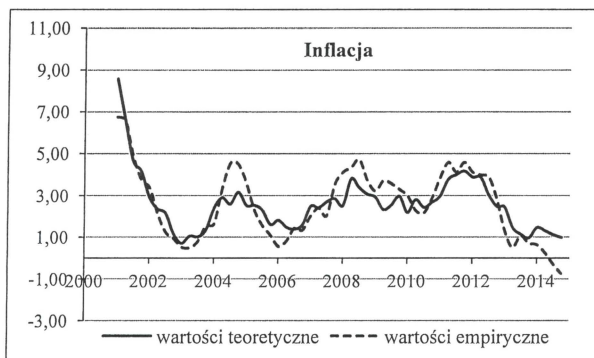
Test Hansena-Sargana nadmiernej identyfikacji:

Chi-kwadrat(14) = 38,9677 [0,0004]

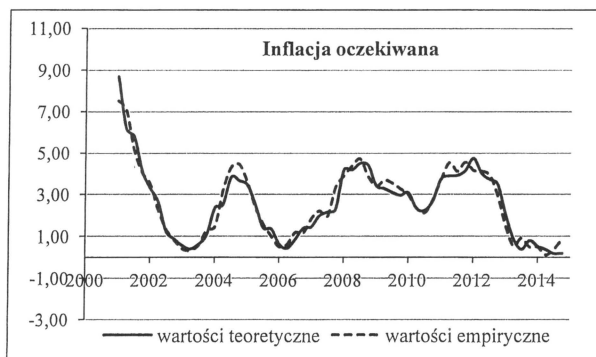
Wykresy na rys. 5.1 – 5.4 przedstawiają dopasowanie zmiennych endogenicznych: wartości teoretyczne obliczone na podstawie oszacowanego modelu w porównaniu z wartościami empirycznymi.



Rys. 5.1. Luka produkcji. Wartości teoretyczne i empiryczne

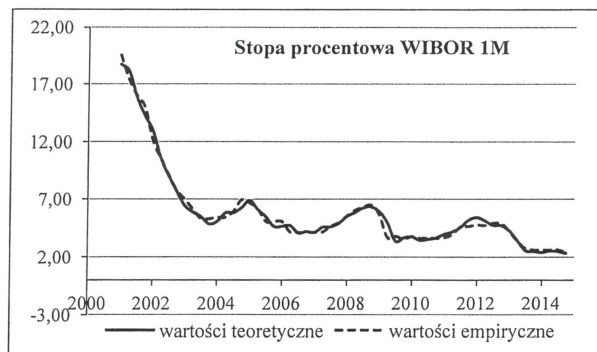


Rys. 5.2. Inflacja. Wartości teoretyczne i empiryczne



Rys. 5.3. Inflacja oczekiwana. Wartości teoretyczne i empiryczne





Rys. 5.4. Stopa procentowa WIBOR 1M. Wartości teoretyczne i empiryczne

W celu analizy sformułowanej gry monetarno-fiskalnej i wypełnienia tablicy wypłat przeprowadzono symulacje na oszacowanym modelu NSN-GMF dla wszystkich rozważanych kombinacji wartości instrumentów fiskalnych i monetarnych. Symulacja na rekurencyjnym modelu makroekonomicznym zakładała stan początkowy gospodarki reprezentowany przez zmienne modelu na podstawie danych empirycznych z ostatniego kwartału 2000 roku. Zmienne te w kolejnych kwartałach począwszy od pierwszego kwartału 2001 roku były obliczane z wykorzystaniem oszacowanych równań modelu NSN-GMF, przy czym nominalna stopa procentowa była wyznaczana przez regułę Taylora, a luka wydatków na podstawie danych statystycznych o realnych wydatkach publicznych ex post. W wybranym okresie (w prezentowanych wynikach gry monetarno-fiskalnej począwszy od pierwszego kwartału 2008 roku przez okres 8 kwartałów) zakłada się impuls w postaci zmiany policy mix. Zmiana policy mix jest odzwierciedlana przez zmiany instrumentów polityki monetarnej i fiskalnej, tj. zmianę realnej stopy procentowej (nominalna stopa jest wyznaczana przez dodanie inflacji oczekiwanej do stopy realnej) oraz deficytu budżetowego w relacji do PKB (na podstawie względnego deficytu i stopy podatkowej są obliczane realne wydatki publiczne i w dalszym ciągu luka wydatków). Wartości instrumentów utrzymywane są na tym samym poziomie przez osiem kwartałów, a potem następuje powrót do reguły Taylora w polityce pieniężnej i polityki budżetowej ex post z odpowiedniego okresu. Jako mierniki efektów zastosowanej policy mix przyjęto wybrane wskaźniki makroekonomiczne osiągnięte w wyniku zmiany w nastawieniu polityki, tj. zmiany wartości realnej stopy procentowej i deficytu budżetowego w stosunku do PKB. Miernikami tych efektów są: średnioroczne tempo wzrostu produkcji i średnioroczna inflacja w analizowanym okresie 2 lat (8 kwartałów) począwszy od zmiany instrumentów policy mix.

## 6. Analiza gry monetarno-fiskalnej

Strategie i wypłaty gry były analizowane przy zastosowaniu modelu NSN-GMF przedstawionego w rozdziale 4, dla wyników estymacji przedstawionych w rozdziale 5.

Przeprowadzono szereg symulacji komputerowych dla różnych wariantów parametrów modelu i początkowych wartości jego zmiennych. Niżej przedstawia się i omawia wybrane wyniki.

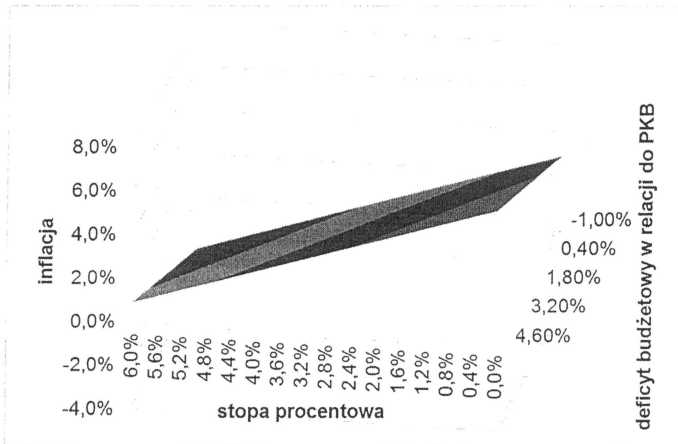
W tabeli 6.1 przedstawiono wypłaty wyznaczone dla wybranej liczby strategii fiskalnych: deficytu budżetowego w relacji do PKB (podanego w pierwszej kolumnie) w przedziale od -1% do 4,6% w kolejności rosnącej, oznaczającej rosnącą ekspansywność polityki fiskalnej oraz dla wybranej liczby strategii monetarnych: realnej stopy procentowej (podanej w pierwszym wierszu) w kolejności malejącej odzwierciedlającej zwiększającą się ekspansywność polityki monetarnej w przedziale od 5% do 1%. Przy zmniejszaniu stopy procentowej obserwuje się wzrost inflacji, ale również zwiększanie tempa wzrostu PKB. Wzrost deficytu budżetowego powoduje zwiększanie inflacji oraz zwiększanie tempa wzrostu PKB

Tabela 6.1. Tablica wypłat gry

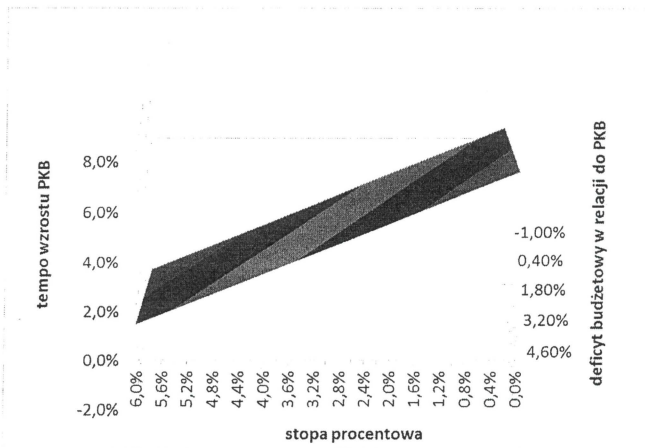
	stopa procentowa															
	5,00%	4,60%	4,20%	3,80%	3,40%	3,00%	2,60%	2,20%	1,80%	1,40%	1,00%					
deficyt budżetowy w relacji do PKB	-1,00%	-1,46%	-1,11%	-0,76%	-0,41%	-0,06%	0,29%	0,63%	0,98%	1,33%	1,68%	2,02%				
	-0,65%	-0,24%	0,17%	0,58%	0,98%	1,39%	1,80%	2,21%	2,61%	3,02%	3,43%	2,23%				
	-0,60%	-0,44%	-0,03%	0,38%	0,79%	1,19%	1,60%	2,01%	2,41%	2,82%	3,23%	3,63%	2,45%			
	-0,20%	-0,23%	0,03%	0,18%	0,33%	0,49%	0,71%	1,06%	1,41%	1,75%	2,10%	2,45%				
	0,20%	-0,02%	-0,39%	0,79%	1,20%	1,61%	2,02%	2,42%	2,83%	3,24%	3,64%	4,05%	2,66%			
	0,60%	0,19%	-0,59%	0,99%	1,41%	1,82%	2,23%	2,63%	3,04%	3,45%	3,85%	4,26%	2,87%			
	1,00%	0,39%	-0,39%	0,80%	1,21%	1,62%	2,03%	2,43%	2,84%	3,25%	3,65%	4,06%	3,08%			
	1,40%	0,60%	-0,18%	1,01%	1,42%	1,83%	2,23%	2,64%	3,05%	3,46%	3,86%	4,27%	3,29%			
	1,80%	0,81%	0,03%	1,22%	1,63%	2,03%	2,44%	2,85%	3,26%	3,66%	4,07%	4,48%	3,50%			
	2,20%	1,02%	0,25%	1,43%	1,83%	2,24%	2,65%	3,06%	3,46%	3,87%	4,28%	4,69%	3,71%			
	2,60%	1,23%	0,46%	1,63%	2,04%	2,45%	2,86%	3,26%	3,67%	4,08%	4,49%	4,89%	3,93%			
	3,00%	1,43%	0,67%	1,84%	2,25%	2,66%	3,07%	3,47%	3,88%	4,29%	4,69%	5,10%	4,14%			
	3,40%	1,64%	0,88%	2,05%	2,46%	2,86%	3,27%	3,68%	4,09%	4,49%	4,90%	5,31%	4,35%			
	3,80%	1,85%	1,10%	2,26%	2,66%	3,07%	3,48%	3,89%	4,29%	4,70%	5,11%	5,52%	4,56%			
	4,20%	2,06%	1,31%	2,46%	2,87%	3,28%	3,69%	4,09%	4,50%	4,91%	5,32%	5,72%	4,77%			
	4,60%	2,26%	1,52%	2,67%	3,08%	3,49%	3,89%	4,30%	4,71%	5,12%	5,52%	5,93%	4,98%			

Wypłaty graczy w formie graficznej przedstawione są na Rys. 6.1 do 6.2.

Rysunki 6.1, 6.2 przedstawiają odpowiednio wypłaty: władz fiskalnych - tempo wzrostu PKB oraz władz monetarnych: inflację w zależności od instrumentów ich polityk: realnej stopy procentowej i deficytu budżetowego w relacji do PKB.



Rys. 6.1. Poziom inflacji w zależności od realnej stopy procentowej i deficytu budżetowego w relacji do PKB



Rys. 6.2. Tempo wzrostu PKB w zależności od realnej stopy procentowej i deficytu budżetowego w relacji do PKB

Inflacja jest na niskim poziomie, gdy stosowana jest kombinacja obu restrykcyjnych polityk: fiskalnej i monetarnej. Wzrost ekspansywności polityki fiskalnej i monetarnej prowadzi do wzrostu inflacji z jednej strony i do przyspieszenia wzrostu gospodarczego z drugiej.

Przyjmijmy, że władze fiskalne i władze monetarne zakładają osiągnięcie określonych celów swoich polityk. Władze fiskalne próbują osiągnąć wzrost PKB na poziomie  $y^g$ , a władze

monetarne zakładają osiągnięcie celu inflacyjnego  $p^g$ . Niech  $\Omega$  oznacza zbiór dopuszczalnych par strategii  $(b, r)$ . Optymalne strategie graczy w grze niekooperacyjnej (strategie najlepszych odpowiedzi) mogą być wyznaczone jako rozwiązania następujących problemów optymalizacji:

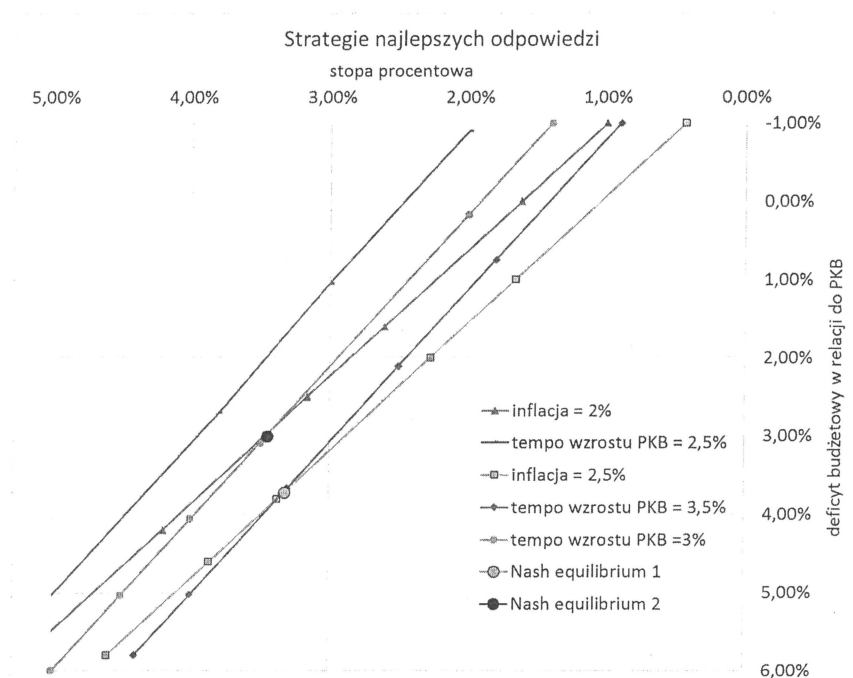
$$\text{Min } |h^2(b, r) - p^g|$$

ze względu na  $r \in \Omega^2$ , rozwiązywanego dla wszystkich  $b \in \Omega^1$ , w przypadku władz monetarnych, oraz problemu:

$$\text{Min } |h^1(b, r) - y^g|$$

ze względu na  $b \in \Omega^1$ , rozwiązywanego dla wszystkich  $r \in \Omega^2$ , w przypadku władz fiskalnych.

Przykłady wyznaczonych strategii najlepszych odpowiedzi są przedstawione na rys. 6.3.



Rys. 6.3. Przykład strategii najlepszych odpowiedzi dla różnych celów inflacyjnych i różnego planowanego tempa wzrostu PKB 1,5%.



Optymalne strategie władz monetarnych, przy których osiągnany jest cel inflacyjny  $p^s = 2,5\%$  zaznaczono na rys.6.3 linią ciągłą ze znacznikami w postaci kwadratów oraz dla celu inflacyjnego 2% ze znacznikami w postaci trójkątów. Można zauważyć, że podwyższenie celu inflacyjnego z 2% do 2,5% powoduje przesunięcie optymalnych strategii pieniężnych w prawo w kierunku bardziej ekspansywnej polityki monetarnej.

Optymalne strategie władz fiskalnych, przy których może być osiągnięty wzrost PKB:  $y^s = 3\%$  zaznaczono na rys. 6.3 linią ciągłą ze znacznikami w formie małych kół. Dla porównania wyznaczono także optymalne odpowiedzi władz fiskalnych dla tempa wzrostu PKB 2,5% (znaczniki w postaci poziomych kresek) oraz dla tempa wzrostu 3,5% (znaczniki w postaci rombów). Można zaobserwować, że następuje przesunięcie optymalnych strategii fiskalnych odpowiednio w dół, tzn. w kierunku bardziej ekspansywnej polityki budżetowej na skutek wyznaczenia ambitniejszych celów w zakresie wzrostu gospodarczego (wzrost PKB 3,5%), bądź w górę, w kierunku bardziej restrykcyjnej polityki budżetowej w przeciwnym wypadku (wzrost PKB 2,5%).

Rozpatrzmy możliwość koordynacji polityk tych władz jako graczy. Zakładamy, że każdy z graczy stara się zminimalizować odległość względem zakładanego celu: tj.

$$d^v = |h^1(b, r) - y^s| \text{ i } d^p = |h^2(b, r) - p^s|$$

odpowiednio dla władz fiskalnych i władz monetarnych. W tym przypadku wielkości  $d^v$  i  $d^p$  mogą być traktowane jako kryteria, które powinny być minimalizowane jednocześnie.

Niech  $d^\Omega$  oznacza zbiór osiągalnych wartości par liczb  $(d^v, d^p)$  dla  $(b, r) \in \Omega$ . Mówimy, że para  $(d^v, d^p)$  jest Pareto optymalna w zbiorze  $d^\Omega$  jeśli nie istnieje żadna para  $(d^v, d^p) \in d^\Omega$ ,  $(d^v, d^p) \neq (d^v, d^p)$ , taka, że  $d^v \leq d^v$  i  $d^p \leq d^p$ .

Strategie efektywne, prowadzące do Pareto optymalnych wypłat graczy zostały wyznaczone jako rozwiązania następującego problemu optymalizacji wielokryterialnej:

$$\mathbf{VMin} (|h^1(b, r) - y^s|, |h^2(b, r) - p^s|)$$

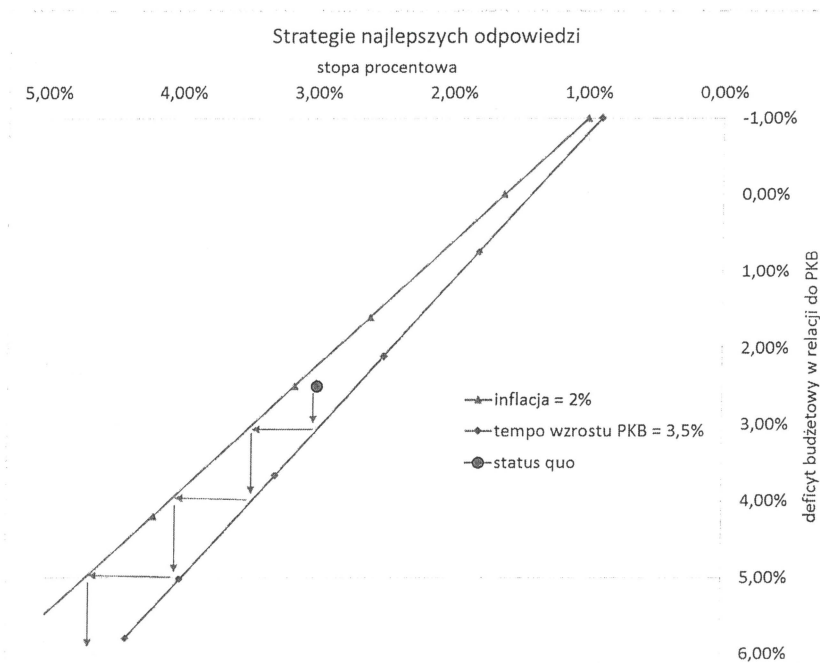
ze względu na  $(b, r) \in \Omega$ .

Zapis  $\mathbf{VMin}$  oznacza, że kryteria odległości od zakładanych celów  $y^s$  i  $p^s$  są minimalizowane łącznie. Reprezentacja tych strategii efektywnych została wyznaczona z zastosowaniem metody punktu referencyjnego (Wierzbicki 1986, Wierzbicki i inni 2000).

Porównując strategie najlepszych odpowiedzi władz monetarnych i fiskalnych, można zauważyć istnienie equilibrium Nasha dla celu inflacyjnego 2% i planowanego wzrostu PKB

3%. Equilibrium to jest uzyskiwane dla realnej stopy procentowej 3,45% oraz deficytu budżetowego w relacji do PKB 3,0%. W przypadku celu inflacyjnego 2,5% i planowanego tempa wzrostu PKB 3,5% equilibrium jest uzyskiwane dla stopy procentowej 3,3% oraz deficytu budżetowego 3,7%.

Zauważmy, że jest możliwa koordynacja polityki fiskalnej i monetarnej, dla których istnieje równowaga Nasha w rozpatrywanym przedziale wartości instrumentów tych polityk. Przykładowo zmniejszenie zakładanej inflacji z 2,5% do 2% jest możliwe przy zmniejszeniu ambitnego celu wzrostu PKB z 3,5% do 3%. Oba prezentowane przykłady equilibrium Nasha są Pareto optymalne w przestrzeni wypłat.

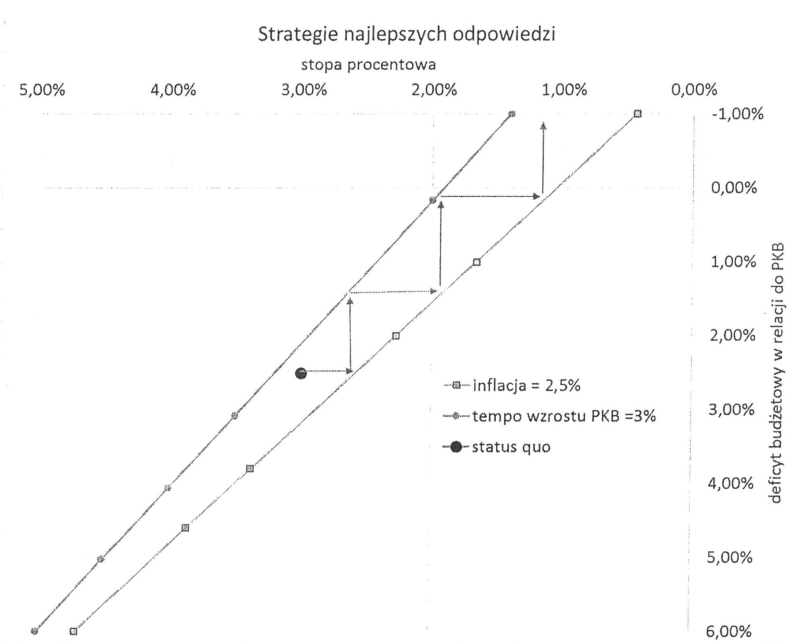


Rys. 6.4. Sekwencja strategii władz fiskalnych i monetarnych zgodnie z założonymi celami. (przykład 1)

W ogólnym przypadku wymagane jest odpowiednie uzgodnienie celów władz fiskalnych i monetarnych. Brak takiego uzgodnienia i przykładowo przyjęcie przez władze fiskalne planowanego tempa wzrostu 3,5% , a przez władze monetarne – celu inflacyjnego 2% oraz próba realizacji tych celów przez niezależne przyjmowanie odpowiednich polityk prowadzi

do rozwiązania, które nie jest Pareto optymalne, a jest uzyskiwane dla ekstremalnie ekspansywnej polityki władz fiskalnych i skrajnie restrykcyjnej polityki monetarnej. Ilustrowane jest to na rys. 6.4. Rysunek ten przedstawia przykład sekwencji strategii władz fiskalnych i monetarnych dla założonego punktu początkowego - status quo. Strategie te przyjmowane są przez te władze naprzemiennie, zaczynając od punktu status quo, przy czym każda z władz realizuje strategię swojej najlepszej odpowiedzi. Sekwencja wypłat odpowiadających tym strategiom jest pokazana za pomocą strzałek.

Z kolei przyjęcie planowanego tempa wzrostu PKB i celu inflacyjnego na tym samym poziomie 2,5% oraz stosowanie polityk najlepszej odpowiedzi prowadzi do skrajnie restrykcyjnej polityki fiskalnej i skrajnie ekspansywnej polityki monetarnej. Otrzymane rozwiązanie również nie jest Pareto optymalne w przestrzeni wypłat. Ilustruje to rys. 6.5.



Rys. 6.5. Sekwencja strategii władz fiskalnych i monetarnych zgodnie z założonymi celami. (przykład 2)

Rozpatrzmy możliwość koordynacji polityk tych władz jako graczy. Zakładamy, że każdy z graczy stara się zminimalizować odległość względem zakładanego celu: tj.  $d^f = |h^1(b, r) - y^f|$  i  $d^p = |h^2(b, r) - p^p|$  odpowiednio dla władz fiskalnych i władz monetarnych. W tym przy-

padku wielkości  $d^b$  i  $d^r$  mogą być traktowane jako kryteria, które powinny być minimalizowane jednocześnie.

Niech  $d^\Omega$  oznacza zbiór osiągalnych wartości par liczb  $(d^b, d^r)$  dla  $(b, r) \in \Omega$ . Mówimy, że para  $(d^b, d^r)$  jest Pareto optymalna w zbiorze  $d^\Omega$  jeśli nie istnieje żadna para  $(d^b, d^r) \in d^\Omega$ ,  $(d^b, d^r) \neq (d^b, d^r)$ , taka, że  $d^b \leq d^b$  i  $d^r \leq d^r$ .

Strategie efektywne, prowadzące do Pareto optymalnych wypłat graczy można wyznaczyć jako rozwiązania następującego problemu optymalizacji wielokryterialnej:

$$\mathbf{VMin} (|h^1(b, r) - y^g|, |h^2(b, r) - p^g|)$$

ze względu na  $(b, r) \in \Omega$ .

Zapis **VMin** oznacza, że kryteria odległości od zakładanych celów  $y^g$  i  $p^g$  są minimalizowane łącznie.

Zauważmy, że poszukując strategii kooperacyjnych, mamy do czynienia z problemem przetargowym, sformułowanym przez Nasha (1950) i analizowanym następnie przez wielu badaczy teorii gier. W pracach (Kruś 2011, 2014) przedstawiane są idee oraz algorytmy wspomaganie decyzyjnego w zagadnieniach przetargowych, prowadzące do wyboru rozwiązań zgodnie z preferencjami graczy. Uzyskanie Pareto optymalnego rozwiązania kooperacyjnego wymaga koordynacji polityk i wzajemnych uzgodnień dotyczących wyznaczanych celów władz monetarnych i fiskalnych, a następnie stosowanie odpowiednich instrumentów tych polityk.

Przedstawiony model i proponowane narzędzia optymalizacji implementowane w postaci systemu komputerowego mogą stanowić narzędzie analityczne wspomagające znalezienie konsensusu między władzami fiskalnymi i monetarnymi w celu uzgodnienia zakładanych celów, a następnie polityk.

## 7. Podsumowanie

Raport przedstawia wybrane wyniki badań dotyczących analizy wzajemnych interakcji polityk fiskalnej i monetarnej z wykorzystaniem metod teorii gier i optymalizacji wielokryterialnej. W ramach tych badań zbudowano dynamiczny model makroekonomiczny dla warunków gospodarki Polski (nazwany NSN-GMF). Sformułowano niekooperacyjną grę monetarno-fiskalną, w której wypłaty graczy, odpowiednio władz fiskalnych i monetarnych wyznaczone są z wykorzystaniem zależności tego modelu. Opracowano system komputerowy pozwalający na obliczenie wypłat gry w zależności od podejmowanych strategii graczy, wyzna-



czenie strategii najlepszych odpowiedzi oraz równowag Nasha. Przeanalizowano wyniki tej gry. Uzyskane wyniki wskazują na potrzebę koordynacji polityk władz fiskalnych i monetarnych.

Zastosowany model makroekonomiczny odzwierciedla oddziaływanie instrumentów polityki monetarnej (realnej stopy procentowej) i fiskalnej (deficytu budżetowego w relacji do PKB) na gospodarkę, w tym na tempo wzrostu PKB oraz inflację. Model NSN-GMF oparty jest na koncepcji podstawowego modelu nowej syntezy neoklasycznej (New Neoclassical Synthesis - NSN). Model zawiera cztery równania: luki popytowej, inflacji, inflacji oczekiwanej oraz regułę Taylora wyznaczania stopy procentowej przez bank centralny. Co ważne, zbudowany model pozwala śledzić przebieg koniunktury gospodarczej w czasie oraz uwzględnić wpływ stopy procentowej na gospodarkę. W celu umożliwienia obserwacji oddziaływania nie tylko instrumentów polityki monetarnej, ale również fiskalnej, model ten został rozbudowany z uwzględnieniem wydatków budżetowych. Dokonano estymacji modelu o równaniach współzależnych na podstawie kwartalnych szeregów czasowych dla gospodarki polskiej w okresie 2000-2014 z wykorzystaniem potrójnej metody najmniejszych kwadratów. Wyniki estymacji parametrów wykorzystano w rekurencyjnym modelu makroekonomicznym służącym do symulacji obliczeniowych dla wariantowych instrumentów policy mix.

Relacje modelu zostały zaimplementowane w formie algorytmu obliczeniowego. Algorytm ten jest częścią zbudowanego systemu komputerowego wykorzystanego do przeprowadzenia obliczeń symulacyjnych i analizy wyników niekooperacyjnej gry fiskalno-monetarnej w interakcyjny sposób. Analiza gry dotyczyła w szczególności wyboru optymalnych strategii (strategii najlepszych odpowiedzi) z punktu widzenia władz fiskalnych (kryterium minimalizacji odchylenia wzrostu PKB od wartości pożądanej) i monetarnych (minimalizacja odchylenia inflacji od wyznaczonego celu inflacyjnego), wyznaczenia równowagi Nasha, pokazania Pareto optymalności tej równowagi. Sformułowano w tym celu i rozwiązywano odpowiednia zadania optymalizacji. Przeanalizowano uzyskane wyniki dla różnych wariantów celów władz monetarnych i fiskalnych: różnych poziomów inflacji i planowanego wzrostu PKB. Wyniki te dotyczą sytuacji gdy decyzje w grze podejmowane są jednocześnie

Przeanalizowano również wyniki gry, w której decyzje władz fiskalnych i monetarnych podejmowane są przez te władze sekwencyjnie, przemiennie. W przypadku, gdy strategie najlepszych odpowiedzi nie mają punktów wspólnych w obszarze dopuszczalnych strategii, ścisła realizacja strategii najlepszych odpowiedzi przez władze fiskalne i monetarne prowadzi do wyników, które nie są Pareto optymalne, ale także istotnie pogarszają wypłaty w porów-

naniu ze początkowym punktem status quo. Sytuacje takie w teorii gier oznaczają eskalację konfliktu między graczami.

Wyniki te wskazują na potrzebę koordynacji i wzajemnego uzgadniania polityk przez wymienione władze. Powstaje problem poszukiwania konsensu przy konfliktowych celach i preferencjach graczy. W celu wspomaganienia osiągnięcia takiego konsensusu proponuje się wykorzystanie wyników teorii gier przetargowych z zastosowaniem metod optymalizacji wielokryterialnych rozwijanych w pracach (Kruś, 2011, 2014, 2015). Możliwe jest skonstruowanie i zastosowanie w tym celu odpowiednich algorytmów negocjacyjnych, w których uwzględniane są preferencje graczy. Stanowi to naturalny kierunek dalszych badań.

## 8. Bibliografia

- Arestis P. (2009), *New Consensus Macroeconomics: A Critical Appraisal*, Working Paper, 05-09, Cambridge Centre for Economic and Public Policy.
- Beetsma, R., Jensen, H. (2005): Monetary and fiscal policy interactions in a micro-founded model of a monetary union. *Journal of International Economics*, 67 (2), 320-352
- Bennett, H. Loayza, N. (2000): Policy Biases when the Monetary and Fiscal Authorities have Different Objectives. *Central Bank of Chile Working Papers*, No 66
- Blackburn K., Christensen M. (1989): Monetary Policy and Policy Credibility: Theories and Evidence, *Journal of Economic Literature*, Vol.27, 1-45
- Blinder A. S. (2000): Central Bank Credibility: Why Do We Care? How Do We Build It?, *American Economic Review*, December 2000, 1421-1431
- Blinder A. S. (1983): Issues in the Coordination of Monetary and Fiscal Policy. w: *Monetary Policy in the 1980s*, Federal Reserve Bank of Kansas City, 3-34
- Buti M. (2003): Interactions and Coordination of Monetary and Fiscal Policies in EMU: What are the Issues?, in: *Interactions and Coordination*, Buti M. (ed.), Cambridge University Press, 1-25
- Calvo G.A. (1983), Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework, *Journal of Monetary Economics*, 12 (3), 383-398.
- Darnault N, Kutos P.(2005): Poland's policy mix: fiscal or monetary leadership?, *ECFIN Country Focus*, Vol. 2, Issue 1, 1-6
- Dixit A., Lambertini L. (2001): Monetary-Fiscal Policy Interactions and Commitment versus Discretion in a Monetary Union, *European Economic Review*, Vol. 45, 977-987
- Eijffinger S. W., DeHaan J. (1996): *The political economy of central bank independence*, Princeton University, Princeton

- Frankel J.(1998): The Implications of Conflicting Models for Coordination between Monetary and Fiscal Policy-Makers," in: Empirical Macroeconomics for Interdependent Economies, Ralph Bryant, et al. (eds.), Brookings Institution Press: Washington
- Friedman M. (1968): The Role of Monetary Policy. *American Economic Review*, Vol. LVIII, No 1
- Friedman M. (1958): Monetary Theory and Policy. W: *Inflation*, Ball R. J., Boyle P., (red.), Penguin Modern Economics
- Gali J. (2009), *The New Keynesian Approach to Monetary Policy Analysis: Lessons and New Directions*, <http://www.crei.cat/people/gali/jg09cfs.pdf>.
- Gjedrem S. (2001): Monetary policy - the importance of credibility and confidence, *BIS Review*, No 7, 1-13
- Goodfriend M., King R.G. (1997), The New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy, w: B. Bernanke, J. Rotemberg (red.), *NBER Macroeconomics Annual*, MIT Press, Cambridge.
- Goodhart C. (2007), *Whatever Became of the Monetary Aggregates?*, Peston Lecture in Honour of Maurice, Lord Peston, delivered at Queen Mary College, London.
- Grabek G., Kłos R., Kokoszcyński R., Łyziak T., Przystupa J., Wróbel E. (2008): *Porównanie podstawowych cech mechanizmu transmisji monetarnej w Polsce i w strefie euro*, project for the Report on full membership of the Republic of Poland in the third stage of the EMU of the NBP
- Hall R.E., Taylor J.B. (2009): *Makroekonomia. Teoria, funkcjonowanie i polityka*. PWN, Warszawa
- Hics J. (1937): Mr Keynes and the Classics: A Suggested Interpretation. *Econometrica*, 1937, April
- Kapuściński M., Łyziak T., Przystupa J., Stanisławska E., Sznajderska A., Wróbel E. (2014): *Mechanizm transmisji polityki pieniężnej w Polsce. Co wiemy w 2013 roku?*, Materiały i Studia NBP, No 306, Warszawa
- Keynes J.M. (1936): *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Palgrave Macmillan
- Kokoszcyński R. (2004): *Współczesna polityka pieniężna w Polsce*, PWE, Warszawa
- Kokoszcyński R., Łyziak T., Pawłowska M., Przystupa J., Wróbel E. (2002): *Mechanizm transmisji polityki pieniężnej - współczesne ramy teoretyczne, nowe wyniki empiryczne dla Polski*, Materiały i Studia NBP, No 151, Warszawa
- Kot A. (2003): Metody kwantyfikacji restrykcyjności monetarnej, fiskalnej oraz policy mix w krajach akcesyjnych. *Bank i Kredyt*, No 6
- Kruś L., Woroniecka-Leciejewicz I. (2015): Fiscal-Monetary Game Analyzed with Use of a Dynamic Macroeconomic Model. W: B. Kamiński et al. (Eds.) GDN 2015, Springer LNBIP 218, 199-208
- Kruś L., Woroniecka-Leciejewicz I. (2014): Fiscal-Monetary Game Analyzed with Use of a Dynamic Macroeconomic Model. Research Paper IBS PAN, Warszawa (Submitted to LNBIP, Springer)
- Kruś L. (2014): Computer Based Support in Multicriteria Bargaining with Use of the Generalized Nash Solution Concepts. W: *Modern Approaches in Fuzzy Sets, Intuitionistic Fuzzy Sets, General-*

- ized Networks and Related Topics*, Vol. II: Applications, K. Atanassov et al. (red.) SRI PAS, Warsaw, 43-60
- Kruś L. (2011): Wielokryterialne decyzje kooperacyjne, metody wspomagania komputerowego). Instytut Badań Systemowych PAN, *Seria: Badania systemowe*, Tom 70, Warszawa
- Lambertini L., Rovelli R. (2003): Monetary and fiscal policy coordination and macroeconomic stabilization. A theoretic analysis, Bologna
- Libich J., Nguyen D., Stehlik P. (2014): Monetary Exit and Fiscal Spillovers, *MPRA paper*, 1-32
- Malawski M., Wieczorek A., Sosnowska H. (1997): *Konkurencja i Kooperacja. Teoria gier w ekonomii i naukach społecznych*, PWN, Warszawa
- Marszałek P. (2009). *Koordinacja polityki pieniężnej i fiskalnej jako przesłanka stabilności poziomu cen*. PWN Warszawa
- Marszałek P. (2005): Zastosowanie teorii gier do badania koordynacji polityki pieniężnej i polityki fiskalnej, w: *Studia z bankowości centralnej*, Przybylska-Kapuścińska W. (red.), *Zeszyty Naukowe AE w Poznaniu*, nr 56, s. 224-247, Poznań, 2005
- Mundell R.A. (1962): The Appropriate Use of Monetary and Fiscal Policy for Internal and External Stability, *IMF Staff Papers*, No 1
- Nash, J.F. (1953): *Two-Person Cooperative Games*, Vol. 21, 129-140
- Nash, J.F. (1951): Non-cooperative Games, *Annals of Mathematics*, Vol. 54 (2), 286-295.
- Nash, J.F. (1950): The Bargaining Problem, *Econometrica*, Vol. 18, 155-162
- Nordhaus, W. D. (1994): Policy Games: Coordination and Independence in Monetary and Fiscal Policies. *Brookings Papers on Economic Activity*, No 2, 139–215
- Raiffa, H. (1953): Arbitration Schemes for Generalized Two-Person Games. *Annals of Mathematics Studies*, No. 28
- Romer C.D. (2000): Federal Reserve Information and the Behavior of Interest Rates, *American Economic Review*, 90 (3) , June, 429-457
- Rotemberg, J., Woodford M. (1999): Interest Rate Rules in an Estimated Sticky Price Model, w: *Monetary Policy Rules*, Taylor J. B., (ed.), University of Chicago Press, Chicago
- Samuelson P.A. (1939): Interaction Between Multiplier Analysis and the Principle of Acceleration. *The Review of Economic Statistics*
- Sargent T., Wallace N. (1981): Some Unpleasant Monetarist Arithmetic, *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, Vol. 5, 1-17
- Schmitt-Grohe S., Uribe Martin. (2007): Optimal simple and implementable monetary and fiscal rules, *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, Vol. 54(6), 1702-1725
- Spahn H.-P. (2009), *The New Keynesian Microfoundation of Macroeconomics*, Diskussionspapiere, 317, Institut für Volkswirtschaftslehre der Universität Hohenheim.



- Taylor J. B., Discretion versus Policy Rules in Practice, Carnegie-Rochester [1] *Conference Series on Public Policy*, 1993, Vol. 39 (December 1993), 195-214
- Tinbergen, J. (1952): *On the Theory of Economic Policy*, Books (Jan Tinbergen). North-Holland Publishing Company, Amsterdam
- Walsh C. (2001): Transparency in Monetary Policy, FRBSF Economic Letter 2001, No 26 (September 7)
- Wierzbicki, A.P., Makowski, M., Wessels, J. (2000): *Model-based Decision Support Methodology with Environmental Applications*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, Boston
- Wierzbicki, A.P., Kruś, L., Makowski, M. (1993): The Role of Multi-Objective Optimization in Negotiation and Mediation Support. *Theory and Decision*, Vol. 34, (2), 201-214
- Wierzbicki, A.P. (1986): On the Completeness and Constructiveness of Parametric Characterizations to Vector Optimization Problems. *OR Spectrum*, Springer Verlag, Vol. 8, 73-87
- Wojtyna A. (1998): *Szkice o niezależności banku centralnego*, PWN, Warszawa
- Wojtyna A. (1996): Niezależność banku centralnego a teoretyczne i praktyczne aspekty koordynacji polityki pieniężnej i fiskalnej, *Bank i Kredyt*, No 6
- Woodford M. (2003), *Interest and Prices*, Princeton University Press, Princeton.
- Woroniecka-Leciejewicz I. (2015): Wpływ instrumentów policy mix na gospodarkę – ujęcie modelowe. *Zeszyty Naukowe WSISiZ „Współczesne Problemy Zarządzania”*, 7-33
- Woroniecka-Leciejewicz I. (2012): Problem wyboru policy mix w grze fiskalno-monetarnej z zastosowaniem funkcji logistycznej. *Studia i Materiały Informatyki Stosowanej*, Tom 4, No 8, 29-38
- Woroniecka-Leciejewicz I. (2010a): Decision interactions of monetary and fiscal authorities in the choice of policy mix. the special issue *Journal of Organisational Transformation and Social Change*: „Corruption and Good Governance”, Intellect - Publishers of Original Thinking, UK, Vol. 7 (2), 189-210
- Woroniecka-Leciejewicz I. (2010b): Równowaga w grze fiskalno-monetarnej a priorytety banku centralnego i rządu. W: *Modelowanie Preferencji a Ryzyko '10*, Trzaskalik T. (red.), AE im. K. Adamieckiego, Katowice, 327-343
- Woroniecka-Leciejewicz I. (2008): Dylemat więźnia i inne przypadki grze monetarno-fiskalnej. w: *Badania operacyjne i systemowe: decyzje, gospodarka, kapitał ludzki i jakość*, Owsński J.W., Nahorski Z., Szapiro T. (red.). *Seria Badania Systemowe*, Tom 64, IBS PAN, Warszawa, 161-172
- Woroniecka I. (2007): Analiza priorytetów banku centralnego w polityce stóp procentowych. *Ekonomista*, No 4, 559-580

