Raport Badawczy

Research Report

RB/62/2012

Problem wyboru *policy-mix* w grze fiskalno-monetarnej z zastosowaniem funkcji logistycznej

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 Zakładu zgłaszający pracę:
dr inż. Lech Kruś

Warszawa 2012

PROBLEM WYBORU POLICY-MIX W GRZE FISKALNO-MONETARNEJ Z ZASTOSOWANIEM FUNKCJI LOGISTYCZNEJ

Irena Woroniecka-Leciejewicz
Instytut Badań Systemowych PAN,

Streszczenie

Praca przedstawia problem wyboru *policy-mix*, rozumianej jako kombinacja polityki pieniężnej i budżetowej o określonym stopniu restrykcyjności/ekspansywności w kontekście analizy różnych możliwych stanów równowagi w grze fiskalno-monetarnej. Do odzwierciedlenia zależności między dynamiką PKB i inflacją a instrumentami stabilizacyjnej polityki makroekonomicznej, w tym polityki pieniężnej (realną stopą procentową) i budżetowej (deficytem budżetowym w relacji do PKB) wykorzystano zmodyfikowaną funkcję logistyczną, która umożliwia uwzględnienie specyfiki oddziaływania tych instrumentów na koniunkturę gospodarczą. Badania obejmują również analizę wpływu priorytetów władz fiskalnych i monetarnych na równowagę i tym samym na wybór *policy-mix*.

1. Wprowadzenie

Celem pracy jest analiza interakcji decyzyjnych i wzajemnych uwarunkowań miedzy władzami monetarnymi i fiskalnymi na podstawie badań symulacyjnych z wykorzystaniem gry fiskalno-monetarnej, w której strategie polityki pieniężnej i budżetowej różnią się stopniem ich restrykcyjności/ekspansywności.

Tabela 1 przedstawia tablicę wypłat dla takiej gry. Strategie władz fiskalnych (rządu) oznaczają strategie polityki budżetowej – od skrajnie restrykcyjnej w pierwszym wierszu do skrajnie ekspansywnej w ostatnim. Jako miernik stopnia restrykcyjności polityki fiskalnej przyjęto poziom deficytu budżetowego w relacji do PKB. Analogicznie strategie władz monetarnych (banku centralnego) 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 Fi, a bank centralny strategię monetarną Mj, 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.

Przedstawiona w pracy analiza stanowi kontynuację badań autorki (Woroniecka-Leciejewicz (2006-2011)) dotyczących problematyki równowagi i Pareto-

optymalności rozwiązań w grze fiskalno-monetarnej oraz wpływu priorytetów banku centralnego i rządu na wybór *policy-mix*.

Tabela 1. Gra fiskalno- monetarna – 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 ↑ restrykcyjna / ↓ ekspansywna	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}

Gra analizowana jest przy przyjęciu pewnych założeń dotyczących wpływu instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej na stan gospodarki, charakteryzowany przez wzrost PKB i inflację. Zakłada się, że:

1. wzrost stopy procentowej, *ceteris paribus*, wywołuje spadek tempa wzrostu gospodarczego ($\frac{\partial y}{\partial r} < 0$) oraz ograniczenie inflacji ($\frac{\partial p}{\partial r} < 0$),
2. wzrost deficytu budżetowego, *ceteris paribus*, przyczynia się do wzrostu inflacji ($\frac{\partial p}{\partial b} > 0$).

Problem stanowi przyjęcie założenia dotyczącego wpływu deficytu budżetowego na realny wzrost produkcji w gospodarce. Można rozważyć dwa warianty:

A – wzrost deficytu budżetu państwa, *ceteris paribus*, powoduje zwiększenie tempa wzrostu PKB ($\frac{\partial y}{\partial b} > 0$),

B – wzrost deficytu budżetowego ogranicza wzrost PKB ($\frac{\partial y}{\partial b} < 0$).

Dodatkowo zakłada się, że: $\Delta b_i = b_i - b_{i-1} > 0$, $\Delta r_j = r_j - r_{j-1} < 0$.

W ostatnich publikacjach (Woroniecka-Leciejewicz (2009-2011)) do wyprowadzenia formuł określających nieliniowe zależności między wartościami w tablicy wypłat w grze, oznaczającymi odpowiednio wzrost gospodarczy i inflację a instrumentami polityki makroekonomicznej wykorzystano wzór na rozwinięcie funkcji w szereg Taylora. Rozważano dwa przypadki: pierwszy, w którym zakładano, że wła-

dze monetarne dążą do minimalizacji inflacji, a fiskalne do maksymalizacji tempa wzrostu PKB oraz drugi, w którym przyjmowano, że władze monetarne i fiskalne wyznaczają własne cele, które chcą osiągnąć, określając pożądany cel inflacyjny i planowaną dynamikę PKB. W pierwszym przypadku równowaga w grze jest determinowana przez strategie dominujące, skłaniające do wyboru kombinacji skrajnie restrykcyjnej polityki monetarnej i skrajnie ekspansywnej fiskalnej (wariant założeń A) lub obu skrajnie restrykcyjnych polityk (wariant B). W drugim przypadku, gdy władze fiskalne i monetarne dążą do minimalizacji odchyleń odpowiednio wzrostu PKB i inflacji od wartości pożądanych, usytuowanie stanu równowagi Nasha, nie jest już takie oczywiste i zależy m. in. od skuteczności oddziaływania instrumentów polityki monetarnej i fiskalnej oraz od priorytetów banku centralnego i rządu w prowadzeniu polityki.

Należy sądzić, że interesujące wyniki w tej dziedzinie można uzyskać uzupełniając teoretyczne rozważania zawarte w powyższych publikacjach o analizę symulacyjną uwzględniającą różne warianty uwarunkowań koniunktury, w szczególności wpływu skuteczności polityki fiskalnej i monetarnej w oddziaływaniu na stan gospodarki, w tym na wzrost PKB i inflację. W tym celu wykonano obliczenia dla gry fiskalno-monetarnej z wykorzystaniem modyfikacji funkcji logistycznej oraz przedstawiono pierwsze wyniki badań oraz ich interpretację. Prezentowane w niniejszej pracy badania koncentrują się na analizie gry fiskalno-monetarnej dla wariantu założeń A, który wydaje się bardziej realistycznie odzwierciedlać wpływ polityki fiskalnej na możliwości wzrostu gospodarczego w krótkim okresie.

2. Zastosowanie funkcji logistycznej do odzwierciedlenia wpływu instrumentów *policy-mix* na stan gospodarki

Do odzwierciedlenia zależności między wzrostem gospodarczym i inflacją a instrumentami stabilizacyjnej polityki makroekonomicznej wykorzystano modyfikację funkcji logistycznej, która umożliwia uwzględnienie specyfiki oddziaływania instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej polegającej m.in. na tym, że ich skuteczność jest największa w pewnym przedziale wahań instrumentu, a poza nim jest ograniczona. Oznacza to m.in., że możliwości obniżania inflacji poprzez stosowanie coraz bardziej restrykcyjnej polityki monetarnej są ograniczone, podobnie jak możliwości pobudzania wzrostu gospodarczego przez coraz bardziej ekspansywną politykę fiskalną.

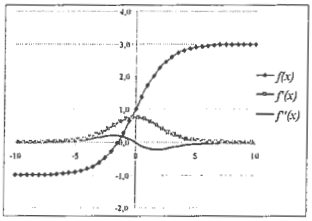
Funkcja logistyczna o analitycznej postaci: $f(x) = \frac{\alpha}{1+\beta e^{-\chi x}}$, przy założeniu, że parametr $\beta>0$, odzwierciedla monotoniczne przejście zmiennej y od początkowej wartości $f(x_0)=0$ do osiągnięcia końcowej wartości $f(x_k)=\alpha$ (dla $\chi>0$) lub od wartości $f(x_0)=a$ do osiągnięcia końcowej zerowej wartości (dla $\chi<0$). W zależności od parametrów α i χ, funkcja logistyczna przedstawia wzrost zmiennej objaśnianej (dla obu parametrów dodatnich lub obu ujemnych) bądź spadek w przeciwnym przypadku (gdy parametry α i χ mają rożne znaki). Uzupełnienie funkcji logistycz-

nej o stałą δ: $f(x) = \dfrac{\alpha}{1+\beta e^{-\chi x}} + \delta$ umożliwia odzwierciedlenie przejścia zmiennej objaśnianej od dowolnej wartości początkowej do osiągnięcia dowolnej wartości końcowej, przyjmując odpowiednie wartości parametrów α i δ (porównaj tab. 2). Obliczenia symulacyjne wykonano dla parametru $\chi > 0$.

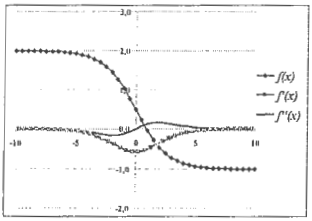
Tabela 2. Rosnąca lub malejąca funkcja logistyczna w zależności od parametrów

Parametry	$\chi > 0$	$\chi < 0$
$\alpha > 0$	z $f(x_0) = \delta$ wzrost do $f(x_k) = \delta + \alpha$	z $f(x_0) = \delta + \alpha$ spadek do $f(x_k) = \delta$
$\alpha < 0$	z $f(x_0) = \delta$ spadek do $f(x_k) = \delta + \alpha$	z $f(x_0) = \delta + \alpha$ wzrost do $f(x_k) = \delta$

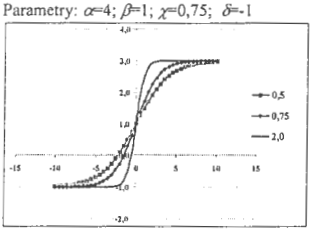
Rysunki 1-4 przedstawiają wykresy funkcji logistycznej dla wybranych wartości parametrów odzwierciedlające przejście zmiennej objaśnianej z jednego poziomu na nowy, zarówno dla przypadku wzrostu (rys. 1) jak i spadku (rys. 2). Punkt przegięcia odpowiada maksymalnej (dla funkcji rosnącej) lub minimalnej (dla funkcji malejącej) wartości pierwszej pochodnej funkcji logistycznej. W przypadku, gdy β=1 punkt przegięcia występuje dla zerowej wartości zmiennej x, gdy β>1 – dla dodatnich wartości zmiennej x, a gdy 0<β<1 – dla wartości ujemnych (rys. 4). W punkcie przegięcia zmienna x charakteryzuje się największą siłą oddziaływania na zmienną objaśniającą.



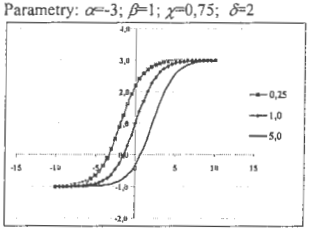
Rys.1 Funkcja logistyczna i jej pochodne
Parametry: α=4; β=1; χ=0,75; δ=-1



Rys.2 Funkcja logistyczna i jej pochodne
Parametry: α=-3; β=1; χ=0,75; δ=2



Rys.3 Wpływ parametru χ (χ=0,5; 0,75; 2,0)
Pozostałe parametry: α=4; β=1; δ=-1



Rys.4 Wpływ parametru β (β=0,25; 1,0; 5,0)
Pozostałe parametry: α=4; χ=0,75; δ=-1

Odnosząc się w interpretacji do gry fiskalno-monetarnej oraz przyjętych wcześniej założeń (wariant A), wpływ instrumentu fiskalnego, tj. deficytu budżetowego w relacji do PKB (b), na tempo wzrostu gospodarczego (y) może charakteryzować rosnąca funkcja logistyczna: $y = f(b) = \frac{\alpha_1}{1+\beta_1 e^{-\chi_1 b}} + \delta_1$, przy czym $\beta_1>0$, $\chi_1>0$, $\alpha_1>0$. Oznacza to, że wzrost deficytu budżetowego, *ceteris paribus*, przyczynia się do ożywienia wzrostu gospodarczego ($\frac{\partial y}{\partial b} > 0$), ale skuteczność oddziaływania polityki budżetowej na koniunkturę gospodarczą jest ograniczona tylko do pewnego przedziału wahań wartości instrumentu. Zakłada się, że ograniczone są zarówno możliwości pobudzania wzrostu poprzez stosowanie coraz bardziej ekspansywnej polityki fiskalnej (podwyższanie deficytu) jak i możliwości negatywnego wpływu na dynamikę produkcji przez coraz bardziej restrykcyjną politykę polegającą na redukcji deficytu (zwiększaniu nadwyżki budżetowej). Przy skrajnie restrykcyjnej polityce fiskalnej wzrost PKB jest najniższy i równy δ_1 ($y_{min} = \delta_1$), a dalszy wzrost restrykcyjności polityki nie ma już wpływu na dynamikę produkcji. Analogicznie przy skrajnie ekspansywnej polityce najwyższy realny wzrost PKB jest równy δ_1 ($y_{max} = \delta_1 + \alpha_1$), a dalsze zwiększanie jej ekspansywności przestaje być skuteczne.

Analogicznie oddziaływanie instrumentu fiskalnego na inflację (p) może opisywać rosnąca funkcja logistyczna: $p = f(b) = \frac{\alpha_2}{1+\beta_2 e^{-\chi_2 b}} + \delta_2$, przy czym $\beta_2>0$, $\chi_2>0$, $\alpha_2>0$. Zakłada się tym samym, że wzrost deficytu budżetu państwa towarzyszący ekspansywnej polityce fiskalnej, *ceteris paribus*, zwiększa napięcia inflacyjne w gospodarce i poziom inflacji ($\frac{\partial p}{\partial b} > 0$), a zmniejszanie deficytu ma wpływ na ograniczanie inflacji, ale skuteczność polityki budżetowej maleje wraz z przechodzeniem w kierunku polityki coraz bardziej ekspansywnej lub skrajnie restrykcyjnej. Dla skrajnie restrykcyjnej polityki fiskalnej inflacja jest na skrajnie niskim poziomie ($p_{min} = \delta_2$) i dalszy wzrost restrykcyjności tej polityki nie przyczynia się już do obniżania inflacji. Podobnie ograniczoną skuteczność polityki fiskalnej i jej instrumentów w oddziaływaniu na inflację można obserwować przy skrajnie ekspansywnej polityce, gdy inflacja jest najwyższa ($p_{max} = \delta_2 + \alpha_2$) i dalsze zwiększanie ekspansywności nie wywołuje już wzrostu inflacji.

Uwzględniając przyjęte wcześniej założenia dotyczące oddziaływania polityki monetarnej, że wzrost stopy procentowej, *ceteris paribus*, wywołuje spadek tempa wzrostu gospodarczego ($\frac{\partial y}{\partial r} < 0$) oraz ograniczenie inflacji ($\frac{\partial p}{\partial r} < 0$), do odzwierciedlenia tych zależności należy zastosować malejącą funkcję logistyczną.

Oddziaływanie stopy procentowej (r) na wzrost gospodarczy (y) można opisać malejącą funkcją logistyczną: $y = f(r) = \frac{\alpha_3}{1+\beta_3 e^{-\chi_3 r}} + \delta_3$, przy czym $\beta_3>0$,

$\chi_3>0$, $\alpha_3<0$. Oznacza to, że wraz ze wzrostem stopy procentowej następuje zmniejszanie tempa wzrostu PKB z początkowo maksymalnego ($y_{max} = \delta_3$) przy skrajnie ekspansywnej polityce pieniężnej i towarzyszącej jej ekstremalnie niskiej wartości stopy procentowej – do najniższego ($y_{min} = \delta_3 + \alpha_3$), gdy stopa procentowa osiąga skrajnie wysoki poziom.

Wpływ stopy procentowej (r) na inflację (p) można opisać analogicznie malejącą funkcją logistyczną: $p = f(r) = \frac{\alpha_4}{1+\beta_4 e^{-\chi_4 r}} + \delta_4$, przy czym $\beta_4>0$, $\chi_4>0$, $\alpha_4<0$. Oznacza to, że wraz ze wzrostem stopy procentowej następuje ograniczenie poziomu inflacji z początkowo ekstremalnie wysokiego ($p_{max} = \delta_4$) przy skrajnie ekspansywnej polityce pieniężnej – do ekstremalnie niskiego ($p_{min} = \delta_4 + \alpha_4$) przy polityce skrajnie restrykcyjnej.

W obu ostatnich przypadkach, gdy oddziaływanie instrumentów polityki monetarnej na koniunkturę makroekonomiczną: na wzrost PKB i inflację, jest odzwierciedlane z zastosowaniem funkcji logistycznej, interpretacja wskazuje na ograniczoną skuteczność polityki pieniężnej. Zarówno możliwości obniżania inflacji poprzez stosowanie coraz bardziej restrykcyjnej polityki monetarnej (podwyższanie stopy procentowej) są ograniczone, podobnie jak możliwości pobudzania wzrostu gospodarczego przez coraz bardziej ekspansywną politykę pieniężną polegającą na obniżaniu stóp procentowych do skrajnie niskich wartości.

Warto jeszcze dodać kilka uwag dotyczących wpływu poszczególnych parametrów na przebieg funkcji logistycznej wraz z interpretacją w kontekście zastosowania jej do odzwierciedlenia oddziaływania instrumentów *policy-mix* na koniunkturę gospodarczą. Parametr χ odzwierciedla szybkość przejścia zmiennej objaśnianej na nowy poziom w reakcji na wzrost zmiennej objaśniającej. Przy czym, im wyższa wartość bezwzględna parametru χ tym szybsze przejście, im niższa wartość $|\chi|$ – tym przejście wolniejsze (rys. 3). Odnosząc się do funkcji opisującej stan gospodarki charakteryzowany przez wzrost PKB i inflację w zależności od instrumentów stabilizacyjnej polityki makroekonomicznej, należy zauważyć, że szybsze przejście można interpretować jako węższy przedział wahań instrumentu *policy-mix*, w którym skutecznie oddziałuje on na koniunkturę, natomiast przejście wolniejsze – oznacza szerszy przedział skuteczności polityki.

Co do wpływu parametru β, można zaobserwować, że wraz ze zwiększeniem jego wartości następuje przesunięcie wykresu w prawo, co oznacza, że przedział wahań instrumentu *policy-mix*, w którym skutecznie oddziałuje on na koniunkturę, jest przesunięty w kierunku wyższych wartości instrumentu. W szczególności przesunięciu ulega punkt przegięcia, co jest równoznaczne ze wzrostem wartości instrumentu, przy której jego skuteczność (siła oddziaływania na gospodarkę) jest najwyższa. Analogicznie przesunięcie wykresu w lewo następuje wraz z obniżaniem wartości parametru β – instrument pozostaje skuteczny dla odpowiednio niższych wartości (rys. 4).

3. Równowaga w grze a priorytety władz fiskalnych i monetarnych

Do obliczenia wypłat w grze fiskalno-monetarnej wykorzystano funkcję logistyczną. Zarówno wypłata władz fiskalnych – tempo wzrostu PKB (y), jak i władz monetarnych – inflacja (p), zależą od instrumentów *policy mix*: deficytu budżetowego w relacji do PKB (b) i realnej stopy procentowej (r):

$$y = f(b,r) = \frac{\alpha_1}{1+\beta_1 e^{-\chi_1 b}} + \frac{\alpha_2}{1+\beta_2 e^{-\chi_2 r}} + \delta_1 , \qquad (1)$$

$$p = f(b,r) = \frac{\alpha_3}{1+\beta_3 e^{-\chi_3 b}} + \frac{\alpha_4}{1+\beta_4 e^{-\chi_4 r}} + \delta_2 . \qquad (2)$$

Tabela 3 przedstawia tablicę wypłat dla wybranych parametrów. Dla każdej kombinacji polityki fiskalnej i monetarnej podano tempo wzrostu PKB – lewy dolny róg każdej komórki oraz poziom inflacji – prawy górny róg.

Tabela 3. Tablica wypłat. Optymalne strategie fiskalne i monetarne

		Polityka monetarna – realna stopa procentowa (w punktach procentowych)						
		3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0
Polityka fiskalna – deficyt budżetu w relacji do PKB (w p. proc.)	0,0	0,02 1,24	0,33 1,38	0,81 1,60	1,51 1,91	**2,46** 2,34	3,65 2,89	5,00 *3,50*
	0,5	0,63 1,97	0,95 2,11	1,42 2,33	**2,12** 2,65	3,07 3,08	4,27 *3,62*	5,61 4,23
	1,0	1,18 2,62	1,49 2,77	1,97 2,98	**2,66** *3,30*	3,61 *3,73*	4,81 4,27	6,16 4,89
	1,5	1,61 3,14	1,92 3,28	**2,40** *3,50*	3,09 3,82	4,05 4,25	5,24 4,79	6,59 5,41
	2,0	1,93 *3,52*	2,24 *3,66*	**2,72** 3,88	3,41 4,20	4,36 4,63	5,56 5,17	6,90 5,78
	2,5	2,14 3,78	**2,46** 3,92	2,93 4,14	3,63 4,46	4,58 4,89	5,77 5,43	7,12 6,04
	3,0	2,28 3,95	**2,60** 4,09	3,07 4,31	3,77 4,63	4,72 5,06	5,92 5,60	7,26 6,22
	3,5	**2,38** 4,06	2,69 4,20	3,16 4,42	3,86 4,74	4,81 5,17	6,01 5,71	7,35 6,32
	4,0	**2,43** 4,13	2,74 4,27	3,22 4,49	3,92 4,80	4,87 5,24	6,06 5,78	7,41 6,39
	4,5	**2,47** 4,17	2,78 4,31	3,26 4,53	3,95 4,85	4,90 5,28	6,10 5,82	7,45 6,43

Parametry: α_1=6; β_1=1; χ_1=1; α_2=-5; β_2=1; χ_2=1; δ_1=3; α_3=5; β_3=1; χ_3=1; α_4=-11; β_4=1; χ_4=1; δ_2=8. Oznaczenia: optymalne strategie: ***3,50*** –fiskalne, **2,40** – monetarne
Pożądany wzrost PKB = 3,5%, cel inflacyjny=2,5%

Najniższa inflacja, ale jednocześnie najniższy wzrost gospodarczy występuje w przypadku wyboru kombinacji skrajnie restrykcyjnych polityk: monetarnej i fiskalnej (lewy górny róg tablicy wypłat). Wraz ze wzrostem stopnia ekspansywności polityki monetarnej i obniżaniem stopy procentowej (przejście w prawo) zwiększa się inflacja i rośnie tempo wzrostu PKB. Również na skutek wzrostu ekspansji polityki fiskalnej i rosnącego deficytu budżetowego (przejście w dół) następuje wzrost inflacji i dynamiki produkcji. Najwyższą inflacją, ale i najszybszym wzrostem PKB charakteryzuje się gospodarka, gdy zarówno polityka pieniężna jak i budżetowa mają charakter skrajnie ekspansywny (prawy dolny róg tablicy). Dodatkowo w tabeli zaznaczono optymalne strategie fiskalne wybierane przez rząd dla każdej możliwej strategii monetarnej na podstawie kryterium minimalizacji odchyleń dynamiki PKB od wartości pożądanych (planowane tempo wzrostu przyjęto na poziomie 3,5%), a także optymalne strategie monetarne w odpowiedzi na różne możliwe strategie fiskalne (na podstawie kryterium minimalizacji odchyleń inflacji od celu inflacyjnego, przyjętego na poziomie 2,5%).

Tabela 4. Optymalne strategie fiskalne i monetarne. Równowaga Nasha

		Polityka monetarna – realna stopa procentowa (w punktach procentowych)													
		3,00	2,75	2,50	2,25	2,00	1,87	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0,25	0,00
Polityka fiskalna – deficyt budżetu do PKB (w p. proc.)	0,00										*p*				*y*
	0,25									*p*				*y*	
	0,50									*p*		*y*	*y*		
	0,75								*p*		*y*				
	1,00								*p*	*y*					
	1,25							*p*	*y*						
	1,37						E	*y*							
	1,50					*y*	*p*								
	1,75		*y*	*y*	*y*	*p*									
	2,00	*y*			*p*										
	2,25			*p*											
	2,50			*p*											
	2,75		*p*												
	3,00		*p*												
	3,25		*p*												
	3,50		*p*												
	3,75		*p*												
	4,00	*p*													
	4,25	*p*													
	4,50	*p*													

Parametry jak w tab. 3. Optymalne strategie: *y* – fiskalne dla pożądanego wzrostu PKB 3,5%, *p* – monetarne dla celu inflacyjnego 2,5%, równowaga Nasha: E

Można zauważyć, że stopień restrykcyjności polityki monetarnej zależy od tego, jaką politykę fiskalną wybierze rząd. Im bardziej ekspansywna jest polityka fiskalna, tym bardziej restrykcyjną politykę pieniężną w odpowiedzi stosuje bank centralny, aby uniknąć nadmiernej inflacji, przekraczającej cel inflacyjny. Dla wyższych wartości deficytu budżetowego pożądana wartość inflacji jest osiągana przy odpowiednio wyższych stopach procentowych. Analogicznie, gdy rząd prowadzi bardziej restrykcyjną politykę budżetową, bank centralny, dążąc do osiągnięcia celu inflacyjnego, może przystać na mniej restrykcyjną, bardziej ekspansywną politykę pieniężną z odpowiednio niższymi stopami procentowymi. Również stopień restrykcyjności/ekspansywności polityki fiskalnej zależy od stosowanej przez bank centralny polityki monetarnej. Im bardziej restrykcyjna polityka pieniężna, tym w odpowiedzi bardziej ekspansywna polityka budżetowa, ponieważ osiągniecie pożądanego tempa wzrostu przy wyższym poziomie stóp procentowych wymaga bardziej zdecydowanej, prowzrostowej, ekspansywnej polityki fiskalnej, charakteryzującej się wyższym deficytem budżetu. I odwrotnie, w odpowiedzi na bardziej ekspansywną politykę pieniężną, rząd ogranicza stopień ekspansji budżetowej prowadząc odpowiednio bardziej restrykcyjną politykę fiskalną.

Tabela 5. Optymalne strategie fiskalne i równowaga Nasha a priorytety rządu

		Polityka monetarna – realna stopa procentowa (w punktach procentowych)													
		3,00	2,75	2,50	2,25	2,00	1,87	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0,25	0,00
Polityka fiskalna – deficyt budżetu do PKB (w p. proc.)	0,00												$y_{1,2}$	$y_{1,2}$	$y_{1,2}$
	0,25											y_1		y_2	y_3
	0,50									y_1	y_1	y_2	y_2	y_3	
	0,75								E1		y_2		y_3		
	1,00				y_1	y_1	y_1	y_1		y_2		y_3			
	1,25		y_1	y_1					y_2		y_3				
	1,37	y_1					E2	y_2							
	1,50					y_2				y_3					
	1,75		y_2	y_2	y_2				y_3						
	2,00	y_2					y_3	y_3							
	2,25					y_3									
	2,50				y_3										
	2,75			y_3											
	3,00		E3												
	3,25	y_3													
	3,50														
	3,75														

Parametry jak w tab. 3. Optymalne strategie fiskalne dla pożądanego wzrostu PKB y_1=3,0%, y_2=3,5%, y_3=4,0%. Oznaczenia: $y_{1,2}$ – gdy strategia jest optymalna dla celów y_1 i y_2. E1, E2 i E3 – stany równowagi Nasha dla celu inflacyjnego p_2=2,5% oraz trzech alternatywnych priorytetów polityki fiskalnej: y_1, y_2 i y_3, charakteryzujących planowany wzrost PKB

W następnych tabelach (4-6) zastosowano zmniejszenie skoku wartości instrumentu w celu dokładniejszego przedstawienia wyników, w tym określenia położenia stanu równowagi. Ze względu na czytelność ograniczono się do zaznaczenia optymalnych strategii fiskalnych i monetarnych bez podawania wartości inflacji i dynamiki PKB. Tabela 4 przedstawia optymalne strategie fiskalne i monetarne dla pożądanych wartości wzrostu PKB i inflacji założonych odpowiednio na poziomie 3,5% oraz 2,5% z uwzględnieniem większej liczby strategii po stronie polityki budżetowej i pieniężnej. Dla przyjętych parametrów oraz priorytetów władz fiskalnych i monetarnych w prowadzeniu polityki, stan równowagi Nasha odpowiada kombinacji stosunkowo neutralnych polityk: zarówno fiskalnej jak i monetarnej, charakteryzowanych przez deficyt budżetu państwa w relacji do PKB na poziomie 1,375% oraz realną stopę procentową w wysokości 1,875%. Oczywiście przy zmianie parametrów charakteryzujących skuteczność oddziaływania instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej oraz zakresu efektywnych wahań tych instrumentów można uzyskać inne wyniki. Badania symulacyjne uwzględniające wpływ parametrów na wybór *policy-mix* będą przedmiotem kolejnych publikacji.

Tabela 6. Optymalne strategie monetarne i równowaga Nasha a priorytety banku centralnego

		Polityka monetarna – realna stopa procentowa (w punktach procentowych)													
		3,00	2,75	2,50	2,25	2,00	1,87	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0,25	0,00
Polityka fiskalna – deficyt budżetu do PKB (w p. proc.)	0,00									p_1	p_2	p_3			
	0,25								p_1	p_2	p_3				
	0,50								p_1	p_2	p_3				
	0,75							p_1	p_2	p_3					
	1,00					p_1			p_2	E3					
	1,25				p_1			p_2	p_3						
	1,37				p_1		E2		p_3						
	1,50			p_1			p_2		p_3						
	1,75		E1			p_2		p_3							
	2,00		p_1		p_2			p_3							
	2,25	p_1		p_2			p_3								
	2,50	p_1		p_2		p_3									
	2,75	p_1	p_2			p_3									
	3,00	p_1	p_2			p_3									
	3,25	p_1	p_2			p_3									
	3,50	p_1	p_2		p_3										
	3,75	p_1	p_2		p_3										

Parametry jak w tab. 3. Optymalne strategie monetarne dla celu inflacyjnego: p_1=2,0%, p_2=2,5%, p_3=3,0%. E1, E2 i E3 – stany równowagi Nasha dla pożądanego wzrostu PKB y_2=3,5% oraz trzech alternatywnych priorytetów polityki monetarnej p_1, p_2 i p_3

Zmiana priorytetów w ramach polityki fiskalnej znajdująca odzwierciedlenie w zmianie pożądanych wartości tempa wzrostu PKB powoduje przesunięcie optymalnych strategii budżetowych odpowiednio w kierunku bardziej ekspansywnej polityki fiskalnej na skutek wyznaczenia ambitniejszych celów w zakresie wzrostu gospodarczego bądź w kierunku bardziej restrykcyjnej polityki budżetowej w przeciwnym przypadku (tab. 5). Również zmiana priorytetów władz monetarnych znajdująca odzwierciedlenie w zmianie pożądanych wartości inflacji powoduje przesunięcie optymalnych strategii pieniężnych: w kierunku bardziej ekspansywnych polityk monetarnych w przypadku łagodzenia priorytetów banku centralnego i tym samym podwyższania celu inflacyjnego lub w kierunku bardziej restrykcyjnych polityk pieniężnych pod wpływem ustalenia nowego celu inflacyjnego na niższym, bardziej restrykcyjnym poziomie (tab. 6). Pod wpływem zmian priorytetów władz fiskalnych i monetarnych, zmianie ulega również usytuowanie stanu równowagi Nasha w grze.

4. Podsumowanie

Do wyznaczenia wypłat w grze fiskalno-monetarnej zastosowano zmodyfikowaną funkcję logistyczną, zakładając tym samym ograniczoną skuteczność oddziaływania instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej na koniunkturę gospodarczą, w tym na wzrost PKB i inflację.

Przedstawiono pierwsze wyniki wskazując na możliwość istnienia różnych stanów równowagi Nasha w zależności od skuteczności oddziaływania instrumentów *policy-mix*, a także od priorytetów przyjętych przez rząd i bank centralny w kształtowaniu stabilizacyjnej polityki makroekonomicznej. Badania skoncentrowano na przypadku gry, w którym zgodnie z wariantem założeń A, przyjęto, że wzrost deficytu budżetowego, *ceteris paribus*, powoduje przyspieszenie dynamiki PKB. Ponadto założono, że władze monetarne dążą do pożądanego poziomu inflacji, tzw. celu inflacyjnego, a władze fiskalne – do osiągnięcia pożądanego (zaplanowanego) wzrostu gospodarczego.

Wyniki wskazują, że pod wpływem zmian priorytetów banku centralnego i rządu, i co za tym idzie, optymalnych strategii w zakresie polityki monetarnej i fiskalnej, zmianie ulega również usytuowanie stanu równowagi Nasha w grze, utożsamiane z wyborem *policy mix*. Im bardziej restrykcyjne cele władz monetarnych, tzn. niższy cel inflacyjny, i im bardziej ambitne cele władz fiskalnych w zakresie dynamiki PKB, tym stan równowagi Nasha usytuowany jest bliżej skrajnie restrykcyjnej polityki pieniężnej i skrajnie ekspansywnej budżetowej. W miarę zmian priorytetów oznaczających łagodzenie wyznaczanych do realizacji celów *policy-mix*, stan równowagi przesuwa się w kierunku bardziej neutralnej polityki makroekonomicznej.

W pracy przedstawiono jedynie wstępne wyniki badań, które będą kontynuowane w kierunku uwzględnienia wpływu parametrów charakteryzujących skuteczność i zakres wahań instrumentów *policy-mix*. Kolejny obszar badan wiąże się

nie tylko z analizą stanów równowagi, ale również Pareto-optymalności rozwiązań z zastosowaniem zaproponowanej metodologii.

5. Literatura

Beetsma, R., Jensen, H. (2005): *Monetary and fiscal policy interactions in a micro-founded model of a monetary union*, Journal of International Economics, 67 (2), s. 320–352

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

Blackburn K., Christensen M. (1989). *Monetary Policy and Policy Credibility: Theories and Evidence*, Journal of Economic Literature, vol.27, s. 1-45

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

Canzoneri M., Cumby R., Diba B. (2011): *The Interaction Between Monetary and Fiscal Policy*, w: Handbook of Monetary Economics, Friedman B. M., Woodford M., (editors), vol. 3B, The Netherlands: North-Holland, 2011, s. 935-999.

Eijffinger S. W., DeHaan J. (1996). *The political economy of central bank independence*, Princeton University, Princeton

Gjedrem S. (2001). *Monetary policy - the importance of credibility and confidence*, BIS Review, No 7, s. 1-13

Kot A. (2003). *Metody kwantyfikacji restrykcyjności monetarnej, fiskalnej oraz policy mix w krajach akcesyjnych*, Bank i Kredyt, No 6

Linnemann, L., Schabert, A. (2010): Debt non-neutrality, policy interactions, and macroeconomic stability, Working Paper International Economics Review (Philadelphia) 51 (2), s. 461–474

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

McCallum, B. (2009): *Inflation determination with Taylor rules: Is New-Keynesian analysis critically flawed?*, Journal of Monetary Economics, 56, s. 1101–1108

Nordhaus, William D., *Policy Games: Coordination and Independence in Monetary and Fiscal Policies*, Brookings Papers on Economic Activity, No 2, 1994, s. 139–215.

Romer C.D. (2000). *Federal Reserve Information and the Behavior of Interest Rates*, American Economic Review, 90 (3) , June, s. 429-457

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

Sargent T., Wallace N. (1981). *Some Unpleasant Monetarist Arithmetic*, Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review, vol. 5, s. 1-17

Szpunar P. (2000). *Polityka pieniężna. Cele i warunki skuteczności*, PWE, Warszawa

Taylor, J. B. (1993). *Discretion versus Policy Rules in Practice*, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, vol. 39 (December 1993), s. 195-214

Walsh C. (2001). *Transparency in Monetary Policy*, FRBSF Economic Letter 2001, No 26 (September 7)

Wojtyna A. (1996). *Niezależność banku centralnego a teoretyczne i praktyczne aspekty koordynacji polityki pieniężnej i fiskalnej*, Bank i Kredyt, No 6

Woroniecka-Leciejewicz I. (2011): *Analiza policy-mix z uwzględnieniem interakcji decyzyjnych między bankiem centralnym a rządem i ich preferencji*, Zeszyty Naukowe Wydziału Informatycznych Technik Zarządzania Wyższej Szkoły Informatyki Stosowanej i Zarządzania „Współczesne Problemy Zarządzania" No 1, Warszawa

Woroniecka-Leciejewicz I. (2010): *Decision interactions of monetary and fiscal authorities in the choice of policy mix*, the special issue Journal of Organisational Transformation

and Social Change: „Corruption and Good Governance", Intellect - Publishers of Original Thinking, UK, vol. 7 no 2, s. 189-210

Woroniecka-Leciejewicz I. (2010): *Równowaga w grze fiskalno-monetarnej a priorytety banku centralnego i rządu*, w: Modelowanie Preferencji a Ryzyko '10, Trzaskalik T. (red.), AE im. K. Adamieckiego, Katowice, s. 327-343

Woroniecka-Leciejewicz I. (2010): *Analiza stanów równowagi w grze fiskalno-monetarnej ze skończoną liczba strategii*, w: Kapitał społeczny i ludzki - społeczeństwo informacyjne - gospodarka - zarządzanie - informatyka, Owsiński J.W. (red.), Studia i materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą, tom 32, Bydgoszcz, s. 49-61

Woroniecka-Leciejewicz I. (2008): *Dylemat więźnia i inne przypadki grze monetarno-fiskalnej*, w: Badania operacyjne i systemowe: decyzje, gospodarka, kapitał ludzki i jakość, Owsiński J.W., Nahorski Z., Szapiro T. (red.), seria Badania Systemowe, tom 64, IBS PAN, Warszawa, s. 161-172

Woroniecka I. (2008): *Pareto-optymalność rozwiązań w grze między bankiem centralnym a rządem*, w: Modelowanie Preferencji a Ryzyko '08, Trzaskalik T. (red.), Katowice, s. 127-142

Woroniecka I. (2007): *Analiza priorytetów banku centralnego w polityce stóp procentowych*, Ekonomista, No 4, s. 559-580

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., Owsiński J.W. (red.), Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, s. 153-166