

ANALIZA GRY MONETARNO - FISKALNEJ NA PRZYKŁADZIE GOSPODARKI POLSKIEJ

Lech Krus, Irena Woroniecka-Leciejewicz

Instytut Badań Systemowych PAN

e-mail: Lech.Krus@ibspan.waw.pl, Irena.Woroniecka@ibspan.waw.pl

Streszczenie: Artykuł przedstawia wyniki analizy policy mix z wykorzystaniem niekooperacyjnej gry między władzami fiskalnymi i monetarnymi oraz modelu makroekonomicznego opartego na koncepcji nowej syntezy neoklasycznej. Dokonano estymacji modelu dla Polski w latach 2000-2014. Przeprowadzono szereg symulacji z wykorzystaniem modelu oraz systemu komputerowego wyznaczającego wypłaty gry. Przeanalizowano alternatywne policies mix w stosunku do realizowanych w przeszłości polityk: monetarnej i fiskalnej. Wyznaczono i przeanalizowano optymalne strategie odpowiedzi oraz strategie równowagi Nasha.

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

WPROWADZENIE

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

Istnieje szeroka literatura dotycząca interakcji polityk monetarnych i fiskalnych omówiona w [Krus, Woroniecka 2015b]. W tej pracy przedstawiamy tylko wybrane pozycje. Blinder [1983], a następnie Bennett i Loayza [2001] rozpatrywali prostą grę z władzami monetarnymi i fiskalnymi jako graczami, z których każdy ma dwie strategie: restrykcyjną i ekspansywną. Pokazali, że niezależne decyzje tych władz mogą prowadzić do równowagi Nasha, która nie jest Pareto optymalna, co stanowi argument za koordynacją polityk. Nordhaus [1994]

przedstawił głębszą analizę gry monetarno-fiskalnej opartej na prostym modelu w aspekcie równowagi Nasha i jej Pareto optymalności. Powyższe prace stanowiły punkt startowy i inspirację do dalszych badań. Dixit i Lambertini [2001], Lambertini i Rovelli [2003] zwracali uwagę na rolę wiarygodności graczy i dyscypliny fiskalnej w grze monetarno-fiskalnej. Monografia [Marszałek 2009] zawiera przegląd modeli gier opisujących interakcje między bankiem centralnym a rządem. Dixit i Lambertini [2001], Lambertini i Rovelli [2003] rozpatrywali równowagę Nasha, a także równowagę Stackelberga, gdy jeden z decydentów jest liderem. Wojtyła [1996], Jakóbiak [2013] zajmowali się problematyką niezależności banku centralnego i aspektami koordynacji polityki. Darnault, Kutos [2005], Stawska [2014] analizowali policy mix w Polsce z wykorzystaniem danych statystycznych. Libich i in. [2014] przedstawili porównanie wybranych krajów w tzw. przestrzeni przywództwa monetarnego/fiskalnego (*monetary vs fiscal leadership space*); Polska jest zlokalizowana w jej centralnej części.

Niestety nie ma publikacji poświęconych interakcjom polityki fiskalnej i monetarnej w ujęciu stricte modelowym teorii gier dla przypadku Polski. Stanowiło to przesłankę do podjęcia badań w zakresie teorii gier, modelowania makroekonomicznego oraz metod optymalizacji wielokryterialnej stosowanych do analizy problemu policy mix, których wyniki prezentowane są w tej pracy.

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

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

W celu analizy powyższej gry zbudowano model makroekonomiczny, który został oszacowany na podstawie danych dla Polski w latach 2000-2014. Model zaimplementowano w systemie komputerowym obliczającym wyniki gry.

Przeprowadzono eksperymenty symulacyjne, w których wyznaczano i analizowano wypłaty graczy dla różnych, alternatywnych polityk monetarnych i fiskalnych.

Prezentowane prace stanowią kontynuację wcześniejszych badań autorów [Kruś, Woroniecka 2015a, Woroniecka 2015].

W kolejnych rozdziałach przedstawia się: matematyczne sformułowanie gry, opis zbudowanego makroekonomicznego modelu NNS-GMF, wyniki estymacji modelu, analizę gry monetarno-fiskalnej, podsumowanie i bibliografię.

MATEMATYCZNE SFORMUŁOWANIE GRY

Relacje między władzami fiskalnymi i monetarnymi są opisane za pomocą gry niekooperacyjnej w postaci strategicznej, która obejmuje:

- i. Dwóch graczy $i=1,2$: władze fiskalne i władze monetarne.
- ii. Dla każdego gracza $i=1,2$ określony jest zbiór Ω^i strategii. Strategie władz fiskalnych dotyczą polityki budżetowej. Instrumentem tej polityki jest poziom deficytu budżetowego w relacji do PKB (oznaczony przez b). Strategie władz monetarnych dotyczą polityki pieniężnej, której instrumentem jest poziom realnej stopy procentowej (oznaczony przez r). Niech Ω oznacza iloczyn Kartezjański tych zbiorów strategii: $\Omega = \Omega^1 \times \Omega^2$.
- iii. Dla każdego gracza $i=1, 2$, jest zdefiniowana funkcja $h^i: \Omega \rightarrow \mathbf{R}$, która określa wypłatę gracza i przy określonych strategiach podjętych przez obydwu graczy. Wypłata władz fiskalnych jest mierzona jako wzrost PKB i oznaczona przez y , gdzie $y=h^1(b, r)$. Wypłata władz monetarnych mierzona jest jako poziom inflacji oznaczony przez p , gdzie $p=h^2(b, r)$. Funkcje h^i , $i=1, 2$, są zdefiniowane przez relacje modelu makroekonomicznego.
- iv. Dla każdego gracza $i=1, 2$, jest określona relacja preferencji na zbiorze osiągalnych wypłat. Zakłada się, że każdy gracz chce osiągnąć zakładany cel: władze fiskalne – pożądany poziom wzrostu PKB, a władze monetarne – pożądany poziom inflacji.

Wypłaty gry w formie dyskretnej przedstawione są w tabeli 1. Strategie władz fiskalnych oznaczają strategie polityki budżetowej – od skrajnie restrykcyjnej w pierwszym wierszu do skrajnie ekspansywnej w ostatnim. Jako miernik stopnia restrykcyjności/ekspansywności polityki fiskalnej przyjęto poziom deficytu budżetowego w relacji do PKB. Analogicznie, strategie władz monetarnych oznaczają strategie polityki pieniężnej – od skrajnie restrykcyjnej w pierwszej kolumnie do skrajnie ekspansywnej w ostatniej, przy czym jako wyznacznik restrykcyjności polityki monetarnej przyjęto wysokość realnej stopy procentowej. Wypłaty zostały oznaczone w następujący sposób: y_{ij} - wypłata władz fiskalnych (tempo wzrostu PKB) w przypadku, gdy rząd stosuje strategię fiskalną F_i , a bank centralny strategię monetarną M_j , p_{ij} - wypłata władz monetarnych (inflacja) w tej samej sytuacji strategicznej. Symbolem b_i oznaczono deficyt

budżetowy w relacji do PKB, charakteryzujący i -tą strategię fiskalną, natomiast r_j - realną stopę procentową przypisaną j -tej strategii pieniężnej.

Tabela 1. Gra monetarno-fiskalna – tablica wypłat

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

Źródło: opracowanie własne

MODEL MAKROEKONOMICZNY NNS-GMF

Opracowano rekurencyjny model makroekonomiczny NNS-GMF oparty na koncepcji modelu nowej syntezy neoklasycznej (New Neoclassical Synthesis – NNS). Model ten, odzwierciedlając wpływ instrumentów polityki makroekonomicznej na gospodarkę, umożliwia analizę rozpatrywanej gry monetarno-fiskalnej.

Podstawowy model nowej syntezy neoklasycznej [Galí 2009, s. 2–3] zbudowany jest wokół trzech zależności uznawanych za kluczowe w opisie mechanizmu transmisji impulsów polityki pieniężnej: krzywej IS, krzywej Phillipsa i reguły Taylora. W celu odzwierciedlenia wpływu również polityki fiskalnej, model NNS-GMF uwzględnia lukę wydatków budżetowych. W modelu ze względu na jego rekurencyjny charakter wprowadzono dodatkowo zmienne opóźnione. Równania rekurencyjnego modelu NNS-GMF są następujące:

Równanie luki produkcji odzwierciedla międzyokresową wersję krzywej IS i opisuje funkcję zagregowanego popytu opartą na optymalnych decyzjach reprezentatywnego konsumenta. Równanie to ma następującą postać:

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

gdzie: $x_t = y_t - y_t^n$, $g_t = G_t - G_t^n$ (1a)

lub: $x_t = \ln y_t - \ln y_t^n$, $g_t = \ln G_t - \ln G_t^n$. (1b)

Luka produkcji x_t zdefiniowana jest jako odchylenie między bieżącą produkcją realną y_t a jej poziomem potencjalnym (naturalnym) y_t^n w stanie równowagi z doskonale elastycznymi cenami. Luka produkcji jest uzależniona od

swojej wartości opóźnionej oraz od luki stopy procentowej, tzn. odchylenia realnej stopy procentowej od poziomu naturalnego r_t^n , przy czym realna stopa procentowa została obliczona jako różnica: nominalna stopa procentowa r_t (WIBOR 1M) minus oczekiwana inflacja π_t^e . W modelu uwzględniono wpływ realnych wydatków budżetowych G_t w kategoriach luki, tzn. odchylenia od wartości naturalnej G_t^n . Naturalne poziomy produktu, stopy procentowej i wydatków budżetowych zostały wyznaczone jako trendy długookresowe z wykorzystaniem filtra Hodricka-Prescotta. Luka produkcji x_t i luka wydatków budżetowych g_t są definiowane w modelu w dwóch wersjach: jako odchylenie bezwzględne od wartości naturalnej (równanie 1a) lub jako odchylenie logarytmów (równanie 1b). *Równanie inflacji (neokeynesowska krzywa Phillipsa)* przedstawia funkcję zagregowanej podaży opartą na decyzjach cenowych przedsiębiorstwa w warunkach niedoskonałej konkurencji (model Calvo). Inflacja zależy od inflacji oczekiwanej π_t^e i luki produkcji x_t .

$$\pi_t = \beta_0 + \beta_1 \pi_{t-1}^e + \beta_2 x_t. \quad (2)$$

Równanie inflacji oczekiwanej uzależnia oczekiwania inflacyjne od ich opóźnionej wartości oraz bieżącej inflacji. Ma ono postać:

$$\pi_t^e = \delta_0 + \delta_1 \pi_{t-1}^e + \delta_2 \pi_t. \quad (3)$$

Równanie stopy procentowej (reguła Taylora) stanowi regułę wyznaczania przez bank centralny nominalnej stopy procentowej w odpowiedzi na odchylenie bieżącej inflacji od wyznaczonego celu inflacyjnego π^* oraz na zmiany bieżącej koniunktury (luki produkcji). Równanie to ma następującą postać:

$$r_t = \varphi_0 + \varphi_1 r_{t-1} + \varphi_2 (\pi_{t-1} - \pi_{t-1}^*) + \varphi_3 x_{t-1}. \quad (4)$$

WYNIKI ESTYMACJI MODELU

Wykonano estymację czterech wariantów modelu: dwa pierwsze warianty zawierające regułę Taylora: wariant 1 (równania 1, 1a, 2, 3, 4), wariant 2 (równania 1, 1b, 2, 3, 4) oraz dwa kolejne bez reguły Taylora: wariant 3 (równania 1, 1a, 2, 3), wariant 4 (równania 1, 1b, 2, 3). W tej pracy przedstawiono wyniki dotyczące wariantu 3, pozostałe warianty modelu są omówione w innych publikacjach autorów [Kruś, Woroniecka 2015b]. W estymacji modelu NNS-GMF jako układu równań współzależnych, z zastosowaniem potrójnej metody najmniejszych kwadratów na podstawie danych kwartalnych 2000-2014 dla Polski wykorzystano pakiet ekonometryczny GRETL. Nazwy zmiennych zawarto w tabeli 2. Jako źródła danych wykorzystano dane GUS, NBP, Ipsos, serwis Money.pl.

Oszacowane równania modelu NNS-GMF (wariant 3) przedstawiono w tabeli 3. Odchylenia standardowe dla oszacowanych współczynników podane są w nawiasach. Wyniki estymacji wskazują na dość dobre dopasowanie do danych statystycznych, szczególnie w przypadku równania 3 model objaśnia zmienność

oczekiwanej inflacji w ponad 90 procentach (R^2). Gorszą jakość dopasowania uzyskano dla równań luki produkcji i inflacji (niższe wartości R^2). Należy jednak zaznaczyć, że również w tych równaniach wszystkie zmienne objaśniające istotnie statystycznie wpływają na zmienne objaśniane. Do błędów estymacji przyczynia się uproszczenie modelu, który nie uwzględnia wpływu czynników zewnętrznych, a jedynie wpływ polityki ekonomicznej.

Tabela 2. Zestawienie zmiennych wykorzystanych w estymacji modelu

Nazwa zmiennej	Objaśnienie
luka_prod	Luka produkcji na podstawie PKB (ceny stałe)
inflacja	Inflacja, na podstawie wskaźnika cen konsumpcyjnych
oczekiwana_infl	Inflacja oczekiwana
luka_WIBOR	Luka stopy procentowej
luka_wyd	Luka wydatków publicznych
odch_od_celu_infl	Odchylenie inflacji od celu inflacyjnego
zmienna_1	Zmienna opóźniona o jeden okres (kwartał)

Źródło: opracowanie własne

Tabela 3. Oszczone równania modelu (wariant 3)

Równanie 1	
luka_prod = 0,0274 + 0,6853 luka_prod_1 - 0,4343 luka_WIBOR + 0,1353 luka_wyd	
(0,1195) (0,0841) (0,1241) (0,0622)	
Wsp. determ. R-kwadrat 0,645211	Skorygowany R-kwadrat 0,624743
Równanie 2	
inflacja = 0,5210 + 0,7670 oczekiwana_infl_1 + 0,3755 luka_prod	
(0,1908) (0,0584) (0,0937)	
Wsp. determ. R-kwadrat 0,759751	Skorygowany R-kwadrat 0,750686
Równanie 3	
oczekiwana_infl = - 0,1594 + 0,1748 oczekiwana_infl_1 + 0,8673 inflacja	
(0,1026) (0,0607) (0,0773)	
Wsp. determ. R-kwadrat 0,941506	Skorygowany R-kwadrat 0,939298

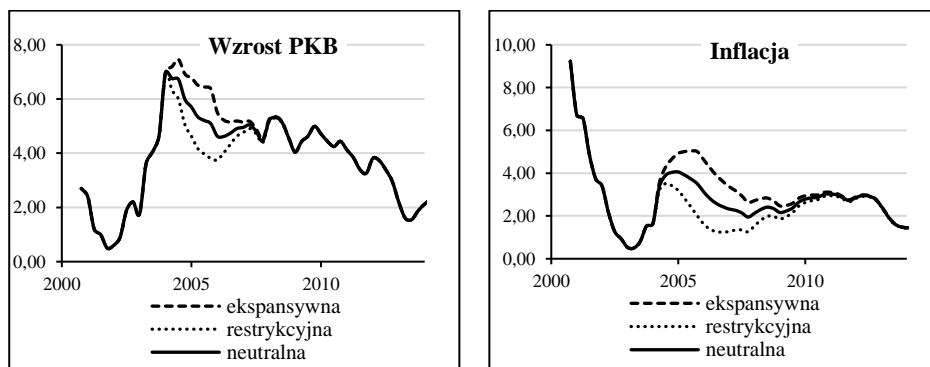
Źródło: opracowanie własne

Rysunek 1 przedstawia przebiegi w czasie wzrostu PKB i inflacji dla dwóch wariantów zmiany policy mix trwającej 2 lata od początku 2004 roku w porównaniu z polityką neutralną (bez zmian instrumentów): 1. na bardziej ekspansywną: realna stopa procentowa jest o 1 punkt procentowy niższa, a deficyt budżetowy w relacji do PKB o 1 punkt procentowy wyższy w stosunku do wartości historycznych; 2. na bardziej restrykcyjną: realna stopa procentowa o 1 punkt procentowy wyższa, a deficyt budżetowy o 1 punkt procentowy niższy.

Okresowe zastosowanie bardziej ekspansywnej polityki spowodowałoby wzrost dynamiki PKB, ale także nasilenie inflacji w porównaniu do wariantu neutralnego, odwrotnie niż w przypadku przejścia na politykę bardziej restrykcyjną od faktycznie stosowanej w przeszłości. Po pewnym czasie następuje wygaszenie

skutków zmiany policy mix; obserwujemy zbieżność wykresów PKB i inflacji dla alternatywnych wariantów polityk i polityki neutralnej, przy czym trochę wolniej przebiega ten proces w przypadku inflacji.

Rysunek 1. Alternatywnie do historycznej policy mix. Model (wariant 3)



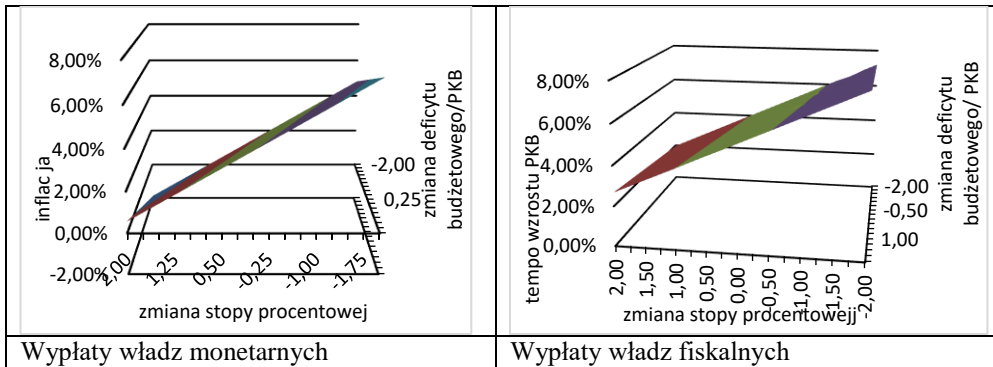
Źródło: opracowanie własne

ANALIZA GRY MONETARNO-FISKALNEJ

Oszacowane równania modelu NSN-GMF zostały zaimplementowane w formie algorytmu obliczeniowego. Algorytm ten jest częścią zbudowanego systemu komputerowego wykorzystanego do przeprowadzenia symulacji i analizy wyników gry w interakcyjny sposób. W wybranym okresie (od początku 2004 roku) wprowadza się impuls w postaci zmiany nastawienia policy mix trwający osiem kwartałów. Wyniki gry obliczane są dla zmian względnego deficytu i stopy podatkowej w dopuszczalnym przedziale [+2,-2] punkty procentowe w stosunku do wartości historycznych.

Miernikami efektów zmian policy mix są: wzrost PKB i inflacja po upływie 8 kwartałów począwszy od zmiany instrumentów. Rysunek 2 przedstawia wypłaty: władz fiskalnych i monetarnych w zależności od instrumentów. Inflacja jest na niskim poziomie, gdy stosowana jest kombinacja obu restrykcyjnych polityk. Wzrost ekspansywności polityki fiskalnej i monetarnej prowadzi do wzrostu inflacji z jednej strony i do przyspieszenia wzrostu gospodarczego z drugiej.

Rysunek 2. Wypląty władz monetarnych i fiskalnych. Model (wariant 3)



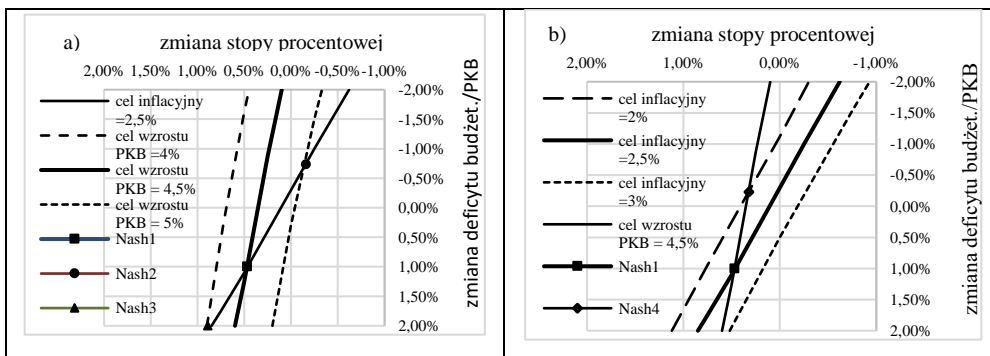
Źródło: opracowanie własne

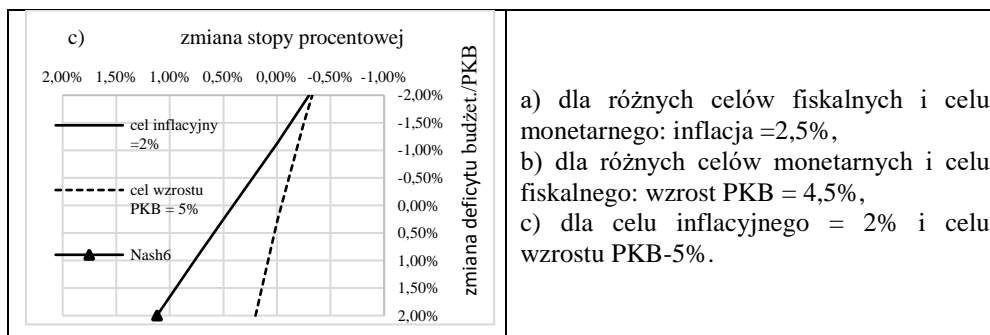
Przyjmijmy, że władze fiskalne i monetarne zakładają osiągnięcie określonych celów. Władze fiskalne próbują osiągnąć wzrost PKB na poziomie y^s , a władze monetarne zakładają osiągnięcie celu inflacyjnego p^s . Niech Ω oznacza zbiór dopuszczalnych par strategii (b, r) . Optymalne strategie graczy w grze niekooperacyjnej (strategie najlepszych odpowiedzi) mogą być wyznaczone jako rozwiązania następujących problemów optymalizacji:

Min $|h^2(b, r) - p^s|$ ze względu na $r \in \Omega^2$, rozwiązywanego dla wszystkich $b \in \Omega^1$, w przypadku władz monetarnych, oraz problemu:

Min $|h^1(b, r) - y^s|$ ze względu na $b \in \Omega^1$, rozwiązywanego dla wszystkich $r \in \Omega^2$, w przypadku władz fiskalnych.

Rysunek 3. Strategie najlepszych odpowiedzi. Model (wariant 3)





Źródło: opracowanie własne

Przykłady strategii najlepszych odpowiedzi są przedstawione na rysunku 3. Zauważmy, że bardziej ekspansywna polityka fiskalna prowadzi do bardziej restrykcyjnej polityki banku centralnego, który stara się ograniczyć wzrost inflacji przewyższający założony cel inflacyjny. Przy wyższym deficycie budżetowym zakładana inflacja może być utrzymana przy odpowiednio wyższych stopach procentowych. Analogicznie, w odpowiedzi na bardziej restrykcyjną politykę fiskalną bank centralny stosuje mniej restrykcyjną politykę monetarną z niższymi stopami procentowymi. Równowagi Nasha (np. Nash 1, 2, 4) znajdujące się w punktach przecięcia strategii najlepszych odpowiedzi w obszarze dopuszczalnych zmian instrumentów, są jednocześnie Pareto optymalne. Zauważmy, że mogą również wystąpić przypadki, gdy równowagi Nasha nie są Pareto optymalne. Rysunek 3c przedstawia przykład nadmiernie ambitnych w danej sytuacji gospodarczej, celów władz monetarnych i fiskalnych: inflacja = 2%, wzrost PKB = 5%. W tym przypadku punkt równowagi Nasha istnieje dla kombinacji skrajnie ekspansywnej polityki fiskalnej i odpowiadającej jej restrykcyjnej polityki monetarnej w obszarze dopuszczalnym. Nie jest to rozwiązanie Pareto optymalne, dlatego wskazana jest wtedy koordynacja polityk.

PODSUMOWANIE

Praca przedstawia wybrane wyniki badań dotyczących analizy interakcji polityk fiskalnej i monetarnej z wykorzystaniem teorii gier i optymalizacji wielokryterialnej. W ramach tych badań zbudowano dynamiczny model makroekonomiczny NNS-GMF oszacowany dla warunków gospodarki Polski. Sformułowano niekooperacyjną grę monetarno-fiskalną, w której wypłaty graczy, odpowiednio władz fiskalnych i monetarnych wyznaczone są z wykorzystaniem tego modelu. Opracowano system komputerowy pozwalający na wyznaczanie wypłat gry w przeprowadzanych symulacjach oraz na obliczenia optymalizacyjne.

Analiza gry dotyczyła: wyboru strategii najlepszych odpowiedzi, zbadania równowag Nasha i ich Pareto optymalności. Sformułowano w tym celu i rozwiązywano odpowiednie zadania optymalizacji. Przenalizowano wyniki dla

różnych celów władz monetarnych i fiskalnych: inflacji i wzrostu PKB. W szczególności zbadano policy mix alternatywne do realizowanych w przeszłości. Wskazano na różne możliwe sytuacje strategiczne: pierwszą, gdy wybór policy mix utożsamiany z równowagą Nasha oznacza rozwiązanie Pareto optymalne, oraz drugą, gdy równowaga Nasha prowadzi do nieefektywnych decyzji. Zależy to od uwarunkowań makroekonomicznych oraz celów ustanowionych przez władze monetarne i fiskalne. Wykorzystując powyższy system komputerowy można określić dla jakich celów władz monetarnych i fiskalnych zachodzą te dwie jakościowo różne sytuacje strategiczne. W szczególności można pokazać, kiedy nadmiernie ambitne cele władz monetarnych i fiskalnych prowadzą do nieefektywnych równowag Nasha, gdy wskazana jest koordynacja polityk.

BIBLIOGRAFIA

- Bennett H., Loayza N. (2000) Policy Biases when the Monetary and Fiscal Authorities have Different Objectives. Central Bank of Chile Working Papers, 66.
- Blinder A. S. (1983) Issues in the Coordination of Monetary and Fiscal Policy [w:] Monetary Policy in the 1980s, Federal Reserve Bank of Kansas City, 3-34.
- Darnault N., Kutos P. (2005) Poland's policy mix: fiscal or monetary leadership? ECFIN Country Focus, 2(1), 1-6.
- Dixit A., Lambertini L. (2001) Monetary-Fiscal Policy Interactions and Commitment versus Discretion in a Monetary Union. European Economic Review, 45, 977-987.
- Gali J. (2009) The New Keynesian Approach to Monetary Policy Analysis: Lessons and New Directions. <http://www.crei.cat/people/gali/jg09cfs.pdf>
- Jakóbk W. (2013) Koordynacja polityki pieniężnej i fiskalnej. Prace i Materiały Instytutu Rozwoju Gospodarczego Szkoły Głównej Handlowej, 92, 73-88.
- Kruś L., Woroniecka-Leciejewicz I. (2015a) Fiscal-Monetary Game Analyzed with Use of a Dynamic Macroeconomic Model. [w:] B. Kamiński et al. (Eds.) GDN 2015, Springer LNBIP, 218, 199-208.
- Kruś L., Woroniecka-Leciejewicz I. (2015b) Analiza policy mix z wykorzystaniem metod teorii gier i optymalizacji wielokryterialnej na podstawie modelu nowej syntezy neoklasycznej dla warunków Polski. RB/42/2015, IBS PAN, Warszawa.
- Lambertini L., Rovelli R. (2003) Monetary and fiscal policy coordination and macroeconomic stabilization. A theoretic analysis. Bolonia.
- Libich J., Nguyen D., Stehlik P. (2014) Monetary Exit and Fiscal Spillovers. MPRA, 1-32.
- Marszałek P. (2009) Koordynacja polityki pieniężnej i fiskalnej jako przesłanka stabilności poziomu cen. PWN, Warszawa.
- Nash, J. F. (1951) Non-cooperative Games. Annals of Mathematics, 54 (2), 286-295.
- Nordhaus W. D. (1994) Policy Games: Coordination and Independence in Monetary and Fiscal Policies, Brookings Papers on Economic Activity, 2, 139-215.
- Stawska J. (2014) Wpływ policy-mix na wzrost gospodarczy i poziom bezrobocia w Polsce, *Finanse. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*, 804, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia 67, 667-677.

- Wojtyna A. (1996) Niezależność banku centralnego a teoretyczne i praktyczne aspekty koordynacji polityki pieniężnej i fiskalnej. *Bank i Kredyt*, 6.
- Woroniecka-Leciejewicz I. (2015) Equilibrium strategies in a fiscal-monetary game. A simulation analysis. *Operations Research & Decisions*, 25 (2), 75-100.
- Woroniecka-Leciejewicz I. (2010) Decision interactions of monetary and fiscal authorities in the choice of policy mix. *Journal of Organizational Transformation and Social Change*: 7 (2), 189-210.

ANALYSIS OF THE MONETARY-FISCAL GAME IN THE CASE OF POLAND

Abstract: Analysis of the policy mix is presented using a noncooperative game and a macroeconomic model formulated on the basis of the New Neoclassical Synthesis concept. The game describes interactions of the fiscal and monetary authorities. The model has been estimated for the Poland in 2000–2014. Simulations have been made using the model and the constructed computer based system calculating payoffs of the game. The fiscal and monetary policies alternative to the historical ones are shown and analyzed. The best response strategies and the Nash equilibria are derived and discussed.

Keywords: fiscal monetary game, macroeconomic modeling, Nash equilibrium, Pareto optimality