

ANALIZA STRATEGII MONETARNYCH I FISKALNYCH Z WYKORZYSTANIEM TEORII GIER

Irena Woroniecka-Leciejewicz

Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania,
01-447 Warszawa, ul. Newelska 6

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

Streszczenie: Artykuł przedstawia analizę strategii monetarnych i fiskalnych z wykorzystaniem teorii gier. Rozważana jest gra monetarno-fiskalna przy różnych założeniach i uwarunkowaniach ekonomicznych. Przedmiotem badań jest analiza optymalnych strategii monetarnych i fiskalnych (strategii optymalnych odpowiedzi) oraz stanów równowagi gry. Wykonano symulacje, mające na celu zbadanie wpływu priorytetów władz monetarnych i fiskalnych na równowagę gry i wybór policy mix. Praca zawiera podsumowanie uzyskanych w tym zakresie wyników. Przedstawiono analizę gry i stanów równowagi Nasha dla różnych tablic wypłat, obliczanych z zastosowaniem zmodyfikowanej funkcji logistycznej. Na podstawie uzyskanych wyników przedstawiono analizę izokwant wzrostu PKB i inflacji, pokazujących, jakie alternatywne policies-mix o określonym stopniu restrykcyjności umożliwiają osiągnięcie przyjętej dynamiki PKB i założonego poziomu inflacji.

Słowa kluczowe: polityka monetarna, polityka fiskalna, „Policy mix”, teoria gier, równowaga Nasha, Pareto optymalność, wzrost PKB, inflacja.

1. Wprowadzenie

Praca przedstawia problem wyboru policy mix w kontekście teorii gier i wzajemnych interakcji decyzyjnych między władzami fiskalnymi (rządem) a monetarnymi (bankiem centralnym). Policy mix stanowi w tym ujęciu kombinację polityki monetarnej i fiskalnej o określonym stopniu restrykcyjności/ekspansywności każdej z nich. Przedmiotem prezentowanej w niniejszym artykule analizy jest gra między bankiem centralnym a rządem, zwana grą monetarno-fiskalną, ze skończoną liczbą strategii w zakresie polityki pieniężnej i budżetowej. Zakłada się, że władze monetarne i fiskalne podejmują decyzje niezależnie, a stan równowagi Nasha (Nash, 1953) w takiej grze utożsamiany jest z wyborem określonej kombinacji polityki pieniężnej i budżetowej.

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

W dyskusjach, toczących się wokół problemu wyboru polityki mix, przytaczane są zarówno argumenty za jak i przeciw niezależności banku centralnego. Na rzecz niezależności banku przemawiają, między innymi, większa skuteczność walki z inflacją, mniejsza zmienność inflacji oraz pozytywne oddziaływanie na poziom i zmienność produkcji (Eijffinger, DeHaan, 1996; Wojtyna, 1996, 1998; Marszałek, 2005, 2009). Jednak z drugiej strony, niezależność banku centralnego może stwarzać trudności koordynacji polityki monetarnej i fiskalnej. Ich źródło tkwi przede wszystkim w odmiennych celach władz monetarnych i fiskalnych oraz różnych ocenach możliwych skutków polityki makroekonomicznej. Badania, dotyczące współzależności między polityką pieniężną a fiskalną zapoczątkowali, m. in., Sargent i Wallace (1981), formułując koncepcję tzw. nieprzyjemnej arytmetyki monetarystycznej (*unpleasant monetarist arithmetic*). W dyskusji nad koordynacją polityki makroekonomicznej podkreśla się również znaczenie wiarygodności i przejrzystości prowadzonej polityki (Binder, 2000; Blackburn, Christensen, 1989; Wojtyna, 1998; Walsh, 2001; Gjedrem, 2001).

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 jest analiza z zastosowaniem teorii gier. Jedną z pierwszych prac poświęconych problematyce wyboru polityki mix w ujęciu teorii gier był artykuł Blindera (Blinder, 1983), w którym przedmiotem analizy była gra monetarno-fiskalna w uproszczonej wersji, uwzględniającej dwie strategie monetarne i dwie fiskalne: restrykcyjną i ekspansywną. Bardziej szczegółowo zagadnienie to jest omówione w Rozdziale 2 tego artykułu.

Interesujące badania polityki mix z wykorzystaniem gry monetarno-fiskalnej w kontekście wyboru między niezależnością władz fiskalnych i monetarnych a koordynacją polityki mix prowadził D. Nordhaus (Nordhaus, 1994). Do analizy 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 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 modelu). Równanie inflacji w modelu Nordhaus'a 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, 2015) model dał sprowadzić się do przyjęcia określonych funkcji opisujących wpływ instrumentów polityki na wybrane kategorie charakteryzujące stan gospodarki. W grze jednoetapowej, na podstawie funkcji użyteczności decydentów, charakteryzujących ich preferencje, Nordhaus wyznaczył krzywe obojętności, a także izokwanty popytu globalnego na poziomie wartości pożądanых (preferowanych) przez władze monetarne i fiskalne oraz funkcje reakcji (optymalnych odpowiedzi) obu decydentów. Zakłada on 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 (w podejściu prezentowanym przez autorkę niniejszej publikacji jest inaczej). 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.

Model gry Nordhaus stanowił punkt wyjścia do dalszych badań interakcji między polityką monetarną a fiskalną. W swojej monografii Marszałek (Marszałek 2009, ss. 131-132) przedstawił 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 Lambertiniego (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 odmiennie preferencje, polityka monetarna bez koordynacji nie zapewnia stabilności cen, jest dodatkowy wniosek, a mianowicie – 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 oni, że obie strony osiągają lepszy wynik w tym drugim przypadku. Inaczej jednak niż we wcześniej wspomnianej pracy (Dixit, Lambertini, 2001), uznali, że ma jednak znaczenie

to, 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, na tle literatury światowej, polskie publikacje poświęcone powyższej tematyce są nieliczne. Można wskazać wprawdzie na prace, które dotyczą problematyki polityki mix i koordynacji polityki monetarnej i fiskalnej, np. Darnault, Kutos (2005), Stawska (2014), które zawierają interesujące wnioski z analizy danych statystycznych dla Polski w rozważanym aspekcie, niemniej jednak badania te nie są oparte na ujęciu stricte modelowym, autorzy nie przedstawili gry monetarno-fiskalnej ani modelu makroekonomicznego z nią powiązanego. Warto również odnieść się do pracy Darnaulta i Kutosa (2005), którzy, nawiązując do badań i rozważań dotyczących gier monetarno-fiskalnych, prowadzonych przez Blindera (1980), Bennetta i Loyzę (2001) oraz Dixita i Lambertiniego (2001), przedstawiają analizę polityki mix w Polsce w latach 1999-2004, opartą na danych statystycznych. Formułują oni interesujące wnioski, uważają mianowicie, 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.

Próbę przedstawienia modelu interakcji monetarno-fiskalnych w ujęciu teorii gier podjęto w publikacjach Woroniecka-Leciejewicz (2012, 2015a, 2015b) oraz Kruś, Woroniecka-Leciejewicz (2015). W ostatniej pracy grę monetarno-fiskalną oparto na modelu makroekonomicznym (Woroniecka-Leciejewicz, 2015b), który z jednej strony opisuje mechanizm cyklu koniunkturalnego i pozwala śledzić przebieg koniunktury gospodarczej w czasie, z drugiej odzwierciedla wpływ instrumentów polityki monetarnej i fiskalnej na gospodarkę. Na podstawie przeprowadzonych symulacji wskazano strategię optymalnych odpowiedzi oraz równowagi Nasha. Wykorzystując metody optymalizacji wielokryterialnej zbadano Pareto optymalność stanów równowagi i w uzasadnionych przypadkach wyznaczono rozwiązania kooperacyjne.

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

Przedstawiona w pracy analiza stanowi podsumowanie i kontynuację badań autorki (Woroniecka-Leciejewicz, prace z lat 2006-2015), dotyczących problematyki wyboru policy mix z wykorzystaniem gry monetarno-fiskalnej. Przedmiotem prezentowanej w niniejszym artykule analizy jest gra, której istota zawarta jest w Tabeli 1, zawierającej tablicę wypłat.

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}

Źródło: Woroniecka-Leciejewicz (2010a), s. 191

Gra analizowana jest przy przyjęciu pewnych założeń, dotyczących wpływu instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej na stan gospodarki, odzwierciedlany przez wzrost PKB i inflację. Zakłada się, że wzrost realnej stopy procentowej, *ceteris paribus*, wywołuje spadek tempa wzrostu PKB oraz ograniczenie inflacji, a wzrost deficytu budżetowego, *ceteris paribus*, przyczynia się do wzrostu inflacji. Problem może stanowić przyjęcie założenia dotyczącego wpływu deficytu budżetowego na realny wzrost produkcji w gospodarce, można bowiem rozważać tu dwa warianty: A - zakładający, że wzrost deficytu budżetu państwa, *ceteris paribus*, powoduje zwięk-

szenie tempa wzrostu PKB, oraz alternatywne założenie B - że wzrost deficytu budżetowego ogranicza tempo wzrostu gospodarczego. W niniejszym opracowaniu analiza gry koncentruje się na wariancie A, który wydaje się bardziej realistycznie odzwierciedlać wpływ polityki fiskalnej na możliwości wzrostu gospodarczego w krótkim okresie.

Dodatkowo, zakłada się, że: $\Delta b_i = b_i - b_{i-1} > 0$, $\Delta r_j = r_j - r_{j-1} < 0$. Założenie to stanowi odzwierciedlenie schematu konstrukcji tablicy wypłat, jak w Tabeli 1, dotyczącego przyjętej kolejności strategii fiskalnych i monetarnych – zaczynając od restrykcyjnych, przechodząc do ekspansywnych, przy czym wzrost stopnia ekspansywności polityki fiskalnej następuje wraz z rosnącym deficytem budżetowym, a wzrost stopnia ekspansywności polityki monetarnej – wraz z malejącą stopą procentową.

Proponuje się przedstawienie sytuacji decyzyjnej w zakresie wyboru policy 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 strategię 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 strategię 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.

Początkowo przyjęto, że władze monetarne dążą do minimalizacji inflacji, a fiskalne do maksymalizacji realnego wzrostu gospodarczego. Takie podejście zastosowano przede wszystkim do analizy gry z dwoma jakościowo różnymi strategiami (restrykcyjną i ekspansywną) dla każdej z polityk: budżetowej jak i pieniężnej. W dalszej części badań rozszerzono analizę na przypadek gry z większą liczbą strategii, przyjmując, 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 wypłaty zdefiniowano jako odchylenia mierników kondycji gospodarki narodowej: tempa wzrostu PKB i

inflacji od wartości pożądaných odpowiednio z punktu widzenia rządu i banku centralnego (kryterium minimalizacji kwadratów odchyleń).

Przeprowadzono szereg badań symulacyjnych z wykorzystaniem powyższej gry ze skończoną liczbą strategii fiskalnych i monetarnych. Do odzwierciedlenia zależności między instrumentami polityki monetarnej (realną stopą procentową) i fiskalnej (deficytem budżetowym w relacji do PKB) a uzyskanymi w wyniku ich zastosowania efektami ekonomicznymi wykorzystano zmodyfikowaną funkcję logistyczną. Przyjęta metoda badawcza umożliwiła uwzględnienie specyfiki wpływu tych instrumentów na koniunkturę, polegającej na ograniczonych możliwościach stosowania skrajnie restrykcyjnych bądź skrajnie ekspansywnych polityk i skuteczności ich oddziaływania na gospodarkę. Badania symulacyjne pozwoliły na przeanalizowanie różnych przypadków gry: istnienia jednego stanu równowagi Nasha utożsamianego z wyborem określonej kombinacji polityki pieniężnej i budżetowej, kilku równowag lub jej braku w rozważanym zakresie instrumentów w zależności od przyjętych wartości parametrów oraz celów władz monetarnych i fiskalnych. Jednym z istotnych celów tej pracy było również pokazanie wpływu celów władz monetarnych i fiskalnych na uzyskane wyniki, na stan równowagi Nasha i tym samym na wybór policy mix.

2. Gra monetarno-fiskalna z dwiema strategiami

Na wstępie przeanalizowano przykład gry uwzględniającej dwie jakościowo różne strategie: restrykcyjną i ekspansywną zarówno po stronie polityki fiskalnej jak i monetarnej (Tabela 2).

Tabela 2. Gra monetarno-fiskalna z dwiema strategiami

Tablica wypląt			Bank centralny	
			Strategia M_1	Strategia M_2
			restrykcyjna (r_1)	ekspansywna (r_2)
Rząd	Strategia F_1 restrykcyjna	b_1	p_{11} y_{11}	p_{12} y_{12}
	Strategia F_1 restrykcyjna	b_2	p_{21} y_{21}	p_{22} y_{22}

Źródło: opracowanie własne, tu i dalej, jeśli nie zaznaczono inaczej

Przyjmuje się, że bank centralny, dążąc do obniżania inflacji (p), wybiera między polityką restrykcyjną, charakteryzującą się wyższą realną stopą procentową r_1 a ekspansywną, charakteryzującą się niższą stopą procentową r_2 . Rząd, podejmując de-

cyzje dotyczące polityki budżetowej, skłania się bądź do wyboru polityki restrykcyjnej, której towarzyszy niższy poziom deficytu budżetu państwa b_1 , bądź ekspansywnej (wyższy deficyt b_2), dążąc do osiągnięcia jak najwyższego tempa wzrostu PKB (y). Lewa kolumna odzwierciedla restrykcyjną politykę pieniężną, prawa - ekspansywną, analogicznie górny wiersz oznacza restrykcyjną, a dolny ekspansywną politykę fiskalną. Gra analizowana jest przy przyjęciu założeń dotyczących wpływu instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej na stan gospodarki przedstawionych w Rozdziale 1 niniejszej pracy. Koncepcja powyższej gry monetarno-fiskalnej przedstawiona została we wcześniejszych pracach autorki (Woroniecka, 2008, 2010a).

Analogiczna gra była rozpatrywana, m. in., w pracach Blindera (1983) oraz Bennetta i Loayzy (2001). Wykazują oni, że niezależnie działające władze monetarne i fiskalne będą dążyć, zgodnie z równowagą Nasha, do restrykcyjnej polityki pieniężnej i ekspansywnej budżetowej, a to oznacza rozwiązanie nieoptymalne w sensie Pareto, podobnie jak w dylemacie więźnia. Zdaniem autorów, lepszy wybór jest w stanie zapewnić jedynie koordynacja obu polityk. Ilustruje to tabela 3 zawierająca preferencje władz monetarnych i fiskalnych według Blindera dla różnych kombinacji policy mix.

Tabela 3. Preferencje w grze monetarno-fiskalnej według Blindera

		Polityka monetarna	
		Kontrakcja	Ekspansja
Polityka fiskalna	Kontrakcja	1 4	2 2
	Ekspansja	3 3	4 1

Źródło: Blinder (1983), s. 23

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 przypisywane są ekspansywnemu charakterowi obu polityk. Wydaje się jednak, że dość arbitralnie przyjęto tu preferencje dla pozostałych dwóch wariantów, 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.

Nieco inaczej podchodzą do tego zagadnienia Bennett i Loayza (2001) (Tabela 4). Nie rozstrzygają oni, które z dwóch rozwiązań jest korzystniejsze z punktu widzenia władz monetarnych oraz fiskalnych: twarda polityka pieniężna i luźna fiskalna czy odwrotnie, przyjmując, że skutkują one podobnym poziomem inflacji i zatrudnienia. Dlatego przypisują im jednakowe preferencje. Wydaje się interesujące zbadanie, czy rzeczywiście wartości inflacji i bezrobocia, określone jako „średnie” dla kombinacji polityk: twardej monetarnej i luźnej fiskalnej oraz odwrotnie: luźnej monetarnej i twardej fiskalnej, są jednakowe, bo jeśli nie, to fakt, że mogą być niższe lub wyższe będzie miał istotny wpływ na Pareto optymalność rozwiązań i występowanie (lub nie) dylematu więźnia. W tym celu, przedstawiona wcześniej gra monetarno-fiskalna została przeanalizowana pod kątem Pareto optymalności rozwiązań, z zastrzeżeniem, że w odróżnieniu od wspomnianego opracowania Bennetta i Loazy, jako wyznacznik koniunktury gospodarczej przyjęto tempo wzrostu PKB, a nie poziom zatrudnienia.

Tabela 4. Wyплаты w grze monetarno-fiskalnej według Bennetta i Loazy

		Bank centralny	
		Twarda polityka monetarna	Luźna polityka monetarna
Władza fiskalna	Twarda polityka fiskalna	<i>Wyniki:</i> niska inflacja niskie zatrudnienie <i>Wyплаты:</i> Bank centralny: $6+1=7$ Władza fiskalna: $3+1=4$	<i>Wyniki:</i> średnia inflacja średnie zatrudnienie <i>Wyплаты:</i> Bank centralny: $4+2=6$ Władza fiskalna: $2+4=6$
	Luźna polityka fiskalna	<i>Wyniki:</i> średnia inflacja średnie zatrudnienie <i>Wyплаты:</i> Bank centralny: $4+2=6$ Władza fiskalna: $2+4=6$	<i>Wyniki:</i> wysoka inflacja wysokie zatrudnienie <i>Wyплаты:</i> Bank centralny: $1+3=4$ Władza fiskalna: $1+6=7$

Wyплаты			
	<i>poziom niski</i>	<i>poziom średni</i>	<i>poziom wysoki</i>
	<i>Inflacja</i>		
Bank centralny	6 3	4 2	1 1
	<i>Zatrudnienie</i>		
Władza fiskalna	1 1	2 4	3 6

Źródło: Bennett, Loayza (2001), s.301

Analizę gry przeprowadzono dla nieliniowych zależności między miernikami stanu gospodarki (tj. wzrostu gospodarczego oraz inflacji) a instrumentami polityki mix (czyli deficytem budżetowym w relacji do PKB oraz realną stopą procentową), z wykorzystaniem rozwinięcia w szereg Taylora z dokładnością do drugiej pochodnej.

Pozwoliło to na wyprowadzenie formuł, określających zależności tempa wzrostu PKB oraz inflacji od zmian deficytu budżetowego i stopy procentowej w tablicy wypłat – formuły te pokazane zostały w Tabeli 5. Najniższa inflacja i jednocześnie najniższy wzrost gospodarczy występują w przypadku wyboru kombinacji restrykcyjnych polityk: monetarnej oraz fiskalnej (lewy górny róg tablicy wypłat). Wraz z obniżaniem stopy procentowej (przejście do prawej kolumny) zwiększa się inflacja i rośnie tempo wzrostu PKB. Również, na skutek rosnącego deficytu budżetowego, następuje wzrost inflacji i produkcji (przejście do dolnego wiersza). Najwyższą inflacją, ale i najszybszym wzrostem produkcji charakteryzuje się gospodarka, wówczas, gdy zarówno polityka pieniężna jak i fiskalna mają charakter ekspansywny (prawy dolny róg tablicy).

Tabela 5. Równowaga w grze monetarno-fiskalnej z dwoma strategiami. Przypadek maksymalizacji tempa wzrostu PKB i minimalizacji inflacji

Wy- płaty		Bank centralny – polityka monetarna	
		wyższa stopa procentowa r_1	niższa stopa procentowa r_2
Rząd – polityka fiskalna	niższy deficyt b_1	p y	$p + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 p}{\partial r^2} \Delta r^2$ $y + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 y}{\partial r^2} \Delta r^2$
	wyższy deficyt b_2	$p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 p}{\partial b^2} \Delta b^2$ $y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 y}{\partial b^2} \Delta b^2$	$p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 p}{\partial b^2} \Delta b^2 + \frac{\partial^2 p}{\partial b \partial r} \Delta b \Delta r + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 p}{\partial r^2} \Delta r^2$ $y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 y}{\partial b^2} \Delta b^2 + \frac{\partial^2 y}{\partial b \partial r} \Delta b \Delta r + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 y}{\partial r^2} \Delta r^2$

Bank centralny dla każdej możliwej strategii fiskalnej (dla każdego wiersza) wybiera optymalną strategię monetarną (strategię optymalnej odpowiedzi), która minimalizuje poziom inflacji. Uwzględniając formuły, opisujące dynamikę inflacji, oznacza to, że odpowie restrykcyjną strategią pieniężną (lewa kolumna) zarówno na restrykcyjną, jak i na ekspansywną strategię budżetową. Stąd wniosek, że restrykcyjna polityka monetarna stanowi dla banku centralnego strategię dominującą, która jest optymalna (stanowi optymalną odpowiedź), niezależnie od tego, jaką politykę fiskalną wybierze rząd – restrykcyjną czy ekspansywną. Z kolei rząd, dążąc do maksymalizacji realnego wzrostu PKB, w odpowiedzi na dowolną strategię monetarną – restrykcyjną bądź ekspansywną (reprezentowaną przez każdą z kolumn) – wybiera zawsze strategię ekspansywną (dolny wiersz). Tak więc, rząd, podobnie jak bank centralny, ma strategię dominującą, którą jest ekspansywna polityka fiskalna. Jest ona z punktu widzenia rządu strategią optymalną (stanowi optymalną odpowiedź) niezależnie od tego, jakie decyzje odnośnie wysokości stóp procentowych podejmie bank centralny.

Przy rozważanych dotychczas założeniach, oznaczających m. in. dążenie władz fiskalnych do maksymalizacji wzrostu gospodarczego, a władz monetarnych do minimalizacji inflacji, stan równowagi znajduje się w lewym dolnym rogu tablicy wypłat. Jest to nie tylko równowaga Nasha, jest to równowaga determinowana przez strategię dominującą. Prowadzi do wyboru restrykcyjnej polityki monetarnej i ekspansywnej polityki fiskalnej. Rzeczywiście, w Polsce przez szereg lat obserwowano, że w odpowiedzi na zbyt ekspansywną politykę fiskalną i wysoki poziom deficytu budżetowego, bank centralny prowadził politykę restrykcyjną, utrzymując stopy procentowe na stosunkowo wysokim poziomie.

Interesujące jest pytanie, czy równowaga ta jest Pareto optymalna. W tym sensie szczególnie ważne jest porównanie dwóch wariantów rozwiązań strategicznych: stanu równowagi odzwierciedlającego strategię dominującą, tzn. ekspansywną politykę fiskalną i restrykcyjną pieniężną (lewy dolny róg tablicy) oraz alternatywnego rozwiązania – kombinacji restrykcyjnej polityki budżetowej i ekspansywnej monetarnej (prawy górny róg tablicy). Ponieważ, jak się wydaje, nie ma odpowiedzi uniwersalnej, rozważone mogą być cztery przypadki.

Przypadek A1:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial^2 y}{\partial b^2} \Delta b^2 > \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial^2 y}{\partial r^2} \Delta r^2 \wedge \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial^2 p}{\partial b^2} \Delta b^2 < \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial^2 p}{\partial r^2} \Delta r^2. \quad (1)$$

Warunek, określający Przypadek A1, oznacza, że po pierwsze, zwiększenie tempa wzrostu PKB wywołane, *ceteris paribus*, wzrostem deficytu budżetowego, stanowi efekt silniejszy niż zwiększenie wzrostu PKB wywołane obniżeniem stopy procentowej, *ceteris paribus*. Po drugie efekt inflacyjny rosnącego deficytu finansów publicznych jest silniejszy w porównaniu ze skutkiem inflacyjnym obniżki stopy procentowej. W pozostałych przypadkach interpretacja założeń jest analogiczna.

Przypadek A2:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial^2 y}{\partial b^2} \Delta b^2 > \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial^2 y}{\partial r^2} \Delta r^2 \wedge \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial^2 p}{\partial b^2} \Delta b^2 > \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial^2 p}{\partial r^2} \Delta r^2. \quad (2)$$

Przypadek A3:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial^2 y}{\partial b^2} \Delta b^2 < \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial^2 y}{\partial r^2} \Delta r^2 \wedge \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial^2 p}{\partial b^2} \Delta b^2 < \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial^2 p}{\partial r^2} \Delta r^2. \quad (3)$$

Przypadek A4:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial^2 y}{\partial b^2} \Delta b^2 < \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial^2 y}{\partial r^2} \Delta r^2 \wedge \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial^2 p}{\partial b^2} \Delta b^2 > \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial^2 p}{\partial r^2} \Delta r^2. \quad (4)$$

Tabele 6-7 przedstawiają preferencje w grze monetarno-fiskalnej dla powyższych alternatywnych założeń. W przypadku A1, stan równowagi, reprezentujący kombinację ekspansywnej polityki fiskalnej i restrykcyjnej monetarnej, stanowi rozwiązanie Pareto optymalne, tempo wzrostu PKB jest wyższe, a inflacja niższa w porównaniu z rozwiązaniem alternatywnym (prawy górny róg tablicy), oznaczającym połączenie restrykcyjnej polityki budżetowej i ekspansywnej pieniężnej. Przyjęcie strategii dominujących jest korzystniejszym rozwiązaniem dla obu graczy: rządu i banku centralnego. Również w przypadkach A2 i A3 równowaga jest Pareto optymalna, przy czym każdy z tych przypadków stanowi zwierciadlane odbicie drugiego. Przy założeniach A2 stan równowagi jest korzystniejszym rozwiązaniem z punktu widzenia władz fiskalnych, pozwala osiągnąć wyższą dynamikę PKB, jednak gorszym w ocenie banku centralnego, ponieważ pozytywny efekt przyspieszenia wzrostu gospodarczego obarczony jest kosztem inflacyjnym. W przypadku A3 stan równowagi jest preferowany przez władze monetarne (niższa inflacja), jednak przez władze fiskalne preferowane jest rozwiązanie alternatywne, tj. kombinacja restrykcyjnej polityki budżetowej i ekspansywnej pieniężnej (wyższy wzrost PKB).

Tabela 6. Preferencje w grze monetarno-fiskalnej. Przypadki A1-A3

		Bank centralny	
		r_1	r_2
Rząd	b_1	1 / 4	3 / 3
	b_2	2 / 2	4 / 1

		Bank centralny	
		r_1	r_2
Rząd	b_1	1 / 4	2 / 3
	b_2	3 / 2	4 / 1

		Bank centralny	
		r_1	r_2
Rząd	b_1	1 / 4	3 / 2
	b_2	2 / 3	4 / 1

W przypadku A4 (zilustrowanym w Tabeli 7) stan równowagi charakteryzuje się gorszymi, w porównaniu z alternatywną parą strategii z prawego górnego rogu tablicy, wskaźnikami gospodarczymi (niższy wzrost PKB i wyższa inflacja). W tym przypadku wybór strategii dominujących przez oba podmioty kształtujące politykę makroekonomiczną nie oznacza rozwiązania Pareto optymalnego. Przypadek ten odzwierciedla sytuację znaną w literaturze jako dylemat więźnia, w którym występuje charakterystyczny konflikt między racjonalnością indywidualną, reprezentowaną przez kryterium strategii dominującej, a racjonalnością grupową, reprezentowaną przez kryterium Pareto optymalności. Podmioty dbające o swoje indywidualne interesy doprowadzają do wyniku niekorzystnego dla ogółu i dla uczestniczących podmiotów z osobna.

Tabela 7. Przypadek A4 – dylemat więźnia

A4		Bank centralny	
		r_1	r_2
Rząd	b	1	2
	l	4	2
	b	3	4
	2	3	1

Na podstawie powyższej analizy można wskazać czynniki, od których zależy, czy równowaga Nasha (w analizowanym problemie wyznaczana przez strategię dominującą) stanowi jednocześnie rozwiązanie Pareto optymalne. Uzyskane wyniki pokazują, że Pareto optymalność rozwiązań zależy od skuteczności instrumentów polityki monetarnej i fiskalnej w oddziaływaniu na gospodarkę, w szczególności na wzrost gospodarczy i na inflację, a także od tego, który instrument podlega silniejszym zmianom: stopa procentowa (instrument polityki pieniężnej) czy deficyt budżetowy (instrument polityki fiskalnej). Po przeprowadzeniu analizy Pareto optymalności rozwiązań dla gry uwzględniającej dwie jakościowo różne strategie polityki fiskalnej i pieniężnej, wskazano na możliwość zaistnienia czterech różnych przypadków, z których trzy dotyczą sytuacji, gdy równowaga Nasha stanowi jednocześnie rozwiązanie Pareto optymalne. W tych przypadkach samodzielne kształtowanie polityki monetarnej i fiskalnej przez bank centralny i rząd prowadzi do efektywnych rozwiązań. Jedynie jeden z analizowanych wariantów wskazuje na występowanie znanego w literaturze przypadku dylematu więźnia, do którego odwołują się również autorzy prac z zakresu koordynacji polityki monetarnej i fiskalnej. Występuje tu konflikt między racjonalnością indywidualną, gdy rozstrzygającym kryterium wyboru jest posiadanie przez graczy strategii dominujących, a racjonalnością grupową, gdy o wyborze decyduje Pareto optymalność rozwiązań. Taka sytuacja ma miejsce, gdy polityka mone-

tarna oddziałuje skuteczniej na wzrost gospodarczy niż na inflację i przeciwnie, polityka fiskalna wpływa efektywniej na inflację niż na wzrost PKB. Przypadek ten wskazuje na konieczność koordynacji polityki banku centralnego i rządu. Należy jednak zaznaczyć, że wnioski te uzyskano analizując uproszczoną wersję gry monetarnej, uwzględniając tylko dwie strategie dla każdego gracza oraz zakładając ich dążenie do maksymalizacji (minimalizacji) celów gospodarczych. Bardziej realistyczne podejście zostanie przedstawione w kolejnych rozdziałach, zakłada się w nim dążenie władz fiskalnych i monetarnych do osiągnięcia z góry wyznaczonych celów, co oznacza przyjęcie kryterium minimalizacji odchyień od wartości pożądaných dynamiki PKB i inflacji w wyborze strategii optymalnych.

3. Gra monetarno-fiskalna z zastosowaniem zmodyfikowanej funkcji logistycznej. Równowaga w grze

Celem uzupełnienia teoretycznych rozważań zawartych w poprzednim rozdziale o analizę symulacyjną, pozwalającą na rozpatrzenie różnych wariantów w grze monetarno-fiskalnej z szerokim wachlarzem możliwych strategii, zaproponowano zastosowanie zmodyfikowanej funkcji logistycznej. Funkcja logistyczna pozwala uwzględnić specyfikę oddziaływania instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej na stan gospodarki (w tym na dynamikę PKB i inflację). Specyfika ta polega na ograniczonych możliwościach stosowania skrajnie restrykcyjnych bądź skrajnie ekspansywnych polityk i ich wpływu na gospodarkę. Instrumenty monetarne i fiskalne są skuteczne jedynie w pewnym przedziale wahań, poza nim ich skuteczność maleje. Oznacza to m.in., że możliwości obniżania inflacji poprzez stosowanie coraz bardziej restrykcyjnej polityki monetarnej są ograniczone, podobnie jak możliwości pobudzania wzrostu gospodarczego przez coraz bardziej ekspansywną politykę fiskalną. Zastosowanie funkcji logistycznej do odzwierciedlenia oddziaływania instrumentów policy mix na stan gospodarki w grze monetarno-fiskalnej z uwzględnieniem istotnych w tym kontekście własności funkcji i interpretacji parametrów przedstawiono w poprzednich publikacjach autorki (Woroniecka-Leciejewicz 2012, 2015a).

Funkcja logistyczna o analitycznej postaci: $f(x) = \frac{\alpha}{1 + \beta e^{-\chi x}}$ (przy założeniu,

że parametr $\beta > 0$) odzwierciedla monotoniczne przejście zmiennej objaśnianej od początkowej wartości $f(x_0)=0$ do osiągnięcia końcowej wartości $f(x_k)=\alpha$ (dla $\chi > 0$) lub od wartości $f(x_0)=\alpha$ do osiągnięcia końcowej zerowej wartości (dla $\chi < 0$). W zależności od parametrów α i χ , funkcja logistyczna przedstawia wzrost zmiennej objaśnianej (dla obu parametrów dodatnich lub obu ujemnych) bądź spadek w przeciwnym przypadku (gdy parametry α i χ mają różne znaki). Uzupełnienie funkcji logistycznej o

stałą δ : $f(x) = \frac{\alpha}{1 + \beta e^{-\chi x}} + \delta$ umożliwia odzwierciedlenie przejścia zmiennej objaśnianej od dowolnej wartości początkowej do osiągnięcia dowolnej wartości końcowej, przyjmując odpowiednie wartości parametrów α i δ . Obliczenia symulacyjne wykonano dla parametru $\chi > 0$.

Wpływ instrumentu fiskalnego, tj. deficytu budżetowego w relacji do PKB (b), na tempo wzrostu gospodarczego (y) charakteryzuje rosnąca funkcja logistyczna:

$y = f(b) = \frac{\alpha_1}{1 + \beta_1 e^{-\chi_1 b}} + \delta_1$, przy czym $\beta_1 > 0$, $\chi_1 > 0$, $\alpha_1 > 0$. Oznacza to, że wzrost deficytu budżetowego, *ceteris paribus*, przyczynia się do ożywienia wzrostu gospodarczego ($\frac{\partial y}{\partial b} > 0$), ale skuteczność oddziaływania polityki budżetowej na koniunkturę

gospodarczą jest ograniczona tylko do pewnego przedziału wahań instrumentu. Zakłada się, że ograniczone są zarówno możliwości pobudzania wzrostu poprzez stosowanie coraz bardziej ekspansywnej polityki fiskalnej (podwyższanie deficytu), jak i możliwości negatywnego wpływu na dynamikę produkcji przez coraz bardziej restrykcyjną politykę polegającą na redukcji deficytu. Przy skrajnie restrykcyjnej polityce fiskalnej wzrost PKB jest najniższy i równy δ_1 ($y_{\min} = \delta_1$), a dalszy wzrost restrykcyjności polityki nie ma już wpływu na dynamikę produkcji. Analogicznie, przy skrajnie ekspansywnej polityce najwyższy realny wzrost PKB jest równy $\delta_1 + \alpha_1$ ($y_{\max} = \delta_1 + \alpha_1$), a dalsze zwiększanie jej ekspansywności przestaje być skuteczne.

Analogicznie określono oddziaływanie instrumentu monetarnego na inflację oraz obu instrumentów na wzrostu gospodarczego i inflację.

Powyższą postać funkcji logistycznej wykorzystano do obliczenia wypłat w grze monetarno-fiskalnej. Zarówno wypłata władz fiskalnych – tempo wzrostu PKB (y), jak i władz monetarnych – inflacja (p), zależą od instrumentów policy mix: deficytu budżetowego w relacji do PKB (b_i) i realnej stopy procentowej (r_j):

$$y_{ij} = f(b_i, r_j) = \frac{\alpha_1}{1 + \beta_1 e^{-\chi_1 b_i}} + \frac{\alpha_2}{1 + \beta_2 e^{-\chi_2 r_j}} + \delta_1, \quad (5)$$

$$p_{ij} = f(b_i, r_j) = \frac{\alpha_3}{1 + \beta_3 e^{-\chi_3 b_i}} + \frac{\alpha_4}{1 + \beta_4 e^{-\chi_4 r_j}} + \delta_2. \quad (6)$$

Przykładowe wyniki obliczeń dla wybranych parametrów w postaci tablicy wypłat zawarto w Tabeli 8. Dla każdej kombinacji polityki fiskalnej i monetarnej obliczono tempo wzrostu PKB (lewy dolny róg każdej komórki) oraz poziom inflacji (prawy górny róg).

Najniższa inflacja, ale jednocześnie najniższy wzrost gospodarczy występuje w przypadku wyboru kombinacji skrajnie restrykcyjnych polityk: monetarnej i fiskalnej (lewy górny róg tablicy wypłat). Wraz ze wzrostem stopnia ekspansywności polityki monetarnej *ceteris paribus* i obniżaniem stopy procentowej (przejsicie w prawo) zwiększa się inflacja i rośnie tempo wzrostu PKB. Również na skutek wzrostu ekspansji polityki fiskalnej *ceteris paribus* i rosnącego deficytu budżetowego (przejsicie w dół) następuje wzrost inflacji i dynamiki produkcji. Najwyższą inflacją, ale i najszybszym wzrostem PKB charakteryzuje się gospodarka, wtedy, gdy zarówno polityka pieniężna jak i budżetowa mają charakter skrajnie ekspansywny (prawy dolny róg tablicy).

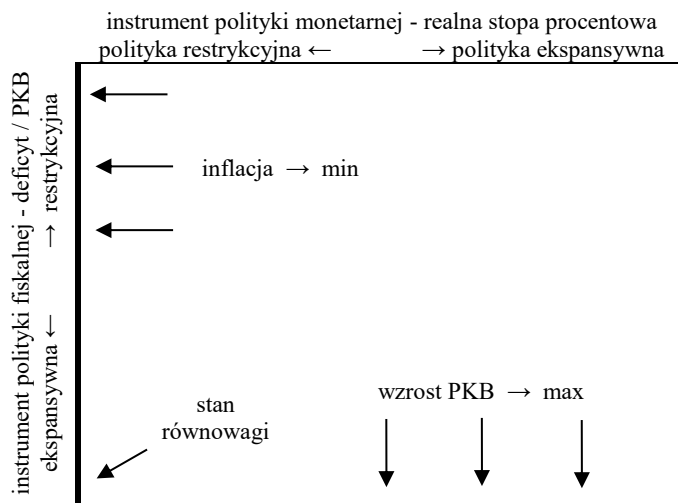
Tabela 8. Tablica wypłat dla gry monetarno-fiskalnej ze zmodyfikowaną funkcją logistyczną

	3,0	2,4	2,0	1,8	1,0	0,0
-1,0	-1,13	-0,74	-0,34	-0,09	1,30	3,84
0,0	0,02	0,41	0,81	1,06	2,46	5,00
1,0	1,18	1,57	1,97	2,22	3,61	6,16
1,4	1,53	1,93	2,32	2,57	3,97	6,51
1,6	1,68	2,07	2,47	2,72	4,12	6,66
1,8	1,81	2,21	2,60	2,85	4,25	6,79
2,0	1,93	2,32	2,72	2,96	4,36	6,90
2,4	2,11	2,50	2,90	3,14	4,54	7,08
3,0	2,28	2,68	3,07	3,32	4,72	7,26
6,0	2,51	2,90	3,30	3,55	4,95	7,49

Parametry: $\alpha_1=6$; $\beta_1=1$; $\chi_1=1$; $\alpha_2=-5$; $\beta_2=1$; $\chi_2=1$; $\delta_1=3$; $\alpha_3=5$; $\beta_3=1$; $\chi_3=1$; $\alpha_4=-11$; $\beta_4=1$; $\chi_4=1$; $\delta_2=8$.

Władze monetarne i fiskalne, wybierając strategie optymalnych odpowiedzi, kierują się własnymi celami. W prezentowanych tutaj badaniach rozważono dwa przypadki: pierwszy, w którym zakłada się, że władze monetarne dążą do minimalizacji inflacji, a fiskalne do maksymalizacji tempa wzrostu PKB, oraz drugi, w którym przyjmuje się, że władze monetarne i fiskalne wyznaczają własne konkretne cele, które chcą osiągnąć, określając pożądany cel inflacyjny i planowaną dynamikę PKB.

W pierwszym przypadku, władze monetarne, dla każdej strategii fiskalnej i wybierają strategię optymalnej odpowiedzi (strategię optymalną) $j^*(i)$, która charakteryzuje się minimalnym poziomem inflacji: $\min_j p_{ij}$. Analogicznie, władze fiskalne dla każdej strategii monetarnej j wybierają strategię optymalnej odpowiedzi $i^*(j)$ maksymalizując tempo wzrostu PKB: $\max_j y_{ij}$. W takiej sytuacji, władze fiskalne dysponują strategią dominującą, tzn. taką, która jest strategią optymalną z punktu widzenia rządu, niezależnie od tego, jakie decyzje odnośnie wysokości stóp procentowych podejmie bank centralny. Strategią dominującą władz fiskalnych jest skrajnie ekspansywna polityka budżetowa. Analogicznie, skrajnie restrykcyjna polityka pieniężna stanowi dla władz monetarnych strategię dominującą, która jest optymalna niezależnie od tego, jaką strategię fiskalną wybierze rząd. Równowaga w grze w jest wówczas determinowana przez strategię dominującą, skłaniającą do wyboru kombinacji skrajnie restrykcyjnej polityki monetarnej i skrajnie ekspansywnej fiskalnej (przedstawia to Rys. 1).



Rys. 1. Dominujące strategie fiskalne i monetarne – przypadek maksymalizacji realnego wzrostu PKB i minimalizacji inflacji

W drugim przypadku zakłada się, że władze monetarne i fiskalne dążą do minimalizacji odchyżeń, odpowiednio, wzrostu PKB i inflacji od wartości pożądaných (celów polityki monetarnej i fiskalnej). Przyjmuje się, że władze monetarne dla każdej strategii fiskalnej i wybierają optymalną strategię monetarną $j^*(i)$, która charakteryzuje się minimalnym kwadratem odchylenia inflacji od wartości pożądaney (celu inflacyjnego), a więc wybierają $\min_j (p_{ij} - p^*)^2$. Analogicznie, władze fiskalne, dla każ-

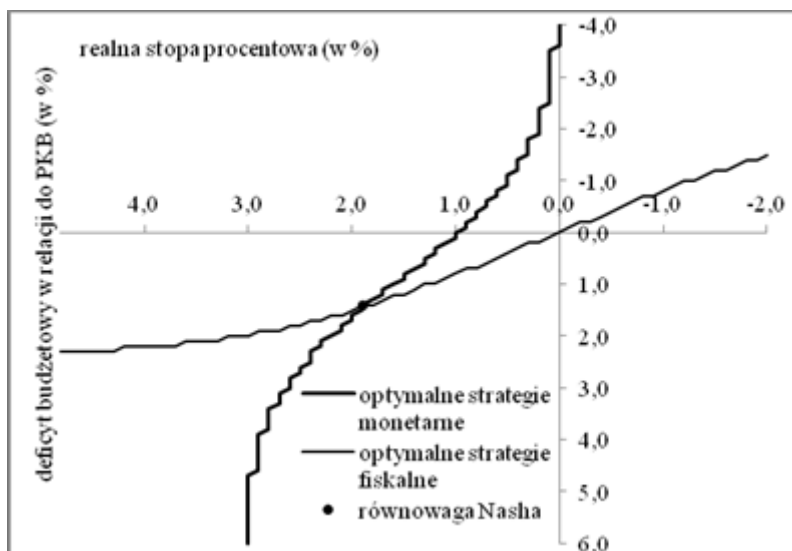
dej strategii monetarnej j wybierają optymalną strategię fiskalną $i^*(j)$, tak, by minimalizować kwadrat odchylenia wzrostu PKB od pożądanej wartości, czyli wybierają $\min_i (y_{ij} - y^*)^2$.

Optymalne strategie pieniężne charakteryzują więc reakcję władz monetarnych na różne strategie fiskalne, i vice versa, optymalne strategie budżetowe opisują reakcję władz fiskalnych na możliwe posunięcia banku centralnego.

Dla przypadku, gdy władze monetarne i fiskalne dążą do minimalizacji odchyleń, odpowiednio, realnego wzrostu gospodarczego i inflacji od wartości pożądanych, wykonano obliczenia dla alternatywnych założeń. Usytuowanie stanu równowagi nie jest już bynajmniej oczywiste i zależy m. in. od skuteczności oddziaływania instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej, odzwierciedlanej przez parametry funkcji logistycznej, oraz od celów rządu i banku centralnego w prowadzeniu polityki.

Rysunek 2 prezentuje strategie optymalnych odpowiedzi: władz monetarnych dla celu inflacyjnego na poziomie 2,5% oraz władz fiskalnych dla 3,5-procentowego wzrostu PKB jako wartości pożądanej. Strategie optymalnych odpowiedzi przedstawiono z przyjęciem niewielkich skokowych zmian instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej (Δb_i i Δr_j równe 0,1 punktu procentowego). Rys. 2 odzwierciedla przypadek gry, przedstawiony wcześniej w Tabeli 8 (ta sama tablica wypłat, obliczona dla tych samych wartości parametrów funkcji logistycznej). Na rysunku celowo pokazano szerszy zakres wahań instrumentów w porównaniu z tabelą – dzięki temu wyraźnie widoczna jest specyfika oddziaływania instrumentów na stan gospodarki, w tym na tempo wzrostu PKB i inflację. W pewnym przedziale wahań instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej, który można nazwać efektywnym, ich oddziaływanie na koniunkturę gospodarczą jest skuteczne, natomiast poza nim, przy ekstremalnie niskich/wysokich wartościach instrumentów, odpowiadających skrajnie restrykcyjnemu bądź ekspansywnemu nastawieniu polityki – ich skuteczność zdecydowanie maleje.

Można zaobserwować, że w efektywnym przedziale wahań instrumentów fiskalnych, wybór optymalnej polityki monetarnej (stopień jej restrykcyjności/ekspansywności) zależy od tego, jaką politykę fiskalną wybierze rząd. Im bardziej ekspansywna jest polityka fiskalna, tym bardziej restrykcyjną politykę pieniężną w odpowiedzi stosuje bank centralny, aby uniknąć nadmiernej inflacji, przekraczającej cel inflacyjny. Dla wyższych wartości deficytu budżetowego pożądana wartość inflacji jest osiągnięta przy odpowiednio wyższych stopach procentowych. Analogicznie, gdy rząd prowadzi bardziej restrykcyjną politykę budżetową, bank centralny, dążąc do osiągnięcia celu inflacyjnego, może przystać na mniej restrykcyjną (bardziej ekspansywną) politykę pieniężną z odpowiednio niższymi stopami procentowymi. Poza tym (efektywnym) przedziałem instrumentów fiskalnych, pod wpływem dalszego zaostrzenia polityki budżetowej lub zwiększania stopnia jej ekspansywności, optymalna strategia monetarna zmierza w kierunku strategii dominującej.



Rys. 2. Optymalne strategie monetarne i fiskalne i równowaga Nasha dla celów gospodarczych: wzrost PKB = 3,5%, inflacja=2,5%. Wyniki symulacji dla parametrów z Tabeli 8

Można zaobserwować, że w efektywnym przedziale wahań instrumentów fiskalnych, wybór optymalnej polityki monetarnej (stopień jej restrykcyjności/ekspansywności) zależy od tego, jaką politykę fiskalną wybierze rząd. Im bardziej ekspansywna jest polityka fiskalna, tym bardziej restrykcyjną politykę pieniężną w odpowiedzi stosuje bank centralny, aby uniknąć nadmiernej inflacji, przekraczającej cel inflacyjny. Dla wyższych wartości deficytu budżetowego pożądana wartość inflacji jest osiągnięta przy odpowiednio wyższych stopach procentowych. Analogicznie, gdy rząd prowadzi bardziej restrykcyjną politykę budżetową, bank centralny, dążąc do osiągnięcia celu inflacyjnego, może przystać na mniej restrykcyjną (bardziej ekspansywną) politykę pieniężną z odpowiednio niższymi stopami procentowymi. Poza tym (efektywnym) przedziałem instrumentów fiskalnych, pod wpływem dalszego zaostrzenia polityki budżetowej lub zwiększania stopnia jej ekspansywności, optymalna strategia monetarna zmierza w kierunku strategii dominującej.

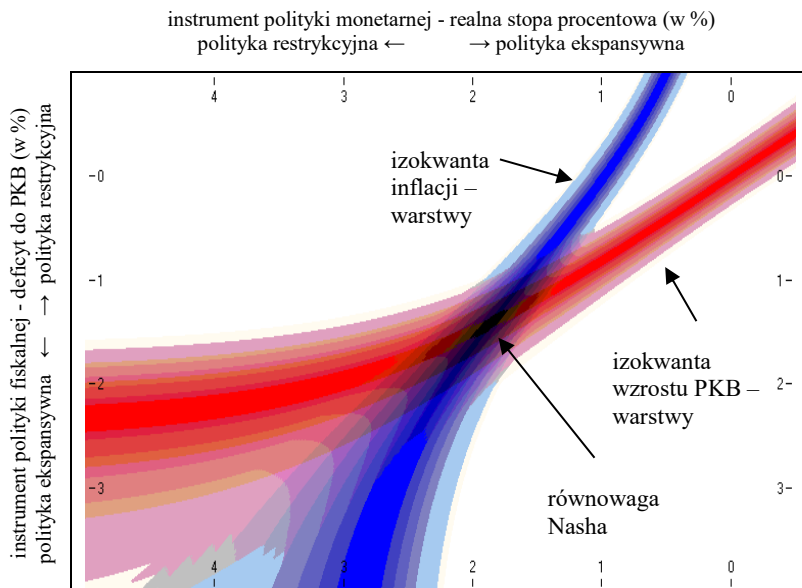
Analogicznie, stopień restrykcyjności/ekspansywności polityki fiskalnej zależy od stosowanej przez bank centralny polityki monetarnej. Im bardziej restrykcyjna jest polityka pieniężna, tym w odpowiedzi bardziej ekspansywna jest polityka budżetowa, ponieważ osiągnięcie pożądanego tempa wzrostu gospodarczego przy wyższym poziomie stóp procentowych wymaga bardziej zdecydowanej, pro wzrostowej, ekspansywnej polityki fiskalnej, charakteryzującej się wyższym deficytem budżetu. I odwrotnie, w odpowiedzi na bardziej ekspansywną politykę pieniężną, rząd ogranicza

stopień ekspansji budżetowej prowadząc odpowiednio bardziej restrykcyjną politykę fiskalną. Ale poza tym przedziałem (jest to wyraźniej widoczne na Rys. 3 i 4), kierując się do skrajnie restrykcyjnej polityki pieniężnej – optymalna strategia fiskalna nie zmienia się pod wpływem dalszego zaostrzenia przez bank centralny polityki monetarnej. Podobnie, przechodząc w kierunku skrajnie ekspansywnej polityki monetarnej – optymalna strategia fiskalna przestaje reagować na dalsze łagodzenie polityki pieniężnej. Podsumowując, w obszarze skrajnie restrykcyjnych lub skrajnie ekspansywnych strategii stóp procentowych optymalna strategia fiskalna przechodzi w strategię dominującą.

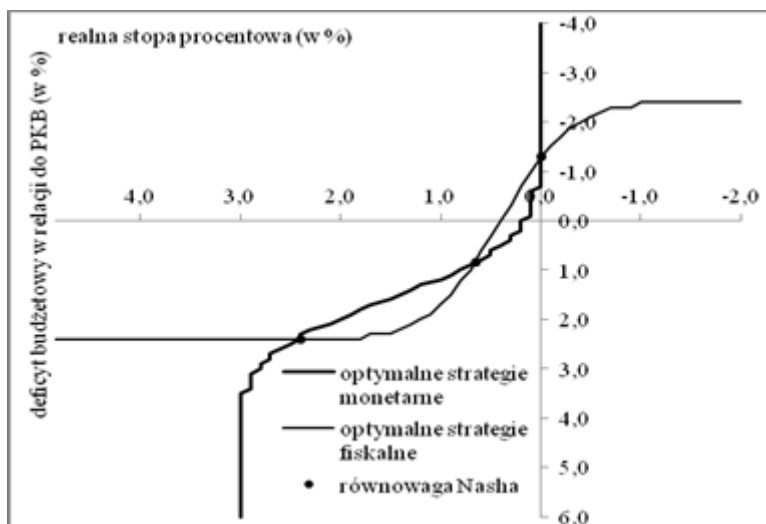
Dla przyjętych parametrów oraz celów władz monetarnych i fiskalnych w przedziale dopuszczalnych zmian instrumentów występuje jeden stan równowagi Nasha (Rys. 2), który odpowiada kombinacji stosunkowo neutralnych polityk: zarówno monetarnej jak i fiskalnej, charakteryzowanych przez realną stopę procentową na poziomie ok. 1,9% oraz deficyt budżetu państwa w relacji do PKB na poziomie ok. 1,4%.

Rysunek 3 przedstawia izokwanty wzrostu PKB i izokwanty inflacji, pokazujące jakie alternatywne policies-mix (stanowiące kombinacje polityki fiskalnej i monetarnej o określonym stopniu restrykcyjności/ekspansywności) umożliwiają osiągnięcie przyjętej dynamiki PKB i założonego poziomu inflacji (ze zmieniającym się dopuszczalnym przedziałem wahań wokół wartości pożądanej). Można zauważyć, że rozwiązania mieszczące się w wąskim przedziale dopuszczalnych odchyień od wartości pożądanych jednocześnie dla wzrostu gospodarczego i inflacji znajdują się w małym otoczeniu równowagi Nasha. Jeżeli dopuścimy większy zakres odchyień od wyznaczonych celów makroekonomicznych, zwiększa się obszar rozwiązań „wystarczająco” dobrych (bliskich pożądanym wartościom z przyjętym dopuszczalnym odchyleniem zarówno dla dynamiki PKB jak i inflacji). Widoczna jest wyraźna asymetria w ich usytuowaniu – obszar rozwiązań bliskich optymalnym z dopuszczalnym odchyleniem zwiększa się szczególnie w kierunku kombinacji polityk bardziej restrykcyjnych monetarnych i bardziej ekspansywnych fiskalnych w porównaniu ze stanem równowagi Nasha.

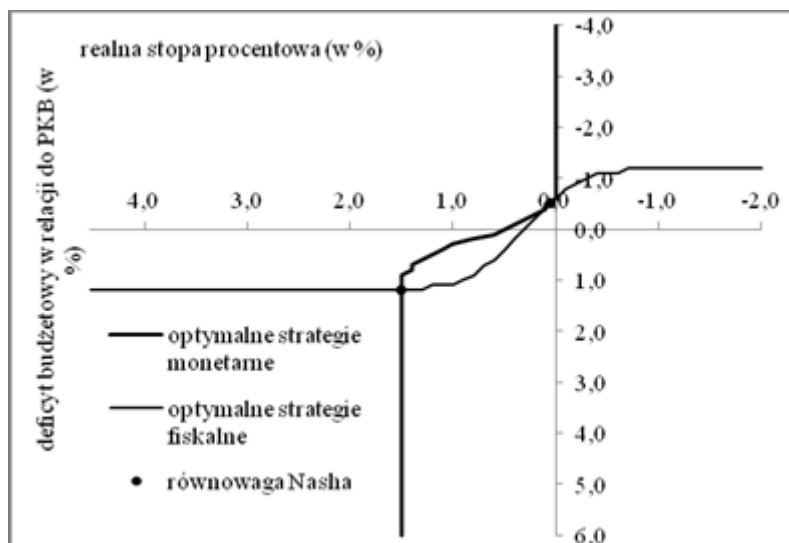
W dalszej kolejności przedstawiono wyniki symulacji, wskazujące na możliwość wystąpienia różnych sytuacji, opisujących równowagę w zdefiniowanej powyżej grze monetarno-fiskalnej, w tym również przypadków, gdy istnieje kilka stanów równowagi (Rys. 4 i 5) bądź, gdy w rozpatrywanym zakresie wahań instrumentów równowagi nie ma (Rys. 8). I tak, przykładowo, na Rys. 4 widoczne są trzy stany równowagi Nasha: jeden odnosi się do neutralnej policy-mix: realna stopa procentowa na poziomie ok. 0,65% oraz deficyt budżetu państwa w relacji do PKB na poziomie ok. 0,85%, kolejny punkt równowagi odzwierciedla restrykcyjną politykę monetarną i ekspansywną fiskalną, a trzeci stan równowagi, odwrotnie – ekspansywną politykę pieniężną i restrykcyjną budżetową.



Rys. 3. Izokwanta – wykres warstwowy z dopuszczalnymi wahaniami wokół założonych wartości: wzrost PKB = 3,5%, inflacja = 2,5%. Wyniki symulacji dla parametrów z Tabeli 8



Rys. 4. Optymalne strategie fiskalne i monetarne dla celów gospodarczych: wzrost PKB = 3,5%, inflacja=2,5%. Trzy stany równowagi. Wyniki symulacji (parametry: $\alpha_1=6$; $\beta_1=1$; $\chi_1=1$; $\alpha_2=-5$; $\beta_2=5$; $\chi_2=4$; $\delta_1=3$; $\alpha_3=5$; $\beta_3=10$; $\chi_3=2$; $\alpha_4=-11$; $\beta_4=1$; $\chi_4=1$; $\delta_2=8$)



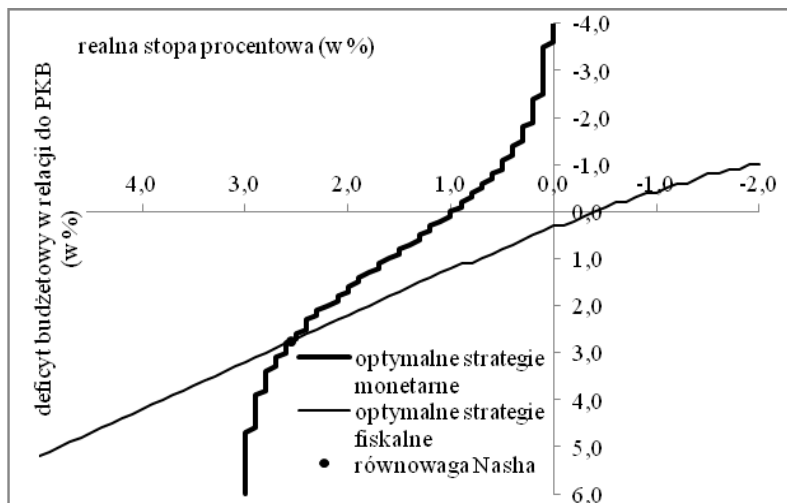
Rys. 5. Optymalne strategie fiskalne i monetarne dla celów gospodarczych: wzrost PKB = 3,5%, inflacja=2,5%. Trzy stany równowagi. Wyniki symulacji (parametry: $\alpha_1=6$; $\beta_1=2$; $\chi_1=1$; $\alpha_2=-5$; $\beta_2=4,5$; $\chi_2=5$; $\delta_1=3$; $\alpha_3=5$; $\beta_3=1$; $\chi_3=5$; $\alpha_4=-11$; $\beta_4=1$; $\chi_4=2$; $\delta_2=8$)

4. Wpływ celów władz monetarnych i fiskalnych na wybór policy mix

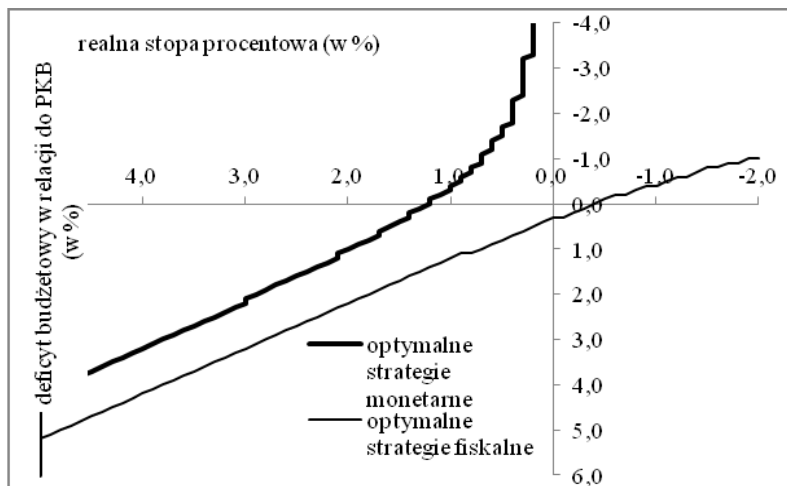
Wykonano również symulacje mające na celu zbadanie wpływu celów władz monetarnych i fiskalnych na wybór policy mix. Przykładowe wyniki prezentowane są na kolejnych wykresach (Rys. 6-8). Wykresy te przedstawiają zmiany w zakresie strategii optymalnych odpowiedzi władz monetarnych i fiskalnych pod wpływem celów, jakie sobie stawiają realizując własną politykę, a w rezultacie jak zmienia się usytuowanie stanów równowagi Nasha.

Punktem wyjścia był przypadek przedstawiony na Rys. 2, gdy władze monetarne dążą do realizacji celu inflacyjnego na poziomie 2,5%, a władze fiskalne do wzrostu gospodarczego na poziomie 3,5% PKB. Dla danych parametrów funkcji logistycznej istnieje wówczas jeden stan równowagi Nasha, znajdujący się w punkcie przecięcia strategii najlepszych odpowiedzi w obszarze dopuszczalnych zmian instrumentów. Stanowi on jednocześnie rozwiązanie Pareto optymalne.

Można zauważyć, że zaostrzenie celów polityki pieniężnej (np. obniżenie celu inflacyjnego do 2%) powoduje przesunięcie optymalnych strategii monetarnych w lewo, w kierunku bardziej restrykcyjnych strategii – przedstawia to Rys. 6. Rezultatem jest zmiana stanu równowagi i policy mix na kombinację bardziej restrykcyjnej polityki monetarnej i zarazem bardziej ekspansywnej polityki fiskalnej. Analogicznie,



Rys. 7. Optimalne strategie monetarne i fiskalne i równowaga Nasha dla celów gospodarczych: wzrost PKB = 4,0%, inflacja=2,5%. Wyniki symulacji (parametry: $\alpha_1=6$; $\beta_1=1$; $\chi_1=1$; $\alpha_2=-5$; $\beta_2=1$; $\chi_2=1$; $\delta_1=3$; $\alpha_3=5$; $\beta_3=1$; $\chi_3=1$; $\alpha_4=-11$; $\beta_4=1$; $\chi_4=1$; $\delta_2=8$)



Rys. 8. Optimalne strategie monetarne i fiskalne dla celów gospodarczych: wzrost PKB = 4,0%, inflacja=2,0%. Wyniki symulacji (parametry: $\alpha_1=6$; $\beta_1=1$; $\chi_1=1$; $\alpha_2=-5$; $\beta_2=1$; $\chi_2=1$; $\delta_1=3$; $\alpha_3=5$; $\beta_3=1$; $\chi_3=1$; $\alpha_4=-11$; $\beta_4=1$; $\chi_4=1$; $\delta_2=8$)

przyjęcie łagodniejszych celów przez władze monetarne prowadzi do zmiany strategii pieniężnych na bardziej ekspansywne (przesunięcie w prawo), w wyniku czego punkt równowagi przesuwają się w kierunku łagodniejszej polityki pieniężnej i bardziej restrykcyjnej budżetowej.

Rysunek 7 przedstawia wpływ przyjęcia przez władze fiskalne bardziej ambitnych celów, podwyższenia pożądanego wzrostu PKB z 3,5% do 4%. Skutkiem jest przesunięcie optymalnych strategii fiskalnych w dół, w kierunku bardziej ekspansywnym. Równowagę Nasha zapewnia wówczas kombinacja bardziej ekspansywnej polityki budżetowej i jednocześnie bardziej restrykcyjnej polityki pieniężnej. Odwrotnie, gdy władze fiskalne godzą się na realizację niższego wzrostu gospodarczego, następuje przesunięcie optymalnych strategii budżetowych w górę, w kierunku bardziej restrykcyjnym, a stan równowagi odpowiada policy mix łączącej bardziej restrykcyjną politykę fiskalną i bardziej ekspansywną monetarną. Jeśli, jak na Rysunkach 2, 6 i 7, punkty przecięcia optymalnych strategii monetarnych i fiskalnych znajdują się w dopuszczalnym przedziale wahań instrumentów, to tym samym stanowią stany równowagi Nasha, które są rozwiązaniami Pareto optymalnymi.

Wykres na Rys. 8 jest ilustracją dla innego przypadku, gdy nadmiernie wysokie oczekiwania i nierealistyczne cele władz monetarnych i fiskalnych uniemożliwiają osiągnięcie Pareto optymalnego stanu równowagi w przyjętym dopuszczalnym przedziale instrumentów i tym samym utrudniają racjonalny wybór w zakresie policy-mix. Wygórowane cele władz monetarnych i fiskalnych skłaniają do wyboru skrajnie restrykcyjnej polityki pieniężnej i/lub skrajnie ekspansywnej budżetowej, a więc do wyboru policy mix, która nie jest Pareto efektywna. Prezentowany przykład obliczeniowy pokazuje, że wyznaczanie przez władze monetarne silnie restrykcyjnego celu inflacyjnego (np. inflacji na niskim poziomie 2%), a jednocześnie dążenie władz fiskalnych do zdecydowanie wysokiej dynamiki PKB (np. 4%) prowadzi do takiej właśnie sytuacji. Możliwość wystąpienia tego typu przypadków wskazuje na celowość koordynacji polityki pieniężnej i fiskalnej.

5. Podsumowanie

W pracy przedstawiono omówienie literatury przedmiotu w zakresie problematyki wyboru policy mix z wykorzystaniem gry monetarno-fiskalnej, a także podsumowanie dotychczasowych badań autorki w tym obszarze oraz ich kontynuację. Przedmiotem analizy była dwuosobowa, jednoetapowa gra, w której władze monetarne i fiskalne podejmują decyzje niezależnie. Dokonując podsumowania dotychczasowych badań autorki wskazano na prosty przypadek gry, uwzględniającej dwie jakościowo różne strategie, zarówno monetarne jak i fiskalne (restrykcyjną i ekspansywną), a następnie rozważono grę z większą liczbą strategii. Za miernik stopnia restrykcyjności/ekspansywności strategii przyjęto instrumenty polityki: realną stopę

procentową dla polityki pieniężnej oraz deficyt budżetowy w relacji do PKB dla polityki fiskalnej. Początkowe założenie, że władze monetarne dążą do minimalizacji inflacji, a fiskalne do maksymalizacji wzrostu gospodarczego, w dalszej części badań zmodyfikowano, przyjmując, że celem banku centralnego jest osiągnięcie pożądanego poziomu inflacji, tzw. celu inflacyjnego, podczas, gdy rząd dąży do osiągnięcia pożądanego (zaplanowanego) poziomu wzrostu gospodarczego.

Przeprowadzono szereg badań symulacyjnych z zastosowaniem powyższej gry. Do odzwierciedlenia zależności między zastosowanymi instrumentami polityki mix a uzyskanymi efektami ekonomicznymi wykorzystano zmodyfikowaną funkcję logistyczną, co umożliwiło uwzględnienie specyfiki wpływu instrumentów na koniunkturę, w tym ograniczonej skuteczności oddziaływania skrajnie restrykcyjnych/skrajnie ekspansywnych polityk na gospodarkę.

Rozważając grę z dwoma strategiami dokonano analizy stanów równowagi i Pareto-optymalności rozwiązań. Pokazano, że stan równowagi Nasha w analizowanej grze jest wyznaczony przez strategie dominujące i prowadzi do wyboru kombinacji restrykcyjnej polityki monetarnej i ekspansywnej fiskalnej, co odpowiada rzeczywistej sytuacji, jaka miała miejsce w Polsce, gdy w odpowiedzi na zbyt ekspansywną politykę fiskalną i wysoki poziom deficytu budżetowego, bank centralny prowadził politykę restrykcyjną, utrzymując realne stopy procentowe na wysokim poziomie. Przeprowadzono również analizę Pareto-optymalności rozwiązań gry, wskazując na możliwość zaistnienia czterech różnych przypadków. Trzy z tych czterech przypadków dotyczą sytuacji, gdy równowaga Nasha stanowi jednocześnie rozwiązanie Pareto optymalne, a jedynie jeden wskazuje na znany w literaturze przypadek dylematu więźnia, gdy występuje konflikt między racjonalnością indywidualną, odzwierciedlaną przez kryterium dominacji, a racjonalnością grupową w postaci kryterium Pareto. W pracy przedstawiono także warunki, od jakich zależy, z którym z wymienionych przypadków możemy mieć do czynienia. Odniesiono się do wyników uzyskanych w tej dziedzinie przez Blindera oraz Bennetta i Loayzę. Wykazują oni, że niezależnie działające władze monetarne i fiskalne będą dążyć, podobnie jak w dylemacie więźnia, do stanu równowagi Nasha, wyznaczanego przez strategie dominujące: restrykcyjną politykę pieniężną i ekspansywną fiskalną, a to oznacza przyjęcie rozwiązania nieoptymalnego w sensie Pareto. Stanowi to, w ich opinii, przesłankę do stwierdzenia, że niezbędna jest koordynacja obu polityk, ponieważ prowadzi do lepszych rozwiązań niż niezależne działania banku centralnego i władz fiskalnych. Uzyskane w pracy wyniki, wskazują, że dylemat więźnia jest zaledwie jednym z kilku możliwych przypadków, jakie mogą mieć miejsce. W większości przypadków równowaga w grze jest Pareto optymalna, co oznacza, że niezależność banku centralnego w kształtowaniu polityki monetarnej prowadzi do efektywnych rozwiązań. Odpowiedź, z którym przypadkiem będziemy mieć do czynienia w praktyce, i tym samym, czy pożądana jest koordynacja polityk, zależy od uwarunkowań koniunktury gospodarczej i wykorzystania instrumentów, w szczególności zaś od tego, która polityka: monetarna czy fiskalna skuteczniej wpływa na wzrost gospodarczy oraz która z nich efektywniej

oddziałuje na inflację, a także od tego, który instrument podlega silniejszym zmianom: stopa procentowa czy deficyt budżetowy.

W dalszym ciągu pracy przedstawiono analizę gry dla większej, skończonej liczby strategii monetarnych i fiskalnych z ograniczonym dopuszczalnym przedziałem instrumentów. Przedstawiono i przeanalizowano wyniki symulacji dla gry, w której do wyznaczenia wypłat graczy zastosowano zmodyfikowaną funkcję logistyczną, zakładając tym samym ograniczoną skuteczność oddziaływania instrumentów monetarnych i fiskalnych na stan gospodarki, w tym na wzrost PKB i inflację. Oznacza to zarówno ograniczone możliwości pobudzania wzrostu gospodarczego przez coraz bardziej ekspansywną politykę fiskalną, jak i małą skuteczność obniżania inflacji przez zaostrzanie i tak już restrykcyjnej polityki monetarnej. W badaniach przyjęto, że władze monetarne dążą do pożądanego poziomu inflacji, tzw. celu inflacyjnego, a władze fiskalne – do osiągnięcia pożądanego poziomu wzrostu PKB. Wyniki symulacji wskazują, że strategie optymalnych odpowiedzi władz monetarnych i fiskalnych zależą zarówno od parametrów funkcji logistycznej, odzwierciedlających skuteczność i zakres oddziaływania instrumentów policy-mix jak i od przyjętych przez bank centralny i rząd celów ich odpowiednich polityk.

W pewnym przedziale wahań instrumentów polityki monetarnej i fiskalnej, który można nazwać efektywnym, ich oddziaływanie na gospodarkę jest skuteczne, natomiast poza nim, przy ekstremalnie niskich/wysokich wartościach instrumentów odpowiadających skrajnie restrykcyjnemu bądź ekspansywnemu nastawieniu polityki – ich skuteczność zdecydowanie maleje. W efektywnym przedziale wahań instrumentów, wybór optymalnej polityki fiskalnej zależy od decyzji banku centralnego – im bardziej restrykcyjna polityka monetarna, tym bardziej w odpowiedzi ekspansywna polityka fiskalna i vice versa. Poza przedziałem efektywnego oddziaływania, przy przesuwaniu się ku skrajnie restrykcyjnej polityce pieniężnej – optymalna strategia fiskalna przestaje zmieniać się pod wpływem dalszego zaostrzania polityki przez bank centralny, podobnie, przy przechodzeniu ku skrajnie ekspansywnej polityce monetarnej – optymalna strategia fiskalna przestaje reagować na dalsze łagodzenie polityki pieniężnej. Można więc zaobserwować dążenie do dominującej strategii fiskalnej przy przechodzeniu do skrajnie restrykcyjnej/ekspansywnej polityki pieniężnej. Dla polityki monetarnej analogicznie można wskazać na przedział jej skutecznego oddziaływania, w którym stopień restrykcyjności polityki monetarnej zależy od tego, jaką politykę stosują władze fiskalne. Na wzrost ekspansywności polityki budżetowej bank centralny reaguje zaostrzeniem polityki pieniężnej, aby uniknąć nadmiernej inflacji, przekraczającej wyznaczony cel inflacyjny. Poza tym przedziałem charakterystyczne jest kierowanie się ku dominującej strategii pieniężnej w odpowiedzi na skrajnie restrykcyjne/ekspansywne nastawienie polityki fiskalnej.

Badania symulacyjne pozwoliły na przeanalizowanie różnych przypadków gry w zależności od przyjętych wartości parametrów oraz celów władz monetarnych i fi-

skalnych: istnienia jednego stanu równowagi Nasha, utożsamianego z wyborem określonej kombinacji polityki monetarnej i fiskalnej, kilku równowag (dwóch, trzech), a także przypadku, gdy stan równowagi Nasha znajduje się poza przyjętym dopuszczalnym przedziałem wahań instrumentów. Ostatni przypadek oznacza, że, uwzględniając ograniczenia dotyczące zakresu możliwych wartości instrumentów, równowaga przesuwa się w kierunku skrajnie restrykcyjnych/skrajnie ekspansywnych strategii.

Wyniki wskazują, że na stan równowagi Nasha, utożsamiany z wyborem policy mix istotny wpływ mają cele władz monetarnych i fiskalnych. Pod wpływem zmian celów polityki banku centralnego i rządu zmianie ulegają optymalne strategie monetarne i fiskalne. Zmiana celów władz monetarnych, znajdująca odzwierciedlenie w zmianie pożądanego poziomu inflacji, powoduje przesunięcie optymalnych strategii pieniężnych: w kierunku bardziej ekspansywnym w przypadku łagodzenia celów polityki i tym samym podwyższenia celu inflacyjnego, lub w kierunku twardszej polityki pieniężnej pod wpływem ustalenia celu inflacyjnego na niższym, bardziej restrykcyjnym poziomie. Również zmiana celów polityki fiskalnej, znajdująca odzwierciedlenie w zmianie planowanego tempa wzrostu PKB, powoduje przesunięcie optymalnych strategii budżetowych w kierunku bardziej ekspansywnym, na skutek wyznaczenia ambitniejszych celów w zakresie wzrostu gospodarczego, bądź w kierunku zwiększania restrykcyjności polityki w przeciwnym wypadku. Odpowiednio do zmian optymalnych strategii monetarnych i fiskalnych zmiana ulega także usytuowanie stanu równowagi Nasha. Jeśli punkty przecięcia optymalnych strategii monetarnych i fiskalnych znajdują się w dopuszczalnym przedziale instrumentów, to stanowią one stany równowagi Nasha odzwierciedlające Pareto optymalne decyzje w zakresie policy mix. Przeprowadzone symulacje wskazują jednak na możliwość wystąpienia również takiego przypadku, gdy w warunkach braku koordynacji, nierealistycznie ustalone cele władz monetarnych i fiskalnych utrudniają racjonalny wybór w zakresie policy mix i uniemożliwiają osiągnięcie Pareto optymalnej równowagi w przyjętym przedziale wahań instrumentów. Wygórowane cele władz monetarnych i fiskalnych skłaniają do wyboru kombinacji skrajnie restrykcyjnej polityki pieniężnej i skrajnie ekspansywnej budżetowej, nieefektywnej w sensie Pareto.

Na podstawie uzyskanych wyników przedstawiono również izokwanty wzrostu PKB i izokwanty inflacji, pokazujące, jakie alternatywne policy mix (stanowiące kombinacje polityki monetarnej i fiskalnej o określonym stopniu restrykcyjności/ekspansywności) umożliwiają osiągnięcie przyjętej dynamiki PKB i założonego poziomu inflacji. Pozwala to zaobserwować rozwiązania optymalne i rozwiązania bliskie optymalnym (z dopuszczalnym przedziałem wahań wokół wartości pożądanej).

Literatura

Bennett, H. Loayza, N. (2001) 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*, **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.
- Darnault N, Kutos P. (2005) Poland's policy mix: fiscal or monetary leadership? *ECFIN Country Focus*, **2**, 1, 1-6.
- Dixit A., Lambertini L. (2001) Monetary-Fiscal Policy Interactions and Commitment versus Discretion in a Monetary Union. *European Economic Review*, **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. W: Ralph Bryant, et al., eds., *Empirical Macroeconomics for Interdependent Economies*. Brookings Institution Press, Washington.
- Gjedrem S. (2001) Monetary policy - the importance of credibility and confidence. *BIS Review*, **7**, 1-13
- 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.
- Lambertini L., Rovelli R. (2003) *Monetary and Fiscal Policy Coordination and Macroeconomic Stabilization. A Theoretical Analysis*. Report. Department of Economic Sciences, University of Bologna.
- Libich J., Nguyen D., Stehlik P. (2014) Monetary Exit and Fiscal Spillovers. *MPRA paper*, 1-32.
- Marszałek P. (2009) *Koordinacja polityki pieniężnej i fiskalnej jako przesłanka stabilności poziomu cen (Coordination of the monetary and fiscal policies as the premise for the stability of price level; in Polish)*. PWN, Warszawa.
- Marszałek P. (2005) Zastosowanie teorii gier do badania koordynacji polityki pieniężnej i polityki fiskalnej. W: *Studia z bankowości centralnej*, Przybylska-Kapusińska W. (red.), *Zeszyty Naukowe AE w Poznaniu*, **56**, 224-247.
- Nash, J.F. (1953) Two-Person Cooperative Games. *Econometrica*, **21**, 1 (January), 128-140.
- Nordhaus, W. D. (1994) Policy Games: Coordination and Independence in Monetary and Fiscal Policies. *Brookings Papers on Economic Activity*, **2**, 139-215.
- Sargent T., Wallace N. (1981) Some Unpleasant Monetarist Arithmetic. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, **5**, 1-17.
- Stawska (2014) Wpływ Policy-mix na wzrost gospodarczy i poziom bezrobocia w Polsce. *Finanse, Zeszyty naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego* nr 804, *Rynki Finansowe, Ubezpieczenia* nr 67, 667-677.
- Walsh C. (2001) Transparency in Monetary Policy. *FRBSF Economic Letter* 2001, **26** (September 7).
- 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*, **6**.
- Woroniecka-Leciejewicz I. (2015a) Equilibrium strategies in a fiscal-monetary game. A simulation analysis. *Operations Research & Decisions*, **25**, **2**, 75-100.

- Woroniczka-Leciejewicz I. (2015b) Wpływ instrumentów polityki mix na gospodarkę – ujęcie modelowe. *Zeszyty Naukowe WSISiZ „Współczesne Problemy Zarządzania”*, 7-33.
- Woroniczka-Leciejewicz I. (2012) Problem wyboru polityki mix w grze -monetarnej z zastosowaniem funkcji logistycznej. *Studia i Materiały Informatyki Stosowanej*, 4, 8, 29-38.
- Woroniczka-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, 7 (2), 189-210.
- Woroniczka-Leciejewicz I. (2010b) Równowaga w grze -monetarnej a priorytety banku centralnego i rządu. W: *Modelowanie Preferencji a Ryzyko '10*, Trzaskalik T. (red.), AE im. K. Adamięckiego, Katowice, 327-343.
- Woroniczka-Leciejewicz I. (2008) Dylemat więźnia i inne przypadki grze monetarno-fiskalnej. W: *Badania operacyjne i systemowe: decyzje, gospodarka, kapitał ludzki i jakość*, Owsiniński J.W., Nahorski Z., Szapiro T. (red.). Seria *Badania Systemowe*, 64, IBS PAN, Warszawa, 161-172.
- Woroniczka I. (2007) Analiza priorytetów banku centralnego w polityce stóp procentowych. *Ekonomista*, 4, 559-580.
- Woroniczka I. (2006) Gra o politykę makroekonomiczną między bankiem centralnym a rządem. W: *Badania Operacyjne i Systemowe. Analiza systemowa w globalnej gospodarce opartej na wiedzy: e-wyzwania*, Urbańczyk E., Straszak A., Owsiniński J.W. (red.), Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 153-166.

ANALYSING MONETARY AND FISCAL STRATEGIES WITH THE USE OF GAME THEORY

Abstract: The paper presents an analysis of monetary and fiscal strategies using game theory. The monetary-fiscal game is considered under different assumptions and for different economic conditions. The best response (optimal) strategies of the monetary and fiscal authorities and the Nash equilibria are analyzed when the authorities assume and try to reach independently their goals. The simulation study was made to show the influence of the priorities of the monetary and fiscal authorities on the Nash equilibrium state and the choice of the policy mix. The paper includes a summary of the research results achieved in this area. The paper provides also an analysis of the monetary-fiscal game using a modified logistic function. Based on the results obtained, the analysis is reported of the GDP growth and the inflation isoquants, showing which of the alternative policy mixes, characterized by the definite degrees of restrictiveness of the monetary and fiscal policies, make it possible to attain the assumed GDP dynamics and the inflation level.