

Karolina Sobczak

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

KRYTERIUM WALUTOWE KONWERCENCJI NOMINALNEJ W MODELACH DSGE Z HETEROGENICZNYMI FIRMAMI

Streszczenie: Celem artykułu jest przedstawienie narzędzia, które w zamyśle ma służyć do badania wzajemnych powiązań pomiędzy realną a nominalną konwergencją gospodarczą. Przedstawiony model DSGE uwzględnia heterogeniczność w zakresie produktywności przedsiębiorstw, a także znaczenie zmian w reżimie kursu walutowego.

W kolejnych punktach artykułu prezentujemy elementy konstrukcji modelu, istotne z punktu widzenia omawianej tematyki. W pierwszej kolejności jest to uwzględnienie istnienia firm heterogenicznych, co pozwala rozpatrywać kanał bezpośrednich inwestycji zagranicznych w oddziaływaniu impulsów pieniężnych. Następną ważną cechą modelu jest jego stochastyczny charakter, podkreślający znaczenie oczekiwań. W dalszej części przedstawiona jest propozycja opisu polityki monetarnej oraz zmian w reżimie walutowym. Na koniec omawiamy postulaty zmian w założeniach modelu, które pozwolą uzyskać w przyszłości odpowiednie narzędzie do rozpatrywania poruszanego problemu badawczego.

Słowa kluczowe: konwergencja nominalna, model DSGE, reżim walutowy, bezpośrednie inwestycje zagraniczne, model stochastyczny, reguła monetarna.

Wprowadzenie

Zarówno kryteria konwergencji nominalnej, jak i procesy konwergencji realnej, stanowią przedmiot zainteresowania poruszany w wielu pracach z zakresu ekonomii. Wciąż jednak istnieje potrzeba, aby dokładniej zbadać wzajemne powiązania tych kategorii ekonomicznych, rozpatrywanych na ogół oddzielnie.

Celem artykułu jest przedstawienie narzędzia, mającego służyć do badania powyższych zależności. Przedstawiamy konstrukcję modelu DSGE z heterogenicznością w zakresie produktywności firm oraz znaczenie walutowego kryterium konwergencji nominalnej.

Praca ma charakter teoretyczny. Prezentuje kolejne elementy konstrukcji modelu, istotne z punktu widzenia omawianej tematyki. Najpierw przedstawiamy kluczowe założenie dotyczące istnienia firm heterogenicznych. Następnie opisujemy pokrótce modele DSGE, ich budowę oraz zastosowanie. W dalszej części jest przedstawiona propozycja opisu polityki monetarnej oraz rozważania na temat sposobu ujęcia w modelu wpływu i znaczenia zmian w reżimie walutowym. Na koniec prezentujemy te cechy i składniki modelu, które chcielibyśmy zmodyfikować w celu udoskonalenia go jako narzędzia do rozpatrywania poruszanego problemu badawczego. W zakończeniu znajduje się podsumowanie artykułu oraz postulaty dalszych badań.

1. Heterogeniczność firm w zakresie produktywności

Celem wprowadzenia do modelu produktywności idiosynkratycznej jest możliwość uwzględnienia kanału bezpośrednich inwestycji zagranicznych w oddziaływaniu szoków stochastycznych, w szczególności impulsów monetarnych, co zostanie wyjaśnione w dalszej części artykułu.

Wprowadzenie podziału przedsiębiorstw ze względu na ich poziom produktywności względnej, a co za tym idzie wyróżnienie w modelu firm międzynarodowych, pozwala badać ich reakcję na zmianę reżimu walutowego.

1.1. Produktywność zagregowana

W rozważanym modelu DSGE zakładamy, że na wielkość produkcji każdego przedsiębiorstwa wpływa między innymi produktywność zagregowana, to znaczy wspólna dla wszystkich firm. Reprezentuje ona ogólną efektywność procesu produkcji, utożsamianą na ogół z produktywnością siły roboczej na poziomie danego kraju lub z poziomem technologii danej gospodarki. Traktujemy ją jako zmienną zależną od czasu. Innowacje występujące w procesie tak rozumianej produktywności wpływają na dynamikę modelu. Kształtują między innymi *terms of labor*, czyli względny koszt efektywnej siły roboczej, a także *terms of trade*, czyli stosunek indeksów cenowych towarów eksportowanych do importowanych.

W celu uproszczenia części prezentującej sposób wprowadzenia do modelu produktywności idiosynkratycznej założymy chwilowo, że produktywność zagregowana jest jedynym źródłem szoków w rozważanym modelu. Wówczas możemy wyróżnić dwa przypadki: model czysto deterministyczny oraz model stochastyczny.

Przypadek deterministyczny

Jeżeli przyjmujemy, że produktywność zagregowana jest bezpośrednio egzogeniczną zmienną modelu, to model staje się deterministyczny. W takim wypadku

szoków produktywności nie tłumaczy dynamika modelu, lecz wynikają one bezpośrednio ze zmian w poziomie produktywności.

W modelach deterministycznych zakładamy pełną informację, całkowitą przewidywalność oraz brak niepewności co do przyszłych szoków. Zatem w momencie obliczania rozwiązania modelu znany jest czas wystąpienia wszystkich innowacji. Nie stanowią one składnika losowego. Agenci gospodarczy mają możliwość całkowitej przewidywalności szoków. Podejmują swoje decyzje, będąc pewnymi, że po upływie czasu występowania szoków ich wartości będą równe zero we wszystkich nadchodzących okresach. Dlatego w momencie podejmowania decyzji agenci gospodarczy mogą określić, jakie będą konsekwencje każdej z ich decyzji.

W modelu deterministycznym, na podstawie symulacji numerycznych, znajdujemy dokładne ścieżki wszystkich endogenicznych zmiennych modelu, które spełniają warunki pierwszego rzędu danego modelu, wynikające z zadań maksymalizacji dla agentów gospodarczych oraz odpowiadają wybranej strukturze szoków. Możemy przy tym wyróżnić wpływ na gospodarkę szoków tymczasowych i szoków trwałych.

Jeżeli gospodarka podlega innowacjom tymczasowym, to po upływie okresów o ustalonej ilości model powraca do wyjściowego stanu stacjonarnego, to znaczy stanu, w którym stałe są wszystkie zmienne realne, a także stosunki wszystkich zmiennych nominalnych. Badamy tutaj zachowanie agentów gospodarczych w odpowiedzi na szoki tymczasowe.

Jeżeli gospodarka podlega szokom trwałym, takim jak strukturalna zmiana w modelu (na przykład poziom technologii trwale różniący się od wyjściowego), to model osiąga nowy stan stacjonarny. Określamy wówczas dla zmiennych endogenicznych ścieżki przejścia od wartości jednego stanu ustalonego do wartości innego stanu ustalonego.

Przypadek stochastyczny

W modelu stochastycznym możemy włączyć efekt propagacji szoku w gospodarce poprzez wprowadzenie „ukrytej” zmiennej szoku. Nadal źródłem szoków jest produktywność zagregowana, jednak tym razem traktujemy ją jako endogeniczną zmienną modelu. Innowacje, wynikające z procesu stochastycznego zmiennej szoku, objaśniają bowiem ewolucję zmiennej reprezentującej produktywność zagregowaną. W takim sensie jest ona zmienną endogeniczną. Jednak należy podkreślić, że chociaż określa ją teraz pewne równanie modelu (równanie regresji), to nadal jest to czynnik zewnętrzny w stosunku do badanego układu ekonomicznego, działający na niego, ale niecharakterystyczny tego układu. Zazwyczaj przyjmuje się, że szoki produktywności spełniają proces autoregresji rzędu pierwszego lub w przypadku modelu dwóch krajów, także dwuwymiarowy wektorowy model autoregresji rzędu pierwszego.

Ze względu na dodanie do modelu składnika stochastycznego, w momencie obliczania jego rozwiązania wielkość szoku jest nieznana. Wobec tego agenci gospodarczy podejmują decyzje, wiedząc tylko, że wartość oczekiwana przyszłych szoków jest równa zero, natomiast wartości szoków w nadchodzących okresach są wielkościami losowymi. Znany jest ich rozkład, ale nie ich dokładne wartości. Zatem agenci gospodarczy mogą tylko określić, jakie będą optymalne decyzje w zależności od każdej z możliwych realizacji szoków. Na tej podstawie można próbować określić funkcje spełniające warunki pierwszego rzędu dla danego modelu, czyli przedstawić zależną od czasu rekurencyjną przybliżoną reprezentację modelu. Funkcje te, nazywane funkcjami polityki i przejścia (*policy and transition function*), mogą generować szeregi czasowe, które w przybliżeniu będą spełniać hipotezę racjonalnych oczekiwań zawartą w wyjściowym modelu.

1.2. Produktywność idiosynkratyczna

W rozważanym modelu DSGE zakładamy, że wielkość produkcji każdego przedsiębiorstwa zależy również od parametru produktywności względnej¹. Reprezentuje ona efektywność procesu produkcji danej firmy w zależności od rodzaju podejmowanej przez nią działalności. Traktujemy ją jako zmienną niezależną od czasu, specyficzną dla danego przedsiębiorstwa.

W ten sposób do modelu wprowadzamy heterogeniczność na poziomie pojedynczej firmy. W związku z tym dla każdej z nich różnie kształtują się jej koszty zmienne produkcji, a poprzez nie polityka cenowa przedsiębiorstwa oraz jego zyski.

Produktywność idiosynkratyczna nie generuje szoków, ale pośrednio im podlega. Na jej podstawie są wyznaczane progi produktywności względnej, które zależą od produktywności zagregowanej, a od nich z kolei zależą średnie produktywności poszczególnych firm, utożsamianych z rodzajami przedsiębiorstw. Te produktywności średnie stanowią endogeniczne zmienne rozważanego modelu.

Rozkład Pareto dla produktywności względnej

Parametr produktywności idiosynkratycznej wprowadzamy jako argument funkcji gęstości prawdopodobieństwa $g(z)$ lub dystrybuanty $G(z)$ rozkładu Pareto $P(z_{\min}, k)$ według wzorów

$$g(z) = \begin{cases} \frac{k z_{\min}^k}{z^{k+1}}, & z \geq z_{\min} \\ 0, & z < z_{\min} \end{cases} \quad (1)$$

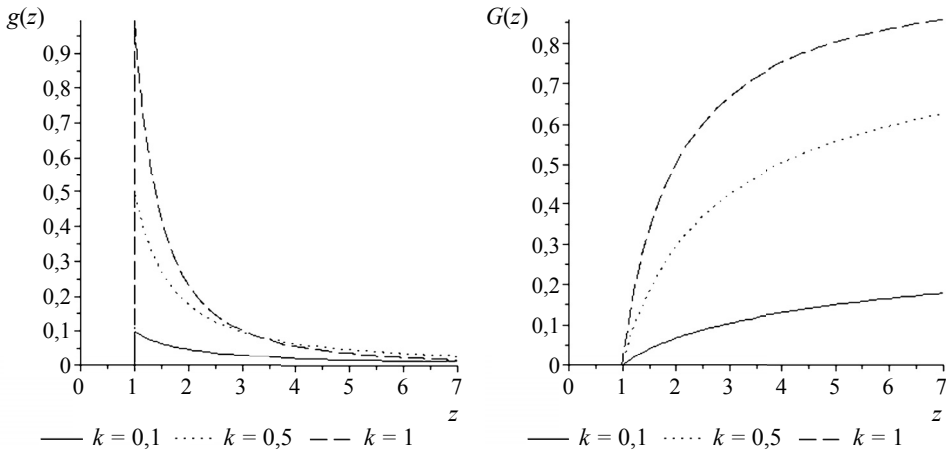
¹ W pracy [Ghironi i Melitz 2005, s. 865–915] po raz pierwszy zaprezentowano sposób wprowadzenia heterogeniczności na poziomie firm za pomocą parametru produktywności względnej. Przykłady użycia takiego parametru można odnaleźć również w pracach: [Pappadà 2009, s. 17; Contessi 2007, s. 14].

$$G(z) = \begin{cases} \int_{z_{\min}}^z g(z) dz = 1 - \left(\frac{z_{\min}}{z}\right)^k, & z \geq z_{\min} \\ 0, & z < z_{\min}, \end{cases} \quad (2)$$

gdzie:

z_{\min} – parametr skali (lokacji), $z_{\min} > 0$,
 k – parametr kształtu, $k > 0$.

Zakładamy dodatkowo, że $k > 2$, co zapewnia dodatnią skończoną wartość oczekiwaną ($k > 1$) i jednocześnie skończone momenty zmiennej z . Wykresy powyższych funkcji są następujące:



Rys. 1. Funkcja gęstości prawdopodobieństwa oraz dystrybuanta rozkładu Pareto

Zauważmy, że im wyższa wartość k , tym więcej dużych wartości funkcji $g(z)$ kumuluje się przy niskich wartościach produktywności względnej z , to znaczy większe jest prawdopodobieństwo, że firma ma niższą produktywność. Prawdopodobieństwo przypadków skrajnych obniża się, czyli dyspersja firm w zakresie produktywności względnej maleje. Zgodnie z nazwą rozkładu, zależność taka stanowi analogię do zasady Pareto, która w przypadku produktywności firm oznacza, że większa produktywność idiosynkratyczna przedsiębiorstw jest udziałem niewielkiego procenta tych firm.

Rodzaje i liczby firm oraz ich średnie produktywności

Jeżeli w przedstawiony powyżej sposób wprowadziliśmy heterogeniczność w zakresie produktywności przedsiębiorstw, to istnieją w modelu firmy, które mają takie produktywności względne, że ich zyski przy zaangażowaniu w nowy rodzaj

działalności wynoszą zero. Na tej podstawie można określić próg produktywności względnej dla każdego rodzaju przedsiębiorstw: z_X dla firm eksportujących, z_I dla firm zaangażowanych w bezpośrednie inwestycje zagraniczne (FDI) i sprzedających na rynek zagraniczny, z_M – podejmujących FDI i sprzedających na rynek krajowy (czyli reeksportujących). Otrzymujemy w ten sposób podział działalności firm w danej gospodarce ze względu na rynek lokacji macierzystej firmy (firmy ulokowane w kraju lub za granicą) oraz ze względu na rynek sprzedaży (firmy sprzedające na rynek lokacji lub eksportujące).

Względną liczbę firm w danym sektorze (wobec całkowitej liczby firm w gospodarce) można teraz wyznaczyć, korzystając z progów produktywności, które wyznaczają przedziały agregacji. Całkowita liczba firm zarówno ulokowanych w kraju, jak i ich filii zagranicznych, dana jest wzorem

$$N_{DI,t} = N_{DO,t} + N_{X,t} + N_{IO,t} + N_{M,t} = \left[\int_{z_{\min}}^{z_X} g(z) dz + \int_{z_X}^{z_I} g(z) dz + \int_{z_I}^{z_M} g(z) dz + \int_{z_M}^{\infty} g(z) dz \right] \cdot N_{DI,t}. \quad (3)$$

Względną liczbę firm ulokowanych w kraju wynosi

$$N_{D,t} = N_{DO,t} + N_{X,t} = \int_{z_{\min}}^{z_I} g(z) dz \cdot N_{DI,t}, \quad (4)$$

co uwzględnia fakt, że firmy eksportujące mogą również prowadzić sprzedaż na rynek krajowy. Względną liczbę firm zaangażowanych w FDI otrzymujemy z zależności

$$N_{I,t} = \int_{z_I}^{\infty} g(z) dz \cdot N_{DI,t}, \quad (5)$$

co uwzględnia fakt, że firmy zaangażowane w FDI mogą prowadzić sprzedaż na rynek zagraniczny i krajowy (reeksportować).

Na podstawie progów produktywności można również określić średnie produktywności idiosynkratyczne poszczególnych sektorów produkcji. Ich wartości zależą od progów produktywności, przyjętego parametru skali oraz parametru kształtu rozkładu Pareto. Agregacji dokonujemy w taki sposób, aby oprócz wag proporcjonalnych do udziałów danego sektora uwzględnić również stałą dla dóbr z każdego sektora elastyczność substytucji towarów. Wówczas średnie produktywności firm ulokowanych w kraju, eksportujących oraz zaangażowanych w FDI, wynoszą odpowiednio

$$\tilde{z}_{D,t} = \left[\frac{N_{DI,t}}{N_{D,t}} \int_{z_{\min}}^{z_l} z^{\sigma-1} g(z) dz \right]^{\frac{1}{\sigma-1}} = \nabla^{\frac{1}{\sigma-1}} \left[\frac{z_{\min}^{\sigma-1} z_{l,t}^k - z_{l,t}^{\sigma-1} z_{\min}^k}{z_{l,t}^k - z_{\min}^k} \right]^{\frac{1}{\sigma-1}}, \quad (6)$$

$$\tilde{z}_{X,t} = \left[\frac{N_{DI,t}}{N_{X,t}} \int_{z_X}^{z_l} z^{\sigma-1} g(z) dz \right]^{\frac{1}{\sigma-1}} = \nabla^{\frac{1}{\sigma-1}} \left[\frac{z_{X,t}^{\sigma-1} z_{l,t}^k - z_{l,t}^{\sigma-1} z_{X,t}^k}{z_{l,t}^k - z_{X,t}^k} \right]^{\frac{1}{\sigma-1}}, \quad (7)$$

$$\tilde{z}_{l,t} = \left[\frac{N_{DI,t}}{N_{l,t}} \int_{z_l}^{\infty} z^{\sigma-1} g(z) dz \right]^{\frac{1}{\sigma-1}} = \nabla^{\frac{1}{\sigma-1}} z_{l,t}, \quad (8)$$

$$\tilde{z}_{M,t} = \left[\frac{N_{DI,t}}{N_{M,t}} \int_{z_M}^{\infty} z^{\sigma-1} dG(z) \right]^{\frac{1}{\sigma-1}} = \nabla^{\frac{1}{\sigma-1}} z_{M,t}, \quad (9)$$

gdzie

$$\nabla = \frac{k}{k - (\sigma - 1)}.$$

2. Modele DSGE

Dynamiczne stochastyczne modele równowagi ogólnej (*dynamic stochastic general equilibrium models*) to modele zbudowane na podstawach mikroekonomicznych. W ich konstrukcji podkreśla się problem międzyokresowego wyboru agentów gospodarczych. Każdy z nich musi zdecydować, czy konsumować więcej teraz, czy więcej oszczędzać, aby zwiększać swój zasób kapitału i konsumować więcej w kolejnych okresach. Dynamika tych modeli wynika z zależności bieżących wyborów agentów gospodarczych, a zatem również przyszłych wyników, od oczekiwanych przez nich przyszłych wyników.

Równowaga ogólna rozpatrywana w tych modelach pozwala opisywać interakcje pomiędzy zachowaniem różnych agentów gospodarczych. Ponieważ równowagę tę zakłócają losowe czynniki egzogeniczne, a zatem zmienne, które wpływają na badany system, ale go nie charakteryzują, zakłada się, że model jest stochastyczny. W ten sposób można uwzględnić wpływ zmiennych, które nie występują bezpośrednio w modelu, to znaczy założyć, że część parametrów modelu ma wartości określone przez procesy stochastyczne oraz opisać losowość, wynikającą z wprowadzenia tych zmiennych, poprzez rozkłady prawdopodobieństwa.

2.1. Typowa konstrukcja i przykład modelu

Przedstawimy teraz typową konstrukcję modelu DSGE, a także przykład prostego modelu w wersji deterministycznej oraz stochastycznej, przy założeniu że jedynym źródłem szoków są zmiany w poziomie produktywności zagregowanej.

W typowym modelu DSGE wyróżniamy kilka segmentów, z których każdy opisuje specyfikę danego agenta gospodarczego: reprezentatywnego gospodarstwa domowego, reprezentatywnej firmy z danego sektora, banku centralnego oraz bloki opisujące rynek pracy i rynek kapitałowy. Gospodarstwo domowe maksymalizuje strumień oczekiwanych przyszłych wartości użyteczności przy ograniczeniu budżetowym. Z warunków optymalności, w części opisującej popytową stronę modelu gospodarki, uzyskujemy zależność pomiędzy konsumpcją a pracą, a także między konsumpcją a realną stopą procentową. Po stronie podażowej modelu każda firma określa optymalną cenę swojego produktu poprzez maksymalizację swojej funkcji zysku. Popyt na pojedynczy towar zależy od jego ceny, stałej elastyczności substytucji między dobrami oraz zagregowanego poziomu cen. W ten sposób firma ustala cenę produktu jako narzut na nominalny koszt marginalny. Oczekiwaną wartość firmy po wejściu na rynek stanowi bieżąca wartość strumienia oczekiwanych przyszłych zysków. Stąd otrzymujemy warunek swobodnego wejścia na rynek, zgodnie z którym odbywa się ono dopóty, dopóki średnia wartość firmy równoważy ponoszony jednorazowo realny koszt wejścia².

W części opisującej bank centralny przedstawiamy zależności dla nominalnej i realnej stopy procentowej, stopy inflacji oraz nominalnego kursu walutowego. Równowagę rynku pracy określa zrównanie podaży pracy z popytem na pracę. Zysk firmy kształtuje się bowiem jako funkcja zależna od wielkości produkcji, która z kolei zależy od pracy, produktywności zagregowanej oraz idiosynkratycznej. Rynek kapitałowy opisują zależności dla zysków, obligacji oraz wartości firm i dywidend. W modelu DSGE można uwzględnić jeszcze dodatkowe bloki, na przykład prezentujące banki, rząd centralny, rynek dóbr pośrednich.

Jako przykład modelu DSGE posłuży prosty model realnego cyklu koniunkturalnego (RBC, *Real Business Cycle*) z konkurencją monopolistyczną. Jest to model znacznie uproszczony, w którym ponadto nie wprowadzamy heterogeniczności na poziomie firm. Celem jego przedstawienia jest wskazanie na różnice wynikające z dołączenia do modelu elementu losowości w postaci równania objaśniającego ewolucję technologii.

Problem gospodarstwa domowego polega na maksymalizacji jego użyteczności za cały okres życia względem konsumpcji oraz czasu wolnego. Ograniczenie budżetowe wynika z wynagrodzenia kapitału, pracy, z deprecjacji kapitału, wielkości konsumpcji oraz oszczędności. Przy założeniu zerowego zysku, wielkość zagregowanej produkcji odpowiada całkowitemu wynagrodzeniu za czyn-

² Szczegóły opisanych zależności można prześledzić w pracy: [Contessi 2007, s. 7–10].

niki produkcji. Ponadto uwzględniając, że inwestycje uzupełniają zasób kapitału, przeciwdziałając efektom deprecjacji kapitału, dostajemy

$$i_t = k_{t+1} - (1 - \delta)k_t, \quad c_t + i_t = y_t, \quad (10)$$

gdzie oznacza stopę deprecjacji kapitału.

Z maksymalizacji problemu konsumenta otrzymujemy równanie Eulera dla konsumpcji oraz równanie podaży pracy

$$\frac{1}{c_t} = \beta E_t \left[\frac{1}{c_{t+1}} (1 + r_{t+1} - \delta) \right], \quad \psi \frac{c_t}{1 - l_t} = w_t, \quad (11)$$

gdzie ψ^{-1} oznacza krańcową użyteczność podaży pracy.

Produkcję dobra pośredniego opisuje funkcja produkcji spełniająca postulat proporcjonalnych przychodów ($y_{it}(bk_{it}, bl_{it}) = by_{it}(bk_{it}, bl_{it}) \quad \forall b > 0$)

$$y_{it} = k_{it}^\alpha [\exp(z_t) l_{it}]^{1-\alpha}, \quad (12)$$

gdzie:

i – indeks i -tej firmy spośród kontinuum firm na przedziale $[0, 1]$,

α – elastyczność kapitału w funkcji produkcji, $0 < \alpha < 1$.

Łącząc realny koszt marginalny z warunkiem optymalnej wyceny, dostajemy

$$w_t = (1 - \alpha) \frac{y_{it}}{l_{it}} \cdot \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}, \quad r_t = \alpha \frac{y_{it}}{k_{it}} \cdot \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}, \quad (13)$$

gdzie $\frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}$ oznacza narzut na cenę nad kosztem marginalnym.

Technologia, czyli produktywność zagregowana, zmienia się (w przypadku stochastycznym, czyli jako zmienna endogeniczna, natomiast w przypadku deterministycznym jest to zwykła zmienna egzogeniczna, nieobjaśniana żadnym równaniem) zgodnie ze wzorem

$$z_t = \rho z_{t-1} + e_t, \quad (14)$$

gdzie ρ to parametr odzwierciedlający persystencję postępu technologicznego, $e_t \sim N(0, \sigma^2)$.

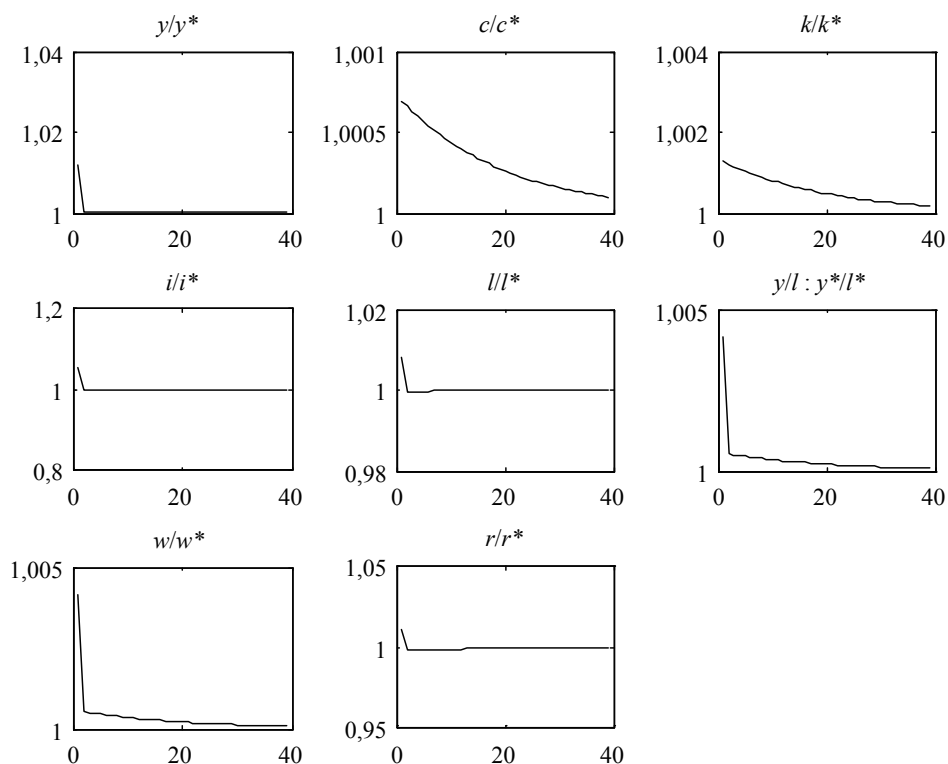
Zagregowanej funkcji produkcji odpowiada zagregowana liczba odmian towarów kupowanych przez producenta dóbr finalnych, a stąd zagregowana produkcja dobra finalnego

$$y_t = [\exp(z_t)]^{1-\alpha} k_t^\alpha l_t^{1-\alpha} = A_t k_t^\alpha l_t^{1-\alpha}. \quad (15)$$

Ponieważ stosunek poziomu produkcji do każdego czynnika produkcji jest taki sam dla każdej firmy dóbr pośrednich, a ponadto funkcje produkcji: firm oraz zagregowana spełniają postulat proporcjonalnych przychodów, więc możemy wyznaczyć zagregowaną płacę realną oraz zagregowaną realną stopę procentową

$$w_t = (1-\alpha) \frac{y_t}{l_t} \cdot \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}, \quad r_t = \alpha \frac{y_t}{k_t} \cdot \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}. \quad (16)$$

W podanym przykładzie, w przypadku stochastycznym, w modelu występuje osiem zmiennych endogenicznych, w tym dwie zmienne skokowe (z_t, k_{t+1}), a stąd również dwie zmienne stanu (z_{t-1}, k_t). Jedynek szok stochastyczny reprezentuje

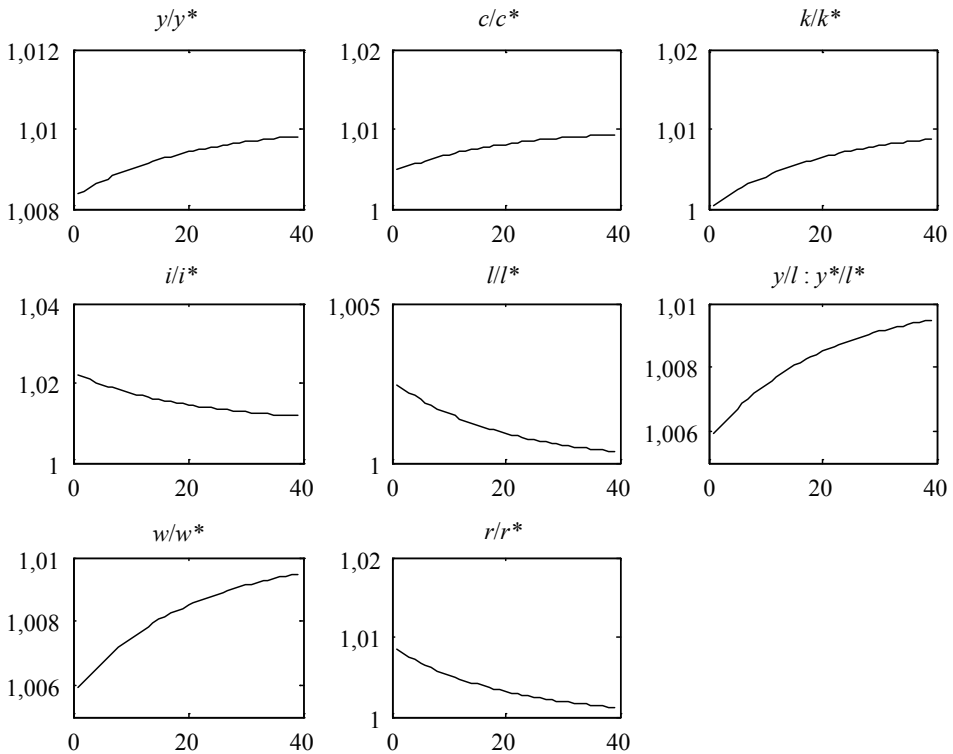


Rys. 2. Szok tymczasowy w deterministycznym modelu RBC

zmienna e_t , która stanowi realne źródło zakłóceń w efektywności procesu technologii. Zmienne sterowania przedstawia wektor (c_t, r_{t+1}, l_t, w_t) .

W modelu deterministycznym produktywność zagregowaną traktujemy jako zmienną czysto egzogeniczną, to znaczy że nie opisuje jej wówczas żadne równanie. Dla tymczasowego szoku technologii, pojawiającego się w pierwszym okresie ($z_0 = 0, z_1 = 0,01, z_2 = z_3 = \dots = 0$), przedstawiamy na rysunku 2 ścieżki powrotu zmiennych endogenicznych do wyjściowego stanu ustalonego.

W przypadku szoku trwałego rysunek 3 przedstawia ścieżki przejścia od wartości stanu stacjonarnego, w którym $z_t = 0$, do wartości stanu stacjonarnego, po zmianie strukturalnej $z_t = 0,01$.



Rys. 3. Szok trwały w deterministycznym modelu RBC

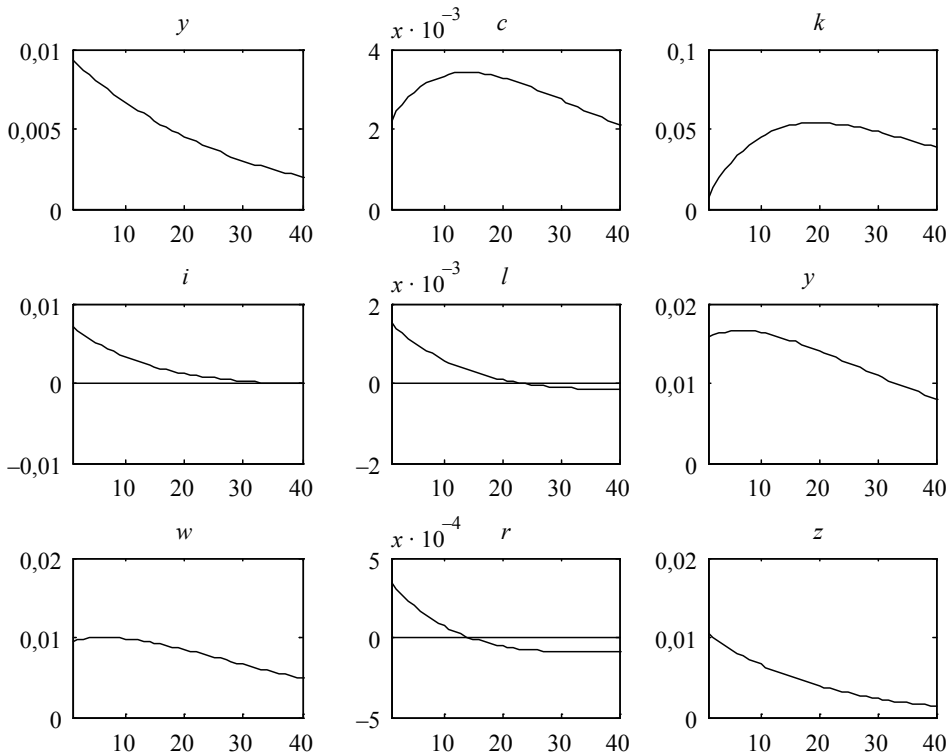
W modelu stochastycznym produktywność zagregowaną traktujemy jako zmienną endogeniczną, opisaną równaniem, w którym szoki są zmiennymi niezależnymi o jednakowym rozkładzie normalnym ze średnią 0 i wariancją σ^2 :

$$z_t = 0,95 z_{t-1} e_t. \quad (17)$$

Jedną z funkcji polityki i przejścia jest funkcja generująca, na podstawie zmiennych stanu oraz zmiennych skokowych, szereg czasowy dla procesu opisującego wielkość produkcji zagregowanej

$$y_t = 0,892 + 0,018k_t + 0,843z_{t-1} + 0,888e_t - 0,001k_t^2 + 0,031z_{t-1}k_t + 0,324z_{t-1}^2 + 0,358e_t^2 + 0,033k_t e_t + 0,681z_t e_t. \quad (18)$$

Dla każdej z endogenicznych zmiennych modelu, również dla zmiennej technologii, uzyskujemy wykresy funkcji impuls-odpowieź, przedstawione na rysunku 4, które prezentują odpowiedź tych zmiennych na innowacje w egzogenicznej zmiennej e_t .



Rys. 3. Szok w stochastycznym modelu RBC

2.2. Przykłady zastosowań

Zastosowanie modeli DSGE do opisu i badań zjawisk gospodarczych jest uzależnione od skali tych modeli, to znaczy od liczby użytych zmiennych endogenicznych. Skala modelu jest tym większa, im więcej uwzględnia on inercji nominalnych oraz funkcji o charakterze strukturalnym zarówno w obszarze rynku pracy, jak i rynku towarów.

Modele DSGE są wykorzystywane między innymi jako narzędzie do analizy polityki monetarnej. Na podstawie uzyskiwanych z nich rezultatów formułuje się zasady polityki monetarnej oraz przeprowadza symulacje dla gospodarek przy różnych wersjach tych reguł. Ze względu na mnogość zmiennych oraz ograniczeń stosowanych przy formułowaniu celów polityki monetarnej zastosowanie modeli DSGE w tej dziedzinie jest bardzo szerokie.

Za pomocą modeli DSGE można przeprowadzać ocenę oczekiwanych przyszłych zmian w reżimie monetarnym lub kursowym. Przykładem takich zmian jest przyjęcie przez bank centralny nowej zasady monetarnej, jak również wstąpienie państwa do unii monetarnej³.

Modele DSGE dużej skali są wykorzystywane również bezpośrednio przez banki centralne różnych krajów (na przykład Europejski Bank Centralny ECB, System Rezerw Federalnych FED, Bank Anglii, Riksbank, Norges Bank [Sbordone, Tambalotti, Rao i Walsh 2010, s. 1–2]). Za pomocą tej metodologii bank centralny ocenia, między innymi, w jaki sposób powinien dostosowywać stopę procentową w odpowiedzi na fluktuacje realnego kursu walutowego lub jakie są zyski z międzynarodowej współpracy monetarnej. Na tej podstawie publikowane są oficjalne raporty o polityce monetarnej, co służy zwiększeniu stopnia jej komunikowalności i transparentności.

Należy również zauważyć, że większość modeli RBC, nazywanych inaczej nowymi modelami keynesowskimi (*New Keynesian models*, w zależności od używanych w nich technik oraz wybranych źródeł szoków stochastycznych), stanowią modele DSGE. Są to modele makroekonomiczne oparte na podstawach mikroekonomicznych. Wywodzą się od pracy Kydlanda i Prescottta [1982, s. 1345–1371], a bazują na modelu wzrostu Solowa [Solow 1956, s. 65–94]. W modelach tych⁴ agenci gospodarczy maksymalizują swoje użyteczności oraz zyski, mają racjonalne oczekiwania, mogą mieć siłę rynkową nad płacami i cenami, mogą korzystać z krajowych i zagranicznych rynków finansowych, a polityka rządu działa przy pewnych zasadach i ograniczeniach budżetowych.

³ Jedną z prac w tym zakresie jest: [Bukowski, Dyrda i Kowal 2008, s. 73–144].

⁴ Dobry przegląd modeli RBC jest w pracy: [McCandless 2008].

3. Model DSGE z częścią monetarną

Z punktu widzenia kryterium walutowego konwergencji nominalnej jesteśmy zainteresowani włączeniem do modelu bloku opisującego politykę monetarną, a w szczególności pozwalającej na uwzględnienie wpływu różnych reżimów polityki kursowej. Konstruujemy model dla dwóch gospodarek otwartych, w którym agenci gospodarczy mają dostęp również do zagranicznego rynku aktywów. W wersji podstawowej nie uwzględniamy różnicy w rozmiarach gospodarek.

W opisie zależności dla polityki monetarnej przedstawiamy związki pomiędzy nominalną stopą procentową, realną stopą procentową, nominalnym kursem walutowym oraz stopą inflacji. W ten sposób mamy możliwość porównania, między innymi, wpływu oczekiwanych przyszłych zmian w reżimie walutowym, zmian w celu inflacyjnym itp. na zmienne realne oraz nominalne. Różnice wynikają z odmiennych odpowiedzi tych zmiennych na szoki stochastyczne, w zależności od przyjętego reżimu kursu walutowego lub przyjętej zasady polityki monetarnej. Oprócz innowacji w poziomie produktywności zagregowanej pojawiają się również nominalne źródła zakłóceń, to znaczy szoki generowane przez politykę monetarną. Należy jednak podkreślić, że ich wpływ na sferę realną może się okazać istotny tylko wówczas, gdy w modelu uwzględnimy wystarczającą ilość inercji nominalnych oraz realnych.

3.1. Model w przypadku płynnego kursu walutowego

Przedstawimy teraz zakres różnic w polityce monetarnej kraju, wynikających z przykładowej zmiany w reżimie walutowym, poprzez zestawienie zależności opisujących tę politykę w dwóch różnych przypadkach: płynnego kursu walutowego oraz unii monetarnej dwóch krajów.

Gdy pomiędzy dwoma krajami obowiązuje płynny kurs walutowy, wówczas dla każdego z nich dekompozycję Fishera przedstawia oddzielne równanie:

$$1 + r_t = \frac{1 + R_t}{1 + E_t(I_{t+1})}, \quad 1 + r_t^* = \frac{1 + R_t}{1 + E_t(I_{t+1}^*)}, \quad (19)$$

gdzie:

- r_t – realna stopa procentowa,
- R_t – nominalna stopa procentowa,
- I_t – stopa inflacji.

Ponieważ interesują nas odchylenia powyższych zmiennych od ich wartości w stanie ustalonym, zatem równania (18) możemy również przedstawić w postaci liniowej, po ich logarytmicznej linearyzacji

$$\hat{R}_t = \hat{r}_t + E_t(\hat{I}_{t+1}), \quad \hat{R}_t^* = \hat{r}_t^* + E_t(\hat{I}_{t+1}^*), \quad (20)$$

gdzie $\hat{x}_t = x_t - x$ oznacza proste odchylenie od stanu stacjonarnego (użyte ze względu na to, że wartości zmiennych nominalnych są bliskie zeru).

Parytet nominalnych stóp procentowych przedstawia zależność pomiędzy nominalnymi stopami procentowymi obu gospodarek, przy uwzględnieniu bieżącego oraz oczekiwanego nominalnego kursu walutowego

$$1 + R_{t+1} = (1 + R_{t+1}^*) \frac{E_t(e_{t+1})}{e_t}, \quad (21)$$

gdzie e_t oznacza nominalny kurs walutowy.

Równania zasady stopy procentowej (typu Taylora) oraz ich wersje z odchyleniami zmiennych od stanu stacjonarnego są następujące:

$$R_t = \rho R_{t-1} + (1 - \rho)R + \varphi(I_t - I) + \zeta_{R,t}, \quad (22)$$

$$R_t^* = \rho^* R_{t-1}^* + (1 - \rho^*)R + \varphi^*(I_t^* - I^*) + \zeta_{R,t}^*, \quad (23)$$

$$\hat{R}_t = \rho \hat{R}_{t-1} + \varphi \hat{I}_t + \zeta_{R,t}, \quad \hat{R}_t^* = \rho^* \hat{R}_{t-1}^* + \varphi^* \hat{I}_t^* + \zeta_{R,t}^*, \quad (24)$$

gdzie:

ρ – parametr wygładzania, mierzący wpływ opóźnionej stopy procentowej na bieżącą stopę procentową,

φ – miara wpływu luki inflacyjnej na politykę monetarną.

W tak zdefiniowanych zależnościach opisujących część monetarną modelu uwzględniamy zatem, poprzez zasady stopy procentowej, dwa niezależne źródła szoków nominalnych (można również przyjąć, że I_t także spełnia proces stochastyczny, którego źródłem zaburzeń jest szok we wroście nominalnej podaży pieniądza).

3.2. Model w przypadku unii monetarnej dwóch krajów

Przez unię monetarną rozumiemy reżim wspólnej waluty, to znaczy nie tylko usztywnienie kursu walutowego, ale również zrównanie nominalnych stóp procentowych na rynku międzybankowym. W takiej sytuacji kraj przystępujący do unii zostaje pozbawiony autonomicznej polityki pieniężnej.

Na skutek zrównania nominalnych stóp procentowych obowiązuje jedno równanie dekompozycji Fishera dla unii monetarnej dwóch krajów:

$$\hat{R}_t^{mu} = \frac{1}{2}(\hat{r}_t + \hat{r}_t^*) + E_t(\hat{I}_{t+1}^{mu}), \quad (25)$$

gdzie górny indeks mu jest oznaczeniem zmiennej dla unii monetarnej.

Parytet nominalnych stóp procentowych, na skutek usztywnienia kursu walutowego, zostaje ujednoczony, co w przypadku unii monetarnej sprowadza się do równości nominalnych stóp procentowych.

Ponieważ nominalne stopy procentowe są równe, więc obowiązuje jedna zasada stopy procentowej dla polityki monetarnej banku centralnego unii

$$\hat{R}_t^{mu} = \rho^{mu} \hat{R}_{t-1}^{mu} + \varphi^{mu} \hat{I}_t^{mu} + \zeta_{R,t}^{mu}. \quad (26)$$

W tym wypadku źródło zakłóceń nominalnych jest tylko jedno, wspólne dla obydwu krajów tworzących unię monetarną.

3.3. Wybór reguły monetarnej

Obecnie w praktyce większości banków centralnych, a zwłaszcza w używanych przez nie modelach, stosuje się reguły stopy procentowej typu Taylora. W oryginalnej wersji [Taylor 1993, s. 202] uwzględnia ona, z odpowiednimi parametrami, wielkość produkcji, stopę inflacji, stopę procentową oraz ich wartości w stanie ustalonym (traktowane jako cele polityki monetarnej).

Wybór zasady stopy procentowej jest ważny nie tylko ze względu na kształtowanie polityki monetarnej, ale również ze względu na opis związku między zmiennymi w kategoriach nominalnych a wyrażonymi w kategoriach realnych, co pozwala poszukiwać możliwości przedstawienia wpływu monetarnych kryteriów konwergencji nominalnej na realną sferę gospodarki. Aby uzyskać wpływ szoków monetarnych na zmienne w kategoriach realnych, konieczne jest jednak uwzględnienie odpowiednich inercji nominalnych, na przykład kontraktów cenowych, które wzmacniają oddziaływanie impulsów monetarnych na gospodarkę i rynek pracy.

W zależności od celów obieranych przez banki centralne, od rozmiaru gospodarki czy od przynależności do ugrupowań gospodarczych, w regule stopy procentowej można uwzględniać różne zmienne, w kategoriach nominalnych bądź realnych. Gospodarki małe, ukierunkowane na jakąś zagraniczną gospodarkę lub na przykład na strefę euro, biorą pod uwagę [Liam i McNelis 2008, s. 26] zagraniczną stopę procentową.

Większość banków centralnych, stosujących modele z zasadą monetarną typu Taylora, rozpatruje w niej pożądaną poziom stopy procentowej, cel inflacyjny oraz lukę produkcyjną. Przy tej ostatniej, w porównaniu z regułą nieuwzględniającą luki produkcyjnej, stopa procentowa staje się bardziej zmienna ze względu

na konieczność dostosowania do kolejnej zmiennej gospodarczej [Liam i McNelis 2008, s. 62], która ponadto jest zmienną w kategoriach realnych. Dla dużych gospodarek europejskich, czy gospodarki Stanów Zjednoczonych, dobrze sprawdza się uwzględnienie opóźnionej krajowej stopy procentowej. Poprawia to dopasowanie oszacowań do rzeczywistej wariacji nominalnej stopy procentowej.

Niedawno zaproponowano również, aby zamiast luki produkcyjnej, którą trudno się mierzy, brać pod uwagę stopę wzrostu produktu. Jednakże propozycja ta znajduje się jeszcze w fazie badań i nie jest powszechnie stosowana [Liam i McNelis 2008, s. 68].

Warto zauważyć, że przy opisie polityki monetarnej za pomocą reguły monetarnej typu Taylora, możemy w modelu uwzględnić przybliżone wartości zmiennych nominalnych strefy euro – jej stopę inflacji, nominalny kurs walutowy, nominalną stopę procentową.

4. Interpretacja wyników teoretycznych

Na podstawie zależności zawartych w modelu, w szczególności opisujących politykę monetarną oraz założenie o heterogeniczności w zakresie produktywności firm, postaramy się teraz przeprowadzić analizę teoretyczną wniosków wynikających z modelu. W przyszłości analiza ta zostanie pogłębiona o symulacje numeryczne oraz estymacje równań modelu na podstawie danych empirycznych.

4.1. Wpływ zmiany w reżimie walutowym na wyniki osiągnięte przez gospodarkę

Jeżeli w modelu uwzględnimy część monetarną, to możemy rozważać oddziaływanie na gospodarkę impulsów monetarnych, wynikających z dodania do zasad stopy procentowej pewnego szumu losowego, przy różnych reżimach kursu walutowego.

W przypadku płynnego kursu walutowego, nominalną stopę procentową w danej gospodarce może zaburzyć impuls monetarny, którego źródłem są procesy zachodzące w gospodarce krajowej. Przy kształtowaniu nominalnej stopy procentowej bank centralny musi zatem wziąć pod uwagę wpływ egzogenicznych czynników krajowych. Absorpcja tego impulsu dokonuje się na dwa sposoby, poprzez dostosowania stopy procentowej oraz dostosowania kursu walutowego.

W przypadku unii monetarnej dwóch państw i krajowego impulsu monetarnego nie funkcjonuje ani kanał kursu walutowego, ani kanał oddziaływania poprzez rynek międzybankowy. Produkt nie reaguje na krajowy impuls monetarny [Bukowski, Dyrda i Kowal 2008, s. 129–131]. Jednakże gospodarka staje się podatna na zagraniczny impuls pieniężny. Przy uwzględnieniu w modelu inercji nomi-

nalnych, może on przynieść realne efekty dla danej gospodarki krajowej. Zatem po zmianie reżimu walutowego zmienia się źródło szoków. Z punktu widzenia przedsiębiorców wyeliminowane jednak zostaje ryzyko kursowe.

Przyjęcie danego reżimu walutowego ma wpływ nie tylko na sposób prowadzenia optymalnej polityki monetarnej, ale również na sferę realną. Wpływ ten zostaje podkreślony w rozważanym modelu DSGE poprzez uwzględnienie heterogeniczności na poziomie firm, a zwłaszcza wyróżnienie przedsiębiorstw międzynarodowych, to znaczy podejmujących FDI. Szczególnie dla takich firm istotne jest kształtowanie się kursu walutowego, jego poziomu oraz zmienność.

Decyzje firm zaangażowanych w bezpośrednie inwestycje zagraniczne zależne są między innymi od kosztów transakcyjnych i od ryzyka kursowego. Polegają one na wycenie towarów, a także na wyborze rodzaju działalności, a więc wpływają na zyski, dywidendy i wielkość produkcji w obu gospodarkach modelu. Od tych decyzji zależy zatem również kształtowanie się poziomu zagregowanej konsumpcji oraz poziomu zagregowanej produkcji.

Sposób, w jaki innowacje monetarne przenoszą się w skali międzynarodowej, jest ważny dla banków centralnych oraz decydentów politycznych. Na tej podstawie mogą oni dostosowywać swoją politykę monetarną. To z kolei wpływa na kształtowanie się oczekiwań agentów gospodarczych. W przyjętym modelu oznacza to wpływ na decyzje firm międzynarodowych. Ma to o tyle duże znaczenie, że bezpośrednio inwestycje zagraniczne uznaje się za jedną z ważniejszych determinant wzrostu gospodarczego, w szczególności w krajach „doganiających” gospodarki wysoko rozwinięte.

4.2. Optymalna decyzja co do reżimu walutowego

Przy ocenie decyzji odnośnie do reżimu kursu walutowego istotne są różne czynniki. Jednym z nich jest znaczenie autonomicznej polityki pieniężnej oraz kontroli nad inflacją.

W przypadku egzogenicznej polityki monetarnej (to jest nieuwzględniającej poziomu produktu) z płynnym kursem walutowym, poziom inflacji nie zależy od dynamiki aprecjacji kursu walutowego. Władze monetarne mają pełną kontrolę nad inflacją. W wyniku szoku we wzroście nominalnej podaży pieniądza dochodzi do krótkookresowego wzrostu produktu ponad stan ustalony, deprecjacji realnego kursu walutowego [Bukowski, Dyrda i Kowal 2008, s. 130], co w krótkim okresie podnosi eksport.

Reżim wspólnej waluty oznacza, że produkt nie reaguje na krajowy, tylko na zagraniczny impuls pieniężny. Brak ryzyka kursowego pociąga za sobą spadek kosztów transakcyjnych, co sprzyja podniesieniu rentowności firm, ich sprzedaży, a stąd wzrostowi całkowitego produktu. Eliminacja różnic pomiędzy krajowymi a europejskimi stopami procentowymi, czyli warunek niezbędny do pełnego

wprowadzenia wspólnej waluty, również oznacza obniżenie kosztów ponoszonych przez przedsiębiorstwa i zachęca nowe firmy do wejścia na rynek.

To, jaka decyzja co do reżimu walutowego ma zostać podjęta, powinno wynikać z jasno ustalonych kryteriów oceny takiej decyzji. Wśród nich należy uwzględnić miarę łącznego wpływu przyjętego reżimu kursowego na absorpcję szoków monetarnych, ich oddziaływanie poprzez różne kanały. Istotna jest również szybkość pojawienia się oraz trwałość tego wpływu.

Z drugiej strony należy pamiętać, że oprócz kryterium walutowego konwergencja nominalna nakłada na kraj kandydujący do Europejskiej Unii Monetarniej obowiązek spełnienia kryterium inflacyjnego. Jak podkreśla wielu badaczy zajmujących się tematyką unii monetarnej, pomiędzy spełnieniem kryterium inflacyjnego a wypełnieniem wymagania co do usztywnienia nominalnego kursu walutowego istnieje konflikt (*trade-off*), który utrudnia państwu starającym się o przyjęcie do strefy euro wypełnienie wszystkich postulatów konwergencji nominalnej.

5. Propozycje modyfikacji modelu

Celem modyfikacji modelu jest takie jego przeformułowanie, aby jak najlepiej i w jak największym stopniu móc uwzględnić związki pomiędzy nominalnymi a realnymi zmiennymi gospodarczymi oraz wpływ kryteriów konwergencji nominalnej na realną sferę gospodarki. Chcemy, aby model posłużył w przyszłości jako praktyczne narzędzie do badania takich zależności.

5.1. Znaczenie monetarnych kryteriów konwergencji nominalnej

Chcemy, aby rozważany model DSGE, z heterogenicznymi firmami oraz częścią monetarną, posłużył nam po odpowiednich modyfikacjach jako narzędzie do analizy związków kryteriów konwergencji nominalnej z procesami konwergencji realnej lub przynajmniej do analizy ich ogólnie rozumianego oddziaływania na realną sferę gospodarki.

Należy zauważyć, że kryteria nominalne to nic innego, jak pewne instytucjonalne decyzje, które odnoszą się do narzędzi nominalnych, takich jak stopa inflacji, nominalna stopa procentowa czy kurs walutowy. Interesuje nas to, jak te kryteria wpływają na realną aktywność gospodarczą kraju, na przykład na produkt poprzez kanał bezpośrednich inwestycji gospodarczych, na poziom inwestycji w gospodarce, na rynek pracy.

Monetarne i walutowe kryteria konwergencji nominalnej wymagają, od kraju kandydującego do Europejskiej Unii Monetarniej, uwzględnienia ich w polityce monetarnej, a zatem zmian w reżimie kursowym, w celu inflacyjnym, w regu-

le stopy procentowej stosowanej przez bank centralny. Można rozważać wpływ bieżących postępów w wypełnianiu wymogów stawianych przez te kryteria, jak również rozpatrywać scenariusze różnych sposobów ich realizacji oraz wpływ oczekiwań agentów gospodarczych, wynikających z decyzji władz monetarnych odnośnie do znaczenia kryteriów w polityce monetarnej.

Polityka monetarna ograniczona (egzogenicznie) kryteriami konwergencji nominalnej przypisuje inne wartości celu zmiennym nominalnym niż te, które są w stanie ustalonym dla polityki nieograniczonej kryteriami. W związku z tym różne są reakcje tych zmiennych na szoki, to znaczy wzór ich odpowiedzi na impulsy realne bądź monetarne oraz różne, wynikające z tych szoków, koszty w dobrobycie⁵. Te ostatnie bada się poprzez funkcję straty w dobrobycie skonstruowaną, na przykład, jako funkcje wariancji zagregowanego produktu, krajowych *terms of trade*, kowariancji pomiędzy nimi oraz wariancji dla sektorowych stóp inflacji (sektor dóbr handlowych i niehandlowych). W przypadku krajowej polityki monetarnej, uwzględniającej kryteria nominalne, w znacznym stopniu polityka ta jest uzależniona od wyników zagranicznych gospodarek oraz sposobu prowadzonej w nich polityki pieniężnej. Zatem jest podatna na zagraniczne szoki stochastyczne. Z drugiej strony pozwala uzyskać mniejsze fluktuacje monetarnych zmiennych konwergencji nominalnej.

Naszym celem jest takie opracowanie modelu, w szczególności założeń opisujących inercje realne i nominalne oraz części opisującej politykę monetarną, aby móc uwzględnić kryteria nominalne i ocenić możliwy sposób ich wprowadzania w polityce monetarnej ze względu na wpływ tej polityki na zmienne realne. Wówczas celowe staje się porównywanie realizacji zmiennych w odpowiedzi na nominalne szoki stochastyczne, w zależności od wybranej reguły stopy procentowej, reżimu walutowego, celu inflacyjnego oraz szacowanie wartości funkcji straty w dobrobycie w różnych wariantach.

5.2. Uwzględnienie inercji nominalnych i realnych

W celu uzyskania za pomocą modelu silniejszego wpływu impulsów monetarnych na gospodarkę i rynek pracy, należy w większym stopniu uwzględnić w nim inercje nominalne oraz realne, które prowadzą do odchylenia od parytetu siły nabywczej. Jednakże należy brać również pod uwagę dotychczasowy stopień złożoności modelu oraz jego skalę, wynikające między innymi z wprowadzenia heterogeniczności w poziomie produktywności firm. Standardowy sposób uwzględniania lepkości cen towarów (kontakty cenowe typu Calvo) pociągałby za sobą znaczne zwiększenie złożoności modelu, gdyż kształtowałaby się ona

⁵ Z wynikami prezentującymi dodatkowe koszty w dobrobycie, wynikające z optymalnej polityki pieniężnej ograniczonej kryteriami konwergencji nominalnej, można zapoznać się w pracy: [Lipińska 2008, s. 26–31].

inaczej dla każdego z rodzajów firm. Mogłoby to utrudniać uzyskanie oraz interpretację wyników.

Konsekwencją wprowadzenia do modelu DSGE lepkości cen typu Calvo [Calvo 1983, s. 383–398] jest uzyskanie innej postaci narzutu na cenę nad kosztem marginalnym oraz innej postaci zagregowanego poziomu cen – jako funkcji nowo ustalonych cen oraz przeszłego indeksu cenowego [Sbordone i in. 2011, s. 7]. W ten sposób uzyskuje się wyrażenie na bieżącą stopę inflacji w zależności od oczekiwanej stopy inflacji, realnego kosztu marginalnego oraz szoku narzutu na cenę. Zatem w modelu pojawia się nowe źródło szoków – narzut na cenę.

Innym sposobem uwzględnienia inercji nominalnej w cenach towarów są koszty menu typu Rotemberga [Rotemberg 1982, s. 517–531]. Niezależnie od postaci mechanizmu wycenienia (typu Calvo czy Rotemberga), ze względu na lepkość cen, zmienia się wpływ inflacji (względny wobec poziomu produktu) w zagregowanej funkcji dobrobytu, którą maksymalizuje bank centralny. Dynamika inflacji generowana przez stałe prawdopodobieństwo optymalnej wyceny u Calvo jest równoważna do tej uzyskiwanej przy założeniu istnienia kosztów menu jak u Rotemberga, z kwadratową funkcją kosztów dostosowania dla zmian cen. Inne są natomiast wartości funkcji straty w dobrobycie, a dokładniej jej przybliżeń drugiego rzędu.

Podobnie jak lepkość cen, można rozważać inercję w płacach nominalnych (na przykład typu Calvo)⁶. Ze względu na znaczenie szybkości dostosowań cen oraz płac, elastyczność rynków pracy i dóbr może stanowić istotny kanał absorpcji szoków asymetrycznych (zarówno przed, jak i po przystąpieniu do strefy euro).

Alternatywą wobec wprowadzenia inercji nominalnej bezpośrednio w cenach towarów może być uwzględnienie lepkości kosztów wejścia na rynek produkcji⁷, zgodnie ze schematem Calvo. Ponieważ niezależnie od rodzaju przedsiębiorstwa koszty te kształtują się tak samo, więc nie zależą od produktywności idiosynkratycznej, takie rozwiązanie jest bardziej korzystne ze względu na złożoność rozważanego modelu DSGE.

Wśród inercji realnych można wyróżnić etnocentryzm konsumencki (*home bias*), który nie został bezpośrednio uwzględniony w rozważanym przez nas modelu DSGE. Przy takiej konstrukcji zagregowana konsumpcja reprezentatywnego konsumenta dzieli się pomiędzy konsumpcję dóbr krajowych oraz konsumpcję dóbr zagranicznych, ze współczynnikami odpowiednio $(1 - \beta)^{1/\sigma}$ oraz $\beta^{1/\sigma}$. Podobnie całkowity indeks cen konsumpcyjnych składa się z indeksu cen dóbr krajowych oraz indeksu cen dóbr zagranicznych, z wagami odpowiednio $(1 - \beta)$ i β . Wówczas $(1 - \beta) \in [0,5, 1]$ jest miarą etnocentryzmu konsumenckiego, a 2β uznaje się za wskaźnik otwartości rynku towarów (ponieważ w równowadze β

⁶ W pracy [Bukowski, Dyrda i Kowal 2008, s. 96] został przedstawiony mechanizm Nasha negocjacji płac.

⁷ Propozycję taka można odnaleźć w pracy: [Elkhoury i Mancini-Griffoli 2006, s. 28–30].

jest udziałem dóbr importowanych w całkowitej konsumpcji prywatnej). Okazuje się jednak, że specyfikacja *home bias* jest blisko powiązana ze specyfikacją handlowych kosztów transportu (*iceberg trade cost*)⁸, to znaczy założeniem, zgodnie z którym, aby móc skonsumować jednostkę danego dobra importowanego, konsument musi kupić $(1 + \tau_i)$ jednostek tego dobra. Takie koszty transportu zostały uwzględnione w naszym modelu i kształtują one różne ceny towarów w zależności od rodzaju przedsiębiorstwa.

Kolejny przykład inercji realnych stanowi, często spotykany w pracach opartych na modelach DSGE, podział towarów na sektor dóbr handlowych (dobra przemysłowe, *tradable*) i niehandlowych (usługi, *nontradable*). Jeżeli w modelu zastosuje się taki podział, to można rozważyć reżim kursu walutowego uwzględniający cel inflacji dóbr niehandlowych i odpowiednią, wynikającą z tego regułę stopy procentowej.

Należy rozważyć, które z powyższych inercji nominalnych oraz realnych (być może również innych, niewymienionych powyżej) warto ująć w wyjściowym modelu DSGE z heterogenicznymi firmami, tak aby osiągnąć wzmocnienie oddziaływania impulsów monetarnych, a jednocześnie zbytnio nie zwiększać stopnia złożoności modelu.

Zakończenie

Wnioski płynące z analizy teoretycznej przedstawionego modelu nie traktujemy jako ostateczne. Jest to bowiem tylko propozycja narzędzia do badania związków między nominalnymi a realnymi zmiennymi gospodarczymi. Konieczne są modyfikacje modelu w postaci uwzględnienia w nim inercji nominalnych oraz realnych, które, jak podkreśla wielu badaczy, są warunkiem niezbędnym uzyskania istotnego wpływu impulsów pieniężnych na realną sferę gospodarki. W szczególności należałoby rozważyć sposób wprowadzenia do modelu lepkości cen towarów bądź inercji w kosztach wejścia firm na rynek.

Po przeanalizowaniu niezbędnych modyfikacji modelu, posłuży on w przyszłości do przeprowadzenia symulacji numerycznych oraz estymacji danych empirycznych, dających podstawę do formułowania bardziej kategorycznych stwierdzeń.

Ostatecznie naszym celem jest wykorzystanie przedstawionego modelu do analizy związków między nominalną a realną konwergencją gospodarczą. Dlatego w artykule podkreśliliśmy przydatność tego typu narzędzi, rolę oczekiwania agentów gospodarczych co do kształtowania się polityki monetarnej kraju oraz znaczenie kanału bezpośrednich inwestycji zagranicznych w absorpcji szoków monetarnych.

⁸ Wyjaśnienie można w pracy: [Auray, Eyquem i Poutineau 2010].

Bibliografia

- Auray, S., Eyquem, A., Poutineau, J.-Ch., 2010, *The Welfare Gains of Trade Integration in the European Monetary Union*, GREMARS, Macroeconomic Dynamisc vol. 14(5).
- Bukowski, M., Dyrda, S., Kowal, P., *Przyjęcie euro w świetle modelu DSGE dużej skali*, w: M. Bukowski (red.), *Wprowadzenie euro a bezrobocie i zatrudnienie w Polsce*, t. 1, IBRKK, IBS, Warszawa 2008.
- Calvo, G.A., 1983, *Staggered prices in a utility-maximizing framework*, Journal of Monetary Economics vol. 3(12).
- Contessi, S., 2007, *International macroeconomics dynamics, endogenous tradability and foreign direct investment with heterogeneous firms*, Federal Reserve Bank of St. Louis, February.
- Elkhoury, M., Mancini-Griffoli, T., 2006, *Monetary Policy with Endogenous Firm Entry*, IHEID Working Papers No. 9.
- Ghironi, F., Melitz, M.J., 2005, *International trade and macroeconomic dynamics with heterogeneous firms*, Quarterly Journal of Economics vol. 120(3).
- Kydland, F., Prescott, E.C., 1982, *Time to Build and Aggregate Fluctuations*, Econometrica No. 50.
- Liam, G.C., McNelis, P.D., 2008, *Computational Macroeconomics for the Open Economy*, The MIT Press, Massachusetts.
- Lipińska, A., 2008, *The Maastricht convergence criteria and optimal monetary policy for the EMU accession countries*, EBC Working Paper Series No. 896.
- McCandless, G., 2008, *The ABCs of RBCs: An Introduction to Dynamic Macroeconomic Models*, Harvard University Press, Harvard.
- Pappadà, F., 2009, *Real adjustment of current account imbalances with firm heterogeneity*, Documents de travail du Centre d'Economie de la Sorbonne, No. v08096.
- Rotemberg, J.J., 1982, *Monopolistic price adjustment and aggregate output*, Review of Economic Studies No. 49, s. 517–531.
- Sbordone, A.M., Tambalotti, A., Rao, K., Walsh, K., 2010, *Policy analysis using DSGE models: an introduction*, Economic Policy Review vol. 16(2).
- Solow, R.M., 1956, *A contribution to the theory of economic growth*, Quarterly Journal of Economics No. 70.
- Taylor, J.B., 1993, *Discretion versus policy rules in practice*, Carnegie-Rochester Conferences Series on Public Policy, 39, North-Holland, s. 195–214.

EXCHANGE RATE CRITERION OF NOMINAL CONVERGENCE IN DSGE MODELS WITH HETEROGENEOUS FIRMS

Summary: The aim of the paper is to show a tool which in intention could serve a purpose of studying interrelationships between a real and nominal economic convergence. A presented DSGE model takes into account heterogeneity in productivity levels of firms and also the role of changes in currency regime.

In the following parts of the article we present components of the model construction, which are important from the point of view of the discussed topic. In the first place this is taking into account existence of heterogeneous firms, which allows for considering a channel of foreign direct investment in propagation of monetary impulses. Another important feature of the model is its stochastic nature which emphasizes the role of expectations. In the next part we present a proposal of describing monetary policy and changes in currency regime. At the end we show postulates of modifications in assumptions of the model which allow for obtaining in the future a better tool to consider this research issue.