EKONOMIA ECONOMICS 1(22) • 2013
ISSN 2080-5977

Paweł Baranowski, Mariusz Górajski, Maciej Malaczewski
Uniwersytet Łódzki

NOWOKEYNESISTOWSKA KRZYWA PHILLIPSA ZE SCHEMATEM CENOTWÓRCZYM CALVO*

Streszczenie: Praca zawiera omówienie teoretycznego modelu nowokeynesistowskiego z mechanizmem ustalania cen zaproponowanym przez Calvo oraz przedstawienie szczegółów wyprowadzenia równania inflacji – nowokeynesistowskiej krzywej Phillipsa. Model ten opisuje zachowanie cen wyznaczanych przez reprezentatywne przedsiębiorstwa, działające w warunkach konkurencji monopolistycznej oraz sztywności cen. Zgodnie z mechanizmem Calvo zmiany cen następują losowo, aczkolwiek prawdopodobieństwo takiej zmiany jest stałe i egzogeniczne. Celem przedsiębiorstw, które nie doświadczyły sztywności nominalnej, jest ustalenie ceny maksymalizującej zdyskontowany zysk w nieskończonym horyzoncie czasowym (z uwzględnieniem możliwości wystąpienia losowych sztywności nominalnych w przyszłości), przy założeniu racjonalnych oczekiwań. Na podstawie wyprowadzonej nowokeynesistowskiej krzywej Phillipsa możemy wskazać czynniki wpływające na kształtowanie się inflacji w krótkim okresie. Po pierwsze, wzrost przyszłych oczekiwań inflacyjnych powoduje wzrost bieżącej inflacji. Po drugie, wzrost bieżącej luki produkcyjnej powoduje wzrost inflacji. Po trzecie, inflacja rośnie wraz ze wzrostem dyspersji cen (mierzonej za pomocą ważonej wariancji cen). Ostatnia z wymienionych zmiennych nie była uwzględniana w dotychczasowych rozważaniach poświęconych nowokeynesistowskiej krzywej Phillipsa. Z tego punktu widzenia niniejsza praca stanowi rozszerzenie dotychczasowych badań teoretycznych. Samo wyprowadzenie przeprowadzone zostało dość szczegółowo i uzupełniło drobną lukę w polskojęzycznej literaturze ekonomicznej.

Słowa kluczowe: inflacja, nowokeynesistowska krzywa Phillipsa, schemat cenotwórczy Calvo.

1. Wstęp

Celem niniejszej pracy jest zaprezentowanie wyprowadzenia równania – nowokeynesistowskiej krzywej Phillipsa – przy założeniu funkcjonowania schematu cenotwórczego Calvo [1983]. Ponieważ w pracach poświęconych temu zagadnieniu[1] czyni się dość dużo skrótów myślowych, wyprowadzenie to zostanie pokazane w sposób szczegółowy, tak by ułatwić Czytelnikowi śledzenie kolejnych przekształceń.

* Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2010-2012 jako projekt badawczy MNiSW N N111 209439.

[1] Zob. np.: [Kokoszczyński 2004; Wallush 2008; Kuchta 2012].

W części pierwszej przedstawimy krótki rys historyczny genezy nowokeynesistowskich modeli typu dynamicznej stochastycznej równowagi ogólnej. W części drugiej niniejszej pracy przeprowadzimy agregację cen i konsumpcji w schemacie Calvo. Kolejna część opisuje schemat cenotwórczy. W części czwartej zajmiemy się rozwiązaniem zagadnienia decyzyjnego, przed jakim stoją przedsiębiorstwa, a w części piątej wyprowadzimy wzory na koszt krańcowy oraz na nowokeynesistowską krzywą Phillipsa. Całość zamyka podsumowanie.

2. Nowa ekonomia keynesistowska

Nurt nowej ekonomii keynesistowskiej powstał w latach osiemdziesiątych XX wieku. W tym czasie wielu ekonomistów dostrzegało pewnego rodzaju wymienność pomiędzy stopniem „formalnej elegancji" modelu a jego zgodnością z obserwowaną rzeczywistością, co Mankiw [1989] określał jako „wymienność pomiędzy wewnętrzną i zewnętrzną spójnością modelu". Eleganckie formalnie modele nowej ekonomii klasycznej wiązały wahania koniunktury z nieoczekiwanymi zmianami podaży pieniądza (model niespodzianki Lucasa) bądź też z egzogenicznymi zmianami postępu technicznego, abstrahując zupełnie od polityki pieniężnej (modele realnego cyklu koniunkturalnego). Takie wyjaśnienia przyczyn fluktuacji nie były ani przekonujące teoretycznie, ani zgodne z rzeczywistym zachowaniem gospodarki, co było bezpośrednim powodem powrotu do koncepcji keynesistowskich[2].

Z kolei istniejące wówczas modele keynesistowskie, choć znacznie lepiej wyjaśniały rzeczywistość, korzystały z mało eleganckich formalnie podstaw teoretycznych, mianowicie wprowadzały szereg założeń *ad hoc*.

W tej sytuacji odpowiedzią ze strony keynesistów było pogłębienie podstaw teoretycznych, głównie w kwestii tzw. mikropodstaw – tj. konstruowania modeli na bazie formalno-matematycznych założeń dotyczących zachowań pojedynczych gospodarstw domowych lub przedsiębiorstw, a także poprzez uwzględnienie racjonalnych oczekiwań. Oczywiście modele te „odziedziczyły" po dotychczasowych teoriach keynesistowskich założenie o istnieniu sztywności nominalnych, czym odróżniały się od modeli nowej ekonomii klasycznej (które już wcześniej korzystały zarówno z mikropodstaw, jak i z racjonalnych oczekiwań).

Modele szkoły nowej ekonomii keynesistowskiej posiadały zatem dwie wyróżniające cechy – oparcie modelu na mikropodstawach oraz występowanie sztywności nominalnych[3]. W zasadzie na tym jednak kończą się wspólne cechy tych modeli[4], w literaturze bowiem spotkać można rozmaite warianty konstrukcji modelu. W od-

[2] Zob. np.: [Wojtyna 2000, s. 137-139; Snowdon, Vane 2005, s. 360 i nast].

[3] W modelach nowokeynesistowskich nakierowanych na opis rynku pracy spotyka się także tzw. sztywności realne (zob. np. [Bludnik 2009]).

[4] Niekiedy w literaturze (np. [Woodford 2003]) wymienia się również oparcie polityki pieniężnej na regułach stóp procentowych. Dotyczy to jednak pełnego modelu gospodarki, a nie pojedynczego równania inflacji, będącego przedmiotem niniejszego opracowania.

niesieniu do mechanizmu sztywności nominalnych najczęściej spotyka się tzw. mechanizm Calvo bądź jego rozszerzenia[5]. W ramach tego mechanizmu zmiany ceny następują losowo, aczkolwiek prawdopodobieństwo takiej zmiany jest stałe i egzogeniczne. Omówienie tego modelu w wersji dla czasu dyskretnego[6] oraz wyprowadzenie równania inflacji – nowokeynesistowskiej krzywej Phillipsa – przedstawiamy w dalszej części pracy.

3. Agregacja cen i konsumpcji

Model opisuje gospodarkę zamkniętą bez udziału państwa oraz kapitału. Zakłada się, że funkcjonuje nieprzeliczalnie wiele przedsiębiorstw, które indeksować będziemy za pomocą indeksu *i*, przyjmującego wartości z przedziału (0, 1). Ponadto rynek pracy ma strukturę konkurencji doskonałej, a rynek dóbr – konkurencji monopolistycznej, tj. istnieje wiele firm, z których każda produkuje odmienny typ dobra (oznaczonego numerem przedsiębiorstwa – *i*), zob. [Mankiw, Taylor 2009, s. 472--473]. Warto podkreślić, że założenie o niekonkurencyjnym rynku ma kluczowe znaczenie dla modelu, w przeciwnym przypadku (tj. na rynku doskonale konkurencyjnym) analiza sztywności cen jest bezcelowa, firmy bowiem, które nie ustalą ceny na poziomie kosztu krańcowego, mają zerowy udział w rynku.

W procesie produkcyjnym wszystkie firmy używają takiej samej, dostępnej technologii produkcji, wobec czego funkcja produkcji jest dla wszystkich firm identyczna i dana wzorem:

$$Y_t(i) = A_t\, N_t(i)^{(1-\alpha)}, \tag{1}$$

gdzie: $Y_t(i)$ oznacza wielkość produkcji *i*-tego przedsiębiorstwa w okresie *t*, $N_t(i)$ – wielkość zasobów pracy zatrudnionych w produkcji dóbr *i*-tego przedsiębiorstwa, A_t reprezentuje natomiast poziom technologii w chwili *t*, jednakowy dla wszystkich firm i rozwijający się egzogenicznie w czasie.

Parametr $(1 - \alpha)$ oznacza elastyczność produktu względem nakładów pracy. Wszystkie firmy napotykają na jednakową funkcję popytu na swoje dobra, daną wzorem [Dixit, Stiglitz 1977]:

$$C_t(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{-\varepsilon} C_t, \tag{2}$$

gdzie: C_t stanowi łączną konsumpcję gospodarstw domowych w momencie *t*, $C_t(i)$ – popyt na dobro wytwarzane przez firmę *i*, a P_t oznacza agregatowy poziom cen.

[5] Zob. np.: [Clarida, Gali, Gertler 1999; Smets, Wouters 2003].

[6] Oryginalny model zaprezentowany w pracy Calvo dotyczył czasu ciągłego. Model dla czasu dyskretnego oraz wyprowadzenie nowokeynesistowskiej krzywej Phillipsa jako pierwszy przedstawił Yun [1996].

Zauważmy, że wielkość konsumpcji danego dobra zależy od łącznych cen wszystkich innych dóbr, wszystkie dobra są zatem względem siebie do pewnego stopnia substytucyjne, $-\varepsilon$ zaś oznacza elastyczność cenową popytu[7]. Każda pojedyncza firma przyjmuje P_t, czyli łączny, agregatowy poziom cen, oraz C_t jako dane (firmy są na tyle małe, że nie mają wpływu na wielkości agregatów). Dla podanej wyżej funkcji popytu (2) oraz przy przyjęciu naturalnej równości pomiędzy nominalną łączną konsumpcją a sumą (całką) nominalnych konsumpcji wszystkich nieprzeliczalnie wielu dóbr (tj. $P_t C_t = \int_0^1 C_t(i) P_t(i) di)$, funkcje agregacji cen P_t i konsumpcji C_t dane są wzorami:

$$P_t = \left(\int_0^1 P_t(i)^{1-\varepsilon} di \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}, \tag{3}$$

$$C_t = \left(\int_0^1 C_t(i)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}. \tag{4}$$

4. Schemat cenotwórczy Calvo

Idea schematu cenotwórczego Calvo polega na losowej sztywności cen. Wszystkie przedsiębiorstwa mają jednakowe prawdopodobieństwo równe $1 - \theta$, gdzie $\theta \in (0,1)$, na znalezienie się w grupie przedsiębiorstw, które mają możliwość zmiany ceny w okresie t. Prawdopodobieństwo to jest stałe w czasie i niezależne od tego, kiedy ostatnio przedsiębiorstwo zmieniło cenę[8]. Ponieważ firm jest nieskończenie wiele i są one rozmieszczone na odcinku (0,1), oznacza to, że w każdym okresie $1 - \theta$ firm dokona zmiany ceny, a pozostałe θ firm pozostawi ceny identyczne jak w poprzednim okresie. Jak nietrudno zauważyć, parametr θ jest zatem miarą sztywności cen.

Dla firmy, która ustaliła cenę w poprzednim okresie, prawdopodobieństwo, że zmieni cenę w bieżącym okresie, wynosi zatem także $1 - \theta$ prawdopodobieństwo, że nie będzie mogła zrobić tego w bieżącym okresie, lecz zrobi to za jeden okres: $\theta(1 - \theta)$, że po raz pierwszy zmieni cenę za dwa okresy: $\theta^2(1 - \theta)$, że po raz pierwszy zmieni cenę za k okresów: $\theta^k(1 - \theta)$. Oznaczając czas trwania ceny jako zmienną losową X, zauważamy, że X ma rozkład geometryczny (zob. [Magiera 2005, s. 218]) z parametrem $1 - \theta$. Zatem wartość oczekiwana czasu trwania ceny jest równa:

$$E(X) = \sum_{k=1}^{+\infty} k\theta^{k-1}(1-\theta) = 1/(1-\theta). \tag{5}$$

[7] Tradycyjnie zakładać będziemy, że $\varepsilon > 1$. W przeciwnym bowiem przypadku przychód byłby rosnącą funkcją ceny, co oznaczałoby że istnieje nieograniczona możliwość powiększania zysku (zob. np. [Varian 2006, s. 438-439]).

[8] Założenie to zostało uchylone np. w modelach z endogeniczną częstotliwością zmiany cen, gdzie prawdopodobieństwo zmiany cen jest wyższe w przypadku firm, które ostatnio cen nie zmieniały.

Oznaczmy cenę wybraną przez przedsiębiorstwo i w okresie t przez $P_t^*(i)$. Zauważmy teraz, że wszystkie firmy, które mogą dokonać zmiany, stoją przed identycznym problemem decyzyjnym (por. wzór (11)), zatem cena optymalna, rozwiązująca to zagadnienie, musi być dla każdego przedsiębiorstwa identyczna. Oznaczmy tę cenę optymalną przez P_t^*. Mamy zatem $P_t^*(i) = P_t^*$ dla każdego i.

Z definicji schematu cenotwórczego Calvo wynika, że cena $P_t(i)$ i-tego produktu w chwili t jest zmienną losową określoną jak poniżej:

$$P_t(i) = \begin{cases} P_t^* & \text{z prawd. } 1-\theta \\ P_{t-1}^* & \text{z prawd. } (1-\theta)\theta \\ P_{t-2}^* & \text{z prawd. } (1-\theta)\theta^2 \\ \dots & \dots \end{cases}. \tag{6}$$

Stąd, z niezależności wyboru firm i z definicji funkcji agregacji cen (3) mamy następującą równość

$$\begin{aligned} P_t^{1-\varepsilon} &= \int_0^1 P_t(i)^{1-\varepsilon}\, di = \sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k (1-\theta)(P_{t-k}^*)^{1-\varepsilon} = \\ &= (1-\theta)(P_t^*)^{1-\varepsilon} + \theta (P_{t-1})^{1-\varepsilon}. \end{aligned} \tag{7}$$

Dzieląc obie strony równania (7) przez $(P_{t-1})^{1-\varepsilon}$, dostajemy

$$(\Pi_t)^{1-\varepsilon} = \theta + (1-\theta)(P_t^*/P_{t-1})^{1-\varepsilon}, \tag{8}$$

gdzie $\Pi_t = (P_t/P_{t-1})$.

W stanie ustalonym (stacjonarnym) gospodarki (ang. *steady state*)[9], gdy poziom cen jest stały, zachodzi tożsamość $\Pi_t = 1$. Dokonując log-linearyzacji wokół stanu stacjonarnego[10], otrzymujemy zależność:

$$(1-\varepsilon)\pi_t \approx (1-\theta)(1-\varepsilon)\ln(P_t^*/P_{t-1}), \tag{9}$$

czyli:

$$\pi_t \approx (1-\theta)(p_t^* - p_{t-1}), \tag{10}$$

gdzie poprzez małe litery oznaczamy logarytmy naturalne zmiennych oznaczonych analogicznymi wielkimi literami. Oznacza to, że w okolicach wartości równowagowych zmiennych tempo wzrostu cen jest w przybliżeniu równe tempu wzrostu ceny optymalnej względem ceny z poprzedniego okresu, pomnożonemu przez współczynnik $1 - \theta$, (stanowiący udział firm, które zmieniają cenę).

[9] Stan stacjonarny gospodarki określony jest jako stały poziom produkcji $Y_t = Y$, technologii $A_t = A$ oraz pracy $N_t = N$, nadto w stanie tym nie występują egzogeniczne szoki oraz inflacja $\Pi_t = 1$.

[10] Logarytmujemy obie strony równania i korzystamy z tożsamości: $x = e^{\ln x}$, a następnie linearyzujemy lewą i prawą stronę tak przekształconego równania za pomocą wzoru Taylora względem wartości zmiennych w stanie równowagi. Szerzej zagadnienie to opisują np. DeJong i Dave [2007, s. 13-15].

5. Decyzje przedsiębiorstw

Przypomnijmy, że θ spośród wszystkich przedsiębiorstw w każdym okresie nie może zmienić ceny swojego produktu, a zatem pozostaje ona na poziomie z okresu poprzedniego. Pozostałe $1-\theta$ przedsiębiorstw dokonuje wyboru ceny, biorąc pod uwagę maksymalizację oczekiwanego[11] zysku ze względu na wybraną wartość ceny produktu przy danym popycie rynkowym. W tej sytuacji przedsiębiorstwa te w momencie t ustalają cenę optymalną P_t^* w oparciu o następujące kryterium:

$$max_P \sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k E_t\, Q_{t,t+k} \left(PY_{t+k|t} - \Psi\left(Y_{t+k|t}\right)\right), \tag{11}$$

przy ograniczeniu funkcją popytu na dobra:

$$Y_{t+k|t} = \left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}}\right)^{-\varepsilon} C_{t+k}, \tag{12}$$

gdzie: E_t jest operatorem racjonalnych oczekiwań formułowanych na okres t, $Y_{t+k|t}$ stanowi wielkość produkcji w okresie $t+k$ przy obowiązującej niezmienionej cenie wybranej w okresie t, $\Psi\left(Y_{t+k|t}\right)$ jest rosnącą i wypukłą funkcją całkowitych kosztów nominalnych poniesionych w okresie $t+k$, $Q_{t,t+k}$ stanowi stochastyczny czynnik dyskontujący dla wartości nominalnych (ang. *stochastic discount factor*)[12].

Wyrażenie (11) wymaga kilku komentarzy. Po pierwsze zauważmy, że horyzont czasowy okresów podlegających analizie (k) biegnie od 0 do nieskończoności. Oznacza to, że optymalizujące przedsiębiorstwa biorą pod uwagę zyski z bieżącego okresu oraz wszystkie przyszłe zyski, aż do nieskończoności, zakładając że wybrana właśnie cena będzie obowiązywać już zawsze. Jeśli przedsiębiorstwo zostałoby po raz kolejny w przyszłości wylosowane do zmiany ceny, to wówczas dokona ono powtórnie rozwiązania problemu optymalizacyjnego, uwzględniając wówczas nowy, szerszy zasób informacji (co nie wyklucza oczywiście, iż wybrana wówczas optymalna cena może być identyczna z obecną). Nieznany jest jednak moment, w którym przedsiębiorstwo zostanie wylosowane po raz kolejny, a zatem okres, w którym będzie można dokonać aktualizacji ceny. Z tego względu w problemie optymalizacyjnym przedsiębiorstwa wybierają cenę tak, jak gdyby nie można już było nigdy dokonać jej zmiany.

Po drugie, wyrażenie $P_t^*\, Y_{t+k|t}$ stanowi nominalny przychód, warunkowa wielkość produkcji w momencie $t+k$ (pod warunkiem trwania ceny P_t^*) przemnożona

[11] Dokładniej – przymiotnik oczekiwany oznacza tu nadzieję matematyczną względem rozkładu szoków i czasu trwania ceny.

[12] Stochastyczny czynnik dyskontowy dyskontuje wartości nominalne z okresu $t+k$ poprzez porównanie krańcowych użyteczności płynących z konsumpcji z okresu $t+k$ i t (zob. np. [Cambell 1999]), tj. w sposób w jaki gospodarstwa domowe „wyceniają” konsumpcję z poszczególnych okresów (z warunku pierwszego rzędu w problemie wyboru konsumenta). Jest on dany wzorem $Q_{t,t+k} = \beta^k \, {}^{U'(C_{t+k})}\!/_{U'(C_t)}$.

jest przez ustaloną przez przedsiębiorstwo optymalną cenę na moment *t* w przypadku, gdyby do momentu $t + k$ nie nastąpiła jej zmiana.

Po trzecie, czynnik θ^k stanowi tutaj wagę prawdopodobieństwa, że w momencie $t + k$ będzie jeszcze obowiązywać ustalona w momencie *t* cena P_t^*. Aby bowiem obecnie ustalona cena obowiązywała aż do tamtego momentu, dane przedsiębiorstwo musiałoby co okres być wylosowywane do grupy firm nie zmieniających ceny.

Po uwzględnieniu równania (12) maksymalizowane wyrażenie (11) przyjmuje postać

$$\sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k E_t\, Q_{t,t+k} \left(P_t^* Y_{t+k|t} - \Psi\left(Y_{t+k|t}\right)\right) =$$
$$= \sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k E_t Q_{t,t+k} \left(P_t^* \left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}}\right)^{-\varepsilon} C_{t+k} - \Psi\left(\left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}}\right)^{-\varepsilon} C_{t+k}\right)\right). \tag{13}$$

Z warunku koniecznego istnienia maksimum lokalnego dla wyrażenia (13)[13] wynika, że pochodna powyższego wyrażenia względem zmiennej P_t^* musi być równa zeru

$$\sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k E_t Q_{t,t+k} \left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}}\right)^{-\varepsilon} C_{t+k} \left((1-\varepsilon) - \Psi'\left(\left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}}\right)^{-\varepsilon} C_{t+k}\right)(-\varepsilon) P_t^{*-1}\right) = 0. \tag{14}$$

Po przemnożeniu obu stron powyższego równania przez $\dfrac{P_t^*}{1-\varepsilon}$ otrzymujemy

$$\sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k E_t \left\{ Q_{t,t+k} Y_{t+k|t} \left(P_t^* - \Psi'\left(Y_{t+k|t}\right) \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}\right)\right\} = 0. \tag{15}$$

Niech $\psi_{t+k|t} = \Psi'(Y_{t+k|t})$ oznacza warunkowy koszt krańcowy w okresie $t + k$ pod warunkiem, że w tym okresie nadal obowiązuje cena P_t^* wyznaczona w okresie *t* (dalej będziemy nazywać go krótko: warunkowym kosztem krańcowym). Oznaczmy także $M = \varepsilon/(\varepsilon - 1)$. Zauważmy, że gdy $\theta = 0$, czyli gdy wszystkie firmy mogą swobodnie zmieniać ceny, to z maksymalizowanej sumy zostaje tylko wyraz dla

[13] Z uwagi na ścisłą wklęsłość wyrażenia (13) jako funkcji zmiennej P_t^* warunek konieczny istnienia ekstremum lokalnego dla funkcji (13) jest również warunkiem dostatecznym dla istnienia rozwiązania zagadnienia (11) (zob. [Sydsaeter i in. 2008, s. 58, 112]). Jest to konsekwencją następujących założeń: funkcja $-\Psi$ jest malejąca i ściśle wklęsła; funkcja $P_t^* \rightarrow \left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}}\right)^{-\varepsilon} C_{t+k}$ jest ściśle wypukła dla $\varepsilon > 1$; $P_t^* \rightarrow P_t^* \left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}}\right)^{-\varepsilon} C_{t+k}$ jest także ściśle wklęsła dla $\varepsilon > 1$. Z dwóch pierwszych wynika, że odwzorowanie $P_t^* \rightarrow -\Psi\left(\left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}}\right)^{-\varepsilon} C_{t+k}\right)$ jest również ściśle wklęsłe [Sydsaeter i in. 2008, s. 59].

$k = 0$, który to wyraz jest równy zero wtedy i tylko wtedy, gdy $P_t^* = M\psi_{t|t}$. Zauważmy, że cena optymalna, maksymalizująca zysk, nie jest wówczas równa kosztowi krańcowemu, wielkość M należy zatem interpretować jako narzut[14] na cenę, wynikający z warunków konkurencji monopolistycznej (zob. [Varian, s. 438-439]).

Równanie (15) wygodnie jest podzielić obustronnie przez P_{t-1}. Zabieg ten pozwoli na analizę w kategoriach odchyleń od *steady-state*:

$$\sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k\, E_t Q_{t,t+k} Y_{t+k|t} \left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}} - \frac{\psi_{t+k|t}}{P_{t+k}} \frac{P_{t+k}}{P_{t-1}} M \right) = 0. \tag{16}$$

Zauważmy, że $\frac{\psi_{t+k|t}}{P_{t+k}}$ stanowi realny warunkowy koszt krańcowy w okresie $t + k$; oznaczmy go przez $MC_{(t+k|t)}$. Wyrażenie P_{t+k}/P_{t-1} wyraża zmianę ogólnego poziomu cen (inflację) w okresie $t + k$ względem okresu $t - 1$. Stan równowagi zdefiniowany jest jako stan gospodarki, w którym poziom cen P jest stały w czasie i jednakowy we wszystkich przedsiębiorstwach, a ponadto stałe w czasie są: podaż pracy N oraz poziom technologii A. W takiej sytuacji zachodzi $p_t^* - p_{t-1} = p_t - p_{t-1} = \pi_t = 0$. Ponadto stała jest wielkość produkcji każdego przedsiębiorstwa, równa $Y(i) = AN(i)^{1-\alpha}$, która z kolei jest równa wielkości konsumpcji gospodarstw domowych dóbr pojedynczej firmy i. W takim przypadku (stałe ceny i stała wielkość konsumpcji) stochastyczny czynnik dyskontujący wartości nominalnych jest tożsamy z czynnikiem dyskonta gospodarstw domowych, tj. zachodzi $Q_{t,t+k} = \beta^k$. To także prowadzi do wniosku o stałym w czasie realnym koszcie krańcowym, równym MC. Przy stałości wszystkich zmiennych wyrażenie znajdujące się pod operatorem oczekiwań w równaniu (16) powinno być równe zero, skąd można wyciągnąć wniosek, że $MC = 1/M$.

Po rozdzieleniu równości (16) na dwie strony równania i zlogarytmowaniu obu stron linearyzujemy osobno lewą względem zmiennych: $(\ln\left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}}\right), \ln Q_{t,t+k}, \ln Y_{t+k|k})$, wokół punktu $(0, \ln \beta^k, \ln Y)$ i osobno prawą stronę względem zmiennych $(\ln(MC_{t+k|t}\frac{P_{t+k}}{P_{t-1}}M), \ln Q_{t,t+k}, \ln Y_{t+k|k})$ wokół punktu $(0, \ln \beta^k, \ln Y)$ dla $k = 0, 1, 2, \ldots$ Lewa strona daje:

$$\begin{aligned} &\ln\left(\sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k\, E_t e^{\ln\left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}}\right) + \ln\, Q_{t,t+k} + \ln Y_{t+k|t}}\right) \\ &\approx \ln\left(\sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k \beta^k Y\right) + \frac{\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k \beta^k Y E_t\left[p_t^* - p_{t-1} + \tilde{q}_{t,t+k} + \tilde{y}_{t+k|t}\right]}{\sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k \beta^k Y}, \end{aligned} \tag{17}$$

[14] Mowa tu oczywiście o narzucie w warunkach cen doskonale elastycznych.

gdzie zmienne z tyldą oznaczają procentowe odchylenia poszczególnych zmiennych od ich wartości w stanie stacjonarnym.

Prawa strona natomiast prowadzi do:

$$\ln\left(\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\,E_t e^{\ln\left(MC_{t+k|t}\frac{P_{t+k}}{P_{t-1}}M\right)+\ln\,Q_{t,t+k}+\ln Y_{t+k|t}}\right)$$

$$\approx \ln\left(\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k Y\right)+\frac{\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k Y E_t\left[\ln\left(MC_{t+k|t}\frac{P_{t+k}}{P_{t-1}}M\right)+\tilde{q}_{t,t+k}+\tilde{y}_{t+k|t}\right]}{\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k Y}. \tag{18}$$

Przyrównując teraz (17) i (18), otrzymujemy:

$$p_t^* - p_{t-1} = \frac{\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k Y E_t \ln(MC_{t+k|t}\frac{P_{t+k}}{P_{t-1}}M)}{\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k Y}. \tag{19}$$

Zauważmy, że $\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k = \frac{1}{1-\theta\beta}$, co ostatecznie prowadzi do:

$$p_t^* - p_{t-1} = (1-\theta\beta)\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k E_t\left(mc_{t+k|t} + p_{t+k} - p_{t-1} - mc\right), \tag{20}$$

gdzie $mc = -\ln(M)$.

Jak już wspomniano wcześniej, *mc* stanowi wartość w stanie równowagi dla zmiennej $mc_{(t+k|t)}$. Powyższe dwie uwagi prowadzą do wzoru:

$$\begin{aligned} p_t^* - p_{t-1} &= (1-\theta\beta)\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\, E_t\widetilde{mc}_{t+k|t} + \\ &+(1-\theta\beta)\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\, E_t(p_{t+k}-p_{t-1}), \end{aligned} \tag{21}$$

gdzie $\widetilde{mc}_{t+k|t} = mc_{t+k|t} - mc$ jest procentowym odchyleniem kosztu krańcowego od jego wartości w stanie stacjonarnym.

Pamiętając, że: $p_t - p_{t-1} = \pi_t$, $p_{t+k} - p_{t-1} = \pi_{t+k} + \pi_{t+k-1} + \ldots + \pi_t$, oraz zamieniając kolejność sumowania, zauważamy, że ostatni wyraz powyższego wzoru jest równy:

$$\begin{aligned} &(1-\theta\beta)\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\, E_t(p_{t+k}-p_{t-1}) = (1-\theta\beta)\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\sum_{l=0}^{k} E_t\pi_{t+l} = \\ &= (1-\theta\beta)\sum_{l=0}^{+\infty}E_t\pi_{t+l}\sum_{k=l}^{\infty}\beta^k\,\theta^k = \sum_{l=0}^{+\infty}\theta^l\beta^l\,E_t\pi_{t+l}, \end{aligned} \tag{22}$$

co pozwala nam zapisać wzór (21) w postaci

$$p_t^* - p_{t-1} = (1-\theta\beta)\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\, E_t\widetilde{mc}_{t+k|t} + \sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\, E_t\pi_{t+k}, \qquad (23)$$

Zapisując powyższe równanie dla okresu $t + 1$ i biorąc oczekiwania w chwili t, dostajemy

$$E_t(p_{t+1}^* - p_t) = (1-\theta\beta)\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\, E_t\widetilde{mc}_{t+k+1|t+1} + \sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\, E_t\pi_{t+k+1} \quad (24)$$

Nietrudno zauważyć, że konieczne jest teraz wyeliminowanie wyrazu $\widetilde{mc}_{t+k+1|t+1}$. Korzystać będziemy z innych warunków równowagi.

6. Koszt krańcowy w otoczeniu punktu równowagi

Każda z firm produkuje tyle, ile wynosi konsumpcja danego dobra ($Y_t(i) = Ct(i)$), co powoduje, że łączna produkcja podlega identycznemu prawu agregacji jak w wyrażeniu (4) oraz zależności z poziomem cen − jak w wyrażeniu (2). W warunkach doskonale konkurencyjnego rynku pracy stawka płac osiągana w różnych sektorach produkcji jest jednakowa ($N_t = N_t(i)$), wobec czego funkcja agregacji (4) upraszcza się do:

$$N_t = \int_0^1 N_t(i)di\,.$$

Pamiętając, że funkcja produkcji jest postaci (1) oraz korzystając ze wzoru (2), mamy:

$$\int_0^1 N_t(i)di = \int_0^1 \left(\frac{Y_t(i)}{A_t}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} di =$$

$$= \int_0^1 \left(\frac{\left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{-\varepsilon} Y_t}{A_t}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} di = \left(\frac{Y_t}{A_t}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \int_0^1 \left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{\frac{-\varepsilon}{1-\alpha}} di.$$

Stąd:

$$Y_t = A_t N_t^{1-\alpha} {D_t}^{-1},$$

gdzie $D_t = \left\{\int_0^1 \left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{\frac{-\varepsilon}{1-\alpha}} di\right\}^{1-\alpha}$.

Logarytmując obustronnie powyższe równanie, otrzymujemy:

$$y_t = a_t + (1-\alpha)n_t - d_t, \tag{25}$$

gdzie małe litery *n, y, a, d* oznaczają logarytmy naturalne, odpowiednio, *N, Y, A, D*. d_t stanowi tu miarę zróżnicowania cen po poszczególnych przedsiębiorstwach (zob. [Gali 2008, s. 62-63]) i jest w przybliżeniu równe[15]:

$$\begin{aligned} d_t &= \mu Var_i p_t(i) = \mu Var_{geom(1-\theta)}(\{p^*_{t-k}\}_{k\geq 1}) = \\ &= \mu Var_{geom(1-\theta)}\left(\left\{\frac{1}{1-\theta}p_{t-k} - \frac{\theta}{1-\theta}p_{t-k-1}\right\}_{k\geq 1}\right), \end{aligned} \tag{26}$$

gdzie $\mu = 2\dfrac{\varepsilon(1-\alpha)}{1-\alpha+\alpha\varepsilon}$ oraz w pierwszej równości korzystamy z wyrażenia (6), a w drugiej z wyrażenia (10).

W stanie równowagi, gdy cena wszystkich dóbr jest taka sama, $d_t^S = 0$. W takiej sytuacji zapotrzebowanie na pracę wynikające z bieżącego poziomu produkcji przy danej technologii wyraża się następująco:

$$n_t^S = \frac{y_t^S - a_t}{1-\alpha}.$$

Przy funkcji produkcji danej wzorem (1) krańcowy produkt pracy (po zlogarytmowaniu) przedstawia się następująco:

$$mpn_t = \ln(1-\alpha) + a_t - \alpha\, n_t = \ln(1-\alpha) + y_t - n_t. \tag{27}$$

Możemy także zapisać realne koszty jako iloczyn płacy realnej i nakładów pracy zużywanych w procesie produkcyjnym: $\frac{TC_t}{P_t} = \frac{W_t}{P_t}N_t$. Różniczkując to wyrażenie ze względu na wielkość produkcji, otrzymujemy wzór łączący realne koszty krańcowe z krańcowym produktem pracy i płacami realnymi:

$$\frac{\partial(N_t W_t/P_t)}{\partial Y_t} = \frac{\partial N_t}{\partial Y_t}\frac{W_t}{P_t} = \frac{1}{MPN_t}\frac{W_t}{P_t}.$$

Po zlogarytmowaniu możemy zapisać: $mc_t = (w_t - p_t) - mpn_t$. Stąd, wstawiając za mpn_t i n_t, wynika, że koszt krańcowy dany jest wzorem:

$$mc_t = (w_t - p_t) - \ln(1-\alpha) - \frac{1}{1-\alpha}(a_t - \alpha y_t - d_t) \tag{28}$$

gdzie wyrażenie $w_t - p_t$ jest logarytmem naturalnym płacy realnej w chwili *t*. Analogicznie warunkowy koszt krańcowy w chwili *t* + *k* firmy, która ostatnio zmieniała ceny w chwili *t*, przedstawia się następująco:

[15] $Var_{geom(1-\theta)}(\{a_k\}_{k\geq 1})$ oznacza ważoną wariancję z próby $\{a_k\}_{k\geq 1}$ z wagami z rozkładu geometrycznego.

$$mc_{t+k|t} = (w_t - p_t) - \frac{1}{1-\alpha}(a_0 + v_{t+k}^m) - \ln(1-\alpha) + \\ + \frac{\alpha}{1-\alpha} y_{t+k|t} + \frac{1}{1-\alpha} d_{t+k}. \tag{29}$$

Ze wzoru (12) oraz oczyszczania się rynku dóbr wynika zależność $y_{t+k|t} - y_{t+k} = (-\varepsilon)(p_t^* - p_{t+k})$,, a zatem:

$$\imath c_{t+k|t} = (w_t - p_t) - \frac{1}{1-\alpha}(a_0 + v_{t+k}^m) - \ln(1-\alpha) + \\ + \frac{1}{1-\alpha}\left(\alpha y_{t+k|t} - \alpha y_{t+k} + \alpha y_{t+k}\right) + \frac{1}{1-\alpha} d_{t+k} = \\ = mc_{t+k} + \frac{\alpha}{1-\alpha}\left(y_{t+k|t} - y_{t+k}\right) = mc_{t+k} - \frac{\alpha\varepsilon}{1-\alpha}(p_t^* - p_{t+k}). \tag{30}$$

Ponieważ $\widetilde{mc}_{t+k|t} = mc_{t+k|t} - mc$, analogicznie $\widetilde{mc}_{t+k} = mc_{t+k} - mc$, to możemy powyższy wzór zapisać jako:

$$\widetilde{mc}_{t+k|t} = \widetilde{mc}_{t+k} - \frac{\alpha\varepsilon}{1-\alpha}(p_t^* - p_{t+k}) = \\ = \widetilde{mc}_{t+k} - \tfrac{\alpha\varepsilon}{1-\alpha}(p_t^* - p_{t-1}) + \tfrac{\alpha\varepsilon}{1-\alpha}(p_{t+k} - p_{t-1}). \tag{31}$$

Wstawiając otrzymaną relację do wzoru (21), otrzymujemy:

$$p_t^* - p_{t-1} = (1-\theta\beta)\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\, E_t\Big[\widetilde{mc}_{t+k} - \frac{\alpha\varepsilon}{1-\alpha}(p_t^* - p_{t-1}) + \\ + \frac{\alpha\varepsilon}{1-\alpha}(p_{t+k} - p_{t-1}) + (p_{t+k} - p_{t-1})\Big] = \\ = (1-\theta\beta)\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\, E_t\Big[\widetilde{mc}_{t+k} + \frac{1-\alpha+\alpha\varepsilon}{1-\alpha}(p_{t+k} - p_{t-1})\Big] - \\ - \frac{\alpha\varepsilon}{1-\alpha}(p_t^* - p_{t-1}), \tag{32}$$

czyli:

$$p_t^* - p_{t-1} = (1-\theta\beta)\Theta\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\, E_t[\widetilde{mc}_{t+k}] + \\ + (1-\theta\beta)\sum_{k=0}^{+\infty}\theta^k\beta^k\, E_t[p_{t+k} - p_{t-1}], \tag{33}$$

gdzie $\Theta = \dfrac{1-\alpha}{1-\alpha+\alpha\varepsilon} < 1$. Wykorzystując równość (22) do ostatniego składnika (33), dostajemy:

$$p_t^* - p_{t-1} = (1-\theta\beta)\Theta \sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k \beta^k \, E_t[\widetilde{mc}_{t+k}] + \sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k \beta^k \, E_t[\pi_{t+k}]. \quad (34)$$

Zapisując to równanie dla okresu $t + 1$ oraz pamiętając o oczekiwaniach w chwili t, mamy:

$$E_t[p_{t+1}^* - p_t] = (1-\theta\beta)\Theta \sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k \beta^k \, E_t[\widetilde{mc}_{t+k+1}] + \sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k \beta^k \, E_t[\pi_{t+k+1}]. \quad (35)$$

Ostatecznie nietrudno zauważyć, że

$$\begin{aligned} p_t^* - p_{t-1} &= (1-\theta\beta)\Theta \sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k \beta^k \, E_t[\widetilde{mc}_{t+k}] + \\ &+ \sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k \beta^k \, E_t[\pi_{t+k}] = (1-\theta\beta)\Theta\, \widetilde{mc}_t + \pi_t + \\ &+ \theta\beta \left[(1-\theta\beta)\Theta \sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k \beta^k \, E_t[\widetilde{mc}_{t+k}] + \sum_{k=0}^{+\infty} \theta^k \beta^k \, E_t[\pi_{t+k}] \right] = \\ &= (1-\theta\beta)\Theta \widetilde{mc}_t + \pi_t + \theta\beta E_t[p_{t+1}^* - p_t], \end{aligned} \quad (36)$$

gdzie w trzeciej równości podstawiliśmy formułę (35).

Teraz, sięgając do równania (10), dostajemy zależności:

$$\frac{1}{1-\theta}\pi_t = p_t^* - p_{t-1} \quad (37)$$

oraz

$$\frac{1}{1-\theta} E_t \pi_{t+1} = E_t(p_{t+1}^* - p_t), \quad (38)$$

co pozwala, mnożąc obustronnie przez $1 - \theta$, równanie (36) zapisać w postaci

$$\pi_t = (1-\theta\beta)(1-\theta)\Theta\, \widetilde{mc}_t + (1-\theta)\pi_t + \theta\beta E_t \pi_{t+1}. \quad (39)$$

Porządkując wyrazy, dostajemy

$$\pi_t = \lambda\, \widetilde{mc}_t + \beta E_t \pi_{t+1}, \quad (40)$$

gdzie $\lambda = \dfrac{(1-\beta\theta)(1-\theta)\Theta}{\theta} = \dfrac{(1-\beta\theta)(1-\theta)}{\theta} \dfrac{1-\alpha}{1-\alpha+\alpha\varepsilon}$.

Z wyprowadzonego powyżej równania (40) wynika, iż:

- Oczekiwania inflacyjne mają silny wpływ na bieżącą inflację – wpływ ten jest tym silniejszy, im wyższy jest poziom subiektywnego współczynnika dyskonta. Tak więc im wyżej gospodarstwa domowe wyceniają konsumpcję przyszłą względem teraźniejszej, tym większy jest wpływ oczekiwań inflacyjnych na bieżące tempo zmiany cen.
- Wraz ze wzrostem kosztów krańcowych wzrasta również inflacja, przy czym wrażliwość inflacji na zmianę kosztów krańcowych jest tym wyższa, im:
  a) niższa jest sztywność cen (tj. niższy jest parametr θ, co odpowiadałoby sytuacji, w której krótszy jest okres przeciętnego trwania ceny pojedynczego przedsiębiorstwa),
  b) wyższa jest elastyczność produkcji względem pracy (tj. niższy jest parametr α),
  c) niższa jest elastyczność cenowa popytu (z wyjątkiem przypadku $\alpha = 1$, kiedy to elastyczność ta nie wpływa na tę wrażliwość).

Aby otrzymać standardową nowokeynesistowską krzywą Phillipsa, należy jeszcze z równania (40) wyrugować koszty krańcowe. Rozwiązując problem optymalizacji gospodarstw domowych przy standardowej funkcji użyteczności typu CRRA (ang. *constant relative risk aversion*; zob. np. [DeJong, Dave 2007, s. 90]), otrzymujemy (zob. [Gali 2008, s. 18]):

$$(w_t - p_t) = \sigma c_t + \varphi n_t. \tag{41}$$

Korzystając z warunku oczyszczania się rynku i łącząc równania (28) i (41) oraz wykorzystując równanie (25), mamy:

$$\begin{aligned} mc_t &= (\sigma y_t - \varphi\, p_t) - ln(1-\alpha) - \frac{1}{1-\alpha}(a_t - \alpha y_t - d_t) = \\ &= \sigma y_t + \frac{\varphi}{1-\alpha} y_t - \frac{\varphi}{1-\alpha} a_t + \frac{\varphi}{1-\alpha} d_t - ln(1-\alpha) - \frac{1}{1-\alpha} a_t + \frac{\alpha}{1-\alpha} y_t + \\ &+ \frac{1}{1-\alpha} d_t = \frac{\sigma(1-\alpha)+\varphi+\alpha}{1-\alpha} y_t - \frac{1+\varphi}{1-\alpha} a_t - ln(1-\alpha) + \frac{\varphi+1}{1-\alpha} d_t. \end{aligned} \tag{42}$$

Zauważmy, że poziom technologii A_t rozwija się niezależnie od stopnia giętkości cen, a d_t w stanie elastycznych cen jest równe zeru. Dlatego też powyższe równanie w stanie elastycznych cen (tj. $\theta = 0$) przyjmuje postać:

$$mc_t = \frac{\sigma(1-\alpha)+\varphi+\alpha}{(1-\alpha)} y_t^n - \frac{\varphi+1}{(1-\alpha)} a_t - \ln(1-\alpha), \tag{43}$$

gdzie y_t^n jest poziomem produkcji osiąganym w stanie elastycznych cen. Odejmujemy stronami dwa ostatnie równania i mamy:

$$\widetilde{mc}_t = \frac{\sigma(1-\alpha)+\varphi+\alpha}{(1-\alpha)} (y_t - y_t^n) + \frac{\varphi+1}{(1-\alpha)} d_t. \tag{44}$$

Wstawiając do równania (40), ostatecznie dostajemy

$$\pi_t = \kappa_1(y_t - y_t^n) + \kappa_2 d_t + \beta E_t \pi_{t+1} = \kappa_1 \widetilde{y}_t + \kappa_2 d_t + \beta E_t \pi_{t+1}, \quad (45)$$

gdzie $\kappa_1 = \frac{(1-\theta)(1-\theta\beta)}{\theta}\frac{\varphi + \alpha + (1-\alpha)\sigma}{1-\alpha+\alpha\varepsilon}$, $\kappa_2 = \frac{(1-\beta\theta)(1-\theta)}{\theta}\frac{\varphi+1}{1-\alpha+\alpha\varepsilon}$, $\widetilde{y}_t = (y_t - y_t^n)$.

Zmienna $\widetilde{y}_t$ może być nazwana luką produkcyjną, aczkolwiek luka ta jest zdefiniowana specyficznie, tj. jako odchylenie wielkości produkcji w chwili *t* od wielkości produkcji, jaka byłaby osiągana w warunkach doskonale elastycznych cen (podczas gdy szeroko stosowana definicja mówi raczej o produkcji w warunkach przeciętnego wykorzystania mocy produkcyjnych). Równanie (45) nosi nazwę nowokeynesistowskiej krzywej Phillipsa (ang. *New Keynesian Phillips Curve*).

Z wyprowadzonego powyżej równania (45) wynika, iż:

– oczekiwania inflacyjne mają silny wpływ na bieżącą inflację,
– wraz ze wzrostem dyspersji cen wzrasta również inflacja,
– wraz ze wzrostem luki produkcyjnej wzrasta również inflacja, przy czym wrażliwość inflacji na zmianę luki jest tym wyższa, im:

a) niższa jest sztywność cen (tj. niższy jest parametr θ, co odpowiadałoby sytuacji, w której krótszy jest okres przeciętnego trwania ceny pojedynczego przedsiębiorstwa),

b) wyższe są parametry σ oraz φ w funkcji użyteczności rezprezentatywnego gospodarstwa domowego (opisują one utratę użyteczności odpowiednio ze względu na wahania konsumpcji w czasie oraz ilość świadczonej pracy),

c) niższa jest elastyczność cenowa popytu (z wyjątkiem przypadku $\alpha = 1$, kiedy to elastyczność ta nie wpływa na tę wrażliwość).

Jak dotąd w literaturze dla uproszczenia zakładano jedynie przypadek $d_t = 0$, przez co pomijano dyspersję cen (zob. [Gali 2008; Woodford 2003]). W przedstawionym wyprowadzeniu uwzględniono ten składnik, co stanowi rozszerzenie dotychczasowych badań.

7. Podsumowanie

W opracowaniu przedstawiono wyprowadzenie równania nowokeynesistowskiej krzywej Phillipsa, przy założeniu funkcjonowania podstawowego schematu cenotwórczego Calvo. Jak już wspomniano, standardowe wyprowadzenia NKPC nie zawierają komponentu wskazującego na zróżnicowanie cen w poszczególnych sektorach. Wyprowadzone w pracy równanie inflacji rozszerza dotychczasowy wariant NKPC o ten komponent, aczkolwiek należy zwrócić uwagę na fakt, iż literatura nie zawiera jeszcze przykładów badań empirycznych, których celem mogłoby być potwierdzenie zasadności umieszczenia miernika dyspersji cen.

W schemacie Calvo firmy losowo napotykają barierę sztywności nominalnej, a prawdopodobieństwo takiego zdarzenia jest jednakowe dla wszystkich firm i stałe w czasie. Stąd też bariery sztywności nominalnej spadają na poszczególne przedsiębiorstwa losowo. Jest to dość kontrowersyjne założenie, jego uchylenie prowadzi do modeli z endogeniczną częstotliwością zmiany cen, a w konsekwencji − innej postaci krzywej Phillipsa [Dotsey, King, Wolman 1999; Bakshi, Khan, Rudolf 2007]. Analiza tych modeli będzie stanowić kierunek dalszych badań autorów niniejszej pracy.

Literatura

Bakshi H., Khan H., Rudolf B., *The Phillips Curve under state-dependent pricing*, „Journal of Monetary Economics" 2007, vol. 54, no. 8.

Bludnik I., *Sztywności realne*, [w:] M. Ratajczak (red.), *Wpływ zmiennych nominalnych na sferę realną w warunkach transformacji środkowoeuropejskiej*, Wydawnictwo UE w Poznaniu, Poznań 2009.

Calvo G., *Staggered prices in a utility-maximizing framework*, „Journal of Monetary Economics" 1983, vol. 12, no. 3.

Cambell J., *Asset prices, consumption, and the business cycle*, [w:] *Handbook of Macroeconomics*, vol. 1, red. J.B. Taylor, M. Woodford, Elsevier, 1999.

Clarida R., Gali J., Gertler M., *The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective*, "Journal of Economic Literature" 1999, vol. 37, no. 4.

DeJong D., Dave Ch., *Structural Macroeconometrics*, Princeton University Press 2007.

Dixit A., Stiglitz J., *Monopolistic competition and optimum product diversity*, „American Economic Review" 1977, vol. 67, no. 3.

Dotsey M., King R., Wolman A., *State-dependent pricing and the general equilibrium dynamics of money and output*, „The Quarterly Journal of Economics" 1999, vol. 114, no. 2.

Gali J., *Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework*, Princeton University Press, 2008.

Kokoszczyński R., *Współczesna polityka pieniężna w Polsce*, PWE, Warszawa 2004.

Kuchta Z., *Wpływ utraty autonomicznej polityki pieniężnej na absorpcję zaburzeń egzogenicznych*, [w:] P. Krajewski (red.), *Gospodarka Polski w perspektywie wstąpienia do strefy euro*, PWE, Warszawa 2012.

Mankiw N.G., *Real business cycles: A New Keynesian perspective*, „Journal of Economic Perspectives" 1989, vol. 3, no. 3.

Mankiw N.G., Taylor M.P., *Mikroekonomia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.

Magiera R., *Modele i metody statystyki matematycznej, cz. 1*, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2005.

Snowdon B., Vane H., *Modern Macroeconomics: Its Origins, Evolution and Current State*, Edward Elgar, Cheltenham 2005.

Sydsaeter K. i in., *Further Mathematics for Economic Analysis*, Prentice Hall 2008.

Smets F., Wouters R., *An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area*, „Journal of the European Economic Association" 2003, vol. 1, no. 5.

Wallush J., *Ewolucja nowokeynesistowskiej krzywej Phillipsa*, „Ekonomista" 2008, nr 5.

Wojtyna A., *Ewolucja keynesizmu a główny nurt ekonomii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.

Woodford M., *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*, Princeton University Press, Princeton, New York 2003.

Varian H., *Mikroekonomia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
Yun T., *Nominal price rigidity, money supply endogeneity, and business cycles*, „Journal of Monetary Economics" 1996, vol. 37, no. 2.

NEW KEYNESIAN PHILLIPS CURVE WITH CALVO PRICING MECHANISM

Summary: The paper discusses the New Keynesian model with a pricing mechanism proposed by Calvo and presents some details of derivation of aggregate inflation equation − New Keynesian Phillips Curve. The model assumes representative monopolistic competition firms with a stochastic nominal rigidity mechanism. In accordance with the Calvo mechanism prices' changes occur randomly but with a fixed exogenous probability. Under this mechanism the firms set prices of their products that maximize discounted profits in infinite horizon under rational expectations, with regard of the possibility of nominal rigidity in future. Within this framework we can derive the New Keynesian Phillips Curve implies that in the short term inflation is determined by three variables. The results show that inflation is an increasing function of: (i) future inflation expectations, (ii) current output gap and (iii) specific measure of price dispersion (weighted geometric average of the prices). The last component was not included in the literature, hence it is a novel feature of the derivation presented in the paper.

Keywords: inflation, New Keynesian Phillips Curve, Calvo pricing mechanism.