

343/2006

**Raport Badawczy**

**RB/12/2006**

**Research Report**

**Pareto – optymalność rozwiązań  
w grze między bankiem  
centralnym a rządem**

**I. Woroniecka**

**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) 8373578

fax: (+48) (22) 8372772

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

Warszawa 2006

INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH PAN

RB/12/2006

IRENA WORONIECKA

**Pareto-optymalność rozwiązań  
w grze między bankiem centralnym a rządem**

Pracownia Wspomagania Decyzji w Warunkach Ryzyka

Warszawa, grudzień 2006



## Wstęp

W dyskusjach toczących się wokół problemu wyboru *policy mix* przytaczane są zarówno argumenty za jak i przeciw niezależności banku centralnego, przez niektórych ekonomistów podkreślana jest celowość koordynacji polityki monetarnej i fiskalnej oraz korzyści z niej płynące. W odpowiedzi na pytanie, które podejście jest bardziej efektywne z ekonomicznego punktu widzenia, pomocne może być zastosowanie do analizy powyższego problemu decyzyjnego podejścia z zakresu teorii gier. Przeanalizowanie stanów równowagi w grze między bankiem centralnym a rządem i zbadanie Pareto- optymalności rozwiązań, które jest celem niniejszej pracy, stworzy podstawy do oceny ewentualnych korzyści z koordynacji polityki budżetowej i pieniężnej.

Z wcześniejszych badań autorki (Woroniecka 2005, 2006a), których celem była identyfikacja *ex post* preferencji decyzyjnych banku centralnego Polski, wynika, że osiągnięcie i utrzymywanie niskiej inflacji stanowiło wyraźny priorytet w polityce pieniężnej. Współczynnik preferencji, charakteryzujący wagę przypisywaną przez Radę Polityki Pieniężnej celowi inflacyjnemu, oszacowany z wykorzystaniem funkcji CES na podstawie szeregów statystycznych z lat 1993-2004, kształtuje się na poziomie ok. 0,7. Wyniki estymacji wskazują na znacznie, bo ok. dwuipółkrotnie, wyższą wagę przypisywaną celowi inflacyjnemu w porównaniu z celem stabilizacyjnym. Aczkolwiek, w odróżnieniu od celu inflacyjnego, cel stabilizacyjny w polityce monetarnej ma wyraźnie znaczenie drugoplanowe, nie oznacza to, że kwestie stabilizacji koniunktury nie są w ogóle brane pod uwagę w decyzjach dotyczących polityki stóp procentowych.

Interesujące jest, na ile stan koniunktury gospodarczej kraju jest brany pod uwagę przez bank centralny bezpośrednio, jako jeden z równorzędnych, lub drugoplanowych celów polityki pieniężnej, a na ile stanowi on wpływ pośredni, będący wynikiem wzajemnych powiązań między gospodarką a polityką monetarną i polityką 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 makroekonomiczna, w tym nie tylko monetarna

pozostająca w gestii banku centralnego, ale i budżetowa, za którą odpowiedzialny jest rząd.

Obie przesłanki, zarówno wyniki dotychczasowych badań, jak i dążenie do przedstawienia argumentów przemawiających 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 makroekonomicznych podejmowanych w ramach polityki monetarnej i fiskalnej w ich wzajemnym uwarunkowaniu.

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

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 gra o sumie niezerowej, w której 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 strategie polityki monetarnej, różniące się stopniem restrykcyjności polityki. Jako miernik stopnia restrykcyjności polityki pieniężnej przyjęto wysokość realnej stopy procentowej.

Wypłatą banku centralnego w tej grze jest poziom inflacji, natomiast wypłatą rządu – wybrany miernik koniunktury (np. tempo wzrostu PKB). Bank centralny wybierając pomiędzy różnymi strategiami polityki monetarnej: od najmniej do najbardziej restrykcyjnej dąży do uzyskania jak najniższej inflacji. Rząd z kolei, mając do wyboru szereg różnych wariantów polityki budżetowej: od polityki najbardziej restrykcyjnej aż do najbardziej ekspansywnej, 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 2006b).

W tablicy 1 przedstawiony został 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). 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 z kolei, 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), kierując się chęcią osiągnięcia jak najwyższego realnego wzrostu PKB.

|                |       |                     |                     |
|----------------|-------|---------------------|---------------------|
| Tablica wypłat |       | Bank centralny      |                     |
|                |       | $r_1$               | $r_2$               |
| Rząd           | $b_1$ | $y_{11}$ / $p_{11}$ | $y_{12}$ / $p_{12}$ |
|                | $b_2$ | $y_{21}$ / $p_{21}$ | $y_{22}$ / $p_{22}$ |

Tablica 1. Gra między bankiem centralnym i rządem z dwoma strategiami.  
Źródło: opracowanie własne.

Wypłaty (tablica1) zostały oznaczone w sposób następujący:  $y_{11}$  oznacza wypłatę rządu (tempo wzrostu PKB) w przypadku, gdy rząd zastosuje strategię 1, czyli politykę niskiego deficytu budżetowego, a bank centralny strategię 1, czyli politykę niskich stóp procentowych;  $p_{11}$  oznacza wypłatę banku centralnego (a więc 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 makroekonomiczne, charakteryzujące koniunkturę gospodarczą w warunkach ekspansywnej polityki budżetowej i restrykcyjnej polityki pieniężnej.

## 2. Równowaga w grze uwzględniającej dwie jakościowo różne strategie polityki fiskalnej i pieniężnej

Powyższa gra przeanalizowana zostanie 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 wariantcie A z wyjątkiem pierwszej pochodnej cząstkowej tempa wzrostu PKB po deficycie budżetowym, która w wariantcie 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 wariantcie A zakłada się, że wzrost deficytu budżetu państwa *ceteris paribus* powoduje zwiększenie tempa wzrostu PKB, podczas, gdy w wariantcie B – ograniczenie tempa wzrostu produkcji.

Dodatkowo zakłada się, że:

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

W niniejszym opracowaniu analiza gry między bankiem centralnym a rządem zostanie ograniczona do wariantu założeń A1. Tablica 2 przedstawia tablicę wypłat dla gry przy powyższych założeniach.



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

Tablica 2. Tablica wypłat i równowaga w grze między bankiem centralnym i rządem z dwoma strategiami polityki fiskalnej i monetarnej.

Najniższa inflacja i jednocześnie najniższy wzrost gospodarczy występuje w przypadku wyboru zarówno restrykcyjnej polityki monetarnej, jak i restrykcyjnej polityki fiskalnej (prawy górny róg tablicy wydat – tablica 2). 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 (prawy dolny róg tablicy).

Bank centralny wybiera strategię kierując się minimalizacją inflacji ( $p$ ). Gdyby rząd wybrał strategię  $b_1$  (restrykcyjną politykę budżetową), wówczas optymalną strategią dla banku centralnego byłaby strategia  $r_2$  (restrykcyjna polityka pieniężna), ponieważ wybiera on minimalną w pierwszym wierszu inflację ( $p < p + \frac{\partial p}{\partial r} \Delta r$ ). Natomiast w przypadku wyboru przez rząd strategii  $b_2$  (ekspansywnej polityki budżetowej), optymalną strategią banku centralnego jest również strategia  $r_2$  – 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 strategia  $r_2$ , czyli restrykcyjna polityka monetarna, stanowi dla banku centralnego strategię dominującą, która jest optymalna niezależnie od tego, jaką strategię polityki fiskalnej wybierze rząd.

Analizując alternatywne decyzje rządu, który dąży do jak najwyższego realnego wzrostu PKB ( $y$ ), można dojść do podobnego wniosku. Jeśli bank centralny wybierze strategię  $r_1$ , wówczas optymalną strategią budżetową będzie strategia  $b_2$  - ponieważ rząd wybiera maksymalny w pierwszej kolumnie wzrost PKB ( $y + \frac{\partial y}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r > y + \frac{\partial y}{\partial r} \Delta r$ ). W przeciwnym przypadku (gdyby bank centralny wybrał strategię  $r_2$ ), w dalszym ciągu optymalną strategią fiskalną jest strategia  $b_2$  – 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 strategia  $b_2$ , czyli 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, ale i równowaga wyznaczana przez strategie dominujące. 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 obserwujemy, że w odpowiedzi na zbyt ekspansywną politykę fiskalną i wysoki poziom deficytu budżetowego bank centralny prowadzi politykę restrykcyjną utrzymując realne stopy procentowe na wysokim poziomie.

### 3. Analiza Pareto-optymalności rozwiązań w grze z dwoma strategiami polityki fiskalnej i pieniężnej

Interesujące jest pytanie czy równowaga ta, wyznaczona przez strategie dominujące 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  $(b_1, r_1)$  - wyboru przez rząd restrykcyjnej polityki budżetowej i ekspansywnej polityki monetarnej przez bank centralny.

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 jako odsetka PKB 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, tj.  $\Delta b$ . Po

drugie zmiana inflacji spowodowana różnicą deficytu budżetowego jako odsetka PKB w dwóch strategiach fiskalnych jest mniejsza od zmiany wywołanej różnicą realnych stóp procentowych dwóch analizowanych strategii monetarnych. 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  $\Delta r$ .

|      |       |                |       |
|------|-------|----------------|-------|
|      |       | Bank centralny |       |
|      |       | $r_1$          | $r_2$ |
| Rząd | $b_1$ | 3              | 1     |
|      | $b_2$ | 4              | 2     |
|      |       | 3              | 4     |
|      |       | 1              | 2     |

Tablica 3. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek A1.

Źródło: opracowanie własne.

W tym przypadku (tablica 3) 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 (tablica 4). Tempo wzrostu PKB jest wyższe a inflacja niższa w porównaniu z kombinacją strategii  $(r_1, b_1)$ . Punkt

równowagi jest korzystniejszym rozwiązaniem z punktu widzenia rządu, jednak gorszym dla banku centralnego.

| Tablica wypłat |       | Bank centralny |       |
|----------------|-------|----------------|-------|
|                |       | $r_1$          | $r_2$ |
| Rząd           | $b_1$ | 2 / 3          | 1 / 4 |
|                | $b_2$ | 4 / 1          | 3 / 2 |

Tablica 4. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek A2.  
Źródło: opracowanie własne.

Przypadek A3:

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

Oznacza to, 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.

| Tablica wypłat |       | Bank centralny |       |
|----------------|-------|----------------|-------|
|                |       | $r_1$          | $r_2$ |
| Rząd           | $b_1$ | 3 / 2          | 1 / 4 |
|                | $b_2$ | 4 / 1          | 2 / 3 |

Tablica 5. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek A3.  
Źródło: opracowanie własne.

Wtedy stan równowagi  $(r_2, b_2)$  stanowi rozwiązanie Pareto-optymalne (tablica 5). Równowaga jest korzystniejsza z punktu widzenia banku centralnego (niższa inflacja), jednak gorsza 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 (tablica 6) 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.

| Tablica wypłat |       | Bank centralny |       |
|----------------|-------|----------------|-------|
|                |       | $r_1$          | $r_2$ |
| Rząd           | $b_1$ | 2 / 2          | 1 / 4 |
|                | $b_2$ | 4 / 1          | 3 / 3 |

Tablica 6. Preferencje w grze między bankiem centralnym i rządem. Przypadek A4.

Źródło: opracowanie własne.

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.

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 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 (w analizowanym problemie wyznaczana przez strategię dominującą) stanowi jednocześnie rozwiązanie Pareto-optymalne. Oznacza to, że w większości przypadków samodzielność banku centralnego w kształtowaniu polityki monetarnej prowadzi do efektywnych rozwiązań.

Jedynie jeden z analizowanych wariantów wskazuje na występowanie znanego w literaturze przypadku dylematu więźnia, gdy występuje konflikt między racjonalnością indywidualną w postaci kryterium dominacji a racjonalnością grupową w postaci kryterium Pareto. 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 i wskazuje na konieczność koordynacji polityki banku centralnego i rządu.

#### **4. Analiza Pareto-optymalności rozwiązań w grze z 3 strategiami polityki monetarnej i fiskalnej**

Przeanalizowano również grę między bankiem centralnym a rządem z uwzględnieniem trzech jakościowo różnych strategii polityki fiskalnej i monetarnej: restrykcyjnej, neutralnej i ekspansywnej (tablica 7). W niniejszej pracy dokonano jedynie wstępnej analizy gry z trzema strategiami przy przyjęciu pewnych założeń upraszczających. Oprócz założenia dotyczącego znaków pochodnych cząstkowych w wariancie A (równanie 1) przyjęto dwa dodatkowe założenia.

| Tablica wypłat |       | Bank centralny       |                      |                      |
|----------------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                |       | $r_1$                | $r_2$                | $r_3$                |
| Rząd           | $b_1$ | $p_{11}$<br>$y_{11}$ | $p_{12}$<br>$y_{12}$ | $p_{13}$<br>$y_{13}$ |
|                | $b_2$ | $p_{21}$<br>$y_{21}$ | $p_{22}$<br>$y_{22}$ | $p_{23}$<br>$y_{23}$ |
|                | $b_3$ | $p_{31}$<br>$y_{31}$ | $p_{32}$<br>$y_{32}$ | $p_{33}$<br>$y_{33}$ |

Tablica 7. Gra między bankiem centralnym i rządem z trzema strategiami.  
Źródło: opracowanie własne.

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

$$b_2 - b_1 = b_3 - b_2 = \Delta b > 0, \quad r_2 - r_1 = r_3 - r_2 = \Delta r < 0. \quad (8)$$

Po drugie przyjęto założenie, że zależności: inflacji oraz wzrostu produkcji od instrumentów polityki monetarnej i fiskalnej: stopy procentowej i deficytu budżetowego mają charakter liniowy. Pochodne, które są wtedy stałe, zostały oznaczone następująco:

$$\frac{\partial y}{\partial r} = \beta, \quad \frac{\partial y}{\partial b} = \beta, \quad \frac{\partial p}{\partial r} = \delta, \quad \frac{\partial p}{\partial b} = \gamma. \quad (9)$$

Tablica 8 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 (prawy górny róg tablicy wypłat). Wraz z obniżaniem stopy procentowej (przejście w lewo 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 – polityka monetarna   |   |   |
|--------------------------|--------------|---|---|---|
|                          |              | ekspansywna   | neutralna   | restrykcyjna                                  |
| Rząd – polityka fiskalna | restrykcyjna | $p + 2\delta\Delta r$<br>$y + 2\alpha\Delta r$                                    | $p + \delta\Delta r$<br>$y + \alpha\Delta r$                                    | $p$<br>$y$                                    |
|                          | neutralna    | $p + 2\delta\Delta r + \gamma\Delta b$<br>$y + 2\alpha\Delta r + \beta\Delta b$   | $p + \delta\Delta r + \gamma\Delta b$<br>$y + \alpha\Delta r + \beta\Delta b$   | $p + \gamma\Delta b$<br>$y + \beta\Delta b$   |
|                          | ekspansywna  | $p + 2\delta\Delta r + 2\gamma\Delta b$<br>$y + 2\alpha\Delta r + 2\beta\Delta b$ | $p + \delta\Delta r + 2\gamma\Delta b$<br>$y + \alpha\Delta r + 2\beta\Delta b$ | $p + 2\gamma\Delta b$<br>$y + 2\beta\Delta b$ |

Tablica 8. Tablica wypłat i równowaga w grze między bankiem centralnym i rządem z trzema strategiami polityki fiskalnej i monetarnej.

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 dla 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 znajduje się w prawym dolnym rogu tablicy wypłat. Jest to równowaga wyznaczona przez strategię dominującą. Prowadzi do wyboru restrykcyjnej polityki monetarnej i ekspansywnej polityki fiskalnej.

Przeprowadzono analizę Pareto-optymalności rozwiązań rozważając analogicznie jak w grze uwzględniającej dwie strategie, cztery różne przypadki założeń od A1 do A4 (równania 4-7). Tablice 9-12 przedstawiają preferencje w grze z trzema strategiami dla powyższych założeń.

W przypadku A1 (tablica 9) 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.

Również w wariantach A2 i A3 (tablice 10 i 11) 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.

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

Tablica 9. Preferencje w grze z trzema strategiami. Przypadek A1.  
 Źródło: opracowanie własne.

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

Tablica 10. Preferencje w grze z trzema strategiami. Przypadek A2.  
 Źródło: opracowanie własne.

| Tablica wypłat |       | Bank centralny |        |        |
|----------------|-------|----------------|--------|--------|
|                |       | $r_1$          | $r_2$  | $r_3$  |
| Rząd           | $b_1$ | 6<br>4         | 3<br>7 | 1<br>9 |
|                | $b_2$ | 8<br>2         | 5<br>5 | 2<br>8 |
|                | $b_3$ | 9<br>1         | 7<br>3 | 4<br>6 |

Tablica 11. Preferencje w grze z trzema strategiami. Przypadek A3.  
Źródło: opracowanie własne.

| Tablica wypłat |       | Bank centralny |        |        |
|----------------|-------|----------------|--------|--------|
|                |       | $r_1$          | $r_2$  | $r_3$  |
| Rząd           | $b_1$ | 4<br>4         | 2<br>7 | 1<br>9 |
|                | $b_2$ | 7<br>2         | 5<br>5 | 3<br>8 |
|                | $b_3$ | 9<br>1         | 8<br>3 | 6<br>6 |

Tablica 12. Preferencje w grze z trzema strategiami. Przypadek A4.  
Źródło: opracowanie własne.

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-ptymalności. Przypadek ten odzwierciedla sytuację znaną w literaturze jako dylemat więźnia.

| Wagi                               | I. 0-1  | II. równe   | III. symetryczne                         | IV. niesymetryczne  |  |
|------------------------------------|---|---|--|---|--|
|                                    |   |   |  | IVa. BC bardziej skłonny do oceny globalnej                   | IVb. Rząd bardziej skłonny do oceny globalnej                  |
| Czy istnieją strategie dominujące? | tak   | tak   | tak                                      | tak   | tak  |
| Równowaga Nasha                    | ekspansywna fiskalna + restrykcyjna monetarna                                   | W większości neutralna fiskalna + neutralna monetarna | W zależności od wag i wariantu: I lub II | ekspansywna fiskalna + neutralna monetarna lub obie neutralne | neutralna fiskalna + restrykcyjna monetarna lub obie neutralne |
| Czy jest Pareto-ptymalna?          | W większości nie jest Pareto-ptymalna lepsza <i>policy-mix</i> - obie neutralne | jest Pareto-ptymalna                                  | jest Pareto-ptymalna                     | jest Pareto-ptymalna  | jest Pareto-ptymalna   |

Tablica 13. Podsumowanie wyników symulacyjnych wykonanych dla różnych wag.  
Źródło: opracowanie własne.

Wydaje się, że odmienne wyniki można uzyskać odchodząc od założenia o liniowym charakterze zależności w grze z trzema strategiami.

Wykonano pierwsze symulacje przy przyjęciu wariantowych złożań dotyczących nieliniowości funkcji oraz dla różnych wag: równych, różnych, ale symetrycznych oraz różnych i niesymetrycznych przypisywanych przez obu graczy odpowiednio celowi inflacyjnemu i koniunkturalnemu. Wstępne wyniki symulacji zawarte zostały w tablicy 13. Badania te będą kontynuowane.

## 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) oraz trzy jakościowo różne strategie, z uwzględnieniem dodatkowo strategii neutralnej. 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 strategię dominującą i 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. Jeden z powyższych stanów równowagi odpowiada rzeczywistej sytuacji, jaka ma miejsce w ostatnich latach w Polsce, gdzie 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 (w analizowanym problemie wyznaczana przez strategię dominującą) 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-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 który instrument podlega silniejszym zmianom: stopa procentowa czy deficyt budżetowy. Tak więc, w większości przypadków równowaga w grze jest Pareto-optymalna, co oznacza, że samodzielność banku centralnego w kształtowaniu polityki monetarnej prowadzi do

efektywnych rozwiązań. Jedyne 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. Wykonano również symulacje dla różnych wag: równych, różnych, ale symetrycznych oraz różnych i niesymetrycznych przypisywanych przez obu graczy odpowiednio celowi inflacyjnemu i koniunkturalnemu.

## Bibliografia

1. Ball L.M. (1997) *Disinflation and the NAIRU*, w: Reducing Inflation: Motivation and Strategy, Romer C.D., Romer H.D. (red.), University of Chicago Press, Chicago.
2. Belka M. (1993) *Neutralność pieniądza - ewolucja poglądów*, NBP, Stara Wieś.
3. Blinder Alan S. (1983), Issues in the Coordination of Monetary and Fiscal Policies, w: Monetary Policy in the 1980s, Kansas City: Federal Reserve Bank of Kansas City, NBER (National Bureau of Economic Research) Working Papers, No. W0982, pp. 3-34.
4. Cecchetti S.G. (1997) *Central Bank Policy Rules: Conceptual Issues and Practical Considerations*, NBER Working Paper, Cambridge, No 6306.
5. Friedman M. (1968) *The Role of Monetary Policy*, American Economic Review, March.
6. Kokoszcyński R., Stopyra J. (1996) Dylematy wokół celów pośrednich i operacyjnych w polityce pieniężnej NBP, *Bank i Kredyt*, No 6.
7. Kokoszcyński R. (2004) *Współczesna polityka pieniężna w Polsce*, PWE, Warszawa.
8. Kokoszcyński R., Łyziak T., Pawłowska M., Przystupa J., Wróbel E. 2002 Mechanizm transmisji polityki pieniężnej - współczesne ramy teoretyczne, nowe wyniki empiryczne dla Polski. *Materiały i Studia*, zeszyt 151, NBP, Warszawa.
9. Kot A. (2003) Metody kwantyfikacji restrykcyjności monetarnej, fiskalnej oraz policy mix w krajach akcesyjnych, *Bank i Kredyt*, No 6.
10. Kot A. (2003) Restrykcyjność monetarna, fiskalna oraz policy mix w Polsce, Czechach i na Węgrzech, *Bank i Kredyt*, No 7.
11. Kydland F., Prescott E. (1977) Rules Rather Than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans, *Journal of Political Economy*.
12. Malawski M., Wieczorek A., Sosnowska H. (1997) *Konkurencja i Kooperacja. Teoria gier w ekonomii i naukach społecznych*, PWN, Warszawa.

13. Phelps E.S. (1967) Money Wage Dynamics and Labor Market Equilibrium, *Journal of Political Economy*, No 75.
14. Polański Z. (1998) Polityka pieniężna w Polsce w drugiej połowie lat 90: bieżące problemy i strategiczne wyzwania, *Materiały i Studia*, zeszyt 72, NBP, Warszawa.
15. Romer, C.D. , Romer D. H. (2000) Federal Reserve Information and the Behavior of Interest Rates, *American Economic Review*, 90 (3) , June, 429-457.
16. 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.
17. Solow R.M. (2002) Jak ostrożny powinien być bank centralny?, w: *Inflacja, bezrobocie a polityka monetarna*, CeDeWu, Warszawa.
18. Sraffin P. D. (2004) *Teoria gier*, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa.
19. Szpunar P. (2000) *Polityka pieniężna. Cele i warunki skuteczności*, PWE, Warszawa.
20. *Wokół inflacji* (2002) red. Tarajkowski J., Wydawnictwo AE w Poznaniu.
21. Taylor J.B. (2002) Wytyczne dla polityki monetarnej w celu ustabilizowania poziomu zatrudnienia i inflacji, w: *Inflacja, bezrobocie a polityka monetarna*, CeDeWu, Warszawa.
22. Taylor, J. B. (1993) Discretion versus Policy Rules in Practice, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, vol. 39 (December 1993), 195-214.
23. Winek D. (2005) W poszukiwaniu stopy procentowej preferowanej przez członków RPP, *Makro Trendy*, Nr 10 (22), BGŻ.S.A., Warszawa, 17-19.
24. Wojtyna A. (1996) Niezależność banku centralnego a teoretyczne i praktyczne aspekty koordynacji polityki pieniężnej i fiskalnej, *Bank i Kredyt*, No 6.
25. Woroniecka I. (2004a) Polityka stóp procentowych. Cel inflacyjny i stabilizacyjny, w: *Badania operacyjne i systemowe 2004. Zastosowania*, Bubnicki Z., Hryniewicz O., Węglarz J. (red.), Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 15-31.
26. Woroniecka I. (2004b) 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*, Owiński J.W. (red.), Polish Operational and Systems Research Society, Warszawa, 21-40.
27. 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, 131-152.
28. Woroniecka I., (2006a) *Analiza preferencji banku centralnego w polityce stóp procentowych*, RB/12/2006, IBS PAN, Warszawa.
29. Woroniecka I. (2006b) 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*, Urbańczyk E., Straszak A., Owiński J.W. (red.), seria *Problemy Współczesnej Nauki. Teoria i Zastosowania, Badania Operacyjne i systemowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, ss. 153-166.





