Raport Badawczy

Research Report

RB/41/2014

Wpływ instrumentów policy-mix na gospodarkę – ujęcie modelowe

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 hab. inż. Lech Kruś, prof. PAN

Warszawa 2014

WPŁYW INSTRUMENTÓW POLICY-MIX NA GOSPODARKĘ – UJĘCIE MODELOWE

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

Artykuł przedstawia model makroekonomiczny, który ma być wykorzystany do analizy problemu wyboru policy-mix w kontekście teorii gier i wzajemnych interakcji decyzyjnych między władzami fiskalnymi (rządem) a monetarnymi (bankiem centralnym). Jest to model dynamiczny, który z jednej strony opisuje mechanizm cyklu koniunkturalnego i pozwala śledzić przebieg koniunktury gospodarczej w czasie, z drugiej odzwierciedla oddziaływanie instrumentów polityki monetarnej (realnej stopy procentowej) i fiskalnej (deficytu budżetowego w relacji do PKB) na gospodarkę, w tym na tempo wzrostu PKB oraz inflację. Symulacje przeprowadzone na modelu umożliwiają wypełnienie tablicy wypłat i w dalszej kolejności jej analizę w celu wyboru optymalnych strategii z punktu widzenia władz fiskalnych i monetarnych, a następnie wyznaczenie równowagi Nasha, utożsamianej z wyborem policy-mix przy założeniu, że rząd i bank centralny podejmują decyzje samodzielnie. Zakłada się przy tym, że władze te dążą do minimalizacji odchyleń odpowiednio wzrostu PKB i inflacji od wartości pożądanych.

1. Wprowadzenie

Praca przedstawia model makroekonomiczny zbudowany w celu wsparcia analizy problemu wyboru *policy-mix* w kontekście teorii gier i wzajemnych interakcji decyzyjnych między władzami fiskalnymi (rządem) a monetarnymi (bankiem centralnym). *Policy-mix* stanowi w tym ujęciu kombinację polityki fiskalnej i monetarnej o określonym stopniu restrykcyjności/ekspansywności każdej z nich. Przedmiotem analizy jest gra między bankiem centralnym a rządem, zwana grą fiskalno-monetarną, ze skończoną liczbą strategii w zakresie polityki pieniężnej i budżetowej. Zakłada się, że władze fiskalne i monetarne podejmują decyzje samodzielnie, a stan równowagi Nasha w takiej grze utożsamiany jest z wyborem określonej kombinacji polityki budżetowej i pieniężnej. Istota gry fiskalno-monetarnej zawarta jest w tabeli 1 zawierającej tablicę wypłat. Proponuje się przedstawienie sytuacji decyzyjnej w zakresie wyboru *policy-mix* jako dwuosobowej gry między bankiem centralnym a rządem. Jest to jednoetapowa gra o sumie niezerowej z pełną informacją. Każdy z graczy podejmuje decyzje samodzielnie, biorąc pod uwagę prawdopodobną reakcję drugiego gracza. Strategie 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/ekspansywności 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 (Woroniecka-Leciejewicz 2010).

Tabela 1. Gra fiskalno-monetarna – tablica wypłat

		Bank centralny - polityka monetarna ← restrykcyjna ekspansywna →			
	Tablica wypłat	Strategia monetarna M_1 (stopa procentowa r_1)	Strategia monetarna M_2 (stopa procentowa r_2)	...	Strategia monetarna M_n (stopa procentowa r_n)
Rząd - polityka monetarna ← 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: Woroniecka-Leciejewicz I. (2010a), s. 191

Definiując wypłaty w grze przyjęto, że celem władz monetarnych jest osiągnięcie pożądanego poziomu inflacji, tzw. celu inflacyjnego, podczas, gdy władze fiskalne dążą do osiągnięcia pożądanego (zaplanowanego) wzrostu gospodarczego. We wcześniejszych publikacjach autorki (Woroniecka-Leciejewicz, 2008-2010) do wyprowadzenia formuł określających nieliniowe zależności między wartościami, oznaczającymi odpowiednio wzrost gospodarczy i inflację a instrumentami *policy-mix* wykorzystano wzór na rozwinięcie funkcji w szereg Taylora i na tej podstawie wnioskowano o równowadze w grze i Pareto-optymalności rozwiązań. Mając na

uwadze chęć uzupełnienia teoretycznych rozważań zawartych w powyższych publikacjach o analizę symulacyjną pozwalającą na rozpatrzenie różnych wariantów, w szczególności w kontekście skuteczności polityki fiskalnej i monetarnej w oddziaływaniu na stan gospodarki – w ostatniej publikacji (Woroniecka-Leciejewicz, 2012) przedstawiono zastosowanie zmodyfikowanej funkcji logistycznej w grze fiskalno-monetarnej oraz zaprezentowano wstępne obliczenia i ich interpretację. Zastosowanie funkcji logistycznej umożliwia uwzględnienie specyfiki oddziaływania instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej na stan gospodarki polegającej na tym, że są one skuteczne jedynie w pewnym przedziale wahań instrumentu, poza nim ich skuteczność maleje. 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. Niemniej jednak, aby opisać relacje między instrumentami policy-mix a stanem gospodarki, charakteryzowanym w szczególności przez dynamikę PKB i inflację, najlepszym rozwiązaniem jest zbudowanie modelu makroekonomicznego, który wspomniane relacje uwzględni.

Prezentowany w pracy model makroekonomiczny powinien być tak skonstruowany, aby pozwalał na wypełnienie tablicy wypłat. Winien więc odzwierciedlać oddziaływanie instrumentów polityki monetarnej (realnej stopy procentowej) i fiskalnej (deficytu budżetowego w stosunku do PKB) na gospodarkę, w tym na tempo wzrostu PKB oraz inflację.

Wypełnienie tablicy wypłat pozwoli na wybór optymalnych strategii z punktu widzenia zarówno władz fiskalnych jak monetarnych, a następnie wyznaczenie równowagi Nasha, utożsamianej z wyborem policy-mix przy założeniu, że rząd i bank centralny podejmują decyzje samodzielnie. Zakłada się, że władze te dążą do minimalizacji odchyleń odpowiednio wzrostu PKB i inflacji od wartości pożądanych. Przyjmuje się, że dla każdej strategii monetarnej j władze fiskalne wybierają optymalną strategię fiskalną $i^*(j)$ minimalizując kwadrat odchylenia wzrostu PKB od pożądanej wartości: $\min_i (y_{ij} - y^*)^2$. Analogicznie władze monetarne dla każdej strategii fiskalnej i wybierają optymalną strategię monetarną $j^*(i)$, która charakteryzuje się minimalnym kwadratem odchylenia inflacji od wartości pożądanej (celu inflacyjnego): $\min_j (p_{ij} - p^*)^2$. Optymalne strategie budżetowe charakteryzują więc reakcję władz fiskalnych na możliwe posunięcia banku centralnego, i vice versa optymalne strategie pieniężne opisują reakcję władz monetarnych na różne strategie fiskalne.

2. Model: założenia i równania

Ze względu na cel, jaki przyświeca budowie prezentowanego modelu, jest on silnie uogólniony, zawiera wiele upraszczających założeń, nie uwzględnia przykładowo wpływu handlu zagranicznego. Pozostałe założenia upraszczające zawarte są

w poniższych równaniach i ich opisie. Model ma za zadanie przede wszystkim odzwierciedlać oddziaływanie instrumentów policy-mix na gospodarkę, w tym na wzrost PKB oraz inflację. Jest to jednocześnie model dynamiczny, który z jednej strony opisuje mechanizm cyklu koniunkturalnego i pozwala śledzić przebieg koniunktury gospodarczej w czasie, z drugiej – umożliwia analizę wpływu polityki monetarnej i fiskalnej i ich instrumentów: realnej stopy procentowej i deficytu budżetu państwa w relacji do PKB na gospodarkę.

Model zawiera dwa moduły: rynek dóbr oraz rynek pieniądza, które zostaną pokrótce omówione poniżej.

Rynek produktu

Produkcja (realna) Y w okresie t:

$$Y(t) = C(t) + I(t) + G(t) \ , \tag{1}$$

gdzie:

C - konsumpcja (realna),

I - inwestycje (realne),

G - wydatki budżetu państwa na funkcjonowanie usług sektora publicznego (realne),

t - czas.

Produkcja Y od strony popytu globalnego stanowi sumę konsumpcji, inwestycji i wydatków budżetu państwa. Model ten jest modelem gospodarki zamkniętej, nie uwzględnia wymiany zagranicznej. Produkcja, mierzona np. wartością PKB lub dochodu narodowego, ujęta jest w kategoriach realnych.

Konsumpcja (realna) C w okresie t:

$$C(t) = \beta(r)\,(CA + c\,(1 - t_n)\,Y(t-1)) \ , \tag{2}$$

przy czym:

$$\beta(r) = 1 - \lambda\alpha\,(r - r^*) \ , \ 0 < \lambda < 1, \ \alpha > 0 \ , \tag{3}$$

przy następujących oznaczeniach:

CA - konsumpcja autonomiczna,

c - marginalna skłonność do konsumpcji,

t_n - stopa podatkowa netto,

$\beta(r)$ - współczynnik, odzwierciedlający wpływ stopy procentowej na konsumpcję,

r - realna stopa procentowa,

r^* - neutralna stopa procentowa,

α, λ - parametry,

pozostałe oznaczenia jw.

Konsumpcja, zgodnie z modelem mechanizmu mnożnikowego składa się z części autonomicznej oraz z konsumpcji proporcjonalnej do dochodu narodowego (do produkcji Y), przy czym założono tu jednookresowe opóźnienie między

uzyskiwaniem dochodów a ich wydatkowaniem na cele konsumpcyjne. Współczynnikiem proporcjonalności konsumpcji do dochodu dyspozycyjnego jest marginalna skłonność do konsumpcji c, ale w stosunku do dochodu pierwotnego Y jest nim skorygowana wartość marginalnej skłonności do konsumpcji $c(1-t_n)$, tzn. zmniejszona odpowiednio do stopy opodatkowania netto. Jest to znana formuła z modelu keynesowskiego (Keynes, 1936, 2003) uwzględniającego sektory: prywatny (gospodarstw domowych i przedsiębiorstw) oraz publiczny (budżet państwa). Konsumpcja została też uzależniona od wysokości stopy procentowej. Przyjęto, że wpływ stopy procentowej zależy od odchylenia stopy procentowej od jej neutralnego poziomu w taki sposób, że podwyższanie realnej stopy procentowej powyżej stopy neutralnej powoduje obniżanie konsumpcji, natomiast obniżanie stopy procentowej poniżej wartości neutralnej wywołuje jej wzrost. Założono przy tym, że wpływ stopy procentowej na konsumpcję jest słabszy niż na inwestycje ($0 < \lambda < 1$) – porównaj równanie 5.

Inwestycje (realne) I w okresie t:

$$I(t) = a(r)(IA + k\Delta Y(t-1)) \ , \tag{4}$$

przy czym:

$$a(r) = 1 - \alpha\,(r - r^*) \ , \quad \alpha > 0 \ , \tag{5}$$

przy następujących oznaczeniach:

IA - inwestycje autonomiczne,

k - marginalna kapitałochłonność produkcji,

$\Delta Y(t-1)$ - przyrost produkcji w okresie t,

$a\,(r)$ - współczynnik, odzwierciedlający wpływ stopy procentowej na inwestycje,

pozostałe oznaczenia jw.

Inwestycje w modelu przyjęto zgodnie z modelem mechanizmu akceleracji. Na inwestycje składa część o charakterze autonomicznym oraz inwestycje proporcjonalne do wzrostu produkcji. Równania 1, 2 i 4 odzwierciedlają model cyklu koniunkturalnego – model mnożnika-akceleratora, uwzględniając z jednej strony oddziaływanie popytowych czynników wzrostu (mechanizm mnożnika), z drugiej – podażowych czynników wzrostu (mechanizm akceleracji). Znajduje to odzwierciedlenie w podwójnej roli inwestycji w gospodarce: inwestycje tworzą popyt globalny (wraz z konsumpcją, wydatkami budżetowymi i eksportem netto, który w tym modelu jest pominięty), a także budują nowe zdolności produkcyjne.

Współczynnik marginalnej kapitałochłonności produkcji k, stanowiący odwrotność współczynnika akceleracji (inaczej efektywności inwestycji) oznacza o ile powinny wzrosnąć inwestycje w okresie bieżącym, aby umożliwić jednostkowy przyrost produkcji (zdolności produkcyjnych) w okresie przyszłym (t+1). Przy takiej interpretacji indeks czasu odpowiadający przyrostowi produkcji w równaniu 4 powinien dotyczyć okresu przyszłego: $\Delta Y(t+1)$, a więc prognozowanego wzrostu. W modelu przyjęto jednak, że prognoza wzrostu produkcji jest dokonywana w dużym uproszczeniu na podstawie ostatnich dostępnych danych z przeszłości, na poziomie

wzrostu w ostatnim okresie – stąd w równaniu jednookresowe opóźnienie dla $\Delta Y(t\text{-}1)$. Model pozostaje wówczas modelem rekurencyjnym. Inwestycje zależą również od wysokości stopy procentowej (funkcja malejąca), przy czym analogicznie jak dla konsumpcji, wpływ stopy procentowej na inwestycje uzależniony jest od odchylenia stopy procentowej od jej neutralnego poziomu.

Wpływy fiskalne netto (realne) T_n w okresie t:

$$T_n(t) = t_n Y(t) \ , \tag{6}$$

oznaczenia jw.

Wpływy fiskalne netto (podatki netto) stanowią wpływy z podatków (pośrednich i bezpośrednich) pomniejszone o transfery socjalne i są naliczane w stosunku do dochodu narodowego (produkcji) w proporcji wyznaczanej przez stopę podatkową netto.

Saldo budżetu państwa (realne) BS w okresie t:

$$BS(t) = T_n(t) - G(t) \ , \tag{7}$$

oznaczenia jw.

Saldo budżetu państwa stanowi nadwyżkę dochodów budżetowych nad wydatkami. W tym ujęciu wydatki budżetowe G ograniczają się do wydatków na dobra i usługi, nie zawierają one wydatków na transfery socjalne, analogicznie dochody fiskalne uwzględniają jedynie wpływy podatkowe netto (porównaj równanie 6).

Równowaga na rynku produktu oznacza, że popyt globalny i podaż są sobie równe:

$$Y_d(t) = Y_s(t), \tag{8}$$

co jest równoważne warunkowi, że inwestycje wraz z wydatkami budżetowymi (strona popytowa) są równoważone przez sumę oszczędności i podatków netto (strona podażowa):

$$I(t) + G(t) = S(t) + T_n(t), \tag{9}$$

gdzie:

$S(t)$ - oszczędności: $S(t) = Y(t) - T_n(t) - C(t)$,

pozostałe oznaczenia jw.

Zakłada się, że w stanie początkowym gospodarka znajduje się w stanie równowagi zarówno na rynku produktu jak i na rynku pieniądza (omówionym poniżej).

Rynek pieniądza

Równowaga na rynku pieniężnym oznacza, że podaż pieniądza M równoważy popyt transakcyjny na pieniądz, który jest determinowany przez poziom cen i realną produkcję (wpływ wprost proporcjonalny) oraz prędkość obiegu pieniądza (wpływ odwrotnie proporcjonalny):

$$M(t) = \frac{P(t)\,Y(t)}{v(t)}, \tag{10}$$

gdzie:

M - podaż pieniądza,

P - wskaźnik cen,

v - prędkość obiegu pieniądza,

pozostałe oznaczenia jw.

Inflacja p w okresie t:

$$p(t) = \frac{\Delta P(t)}{P(t-1)} = \frac{\Delta M(t)}{M(t-1)} - \frac{\Delta Y(t)}{Y(t-1)} + \frac{\Delta v(t)}{v(t-1)}, \tag{11}$$

przy czym zakłada się, że tempo zmian prędkości obiegu pieniądza jest proporcjonalne do tempa zmian produkcji:

$$\frac{\Delta v(t)}{v(t-1)} = \rho \frac{\Delta Y(t)}{Y(t-1)}, \tag{12}$$

ρ - parametr,

pozostałe oznaczenia jw.

Inflacja w modelu jest przyjęta zgodnie z monetarystyczną teorią inflacji Miltona Friedmana (Friedman 1958, 1968, 1994), na podstawie zdynamizowanej formuły ilościowej teorii pieniądza Irvinga Fishera. Inflacja determinowana jest przez nadmierne tempo wzrostu podaży pieniądza (ponad tempo wzrostu produkcji realnej) oraz wzrost prędkości obiegu pieniądza.

Tempo zmiany podaży pieniądza jest wypadkową z jednej strony zmian ilości pieniądza stosownie do potrzeb transakcyjnych w gospodarce (odpowiednio do przewidywanych bądź pożądanych zmian produkcji i cen), z drugiej – zmian ilości pieniądza wywołanych zmianą policy-mix, w tym polityki monetarnej (wpływ stopy procentowej) oraz polityki fiskalnej (wpływ deficytu budżetowego). Dla uproszczenia zakłada się, że ustalając potrzeby transakcyjne w kreacji pieniądza, tempo zmian produkcji w bieżącym okresie szacuje się na podstawie obserwowanej w przeszłości (w poprzednim okresie) dynamiki wzrostu, a tempo wzrostu cen na podstawie założonej inflacji, jaką chce się osiągnąć.

Tempo zmiany podaży pieniądza (łącznie) w okresie t:

$$\frac{\Delta M(t)}{M(t-1)} = m_e(t) + m_r(t) + m_b(t), \tag{13}$$

gdzie:

M - podaż pieniądza (łączna),

m_e - oczekiwane tempo zmiany podaży pieniądza (na podstawie oczekiwanego tempa wzrostu produkcji i inflacji),

$m_r(t)$ - tempo zmiany podaży pieniądza będące wynikiem polityki monetarnej (stopy procentowej),

$m_b(t)$ - tempo zmiany podaży pieniądza wynikające z polityki fiskalnej (deficytu budżetowego).

Tempo zmiany podaży pieniądza wynikające z polityki stóp procentowych w okresie t:

$$m_r = \frac{\Delta M_r(t)}{M(t-1)} = \mu_0 (r - \mu_1)^{\mu_2} + \mu_3 \ , \ \mu_2 < 0 , \tag{14}$$

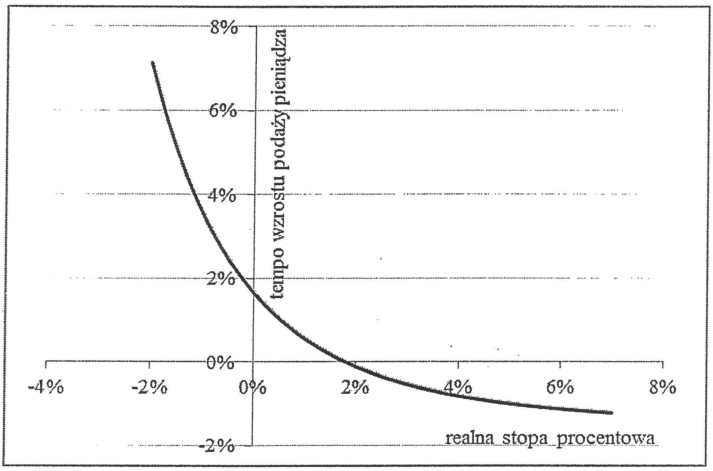
gdzie:

$\mu_0, \mu_1, \mu_2, \mu_3$ - parametry funkcji, w tym:

μ_2, $\mu_2 < 0$ - elastyczność tempa wzrostu ilości pieniądza względem stopy procentowej, (dokładniej względem odchylenia stopy procentowej od neutralnego poziomu),

pozostałe oznaczenia jw.

Tempo wzrostu podaży pieniądza uzależniono w modelu od realnej stopy procentowej. Jest to funkcja malejąca, przedstawiona dla przykładowych wartości parametrów na rys. 1. Wpływ zmian stopy procentowej na tempo wzrostu ilości pieniądza w obiegu charakteryzuje ujemny współczynnik elastyczności μ_2.



Rys. 1. Zależność: tempo wzrostu podaży pieniądza a realna stopa procentowa

Tempo zmiany podaży pieniądza wynikające z nadmiernego deficytu budżetowego w okresie t:

$$m_b = \frac{\Delta M_b(t)}{M(t-1)} = \chi_0 (b - b^*)^{\chi_1} \ , \qquad \chi_1 > 0 \ , \tag{15}$$

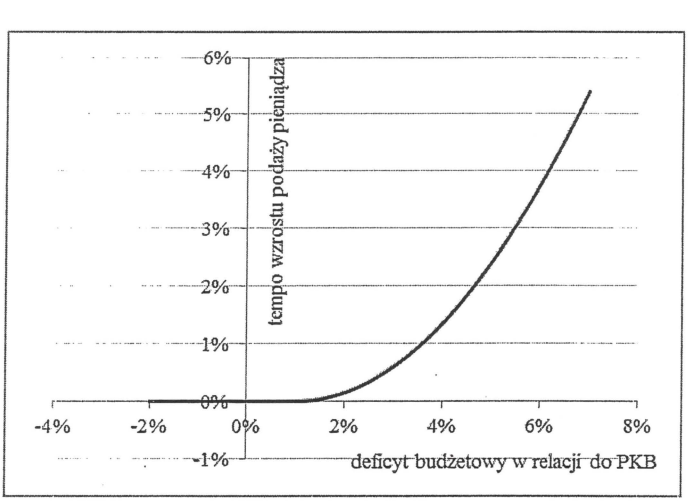
gdzie:

b^* - poziom deficytu budżetowego w relacji do PKB niepowodujący konieczności zwiększania podaży pieniądza,

χ_0, χ_1 - parametry funkcji, w tym:

χ_1, $\chi_1 > 0$ - elastyczność tempa wzrostu ilości pieniądza względem nadmiernego deficytu budżetowego, (ponad wartość b^*), pozostałe oznaczenia jw.

Tempo wzrostu podaży pieniądza może rosnąć także pod wpływem nadmiernego deficytu budżetowego w relacji do PKB. W modelu zakłada się taki poziom deficytu budżetowego b^*, który jeżeli nie zostanie przekroczony – nie powoduje konieczności zwiększania ilości pieniądza, dopiero po przekroczeniu tej wartości wywołuje dodatkowy wzrost podaży pieniądza. Funkcję charakteryzującą zależność między tempem wzrostu podaży pieniądza a deficytem budżetowym dla przykładowych wartości parametrów przedstawiono na rys. 2. Jest to funkcja rosnąca, przy czym wpływ zmian deficytu budżetowego na tempo wzrostu ilości pieniądza w obiegu charakteryzuje dodatni współczynnik elastyczności χ_1.



Rys. 2. Zależność: tempo wzrostu podaży pieniądza a deficyt budżetowy w relacji do PKB

Oprócz wyżej opisanych krótkookresowych, cyklicznych czynników wzrostu o charakterze popytowym, uwzględniono również wpływ długookresowych czynników podażowych (np. postępu technicznego), zakładając ich egzogeniczny wpływ i wprowadzając długookresowy trend wzrostu produkcji:

$$Y(t) = e^{\delta t}, \tag{16}$$

gdzie:

δ - parametr długookresowego, egzogenicznego wzrostu produkcji, pozostałe oznaczenia jw.

Zakłada się, że w stanie początkowym rynek pieniężny znajduje się w stanie równowagi, podobnie jak rynek dóbr. Zmiany cykliczne w gospodarce zapoczątkowują wprowadzone na początku analizowanego przebiegu zjawisk gospodarczych impulsy w postaci zmian inwestycji sektora prywatnego oraz zmiany nastawienia policy-mix, a więc zmiany wysokości stopy procentowej oraz wydatków budżetowych.

Zmiany inwestycji (realnych) w okresie t=1 są sumą zmian inwestycji: wynikającej z czynników egzogenicznych oraz będącej skutkiem zmiany nastawienia policy-mix:

$$\Delta I(t_1) = \Delta I_{egz}(t_1) + \Delta I_{pol}(t_1) \ , \tag{17}$$

przy czym:

$$\Delta I_{pol}(t_1) = -\varphi(r - r^*) I(t_0) \ , \tag{18}$$

gdzie:

$\Delta I_{egz}(t_1)$ - egzogeniczna zmiana inwestycji w okresie t=1,

$\Delta I_{pol}(t_1)$ - zmiana inwestycji w wyniku polityki monetarnej w okresie t=1,

φ - parametr, $\varphi > 0$, pozostałe oznaczenia jw.

Przyjęta w równaniu 18 formuła odzwierciedla wpływ stopy procentowej na początkowy impuls w postaci zmian inwestycji i oznacza, że podwyższenie stopy procentowej w ramach restrykcyjnej polityki monetarnej prowadzi do spadku inwestycji, a obniżanie jej w trakcie polityki ekspansywnej do przyrostu inwestycji. Impuls ten wywołuje cykliczne zmiany koniunkturalne, rozpoczynające się bądź od ożywienia (gdy występuje dodatni impuls inwestycyjny), bądź recesji w przeciwnym wypadku, prowadzące z czasem do osiągnięcia nowego stanu równowagi.

W literaturze model IS-LM (Hics, 1937) opisuje w sposób syntetyczny wpływ policy-mix na gospodarkę. W podręcznikach makroekonomii (np. Hall, Taylor, 2009) przedstawia się w ujęciu modelu IS-LM zarówno wpływ polityki fiskalnej (przesunięcie krzywej IS i osiągnięcie nowego stanu równowagi jednocześnie na rynku dóbr i rynku pieniądza - przypadek keynesowski) jak i wpływ polityki monetarnej (przesunięcie krzywej LM i w konsekwencji tego nowa równowaga makroekonomiczna - przypadek monetarystyczny).

Najbliższe podejście do prezentowanego w niniejszym artykule przedstawia W. D. Nordhaus w swojej publikacji (Nordhaus, 1994), w której do analizy problemu wyboru między niezależnością władz fiskalnych i monetarnych a koordynacją policy-mix również zastosował grę fiskalno-monetarną, bazującą na stosunkowo prostym modelu makroekonomicznym. W modelu Nordhausa uwzględnione są zarówno instrumenty polityki jak i stan gospodarki charakteryzowany przez trzy zmienne: inflację, bezrobocie i stopę wzrostu potencjalnego produktu. Bezrobocie w modelu Nordhausa zostało uzależnione od instrumentów polityki fiskalnej i mone-

tarnej oraz od zmiennych egzogenicznych, takich jak zasób kapitału, technologii, produkcji zagranicznej (Nordhaus przyjął, że zmienne te nie ulegają zmianie w krótkim okresie, a taki rozpatrywał w swoim modelu). Równanie inflacji w modelu Nordhausa odzwierciedla połączenie koncepcji wymienności między inflacją a bezrobociem (krzywa Phillipsa) oraz oczekiwań inflacyjnych. W związku z tym, że inflacja zależy od bezrobocia, to jest również pośrednio uzależniona od instrumentów obu polityk. Z kolei stopa wzrostu potencjalnego produktu jest w modelu determinowana przez oszczędności rządowe (nadwyżkę budżetową). Funkcje użyteczności rządu i banku centralnego zależą od wymienionych trzech zmiennych opisujących stan gospodarki, a pośrednio od instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej.

3. Wyniki analizy symulacjnej na modelu

Wykorzystując powyższy model przeprowadzono szereg symulacji, na razie na danych hipotetycznych, aby sprawdzić czy prawidłowo odzwierciedla on podstawowe mechanizmy makroekonomiczne cyklicznego wzrostu oraz oddziaływanie instrumentów polityki monetarnej i fiskalnej na koniunkturę i inflację w gospodarce. Wartości danych przyjętych w modelu, w tym parametrów i zmiennych modelu w stanie początkowym, zawiera tabela 2. Należy zauważyć, że przyjęty w modelu okres odpowiada ok. połowie roku, dlatego dane dotyczące dynamiki wybranych zmiennych w stanie początkowym podano również w ujęciu rocznym.

Założono, że w stanie początkowym występuje równowaga jednocześnie na rynku dóbr i rynku pieniądza. W kolejnych okresach model odzwierciedla przebieg koniunktury z uwzględnieniem wpływu instrumentów policy-mix, co pozwala obserwować w czasie efekty wywołane zmianą nastawienia polityki makroekonomicznej na bardziej ekspansywną bądź restrykcyjną. Ostatecznie następuje osiągnięcie nowego stanu równowagi na obu rynkach: produktu i pieniądza, jeśli model jest stabilny, przy czym stabilność modelu zależy przede wszystkim od takich parametrów jak marginalna skłonność do konsumpcji, marginalna kapitałochłonność produkcji, stopa procentowa, deficyt budżetu w relacji do PKB.

Poniżej przedstawiono wyniki symulacji dla dwóch wariantów polityki makroekonomicznej: ekspansyjnej i restrykcyjnej. Ekspansywna policy-mix stanowi kombinację ekspansywnej, miękkiej polityki monetarnej i również ekspansywnej, prowzrostowej polityki fiskalnej, analogicznie restrykcyjna policy-mix jest kombinacją obu restrykcyjnych polityk: pieniężnej i budżetowej. Stopień ekspansywności/restrykcyjności polityki monetarnej jest charakteryzowany przez realną stopę procentową, przyjętą dla wariantu polityki ekspansywnej na poziomie 0,5% (1,5 punktu procentowego poniżej wartości neutralnej), a dla wariantu polityki restrykcyjnej na poziomie 3,5% (1,5 punktu procentowego powyżej stopy neutralnej). Stopień ekspansywności/restrykcyjności polityki fiskalnej jest definiowany przez poziom deficytu budżetowego w relacji do PKB i dla wariantu polityki ekspansywnej przyjęty został na poziomie 4% wartości PKB, zaś dla wariantu polityki restrykcyjnej na poziomie -1% PKB, co oznacza nadwyżkę budżetu państwa. Należy zaznaczyć, że w obu wariantach charakter polityki jest determinowany przez

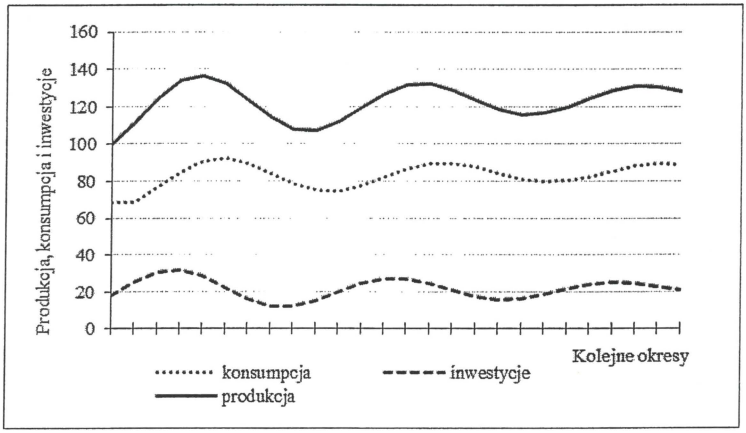
wzrost/spadek wydatków budżetowych (realnie), stopa podatkowa netto została przyjęta na tym samym poziomie dla obu wariantów.

Tabela 2. Dane przyjęte w modelu: parametry i wartości początkowe zmiennych

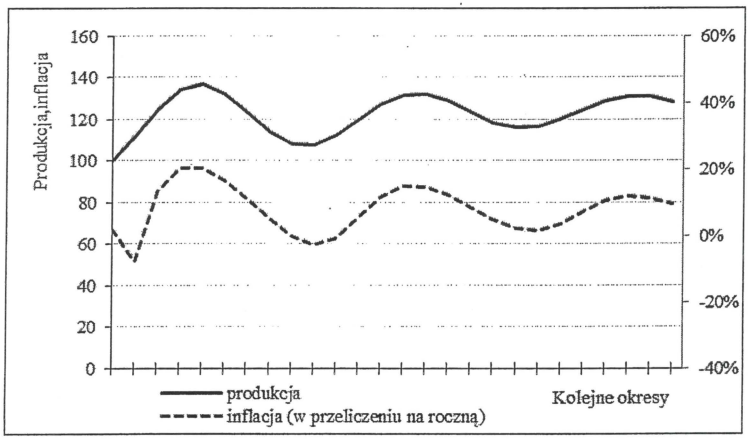
Nazwa zmiennej (parametru)		Symbol	Wartość
Parametry stałe w czasie			
Marginalna skłonność do konsumpcji		c	0,7
Marginalna kapitałochłonność produkcji		k	0,8
Stopa procentowa neutralna		r^*	2,0%
Parametry wpływu stopy procentowej na inwestycje i konsumpcję		α	10,0
		λ	0,1
Stopa podatkowa netto		t_n	13,3%
Parametry zależności tempa wzrostu podaży pieniądza od stopy procentowej		μ_0	0,000001
		μ_1	-0,1
		μ_2	-4,5
		μ_3	-0,02
Parametr w formule tempa zmian prędkości obiegu pieniądza		ρ	0,25
Parametry zależności tempa wzrostu podaży pieniądza od deficytu budżetowego w relacji do PKB		χ_0	15,0
		χ_1	2,0
Poziom deficytu budżetowego w relacji do PKB niepowodujący konieczności zwiększania podaży pieniądza		b^*	1,0%
Autonomiczna konsumpcja (realna)		CA	8,0
Długookresowe tempo wzrostu produkcji (wpływ postępu technicznego)		δ	0,003[1]
Wartości zmiennych w stanie początkowym			
Produkcja (realna)		Y_0	100,0
Tempo wzrostu produkcji	okres do okresu		1,0%
	rocznie	$\Delta Y_1/Y_0$	2,0%
Konsumpcja (realna)		C_0	68,7
Oszczędności (realne)		S_0	18,0
Inwestycje (realne)		I_0	18,0
Inflacja	okres do okresu	p_0	1,0%
	rocznie		2,0%
Realna stopa procentowa		r_0	2,0%
Wydatki budżetu państwa na dobra i usługi (realne)		G_0	13,3
Podatki netto (realne)		T_{n0}	13,3
Saldo budżetu państwa (realne)		BS_0	0,0

[1] Tempo wynoszące 0,3% okres do okresu poprzedniego oznacza roczne tempo wzrostu równe 0,6%)

Wykresy na rys. 3-6 przedstawiają wybrane wyniki symulacji dla ekspansywnej policy-mix.



Rys. 3. Koniunktura gospodarcza.
Wariant ekspansywnej policy-mix (r=0,5%, b=4%)

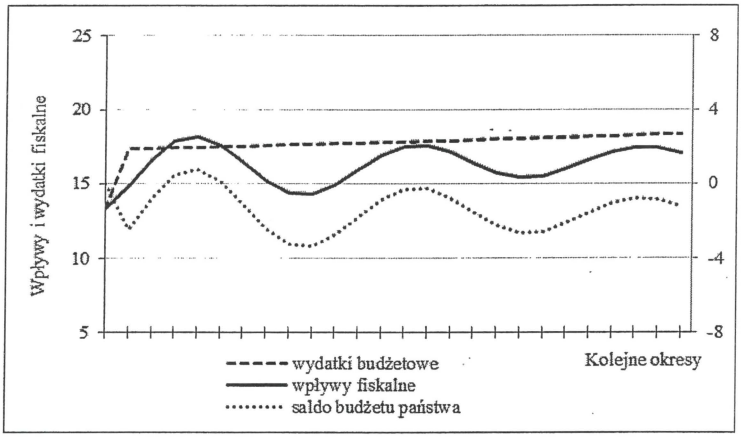


Rys. 4. Produkcja (lewa oś) i inflacja (prawa oś). Wariant ekspansywnej policy-mix

Rys. 3 opisuje sferę realną, prezentuje przebieg w czasie produkcji, konsumpcji i inwestycji w ujęciu realnym. Wzrost gospodarczy ma charakter cykliczny, widoczne są wahania koniunktury – na przemian fazy ekspansji i recesji, przy czym

zmiany inwestycji wyprzedzają zmiany w konsumpcji. Po pewnym czasie następuje osiągnięcie nowego stanu równowagi, charakteryzującego się wyższym poziomem produkcji (co pokazuje też rys. 6 i tab. 3). Dla wariantu polityki ekspansywnej koniunktura rozpoczyna się od ożywienia: obserwujemy wzrost inwestycji w wyniku obniżki stopy procentowej, wzrost produkcji wywołany wzrostem inwestycji oraz wzrostem wydatków budżetowych w okresie t=1. Konsumpcja rośnie wraz ze wzrostem dochodu narodowego z jednookresowym opóźnieniem i wpływa na produkcję (stanowiąc jej część).

Rys. 4 przedstawia kształtowanie się realnej produkcji (sfera realna) i inflacji (sfera pieniężna), stanowiących kryteria wyboru przez decydentów optymalnych strategii fiskalnych i monetarnych. Przebieg inflacji wskazuje na wyraźną zależność od koniunktury, w fazach ożywienia inflacja się nasila, podczas gdy w fazach recesji jest tłumiona. Ponadto widoczna jest tendencja wzrostowa inflacji związana ze wzrostem tempa podaży pieniądza (powyżej tempa wzrostu produkcji), co jest skutkiem ekspansywnej polityki monetarnej i fiskalnej (porównaj równania 14-15).

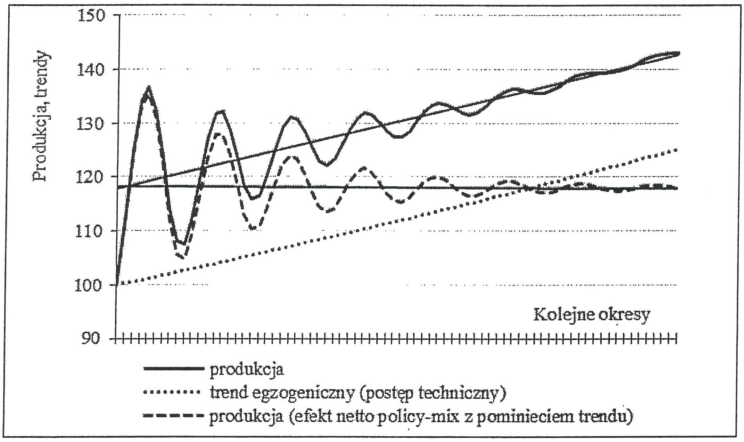


Rys. 5. Stan finansów publicznych: wydatki, dochody (lewa oś), saldo budżetu państwa (prawa oś). Wariant ekspansywnej policy-mix

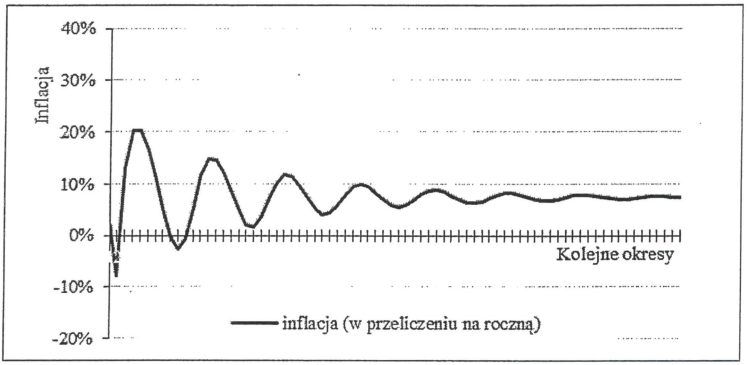
Sytuację finansów publicznych dla wariantu polityki ekspansywnej przedstawia wykres na rys. 5. Zwiększone wydatki budżetu państwa stanowią impuls zmian w gospodarce, rosną w pierwszym okresie, potem już nie ulegają zmianie, ale obserwujemy skutki w kolejnych okresach po stronie dochodów fiskalnych. Wpływy z podatków są skorelowane z koniunkturą, rosną w fazie eskpansji, maleją podczas recesji, z obserwowaną tendencją rosnącą ze względu na prowzrostowe oddziaływanie ekspansywnej polityki fiskalnej i monetarnej (porównaj tab. 3). Saldo budżetu stanowi wypadkową dochodów i wydatków, początkowo w wyniku wzrostu wydatków pojawia się deficyt, który nastęnie wraz z poprawą koniunktury ulega

redukcji, a pogłębia się w fazie recesji gospodarczej. Saldo budżetowe stabilizuje się wprawdzie na ujemnym poziomie, ale wzrost deficytu – dzięki wzrostowi wpływów podatkowych od rosnacej produkcji – jest mniejszy niż wzrost wydatków.

Osiągnięcie nowego stanu równowagi dla wybranych zmiennych przedstawiają rys. 6 i 7 oraz tab. 3. Wykresy prezentują skutki wariantu polityki ekspansywnej dla dynamiki produkcji oraz inflacji, czyli tych kategorii makroekonomicznych, które determinują wypłaty w grze fiskalno-monetarnej.



Rys. 6. Stabilizacja w nowym stanie równowagi - produkcja.
Wariant ekspansywnej policy-mix



Rys. 7. Stabilizacja w nowym stanie równowagi - inflacja.
Wariant ekspansywnej policy-mix

Tabela 3 zawiera porównanie wartości wybranych zmiennych modelu w początkowym oraz nowym stanie równowagi, przy czym dla nowego stanu równowagi przedstawiono jedynie efekty netto polityki makroekonomicznej z pominięciem trendu odzwierciedlającego wpływ długookresowych czynników wzrostu, ujętych w modelu w formie egzogenicznej. Widoczny jest efekt prowzrostowy ekspansywnej policy-mix – produkcja rośnie w wyniku zastosowanej polityki monetarnej i fiskalnej o ok. 18%, a towarzyszy temu zmiana struktury PKB. Najsilniej rosną wydatki budżetowe (o ponad 30%), których udział w PKB zwiększa się z 13,3% do 14,7%, wypierając inwestycje i konsumpcję sektora prywatnego. Inwestycje prywatne rosną wprawdzie o 12,5%), ale ich udział w produkcji maleje z 18% do 17%, podobnie konsumpcja rośnie (o 16,6%), przy malejącym udziale w produkcji (z 68,7% do 67,8%). Występuje tzw. efekt wypierania charakterystyczny dla ekspansywnej polityki fiskalnej. Kolejnymi skutkami ekspansywnej polityki fiskalnej i monetarnej jest nasilona inflacja oraz pogorszenie stanu finansów publicznych. Inflacja rośnie z 2,0% do 7,3 %, a w budżecie państwa pojawia się deficyt. Wprawdzie wpływy z podatków zwiększają się w wyniku rosnącej produkcji, ale wydatki rosną szybciej niż dochody budżetu, skutkiem tego obserwuje się wzrost deficytu i długu publicznego.

Tabela 3. Zmiana stanu równowagi – efekty ekspansywnej policy-mix

Nazwa zmiennej	Równowaga		Zmiana w % - efekt netto[1]
	w stanie początkowym	nowa (efekt netto[1])	
Produkcja (realna)	100,0	118,1	18,1%
Konsumpcja (realna)	68,7	80,0	16,6%
Inwestycje (realne)	18,0	20,3	12,5%
Inflacja (w przeliczeniu na roczną, w %)	2,0%	7,3%	264,6%
Wydatki budżetowe (realne)	13,3	17,4	30,7%
Wpływy fiskalne (realne)	13,3	15,7	18,0%
Saldo budżetu państwa (realne)	0,0	-1,7	

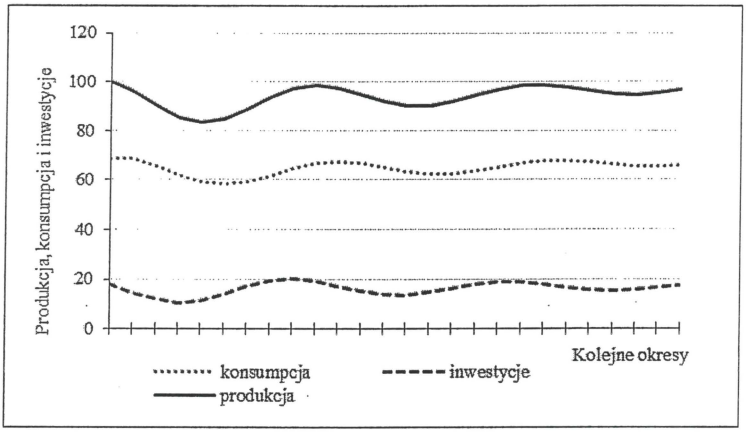
[1] Zmiana netto oznacza zmianę wywołaną zmianą nastawienia polityki makroekonomicznej (efekt całkowity pomniejszony o efekt związany z długookresowym trendem egzogenicznym)

Kolejne wykresy (rys. 8-10) przedstawiają wyniki symulacji dla wariantu restrykcyjnej policy-mix.

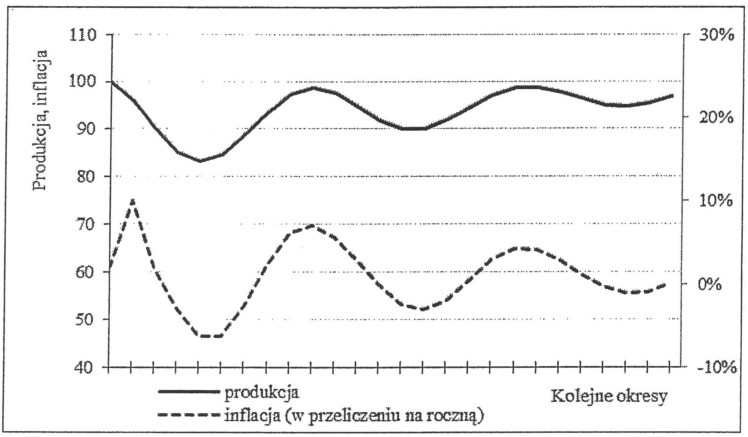
Rys. 8 prezentuje kształtowanie się produkcji, konsumpcji i inwestycji w ujęciu realnym. W odróżnieniu od polityki ekspansywnej, w tym przypadku koniunktura rozpoczyna się od recesji: można zaobserwować spadek inwestycji w wyniku podwyżki stopy procentowej oraz w dalszej konsekwencji ograniczanie produkcji i

konsumpcji jako efekt mechanizmu mnożnikowego z jednej strony oraz wprowadzonych restrykcji w polityce budżetowej i pieniężnej – z drugiej. Po wahaniach koniunktury z czasem następuje osiągnięcie nowego stanu równowagi na niższym od założonego trendu poziomie produkcji (porównaj wyniki z tab. 4).

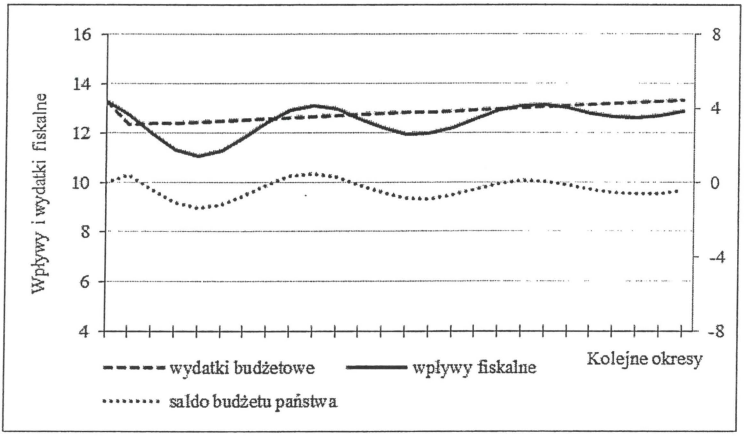
Przebieg inflacji (rys. 9) wskazuje nie tylko na zależność od koniunktury (w fazach recesji inflacja obniża się i vice versa), ale również na tendencję malejącą inflacji związaną z ogrniczeniem tempa wzrostu podaży pieniądza, co jest skutkiem restrykcyjnej polityki monetarnej i fiskalnej (porównaj tab. 4).



Rys. 8. Koniunktura gospodarcza.
Wariant restrykcyjnej policy-mix (r=3,5%, b=-1%)



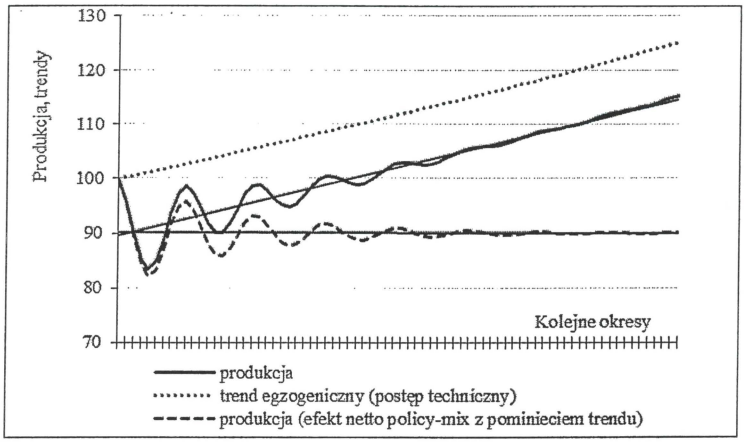
Rys. 9. Produkcja (lewa oś) i inflacja (prawa oś). Wariant restrykcyjnej policy-mix



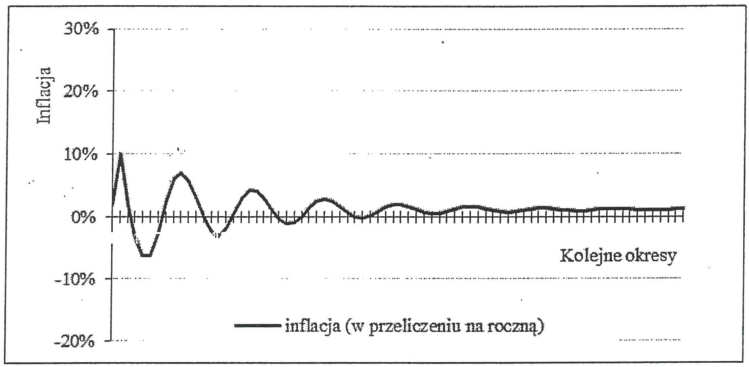
Rys. 10. Stan finansów publicznych: wydatki, dochody (lewa oś), saldo budżetu państwa (prawa oś). Wariant restrykcyjnej policy-mix

Wyniki dotyczące finansów publicznych dla wariantu restrykcyjnej policy-mix przedstawia wykres na rys. 10. W tym przypadku cięcia w wydatkach budżetowych w pierwszym okresie (w kolejnych wydatki nie ulegają już zmianie) skutkują początkowo ograniczeniem produkcji, a w konsekwencji zmniejszeniem wpływów podatkowych. W wyniku obniżki wydatków na początku analizowanego okresu pojawia się nieznaczna nadwyżka budżetowa, która wraz z pogorszaniem się koniunktury gospodarczej ulega redukcji, a następnie przechodzi w deficyt. Wahania dochodów fiskalnych są podobnie jak na poprzednio omawianym wykresie (rys. 5) dodatnio skorelowane z koniunkturą, ale obserwowana tendencja jest odwrotna – nie rosnąca, lecz malejaca jako konsekwencja negatywnego wpływu restrykcyjnej polityki makroekonomicznej na koniunkturę. W rezultacie gospodarka w nowym stanie równowgi wykazuje deficyt budżetowy, aczkolwiek mniejszy niż w przypadku polityki ekspansywnej (porównaj tabele 3 i 4).

Osiągnięcie nowego stanu równowagi w wyniku zastosowania wariantu restrykcyjnej policy-mix dla wybranych zmiennych: produkcji i inflacji przedstawiają rys. 11 i 12.



Rys. 11. Stabilizacja w nowym stanie równowagi - produkcja.
Wariant restrykcyjnej policy-mix



Rys. 12. Stabilizacja w nowym stanie równowagi - inflacja.
Wariant restrykcyjnej policy-mix

Tabela 4 zawiera, analogicznie jak tab. 3, zestawienie wartości wybranych zmiennych modelu w początkowym oraz nowym stanie równowagi, ale w tym przypadku dla restrykcyjnej policy-mix. Tu analogicznie prezentowane są efekty netto polityki z pominięciem trendu. Widoczny jest negatywny efekt osłabienia koniunktury – produkcja maleje o 10%, podobnie konsumpcja (spadek o 9,5%), inwestycje zmniejszają się jeszcze silniej, bo o 14,5%. Ograniczeniu ulega inflacja – maleje z 2% do niskiego poziomu ok. 1,2%. W przypadku restrykcyjnej policy-mix, podobnie jak dla polityki ekspansywnej, występuje pogorszenie stanu finansów publicznych – w budżecie pojawia się deficyt, choć nie tak znaczny jak dla wariantu eks-

pansywnej policy-mix. Wprawdzie następują cięcia w wydatkach budżetowych, ale wpływy z podatków zmniejszają się w wyniku malejącej produkcji jeszcze szybciej, skutkiem tego jest nieznaczny wzrost deficytu.

Tabela 4. Zmiana stanu równowagi – efekty restrykcyjnej policy-mix

Nazwa zmiennej	Równowaga		Zmiana w % - efekt netto[1]
	w stanie początkowym	nowa (efekt netto[1])	
Produkcja (realna)	100,0	90,0	-10,0%
Konsumpcja (realna)	68,7	62,2	-9,5%
Inwestycje (realne)	18,0	15,4	-14,4%
Inflacja (w przeliczeniu na roczną, w %)	2,0%	1,2%	-42,3%
Wydatki budżetowe (realne)	13,3	12,33	-7,3%
Wpływy fiskalne (realne)	13,3	11,97	-10,0%
Saldo budżetu państwa (realne)	0,0	-0,36	

[1] Zmiana netto oznacza zmianę wywołaną zmianą nastawienia polityki makroekonomicznej (efekt całkowity pomniejszony o efekt związany z długookresowym trendem egzogenicznym)

5. Podsumowanie

W niniejszym artykule przedstawiony został model makroekonomiczny, zbudowany w celu wykorzystania go do analizy problemu wyboru policy-mix z zastosowaniem teorii gier. Symulacje przeprowadzone na modelu dla różnych kombinacji instrumentów polityki fiskalnej i monetarnej umożliwią wypełnienie tablicy wypłat w grze fiskalno-monetarnej. To z kolei stworzy podstawę do dalszej analizy gry w kontekście wyboru optymalnych strategii z punktu widzenia władz fiskalnych (kryterium minimalizacji odchyleń wzrostu PKB od wartości pożądanej) i monetarnych (minimalizacja odchyleń inflacji od wyznaczonego celu inflacyjnego) oraz wyznaczenia równowagi Nasha. Możliwa będzie również konfrontacja stanu równowagi Nasha, utożsamianego z wyborem policy-mix przy założeniu samodzielnego podejmowania decyzji przez podmioty z rozwiązaniami kooperacyjnymi w aspekcie ich Pareto-optymalnosci.

W związku z powyższym model został tak skonstruowany, aby pomimo wielu uproszczeń, odzwierciedlał oddziaływanie instrumentów polityki fiskalnej (deficytu budżetowego w stosunku do PKB) i monetarnej (realnej stopy procentowej) na gospodarkę, w tym na tempo wzrostu PKB oraz inflację. Model zawiera dwa moduły: rynek dóbr oraz rynek pieniądza, zawierające szereg założeń i równań przedstawionych w artykule. Jest to model dynamiczny, który opisuje mechanizmy cyklu koniunkturalnego (mechanizm mnożnika i akceleratora we wzajemnym sprzężeniu

zwrotnym), co pozwala śledzić przebieg koniunktury gospodarczej w czasie, w tym produkcji, inwestycji i konsumpcji. Model umożliwia również śledzenie inflacji, która jest tu uzależniona od tempa wzrostu podaży pieniądza (determinowanego przez politykę monetarną i fiskalną), ale też od tempa wzrostu realnej produkcji.

Wykorzystując powyższy model przeprowadzono szereg symulacji, których wyniki, ze szczególnym uwzględnienem produkcji i inflacji, przedstawiono w pracy. Obserwowano skutki w sferze realnej i pieniężnej dwóch wariantów polityki makroekonomicznej: ekspansyjnej i restrykcyjnej, zakładając stopień ekspansywności/restrykcyjności polityki fiskalnej i monetarnej. Stopień ekspansywności/restrykcyjności polityki monetarnej, charakteryzowany przez realną stopę procentową, został przyjęty dla wariantu polityki ekspansywnej na poziomie 1,5 punktu procentowego poniżej wartości neutralnej, a dla wariantu polityki restrykcyjnej na poziomie 1,5 punktu procentowego powyżej stopy neutralnej. Stopień ekspansywności/restrykcyjności polityki fiskalnej, definiowany przez poziom deficytu budżetowego w relacji do PKB, dla wariantu polityki ekspansywnej przyjęty został na poziomie 5% wartości PKB, zaś dla polityki restrykcyjnej na poziomie -1% PKB, co oznacza jednoprocentową nadwyżkę budżetu państwa. Założono, że w stanie początkowym występuje równowaga jednocześnie na obu rynkach: dóbr i pieniądza. Symulacje wykonane na modelu przedstawiają obserwowane w czasie efekty wywołane zmianą nastawienia polityki makroekonomicznej na bardziej ekspansywną bądź restrykcyjną. Ostatecznie następuje osiągnięcie nowego stanu równowagi na obu rynkach: produktu i pieniądza, a wyniki symulacji pokazują w jakim kierunku i w jakim stopniu zmianie uległy główne zmienne, takie jak produkcja, inwestycje, konsumpcja, finanse publiczne i inflacja.

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

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

Friedman M. (1994): *Intrygujący pieniądz*, Wydawnictwo Łódzkie, Łódź

Friedman M. (1968): *The Role of Monetary Policy*, American Economic Review, vol. LVIII, no. 1

Friedman M. (1958): *Monetary Theory and Policy*, w: Inflation, Ball R. J., Boyle P., (red.), Penguin Modern Economics

Hall R.E., Taylor J.B. (2009): *Makroekonomia. Teoria, funkcjonowanie i polityka*, PWN, Warszawa

Hics J. (1937): *Mr Keynes and the Classics: A Suggested Interpretation*, Econometrica, 1997, April

Keynes J.M. (1936): *The General Theory of Employment, Interest and Money*, Palgrave Macmillan

Keynes J.M. (2003): *Ogólna teoria zatrudnienia, procentu i pieniądza* (tłumaczenie), PWN, Warszawa

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

Marszałek P. (2009). *Koordynacja polityki pieniężnej i fiskalnej jako przesłanka stabilności poziomu cen*, PWN Warszawa

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

Woroniecka-Leciejewicz I. (2012): *Problem wyboru policy-mix w grze fiskalno-monetarnej z zastosowaniem funkcji logistycznej,* Studia i Materiały Informatyki Stosowanej, Tom 4, Nr 8, 2012, str. 29-38

Woroniecka-Leciejewicz I. (2010a): *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. (2010b): *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. (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