

NBP

Narodowy Bank Polski

Materiały i Studia nr 320

Czy Polsce grozi pułapka deflacyjna?

Michał Brzoza-Brzezina, Marcin Kolasa, Mateusz Szetela



Materiały i Studia nr 320

Czy Polsce grozi pułapka deflacyjna?

Michał Brzoza-Brzezina, Marcin Kolasa, Mateusz Szetela

**Instytut Ekonomiczny
Warszawa, 2015 r.**

Michał Brzoza-Brzezina – Narodowy Bank Polski i Szkoła Główna Handlowa;
michal.brzoza-brzezina@nbp.pl

Marcin Kolasa – Narodowy Bank Polski i Szkoła Główna Handlowa; marcin.kolasa@nbp.pl

Mateusz Szetela – Narodowy Bank Polski; mateusz.szetela@nbp.pl

Autorzy pragną podziękować Ryszardowi Kokoszcyńskiemu, uczestnikom 4th NBP Summer Workshop oraz anonimowemu recenzentowi za cenne uwagi do tekstu. Niniejszy artykuł wyraża osobiste poglądy autorów.

Wydął:
Narodowy Bank Polski
Departament Edukacji i Wydawnictw
ul. Świętokrzyska 11/21
00-919 Warszawa
tel. +48 22 185 23 35
www.nbp.pl

ISSN 2084-6258

© Copyright Narodowy Bank Polski, 2015

Spis treści

1 Wprowadzenie	5
2 Pułapka deflacyjna	6
2.1 Przyczyny występowania pułapki deflacyjnej	6
2.2 Konsekwencje wpadnięcia w pułapkę deflacyjną	8
2.3 Sposoby unikania pułapki deflacyjnej	9
2.4 Polityka stabilizacyjna w pułapce deflacyjnej	12
3 Model	15
3.1 Gospodarstwa domowe	16
3.2 Firmy	17
3.2.1 Producenci dóbr finalnych	17
3.2.2 Producenci krajowych dóbr pośrednich	18
3.2.3 Importerzy	18
3.3 Polityka pieniężna i fiskalna	19
3.4 Gospodarka zagraniczna	19
3.5 Czyszczenie się rynków	20
3.6 Szoki stochastyczne	20
4 Estymacja	20
4.1 Kalibracja parametrów	20
4.2 Dane i estymacja parametrów	21
4.3 Własności prognostyczne modelu	24
5 Wyniki	25
5.1 Prawdopodobieństwo wpadnięcia w pułapkę deflacyjną	26
5.2 Skutki wpadnięcia w pułapkę deflacyjną	28
5.3 Pułapka deflacyjna za granicą	34
5.4 Skuteczność stymulacji fiskalnej w pułapce deflacyjnej	36
6 Podsumowanie	39
Literatura	40
A Lista zloglinearyzowanych równań modelu	45

Streszczenie

Na początku 2015 r. podstawowa stopa procentowa Narodowego Banku Polskiego obniżona została do historycznie niskiego poziomu 1,5%. Jednocześnie ceny towarów i usług konsumpcyjnych spadły w skali roku o 1,5%. W efekcie pojawiły się obawy, że polska gospodarka może stać się kolejną ofiarą pułapki deflacyjnej. Celem artykułu jest analiza skali tego zagrożenia i potencjalnych jego konsekwencji. Uzyskane przez nas wyniki wskazują, że prawdopodobieństwo wpadnięcia Polski w pułapkę deflacyjną, mimo wyraźnego wzrostu w ostatnich kwartałach, jest wciąż niewielkie. Jednocześnie skutki ewentualnej realizacji takiego scenariusza byłyby znaczne, w postaci wzmocnionej i wydłużonej reakcji na ujemne szoki. Ważnym elementem zabezpieczającym gospodarkę polską przed pułapką deflacyjną jest obecny (2,5%) cel inflacyjny. Jego ewentualne obniżenie znacząco zwiększyłoby prawdopodobieństwo realizacji takiego zagrożenia.

JEL: E43, E47, E52

Słowa kluczowe: pułapka deflacyjna; polska polityka pieniężna; mała, otwarta gospodarka

1 Wprowadzenie

Zarówno literatura przedmiotu (omówiona szczegółowo w kolejnym rozdziale), jak i doświadczenia krajów, które w ostatnich latach wpadły w pułapkę deflacyjną, pokazują, że jest to sytuacja niepożądana. Znalezienie się w niej ogranicza bowiem możliwości stabilizowania koniunktury przez bank centralny, przez co zwiększa się zmienność inflacji i produkcji. Na początku 2015 r. podstawowa stopa procentowa Narodowego Banku Polskiego obniżona została do historycznie niskiego poziomu 1,5%. Jednocześnie ceny towarów i usług konsumpcyjnych spadły w skali roku o 1,5%. W efekcie pojawiły się obawy, że polska gospodarka może stać się kolejną ofiarą pułapki deflacyjnej, czyli sytuacji, w której bank centralny traci możliwość stymulowania gospodarki z pomocą zmian krótkookresowych stóp procentowych ze względu na osiągnięcie przez nie dolnego (zerowego) ograniczenia.

W poniższym opracowaniu zajmujemy się szeroko zagadnieniem pułapki deflacyjnej, ze szczególnym uwzględnieniem prawdopodobieństwa i konsekwencji jej ewentualnego wystąpienia w Polsce. W pierwszej części omawiamy przyczyny, konsekwencje i sposoby unikania oraz wychodzenia z pułapki deflacyjnej. W drugiej części przedstawiamy badanie prawdopodobieństwa wpadnięcia przez Polskę w pułapkę deflacyjną. Pokażemy także, jakie konsekwencje dla gospodarki miałoby wpadnięcie w pułapkę oraz jak poziom celu inflacyjnego wpływa na prawdopodobieństwo takiego zdarzenia. W tym celu wykorzystamy dynamiczny stochastyczny model równowagi ogólnej (*DSGE*) dla małej otwartej gospodarki, wyestymowany metodami bayesowskimi na danych dla Polski i strefy euro.

Główne wyniki przedstawionego badania są następujące. Po pierwsze, prawdopodobieństwo wpadnięcia przez Polskę w pułapkę deflacyjną jest stosunkowo niskie. Pozostawało ono bardzo niskie do 2013 r., po czym zaczęło gwałtownie rosnać. Jednak nawet w okresie największego nasilenia procesów deflacyjnych na przełomie 2014 i 2015 r. prawdopodobieństwo wpadnięcia Polski w pułapkę deflacyjną w horyzoncie trzech lat nie przekraczało 5%. Po drugie, obecny poziom celu inflacyjnego jest na tyle wysoki, że niemal daje gwarancję uniknięcia zagrożenia pułapką deflacyjną (medianowy czas do wpadnięcia w nią przy starcie ze stanu równowagi długookresowej to ponad 100 lat). Natomiast ewentualne obniżenie celu znacząco zwiększyłoby ryzyko wpadnięcia w pułapkę. Na przykład dla celu 1,5% gospodarka będąca w stanie ustalonym wpada w pułapkę deflacyjną średnio już po 22 latach, a 25% takich epizodów ma miejsce po mniej niż siedmiu latach. Po trzecie, pokazujemy konsekwencje ewentualnego wpadnięcia w pułapkę deflacyjną. Analiza funkcji reakcji pokazuje, że gospodarka będąca w pułapce deflacyjnej słabiej reaguje na pozytywne szoki podażowe, silniej zaś na negatywne zaburzenia preferencji konsumpcji, wydatków rządowych, premii za ryzyko czy szoki zagraniczne. Po czwarte, w pułapce deflacyjnej znacząco rośnie skuteczność polityki fiskalnej. Mnożnik wydatków rządowych może być nawet dwukrotnie większy niż poza pułapką deflacyjną. Po piąte, przenikanie tendencji recesyjnych z zagranicy do Pol-

ski jest *ceteris paribus* mniejsze, jeśli poziom tamtejszych stóp procentowych osiągnął dolne ograniczenie.

Dalsza część artykułu została podzielona na pięć rozdziałów. W rozdziale 2 omawiamy szeroko zagadnienie pułapki deflacyjnej, w rozdziałach 3 i 4 przedstawiamy model i jego estymację, natomiast w rozdziale 5 omawiamy wyniki przeprowadzonych symulacji. Opracowanie kończy podsumowanie głównych wyników.

2 Pułapka deflacyjna

Wpadnięcie gospodarki w pułapkę deflacyjną oznacza sytuację, w której bank centralny obniżył stopy procentowe do poziomu zerowego a bieżąca i oczekiwana sytuacja makroekonomiczna wymaga dalszych obniżek. Ponieważ stopy procentowe nie mogą być ujemne, możliwość stabilizowania koniunktury za ich pomocą wyczerpuje się, a polityka gospodarcza zmuszona jest sięgnąć po alternatywne instrumenty. W niniejszym rozdziale omówimy szeroko podstawowe zagadnienia związane z pułapką deflacyjną, poczynając od przyczyn, dla których stopy procentowe nie mogą być ujemne, poprzez sposoby pozwalające unikać pułapki deflacyjnej, po podstawowe informacje dotyczące prowadzenia polityki pieniężnej w sytuacji wpadnięcia w pułapkę.

2.1 Przyczyny występowania pułapki deflacyjnej

Jak wspomniano powyżej zjawisko pułapki deflacyjnej ściśle wiąże się z niemożliwością obniżenia nominalnych stóp procentowych poniżej zera (z wyłączeniem szczególnych przypadków rozważanych niżej). Pojawia się jednak pytanie, co takiego szczególnego jest w liczbie zero, co sprawia, że stopy procentowe nie mogą być ujemne. Przyczyną występowania zerowej granicy dla stóp procentowych jest istnienie wysoce płynnego aktywa o stałym, nominalnym oprocentowaniu wynoszącym zero. Tym aktywem jest pieniądz gotówkowy. Aby zrozumieć rolę gotówki w tworzeniu zerowego ograniczenia dla stóp procentowych warto prześledzić dwa przypadki - depozytów i kredytów.

Zacznijmy od pytania czy depozyty mogą być oprocentowane ujemnie. Nie mogą, ponieważ w takim przypadku bardziej opłacałoby się utrzymywać gotówkę niż depozyty. W efekcie przy ujemnej stopie procentowej depozyty by zniknęły, a ich oprocentowanie nie odgrywałoby żadnej roli makroekonomicznej. Podobnie sytuacja ma się w przypadku kredytów. Gdyby wprowadzono ich ujemne oprocentowanie, optymalną strategią kredytobiorcy byłoby wzięcie jak największego (najlepiej nieskończenie dużego) kredytu. Ponieważ spłacany kapitał wraz z odsetkami byłby mniejszy od zaciągniętego kredytu, kredytobiorcy po jego spłacie zostawałyby pieniądze (nieskończenie duże w przypadku nieskończenie dużego kredytu). Oczywiście powstaje pytanie, jak w takiej sytuacji przechować środki uzyskane w ramach kredytu do

momentu spłaty. Utrzymanie depozytu nie byłoby opłacalne, gdyż przy ujemnie oprocentowanym kredycie, depozyt byłby również oprocentowany ujemnie (i niżej). Inwestycje w akcje czy nieruchomości mają niepewną (i potencjalnie ujemną) stopę zwrotu, nie gwarantują zatem osiągnięcia pewnego zysku. Podobnie jest z wykorzystaniem do przechowania majątku towarów - ich ceny mogą spaść. Rozwiązaniem jest jednak ponownie wykorzystanie gotówki - jej oprocentowanie wynosi zero, gwarantuje zatem osiągnięcie zysku z ujemnie oprocentowanego kredytu.

W tym miejscu należy odnieść się do kwestii ujemnych stóp procentowych wprowadzonych gdzieś przez banki centralne (np. Riksbank, Bank Szwajcarii, EBC). Skoro zerowe oprocentowanie gotówki gwarantuje, że stopy procentowe nie mogą być ujemne, pojawia się pytanie dlaczego w praktyce ujemne stopy występują. Odpowiedź jest prosta - oprocentowanie gotówki, o którym mowa w kontekście zerowego ograniczenia, powinno uwzględniać także koszty przechowywania płynności pod taką postacią. Koszty te są pomijalnie małe dla niewielkich kwot jakie trzymamy w portfelach - w tym przypadku można rzeczywiście mówić o zerowym oprocentowaniu. Jednak dla dużych kwot koszty te rosną - obejmują koszt transportu, magazynowania i zabezpieczenia gotówki. Warto pamiętać, że paradoksalnie przechowywanie płynności w gotówce oznacza także pewną utratę płynności - transferowanie pieniędzy staje się bowiem kłopotliwe. Ponadto, w wielu krajach istnieją limity wysokości transakcji gotówkowych.¹ Dlatego też podmioty, szczególnie te operujące dużymi kwotami, są gotowe zaakceptować nieznacznie ujemne oprocentowanie depozytów, a być może także nie zaciągać nieskończonych pożyczek w przypadku nieznacznie ujemnego oprocentowania kredytów. Jest jednak niewątpliwie granica, poniżej której koszty przechowywania gotówki okażą się mniejsze od strat wynikających z ujemnego oprocentowania depozytów. To oznacza, że nawet jeśli tzw. zerowe ograniczenie nie wiąże dokładnie na poziomie zera, to jednak wiąże przy nieznacznie ujemnej stopie. Dla wygody w dalszej części artykułu ten aspekt będzie pomijany.

Należy w tym miejscu wyraźnie zaznaczyć, że niemożność obniżenia stóp procentowych poniżej zera dotyczy bezpośrednio stóp nominalnych a nie realnych. Realne stopy procentowe mogą być (przynajmniej teoretycznie) ujemne - warunkiem są jedynie odpowiednio wysokie oczekiwania inflacyjne. Niemniej, samo wpadanie w pułapkę deflacyjną wiąże się także ściśle z poziomem realnych stóp procentowych. Standardowe modele makroekonomiczne oparte o założenie racjonalnych, optymalizujących podmiotów wskazują, że decyzje sektora prywatnego odnośnie tak ważnych kategorii jak oszczędności, konsumpcja i inwestycje zależą od poziomu realnych - a nie nominalnych - stóp procentowych (Kydland i Prescott, 1982; Clarida, Gali i Gertler, 1999). Choć banki centralne prowadzą politykę pieniężną w oparciu o

¹W przypadku Polski limit ten wynosi 15 tys. € (stan na marzec 2015). Szczegółowe zestawienie dla krajów Unii Europejskiej można znaleźć na stronie European Consumer Centre: <http://www.europe-consommateurs.eu/en/consumer-topics/buying-of-goods-and-services/cash-payment-limitations/>

stopy nominalne, przykładają dużą wagę do poziomu stóp realnych (a także do ich położenia względem tzw. stopy równowagi, zwanej też naturalną stopą procentową, por. Laubach i Williams, 2003). Jak już wspomniano, co do zasady dla realnej stopy procentowej nie istnieje zerowe ograniczenie - stopa ta może być ujemna. Jednak w sytuacji, w której bank chciałby obniżyć stopę realną i (przy danych oczekiwaniach inflacyjnych) wymagałoby to obniżenia stopy nominalnej poniżej zera, ograniczenie to zaczyna pośrednio dotyczyć również stopy realnej.

2.2 Konsekwencje wpadnięcia w pułapkę deflacyjną

W poniższym rozdziale wyjaśnimy dlaczego banki centralne starają się unikać wpadania w pułapkę deflacyjną. W pewnym uproszczeniu można wskazać na trzy grupy przyczyn, choć trzeba zaznaczyć, że ich jednoznaczne rozgraniczenie jest problematyczne, jako że w pewnym stopniu są one powiązane. Pierwsza wiąże się z negatywnymi skutkami deflacji, druga z ograniczeniem możliwości prowadzenia polityki pieniężnej przez bank centralny, trzecia natomiast ze zmianą reakcji gospodarki na szoki.

Negatywne skutki deflacji były od wielu lat przedmiotem zainteresowania ekonomistów. W tym miejscu skoncentrujemy się na krótkim omówieniu ich najbardziej znanego źródła - sztywności płac. Sztywność płac nominalnych w dół jest bardzo często obserwowanym zjawiskiem, związanym z dość powszechnym brakiem akceptacji przez pracowników obniżania ich płac nominalnych. Zjawisko to może się wydawać zagadkowe w obliczu powszechnie przyjmowanego w naukach ekonomicznych założenia o racjonalności podmiotów - te powinny bowiem przede wszystkim patrzeć na siłę nabywczą wynagrodzeń, czyli na płacę realną a nie nominalną. Niemniej, odrzucanie obniżek płac nominalnych znajduje bardzo mocne potwierdzenie empirycznie (Holden i Wulfsberg, 2008; Lebow, Saks i Wilson, 2003) i chociaż coraz częściej zwraca się uwagę, iż przynajmniej w niektórych krajach sztywność płac w dół jest luzowana w czasie kryzysów, o czym w kontekście Irlandii piszą Doris, O'Neill i Sweetman (2013), to nawet w takich przypadkach jest ona wciąż wiążąca. Sztywność w dół płac nominalnych oznacza, że ewentualne obniżenie płac realnych (które może być niezbędne dla utrzymania konkurencyjności przez przedsiębiorstwo) może się odbyć jedynie przez wzrost ogólnego poziomu cen. Z oczywistych przyczyn takie rozwiązanie nie może mieć miejsca, kiedy gospodarka znajduje się w stanie deflacji. Zatem połączenie deflacji i sztywności płac w dół może prowadzić do bankructw przedsiębiorstw lub zwalniania pracowników i, co za tym idzie, wzrostu bezrobocia.

Drugi problem wynikający z pułapki deflacyjnej to ograniczenie możliwości oddziaływania banku centralnego na gospodarkę. Przyczyna jest oczywista - bank centralny nie mogąc obniżyć stóp procentowych poniżej zera traci swój podstawowy instrument stabilizacji koniunktury i inflacji. Jak łatwo się domyślić, w efekcie rośnie niestabilność makroekonomiczna.

Po wybuchu kryzysu finansowego i wpadnięciu licznych gospodarek w pułapkę deflacyjną zjawisko to zostało udokumentowane zarówno w literaturze teoretycznej, jak i empirycznej. Ireland (2011) oszacował na podstawie modelu nowokeynesowskiego, że bez zerowego ograniczenia dla stóp procentowych recesja 2009 r. byłaby w Stanach Zjednoczonych płytsza w ok. 1 punkt procentowy. Gust, Lopez-Salido i Smith (2012) estymowali nieliniowy model DSGE dla Stanów Zjednoczonych i pokazali, że z powodu niemożliwości obniżenia stóp procentowych PKB Stanów Zjednoczonych było przeciętnie niższe o 1% w latach 2009-2011.

Trzeci problem wiąże się z odmiennym zachowaniem gospodarki w pułapce deflacyjnej. Kiedy stopy procentowe znajdują się na zerowym ograniczeniu, reakcja na negatywne (tzn. obniżające produkt) zaburzenia może się pogłębiać, a na pozytywne osłabiać. Neri i Nottarpietro (2014) pokazali na przykład, że pozytywne zaburzenie technologiczne, które w normalnych warunkach prowadzi do wzrostu PKB, w pułapce deflacyjnej może teoretycznie prowadzić nawet do obniżenia produktu. Bäurle i Kaufmann (2014) pokazali, że w małej otwartej gospodarce znacznej amplifikacji ulegają szoki premii za ryzyko (odpowiedzialne przede wszystkim za zmiany kursu walutowego). Ten przypadek ma szczególne znaczenie dla Szwajcarii, w której napływ kapitału doprowadził do olbrzymiej presji aprecjacyjnej, pogłębiając tym samym stopień wpadnięcia w pułapkę deflacyjną. W innych badaniach (Bodenstein, Erceg i Guerrieri, 2009; Haberis i Lipinska, 2012) zwracano uwagę na skutki zerowego ograniczenia dla gospodarek otwartych. W szczególności pokazywano, że zaburzenia zagraniczne mogą przelewać się do kraju w stopniu silniejszym, jeśli gospodarka zagraniczna bądź krajowa znajduje się w pułapce deflacyjnej.

2.3 Sposoby unikania pułapki deflacyjnej

Kolejne ważne pytanie związane z pułapką deflacyjną dotyczy tego, jak jej unikać. W literaturze zaproponowano liczne sposoby zmniejszania prawdopodobieństwa wpadnięcia w pułapkę deflacyjną. Należy zwrócić uwagę, że wspomniane sposoby różnią się pod wieloma względami. W szczególności z każdym wiążą się jakieś efekty uboczne, często trudne do kwantyfikacji. Dlatego, choć byłoby to bez wątpienia interesujące, zmuszeni jesteśmy unikać oceniania omawianych polityk. W pierwszej kolejności omówione zostaną pomysły związane z przedstawioną wcześniej rolą gotówki w tworzeniu zerowego ograniczenia. Następnie skoncentrujemy się na alternatywnych sposobach prowadzenia polityki pieniężnej.

Jak wyjaśniliśmy powyżej, istnienie zerowego ograniczenia wiąże się ściśle z kwestią zerowego oprocentowania gotówki. To spostrzeżenie stało się źródłem trzech pomysłów likwidacji problemu u samych źródeł. Pierwszy pomysł idzie najdalej i postuluje pozbycie się problemu przez likwidację gotówki i prowadzenie wszystkich rozliczeń przy pomocy pieniądza bezgotówkowego (Buiter, 2009). W Polsce pomysł może wydawać się abstrakcyjny - zgodnie z badaniem NBP (Kozłiński, 2013), na przełomie lat 2011 i 2012 około 82% płatności deta-

licznych było wykonanych przy użyciu gotówki. Jednak w niektórych krajach UE odsetek ten był znacznie niższy, np. w Luksemburgu wynosił niecałe 30% (Schmiedel, Kostova i Ruttenberg, 2012). Co więcej, sytuacja wygląda zupełnie inaczej, jeśli chodzi o wartość transakcji. Przeciętnie w UE jedynie nieco ponad 2% wartości transakcji płatniczych było dokonywanych za pomocą gotówki (w Polsce 1,5%), reszta za pomocą transakcji bezgotówkowych (karty płatnicze, чеки, przelewy, polecenia zapłaty). Niezależnie od powyższych danych jest oczywiste, że rezygnacja z gotówki w większości krajów jest w chwili obecnej niemożliwa, a przynajmniej wiązałaby się z dużymi kosztami społecznymi, najprawdopodobniej nierekompensującymi korzyści związanych z unikaniem pułapki deflacyjnej (Rogoff, 2014). Wobec powyższego, propozycja likwidacji gotówki była modyfikowana w kierunku znacznego ograniczenia jej roli, np. poprzez pozostawienie w obiegu jedynie monet i banknotów o niskich nominałach. Biorąc pod uwagę to, co zostało wcześniej powiedziane o roli kosztów utrzymania gotówki w determinowaniu efektywnego poziomu dolnego ograniczenia dla stóp procentowych, takie rozwiązanie mogłoby okazać się skuteczne a zarazem możliwe do wprowadzenia w przewidywalnej przyszłości przynajmniej w najbardziej zaawansowanych krajach.

Drugi pomysł związany z rozwiązywaniem problemu gotówki jest bardziej abstrakcyjny, ale zostanie przytoczony ze względu na swoją wartość historyczną (autorem jest XIX-wieczny ekonomista Silvio Gesell, zob. Ilgmann i Menner, 2011). Propozycja dotyczy rozwiązania problemu gotówki przez ustanowienie jej ujemnego oprocentowania, na przykład poprzez wprowadzenie konieczności stemplowania banknotów (za opłatą) w celu przedłużenia ich ważności. W praktyce mogłoby to być realizowane poprzez wyłączenie z obiegu banknotów o losowo wybranej pierwszej (lub dowolnej innej) cyfrze numeru seryjnego (Mankiw, 2009). Alternatywą (Buiter i Panigirtzoglou, 2003) mogłaby być rejestracja daty wypłaty banknotu z bankomatu i jego ponownej wpłaty do banku (i pobieranie na tej podstawie podatku). Jednak wprowadzenie takich rozwiązań wydaje się w praktyce mało prawdopodobne.

Trzeci pomysł (Buiter, 2009) także wydaje się dość abstrakcyjny, choć w tym przypadku wynika to raczej z konieczności przełamania pewnych (niewątpliwie uzasadnionych ze względów praktycznych) przyzwyczajęń niż z rzeczywistych trudności w jego wprowadzeniu. Propozycja zakłada zerwanie z jednostkowym kursem wymiany gotówki i depozytów (1:1) i wprowadzenie pomiędzy tymi aktywami kursu płynnego. Wtedy, na podobieństwo standardowego przypadku dwóch walut z różnych krajów, możliwe byłoby utrzymywanie różnych stóp procentowych dla gotówki (w domniemaniu zero) i depozytów (potencjalnie ujemnej). Przykładowe wprowadzenie ujemnego oprocentowania depozytów skutkowałoby wówczas deprecjacją (spadkiem ceny) depozytów względem gotówki. Należy jednak pamiętać, że takie rozwiązanie oznaczałoby zróżnicowanie cen w zależności od tego, czy płatność miałaby charakter gotówkowy czy bezgotówkowy. Dlatego wydaje się mało prawdopodobne by zdecydowano się na jego wprowadzenie, przynajmniej w kontekście rozwiązania pozwalającego trwale

rozwiązać problem pułapki deflacyjnej. Bardziej prawdopodobne wydawałoby się przejściowe upłynnienie kursu depozytów do gotówki wprowadzane w sytuacji głębokiego wpadnięcia w pułapkę deflacyjną. Doświadczenie ostatnich lat pokazuje jednak, że pomimo wystąpienia takiej sytuacji żaden kraj nie zdecydował się skorzystać z powyższego rozwiązania.

Biorąc pod uwagę problemy związane z ograniczeniem roli gotówki i, co za tym idzie, trwałym rozwiązaniem problemu pułapki deflacyjnej, w literaturze rozpatrywane były liczne sposoby pozwalające zmniejszyć ryzyko wpadnięcia w nią. Poniżej omówione zostaną trzy najbardziej popularne sposoby: zmiana celu inflacyjnego, zmiana strategii polityki pieniężnej oraz zmiana stopnia agresywności polityki pieniężnej.²

Pierwszy pomysł związany jest ze zmianą celu inflacyjnego. Jak słusznie argumentują Blanchard, Dell’Ariccia i Mauro (2010), podniesienie celu inflacyjnego powinno wpłynąć na zmniejszenie prawdopodobieństwa wpadnięcia w pułapkę deflacyjną. Stanie się tak, ponieważ wyższy cel oznacza (w dłuższym horyzoncie, po zakończeniu procesów dostosowawczych) trwale wyższe oczekiwania inflacyjne, te zaś, przy danej naturalnej stopie procentowej (w ujęciu realnym, co do której zakładamy, że nie zależy bezpośrednio od polityki pieniężnej), oznacza wyższą nominalną stopę równowagi. Co za tym idzie, wyższy cel inflacyjny implikuje wyższe nominalne stopy procentowe i większy bufor bezpieczeństwa pozwalający akomodować szoki za pomocą obniżek stóp procentowych. Problem z powyższym rozwiązaniem polega jednak na tym, że wyższa inflacja powoduje straty dla gospodarki. Literatura wymienia długą listę przyczyn, dla których inflacja jest szkodliwa - koszt zdartych zelówek, koszt pozyskania informacji, koszt nieoptymalnej alokacji zasobów, podatek inflacyjny. W związku z powyższym Coibion, Gorodnichenko i Wieland (2012) badali formalnie, czy banki centralne powinny podwyższać cele inflacyjne w obliczu zerowego ograniczenia dla stóp procentowych. Badanie waży potencjalnie duży, jednak stosunkowo rzadko ponoszony koszt wpadnięcia w pułapkę deflacyjną, ze stosunkowo niewielkim, ale trwale ponoszonym kosztem przeciętnej wyższej inflacji. Na bazie modelu nowokeynesowskiego skalibrowanego dla Stanów Zjednoczonych autorzy stwierdzają, że optymalna stopa inflacji jest dodatnia, nie przekracza jednak dwóch procent. Sugeruje to, że obecne cele inflacyjne banków centralnych uwzględniają już niebezpieczeństwo wpadnięcia w pułapkę deflacyjną. Warto zauważyć, że żaden bank centralny nie zdecydował się na podniesienie celu inflacyjnego w wyniku doświadczeń kryzysu finansowego.

Drugi pomysł dotyczy zmiany strategii polityki pieniężnej (Billi, 2013; Nakov, 2008). Zgodnie ze strategią bezpośredniego celu inflacyjnego (BCI) w okresie niskiej (wysokiej) inflacji bank centralny obiecuje jej podniesienie (obniżenie) do poziomu celu inflacyjnego. Interesującą alternatywą wobec strategii BCI jest strategia poziomu cen (*price level targeting*). Zgodnie z tą strategią bank centralny prowadzi politykę pieniężną w taki sposób, aby

²Szerzej na ten temat zob. również Adam i Billi (2006, 2007); Nakov (2008); Svensson (2003).

poziom cen pozostawał w pobliżu wyznaczonej *ex ante* ścieżki. Ścieżka ta może być pozioma, co oznaczałoby, że bank centralny dąży do stabilizacji cen, ale może też posiadać trend (np. poziom cen wyższy co roku o 2%). Kluczowa różnica pomiędzy strategią BCI a strategią poziomu cen polega na reakcji banku centralnego na odchylenie inflacji od celu (w przypadku strategii BCI), bądź od założonego trendu dla poziomu cen (w drugim przypadku). Załóżmy, że mamy do czynienia ze spadkiem inflacji, oraz że przed wywołującym go szokiem cel był realizowany. W ramach strategii BCI bank prowadzi politykę pieniężną tak, aby inflacja wzrosła do poziomu celu, natomiast poziom cen pozostaje trwale niższy niż gdyby szoku nie było. W ramach strategii poziomu cen bank prowadzi politykę tak, aby ceny wróciły do założonej wcześniej ścieżki. Oznacza to, że po okresie niskiej inflacji konieczne będzie przejściowe wygenerowanie inflacji wyższej od trendu. Ten element strategii ma kluczowe znaczenie w kontekście pułapki deflacyjnej. Kiedy spada inflacja strategia poziomu cen powoduje pojawienie się wyższych oczekiwań inflacyjnych w przyszłości. Oznacza to automatyczny spadek długoterminowych realnych stóp procentowych, co z kolei prowadzi (już dziś) do ekspansji popytowej i w konsekwencji ogranicza spadek inflacji. W efekcie prawdopodobieństwo uderzenia w dolne ograniczenie maleje.

Trzeci sposób polega na zwiększeniu stopnia agresywności polityki pieniężnej. Jak pokazują Adam i Billi (2006, 2007) i Nakov (2008) optymalna (tj. maksymalizująca dobrobyt gospodarstw domowych) polityka pieniężna zachowuje się w szczególny sposób w kontekście pułapki deflacyjnej. Kiedy rośnie prawdopodobieństwo uderzenia w zerowe ograniczenie, bank centralny powinien gwałtownie (bardziej agresywnie niż robiłby to bez problemu dolnego ograniczenia) obniżyć stopy procentowe. W ten sposób bank generuje przejściowy (w odróżnieniu od trwałego, związanego np. z podniesieniem celu) wzrost oczekiwań inflacyjnych, który pozwala obniżyć realne stopy procentowe, co z kolei zwiększa prawdopodobieństwo uniknięcia pułapki deflacyjnej. Rozpatrując politykę pieniężną w kategoriach dobrobytowych należy jednak pamiętać, że inflacja wywiera ujemny wpływ na dobrobyt, dlatego taka polityka musi brać pod uwagę zarówno pozytywne efekty uniknięcia pułapki deflacyjnej, jak i negatywne, związane z podwyższoną inflacją. Optymalna polityka jest wypadkową tych dwóch sił.

2.4 Polityka stabilizacyjna w pułapce deflacyjnej

Jak widać, literatura jest pełna pomysłów na zlikwidowanie problemu pułapki deflacyjnej bądź zmniejszenie prawdopodobieństwa wpadnięcia w nią. Niemniej, w wyniku ostatniego kryzysu finansowego kilka gospodarek wpadło w pułapkę i zmuszone były korzystać z alternatywnych sposobów prowadzenia polityki stabilizacyjnej. W ostatnich latach banki centralne zebrały bogate doświadczenia na temat wykorzystania niekonwencjonalnych narzędzi polityki pieniężnej. Biorąc pod uwagę ograniczoną objętość artykułu, doświadczenia te nie będą

tu szczegółowo opisywane.³ Zamiast tego omówione zostaną dwa najbardziej popularne narzędzia polityki pieniężnej w pułapce deflacyjnej, przy czym uwaga zostanie skoncentrowana na wyjaśnieniu ekonomicznych podstaw ich działania, a nie na technicznych szczegółach ich implementacji w poszczególnych krajach. Przedstawiane narzędzia to luzowanie ilościowe (*quantitative easing*) i sygnalizowanie przyszłych działań (*forward guidance*). Ponadto omówimy także kwestię wykorzystania polityki fiskalnej w celu stabilizowania gospodarki znajdującej się w pułapce deflacyjnej.

Luzowanie ilościowe było wykorzystywane między innymi przez Rezerwę Federalną, Bank Anglii i Europejski Bank Centralny. Choć szczegóły operacji były różne, główna myśl pozostawała taka sama - bank centralny rozpoczynał zakupy aktywów finansowych na znaczną skalę. W przeciwieństwie do standardowych operacji otwartego rynku o charakterze REPO, które mają z góry określony (i zwykle dość krótki) termin, po którym następuje odkupienie aktywów od banku centralnego, w przypadku luzowania ilościowego taki warunek nie jest narzucany. Oznacza to dużo dłuższe efektywne terminy zapadalności takich operacji i, co za tym idzie, ich potencjalny wpływ na dłuższy odcinek krzywej dochodowości. Właśnie ten potencjalny wpływ na krzywą dochodowości jest jednym z podstawowych celów pośrednich luzowania ilościowego. Krzywa ma najczęściej przebieg rosnący, co oznacza, że nawet kiedy stopy krótkoterminowe spadną do zera, stopy długoterminowe pozostają dodatnie. Ponieważ aktywność ekonomiczna zależy nie tylko od stóp krótkich, ale też (a może nawet przede wszystkim) od długich, operacja taka może wywrzeć znaczący wpływ na popyt i inflację i, co za tym idzie, na tempo w jakim gospodarka opuści pułapkę deflacyjną.

Za przykład aktywnego wykorzystania luzowania ilościowego niech posłuży polityka Rezerwy Federalnej z lat 2008-14. W tym okresie Rezerwa Federalna przeprowadziła trzy rundy luzowania ilościowego, zwane popularnie QE1, QE2 i QE3. W ramach QE1 Rezerwa zaplanowała w 2008 r. zakup aktywów zabezpieczonych hipoteką o wartości 600 mld USD, później program został rozszerzony o kolejne 750 mld USD długu hipotecznego i 300 mld USD papierów skarbowych. W ramach drugiej rundy luzowania FED zapowiedział w 2010 r. nabycie papierów skarbowych o wartości 600 mld USD. QE3, ogłoszone w 2012 r. polegało na skupowaniu aktywów hipotecznych w tempie 40 mld USD miesięcznie. Program ten zakończono w 2014 r.

Wpływ operacji luzowania ilościowego na długoterminowe stopy procentowe był w ostatnich latach przedmiotem licznych badań.⁴ Williams (2014) przeprowadził metaanalizę 15

³Szczegółowe omówienie doświadczeń wybranych krajów z niekonwencjonalnymi instrumentami polityki pieniężnej można znaleźć m.in. w Gambacorta, Hofmann i Peersman (2012), Engen, Laubach i Reifschneider (2015), Chen, Filardo, He i Zhu (2015) lub Woodford (2012).

⁴Zob. m. in. D'Amico i King (2010); Greenwood i Vayanos (2008); Krishnamurthy i Vissing-Jorgensen (2011); Joyce, Lasoasa, Stevens i Tong (2011); Gagnon, Raskin, Remache i Sack (2011); Hamilton i Wu (2012).

artykułów i na tej podstawie oszacował wpływ zakupu przez Rezerwę Federalną aktywów o wartości 600 miliardów dolarów na obniżenie stóp długoterminowych na 14-45 punktów bazowych. Choć przedział wyników jest dość szeroki, daje on jednak pewne wyobrażenie o skali wpływu niekonwencjonalnej polityki pieniężnej na krzywą dochodowości.

Banki centralne, które wpadły w pułapkę deflacyjną korzystały także z możliwości sygnalizowania swoich przyszłych działań. Podstawy teoretyczne pod taki sposób prowadzenia polityki pieniężnej położyli Eggertsson i Woodford (2003).⁵ Jego istotą jest sterowanie oczekiwaniami dotyczącymi przyszłych krótkoterminowych stóp procentowych.⁶ W szczególności bank centralny stara się przekonać podmioty, że po wyjściu z pułapki deflacyjnej będzie przez pewien czas prowadził politykę bardziej ekspansywną, niż czyniłby to przy analogicznym stanie gospodarki, ale bez historii pobytu w pułapce. Jak nietrudno się domyślić, cel operacji jest zbliżony do celu opisanego wcześniej strategii poziomu cen. Obiecanie niskich stóp procentowych w przyszłości powoduje obniżenie nominalnych, długoterminowych stóp procentowych oraz podniesienie oczekiwań inflacyjnych. W efekcie spadają realne, długoterminowe stopy procentowe, co prowadzi do wzrostu popytu i inflacji i, w rezultacie, przyspiesza wyjście z pułapki deflacyjnej.

Warto zaznaczyć, że powodzenie polityki sygnalizowania przyszłych działań wiąże się ze spełnieniem dwóch warunków. Po pierwsze, podmioty muszą rozumieć przełożenie tej polityki na przyszłe stopy procentowe i na oczekiwania inflacyjne. O ile pierwszy element wydaje się stosunkowo niekontrowersyjny (stopy procentowe wyznaczone są na rynkach finansowych, których uczestnicy stosunkowo dobrze rozumieją poczynania banku centralnego), to z drugim wiążą się pewne trudności (kluczowe oczekiwania inflacyjne dotyczą przedsiębiorstw i gospodarstw domowych, a te niekoniecznie muszą rozumieć związki pomiędzy komunikatami banku centralnego a przyszłą inflacją). Drugim warunkiem jest zdolność banku centralnego do zaciągania wiarygodnych zobowiązań (*commitment*). Polityka ta będzie bowiem skuteczna tylko wtedy, jeśli podmioty uwierzą, że bank centralny rzeczywiście po opuszczeniu pułapki deflacyjnej dopuści do wzrostu inflacji, którego w normalnych warunkach by nie tolerował.

W związku z powyższym sygnalizowanie przyszłych działań wpływa na gospodarkę bardzo skutecznie w modelach z racjonalnymi, patrzącymi w przyszłość podmiotami, w świecie rzeczywistym działa jednak najprawdopodobniej znacznie słabiej. Niemniej, czołowe banki centralne korzystały z niej po wpadnięciu w pułapkę deflacyjną. Dla przykładu Rezerwa

⁵Należy jednak zwrócić uwagę na związki pomiędzy *forward guidance* a znacznie wcześniejszą dyskusją na temat zalet prowadzenia polityki pieniężnej w oparciu o reguły a nie uznaniowość, por. Kydland i Prescott (1977); Clarida, Gali i Gertler (1999).

⁶*Forward guidance* może też być formułowane w odniesieniu do przyszłej stopy inflacji lub do przyszłego poziomu kursu walutowego. W praktyce banki centralne korzystały jednak najczęściej z bezpośredniej możliwości wskazywania przyszłej ścieżki stóp procentowych.

Federalna ogłaszała w 2011, że szczególnie niska stopa funduszy federalnych utrzyma się przynajmniej do połowy 2013 r. Horyzont utrzymywania niskich stóp procentowych był później przesuwany aż do połowy 2015 r. Polityka ta wywarła istotny wpływ na krzywą dochodowości, brak jest natomiast dowodów, że doprowadziła także do podniesienia oczekiwań inflacyjnych (Moessner, 2013; Williams, 2014).

Ostatni, istotny element polityki stabilizacyjnej wiążącej się z pułapką deflacyjną to polityka fiskalna. Antycykliczna polityka fiskalna jest ważnym tematem zarówno w teorii ekonomii jak i w praktyce gospodarczej co najmniej od czasów Keynesa i można się zastanawiać, co nowego może o niej zostać powiedziane w kontekście pułapki deflacyjnej. Okazuje się, że w takiej sytuacji polityka fiskalna może pełnić rolę znacznie ważniejszą niż w normalnych warunkach. Dzieje się tak z dwóch powodów. Pierwszy jest oczywisty - w przeciwieństwie do polityki pieniężnej, zerowa granica dla stóp procentowych nie ogranicza polityki fiskalnej. Zyskuje ona zatem na atrakcyjności z samego faktu utraty możliwości oddziaływania na gospodarkę przez bank centralny. Drugi powód jest nieco mniej oczywisty, ale być może ważniejszy. Od wielu lat toczy się debata na temat skuteczności polityki fiskalnej jako narzędzia stabilizującego koniunkturę. Szczególną rolę w tej debacie odgrywa kwestia tzw. mnożnika wydatków rządowych. Wiele badań empirycznych i teoretycznych pokazuje, że mnożnik, zdefiniowany jako iloraz przyrostu produktu do przyrostu wydatków rządowych jest stosunkowo niewielki i, w szczególności, najprawdopodobniej mniejszy od jedności. Okazuje się jednak, że wartość mnożnika wydatków fiskalnych rośnie znacząco, kiedy gospodarka znajduje się w pułapce deflacyjnej - znacznie słabszy jest bowiem wówczas efekt wypychania wydatków prywatnych przez wydatki publiczne (Christiano, Eichenbaum i Rebelo, 2011). Tak więc polityka fiskalna ma do odegrania w pułapce deflacyjnej potencjalnie dużą rolę.

3 Model

W celu przeprowadzenia analizy empirycznej dla gospodarki polskiej, rozważamy dosyć standardowy model DSGE małej otwartej gospodarki, o strukturze nieco bogatszej niż Justiniano i Preston (2010) i nieco uproszczonej w porównaniu z Adolfson, Laseen, Linde i Villani (2007) lub Christoffel, Coenen i Warne (2008a). W gospodarce tej działają gospodarstwa domowe, producenci dóbr pośrednich i finalnych, importerzy, a także władze fiskalne i monetarne. Zagranica jest traktowana w modelu egzogenicznie i reprezentowana przez prosty wektorowy model autoregresyjny.

W niniejszym opisie prezentujemy problemy poszczególnych typów podmiotów. Pełna lista zloglinearyzowanych równań modelu umieszczona jest w Załączniku.

3.1 Gospodarstwa domowe

W modelu występuje kontinuum gospodarstw domowych indeksowanych przez j . Zakłada się, że typowe gospodarstwo domowe maksymalizuje funkcję celu

$$\mathbb{E}_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\varepsilon_{g,t} \frac{(c_{j,t} - \xi c_{t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \varepsilon_{l,t} \frac{l_{j,t}^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right] \quad (1)$$

gdzie c_t oznacza konsumpcję, natomiast l_t - przepracowane godziny. Parametry σ oraz φ to odwrócone elastyczności odpowiednio międzyokresowej substytucji i podaży pracy, natomiast ξ opisuje kształtowanie się zewnętrznych nawyków konsumpcyjnych. Preferencje gospodarstw domowych są zaburzane przez dwa szoki stochastyczne: szok preferencji konsumpcyjnych $\varepsilon_{g,t}$ oraz szok podaży pracy $\varepsilon_{l,t}$.

Gospodarstwa domowe są również właścicielami kapitału k_t i mogą zmieniać jego podaż poprzez inwestycje i_t . Równanie ruchu kapitału prezentuje się jak poniżej

$$k_{j,t+1} = (1 - \delta)k_{j,t} + \Upsilon_t \left(1 - S \left(\frac{i_{j,t}}{i_{j,t-1}} \right) \right) i_{j,t} \quad (2)$$

gdzie $S(\cdot)$ to funkcja opisująca koszt dostosowania inwestycji i której wartość drugiej pochodnej w stanie ustalonym wynosi S'' , natomiast Υ_t oznacza stacjonarny szok technologiczny specyficzny dla inwestycji. Ponadto, każde gospodarstwo domowe j świadczy zróżnicowane usługi pracy $l_{j,t}$. Całkowita podaż pracy jest zadana agregatem Dixita-Stiglitz

$$l_t = \left[\int_0^1 (l_{j,t})^{\frac{1}{\lambda_w}} dj \right]^{\lambda_w} \quad (3)$$

gdzie λ_w jest marżą na rynku pracy. Każde gospodarstwo w każdym okresie z prawdopodobieństwem równym $1 - \theta_w$ reoptymalizuje swoją płacę. Wynagrodzenia pozostałych gospodarstw domowych indeksowane są według schematu

$$W_{j,t+1} = (\pi_t)^{\delta_w} (\bar{\pi})^{1-\delta_w} W_{j,t} \quad (4)$$

gdzie $\bar{\pi}$ to cel inflacyjny, $\pi_t \equiv P_t/P_{t-1}$ oznacza inflację, P_t jest poziomem cen, natomiast δ_w to parametr determinujący w jakim stopniu płace są indeksowane do inflacji z okresu wcześniejszego.

Wszystkie aktywa posiadane przez gospodarstwa domowe są jednookresowe. Zakładamy ponadto, że gospodarstwa domowe mają dostęp do kompletnego rynku ubezpieczeń umożliwiającego im zabezpieczenie się przed idiosynkratycznym ryzykiem płacowym. W konsekwencji, ograniczenie budżetowe można zapisać następująco

$$P_t c_t + P_t i_t + D_t + e_t B_t + T_t = D_{t-1}(1 + \iota_{t-1}) + e_t B_{t-1}(1 + \iota_{t-1}^*) \Phi(a_{t-1}, \phi_t) + R_t k_t + W_{j,t} l_{j,t} + \Xi_{j,t} \quad (5)$$

gdzie D_t to należności od innych, krajowych gospodarstw domowych, B_t oznacza należności od zagranicznych gospodarstw domowych (zakładamy, że gospodarstwa domowe mogą sobie pożyczać środki bez pośredników finansowych), e_t oznacza kurs walutowy, ι_t oraz ι_t^* to jednookresowe stopy procentowe odpowiednio w kraju i za granicą, T_t oznacza zryczałtowane podatki, natomiast Ξ_t oznacza wypłaty netto z ubezpieczenia dochodów z pracy (dzięki którym, pomimo lepkości płac, dochody wszystkich gospodarstw są takie same). Funkcja $\Phi(\cdot)$ opisuje premię za ryzyko związane z transakcjami z podmiotami zagranicznymi i jest zadana przez

$$\Phi(a_{t-1}, \phi_t) = \exp[-\chi(a_{t-1} + \phi_t)] \quad (6)$$

gdzie

$$a_t \equiv \frac{e_t B_t}{\bar{y} P_t} \quad (7)$$

to wartość aktywów zagranicznych netto w relacji do produktu w stanie ustalonym \bar{y} , ϕ_t oznacza szok premii za ryzyko, natomiast χ to elastyczność premii za ryzyko względem długu zagranicznego.

3.2 Firmy

3.2.1 Producenci dóbr finalnych

Finalne dobra \tilde{y}_t , wykorzystywane ostatecznie w kraju do celów konsumpcyjnych, inwestycyjnych i rządowych, wytwarzane są przez producentów dóbr finalnych zgodnie z następującą formułą

$$\tilde{y}_t = \left[(1 - \omega)^{\frac{1}{\eta}} y_{H,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \omega^{\frac{1}{\eta}} y_{F,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{1-\eta}} \quad (8)$$

gdzie $y_{H,t}$ oraz $y_{F,t}$ to agregaty Dixita-Stiglitz dób pośrednich lokalnych i zagranicznych

$$y_{X,t} = \left[\int_0^1 y_{X,i,t}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \quad X \in \{H, F\} \quad (9)$$

natomiast ω to udział dóbr zagranicznych w koszyku dóbr zużywanych w kraju.⁷ Elastyczność substytucji pomiędzy dobrami krajowymi a zagranicznymi określa parametr η , natomiast elastyczność substytucji pomiędzy dobrami pośrednimi wynosi ε .

W analogiczny sposób powstają dobra eksportowe

$$y_{H,t}^* = \left[\int_0^1 y_{H,i,t}^* \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} di \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (10)$$

3.2.2 Producenci krajowych dóbr pośrednich

W modelu mamy do czynienia z kontinuum firm produkujących krajowe dobra pośrednie. Są one własnością gospodarstw domowych i działają w warunkach konkurencji monopolistycznej. Każde dobro i jest produkowane według funkcji produkcji

$$y_{H,i,t} = z_t k_{i,t}^\alpha l_{i,t}^{1-\alpha} \quad (11)$$

gdzie z_t jest szokiem produktywności.

Zakłada się, że proces cenotwórczy w tym sektorze zdefiniowany jest przez mechanizm Calvo a cena ustalana jest w walucie producenta. Z prawdopodobieństwem $1 - \theta_h$ firma i maksymalizuje

$$\mathbb{E}_t \sum_{t=0}^{\infty} \theta_h^t \Lambda_t (P_{H,i,t} - MC_t) (y_{H,i,t} + y_{H,i,t}^*) \quad (12)$$

przy ograniczeniu wynikającym z problemów agregacji (9) i (10) oraz koszcie krańcowym MC_t spójnym z funkcją produkcji (11), gdzie Λ_t jest mnożnikiem Lagrange'a przy ograniczeniu budżetowym gospodarstw domowych (5).

Firmy nie optymalizujące swoich cen zmieniają je według reguły

$$P_{H,i,t+1} = (\pi_{H,t})^{\delta_h} (\bar{\pi})^{1-\delta_h} P_{H,i,t} \quad (13)$$

gdzie δ_h mierzy w jakim stopniu cena jest indeksowana o inflację $\pi_{H,t} \equiv P_{H,t}/P_{H,t-1}$.

3.2.3 Importerzy

Kontinuum importerów również jest własnością gospodarstw domowych i działa w warunkach konkurencji monopolistycznej. Importerzy sprowadzają z zagranicy dobra pośrednie zgodnie z prawem jednej ceny, a następnie różnicują je i sprzedają po cenie ustalonej zgodnie ze schematem Calvo.

⁷Model nie uwzględnia możliwości reeksportu dóbr importowanych. Bierzemy ten fakt pod uwagę kalibrując parametr ω .

Fracja $1 - \theta_f$ optymalizujących importerów maksymalizuje więc

$$\mathbb{E}_t \sum_{t=0}^{\infty} \theta_f^t \Lambda_t (P_{F,i,t} - e_t P_t^*) y_{F,i,t} \quad (14)$$

przy ograniczeniu wynikającym z problemu agregacji (9), gdzie P_t^* jest ceną dóbr produkowanych za granicą.

Ceny pozostałych firm podlegają następującej regule

$$P_{F,i,t+1} = (\pi_{F,t})^{\delta_f} (\bar{\pi})^{1-\delta_f} P_{F,i,t} \quad (15)$$

gdzie δ_f mierzy w jakim stopniu cena jest indeksowana o inflację $\pi_{F,t} \equiv P_{F,t}/P_{F,t-1}$.

3.3 Polityka pieniężna i fiskalna

Polityka pieniężna zadana jest poniższą regułą Taylora w formie zloglinearyzowanej (zmiennie z daszkami oznaczają logarytm odchylenia danej zmiennej od stanu ustalonego), z uwzględnieniem braku możliwości obniżenia nominalnych stóp procentowych poniżej zera (co odpowiada niemożności obniżenia zmiennej \hat{i}_t o więcej niż warość stanu ustalonego \bar{i})

$$\hat{i}_t = \max \{ -\bar{i}; \psi_i \hat{i}_{t-1} + (1 - \psi_i) [\psi_y \hat{y}_t + \psi_p \hat{\pi}_t + \psi_{dp} (\hat{\pi}_t - \hat{\pi}_{t-1})] + \sigma_m \varepsilon_{m,t} \} \quad (16)$$

gdzie $\varepsilon_{m,t}$ jest szokiem monetarnym, natomiast y_t oznacza produkcję krajową zdefiniowaną jako

$$y_t = y_{H,t} + y_{H,t}^* \quad (17)$$

Wydatki rządowe g_t są traktowane jako egzogenicznie i finansowane ze zryczałtowanych podatków T_t nakładanych na gospodarstwa domowe. Ze względu na zachodzącą w modelu ekwiwalencję rikardiańską, nie ma znaczenia czy finansowanie to następuje częściowo z wykorzystaniem długu publicznego.

3.4 Gospodarka zagraniczna

Gospodarka zagraniczna jest zadana trzyrównaniowym modelem VAR z dwoma opóźnieniami, opisującym łączne kształtowanie się zagranicznego PKB y_t^* , zagranicznej inflacji $\pi^* \equiv P_t^*/P_{t-1}^*$ oraz zagranicznej stopy procentowej i_t^* .

Popyt na eksport wynika z analogicznych przesłanek co wybór koszyka zadanego przez równanie (8) w kraju, a więc zależy od poziomu aktywności gospodarczej za granicą i kon-

kurencyjności cenowej produkcji krajowej

$$y_{H,t}^* = \nu \left(\frac{P_{H,t}}{e_t P_t^*} \right)^{-\eta} y_t^* \quad (18)$$

gdzie ν jest stałą opisującą preferencje gospodarki zagranicznej.

3.5 Czyszczenie się rynków

Model domknięty jest standardowym zestawem warunków czyszczenia się rynków. W szczególności spełniona musi być tożsamość

$$\tilde{y}_t = c_t + i_t + g_t \quad (19)$$

3.6 Szoki stochastyczne

Pomijając szok monetarny $\tilde{\varepsilon}_m$, który jest białym szumem, wszystkie zaburzenia w modelu są zadane w postaci zloglinearyzowanej przez proces AR(1) postaci

$$\hat{x}_t = \rho_x \hat{x}_{t-1} + \sigma_x \hat{\varepsilon}_{x,t} \quad (20)$$

gdzie $\hat{\varepsilon}_{x,t} \sim N(0,1)$, ρ_x jest parametrem autokorelacji, natomiast σ_x oznacza odchylenie standardowe szoków.

4 Estymacja

4.1 Kalibracja parametrów

Parametry modelu zostały w zdecydowanej większości wyestymowane za pomocą metod bayesowskich. Pozostałe, które albo są trudno identyfikowalne, albo co do wartości których istnieje solidnie ukształtowany konsensus zostały skalibrowane. Skalibrowane zostały także podstawowe relacje zmiennych w stanie ustalonym.

I tak, udział wydatków rządowych w PKB został ustalony na 0,185, co odpowiada średniej wartości tej relacji w latach 2000-2014. Parametr β skalibrowano na standardowym poziomie 0,99, stopę deprecjacji kapitału δ na poziomie 2% kwartalnie (czyli ok 8% rocznie), zaś udział kapitału w produkcji ustalono na poziomie 0,3. Otwartość gospodarki polskiej ω została ustalona na 0,28, zgodnie z udziałem importu w polskim PKB w próbie objętej badaniem, po korekcie o importochłonność eksportu zgodnie z obliczeniami Bussiere, Callegari, Ghironi, Sestieri i Yamano (2013). Skalibrowane parametry przedstawia Tabela 1.

Tablica 1: Kalibracja

Parametr	Wartość	Definicja
β	0.99	Czynnik dyskontujący
α	0.3	Udział kapitału
χ	0.01	Elastyczność premii względem długu zagranicznego
δ	0.02	Stopa deprecjacji kapitału
λ_w	1.2	Marża na rynku pracy
$\frac{\bar{g}}{\bar{y}}$	0.185	Relacja wydatków rządowych do PKB w stanie ustalonym
ω	0.28	Udział importu w PKB w stanie ustalonym

Ważnym elementem kalibracji jest ustawienie średniej odległości stopy procentowej od dolnej granicy. W modelu przedstawionym w poprzednim rozdziale odległość ta odpowiada różnicy pomiędzy stopą procentową w stanie ustalonym (która wynosi $\frac{\bar{\pi}}{\beta} - 1$), a dolnym ograniczeniem dla stóp procentowych (które zazwyczaj przyjmowane jest na poziomie zera). Ustalenie odległości na takim poziomie generuje jednak dwie trudności, mogące skutkować przeszacowaniem prawdopodobieństwa wpadnięcia w pułapkę deflacyjną.

Po pierwsze, praktyczne doświadczenia z pułapką deflacyjną pokazały, że dolne ograniczenie może wiązać stopy rynku pieniężnego na poziomie nieznacznie wyższym od zera. W szczególności, strefa euro osiągnęła dolne ograniczenie już w 4 kw. 2012 r., jednak dla stopy rynku międzybankowego oznaczało to poziom ok. 20 punktów bazowych (przeciętna z okresu od 4 kw. 2012 r. do końca próby, lecz z bardzo małymi wahaniami). Taki też dolny poziom dla stopy EURIBOR3M został przyjęty w prezentowanych dalej symulacjach. Ponieważ Polska nie ma za sobą doświadczenia pobytu w pułapce płynności, dolne ograniczenie dla stopy WIBOR3M zostało ustalone na tym samym poziomie.

Po drugie, poziom implikowany dla stopy nominalnej w stanie ustalonym przez czynnik dyskontujący i cel inflacyjny wynosi ok. 6,5% (po zannualizowaniu), a więc znacznie więcej niż średnia w próbie dla Polski (4,9%) i strefy euro (2%). Zdecydowano się więc na odpowiednią korektę równań pomiaru łączących WIBOR3M i EURIBOR3M z ich odpowiednikami modelowymi, tak by stopa równowagi była równa średniej z próby. W wyniku powyższych korekt odchylenie od dolnego ograniczenia zostało ustalone na poziomie 4,7 punktu procentowego dla Polski i 1,8 punktu procentowego dla strefy euro.(2%).

4.2 Dane i estymacja parametrów

Do estymacji modelu wykorzystano zestaw dziesięciu zmiennych makroekonomicznych - siedmiu dla Polski i trzech dla strefy euro. Dane obejmowały okres od 1 kw. 2000 do 4 kw. 2014. Dla Polski wykorzystano: PKB (stopa wzrostu), konsumpcję (stopa wzrostu), nakłady brutto na środki trwałe (stopa wzrostu), inflację HICP, stopę procentową na rynku międzybankowym (WIBOR3M), płace realne (stopa wzrostu) oraz realny efektywny kurs

walutowy (REER). W tym ostatnim przypadku wykorzystano miarę REER względem 42 największych partnerów handlowych opartą na HICP/CPI. Jeżeli chodzi o gospodarkę zagraniczną, to analogicznie jak w Justiniano i Preston (2010) wyestymowany został trzyrównaniowy model VAR(2) z rozkładami a priori typu Minnesota (por. Litterman, 1979), przy czym pierwszy parametr autoregresyjny w każdym równaniu ma średnią 0,75, natomiast pozostałe parametry średnią 0. Zmiennymi w tym modelu były stopa procentowa (EURIBOR3M), inflacja HICP oraz PKB (odchylenie od trendu HP) dla strefy euro, dopuszczono także korelację składników losowych.

W przypadku parametrów strukturalnych dla gospodarki polskiej, założenia rozkładów a priori zostały zaczerpnięte z istniejącej literatury. W szczególności do ustalenia przyzwyczajęń konsumpcyjnych ξ oraz elastyczności substytucji pomiędzy produkcją krajową a importem η wykorzystano rozkłady z Christoffel, Coenen i Warne (2008b). Z kolei do określenia parametrów Calvo, indeksacji oraz polityki pieniężnej wykorzystaliśmy założenia z pracy Grabek, Kłos i Koloch (2011). Jeżeli chodzi o parametry dotyczące szoków, to dla autokorelacji założono rozkład beta ze średnią 0,75 i odchyleniem standardowym 0,1. Dla odchyłeń standardowych szoków założono, że mają rozkład odwrócona gamma, o średniej 0,01 oraz nieskończonym odchyleniu standardowym. Jedynie dla szoku monetarnego ustalono dziesięciokrotnie mniejszą średnią.

Table 2: Wyniki estymacji

Parametr	A priori			A posteriori			Definicja
	typ	średnia	odch. st.	średnia	5%	95%	
σ	Normalny	2	0,5	2,09	1,42	2,77	Odw. międzyokresowej el. substytucji
φ	Normalny	2	0,5	2,18	1,42	2,93	Odw. elastyczności Frischa
θ_f	Beta	0,6	0,1	0,595	0,49	0,694	Parametr Calvo dla dóbr krajowych
θ_h	Beta	0,6	0,1	0,81	0,75	0,87	Parametr Calvo dla dóbr zagranicznych
θ_w	Beta	0,6	0,1	0,596	0,47	0,71	Parametr Calvo dla płac
ξ	Beta	0,7	0,05	0,76	0,69	0,82	Przyzwyczajenia konsumpcyjne
η	Normalny	1,5	0,5	0,50	0,45	0,56	El. substytucji pomiędzy produkcją krajową a importem
δ_h	Beta	0,5	0,1	0,48	0,32	0,64	Indeksacja cen krajowych
δ_f	Beta	0,5	0,1	0,54	0,37	0,69	Indeksacja cen zagranicznych
δ_w	Beta	0,5	0,1	0,53	0,38	0,69	Indeksacja płac
ψ_i	Beta	0,8	0,1	0,92	0,90	0,94	Inercja w regule Taylora
ψ_p	Normalny	2	0,1	2,01	1,85	2,17	Reakcja na inflację w regule Taylora
ψ_y	Normalny	0,125	0,05	0,095	0,016	0,17	Reakcja na PKB w regule Taylora
ψ_{dp}	Normalny	0,3	0,1	0,25	0,087	0,41	Reakcja na zmianę inflacji w regule Taylora
S''	Normalny	5	1	4,14	2,45	5,67	Dругa pochodna funkcji inwestycji w stanie ustalonym
ρ_z	Beta	0,75	0,1	0,71	0,57	0,85	Autokorelacja szoku produktywności
ρ_g	Beta	0,75	0,1	0,83	0,75	0,91	Autokorelacja szoku preferencji konsumpcyjnych
ρ_l	Beta	0,75	0,1	0,44	0,31	0,58	Autokorelacja szoku preferencji pracy
ρ_Υ	Beta	0,75	0,1	0,69	0,58	0,81	Autokorelacja szoku inwestycyjnego
ρ_ϕ	Beta	0,75	0,1	0,86	0,78	0,92	Autokorelacja szoku ryzyka
ρ_G	Beta	0,75	0,1	0,85	0,79	0,91	Autokorelacja szoku wydatków rządowych
σ_z	Odw. Gamma	0,01	∞	0,016	0,0098	0,0221	Odch. Std. szoku produktywności
σ_g	Odw. Gamma	0,01	∞	0,0399	0,0256	0,0536	Odch. Std. szoku preferencji konsumpcyjnych
σ_l	Odw. Gamma	0,01	∞	0,3471	0,1127	0,5457	Odch. Std. szoku preferencji pracy
σ_Υ	Odw. Gamma	0,01	∞	0,0595	0,034	0,0839	Odch. Std. szoku szoku inwestycyjnego
σ_ϕ	Odw. Gamma	0,01	∞	0,0072	0,0042	0,0102	Odch. Std. szoku szoku ryzyka
σ_m	Odw. Gamma	0,001	∞	0,0012	0,00097	0,0014	Odch. Std. szoku monetarnego
σ_G	Odw. Gamma	0,01	∞	0,0515	0,0422	0,0607	Odch. Std. szoku wydatków rządowych

Dla większości parametrów rozkłady a posteriori nie odbiegają znacząco od tych spotykanych w literaturze wykorzystującej estymowane modele DSGE dla gospodarki polskiej o podobnej strukturze (Kolasa, 2009; Grabek, Kłos i Koloch, 2011; Gradzewicz i Makarski, 2013). Parametry Calvo implikują na przykład przeciętny okres trwania ceny na rynku krajowym wynoszący ok. 2,5 kwartału zaś ceny dóbr importowanych nieco ponad 5 kwartałów. Parametry indeksacji cen w okolicy 0,5 wskazują na sporą (choć zgodną z literaturą) uporczywość procesów inflacyjnych. Estymacja parametru Calvo dla płac wskazuje na sztywności płacowe nieco mniejsze niż spotykane np. w strefie euro. Wreszcie, parametry reguły Taylora wskazują, że bank centralny aktywnie przeciwdziałał odchyleniom inflacji od celu, stabilizował jednak także koniunkturę.

4.3 Własności prognostyczne modelu

Wyestymowany model wykorzystamy w kolejnych rozdziałach m.in. do oceny prawdopodobieństwa znalezienia się przez gospodarkę polską w pułapce deflacyjnej. W tym celu posłużymy się symulacjami stochastycznymi,⁸ które pozwolą nam oszacować z jakim prawdopodobieństwem stopa procentowa może znaleźć się w danych obszarach swojej zmienności w danym horyzoncie czasowym. Aby wyniki uzyskane z takiego eksperymentu były miarodajne kluczowe jest, by nasz model prawidłowo opisywał kierunek zmian oraz niepewność związaną z przyszłym kształtowaniem się stopy procentowej, bo to jej zachowanie w symulacjach decydować będzie o tym, czy daną trajektorię uznamy za prowadzącą do pułapki deflacyjnej czy też nie.

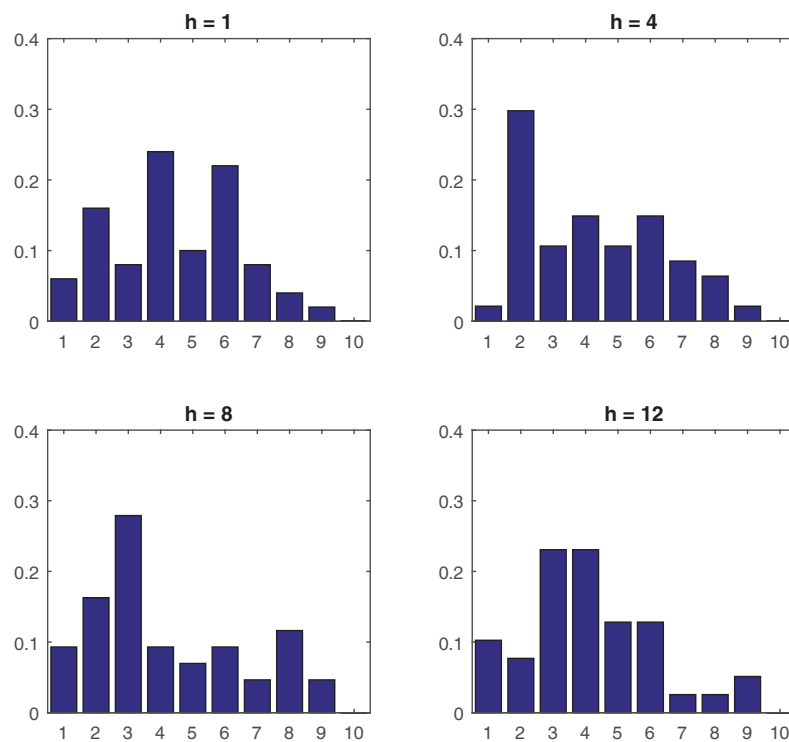
Aby zbadać adekwatność modelu biorąc pod uwagę to kryterium sięgniemy do literatury prognostycznej i wykorzystamy koncepcję PIT (*probability integral transformations*) dla prognoz generowanych z naszego modelu w różnych okresach próby (por. np. Diebold, Gunther i Tay, 1998). Konkretnie, dla każdego okresu t w naszej próbie wygenerujemy 10.000 symulacji stochastycznych na h okresów wprzód, przyjmując wartości parametrów modelu zgodne ze średnimi brzegowych rozkładów a posteriori dla całej próby i losując z odpowiednich rozkładów szoków.⁹ Tak uzyskane trajektorie dla zmiennych modelu aproksymują rozkłady ich prognozy, a więc opisują niepewność związaną z przyszłą realizacją tych zmiennych w okresie $t + h$, z punktu widzenia momentu t . Następnie zliczymy ile razy faktyczne realizacje stopy procentowej w próbie wpadają w poszczególne decyle tak zdefiniowanych rozkładów predyktywnych dla różnych horyzontów czasowych h . Jeśli model poprawnie opisuje niepewność kształtowania się tej zmiennej w przyszłości, prawdopodobieństwo trafienia konkretnej realizacji w każdy z decyli powinno wynosić 0,1.

Rysunek 1 obrazuje faktyczną częstotliwość trafiania stopy procentowej w poszczególne decyle swoich rozkładów predyktywnych sprzed h okresów, dla różnych wartości horyzontu h . Jeśli model generuje nieobciążone prognozy danej zmiennej i idealnie odwzorowuje skalę niepewności związanej z jej kształtowaniem się w przyszłości, częstotliwości te powinny wynosić 0,1 dla każdego z dziesięciu decyli. Interpretując wykresy należy pamiętać, że liczba realizacji jakie możemy wykorzystać do obliczenia tych częstotliwości wynosi $T - h - 1$, gdzie $T = 52$ oznacza długość próby wykorzystanej w estymacji. Oznacza to, że prezentowane na rysunku wykresy PIT oparte są na stosunkowo niewielkiej liczbie realizacji, zwłaszcza dla trzyletniego horyzontu, trudno więc spodziewać się idealnego dopasowania.

⁸Wszystkie symulacje zostały wykonane przy pomocy pakietu Occbin (Guerrieri i Iacoviello, 2015). Pakiet umożliwia rozwiązanie modeli DSGE z okazjonalnie wiążącymi ograniczeniami z wykorzystaniem funkcji przedziałami liniowej (*piecewise linear*).

⁹Takie ustalenie wartości parametrów jest zgodne z konstrukcją symulacji prezentowanych w kolejnych rozdziałach.

Rysunek 1: PITy dla stopy procentowej w Polsce



Uwagi: Wykresy obrazują częstotliwość trafiania faktycznych realizacji stopy procentowej w kolejne decyle rozkładu prognozy implikowane przez model dla różnych horyzontów h prognozy.

Pomijając te zastrzeżenia widać jednak wyraźnie, że model nasz przeszacowuje prawdopodobieństwo osiągnięcia przez stopy procentowe stosunkowo wysokich wartości, co nie powinno być zaskoczeniem ze względu na spadkowy trend tej zmiennej w próbie. Na ogół też ponadproporcjonalnie dużo realizacji wpada w środkowe decyle, a więc model wydaje się przeszacowywać skalę niepewności związaną z kształtowaniem się stopy procentowej. Co jednak najistotniejsze z punktu widzenia celów niniejszego opracowania, pierwszy decyl implikowanych przez model rozkładów predykcyjnych dla horyzontów dwu i trzyletnich jest skalibrowany praktycznie idealnie, tak więc użycie proponowanego przez nas narzędzia do oceny prawdopodobieństwa wpadnięcia gospodarki polskiej w pułapkę deflacyjną (a więc zdarzenia z lewego ogona rozkładu stopy procentowej) wydaje się być uzasadnione.

5 Wyniki

W niniejszym rozdziale wykorzystamy opisany wcześniej model makroekonomiczny do oceny zagrożenia wpadnięcia przez Polskę w pułapkę deflacyjną. Ta część tekstu ma dwa główne

cele. Po pierwsze przedyskutujemy jak prawdopodobieństwo znalezienia się w pułapce kształtowało się w próbie objętej analizą. Po drugie pokażemy jak zmieniałyby się transmisja podstawowych zaburzeń makroekonomicznych gdyby pułapka deflacyjna w gospodarce polskiej stała się faktem, a także jak skuteczna mogłaby być w takich warunkach stymulacja fiskalna polegająca na zwiększeniu wydatków sektora publicznego.

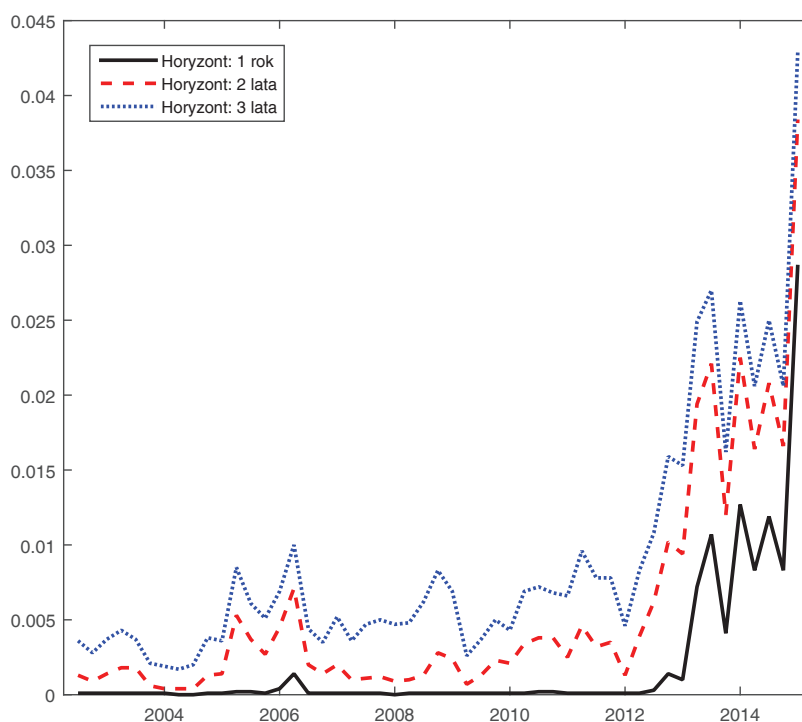
5.1 Prawdopodobieństwo wpadnięcia w pułapkę deflacyjną

Zagrożenie wpadnięciem w pułapkę deflacyjną nie jest stałe w czasie i zależy od fazy cyklu oraz aktualnego poziomu stóp procentowych. Gdy koniunktura jest słaba, a w konsekwencji stopy procentowe niskie, prawdopodobieństwo znalezienia się w pułapce deflacyjnej jest relatywnie wysokie. Wystarczy bowiem stosunkowo niewielkie dodatkowe niekorzystne zaburzenie aby sprawić, że możliwość stymulacji gospodarki przez bank centralny będzie ograniczona przez zerowy próg dla stóp procentowych.

W celu oceny prawdopodobieństwa wystąpienia takiego wydarzenia, dla każdego kwartału w naszej próbie wygenerujemy 10.000 symulacji stochastycznych na trzy lata wprzód, losując szoki z rozkładów oszacowanych na etapie estymacji. Wartości parametrów dla odchyłeń standardowych szoków i ich wzajemnej korelacji (w przypadku szoków zagranicznych), a także wartości szacowanych parametrów strukturalnych ustalono na poziomie średnich a posteriori, tak więc niepewność wbudowana w tak zdefiniowane symulacje stochastyczne związana jest jedynie z losowością szoków uderzających w gospodarkę, a nie z niepewnością oszacowania parametrów modelu. Następnie patrzymy, jaki odsetek z wygenerowanych trajektorii wprowadza gospodarkę polską w pułapkę deflacyjną w horyzoncie jednego, dwóch lub trzech lat.

Jak sugeruje Rysunek 2, aż do początku 2012 r. zagrożenie wpadnięciem gospodarki polskiej w pułapkę deflacyjną było bardzo niskie, nie przekraczając 1% w horyzoncie trzyletnim, a w perspektywie jednego roku praktycznie zerowe. Sytuacja zmieniła się istotnie na początku 2013 r., kiedy to prawdopodobieństwo uderzenia stóp procentowych w zerową barierę w horyzoncie jednego roku wzrosło do 1%, natomiast w trzy razy dłuższej perspektywie do ponad 2%. Kolejny taki wyraźny skok odnotowano w ostatnim kwartale 2014 r., kiedy to szanse wpadnięcia w pułapkę deflacyjną w ciągu trzech lat można było oceniać już na ponad 4%. Jakkolwiek nawet taki stopień zagrożenia trudno jest oceniać jako bardzo wysoki, nie można ignorować jego gwałtownego wzrostu.

Rysunek 2: Prawdopodobieństwo wpadnięcia Polski w pułapkę deflacyjną



Uwagi: Linie na wykresie pokazują prawdopodobieństwa wpadnięcia gospodarki polskiej w pułapkę deflacyjną w różnych kwartałach próby objętej analizą i w trzech różnych horyzontach czasowych. Prawdopodobieństwa oszacowane są na podstawie symulacji stochastycznych przy wartościach parametrów modelu równych średnim brzegowym rozkładów a posteriori.

Jedną z propozycji wysuwanych w ostatnich latach, a mających zmniejszyć niebezpieczeństwo wpadnięcia w pułapkę deflacyjną jest podwyższenie celu inflacyjnego. Rozpatrywany w niniejszym tekście model jest zgodny z tezą zawartą w tym postulatcie. Jedną z jego cech jest bowiem neutralność pieniądza w długim okresie, a więc w szczególności niezależność realnej stopy procentowej od średniej inflacji. Oznacza to, że podniesienie celu inflacyjnego przez bank centralny powinno, przynajmniej po zakończeniu okresu przejściowego, prowadzić do takiego samego podniesienia nominalnej stopy procentowej, a tym samym zwiększyć dystans do jej dolnego ograniczenia.

Zależność tę ilustrujemy przykładem liczbowym w Tabeli 3, gdzie pokazujemy średnią i medianę liczby okresów po upływie których gospodarka wpada w pułapkę deflacyjną startując ze stanu ustalonego, przy różnych poziomach celu inflacyjnego. Podobnie jak w poprzednim eksperymencie, w celu oszacowania tych statystyk wykorzystujemy symulacje stochastyczne ustalając parametry modelu na poziomie średnich odpowiednich brzegowych rozkładów a posteriori. Jak widać, przy obecnym celu zdarza się to średnio po ponad 160 latach (co pomaga wyjaśnić raportowane wcześniej niskie prawdopodobieństwa wpadnięcia w pułapkę). Podnie-

sienie celu o 1 punkt procentowy wydłuża ten okres do ponad 800 lat, a więc czyni problem zerowego dolnego ograniczenia dla stóp procentowych praktycznie nieistniejącym. Gdyby jednak cel inflacyjny został obniżony do 1,5%, model nasz implikuje średni okres znalezienia się w pułapce deflacyjnej już po 22 latach. Innymi słowy, przynajmniej co trzecia recesja oznaczałaby problemy z wiążącym dolnym zerowym ograniczeniem dla stóp procentowych.

Tablica 3: Średnia i statystyki pozycyjne liczby kwartałów do momentu wpadnięcia w pułapkę deflacyjną

Cel inflacyjny	Średnia	1-szy kwartył	Mediana	4-ty kwartył
1,5%	88,7	27	63	122
2,5%	655,8	197	462	903
3,5%	3376,1	983	2331	4672

Uwagi: Tabela prezentuje parametry rozkładu liczby kwartałów do momentu wpadnięcia przez gospodarkę polską w pułapkę deflacyjną przy różnych poziomach celu inflacyjnego zakładając, że w momencie początkowym jest ona w swoim stanie ustalonym.

Warto również zauważyć, że rozkład liczby okresów po których gospodarka wpada w pułapkę deflacyjną jest wyraźnie skośny - średnia zdecydowanie różni się od mediany. Dla przykładu, o ile średni czas do wystąpienia zerowego ograniczenia dla stóp procentowych przy celu inflacyjnym 1,5% wynosi ok. 22 lata, to w połowie przypadków z sytuacją tą gospodarka musiałaby się zmierzyć po upływie mniej niż 16 lat, a w co czwartym przypadku po upływie mniej niż 7 lat.

5.2 Skutki wpadnięcia w pułapkę deflacyjną

Jak wiadomo z literatury teoretycznej przedstawionej w rozdziale 2 oraz z doświadczeń innych krajów, wpadnięcie w pułapkę deflacyjną może mieć poważne konsekwencje dla gospodarki. W niniejszym rozdziale wykorzystamy nasz wyestymowany model do ilustracji, jak niemożność obniżenia przez bank centralny stóp procentowych poniżej zera może wpływać na transmisję najważniejszych szoków makroekonomicznych w Polsce.

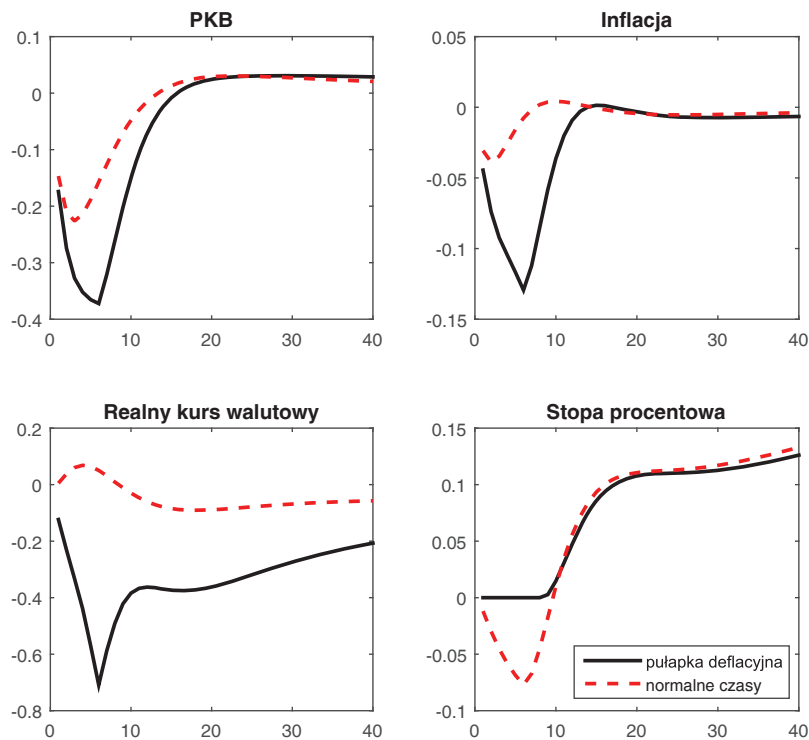
W tym celu stworzymy scenariusz bazowy, w którym nasza modelowa gospodarka wpada na dwa lata w pułapkę deflacyjną. Do wygenerowania tego scenariusza wykorzystujemy sekwencję szoków wydatków rządowych.¹⁰ Jakkolwiek wybór źródeł zaburzeń prowadzących do pułapki deflacyjnej jest siłą rzeczy arbitralny, scenariusz oparty na zacieśnieniu fiskalnym

¹⁰W szczególności zakładamy, że przez cztery lata gospodarka doświadcza ujemnych zaburzeń fiskalnych wielkości jednego odchylenia standardowego w każdym kwartale. W takim scenariuszu, przy założeniu że początkowy poziom stopy procentowej wynosi 1%, po dwóch i pół latach gospodarka wpada w pułapkę deflacyjną na okres dwóch lat, po czym samoistnie z niej wychodzi. Należy pamiętać, że Polska nie wpadła dotychczas w pułapkę deflacyjną, w związku z czym trudno jednoznacznie wskazać na najbardziej prawdopodobny scenariusz bazowy. Doświadczenia pokazały, że źródło szoków w scenariuszu bazowym nie wpływa w istotny sposób na badane w tym rozdziale skutki wpadnięcia w pułapkę deflacyjną.

ma tę zaletę, że odpowiada prawdopodobnemu przebiegowi zdarzeń w krajach zmuszonych do gwałtownego zrównoważenia finansów publicznych. Ma on więc walor podobieństwa do sytuacji, w jakiej znalazło się wiele krajów w czasie ostatniego kryzysu finansowego. Następnie na tak zdefiniowany scenariusz nakładamy wybrane szoki makroekonomiczne o wielkości odpowiadającej ich wyestymowanemu odchyleniu standardowemu, po czym porównujemy jak reakcja gospodarki na nie różni się w porównaniu z normalnymi czasami, w których bank centralny może swobodnie dostosowywać stopę procentową.

Rysunek 3 prezentuje skutki pułapki deflacyjnej dla propagacji ujemnego szoku preferencji. Zaburzenie to można interpretować jako spadek skłonności gospodarstw domowych do konsumpcji, czyli jej odwlekanie na przykład ze względów przezornościowych. Skutkiem takiego impulsu jest spadek popytu konsumpcyjnego, a w rezultacie obniżenie poziomu aktywności gospodarczej oraz inflacji. W normalnych czasach (czerwona linia przerywana) bank centralny, którego celem jest stabilizacja cen i luki popytowej przeciwdziała wywołanym przez szok negatywnym tendencjom poprzez obniżenie krótkookresowych stóp procentowych. W pułapce deflacyjnej (czarna linia ciągła) takie działanie nie jest możliwe. Brak dostosowania stóp procentowych powoduje przy tym aprecjację kursu walutowego, co amplifikuje negatywne skutki szoku. W rezultacie, spadek PKB oraz inflacji jest wyraźnie głębszy a powrót obu zmiennych do scenariusza bazowego znacznie wolniejszy w porównaniu z normalnymi czasami.

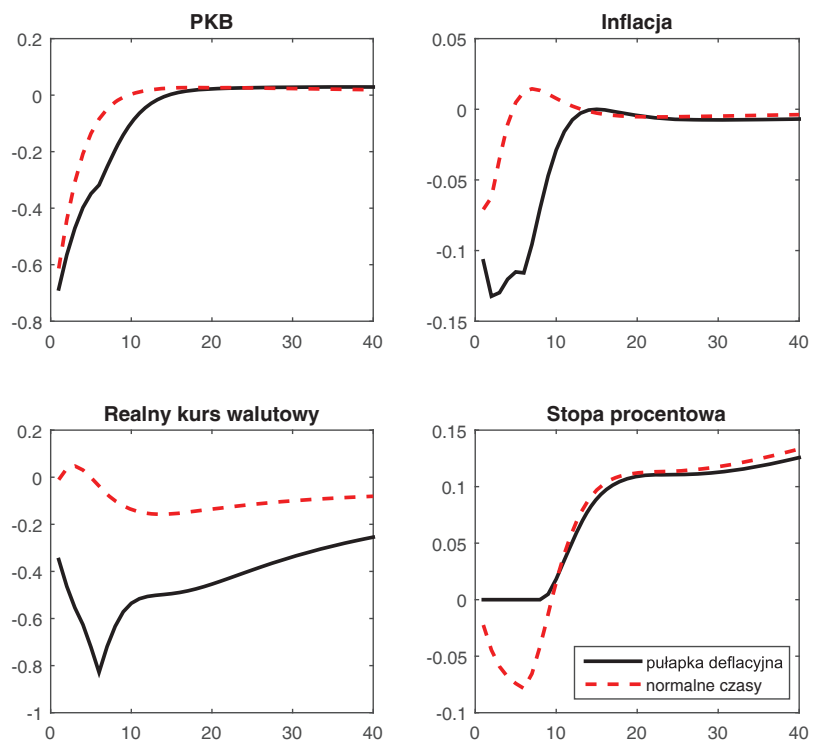
Rysunek 3: Reakcja gospodarki na ujemny szok preferencji w pułapce deflacyjnej



Uwagi: Reakcje PKB, inflacji i kursu walutowego wyrażono jako procentowe odchylenia od scenariusza bazowego. W przypadku stopy procentowej zaprezentowano jej poziom absolutny.

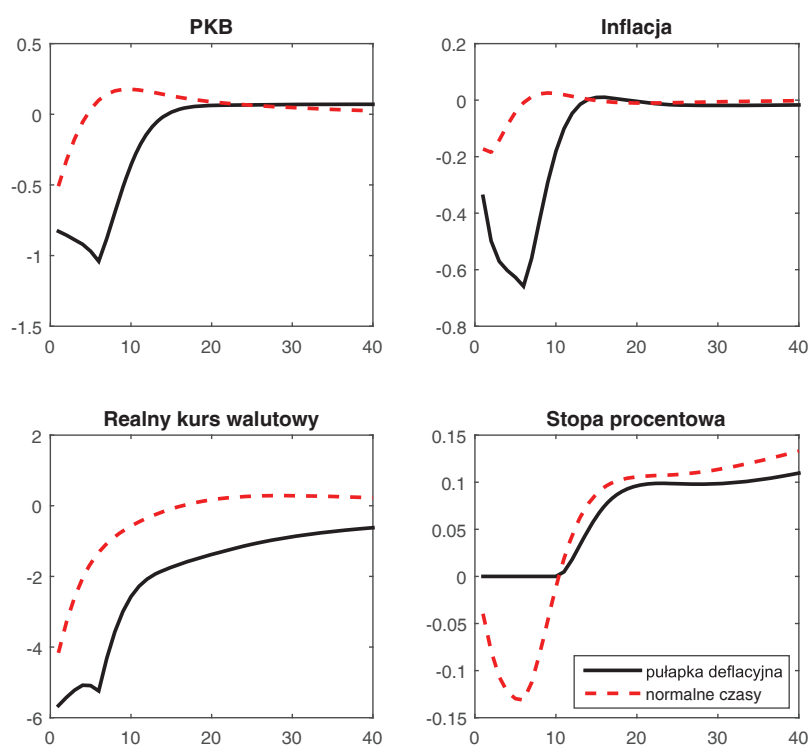
W podobny sposób pułapka deflacyjna prowadzi do pogłębienia skutków ujemnych szoków wydatków rządowych (Rysunek 4), dodatniego szoku premii za ryzyko, czyli wzrostu atrakcyjności polskich aktywów względem aktywów zagranicznych (Rysunek 5), oraz spowolnienia aktywności gospodarczej za granicą (Rysunek 6). Warto jest przy tym zauważyć, że amplifikacja poszczególnych typów szoków jest różna. Bardzo silne efekty można zauważyć w przypadku szoku premii za ryzyko, gdzie dno spadku PKB jest około dwukrotnie, natomiast inflacji nawet trzykrotnie głębsze w pułapce deflacyjnej niż w normalnych czasach. Stosunkowo niewielkie różnice w maksymalnej reakcji PKB zaobserwować można natomiast w przypadku szoku wydatków rządowych i zagranicznego PKB. We wszystkich tych przypadkach powrót PKB do ścieżki bazowej następuje natomiast wyraźnie wolniej niż w czasach swobodnie prowadzonej polityki monetarnej.

Rysunek 4: Reakcja gospodarki na ujemny szok wydatków rządowych w pułapce deflacyjnej



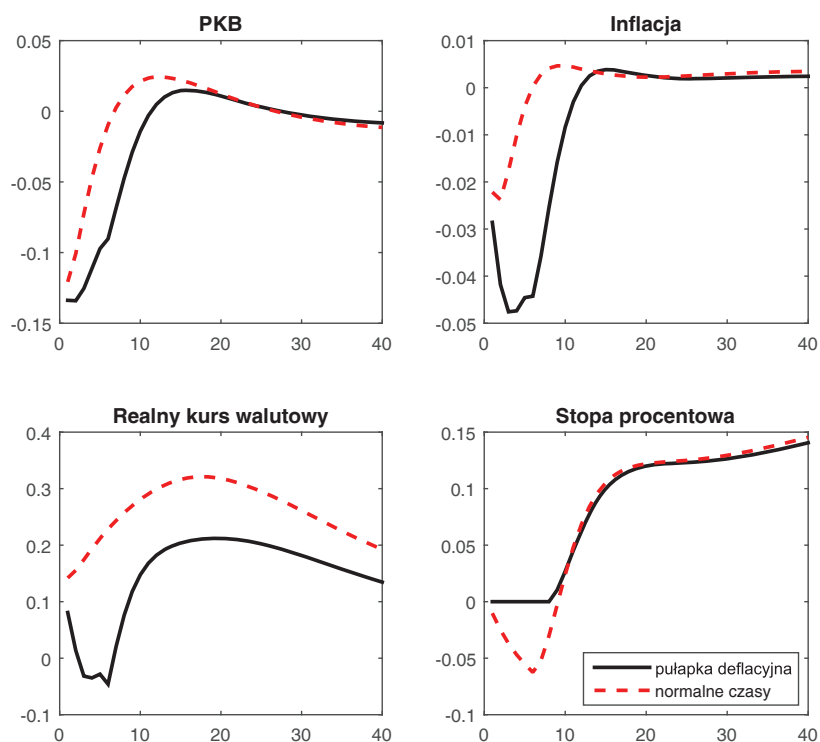
Uwagi: Reakcje PKB, inflacji i kursu walutowego wyrażono jako procentowe odchylenia od scenariusza bazowego. W przypadku stopy procentowej zaprezentowano jej poziom absolutny.

Rysunek 5: Reakcja gospodarki na dodatni szok premii za ryzyko w pułapce deflacyjnej



Uwagi: Reakcje PKB, inflacji i kursu walutowego wyrażono jako procentowe odchylenia od scenariusza bazowego. W przypadku stopy procentowej zaprezentowano jej poziom absolutny.

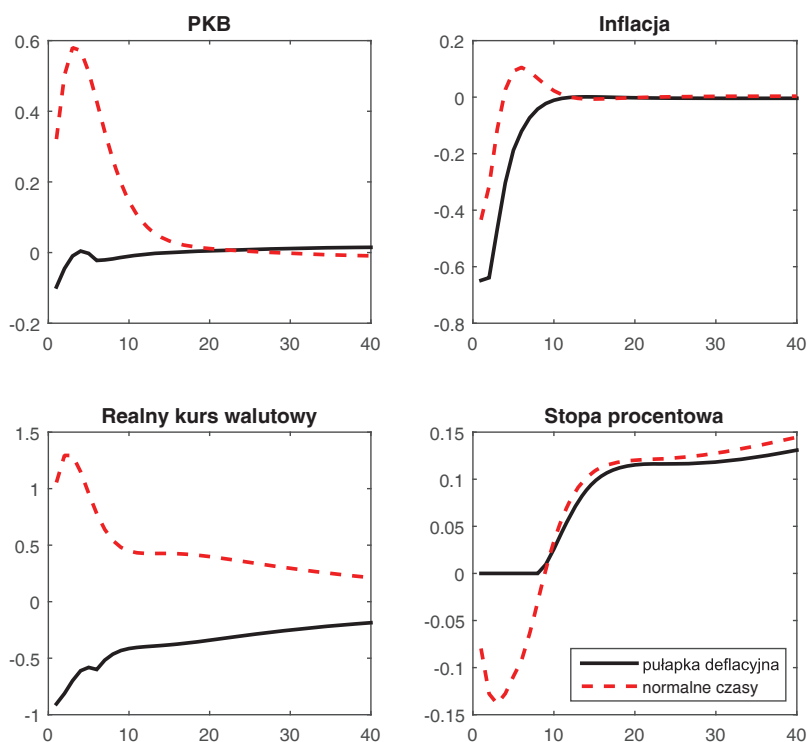
Rysunek 6: Reakcja gospodarki na ujemny szok PKB za granicą w pułapce deflacyjnej



Uwagi: Reakcje PKB, inflacji i kursu walutowego wyrażono jako procentowe odchylenia od scenariusza bazowego. W przypadku stopy procentowej zaprezentowano jej poziom absolutny.

Interesujące wnioski płyną z analizy reakcji na dodatni szok produktywności. W normalnych czasach poprawa efektywności wykorzystania czynników wytwórczych prowadzi do ekspansji PKB, która wspierana jest poluzowaniem stóp procentowych w reakcji na spadek presji inflacyjnej oraz związanym z nim osłabieniem kursu walutowego. Brak takiego dostosowania ze strony polityki pieniężnej sprawia, że poziom aktywności gospodarczej nie rośnie, a w krótkim okresie ulega nawet obniżeniu.

Rysunek 7: Reakcja gospodarki na dodatni szok produktywności w pułapce deflacyjnej



Uwagi: Reakcje PKB, inflacji i kursu walutowego wyrażono jako procentowe odchylenia od scenariusza bazowego. W przypadku stopy procentowej zaprezentowano jej poziom absolutny.

5.3 Pułapka deflacyjna za granicą

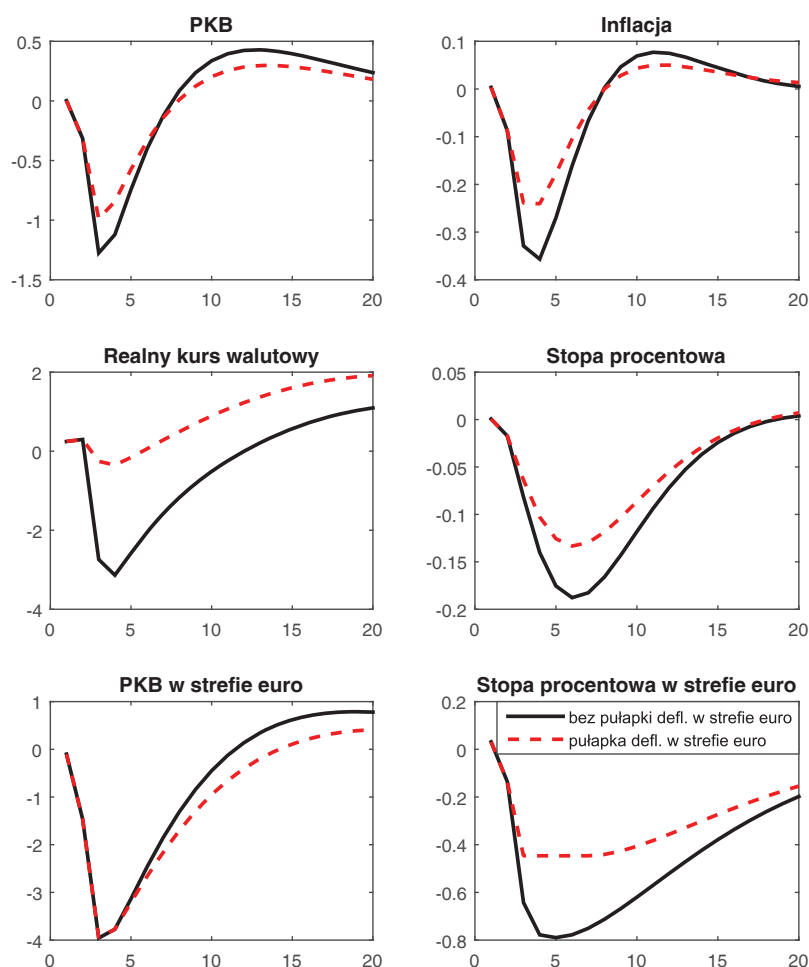
Ze względu na stosunkowo wysoką naturalną stopę procentową, a także stosunkowo wysoki cel inflacyjny, prawdopodobieństwo wpadnięcia gospodarki polskiej w pułapkę deflacyjną jest ograniczone. W szczególności, nominalne stopy procentowe w Polsce były wyraźnie wyższe od zera nawet w okresach spowolnienia wzrostu gospodarczego i presji deflacyjnej z zagranicy. Inaczej wygląda sytuacja w wielu innych gospodarkach, w tym u naszego głównego partnera handlowego jakim jest strefa euro. W regionie tym, ze względu na jego stosunkowo wysoki poziom rozwoju gospodarczego, naturalna stopa procentowa kształtuje się na niższym poziomie niż w Polsce, także cel inflacyjny Europejskiego Banku Centralnego jest nieco niższy niż stosowany przez Narodowy Bank Polski. W rezultacie strefa euro jest bardziej niż Polska narażona na wpadnięcie w pułapkę deflacyjną. Ze względu na silne powiązania handlowe i finansowe, fakt ten nie może być bez znaczenia dla naszego kraju.

Aby zilustrować konsekwencje wpadnięcia strefy euro w pułapkę deflacyjną dla gospodarki polskiej, rozważmy kryzys gospodarczy w tej pierwszej, a konkretnie scenariusz, w

którym nasz główny partner handlowy zmagać się musi z serią szoków jakie wystąpiły w okresie 3 kw. 2008 - 2 kw. 2009. Rysunek 8 ilustruje reakcję podstawowych zmiennych makroekonomicznych w obu krajach w tak zdefiniowanym scenariuszu, przy czym rozróżnia on dwa warianty związane z sytuacją gospodarczą w strefie euro w momencie uderzenia kryzysu. W pierwszym z nich (czarna linia ciągła) poziom krótkoterminowej stopy procentowej w strefie euro jest na tyle wysoki, że kryzys nie sprowadza jej do zerowego dolnego ograniczenia. Wariant ten odpowiada faktycznej sytuacji z okresu 3 kw. 2008 - 2 kw. 2009, podczas którego stopy ustalane przez Europejski Bank Centralny pozostały wyraźnie wyższe od zera. Głęboka recesja za granicą (spadek PKB o 4%) przekłada się na istotne obniżenie aktywności gospodarczej w Polsce, sięgające około 1,3% na dnie kryzysu, a także spadek inflacji. Ze względu na agresywne cięcia stóp procentowych w strefie euro, kurs walutowy w Polsce ulega istotnej aprecjacji, co dodatkowo przyczynia się do pogłębienia recesji w kraju.

W drugim wariantcie (czerwona linia przerywana) zakładamy, że wyjściowy poziom stopy procentowej w strefie euro jest zgodny z długookresową średnią (czyli niższy, niż był w rzeczywistości). Wystarcza to, aby zadana przez nas seria szoków wprowadziła tę gospodarkę w pułapkę deflacyjną na okres dwóch lat. Brak możliwości stymulacji monetarnej oznacza, że wyjście strefy euro z kryzysu jest wolniejsze, co oddziałuje w kierunku obniżenia aktywności gospodarczej także w Polsce. Jednocześnie jednak dolne zerowe ograniczenie dla nominalnych stóp procentowych za granicą sprawia, że realny kurs walutowy zmienia się w niewielkim stopniu, a więc tym razem nie przyczynia się w sposób istotny do pogłębienia recesji w Polsce. Z tych dwóch przeciwstawnych efektów, zdecydowanie dominuje ten drugi. W rezultacie spadek PKB w gospodarce polskiej w warunkach pułapki deflacyjnej w strefie euro jest wyraźnie płytszy i sięga około 1%.

Rysunek 8: Transmisja kryzysu a pułapka deflacyjna za granicą



Uwagi: Reakcje PKB, inflacji i kursu walutowego wyrażono jako procentowe odchylenia od scenariusza bazowego. W przypadku stopy procentowej zaprezentowano jej poziom absolutny.

Podsumowując, istnienie zerowego dolnego ograniczenia dla nominalnych stóp procentowych u naszych partnerów handlowych częściowo uodparnia gospodarkę polską na przelewaniu się scenariuszy kryzysowych z zagranicy. Decydującym mechanizmem w tym przypadku jest kanał kursu walutowego, który w warunkach pułapki deflacyjnej za granicą w mniejszym stopniu wzmacnia efekty importowanego kryzysu.

5.4 Skuteczność stymulacji fiskalnej w pułapce deflacyjnej

Gdy gospodarka wpadnie w pułapkę deflacyjną, konwencjonalna polityka monetarna nie jest w stanie przyspieszyć procesu wychodzenia z recesji. Jak wskazuje literatura omówiona

w rozdziale drugim, taką rolę może odegrać polityka fiskalna polegająca na zwiększeniu wydatków rządowych, a jej skuteczność jest większa niż w normalnych czasach. Główną przyczyną wzmocnienia efektów tak zdefiniowanej stymulacji fiskalnej jest brak reakcji stopy procentowej w przypadku pułapki deflacyjnej, podczas gdy w normalnych czasach jest ona zazwyczaj przez bank centralny zwiększana, pogłębiając efekt wypychania wydatków sektora prywatnego.

W celu oceny skali amplifikacji ewentualnej stymulacji fiskalnej w Polsce w warunkach pułapki deflacyjnej, na zdefiniowany w rozdziale 5.2 scenariusz bazowy nakładamy dodatni szok wydatków rządowych. Skala szoku dobrana jest tak by nie wystarczał on do wyprowadzenia gospodarki z pułapki deflacyjnej przed upływem dwóch lat, czyli przed ustąpieniem wiążącego zerowego ograniczenia dla nominalnych stóp procentowych w scenariuszu bazowym. Tak otrzymany impuls porównujemy następnie z jego skutkami w czasach normalnych, czyli w sytuacji w której stopy procentowe mogą być swobodnie dostosowywane przez bank centralny. Do analizy wykorzystamy mnożniki fiskalne zdefiniowane w wersji niezdyskontowanej

$$M_h^n = \frac{\sum_{t=1}^h (y_t - \tilde{y}_t)}{\sum_{t=1}^h (g_t - \tilde{g}_t)}$$

i zdyskontowanej

$$M_h^d = \frac{\sum_{t=1}^h \beta^{t-1} (y_t - \tilde{y}_t)}{\sum_{t=1}^h \beta^{t-1} (g_t - \tilde{g}_t)}$$

gdzie y_t oraz g_t oznaczają ścieżkę produktu i wydatków rządowych w scenariuszach z impulsem, natomiast \tilde{y}_t oraz \tilde{g}_t odpowiednie wartości tych zmiennych w scenariuszu bazowym ($t = 1, \dots, h$, gdzie $t = 1$ jest pierwszym okresem impulsu fiskalnego natomiast h określa horyzont mnożnika).

Tablica 4: Mnożniki fiskalne w normalnych czasach i w pułapce deflacyjnej

h	Normalne czasy	Pułapka deflacyjna	Wsp. wzmocnienia
<i>Bez dyskontowania</i>			
1	0,64	0,68	1,06
4	0,52	0,64	1,24
8	0,40	0,62	1,54
12	0,30	0,52	1,77
20	0,27	0,49	1,83
40	0,19	0,39	2,10
<i>Z dyskontowaniem</i>			
4	0,52	0,64	1,24
8	0,41	0,62	1,53
12	0,31	0,53	1,74
20	0,28	0,50	1,79
40	0,22	0,42	1,96

Uwagi: Mnożniki fiskalne w wariancie bez dyskontowania zdefiniowane są jako stosunek sumy odchyień PKB od stanu ustalonego oraz sumy odchyień wydatków rządowych w okresie objętym horyzontem h . W wersji z dyskontowaniem sumowane kolejne odchylenia od stanu ustalonego są ważone czynnikiem dyskontującym β^t ($t = 0, \dots, h - 1$), zgodnym z funkcją użyteczności gospodarstw domowych. Współczynnik wzmocnienia zdefiniowany jest jako stosunek danego mnożnika w pułapce deflacyjnej do jego odpowiednika w normalnych czasach. Mnożniki obliczone są na podstawie impulsu fiskalnego, który jest zdefiniowany jako jednorazowy dodatni szok w procesie opisującym wydatki rządowe. Wielkość szoku ustalono tak aby w scenariuszu pułapki deflacyjnej dolne zerowe ograniczenie dla nominalnych stóp procentowych było wiążące przez dwa pierwsze lata impulsu.

Wyniki zawarto w Tabeli 4. Bez względu na horyzont i scenariusz, mnożniki kształtują się poniżej jedności, czyli zwiększenie wydatków rządowych o jednostkę powoduje mniej niż proporcjonalny wzrost wytwarzanego produktu. Wynika to z faktu, że w naszym modelu wydatki rządowe nie odgrywają żadnej pozytywnej roli, tzn. nie mają bezpośredniego wpływu na użyteczność gospodarstw domowych (jak na przykład dostarczanie dóbr publicznych przez państwo) lub zdolności produkcyjne gospodarki (poprawa stanu infrastruktury). Dobra zakupowane przez rząd są więc całkowicie marnotrawione, a koszty związane z ich nabyciem muszą ostatecznie zostać poniesione przez podatników. W konsekwencji wzrost wydatków rządowych powoduje spadek popytu prywatnego, co prowadzi do reakcji PKB która jest mniejsza od początkowego impulsu.

Z punktu widzenia celów niniejszego opracowania kluczowy jest jednak nie tyle sam efekt stymulacji fiskalnej, lecz skala jego amplifikacji wskutek znalezienia się gospodarki w pułapce deflacyjnej. Oszacowane w Tabeli 4 mnożniki wskazują, że wzmocnienie to jest stosunkowo słabe w momencie wystąpienia impulsu (zaledwie 6%), lecz bardzo silne jeśli weźmiemy pod uwagę dłuższy horyzont (około dwukrotne dla horyzontu dziesięcioletniego). Tak więc w warunkach pułapki deflacyjnej stymulacja fiskalna jest zdecydowanie bardziej skuteczna niż w czasach normalnych.

6 Podsumowanie

Opracowanie zostało poświęcone omówieniu możliwości i potencjalnych skutków wystąpienia pułapki deflacyjnej w Polsce. W pierwszej kolejności przedstawiono szczegółowo zagadnienie pułapki deflacyjnej, koncentrując się zarówno na przyczynach, skutkach, jak i sposobach jej unikania. W szczególności wskazano, że podstawową przyczyną występowania pułapki deflacyjnej jest istnienie (i rozpowszechnienie) we współczesnych gospodarkach pieniądza gotówkowego. Wśród sposobów unikania pułapki deflacyjnej wskazano między innymi na możliwość podwyższenia celu inflacyjnego czy zmianę strategii celu inflacyjnego na strategię poziomu cen.

W części empiryczno-symulacyjnej przeprowadzono badanie prawdopodobieństwa wpadnięcia przez Polskę w pułapkę deflacyjną. W tym celu zbudowano oraz wyestymowano model gospodarki otwartej klasy DSGE, który następnie wykorzystano do przeprowadzenia szeregu symulacji. Pokazały one między innymi, że dotychczas prawdopodobieństwo wystąpienia w Polsce pułapki deflacyjnej było niewielkie. W szczególności obecny cel inflacyjny wydaje się bardzo dobrze zabezpieczać nas przed wpadnięciem w pułapkę. Jednak już ewentualne obniżenie celu do 1,5% skutkowałoby skokowym wzrostem prawdopodobieństwa wpadnięcia w pułapkę (25% takich wydarzeń miałyby miejsce po upływie mniej niż 7 lat od startu symulacji z poziomym celem inflacyjnego).

Dalsze symulacje potwierdziły wnioski z podobnych badań prowadzonych za granicą, mianowicie, że wpadnięcie w pułapkę deflacyjną mogłoby mieć nieprzyjemne konsekwencje. W szczególności niektóre pozytywne zaburzenia (np. szok produktywności) miałyby znacząco słabszy (a potencjalnie nawet ujemny) wpływ na produkcję, a niektóre negatywne zaburzenia obniżałyby produkcję jeszcze bardziej (w stosunku do sytuacji pobytu poza pułapką deflacyjną). Z drugiej strony fakt istnienia dolnego ograniczenia dla stóp procentowych za granicą częściowo izoluje nasz kraj od skutków występujących tam silnych kryzysów. Wreszcie, nasze badanie wskazuje na znaczący wzrost skuteczności stymulacyjnej polityki fiskalnej w pułapce deflacyjnej.

Literatura

- ADAM, K., R. M. BILLI (2006): “Optimal Monetary Policy under Commitment with a Zero Bound on Nominal Interest Rates,” *Journal of Money, Credit and Banking*, 38(7), 1877–1905.
- (2007): “Discretionary monetary policy and the zero lower bound on nominal interest rates,” *Journal of Monetary Economics*, 54(3), 728–752.
- ADOLFSON, M., S. LASEEN, J. LINDE, M. VILLANI (2007): “Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through,” *Journal of International Economics*, 72(2), 481–511.
- BÄURLE, G., D. KAUFMANN (2014): “Exchange rate and price dynamics in a small open economy - the role of the zero lower bound and monetary policy regimes,” Working Papers 2014-10, Swiss National Bank.
- BILLI, R. M. (2013): “Nominal GDP Targeting and the Zero Lower Bound: Should We Abandon Inflation Targeting?,” Working Paper Series 270, Sveriges Riksbank.
- BLANCHARD, O., G. DELL’ARICCIA, P. MAURO (2010): “Rethinking Macroeconomic Policy,” *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(s1), 199–215.
- BODENSTEIN, M., C. J. ERCEG, L. GUERRIERI (2009): “The effects of foreign shocks when interest rates are at zero,” International Finance Discussion Papers 983, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).
- BUITER, W. H. (2009): “Negative nominal interest rates: Three ways to overcome the zero lower bound,” *The North American Journal of Economics and Finance*, 20(3), 213–238.
- BUITER, W. H., N. PANIGIRTZOGLU (2003): “Overcoming the zero bound on nominal interest rates with negative interest on currency: gesell’s solution,” *Economic Journal*, 113(490), 723–746.
- BUSSIÈRE, M., G. CALLEGARI, F. GHIRONI, G. SESTIERI, N. YAMANO (2013): “Estimating Trade Elasticities: Demand Composition and the Trade Collapse of 2008-2009,” *American Economic Journal: Macroeconomics*, 5(3), 118–51.
- CHEN, Q., A. FILARDO, D. HE, F. ZHU (2015): “Financial crisis, US unconventional monetary policy and international spillovers,” BIS Working Papers 494, Bank for International Settlements.

- CHRISTIANO, L., M. EICHENBAUM, S. REBELO (2011): “When Is the Government Spending Multiplier Large?,” *Journal of Political Economy*, 119(1), 78 – 121.
- CHRISTOFFEL, K., G. COENEN, A. WARNE (2008a): “The New Area-Wide Model of the euro area: a micro-founded open-economy model for forecasting and policy analysis,” Working Paper Series 0944, European Central Bank.
- (2008b): “The New Area-Wide Model of the euro area: a micro-founded open-economy model for forecasting and policy analysis,” Working Paper Series 0944, European Central Bank.
- CLARIDA, R., J. GALI, M. GERTLER (1999): “The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective,” *Journal of Economic Literature*, 37(4), 1661–1707.
- COIBION, O., Y. GORODNICHENKO, J. WIELAND (2012): “The Optimal Inflation Rate in New Keynesian Models: Should Central Banks Raise Their Inflation Targets in Light of the Zero Lower Bound?,” *Review of Economic Studies*, 79(4), 1371–1406.
- D’AMICO, S., T. B. KING (2010): “Flow and stock effects of large-scale Treasury purchases,” Finance and Economics Discussion Series 2010-52, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).
- DIEBOLD, F. X., T. A. GUNTHER, A. S. TAY (1998): “Evaluating Density Forecasts with Applications to Financial Risk Management,” *International Economic Review*, 39(4), 863–83.
- DORIS, A., D. O’NEILL, O. SWEETMAN (2013): “Wage Flexibility and the Great Recession: The Response of the Irish Labour Market,” IZA Discussion Papers 7787, Institute for the Study of Labor (IZA).
- EGGERTSSON, G. B., M. WOODFORD (2003): “The Zero Bound on Interest Rates and Optimal Monetary Policy,” *Brookings Papers on Economic Activity*, 34(1), 139–235.
- ENGEN, E. M., T. LAUBACH, D. L. REIFSCHEIDER (2015): “The Macroeconomic Effects of the Federal Reserve’s Unconventional Monetary Policies,” Finance and Economics Discussion Series 2015-5, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).
- GAGNON, J., M. RASKIN, J. REMACHE, B. SACK (2011): “The Financial Market Effects of the Federal Reserve’s Large-Scale Asset Purchases,” *International Journal of Central Banking*, 7(1), 3–43.

-
- GAMBACORTA, L., B. HOFMANN, G. PEERSMAN (2012): “The Effectiveness of Unconventional Monetary Policy at the Zero Lower Bound: A Cross-Country Analysis,” BIS Working Papers 384, Bank for International Settlements.
- GRABEK, G., B. KŁOS, G. KOLOCH (2011): “SOEPL 2009 - An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model for Policy Analysis And Forecasting,” National Bank of Poland Working Papers 83, National Bank of Poland, Economic Institute.
- GRADZEWICZ, M., K. MAKARSKI (2013): “The business cycle implications of the euro adoption in Poland,” *Applied Economics*, 45(17), 2443–2455.
- GREENWOOD, R., D. VAYANOS (2008): “Bond Supply and Excess Bond Returns,” NBER Working Papers 13806, National Bureau of Economic Research, Inc.
- GUERRIERI, L., M. IACOVIELLO (2015): “OccBin: A toolkit for solving dynamic models with occasionally binding constraints easily,” *Journal of Monetary Economics*, 70(C), 22–38.
- GUST, C., D. LOPEZ-SALIDO, M. E. SMITH (2012): “The empirical implications of the interest-rate lower bound,” Finance and Economics Discussion Series 2012-83, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).
- HABERIS, A., A. LIPINSKA (2012): “International policy spillovers at the zero lower bound,” Finance and Economics Discussion Series 2012-23, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).
- HAMILTON, J. D., J. C. WU (2012): “The Effectiveness of Alternative Monetary Policy Tools in a Zero Lower Bound Environment,” *Journal of Money, Credit and Banking*, 44, 3–46.
- HOLDEN, S., F. WULFSBERG (2008): “Downward Nominal Wage Rigidity in the OECD,” *The B.E. Journal of Macroeconomics*, 8(1), 1–50.
- ILGMANN, C., M. MENNER (2011): “Negative nominal interest rates: history and current proposals,” *International Economics and Economic Policy*, 8(4), 383–405.
- IRELAND, P. N. (2011): “A New Keynesian Perspective on the Great Recession,” *Journal of Money, Credit and Banking*, 43(1), 31–54.
- JOYCE, M. A. S., A. LASAOSA, I. STEVENS, M. TONG (2011): “The Financial Market Impact of Quantitative Easing in the United Kingdom,” *International Journal of Central Banking*, 7(3), 113–161.

- JUSTINIANO, A., B. PRESTON (2010): "Monetary policy and uncertainty in an empirical small open-economy model," *Journal of Applied Econometrics*, 25(1), 93–128.
- KOLASA, M. (2009): "Structural heterogeneity or asymmetric shocks? Poland and the euro area through the lens of a two-country DSGE model," *Economic Modelling*, 26(6), 1245–1269.
- KOZLIŃSKI, T. (2013): "Zwyczaje płatnicze Polaków," Raport, Narodowy Bank Polski.
- KRISHNAMURTHY, A., A. VISSING-JORGENSEN (2011): "The Effects of Quantitative Easing on Interest Rates: Channels and Implications for Policy," *Brookings Papers on Economic Activity*, 43(2 (Fall)), 215–287.
- KYDLAND, F. E., E. C. PRESCOTT (1977): "Rules Rather Than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans," *Journal of Political Economy*, 85(3), 473–91.
- (1982): "Time to Build and Aggregate Fluctuations," *Econometrica*, 50(6), 1345–70.
- LAUBACH, T., J. C. WILLIAMS (2003): "Measuring the Natural Rate of Interest," *The Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1063–1070.
- LEBOW, D., R. SAKS, B. A. WILSON (2003): "Downward Nominal Wage Rigidity: Evidence from the Employment Cost Index," *The B.E. Journal of Macroeconomics*, 3(1), 1–30.
- LITTERMAN, R. B. (1979): "Techniques of forecasting using vector autoregressions," Working Papers 115, Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- MANKIW, G. M. (2009): "It May Be Time for the Fed to Go Negative," *The New York Times*, April 18.
- MOESSNER, R. (2013): "Reactions of real yields and inflation expectations to forward guidance in the United States," DNB Working Papers 398, Dutch National Bank.
- NAKOV, A. (2008): "Optimal and Simple Monetary Policy Rules with Zero Floor on the Nominal Interest Rate," *International Journal of Central Banking*, 4(2), 73–127.
- NERI, S., A. NOTARPIETRO (2014): "Inflation, debt and the zero lower bound," *Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers)* 242, Bank of Italy.
- ROGOFF, K. S. (2014): "Costs and Benefits to Phasing Out Paper Currency," NBER Working Papers 20126, National Bureau of Economic Research, Inc.

-
- SCHMIEDEL, H., G. KOSTOVA, W. RUTTENBERG (2012): “The social and private costs of retail payment instruments: A European perspective,” Occasional Paper Series 137, European Central Bank.
- SVENSSON, L. E. (2003): “Escaping from a Liquidity Trap and Deflation: The Foolproof Way and Others,” *Journal of Economic Perspectives*, 17(4), 145–166.
- WILLIAMS, J. C. (2014): “Monetary policy at the zero lower bound,” Discussion paper, Brookings Institution.
- WOODFORD, M. (2012): “Methods of policy accommodation at the interest-rate lower bound,” *Proceedings - Economic Policy Symposium - Jackson Hole*, pp. 185–288.

A Lista zloglinearyzowanych równań modelu

Niniejszy załącznik przedstawia pełny zestaw zloglinearyzowanych równań modelu wykorzystanego w artykule. W równaniach tych występują następujące zmienne niezdefiniowane w głównym tekście: cena kapitału $P_{k,t}$, realny kurs walutowy $q_t \equiv e_t P_t^*/P_t$ oraz warunki wymiany międzynarodowej (*terms of trade*) $s_t \equiv P_{F,t}/P_{H,t}$. Małymi literami oznaczono realne odpowiedniki zmiennych nominalnych. Symbole z daszkami oznaczają logarytmiczne (absolutne w przypadku stopy procentowej ι oraz aktywów zagranicznych netto w relacji do PKB a_t) odchylenia od stanu ustalonego.

Parametry pomocnicze

$$\kappa_h = \frac{(1 - \theta_h)(1 - \theta_h \beta)}{\theta_h}$$

$$\kappa_f = \frac{(1 - \theta_f)(1 - \theta_f \beta)}{\theta_f}$$

$$b = \frac{\lambda_w(\varphi + 1) - 1}{(1 - \beta\theta_w)(1 - \theta_w)}$$

$$\eta_0 = b\theta_w$$

$$\eta_1 = \varphi\lambda_w - b(1 + \beta\theta_w^2)$$

$$\eta_2 = b\beta\theta_w$$

$$\eta_3 = -\eta_5\beta - b\theta_w$$

$$\eta_4 = \beta b\theta_w$$

$$\eta_5 = b\theta_w\delta_w$$

$$\eta_7 = 1 - \lambda_w$$

$$\eta_8 = -\eta_7\varphi$$

$$\frac{\bar{i}}{\bar{y}} = \frac{\alpha\delta}{\beta^{-1} - 1 + \delta}$$

Konsumpcja i płace

$$(1 + \xi)\hat{c}_t = \mathbb{E}_t\hat{c}_{t+1} + \xi\hat{c}_{t-1} + \frac{1 - \xi}{\sigma}(\hat{\varepsilon}_{g,t} - \mathbb{E}_t\hat{\varepsilon}_{g,t+1}) - \frac{1 - \xi}{\sigma}(\hat{i}_t - \mathbb{E}_t\hat{\pi}_{t+1})$$

$$\hat{\lambda}_t = \hat{\varepsilon}_{g,t} - \frac{\sigma}{1 - \xi}\hat{c}_t + \frac{\sigma\xi}{1 - \xi}\hat{c}_{t-1}$$

$$\eta_7\hat{\varepsilon}_{h,t} = \eta_0\hat{w}_{t-1} + \eta_1\hat{w}_t + \eta_2\mathbb{E}_t\hat{w}_{t+1} + \eta_3\hat{\pi}_t + \eta_4\mathbb{E}_t\hat{\pi}_{t+1} + \eta_5\hat{\pi}_{t-1} + \eta_7\hat{\lambda}_t + \eta_8\hat{l}_t$$

Kapitał i inwestycje

$$\hat{\lambda}_t + \hat{p}_{k,t} = \beta(1 - \delta)\mathbb{E}_t\hat{p}_{k,t+1} + (1 - \beta(1 - \delta))\mathbb{E}_t\hat{r}_{t+1} + \mathbb{E}_t\hat{\lambda}_{t+1}$$

$$\hat{\Upsilon}_t + \hat{p}_{k,t} = S''(\hat{i}_t - \hat{i}_{t-1}) - \beta S''(\mathbb{E}_t\hat{i}_{t+1} - \hat{i}_t)$$

$$\hat{k}_{t+1} = (1 - \delta)\hat{k}_t + \delta(\hat{\Upsilon}_t + \hat{i}_t)$$

Produkcja i import

$$\hat{y}_t = \hat{z}_t + \alpha\hat{k}_t + (1 - \alpha)\hat{l}_t$$

$$\hat{m}c_t = (1 - \alpha)\hat{w}_t + \alpha\hat{r}_t + \omega\hat{s}_t - \hat{\varepsilon}_{z,t}$$

$$\hat{k}_t + \hat{r}_t = \hat{l}_t + \hat{w}_t$$

$$(1 + \beta\delta_h)\hat{\pi}_{H,t} = \beta\mathbb{E}_t\hat{\pi}_{H,t+1} + \delta_h\hat{\pi}_{H,t-1} + \kappa_h\hat{m}c_t$$

$$(1 + \beta\delta_f)\hat{\pi}_{F,t} = \beta\mathbb{E}_t\hat{\pi}_{F,t+1} + \delta_f\hat{\pi}_{F,t-1} + \kappa_f(\hat{q}_t - (1 - \omega)\hat{s}_t)$$

$$\hat{\pi}_t = \hat{\pi}_{H,t} + \omega(\hat{s}_t - \hat{s}_{t-1})$$

$$\hat{s}_t = \hat{\pi}_{F,t} - \hat{\pi}_{H,t} + \hat{s}_{t-1}$$

Czyszczenie rynków

$$\hat{i}_t - \mathbb{E}_t\hat{\pi}_{t+1} = \hat{i}_t^* - \mathbb{E}_t\hat{\pi}_{t+1}^* + \mathbb{E}_t\hat{q}_{t+1} - \hat{q}_t - \chi\hat{a}_t - \hat{\varepsilon}_{\phi,t}$$

$$\hat{y}_t = \left(1 - \frac{\bar{i}}{\bar{y}} - \frac{\bar{g}}{\bar{y}}\right)\hat{c}_t + \frac{\bar{i}}{\bar{y}}\hat{i}_t + \frac{\bar{g}}{\bar{y}}\hat{g}_t$$

$$\hat{y}_t = \eta\omega(\hat{s}_t + \hat{q}_t) + \omega\hat{y}_t^* + (1 - \omega)\hat{y}_t$$

$$\hat{a}_t = \frac{1}{\beta} \hat{a}_{t-1} - \omega(\hat{q}_t + \omega \hat{s}_t) + \hat{y}_t - \hat{\tilde{y}}_t$$

Polityka pieniężna

$$\hat{i}_t = \max \{ -\bar{i}; \psi_i \hat{i}_{t-1} + (1 - \psi_i) [\psi_y \hat{y}_t + \psi_p \hat{\pi}_t + \psi_{dp} (\hat{\pi}_t - \hat{\pi}_{t-1})] + \sigma_m \varepsilon_{m,t} \}$$

www.nbp.pl

