



Ministry
of Finance

Republic
of Poland

No 20-2015
September 2015

MF Working Paper Series



Dominik Korniluk

Polityka fiskalna w modelach DSGE

MINISTRY OF FINANCE
REPUBLIC OF POLAND

Any reprinting or dissemination of this material requires previous acceptance of the Ministry of Finance in Poland. Upon quoting, please refer to the source.

Polityka fiskalna w modelach DSGE

Dominik Korniluk*

Studia Doktoranckie Kolegium Analiz Ekonomicznych
w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie,
Badania młodych naukowców - KAE/BMN/28/15

22 sierpnia 2015

Niniejsza praca stanowi przegląd literatury na temat polityki fiskalnej w dynamicznych modelach stochastycznej równowagi ogólnej (DSGE): realnego cyklu koniunkturalnego oraz nowokeynesowskich (nowej syntezy neoklasycznej). Celem artykułu jest określenie pożądanych cech modelu DSGE, który mógłby posłużyć znalezieniu odpowiedzi na pytanie o optymalny poziom i strukturę wydatków rządowych. Szczególną uwagę zwrócono na specyfikację wydatków rządowych w funkcji użyteczności gospodarstw domowych i funkcji produkcji oraz modelowanie ograniczenia budżetowego (w tym regul fiskalnych) i zadłużenia rządu. Zaproponowane rozwiązania zostały poddane ocenie pod kątem prostoty i zgodności założeń oraz implikowanych predykcji z rzeczywistością.

Słowa kluczowe: modele DSGE, polityka fiskalna, przegląd literatury

Kody JEL: B22, E62

1. Wprowadzenie

Modele klasy DSGE (ang. *dynamic stochastic general equilibrium*) stanowią najpopularniejsze, choć niepozbawione krytyki, narzędzie we współczesnej makroekonomii. Można

*Autor jest doktorantem w Kolegium Analiz Ekonomicznych Szkoły Głównej Handlowej oraz pracownikiem Departamentu Polityki Makroekonomicznej Ministerstwa Finansów. Kontakt: d.korniluk@gmail.com. Poglądy wyrażone w niniejszym artykule powinny być traktowane jako poglądy autora, które nie muszą koniecznie wyrażać poglądów Ministerstwa Finansów.

je podzielić na dwie podklasy: starszą - realnego cyklu koniunkturalnego oraz młodszą - nowokeynesowską.

Teoria realnego cyklu koniunkturalnego (ang. *real business cycle* - RBC) zakładała występowanie efektywnych (t.j. nie świadczących o zbyt niskim wykorzystaniu czynników produkcji) cykli koniunkturalnych wywołanych zmianami technologicznymi, a nie czynnikami monetarnymi. Badania empiryczne wskazywały jednak na istotny wpływ sfery nominalnej gospodarki na sferę realną w krótkim okresie, co przyczyniło się do powstania tzw. modeli nowokeynesowskich. Różnią się one od modeli RBC tym, że uwzględniają niektóre niedoskonałości rynków, np. konkurencję monopolistyczną, sztywności realne i nominalne.

Modele DSGE są wykorzystywane m.in. w bankach centralnych wielu państw, np. Chile (Medina i Soto, 2007), Polski (Grabek, Kłos i Koloch, 2011), Szwecji (Adolfson, Laséen, Christiano, Trabandt i Walentin, 2013), USA (Erceg, Guerrieri i Gust, 2006) oraz Europejskim Banku Centralnym (Smets i Wouters, 2003), a także w ministerstwach finansów m.in. Czech (Stork, 2011), Hiszpanii (Burriel, Fernandez-Villaverde i Rubio-Ramirez, 2009) i Polski (Torój, 2010) oraz w Komisji Europejskiej (Marco, Werner i in' t Veld, 2006). Rozwój modeli DSGE na przełomie XX i XXI wieku przebiegał i nadal przebiega bardzo intensywnie. Ta ewolucja polega na dołączaniu do rdzenia modelu różnych nowych elementów, np. heterogenicznych dóbr, sektora finansowego, niedoskonałości informacji, ale też bardziej złożonej polityki fiskalnej, na którą to kwestię położony został nacisk w niniejszym przeglądzie literatury.

Ekspansja literatury na temat modeli DSGE spowodowała, że nie istnieje obecnie jedyna dominująca postać modelu, która mogaby być wykorzystywana przez wszystkich decydentów polityki fiskalnej. W dodatku różne modele mogą dawać sprzeczne rekomendacje¹. Co więcej, kryzys finansowy, który wybuchł w 2008 r., silnie naruszył panujący konsensus w kwestii oceny użyteczności modeli DSGE. Zarzuca się im m.in.: nadmiernie upraszczającą rzeczywistość koncepcję reprezentatywnego podmiotu; niemożność interpretacji niektórych parametrów oraz to, że nadają zbyt duże znaczenie odchyleniom kategorii makroekonomicznych od stanu długookresowej równowagi (trendu). Modele DSGE zaniedbują kwestię samego poziomu równowagi, który jest wprowadzany egzogenicznie; opisują bowiem wahania cyklu koniunkturalnego, podczas gdy samym trendem zajmuje się teoria wzrostu²

Ponadto, przed kryzysem panował konsensus, że w przeciwieństwie do polityki mone-

¹Za przykład może tu posłużyć niepewność co do rozmiaru mnożnika fiskalnego, czyli wpływu zwiększonych wydatków lub deficytu publicznego na poziom PKB. Inny przykład pochodzi z pracy Bludnik (2011) i dotyczy rynku pracy. W niektórych modelach bezrobocie równowagi jest w pełni dobrowolne, gdyż wynika z procesu poszukiwań i dopasowań. W innych modelach zakłada się występowanie tzw. płac wydajnościowych, które przyczyniają się do powstania bezrobocia przymusowego.

²Z drugiej strony, Woodford (2009) twierdzi, że istnieje konsensus co do tego, iż analiza makroekonomiczna powinna opierać się na fundamentach międzyokresowej równowagi ogólnej. Dzięki temu „można analizować zarówno krótko-, jak i długookresowe fluktuacje w jednych, spójnych ramach.”

tarnej, aktywna polityka fiskalna nie jest skuteczna w stabilizowaniu cyklu koniunkturalnego i dlatego powinna zostać ograniczona do automatycznych stabilizatorów koniunktury. Takie stanowisko było wynikiem problemów opóźnień związanych z polityką fiskalną: wewnętrznych (rząd musi zdecydować o potrzebie zmiany, następnie musi zaprojektować konkretne działania, zaakceptować je i wprowadzić w życie - np. podatki powinny być ustalane raz na rok) oraz zewnętrznych (reakcja realnej gospodarki na zmianę w polityce fiskalnej). Jednak po kryzysie, w niektórych krajach, m.in. w USA, główny kanał oddziaływań polityki monetarnej, czyli poziom stóp procentowych, został wyeliminowany po tym, jak stopy procentowe zostały obniżone do zera i dalszy ich spadek został wykluczony³. Wówczas na znaczeniu zyskała aktywna polityka fiskalna.

Celem niniejszego przeglądu literatury jest określenie pożądanych cech modelu DSGE, który mógłby posłużyć znalezieniu odpowiedzi na pytanie o optymalny poziom i strukturę wydatków rządowych. W niniejszym przeglądzie literatury uwaga jest więc skoncentrowana na sposobie modelowania polityki fiskalnej, która w modelach DSGE przed kryzysem odgrywała mniejszą rolę niż polityka monetarna. Zaproponowane rozwiązania zostały poddane ocenie pod kątem prostoty i zgodności założeń oraz implikowanych predykcji z rzeczywistością.

W celu ułatwienia lektury niniejszego artykułu, przyjęto jednolitą konwencję oznaczeń, która czasami odbiega od konwencji stosowanych w cytowanych artykułach. Oprócz zamieszczonego w aneksie słownika, oznaczenie wprowadzone po raz pierwszy w artykule zostało wyjaśnione pod danym równaniem.

Struktura pracy jest następująca. W części drugiej porównany zostanie sposób ujmowania polityki fiskalnej w modelach realnego cyklu koniunkturalnego. Część trzecia została poświęcona modelom nowokeynesowskim. Modele zostały co do zasady zaprezentowane w układzie chronologicznym, co jest spowodowane tym, że kolejne artykuły przeważnie odwoływały się bądź stanowiły rozwinięcie poprzednich prac. Krytyka modeli DSGE została zawarta w części czwartej. Uwagi o charakterze ogólnym i wnioski zostały zamieszczone w części piątej, tj. podsumowaniu.

2. Modele realnego cyklu koniunkturalnego

2.1. Model Kydlanda i Prescottta

Pierwszą z omawianych podklas modeli DSGE stanowią modele realnego cyklu koniunkturalnego. Kydland i Prescottt (1982) opublikowali artykuł opisujący model, w którym występowanie cyklu koniunkturalnego było związane całkowicie ze stroną podażową gospodarki. Taki model bardzo różnił się od modeli konstruowanych w obrębie szkoły mone-

³Banki centralne Szwajcarii i Szwecji były jednak w stanie obniżyć stopy procentowe do poziomów ujemnych: odpowiednio -0,75% i -0,25%.

tarystycznej oraz nowej ekonomii klasycznej, akcentujących rolę impulsów nominalnych, a w szczególności monetarnych (Snowdon i Vane, 2005). Modele realnego cyklu koniunkturalnego (RBC) stanowiły rozszerzenie neoklasycznych modeli wzrostu o egzogeniczne losowe szoki (z ang. *shocks*, w polskiej literaturze zwykło się tłumaczyć je jako „szoki”, choć sformułowaniem lepiej oddającym znaczenie byłyby „zaburzenia” lub „impulsy”) pochodzące z realnej sfery gospodarki, np. zmiany w: technologii, preferencjach gospodarstw domowych, a także w wydatkach rządowych i stawkach podatkowych. Inną cechą wyróżniającą szkołę RBC było założenie, że w każdym punkcie cyklu koniunkturalnego gospodarka znajduje się w stanie równowagi. Oznacza to, że zakładano brak zakłóceń mechanizmu rynkowego - efektów zewnętrznych, ani różnego rodzaju frykcji, takich jak: lepkość cen, błąd koordynacji, przymusowe bezrobocie itp. A skoro gospodarka zawsze znajduje się w równowadze, to ani fiskalna, ani pieniężna polityka stabilizacyjna nie jest jej potrzebna. Z tego względu, we wspomnianym modelu Kydlanda i Prescottta, wydatki rządowe w ogóle nie zostały uwzględnione.

2.2. Prosty model RBC

Przegląd dynamicznych stochastycznych modeli równowagi ogólnej warto rozpocząć od prostego modelu RBC, bez kapitału i szoków produktywności, ale za to z wydatkami rządowymi. Taki lub podobny model często wykorzystuje się jako początkowy, referencyjny przykład w wykładach czy też podręcznikach do zaawansowanej makroekonomii (Galí, 2007). W modelu tym, podobnie jak we wszystkich omawianych w niniejszym artykule, zostały wyodrębnione: reprezentatywne gospodarstwo domowe, reprezentatywne przedsiębiorstwo i rząd prowadzący politykę fiskalną. Ponadto do owych podmiotów, w bardziej rozbudowanych modelach, dołączany jest bank centralny prowadzący politykę monetarną, a także inne podmioty. Warto zwrócić tutaj uwagę na samo pojęcie reprezentatywności. Jego krytyka została szerzej opisana w rozdziale 4.1 niniejszego przeglądu literatury.

W omawianym modelu, reprezentatywne gospodarstwo domowe stoi przed problemem maksymalizacji wartości oczekiwanej sumy zdyskontowanej użyteczności z konsumpcji i czasu wolnego:

$$\max_{\{c_t, l_t, b_{t+1}\}_{t=0}^{+\infty}} E_0 \sum_{t=0}^{+\infty} \beta^t u(c_t, l_t).$$

Gdzie: c_t - poziom konsumpcji gospodarstw domowych w okresie t (występujący przy następnym oznaczeniu subskrypt t oznacza także „w okresie t ”); l - udział czasu wolnego w całkowitym czasie, którym dysponuje gospodarstwo domowe; b_t - zasób obligacji rządowych emitowanych w okresie $t - 1$ i zapadających w okresie t ; $E_t(\cdot)$ - operator oczekiwania formułowanych na podstawie informacji posiadanych w okresie t ; $\beta \in (0, 1)$ - współczynnik dyskontujący przyszłość; $u(\cdot)$ - funkcja użyteczności.

Gospodarstwo podlega przy tym w każdym okresie t następującemu ograniczeniu bu-

dżetowemu:

$$c_t + \frac{b_{t+1}}{1 + r_t} = w_t(1 - l_t) - t_t + b_t,$$

przy czym $\frac{\partial u(c_t, l_t)}{\partial c} > 0$ oraz $\frac{\partial u(c_t, l_t)}{\partial l} > 0$.

Gdzie: r - stopa procentowa; w - stawka wynagrodzenia; t - podatek ryczałtowy pobierany przez administrację państwową.

Oprócz gospodarstw domowych, w owym prostym modelu RBC można wyróżnić reprezentatywne przedsiębiorstwo, którego funkcja produkcji jest następująca:

$$y_t = z(1 - l_t).$$

Gdzie: y - poziom produktu (krajowego brutto); z - współczynnik produktywności.

W funkcji tej, która zazwyczaj jest bardziej rozbudowana, przejawia się prostota tego modelu. Zwykle bowiem przedsiębiorstwa mogą inwestować w kapitał, który stanowi drugi argument funkcji produkcji. Ponadto produktywność zwykle podlega wahaniom losowym lub rośnie zgodnie z określonym trendem.

Trzeci sektor gospodarki ujęty w opisywanym tutaj modelu to sektor rządowy. Zakłada się, że budżet państwa jest zrównoważony, czyli nie może wystąpić deficyt, ani nadwyżka. Ograniczenie budżetowe przedstawia się więc następująco:

$$g_t + b_t = \frac{b_{t+1}}{1 + r_t} + t_t.$$

Z kolei wydatki rządowe są określone przez następującą regułę:

$$g_t = (1 - \rho)\bar{g} + \rho g_{t-1} + \varepsilon_t^g.$$

Gdzie: g - wydatki rządowe; \bar{g} - wydatki rządowe w stanie ustalonym; ρ - współczynnik inercji; ε^x - składnik losowy w procesie stochastycznym opisującym zmienną x .

Wydatki są zatem opisywane przez proces autoregresyjny z zaburzeniem losowym, o którym zakłada się, że $E_t \varepsilon_t^g = 0$. Modelowanie wydatków publicznych za pomocą autoregresji jest uzasadnione, gdyż wydatki te podlegają inercji, m.in. dlatego, że finansowanie inwestycji rozciąga się na kilka lat, natomiast poziom wynagrodzeń, emerytur czy innych transferów socjalnych trudno jest radykalnie zmieniać, nie natrafiając na opór grup interesów.

2.3. Ekwiwalencja ricardiańska

Warto przeanalizować, jaki wpływ na użyteczność gospodarstwa domowego może mieć emisja rządowych obligacji. W funkcji użyteczności gospodarstwa domowego nie występują wydatki rządowe, które są finansowane z podatków lub z długu. Z kolei podatki

i pożyczki udzielane rządowi pomniejszają dochód do dyspozycji gospodarstw, który jest przeznaczany na konsumpcję - znajdującą się w funkcji użyteczności. Oznacza to, że racjonalnie byłoby w ogóle nie finansować wydatków rządowych. Są one jednak ustalane egzogenicznie, a ograniczenie budżetowe rząd musi w każdym roku spełnić. Gospodarstwu domowemu nie pozostaje więc nic innego jak przeznaczyć część dochodu na finansowanie wydatków publicznych przeznaczonych na konsumpcję (g) i spłatę zadłużenia zaciągniętego w poprzednim okresie (b), które są z góry ustalone na początku okresu t w wysokości $g_t + b_t$, co zarazem jest równe $\frac{b_{t+1}}{1+r_t} + t_t$. Nie ma przy tym znaczenia, czy finansowanie będzie pochodziło z podatków czy długu.

Mogłoby się wydawać, że dla gospodarstwa domowego korzystniej byłoby pożyczać rządowi pieniądze, gdyż w następnym okresie można je odzyskać, w przeciwieństwie do podatków, które stanowią wydatek pozbawiony rekompensaty w postaci aktywa. W opisywanym tu modelu jest to jednak złudzenie, gdyż jeżeli wydatki rządu zostałyby w całości sfinansowane z podatków, to w przyszłym okresie co prawda gospodarstwo domowe po stronie dochodów nie zanotowałoby żadnych wpływów z wykupu obligacji, ale za to po stronie wydatków wymagane finansowanie rządu spadłoby o tę samą kwotę zredukowanego zadłużenia: $c_{t+1} = w_{t+1}(1 - l_{t+1}) - t_{t+1}$. Wówczas $t_{t+1} = g_{t+1}$. Z kolei, jeżeli wydatki rządu zostałyby w całości sfinansowane długiem, to w przyszłym okresie gospodarstwo domowe po stronie dochodów zanotowałoby obligacje, ale musiałoby przeznaczyć tę samą kwotę dla rządu: $c_{t+1} + \frac{b_{t+2}}{1+r_{t+1}} = w_{t+1}(1 - l_{t+1}) - t_{t+1} + b_{t+1}$ i jeśli założyć, że $t_{t+1} = g_{t+1}$, to $\frac{b_{t+2}}{1+r_{t+1}} = b_{t+1}$.

Brak znaczenia, czy wydatki publiczne są finansowane długiem czy podatkami nosi nazwę ekwiwalencji ricardiańskiej na cześć żyjącego na przełomie XVIII i XIX wieku ekonomisty Davida Ricardo, który pierwszy wysunął taką hipotezę. Oznacza ono bowiem, że polityka fiskalna jest całkowicie bezskuteczna, a wzrost wydatków rządowych całkowicie wypiera wydatki prywatne w tej samej kwocie. W dalszej części artykułu często będą dodawane komentarze dotyczące obowiązywania lub braku obowiązywania ekwiwalencji ricardiańskiej w danym modelu.

W omawianym tu prostym modelu RBC, kształtowanie się długu nie wpływa w ogóle na konsumpcję gospodarstw domowych. Model ten zakłada bowiem występowanie równowagi ogólnej, tzn. takich cen i alokacji dóbr (w tym przypadku ilości czasu wolnego i dobra przeznaczonego do konsumpcji), które rozwiązują problemy optymalizacji poszczególnych podmiotów oraz spełniają ograniczenia budżetowe i warunek równości podaży i popytu: $y_t = c_t + g_t$. Warunek na oczyszczenie się rynku można przekształcić do postaci: $c_t = w_t(1 - l_t) - g_t$, co pokazuje, że konsumpcja zależy tylko od czasu przeznaczonego na pracę gospodarstwa domowego oraz od egzogenicznego poziomu wynagrodzenia za pracę i wydatków rządowych, a w szczególności nie zależy od długu publicznego i podatków. Gospodarstwo domowe określa więc swój optymalny czas pracy tak, że pracuje do momentu, gdy krańcowa satysfakcja z czasu wolnego zrównuje się z krańcową satysfakcją z konsumpcji, jaka jest możliwa dzięki dochodowi uzyskanemu z produkcji, tj. $\frac{\partial u(c_t, l_t)}{\partial c} = \frac{\partial u(c_t, l_t)}{\partial l}$. Można stwierdzić, że spadek wydatków rządowych może doprowa-

dzić do dwóch skrajnych przypadków: osiągnięcia wyższej konsumpcji przy tym samym nakładzie pracy albo utrzymania niezmiennego poziomu konsumpcji przy mniejszym nakładzie pracy. Optimum stanowi punkt znajdujący się pomiędzy owymi skrajnymi: konsumpcja rośnie, a czas pracy - maleje, łączna użyteczność gospodarstwa domowego zatem rośnie.

2.4. Zadłużenie w długim okresie a warunek transwersalności

Podsumowując rozważania z poprzedniego akapitu, konsumpcja, czas pracy i produkt kształtują się niezależnie od długu. Zakładając ustalony egzogenicznie poziom wydatków rządowych, w równowadze dług mógłby więc kształtować się dowolnie, a ograniczenie budżetowe rządowe i tak zostałoby spełnione dzięki odpowiednio dostosowującemu się podatkowi ryczałtowemu. Można to stwierdzić na podstawie przekształconego ograniczenia budżetowego rządu: $t_t = g_t + b_t - \frac{b_{t+1}}{1+r_t}$. Gdyby tempo wzrostu długu x_t było większe niż stopa procentowa r_t , to różnica $b_t - \frac{b_{t+1}}{1+r_t}$ przyjmowałaby coraz mniejsze (ujemne, coraz większe co do wartości bezwzględnej) wartości, wobec czego, przy założeniu, że g oscyluje wokół \bar{g} , w pewnym momencie ryczałt t_t musiałby przyjąć wartości ujemne:

$$b_t - \frac{b_{t+1}}{1+r} = b_0(1+x)^t - b_0 \left(\frac{(1+x)^{t+1}}{1+r} \right) = b_0(1+x)^t \left(1 - \left(\frac{1+x}{1+r} \right) \right) \rightarrow -\infty$$

dla $x > r > 0$ oraz $t \rightarrow +\infty$

Gdyby z kolei dług przyrastał w tempie stopy procentowej, to $g_t = t_t$, czyli podatek ryczałtowy kształtowałaby się zgodnie z poziomem egzogenicznych wydatków. Jednak ponieważ w modelu tym nie ma wzrostu produktu, to narastający dług w relacji do produktu także by rósł. W modelu bez warunku transwersalności:

$$\lim_{T \rightarrow +\infty} b_T \prod_{s=0}^{T-1} \left(\frac{1}{1+r_s} \right) = 0,$$

taki wzrost jest jak najbardziej dopuszczalny w rozwiązaniu optymalnym, ale w praktyce rosnące zadłużenie wywołałoby panikę wśród inwestorów. Po przekroczeniu określonego odsetka PKB, obligacje po dotychczasowej stopie procentowej prawdopodobnie nie znalazłyby nabywców.

Po dodaniu do modelu warunku transwersalności, tempo wzrostu długu musi być niższe od stopy procentowej. Jak bowiem widać z powyższego wzoru, warunek ten oznacza, że iloraz poziomu zadłużenia w długim okresie oraz iloczynu sum jedności i stopy procentowej zbiega do zera. Wówczas odpowiednio rosnący podatek doprowadziłby do spełnienia

ograniczenia budżetowego rządu. Modele równowagi ogólnej zwykle się rozwiązywać, szukając takich rozwiązań zmiennych, które spełniają kryteria optymalności i oczyszczenia się rynków, a jednocześnie są stałe w czasie. Jeśli zarówno dług, jak i podatek mają być stałe w czasie, wówczas dług musi przyjmować wartość zerową. Warunek transwersalności pełni więc techniczną rolę, zapewnia bowiem istnienie jednoznacznego rozwiązania problemu optymalizacyjnego. W literaturze bywa znany także jako warunek „non-Ponzi game” - nazwanego tak na cześć włoskiego biznesmena-oszusta żyjącego na przełomie XIX - XX wieku. Ponzi stworzył piramidę finansową, polegającą na wypłacaniu pieniędzy starym klientom ze środków przyniesionych mu przez nowych klientów, mamionych obietnicą wysokich zysków.

Ciekawą dyskusję na temat znaczenia dla długu publicznego warunku transwersalności przeprowadzili w Azizi, Canry, Chatelain i Tinel (2013). W różnych modelach, opisujących różne zagadnienia ekonomiczne, interpretacje tych warunków bywają odmienne. Można założyć (wywód na podstawie książki Heijdry i Van Der Polega (2005)), że w danym modelu agent, którego można utożsamić np. z gospodarstwem domowym, ma swobodny dostęp do rynku kapitałowego. Wówczas mógłby zaciągnąć dług, a w następnym okresie zaciągnąć kolejny dług, który w części zostałby przeznaczony na spłatę poprzedniego długu, a w części - na konsumpcję. W tej sytuacji dług narastałby w szybszym tempie niż stopa procentowa. Taki schemat można by było powtarzać w nieskończoność, prawie jak Ponzi. Wprowadzenie warunku „non-Ponzi game” jest więc w takim przypadku naturalne. Z drugiej strony (por. Barro i Sala-i-Martin, 2004), żeby ktoś mógł zaciągać coraz większy dług, musi jednocześnie istnieć chętny pożyczkodawca. Wartość aktywów takiego pożyczkodawcy rosłaby w nieskończoność. Byłoby to jednak nieracjonalne, gdyż dzięki ich sprzedaży, pożyczkodawca mógłby sfinansować większy poziom konsumpcji, który przełożyłby się na wzrost użyteczności. Wprowadzenie do modelu pożyczkodawcy maksymalizującego swoją użyteczność może więc wyeliminować dopuszczalne rozwiązanie modelu z eksplodującym zadłużeniem. Warto zauważyć, że w opisywanym uprzednio modelu RBC, wprowadzenie optymalizującego pożyczkodawcy nie przeciwdziała nieograniczonemu narastaniu zadłużenia (dzięki dopasowującym się podatkom). Wynika to z faktu, że pożyczkodawca nie jest w stanie sprzedać swoich aktywów i dzięki temu zwiększyć konsumpcji bez naruszenia ograniczenia budżetowego rządu. Dopiero warunek transwersalności eliminuje nie tylko eksplozję zadłużenia, ale jakiegokolwiek zadłużenie w stanie równowagi ogólnej. Modele o tej właściwości nie odzwierciedlają jednak w należyty sposób ważnego elementu finansów publicznych.

2.5. Model Lucasa i Stokey

Polityka fiskalna została ujęta w modelu Lucasa i Stokey (1983) w sposób bardziej pogłębiony niż w modelu Kydlanda i Prescottta (1982). Po pierwsze, podatek nie stanowi już ryczałtu, tylko oblicza się go proporcjonalnie do ilości czasu poświęconego na pracę. Zwiększenie nakładu pracy o jednostkę nie przełoży się już zatem w pełni na wzrost

konsumpcji, co czyni pracę zajęciem mniej opłacalnym. W związku z tym, gospodarstwa domowe w stanie równowagi będą pracowały krócej niż w modelu z podatkiem ryczałtowym. Znajduje to odzwierciedlenie w następującym warunku koniecznym (pierwszego rzędu) występującym w problemie optymalizacyjnym: $\frac{u_l(c_t, l_t)}{u_c(c_t, l_t)} = 1 - \tau_t$, gdzie τ - stopa opodatkowania proporcjonalnego.

Gdyby podatku na pracę nie nakładano, wówczas prawa strona równania wynosiłaby 1, czyli krańcowa użyteczność czasu wolnego byłaby większa. Biorąc pod uwagę, że użyteczność jest funkcją monotonicznie rosnącą i wklęsłą, gospodarstwa w modelu bez opodatkowania proporcjonalnego decydowałyby się, jak to już zostało stwierdzone, na krótszy odpoczynek.

Po drugie, wydatki rządowe są generowane za pomocą zmiennej losowej o znanym rozkładzie, ale jej realizacje nie są znane *ex ante*. Z kolei ścieżka stawek podatkowych w nieskończonym horyzoncie czasowym jest znana *ex ante*. Rząd musi spełniać swoje ograniczenie, czyli jeżeli do okresu t włącznie, suma wydatków przekroczyła sumę dochodów podatkowych, to muszą zostać wyemitowane obligacje, które sfinansują zakumulowany deficyt. W porównaniu do najpopularniejszych obecnie modeli DSGE, w których przyjmuje się, że obligacje zapadają w okresie następującym po okresie emisji, model Lucasa i Stokey wyróżnia się tym, że obligacje mają zróżnicowany moment zapadania. Wynika z tego użycie dwóch subskryptów w oznaczeniu ${}_t b_s$ - pierwszy odnoszący się do okresu, w którym gospodarstwa są w posiadaniu papieru rządowego, drugi - odnoszący się do okresu zapadalności. Łącznie, w okresie $t+1$ rząd emituje tyle obligacji, aby ich łączna bieżąca wartość:

$$p_{t+1} {}_{t+1} b_{t+1} + \sum_{s=t+2}^{\infty} \int p_s {}_{t+1} b_s dg_{t+2}^s.$$

pokryła dotychczas zakumulowany deficyt. Cena p_{t+1} oznacza w tym przypadku cenę rynkową prawa do jednostki dobra w okresie $t+1$, trafnie oczekiwaną przez konsumenta, który zna dotychczasową realizację wydatków publicznych g^t . Z kolei p_s to cena rynkowa, która ukształtowałaby się w okresie s , pod warunkiem że ciąg przyszłych wydatków publicznych ukształtuje się na poziomie g_{t+2}^s . Zmienna ${}_t b_s$ to zasób obligacji rządowych będących w posiadaniu gospodarstw domowych w okresie t zapadających w okresie s (może przyjmować wartości ujemne).

Zobowiązania rządu stanowią zarazem aktywa gospodarstw domowych. W skład majątku gospodarstw wchodzi także przyszłe dochody do dyspozycji, które zależą od czasu poświęconego na pracę oraz stawek podatkowych:

$$p_{t+1}(1 - \tau_{t+1})(1 - l_{t+1}) + \sum_{s=t+2}^{\infty} \int p_s(1 - \tau_s)(1 - l_s) dg_1^s.$$

Gdzie: τ^s - podatek (składka) płacony przez pracodawców.

Gospodarstwo domowe stoi przed problemem maksymalizacji wartości oczekiwanej łącznej zdyskontowanej użyteczności. Konkretna wartość użyteczności będzie bowiem zależała od przyszłych wydatków rządowych, których znany jest tylko rozkład:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \int u(c_t(g_t), l_t(g_t)) dG^t(g^t).$$

Gdzie: G^t - rozkład brzegowy skończonego ciągu realizacji wydatków rządowych $g^t \equiv (g_0, g_1, g_2, \dots, g_t)$.

Jednocześnie gospodarstwo domowe podlega ograniczeniu budżetowemu w nieskończonym horyzoncie czasowym. Całkowita konsumpcja nie może przekroczyć dochodów do dyspozycji powiększonych o aktywa będące w posiadaniu gospodarstw, czyli obligacji rządowych:

$$p_{t+1}c_{t+1} + \sum_{s=t+2}^{\infty} \int p_s c_s dg_{t+2}^s \leq p_{t+1}(1 - \tau_{t+1})(1 - l_{t+1}) + p_{t+1} b_{t+1} + \\ + \sum_{s=t+2}^{\infty} \int p_s (1 - \tau_s)(1 - l_s) + p_s b_s dg_{t+2}^s.$$

Produkt wypracowany przez gospodarstwa domowe jest określany równaniem: $y_t = 1 - l_t$, model jest więc pozbawiony kapitału. Produkt może zostać podzielony pomiędzy konsumpcję prywatną i publiczną: $c_t + g_t = 1 - l_t$. Jak to zostało opisane, wydatki rządowe muszą zostać sfinansowane z podatków uiszczanych przez gospodarstwa domowe albo z długu skupowanego przez gospodarstwa. Dlatego gospodarstwa muszą tylko zdecydować, ile konsumować i jak długo pracować, spełniając warunek $c_t + l_t = 1 - g_t$ dla różnych możliwych g . Wybór będzie zależał od stawki podatkowej, która wpływa na koszt pracy. Jeżeli gospodarstwa zdecydują się krócej pracować, to dochody podatkowe rządu będą mniejsze i przykładowo mogą być niższe od wydatków rządowych. Deficyt zostanie pokryty przez gospodarstwa domowe, które w zamian uzyskają obligacje. Model opisuje zatem gospodarkę zamkniętą. W praktyce, dzięki inwestorom zagranicznym, oszczędności rezydentów nie muszą w pełni rekompensować deficytu finansów publicznych.

2.6. Model Baxter i Kinga

W neoklasycznym modelu w wersji Baxter i Kinga (1993) wydatki rządowe g_t składają się z podstawowych wydatków rządowych g_t^b oraz inwestycji rządowych i_t^g : $g_t \equiv g_t^b + i_t^g$. Rząd przeznacza zgromadzone podatki na wydatki i transfery socjalne: $\tau_t y_t = g_t + tr_t$.

Gdzie: tr - wartość transferów netto służących finansowaniu wydatków rządowych.

Natomiast ograniczenie budżetowe reprezentatywnego gospodarstwa domowego przedstawia się następująco: $c_t + i_t \leq (1 - \tau_t)y_t + tr_t$, gdzie i oznaczają inwestycje ogółem. Autorzy świadomie nie wprowadzają możliwości finansowania wydatków za pomocą długu, gdyż zgodnie z artykułem Barro (1974) zmiany w tr_t są równoważne finansowaniu długiem, pod warunkiem że szereg stóp opodatkowania τ_t jest stały.

W tym modelu zwraca uwagę także postać funkcji użyteczności gospodarstwa domowego: $u = E_t \sum_{t=1}^{\infty} \beta^{t-1} [f(c_t, l_t) + \Gamma(g_t^b, k_t^g)]$. W skład tej funkcji wchodzi między innymi składnik Γ zależny od g_t^b - „podstawowych” wydatków rządowych (zdefiniowanych jako te, które absorbują zasoby bez wpływu na krańcową użyteczność konsumpcji prywatnej lub krańcowego produktu prywatnych czynników produkcji) oraz od k_t^g - zasobu kapitału publicznego, czyli infrastruktury, która stanowi jeden z czynników produkcji prywatnej. Autorzy uzasadniają włączenie wydatków „podstawowych” tym, że można do nich zaliczyć wydatki rządowe - podwyższające użyteczność, ale nie wpływające bezpośrednio na decyzje w zakresie produkcji czy konsumpcji prywatnej. Kontrowersyjne jednak jest uwzględnianie w funkcji użyteczności k_t^g . Trudno wytłumaczyć, w jaki sposób można czerpać użyteczność z samego istnienia kapitału, a nie wykorzystania jego w celu wyprodukowania dobra służącego do konsumpcji. Zabieg ten wydaje się tym bardziej nieuzasadniony, że w użyteczności brakuje kapitału prywatnego, a jednocześnie w funkcji produkcji dla całej gospodarki znajdują się oba rodzaje kapitału (k - kapitał prywatny): $y_t = z k_t^{\theta_k} (1 - l_t)^{\theta_n} (k_t^g)^{\theta_g}$.

2.7. Różnica między wydatkami rządowymi a prywatnymi zgodnie z podejściem Aschauera

Aschauer (1988), bazując na dynamicznym modelu równowagi ogólnej, omówił różne aspekty polityki fiskalnej, spośród których część została omówiona poniżej. Podstawowy model omawiany przez Aschauera różnił się od DSGE brakiem losowości, chociaż w dalszej części artykułu stochastyka została już uwzględniona.

Przede wszystkim, godnym uwagi jest uwzględnienie w modelu wydatków rządowych nie tylko w użyteczności, ale także w funkcji produkcji, czego m.in. w nowszych, kanonicznych modelach DSGE (Christiano i in., 2005; Smets i Wouters, 2003 i 2007) nie spotyka się. Postać funkcji produkcji jest więc następująca:

$$y_t = f(l_t, k_{t-1}, g_t) = w_t l_t + \theta_t^k k_{t-1} + \theta_t^g g_t.$$

Z kolei ograniczenie budżetowe rządu stanowi następujące równanie:

$$b_t - b_{t-1} + g_t = t_t + \tau_t [w_t l_t + (\theta_t^k - \delta) k_{t-1} - r_t b_{t-1}] + r_t b_{t-1},$$

gdzie δ to stopa deprecjacji kapitału.

Autor zastrzega, że θ^g - krańcowy produkt dóbr i usług dostarczanych przez sektor publiczny może być większy lub mniejszy od zera, gdyż wkład państwa do procesu produkcji bywa pozytywny (podane przykłady to usługi policji i autostrady), lecz może też być negatywny (kontrola zanieczyszczenia, regulacje bezpieczeństwa).

W jednym z dalszych rozdziałów autor wprowadza pojęcie konsumpcji efektywnej zdefiniowanej jako suma konsumpcji dóbr prywatnych i konsumpcji dóbr publicznych pomnożonej przez współczynnik α , tj. $c^* = c + \alpha g$. W rezultacie, w modelu zachodzi następująca równość:

$$\sum_{t=1}^{\infty} R_t [c_t^* + w_t(1 - l_t)] = \sum_{t=1}^{\infty} R_t [w_t - (1 - \theta^g - \alpha)g_t],$$

gdzie: $R_t^{-1} = \prod_{j=1}^t [1 + (1 - \tau_j)r_j]$.

Prawa strona równania może być interpretowana jako „efektywny” majątek. Gdyby $\theta^g + \alpha = 1$, to zasoby przeznaczone dla sektora prywatnego byłyby wykorzystywane równie efektywnie jak dla sektora publicznego, a więc wydatki rządowe nie pomniejszałyby majątku. Aschauer zastrzega, że w literaturze nie ma wiele szacunków parametrów θ^g i α , ale w oparciu o kilka przytoczonych (w tym swój) zakłada, że $\theta^g + \alpha < 1$. Następnie autor bada wpływ tymczasowego i permanentnego wzrostu wydatków publicznych na wzrost produktu, czyli oblicza mnożnik fiskalny. Warto podkreślić, że końcowe wnioski zależą od wyżej opisanego założenia. Przykładowo, stały wzrost wydatków rządowych ($d\bar{g}$) prowadzi do zmniejszenia się całkowitego majątku o $(1 - \theta^g - \alpha) \sum_{t=1}^{\infty} R_t d\bar{g}$. Można zatem kwestionować sens takiej analizy, gdyż ocena efektywności wydatków rządowych była zarówno jej celem, jak i założeniem.

We wszystkich omawianych w niniejszym artykule modelach zakłada się planowanie w nieskończonym horyzoncie czasowym. Można to wytłumaczyć tym, że człowiek (gospodarstwo domowe) planuje wydatki z myślą o swoich potomkach. Aschauer przytacza podejście Blancharda (1985), który wprowadza do modelu stałe prawdopodobieństwo przeżycia w danym okresie: s^t . W efekcie, przyszłość jest dyskontowana wyższą stopą niż w tradycyjnym modelu, a ponadto gospodarstwa domowe muszą spłacać zadłużenie po wyższej stopie procentowej, ponieważ uwzględnia ona ubezpieczenie od śmierci, która może uniemożliwić spłatę długu. Rząd natomiast nie musi posiadać owego ubezpieczenia, ponieważ ma zagwarantowane przyszłe dochody z podatków i dlatego nie ma możliwości, aby zbankrutował (jest to mocne założenie). Dzięki temu, ekwiwalencja ricardiańska nie jest w tym przypadku spełniona, zaś zadłużanie się państwa może przyczynić się do zwiększenia dobrobytu, o ile podaż pracy jest stała. Obniżka podatków może bowiem skłonić gospodarstwa do zwiększenia konsumpcji, ponieważ spostrzegą one wzrost swojego majątku. Z ich perspektywy, redukcja podatków jest faktem dokonany, natomiast rekompensująca podwyżka podatków zrealizuje się dopiero w przyszłości, której

mogą nie dożyć. Jeśli jednak podaż pracy w modelu będzie zmienna, to efekt majątkowy może również przełożyć się na chęć wydłużenia czasu wolnego, a to wpłynie na spadek produktu - tak, że ekwiwalencja ricardiańska wciąż może obowiązywać.

Innym sposobem na uniknięcie ekwiwalencji, która wyklucza aktywną politykę fiskalną, jest podział gospodarstw domowych na mające pełny dostęp do rynku kredytowego oraz na te, które np. wobec braku wystarczającego zabezpieczenia, są zmuszone płacić wyższą stopę procentową. Aktywna polityka rządu, polegająca na pośrednictwie na rynku finansowym, może okazać się skuteczna, jeśli korzyść z niższego oprocentowania pożyczek rządowych przewyższy koszty transakcyjne ponoszone przez rząd.

2.8. Christiano i Eichenbaum wobec problemu korelacji między produktywnością a czasem pracy

Jednym z najpoważniejszych zarzutów stawianych pierwszym modelom realnego cyklu koniunkturalnego było to, że implikują zbyt wysoką, tj. bliską jedności, korelację pomiędzy średnią produktywnością pracy a liczbą przepracowanych godzin. Z teoretycznego punktu widzenia, taka zależność nie powinna dziwić, ponieważ racjonalna jednostka, maksymalizująca użyteczność z pracy i czasu wolnego, będzie wolała pracować wtedy, kiedy jej praca przyniesie większe efekty. Jednak w praktyce, ludzie zazwyczaj pracują stałą liczbę godzin tygodniowo, a przynajmniej rzadko można spotkać pracownika, który decyduje, aby zmienić swój czas pracy z powodu egzogenicznego szoku produktywności. Istnieją natomiast cykliczne wahania liczby zatrudnionych. Z danych empirycznych wynika w każdym razie, że korelacja między produktywnością a liczbą przepracowanych godzin jest bliska zeru. Temat ten wprawdzie należy do problematyki rynku pracy, ale mimo to zasługuje na przedstawienie w niniejszym artykule, ponieważ jednym z rozwiązań problemu, zaproponowanym przez Christiano i Eichenbauma (1992), jest wprowadzenie wahań konsumpcji rządowej jako czynnika wpływającego na dynamikę rynku pracy.

Warto nadmienić, że problem nadmiernej międzyokresowej substytucji czasu wolnego doczekał się też innych prób rozwiązania. Przykładowo, w artykule Hansena (1985) zaproponowano tzw. niepodzielny zasób pracy, co oznacza, że jednostka może pracować przez cały swój dostępny czas lub w ogóle. Model ten jednak nie będzie tutaj szczegółowo omawiany, gdyż polityka fiskalna została w nim zupełnie pominięta.

Christiano i Eichenbaum tłumaczyli, że w ówczesnych modelach realnego cyklu koniunkturalnego krzywa podaży pracy była stała, więc zmiana w liczbie przepracowanych godzin mogła wynikać jedynie z szoków wpływających na popyt na pracę. Wzrost produktywności powodował wzrost zapotrzebowania na pracę, co przyczyniało się do wzrostu poziomu wynagrodzeń w równowadze. Zarysowała się więc potrzeba wprowadzenia szoków przesuwających krzywą podaży pracy. Źródłem takich szoków mogłaby być zmiana podaży pieniądza lub przemiany demograficzne, a także zaliczające się do polityki fiskal-

nej zmiany stawek podatków i wydatków rządowych.

Rozwiązanie modelu przedstawionego w artykule Christiano i Eichenbauma polega na wyborze *ex ante* przez tzw. centralnego planistę (z ang. *social planner*) ciągów o nieskończonej długości: inwestycji (implikujących poziom kapitału), konsumpcji prywatnej i czasu pracy. Wydatki rządowe modelowane są zgodnie z formułą: $g_t = z_t \bar{g}_t$, tzn. stanowią iloczyn ogólnego czynnika technologicznego oraz szczególnego czynnika, kształtującego tylko wydatki rządowe.

Postęp technologiczny dokonuje się w tempie wykładniczym: $z_t = z_{t-1} \exp(\lambda_t)$. Poza formułą na wydatki rządowe, z_t znajduje się także w funkcji produkcji $y_t = (z_t(1 - l_t))^{1-\theta} k_t^\theta$. Autor używa innych oznaczeń: N na stały zasób pracy, który można interpretować jako liczbę ludności oraz n_t na liczbę przepracowanych godzin. Tutaj jednak przyjęto, że $N \equiv 1$, zaś $n_t = 1 - l_t$ w celu zachowania spójności z resztą artykułu. Zmiana notacji nie wpływa na sens analizy.

Wspomniano już, że zasób pracy jest stały. To samo dotyczy zasobu kapitału w równowadze długookresowej. Dlatego w długim okresie produkt może rosnać tylko w wyniku postępu technologicznego, czyli średnio w tempie $\lambda \equiv E(\lambda_t)$. Żeby więc oszacować wartość tego tempa, za pomocą uogólnionej metody momentów, należy skorzystać z warunku $E[\Delta \ln(y_t) - \lambda] = 0$. Oszacowanie owo, bazujące na danych kwartalnych gospodarki USA, wyniosło 0,4%. Reasumując, zarówno wydatki rządowe, jak i produkt cechuje dodatni trend.

Z kolei specyficzny czynnik wydatków rządowych jest modelowany za pomocą następującego procesu stochastycznego: $\ln(\bar{g}_t) = (1 - \rho) \ln(\bar{g}) + \rho \ln(g_{t-1}) + \varepsilon_t^g$, gdzie $\ln(\bar{g}) = E(\ln \bar{g}_t)$, $E(\varepsilon_t^g) = 0$.

Łączna użyteczność wyrażona jest wzorem: $E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\ln(c_t) + f(l_t))$. Jednak nie oznacza to wcale, że zdaniem autorów z wydatków rządowych gospodarstwa nie można czerpać użyteczności. W wyżej podanej funkcji użyteczności można bowiem uwzględnić składnik będący funkcją wydatków rządowych $\Gamma(g_t)$. Nie wpłynie on jednak na optymalną decyzję dokonaną przez wspomnianego centralnego planistę, o ile składnik ten zostanie wprowadzony addytywnie. Wówczas:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\ln(c_t) + f(l_t) + \Gamma(g_t)) = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\ln(c_t) + f(l_t)) + \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t E_0 \Gamma(g_t).$$

Znając konkretną postać $\Gamma(\cdot)$ oraz wyżej opisaną formułę na g_t , planista można *ex ante* policzyć wyrażenie $\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t E_0 \Gamma(g_t)$ i traktować to wyrażenie jako stałą. Decyzje planisty nie będą miały wpływu na wartość tego wyrażenia, ani to wyrażenie - na decyzje planisty. Dlatego autorzy, chcąc uprościć notację, postanowili zrezygnować z uwzględniania składnika $\Gamma(\cdot)$.

Sytuacja staje się bardziej skomplikowana, jeśli wydatki rządowe zostaną uwzględnione w sposób inny niż addytywny. U Christiano i Eichenbauma tak właśnie jest - konsumpcja składa się z części prywatnej i publicznej: $c_t = c_t^p + \alpha g_t$ (w artykule rozważa się α równą 0 lub 1), podobnie jak u Aschauera. W przeciwieństwie jednak do Aschauera, wydatki rządowe z wagą mniejszą od jedności mają znaczenie tylko dla użyteczności, a nie dla dystrybucji produktu. Warunek na rozdysponowanie produktu w gospodarce przedstawia się bowiem następująco: $c_t^p + g_t + k_{t+1} - (1 - \rho)k_t \leq y_t$. Tę różnicę między oboma podejściami należy ocenić pozytywnie, ponieważ eliminuje ona problem innego wpływu na PKB konsumpcji lub inwestycji rządowych w porównaniu do prywatnych, o czym była mowa we fragmencie poświęconym tekstowi Aschauera. Odmienne traktowanie wydatków rządowych i prywatnych w funkcji użyteczności może być uzasadnione tym, że rząd nie zna dokładnie funkcji użyteczności gospodarstw domowych - obrazowo rzecz ujmując, jeden złoty wydany przez rząd powiększy PKB w tym samym stopniu, co złoty wydany przez gospodarstwo domowe, ale może przynieść temu gospodarstwu, w zależności od wartości parametru α mniejszą użyteczność.

Dla $\alpha = 1$ wzrost wydatków rządowych jest neutralny. Z jednej strony zmniejsza w stopniu 1:1 możliwość konsumpcji prywatnej, co wynika z warunku na rozdysponowanie PKB. Z drugiej strony, konsumpcja efektywna rośnie w tym samym stopniu, gdyż konsumpcja rządowa jest pełnym substytutem konsumpcji prywatnej w funkcji użyteczności. W rezultacie, gospodarstwo domowe nie zmienia swojego czasu pracy w następstwie zmiany wydatków rządowych. Jednak dla $\alpha < 1$, o ile możliwości rozdysponowania PKB maleją nadal w stopniu 1:1, o tyle konsumpcja efektywna rośnie w stopniu mniejszym. Przy niezmiennym czasie pracy, gospodarstwo domowe mogłoby sobie więc pozwolić na mniejszą konsumpcję efektywną. Dlatego w takiej sytuacji, przy założeniu, że czas wolny jest dobrem normalnym, gospodarstwo zwiększa swój czas pracy. Dzięki temu, rośnie także konsumpcja względem poziomu, który obowiązywałby przy niezmiennym czasie pracy, choć wciąż pozostaje ona na niższym poziomie niż gdyby $\alpha = 1$. Ten mechanizm tłumaczy, w jaki sposób model może pozwolić na wzrost czasu (podaży) pracy z powodu szoku oddziałującego na \bar{g} , a nie związanego ze wzrostem produktywności, a zatem osłabia korelację między produktywnością a liczbą przepracowanych godzin. W taki sposób Christiano i Eichenbaum pokonali słabość wcześniejszych modeli RBC.

3. Modele nowokeynesowskie

Modele nowokeynesowskie wyewoluowały bezpośrednio z modeli RBC (por. Grabek, Kłos i Koloch, 2011). Struktura tych modeli jest taka sama; opierają się bowiem na optymalizujących, podlegających ograniczeniom, reprezentatywnych podmiotach o racjonalnych oczekiwaniach (tj. nie mylących się systematycznie) oraz na rynkach będących w stanie równowagi. Jednak modele RBC nie sprawdzały się w praktyce gospodarczej, gdyż zakładały niezawodne działanie rynków oraz neutralność pieniądza, czyli brak wpływu sfery nominalnej na realną nawet w krótkim okresie. Klóciło się to z obserwacjami empirycznymi.

nymi oraz odbierało sens aktywnej polityce fiskalnej lub monetarnej (rynkowi zapewniające optymalną alokację nie wymagały interwencji). W wyniku rozbudowywania modeli RBC o niedoskonałości rynków, t.j. konkurencję monopolistyczną oraz sztywności realne i nominalne, powstały modele nowokeynesowskie, w których polityka fiskalna i monetarna może odgrywać istotną rolę. Ten nowy nurt w makroekonomii bywa też określany jako nowa synteza neoklasyczna, gdyż łączy podejście neokeynesizmu (przytoczone niedoskonałości rynku) z syntezą neoklasyczną (wspomniana struktura modeli).

3.1. Kanoniczne modele nowokeynesowskie

Do najczęściej wyróżnianych w literaturze, kanonicznych modeli nowokeynesowskich zalicza się modele autorstwa Christiano, Eichenbauma i Evansa (2005) oraz Smetsa i Woutersa (2003). Artykuł Christiano, Eichenbauma i Evansa został opublikowany jako working paper w 2001 r., a w *Journal of Political Economy* w 2005 r. Dlatego model Smetsa i Woutersa z 2003 r. w dużej mierze opiera się na rozwiązaniach Christiano, Eichenbauma i Evansa pomimo wcześniejszej daty publikacji w periodyku.

Wśród owych rozwiązań można wyszczególnić różnego rodzaju niedoskonałości rynków. Po pierwsze, tzw. „lepkie” ceny i płace - są one kształtowane zgodnie z mechanizmem Calvo (1983), czyli nie mogą być dowolnie ustalone przez producentów, muszą częściowo podlegać indeksacji do przeszłej dynamiki inflacji.

Po drugie, użyteczność gospodarstw domowych odzwierciedla kształtowanie się nawyków (uzależnień), gdyż zależy ona nie tylko od poziomu bieżącej konsumpcji, ale także od konsumpcji opóźnionej przynajmniej o jeden okres. Zakładając, że znak stojący przy opóźnionej konsumpcji jest ujemny, aby utrzymać stałą użyteczność, nie wystarczy podtrzymanie poziomu konsumpcji z przeszłości, ale konieczne będzie uzyskiwanie stałych przyrostów. Inaczej mówiąc, im więcej gospodarstwo konsumowało w poprzednim okresie, tym większa konsumpcja będzie niezbędna w okresie bieżącym, aby uzyskać tę samą użyteczność. Taki mechanizm można interpretować jako przyzwyczajenie, bądź w skrajnym wypadku, uzależnienie.

Po trzecie, wprowadzony został koszt dostosowań w akumulacji kapitału. Przyspieszenie inwestycji powoduje większy niż proporcjonalny wzrost kosztów. Zmienna jest także stopa wykorzystania kapitału. Autorzy założyli, że rząd ma dostęp do podatków ryczałtowych, a efekty prowadzonej przez niego polityki fiskalnej podlegają ekwiwalencji ricardiańskiej. Przy takich założeniach, szczegóły związane z polityką podatkową nie mają wpływu na inflację, ani na inne agregaty makroekonomiczne. Dlatego właśnie Christiano, Eichenbaum i Evans nie uwzględnili szczegółowej specyfikacji polityki fiskalnej.

Wykorzystywany w Europejskim Banku Centralnym model opisujący gospodarkę krajów strefy euro, autorstwa Smetsa i Woutersa, został określony w analizowanej w dalszej części niniejszego artykułu pracy Chari’ego, Kehoe i McGrattan (2009) jako *state of the*

art w makroekonomii. Odnoszono się także do niego w innych opisywanych tu artykułach: Cogana, Cwika, Taylora i Wielanda (2009) oraz Woodforda (2009).

Podobnie jak u Christiano, Eichenbauma i Evansa, polityka fiskalna w modelu Smetsa i Woutersa również odgrywa poślednią rolę (w artykule ani razu nie użyto słowa „fiscal”). Wydatki rządowe są modelowane za pomocą egzogenicznego procesu stochastycznego, o którym wiadomo tylko, że posiada stan ustalony g_y (wydatki na założonym poziomie w relacji do PKB) oraz zawiera składnik losowy ε_t^G . W gospodarce, której nominalny poziom produktu rośnie w długim okresie z powodu inflacji (w modelu zakłada się cel inflacyjny), stan ustalony może dotyczyć nie samego poziomu, a relacji wydatków rządowych do PKB: $g_t = G_t/(Y\lambda^t)$ (Y oznacza PKB w zerowym okresie). Wzór na proces opisujący kształtowanie się g_t można znaleźć w aneksie, publicznie dostępnym na stronie American Economic Review (Smets i Wouters, 2006) do innego artykułu Smetsa i Woutersa (2007), prezentującego model USA:

$$\ln g_t = (1 - \rho_g) \ln g + \rho_g \ln g_{t-1} + \rho_{gz} \ln z_t - \rho_{gz} \ln z_{t-1} + \varepsilon_t^g.$$

Nie wiadomo, czy ten sam proces zastosowano w modelu wcześniejszym. O ile dwie pierwsze zmienne objaśniające, czyli stan ustalony g oraz opóźnienie g_{t-1} są niezbędne, o tyle nie jest to jasne w przypadku zmiennych dotyczących produktywności z_t .

Polityka fiskalna podlega badaniu przeważnie poprzez analizę wpływu szoku ε_t^g na gospodarkę. Chari i in. (2009) zakwestionowali „strukturalność” szoku odnoszącego się do wydatków rządowych. Zauważyli, że szok ten ma 3,5-krotnie większą wariancję niż wariancja wydatków rządowych USA. Smets i Wouters kalkulują te wydatki rezydualnie z tożsamości opisującej produkt (warto zwrócić uwagę na ψ , czyli funkcję opisującą koszt wynikający ze zmiennego stopnia użytkowania kapitału):

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + \psi(z_t)K_{t-1};$$

gdzie: ψ - trend technologiczny specyficzny dla dóbr kapitałowych/inwestycyjnych.

Składnik G_t zawiera więc także m.in. eksport netto⁴. Jednak Chari, Kehoe i McGrattan zauważyli, że eksport netto nie jest niezależny od polityki, więc nie powinno się traktować go jako szoku strukturalnego. Szerzej na temat krytycznej interpretacji szoków w modelach DSGE traktuje podrozdział 4.2.

W artykule Smetsa i Woutersa pomija się analizę deficytu i zadłużenia publicznego z punktu widzenia rządu. Wydatków rządowych nie ma też w funkcji użyteczności gospodarstw domowych. Istotną rolę w kontekście gospodarstw domowych pełnią za to obligacje. Mechanizm Calvo (1983) ustalania płac powoduje, że tylko część gospodarstw

⁴Stąd też zmienne produktywności we wzorze na $\ln g_t$.

domowych może w danym okresie dostosować optymalnie swoją stawkę wynagrodzenia. W danym momencie gospodarstwa charakteryzują się zatem różnymi płacami. Jednak dzięki istnieniu rynku ubezpieczeń, w postaci rządowych obligacji, gospodarstwa mogą w pełni zabezpieczyć się przed wahaniami wynagrodzeń i dzięki temu każde z nich posiada identyczny majątek, a w konsekwencji również tyle samo konsumuje i inwestuje w każdym okresie.

3.2. Model Galiego i Monacelliego

Z chwilą wejścia do Unii Europejskiej, Polska zobowiązała się do przyjęcia waluty euro. W niniejszym badaniu mechanizmów polityki fiskalnej nie powinno się więc abstrahować od tematu unii monetarnej. Warto rozpatrzyć, w jaki sposób polityka fiskalna w strefie euro może być modelowana za pomocą DSGE. Jeden z przykładów podejścia do tej kwestii stanowi artykuł Galiego i Monacelliego (2008).

W artykule tym modelowany jest zbiór nieskończenie wielu małych otwartych gospodarstw o tych samych preferencjach, technologii i strukturze rynku. Kraje prowadzą niezależne polityki fiskalne, ale mają wspólny bank centralny odpowiedzialny za politykę pieniężną. Na produktywność każdej z gospodarstw wpływają specyficzne, nieskorelowane ze sobą szoki. Autorzy dowodzą, że wobec zróżnicowanej koniunktury w różnych państwach i wspólnej polityki monetarnej, w stabilizacji gospodarstw główną rolę do odegrania ma polityka fiskalna. Rola stabilizacyjna jest pożądana nie tylko z punktu widzenia pojedynczego kraju, ale też unii jako całości. Kształtowanie się polityki fiskalnej pociąga jednak za sobą problem wyboru (*trade-off*) pomiędzy dostarczaniem efektywnego poziomu dóbr publicznych a stabilizacją inflacji i luki produktowej. Z artykułu wynika, że antycykliczna reakcja polityki fiskalnej powinna rosnać wraz ze zwiększeniem się sztywności nominalnych.

Wydatki rządowe znajdują się w funkcji użyteczności gospodarstw domowych:

$$u(C, N, G) \equiv (1 - \chi) \log C + \chi \log G - \frac{(1 - L)^{1+\varphi}}{1 + \varphi},$$

gdzie χ to współczynnik wagi wydatków rządowych w funkcji użyteczności.

Wskaźnik spożycia publicznego w kraju i -tym powstaje poprzez agregację za pomocą funkcji CES (stałej elastyczności substytucji) spożycia dóbr krajowych j :

$$G_t^i = \left(\int_0^1 G_t^i(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}.$$

Zakłada się tutaj, że rząd nie kupuje dóbr importowanych. Tymczasem w rzeczywistości rząd kupuje dobra importowane, choć nie prowadzi się na ten temat regularnych statystyk. Szacuje się, że udział importu w wydatkach sektora publicznego jest 2-3-krotnie

mniejszy niż w wydatkach pozostałych sektorów gospodarki, w których wskaźnik ten przekracza 20% (na podstawie Funke i Nickel, 2006).

Dla danego poziomu konsumpcji publicznej, G_t^i , rząd alokuje wydatki pomiędzy różne dobra, aby zminimalizować łączny koszt. Popyt rządu przedstawia się więc następująco:

$$G_t^i(j) = \left(\frac{P_t^i(j)^{-\varepsilon}}{P_t^i} \right) G_t^i.$$

Autorzy zakładają również zbilansowanie budżetu, gdyż celem artykułu jest analiza poziomu wydatków rządowych, a nie zakłócenia wywołane przez ich finansowanie. Przyznają jednak, że w modelu brakuje elementów istotnych w projektowaniu polityki fiskalnej, t.j.: sztywnych płac (są tylko sztywne ceny), proporcjonalnych podatków, wpływu zadłużenia politycznego oraz niericardiańskich gospodarstw domowych.

Produkt krajowy brutto danego państwa składa się z konsumpcji prywatnej dóbr krajowych, eksportu do innych państw oraz konsumpcji publicznej. W poniższej funkcji produkcji zmienna G występuje bez współczynnika, na którego temat dyskusję przeprowadził, wspomniany we wcześniejszej części niniejszego artykułu, Aschauer (1988):

$$Y_t^i(j) = C_{i,t}^i(j) + \int_0^1 C_{i,t}^f(j) df + G_t^i(j).$$

Gdzie: C_i^i - konsumpcja dóbr krajowych w kraju i-tym; C_i^f - konsumpcja dóbr eksportowanych z kraju i do kraju f.

Po rozwiązaniu modelu zawierającego sztywności cenowe zgodnie z mechanizmem Calvo (1983), można wyprowadzić równanie na logarytmiczne odchylenie produktu w całej unii monetarnej od stanu ustalonego $\hat{y}_t^* = \log y_t - \log y^*$:

$$\hat{y}_t^* = \gamma \hat{g}_t^* - (1 - \gamma) \sum_{k=0}^{\infty} E_t \{ r_{t+k}^* - \pi_{t+k+1}^* + \log \beta \};$$

gdzie γ - relacja wydatków rządowych do PKB; π - inflacja.

Zgodnie z intuicją, ponadprzeciętnie wysokie wydatki rządowe przyczyniają się do dodatniego odchylenia produktu od stanu ustalonego (waga γ to udział wydatków w PKB), natomiast wzrost realnej stopy procentowej oddziałuje w odwrotnym kierunku.

Wydatki rządowe wpływają również na odchylenie inflacji, co przedstawia tzw. nowokeyneowska krzywa Phillipsa:

$$\pi_t^* = \beta E_t \{ \pi_{t+1}^* \} + \lambda \left(\frac{1}{1 - \gamma} + \varphi \right) \hat{y}_t^* - \frac{\lambda \gamma}{1 - \gamma} \hat{g}_t^* - \lambda (1 + \varphi) a_t^*.$$

Tym razem, na pierwszy rzut oka, intuicja sugerująca dodatnią zależność między wydatkami rządowymi a inflacją zawodzi. W rzeczywistości zależność jest ujemna. Należy bowiem uwzględnić wpływ odchylenia produktu na odchylenie inflacji. Wiedząc, że $\varphi > 0$ oraz $\frac{\partial \hat{y}_t^*}{\partial \hat{g}_t^*} = \gamma$ można wykazać, że wpływ dodatniego odchylenia wydatków rządowych od stanu ustalonego na odchylenie inflacji jest ostatecznie dodatni, ale przebiega, pośrednio, kanałem odchylenia produktu. W porównaniu do konsumpcji prywatnej, wpływ wydatków rządowych jest jednak mniejszy.

Optymalne zachowanie władz fiskalnych różni się w zależności od tego, czy w modelu występują sztywności nominalne. Jeżeli ceny dostosowują się elastycznie, to decydenci w poszczególnych gospodarkach mogą się koncentrować tylko na efektywnym dostarczaniu dóbr publicznych zgodnie z regułą fiskalną stałego udziału wydatków w PKB:

$$\forall_t \frac{\bar{G}_t^i}{\bar{Y}_t^i} = \gamma = \chi.$$

Sytuacja zmienia się, gdy do modelu dołączone zostaną sztywności cenowe. Wspólny bank centralny nie jest wówczas w stanie zapewnić efektywnej alokacji we wszystkich gospodarkach unii, ponieważ różnią się one m. in. poziomem zatrudnienia i produktem. Poza tym, z uwagi na opóźnione dostosowania cen, efektywna alokacja nie może zostać przywrócona natychmiast po wystąpieniu szoku. Władze fiskalne stają przed wyborem „coś za coś” - nie są w stanie jednocześnie zapewnić stabilnych cen oraz produkcji.

Galí i Monacelli wykorzystali w swoim wywodzie pojęcia trzech luk. Lukę wydatków rządowych oznaczyli jako $\tilde{g}_t^i \equiv g_t^i - \bar{g}_t^i$, gdzie \bar{g}_t^i - to logarytm poziomu wydatków, który wystąpiłby w optimum modelu bez sztywności nominalnych, natomiast luka produktowa zdefiniowana została jako $\tilde{y}_t^i \equiv y_t^i - \bar{y}_t^i$, zaś luka fiskalna - jako $\tilde{f}_t^i \equiv \tilde{g}_t^i - \tilde{y}_t^i$. Wówczas dylemat, jaki stoi przed decydentami w państwach unii monetarnej, w modelu ze sztywnościami cenowymi obrazują dwa poniższe równania.

Nowokeynesowska krzywa Phillipsa przedstawia się następująco:

$$\pi_t^i = \beta E_t \left\{ \pi_{t+1}^i \right\} + \lambda(1 + \varphi) \tilde{y}_t^i - \frac{\lambda \chi}{1 - \chi} \tilde{f}_t^i.$$

Z kolei poniższe równanie stanowi jedną z wielu odmian równań zawierających mnożnik fiskalny (w tym przypadku $\frac{\chi}{1 - \chi}$):

$$\Delta \tilde{y}_t^i - \Delta \tilde{y}_t^{i*} = \frac{\chi}{1 - \chi} (\Delta \tilde{f}_t^i - \Delta \tilde{f}_t^{i*}) - [(\pi_t^i - \pi_t^{i*}) + (\Delta a_t^i - \Delta a_t^{i*})].$$

Autorzy tłumaczą, że jeżeli decydenci doprowadzą do zamknięcia luki produktowej i fiskalnej ($\tilde{y}_t^i = \tilde{f}_t^i = 0$), to, zgodnie z nowokeynesowską krzywą Phillipsa, poziom cen może zostać ustabilizowany ($\pi_t^i = E_t \left\{ \pi_{t+1}^i \right\} = 0$). Z drugiej jednak strony, zakładając

równowagę w całej unii: $\Delta \tilde{y}_t^* = \Delta \tilde{f}_t^* = \pi_t^* = 0$, stabilizacja $\Delta \tilde{y}_t^i$, w obliczu występowania asymetrycznych szoków produktywności, wymaga dostosowania cen krajowych względem zagranicznych, czyli uniemożliwia ich stabilizację.

3.3. Cogan, Cwik, Taylor i Wieland na temat pakietu stymulacyjnego w USA

Wpływ polityki fiskalnej na gospodarkę, w szczególności wydatków rządowych na produkt (tzw. mnożnik fiskalny), należał zawsze do najważniejszych problemów badawczych ekonomii. Ekonomisci, w zależności od przyjętego podejścia, konstruowali różne modele, na podstawie których można było wysnuć odmienne wnioski co do skuteczności polityki fiskalnej. W Stanach Zjednoczonych 2009 r. zgodność lub brak zgodności teorii z rzeczywistością nabrały wyjątkowego znaczenia w obliczu decyzji, jakie mieli podjąć tamtejsi politycy. Ówczesne dylematy, które nie straciły jeszcze na aktualności, zostały dobrze opisane w artykule Cogana, Cwika, Taylora i Wielanda (2009). Rząd USA przygotowywał wtedy pakiet stymulacyjny wart 1 biliona \$. w odpowiedzi na kryzys finansowy, o początkach sięgających 2007 r., a który apogeum osiągnął 15 września 2008 r. z chwilą bankructwa Lehman Brothers.

Jednym z modeli, na podstawie których podejmowano decyzję, był model doradców prezydenta USA: Romer i Bernsteina (2009). Model ten został skrytykowany w tekście Cogana i in., ponieważ należał on do klasy starych modeli keynesowskich, w których m.in. brakowało racjonalnych dalekowzrocznych oczekiwań. Romer i Bernstein badali wzrost wydatków przy założeniu utrzymania nominalnych stóp procentowych na zerowym poziomie przez cały okres symulacji. W modelach nowokeynesowskich niemożliwe jest poczynienie takiego założenia, gdyż realne stopy procentowe muszą wzrosnąć w długim okresie (a to wymaga wzrostu stóp nominalnych), aby wzrost wydatków publicznych został zrekomensowany obniżeniem konsumpcji oraz inwestycji prywatnych. W przeciwnym razie, stopy kształtujące się poniżej stanu równowagi doprowadziłyby, poprzez kanał oczekiwań, do spirali inflacyjnej. Rezultaty symulacji przeprowadzanych w modelach obu klas różniły się diametralnie, co świadczy o wadze doboru modelu służącego do oceny konkretnej polityki (więcej o problemach, przed jakimi stają osoby zajmujące się polityką fiskalną w rozdziale 4).

Warto też dodać uwagę poczynioną w artykule Christiano, Eichenbauma i Rebelo (2011) na temat modeli wektorowej autoregresji (VAR). Żeby dokonać kwantyfikacji mnożnika wydatkowego, należałoby znać hipotetyczny poziom PKB przy założeniu braku impulsu fiskalnego, co jest niemożliwe. Co więcej, gdyby taki model został oszacowany przy użyciu szeregów z czasów, gdy nominalna stopa procentowa była większa od zera, to nie można byłoby go odnieść do czasów, gdy nominalna stopa procentowa jest związana zerowym ograniczeniem. Gospodarka w obydwu okresach funkcjonuje bowiem w zbyt różniących się warunkach.

W niniejszym artykule analizie zostały poddane modele DSGE, m. in. najczęściej obecnie stosowane w instytucjach państwowych, zaliczające się do głównego nurtu makroekonomii, modele nowokeynesowskie, autorstwa Smetsa i Woutersa (2003) czy też wspomnianego Christiano, Evansa i Eichenbauma (2005) na które powołują się także Cogan i in. Przeprowadzając w tego typu modelach symulacje zmian polityki fiskalnej, najczęściej zwiększa się poziom wydatków o jednostkę na jeden okres lub trwale, a następnie bada się reakcję wybranych zmiennych w ciągu kilku następnych okresów. W praktyce trudno jednak precyzyjnie wyodrębnić wielkość kwoty, będącej impulsem fiskalnym. Sektor instytucji rządowych i samorządowych składa się z podsektora centralnego, regionalnego (w Polsce niewystępującego), lokalnego oraz ubezpieczeń społecznych. Łącznie, skonsolidowane wydatki rządowe i samorządowe w Unii Europejskiej wynoszą ogółem przeciętnie 48 – 50% PKB, ale wydatki na konsumpcję finalną już tylko 20% i to właśnie one są przeważnie ujmowane w opisywanych tutaj modelach. Na pierwszy rzut oka mogłoby się wydawać, że takie podejście umniejsza wpływ polityki fiskalnej na funkcjonowanie gospodarki. Jednak odmienne traktowanie wydatków na cele inne niż spożycie ma swoje uzasadnienie.

Można w tym kontekście przywołać rozważania w podrozdziale 2.7, ale także poruszaną przez Cogana i in. kwestię transferów wewnątrz sektora publicznego, np. pomiędzy podsektorem centralnym (w przypadku Polski chodzi tu przede wszystkim o budżet państwa) a podsektorem samorządowym. Zwiększenie tego typu dotacji z budżetu nie musi wcale prowadzić do zwiększenia wydatków publicznych ogółem, czyli do rozluźnienia polityki fiskalnej. *Ex ante* może bowiem nie być znana reakcja samorządów. Zwiększone dotacje mogą np. zastąpić wzrost podatków lub zaciągnięcie zadłużenia planowane w celu sfinansowania ustalonych wydatków. Dlatego nie należy rozpatrywać rządowego pakietu stymulacyjnego w oderwaniu od pozostałych podsektorów. Zamiast tego należy brać pod uwagę wielkości skonsolidowane w obrębie sektora albo, zgodnie z obserwacją z poprzedniego akapitu, nie zaliczać wydatków publicznych nieprzeznaczonych na spożycie do zmiennej charakteryzującej wydatki publiczne.

Cogan i in. zauważają także, że o ile założenie trwałego wzrostu wydatków jest wygodne w celu sprawdzenia właściwości modelu, o tyle nie jest to zabieg realistyczny z praktycznego punktu widzenia. Część wydatków zostanie bowiem wydana jednorazowo, a część rozłożona na kilka lat. Oprócz tego, różne składowe pakietu stymulacyjnego wejdą w życie w różnym czasie. Spostrzeżenia w cytowanym artykule odnosiły się do pakietu planowanego w USA w 2009 r., ale zachowują swoją aktualność w stosunku do reform i programów wdrażanych w innych państwach, w tym w Polsce.

3.4. Podejście Mayera i Stählera do modelowania reguł fiskalnych

Ciekawe podejście do modelowania polityki fiskalnej w DSGE zaprezentowali Mayer i Stähler (2009) w artykule: „The debt brake: business cycle and welfare consequences of Germany’s new fiscal policy rule”. Porównano tu efekty polityki fiskalnej prowadzonej

zgodnie z jedną z trzech reguł: 1) zrównoważonego budżetu (czyli niewykazującego deficytu) oraz „hamulca zadłużeniowego” - 2) tradycyjnego i 3) funkcjonującego w sposób bardziej antycykliczny. Wykorzystany w tym artykule nowokeynesowski model DSGE opiera się na podejściach Galiego, Lopeza-Salido i Vallesa (2007) oraz Leitha i Wren-Lewisa (2013). Standardowo, sektor przedsiębiorstw dzieli się na firmy produkujące dobra finalne oraz pośrednie. Wśród pierwszych panuje konkurencja doskonała, a wśród drugich - monopolistyczna. Ceny są ustalane zgodnie z mechanizmem Calvo. Część gospodarstw domowych ma dostęp do rynku kapitałowego, część jest tego dostępu pozbawiona, dlatego konsumuje całość swoich bieżących dochodów. Polityka pieniężna jest prowadzona zgodnie z regułą Taylora.

Główną wartością dodaną modelu jest postać bloku odnoszącego się do polityki fiskalnej. Zawiera on trzy rodzaje reguł fiskalnych, czyli numerycznych ograniczeń nałożonych na różne kategorie zmiennych fiskalnych, które rząd (w rzeczywistości także samorzady) musi respektować, przeważnie w wyniku przepisów prawnych. Zanim blok ten zostanie opisany, należy zaznaczyć, że konsumpcja dóbr publicznych G_t znajduje się w funkcji użyteczności gospodarstw domowych. Ograniczenie budżetowe rządu przedstawia się następująco:

$$B_{t+1} + \tau_t^w W_t(1 - L_t) + \tau_t^c P_t C_t = R_{t-1} B_t + P_t G_t,$$

gdzie: $R = 1 + r$.

Punkt odniesienia dla pozostałych reguł rozpatrywanych w artykule stanowi reguła zrównoważonego budżetu. Polega ona na tym, że rząd planuje wydatki na takim poziomie, aby przy prognozowanym poziomie dochodów, deficyt wyniósł zero. Reguła ta determinuje więc procykliczne kształtowanie się wydatków - niższych w złych czasach i wyższych - w dobrych, co stanowi jej zasadniczą wadę. Równość między wydatkami a oczekiwanymi dochodami można zapisać, w relacji do nominalnego poziomu trendu PKB, następująco:

$$(R_{t-1} - 1) \frac{B_t}{P_t \bar{Y}} + \frac{G_t}{\bar{Y}} = E_{t-1} \left\{ \frac{\tau_t^d w_t (1 - L_t)}{\bar{Y}} + \frac{\tau_t^c C_t}{\bar{Y}} \right\},$$

gdzie \bar{Y} stanowi trend PKB.

Z uwagi na różnice między planowanymi a wykonanymi wydatkami $\frac{v_t}{P_t \bar{Y}}$, a także nieuniknione błędy prognoz dochodów, planowany wynik nominalny zazwyczaj różni się od docelowego. Różnice te, podobnie jak w regułach szwajcarskiej, niemieckiej i polskiej, kumulują się na koncie kontrolnym. Konto jest jedynie konstruktem statystycznym, nie gromadzą się na nim rzeczywiste środki jak na kontach bankowych. Gdy wspomniane różnice przekroczą określony próg, następuje odpowiednie dostosowanie wydatków. W opisywanym tutaj modelu dostosowanie zachodzi w każdym okresie, w wysokości $-\rho \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}}$, gdzie ρ to prędkość dostosowania, natomiast AC_t oznacza konto kontrolne (z ang. *adjustment account*). Warto nadmienić, że polska stabilizująca reguła wydatkowa (szczególnie np. Korniluk, 2014), choć pod wieloma względami różni się od opisywanej tu reguły

zrównoważonego budżetu (m. in. tym, że wyznacza wydatki w oparciu o średniookresowy wzrost PKB i posiada złożony mechanizm korygujący), to jednak również zawiera konto kontrolne (tzw. sumę różnic), które kumuluje odchylenia wyniku nominalnego od średniookresowego celu budżetowego (obecnie w wysokości -1% PKB). Szwajcarski i niemiecki „hamulec zadłużeniowy” też jest wyposażony w konto kontrolne, ale rejestruje tylko odchylenia wyniku strukturalnego. Ostatecznie zatem ograniczenie budżetowe rządu w I wersji reguły przedstawia się następująco:

$$(R_{t-1} - 1) \frac{B_t}{P_t \bar{Y}} + \frac{G_t}{\bar{Y}} = \underbrace{E_{t-1} \left\{ \frac{\tau_t^d w_t (1 - l_t)}{\bar{Y}} + \frac{\tau_t^c C_t}{\bar{Y}} \right\}}_{\text{reguła zrównoważonego budżetu}} - \rho \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}}.$$

Konto kontrolne to suma nieskorygowanej swojej wartości z poprzedniego okresu, różnicy między wykonanymi a zaplanowanymi wydatkami oraz błędu prognozy dochodów:

$$\frac{AC_t}{P_t \bar{Y}} = (1 - \rho) \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}} + \underbrace{E_{t-1} \left\{ \frac{\tau_t^d w_t (1 - l_t)}{\bar{Y}} + \frac{\tau_t^c C_t}{\bar{Y}} \right\}}_{\text{błąd prognozy dochodów}} - \left\{ \frac{\tau_t^d w_t (1 - l_t)}{\bar{Y}} + \frac{\tau_t^c C_t}{\bar{Y}} \right\}.$$

Z kolei II wersja reguły, tzw. „hamulec zadłużeniowy” polega na takim planowaniu wydatków, aby wynik strukturalny (tzn. oczyszczony z wahań cyklicznych i działań jednorazowych i tymczasowych), przy założeniu prognozowanego poziomu dochodów i luki produktowej, planowo osiągał określony poziom wyrażony w % PKB. „Hamulec” został wprowadzony w Szwajcarii i Niemczech. Reguła szwajcarska stanowi pierwszą w historii regułę tego typu, gdyż obowiązuje począwszy od budżetu zaplanowanego na 2003 r. Niemiecka została zaś zapisana w Konstytucji Niemiec w 2009 r., ale ma długi, siedmioletni okres przejściowy dla sektora centralnego i jedenastoletni dla regionalnego. Zgodnie z koncepcją Mayera i Stählera, w „hamulcu zadłużeniowym” wydatki są ustalane na poziomie dochodów oczyszczonych z wahań cyklicznych (czyli w wysokości trendu dochodów) i uzupełnionych o korektę wynikającą z konta kontrolnego oraz o niezaplanowane wcześniej wydatki dyskrecyjne.

$$(R_{t-1} - 1) \frac{B_t}{P_t \bar{Y}} + \frac{G_t}{\bar{Y}} = \underbrace{\frac{\bar{\Psi}}{\bar{P}\bar{Y}} - \rho \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}}}_{\text{hamulec zadłużeniowy}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}},$$

gdzie: $\Psi_t = \tau_t^d W_t (1 - L_t) + \tau_t^c P_t C_t$ (dochody nominalne rządowe z opodatkowania pracy i konsumpcji) oraz $\bar{\Psi} = \tau^w \bar{W} (1 - \bar{L}) + \tau^c \bar{P} \bar{C}$ (dochody strukturalne).

W III wersji reguły, nazwanej „automatycznymi stabilizatorami (koniunktury)”, trend dochodów jest dodatkowo pomnożony przez współczynnik odnoszący się do luki produktowej $\left(\frac{\bar{Y}}{Y_t}\right)^\alpha$, gdzie $\alpha > 0$. Współczynnik ten powoduje działanie antycykliczne, gdyż w latach dodatniej luki produktowej (czyli gdy nominalny PKB przewyższa potencjalny) wydatki są redukowane względem poziomu II wersji i *vice versa*.

$$(R_{t-1} - 1) \frac{B_t}{P_t \bar{Y}} + \frac{G_t}{\bar{Y}} = \underbrace{\frac{\bar{\Psi}}{\bar{P}\bar{Y}} \cdot E_{t-1} \left\{ \left(\frac{\bar{Y}}{Y_t} \right)^\alpha \right\}}_{\text{automatyczne stabilizatory}} - \rho \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}}.$$

Podobnie jak w regule zrównoważonego budżetu, na koncie kontrolnym notowana jest jego nieskorygowana wartość z poprzedniego okresu, kwota wydatków dyskrejonalnych oraz różnica między zaplanowanymi wydatkami a dochodami rzeczywiście zrealizowanymi:

$$\frac{AC_t}{P_t \bar{Y}} = (1 - \rho) \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}} + \underbrace{\frac{\bar{\Psi}}{\bar{P}\bar{Y}} \cdot E_{t-1} \left\{ \left(\frac{\bar{Y}}{Y_t} \right)^\alpha \right\}}_{\text{błąd prognozy dochodów}} - \frac{\Psi_t}{P_t \bar{Y}}.$$

Kilka aspektów odnoszących się do sposobu modelowania reguły „hamulca zadłużeniowego” oraz automatycznych stabilizatorów zasługuje na krytyczne uwagi. Przede wszystkim, wzór na konto kontrolne w artykule (odmienny niż zaprezentowany powyżej) jest prawdopodobnie błędny. Przedstawia się on bowiem następująco:

$$\frac{AC_t}{P_t \bar{Y}} = (1 - \rho) \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}} + \underbrace{\varrho \left[\frac{\bar{\Psi}}{\bar{P}\bar{Y}} - \frac{\Psi_t}{P_t \bar{Y}} \right]}_{\text{konto ham. zad.; } \alpha=0, \rho=1} - \frac{\bar{\Psi}}{\bar{P}\bar{Y}} \cdot \underbrace{E_{t-1} \left\{ \left(\frac{\bar{Y}}{Y_t} \right)^\alpha \right\}}_{\text{konto aut. stab.; } \alpha>0, \rho=0}.$$

Tymczasem dla $\alpha = 0$ i $\varrho = 1$:

$$\frac{AC_t}{P_t \bar{Y}} = (1 - \rho) \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}} - \frac{\Psi_t}{P_t \bar{Y}}.$$

Na koncie kontrolnym kumulowałyby się zatem z ujemnym znakiem rzeczywiste dochody. Brakuje trendu dochodów, stanowiącego punkt odniesienia dla dochodów uzyskanych. Wobec tego niemożliwe byłoby ustabilizowanie się konta kontrolnego na poziomie bliskim zeru. Jeśli nawet w pewnym okresie wartość konta osiągnęłaby 0 oraz nie wykonano by wydatków dyskrejonalnych, to i tak wystarczyłoby jakakolwiek dodatnia kwota dochodów, która odłożyłaby się na koncie i przez to zwiększałyby limit wydatkowy na

przyszły okres. Jednak ów zwiększony limit nie wpłynąłby na stan konta kontrolnego. Mechanizm przywracania stabilności finansom publicznym zupełnie by nie działał. Problem potęgowałby fakt, że ponadprzeciętnie wysokie dochody obserwowane w dobrych czasach przyczyniałyby się do ponadprzeciętnego zwiększania wydatków, czyli polityka prowadzona zgodnie z regułą byłaby w sposób procykliczny.

Natomiast dla $\alpha = 1$ i $\rho = 0$:

$$\frac{AC_t}{P_t \bar{Y}} = (1 - \rho) \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}} - \frac{\bar{\Psi}}{\bar{P} \bar{Y}} \cdot E_{t-1} \left\{ \begin{array}{c} \bar{Y} \\ \bar{Y}_t \end{array} \right\}.$$

Tym razem na koncie kontrolnym kumulowałyby się oczekiwane dochody strukturalne, co wprawdzie nie generowałoby procykliczności, ale i tak konto działałoby podobnie, co w przykładzie opisanym w poprzednim akapicie. Żeby konto mogło prawidłowo działać, odkładać się muszą na nim różnice między wielkościami rzeczywistymi a docelowymi. Jeśli tylko któreś z nich zabraknie, wówczas mechanizm nie działa należycie.

Ogólnie rzecz ujmując, wzór na konto kontrolne dla drugiej i trzeciej reguły bardzo różni się koncepcyjnie od konta dla reguły pierwszej. Co więcej, stoi w sprzeczności z jego celem polegającym na stabilizowaniu finansów publicznych. Dlatego wydaje się prawdopodobne, że został zapisany z technicznym błędem, a jego prawidłowa postać została przedstawiona w niniejszym artykule.

Co więcej, zapis reguł fiskalnych z kilku powodów odbiega od rzeczywistości funkcjonujących reguł fiskalnych. Po pierwsze, w regułach mamy zazwyczaj do czynienia z opóźnieniami dwuletnimi. Jeśli przekroczenie pewnego progu nastąpiło w roku n , to statystyczne stwierdzenie tego faktu mogło mieć miejsce dopiero w roku $n+1$, wobec czego konsekwencje mogą zostać wprowadzone dopiero na rok $n+2$. Tymczasem opisywany tu model DSGE bazuje na opóźnieniach jednorocznych. Po drugie, w praktyce znany jest problem częstych i znaczących rewizji produktu potencjalnego, luki produktowej, a także dochodów strukturalnych. Przykładowo, nieoczekiwanie silna lub długa recesja zazwyczaj powoduje obniżenie produktu potencjalnego nie tylko w latach bieżących, ale także przeszłych. To z tego powodu polska stabilizująca reguła wydatkowa nie uwzględnia kategorii nieobserwowalnych. W efekcie, czynnik $\frac{\Psi}{P \bar{Y}}$ powinien zostać uzupełniony o operator wartości oczekiwanej, a jego błędy prognoz powinny zostać dodane do modelu. Po trzecie i najważniejsze, o ile uzasadnione jest zapisywanie na koncie kontrolnym odchyień wyniku nominalnego od celu w regule zrównoważonego budżetu, o tyle dziwne jest czynienie tego samego w regułach wyniku strukturalnego. Jeżeli cel stanowi wynik strukturalny, to na koncie kontrolnym powinny odkładać się odchylenia tej samej kategorii (tak się dzieje w Szwajcarii i Niemczech), a nie kategorii nominalnych. W przeciwnym razie, w dobrych czasach będą zapisywane odchylenia ujemne, które następnie będą prowadziły do dodatniej korekty, czyli działania procyklicznego. Warto przy okazji zauważyć, że nie muszą to być odchylenia od zera - w Niemczech cel stanowi np. deficyt strukturalny podsektora centralnego w wysokości 0,35% PKB. Ponadto, we wszystkich trzech

przytaczanych państwach, konta kontrolne posiadają określone progi, dopiero których przekroczenie powoduje korektę. Tymczasem w opisywanym tu modelu korekta odbywa się co roku, co może czynić regułę fiskalną trudniejszą w komunikacji. Trudno bowiem postronnym osobom zrozumieć regułę, której formuła jest nieustannie korygowana oraz przewidzieć wskazania takiej reguły w przyszłych latach.

3.5. Christiano, Eichenbaum i Rebelo o determinantach mnożnika wydatkowego

W artykule Christiano i in. (2011) poszukuje się odpowiedzi na pytanie, od czego zależy wielkość mnożnika wydatkowego. W tym celu autorzy eksperymentują z różnymi modelami oraz m.in. stopniem opóźnień w polityce fiskalnej. Główna teza dowodzona w pracy stanowi, iż mnożnik wydatkowy jest szczególnie wysoki, gdy mamy do czynienia ze sztywnym poziomem nominalnej stopy procentowej. Po kryzysie, który wybuchł w 2008 r. wiele banków centralnych obniżyło stopy procentowe do zera lub bliskiej okolicy zera (m.in. FED: przedział 0 – 0,25%, EBC: 0,05%, czeski CNB: 0,05%, Bank Japonii: 0,1%, oraz przywoływane już: szwajcarski SNB: –0,75% i szwedzki Riksbank: –0,25% - stan na 20 kwietnia 2015 r.). Jeśli założyć, że zero stanowi dolne ograniczenie dla stopy procentowej, wówczas można stwierdzić, że scenariusz stałej stopy procentowej zrealizował się w praktyce. Jednak przykłady Banku Szwajcarii czy Szwecji dowodzą, że zero nie jest ograniczeniem, a stopy mogą w praktyce przyjmować również wartości ujemne. W artykule Christiano, Eichenbauma i Rebelo abstrahowano jednak od tego zagadnienia.

W modelu pozbawionym kapitału, wydatki rządowe znajdują się w funkcji użyteczności: $u = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (f(c_t, l_t)) + \Gamma(g_t)$. Są one modelowane w następujący sposób: $g_{t+1} = g_t^\rho \exp(\varepsilon_{t+1}^g)$, gdzie ε_{t+1}^g jest ciągiem niezależnych zmiennych losowych generowanych z tego samego rozkładu, np. normalnego, o wartości oczekiwanej równej zero. Należy zauważyć, że $\rho < 1$. W przeciwnym razie szereg czasowy wydatków byłby niestacjonarny i w długim okresie prawie na pewno „eksploduje”. Wynika to z faktu, że jeżeli $\varepsilon^g \sim N(0, \sigma)$, to $\exp(\varepsilon^g)$ pochodzi z rozkładu log-normalnego o wartości oczekiwanej równej $\sigma/2$. Czynnikiem $\exp(\varepsilon_{t+1}^g)$ będzie więc w długim okresie wpływał na wzrost wydatków. Analiza w ramach modeli DSGE polega tymczasem na objaśnianiu odchyłeń zmiennych od stanu ustalonego. Dlatego drugi czynnik powinien oddziaływać w odwrotną stronę, t.j. „przyciągać” poziom wydatków w kierunku stanu ustalonego. Wykorzystanie g_t^ρ przy założeniu $\rho < 1$ powoduje, że wydatki nadmiernie odchylone od 1 będą miały tendencję do powrotu do 1. Ponadto, ρ jest równe w długim okresie (t.j. przy liczbie okresów dążącej do nieskończoności) współczynnikowi autokorelacji pierwszego rzędu poziomu wydatków. Wartość tego parametru jest więc bardzo łatwa do skalibrowania. Autorzy założyli $\rho = 0,8$. Warto wspomnieć, że wydatki te finansowane są z podatków ryczałtowych.

Najpierw analizie poddano model bez kapitału. W takiej gospodarce impulsem prowadzącym do nagłego spadku produktu i w efekcie stopy procentowej, może być wzrost

współczynnika dyskontującego (β). Gospodarstwa domowe decydują się mniej konsumować, aby zaoszczędzić więcej środków. Bez kapitału nie ma jednak możliwości dokonania inwestycji, a zatem w równowadze zrównującej oszczędności z inwestycjami, oszczędności muszą być zerowe. Bank centralny obniża więc stopy procentowe, aby zniwelować skłonność gospodarstw do oszczędzania. Jeśli jednak szok jest duży, nominalna stopa procentowa zostaje obniżona do zera i natrafia na dolne ograniczenie. Dalsza obniżka jest, zgodnie z modelem, niemożliwa. Oznacza to, że realna stopa procentowa nie może wystarczająco zmaleć, aby zredukować chęć oszczędzania⁵. Zmniejszenie konsumpcji powoduje spadek produktu i cen, ale w związku z mechanizmem indeksacji cen, gospodarstwa domowe spodziewają się spadku inflacji (a nawet wystąpienia deflacji) także w przyszłości, a to przekłada się na ponowny wzrost realnej stopy procentowej, a zarazem skłonności do oszczędzania. Odwieść od tej skłonności gospodarstwa domowe może dopiero bardzo silny spadek produktu.

Problem stanowi w tym przypadku zerowe ograniczenie stóp procentowych. Rekomendowane rozwiązanie zaś to ekspansywna polityka fiskalna. Przeciwdziała ona spadkowi produktu oraz cen, a w rezultacie - zapobiega wzrostowi realnej stopy procentowej i chęci oszczędzania. Autorzy modelują wydatki rządowe w ten sposób, że w okresie obowiązywania zerowych stóp procentowych, wydatki opiewają na wyższą kwotę niż stan ustalony, a w pozostałym czasie - są równe stanowi ustalonemu. Z artykułu Christiano i in. (2011) wynika, że mnożnik fiskalny może być duży (znacząco większy od 1) wtedy, gdy nominalna stopa procentowa napotyka zerowe ograniczenie. Dokładna wartość mnożnika zależy od długości obowiązywania zerowej nominalnej stopy procentowej, a także opóźnień w implementacji polityki fiskalnej.

3.6. Canzoneri, Collard, Dellas i Diba

W opracowaniu Canzoneriego, Collarda, Dellasa i Diby (2013) przedstawiono różne sposoby ujęcia polityki fiskalnej w modelach DSGE, ze szczególnym uwzględnieniem tych oryginalnych, bardziej złożonych oraz bliskich rzeczywistości. W artykule tym wydatki rządowe są modelowane standardowo, tj. ich logarytm generowany jest przez proces autoregresyjny. Zakłada się też trwałe zbilansowanie budżetu oraz występowanie ekwiwalencji ricardiańskiej. Owa praca wyróżnia się jednak opisem niedoskonałej percepcji poziomu wydatków rządowych przez gospodarstwa domowe, która powoduje, że mnożnik fiskalny nie jest ujemny.

Tradycyjnie, w nowokeynesowskich modelach DSGE nieoczekiwany wzrost wydatków

⁵Wprowadzenie kapitału do modelu powoduje, że jeszcze trudniej jest wyrównać stopę oszczędności gospodarstw ze stopą inwestycji firm, ponieważ inwestycje charakteryzuje ujemna zależność z realną stopą procentową. W modelu bez akumulacji kapitału, polityka pieniężna wynika z reguły Taylora (chyba, że implikowana stopa jest ujemna, wówczas wynosi zero). Tymczasem w modelu z akumulacją kapitału, liczba okresów o zerowej stopie jest ustalona z góry, z przyczyn technicznych, a nie jest rozwiązywana w ramach modelu, co stanowi jego słabość.

rządowych prowadzi do zmniejszenia konsumpcji gospodarstw domowych. Dzieje się tak, ponieważ konsumenci zdają sobie sprawę, że zwiększone wydatki publiczne będą musiały zostać sfinansowane z odpowiednio zwiększonych podatków. Wiedzą zatem o obniżeniu swojego majątku i w efekcie mniej wydają na bieżącą konsumpcję, oszczędzając na przyszłość. Dane empiryczne wskazują jednak albo na brak takiej zależności albo nawet dodatnią zależność między wydatkami rządu a konsumpcją prywatną. Canzoneri i in. powołują się na badania innych autorów, w których stwierdzono, że wiele rozwiniętych gospodarek (USA, Wielka Brytania, Niemcy, Australia, Kanada) doświadczyło około 1980 r. załamania strukturalnego. Przed tym punktem zwrotnym, wpływ wydatków rządowych na konsumpcję prywatną był dodatni. Po 1980 r. konsumpcja prywatna przestała reagować na politykę fiskalną.

Jednym z możliwych wytłumaczeń takiego stanu rzeczy jest tzw. efekt Mundella - Fleminga (1964). W gospodarce z określoną bazą monetarną, zwiększone wydatki rządowe wpływają na wzrost stopy procentowej, co z kolei wywiera presję na aprecjację kursu. Dalszy rozwój sytuacji w gospodarce zależy od reżimu kursu walutowego. Jeżeli kurs jest sztywny, to bank centralny w celu obrony ustalonego kursu, skupuje waluty zagraniczne, czyli powiększa bazę monetarną, co dodatkowo stymuluje popyt wewnętrzny. Jeżeli natomiast kurs jest płynny, to bank centralny nie przeciwdziała aprecjacji kursu. Dobra krajowe stają się droższe od zagranicznych, eksport netto maleje, co w rezultacie niweluje wzrost popytu wewnętrznego wywołany polityką fiskalną. W sytuacji sztywnego kursu walutowego, na podstawie modelu Mundella-Fleminga, mnożnik fiskalny byłby więc dodatni, natomiast w przypadku płynnego kursu walutowego, mnożnik fiskalny bliski zeru. Są to wnioski zgodne z empirią - po 1980 r. gospodarki stały się bardziej otwarte, kontrola przepływów kapitału została złagodzona. Wnioski zaprezentowane w tekście Canzoneriego i in. także są spójne z wyżej opisanym efektem.

W modelach DSGE można osiągnąć dodatni wpływ wydatków publicznych na konsumpcję prywatną na dwa sposoby. Po pierwsze, można wprowadzić część gospodarstw domowych, która będzie posługiwała się tzw. regułą kciuka zamiast rozwiązywania problemu optymalizacyjnego o nieskończonym horyzoncie czasowym. Reguła kciuka nakazuje przeznaczyć bieżące dochody na konsumpcję. Wprowadzenie krótkowzrocznych, nieracjonalnych podmiotów do modelu DSGE jest niespójne z pozostałymi założeniami modelu i ogólnie - teorii neoklasycznej.

Drugi sposób został przedstawiony w artykule Canzoneriego i in. (2012). Polega na ograniczeniu informacji będącej w posiadaniu gospodarstw domowych. Zakłada się więc, że nie znają one dokładnego bieżącego poziomu wydatków rządowych (a także inflacji i PKB). Gospodarstwa znają za to precyzyjnie wysokość kursu walutowego oraz nominalnej stopy procentowej, ale nie wiedzą, co wywołuje wahania tych kategorii. Mogą tylko przypisywać prawdopodobieństwa różnym możliwym źródłom wahań: rozwojowi technologicznemu, globalnej inflacji, wzmożonej skłonności zagranicznych konsumentów do importu dóbr krajowych, a także podniesionym wydatkom rządowym. Wszystkie te czynniki, oprócz ostatniego, zwiększają trwale zarówno bieżący poziom wynagrodzeń,

jak i majątek gospodarstwa, co skłania je do zwiększania bieżącej konsumpcji. Jeśli jednak faktyczną przyczyną wzrostu wynagrodzeń była ekspansywna polityka fiskalna, to reakcja gospodarstw okazuje się *ex post* błędna.

Nieznamość bieżącego poziomu wydatków rządowych została uzasadniona tym, że średni błąd popełniany przy podawaniu wydatków publicznych w bieżącym okresie w porównaniu do finalnego odczytu nie różni się znacząco od ogólnego odchylenia standardowego poziomu tych wydatków. Trudno zatem na bieżąco szacować nastawienie polityki fiskalnej. Wniosek ten został wyciągnięty na podstawie analizy kwartalnych danych USA (mimo że artykuł opisywał model skalibrowany pod kątem gospodarki Kanady), aktualizowanych z częstotliwością miesięczną, toteż dane traktowano jako publikowane w „czasie rzeczywistym”.

W przypadku Polski taką analizę można przeprowadzić na podstawie danych publikowanych corocznie w aktualizacjach Programu Konwergencji z lat 2006-2015 (Ministerstwo Finansów 2006-2015). W tablicy 1 zaprezentowano prognozy na kolejny rok, planowane wykonanie w roku bieżącym i odczyt z przeszłego roku relacji wydatków do PKB sektora instytucji rządowych i samorządowych (GG). Obliczono także wartości bezwzględne błędów prognoz oraz planowanego wykonania. W dwóch ostatnich kolumnach tablicy znajdują się: odchylenie standardowe relacji wydatków sektora instytucji rządowych i samorządowych do PKB oraz średnia i mediana błędów. Odchylenie standardowe wydatków wynosi 1,4 - 1,8 w zależności od tego, czy weźmiemy pod uwagę prognozy czy odczyty. Natomiast średni moduł błędu prognozy jest równy 1,9 (mediana 1,7), zaś planowanego wykonania - 1,0 (0,7). Nie dziwi fakt, że błąd planowanego wykonania jest niższy, wynika to ze względnej łatwości sporządzania prognoz dla okresu, który już się rozpoczął w trakcie prognozy. Wniosek z analizy jest spójny z obserwacją poczynioną przez Canzoneriego i in. - błąd prognozy wydatków nie różni się znacząco od średnich wahań tej kategorii.

Tablica 1: Relacja wydatków sektora instytucji rządowych i samorządowych do PKB w Polsce, na podstawie programów konwergencji 2006-2015: prognozy, planowane wykonania i odczyty oraz odchylenia standardowe i błędy.

wydatki/PKB	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	od.s.	śred.	med.
prognoza	-	-	44,0	42,6	41,2	42,4	46,2	43,7	41,0	40,5	40,4	40,8	1,8		
planowane wykonanie	-	44,9	43,8	42,5	43,2	46,5	45,7	42,6	41,3	41,1	41,5	-	1,8		
odczyt	45,1	43,7	42,0	42,6	44,6	45,8	43,6	42,3	41,9	41,8	-	-	1,4		
moduł błędu progn.	-	-	2,0	0,0	3,4	3,4	2,6	1,4	0,9	1,3	-	-		1,9	1,7
moduł błędu p. w.	-	1,2	1,8	0,1	1,4	0,7	2,1	0,3	0,6	0,7	-	-		1,0	0,7

Canzoneri i in. zakładają niepełną wiedzę o wszystkich zmiennych (oznaczonych tutaj jako x), z wyjątkiem nominalnego kursu walutowego i nominalnej stopy procentowej. Autorzy przyznają, że taki wybór, spośród wielu możliwych specyfikacji problemu, jest arbitralny. Można na przykład kwestionować założenie o braku znajomości nominalnych wynagrodzeń. Gospodarstwa obserwują prawdziwy poziom (x_t^T) zsumowany ze zmienną zakłócającą, czyli błędem pomiaru η - odzwierciedlającym niepełną wiedzę gospodarstw: $E(x_t) = x_t^T + \eta_{x,t}$. Zakłada się, że błędy pomiaru nie są obciążone: $E(\eta_{x,t}) = 0$, ani

skorelowane m.in. z szokiem fiskalnym $E(\eta_{x,t}\varepsilon_{g,t}) = 0$, ani z błędami z innych okresów: $E(\eta_{x,t}\eta_{x,k}) = 0, t \neq k$.

Wiedza na temat stanu gospodarki jest aktualizowana, za pomocą filtru Kalmana (Collard, Dellas i Smets, 2009), na podstawie zaobserwowanych w przeszłości wartości zmiennej oraz znajomości modelu przez gospodarstwa domowe. Autorzy przyznają, że specyfikacja dokładnego sposobu, w jaki gospodarstwa postrzegają stan gospodarki, wymaga arbitralnych decyzji. Swój wybór specyfikacji autorzy uzasadnili m.in. tym, że problem oddzielenia prawdziwej informacji o gospodarce od zmiennych zakłócających ma swoje uzasadnienie. Gospodarstwa domowe nie są bowiem w stanie wywnioskować o dokładnym poziomie danej zmiennej na podstawie doskonałych informacji, które już posiadają (tj. nominalny poziom stopy procentowej i kursu walutowego). Poza tym, średni błąd pomiaru poziomu wydatków rządowych nie przekracza średniego błędu zaobserwowanego w USA, zatem wnioski z modelu nie mogą wynikać jedynie z wyolbrzymionego problemu błędnej percepcji stanu gospodarki.

Należy przyznać, że kwestia niedoskonałej informacji gospodarstw domowych o większości zmiennych makroekonomicznych (wyjąwszy nominalne zmienne obserwowalne - wspomniane kurs walutowy i stopa procentowa, ale też poziom cen) powinna zostać uwzględniona w modelach DSGE. Jednocześnie Canzoneri i in. zakładają pełną wiedzę gospodarstw o modelu oraz o przeszłych realizacjach zmiennych, co w rzeczywistości przeważnie nie ma miejsca.

4. Krytyka modeli DSGE

Generalnie rzecz biorąc, modele matematyczne stanowią język współczesnej makroekonomii. Chari i in. (2009) twierdzą, że co do tej kwestii panuje zgoda wśród makroekonomistów. Pod takim stwierdzeniem podpisałby się zapewne Woodford (2009), który uszczegóławia, że ilościową analizę polityk należy opierać na ekonometrycznie zweryfikowanych modelach strukturalnych. Modele zapewniają precyzję sformułowań, na ich podstawie można odróżnić założenia od wniosków. Nie bez znaczenia jest fakt, że dzięki zapisom równań, każdy naukowiec powinien potencjalnie być w stanie dokonać replikacji badania.

Modele DSGE zaliczają się do najpopularniejszych modeli wykorzystywanych współcześnie przez makroekonomistów. Interesujące porównanie modeli DSGE z modelami semi-strukturalnymi⁶ i VAR przeprowadził Hjelm (2015). W przeciwieństwie do innych modeli, DSGE są oparte na teorii mikroekonomicznej i dzięki temu - teoretycznie od-

⁶Makroekonomiczne modele semi-strukturalne, nazywane też modelami makroekonometrycznymi, są wykorzystywane w literaturze poświęconej kointegracji. Generalnie stanowią zróżnicowany zbiór. Nie mają dobrze zdefiniowanej struktury, są tylko do pewnego stopnia oparte na podstawach mikroekonomicznych, często nie posiadają stanu ustalonego, a ich równania nie są szacowane jednocześnie, ale za to są bardziej zdezagregowane i składają się z większej liczby zmiennych niż DSGE (Hjelm, 2015).

porne na krytykę Lucasa. Odporność ową osłabia to, że zawierają nierzadko elementy wprowadzone ad-hoc, niespójne z teorią. DSGE są używane w wielu bankach centralnych i zagranicznych instytucjach; istnieje też wiele programów i konferencji im poświęconych, co ułatwia komunikację w gronie ekonomistów.

Modele te posiadają jednak również wady. Są słabiej osadzone w empirii niż modele VAR. Zdaniem Hjelm, ich słabością jest również linearyzacja wokół stanu ustalonego, która utrudnia wprowadzenie zmiennych w czasie równowag produktywności, bezrobocia i cen względnych. Ponadto, trudno jest w krótkim czasie rozbudować istniejący model, a także dokonywać prognoz na ich podstawie. Wiele modeli DSGE zostało utworzonych w celu analizy polityki pieniężnej, trudniej zatem znaleźć spośród nich te modele, które mogłyby posłużyć do złożonej analizy polityki fiskalnej.

Niniejszy rozdział, poświęcony krytyce pod adresem modeli DSGE, został podzielony na trzy części. Każda z nich zawiera argumenty wysuwane przeciwko modelom DSGE (przeważnie nowokeynesowskim) w artykułach: Kirmana (1992) - poruszającego kwestię reprezentatywności; Chariego i in. (2009) - analizujących strukturalność szoków oraz Caballero (2010) - rozpatrującego metodologię DSGE z najszerszej perspektywy. W każdej z części rozdziału można znaleźć odwołania do pracy Woodforda (2009), występującego niejako w charakterze adwokata syntezy neoklasycznej w makroekonomii.

4.1. Problem reprezentatywności

Autorzy modeli równowagi ogólnej zwykli *implicite* przyjmować, że wybór reprezentatywnego podmiotu stanowiącego agregację (ew. uśrednienie) grupy jednostek jest tożsamy z sumą (uśrednieniem) wyborów owych jednostek. Zarzuty pod kątem pojęcia reprezentatywności podmiotów w makroekonomicznych modelach równowagi ogólnej sformułował m.in. Kirman (1992).

Kirman wykazał błędność założenia, że agregat jednostek, z których każda we własnym zakresie dokonuje optymalizacji, zachowa cechy optymalizującej jednostki. Ale nawet jeśli reprezentatywny agregat jednostek nadal wykazywałby racjonalność, to jego reakcja np. na zmianę polityki rządowej może się różnić od zagregowanej reakcji jednostek, które ten podmiot „reprezentuje”. Co więcej, dla funkcji użyteczności i alokacji dóbr o standardowych właściwościach, można wskazać przykład, zgodnie z którym reprezentatywny podmiot będzie wolał pierwszy koszyk dóbr od drugiego, mimo że każda jednostka będzie wolała drugi koszyk od pierwszego. Wszystko to stawia pod znakiem zapytania możliwość analizy skutków reform w modelach wykorzystujących pojęcie reprezentatywności. Zwłaszcza, że wyklucza ona analizę dystrybucji dochodów, obciążeń podatkowych itp. pomiędzy różne grupy gospodarstw domowych.

Kirman stwierdził, że podejście do analizy ekonomicznej opartej na reprezentatywnym podmiocie jest nie tylko prymitywne, ale również błędne. Jego zdaniem, należy skupić się

na analizie bezpośredniej interakcji zróżnicowanych jednostek. Może to skłaniać do wyboru tzw. modeli wieloagentowych, których tematyka wykracza poza zakres niniejszego artykułu lub modeli DSGE zawierających zróżnicowane (heterogeniczne) podmioty.

Tymczasem Woodford (2009) utrzymuje, że dzięki nowej syntezie neoklasycznej, analiza mikroekonomiczna nie opiera się na fundamentalnie innych zasadach, niż analiza makroekonomiczna, dlatego możliwe jest powiązanie poglądów na temat zachowania gospodarstwa domowego lub przedsiębiorstwa z modelem danego rynku lub całej gospodarki.

4.2. Zarzut braku strukturalności Chariego, Kehoe i McGrattan

Podczas apogeum kryzysu finansowego, tj. we wrześniu 2008 r., na stronie NBER, opublikowany został working paper Chariego i in. (w *American Economic Review* - w 2009 r.) o znamienym tytule „Modele nowokeynesowskie nie są jeszcze użyteczne w analizach polityk” (ang. *New Keynesian Models: Not Yet Useful for Policy Analysis*). Zdaniem autorów, modele nowokeynesowskie nie są w stanie generować klinów (ang. *wedges*): efektywności (zmiennej w czasie produktywności) i podatkowego (ang. *labour wedge*, tj. czynnika zakłócającego stałą zależność między krańcową stopą substytucji między konsumpcją a odpoczynkiem i krańcowym produktem pracy) na podstawie „prymitywnych”, interpretowalnych szoków. Następujące szoki, obecne w omawianym już tutaj modelu Smetsa i Woutersa (2003): narzutów na płace, narzutów na ceny, wydatków egzogenicznych i premii za ryzyko nie powinny być bowiem traktowane jako strukturalne.

Przypomnijmy (patrz podrozdział 2.1), że szok (impuls) to losowe zaburzenie zmiennej generowane za pomocą procesu niezależnego od wartości innych zmiennych. Szoki strukturalne stanowią nieodzowne elementy modelu DSGE, wprowadzając do nich fluktuacje zmiennych odpowiadające gospodarczemu cyklowi koniunkturalnemu. Strukturalność zaburzeń polega na tym, że nie powinny one zależeć od obowiązujących polityk. Ponadto, ich kształtowanie powinno być spójne z mikrodanymi oraz z teorią mikroekonomii. Szoki muszą też poddawać się interpretacji, w szczególności powinno dać się je rozróżnić na korzystne i niekorzystne dla dobrobytu społecznego. Jeśli zaburzenia nie spełniają tych kryteriów - są to tzw. szoki o zredukowanej postaci.

Przykładem niespełniającego zaburzenia z modelu Smetsa i Woutersa jest impuls oddziaływający na marże narzucone na płace realne, mający, w zamierzeniu autorów modelu, generować klin podatkowy. Precyzyjnie rzecz ujmując, mowa tu o losowym zaburzeniu wartości parametru λ , tj. elastyczności substytucji między różnymi typami pracy, wchodzącego w skład równania definiującego agregat czynnika pracy:

$$l(s^t) = \left[\int_0^1 l(i, s^t)^{\frac{1}{1+\lambda}} di \right]^{1+\lambda}.$$

Każda grupa zawodowa (i -ty rodzaj czynnika pracy) posiada swojego reprezentanta w postaci związku zawodowego, który negocjuje poziom płacy w danej grupie. Z warunku

koniecznego na maksymalizację łącznej zdyskontowanej użyteczności takiego związku oraz z symetryczności pomiędzy wszystkimi związkami wynika, że optymalny poziom wynagrodzenia powinien spełniać następującą równość:

$$w(s^t) = \left[1 + \lambda(s^t)\right] \frac{u_l(s^t)}{u_c(s^t)},$$

gdzie: $u_l(\cdot)$ - pochodna funkcji użytecznej po zmiennej l .

Warunek ten jest bardzo podobny do warunku koniecznego występującego w rozwiązaniu prostego (prototypowego) modelu bez związków zawodowych, ale za to z opodatkowaniem pracy:

$$[1 - \tau(s^t)]w(s^t) = \frac{u_l(s^t)}{u_c(s^t)}.$$

Jeśli teraz założyć, że $\tau(s^t) = 1 - \frac{1}{1+\lambda(s^t)}$, to gospodarki z obu modeli w równowadze ogólnej będą charakteryzowały się tymi samymi cenami i alokacjami. Niezerowe opodatkowanie proporcjonalne, w przeciwieństwie do ryczałtu, zaburza jednak alokację efektywną z punktu widzenia społeczeństwa. Największy dobrobyt miałby miejsce w sytuacji bez podatków proporcjonalnych. W konsekwencji, największy dobrobyt panowałby w świecie bez marż nakładanych na płace realne, czyli również bez związków zawodowych. To rozumowanie opiera się na założeniu, że za szok odpowiedzialny jest wzrost siły przetargowej związków zawodowych. Z tego rozumowania wynika, iż rząd powinien dążyć do maksymalnego ograniczenia marży. Inaczej mówiąc, rząd powinien powstrzymać antykonkurencyjne zachowanie związków.

Okazuje się jednak, że wystarczy zmienić interpretację szoku, a zmieni się również wniosek przeznaczony dla rządzących. Chari, Kehoi i McGrattan utworzyli alternatywny model, w którym zaburzenie wpływa na wartość współczynnika θ^l określającego wagę użyteczności z odpoczynku w użyteczności łącznej konsumenta:

$$u\left(c\left(s^t\right), 1-l\left(s^t\right)\right)=u\left(c\left(s^t\right)\right)+\theta^l\left(s^t\right)v\left(1-l\left(s^t\right)\right).$$

Tradycyjnie, optymalizujący konsument zrównuje krańcową użyteczność z odpoczynku względem krańcowej użyteczności z konsumpcji z relacją krańcowych kosztów. W niniejszym modelu, w równaniu na warunek konieczny konsumenta, znajduje się także waga ψ :

$$\frac{v'(1-l(s^t))}{u'(c(s^t))} = \frac{w(s^t)}{\psi(s^t)}.$$

Jednak w modelu, w którym wagi w funkcji użyteczności są takie same (czyli nie występuje parametr ψ), za to nakładany jest podatek na pracę, warunek konieczny wygląda bardzo podobnie:

$$\frac{v'(1 - l(s^t))}{u'(c(s^t))} = [1 - \tau(s^t)]w(s^t).$$

Ponownie, można tak dobrać τ , aby gospodarki z obu modeli miały identyczne rozwiązanie. Tym razem jednak alokacje te będą efektywne, gdyż „klin” wynika ze zmian w funkcji użyteczności konsumenta, czyli czynników strukturalnych (psychologicznych). Jest więc optymalnie, aby rząd nie interweniował.

W modelu Smetsa-Woutersa mamy do czynienia z szokiem określającym marżę na płace, który odgrywa dużą rolę we fluktuacji różnych zmiennych, zwłaszcza zasobu pracy. Niestety, można go interpretować przynajmniej na dwa sposoby: rosnącej siły negocjacyjnej związków zawodowych lub zmiany w preferencjach gospodarstw domowych. A jak widać powyżej, interpretacja szoku wywołującego tzw. „klin podatkowy”, ma daleko idące konsekwencje. To sprawia, że trudno wydać jednoznaczną rekomendację dla rządu na podstawie analizy tego szoku.

Trzeci przykład na słabość modeli nowokeynesowskich odnosi się do szoku dotyczącego wydatków egzogenicznych i został omówiony w części niniejszego artykułu poświęconej modelom Smetsa i Woutersa.

Czwarty przykład opisuje zmiany percepcji ryzyka. W wyniku tego zaburzenia konsumenci zmieniają preferencje co do krótkookresowych obligacji rządowych. Szok ten nie wpływa natomiast na stosunek do dochodów z kapitału. Impuls ten przypomina więc zmienną relację między podatkiem nałożonym na zysk z obligacji względem zysku z kapitału. Autorzy odnotowują, że wariancja tego szoku jest aż sześciokrotnie większa niż wariancja krótkookresowych stóp procentowych. Można tu pokusić się o interpretację tego zaburzenia w kategoriach ucieczki inwestorów do „bezpiecznej przystani”, czyli nastroju panującego na rynkach finansowych skłaniającego do nabywania bezpiecznych obligacji rządowych. Nawet jeśli takie wytłumaczenie wyjaśnia dużą wariancję szoku, to taki szok nie może być niezależny od polityki prowadzonej przez rząd. Czyli nie może nosić miana strukturalnego.

Zarzuty Chariego, Kehoe i McGrattan warto skonfrontować z obrońcą osiągnięć syntezy neoklasycznej, Woodfordem (2009). Sam Woodford zresztą odnosi się w swoim artykule do pracy omawianej w niniejszym podrozdziale. Badacz ten twierdzi, że obecnie panuje konsensus co do roli zakłóceń realnych jako ważnego źródła fluktuacji gospodarczych. Ma tu na myśli nie tylko szoki technologiczne akcentowane w szkole RBC, ale też szoki preferencji i polityki fiskalnej. Powołuje się w tym miejscu na model Smetsa i Woutersa, lecz nie odnosi się bezpośrednio do krytyki strukturalności szoków precyzyjnie przedstawionej przez Chariego, Kehoe i McGrattan. Mimo to, podkreśla fakt, że w nowoczesnym

podejściu do modelowania szczególną uwagę zwraca się na to, by do oceny polityk służył model strukturalny. Taki model powinien reprezentować relacje będące pochodną problemów decyzyjnych firm lub gospodarstw domowych. Przeciwstawia go modelom z przeszłości, które były tylko luźno oparte na teorii, podczas gdy kluczową rolę spełniało dopasowanie do danych i łatwość szacowania (dlatego np. wśród regresorów występowały zmienne opóźnione, a nie oczekiwane przyszłe wartości zmiennych).

Owych trojga badaczy Woodford określa mianem zwolenników większego rygoryzmu naukowego w makroekonomii. Krytykuje ich za nadmierny sceptycyzm, a nawet kapitulantstwo - za to, że nie wskazują alternatywnego modelu, który mógłby mieć zastosowanie w praktyce.

Woodford nie uważa, iż „wszystkie ważne teoretyczne i empiryczne kwestie w makroekonomii zostały rozwiązane”. Pozytywnie ocenia empiryczne modele Christiano, Eichenbauma i Evansa z 2005 r. oraz Smetsa i Woutersa z 2003 i 2007 r., ale jest daleki od stwierdzenia, że modele te stanowią pełną i ugruntowaną prawdę. Jego zdaniem, modele te zostały stworzone stosunkowo niedawno, a modele w przyszłości mogą się od nich znacznie różnić. Niemniej jednak, decyzje polityczne muszą być podejmowane i powinny opierać się na wiarygodnych modelach, a nie zbudowanych ad-hoc. Woodford nie ma też złudzeń, że rozstrzygnięcie teoretycznych podstaw makroekonomii przyczyni się do rozwiania niepewności towarzyszącej problemom polityk publicznych, chyba że teoretycy zajmą się pytaniami stawianymi przez osoby zajmujące się polityką.

4.3. Krytyka Caballero

Caballero (2010) opublikował artykuł pt. „Makroekonomia po kryzysie: czas zająć się syndromem pozornej wiedzy” (ang. *Macroeconomics after the Crisis: Time to Deal With the Pretense-of-Knowledge Syndrome*). Tytuł nawiązuje do wykładu noblowskiego von Hayeka z 1974 r., w którym ten liberalny ekonomista i filozof oznajmił: „Działanie w oparciu o wiarę, że posiadamy rzekomo wiedzę i moc, która uprawnia nas do kształtowania społeczeństwa całkowicie wedle naszego uznania, może sprawić, że uczynimy wiele złego.”

Tekst Caballero, w przeciwieństwie do Kehoe, Chariego i McGrattan, nie zawiera wzorów, ani danych empirycznych i jest ogólniej napisany. Ma też bardziej krytyczny wydźwięk. Na przykład, autor twierdzi, że „ekonomiści głównego nurtu zakopują się coraz głębiej w krainie fantazji, w której podmioty ekonomiczne rozwiązują coraz bogatsze problemy stochastycznej równowagi ogólnej, zawierające wszystkie rodzaje frykcji.” Tymczasem, w rzeczywistości jednostki mogą być w pełni racjonalne w zakresie swoich codziennych czynności, ale zarazem brakuje im pełnej wiedzy na temat bieżących statystyk, których znajomość zakłada się w modelach makroekonomicznych.

Autor dostrzega wśród ekonomistów zachowania stadne. Pewne uproszczenia, które mogą być użyteczne w modelowaniu, stają się częścią nowej sztucznej „rzeczywistości” i „nagle

każdy zaczyna używać tego samego języka, który następnie miesza się z rzeczywistością i w końcu ją zastępuje”.

Caballero przyznaje, że po wielu próbach, modele głównego nurtu były w stanie objaśnić mniej istotne fluktuacje cyklu koniunkturalnego w spokojnych czasach. Jednak interpretacja strukturalna tych wyników była co najmniej naiwna, co zgadza się z obserwacją poczynioną w poprzednio omawianym artykule Chariego, Kehoe i McGrattan. Gdyby parametry (czy też szoki) modeli DSGE były rzeczywiście strukturalne, tzn. niezmiennie względem polityki fiskalnej i monetarnej, modele te byłyby odporne na krytykę Lucasa. Wówczas modele DSGE miałyby przewagę nad modelowaniem makroekonomicznym opartym na danych empirycznych (tj. ekonometrycznym), które jest na krytykę Lucasa podatne. Skoro jednak strukturalność DSGE jest kwestionowana i w efekcie nie są znane rzeczywiste relacje zachodzące w gospodarce, to wnioski wyciągane na podstawie tych modeli również mogą być niewłaściwe.

Inny zarzut wiąże się z omawianą tu wcześniejszą krytyką Kirmana. Caballero twierdzi, że funkcje użyteczności i produkcji „nie reprezentują nikogo, ale za to można je znaleźć w podręcznikach do podstaw mikroekonomii”.

Pomimo mocnej krytyki modeli DSGE, Caballero podkreśla, że oś sporu w makroekonomii przebiega między modelami głównego nurtu (rdzeniem) a modelami peryferyjnymi, a nie na ogólniejszym szczeblu, tj. pomiędzy modelami ogółem a narracjami. Nie będzie łatwo ów spór zażegnać, gdyż trudno przenieść uszczegółowione podproblemy i mechanizmy z peryferii do modeli DSGE, opisujących złożone interakcje w równowadze ogólnej. Innego wyjścia jednak nie ma, gdyż ekonomia potrzebuje formalnego języka. Jeżeli podzieleni naukowcy rozgrywający swoje wewnętrzne gry pozostawią omawianie problemów rzeczywistej gospodarki zapraszającym do mediów komentatorom spoza świata nauki, to stanie się to ze szkodą dla społeczeństwa. Owi komentatorzy cierpią bowiem na jeszcze większy syndrom pozornej wiedzy niż naukowcy.

Ekonomiści powinni zatem porzucić ambicję posiadania laboratorium, które pozwoli na „zrozumienie wszystkiego: od szoków po kanały transmisji z uwzględnieniem wzajemnych interakcji”. Problem tkwi w tym, jak to zrobić, aby nie przesadzić z upraszczaniem do tego stopnia, że model będzie beużyteczny w analizie istotnych wydarzeń i niebezpieczny w charakterze wskazówek dla decydentów.

Podobnego rodzaju rekomendację można znaleźć w artykule Mankiwa (2006). Wyodrębnił on dwa typy makroekonomistów - inżynierów, którzy mają za zadanie rozwiązywać praktyczne problemy oraz naukowców - zajmujących się tworzeniem narzędzi i formułowaniem teorii. Mimo że u początków makroekonomii dominowali ci pierwsi, to ostatnimi czasami przewagę posiadają ci drudzy. Mankiw narzeka, że rozwijający teorię naukowcy w ostatnich dekadach nie wywarli dużego wpływu na ekonomistów, którzy muszą na co dzień mierzyć się z kłopotliwym zadaniem prowadzenia polityki fiskalnej i monetarnej. Ten zarzut został sformułowany jednak nie tylko w odniesieniu do modeli DSGE, ale wszystkich nurtów makroekonomii. Na poparcie swojej tezy, Mankiw przytoczył przy-

kład FED, gdzie głównie używany model wywodzi się z klasy modeli neokeynesowskich (ortodoksyjnego keynesizmu) i nie korzysta z osiągnięć młodszych szkół: nowej klasycznej makroekonomii oraz nowego keynesizmu. Cytując Mankiwa Woodford odpira jego krytykę, twierdząc, że wprawdzie model FED FRB/US został utworzony w połowie lat '90 - przed renesansem empirycznych modeli DSGE, ale mimo to zawiera liczne udoskonalenia względem starych modeli neokeynesowskich. Woodford wymienia: endogeniczne modelowanie oczekiwań, możliwość przeprowadzania symulacji przy założeniu racjonalnych oczekiwań, a także zapewnienie, że dynamiki zmiennych w długim okresie są spójne z dynamiki implikowanymi przez model równowagi ogólnej, np. że dług publiczny spełnia warunek transwersalności.

Jak zatem w obliczu zawodności modeli głównego nurtu powinni sobie radzić decydenci polityki fiskalnej? Według autora, nadal powinni analizować skutki różnych potencjalnych reform w oparciu o modele, ale następnie powinni uchylać niektóre założenia tych modeli i sprawdzać, jaki to miałyby wpływ na rezultaty. Zdaniem Caballero, tego typu analizy odporności są przeprowadzane obecnie zbyt rzadko. Z tym stwierdzeniem nie zgadza się Woodford, który uważa, że kwestię odporności konkluzji wyciąganych na podstawie analiz można rozpatrywać w ramach modeli głównego nurtu i przytacza przykład Levina, Onatskiego, Williamsa i Williamsa (2005).

5. Podsumowanie

5.1. Sposoby modelowania polityki fiskalnej w DSGE

W aneksie znajdują się dwie tabele zawierające wnioski dla polityki fiskalnej z opisywanych w poprzednich rozdziałach modeli. Tablica 2 prezentuje modele realnego cyklu koniunkturalnego, a tablica 3 - nowokeynesowskie. Ponadto, w aneksie zostały zamieszczone tabele 4-5 poświęcone kluczowym równaniom zawartym w tych modelach oraz tabele 6-7 dotyczące wybranych modeli wykorzystywanych w bankach centralnych. Tabele 4-7 prezentują również liczbę cytowań poszczególnych artykułów na podstawie statystyk Google Scholar. Politykę fiskalną, co widać w tabelach, można modelować w bardzo zróżnicowany sposób. W niektórych artykułach nie występuje ona w ogóle (Kydland i Prescott, 1982; Hansen, 1985), w innych zaś autorzy nie widzą potrzeby szczegółowego jej opisywania (Christiano, Eichenbaum i Evans, 2005). Jednak w innych publikacjach, polityka fiskalna znajduje się w centrum zainteresowania (Galí i Monacelli, 2008; Mayer i Stähler, 2013; Medina i Soto, 2007).

Sposób ujęcia polityki fiskalnej różni się także innymi aspektami. Czasami wydatki rządowe w ogóle nie mieszczą się w funkcji użyteczności gospodarstw domowych (Mayer i Stähler, 2013 oraz wszystkie opisywane tutaj modele wykorzystywane w bankach centralnych). Innym razem, wydatki rządowe pełnią w użyteczności nieistotną rolę, gdyż są modelowane egzogenicznie i nie wpływają na wartości innych zmiennych (Christiano,

Eichenbaum i Rebelo, 2011). Czasem jednak pełnią istotną rolę, gdyż postać funkcji użyteczności determinuje ich wysokość (Galí i Monacelli, 2008). Uwagę zwraca tutaj dość kontrowersyjne podejście Baxter i Kinga (1993), którzy w funkcji użyteczności zawarli nie tylko wydatki publiczne, ale też poziom kapitału publicznego.

W różny sposób zostało też potraktowane zadłużenie publiczne. W wielu artykułach w ogóle ono nie występuje, gdyż finanse publiczne są co roku zbilansowane (prosty model RBC dla celów dydaktycznych; Baxter i King, 1993; Grabek, Kłos i Koloch, 2011) albo też założona jest ricardiańska polityka fiskalna i wówczas dług oddziałuje neutralnie na gospodarkę (Christiano, Eichenbaum i Evans, 2005). Z kolei Erceg (2006) wprowadza regulę docelowego poziomu zadłużenia w relacji do PKB. Medina i Soto (2007) dzielą zaś obligacje na denominowane w walucie krajowej i obcej.

Biorąc pod uwagę, że w dużej mierze wydatki publiczne w Polsce są zdeterminowane stabilizującą regułą wydatkową, na szczególną uwagę zasługują artykuły Mayera i Stählera (2013) oraz Mediny i Soto (2007) opisujące działanie nietrywialnych reguł fiskalnych.

5.2. Wnioski

W niniejszym artykule zostało zaprezentowanych wiele przykładów modeli DSGE. Mimo ich wspólnego rdzenia, polityka fiskalna jest w tych modelach ujmowana w bardzo różnorodny sposób. Wiele uprzednio omawianych wniosków może okazać się pomocnych w budowie modelu służącego analizie polityki fiskalnej w Polsce. Jednak uwzględnienie zbyt wielu zmiennych i zależności w jednym modelu mogłoby doprowadzić do nadmiernego skomplikowania jego postaci. Dlatego wydaje się, że warto byłoby rozważyć tworzenie względnie prostych modeli DSGE przeznaczonych do badania konkretnych problemów.

Na przykład, wiele obaw w Polsce wywołuje zakończenie perspektywy finansowej Unii Europejskiej 2014-2020. W sytuacji spodziewanego obniżenia się inwestycji publicznych po tym okresie, naturalne byłoby wyodrębnienie, a następnie analiza wydatków rządowych podzielonych na inwestycje oraz konsumpcję. Co więcej, wartością dodaną mogłoby wnieść rozróżnienie użyteczności z różnych kategorii wydatków rządowych. Inwestycje mogłyby np. przynosić użyteczność dopiero z opóźnieniem, a na początku ich trwania mogłyby nawet obniżać użyteczność gospodarstw domowych. Jeśli jednak model miałby służyć do badania okresu charakteryzującego się relatywnie stałą stopą inwestycji publicznych, wówczas wyodrębnienie tej kategorii wydatków nie stanowiłoby priorytetu.

Trudno mieć wątpliwości, że w obliczu kryzysu zadłużenia w UE, model DSGE, służący do analizy polityki fiskalnej, powinien możliwie realistycznie ujmować dług publiczny. Jeżeli relacja długu do PKB w Polsce zaczęłaby zbyt szybko wzrastać⁷, a dodatkowo na rynkach finansowych miałyby miejsce nerwowe reakcje inwestorów, to należałoby dług

⁷Z uwagi na progi odnoszące się do długu w art. 216 Konstytucji RP oraz w stabilizującej regule wydatkowej, rozważania te można potraktować mocno hipotetycznie.

publiczny modelować w sposób odpowiednio bardziej szczegółowy, np. różnicować czas zapadania obligacji. W razie nagłych wahań kursu walutowego, należałoby zbudować model DSGE, w którym dałoby się odróżnić obligacje denominowane w walucie krajowej od denominowanych w walucie obcej.

Ważną rolę powinien także odgrywać, często zaniewany w DSGE, sposób finansowania długu. W rzeczywistości, 57,1% państwowego długu publicznego znajduje się w rękach inwestorów zagranicznych (stan na 31 grudnia 2014 r., zgodnie ze Sprawozdaniem z wykonania budżetu państwa za rok 2014). Rząd może więc zwiększyć wydatki, finansując powstały deficyt niekoniecznie ze środków inwestorów krajowych i dzięki temu wzrost wydatków rządowych nie przełoży się w stosunku 1:1 na spadek inwestycji bądź konsumpcji prywatnej.

W przypadku Polski, optymalny poziom wydatków nie odgrywa już tak istotnej roli, jak w przeszłości oraz obecnie w niektórych innych państwach. Wynika to z faktu obowiązywania stabilizującej reguły wydatkowej (SRW), która automatycznie wyznacza nieprzekraczalny limit wydatków nałożony na 2/3 sektora instytucji rządowych i samorządowych. Mimo to, kluczowe jest realistyczne odzwierciedlenie SRW w modelu. W SRW dużą rolę odgrywają nieciągłości występujące w pewnym oddaleniu od stanu ustalonego (rozumianego jako zerowy stan konta kontrolnego, por. Mayer and Stähler, 2009). Tymczasem w DSGE rozpatruje się odchylenia zmiennych od ich stanów ustalonych. Trudno byłoby więc za ich pomocą modelować cykle koniunkturalne, w ramach których konto kontrolne silnie odchyłałoby się dodatnio lub ujemnie i wywoływało skokowe, nielosowe zmiany w wydatkach.

Z kolei, w przypadku prowadzenia analiz w kontekście przystąpienia Polski do strefy euro, należałoby skorzystać z modelu opisującego wiele gospodarek posiadających wspólny bank centralny, gdyż wtedy bardzo zyskuje na znaczeniu polityka fiskalna. Inne pomysły, jakie można by wykorzystać w budowie modelu DSGE służącego do analizy polityki fiskalnej, to wprowadzenie cyklu politycznego, czyli próba wyrażenia skończonego horyzontu planowania władz fiskalnych. Warto byłoby także zastosować rozwiązania Canzoneriego i in. (2013) w kwestii niepełnej wiedzy gospodarstw domowych o stanie realnej sfery gospodarki. Byłoby to wskazane szczególnie w obecnym okresie niskiej inflacji i deflacji, kiedy ma miejsce zamrożenie nominalnych wynagrodzeń administracji publicznej oraz nominalnie niska indeksacja emerytur. Poza tym, należałoby wziąć pod uwagę kwestię opóźnień spowodowanych czasem publikacji statystyk sektora finansów publicznych oraz długością trwania planowania budżetu. Te opóźnienia sprawiają, że praktycznie niemożliwa jest reakcja władz fiskalnych w bieżącym roku na wynik sektora odnoszący się do poprzedniego roku.

Przegląd literatury wskazuje na to, że modele DSGE cechuje elastyczność, z czego korzysta wielu makroekonomistów, poddając je różnym modyfikacjom. Nie istnieje jeden idealny model DSGE służący do rozwiązania każdego problemu polityki fiskalnej, tak jak nie ma jednego sposobu przeprowadzania diagnozy pacjenta, nie mówiąc o lekarstwie na

wszelkie dolegliwości. Makroekonomiści powinni mieć, niczym lekarze, cały zestaw narzędzi i dobierać je w zależności od potrzeb. Powinni też porównywać wskazania różnych instrumentów. Najlepiej byłoby, gdyby przyjmowali otwartą, a zarazem krytyczną postawę nie tylko wobec różnych rodzajów DSGE, ale także wobec modeli innych klas.

Literatura

- ADOLFSON, M., S. LASÉEN, L. CHRISTIANO, M. TRABANDT, I K. WALENTIN (2013): “Ramses II - Model Description,” Occasional Paper Series 12, Sveriges Riksbank.
- ASCHAUER, D. A. (1988): “The Equilibrium Approach to Fiscal Policy,” *Journal of Money, Credit and Banking*, 20(1), 41–62.
- AZIZI, K., N. CANRY, J.-B. CHATELAIN, I B. TINEL (2013): “Are No-Ponzi Game and Transversality Conditions Relevant for Public Debt? A Keynesian Appraisal,” Working Paper Series 296, Political Economy Research Institute.
- BARRO, R. J. (1974): “Are Government Bonds Net Wealth?,” *Journal of Political Economy*, 82(6), 1095–1117.
- BARRO, R. J., I X. SALA-I-MARTIN (2004): *Economic Growth*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. London, England.
- BAXTER, M., I R. G. KING (1993): “Fiscal Policy in General Equilibrium,” *American Economic Review, American Economic Association*, 83(3), 315–34.
- BLANCHARD, O. J. (1985): “Debt, Deficits, and Finite Horizons,” *Journal of Political Economy*, 93(2), 223–47.
- BLUDNIK, I. (2011): “Polityka gospodarcza w modelu nowej syntezy neoklasycznej,” *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica*, 249, 53 – 69.
- BURRIEL, P., J. FERNANDEZ-VILLAVERDE, I J. F. RUBIO-RAMIREZ (2009): “MEDEA: A DSGE Model for the Spanish Economy,” PIER Working Paper Archive 09-017, Penn Institute for Economic Research, Department of Economics, University of Pennsylvania.
- CABALLERO, R. J. (2010): “Macroeconomics after the Crisis: Time to Deal with the Pretense-of-Knowledge Syndrome,” *Journal of Economic Perspectives*, 24(4), 85–102.
- CALVO, G. A. (1983): “Staggered prices in a utility-maximizing framework,” *Journal of Monetary Economics*, 12(3), 383–398.
- CANZONERI, M., F. COLLARD, H. DELLAS, I B. DIBA (2012): “Withering Government Spending Multipliers,” *Journal of Money, Credit and Banking*, 44, 185–210.
- CHARI, V. V., P. J. KEHOE, I E. R. MCGRATTAN (2009): “New Keynesian Models: Not Yet Useful for Policy Analysis,” *American Economic Journal: Macroeconomics*, 1(1), 242–66.
- CHRISTIANO, L., M. EICHENBAUM, I S. REBELO (2011): “When Is the Government Spending Multiplier Large?,” *Journal of Political Economy*, 119(1), 78 – 121.

- CHRISTIANO, L. J., M. EICHENBAUM (1992): “Current Real-Business-Cycle Theories and Aggregate Labor-Market Fluctuations,” *American Economic Review*, 82(3), 430–50.
- CHRISTIANO, L. J., M. EICHENBAUM, I C. L. EVANS (2005): “Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy,” *Journal of Political Economy*, 113(1), 1–45.
- COGAN, J. F., T. CWIK, J. B. TAYLOR, I V. WIELAND (2010): “New Keynesian versus old Keynesian government spending multipliers,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34(3), 281–295.
- COLLARD, F., H. DELLAS, I F. SMETS (2009): “Imperfect Information and the Business Cycle,” School of Economics Working Papers 2009-15, University of Adelaide, School of Economics.
- ERCEG, C., L. GUERRIERI, I C. GUST (2006): “SIGMA: A New Open Economy Model for Policy Analysis,” MPRA Paper 813, University Library of Munich, Germany.
- FLEMING, J. M., R. A. MUNDELL (1964): “Official Intervention on the Forward Exchange Market: A Simplified Analysis,” *IMF Staff Papers*, 11(1), 1–19.
- GALÍ, J. (2007): *Monetary Policy and the Open Economy (Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework)*. Princeton University Press.
- GALÍ, J., J. D. LÓPEZ-SALIDO, I J. VALLÉS (2007): “Understanding the Effects of Government Spending on Consumption,” *Journal of the European Economic Association*, 5(1), 227–270.
- GALI, J., T. MONACELLI (2008): “Optimal monetary and fiscal policy in a currency union,” *Journal of International Economics*, 76(1), 116–132.
- GRABEK, G., B. KŁOS, I G. KOŁOCH (2011): “SOEPL 2009 – An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model for Policy Analysis And Forecasting,” National Bank of Poland Working Papers 83, National Bank of Poland, Economic Institute.
- HANSEN, G. D. (1985): “Indivisible labor and the business cycle,” *Journal of Monetary Economics*, 16(3), 309–327.
- HEIJDRA, B., F. V. D. POLEG (2002): *Foundations of Modern Macroeconomics*. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- HJELM, G., H. BORNEVALL, P. FROMLET, J. NILSSON, P. STOCKHAMMAR, I M. WILBERG (2015): “Appropriate Macroeconomic Model Support for the Ministry of Finance and the National Institute of Economic Research: A Pilot Study,” Working Paper 137, National Institute of Economic Research.

- KIRMAN, A. P. (1992): “Whom or What Does the Representative Individual Represent?,” *Journal of Economic Perspectives*, 6(2), 117–136.
- KORNILUK, D. (2014): “Stabilising expenditure rule in Poland – stochastic simulations for 2014-2040,” MF Working Papers 19, Ministerstwo Finansów, Polska.
- KYDLAND, F. E., E. C. PRESCOTT (1982): “Time to Build and Aggregate Fluctuations,” *Econometrica*, 50(6), 1345–70.
- LEITH, C., S. WREN-LEWIS (2013): “Fiscal Sustainability in a New Keynesian Model,” *Journal of Money, Credit and Banking*, 45(8), 1477–1516.
- LEVIN, A. T., A. ONATSKI, J. WILLIAMS, I N. M. WILLIAMS (2006): “Monetary Policy Under Uncertainty in Micro-Founded Macroeconometric Models,” in *NBER Macroeconomics Annual 2005, Volume 20*, NBER Chapters, pp. 229–312. National Bureau of Economic Research, Inc.
- LUCAS, R. J., N. L. STOKEY (1983): “Optimal fiscal and monetary policy in an economy without capital,” *Journal of Monetary Economics*, 12(1), 55–93.
- MANKIW, N. G. (2006): “The Macroeconomist as Scientist and Engineer,” *Journal of Economic Perspectives*, 20(4), 29–46.
- MARCO, R., R. WERNER, I J. VELD (2006): “Fiscal Policy in an estimated open-economy model for the EURO area,” *Computing in Economics and Finance 2006*, Society for Computational Economics 43, Society for Computational Economics.
- MAYER, E., N. STÄHLER (2009): “The debt brake: business cycle and welfare consequences of Germany’s new fiscal policy rule,” Discussion Paper Series 1: Economic Studies 2009,24, Deutsche Bundesbank, Research Centre.
- MEDINA, J. P., C. SOTO (2007): “The Chilean Business Cycles Through the Lens of a Stochastic General Equilibrium Model,” Working Papers Central Bank of Chile 457, Central Bank of Chile.
- MINISTERSTWO FINANSÓW (2006-2015): “Program Konwergencji. Aktualizacja”.
- MINISTERSTWO FINANSÓW (2015): “Sprawozdanie z wykonania budżetu państwa za rok 2014”.
- NICKEL, C., K. FUNKE (2006): “Does Fiscal Policy Matter for the Trade Account? A Panel Cointegration Study,” IMF Working Papers 06/147, International Monetary Fund.
- ROMER, C., J. BERNSTEIN (2009): “The Job Impact of the American Recovery and Reinvestment Plan,” Discussion paper.
- SMETS, F., K. CHRISTOFFEL, G. COENEN, R. MOTTO, I M. ROSTAGNO (2010): “DSGE models and their use at the ECB,” *SERIEs*, 1(1), 51–65.

- SMETS, F., R. WOUTERS (2003): “An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area,” *Journal of the European Economic Association*, MIT Press, 1(maj), 1123–1175.
- (2006): “Model appendix,” http://www.aeaweb.org/aer/data/june07/20041254_app.pdf.
- (2007): “Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach,” *American Economic Review*, 97(3), 586–606.
- SNOWDON, B., H. R. VANE (2005): *Modern Macroeconomics: Its Origins, Development And Current State*. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, United Kingdom.
- STORK, Z. (2011): “A DSGE model of the Czech economy: a Ministry of Finance approach,” EcoMod2011 3007, EcoMod.
- TORÓJ, A. (2010): “Rationality of Expectations: Another OCA Criterion? A DSGE Analysis,” *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics*, 2(3), 205–252.
- WOODFORD, M. (2009): “Convergence in Macroeconomics: Elements of the New Synthesis,” *American Economic Journal: Macroeconomics*, 1(1), 267–79.

Fiscal policy in the DSGE models

Dominik Korniluk

Doctoral Studies in the Collegium of Economic Analysis
in the Warsaw School of Economics
Young Researchers and PhD Students' Research
KAE/BMN/28/15

August 17, 2015

This paper reviews literature on the fiscal policy in the dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) models, which are divided into the real business cycle and the new keynesian (new neoclassical synthesis) ones. The aim of this article is to determine appropriate features of the DSGE model, which would allow for finding the optimal size and composition of government expenditure. The particular attention was paid to the specification of the government expenditure in the household utility function, as well as of the production function and the government budget constraint, debt and the fiscal rules. The proposed solutions were assessed in terms of simplicity and consistency between the assumptions and the implied predictions with reality.

Keywords: DSGE models, fiscal policy, literature review

JEL codes: B22, E62

A. Słownik oznaczeń stosowanych w artykule

- $a(ut)$ - funkcja zależna od stopnia wykorzystania kapitału;
- b_t, B_t - zasób obligacji rządowych emitowanych w okresie $t - 1$ i zapadających w okresie t ;
- ${}_t b_s$ - zasób obligacji rządowych będących w posiadaniu gospodarstw domowych w okresie t zapadających w okresie s (może przyjmować wartości ujemne) ;
- B^e - obligacje denominowane w euro;
- B^u - obligacje denominowane w dolarze;
- c, C - poziom konsumpcji;
- C_i^i - konsumpcja dóbr krajowych w kraju i -tym;
- C_i^f - konsumpcja dóbr eksportowanych z kraju i do kraju f ;
- D - dochód rządu zależny od stanu natury (Grabek, Kłos, Koloch, 2011);
- $E_t(\cdot)$ - operator oczekiwań formułowanych na podstawie informacji posiadanych w okresie t ;
- $f(\cdot), F(\cdot)$ - dowolna funkcja, jej konkretna postać i własności zależą od konkretnego przypadku użycia w danym artykule;
- $F_{a,t}^r$ - koszt wykorzystania kapitału przez gospodarstwa domowe zależny od zmian cen surowców;
- g, G - wydatki rządowe;
- \bar{g} - wydatki rządowe w stanie ustalonym;
- g^b - podstawowe wydatki rządowe;
- G - wspólny rozkład nieskończonego ciągu realizacji wydatków rządowych $g \equiv (g_0, g_1, g_2, \dots)$
- G^t - rozkład brzegowy skończonego ciągu realizacji wydatków rządowych $g^t \equiv (g_0, g_1, g_2, \dots, g_t)$
- G^i - konsumpcja publiczna w kraju i t-tym;
- i, I - inwestycje;
- i^g - inwestycje rządowe;

- j^* - nominalna stopa oprocentowania długu denominowanego w walutach obcych;
- j - nominalna stopa oprocentowania długu denominowanego w walucie krajowej;
- k - zasób kapitału prywatnego;
- k^g - zasób kapitału publicznego;
- \bar{K} - zasób kapitału, którym dysponuje gospodarstwo domowe;
- l - udział czasu wolnego w całkowitym czasie, którym dysponuje gospodarstwo domowe;
- M - podaż pieniądza (zasób pieniądza krajowego);
- p, P - poziom cen;
- P_B - cena obligacji;
- P_D, P_H - cena dobra krajowego;
- P_F - cena dobra importowanego;
- P_G - cena (deflator) dobra (koszyka dóbr) nabywanego przez rząd;
- P_I - cena dobra inwestycyjnego;
- $P_{k'}$ - względna cena dobra kapitałowego;
- $\bar{P}_{S,t}^*$ - cena miedzi;
- Q - gotówka;
- r, R - stopa procentowa;
- R^e - stopa procentowa dla strefy euro;
- R^u - stopa procentowa dla reszty świata;
- s^t - prawdopodobieństwo przeżycia w okresie t ;
- S^u - kurs dolar/złoty;
- S^e - kurs euro/złoty;
- t - podatek ryczałtowy pobierany przez administrację państwową;
- tr, TR - zmiana w transferach służąca finansowaniu wydatków rządowych;
- $u(\cdot)$ - funkcja użyteczności;

- $u_x(\cdot)$ - pochodna funkcji użytecznej po zmiennej x ;
- ut - stopień wykorzystania kapitału;
- w - stawka wynagrodzenia;
- \hat{x} - logarytmiczne odchylenie zmiennej X od logarytmu stanu ustalonego X ;
- y, Y - poziom produktu (krajowego brutto);
- z - współczynnik produktywności;
- α - parametr o zmiennej interpretacji w zależności od modelu;
- $\alpha Y_{S,t}$ - sprzedaż miedzi przez przedsiębiorstwo publiczne;
- $\beta \in (0, 1)$ - współczynnik dyskontujący przyszłość;
- χ - współczynnik wagi wydatków rządowych w funkcji użyteczności;
- δ - stopa deprecjacji kapitału;
- ε^x - składnik losowy w procesie stochastycznym opisującym zmienną x .
- \mathcal{E} - kurs koszyka walut zagranicznych;
- Φ - premie za ryzyko;
- $\tilde{\phi}$ - zaburzenia premii za ryzyko;
- γ - relacja wydatków rządowych do PKB;
- γ_G - udział wydatków na dobra krajowe w wydatkach rządowych;
- $\Gamma(\cdot)$ - dowolna funkcja, jej konkretna postać i własności zależą od konkretnego przypadku użycia w danym artykule;
- η - błąd pomiaru danej zmiennej makroekonomicznej;
- λ - parametr o zmiennej interpretacji w zależności od modelu;
- π - inflacja;
- Π - zysk producentów (eksporterów, importerów i producentów dóbr krajowych)
- θ^x - parametry w funkcji produkcji odnoszące się do zmiennej x - ich konkretne własności zależą od konkretnego przypadku użycia w danym artykule;
- Θ - funkcja transformująca nominalne oprocentowanie długu za granicą na wyrażone w walucie krajowej (bierze pod uwagę kurs walutowy);

- ρ - współczynnik inercji;
- τ - stopa opodatkowania proporcjonalnego;
- τ^c - podatek pośredni, t.j. od konsumpcji;
- τ^k - podatek od kapitału (od odsetek z lokat i dywidendy);
- τ^p - podatek od zysku z działalności gospodarczej (od osób prawnych);
- τ^s - podatek (składka) płacony przez pracodawców;
- τ^w - podatek (składka) płacony przez pracobiorców;
- τ^y - podatek dochodowy;
- ψ - trend technologiczny specyficzny dla dóbr kapitałowych/inwestycyjnych lub funkcja opisująca koszt wynikający ze zmiennego stopnia użytkowania kapitału;
- Ψ - dochody rządowe z opodatkowania pracy i konsumpcji;
- ζ_G - zaburzenie losowe w regule fiskalnej;

Tam, gdzie istotną rolę odgrywa relacja danej zmiennej do produktu, wprowadza się wielkie litery X na oznaczenie poziomu zmiennej oraz małą literę $x = \frac{X}{Y}$ na oznaczenie relacji zmiennej do produktu.

B. Przegląd artykułów w skrócie

Tablica 2: Polityka fiskalna w modelach realnego cyklu koniunkturalnego DSGE - przegląd artykułów (1)

Autorzy	Rok	Wnioski dla polityki fiskalnej
Przykładowy model RBC dla celów dydaktycznych	-	Brak znaczenia, czy deficyt publiczny jest finansowany z podatków czy długu (ekwiwalencja ricardiańska). Neutralność zadłużenia publicznego i rozkładu w czasie podatków (pod warunkiem, że są ryczałtowe) względem produktu i czasu przeznaczanego na pracę gospodarstw domowych. Wydatki publiczne wypierają wydatki gospodarstw w tej samej kwocie.
Kydland i Prescott	1982	Brak polityki fiskalnej.
Lucas i Stokey	1983	W gospodarce barterowej bez kapitału, optymalna polityka podatkowa jest spójna czasowo (czyli najlepsza polityka zapowiedziana w przeszłości na dziś nie różni się od najlepszej do zrealizowania obecnie), pod warunkiem że może być emitowany w pełni wiążący dług o wystarczająco bogatej strukturze zapadalności i ryzyka. Taka optymalna polityka zadłużenia jest jedyna. Analiza gospodarki z pieniądzem prowadzi do wniosku, że spójność czasowa może być osiągnięta tylko, gdy polityka pieniężna ma za zadanie osiągnąć określoną ścieżkę podaży pieniądza.
Hansen	1985	Brak polityki fiskalnej. Główny wniosek z modelu: wprowadzenie wyboru pomiędzy określoną liczbą godzin pracy a pełnym brakiem pracy powoduje wzrost fluktuacji przepracowanych godzin i spadek fluktuacji produktywności w porównaniu do tradycyjnego modelu RBC.
Aschauer	1988	Jeżeli suma krańcowej produktywności dóbr i usług dostarczanych przez sektor publiczny oraz krańcowej stopy substytucji pomiędzy konsumpcją dóbr prywatnych i publicznych jest równa 1 (czyli jeśli wykorzystanie zasobów przez sektor publiczny na cele produkcyjne i konsumpcyjne jest tak samo efektywne jak przez sektor prywatny), to polityka fiskalna (przy założeniu opodatkowania ryczałtowego) nie ma wpływu na całkowity majątek gospodarstw domowych. Jeżeli jednak suma ta jest mniejsza niż 1 (wykorzystanie zasobów przez sektor publiczny jest mniej efektywne niż przez prywatny), to trwałe wzrost wydatków rządowych wiąże się ze spadkiem majątku, co skłania gospodarstwa domowe do zwiększenia podaży pracy i zmniejszenia konsumpcji. W efekcie, produkt rośnie w mniejszym stopniu niż wydatki publiczne. Jeżeli założyć opodatkowanie proporcjonalne z dochodów z pracy, to produkt może nawet spaść pod wpływem stałego wzrostu wydatków. Tymczasowy wzrost wydatków (tzn. że ich wartość pozostaje bez zmian), bezpośrednio nie wpływa na zmianę podaży pracy. Jednak dodatkowy, nadwyżkowy popyt na dobra konsumpcyjne powoduje wzrost stopy procentowej, który zapewnia równowagę na rynku. Wyższa stopa procentowa z kolei skłania gospodarstwa do pracy w większym wymiarze czasowym, ponieważ mogą uzyskać w przyszłości większy zwrot z oszczędności uzyskanych z bieżącego wynagrodzenia. W artykule wykazano także, że optymalne stawki podatkowe są stałe w czasie.
Christiano i Eichenbaum	1992	Jeżeli publiczne wydatki na konsumpcję przynoszą taką samą użyteczność gospodarstwom domowym, co prywatne (czyli są w pełni substytucyjne), to ich wzrost jest neutralny dla gospodarki. Czas pracy, ani produkt nie zmieniają się. Jeżeli jednak wydatki publiczne przynoszą mniejszą użyteczność, to gospodarstwa mogą sobie pozwolić na mniejszą konsumpcję efektywną. Zwiększają więc czas pracy. Mechanizm ten tłumaczy wzrost czasu (podaży) pracy wywołany przez szok związany z polityką fiskalną, a nie z produktywnością. Osłabia zatem korelację między produktywnością a liczbą przepracowanych godzin, co stanowiło wadę wcześniejszych modeli RBC.
Baxter i King	1993	Trwałe zmiany w wydatkach rządowych mogą prowadzić do krótko- i długookresowych mnożników przekraczających 1. Trwałe zmiany w wydatkach rządowych wywołują silniejszy efekt niż tymczasowe zmiany. Decyzja o sposobie finansowania wydatków jest ilościowo bardziej istotna niż kwestia tego, czy zmiana wydatków jest trwała czy tymczasowa. Inwestycje publiczne wywierają potężny wpływ na produkt i inwestycje prywatne.

Tablica 3: Polityka fiskalna w nowokeynesowskich DSGE - przegląd artykułów (1)

Autorzy	Rok	Wnioski dla polityki fiskalnej
Smets i Wo- uters	2003	Zmiana (szok) poziomu wydatków rządowych powoduje silny efekt wypychania („crowding-out”). Zarówno konsumpcja, jak i inwestycje znacząco spadają. Rośnie stopa procentowa, po której wynajmowany jest kapitał, natomiast realne wynagrodzenie nie zmienia się bardzo, ponieważ gospodarstwa domowe są bardziej skłonne do pracy kosztem czasu wolnego.
Christiano, Eichenbaum i Evans	2005	Autorzy zakładają, że rząd ma dostęp do podatków ryczałtowych i prowadzi ricardiańską politykę fiskalną. Przy założeniu takiej polityki, szczegóły dotyczące podatków nie mają wpływu na zmienne makroekonomiczne.
Smets i Wo- uters	2007	Szok egogzogenicznych wydatków rządowych wywiera istotny wpływ na realny PKB w krótkim okresie (jednego-dwóch kwartałów), a następnie jego wpływ maleje, stając się nieistotny, na rzecz (szoków) narzutów na płace oraz produktywności. Kształtowanie się inflacji prawie w pełni objaśniane jest przez narzuty na płace i ceny, zaś kształtowanie się stopy procentowej - przede wszystkim przez szoki polityki pieniężnej i narzuty na płace. Rola polityki fiskalnej w objaśnianiu inflacji i stopy procentowej jest marginalna.
Gali i Mona- celli	2008	Polityka fiskalna odgrywa główną rolę w stabilizowaniu gospodarek państw, które należą do unii monetarnej i na które wpływają nieskorelowane szoki produktywności. Decydenci polityki fiskalnej stoją przed wyborem między zapewnieniem optymalnej wartości dóbr publicznych a stabilizacją inflacji i luki produktowej. Gdyby ceny kształtowały się elastycznie, to nie zachodziłaby potrzeba stabilizacji inflacji i luki. Antycykliczność polityki powinna rosnać wraz ze zwiększaniem się sztywności nominalnych.
Christiano, Eichenbaum i Rebelo	2011	Mnożnik wydatkowy jest szczególnie wysoki (np. znacząco powyżej 1) w sytuacji sztywnego (zerowego) poziomu nominalnej stopy procentowej. Szok preferencji gospodarstw domowych powoduje wzrost ich skłonności do oszczędzania. Jednak w modelu bez kapitału inwestycje są niemożliwe, zatem stopa procentowa musi zostać obniżona, aby wyeliminować chęć oszczędzania. Gdy stopa napotyka zerowe ograniczenie, wtedy jedyny sposób, by obniżyć skłonność oszczędzania jest silny spadek produktu lub ekspansywna polityka fiskalna. Wartość mnożnika fiskalnego zależy od czasu, w którym stopa procentowa jest zerowa oraz od opóźnień w implementacji polityki fiskalnej.
Canzoneri, Collard, Dellas i Diba	2012	Model wyjaśnia stwierdzony empirycznie pozytywną reakcję konsumpcji prywatnej na wzrost wydatków publicznych. Przeważnie modele DSGE implikują przeciwną zależność, gdyż majątek gospodarstwa domowego zostaje uszczuplony wskutek spodziewanych podwyżek podatków. W artykule przedstawiono mechanizm błędnej percepcji zmiennych makroekonomicznych przez gospodarstwa domowe. Zakłada się, że znają one dokładną wysokość jedynie nominalnego kursu walutowego i nominalnej stopy procentowej oraz szacunki wartości pozostałych zmiennych makroekonomicznych. Wzrost wydatków rządowych może więc być także interpretowany przez gospodarstwa jako pozytywny szok technologiczny lub wzrost popytu zagranicy na dobra krajowe. Oba ostatnie czynniki, w przeciwieństwie do pierwszego, powodują wzrost majątku, a zatem przyczyniają się do zwiększenia bieżącej konsumpcji. Tłumaczą więc dodatnią zależność między wydatkami rządowymi a konsumpcją prywatną.
Mayer i Stähler	2013	W artykule porównuje się funkcjonowanie trzech rodzajów reguł fiskalnych. Najgorzej wypada reguła zrównoważonego budżetu (zerowego deficytu nominalnego), która destabilizuje gospodarkę, wzmacniając występujące w niej wahania cykliczne i prowadząc do relatywnie niskiego dobrobytu (rozumianego jako suma zdyskontowanej użyteczności). Drugi rodzaj reguły, tzw. „hamulec zadłużeniowy” (zerowego deficytu strukturalnego) zachowuje się lepiej, ale wciąż implikuje dodatnią korelację między wydatkami rządowymi a PKB. Zgodnie z trzecim rodzajem reguły, podobnie jak drugim, wydatki są określane na poziomie trendu dochodów, ale pomnożonym przez czynnik uzależniony od luki produktowej. Ten dodatkowy mechanizm sprawia, że wydatki kształtują się lekko antycyklicznie, natomiast pod względem wygładzania cyklu i zapewnienia dobrobytu dwie ostatnie reguły przynoszą zbliżony efekt. W długim okresie, zadłużenie kształtuje się na zrównoważonym stałym poziomie. Autorzy zwracają jednak uwagę na to, że mechanizm korygujący działałby w lepszy sposób, gdyby reagował natychmiastowo na niezaplanowane wydatki poniesione w poprzednim roku. Ponadto, stabilizacyjne funkcjonowanie reguł zależy od tego, czy poziom trendu dochodów jest szacowany poprawnie.

Tablica 4: Polityka fiskalna w modelach realnego cyklu koniunkturalnego DSGE - przegląd artykułów (2)

Autorzy	Rok	Liczba cyto- wań	Modelowanie polityki fiskalnej
Przykładowy model RBC dla celów dydaktycznych	-	-	ograniczenie budżetowe: $g_t + b_t - \frac{b_{t+1}}{1+r_t} + t_t$; wydatki: $g_t = (1 - \rho)\bar{g} + \rho g_{t-1} + \varepsilon_t^g$
Kydland i Prescott	1982	5445	brak
Lucas i Stokey	1983	1792	ustalona stawka podatkowa od dochodów z pracy τ ; znany wspólny rozkład ciągu wydatków rządowych: $g_{t+1}^\infty \sim F_{t+1}^\infty(\cdot g^t)$; obligacje b_s służące pokryciu różnicy między wydatkami a dochodami rządu - wchodzą w skład majątku gospodarstw domowych, dzięki czemu gospodarstwa mogą w przyszłości sfinansować konsumpcję w wysokości różniącej się od bieżących dochodów z pracy
Hansen	1985	2358	brak
Aschauer	1988	190	funkcja produkcji zawierająca wydatki rządowe: $y_t = f(l_t, k_{t-1}, g_t) = w_t l_t + \theta_t^k k_{t-1} + \theta_t^g g_t$; ograniczenie budżetowe rządu: $b_t - b_{t-1} + g_t = t_t + \tau_t [w_t l_t + (\theta_t^k - \delta)k_{t-1} + r_t b_{t-1}] + r_t b_{t-1}$
Christiano i Eichenbaum	1992	1226	wydatki rządowe iloczynem czynnika ogólnego i szczególnego: $g_t = z_t \bar{g}_t$; $\ln(\bar{g}_t) = (1 - \rho) \ln(\bar{g}) + \rho \ln(\bar{g}_{t-1}) + \varepsilon_t^g$, $\ln(\bar{g}) = E(\ln \bar{g}_t)$, $E(\varepsilon_t^g) = 0$; konsumpcja ogółem kombinacją liniową konsumpcji prywatnej i wydatków rządowych $c_t = c_t^p + \alpha g_t$, $\alpha \in [0, 1]$
Baxter i King	1993	1348	podział wydatków na podstawowe i inwestycyjne: $g_t \equiv g_t^b + i_t^g$; ograniczenie budżetowe rządu: $\tau_t y_t = g_t + tr_t$; funkcja użyteczności gosp. dom. zawierająca wydatki rządowe i kapitał publiczny: $u = E_t \sum_{t=1}^{\infty} \beta^{t-1} [f(c_t, l_t) + \Gamma(g_t^b, k_t^g)]$; kapitał publiczny w funkcji produkcji: $y_t = z k_t^{\theta_k} (1 - l_t)^{\theta_n} (k_t^g)^{\theta_g}$

Tablica 5: Polityka fiskalna w nowokeynesowskich DSGE - przegląd artykułów (2)

Autorzy	Rok	Liczba cytoowań	Modelowanie polityki fiskalnej
Smets i Wouters	2003	3198	w związku ze wzrostem PKB, stan ustalony powinien dotyczyć wydatków rządowych w relacji do PKB: $g_t = G_t/(Y\lambda^t)$; $\ln g_t = (1 - \rho_g) \ln g + \rho_g \ln g_{t-1} + \varepsilon_t^g$ lub $\ln g_t = (1 - \rho_g) \ln g + \rho_g \ln g_{t-1} + \rho_{gz} \ln z_t - \rho_{gz} \ln z_{t-1} + \varepsilon_t^g$
Christiano, Eichenbaum i Evans	2005	4145	„Zakładamy, że rząd ma dostęp do podatków ryczałtowych i prowadzi ricardiańską politykę fiskalną. Szczegóły dotyczące polityki podatkowej nie mają więc wpływu na inflację i inne zmienne ekonomiczne. W rezultacie, nie ma potrzeby podawania szczegółowej specyfikacji polityki fiskalnej.”
Smets i Wouters	2007	2454	$\ln g_t = (1 - \rho_g) \ln g + \rho_g \ln g_{t-1} + \rho_{gz} \ln z_t - \rho_{gz} \ln z_{t-1} + \varepsilon_t^g$
Galí i Monacelli	2008	241	użyteczność gosp. dom.: $u(C, N, G) \equiv (1 - \chi) \log C + \chi \log G - \frac{(1-L)^{1+\varphi}}{1+\varphi}$; wydatki rządowe na dobra są agregowane funkcją CES: $G_t^i = \left(\int_0^1 G_t^i(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$; popyt rządu na dane dobro zależy od jego ceny: $G_t^i(j) = \left(\frac{P_t^i(j)}{P_t^i} \right)^{-\varepsilon} G_t^i$; w modelu z cenami elastycznymi, wydatki rządowe stanowią stały odsetek PKB: $\forall_t \frac{\bar{G}_t^i}{\bar{Y}_t} = \gamma = \chi$; w modelu ze sztywnościami cenowymi, w unii monetarnej, władze fiskalne danego państwa stoją przed wyborem stabilizacji cen i produktu; luka wydatków rządowych: $\tilde{g}_t^i \equiv g_t^i - \bar{g}_t^i$; luka fiskalna: $\tilde{f}_t^i \equiv \tilde{g}_t^i - \tilde{y}_t^i$; nowokeynesowska krzywa Phillipsa: $\pi_t^i = \beta E_t \{ \pi_{t+1}^i \} + \lambda(1 + \varphi) \tilde{y}_t^i - \frac{\lambda \chi}{1-\chi} \tilde{f}_t^i$; równanie z mnożnikiem fiskalnym: $\Delta \tilde{y}_t^i - \Delta \tilde{y}_t^* = \frac{\chi}{1-\chi} (\Delta \tilde{f}_t^i - \Delta \tilde{f}_t^*) - [(\pi_t^i - \pi_t^*) + (\Delta a_t^i - \Delta a_t^*)]$
Christiano, Eichenbaum i Rebelo	2011	859	wydatki rządowe w użyteczności: $u = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (f(ct, l_t)) + \Gamma(g_t)$; $g_{t+1} = g_t^\rho \exp(\varepsilon_{t+1}^g)$, $\varepsilon_{t+1}^g \sim IID$, $E(\varepsilon_{t+1}^g) = 0$; wydatki finansowane z podatków ryczałtowych.
Canzoneri, Collard, Dellas i Diba	2012	6	$\log g_t = \rho \log g_{t-1} + (1 - \rho) \log g + \varepsilon_{g,t}$; $E(\log g_t) = \log g_t^T + \eta_{g,t}$
Mayer i Stähler	2013	17	ograniczenie budżetowe rządu: $B_{t+1} + \tau_t^d W_t (1 - L_t) + \tau_t^c P_t C_t = R_{t-1} B_t + P_t G_t$; reguła zrównoważonego budżetu: $(R_{t-1} - 1) \frac{B_t}{P_t \bar{Y}} + \frac{G_t}{\bar{Y}} = E_{t-1} \left\{ \frac{\tau_t^d w_t (1-l_t)}{\bar{Y}} + \frac{\tau_t^c C_t}{\bar{Y}} \right\} - \rho \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}}$; konto kontrolne I: $\frac{AC_t}{P_t \bar{Y}} = (1 - \rho) \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}} + E_{t-1} \left\{ \frac{\tau_t^d w_t (1-l_t)}{\bar{Y}} + \frac{\tau_t^c C_t}{\bar{Y}} \right\} - \left\{ \frac{\tau_t^d w_t (1-l_t)}{\bar{Y}} + \frac{\tau_t^c C_t}{\bar{Y}} \right\}$; hamulec zadłużeniowy: $(R_{t-1} - 1) \frac{B_t}{P_t \bar{Y}} + \frac{G_t}{\bar{Y}} = \frac{\bar{\Psi}}{\bar{P} \bar{Y}} - \rho \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}}$; automatyczne stabilizatory: $(R_{t-1} - 1) \frac{B_t}{P_t \bar{Y}} + \frac{G_t}{\bar{Y}} = \frac{\bar{\Psi}}{\bar{P} \bar{Y}} \cdot E_{t-1} \left\{ \left(\frac{\bar{Y}}{Y_t} \right)^\alpha \right\} - \rho \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}}$; konto kontrolne II i III: $\frac{AC_t}{P_t \bar{Y}} = (1 - \rho) \cdot \frac{AC_{t-1}}{P_t \bar{Y}} + \frac{v_t}{P_t \bar{Y}} + \frac{\bar{\Psi}}{\bar{P} \bar{Y}} \cdot E_{t-1} \left\{ \left(\frac{\bar{Y}}{Y_t} \right)^\alpha \right\} - \frac{\Psi_t}{P_t \bar{Y}}$

Tablica 6: Polityka fiskalna w modelach DSGE w wybranych bankach centralnych - przegląd artykułów (1)

Autorzy	Rok	Liczba cytoowań	Modelowanie polityki fiskalnej
Erceg, Guerrieri i Gust (USA, SIGMA)	2006	288	<p>wydatki rządowe stanowią odsetek całkowitego produktu: $g_t = \frac{P_{D,t}G_t}{P_tY_t}$; transfery: $tr_t = \frac{TR_t}{P_tY_t}$; oba odsetki modelowane egzogenicznym procesem stochastycznym; ograniczenie budżetowe: $P_{B,t}B_{t+1} - B_t = P_{D,t}G_t + TR_t - T_t - \tau_{W,t}W_tL_t - (\tau_{K,t}R_{K,t} - \delta P_{I,t})K_t - (MB_{t+1} - MB_t)$</p> <p>$\frac{T_t}{P_tY_t} = \tau_t = \alpha_0\tau_{t-1} + \alpha_1(b_{t+1} - b) + \alpha_2(b_{t+1} - b_t)$, $b_{t+1} = \frac{B_{t+1}}{P_tY_t}$, gdzie: P_D - cena dobra krajowego; P_B - cena obligacji; P_I - cena dobra inwestycyjnego; b - docelowy poziom długu w relacji do PKB.</p>
Medina, Soto (Chile)	2007	76	<p>ograniczenie budżetowe rządowe, podział na obligacje denominowane w walutach obcych i krajowej:</p> $\frac{\mathcal{E}_t B_t^*}{(1+j_t^*)\Theta\left(\frac{\mathcal{E}_t B_{t-1}^*}{P_{Y,t}Y_t}\right)} + \frac{B_t^*}{(1+j_t)} = \mathcal{E}_t B_{t-1}^* + B_{t-1}$ <p>(prawdopodobna literówka w artykule Mediny i Soto.) + $T_t - P_{G,t}G_t$; gdzie \mathcal{E} - kurs koszyka walut zagranicznych; j^* - nominalna stopa oprocentowania długu denominowanego w walutach obcych; Θ - funkcja transformująca nominalne oprocentowanie długu za granicą na wyrażone w walucie krajowej (bierze pod uwagę kurs walutowy); j - nominalna stopa oprocentowania długu denominowanego w walucie krajowej; P_G - cena (deflator) dobra (koszyka dóbr) nabywanego przez rząd.</p> <p>wskaźnik wydatków rządowych agregowany funkcją CES:</p> $G_t = \left[\gamma \frac{1}{\eta_G} G_{H,t}^{\frac{\eta_G-1}{\eta_G}} + (1-\gamma) \frac{1}{\eta_G} G_{F,t}^{\frac{\eta_G-1}{\eta_G}} \right]^{\frac{\eta_G}{\eta_G-1}};$ <p>popyt rządu na dobra krajowe i importowane zależy od ich względnych cen: $G_{H,t} = \gamma_G \left(\frac{P_{H,t}}{P_{G,t}}\right)^{-\eta_G} G_t$; $G_{F,t} = (1-\gamma_G) \left(\frac{P_{F,t}}{P_{G,t}}\right)^{-\eta_G} G_t$; gdzie: γ_G - udział wydatków na dobra krajowe w wydatkach rządowych; P_H - cena dobra krajowego; P_F - cena dobra importowanego.</p> <p>reguła strukturalnej nadwyżki 1% $\left(\frac{B_{S,t}}{P_{Y,t}Y_t} = 0,01\right)$, określająca udział wydatków rządowych w PKB:</p> $\frac{P_{G,t}G_t}{P_{Y,t}Y_t} = \left\{ \left(1 - \frac{1}{(1+i_{t-1}^*)\Theta_{t-1}}\right) \frac{\mathcal{E}_t}{\mathcal{E}_{t-1}} \frac{\mathcal{E}_{t-1}B_{G,t-1}^*}{P_{Y,t-1}Y_{t-1}} \frac{P_{Y,t-1}Y_{t-1}}{P_{Y,t}Y_t} \right\} \exp(\zeta_{G,t})$ $+ \left\{ \tau \frac{\bar{Y}_t}{Y_t} + \mathcal{E} \bar{P}_{S,t}^* \alpha \frac{Y_{S,t}}{P_{Y,t}Y_t} - \frac{B_{S,t}}{P_{Y,t}Y_t} \right\} \exp(\zeta_{G,t});$ <p>uwagę zwraca: odniesienie do dochodów strukturalnych, w tym dochodów z miedzi $\left(\bar{P}_{S,t}^* \alpha \frac{Y_{S,t}}{P_{Y,t}Y_t}\right)$ oraz zaburzenie losowe (ζ_G) w regule fiskalnej; oznaczenia: $\bar{P}_{S,t}^*$ - cena miedzi</p>

Tablica 7: Polityka fiskalna w modelach DSGE w wybranych bankach centralnych - przegląd artykułów (2)

Autorzy	Rok	Liczba cytoowań	Modelowanie polityki fiskalnej
Grabek, Kłos i Kołoch (Polska, SOE ^{PL} 2009)	2011	14	<p>brak <i>explicite</i> deficytu budżetowego i długu publicznego - „powyższa aproksymacja może być uznana za wystarczającą dla gospodarki, która jedynie sporadycznie notuje deficyt czy nadwyżkę w finansach publicznych”;</p> <p>wydatki (spożycie) rządowe i stawki podatków modelowane modelem SVAR: $\Gamma_0 \hat{\tau}_t = \Gamma_0 \Gamma(L) \hat{\tau}_{t-1} + \Gamma_0 \varepsilon_{\tau,t}$, $\varepsilon_{\tau,t} \sim N(0, \Sigma_{\tau})$,</p> $\hat{\tau}_t \equiv \left[\hat{\tau}_t^p, \hat{\tau}_t^y, \hat{\tau}_t^c, \hat{G}_t \right]', \quad \varepsilon_{\tau,t} \equiv \left[\varepsilon_{\tau^p,t}, \varepsilon_{\tau^y,t}, \varepsilon_{\tau^c,t}, \varepsilon_{\tau^G,t} \right]',$ $\Gamma_0 \varepsilon_{\tau,t} = B_{0,\tau} u_t, \quad E u \cdot u' = I$ <p>wydatki zbilansowane dochodami budżetu: $P_t G_t + (\text{tr}_t + D_t) = R_{t-1}(M_{t+1} - M_t) + \tau_t^c P_t^c C_t + (\tau_t^w + \tau_t^s + \tau_t^y(1 - \tau_t^w)) W_t(1 - L_t) + \tau_t^k [\Pi_t + (R_{t-1} - 1)(M_t - Q_t)] + \tau_t^k \left[\left(R_{t-1}^e \Phi^e(a_{t-1}^e, \dots, \tilde{\phi}_{t-1}^e) - 1 \right) S_t^e B_t^e + B_t^e (S_t^e - S_{t-1}^e) \right] + \tau_t^k \left[\left(R_{t-1}^u \Phi^u(a_{t-1}^u, \dots, \tilde{\phi}_{t-1}^u) - 1 \right) S_t^u B_t^u + B_t^u (S_t^u - S_{t-1}^u) \right] + \tau_t^p \left[R_t^k u_t \bar{K}_t - \frac{1}{\psi_t} P_t F_{a,t}^{\tau} a(\text{ut}_t) \bar{K}_t - P_t P_{k',t} \delta \bar{K}_t \right]$; gdzie: τ^p - podatek od zysku z działalności gospodarczej (od osób prawnych); τ^y - podatek dochodowy; τ^c - podatek pośredni, t.j. od konsumpcji; D - dochód rządu zależny od stanu natury; R - krajowa stopa procentowa; M - podaż pieniądza (zasób pieniądza krajowego); τ^w - podatek (składka) płacony przez pracobiorców; τ^k - podatek od kapitału (od odsetek z lokat i dywidendy); Π - zysk producentów (eksporterów, importerów i producentów dóbr krajowych); Q - gotówka; Φ - premie za ryzyko; $\tilde{\phi}$ - zaburzenia premii za ryzyko; R^e - stopa procentowa dla strefy euro; R^u - stopa procentowa dla reszty świata; B^e - obligacje denominowane w euro; B^u - obligacje denominowane w dolarze; S^u - kurs dolar/złoty; S^e - kurs euro/złoty; $F_{a,t}^{\tau}$ - koszt wykorzystania kapitału przez gospodarstwa domowe zależny od zmian cen surowców; $a(\text{ut})$ - funkcja zależna od stopnia wykorzystania kapitału; \bar{K} - zasób kapitału, którym dysponuje gospodarstwo domowe; $P_{k'}$ - względna cena dobra kapitałowego.</p>
Adolfson, Laséen, Christiano, Trabandt i Walentin (Szwecja, RAMSES 2)	2013	0	$G_t = g_t z_t; \ln g_t = (1 - \rho_g) \ln g + \rho_g \ln g_{t-1} + \varepsilon_t^g; g = 0, 3Y;$ <p>dochody dzięki opodatkowaniu: $\tau^k, \tau^y, \tau^c, \tau^w$ i $\tau^b = 0$</p>