

Korzyści z publikacji projekcji makroekonomicznych i ścieżki stóp procentowych w Polsce

Comparing the Benefits from Publishing Macroeconomic Projections and the Future Interest Rate Path in Poland

*Michał Brzoza-Brzezina**

pierwsza wersja: 12 listopada 2008 r., ostateczna wersja: 2 stycznia 2009 r., akceptacja: 9 stycznia 2009 r.

Streszczenie

W opracowaniu porównane zostały korzyści z opublikowania projekcji makroekonomicznej i korzyści z dodatkowego opublikowania przyszłej ścieżki stóp procentowych przez bank centralny. Obliczenia oparte na neokenesowskim modelu gospodarki polskiej przy założeniu pełnej wiedzy po stronie banku centralnego i procesu uczenia się (*learning*) po stronie podmiotów. W wykorzystanym modelu oba sposoby zwiększania stopnia przejrzystości wpływają na spadek wartości funkcji straty banku centralnego (uwzględniającej zmienność inflacji, luki popytowej i stóp procentowych). Korzyści z dodatkowego opublikowania ścieżki okazały się jednak znacznie mniejsze od korzyści z opublikowania projekcji.

Słowa kluczowe: ścieżka stóp procentowych, polityka pieniężna

Abstract

We apply a New Keynesian, open economy model with learning to compare the benefits from the publication of macroeconomic projections and the future interest rate path in Poland. In this framework both sources of increased transparency generate net benefits, but the gains from showing a macro projection are substantially larger than those related to additionally publishing an interest rate path.

Keywords: future interest rate path, macroeconomic projection, learning, monetary policy

JEL: E52, E58, E43

* Narodowy Bank Polski, Instytut Ekonomiczny; Szkoła Główna Handlowa, Katedra Polityki Pieniężnej; e-mail: Michal.Brzoza-Brzezina@nbp.pl. Artykuł wyraża osobiste poglądy autora. Autor składa podziękowania twórcom modelu NECMOD za udostępnienie danych oraz dwóm anonimowym recenzentom za cenne uwagi.

1. Wprowadzenie

Współczesne banki centralne przykładają znaczną wagę do przejrzystości prowadzonej polityki pieniężnej. Taka postawa wynika z przekonania, że polityka prowadzona jawnie może skuteczniej oddziaływać na oczekiwania podmiotów i tym samym zapewnić skuteczniejszą realizację celów banku centralnego. Współczesne modele wykorzystywane do analiz polityki pieniężnej (zob. Woodford 2003) pokazują bowiem, że na zachowanie podmiotów oddziałuje nie tyle bieżąca stopa procentowa, którą steruje bank centralny, ile przede wszystkim oczekiwania dotyczące jej kształtowania się w przyszłości. W tej sytuacji banki centralne podejmują znaczny wysiłek, by wpływać na terminową strukturę stóp procentowych: publikują opracowania tłumaczące sposób prowadzenia polityki pieniężnej, zapisy dyskusji na posiedzeniach ciał decyzyjnych, projekcje makroekonomiczne, a nawet oczekiwania dotyczące przyszłej ścieżki stóp procentowych. Ta ostatnia kwestia budzi jednak sporo wątpliwości i dotąd jedynie kilka banków centralnych zdecydowało się na publikację ścieżki stóp (Bank Rezerwy Nowej Zelandii, Bank Szwecji, Bank Norwegii i Narodowy Bank Czech).

Także Narodowy Bank Polski poczynił w ostatnich latach znaczne postępy w komunikowaniu swojej polityki pieniężnej. W 1998 r. wprowadzono strategię bezpośredniego celu inflacyjnego i rozpoczęto wyznaczanie celów inflacyjnych, zainicjowano także regularną publikację *Raportów o inflacji*. W 2004 r. po raz pierwszy opublikowano projekcję inflacji, a w 2005 r. także projekcję PKB. W 2007 r. rozpoczęto publikację opisów dyskusji na posiedzeniach Rady Polityki Pieniężnej. W 2008 r. Prezes NBP zapowiedział rozpoczęcie prac nad publikacją ścieżki stóp procentowych. Przedmiotem zainteresowania w poniższym artykule jest porównanie korzyści makroekonomicznych związanych z publikacją projekcji makroekonomicznej (inflacja, PKB) i prognozy stóp procentowych przez Narodowy Bank Polski. W wykorzystanym do analizy modelu z asymetryczną informacją pomiędzy bankiem centralnym a podmiotami publikacja prognoz pozwala podmiotom lepiej przewidywać przyszłość, co prowadzi do zmniejszenia wahań gospodarki.

W literaturze kwestia publikacji projekcji makroekonomicznych i ścieżek stóp procentowych była poruszana wielokrotnie. Tarkka i Mayes (1999) pokazali na podstawie modelu Barro-Gordona, że publikacja prognoz zwiększa stabilność makroekonomiczną, nawet jeśli prognozy nie są dokładne. Wykorzystując model empiryczny, Chartareas et al. (2002) stwierdzili, że publikacja prognoz pomaga obniżyć stopę inflacji.

Ferrero i Secchi (2007) analizowali ilościowe i jakościowe wskazania co do przyszłego kształtowania się stóp procentowych i doszli do wniosku, że ich publikacja ułatwia prognozowanie przyszłej polityki

pieniężnej. Rudebush i Williams (2006) pokazali na podstawie modelu neokeynesowskiego, że publikacja ścieżki stóp może zmniejszyć zmienność gospodarki. Brzoza-Brzezina i Kot (2008) wykorzystali model z asymetryczną strukturą informacji skalibrowany dla gospodarki amerykańskiej i stwierdzili, że korzyści z publikacji projekcji makroekonomicznej są znacznie wyższe od korzyści z dodatkowego ujawnienia ścieżki stóp procentowych. Z drugiej strony Cukierman (2000) i Gersbach (2003) pokazali, że wzrost przejrzystości może zmniejszyć wpływ banku centralnego na stabilizację cyklu koniunkturalnego. Ich wyniki związane są z ograniczeniem możliwości zaskakiwania podmiotów gospodarczych przez bank, który publikuje prognozy. Faust i Leeper (2005) badali projekcje makroekonomiczne Banku Anglii, FED i Banku Szwecji i doszli do wniosku, że warunkowe prognozy publikowane przez te instytucje nie były przydatne dla podmiotów. Gosselin et al. (2008) wykorzystali model z heterogeniczną informacją, by wykazać, że publikacja ścieżki stóp przez bank centralny może, w zależności od konkretnych uwarunkowań zwiększać lub zmniejszać dobrobyt.

Oprócz nurtu formalnego modelowania korzyści z publikacji prognoz oraz jej kosztów powstały też opracowania analizujące praktyczne problemy związane z publikacją projekcji makroekonomicznych i ścieżek stóp procentowych. Wskazywano zarówno na potencjalne korzyści, jak i na zagrożenia związane ze zwiększaniem przejrzystości przez banki centralne (Goodhart 2001; King 2007; Weber 2007; Rudebusch 2008). Z jednej strony podkreślano korzyści związane z lepszym zarządzaniem oczekiwaniami. Z drugiej strony akcentowano kwestie reputacyjne związane z potencjalnym niezrozumieniem warunkowego charakteru prognoz. Obawiano się m.in., że podmioty mogą potraktować projekcję makroekonomiczną sporządzoną przy założeniu stałej stopy procentowej nie jako scenariusz ostrzegawczy, ale jako bezwzględną prognozę, co w skrajnym wariantcie mogłoby doprowadzić do samospełnienia się niekorzystnej projekcji. Wskazywano także na analogiczne zagrożenia związane z publikacją ścieżki stóp procentowych – potraktowanie jej przez podmioty jako zobowiązania banku centralnego mogłoby spowodować spadek wiarygodności banku, gdyby bank odszedł od wcześniej ogłoszonej ścieżki. W tym kontekście podkreślano także trudności, jakie mogą wynikać z konieczności wypracowania przez kolegialne ciała decyzyjne wspólnego stanowiska odnośnie do przyszłej ścieżki stóp.

W sferze technicznej w opracowaniu wykorzystano literaturę na temat procesu uczenia się (Evans, Honkapohja 2001; 2007), czyli alternatywnego w stosunku do racjonalnych oczekiwań sposobu formułowania oczekiwań przez podmioty. Koncepcja adaptacyjnego uczenia się przez podmioty zyskuje ostatnio coraz więcej zwolenników. Pozwala ona odejść od sztywnego i mało realistycznego założenia o doskonałej znajomości modelu

gospodarki przez uczestników życia gospodarczego bez utraty powszechnie akceptowanych, długookresowych zalet koncepcji racjonalnych oczekiwań – w szczególności neutralności polityki pieniężnej. W analizowanym modelu założenie uczenia się struktury gospodarki przez podmioty pozwala na proste wprowadzenie do modelu asymetrii informacji, co umożliwi wygenerowanie korzyści z publikowania prognoz przez bank centralny.

W dalszej części opracowania zostaną przedstawione model, struktura budowania oczekiwań oraz wyniki symulacji.

2. Model

Badanie wpływu publikacji ścieżki stóp procentowych na zmienność makroekonomiczną zostało przeprowadzone na podstawie hybrydowego, neokeynesowskiego modelu gospodarki otwartej. Podstawowe równania modelu – krzywa IS i krzywa Phillipsa – są wyprowadzane z rozwiązania problemu decyzyjnego reprezentatywnego konsumenta i producenta. Model i jego wyprowadzenie są szczegółowo opisane w literaturze (Obstfeld, Rogoff 2000; Smets, Wouters 2003; Monacelli 2005; Galí 2008), w związku z czym w niniejszym opracowaniu ograniczono się do zaprezentowania jego zredukowanej postaci:

$$x_t = \delta x_{t-1} + (1-\delta)E_t x_{t+1} - \sigma(i_t - E_t \pi_{t+1}) + \varphi x_t^* + \chi \Delta q_t + \varepsilon_{x,t} \quad (1)$$

$$\pi_t = \gamma \pi_{t-1} + (1-\gamma)E_t \pi_{t+1} + \kappa x_t - \lambda \Delta q_t + \varepsilon_{\pi,t} \quad (2)$$

$$i_t = \phi_\pi \pi_{t-1} + \phi_x x_{t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$x_t^* = \alpha x_{t-1}^* + \varepsilon_{x^*,t} \quad (4)$$

$$q_t = q_{t-1} + \varepsilon_{q,t} \quad (5)$$

Równanie (1) przedstawia hybrydową krzywą IS, w której luka popytowa x_t uzależniona jest od swojej przeszłej i oczekiwanej przyszłej wartości oraz od realnej stopy procentowej (stopa nominalna i_t deflowana oczekiwaną inflacją $E_t \pi_{t+1}$). Wyprowadzenie hybrydowej krzywej IS jest wynikiem maksymalizacji użyteczności reprezentatywnego konsumenta przy założeniu, że przyzwyczajają się on do przeszłego poziomu konsumpcji (*habit formation*). W odróżnieniu od krzywej IS wyprowadzonej w modelach gospodarki zamkniętej, tu pojawiają się dodatkowe elementy w postaci zagranicznej luki popytowej x_t^* oraz zmiany kursu realnego Δq_t . Obrazują one, jaki wpływ na produkt w gospodarce otwartej wywierają wzrost gospodarczy u głównych partnerów handlowych oraz zmiana konkurencyjności eksportu i importu. Składnik losowy $\varepsilon_{x,t}$ będzie nazywany wstrząsem popytowym.

Równanie (2) przedstawia hybrydową krzywą Phillipsa, gdzie inflacja π_t jest determinowana przez swoje

przeszłe i oczekiwane przyszłe wartości, a także przez lukę popytową. Takie równanie wyprowadzane jest z maksymalizacji zysku przez reprezentatywnego producenta przy założeniu, że nie jest on w stanie optymalizować ceny w każdym okresie. W szczególności podmioty, którym w danym kwartale nie wolno wprowadzić ceny maksymalizującej zysk, pozostawiają cenę z poprzedniego kwartału indeksowaną stopą inflacji. Ponownie, w odróżnieniu od modelu gospodarki zamkniętej, pojawia się element związany z wymianą międzynarodową – tym razem zmiana realnego kursu walutowego Δq_t , obrazująca wpływ kursu na ceny dóbr importowanych. Składnik losowy $\varepsilon_{\pi,t}$ będzie nazywany wstrząsem podażowym.

Równanie (3) przedstawia funkcję reakcji banku centralnego. Władze monetarne dokonują zmian nominalnej stopy procentowej pod wpływem odchylenia inflacji od celu bądź pojawienia się niezerowej luki popytowej. Dla uproszczenia zakładamy, że cel inflacyjny banku centralnego wynosi zero, co jest spójne ze stosowanym w literaturze procesem usuwania z danych trendu i nie wpływa na wnioski wyciągane w opracowaniu. Funkcja reakcji w modelu nie jest estymowana¹ – przyjęto standardowe wartości (Taylor 1993), a w dalszej części pracy podjęta została także próba optymalizacji jej parametrów. Składnik losowy $\varepsilon_{i,t}$ będzie nazywany wstrząsem polityki pieniężnej.

Równanie (4) przedstawia prawo ruchu zagranicznej luki popytowej, co do której zakłada się, że podlega procesowi autoregresyjnemu. Założenie pozwala to uniknąć skomplikowanego modelowania gospodarki zewnętrznej, a jednocześnie nie wpływa na wnioski wyciągane na podstawie modelu, ze względu na brak wpływu małej otwartej gospodarki (Polski) na resztę świata. Składnik losowy $\varepsilon_{x^*,t}$ będzie nazywany wstrząsem popytu zagranicznego.

Równanie (5) przedstawia prawo ruchu realnego kursu walutowego, co do którego zakłada się, że podlega procesowi błędzenia losowego. Taki sposób modelowania kursu jest stosunkowo często spotykany w literaturze i choć odchodzi się w nim od najczęściej spotykanego w tym kontekście równania realnego niezabezpieczonego parytetu stóp procentowych (RUIP), ma dwie istotne zalety. Po pierwsze RUIP, choć dobrze umotywowany teoretycznie, nie najlepiej sprawdza się z empirycznego punktu widzenia. Po drugie RUIP, wprowadzając dodatkową zmienną zorientowaną w przyszłość bez wykorzystywania w modelu dodatkowej wartości własnej leżącej poza okręgiem jednostkowym, destabilizuje model. Ma to duże znaczenie w kontekście procesu uczenia się i przeprowadzanych w pracy symulacji stochastycznych. Innymi słowy, istnieje niebezpieczeństwo, że model zawierający RUIP nie spełniałby

¹ Brak estymacji parametrów reguły wiąże się z jej przejściowym charakterem związanym z kadencyjnością Rady Polityki Pieniężnej.

w procesie uczenia się warunków Blancharda-Kahna², co uniemożliwiłoby jego rozwiązanie. W związku z powyższym zdecydowano się na wykorzystanie procesu błędzenia losowego, kwestię równania RUIP pozostawiając do dalszych badań. Składnik losowy $\varepsilon_{q,t}$ będzie nazywany wstrząsem kursowym.

Ze względu na występowanie oczekiwanych, przeszłych wartości zmiennych do estymowania równań (1)–(2) wykorzystano estymator uogólnionej metody momentów (GMM). Estymator ten jest często wykorzystywany w modelach zawierających oczekiwane, przyszłe wartości zmiennych (por. Greene 2008). Jako instrumenty wykorzystano cztery opóźnienia wszystkich zmiennych występujących w danym równaniu. Ze względu na charakterystykę procesów generujących dane w kilku przypadkach niezbędne okazało się odstąpienie od struktury opóźnień narzuconej przez model teoretyczny. Dotyczyło to w szczególności wpływu luki popytowej i kursu walutowego na inflację oraz wpływu realnej stopy procentowej i zagranicznej luki popytowej na lukę krajową. We wszystkich wymienionych przypadkach niezbędne było opóźnienie zmiennych objaśniających w stosunku do modelu teoretycznego, zwykle o jeden kwartał. Rozwiązanie takie, choć pozostawia nieco do życzenia w sferze formalnej, obrazuje znany w literaturze problem opóźnień w procesie transmisji monetarnej i jest wykorzystywane do estymacji modeli tej klasy (por. Buncic, Melecky 2007). Równanie (4) było estymowane za pomocą metody najmniejszych kwadratów.

Model był estymowany na danych kwartalnych z okresu I kwartał 1998 – IV kwartał 2007 r., pochodzących z bazy danych modelu NECMOD (Budnik et al. 2008). Inflacja odpowiada inflacji bazowej po wyłączeniu cen żywności i paliw. Luka popytowa została oszacowana przy wykorzystaniu filtru HP. Zagraniczna luka popytowa i kurs realny mają charakter agregatów ważonych udziałem poszczególnych krajów w polskim handlu zagranicznym. Stopa procentowa to WIBOR3M. Zarówno ze stopy inflacji, jak i ze stopy procentowej został usunięty trend (HP).

Otrzymano następujące oszacowania równań (1), (2) i (4):

$$x_t = \underset{(0,02)}{0,56}x_{t-1} + (1 - 0,56)E_t x_{t+1} - \underset{(0,01)}{0,05}(i_t - E_t \pi_{t+1}) + \underset{(0,04)}{0,12}x_t^* + \underset{0,003}{0,0056}\Delta q_t + \varepsilon_{x,t} \quad (6)$$

$$R^2 = 0,99; SE = 0,0011,$$

$$\pi_t = \underset{(0,06)}{0,49}\pi_{t-1} + (1 - 0,49)E_t \pi_{t+1} + \underset{(0,01)}{0,01}x_t + \underset{(0,0037)}{0,0064}\Delta q_t + \varepsilon_{\pi,t} \quad (7)$$

$$R^2 = 0,54; SE = 0,0018,$$

$$x_t^* = 0,48x_{t-1}^* + \varepsilon_{x^*,t} \quad (8)$$

$$R^2 = 0,24, DW = 2,13; SE = 0,0027;$$

co wraz z równaniem:

$$i_t = 1,5\pi_{t-1} + 0,5x_{t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

i (5) stanowi zamknięty system, będący podstawą modelu symulacyjnego, opisanego w dalszej części opracowania. System ten wydaje się rozsądnie obrazować zachowanie małej otwartej gospodarki. Wskazują na to oszacowania parametrów zbliżone do otrzymanych w podobnych modelach w innych gospodarkach otwartych (np. Buncic, Melecky 2007) oraz w Polsce (Przystupa, Wróbel 2006), jak też funkcje reakcji zbliżone do otrzymanych w makromodelu polskiej gospodarki NECMOD (wykresy 1–10 w aneksie). Niemniej należy pamiętać, że estymacja modeli z racjonalnymi oczekiwaniami rzadko jest w pełni odporna na specyfikację modelu (w tym na dobór instrumentów). W związku z tym wykorzystywanego modelu nie należy traktować jako wiernego opisu polskiej gospodarki. Szczegółowa budowa modelu ekonometrycznego polskiej gospodarki wykracza poza ramy niniejszego opracowania.

Kilka słów należy jeszcze poświęcić sposobowi modelowania polityki pieniężnej. W opracowaniu założono, że jest ona dana funkcją reakcji typu (3), a przedstawiona powyżej analiza reakcji na wstrząsy była przeprowadzana dla standardowych wartości przedstawionych w równaniu (9). Ta wersja reguły Taylora będzie też wykorzystywana w pracach symulacyjnych, które zostaną przeprowadzone w dalszej części opracowania. Dodatkowo analizowane będą dwa inne zestawy parametrów reguły Taylora.

W pierwszym zostaną wykorzystane parametry optymalne przy (fałszywym) założeniu, że podmioty zawsze formułują oczekiwania w sposób racjonalny. Oznacza to, że bank centralny będzie prowadził politykę pieniężną tak samo, niezależnie od zasobu informacyjnego sektora prywatnego. Umożliwia to zbadanie skutków niedopasowania polityki stopy procentowej do zmian polityki informacyjnej banku centralnego.

W drugim zostaną wykorzystane parametry optymalne przy założeniu rzeczywistego sposobu formułowania oczekiwań przez podmioty. Oznacza to, że bank centralny dostosuje sposób prowadzenia polityki pieniężnej do faktycznej struktury informacyjnej i – co za tym idzie – do sposobu formułowania oczekiwań przez sektor prywatny.

Opisane warianty reguły Taylora będą oznaczane odpowiednio jako SRT (standardowa reguła Taylora), CRT (częściowo optymalna reguła Taylora) i ORT (optymalna reguła Taylora). Optymalizacja postępowania przez bank centralny oznacza ograniczenie zdyskon-

² Aby model miał pojedyncze, stacjonarne rozwiązanie, liczba jego wartości własnych, większych co do modułu od jedności, musi być równa liczbie zmiennych zorientowanych w przyszłość (Blanchard, Kahn 1980).

townej sumy strat banku centralnego³, opisanej równaniem:

$$L_t = \sum_{j=1}^{\infty} \beta^j [\pi_{t+j}^2 + \lambda_x x_{t+j}^2 + \lambda_i (i_{t+j} - i_{t+j-1})^2]. \quad (10)$$

gdzie β oznacza czynnik, za pomocą którego bank centralny dyskontuje przyszłość, λ_x i λ_i zaś wagi, jakie bank centralny przykłada, odpowiednio, do stabilizacji luki popytowej i stóp procentowych. Za Orphanidesem i Williamsem (2007) przyjęto⁴ $\lambda_x = 1$ i $\lambda_i = 0,25$.

Na potrzeby dalszej części opracowania redukuje-my system, podstawiając równania (5) i (8) do (6) i (7). Pozwala to wyeliminować realny kurs walutowy i bieżącą wartość luki zagranicznej kosztem rozbudowy składnika resztowego.

3. Oczekiwanie

Celem opracowania jest porównanie korzyści, jakie gospodarka odnosi z publikacji projekcji makroekonomicznej, z korzyściami z dodatkowej publikacji ścieżki stóp procentowych przez bank centralny. Zaproponowana poniżej struktura informacyjna ma za zadanie przybliżyć trzy stany gospodarki: kiedy bank centralny nie publikuje żadnych informacji, kiedy publikuje projekcję makroekonomiczną i kiedy publikuje pełną prognozę⁵, zawierającą oczekiwaną ścieżkę stóp procentowych. Przejście pomiędzy tymi stanami pozwoli na oszacowanie korzyści z kolejnych etapów zwiększania przejrzystości.

Aby publikacja informacji przez bank centralny mogła wpływać na rozwój sytuacji gospodarczej, niezbędne jest założenie o asymetrii informacyjnej pomiędzy bankiem a podmiotami. W sytuacji kiedy bank jest lepiej poinformowany niż podmioty, publikacja projekcji i prognoz może poprawiać sposób formułowania oczekiwań przez podmioty, przyczyniając się do zmniejszenia zmienności podstawowych kategorii makroekonomicznych. Tak więc sam wynik wskazujący na pozytywne skutki publikacji prognoz wynika z założeń modelu. W niniejszym opracowaniu asymetria informacyjna jest wprowadzana przez założenie, że bank centralny ma pełną wiedzę o gospodarce (modelu), a podmioty podlegają procesowi adaptacyjnego uczenia się. To ostatnie założenie oznacza, że podmioty znają zmienne występu-

jące w modelu i ich przeszłe wartości, nie znają jednak jego parametrów i dlatego posługują się estymowanym modelem autoregresyjnym w celu sformułowania oczekiwań (które są im potrzebne do podejmowania bieżących decyzji). Struktura informacyjna, zakładająca pełną wiedzę banku centralnego, jest z oczywistych przyczyn znacznym uproszczeniem rzeczywistości. Należy jednak zwrócić uwagę, że najważniejsze jest założenie asymetrii na korzyść banku centralnego, a wiedzę samego banku można traktować jako punkt odniesienia. Równie dobrze można by założyć, że zarówno bank centralny, jak i podmioty się uczą, pod warunkiem że bank będzie dysponował dłuższym zbiorem danych.

W opracowaniu rozpatrywane są trzy warianty struktury informacyjnej. Wariant **W1** odpowiada sytuacji całkowitego braku publikacji ze strony banku centralnego. Podmioty estymują wówczas model VAR(1) z elementem egzogenicznym, odzwierciedlający postrzegane przez nie prawo ruchu (PLM – *perceived law of motion*):

$$\begin{pmatrix} x_t \\ \pi_t \\ i_t \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_{t-1} \\ \pi_{t-1} \\ i_{t-1} \end{pmatrix} + B \begin{pmatrix} x_{t-1}^* \\ \pi_{t-1}^* \\ i_{t-1}^* \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} v_{x,t} \\ v_{\pi,t} \\ v_{i,t} \end{pmatrix} \quad (11)$$

gdzie A i B oznaczają macierze estymowanych współczynników, v_x , v_π i v_i zaś składniki losowe estymowanych równań.

Estymacja parametrów zawartych w macierzach A i B odbywa się równanie po równaniu za pomocą metody najmniejszych kwadratów. Założono, że podmioty dysponują pamięcią obejmującą 50 ostatnich obserwacji (czyli 12,5 roku) do momentu $t-1$ włącznie, co w przybliżeniu odpowiada dostępnym dla Polski szeregom danych kwartalnych. Oszacowany model⁶ wykorzystywany jest następnie do sformułowania prognozy na okres $t+1$, która w kolejnym kroku jest podstawiana do prawdziwego modelu (6), (7), (9), co pozwala uzyskać rzeczywiste prawo ruchu modelu (ALM – *actual law of motion*). Po wylosowaniu wstrząsów dla okresu t ALM jest wykorzystywane do wygenerowania obserwacji wszystkich zmiennych dla okresu t i cała procedura jest powtarzana, przy czym teraz 50 obserwacji dostępnych dla podmiotów obejmuje już okres t .

Drugi wariant **W2** odpowiada sytuacji, w której bank centralny publikuje projekcję inflacji i luki popytowej⁷ sporządzoną przy założeniu egzogenicznego kształtowania się stopy procentowej. W tym kontekście konieczna jest odpowiedź na pytanie, jaką wartość ma dla podmiotów projekcja makroekonomiczna sporządzona przy założeniu egzogenicznej stopy procentowej. Propozowane rozwiązanie wyróżnia dwie grupy podmiotów:

³ Należy zwrócić uwagę, że funkcja straty banku centralnego ma charakter arbitralny. Analizę zagadnienia w oparciu o kryterium dobrobytu reprezentatywnego podmiotu pozostawiam do dalszych badań.

⁴ W niektórych opracowaniach funkcji straty nie występuje zmienność stopy procentowej ($\lambda_i=0$). Takie uproszczenie nie zmienia w istotny sposób podstawowych wniosków z niniejszego opracowania.

⁵ Zgodnie z zasadą przyjętą przez NBP projekcją będzie nazywana prognoza warunkowa, sporządzona przy założeniu egzogenicznego kształtowania się stopy procentowej. Termin prognoza oznacza natomiast prognozę bezwarunkową, tj. uwzględniającą endogeniczny (odpowiadający prognozowanemu przez bank centralny) charakter stopy procentowej.

⁶ Dla uproszczenia zakłada się, że podmioty znają wartość współczynnika autoregresji a . Alternatywnie mógłby on być szacowany w oddzielnym równaniu.

⁷ Taki zestaw zmiennych jest prognozowany przez Bank Norwegii. W Polsce publikowana jest projekcja inflacji i PKB, co jednak pod względem koncepcji nie odbiega znacznie od wersji przyjętej w artykule.

Tabela 1. *Struktura informacyjna poszczególnych wariantów*

	W1	W2	W3
Bank centralny zna	krzywą IS krzywą Phillipsa regulę polityki pieniężnej	krzywą IS krzywą Phillipsa regulę polityki pieniężnej	krzywą IS krzywą Phillipsa regulę polityki pieniężnej
Podmioty znają	_____	frakcja $(1 - p)$: krzywą IS krzywą Phillipsa frakcja p : projekcję (dodatkové dane)	krzywą IS krzywą Phillipsa regulę polityki pieniężnej

Źródło: opracowanie własne.

• Część podmiotów traktuje projekcję jako dodatkowy zestaw danych, pochodzący z modelu banku centralnego, z mocy założenia prawidłowo odzwierciedlającego rzeczywiste prawo ruchu. Szczególna wartość tego dodatkowego zestawu danych wynika z tego, że jest on pozbawiony znacznej części szumu, który utrudnia wnioskowanie na podstawie rzeczywistych danych. Jedynym źródłem zmienności jest egzogenicznie kształtująca się stopa procentowa. Zakłada się zatem, że podmioty wykorzystują rozszerzony zestaw danych do estymacji pierwszych dwóch równań układu (10), nie powiększając natomiast zbioru danych przy estymacji ostatniego równania, gdyż wiedzą, że stopa procentowa w projekcji jest dana prawem ruchu innym niż rzeczywiste. Podmioty postępują zatem podobnie jak w wariantcie **W1**, z tym że mają szerszy zestaw danych i na podstawie oszacowanego modelu VAR prognozują zmienne x , π oraz i na okres $t + 1$.

• W praktyce bankowości centralnej publikacja projekcji zawsze idzie w parze z publikacją modelu, na którym projekcja jest oparta (bez równania regulę polityki pieniężnej). Oznacza to, że podmioty mające dostęp do projekcji mogą też znać rzeczywisty kształt równań (6) i (7). W tej sytuacji można przyjąć, że podmioty znają równania (6) oraz (7) i pozostaje im do wyestymowania zależność (9):

$$i_t = \hat{\phi}_\pi \pi_{t-1} + \hat{\phi}_x x_{t-1} + v_{i,t} \quad (12)$$

gdzie $\hat{\phi}_\pi$ i $\hat{\phi}_x$ oznaczają estymatory współczynników reguły Taylora, a $v_{i,t}$ składnik losowy. Po oszacowaniu parametrów podmioty sporządzają na podstawie równań (6), (7) i (12) prognozę zmiennych x , π oraz i na okres $t + 1$.

Powyższe metody prowadzą do otrzymania przez podmioty różnych prognoz i skutkowałyby otrzymaniem różnych rzeczywistych praw ruchu. Intuicyjnie publikacja modelu ma większą wartość informacyjną niż zwiększenie zbioru danych o informacje z projekcji. W drugim przypadku można byłoby się więc spodziewać lepszych prognoz sektora prywatnego i, co za tym idzie, większej stabilizacji gospodarki. Nie mogąc określić,

który ze sposobów wykorzystywania projekcji jest bliższy rzeczywistości, zdecydowano się na wyliczenie ważonej prognozy (por. Muto 2008), przy czym wagę podmiotów wykorzystujących projekcję wyłącznie jako źródło danych ustalono arbitralnie, lecz konserwatywnie na $p = 0,8$. Oznacza to, że tylko 20% podmiotów zna równania (6) i (7), reszta zaś musi je szacować.

Trzeci wariant, **W3** odpowiada sytuacji, w której bank centralny publikuje ścieżkę stóp procentowych wraz z prognozą makroekonomiczną opartą na tej ścieżce. W świetle analizowanego modelu oznacza to brak asymetrii informacyjnej, czyli znajomość przez podmioty równań (6), (7) i (9), co z technicznego punktu widzenia jest równoważne rozwiązaniu modelu przy założeniu racjonalnych oczekiwań⁸. Podsumowanie struktury informacyjnej wszystkich wariantów zostało zawarte w tabeli 1.

4. Wyniki symulacji

Na podstawie opisanego powyżej modelu zostały przeprowadzone symulacje stochastyczne, pozwalające oszacować zmienność gospodarki w różnych wariantach struktury informacyjnej. Symulacje objęły 100 000 okresów, przy czym 1000 pierwszych obserwacji było odrzucanych z powodu potencjalnego wpływu warunków początkowych. Zgodnie z tym, co zostało przedstawione w drugiej części artykułu, analizowane były trzy warianty prowadzonej polityki pieniężnej: standardowa reguła Taylora, polityka optymalna przy założeniu, że bank centralny nie uwzględnia procesu uczenia się podmiotów, i polityka optymalna przy założeniu, iż bank centralny bierze pod uwagę fakt adaptacyjnego uczenia podmiotów. Minimalizacja zdyskontowanej wartości funkcji straty banku centralnego, opisanej równaniem (10), została przeprowadzona numerycznie przy wykorzystaniu procedury *fminsearch* programu MATLAB.

⁸ Do rozwiązania modelu z racjonalnymi oczekiwaniami wykorzystano procedurę Simsa (2002).

Tabela 2. Wartości funkcji straty dla poszczególnych wariantów

Reguła polityki pieniężnej	Strata w wariancie:			Zmiana straty (w %)	
	W1	W2	W3	W1 @ W2	W2 @ W3
SRT	38,8	26,8	25,9	-30,9	-3,0
CRT	36,2	25,2	24,3	-30,4	-3,7
ORT	33,6	25,2	24,3	-25,0	-3,6

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki symulacji, które zostały przedstawione w tabelach 2 i 3, pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków⁹:

- Zwiększenie przejrzystości działań banku centralnego jest zawsze korzystne i prowadzi do obniżenia wartości funkcji straty niezależnie od przyjętego założenia odnośnie do sposobu prowadzenia polityki pieniężnej (reguły Taylora). Przykładowo, dla wariantu ORT wartość funkcji straty maleje z 33,6 do 25,2 przy publikacji projekcji makroekonomicznej i do 24,3 przy publikacji ścieżki stóp¹⁰.

- Zysk z opublikowania projekcji makroekonomicznej znacznie przewyższa zysk z dodatkowego pokazania ścieżki stóp procentowych. Ponownie wynik ten jest niezależny od przyjętego założenia odnośnie do sposobu prowadzenia polityki pieniężnej (reguły Taylora). Przykładowo, dla wariantu ORT wartość funkcji straty maleje o 25% w przypadku publikacji projekcji makroekonomicznej, ale tylko o 3,6% przy publikacji ścieżki stóp. Dla pozostałych wariantów reguły polityki pieniężnej proporcje są jeszcze wyraźniejsze.

- Istotne jest, aby bank centralny uwzględniał w swoim postępowaniu sposób formułowania oczekiwań przez sektor prywatny. W przeciwnym wypadku ryzykuje prowadzeniem polityki dalekiej od optymalnej. Przykładowo, w wariancie W1 przyjęcie (fałszywego) założenia, że podmioty formułują oczekiwania racjonalnie, prowadzi do wartości funkcji straty 36,2, tj. o ponad 7% wyższej niż przy założeniu rzeczywistego sposobu formułowania oczekiwań, opartego na adaptacyjnym procesie uczenia się (33,6).

⁹ Przeprowadzona analiza odporności wykazała, że dla zmiany parametrów długości próby i proporcji p wyniki potwierdzają główne wnioski przedstawione w tekście.

¹⁰ Należy pamiętać, że ten wniosek wiąże się ściśle z konstrukcją modelu, a dokładnie z założeniem o przewadze informacyjnej banku centralnego i braku możliwości utraty reputacji z powodu opublikowania złej prognozy.

- Wzrost przejrzystości banku centralnego pozwala władzom monetarnym mniej restrykcyjnie reagować na odchylenia inflacji od celu. Obrazuje to spadek parametru ϕ_π z 1,54 do 1,38 pomiędzy wariantami W1 i W3 dla optymalnej reguły. Współczynnik przy luce popytowej maleje odpowiednio z 1,14 do 0,85.

Ze względu na arbitralność założenia dotyczącego proporcji p podmiotów znających tylko dane z projekcji i znających model makroekonomiczny banku oszacowano wartości funkcji straty dla pełnego przedziału zmienności $p \in (0,1)$. Wyniki przedstawione na wykresach 11–13 w aneksie pokazują jednoznacznie, że wybór parametru p nie ma istotnego wpływu na podstawowe wnioski z modelu. Publikowanie zarówno projekcji, jak i ścieżki stóp procentowych jest korzystne, korzyści zaś zdecydowanie przeważają po stronie publikacji projekcji makroekonomicznej.

Otrzymane wyniki częściowo potwierdzają wnioski wyciągnięte w innych opracowaniach (Orphanides, Williams 2007; Rudebush, Williams 2006). Jednak najistotniejszy, nowy wniosek to znaczna dysproporcja pomiędzy zyskami osiągniętymi dzięki publikacji projekcji a zyskami z pokazania ścieżki stóp procentowych. Wynik ten, zbliżony do otrzymanego przez Brzoza-Brzezinę i Kota (2008) w modelu kalibrowanym dla gospodarki amerykańskiej, wydaje się zgodny z intuicją. Prognozowanie sytuacji gospodarczej jest bardzo skomplikowane i pomoc ze strony banku centralnego może podmiotom prywatnym bardzo ułatwić formułowanie oczekiwań. W sytuacji, kiedy dzięki posiadaniu projekcji makroekonomicznej podmioty są w stanie w miarę dokładnie określić ścieżkę rozwoju gospodarki, wydedukowanie, jak będzie się zachowywał bank centralny, nie nastęrcza

Tabela 3. Współczynniki reguły Taylora dla poszczególnych wariantów

Reguła polityki pieniężnej	Współczynniki w wariancie		
	W1	W2	W3
SRT	$\phi_\pi = 1,50$ $\phi_x = 0,50$	$\phi_\pi = 1,50$ $\phi_x = 0,50$	$\phi_\pi = 1,50$ $\phi_x = 0,50$
CRT	$\phi_\pi = 1,38$ $\phi_x = 0,85$	$\phi_\pi = 1,38$ $\phi_x = 0,85$	$\phi_\pi = 1,38$ $\phi_x = 0,85$
ORT	$\phi_\pi = 1,54$ $\phi_x = 1,14$	$\phi_\pi = 1,35$ $\phi_x = 0,83$	$\phi_\pi = 1,38$ $\phi_x = 0,85$

Źródło: opracowanie własne.

już znacznych trudności. W związku z tym opublikowanie przez władze monetarne przyszłej ścieżki stóp procentowych w stosunkowo niewielkim stopniu poprawi prognozy sektora prywatnego.

Niezmiernie istotny wydaje się także wniosek dotyczący zmiany optymalnych parametrów polityki pieniężnej po zmianie stopnia przejrzystości. Można sformułować hipotezę, że spostrzeżenie to rozciąga się nie tylko na przypadek publikacji projekcji bądź ścieżki stóp. Każda zmiana komunikacji banku centralnego z otoczeniem wpływa na zrozumienie polityki pieniężnej przez podmioty, a tym samym na ich zachowanie i, w szczególności, na formułowane przez nie prognozy. Poprawa komunikacji sprawia, że bank centralny może słabiej reagować na ewentualne odchylenia inflacji bądź luki popytowej.

5. Podsumowanie

W opracowaniu podjęto próbę oszacowania korzyści związanych z publikacją przez Narodowy Bank Polski projekcji makroekonomicznych i porównania ich z dodatkowymi korzyściami, które można byłoby osiągnąć rozpoczynając publikację prognozy bezwarunkowej, opartej na oczekiwanej przez bank centralny ścieżce stóp procentowych. Szacunków dokonano na podstawie neokeynesowskiego modelu polskiej gospodarki, rozszerzonego o założenie asymetrii informacji pomiędzy bankiem centralnym i podmiotami. Bank centralny, dysponując bogatszą wiedzą o gospodarce, jest w stanie dzięki publikacji prognoz poprawić sposób prognozowania podstawowych zmiennych przez podmioty. To z kolei umożliwia podmiotom formułowanie dokładniejszych prognoz i prowadzi do zmniejszenia zmienności makroekonomicznej.

W ramach zastosowanego podejścia modelowego każdy sposób zwiększenia przejrzystości jest korzystny dla gospodarki. Niemniej korzyści z opublikowania projekcji makroekonomicznej znacznie przewyższają dodatkowe korzyści, jakie można odnieść z pokazania bezwarunkowej prognozy opartej na ścieżce stóp oczekiwanej przez bank centralny. Intuicyjnie, wynik ten można uzasadnić w następujący sposób. Oszacowanie

równań makroekonomicznych (krzywej IS i krzywej Phillipsa) stanowi dla podmiotów znaczne wyzwanie ze względu na duże skomplikowanie tych równań i znaczne zaburzenia zwiększające wariancję estymatorów. Pomoc, jakiej może udzielić podmiotom bank centralny w zakresie oszacowania równań makroekonomicznych, jest zatem bardzo ważna. Jeśli jednak podmioty, dzięki pomocy banku centralnego w miarę dobrze poznają strukturę gospodarki i, co za tym idzie, stosunkowo precyzyjnie potrafią prognozować inflację oraz lukę popytową, ustalenie najbardziej prawdopodobnego sposobu reagowania przez bank centralny nie następuje już dużych trudności. Z wyjątkiem sytuacji nadzwyczajnych, takich jak obserwowane w ostatnim okresie zawirowania na rynkach finansowych, polityka banków centralnych jest bowiem dość dobrze przewidywalna.

Dodatkowym, istotnym wnioskiem z przeprowadzonej analizy jest zmiana optymalnych parametrów funkcji reakcji polityki pieniężnej, będąca wynikiem zmiany polityki informacyjnej banku centralnego. Opublikowanie projekcji bądź ścieżki stóp wpływa na zmianę zachowania podmiotów i tym samym wymusza zmianę polityki stopy procentowej przez bank centralny. Jeśli bank nie dostosuje polityki stóp procentowych do polityki informacyjnej, musi się liczyć z utratą części korzyści, które niesie zwiększenie przejrzystości. Wynik ten wskazuje na potencjalne korzyści, jakie może osiągnąć bank centralny, badając sposób formułowania oczekiwań przez podmioty.

Przyjęte w opracowaniu założenia dotyczące struktury informacyjnej, zgodnie z którymi bank centralny ma pełną wiedzę o gospodarce, a podmioty zdobywają wiedzę na podstawie procesu adaptacyjnego uczenia się, nie są rzecz jasna jedynymi możliwymi. Można się zastanawiać, jak zmieniłyby się wnioski po zmianie wspomnianych założeń. Jako pierwsze, nieformalne przybliżenie można wykorzystać spostrzeżenie, że założona struktura jest korzystna dla publikacji prognoz przez bank centralny. Zmniejszanie przewagi informacyjnej banku powinno zmniejszać korzyści z publikacji prognoz. Jest to szczególnie istotne w przypadku ścieżki stóp procentowych, jako że korzyści z jej opublikowania, nawet przy założeniu korzystnej struktury informacyjnej, okazały się stosunkowo niewielkie.

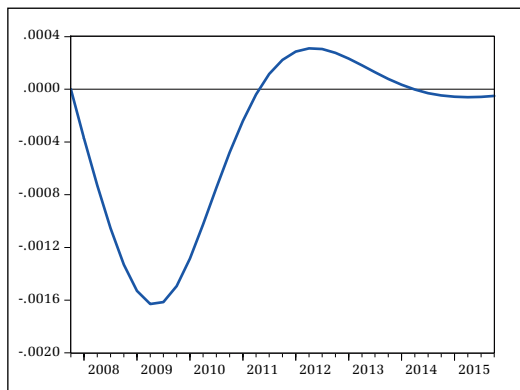
Bibliografia

- Blanchard O., Kahn C.M. (1980), *The Solution of Linear Difference Models under Rational Expectations*, "Econometrica", Vol. 48, s. 1305–1313.
- Brzoza-Brzezina M., Kot A. (2008), *The Relativity Theory Revisited: Is Publishing Interest Rate Forecasts Really so Valuable?*, "Working Paper", No. 52, NBP, Warszawa.
- Budnik K., Kolasa, M. Hulej M., Greszta M., Murawski K., Rot M., Tarnicka M., Rybaczyk B. (2008), *NECMOD*, maszynopis, NBP, Warszawa.
- Buncic D., Melcky M. (2008), *An Estimated New Keynesian Policy Model for Australia*, "Economic Record", Vol. 84, No. 264, s. 1–16.

- Cukierman A. (2000), *Establishing a Reputation for Dependability by Means of Inflation Targets*, w: L. Mahadeva, G. Sterne (red.), *Monetary Frameworks in a Global Context*, Routledge, London.
- Evans G.W., Honkapohja S. (2001), *Learning and Expectations in Macroeconomics*. Princeton University Press, Princeton.
- Evans, G.W., Honkapohja, S. (2007), *Expectations, Learning and Monetary Policy: An Overview of Recent Research*, "Research Discussion Paper", No. 32, Bank of Finland, Helsinki.
- Faust J., Leeper E.M. (2005), *Forecasts and Inflation Reports: An Evaluation, materiał na konferencję "Inflation Targeting: Implementation, Communication and Effectiveness"*, Riksbank 11–12 lipca, Sztokholm.
- Ferrero G., Secchi A. (2007), *The Announcement of Future Policy Intentions, materiał z konferencji "Third Conference on Money, Banking and Finance: Monetary Policy Design and Communication"*, Bank of Italy, 27–28 września, Rzym.
- Gali J. (2008), *Monetary Policy, Inflation and the Business Cycle. An Introduction to the New Keynesian Framework*, Princeton University Press, Princeton.
- Gersbach H. (2003), *On the Negative Social Value of Central Bank's Knowledge Transparency*, „Economics of Governance”, s. 91-102
- Goodhart C.A.E. (2001), *Monetary Transmission Lags and the Formulation of the Policy Decision on Interest Rates*, "Federal Reserve Bank of St. Louis Review", July/August, s. 165–181.
- Gosselin P., Lotz A., Wyplosz C. (2008), *The Expected Interest Rate Path: Alignment of Expectations vs. Creative Opacity*, "International Journal of Central Banking", Vol. 4, No. 3, s. 145–185.
- Greene W.H. (2008), *Econometric Analysis*, Pearson, Prentice Hall.
- King M. (2007), *The MPC Ten Years On*, wykład dla Society of Business Economists, 2 maja, <http://www.bankofengland.co.uk/publications/speeches/2007/speech309.pdf>.
- Monacelli T. (2005), *Monetary Policy in a Low Pass-Through Environment*, "Journal of Money, Credit and Banking", Vol. 37, No. 6, s. 1047–1066.
- Muto I. (2008), *Monetary Policy and Learning from the Central Bank's Forecast*, "Discussion Paper", No. 2008-E-1, Bank of Japan, Tokyo.
- Obstfeld M., Rogoff K.S. (2000), *New directions for stochastic open economy models*, Journal of International Economics, Vol. 50, No. 1, s. 117–153.
- Orphanides A., Williams J.C. (2007), *Robust Monetary Policy with Imperfect Knowledge*, "Working Paper", No. 764, ECB, Frankfurt.
- Przystupa J., Wróbel E. (2006), *Looking for an Optimal Monetary Policy Rule: The Case of Poland under IT Framework*, "Working Paper", No. 38, NBP, Warszawa.
- Rudebusch G.D. (2008), *Publishing Central Bank Interest Rate Forecasts*, "Federal Reserve Bank of San Francisco Economic Letter", <http://www.frbsf.org/publications/economics/letter/2008/el2008-02.pdf>.
- Rudebusch G.D., Williams, J.C. (2006), *Revealing the Secrets of the Temple: The Value of Publishing Central Bank Interest Rate Projections*, "Working Paper", No. 2006–31, Federal Reserve Bank of San Francisco.
- Sims C.A. (2002), *Solving Linear Rational Expectations Models*, "Computational Economics", Vol. 20, No. 1–2, s. 1–20.
- Tarkka J., Mayes D. (1999), *The Value of Publishing Official Central Bank Forecasts*, "Discussion Paper", No. 22/99, Bank of Finland, Helsinki.
- Taylor J.B. (1993), *Discretion versus Policy Rules in Practice*, "Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy", Vol. 39, December, s. 195–214.
- Weber A. (2007), *How should central banks signal their intentions regarding future interest rates?*, prezentacja na konferencji "The ECB and its watchers IX", Centre for Financial Studies, 7 września, Frankfurt.
- Woodford M. (2003), *Interest and Prices*, Princeton University Press, Princeton.

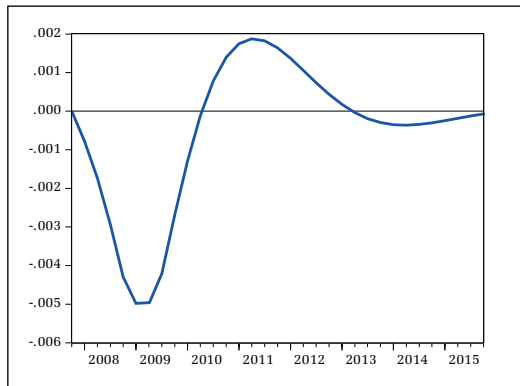
Aneks

Wykres 1. Reakcja inflacji na wstrząs polityki pieniężnej (wzrost stóp procentowych o 1 pkt proc. w okresie I kwartał 2008 - IV kwartał 2008 r.)



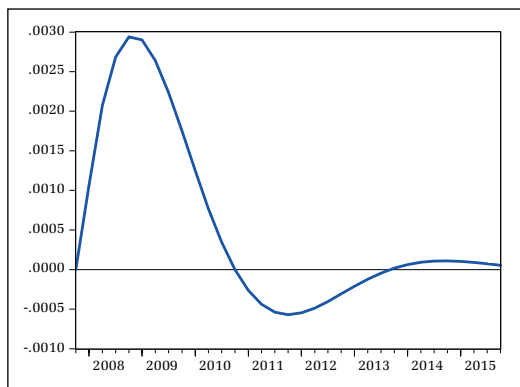
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 2. Reakcja luki popytowej na wstrząs polityki pieniężnej (wzrost stóp procentowych o 1 pkt proc. w okresie I kwartał 2008 - IV kwartał 2008 r.)



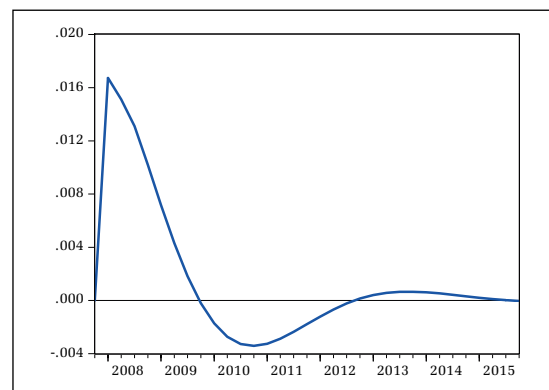
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 3. Reakcja inflacji na wstrząs popytowy (1 pkt proc. w I kwartale 2008 r.)



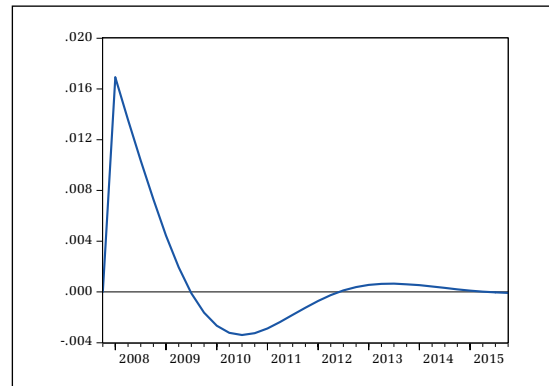
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 4. Reakcja luki popytowej na wstrząs popytowy (1 pkt proc. w I kwartale 2008 r.)



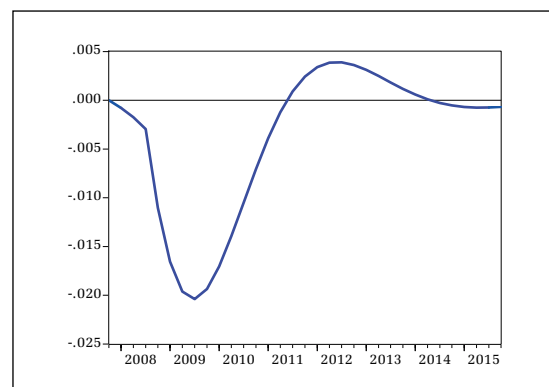
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 5. Reakcja inflacji na wstrząs podaży (1 pkt proc. w I kwartale 2008 r.)



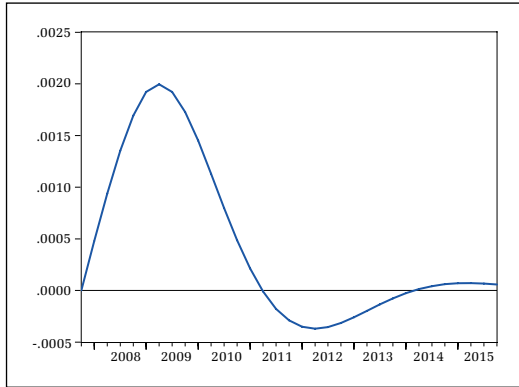
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 6. Reakcja luki popytowej na wstrząs podaży (1 pkt proc. w I kwartale 2008 r.)



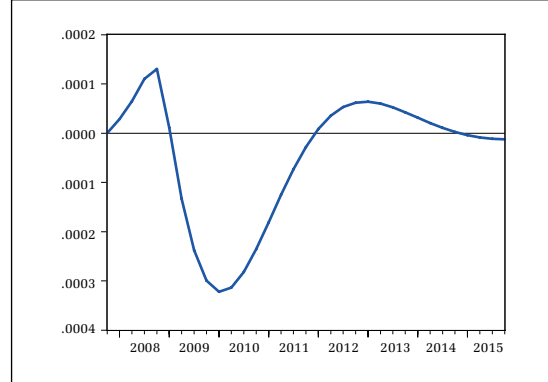
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 7. Reakcja inflacji na wstrząs popytu zagranicznego (1 pkt proc. w I kwartale 2008 r.)



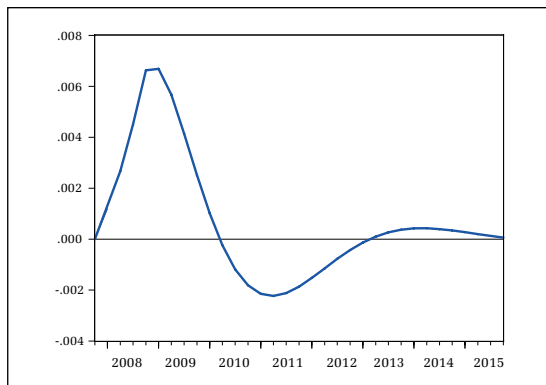
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 10. Reakcja luki popytowej na wstrząs kursowy (1 pkt proc. deprecjacji w I kwartale 2008 r.)



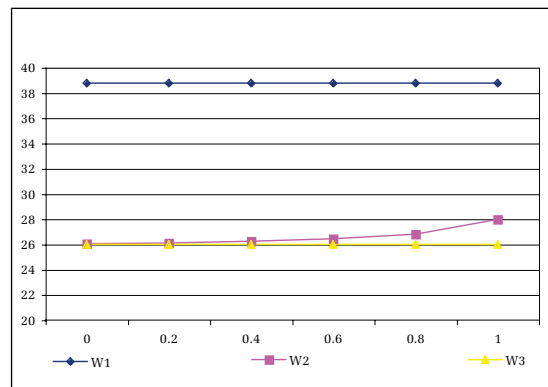
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 8. Reakcja luki popytowej na wstrząs popytu zagranicznego (1 pkt proc. w I kwartale 2008 r.)



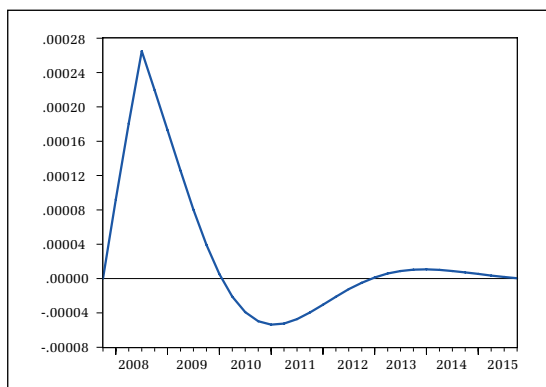
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 11. Wartość funkcji straty dla różnych wartości parametru p w variancie SRT



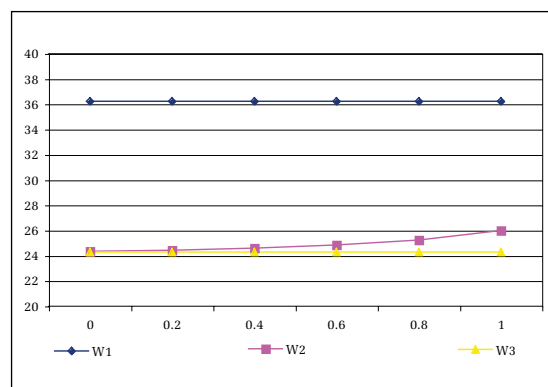
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 9. Reakcja inflacji na wstrząs kursowy (1 pkt proc. deprecjacji w I kwartale 2008 r.)



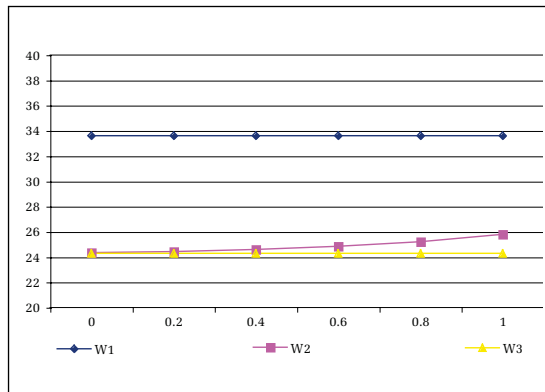
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 12. Wartość funkcji straty dla różnych wartości parametru p w variancie CRT



Źródło: opracowanie własne.

Wykres 13. Wartość funkcji straty dla różnych wartości parametru p w wariancie ORT



Źródło: opracowanie własne.