

Agnieszka Przybylska-Mazur

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Wydział Ekonomii
Katedra Metod Statystyczno-Matematycznych w Ekonomii
agnieszka.przybylska-mazur@ue.katowice.pl

DECYZJE MONETARNE W ASPEKCIE ODPORNIE OPTYMALNYCH REGUŁ INSTRUMENTALNYCH

Streszczenie: Celem artykułu jest wyprowadzenie wzoru na odpornie optymalną regułę instrumentalną polityki pieniężnej na podstawie jednego z modeli optymalizacji mechanizmu transmisji monetarnej, uwzględniając model strukturalny przedstawiony przez Woodforda. Odpornie optymalna reguła instrumentalna jest pomocnym narzędziem przy podejmowaniu decyzji monetarnych mających wpływ na zmienne makroekonomiczne, w tym również na przyszłą inflację. Jednym z rodzajów prognoz wskaźnika inflacji jest zatem prognoza inflacji uzyskana przy założeniu, że stopa procentowa będzie kształtować się zgodnie z wyprowadzoną odpornie optymalną regułą instrumentalną.

Słowa kluczowe: odpornie optymalna reguła instrumentalna, reguła polityki pieniężnej, model optymalizacji mechanizmu transmisji monetarnej, model Woodforda.

Wprowadzenie

Odpornie optymalna reguła instrumentalna polityki pieniężnej jest pomocna przy podejmowaniu decyzji monetarnych mających wpływ na zmienne makroekonomiczne, w tym również na przyszłą inflację. Stopy procentowe można ustalać korzystając z różnych metod. Aby jednak decyzje dotyczące wysokości stopy procentowej były przejrzyste i powtarzalne, należy wyznaczyć stopy procentowe na podstawie modeli. Odpornie optymalną regułę polityki pieniężnej można obliczyć na podstawie jednego z modeli optymalizacji mechanizmu transmisji monetarnej, uwzględniając model strukturalny przedstawiony przez Woodforda.

1. Reguły instrumentalne

Wśród reguł polityki pieniężnej wyróżnia się reguły instrumentalne i reguły nastawione na cel. Proste zasady instrumentalne są ujętymi w sposób formalny zależnościami pomiędzy instrumentem polityki pieniężnej i innymi zmiennymi ekonomicznymi. Reguły polityki pieniężnej ujęte w postaci układów relacji matematycznych należy traktować jako punkt odniesienia w procesie realizacji polityki pieniężnej. Reguły polityki pieniężnej nie powinny być stosowane automatycznie, lecz należy je traktować jako narzędzie oceny realizowanej polityki sprawdzające, czy jest ona realizowana zgodnie z wyznaczonymi celami.

Decydenci stosujący reguły instrumentalne podejmują decyzje opierając się na docierających sygnałach o aktualnym stanie gospodarki, ponieważ te reguły wyrażają instrument polityki pieniężnej jako funkcję dostępnej informacji o rzeczywistości. W praktyce żaden bank centralny nie podąża ściśle za ujętą matematycznie regułą instrumentalną. Reguły instrumentalne dostarczają jednak pewnego punktu odniesienia pomocnego do zweryfikowania aktualnie realizowanej polityki.

Regułę instrumentalną można zapisać w ogólnej postaci następująco [Gianoni, Woodford, 2003a]:

$$\varphi_i \cdot i_t + \Phi_z^T \cdot z_t + \Phi_Z^T \cdot Z_t + \Phi_s^T s_t = \varphi \quad (1)$$

gdzie:

i_t – instrument polityki pieniężnej w okresie t , w pracy założono, że jest to skalar, np. stopa referencyjna; zamiast instrumentu polityki pieniężnej można brać pod uwagę również w regule instrumentalnej wektor instrumentów polityki pieniężnej,

z_t – wektor nieokreślonych wcześniej zmiennych endogenicznych w okresie t ,

Z_t – wektor określonych wcześniej zmiennych endogenicznych w okresie t , np. opóźnienia zmiennych, które są współrzędnymi wektora z_t ,

s_t – wektor egzogenicznych zmiennych stanu w okresie t , zaburzeń, które wpływają na równowagę endogenicznych zmiennych,

φ_i, φ – niezmiennie w czasie współczynniki, φ_i jest stałym współczynnikiem stojącym przy instrumencie polityki pieniężnej i_t , φ – stałym wyrazem wolnym,

Φ_z, Φ_Z, Φ_s – wektory niezmiennych w czasie współczynników.

Założono, że strukturalne zaburzenia s_{jt} można zapisać w następującej postaci:

$$s_{jt} = \sum_{k=0}^{\infty} \sum_m \alpha_{m,k}^j \varepsilon_{m,t-k} \quad (2)$$

gdzie:

indeks m należy do zbioru wszystkich możliwych typów zaburzeń,
 $\varepsilon_{m,t}$ – zmienne losowe o identycznych i niezależnych rozkładach o średniej zero.

Dla każdego zaburzenia współczynniki $\alpha_{m,k}^j$ wskazują stopień, w którym utrzymują się efekty zaburzeń.

Wyróżnionym podzbiorem reguł instrumentalnych są reguły odporne optymalne, które definiuje się następująco: reguły, których wyraz wolny φ jest niezmienny w czasie nazywamy odporne optymalnymi, jeżeli są optymalne w każdym momencie czasu niezależnie od określenia współczynników $\alpha_{m,k}^j$ strukturalnych zaburzeń i niezależnie od rozkładów składników losowych $\varepsilon_{m,t}$ (oprócz tego muszą być ograniczone i mieć średnią równą zero).

2. Model strukturalny

Zaprezentowany poniżej model strukturalny Woodforda stanowi warunki ograniczające problemu optymalizacyjnego, będącego jednym z podstawowych modeli optymalizacji mechanizmu transmisji monetarnej i stanowiącego w pracy podstawę przy konstrukcji odporne optymalnych reguł instrumentalnych.

Model Woodforda można zapisać za pomocą dwóch równań postaci [Giannoni, Woodford, 2003b]:

$$y_t = E_t y_{t+1} - \alpha \cdot (i_t - E_t \pi_{t+1} - r_t) \quad (3)$$

$$\pi_t = \gamma \cdot y_t + \beta \cdot E_t \pi_{t+1} + u_t \quad (4)$$

gdzie:

π_t – wskaźnik inflacji w okresie t ,

y_t – względna luka produkcyjna obliczana ze wzoru $y_t = \frac{Y_t - Y_t^*}{Y_t^*}$,

Y_t – dla danych miesięcznych dynamika produkcji przemysłowej, dla danych kwartalnych dynamika PKB,

Y_t^* – dynamika produkcji potencjalnej,

i_t – instrument polityki pieniężnej, np. stopa referencyjna,

E_t – wartość oczekiwana wyznaczona w okresie t ,

α, γ, β – stałe, $\alpha > 0, \gamma > 0, 0 < \beta < 1$.

Składniki r_t, u_t przedstawiają egzogeniczne zaburzenia,

r_t – jest procesem naturalnej stopy procentowej,

u_t – szok kosztowy przedstawiający egzogeniczną zmienność w luce spowodowanej na przykład zmiennymi w czasie zaburzeniami, które zmieniają stopień nieefektywności równowagi elastycznych cen.

Założono, że strukturalne zaburzenia s_{jt} można zapisać w postaci (2):

$$r_t = s_{1t} = \sum_{k=0}^{\infty} \sum_m \alpha_{m,k}^1 \varepsilon_{m,t-k}$$

$$u_t = s_{2t} = \sum_{k=0}^{\infty} \sum_m \alpha_{m,k}^2 \eta_{m,t-k}$$

gdzie $\varepsilon_{m,t}, \eta_{m,t}$ są zmiennymi losowymi o identycznych i niezależnych rozkładach o średniej zero. Wówczas r_t, u_t mają rozkład o średniej równej zero, wariancjach równych $\sigma_{\varepsilon}^2, \sigma_{\eta}^2$ i kowariancji $\sigma_{\varepsilon\eta}$.

Wykorzystując zatem związki zawarte w równaniach (3) i (4), związek pomiędzy względną luką produkcyjną, oczekiwaną wartością względnej luki produkcyjnej w okresie $t + 1$ i rzeczywistą stopą procentową uwzględniającą egzogeniczne zaburzenia związane z kształtowaniem naturalnej stopy procentowej, jak również związek między wskaźnikiem inflacji, względną luką produkcyjną, oczekiwaną inflacją w okresie $t + 1$ i uwzględniając szok kosztowy będący egzogenicznym zaburzeniem, został w dalszej części wyprowadzony wzór na odpornie optymalną regułę instrumentalną, której ogólna postać jest przedstawiona wzorem (1).

Model strukturalny można zapisać w ogólnej postaci macierzowej następująco:

$$D \cdot \begin{bmatrix} Z_{t+1} \\ E_t z_{t+1} \end{bmatrix} = A \cdot \begin{bmatrix} Z_t \\ z_t \end{bmatrix} + B \cdot i_t + C \cdot s_t \quad (5)$$

gdzie: Z_t, z_t, s_t są wektorami, które zostały określone wcześniej, i_t oznacza instrument polityki pieniężnej, $E_t z_{t+1}$ oznacza wartość oczekiwaną, natomiast D, A, B, C są macierzami współczynników.

Przyjmując $X_t = \begin{bmatrix} Z_t \\ z_t \\ i_t \end{bmatrix}$ oraz oznaczając $[A \ B] = \tilde{A}$ mamy następującą postać macierzową modelu strukturalnego:

$$D \cdot \begin{bmatrix} Z_{t+1} \\ E_t z_{t+1} \end{bmatrix} = \tilde{A} \cdot X_t + C \cdot s_t \quad (6)$$

Model opisany równaniami (3) i (4), zapisany równoważnie w postaci:

$$\begin{cases} \alpha \cdot E_t \pi_{t+1} + E_t y_{t+1} = y_t + \alpha \cdot i_t - \alpha \cdot r_t \\ \beta \cdot E_t \pi_{t+1} = \pi_t - \gamma \cdot y_t - u_t \end{cases},$$

można zatem zapisać w postaci macierzowej (5) bez wektora Z_t , czyli następująco:

$$D \cdot E_t z_{t+1} = A \cdot z_t + B \cdot i_t + C \cdot s_t \quad (7)$$

lub w postaci macierzowej (6), którą wykorzystano przy wyznaczeniu rozwiązania zadania optymalizacji mechanizmu transmisji monetarnej:

$$D \cdot E_t z_{t+1} = \tilde{A} \cdot X_t + C \cdot s_t \quad (8)$$

gdzie:

$$z_t = \begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \end{bmatrix}, \quad E_t z_{t+1} = \begin{bmatrix} E_t \pi_{t+1} \\ E_t y_{t+1} \end{bmatrix}, \quad s_t = \begin{bmatrix} r_t \\ u_t \end{bmatrix}, \quad D = \begin{bmatrix} \alpha & 1 \\ \beta & 0 \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -\gamma \end{bmatrix},$$

$$B = \begin{bmatrix} \alpha \\ 0 \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} -\alpha & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \tilde{A} = [A \ B] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & \alpha \\ 1 & -\gamma & 0 \end{bmatrix}, \quad X_t = \begin{bmatrix} z_t \\ i_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \\ i_t \end{bmatrix}.$$

3. Model optymalizacji mechanizmu transmisji monetarnej

Celem polityki pieniężnej jest minimalizacja oczekiwanej wartości międzyokresowej funkcji straty, czyli rozwiązanie problemu [Giannoni, Woodford, 2003b]:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t L_t \rightarrow \min \quad (9)$$

przy ograniczeniach równań rozpatrywanego modelu strukturalnego, w artykule modelu opisanego równaniami (3) i (4).

W problemie (9) $E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t L_t$ oznacza międzyokresową funkcję straty,

β – czynnik dyskontujący,

L_t – funkcję straty okresowej.

Funkcja straty okresowej może przyjmować różne postacie. Jedną z postaci jest kwadratowa funkcja straty, którą zapisano następującym wzorem:

$$L_t = (\pi_t - \pi^*)^2 + \lambda_y \cdot (y_t - y^*)^2 + \lambda_i \cdot (i_t - i^*)^2 \quad (10)$$

dla pewnych optymalnych poziomów y^* luki produkcyjnej, i^* nominalnej stopy procentowej, jak również dla celu inflacyjnego π^* .

Stałe dodatnie λ_y, λ_i oznaczają wagi na stabilizację luki produkcyjnej wokół jej optymalnego poziomu oraz instrumentu polityki pieniężnej wokół jego poziomu optymalnego odpowiednio w stosunku do stabilizacji inflacji wokół długoterminowego celu inflacyjnego.

Funkcję straty okresowej można zapisać w postaci macierzowej następująco:

$$L_t = \frac{1}{2} \cdot (c_t - c^*)^T \cdot W \cdot (c_t - c^*) \quad (11)$$

w której c_t oznacza wektor zmiennych celu, $c_t = \begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \\ i_t \end{bmatrix}$,

c^* – wektor optymalnych wartości zmiennych celu $c^* = \begin{bmatrix} \pi^* \\ y^* \\ i^* \end{bmatrix}$,

W jest symetryczną dodatnio określoną macierzą wag w funkcji celu,

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_y & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_i \end{bmatrix}.$$

Ponieważ wektor c_t zmiennych celu można przedstawić następująco $c_t = K \cdot X_t$ dla pewnej macierzy K , wówczas funkcja straty okresowej jest funkcją zmiennej X_t , co zapisano następująco:

$$L_t = L(X_t) = \frac{1}{2} \cdot (K \cdot X_t - c^*)^T \cdot W \cdot (K \cdot X_t - c^*) \quad (12)$$

Aby wyznaczyć zatem odpornie optymalną regułę instrumentalną, należy wyznaczyć minimum warunkowe funkcji celu:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \cdot L(X_t) = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \cdot \frac{1}{2} \cdot (K \cdot X_t - c^*)^T \cdot W \cdot (K \cdot X_t - c^*) \quad (13)$$

przy ograniczeniach rozpatrywanego modelu strukturalnego opisanego równaniem (8). Ostatni składnik po prawej stronie równania (8) przedstawia zaburzenia.

4. Odpornie optymalna reguła instrumentalna

Aby wyznaczyć rozwiązanie problemu optymalizacyjnego (13) przy ograniczeniach $\tilde{A} \cdot X_t - D \cdot E_t z_{t+1} = \theta$ (θ – wektor zerowy), należy rozpatrzyć funkcję Lagrange'a postaci:

$$\begin{aligned} \hat{L} &= E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \cdot \{L(X_t) + \Lambda_t^T \cdot [\tilde{A} \cdot X_t - D \cdot E_t z_{t+1}]\} = \\ &= E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \cdot \left\{ \frac{1}{2} \cdot (K \cdot X_t - c^*)^T \cdot W \cdot (K \cdot X_t - c^*) + \right. \\ &\quad \left. + \Lambda_t^T \cdot \tilde{A} \cdot X_t - \Lambda_t^T \cdot \tilde{D} \cdot X_{t+1} \right\} \end{aligned}$$

gdzie $\tilde{D} = [D \quad 0]$, a Λ_t jest wektorem mnożników Lagrange'a, $\Lambda_t = \begin{bmatrix} \Lambda_{1,t} \\ \Lambda_{2,t} \end{bmatrix}$.

Funkcję Lagrange'a można również zapisać następująco:

$$\hat{L}(X_t, \Lambda_t) = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \cdot \left\{ \frac{1}{2} \cdot (K \cdot X_t - c^*)^T \cdot W \cdot (K \cdot X_t - c^*) + \right. \\ \left. + \Lambda_t^T \cdot \tilde{A} \cdot X_t - \beta^{-1} \Lambda_{t-1}^T \cdot \tilde{D} \cdot X_t \right\} \quad (14)$$

Różniczkując funkcję Lagrange'a względem wektora X_t , otrzymano warunek pierwszego rzędu następującej postaci:

$$K^T \cdot W \cdot (K \cdot X_t - c^*) + \tilde{A}^T \cdot \Lambda_t - \beta^{-1} \cdot \tilde{D}^T \cdot \Lambda_{t-1} = \theta$$

czyli:

$$K^T \cdot W \cdot (c_t - c^*) + \tilde{A}^T \cdot \Lambda_t - \beta^{-1} \cdot \tilde{D}^T \cdot \Lambda_{t-1} = \theta \quad (15)$$

Odpornie optymalną regułę instrumentalną, regułę będącą optymalną odpowiedzią na rzeczywiste zaburzenia wyprowadza się zatem z warunku pierwszego rzędu (15), który można zapisać jawnie jako układ trzech równań:

$$\pi_t - \beta^{-1} \cdot \alpha \cdot \Lambda_{1,t-1} + \Lambda_{2,t} - \Lambda_{2,t-1} = 0 \quad (16)$$

$$\lambda_y \cdot (y_t - y^*) + \Lambda_{1,t} - \beta^{-1} \cdot \Lambda_{1,t-1} - \gamma \cdot \Lambda_{2,t} = 0 \quad (17)$$

$$\lambda_i \cdot (i_t - i^*) + \alpha \cdot \Lambda_{1,t} = 0 \quad (18)$$

prawdziwy dla każdego $t \geq 0$ z warunkami początkowymi postaci $\Lambda_{1,-1} = \Lambda_{2,-1} = 0$.

Z równania (18) mamy $\Lambda_{1,t} = -\frac{\lambda_i}{\alpha} \cdot (i_t - i^*)$, czyli również $\Lambda_{1,t-1} = -\frac{\lambda_i}{\alpha} \cdot (i_{t-1} - i^*)$.

Podstawiając te wartości na mnożnik Lagrange'a $\Lambda_{1,t}, \Lambda_{1,t-1}$ do równania (17), otrzymano: $\Lambda_{2,t} = \frac{\lambda_y}{\gamma} \cdot (y_t - y^*) - \frac{\lambda_i}{\gamma \cdot \alpha} \cdot (i_t - i^*) + \frac{\lambda_i}{\gamma \cdot \beta \cdot \alpha} \cdot (i_{t-1} - i^*)$,
czyli również: $\Lambda_{2,t-1} = \frac{\lambda_y}{\gamma} \cdot (y_{t-1} - y^*) - \frac{\lambda_i}{\gamma \cdot \alpha} \cdot (i_{t-1} - i^*) + \frac{\lambda_i}{\gamma \cdot \beta \cdot \alpha} \cdot (i_{t-2} - i^*)$.

Podstawiając otrzymane wzory $\Lambda_{1,t}, \Lambda_{1,t-1}, \Lambda_{2,t}, \Lambda_{2,t-1}$ do warunku (16), otrzymano następującą zależność:

$$\pi_t + \frac{\lambda_i}{\beta} \cdot (i_{t-1} - i^*) + \frac{\lambda_y}{\gamma} \cdot (y_t - y^*) - \frac{\lambda_i}{\gamma \cdot \alpha} \cdot (i_t - i^*) + \frac{\lambda_i}{\gamma \cdot \beta \cdot \alpha} \cdot (i_{t-1} - i^*) - \frac{\lambda_y}{\gamma} \cdot (y_{t-1} - y^*) + \frac{\lambda_i}{\gamma \cdot \alpha} \cdot (i_{t-1} - i^*) - \frac{\lambda_i}{\gamma \cdot \beta \cdot \alpha} \cdot (i_{t-2} - i^*) = 0$$

z której wyznaczono odpornie optymalną regułę instrumentalną wyrażającą się wzorem:

$$i_t = (1 - \rho_1) \cdot i^* + \rho_1 \cdot i_{t-1} + \rho_2 \cdot \Delta i_{t-1} + \rho_\pi \cdot \pi_t + \rho_y \cdot \frac{\Delta y_t}{4} \quad (19)$$

gdzie: $\rho_1 = 1 + \frac{\gamma \cdot \alpha}{\beta} > 1$, $\rho_2 = \frac{1}{\beta} > 1$, $\rho_\pi = \frac{\gamma \cdot \alpha}{\lambda_i} > 0$, $\rho_y = \frac{4 \cdot \alpha \cdot \lambda_y}{\lambda_i} > 0$, natomiast $\Delta i_{t-1} = i_{t-1} - i_{t-2}$, $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ są przyrostami stopy procentowej i luki produkcyjnej odpowiednio.

Ponadto stosowanie reguły odpornie optymalnej (19) wyprowadzonej z warunku pierwszego rzędu (16)-(18) implikuje dla dowolnych parametrów $\alpha, \gamma, \lambda_y, \lambda_i > 0, 0 < \beta < 1$ osiągnięcie równowagi racjonalnych oczekiwań.

5. Wpływ odpornie optymalnych reguł instrumentalnych polityki pieniężnej na inflację

Model (7), zapisany następująco:

$$E_t z_{t+1} = (D^{-1} \cdot A) \cdot z_t + (D^{-1} \cdot B) \cdot i_t + (D^{-1} \cdot C) \cdot s_t,$$

jest modelem przestrzeni stanów. Ponadto, wykorzystując zależność prognozy wskaźnika inflacji $\pi_{t+T|t}(i_t)$ na T okresów do przodu wyznaczoną w okresie t od wektora z_t [Rudenbush, Svensson, 1998]: $\pi_{t+T|t}(i_t) = K_\pi E_t(z_{t+T}(i_t))$ dla odpowiednio zdefiniowanego wektora K_π , oraz uwzględniając równość:

$$E_t(z_{t+T}) = (D^{-1} \cdot A)^T \cdot z_t + \sum_{j=1}^T (D^{-1} \cdot A)^{T-j} \cdot B \cdot E_t(i_{t+j-1}),$$

otrzymujemy następujący wzór na prognozę wskaźnika inflacji zgodną z odpornie optymalną regułą instrumentalną polityki pieniężnej na T okresów do przodu wyznaczoną w okresie t :

$$\pi_{t+T/t}(i_t) = K_\pi \cdot (D^{-1} \cdot A)^T \cdot z_t + K_\pi \cdot \sum_{j=1}^T (D^{-1} \cdot A)^{T-j} \cdot B \cdot$$

$$\cdot [(1 - \rho_1) \cdot i^* + \rho_1 \cdot i_{t+j-2} + \rho_2 \cdot \Delta i_{t+j-2} + \rho_\pi \cdot \pi_{t+j-1} + \rho_y \cdot \frac{\Delta y_{t+j-1}}{4}]$$

Dla rozpatrywanego modelu strukturalnego $K_\pi = [1 \ 0]$.

6. Analiza empiryczna

Do analiz wzięto pod uwagę dane miesięczne dotyczące wskaźnika inflacji, dynamiki produkcji przemysłowej, jak również wysokość stopy referencyjnej na koniec danego miesiąca. Dynamikę produkcji potencjalnej wyznaczono na podstawie filtra Hodricka–Prescotta (HP), umożliwiającego addytywną dekompozycję dynamiki produkcji przemysłowej na składową cykliczną i składową wygładzoną będącą dynamiką produkcji potencjalnej obliczaną ze wzoru

$$Y^* = Y \cdot (I_n + \lambda \cdot K \cdot K^T)^{-1},$$

gdzie:

Y^* – wektor, którego współrzędnymi jest dynamika potencjalnej produkcji przemysłowej,

Y – wektor, którego współrzędnymi jest dynamika produkcji przemysłowej,

I_n – macierz jednostkowa stopnia n ,

λ – parametr wygładzający $\lambda = 0, 1$,

$$K - \text{macierz, } K = \begin{bmatrix} -2 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -2 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & -2 \end{bmatrix}$$

Analizę przeprowadzono dla okresu styczeń 2004 r. – marzec 2012 r.

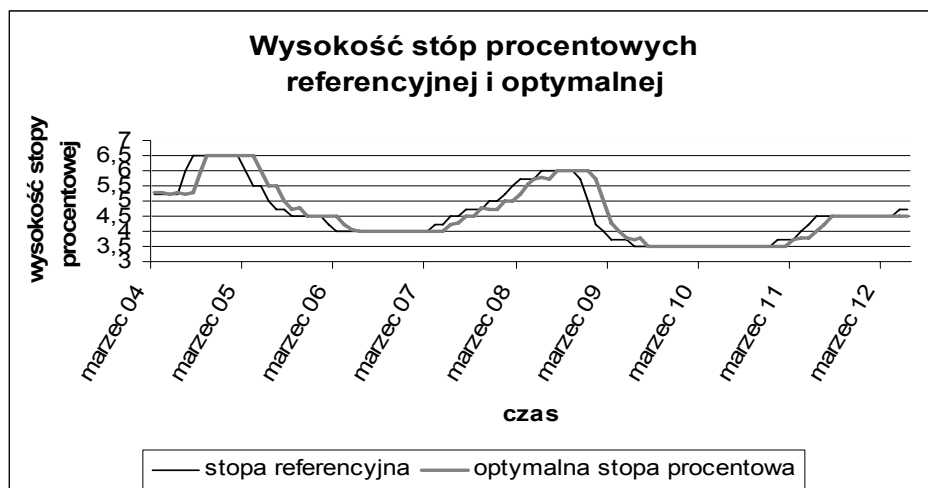
W poniższej tab. 1 zestawiono optymalną wysokość stopy, którą wyznaczono na podstawie wzoru na odpornie optymalną regułę instrumentalną polityki pieniężnej, oraz rzeczywiste wartości stopy referencyjnej w okresie marzec 2004 r. – czerwiec 2012 r.

Tabela 1. Wysokości optymalnej i rzeczywistej stopy procentowej

Okres	Optymalna stopa procentowa	Rzeczywista stopa procentowa	Okres	Optymalna stopa procentowa	Rzeczywista stopa procentowa
marzec '04	5,26	5,25	maj '08	5,72	5,75
kwiecień '04	5,25	5,25	czerwiec '08	5,77	6
maj '04	5,24	5,25	lipiec '08	5,75	6
czerwiec '04	5,27	5,25	sierpień '08	5,98	6
lipiec '04	5,23	6	wrzesień '08	6,02	6
sierpień '04	5,26	6,5	październik '08	5,99	6
wrzesień '04	5,99	6,5	listopad '08	5,99	5,75
październik '04	6,49	6,5	grudzień '08	6,02	5
listopad '04	6,52	6,5	styczeń '09	5,74	4,25
grudzień '04	6,49	6,5	luty '09	5,01	4
styczeń '05	6,50	6,5	marzec '09	4,28	3,75
luty '05	6,50	6,5	kwiecień '09	3,98	3,75
marzec '05	6,49	6	maj '09	3,77	3,75
kwiecień '05	6,51	5,5	czerwiec '09	3,75	3,5
maj '05	6,00	5,5	lipiec '09	3,75	3,5
czerwiec '05	5,51	5	sierpień '09	3,51	3,5
lipiec '05	5,50	4,75	wrzesień '09	3,50	3,5
sierpień '05	5,01	4,75	październik '09	3,49	3,5
wrzesień '05	4,75	4,5	listopad '09	3,52	3,5
październik '05	4,75	4,5	grudzień '09	3,49	3,5
listopad '05	4,50	4,5	styczeń '10	3,50	3,5
grudzień '05	4,50	4,5	luty '10	3,50	3,5
styczeń '06	4,74	5	marzec '10	3,51	3,5
luty '06	4,74	5	kwiecień '10	3,49	3,5
marzec '06	5,00	5,25	maj '10	3,51	3,5
kwiecień '06	4,23	4	czerwiec '10	3,50	3,5
maj '06	4,03	4	lipiec '10	3,49	3,5
czerwiec '06	3,98	4	sierpień '10	3,51	3,5
lipiec '06	4,01	4	wrzesień '10	3,50	3,5
sierpień '06	4,00	4	październik '10	3,50	3,5
wrzesień '06	4,00	4	listopad '10	3,50	3,5
październik '06	4,01	4	grudzień '10	3,50	3,5
listopad '06	4,00	4	styczeń '11	3,50	3,75
grudzień '06	3,99	4	luty '11	3,50	3,75
styczeń '07	4,02	4	marzec '11	3,75	3,75
luty '07	3,99	4	kwiecień '11	3,75	4
marzec '07	4,00	4	maj '11	3,75	4,25
kwiecień '07	4,01	4,25	czerwiec '11	3,99	4,5
maj '07	3,99	4,25	lipiec '11	4,25	4,5
czerwiec '07	4,25	4,5	sierpień '11	4,51	4,5
lipiec '07	4,26	4,5	wrzesień '11	4,50	4,5
sierpień '07	4,50	4,75	październik '11	4,50	4,5
wrzesień '07	4,49	4,75	listopad '11	4,50	4,5
październik '07	4,76	4,75	grudzień '11	4,50	4,5
listopad '07	4,74	5	styczeń '12	4,51	4,5
grudzień '07	4,74	5	luty '12	4,50	4,5
styczeń '08	5,00	5,25	marzec '12	4,50	4,5
luty '08	5,01	5,5	kwiecień '12	4,50	4,5
marzec '08	5,22	5,75	maj '12	4,50	4,75
kwiecień '08	5,53	5,75	czerwiec '12	4,49	4,75

Źródło: Obliczenia własne.

Zaprezentowane w tab. 1 wyniki dotyczące optymalnych i rzeczywistych wartości stopy procentowej przedstawiono również na poniższym rysunku.



Rys. 1. Wysokość optymalnej i rzeczywistej stopy referencyjnej

Źródło: Opracowanie własne.

Widoczna jest duża dokładność optymalnych wartości stopy procentowej wyznaczonych na podstawie odpornie optymalnej reguły instrumentalnej polityki pieniężnej i rzeczywistych wartości stopy procentowej z niewielkim przesunięciem obu wykresów, z którego wynika zbyt wczesne podejmowanie decyzji o podwyżce lub obniżeniu stopy procentowej.

Na podstawie wyznaczonych optymalnych bez względu na rozpatrywany moment czasu wartości stopy procentowej i niezależnych od określenia współczynników strukturalnych zaburzeń i rozkładów składników losowych, czyli na podstawie wartości stopy referencyjnej obliczonych ze wzoru (19) na odpornie optymalną regułę instrumentalną polityki pieniężnej, wyznaczono prognozy wskaźnika inflacji uwzględniające te otrzymane optymalne wartości stopy procentowej. Obliczono zatem na podstawie wzoru (20) tzw. prognozy wskaźnika inflacji uwarunkowane zaprezentowaną odpornie optymalną regułą polityki pieniężnej na cztery miesiące do przodu, przyjmując jako miesiąc bazowy przy wyznaczaniu prognoz inflacji marzec 2012 r. Obliczone prognozy wskaźnika inflacji zestawiono z rzeczywistymi wartościami wskaźnika inflacji w tab. 2.

Tabela 2. Prognozy wskaźnika inflacji zgodne z odpornie optymalną regułą instrumentalną polityki pieniężnej i rzeczywiste wartości wskaźnika inflacji

Okres prognozy	Prognoza wskaźnika inflacji	Rzeczywista wartość wskaźnika inflacji
kwiecień '12	3,98	4
maj '12	4,06	3,6
czerwiec '12	4,14	4,3
lipiec '12	4,23	4

Źródło: Obliczenia własne.

Wyznaczone prognozy są prognozami trafnymi. Ponadto, podejmując decyzje dotyczące wysokości optymalnej wartości stopy procentowej na podstawie zaprezentowanej odpornie optymalnej reguły instrumentalnej polityki pieniężnej, można zauważyć nieznaczny wzrost inflacji w zaprezentowanym horyzoncie prognozy.

Podsumowanie

W artykule wyprowadzono wzór na odpornie optymalną regułę instrumentalną polityki pieniężnej na podstawie jednego z modeli optymalizacji mechanizmu transmisji monetarnej, uwzględniając model strukturalny przedstawiony przez Woodforda. Stwierdzono, że reguły odpornie optymalne mają szczególne znaczenie z uwagi na dynamiczną sytuację na rynku w okresie kryzysu i tym samym małą aktualność prognoz długookresowych, ponieważ nie uwzględniają projekcji inflacji i luki produkcyjnej na dużo okresów w przyszłości. Wyprowadzona zatem odpornie optymalna reguła instrumentalna może być pomocnym narzędziem przy podejmowaniu decyzji monetarnych mających wpływ na zmienne makroekonomiczne, w tym również na przyszłą inflację. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że podejmowane decyzje dotyczące wysokości stopy referencyjnej były zbliżone do uzyskanych optymalnych wartości stopy procentowej wyznaczonych na podstawie wyprowadzonej odpornie optymalnej reguły instrumentalnej. Ponadto, wyznaczono prognozy wskaźnika inflacji przy założeniu, że stopa procentowa będzie kształtować się zgodnie z wyprowadzoną regułą instrumentalną.

Literatura

- Giannoni M.P., Woodford M. (2003a), *Optimal Interest-rate Rules: I. General Theory*, NBER Working Paper No. W9419, January.
- Giannoni M.P., Woodford M. (2003b), *Optimal Interest-rate Rules: II. Application*, NBER Working Paper No. W9420, January.
- Rudensh G.D., Svensson L.E.O. (1998), *Policy Rule for Inflation Targeting*, Working Paper Series, National Bureau of Economic Research Cambridge.

MONETARY DECISION UNDER THE CONDITIONS OF THE ROBUSTLY OPTIMAL INSTRUMENT RULES

Summary: The purpose of this article was the formula derivation for the robust optimal instrumental monetary policy rule based on one of the monetary transmission mechanism optimization models taking into account the structural model presented by Woodford. The robust optimal instrumental rule is a helpful tool when we make monetary policy decisions that affect macroeconomic variables, including future inflation. Thus, one of the types of inflation forecasts is the inflation forecast obtained under the assumption that the interest rate will be determined based on the derived robust optimal instrumental rule.

Keywords: robustly optimal instrument rule, monetary policy rule, monetary transmission mechanism optimization model, Woodford's model.