

311/2007

**Raport Badawczy**

**RB/49/2007**

**Research Report**

**Dylemat więźnia i inne przypadki  
Pareto-optymalności  
w grze między bankiem  
centralnym a rządem**

**I. Woroniecka-Leciejewicz**

**Instytut Badań Systemowych  
Polska Akademia Nauk**

**Systems Research Institute  
Polish Academy of Sciences**



# **POLSKA AKADEMIA NAUK**

## **Instytut Badań Systemowych**

ul. Newelska 6

01-447 Warszawa

tel.: (+48) (22) 3810100

fax: (+48) (22) 3810105

Kierownik Pracowni zgłaszający pracę:  
Prof. dr inż. Roman Kulikowski

Warszawa 2007

**Irena Woroniecka**

**Instytut Badań Systemowych PAN  
w Warszawie**

## **DYLEMAT WIĘZNI I INNE PRZYPADKI PARETO-OPTYMALNOŚCI W GRZE MIĘDZY BANKIEM CENTRALNYM A RZĄDEM**

### **Wstęp**

Na problem współzależności między polityką pieniężną i fiskalną zwróciła uwagę nowa ekonomia klasyczna, podkreślając znaczenie międzyokresowego ograniczenia budżetowego i oczekiwań inflacyjnych. Badania w tej dziedzinie zapoczątkowali Sargent i Wallace (Sargent, Wallace 1981), formułując tzw. nieprzyjemną arytmetykę monetarystyczną (*unpleasant uonetarist arithmetic*). W dyskusjach toczących się wokół problemu wyboru *policy mix*, rozumianej jako kombinacja polityki monetarnej i fiskalnej, przytaczane są zarówno argumenty za jak i przeciw niezależności banku centralnego. Na rzecz niezależności banku najczęściej przemawiają: większa skuteczność walki z inflacją, mniejsza zmienność inflacji oraz pozytywne oddziaływanie na poziom i zmienność produkcji (Eijffinger, DeHaan 1996, Wojtyna A. 1996, 1998, Marszałek 2005). Z drugiej strony, niezależność banku centralnego może rodzić problemy z koordynacją polityki monetarnej i fiskalnej, których przyczyny tkwią między innymi w odmiennych celach władz monetarnych i fiskalnych oraz różniących się opiniach i ocenach możliwych skutków obu rodzajów polityk: pieniężnej i budżetowej. W dyskusji nad koordynacją polityki makroekonomicznej podkreśla się również wagę aspektów jakościowych, przede wszystkim wiarygodności i przejrzystości (Blinder 1999, Blackburn, Christensen, 1989, Wojtyna 1998, Walsh 2001, Gjedrem 2001). Wśród przesłanek koordynacji polityki wymienia się także tzw. problem jednoorękiego decydenta (*one-armed policymaker*), związany z niewystarczającą skutecznością instrumentów polityki monetarnej w niesprzyjających

warunkach ekonomicznych (wysoki dług publiczny). W rozstrzygnięciu kwestii stopnia niezależności banku centralnego oraz zakresu koordynacji polityki pieniężnej i fiskalnej pomocne może być zastosowanie teorii gier. Przeanalizowanie stanów równowagi w grze między bankiem centralnym a rządem oraz zbadanie Pareto-optimalności rozwiązań, które jest celem niniejszej pracy, stworzy podstawy do oceny korzyści i strat w przypadku niezależnego kształtowania polityki budżetowej i pieniężnej oraz w przypadku ich koordynacji.

Z wcześniejszych badań autorki (Woroniecka 2004, 2005), których celem była identyfikacja *ex post* preferencji decyzyjnych banku centralnego, wynika, że osiągnięcie i utrzymywanie niskiej inflacji stanowiło wyraźny priorytet w polityce pieniężnej w Polsce. Współczynnik preferencji, charakteryzujący wagę przypisywaną przez Radę Polityki Pieniężnej celowi inflacyjnemu w porównaniu z celem stabilizacyjnym, oszacowany z wykorzystaniem funkcji CES na podstawie szeregów statystycznych z lat 1993-2004, kształtuje się na poziomie ok. 0,7. Interesujące jest, na ile stan koniunktury gospodarczej kraju jest brany pod uwagę przez bank centralny bezpośrednio, jako jeden z celów polityki pieniężnej (aczkolwiek wyraźnie drugoplanowy), a na ile stanowi on wpływ pośredni, będący wynikiem wzajemnych powiązań między gospodarką a polityką monetarną i fiskalną. Bank centralny ustalając wysokość stóp procentowych, podejmuje decyzje w określonych warunkach makroekonomicznych, które mogą sprzyjać utrzymywaniu niskiej inflacji lub odwrotnie, znacznie je utrudniać. Na aktualny stan gospodarki ma wpływ m.in. to, w jaki sposób prowadzona była dotąd polityka ekonomiczna, w tym nie tylko monetarna, pozostająca w gestii banku centralnego, ale i budżetowa, za którą odpowiedzialny jest rząd. Wykorzystanie teorii gier do analizy polityki makroekonomicznej pozwala uwzględnić powyższe współzależności.

Obie przesłanki, zarówno wyniki dotychczasowych badań, jak i dążenie do przedstawienia argumentów przemawiających bądź za koncepcją niezależności banku centralnego w kształtowaniu polityki pieniężnej, bądź przeciwnie, akcentujących korzyści z koordynacji polityki monetarnej i fiskalnej, wskazują na celowość zastosowania podejścia z zakresu teorii gier. Umożliwi to analizę decyzji podejmowanych w ramach polityki makroekonomicznej z uwzględnieniem interakcji między polityką monetarną i fiskalną. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie sytuacji decyzyjnej w zakresie wyboru *policy mix*, w tym polityki monetarnej i fiskalnej jako dwuosobowej gry między podmiotami odpowiedzialnymi za prowadzenie polityki gospodarczej na szczeblu centralnym: ban-

kiem centralnym i rządem, a następnie przeanalizowanie stanów równowagi w tej grze oraz zbadanie Pareto-ptymalności rozwiązań.

## 1. O co toczy się gra między bankiem centralnym a rządem?

W niniejszej pracy proponuje się przedstawienie sytuacji decyzyjnej w zakresie wyboru *policy mix*, w tym polityki monetarnej i fiskalnej jako dwuosobowej gry między podmiotami odpowiedzialnymi za prowadzenie polityki gospodarczej na szczeblu centralnym: 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 wyznacznik restrykcyjności polityki fiskalnej przyjęto poziom deficytu budżetowego w relacji do PKB. Strategie banku centralnego oznaczają różniące się stopniem restrykcyjności strategie polityki monetarnej. Jako miernik stopnia restrykcyjności polityki pieniężnej przyjęto wysokość realnej stopy procentowej. Wypłatą banku centralnego w tej grze jest poziom inflacji, natomiast wypłatą rządu tempo wzrostu PKB. Bank centralny dąży do uzyskania jak najniższej inflacji, rząd z kolei kieruje się maksymalizacją tempa wzrostu gospodarczego. Koncepcja powyższej gry między bankiem centralnym a rządem ze skończoną liczbą strategii fiskalnych i monetarnych została przedstawiona we wcześniejszych pracach (Woroniecka 2006).

W tabeli 1 przedstawiony został przykład gry uwzględniającej dwie jakościowo różne strategie: restrykcyjną i ekspansywną zarówno po stronie polityki fiskalnej. Bank centralny wybiera między polityką mniej restrykcyjną, charakteryzującą się niższą realną stopą procentową a bardziej restrykcyjną, charakteryzującą się wyższą realną stopą procentową, dążąc do obniżania inflacji. Rząd, podejmując decyzje dotyczące polityki budżetowej, skłania się bądź do wyboru polityki bardziej restrykcyjnej, której towarzyszy niższy deficyt budżetu państwa, bądź bardziej ekspansywnej (wyższy deficyt budżetowy), dążąc do osiągnięcia jak najwyższego realnego wzrostu PKB. Symbolem  $r$  oznaczono realną stopą procentową, natomiast symbolem  $b$  deficyt budżetowy w relacji do PKB, przy czym  $r_1 < r_2$  i  $b_1 < b_2$ . Lewa kolumna odzwierciedla ekspansywną politykę

pieniężną, prawa zaś - restrykcyjną, podczas gdy górny wiersz oznacza restrykcyjną, a dolny ekspansywną politykę fiskalną.

Tabela 1. Gra między bankiem centralnym i rządem z dwiema strategiami.

			Bank centralny	
			Strategia M1	Strategia M2
Tablica wypłat			$r_1$	$r_2$
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.

Wypłaty (tabela 1) zostały oznaczone w sposób następujący:  $y_{11}$  oznacza wypłatę rządu (tempo wzrostu PKB) w przypadku, gdy rząd zastosuje strategię F1, czyli politykę niskiego deficytu budżetowego, a bank centralny strategię M1, czyli politykę niskich stóp procentowych;  $p_{11}$  oznacza wypłatę banku centralnego (inflację) w tej samej sytuacji strategicznej. W związku z powyższym  $y_{11}$  i  $p_{11}$  charakteryzują stan gospodarki (tempo wzrostu PKB oraz poziom inflacji) w warunkach restrykcyjnej polityki budżetowej i ekspansywnej polityki pieniężnej. Analogicznie,  $y_{12}$  i  $p_{12}$  oznaczają tempo wzrostu PKB oraz inflację w warunkach restrykcyjnej polityki budżetowej i restrykcyjnej polityki pieniężnej,  $y_{21}$  i  $p_{21}$  oznaczają wzrost PKB oraz inflację w warunkach ekspansywnej polityki budżetowej i ekspansywnej polityki pieniężnej, a  $y_{22}$  i  $p_{22}$  oznaczają powyższe kategorie, charakteryzujące koniunkturę gospodarczą w warunkach ekspansywnej polityki budżetowej i restrykcyjnej polityki pieniężnej.

## 2. Strategie dominujące. Stan równowagi.

Analogiczna gra była analizowana m. in. w pracach Blindera oraz Bennetta i Loayzy (Blinder 1983, Bennett, Loayza 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 2 zawierająca preferencje władz monetarnych i fiskalnych według Blindera dla różnych kombinacji *policy mix*. Przyjął on, że połączenie restrykcyjnej polityki pieniężnej<sup>1</sup> 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 *policy mix*, zakładając, że bardziej preferowany przez oba podmioty decyzyjne jest stan gospodarki, w którym prowadzona jest polityka będąca kombinacją restrykcyjnej polityki monetarnej i ekspansywnej fiskalnej niż odwrotnie.

Tabela 2. Preferencje w grze między władzami monetarnymi i fiskalnymi według Blindera.

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

Źródło: Blinder A.S. (1983). Issues in the Coordination of Monetary and Fiscal Policies, w: Monetary Policy in the 1980s, NBER Working Papers, No W0982, s. 23.

Nieco inaczej podchodzą do tego zagadnienia Bennett i Loayza (tabela 3). Nie rozstrzygają oni, które z dwóch rozwiązań jest korzystniejsze z punktu widzenia władz monetarnych i fiskalnych: twarda polityka pieniężna i luźna fiskalna czy odwrotnie, przyjmując, że skutkują one podobnym poziomem inflacji i zatrudnienia. Dlatego przypisują im jednakowe preferencje. Nie jest w tej sytuacji jasne, dlaczego utrzymują zaproponowaną przez Blindera interpretację nawiązującą do dylematu więźnia. Wydaje się interesujące zbadanie, czy rzeczywiście wartości inflacji i bezrobocia określone jako „średnie” w porównaniu z kombinacjami polityk: obu restrykcyjnych bądź obu ekspansywnych są jedna-

<sup>1</sup> Zarówno u Blindera jak i Bennetta i Loayza lewa kolumna odzwierciedla restrykcyjną politykę monetarną, odwrotnie niż w prezentowanym modelu, w którym polityce restrykcyjnej odpowiada kolumna prawa.

kowe, 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 w rozdziale 1 gra monetarno-fiskalna przeanalizowana zostanie pod kątem Pareto-optymalności rozwiązań, z tym, że w odróżnieniu od opracowania Benneta i Loazy, jako wyznacznik koniunktury gospodarczej przyjęto tempo wzrostu PKB, a nie poziom zatrudnienia.

Tabela 3. Wyniki i wypłaty w grze monetarno-fiskalnej według Benneta i Loazy.

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

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

Źródło: Bennett, N. Loayza, H. (2001). Policy Biases when the Monetary and Fiscal Authorities have Different Objectives, Central Bank of Chile Working Papers, No 66, s.301.

Gra może być analizowana przy przyjęciu alternatywnych założeń dotyczących wpływu realnej stopy procentowej i deficytu budżetu państwa na tempo wzrostu PKB oraz na poziom inflacji.

Wariant A: pierwsze pochodne cząstkowe zarówno tempa wzrostu PKB jak i inflacji po realnej stopie procentowej są ujemne, natomiast pierwsze



pochodne cząstkowe tempa wzrostu PKB jak i inflacji po deficycie budżetowym są dodatnie:

$$\frac{\partial y}{\partial r} < 0, \quad \frac{\partial p}{\partial r} < 0, \quad \frac{\partial y}{\partial b} > 0, \quad \frac{\partial p}{\partial b} > 0. \quad (1)$$

Wariant B: pierwsze pochodne cząstkowe mają te same znaki jak w wariancie A z wyjątkiem pierwszej pochodnej cząstkowej tempa wzrostu PKB po deficycie budżetowym, która w wariancie B, w przeciwieństwie do wariantu A, jest ujemna:

$$\frac{\partial y}{\partial r} < 0, \quad \frac{\partial p}{\partial r} < 0, \quad \frac{\partial y}{\partial b} < 0, \quad \frac{\partial p}{\partial b} > 0. \quad (2)$$

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 wariancie A zakłada się, że wzrost deficytu budżetu państwa, *ceteris paribus*, powoduje zwiększenie tempa wzrostu PKB, podczas, gdy w wariancie B – ogranicza tempo wzrostu produkcji.

Dodatkowo zakłada się, że:

$$\Delta b = b_2 - b_1 > 0, \quad \Delta r = r_1 - r_2 < 0. \quad (3)$$

W niniejszym opracowaniu analiza gry między bankiem centralnym a rządem koncentruje się na wariancie A, aczkolwiek w dalszym ciągu pracy pokrótce rozważany jest również drugi wariant założeń.

Tabela 4 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 (prawy górny róg tablicy wypłat – tabela 4). Wraz z obniżaniem stopy procentowej (przejście do lewej 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 (lewy dolny róg tablicy).

Bank centralny wybiera strategię kierując się minimalizacją inflacji (*p*). Gdyby rząd wybrał strategię F1 (restrykcyjną politykę fiskalną), wówczas optymalną strategią dla banku centralnego byłaby strategia M2 (restrykcyjna polityka monetarna), ponieważ wybiera on minimalną w pierwszym wierszu inflację

( $p < p + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ ). Natomiast w przypadku wyboru przez rząd strategii F2 (ekspansyjnej polityki budżetowej), optymalną strategią banku centralnego jest również strategia M2 – bank wybiera minimalną w drugim wierszu inflację ( $p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b < p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ ). 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 – restrykcyjną czy ekspansywną.

Tabela 4. Równowaga w grze z dwiema strategiami polityki fiskalnej i monetarnej.

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

Źródło: opracowanie własne.

Analizując alternatywne decyzje rządu, który dąży do maksymalizacji realnego wzrostu PKB ( $y$ ), można uzyskać podobny wniosek. Jeśli bank centralny wybierze politykę ekspansywną (strategię M1), optymalną strategią budżetową będzie polityka ekspansywna (strategia F2), ponieważ rząd wybiera maksymalny w pierwszej kolumnie wzrost PKB ( $y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r > y + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$ ). Również w przeciwnym wypadku, tzn. gdyby bank centralny wybrał politykę restrykcyjną (M2), optymalną polityką fiskalną okazuje się polityka ekspansywna (strategia F2) – rząd wybiera maksymalne w drugiej kolumnie tempo wzrostu PKB

( $y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b > y$ ). Wniosek jest następujący: rząd, podobnie jak bank centralny ma strategię dominującą, jest nią ekspansywna polityka fiskalna. Okazała się ona dla rządu strategią optymalną niezależnie od tego, jakie decyzje odnośnie wysokości stóp procentowych podejmie bank centralny w ramach polityki pieniężnej.

Stan równowagi znajduje się w prawym 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 w ostatnich latach w Polsce obserwowaliśmy, 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. Analiza Pareto-optymalności rozwiązań

Interesujące jest pytanie czy równowaga ta, wyznaczona przez strategię dominującą obu graczy: rządu i banku centralnego, jest Pareto-optymalna czy też nie. W tym aspekcie szczególnie ważne jest porównanie dwóch wariantów rozwiązań strategicznych: stanu równowagi ( $b_2, r_2$ ) odzwierciedlającego strategię dominującą, tzn. ekspansywną politykę fiskalną charakteryzującą się wysokim deficytem budżetowym i restrykcyjną politykę pieniężną, charakteryzującą się wysokim poziomem realnych stóp procentowych oraz alternatywnego rozwiązania ( $b_1, r_1$ ) – restrykcyjnej polityki budżetowej i ekspansywnej monetarnej.

W tym celu należy rozważyć kilka przypadków.

Przypadek A1:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b > \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b < \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r. \quad (4)$$

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  $\Delta b$ . 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  $\Delta r$ . 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.

Tabela 5. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek A1.

Tablica preferencji		Bank centralny	
		$r_1$	$r_2$
Rząd	$b_1$	3	1
	$b_2$	4	2

Źródło: opracowanie własne.

W tym przypadku (tabela 5) stan równowagi  $(r_2, b_2)$  stanowi rozwiązanie Pareto-optymalne. Tempo wzrostu PKB jest wyższe, a inflacja niższa w porównaniu z parą strategii  $(r_1, b_1)$ . Przyjęcie strategii dominujących  $(r_2, b_2)$  przez obu graczy jest korzystniejszym rozwiązaniem zarówno z punktu widzenia rządu jak i banku centralnego.

Przypadek A2:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b > \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b > \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r. \quad (5)$$

Warunek ten oznacza, 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.

I w tym przypadku równowaga  $(r_2, b_2)$  jest Pareto-optymalna (tabela 6). Tempo wzrostu PKB jest wyższe, ale inflacja również wyższa w porównaniu z

kombinacją strategii  $(r_1, b_1)$ . Punkt równowagi jest korzystniejszym rozwiązaniem z punktu widzenia rządu, jednak gorszym w ocenie banku centralnego.

Tabela 6. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek A2.

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

Źródło: opracowanie własne.

Przypadek A3:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b < \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b < \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r. \quad (6)$$

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.

Tabela 7. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek A3.

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

Źródło: opracowanie własne.

Wtedy stan równowagi  $(r_2, b_2)$  stanowi rozwiązanie Pareto-optymalne (tabela 7). Równowaga jest korzystniejsza z punktu widzenia banku centralnego (niższa inflacja), jednak mniej korzystna dla rządu (niższe tempo wzrostu PKB) w porównaniu z kombinacją strategii  $(r_1, b_1)$ . Przypadek A3 jest zwierciadlanym odbiciem przypadku A2.

Przypadek A4:

$$\frac{\partial y}{\partial b} \Delta b < \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b > \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r. \quad (7)$$

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.

W przypadku A4 (tabela 8) stan równowagi  $(r_2, b_2)$  charakteryzuje się gorszymi, w porównaniu z parą strategii  $(r_1, b_1)$ , wskaźnikami gospodarczymi (niższy wzrost PKB i wyższa inflacja). W tym przypadku wybór strategii dominujących przez oba podmioty decydujące o kształcie polityki makroekonomicznej nie oznacza rozwiązania Pareto-optimalnego. Przypadek ten odzwierciedla sytuację znaną w literaturze jako dylemat więźnia, kiedy występuje konflikt między racjonalnością indywidualną w postaci kryterium dominacji a racjonalnością grupową w postaci kryterium Pareto. Podmioty dbające o swoje indywidualne interesy doprowadzają do wyniku niekorzystnego dla wszystkich, w tym i dla nich samych.

Tabela 8. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek A4 – dylemat więźnia.

Tablica preferencji		Bank centralny	
		$r_1$	$r_2$
Rząd	$b_1$	2	1
	$b_2$	4	3

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie powyższej analizy można sformułować warunki, od jakich zależy czy równowaga Nasha (w analizowanym problemie wyznaczana przez strategię dominującą) 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).

Podsumowując, przeprowadzono analizę Pareto-optymalności rozwiązań dla gry uwzględniającej dwie jakościowo różne strategię polityki fiskalnej i pieniężnej, wskazując na możliwość zaistnienia czterech różnych przypadków, z których trzy dotyczą sytuacji, gdy równowaga Nasha stanowi jednocześnie rozwiązanie Pareto-optymalne. Oznacza to, że w większości przypadków samodzielne kształtowanie polityki monetarnej i fiskalnej odpowiednio 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 oczywiście na konieczność koordynacji polityki banku centralnego i rządu.

#### **4. Równowaga w grze i jej Pareto-optymalność przy innych założeniach**

Dotychczas gra między podmiotami odpowiedzialnymi za politykę monetarną i fiskalną analizowana była przy przyjęciu założeń zgodnie z wariantem A (równanie 1), który w krótkim okresie wydaje się bardziej realistycznie odzwierciedlać badane interakcje między polityką pieniężną a budżetową. Można jednak rozważyć również inne założenia dotyczące znaków pochodnych cząstkowych funkcji wydatków banku centralnego i rządu (inflacji i tempa wzrostu PKB) w zależności od instrumentów polityki pieniężnej i fiskalnej – przedstawione na po-

czątku rozdziału 2 jako wariant założeń B (równanie 2). W wariacie tym zakłada się, w przeciwieństwie do wariantu A, że wzrost deficytu budżetowego wywołuje, *ceteris paribus*, ograniczenie tempa wzrostu PKB.

Tabela 9. Równowaga w grze z dwiema strategiami polityki fiskalnej i monetarnej. Wariant B.

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

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 9 przedstawia tablicę wypłat zgodnie wariantem B. Zakłada się, że:  $\frac{\partial y}{\partial r} < 0$ ,  $\frac{\partial p}{\partial r} < 0$ ,  $\frac{\partial y}{\partial b} < 0$ ,  $\frac{\partial p}{\partial b} > 0$ ,  $\Delta b = b_2 - b_1 > 0$ ,  $\Delta r = r_1 - r_2 < 0$ . Naj-

niższa inflacja występuje w przypadku wyboru zarówno restrykcyjnej polityki monetarnej, jak i restrykcyjnej polityki fiskalnej (prawy górny róg tablicy wypłat). Wraz z obniżaniem stopy procentowej (przejście do lewej kolumny), ale również na skutek rosnącego deficytu budżetowego (przejście do dolnego wiersza) następuje wzrost inflacji. Najwyższą inflacją charakteryzuje się gospodarka, gdy zarówno polityka pieniężna jak i fiskalna mają charakter ekspansywny (lewy dolny róg tablicy). W tym zakresie sytuacja w porównaniu z wariantem A nie zmieniła się. Zmiana dotyczy wypłat rządu. Najniższe tempo wzrostu PKB charakteryzuje kombinację restrykcyjnej polityki monetarnej i ekspansywnej polityki fiskalnej (prawy dolny róg tablicy). Wraz ze wzrostem stopy procentowej (przejście do lewej kolumny) lub/i ograniczaniem deficytu budżetowego (przejście do górnego wiersza) następuje wzrost produkcji. Najwyższe tempo



wzrostu gwarantuje połączenie ekspansywnej polityki pieniężnej i restrykcyjnej polityki fiskalnej (lewy górny róg tablicy).

Bank centralny, kierując się minimalizacją inflacji ( $p$ ), będzie niezależnie od decyzji władz fiskalnych, wybierał restrykcyjną politykę monetarną, ponieważ:  $p < p + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$  i  $p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b < p + \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ . Restrykcyjna polityka pieniężna stanowi dla banku centralnego, analogiczne jak w wariancie A, strategię dominującą. Rząd natomiast, dążąc do maksymalizacji realnego wzrostu PKB ( $y$ ), będzie niezależnie od decyzji władz monetarnych, wybierał restrykcyjną politykę fiskalną, ponieważ:  $y + \frac{\partial y}{\partial b} (-\Delta b) + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r > y + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$  i  $y + \frac{\partial y}{\partial b} (-\Delta b) > y$ .

W tym przypadku strategią dominującą rządu jest restrykcyjna, a nie ekspansywna jak w wariancie A, polityka fiskalna.

Równowaga w powyższej grze (wariant B) jest wyznaczona przez strategię dominującą i prowadzi do wyboru przez podmioty odpowiedzialne za politykę makroekonomiczną restrykcyjnej polityki monetarnej i jednocześnie restrykcyjnej polityki budżetowej. Oznacza to politykę wysokich realnych stóp procentowych i niskiego deficytu budżetu państwa i stanowi jednocześnie rozwiązanie Pareto-optymalne. Stan równowagi znajduje się w prawym górnym rogu tablicy wypłat (tabela 9).

W wariancie B równowaga stanowi jednocześnie rozwiązanie Pareto-optymalne, co jest oczywiste, jeśli przeanalizujemy tablicę wypłat. Stan równowagi gwarantuje najniższy poziom inflacji, inne rozwiązania wprowadzą możliwość zwiększenia produkcji, ale zawsze kosztem wyższej inflacji. Można jednak, analogicznie jak w wariancie A, prześledzić poszczególne przypadki:

$$\text{przypadek B1: } \frac{\partial y}{\partial b} (-\Delta b) > \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b < \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r, \quad (8)$$

$$\text{przypadek B2: } \frac{\partial y}{\partial b} (-\Delta b) > \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b > \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r, \quad (9)$$

$$\text{przypadek B3: } \frac{\partial y}{\partial b} (-\Delta b) < \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b < \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r, \quad (10)$$

$$\text{przypadek B4: } \frac{\partial y}{\partial b} (-\Delta b) < \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r, \quad \frac{\partial p}{\partial b} \Delta b > \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r, \quad (11)$$

i na podstawie przyjętych założeń określić dla nich preferencje banku centralnego i rządu. Preferencje te zawarte są w tabelach 10-13.

Tabela 10. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek B1.

Tablica preferencji		Bank centralny	
		$r_1$	$r_2$
Rząd	$b_1$	3 1	1 2
	$b_2$	4 3	2 4

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 11. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek B2.

Tablica preferencji		Bank centralny	
		$r_1$	$r_2$
Rząd	$b_1$	2 1	1 2
	$b_2$	4 3	3 4

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 12. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek B3.

Tablica preferencji		Bank centralny	
		$r_1$	$r_2$
Rząd	$b_1$	3 1	1 3
	$b_2$	4 2	2 4

Źródło: opracowanie własne.

We wszystkich przypadkach równowaga ma charakter Pareto-optymalny. Nie ma innego rozwiązania wśród trzech pozostałych, które nie pogarszając wyniku w zakresie jednego kryterium, np. wzrostu PKB (lub inflacji) poprawiałyby wynik w zakresie drugiego kryterium, tzn. inflacji (wzrostu PKB). W przypadkach B1 i B2 oba rozwiązania w drugim wierszu, a więc zawierające ekspansywną politykę fiskalną nie są Pareto-optymalne. Stan równowagi oznacza zdecydowanie lepsze rozwiązanie w porównaniu z nimi zarówno pod względem kryterium inflacji jak i wzrostu gospodarczego.

Tabela 13. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek B4.

Tablica preferencji		Bank centralny	
		$r_1$	$r_2$
Rząd	$b_1$	2 1	1 3
	$b_2$	2 4	3 4

Źródło: opracowanie własne.

Interesujący jest przypadek B4 (tabela 13) – przy założeniu czystych wypłat: inflacja dla banku centralnego, tempo wzrostu PKB dla rządu, równowaga jest oczywiście Pareto-optymalna. Jednak gdyby jako funkcję wypłat przyjąć średnią ważoną z wagami przypisywanymi przez obu graczy odpowiednio celowi inflacyjnemu i koniunkturalnemu, to przy odpowiednim doborze wag istniałaby możliwość, że stan równowagi odzwierciedlający wybór kombinacji obu polityk o charakterze restrykcyjnym nie oznaczałby decyzji Pareto-optymalnej. Przy niesymetrycznych wagach preferujących cel koniunkturalny, lepszym rozwiązaniem może okazać się kombinacja restrykcyjnej polityki fiskalnej i ekspansywnej monetarnej (lewy górny róg tablicy wypłat).

## Podsumowanie

W pracy przeanalizowano zagadnienie dotyczące wyboru *policy mix* z wykorzystaniem teorii gier, traktując powyższy problem decyzyjny jako grę dwuosobową o sumie niezerowej, w której bank centralny i rząd podejmują decyzje samodzielnie. Pokazano przykład gry uwzględniającej dwie jakościowo różne strategie: restrykcyjną i ekspansywną zarówno po stronie polityki fiskalnej (wyższa lub niższa realna stopa procentowa) jak i polityki pieniężnej (niższy lub wyższy deficyt budżetowy). Przyjmując, że kryterium, jakim kieruje się bank centralny jest minimalizacja inflacji, a rząd dąży do maksymalizacji tempa wzrostu gospodarczego, pokazano, że równowaga Nasha w analizowanej grze jest wyznaczona przez strategie dominujące i prowadzi do wyboru restrykcyjnej polityki monetarnej i ekspansywnej polityki fiskalnej. Powyższy stan równowagi odpowiada rzeczywistej sytuacji, jaka miała miejsce w ostatnich latach 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 analizę Pareto-optimalności rozwiązań dla gry uwzględniającej dwie 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, gdy występuje konflikt między racjonalnością indywidualną w postaci kryterium dominacji a racjonalnością grupową w postaci kryterium Pareto. W pracy przedstawiono warunki, od jakich zależy, z którym z wymienionych przypadków będziemy mieć do czynienia. Pareto-optimalność 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 czy deficyt budżetowy. W większości przypadków równowaga w grze jest Pareto-optymalna, co oznacza, że samodzielność banku centralnego w kształtowaniu polityki monetarnej prowadzi do efektywnych rozwiązań. Jedynie przypadek, gdy polityka monetarna oddziałuje skuteczniej na wzrost gospodarczy niż na inflację i przeciwnie, polityka fiskalna wpływa efektywniej na inflację niż na

wzrost PKB, wskazuje na konieczność koordynacji polityki banku centralnego i rządu.

Pokazano, że przyjęciu odmiennych założeń dotyczących uwarunkowań koniunktury gospodarczej, przede wszystkim wpływu deficytu budżetowego na wzrost PKB, równowaga Nasha w grze jest również wyznaczana przez strategie dominujące, ale prowadzi do wyboru obu restrykcyjnych polityk: pieniężnej i fiskalnej. W tym przypadku równowaga stanowi rozwiązanie Pareto-optymalne.

## Literatura

1. Bennett, N. Loayza, H. (2001). *Policy Biases when the Monetary and Fiscal Authorities have Different Objectives*, Central Bank of Chile Working Papers, No 66, s. 299-330.
2. Blackburn K., Christensen M. (1989). *Monetary Policy and Policy Credibility: Theories and Evidence*, Journal of Economic Literature, vol.27, s. 1-45.
3. 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, s. 3-34.
4. Blinder A. S. (2000). *Central Bank Credibility: Why Do We Care? How Do We Build It?*, American Economic Review, December 2000, s. 1421-1431.
5. Blinder A. S. (2001). *Bankowość centralna w teorii i praktyce*, CeDeWu, Warszawa.
6. Eijffinger S. W., DeHaan J. (1996). *The political economy of central bank independence*, Princeton University, Princeton.
7. Gjedrem S. (2001). *Monetary policy - the importance of credibility and confidence*, BIS Review, No 7, s. 1-13.
8. Kokoszczyński R. (2004). *Współczesna polityka pieniężna w Polsce*, PWE, Warszawa.
9. Kot A. (2003). *Metody kwantyfikacji restrykcyjności monetarnej, fiskalnej oraz polityki mix w krajach akcesyjnych*, Bank i Kredyt, No 6.
10. Maławski M., Wiczorek A., Sosnowska H. (1997). *Konkurencja i Kooperacja. Teoria gier w ekonomii i naukach społecznych*, PWN, Warszawa.
11. Marszałek P. (2005). *Zastosowanie teorii gier do badania koordynacji polityki pieniężnej i polityki fiskalnej*, w: *Studia z bankowości centralnej*, Przybylska-Kapuścińska W. (red.), Zeszyty Naukowe AE w Poznaniu, nr 56, s. 224-247, Poznań, 2005.

12. Nordhaus, William D., *Policy Games: Coordination and Independence in Monetary and Fiscal Policies*, Brookings Papers on Economic Activity, No 2, 1994, s. 139–215.
13. Romer C.D. (2000). *Federal Reserve Information and the Behavior of Interest Rates*, American Economic Review, 90 (3) , June, s. 429-457.
14. Rotemberg, J., Woodford M. (1999). *Interest Rate Rules in an Estimated Sticky Price Model*, w: Monetary Policy Rules, Taylor J. B., (ed.), University of Chicago Press, Chicago.
15. Sargent T., Wallace N. (1981). *Some Unpleasant Monetarist Arithmetic*, Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review, vol. 5, s. 1-17.
16. Sraffin P. D. (2004). *Teoria gier*, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa.
17. Szpunar P. (2000). *Polityka pieniężna. Cele i warunki skuteczności*, PWE, Warszawa.
18. Taylor, J. B. (1993). *Discretion versus Policy Rules in Practice*, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, vol. 39 (December 1993), s. 195-214.
19. Walsh C. (2001). Transparency in Monetary Policy, FRBSF Economic Letter 2001, No 26 (September 7).
20. Winek D. (2005). *W poszukiwaniu stopy procentowej preferowanej przez członków RPP*, Makro Trendy, Nr 10 (22), BGŻ.S.A., Warszawa, 17-19.
21. Wojtyna A. (1996). *Niezależność banku centralnego a teoretyczne i praktyczne aspekty koordynacji polityki pieniężnej i fiskalnej*, Bank i Kredyt, No 6.
22. Wojtyna A. (1998). *Szkice o niezależności banku centralnego*, PWN, Warszawa.
23. Woroniecka I. (2004). *Factors determining interest rate level in Poland. Estimation results for 1993-2002*, w: MODEST 2004: Integration, Trade, Innovation and Finance: From Continental to Local Perspectives, Owsiański J.W. (red.), Polish Operational and Systems Research Society, Warszawa, s. 21-40.
24. Woroniecka I. (2005). *Identyfikacja preferencji decyzyjnych w polityce stóp procentowych z wykorzystaniem funkcji CES*, w: Zastosowania informatyki w nauce, technice i zarządzaniu, Studziński J., Drelichowski L., Hryniewicz O. (red.), seria Badania Systemowe, tom 41, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa, s. 131-152.
25. Woroniecka I. (2006). *Gra o politykę makroekonomiczną między bankiem centralnym a rządem*, w: Badania Operacyjne i Systemowe 2006. Analiza systemowa w globalnej gospodarce opartej na wiedzy: e-wyzwania, Urbaczyk E., Straszak A., Owsiański J.W. (red.), seria Problemy Współczesnej Nauki. Teoria i Zastosowania, Badania Operacyjne i systemowe, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, s. 153-166.



