

Raport Badawczy
Research Report

RB/77/2008

**Dylemat więźnia
i inne przypadki w grze
monetarno-fiskalnej**

I. Woroniecka-Leciejewicz

Instytut Badań Systemowych
Polska Akademia Nauk

Systems Research Institute
Polish Academy of Sciences



DYLEMAT WIĘZNI I INNE PRZYPADKI W GRZE MONETARNO-FISKALNEJ

Irena Woroniecka-Leciejewicz

Instytut Badań Systemowych PAN, 01-447 Warszawa ul. Newelska 6
Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania, Warszawa ul. Newelska 6

Praca, z zakresu zastosowania teorii gier w analizie *policy mix*, przedstawia grę monetarno-fiskalną jako przykład dwuosobowej gry o sumie niezerowej, w której bank centralny i rząd podejmują decyzje niezależnie. Dokonano analizy stanów równowagi i Pareto-optymalności rozwiązań w grze z uwzględnieniem dwóch oraz trzech jakościowo różnych strategii polityki fiskalnej i monetarnej: ekspansywnej, neutralnej i restrykcyjnej, przy założeniu liniowych zależności. Przedmiotem zainteresowania jest dylemat więźnia, w którym niezależnie działające władze monetarne i fiskalne będą dążyć, zgodnie z równowagą Nasha, do restrykcyjnej polityki pieniężnej i ekspansywnej budżetowej, co prowadzi do rozwiązania nieoptymalnego w sensie Pareto. Uzyskane wyniki wskazują, że ten przypadek, na którym wyłącznie koncentrują się badania prowadzone w tej dziedzinie przez Blindera oraz Bennetta i Loayzę, jest tylko jednym z kilku możliwych, jakie mogą mieć miejsce.

1. Wstęp

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie sytuacji decyzyjnej dotyczącej wyboru *policy mix*, obejmującej zarówno politykę monetarną jak fiskalną, jako dwuosobowej gry między podmiotami odpowiedzialnymi za prowadzenie polityki gospodarczej na szczeblu centralnym: bankiem centralnym i rządem. Badania koncentrują się na analizie stanów równowagi gry oraz Pareto-optymalności rozwiązań z uwzględnieniem kilku jakościowo różnych strategii w zakresie polityki monetarnej i fiskalnej, różniących się stopniem ich restrykcyjności/ekspansywności.

Przedmiotem analizy jest dwuosobowa gra między bankiem centralnym i rządem. Jest to jednoetapowa gra o sumie niezerowej z pełną informacją. Każdy z graczy podejmuje decyzje samodzielnie, biorąc pod uwagę prawdopodobną reakcję drugiego gracza. Strategie rządowe oznaczają strategie polityki fiskalnej, różniące się stopniem restrykcyjności polityki. Jako miernik stopnia restrykcyjności polityki fiskalnej przyjęto poziom deficytu budżetowego w relacji do PKB. Strategie banku centralnego oznaczają różniące się stopniem restrykcyjności strategie polityki monetarnej. Jako wyznacznik restrykcyjności polityki pieniężnej przyjęto wysokość realnej stopy procentowej. Wypłatą banku centralnego w tej grze jest poziom inflacji, zakłada się, że władze monetarne dążą do uzyskania jak najniższej inflacji. Wypłatą, która jest maksymalizowana przez władze fiskalne (rząd) jest tempo wzrostu PKB.

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.

2. Równowaga w grze monetarno-fiskalnej z dwoma strategiami

Przed przystąpieniem do analizy gry z trzema strategiami, pokrótce przedstawiony zostanie przykład gry uwzględniającej dwie jakościowo różne strategie: restrykcyjną i ekspansywną zarówno po stronie polityki fiskalnej jak i monetarnej (Tabela 1). Bank centralny, dążąc do obniżania inflacji (p), wybiera między polityką bardziej restrykcyjną, charakteryzującą się wyższą realną stopą procentową (r) a mniej restrykcyjną, charakteryzującą się niższą stopą procentową. Rząd, podejmując decyzje dotyczące polityki budżetowej, skłania się bądź do wyboru polityki bardziej restrykcyjnej, której towarzyszy niższy poziom deficytu budżetu państwa (b), bądź bardziej ekspansywnej (wyższy deficyt), dążąc do osiągnięcia jak najwyższego realnego wzrostu PKB (y). Lewa kolumna odzwierciedla restrykcyjną politykę pieniężną, prawa zaś - ekspansywną, analogicznie górny wiersz oznacza restrykcyjną, a dolny ekspansywną politykę fiskalną (odwrotnie niż we wcześniejszych pracach (Woroniecka 2006, 2008).

Tabela 1. Gra między monetarno-fiskalna z dwoma strategiami

Tablica wypląt			Bank centralny	
			Strategia M1	Strategia M2
			r_1	r_2
Rząd	Strategia F1	b_1	p_{11} y_{11}	p_{12} y_{12}
	Strategia F2	b_2	p_{21} y_{21}	p_{22} y_{22}

Źródło: opracowanie własne

Gra analizowana jest przy przyjęciu alternatywnych założeń dotyczących wpływu realnej stopy procentowej i deficytu budżetu państwa na tempo wzrostu PKB oraz na poziom inflacji przy uproszczonym założeniu o liniowym charakterze tych zależności. Rozpatrywane są dwa warianty.

Wariant A:

$$\frac{\partial y}{\partial r} < 0, \quad \frac{\partial p}{\partial r} < 0, \quad \frac{\partial y}{\partial b} > 0, \quad \frac{\partial p}{\partial b} > 0.$$

(24)

Wariant B:

$$\frac{\partial y}{\partial r} < 0, \quad \frac{\partial p}{\partial r} < 0, \quad \frac{\partial y}{\partial b} < 0, \quad \frac{\partial p}{\partial b} > 0. \quad (25)$$

Założenie, że wzrost realnej stopy procentowej, *ceteris paribus*, wywołuje spadek tempa wzrostu PKB oraz ograniczenie inflacji jest analogiczne w obu wariantach, podobnie jak założenie, że wzrost deficytu budżetowego przyczynia się do wzrostu inflacji. Różnica dotyczy wpływu deficytu budżetowego na realny wzrost produkcji w gospodarce. W wariantcie A zakłada się, że wzrost deficytu budżetu państwa, *ceteris paribus*, powoduje zwiększenie tempa wzrostu PKB, podczas, gdy w wariantcie B – ogranicza tempo wzrostu produkcji. Dodatkowo zakłada się, że:

$$\Delta b = b_2 - b_1 > 0, \quad \Delta r = r_2 - r_1 < 0. \quad (26)$$

W niniejszym artykule analiza gry między bankiem centralnym a rządem koncentruje się na wariantcie A, który w krótkim okresie wydaje się bardziej realistycznie odzwierciedlać badane interakcje między polityką pieniężną a budżetową.

Tabela 2 przedstawia tablicę wypłat w grze dla wariantu A. Najniższa inflacja i jednocześnie najniższy wzrost gospodarczy występuje w przypadku wyboru zarówno restrykcyjnej polityki monetarnej, jak i restrykcyjnej polityki 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, gdy zarówno polityka pieniężna jak i fiskalna mają charakter ekspansywny (prawy dolny róg tablicy).

Optymalną strategią banku centralnego w przypadku zastosowania przez rząd restrykcyjnej polityki fiskalnej (niższy deficyt b_1) jest wybór restrykcyjnej polityki monetarnej (wyższa stopa procentowa r_1), ponieważ minimalizowana jest inflacja w pierwszym wierszu ($p < p + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$). W przypadku wyboru przez władze fiskalne ekspansywnej polityki budżetowej, optymalną strategią władz monetarnych pozostaje polityka restrykcyjna, bowiem wybierana jest minimalna inflacja w drugim wierszu ($p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b < p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$). Można wyciągnąć wniosek, że restrykcyjna polityka pieniężna stanowi dla banku centralnego strategię dominującą, która jest optymalna niezależnie od tego, jaką strategię polityki fiskalnej wybierze rząd – restrykcyjną czy ekspansywną.

Przeprowadzając analogiczne rozumowanie dla alternatywnych decyzji władz fiskalnych, dążących do maksymalizacji realnego wzrostu PKB (y), można uzyskać poniższy wniosek. Optymalną strategią budżetową w odpowiedzi na restrykcyjną politykę pieniężną jest polityka ekspansywna, ponieważ wybierane jest

maksymalne tempo wzrostu PKB w pierwszej kolumnie ($y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b > y$). Również w przeciwnym wypadku, gdyby bank centralny realizował restrykcyjną politykę monetarną, optymalną strategią fiskalną okazuje się polityka ekspansywna – maksymalizacja PKB w drugiej kolumnie ($y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r > y + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$). Wynika z tego, że rząd, podobnie jak bank centralny, ma strategię dominującą, którą jest ekspansywna polityka fiskalna. Jest ona z punktu widzenia rządu strategią optymalną niezależnie od tego, jakie decyzje odnośnie wysokości stóp procentowych podejmie bank centralny.

Tabela 2. Równowaga w grze monetarno-fiskalnej z dwoma strategiami

Tablica wypłat		Bank centralny	
		wyższa stopa procentowa r_1	niższa stopa procentowa r_2
Rząd	niższy deficyt b_1	p y	$p + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ $y + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$
	wyższy deficyt b_2	$p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b$ $y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b$	$p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ $y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$

Źródło: opracowanie własne

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 przez podmioty odpowiedzialne za politykę makroekonomiczną restrykcyjnej polityki monetarnej z jednej strony i ekspansywnej polityki budżetowej, z drugiej. Rzeczywiście przez szereg lat w Polsce obserwowano, że w odpowiedzi na zbyt ekspansywną politykę fiskalną i wysoki poziom deficytu budżetowego bank centralny prowadził politykę restrykcyjną utrzymując realne stopy procentowe na wysokim poziomie.

3. Pareto-optymalność rozwiązań w grze z dwoma strategiami

Interesujące jest pytanie czy równowaga ta, wyznaczona przez strategię dominującą obu graczy: rządu i banku centralnego, jest Pareto-optymalna czy nie. W

tym sensie szczególnie ważne jest porównanie dwóch wariantów rozwiązań strategicznych: stanu równowagi odzwierciedlającego strategię dominującą, tzn. ekspansywną politykę fiskalną charakteryzującą się wysokim deficytem budżetowym i restrykcyjną politykę pieniężną, charakteryzującą się wysokim poziomem realnych stóp procentowych (lewy dolny róg tablicy wypłat) oraz alternatywnego rozwiązania – restrykcyjnej polityki budżetowej i ekspansywnej monetarnej (prawy górny róg tablicy wypłat). W tym celu należy rozważyć kilka przypadków.

Przypadek A1:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b > \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b < \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r. \quad (27)$$

Warunek ten oznacza, że po pierwsze zmiana tempa wzrostu gospodarczego spowodowana różnicą deficytu budżetowego w dwóch strategiach fiskalnych jest większa od zmiany wywołanej różnicą realnych stóp procentowych dwóch analizowanych strategii monetarnych. Na zmianę tempa wzrostu PKB spowodowaną różnicą deficytu budżetowego wpływa zarówno siła oddziaływania *ceteris paribus* mierzona pochodną cząstkową $\frac{\partial y}{\partial b}$, jak i sama wielkość różnicy między wartościami

deficytu budżetowego w obu analizowanych wariantach polityki fiskalnej Δb . Analogicznie, zmiana tempa wzrostu PKB wywołana różnicą stóp procentowych zależy od siły wpływu mierzonej pochodną cząstkową $\frac{\partial y}{\partial r}$, jak i od samej różnicy stóp

procentowych Δr . Po drugie zmiana inflacji spowodowana różnicą deficytu budżetowego w dwóch strategiach fiskalnych jest mniejsza od zmiany wywołanej różnicą realnych stóp procentowych dwóch analizowanych strategii monetarnych.

Przypadek A2:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b > \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b > \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r. \quad (28)$$

Założenie te można interpretować w sposób analogiczny do przypadku A1. Oznacza to, że po pierwsze zmiana tempa wzrostu gospodarczego spowodowana różnicą deficytu budżetowego jest większa od zmiany wywołanej różnicą realnych stóp procentowych, po drugie zmiana inflacji spowodowana różnicą deficytu budżetowego jest większa od zmiany wywołanej różnicą stóp procentowych.

Przypadek A3:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b < \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b < \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r. \quad (29)$$

Powyższe założenie oznacza, że zmiana tempa wzrostu gospodarczego spowodowana różnicą deficytu budżetowego jest mniejsza od zmiany wywołanej różnicą realnych stóp procentowych, analogicznie zmiana inflacji spowodowana różnicą deficytu budżetowego jest mniejsza od zmiany wywołanej różnicą stóp procentowych.

Przypadek A4:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b < \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b > \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r. \quad (30)$$

Warunek ten oznacza, że zmiana tempa wzrostu gospodarczego spowodowana różnicą deficytu budżetowego jest mniejsza od zmiany wywołanej różnicą realnych stóp procentowych, a zmiana inflacji spowodowana różnicą deficytu budżetowego jest większa od zmiany wywołanej różnicą stóp procentowych.

Tabele 3-4 przedstawiają preferencje w grze fiskalno-monetarnej dla powyższych czterech przypadków założeń. W przypadku A2 stan równowagi (lewy dolny róg tablicy preferencji, kombinacja ekspansywnej polityki fiskalnej i restrykcyjnej monetarnej) stanowi rozwiązanie Pareto-optymalne. Tempo wzrostu PKB jest wyższe, a inflacja niższa w porównaniu z kombinacją restrykcyjnej polityki fiskalnej i ekspansywnej pieniężnej (prawy górny róg tablicy). Przyjęcie strategii dominujących przez obu graczy jest korzystniejszym rozwiązaniem zarówno z punktu widzenia rządu jak i banku centralnego. Również w przypadkach A2 i A3 równowaga jest Pareto-optymalna. Przy założeniach A2 tempo wzrostu PKB jest wyższe, ale inflacja również wyższa w porównaniu z kombinacją strategii z prawego górnego rogu tablicy. Punkt równowagi jest korzystniejszym rozwiązaniem z punktu widzenia rządu, jednak gorszym w ocenie banku centralnego. Przypadek A3 jest zwierciadlanym odbiciem przypadku A2. W przypadku A3 stan równowagi jest korzystniejszy z punktu widzenia władz monetarnych (niższa inflacja), jednak mniej korzystny dla władz fiskalnych (niższe tempo wzrostu PKB) w porównaniu z kombinacją restrykcyjnej polityki budżetowej i ekspansywnej pieniężnej.

Tabela 3. Preferencje w grze monetarno-fiskalnej. Przypadki A1-A3

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

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

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

Źródło: opracowanie własne

W przypadku A4 (Tabela 4) stan równowagi charakteryzuje się gorszymi, w porównaniu z alternatywną parą strategii z prawego górnego rogu tablicy preferencji, wskaźnikami gospodarczymi (niższy wzrost PKB i wyższa inflacja). W tym przypadku wybór strategii dominujących przez oba podmioty kształtujące politykę makroekonomiczną nie oznacza rozwiązania Pareto-optimalnego. Przypadek ten odzwierciedla sytuację znaną w literaturze jako dylemat więźnia, kiedy występuje konflikt między racjonalnością indywidualną reprezentowaną przez kryterium strategii dominującej a racjonalnością grupową reprezentowaną przez kryterium Pareto-

Dylemat więźnia i inne przypadki w grze monetarno-fiskalnej
 optymalności. Podmioty dbające o swoje indywidualne interesy doprowadzają do wyniku niekorzystnego dla ogółu i dla wszystkich podmiotów z osobna.

Tabela 4. Przypadek A4 – dylemat więźnia

A4		Bank centralny	
		r_1	r_2
Rząd	b_1	1 4	2 2
	b_2	3 3	4 1

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie powyższej analizy można sformułować warunki, od jakich zależy, czy równowaga Nasha (w analizowanym problemie wyznaczana przez strategie dominujące) stanowi jednocześnie rozwiązanie Pareto-optymalne. Pareto-optymalność rozwiązań zależy 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 (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 monetarna 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.

4. Gra monetarno-fiskalna z trzema strategiami

Przeanalizowano również grę między bankiem centralnym a rządem z uwzględnieniem trzech jakościowo różnych strategii polityki fiskalnej i monetarnej: restrykcyjnej, neutralnej i ekspansywnej (Tabela 5). Przyjęto założenia upraszczające, analogiczne do przyjętych w punkcie 1 dla gry z dwoma strategiami. Oprócz założenia dotyczącego znaków pochodnych cząstkowych zgodnie z wariantem A (równanie 1) przyjęto dwa dodatkowe założenia.

Po pierwsze przyjęto założenie, że analizowane są stałe zmiany instrumentów polityki pieniężnej i fiskalnej:

$$b_2 - b_1 = b_3 - b_2 = \Delta b > 0, \quad r_2 - r_1 = r_3 - r_2 = \Delta r < 0. \quad (31)$$

Po drugie przyjęto założenie, że zależności: inflacji oraz wzrostu produkcji od instrumentów polityki monetarnej i fiskalnej: stopy procentowej i deficytu budżetowego mają charakter liniowy.

Tabela 5. Gra między bankiem centralnym i rządem z trzema strategiami

Tablica wypłat		Bank centralny			
		r_1	r_2	r_3	
Rząd	b_1	p_{11} y_{11}	p_{12} y_{12}	p_{13} y_{13}	← restrykcyjna polityka fiskalna
	b_2	p_{21} y_{21}	p_{22} y_{22}	p_{23} y_{23}	← neutralna polityka fiskalna
	b_3	p_{31} y_{31}	p_{32} y_{32}	p_{33} y_{33}	← ekspansywna polityka fiskalna
		↑ restrykcyjna	↑ neutralna	↑ ekspansywna	polityka monetarna

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6 przedstawia tablicę wypłat dla gry przy powyższych założeniach. Najniższa inflacja i jednocześnie najniższy wzrost gospodarczy występuje w przypadku wyboru restrykcyjnej polityki monetarnej i restrykcyjnej polityki fiskalnej (lewy górny róg tablicy wypłat). Wraz z obniżaniem stopy procentowej (przejście w prawo w kierunku neutralnej, a następnie ekspansywnej polityki pieniężnej) zwiększa się inflacja i rośnie tempo wzrostu PKB. Również na skutek rosnącego deficytu budżetowego następuje wzrost inflacji i produkcji (przejście w dół w kierunku neutralnej, a następnie ekspansywnej polityki fiskalnej). Najwyższą inflacją, ale i najszybszym wzrostem produkcji charakteryzuje się gospodarka, gdy zarówno polityka pieniężna jak i fiskalna mają charakter ekspansywny (prawy dolny róg tablicy).

Bank centralny wybiera strategię kierując się minimalizacją inflacji (p). Wybiera najniższą w każdym wierszu inflację. Za każdym razem oznacza to wybór polityki restrykcyjnej. Wynika z tego, że restrykcyjna polityka monetarna, stanowi dla banku centralnego strategię dominującą, która jest optymalna niezależnie od tego, jaką strategię polityki fiskalnej wybierze rząd. Analogicznie, rząd maksymalizując w każdej kolumnie realny wzrost PKB (y) wybiera zawsze politykę ekspansywną. Wniosek jest następujący: rząd, podobnie jak bank centralny, ma strategię dominującą – jest nią ekspansywna polityka fiskalna, która jest strategią optymalną

Dylemat więźnia i inne przypadki w grze monetarno-fiskalnej

z punktu widzenia rządu niezależnie od tego, jakie decyzje podejmie bank centralny w ramach polityki stóp procentowych. Podobnie, jak w przypadku analizy dwóch strategii, stan równowagi w grze z trzema strategiami znajduje się w lewym dolnym rogu tablicy wypłat. Jest to równowaga wyznaczona przez strategie dominujące. Prowadzi do wyboru restrykcyjnej polityki monetarnej i ekspansywnej fiskalnej.

Tabela 6. Tablica wypłat i równowaga w grze z trzema strategiami

		Bank centralny – polityka monetarna		
		restrykcyjna	neutralna	ekspansywna
Rząd – polityka fiskalna	restrykcyjna	p y	$p + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ $y + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$	$p + 2 \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ $y + 2 \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$
	neutralna	$p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b$ $y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b$	$p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ $y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$	$p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + 2 \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ $y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + 2 \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$
	ekspansywna	$p + 2 \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b$ $y + 2 \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b$	$p + 2 \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ $y + 2 \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$	$p + 2 \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + 2 \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ $y + 2 \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + 2 \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$

Źródło: opracowanie własne

Przeprowadzono analizę Pareto-optimalności rozwiązań rozważając analogicznie jak w grze uwzględniającej dwie strategie, cztery różne przypadki założeń od A1 do A4 (równania 4-7). Tabele 7-8 przedstawiają preferencje w grze z trzema strategiami dla powyższych założeń.

W przypadku A1 stan równowagi stanowi jednocześnie rozwiązanie Pareto-optymalne. Tempo wzrostu PKB jest wyższe, a inflacja niższa w porównaniu z rozwiązaniami na diagonalnej macierzy. Przyjęcie strategii dominujących przez obu

graczy jest rozwiązaniem korzystniejszym zarówno z punktu widzenia rządu jak i banku centralnego.

Tabela 7. Preferencje w grze z trzema strategiami. Przypadki A1 i A2

Tablica		Bank centralny			Tablica		Bank centralny		
wypłat		r_1	r_2	r_3	wypłat		r_1	r_2	r_3
Rząd	b_1	1	3	6	Rząd	b_1	1	2	4
		9	8	6			9	8	6
	b_2	2	5	8		b_2	3	5	7
		7	5	3			7	5	3
	b_3	4	7	9	b_3	6	8	9	
		4	2	1		4	2	1	

Źródło: opracowanie własne

Tabela 8. Preferencje w grze z trzema strategiami. Przypadki A3 i A4

Tablica		Bank centralny			Tablica		Bank centralny		
wypłat		r_1	r_2	r_3	wypłat		r_1	r_2	r_3
Rząd	b_1	1	3	6	Rząd	b_1	1	2	4
		9	7	4			9	7	4
	b_2	2	5	8		b_2	3	5	7
		8	5	2			8	5	2
	b_3	4	7	9	b_3	6	8	9	
		6	3	1		6	3	1	

Źródło: opracowanie własne

Również w wariantach A2 i A3 stan równowagi stanowi rozwiązanie Pareto-optymalne. W jednym z przypadków wybór restrykcyjnej polityki monetarnej i ekspansywnej polityki fiskalnej jest korzystniejszy z punktu widzenia rządu – gwarantuje wyższe tempo wzrostu PKB niż przy przyjęciu ekspansywnej polityki monetarnej i restrykcyjnej polityki fiskalnej, natomiast mniej korzystny z punktu widzenia banku centralnego – inflacja w punkcie równowagi jest wyższa. W drugim przypadku jest odwrotnie, równowaga oznacza korzystniejsze rozwiązanie z punktu widzenia polityki pieniężnej, mniej korzystne zaś, uwzględniając kryteria polityki fiskalnej.

W przypadku A4 równowaga nie stanowi rozwiązania Pareto-optimalnego. Tempo wzrostu PKB jest niższe, a inflacja wyższa w porównaniu z rozwiązaniami na diagonalnej macierzy. Przyjęcie strategii dominujących przez obu graczy jest rozwiązaniem gorszym zarówno z punktu widzenia rządu jak i banku centralnego. Występuje tu konflikt między racjonalnością indywidualną w postaci kryterium strategii dominującej a racjonalnością grupową w postaci kryterium Pareto-

optymalności. Przypadek ten odzwierciedla sytuację znaną w literaturze jako dylemat więźnia.

5. Podsumowanie

Praca dotyczy zastosowania teorii gier w analizie polityki makroekonomicznej i wyborze *policy mix*, będącej kombinacją polityki monetarnej i fiskalnej. Przedstawiono i przeanalizowano grę między bankiem centralnym a rządem jako przykład dwuosobowej gry o sumie niezerowej, w której władze monetarne i fiskalne podejmują decyzje samodzielnie. Przedstawione przykłady gry uwzględniają dwie jakościowo różne strategie: restrykcyjną i ekspansywną, zarówno po stronie polityki fiskalnej jak i polityki monetarnej oraz trzy strategie, gdy oprócz restrykcyjnej i ekspansywnej, brana jest pod uwagę również polityka neutralna. Jako wyznacznik stopnia restrykcyjności polityki fiskalnej posłużył deficyt budżetowy, a polityki pieniężnej - realna stopa procentowa.

Przyjmując, że kryterium, jakim kieruje się bank centralny jest minimalizacja inflacji, a rząd dąży do maksymalizacji tempa wzrostu gospodarczego, pokazano, że stan równowagi Nasha w analizowanej grze jest wyznaczony przez strategie dominujące, co prowadzi do wyboru bądź restrykcyjnej polityki monetarnej i ekspansywnej polityki fiskalnej, bądź obu restrykcyjnych polityk: pieniężnej i fiskalnej, w zależności od przyjętych założeń dotyczących uwarunkowań koniunktury gospodarczej, przede wszystkim wpływu deficytu budżetowego na wzrost PKB. Pierwszy z powyższych stanów równowagi odpowiada rzeczywistej sytuacji, jaka ma miejsce w ostatnich latach w Polsce, gdy w odpowiedzi na zbyt ekspansywną politykę fiskalną i wysoki poziom deficytu budżetowego, bank centralny prowadzi politykę restrykcyjną utrzymując realne stopy procentowe na wysokim poziomie.

Przeprowadzono analizę Pareto-optymalności rozwiązań dla gry uwzględniającej dwie oraz trzy jakościowo różne strategie polityki fiskalnej i pieniężnej, wskazując na możliwość zaistnienia czterech różnych przypadków, z których trzy dotyczą sytuacji, gdy równowaga Nasha stanowi jednocześnie rozwiązanie Pareto-optymalne, a jedynie jeden wskazuje na znany w literaturze przypadek dylematu więźnia, odzwierciedlający konflikt między racjonalnością indywidualną w postaci kryterium dominacji a racjonalnością grupową w postaci kryterium Pareto. 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, zgodnie z równowagą Nasha, do restrykcyjnej polityki pieniężnej i ekspansywnej budżetowej, a to oznacza rozwiązanie nieoptymalne w sensie Pareto, podobnie jak w dylemacie więźnia. Ich zdaniem, lepszy wybór jest w stanie zapewnić jedynie koordynacja obu polityk. Zgodnie z zaproponowaną przez autorkę metodologią i uzyskanymi wynikami, jest to zaledwie jeden z kilku możliwych przypadków, jakie mogą mieć miejsce.

Literatura

- Bennett N., Loayza H. (2001) Policy Biases when the Monetary and Fiscal Authorities have Different Objectives. *Central Bank of Chile Working Papers*, **66**, 299-330.
- Blackburn K., Christensen M. (1989) Monetary Policy and Policy Credibility: Theories and Evidence. *Journal of Economic Literature*, **27**, 1-45.
- Blinder A.S. (1983) Issues in the Coordination of Monetary and Fiscal Policy. *Monetary Policy in the 1980s*, Federal Reserve Bank of Kansas City, 3-34.
- Blinder A.S. (2000) Central Bank Credibility: Why Do We Care? How Do We Build It? *American Economic Review*, December 2000, 1421-1431.
- Eijffinger S.W., DeHaan J. (1996) *The political economy of central bank independence*. Princeton University, Princeton.
- Gjedrem S. (2001) Monetary policy - the importance of credibility and confidence. *BIS Review*, **7**, 1-13.
- Marszałek P. (2005) Zastosowanie teorii gier do badania koordynacji polityki pieniężnej i polityki fiskalnej. W: W. Przybylska-Kapuścińska, red., *Studia z bankowości centralnej*, Zeszyty Naukowe AE, Poznań, **56**, 224-247.
- Nordhaus W.D. (1994) Policy Games: Coordination and Independence in Monetary and Fiscal Policies. *Brookings Papers on Economic Activity*, **2**, 139-215.
- Rotemberg J., Woodford M. (1999) Interest Rate Rules in an Estimated Sticky Price Model. W: Taylor J. B., red., *Monetary Policy Rules*, University of Chicago Press, Chicago.
- Sargent T., Wallace N. (1981) Some Unpleasant Monetarist Arithmetic. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, **5**, 1-17.
- Taylor J.B. (1993) Discretion versus Policy Rules in Practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, **39**, 195-214.
- Walsh C. (2001) Transparency in Monetary Policy. *FRBSF Economic Letter*, **26**.
- Wojtyna A. (1996) Niezależność banku centralnego a teoretyczne i praktyczne aspekty koordynacji polityki pieniężnej i fiskalnej. *Bank i Kredyt*, **6**.
- Wojtyna A. (1998) *Szkice o niezależności banku centralnego*. PWN, Warszawa.
- Woroniecka I. (2004) Factors determining interest rate level in Poland. Estimation results for 1993-2002. W: J.W. Owiński, red., *MODEST 2004: Integration, Trade, Innovation and Finance: From Continental to Local Perspectives*, Polish Operational and Systems Research Society, Warszawa, 21-40.
- Woroniecka I. (2006) Gra o politykę makroekonomiczną między bankiem centralnym a rządem. W: E. Urbańczyk, A. Straszak, J.W. Owiński, red., *Analiza systemowa w globalnej gospodarce opartej na wiedzy: e-wyzwania, Problemy Współczesnej Nauki. Teoria i Zastosowania*, Badania Operacyjne i systemowe, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 153-166.
- Woroniecka I. (2007) Analiza priorytetów banku centralnego w polityce stóp procentowych, *Ekonomista*, **4**, 559-580.
- Woroniecka I. (2008) Pareto-optymalność rozwiązań w grze między bankiem centralnym a rządem. Referat wygłoszony na konferencji: *Modelowanie Preferencji a Ryzyko*, Ustroń IV 2007, przyjęty do publikacji.

