

# Makroekonomiczne skutki regulacji kapitałowych i płynnościowych – weryfikacja empiryczna

Piotr Wdowiński

<https://doi.org/10.18778/8088-523-3.13>

## 6.1. Wprowadzenie

W dotychczasowej dyskusji pokazano, że projekt „Bazylea III” stanowi kompleksowy zestaw działań opracowanych przez Bazylejski Komitet Nadzoru Bankowego w celu wzmocnienia regulacji, nadzoru i zarządzania ryzykiem w sektorze bankowym. Zaostrzenie systemu regulacji, przewidziane w tym projekcie, będzie miało wpływ na pozycję banków, które w celu spełnienia wymagań nadzorczych będą musiały zwiększyć kapitał o najwyższej jakości (kapitał akcyjny i zatrzymany zysk). Zwiększenie emisji kapitału wpłynie na wzrost kosztów finansowania. Nowe regulacje wpłyną również na zmianę struktury aktywów – większą rolę będą odgrywać aktywa bardziej płynne. To z kolei spowoduje obniżenie się wagi ryzyka, ale również będzie skutkowało obniżeniem się dochodu banków. Jeśli spadnie rentowność sektora, to dodatkowe koszty w postaci marż kredytowych zostaną przeniesione na klientów. Może pogłębić się różnica pomiędzy stopami kredytowymi a depozytowymi – „klin kredytowy” – z negatywnym skutkiem dla konsumpcji i inwestycji.

Wspomniano już, że banki mają wiele możliwości dostosowania się do regulacji nadzorczych. W typowej sytuacji przenoszą dodatkowe koszty regulacji na klientów, podnosząc marże kredytowe. Nie odbywa się to w sposób dowolny, gdyż banki funkcjonują w warunkach konkurencji, na zorganizowanym rynku, na którym dostęp do finansowania nie realizuje się wyłącznie poprzez kredyt bankowy. Jednak finansowanie pozakredytowe jest domeną głównie dużych przedsiębiorstw

niefinansowych. Dla gospodarstw domowych oraz małych i średnich przedsiębiorstw kredyt bankowy stanowi jedyne źródło finansowania zewnętrznego, stąd ich popyt ze względu na cenę kredytu jest mniej elastyczny.

W tym kontekście nowe regulacje dotyczące płynności finansowej sektora bankowego, obok regulacji kapitałowych, stanowią drugi obszar szczególnego zainteresowania. Spełnienie wymogów w zakresie wskaźnika płynności krótkookresowej LCR ma prowadzić do sytuacji, w której bank jest w stanie skutecznie funkcjonować w warunkach scenariusza skrajnego przez miesiąc, utrzymując odpowiedni poziom płynnych aktywów. Wskaźnik płynności długookresowej NSFR został zaproponowany w celu ograniczenia skali niedopasowania terminów zapadalności aktywów i pasywów. Spełnienie wymogów w zakresie wskaźnika NSFR oznacza, że bank powinien uzyskać dostęp do długookresowego stabilnego finansowania w celu zabezpieczenia aktywów długoterminowych.

Nowe regulacje będą miały przejściowy (krótkookresowy) i trwały (długookresowy) wpływ na sektor bankowy oraz na sferę realną gospodarki. Wpływ długookresowy będzie dotyczył również innych instytucji w pozostałych sektorach rynku finansowego, które będą uczestniczyć w zmianach, jakie dokonają się na rynku długoterminowych papierów wartościowych.

W fazie przejściowej należy spodziewać się wzrostu kosztów finansowania i spadku dochodu odsetkowego banków. W długim okresie powinna nastąpić adaptacja banków do nowych warunków i zmiana profilu ich działalności w kierunku produktów przynoszących stabilny dochód. Zmniejszenie poziomu ryzyka na skutek zwiększenia bazy kapitałowej i poprawy sytuacji płynnościowej może spowodować, że udziałowcy będą skłonni zaakceptować niższy poziom stopy zwrotu z kapitału, co wpłynie na ograniczenie kosztów emisji akcji. Nowe normy spowodują, że banki nie będą podejmować nadmiernego ryzyka, co będzie sprzyjać stabilizacji cen instrumentów finansowych i rynku finansowego jako całości. Takie tendencje powinny mieć antycykliczny charakter dla sfery realnej gospodarki.

Przebudowa systemu regulacji sektora bankowego wynika również z konieczności ograniczania ryzyka systemowego, powstającego w związku z występowaniem efektów zewnętrznych działalności bankowej, stanowiącego najpoważniejsze zagrożenie dla stabilności systemu finansowego (Santos 2000; Benink *et al.* 2008; Reforming... 2009). Występuje wiele definicji ryzyka systemowego. Jedną z nich, przyjętą przez Europejską Radę Ryzyka Systemowego (ESRB), określa ryzyko systemowe jako „ryzyko zakłócenia działania systemu finansowego, które może wywołać negatywne skutki dla gospodarki realnej. Wszyscy uczestnicy rynku finansowego, rynki i rozwiązania infrastrukturalne

mogą do pewnego stopnia mieć potencjalne znaczenie systemowe” (Regulation... 2010). W myśl definicji stosowanej przez NBP (2012) ryzyko systemowe rozumiane jest jako „ryzyko zakłóceń w systemie finansowym, a także w jego otoczeniu, mogące wywołać poważne negatywne skutki dla rynku finansowego i dla gospodarki realnej”. Te efekty powodują powstawanie kosztów systemowych, które nie są w pełni absorbowane przez banki. W konsekwencji banki prowadzące bardziej ryzykowną działalność, w tym o charakterze systemowym, powinny posiadać wyższy kapitał.

W celu ograniczania ryzyka systemowego prowadzi się politykę makroostrożnościową (określaną również mianem „nadzoru ostrożnościowego”), stanowiącą część całościowej polityki gospodarczej. Polityka makroostrożnościowa polega „na analizie systemu finansowego jako całości i jego związków ze sferą realną gospodarki oraz wczesnej identyfikacji i reakcji na zagrożenia dla stabilności systemu finansowego” (NBP 2012). Działania podejmowane w ramach polityki makroostrożnościowej powinny mieć charakter antycykliczny, tj. być nakierowane na stabilizowanie tempa wzrostu gospodarczego. Powinny obejmować perspektywę makroekonomiczną i uwzględniać – w sposób symetryczny – fazy cyklu koniunkturalnego i kredytowego.

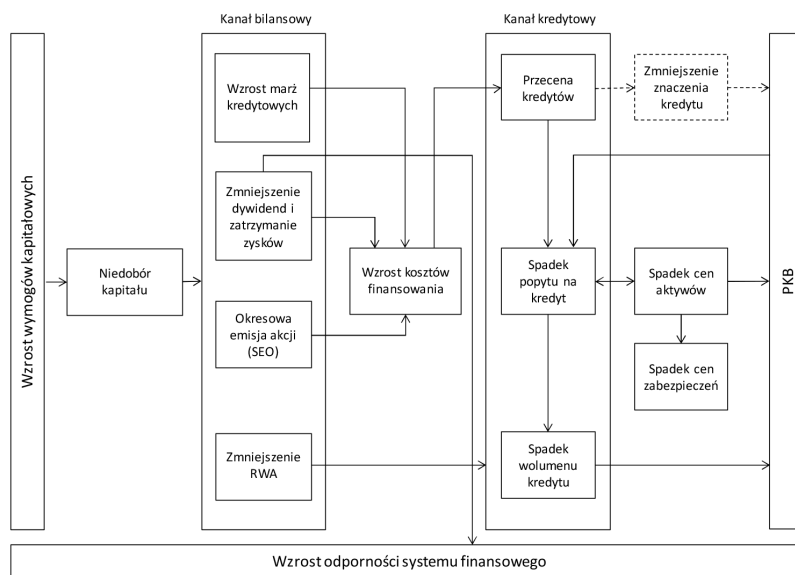
## 6.2. Kanały transmisji regulacji na wzrost gospodarczy

Przedstawione wcześniej uwagi wprowadzające pozwalają na sformułowanie wniosku, że istotą regulacji jest to, aby wymogi – kapitałowe i płynnościowe – przyczyniały się do zwiększenia stabilności systemu finansowego i jego odporności na zakłócenia zewnętrzne, przy czym zarówno wzrost wymogów kapitałowych, jak i zaostrzenie norm płynności prowadzą do wzrostu kosztów finansowania. Ten wzrost powoduje spadek efektywnego popytu na kredyt oraz konieczność ponownej wyceny obecnych należności od sektora niefinansowego. Wzrost kosztów finansowania może prowadzić do wzrostu wolumenu należności zagrożonych, co w powiązaniu ze spadkiem PKB prowadzi do dalszego ograniczenia akcji kredytowej ze względu na rosnące ryzyko kredytowe. Z drugiej strony dodatkowy kapitał można uzupełniać poprzez zatrzymanie zysków, co prowadzi do pozyskiwania kapitału o najwyższej jakości, jednak ogranicza możliwości rynkowej weryfikacji zdolności emisyjnej banku.

Podobnie, zaostrzenie norm płynności stwarza konieczność zwiększenia poziomu płynnych aktywów oraz pozyskania stabilnych źródeł finansowania długoterminowego. Konsekwencją zwiększenia poziomu płynności aktywów jest zmniejszenie się ich stopy zwrotu. Wówczas utrzymanie przez bank rentowności wiąże się zwykle z koniecznością podniesienia marż kredytowych, chociaż – jak wspomniano – banki mają wiele możliwości zwiększenia swojego wyniku finansowego, nie uciekając się do podniesienia kosztów kredytowych.

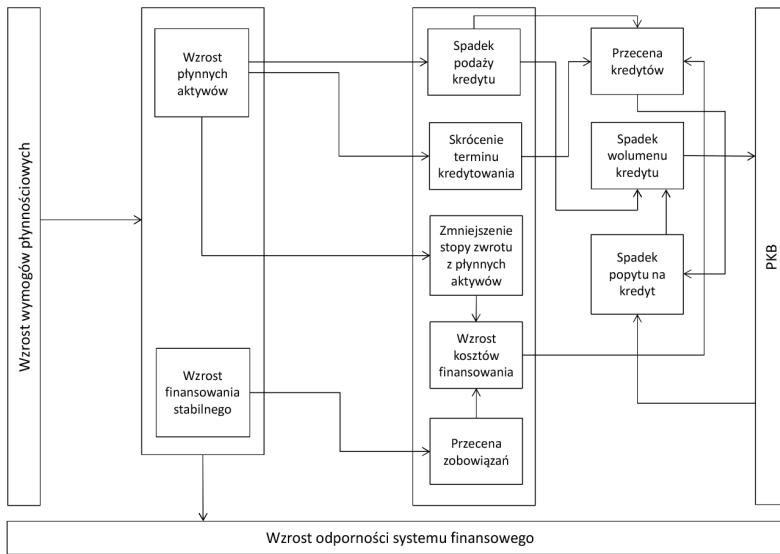
Przedstawione wnioski, mające oparcie w przywołanej wcześniej literaturze przedmiotu, pozwalają na ujednoczenie kanałów transmisji wymogów kapitałowych i płynnościowych na sferę realną zgodnie z rysunkiem 6.1 i 6.2 (por. Berben *et al.* 2010; Roger, Vlček 2011).

Występuje kilka czynników, które mogą osłabić wpływ surowszych norm kapitałowych i płynnościowych na wzrost gospodarczy. Po pierwsze, w ostatnich latach wiele banków wzmocniło swoją pozycję kapitałową poprzez okresowe emisje i zatrzymanie zysków. Po drugie, banki mogą przesuwac koszty w ramach prowadzonej działalności, w tym działalności operacyjnej, oraz obniżyć oprocentowanie depozytów lub też zwiększać przychody z opłat i prowizji, co może osłabiać presję na ograniczanie przez banki podaży kredytu.



**Rysunek 6.1.** Kanały transmisji wymogów kapitałowych na sferę realną

**Źródło:** opracowanie własne.



**Rysunek 6.2.** Kanały transmisji wymogów płynnościowych na sferę realną

**Źródło:** opracowanie własne.

Surowsze normy płynnościowe zwiększają potrzebę dodatkowej akumulacji kapitału podstawowego, zwiększania okresu zapadalności długu oraz zwiększania w portfelu udziału płynnych aktywów. To wpływa na obniżenie dochodu banku z uwagi na wyższe koszty obsługi zadłużenia i niższą stopę zwrotu z bardziej płynnych aktywów. Warto jednak zauważyć, że wprowadzenie normy płynnościowej NSFR może spowodować również jednoczesne dostosowanie współczynnika wypłacalności. Wielkość aktywów ważonych ryzykiem bowiem obniża się, gdyż mniej płynne aktywa zostają zastąpione przez aktywa o niższym ryzyku. Zatem w konsekwencji zarówno wzrostu współczynnika wypłacalności, jak i wprowadzenia normy NSFR zapotrzebowanie na kapitał podstawowy może okazać się mniejsze. W tym kontekście można stwierdzić, że normy płynności stosowane od 2008 r. w polskim systemie bankowym mogły spowodować ograniczenie wpływu współczynnika wypłacalności na stopy procentowe.

W następnym podrozdziale przedstawiono próbę empirycznej weryfikacji wpływu regulacji kapitałowych i płynnościowych na podstawowe kategorie ekonomiczne. Posłużono się modelami ekonometrycznymi – jednorównaniowym rocznym modelem panelowym oraz wielorównaniowym modelem kwartalnym zbudowanym na podstawie szeregów czasowych. W przypadku modelu panelowego celem badania była ocena wpływu regulacji w sektorze bankowym na zmiany kosztów finansowania. W odniesieniu do modelu wielorównaniowego postawiono szerszy cel pokazania wpływu regulacji na wzrost gospodarczy.

## 6.3. Model panelowy

### 6.3.1. Dane statystyczne

W celu estymacji parametrów modelu posłużono się rocznymi danymi panelowymi (przekrojowo-czasowymi) dla 37 banków w Polsce w okresie 2004–2011. Dane pochodzą z bazy danych Bankscope<sup>1</sup>. W przypadku grup kapitałowych posłużono się danymi na podstawie raportów skonsolidowanych<sup>2</sup> (C2), w przypadku pozostałych banków – raportami nieskonsolidowanymi<sup>3</sup> (U1, U2). Wykorzystano dane dla następujących banków (w nawiasie podano stosowany symbol zmiennej):

- Powszechna Kasa Oszczędności Bank Polski SA – PKO BP SA (PKO\_33088),
- Bank Polska Kasa Opieki SA – Bank Pekao SA (GPE\_31008),
- BRE Bank SA (BRE\_33964),
- ING Bank Śląski S.A. – Capital Group (ING\_48129),
- Bank Zachodni WBK S.A. (BZW\_32473),
- Bank Millennium (BMP\_45307),
- Bank Handlowy w Warszawie S.A. (HAN\_30746),
- Kredyt Bank SA (KRE\_48171),
- Bank Gospodarstwa Krajowego (NKR\_38553),
- Bank BPH SA (BPH\_31077),
- Nordea Bank Polska SA (KOM\_48321),
- Bank Gospodarki Żywnościowej SA – Bank BGZ (GZY\_34219),
- Deutsche Bank PBC SA (NRO\_42259),
- Raiffeisen Bank Polska SA (NRC\_27062),
- BNP Paribas Bank Polska SA (NPI\_32453),
- Bank Polskiej Spółdzielczości SA (NGO\_42989),
- Bank Ochrony Środowiska SA – BOS SA – Bank Ochrony Środowiska Capital Group (BOS\_42453),
- Alior Bank Spółka Akcyjna (ALI\_11536),
- Santander Consumer Bank SA (BAM\_48213),
- Bank Dnb NORD Polska SA (NOR\_23616),

1 Update number: 270.2, software version: 59.02, Last data update: 16/01/2013 (no. 1380), Bureau van Dijk.

2 C2: sprawozdanie banku-matki konsolidujące sprawozdania podmiotów zależnych lub oddziałów z towarzyszącym raportem nieskonsolidowanym.

3 U1: sprawozdanie niekonsolidujące sprawozdań podmiotów zależnych lub oddziałów banku bez towarzyszącego raportu skonsolidowanego, U2: sprawozdanie niekonsolidujące sprawozdań podmiotów zależnych lub oddziałów banku z towarzyszącym raportem skonsolidowanym.

- Credit Agricole Bank Polska SA (LUK\_14483),
- SGB Bank SA (NGO\_43477),
- AIG Bank Polska SA (AIG\_48695),
- Deutsche Bank Polska S.A. (NPO\_45728),
- Bank Pocztowy SA (POC\_46253),
- HSBC Bank Polska SA (PRO\_47193),
- RBS Bank (Polska) SA (ABN\_47356),
- DZ Bank Polska SA (NAM\_37392),
- Volkswagen Bank Polska (VWP\_10644),
- Invest-Bank SA (NES\_35799),
- Bank of Tokyo – Mitsubishi UFJ (Polska) S.A. (BTM\_16964),
- Polski Bank Przedsiębiorczości Spółka Akcyjna (WES\_47018),
- Toyota Bank Polska SA (TOY\_23718),
- Fiat Bank Polska (FIA\_16699),
- Getin Noble Bank S.A (ALL\_10357),
- Meritum Bank SA (NWS\_38554),
- DaimlerChrysler Services Bank Polska SA (CHR\_19862).

Wykorzystano następujące dane statystyczne (tabela 6.1).

**Tabela 6.1.** Charakterystyka danych statystycznych wykorzystanych w modelu panelowym

Nazwa polska	Definicja polska	Nazwa angielska*	Definicja angielska*	Symbol*	Jednostka
1	2	3	4	5	6
Pozycje pozabilansowe	–	Off balance sheet items	–	2065	tys. zł
Fundusze własne podstawowe (pierwszej kategorii)	Akcje zwykłe oraz uprzywilejowane	Tier 1 capital	Shareholder funds plus perpetual non cumulative preference shares	2140	tys. zł
Relacja kredytów netto do depozytów detalicznych i krótkoterminowych	–	Net loans / customer and ST funding	This loans to deposit ratio is a measure of liquidity in as much as high figures denote lower liquidity	4033	%

Tab. 6.1. (cd.)

1	2	3	4	5	6
Relacja płynnych aktywów do depozytów detalicznych i krótkoterminowych	Współczynnik płynności określający pokrycie depozytów płynnymi aktywami	Liquid assets / CUST and ST funding	This is a deposit run off ratio and looks at what percentage of customer and short term funds could be met if they were withdrawn suddenly; the higher this percentage, the more liquid the bank is and less vulnerable to a classic run on the bank	4035	%
Wynik odsetkowy na kredytach	-	Interest income on loans	Includes interest and commissions received on loans, advances and leasing	10010	tys. zł
Kredyty hipoteczne	Kredyty zabezpieczone hipotecznie	Residential mortgage loans	Loans secured by residential property	11040	tys. zł
Pozostałe kredyty detaliczne	Kredyty dla osób fizycznych, niezabezpieczone i zabezpieczone aktywami innymi niż hipoteka	Other consumer and retail loans	Loans and leases to individuals, either unsecured or secured by assets other than residential property	11050	tys. zł
Kredyty dla przedsiębiorstw	-	Corporate and commercial loans	Loans and leases to corporate and commercial enterprises	11060	tys. zł
Rezerwy celowe na kredyty / odpisy aktualizujące wartość kredytów	Rezerwa na pokrycie strat z tytułu kredytów zagrożonych oraz z utratą wartości	Reserves for impaired loans, NPLs	Reserve against possible losses on impaired or non-performing loans	11080	tys. zł

1	2	3	4	5	6
Kredyty netto	-	Net loans	Includes residential mortgage loans, other mortgage loans, other consumer and retail loans, corporate and commercial loans, other loans less reserve against possible losses on impaired or non-performing loans	11090	tys. zł
Papiery skarbowe	Bony skarbowe i rządowe papiery wartościowe	Government securities	All treasury bills and government securities	11215	tys. zł
Gotówka i rezerwy w banku centralnym	-	Cash and due from banks	Cash and non-interest-earning balances with central banks	11270	tys. zł
Wartość firmy (netto)	-	Goodwill	Goodwill net of any impairment	11300	tys. zł
Wartości niematerialne i prawne	Wartości niematerialne i prawne inne niż wartość firmy, uwzględniające aktywa związane z obsługą nieruchomości oraz relacje związane z obsługą kart kredytowych	Other intangibles	Intangible assets other than goodwill, including mortgage servicing assets and purchased credit card relationships	11310	tys. zł

Tab. 6.1. (cd.)

1	2	3	4	5	6
Aktywa ogółem	Aktywa ogółem obejmujące aktywa dochodowe, gotówkę i środki (należności) w bankach, majątek przejęty w ramach egzekucji przeciw dłużnikowi, środki trwałe, wartość firmy, wartości niematerialne i prawne, aktywa i rezerwy z tytułu odroczonego podatku dochodowego, operacje zakończone, pozostałe aktywa	Total assets	Includes total earning assets, cash and due from banks, foreclosed real estate, fixed assets, goodwill, other intangibles, current tax assets, deferred tax, discontinued operations, other assets	11350	tys. zł
Depozyty ogółem	Depozyty ogółem: bieżące, oszczędnościowe i terminowe	Total customer deposits	Customer deposits: current, savings, term	11550	tys. zł
Kapitał własny	Kapitał własny obejmujący akcje zwykłe i uprzywilejowane, zatrzymany zysk, rezerwy na pokrycie ogólnego ryzyka bankowego oraz rezerwy	Common equity	Includes common shares and premium, retained earnings, reserves for general banking risks and statutory reserves	11800	tys. zł

1	2	3	4	5	6
Współczynnik wypłacalności ogółem	Współczynnik stanowiący udział kapitału regulacyjnego ogółem w aktywach ważonych ryzykiem	Total regulatory capital ratio	This ratio is the total capital adequacy ratio under the Basel rules. It measures Tier 1 + Tier 2 capital which includes subordinated debt, hybrid capital, loan loss reserves and the valuation reserves as a percentage of risk weighted assets and off balance sheet risks	18155	%

\* Źródło: Bankscope.

Źródło: opracowanie własne.

### 6.3.2. Specyfikacja

Oszacowano parametry następującego modelu:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \beta_4 x_{4it} + u_{it},$$

$$i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T, \quad u_{it} \sim IN(0, \sigma^2), \quad \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4 > 0,$$

gdzie:

$$y_{it} - \text{stopa oprocentowania kredytów (proc.), } y \equiv \frac{v10010}{v11090} \cdot 100\%,$$

$x_{1it}$  – stopa WIBOR 3M (proc.),

$x_{2it}$  – współczynnik wypłacalności (proc.),

$x_{3it}$  – współczynnik płynności krótkookresowej (proc.),

$x_{4it}$  – współczynnik płynności długookresowej (proc.),

$N = 37$ ,  $T = 8$ , próba 2004–2011.

W związku z podaną definicją zmiennych należy poczynić kilka uwag. Zmienna objaśniana  $y_{it}$  obejmuje w liczniku przychody odsetkowe od kredytów. W sprawozdaniach finansowych nie wyodrębnia się wartości odsetek od kredytów z utratą wartości. Licznik obejmuje zatem wszystkie „pracujące” (obsługiwane) kredyty. Odsetki od należności zagrożonych nalicza się, przy czym w rachunku wyników są uwzględniane po ich otrzymaniu. Zasada ostrożności wymaga bowiem, by odsetki od

należności zagrożonych były wykazywane w pasywach jako dochody zastrzeżone do czasu ich otrzymania lub umorzenia. Mianownik tej relacji obejmuje należności netto, tj. po odjęciu odpisów celowych. Jest to kwota kredytów, co do której bank zakłada, że zostanie spłacona (w drodze regularnej obsługi zadłużenia lub poprzez realizację zabezpieczonych kwot). Różnica w ujęciu licznika i mianownika dotyczy zatem „obsługiwanych” kredytów zagrożonych. Ponieważ nie ma możliwości wyodrębnienia przychodów odsetkowych od należności zagrożonych ani należności zagrożonych, lecz obsługiwanych, przyjęto ostatecznie postać stopy procentowej o konstrukcji  $y_{it}$ . Przyjęto, że obciążenie wyników z wymienionych powodów jest nieznaczące.

Konstrukcja zmiennej  $y_{it}$  oznacza, że przyjęto stopę oprocentowania jako przeciętną dla wszystkich produktów. Należy przyznać, że banki stosują różne marże dla odmiennych produktów ze względu na różnice w poziomie ryzyka kredytowego, a przy tym w badanym okresie w bankach zachodziły zmiany w strukturze udzielanych kredytów, co wpływało na średnią stopę oprocentowania liczoną dla całego portfela. Brak dostępnej sprawozdawczości banków w zakresie przychodów odsetkowych z różnych produktów uniemożliwił dezagregację stopy oprocentowania kredytów i dokonanie ewentualnych korekt we wskaźniku uwzględnionym w analizie. Przyjęto jednocześnie, że stopy oprocentowania z poszczególnych (grup) produktów są skointegrowane, tj. ich różnice w czasie mają stabilny charakter, odpowiadający ogólnej strategii dochodowej banku. Przyjęto w związku z tym, że obciążenie wyników spowodowane nieuwzględnieniem ryzyka kredytowego będzie nieznaczące.

W celu weryfikacji założenia o występowaniu kointegracji między stopami oprocentowania kredytów, w zgodzie z wcześniej przyjętym uproszczeniem analizy, przeprowadzono analizę długookresowego kształtowania się tych stóp. Zastosowano analizę kointegracji w warunkach krótkiej próby statystycznej dla danych zagregowanych (kwartalnych).

Pojęcie i metody analizy kointegracji<sup>4</sup> są powszechnie stosowane w analizie zjawisk społeczno-ekonomicznych i finansowych (Welfe 1995; Majsterek 2008; Kelm 2013). Kointegracja zmiennych jest pojęciem statystycznym i ważną cechą modeli, gdyż pozwala uzyskać poprawne własności statystyczne modelowanych zależności. Szacowanie parametrów równań dla zmiennych cechujących się trendem stochastycznym bowiem stwarza ryzyko, że relacje będą miały charakter zależności pozornych (Granger, Newbold 1974). Uzyskane w ten sposób związki są

4 Zarys analizy kointegracyjnej opracowano na podstawie monografii P. Wdowińskiego (2010), podrozdział 2.3.

często wysoce skorelowane, mogą jednak nie wykazywać cech związków przyczynowo-skutkowych.

Kointegrację dwóch lub większej liczby zmiennych określa się jako istnienie ich stacjonarnej kombinacji liniowej. Ma to duże znaczenie dla analiz ekonomicznych, gdyż kointegracja oznacza istnienie również długookresowej zależności między zmiennymi systemu ekonomicznego. W następnej kolejności można modelować związki krótko- i długookresowe poprzez mechanizm korekty błędem. Warto zauważyć, że takie badania mają źródło w dobrze zdefiniowanym wnioskowaniu statystycznym. Analiza kointegracji zwiększa zatem szansę poprawnego weryfikowania teorii ekonomicznych, gdyż pozwala na ograniczenie zakresu „przerzucania danych”.

Zmienna niestacjonarna, zintegrowana w stopniu pierwszym  $I(1)$ , staje się stacjonarna  $I(0)$  na skutek operacji różnicowania. Zawsze można więc zbudować model obejmujący odpowiednie zmienne, tak aby każda z nich była stacjonarna. Jednak wówczas można napotkać na problem modelowania długiego okresu. Modele oparte na różnicach zmiennych określa się mianem krótkookresowych. Analiza kointegracji i związany z nią model korekty błędem stanowią rozwiązanie pozwalające na poprawne modelowanie zjawisk jednocześnie w długim i krótkim okresie. Przeprowadzenie wyłącznie analizy krótkookresowej dynamiki ma zastosowanie w przypadku tych zjawisk, dla których analiza długookresowa ma mniejsze znaczenie. Wystarczy przywołać rynek giełdowy i analizę indeksów oraz kursów akcji.

Z faktu, że kointegracja ma źródła statystyczne, wynika, że wykazanie zależności kointegrującej pomiędzy zmiennymi nie potwierdza istnienia związku o charakterze ekonomicznym. Tym samym analiza kointegracji nie zwalnia od myślenia o związkach występujących pomiędzy zmiennymi na gruncie teorii ekonomii. Możliwe jest bowiem skonstruowanie modeli skointegrowanych, które nie odzwierciedlają związków ekonomicznych. Jednocześnie dużo trudniej znaleźć kointegrację w przypadku błędów specyfikacji modelu. Powoduje to, że analiza kointegracji wyłącznie wspomaga proces modelowania ekonomicznego.

W celu stwierdzenia, czy pomiędzy stopami oprocentowania kredytów (należących do różnych portfeli) występuje związek długookresowy, pozwalający na przyjęcie upraszczającego założenia o analizie stopy przeciętnej, przeprowadzono analizę kointegracji. Opiera się ona na modelu wektorowej autoregresji (VAR).

Niech dany będzie wektor  $\mathbf{z}'_t = [z_{1t}, z_{2t}, \dots, z_{nt}]$  stochastycznych zmiennych endogenicznych, dla których można określić proces generowania danych (DGP) za pomocą modelu wektorowej autoregresji VAR(k) bez warunków ograniczających (restrykcji) (Johansen 1988):

$$\mathbf{z}_t = \mathbf{A}_1 \mathbf{z}_{t-1} + \mathbf{A}_2 \mathbf{z}_{t-2} + \dots + \mathbf{A}_k \mathbf{z}_{t-k} + \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\Phi} \mathbf{D}_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t, \quad \boldsymbol{\varepsilon}_t \sim N(0, \boldsymbol{\Sigma}) \quad (1)$$

$t=1, \dots, T,$

gdzie:

- $\mathbf{z}_t$  – wektor ( $n \times 1$ ) zmiennych zintegrowanych I(1),
- $\mathbf{A}_i$  – macierz ( $n \times n$ ) parametrów,
- $\boldsymbol{\mu}$  – wektor ( $n \times 1$ ) wyrazów wolnych,
- $\mathbf{D}_t$  – wektor ( $m \times 1$ ) zmiennych egzogenicznych,
- $\boldsymbol{\Phi}$  – macierz ( $n \times m$ ) parametrów,
- $\boldsymbol{\varepsilon}_t$  – wektor ( $n \times 1$ ) składników losowych, natomiast
- $\mathbf{z}_0, \dots, \mathbf{z}_{-k}$  są ustalone.

Należy zwrócić uwagę, że wektor  $\mathbf{D}_t$  może zawierać zmienną czasową, zmienne sztuczne, centralne (ortogonalne) zmienne sezonowe oraz inne stacjonarne zmienne egzogeniczne I(0). Model (1) można zapisać w równoważnej postaci modelu wektorowej korekty błędem (VECM):

$$\Delta \mathbf{z}_t = \boldsymbol{\Gamma}_1 \Delta \mathbf{z}_{t-1} + \boldsymbol{\Gamma}_2 \Delta \mathbf{z}_{t-2} + \dots + \boldsymbol{\Gamma}_{k-1} \Delta \mathbf{z}_{t-k+1} + \boldsymbol{\Pi} \mathbf{z}_{t-k} + \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\Phi} \mathbf{D}_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (2)$$

gdzie:

$$\boldsymbol{\Gamma}_i = -(\mathbf{I} - \mathbf{A}_1 - \dots - \mathbf{A}_i), \quad i = 1, \dots, k-1,$$

$$\boldsymbol{\Pi} = -(\mathbf{I} - \mathbf{A}_1 - \dots - \mathbf{A}_k).$$

Parametry  $\boldsymbol{\Gamma}_1, \dots, \boldsymbol{\Gamma}_k, \boldsymbol{\Pi}, \boldsymbol{\Phi}, \boldsymbol{\Sigma}$  zmieniają się dowolnie.

Zaletą modelu (2) jest to, że zawiera informację o krótkookresowej dynamice zmiennych  $\mathbf{z}_t$ ,  $i = 1, \dots, n$  oraz informację o długookresowym stabilnym związku pomiędzy zmiennymi  $\mathbf{z}_t$ , poprzez odpowiednio macierze  $\boldsymbol{\Gamma}$  i  $\boldsymbol{\Pi}$ . Należy zauważyć, że przyrosty zmiennych  $\mathbf{z}_t$  są stacjonarne, tj.  $\Delta \mathbf{z}_t \sim I(0)$ . Aby wówczas składniki losowe stanowiły stacjonarne procesy białego szumu,  $\boldsymbol{\varepsilon}_t \sim I(0)$ , związek  $\boldsymbol{\Pi} \mathbf{z}_{t-k}$  również musi być stacjonarny. Wnioskowanie o występowaniu kointegracji pomiędzy zmiennymi wektora  $\mathbf{z}_t$ , tj. o ich stacjonarnej kombinacji liniowej, ma związek z testowaniem rzędu macierzy  $\boldsymbol{\Pi}$ . Można wyróżnić trzy przypadki dla relacji  $\boldsymbol{\Pi} \mathbf{z}_{t-k}$ :

- zmienne wektora  $\mathbf{z}_t$  są stacjonarne; macierz  $\boldsymbol{\Pi}$  jest pełnego rzędu,  $\text{rz}(\boldsymbol{\Pi}) = n$  i wystarczy oszacować parametry modelu (1);
- nie występuje związek kointegracji pomiędzy zmiennymi wektora  $\mathbf{z}_t$ ; nie występują stacjonarne kombinacje liniowe  $\boldsymbol{\Pi} \mathbf{z}_{t-k}$ , macierz  $\boldsymbol{\Pi}$  jest macierzą zerową ( $n \times n$ ); należy oszacować parametry modelu (2), który nie będzie zawierał związków długookresowych;
- występuje związek kointegracji dla zmiennych wektora  $\mathbf{z}_t$ ; macierz  $\boldsymbol{\Pi}$  można przedstawić w postaci  $\boldsymbol{\Pi} = \boldsymbol{\alpha} \boldsymbol{\beta}'$ , gdzie  $\boldsymbol{\alpha}$ ,  $\boldsymbol{\beta}$  są macierzami ( $n \times r$ ) pełnego rzędu  $r < n$ ; wówczas zdecydowanie zaleca się postać (2).

Przypadek ostatni jest szczególnie interesujący, gdyż wskazuje na możliwość występowania  $r \leq n - 1$  niezależnych związków kointegracji takich, że  $\beta'z_{t-k} \sim I(0)$ . Wówczas macierz  $\Pi$  jest niepełnego rzędu,  $rz(\Pi) = r \leq n - 1$ , której  $r$  kolumn stanowi liniowo niezależne, stacjonarne kombinacje zmiennych  $z_t$  nazywane bazowymi wektorami kointegracji. W związku z tym testowanie rzędu  $r$  macierzy  $\Pi$  oznacza testowanie rzędu kointegracji, tj. liczby wektorów kointegracji, na których rozpięta jest przestrzeń kointegracji.

W celu weryfikacji założenia o kointegracji stóp kredytowych, wobec braku sprawozdawczości na poziomie grup produktów w ujęciu zdezagregowanym, przyjęto przeciętne stopy kwartalne wykorzystane w modelu makroekonometrycznym (por. podrozdział 6.4). Wykorzystano stopę kredytów dla przedsiębiorstw niefinansowych (ICC), kredytów konsumpcyjnych dla gospodarstw domowych (IHC) oraz kredytów mieszkaniowych dla gospodarstw domowych (IHM) na próbie 2002Q4–2013Q2<sup>5</sup>.

Badania dotyczące kointegracji stóp procentowych są powszechne, gdyż pozwalają na dokładniejsze zrozumienie procesu transmisji polityki pieniężnej na sferę realną gospodarki. Zwykle dotyczą one kointegracji pomiędzy stopą referencyjną banku centralnego a stopami rynkowymi lub też pomiędzy stopą rynkową a stopami kredytowymi lub depozytowymi (por. np. Wróbel, Pawłowska 2002; Chmielewski 2004; de Bondt *et al.* 2005; Szafranski 2008; Sznajderska 2012). W przywołanych artykułach zastosowano również kointegrację asymetryczną wynikającą z asymetrii informacji w transmisji impulsów w kanale kredytowym. Wspomniana asymetria wynika z różnej elastyczności rynkowych stóp procentowych na wzrost lub spadek stopy referencyjnej. Podejście takie ma charakter nieliniowy. Jednak jego jakość prognostyczna jest poddawana w wątpliwość (Sznajderska 2012), zwłaszcza jeśli podejście nieliniowe nie specyfikuje ważnych czynników objaśniających. Wówczas uzasadnione jest podejście liniowe, jednak w długim horyzoncie mogą być osiągnęte znaczne błędy prognoz.

Wymienione stopy kredytowe zbadano na obecność pierwiastków jednostkowych. Zastosowano testy Dickeya-Fullera (ADF) oraz Kwiatkowskiego, Phillipsa, Schmidta i Shina (KPSS). Wymienione stopy generowane są przez niestacjonarny proces  $I(1)$  (por. tabele 6.2–6.5).

5 Ze względu na próbę kwartalną oraz jej stosunkowo niewielką liczebność zdecydowano się na jej rozpoczęcie w 2002 r., mimo iż w 2004 r. nastąpiła zmiana metodyki w NBP na skutek wymogów harmonizacyjnych ECB w zakresie wyznaczania i pozyskiwania danych źródłowych.

**Tabela 6.2.** Wyniki testowania pierwiastków jednostkowych – test ADF (poziomy)

Zmienne	Rozszerzony test Dickeya-Fullera											
	Akaike						Schwarz					
	bez stałej		stała		stała i trend		bez stałej		stała		stała i trend	
	stat.	p-stwo	stat.	p-stwo	stat.	p-stwo	stat.	p-stwo	stat.	p-stwo	stat.	p-stwo
icc	-1,80	0,07	-5,68	0,00	-5,37	0,00	-1,24	0,19	-6,14	0,00	-5,26	0,00
ihc	-1,31	0,17	-2,75	0,07	-2,52	0,32	-1,31	0,17	-2,43	0,14	-2,52	0,32
ihm	-1,38	0,15	-2,60	0,10	-3,12	0,11	-1,25	0,19	-2,60	0,10	-3,12	0,11

**Źródło:** opracowanie własne.

**Tabela 6.3.** Wyniki testowania pierwiastków jednostkowych – test ADF (przyrosty)

Zmienne	Rozszerzony test Dickeya-Fullera											
	Akaike						Schwarz					
	bez stałej		stała		stała i trend		bez stałej		stała		stała i trend	
	stat.	p-stwo	stat.	p-stwo	stat.	p-stwo	stat.	p-stwo	stat.	p-stwo	stat.	p-stwo
icc	-2,71	0,01	-3,03	0,04	-2,94	0,16	-2,71	0,01	-2,75	0,07	-2,52	0,32
ihc	-3,31	0,00	-3,51	0,01	-3,37	0,07	-3,31	0,00	-3,51	0,01	-3,37	0,07
ihm	-3,61	0,00	-3,75	0,01	-3,65	0,04	-3,14	0,00	-3,25	0,02	-3,65	0,04

**Źródło:** opracowanie własne.

**Tabela 6.4.** Wyniki testowania pierwiastków jednostkowych – test KPSS (poziomy)

Zmienna	Test KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt i Shin)			
	Newey-West		Andrews	
	stała	stała i trend	stała	stała i trend
	statystyka	statystyka	statystyka	statystyka
icc	0,41	0,13	0,35	0,13
ihc	0,40	0,19	0,26	0,13
ihm	0,42	0,15	0,32	0,14
Poziom istotności	wartości krytyczne			
1%	0,739	0,216	0,739	0,216
5%	0,463	0,146	0,463	0,146
10%	0,347	0,119	0,347	0,119

**Źródło:** opracowanie własne.

**Tabela 6.5.** Wyniki testowania pierwiastków jednostkowych – test KPSS (przyrosty)

Zmienna	Test KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt i Shin)			
	Newey-West		Andrews	
	stała	stała i trend	stała	stała i trend
	statystyka	statystyka	statystyka	statystyka
icc	0,24	0,11	0,27	0,12
ihc	0,28	0,13	0,25	0,11
ihm	0,15	0,09	0,17	0,09
Poziom istotności	wartości krytyczne			
1%	0,739	0,216	0,739	0,216
5%	0,463	0,146	0,463	0,146
10%	0,347	0,119	0,347	0,119

**Źródło:** opracowanie własne.

Wskazuje na to wysoki poziom istotności w teście ADF dla poziomu zmiennych oraz niski dla przyrostu. W przypadku testu KPSS zwraca uwagę niski poziom istotności w przypadku poziomu zmiennych oraz wysoki w przypadku przyrostu (powyżej 10%).

Wobec powyższego można zbadać występowanie kointegracji pomiędzy tymi niestacjonarnymi zmiennymi dla przypadku I(1), korzystając z podejścia Johansena na podstawie modelu VAR. Występowanie kointegracji oznacza istnienie długookresowego stabilnego związku pomiędzy zmiennymi oraz umożliwia zbudowanie modelu wektorowej korekty błędem (VECM), który może być podstawą prognoz. Celem badania jest wyłącznie określenie, czy kointegracja występuje, nie stawia się w tym przypadku problemu prognostycznego.

Stwierdzenie występowania kointegracji pozwala na przyjęcie założenia, że – przeciętnie rzecz biorąc – polityka banków w zakresie stóp kredytowych prowadzi do takiego ich ustalenia, że możliwe są ich krótkookresowe odchylenia od długookresowej trajektorii wyznaczonej przez związek kointegrujący, jednak w długim okresie błędy nierównowagi mają tendencję do wygasania. Oznacza to, że banki stosują systemową politykę stóp procentowych (cenową), w której pomimo występowania różnych rodzajów ryzyka kredytowego (na poziomie produktowym), możliwa jest aproksymacja przeciętnej ceny portfela kredytowego.

Analizę oparto na modelu VAR o postaci (1). W odniesieniu do tego modelu obliczono szereg statystyk, mających na celu określenie rzędu opóźnień zmiennych endogenicznych (por. tabela 6.6). Przyjęto następujące kryteria: test ilorazu wiarygodności (LR) (test istotności ostatniego opóźnienia zmiennych w równaniach), błąd predykcji Akaike (FPE), kryterium informacyjne Akaike (AIC), kryterium informacyjne Schwa-

rza (SC) oraz kryterium informacyjne Hannana-Quinna (HQ). W dalszej analizie przyjęto rząd opóźnienia równy 2.

**Tabela 6.6.** Kryteria wyboru rzędu opóźnienia w modelu VAR

Opóźnienie	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	×	0,01	3,91	4,04	3,96
1	151,87	0,00	0,14	0,65	0,33
2	28,92	0,00	-0,28	0,60	0,04
3	9,42	0,00	-0,15	1,12	0,31
4	1,58	0,00	0,24	1,89	0,84
5	8,64	0,00	0,33	2,36	1,07

**Źródło:** opracowanie własne.

W ocenie jakości statystycznej modelu VAR(2) zastosowano następujące testy wielowymiarowe: normalności reszt Doornika-Hansena (Doornik, Hansen 2008), LM na autokorelację reszt (Lütkepohl 2005), wielowymiarową wersję testu Portmanteau Boxa-Pierce'a i Ljung-Boxa na autokorelację reszt (Ljung, Box 1978), White'a na heteroskedastyczność reszt (Kelejian 1982; Doornik 1995).

Na podstawie przeprowadzonych testów należy przyjąć, że model VAR(2) cechował się poprawnymi własnościami statystycznymi, w szczególności reszty nie podlegały procesowi autokorelacji, co uprawnia do zastosowania przyjętej metody estymacji parametrów (MNK). Ze względu na występowanie nietypowych reszt w próbie należało odrzucić hipotezę o normalności rozkładu składnika losowego.

W przypadku relacji kointegrującej należy zdecydować, jakie składowe deterministyczne powinny znaleźć się w modelu VAR. Wybór hipotezy dotyczącej składowych deterministycznych jest ważny i niełatwo go dokonać. S. Johansen (1992) zaproponował testowanie hipotezy łącznej, wykorzystując tzw. zasadę Pantuli (1989). Jej zastosowanie polega na testowaniu wszystkich postaci trendu, począwszy od najbardziej do najmniej restrykcyjnych, przyjmując kolejno rzędy kointegracji  $r = 0, \dots, n - 1$ . Dla każdego przypadku oblicza się statystyki w teście śladu  $\lambda_{\text{trace}}$  oraz teście największej wartości własnej  $\lambda_{\text{max}}$  i kończy postępowanie przy pierwszym wystąpieniu braku podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej. Wartości krytyczne dla testów śladu i największej wartości własnej podali S. Johansen i K. Juselius (1990) oraz M. Osterwald-Lenum (1992). Własności przedstawionych testów na rząd kointegracji zostały poddane wielu badaniom. Y.-W. Cheung i K.S. Lai (1993) pokazali, że obciążenie statystyk w skończonych próbach w kierunku nadmiernego odrzucania hipotezy o braku kointegracji jest rosnącą funkcją  $n$  i  $k$ . Ponadto zwrócili uwagę, że test śladu jest odporniejszy na występowanie

nie skośności i nadmiernej kurtozy rozkładu reszt. S. Johansen (2002) zaproponował korektę statystyki testowej, opartej na ilorazie wiarygodności, na podstawie aproksymacji przedstawionej przez M.S. Bartletta (1937), w celu poprawy wnioskowania opartego na asymptotycznym rozkładzie  $\chi^2$ . J. Gonzalo (1994) pokazał, że testy kointegracji są odporne na niewielkie odchylenia reszt od wielowymiarowego rozkładu normalnego. W dalszej części analizy przyjęto korektę małopróbkową według G.C. Reinsela i S.K. Ahna (1990) oraz H.-E. Reimersa (1992), oznaczającą wyznaczenie mnożnika dla wartości sprawdzianu testu o postaci:

$$m = \frac{n - kp}{n} \quad (3)$$

gdzie:

- $n$  – liczba obserwacji w modelu VAR,
- $p$  – liczba zmiennych endogenicznych,
- $k$  – liczba opóźnień zmiennych w modelu VAR.

Czynnik dyskontujący  $m$  maleje wraz ze wzrostem liczby zmiennych oraz opóźnień. Obniżenie wartości sprawdzianu (statystyki testowej) powoduje, iż trudniej jest odrzucić hipotezę zerową. Stosując zasadę Pantuli oraz korektę małopróbkową (por. tabela 6.7), przyjęto hipotezę, że zmienne łączy jedna relacja kointegracji bez wyrazu wolnego zarówno w przestrzeni kointegrującej, jak i w modelu VECM. W przypadku stóp procentowych jest to uzasadnione, gdyż te zmienne wyrażone są w tych samych jednostkach. Brak wyrazu wolnego w modelu VECM oznacza, iż stopy procentowe nie wykazywały tendencji do trwałych zmian w czasie.

Oszacowano model VECM, przyjmując powyższe założenia. Wektor ocen dla wyrazu korekty błędem (ECT) w modelu VECM miał postać  $\alpha = [-0,47 \quad 0,07 \quad 0,04]$ .

Metoda Johansena jest tak popularna również dlatego, że rozwinięto w niej możliwości testowania liniowych warunków ograniczających dotyczących parametrów macierzy  $\alpha$  i  $\beta$  (Johansen 1991; Johansen i Juselius 1990, 1992, 1994; Boswijk i Doornik 2004). Weryfikacja hipotez, jak powszechnie się przyjmuje, decyduje o walorach aplikacyjnych tej metody w analizie szeroko pojętych zależności ekonomicznych i finansowych.

Biorąc pod uwagę, że dwie ostatnie oceny ECT były statystycznie nieistotne, w dalszym postępowaniu przyjęto, że zmienne IHC oraz IHM mogą być słabo egzogeniczne względem relacji długookresowej. Jeśli zatem przyjmie się, że dla ustalonego  $i$  parametr  $\alpha_{ij}=0$ ,  $j=1, \dots, r$ , to oznacza, że informacje zawarte w wektorach kointegracji  $\beta$  nie mają wpływu na dynamikę zmiennej  $\Delta z_{it}$ . Wówczas  $z_{it}$  nazywa się zmienną słabo egzogeniczną względem modelowanego systemu (Engle, Hendry i Richard 1983; Urbain 1992). Należy zwrócić uwagę, że wówczas zmienna  $z_{it}$  jest słabo egzogeniczna wyłącznie względem parametrów macie-

**Tabela 6.7.** Wyniki testowania rzędu kointegracji z zastosowaniem zasady Pantuli

Liczba wektorów	Hipoteza														
	$H_1(r)$				$H_1^*(r)$				$H_1(r)$				$H^*(r)$		
	wartości krytyczne: J. G. MacKinnon, A. A. Haug, L. Michelis (1999)														
$r$	test śladu														
	$\lambda$	stat	5%	$\lambda$	stat	5%	$\lambda$	stat	5%	$\lambda$	stat	5%	$\lambda$	stat	5%
0	0,67	48,56	24,28	0,68	54,98	35,19	0,68	53,97	29,80	0,68	56,57	42,92	0,68	56,00	35,01
1	0,15	7,04	12,32	0,24	12,75	20,26	0,24	11,86	15,49	0,26	14,10	25,87	0,26	14,01	18,40
2	0,03	1,05	4,13	0,07	2,73	9,16	0,05	1,91	3,84	0,08	2,97	12,52	0,08	2,90	3,84
	test $\lambda_{\max}$														
0	0,67	41,53	17,80	0,68	42,23	22,30	0,68	42,11	21,13	0,68	42,47	25,82	0,68	42,00	24,25
1	0,15	5,99	11,22	0,24	10,02	15,89	0,24	9,95	14,26	0,26	11,13	19,39	0,26	11,10	17,15
2	0,03	1,05	4,13	0,07	2,73	9,16	0,05	1,91	3,84	0,08	2,97	12,52	0,08	2,90	3,84

**Źródło:** opracowanie własne.

rzy  $\beta$ . Wprawdzie relacje kointegracji nie mają wpływu na dynamikę zmiennej  $z_{it}$ , to jednak ta zmienna pozostaje w wektorze kointegracji, jej dynamika zaś jest również funkcją dynamiki pozostałych zmiennych.

Po nałożeniu restrykcji zerowych na dwa ostatnie parametry wektora  $\alpha$  oraz warunków normalizacji na wektor  $\beta$  otrzymano statystykę  $\chi^2(2) = 0,72$  oraz  $p\text{-val} = 0,70$ , co oznacza, iż nie odrzucono przyjętej hipotezy zerowej w postaci nałożonych restrykcji (por. tabela 6.8).

**Tabela 6.8.** Restrykcje dla parametrów długo- i krótkookresowych

Wektor parametrów $\alpha$ i $\beta$	
$[1-\beta_1-\beta_2], [\alpha_1, 0, 0]$	$\chi^2(2)=0,72[0,70]$

**Źródło:** opracowanie własne.

Ostatecznie otrzymano następującą relację kointegrującą po znormalizowaniu względem zmiennej ICC:

$$icc_t = 0,12_{(3,43)} ihc_t + 0,73_{(9,44)} ihm_t + \varepsilon_t,$$

gdzie  $\varepsilon_t$  oznacza błąd równowagi w chwili  $t$ , natomiast pod ocenami podano wartości statystyk  $t$ -Studenta.

Wektor ocen krótkookresowych przyjął postać  $\alpha = [-0,51 \ 0 \ 0]$ . Statystyka  $t$  dla oceny pierwszej wyniosła  $t\text{-stat} = -8,95$ . Oznacza to, iż korekta stopy ICC następowała w dużym stopniu, około 50 punktów bazowych, w skali kwartału.

Z powyższej analizy wynika, że stopa oprocentowania kredytów dla przedsiębiorstw ICC mogła być w krótkim okresie kształtowana przez relację kointegrującą dla analizowanych stóp procentowych, podczas gdy stopy IHC oraz IHM kredytów konsumpcyjnych i mieszkaniowych dla gospodarstw domowych zależały wyłącznie od dynamiki zmiennych całego systemu. Dalej może to oznaczać, że stopa dla przedsiębiorstw była kształtowana pod wpływem zmian stóp dla gospodarstw domowych. Nie można wykluczyć takiego mechanizmu kształtowania stóp przez banki, biorąc pod uwagę strukturę portfela kredytów, w którym (na poziomie zagregowanym) przeciętnie w analizowanej próbie kredyty dla przedsiębiorstw stanowiły 41%, pozostała część 59% przypadała na kredyty dla gospodarstw domowych. Zaobserwowano ponadto wyraźne przesunięcie się kredytowania w kierunku gospodarstw domowych, gdyż w II kwartale 2013 r. odsetek ten wynosił odpowiednio 32% i 68% i pozostawał stabilny od drugiej połowy 2010 r.

Oszacowany model VECM cechował się poprawnymi własnościami statystycznymi, nie stwierdzono autokorelacji oraz heteroskedastyczności składnika losowego (w testach wielowymiarowych), jednak ze

względem na skośność rozkładu reszt w równaniu zmiennej IHC oraz nadmierną kurtozę reszt w równaniach zmiennych IHC i IHM (wskutek zakłóceń spowodowanych niedawnym kryzysem finansowym) rozkład reszt odbiegał od wielowymiarowego rozkładu normalnego.

Model pozwala na wyznaczenie funkcji odpowiedzi na impuls oraz funkcji dekompozycji wariancji (przyjmując rekursywną strukturalizację Choleskiego macierzy wariancji), jednak ta analiza jest poza zakresem obecnego wywodu.

Należy zatem podsumować, że pomiędzy stopami kredytowymi dla poszczególnych portfeli produktów, na poziomie zagregowanym, w badanym okresie występowała kointegracja. Podobną zależność należałoby obserwować na poziomie zdezagregowanym dla poszczególnych banków, ze względu na silne środowisko instytucjonalno-regulacyjne w sektorze bankowym, stosunkowo wysoką koncentrację oraz konkurencję. Należy również wziąć pod uwagę, że relacje kointegracji mogą słabnąć w warunkach niestabilnej sytuacji makroekonomicznej, szczególnie w warunkach kryzysu (por. Sznajderska 2012). To jednak nie powinno mieć znaczącego wpływu na politykę banków w zakresie współzależnego ustalania stóp oprocentowania kredytów.

Przedstawione wnioski uprawniają do przyjęcia założenia w modelu panelowym, że podobne relacje odnośnie do stopy oprocentowania całego portfela kredytów można byłoby zaobserwować w odniesieniu do portfeli w podziale produktowym. Różnice takie powinny zanikać co najmniej w długim okresie.

Następnie dla celów dalszej analizy wyznaczono przybliżone wartości wskaźników LCR oraz NSFR, które mają obowiązywać w ramach regulacji powstałych na bazie umowy Bazylea III.

Wskaźnik LCR wyznaczono na podstawie relacji:

$$LCR = \frac{v11270 + v11215}{v11550 \cdot u_{lcr}} \cdot 100\%,$$

gdzie:

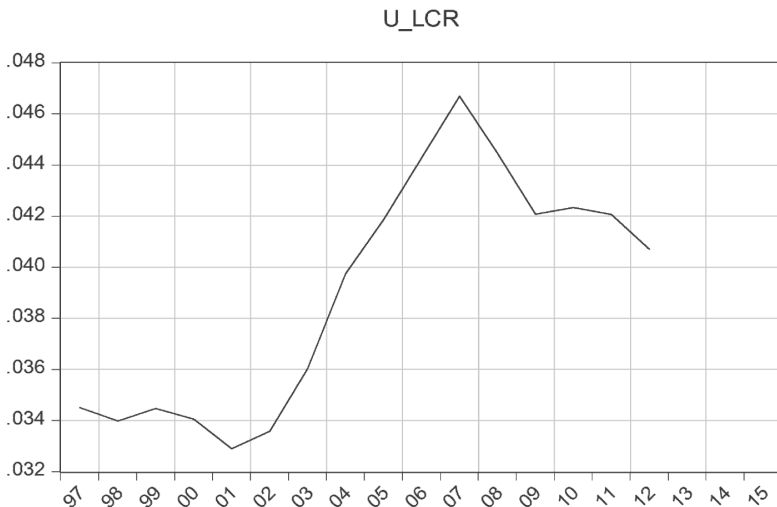
- v11270 – gotówka i rezerwy w banku centralnym (tys. zł),
- v11215 – bony skarbowe i rządowe papiery wartościowe (tys. zł),
- v11550 – depozyty ogółem (tys. zł),
- $u_{lcr}$  – wskaźnik odpływu depozytów.

Wskaźnik LCR powinien być wyższy od 100%. Przyjęto następujące wagi dla wyznaczenia wskaźnika  $u_{lcr}$  odpływu depozytów przedsiębiorstw 40%, odpływu depozytów gospodarstw domowych

$$7,5\% = \frac{(5\% + 10\%)}{2}, \text{ depozytów pozostałych } 10\%. \text{ Ponadto poczyniono}$$

założenie, że odpływ stanowi 25% kwoty odpływu depozytów, gdyż nie

uwzględniono wpływów. Wskaźnik  $u_{lcr}$  wyznaczono na podstawie miesięcznych danych dla depozytów, a następnie uśredniono w skali roku. W ten sposób otrzymano zmienny w czasie wskaźnik  $u_{lcr}$  stanowiący aproksymację odpływu depozytów ogółem (por. rysunek 6.3).



**Rysunek 6.3.** Wagi odpływu depozytów – miernik LCR

**Źródło:** opracowanie własne.

Dla poszczególnych zmiennych wskaźnika LCR udział banków z niezerową liczbą obserwacji w liczbie banków ogółem wyniósł:  $v11270 - 100\%$ ,  $v11215 - 92,3\%$ ,  $v11550 - 100\%$  oraz LCR –  $92,3\%$ .

W związku z przyjęciem upraszczającego założenia, że wpływ netto środków w 30-dniowym okresie napięć finansowych stanowi 25% przyjętej kwoty odpływu, płynne aktywa stanowiły wielokrotność kwoty odpływu (por. tabela 6.9) i w praktyce wskaźnik ten nie przedstawiał wartości poznawczej.

Następnie wyznaczono również przybliżone wartości wskaźnika płynności długookresowej NSFR w następujący sposób:

$$NSFR = \frac{v11800 + v11550 \cdot u_{nsfr}}{v11040 \cdot 0,65 + v11050 \cdot 0,85 + v11060 \cdot 0,50 + v11215 \cdot 0,05 + poz} \cdot 100\% ,$$

gdzie:

$$poz = v11350 - v11040 - v11050 - v11060 - v11215 ,$$

$v11800$  – kapitał własny (tys. zł),

$v11550$  – depozyty ogółem (tys. zł),

- $_{nsfr}$  – waga kwalifikacji dla depozytów,
- v11040 – kredyty hipoteczne (tys. zł),
- v11050 – pozostałe kredyty detaliczne (tys. zł),
- v11060 – kredyty dla przedsiębiorstw (tys. zł),
- v11215 – bony skarbowe i rządowe papiery wartościowe (tys. zł),
- poz – pozostałe aktywa (tys. zł).

Wskaźnik NSFR powinien być wyższy od 100%. Przyjęto następujące wagi dla wyznaczenia wskaźnika  $u_{nsfr}$ : dostępnego finansowania dla depozytów przedsiębiorstw 50%, dostępnego finansowania dla depozytów

gospodarstw domowych  $85\% = \frac{80\% + 90\%}{2}$ , dostępnego finansowania

z tytułu pozostałych depozytów 80%. Wskaźnik  $u_{nsfr}$  wyznaczono na podstawie miesięcznych danych dla depozytów, a następnie uśredniono w skali roku. W ten sposób otrzymano zmienny w czasie wskaźnik stanowiący aproksymację wagi dla dostępnego finansowania z tytułu depozytów (por. rysunek 6.4).

Udział banków z niezerową liczbą obserwacji w liczbie banków ogółem wyniósł: v11800 – 97,44%, v11550 – 100%, v11040 – 25,64%, v11050 – 48,72%, v11060 – 74,36%, v11215 – 92,31%, v11350 – 100% oraz NSFR – 23,08%.

Dla celów porównawczych wyznaczono również wskaźnik dźwigni według wzoru:

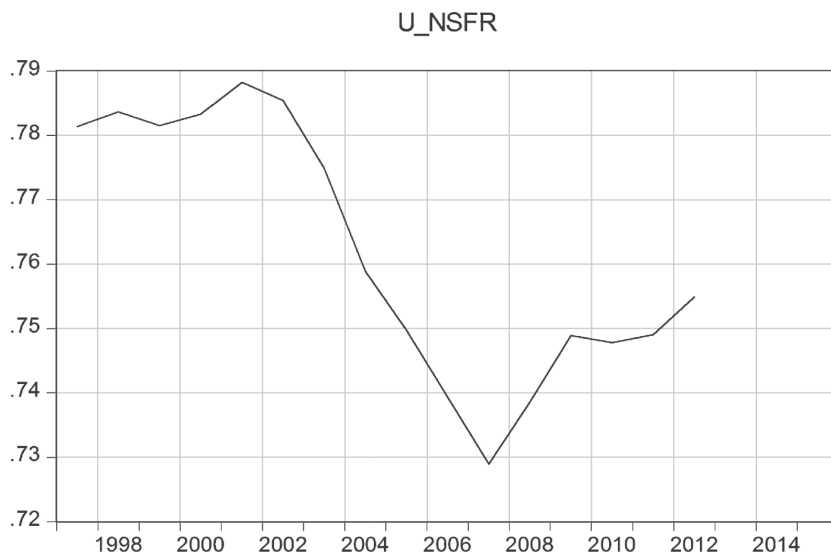
$$lev = \frac{v2140}{v11350 + v11080 - v11300 - v11310 - v2065} \cdot 100\%,$$

gdzie:

- v2140 – kapitał najwyższej jakości (pierwszej kategorii) (tys. zł),
- v11350 – aktywa ogółem (tys. zł),
- v11080 – rezerwa na pokrycie strat z tytułu kredytów zagrożonych oraz z utratą wartości (tys. zł),
- v11300 – wartość firmy (netto) (tys. zł),
- v11310 – wartości niematerialne i prawne (tys. zł),
- v2065 – pozycje pozabilansowe (tys. zł).

Wskaźnik  $lev$  powinien być wyższy od 3%. Udział banków z niezerową liczbą obserwacji w liczbie banków ogółem wyniósł: v2140 – 41,03%, v11350 – 100%, v11080 – 87,18%, v11300 – 61,54%, v11310 – 100%, v2065 – 92,31% oraz  $lev$  – 30,77%.

Wartości przeciętne odpowiednich statystyk opisowych wyznaczonych na podstawie dostępnej próby dla poszczególnych banków przedstawia tabela 6.9.



**Rysunek 6.4.** Wagi dostępnego finansowania z tytułu depozytów – mierznik NSFR

**Źródło:** opracowanie własne.

Można zauważyć, że część banków nie spełniała normy NSFR według podanej definicji. W przypadku normy LCR wyniki są obciążone, gdyż nie uwzględniono wpływów. Dla normy NSFR rachunek jest dokładniejszy, chociaż również przyjęto uproszczenie w przypadku pozycji pozostałych aktywów *poz*. Dokładna jest aproksymacja zmiennej *lev*.

**Tabela 6.9.** Statystyki opisowe – LCR, NSFR, dźwignia

Wyszczególnienie	LCR	NSFR	Dźwignia
Średnia	1 450,97	106,46	6,28
Mediana	1 316,14	107,75	6,28
Maksimum	2 652,15	116,00	7,42
Minimum	717,89	95,35	5,29
Odchylenie standardowe	679,25	10,17	0,97
Liczba obserwacji	240	39	45

**Źródło:** opracowanie własne.

W świetle powyższego warto zwrócić uwagę na normę NSFR, w przypadku której wartość poniżej 100% oznacza – przy zadanej strukturze aktywów – konieczność dokapitalizowania i/lub zwiększenia stabilnej bazy depozytowej. Przeciętnie rzecz biorąc, dla całego sektora wszyst-

kie normy były spełnione, przy czym naruszenie normy NSFR należy uznać za obarczone względnie wysokim prawdopodobieństwem (średnia 106,46).

Wobec przedstawionych wyników oceny możliwości zastosowania nowych norm płynności należało przyjąć, że ich bezpośrednie wykorzystanie w modelu nie jest uzasadnione: (a) w przypadku normy LCR ze względu na nieuwzględnienie wpływów, (b) normy NSFR ze względu na znaczące braki w danych (łącznie 39 obserwacji dla kilku banków). W konsekwencji przyjęto dalsze warunki upraszczające, polegające na uwzględnieniu przybliżonych wskaźników płynności, możliwych do wyznaczenia na podstawie dostępnych danych. Przyjęto następujące wskaźniki:

- płynności krótkookresowej:  $v4035$  – udział płynnych aktywów w depozytach detalicznych i krótkoterminowych,
- płynności długookresowej:  $\frac{1}{v4033}$  – udział depozytów detalicznych i krótkoterminowych w kredytach netto.

Wymienione kategorie są wyznaczane przez Bankscope. Udział banków z niezerową liczbą obserwacji w liczbie banków ogółem wyniósł:  $v4035$  – 100%,  $v4033$  – 100%.

### 6.3.3. Estymacja

Przyjęto statyczny panel niezbilansowany. Parametry modelu oszacowano za pomocą metody najmniejszych kwadratów. Zastosowano estymatory efektów losowych (*random effects*) oraz ustalonych (*fixed effects*) (Wooldridge 2010; Baltagi 2013). Po zastosowaniu modelu z efektami ustalonymi testowano statystyczną istotność tych efektów. Ponieważ  $N > T$  wykorzystano estymator White'a wariancji składnika losowego (Arellano 1987). Ostatecznie przyjęto szacunki dla modelu z efektami ustalonymi, tym samym ograniczając się do wniosku dotyczącego grupy banków poddanych analizie, traktując efekty ustalone jako aproksymację zróżnicowania polityki cenowej w poszczególnych bankach.

Przyjęto, że banki ze względu na skalę działalności (sumę bilansową) nie stanowią homogenicznej grupy. W związku z powyższym przyjęto podział banków (obiektów) według ustalonego kryterium. Podzielono

panel na dwie części: banki duże<sup>6</sup> i pozostałe. Podział panelu polegał na założeniu, że udział średnich aktywów banków dużych (w dostępnej próbie banków) był większy od 5%. Średnie wartości obliczono na podstawie dostępnej liczby obserwacji w okresie 1997–2011. W ten sposób otrzymano podział na banki duże, których łączny udział w sektorze wyniósł 65% oraz banki pozostałe. Średnia wartość aktywów (kryterium podziału) wyniosła 37,7 mld zł. W konsekwencji zrezygnowano z przedstawienia wyników dla całego panelu.

Zastosowano dane roczne, co oznacza, iż częściowo wygładzeniu uległy zakłócenia związane z kryzysem finansowym. Zaproponowany model może stanowić narzędzie prognostyczne, jeśli przyjmie się, że oszacowane związki można ekstrapolować poza próbę. W takich warunkach oznaczałoby to przyjęcie założenia, że nie nastąpią znaczące zmiany w zachowaniu banków. Należy zauważyć, że przyjęta próba obejmuje okres zmian regulacyjnych, które powodują, że banki dostosowują się do nowej sytuacji z wyprzedzeniem, czego wyrazem są obserwowane bufony kapitałowe w bankach. Należy spodziewać się, że antycypacja przez banki zmian regulacyjnych jest zdyskontowana w cenach produktów.

Wyniki estymacji parametrów modelu w odniesieniu do dwóch subpaneli przedstawia tabela 6.10.

Biorąc pod uwagę koncentrację aktywów sektora bankowego (65%) w analizowanej grupie banków dużych, wyniki uzyskane dla nich mają relatywnie większe znaczenie niż dla grupy banków pozostałych. Przedstawione wyniki wskazują na kilka ciekawych wniosków. Na uwagę zasługuje stabilna ocena parametru dla zmiennej WIBOR3M w przypadku dużych banków, której przeciętna wyniosła 0,44. W przypadku banków pozostałych ta ocena zmieniała się znacznie w zależności od specyfikacji równania. Na podstawie uzyskanych wyników należy przypuszczać, że wrażliwość stopy oprocentowania kredytów w mniejszych bankach na zmiany rynkowej stopy WIBOR jest większa niż w bankach dużych. Wprowadzenie dodatkowych zmiennych objaśniających do równania dla banków małych powodowało, że spadała precyzja szacunku wpływu stopy WIBOR na stopę oprocentowania kredytów. Istotne wydaje się to, że ocena wspomnianego parametru dla obu grup banków jest mniejsza od jedności. W praktyce ten parametr powinien być mniejszy od jedności, gdyż niedoskonała substytucja pomiędzy kredytami i innymi niebankowymi formami finansowania obniża elastyczność popytu na kredyt. Jeśli ponadto występują kosz-

6 PKO BP SA, Bank Pekao SA, BRE Bank SA, ING Bank Śląski S.A., Bank Zachodni WBK S.A., Bank Handlowy w Warszawie S.A., Bank BPH SA.

ty zmiany banku oraz wysoki stopień koncentracji w sektorze bankowym, to następuje dalsze obniżanie się elastyczności stóp kredytowych względem stopy odniesienia. Wyniki potwierdzają tę hipotezę dla sektora bankowego w Polsce.

**Tabela 6.10.** Wyniki estymacji modeli panelowych

Wyszczególnienie	Banki					
	duże			pozostałe		
WIBOR3M	0,44***	0,49***	0,39**	0,70***	0,23*	0,12
Współczynnik wypłacalności	x	0,12*	0,11	x	0,05**	0,06***
Płynność krótkookresowa	x	x	0,02*	x	x	0,03**
Płynność długookresowa	x	x	x	x	x	x
Obs.	55			183	104	
Próba (skorygowana)	2004–2011			1997–2011	2001–2011	
F	21,28	18,19	22,31	32,77	43,12	46,76
F(p-val)	0,00					
R2 (skorygowany)	0,75	0,76	0,81	0,83	0,92	0,93
D-W	1,09	1,36	1,64	1,39	1,58	1,51
Test Hausmana (Chi2)	0,11	2,03	2,73	22,08	0,35	36,12
Test Hausmana (p-val)	0,95	0,36	0,44	0,00	0,99	0,00
Test istotności FE (F)	18,64	13,88	16,70	12,23	43,29	48,92
Test istotności FE (p-val)	0,00					

\* Statystyczna istotność na poziomie 10%, \*\* statystyczna istotność na poziomie 5%, \*\*\* statystyczna istotność na poziomie 1%.

**Źródło:** opracowanie własne.

Wprowadzenie dodatkowych czynników objaśniających do równań w postaci współczynnika wypłacalności oraz wskaźnika płynności krótkookresowej poprawiało statystyczną jakość modelu z punktu widzenia zjawiska autokorelacji, szczególnie dla dużych banków. Należy zauważyć, że wpływ wskaźnika płynności długookresowej nie został uwzględniony w modelu, gdyż ocena była nieistotna lub błędna co do znaku (ujemna), jeśli chodzi o wpływ na stopę kredytową. Ogólnie rzecz biorąc, wyniki estymacji po uwzględnieniu wskaźnika płynności długookresowej były niezadowolające.

Zarówno w przypadku banków dużych, jak i pozostałych wpływ współczynnika wypłacalności oraz wskaźnika płynności krótkookresowej był dodatni i na ogół oceny były istotne statystycznie. Jednocześnie, szczególnie dla banków dużych, wpływ współczynnika wypłacalności był wyraźnie większy niż wskaźnika płynności. W przypadku banków mniejszych różnice nie były tak wyraźne. Jeśli przyjąć, że zmiany regulacyjne w sektorze bankowym są częściowo dyskontowane w koszcie kapitału, którego aproksymacją jest stopa WIBOR, to można spodziewać się, że banki małe większą wagę w kanale transmisji przykładają do stopy WIBOR niż do współczynników wypłacalności i płynności. Oznacza to, że w przypadku banków małych ryzyko kredytowe nie ma dla nich charakteru endogenicznego. W większym stopniu o powstawaniu takiego ryzyka decydują banki duże, szczególnie te, które są ważne z systemowego (lokalnie) punktu widzenia.

Biorąc powyższe wnioski pod uwagę, należy stwierdzić istotny statystycznie, dodatni wpływ współczynnika wypłacalności i wskaźnika płynności krótkookresowej na stopę oprocentowania kredytów w sektorze bankowym w Polsce, akcentując rolę banków dużych pod względem aktywów w tym kanale transmisji.

## 6.4. Kwartalny model makroekonometryczny

Celem modelu jest opis podstawowych kategorii ekonomicznych dla rynku finansowego oraz sfery realnej w Polsce w ujęciu zagregowanym. Za pomocą modelu można przeprowadzać cykliczne analizy symulacyjne rozwoju sektora bankowego oraz jego wpływu na wzrost gospodarczy w Polsce.

Przyjęto, że wpływ regulacji dla sektora bankowego realizuje się poprzez kanał cenowy. Podobnie jak w przypadku modelu panelowego przyjęto hipotezę, że zaostrzenie regulacji przekłada się na wzrost kosztów działalności podmiotów, co prowadzi do wzrostu cen produktów finansowych. Należy zauważyć, że niekoniecznie całość dostosowań będzie się odbywała w kanale kredytowym, wywołując presję na wzrost cen produktów kredytowych poprzez wzrost kosztów finansowania. Dostosowania mogą objąć również koszty depozytowe lub inne obszary działalności bankowej. Efekty cenowe surowszych regulacji związane ze wzrostem marż kredytowych wydają się jednak wielce prawdopodobne. Można przyjąć, że wysoki stopień transmisji dodatkowych regulacji na wzrost marż stanowi surowy scenariusz dla gospodarki Polski.

**Tabela 6.11.** Oznaczenia zmiennych w modelu makroekonometrycznym

Nazwa zmiennej	Częstotliwość	Opis	Jednostki	Źródło
1	2	3	4	5
a1	m	Miary płynności, aktywa: podstawowa rezerwa płynności	mln zł	UKNF
a2	m	Miary płynności, aktywa: uzupełniająca rezerwa płynności	mln zł	UKNF
a3	m	Miary płynności, aktywa: pozostałe transakcje zawierane na hurtowym rynku finansowym	mln zł	UKNF
a4	m	Miary płynności, aktywa: aktywa o ograniczonej płynności	mln zł	UKNF
a5	m	Miary płynności, aktywa: aktywa niepłynne	mln zł	UKNF
abp	m	Bilans zagregowany pozostałych monetarnych instytucji finansowych	mln zł	NBP
b1	m	Miary płynności, pasywa: fundusze własne pomniejszone o sumę wartości wymogów kapitałowych z tytułu ryzyka rynkowego i wymogu z tytułu ryzyka rozliczenia dostawy oraz ryzyka kontrahenta	mln zł	UKNF
b2	m	Miary płynności, pasywa: środki obce stabilne	mln zł	UKNF
b3	m	Miary płynności, pasywa: pozostałe pasywa na hurtowym rynku finansowym	mln zł	UKNF
b4	m	Miary płynności, pasywa: pozostałe pasywa	mln zł	UKNF
b5	m	Miary płynności, pasywa: środki obce niestabilne	mln zł	UKNF
car_m	m	Współczynnik wypłacalności, sektor bankowy z oddziałami zagranicznymi	%	UKNF
car_q	q	Współczynnik wypłacalności w bankach komercyjnych	%	UKNF
chfeur	q	Kurs EUR w CHF	CHF	Euro-stat
cp	q	Konsumpcja indywidualna w cenach bieżących	mln zł	Euro-stat
dcc	m	Zobowiązania banków wobec przedsiębiorstw	mln zł	NBP
dhh	m	Zobowiązania banków wobec gospodarstw domowych	mln zł	NBP

1	2	3	4	5
dnf	m	Zobowiązania banków wobec sektora niefinansowego	mIn zł	NBP
ei	q	World commodity prices index	indeks jedno- podstawowy	IFS
gby10y	q	Rentowność 10-letnich obligacji skarbowych	%	Eurostat
gby10y_enu	m	Rentowność 10-letnich obligacji skarbowych w strefie euro	%	ECB
gp	q	Konsumpcja zbiorowa w cenach bieżących	mIn zł	Eurostat
icc	m	Średnie ważone oprocentowanie depozytów i kredytów w polskim systemie bankowym, kredyty złotowe dla podmiotów gospodarczych ogółem	%	NBP
ihc	m	Średnie ważone oprocentowanie depozytów i kredytów w polskim systemie bankowym, kredyty gotówkowe złotowe dla gospodarstw domowych ogółem	%	NBP
ihm	m	Średnie ważone oprocentowanie depozytów i kredytów w polskim systemie bankowym, kredyty mieszkaniowe ogółem	%	NBP
ip	q	Nakłady inwestycyjne w cenach bieżących	mIn zł	Eurostat
iref	q	Stopa referencyjna	%	Eurostat
lcc_fx	m	Kredyty i pożyczki udzielone przedsiębiorstwom, walutowe	mIn zł	NBP
lcc_pln	m	Kredyty i pożyczki udzielone przedsiębiorstwom, złotowe	mIn zł	NBP
lhc	m	Kredyty i pożyczki bankowe udzielone gospodarstwom domowym – konsumpcyjne, ogółem, ceny bieżące	mIn zł	NBP
lhh	m	Kredyty i pożyczki bankowe udzielone gospodarstwom domowym, ogółem, ceny bieżące	mIn zł	NBP
lhm_fx	m	Kredyty i pożyczki bankowe udzielone gospodarstwom domowym na nieruchomości, walutowe	mIn zł	NBP
lhm_pln	m	Kredyty i pożyczki bankowe udzielone gospodarstwom domowym na nieruchomości, złotowe	mIn zł	NBP

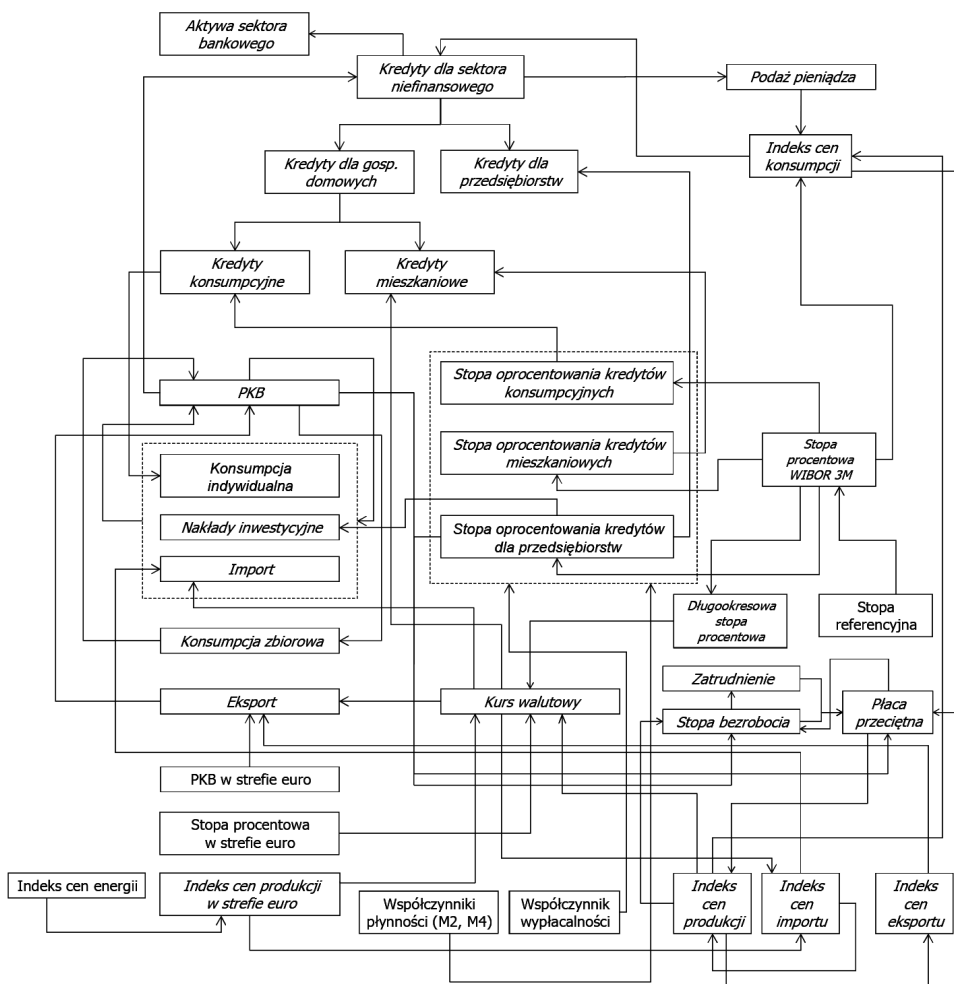
Tab. 6.11 (cd.)

1	2	3	4	5
m3p	m	Podaż pieniądza M3, ceny bieżące	mln zł	NBP
m3p_enu	q	Podaż pieniądza M3 w strefie euro	mln EUR	IFS
mm3m	m	Stopa procentowa wibor 3m	%	Eurostat
mm3m_enu	q	Stopa procentowa euribor 3m w strefie euro	%	Eurostat
mp	q	Import towarów i usług w cenach bieżących	mln zł	Eurostat
ncc	m	Należności banków od przedsiębiorstw, ogółem, ceny bieżące	mln zł, stany	NBP
nhh	m	Należności banków od gospodarstw domowych, ogółem, ceny bieżące	mln zł, stany	NBP
nif	m	Należności banków od sektora niefinansowego, ogółem	mln zł, stany	NBP
nplc	m	Należności zagrożone pozostałymi monetarnymi instytucjami finansowymi od pozostałych sektorów krajowych, przedsiębiorstwa	mln zł, stany	NBP
nplh	m	Należności zagrożone pozostałymi monetarnymi instytucjami finansowymi od pozostałych sektorów krajowych, gospodarstwa domowe	mln zł, stany	NBP
nplnf	m	Należności zagrożone pozostałymi monetarnymi instytucjami finansowymi od pozostałych sektorów krajowych, sektor niefinansowy	mln zł, stany	NBP
opi	q	World commodity prices, crude oil (petroleum)	indeks jednostawowy	IFS
pacp	q	World commodity prices, crude oil (petroleum)	USD	IFS
pc	q	Deflator konsumpcji indywidualnej	indeks jednostawowy	Eurostat
pcpi	q	Indeks cen towarów i usług konsumpcyjnych	indeks jednostawowy	IFS
pcpi_enu	q	Indeks cen towarów i usług konsumpcyjnych w strefie euro	indeks jednostawowy	IFS
pg	q	Deflator konsumpcji zbiorowej	indeks jednostawowy	Eurostat
pi	q	Deflator nakładów inwestycyjnych	indeks jednostawowy	Eurostat
plineur	q	Kurs EUR w PLN	PLN	Eurostat
pm	q	Deflator importu ogółem	indeks jednostawowy	Eurostat

1	2	3	4	5
pppi	q	Indeks cen produkcji przemysłowej	indeks jednopodstawowy	IFS
pppi_emu	q	Indeks cen produkcji przemysłowej w strefie euro	indeks jednopodstawowy	IFS
px	q	Deflator eksportu ogółem	indeks jednopodstawowy	Eurostat
py	q	Deflator PKB	indeks jednopodstawowy	Eurostat
py_emu	q	Deflator PKB w strefie euro	indeks jednopodstawowy	Eurostat
rcc	m	Średnie ważone oprocentowanie depozytów i kredytów w polskim systemie bankowym, depozyty złotowe podmiotów gospodarczych, terminowe	%	NBP
rhh	m	Średnie ważone oprocentowanie depozytów i kredytów w polskim systemie bankowym, depozyty złotowe osób prywatnych, terminowe, depozyty złotowe gospodarstw domowych depozyty terminowe złotowe gospodarstw domowych	%	NBP
usdeur	q	Kurs EUR w USD	USD	Eurostat
wp	q	Przećiętne miesięczne wynagrodzenie brutto w gospodarce narodowej	w zł	GUS
xp	q	Eksport towarów i usług w cenach bieżących	mln zł	Eurostat
yp	q	PKB w cenach bieżących	mln zł	Eurostat
yp_emu	q	PKB w cenach bieżących w strefie euro	mln EUR	Eurostat
z	q	Zatrudnienie w gospodarce narodowej	tys.	GUS

**Uwagi:** stosowane oznaczenia: przyrostek „p” – zmienna wyrażona w cenach bieżących.

**Źródło:** opracowanie własne.



**Rysunek 6.5.** Schemat zależności w modelu makroekonometrycznym

**Źródło:** opracowanie własne.

#### 6.4.1. Dane statystyczne

Szacunki parametrów równań modelu zostały oparte na miesięcznych i kwartalnych danych statystycznych, których źródłem są:

- Eurostat,
- Międzynarodowy Fundusz Walutowy,
- Narodowy Bank Polski,
- Urząd Komisji Nadzoru Finansowego.

Opis zmiennych zawiera tabela 6.11.

### 6.4.2. Specyfikacja

Model ma charakter popytowy<sup>7</sup>. Osią modelu jest równanie tożsamościowe dla produktu krajowego brutto (PKB) w podziale na składniki popytu finalnego: konsumpcję indywidualną i zbiorową, nakłady inwestycyjne, eksport oraz import, dla których zbudowano równania behawioralne. Na rysunku 6.5 przedstawiono schemat zależności w modelu. Uwaga: kursywą oznaczono zmienne objaśniane.

Za główny czynnik kreacji pieniądza M3 przyjęto należności banków od sektora niefinansowego.

Indeks cen towarów i usług konsumpcyjnych uzależniono od czynników o charakterze pieniężnym i kosztowym. Blok cenowy jest rozbudowany, gdyż wprowadzono do niego równania dla indeksów cen: produkcji sprzedanej przemysłu, transakcyjnych w imporcie i eksporcie, deflatora PKB. Ponadto dla wybranych indeksów cen, tj. dla indeksu cen produkcji oraz deflatora PKB, wprowadzono również relacje w odniesieniu do strefy euro.

W modelu występują równania dla importu i eksportu całkowitego, co pozwoliło na wprowadzenie do modelu podstawowego bloku równań dla strefy euro oraz na objaśnienie kursu walutowego złotego względem euro (kursu euro).

Ze względu na silną zależność wzrostu gospodarczego w Polsce od skali finansowania poprzez kredyt bankowy, wprowadzono podział wolumenu kredytu ogółem na kredyt dla przedsiębiorstw niefinansowych i gospodarstw domowych. W ramach kredytu dla gospodarstw domowych wprowadzono podział na kredyt konsumpcyjny i mieszkaniowy. To pozwoliło na objaśnienie kategorii realnego kredytu, uzależniając go od czynników dochodowych – kanał bilansowy – oraz czynników cenowych – kanał stopy procentowej. Za czynnik dochodowy przyjęto PKB. Dla poszczególnych agregatów kredytu przyjęto właściwą dla niego stopę procentową, która została uzależniona od 3-miesięcznej stopy WIBOR. Stopa WIBOR jest natomiast funkcją stopy referencyjnej NBP.

Z punktu widzenia sektora bankowego należy poczynić następującą uwagę. Współczynnik wypłacalności i współczynniki płynności krótko- i długookresowej zostały włączone do zbioru zmiennych objaśniających stopy oprocentowania poszczególnych rodzajów kredytu, podobnie jak w opisanym wcześniej modelu panelowym.

Większość relacji w modelu zostało opisanych za pomocą dwóch równań – długookresowego oraz krótkookresowego z mechanizmem korekty

7 Szerzej na temat genezy specyfikacji równań modelu w odniesieniu do sfery realnej gospodarki oraz sektora finansowego w Polsce – por. Wdowiński 2005, 2011b, c, 2012a, b. Por. również Welfe 2011; Karp *et al.* 2013. W opisie pominięto zapis opóźnień czasowych oraz składnik losowy.

błędem. Wybrane zmienne (YR, CR, IR, GR, XR, MR, YR\_EMU, WP, PY\_EMU, U – por. tabela 6.11), w których występowała sezonowość, zostały poddane wygładzaniu za pomocą filtra sezonowego X-12-ARIMA (por. Findley *et al.* 1998). Dla zmiennych wygładzonych zbudowano relacje długookresową i krótkookresową, a następnie kategoria źródłowa (sezonowa) została opisana za pomocą kategorii filtrowanej z uwzględnieniem schematu sezonowości za pomocą zerojedynkowych zmiennych sezonowych. W ten sposób w procesie modelowania ograniczono wpływ obserwacji nietypowych na szacunki parametrów (ograniczono rolę kryzysu finansowego), co pozwoliło na większą precyzję szacunków relacji długookresowej. Powyższy zabieg miał również na celu ograniczenie wpływu wahań krótkookresowych na szacunki parametrów. Miało to także służyć realizacji postulatu o zagospodarowaniu w modelu tendencji długookresowych tak, aby potencjalne zmiany strukturalne w systemie bankowym w przyszłości nie spowodowały znacznego odejścia od ścieżki projekcji (symulacji) zmian w gospodarce na podstawie modelu.

W modelu przyjęto hipotezę, że koszty zwiększonych wymogów kapitałowych i płynnościowych zostaną w całości przeniesione na klientów banków. Oznacza to, że przyjęto założenie o braku zmian stopy rentowności aktywów ROA oraz kapitału ROE. Należy bowiem uznać, że w sytuacji, gdy nie zmniejszą się oczekiwania właścicieli banków odnośnie do wymienionych stóp zwrotu, ich utrzymanie na dotychczasowym (wysokim) poziomie będzie skutkowało wzrostem kosztów działalności na skutek zwiększenia wymogów nadzorczych. Nie można wykluczyć sytuacji, w której zwiększonej stabilności systemu finansowego, dzięki zwiększonej kapitalizacji, będzie towarzyszyć zmniejszenie się oczekiwań właścicieli odnośnie zysku (por. Elliot *et al.* 2012). Należy jednak zauważyć, że przyjęcie założenia o niezmiennych stopach ROA i ROE może znajdować uzasadnienie w obserwacji czynników strukturalnych w sektorze finansowym w Polsce z dominującą rolą sektora bankowego. Oznacza to, że nie ma w Polsce realnej alternatywy dla podmiotów gospodarczych (i gospodarstw domowych) wobec finansowania poprzez kredyt bankowy. To wszystko sprawia, że przyjęto kosztową hipotezę o wpływie zwiększonych wymogów kapitałowych i płynnościowych.

### Składowe PKB

Osią modelu jest równanie tożsamościowe produktu krajowego brutto (w kategoriach nominalnych):

$$YP = CP + GP + IP + XP - MP,$$

gdzie:

$YP$  – PKB,

$CP$  – konsumpcja indywidualna,

$GP$  – konsumpcja zbiorowa,  
 $IP$  – nakłady inwestycyjne,  
 $XP$  – eksport,  
 $MP$  – import.

Każdy nominalny składnik PKB stanowi iloczyn (objaśnianego) odpowiednika w cenach stałych i odpowiedniego deflatora. Dla realnych komponentów PKB zbudowano równania stochastyczne.

Konsumpcja indywidualna w cenach stałych ( $CR$ ) zależy od realnego PKB ( $YR$ ) oraz realnego kredytu dla gospodarstw domowych ( $LHCR$ ):

$$\log(CR) = a + b_1 \log(YR) + b_2 \log(LHCR).$$

Realne nakłady inwestycyjne ( $IR$ ) uzależniono od realnego PKB oraz od różnicy stopy oprocentowania kredytu dla przedsiębiorstw ( $ICC$ ), który wpływa na inwestycje poprzez kredyt dla przedsiębiorstw oraz stopy WIBOR3M ( $MM3M$ ). Równanie inwestycji przyjęło postać:

$$\log(IR) = a + b_1 \log(YR) + b_2 \log(ICC - MM3M).$$

Realny import uzależniono od PKB i dodatkowo od relacji cen dóbr importowanych do krajowych  $PM / PY$  (aproxymacja realnego kursu walutowego):

$$\log(MR) = a + b_1 \log(YR) + b_2 \log(PM / PY).$$

Analogicznie, realny eksport ( $XR$ ) uzależniono (uwzględniając inercję) od PKB w strefie euro ( $YR_{EMU}$ ), stanowiącego czynnik dochodowy w krajach-partnerach handlowych Polski oraz od relacji krajowych cen

eksportowych (wyrażonych w euro) do zagranicznych  $\left( \frac{PX}{\frac{PLNEUR}{PY_{EMU}}} \right)$

zgodnie z równaniem:

$$\log(XR) = a + b_1 \log(XR_{-1}) + b_2 \log(YR_{EMU}) + b_3 \log \left( \frac{PX}{\frac{PLNEUR}{PY_{EMU}}} \right).$$

## Rynek pracy

Model zawiera blok równań dotyczący rynku pracy, gdzie zbudowano równania dla stopy bezrobocia ( $U$ ), nominalnego wynagrodzenia

przeciętnego ( $WP$ ) oraz zatrudnienia ( $Z$ ). Stopę bezrobocia uzależniono od PKB reprezentującego popyt na pracę oraz od płacy realnej (będącej ilorazem płacy przeciętnej i indeksu cen produkcji przemysłowej  $WP/PPPI$ ), odpowiadającej krańcowemu kosztowi pracy. Równanie bezrobocia przyjęło postać:

$$\log(U) = a + b_1 \log(YR) + b_2 \log\left(\frac{WP}{PPPI}\right).$$

Zatrudnienie związane jest ze stopą bezrobocia za pomocą równania łącznikowego:

$$\log(Z) = a + b_1 U.$$

Nominalne wynagrodzenie przeciętne jest funkcją indeksacji płac związanej z kosztami utrzymania – indeks CPI (PCPI), produktywności rozumianej jako PKB przypadającego na zatrudnionego ( $YR/Z$ ), oraz napięć na rynku pracy związanych ze stopą bezrobocia:

$$\log(WP) = a + b_1 \log(PCPI) + b_2 \log\left(\frac{YR}{Z}\right) + b_3 U.$$

## Kredyty

Ze względu na silną zależność wzrostu gospodarczego w Polsce od skali finansowania poprzez kredyt bankowy wprowadzono podział wolumenu kredytu ogółem na kredyt dla przedsiębiorstw niefinansowych (LCCR) i gospodarstw domowych. W ramach kredytu dla gospodarstw domowych wprowadzono podział na kredyt konsumpcyjny (LHCR) i kredyt mieszkaniowy (LHMR). To pozwoliło na endogenizację kategorii realnego kredytu, uzależniając go od czynników dochodowych – kanał bilansowy – oraz czynników cenowych – kanał stopy procentowej. Za czynnik dochodowy przyjęto PKB. Dla poszczególnych agregatów kredytu przyjęto właściwą dla niego stopę procentową. Zgodnie z powyższym równania kredytów przyjmują postać:

$$\log(LCCR) = a + b_1 \log(YR) + b_2 (ICC - MM3M) + b_3 UNPLC,$$

$$\log(LHCR) = a + b_1 \log(YR) + b_2 IHC + b_3 UNPLH,$$

$$\log(LHMR) = a + b_1 \log(YR) + b_2 IHM + b_3 \log(PLNCHF) + b_4 UNPLH,$$

gdzie:

$IHC$ ,  $IHM$  – odpowiednio stopy oprocentowania kredytów konsumpcyjnych i mieszkaniowych;

*UNPLC*, *UNPLH* – udział należności zagrożonych w należnościach ogółem, odpowiednio dla przedsiębiorstw i gospodarstw domowych, reprezentujący czynnik podażowy;

*PLNCHF* – kurs franka szwajcarskiego w złotych.

## Stopy procentowe

Ważne z punktu widzenia interakcji w modelu jest określenie poziomu indeksacji rynkowej stopy procentowej względem stopy referencyjnej NBP oraz reakcji stóp kredytowych na zmiany rynkowej stopy procentowej. W związku z tym do modelu wprowadzono stopy oprocentowania poszczególnych agregatów kredytu. Indeksację stóp kredytowych można przedstawić w następujący sposób:

$$i = \mu + \alpha i^m,$$

gdzie:

$i$  – stopa oprocentowania kredytów,

$i^m$  – rynkowa stopa procentowa (krańcowy koszt finansowania),

$\mu$  – stała marża.

Parametr  $\alpha=1$  odpowiada warunkom doskonałej konkurencji i pełnej informacji. W praktyce  $\alpha < 1$ , gdyż, po pierwsze, niedoskonała substytucja pomiędzy kredytami i innymi niebankowymi formami finansowania obniża elastyczności popytu na kredyt. Po drugie, elastyczności popytowe mogą obniżyć się na skutek występowania kosztów zmiany banku oraz wysokiego stopnia koncentracji w sektorze bankowym. Podobnie występowanie asymetrii informacji („niekorzystny wybór”, „pokusa nadużycia”) powoduje, że elastyczności stóp kredytowych względem stopy odniesienia obniżają się.

Z punktu widzenia weryfikacji efektu indeksacji stóp procentowych ważny jest wybór kanału transmisji. Zwykle bada się efekt transmisji zmian stopy referencyjnej ( $i^{ref}$  na stopę rynkową  $i^m$ ) oraz stopy rynkowej na stopy kredytowe  $i$ .

W związku z powyższym, biorąc ponadto pod uwagę omówione wcześniej potencjalne komponenty kosztu finansowania, w analizowanym modelu stopa oprocentowania poszczególnych agregatów kredytu została zdekomponowana w następujący sposób:

$$i = \mu + \alpha i^m + \beta r + \gamma [\rho l_1 + (1 - \rho) l_2], \quad \alpha, \beta, \gamma > 0 \quad (4)$$

gdzie:

$i$  – stopa oprocentowania kredytów,

$i^m$  – 3-mies. stopa WIBOR,

- $r$  – zagregowany współczynnik wypłacalności dla sektora bankowego,  
 $l_1$  – miernik płynności krótkookresowej M2,  
 $l_2$  – miernik płynności długookresowej M4,  
 $\mu, \alpha, \beta, \gamma$  – parametry równania,  
 $\rho$  – stała z przedziału  $\langle 0, 1 \rangle$ .

Warto zauważyć, że podobne do obowiązujących nadzorczych mierników płynności oznaczenia – M1, M2, M3 – stosuje się również w odniesieniu do agregatów pieniężnych. Nie należy tych pojęć utożsamiać.

Nadzorcze współczynniki płynności M2 i M4 określono na podstawie uchwały KNF w sprawie ustalenia wiążących banki norm płynności<sup>8</sup>. Miernik M2 oznacza współczynnik płynności krótkoterminowej zdefiniowany jako:

$$M2 = l_1 = \frac{A1 + A2}{B5},$$

gdzie:

- A1 – podstawowa rezerwa płynności,
- A2 – uzupełniająca rezerwa płynności,
- B5 – środki obce niestabilne.

Miernik M4 oznacza współczynnik płynności długoterminowej zdefiniowany jako:

$$M4 = l_2 = \frac{B1 + B2}{A4 + A5},$$

gdzie:

- B1 – fundusze własne pomniejszone o sumę wartości wymogów kapitałowych z tytułu ryzyka rynkowego i wymogu z tytułu ryzyka rozliczenia dostawy oraz ryzyka kontrahenta,
- B2 – środki obce stabilne,
- A4 – aktywa o ograniczonej płynności,
- A5 – aktywa niepłynne.

Wartość minimalna dla współczynników M2 i M4 wynosi 100%.

Jak wspomniano wcześniej, wśród nowych propozycji bazylejskich znajdują się dwa mierniki w zakresie ryzyka płynności: LCR i NSFR.

Wskaźnik LCR (raportowanie miesięczne) jest relacją płynnych aktywów o wysokiej jakości do wpływów netto. Ma na celu zagwarantowanie, że banki będą dysponowały odpowiednimi aktywami na pokrycie płynności w nagłych wypadkach w okresie 30-dniowym. Za aktywa o wysokiej jakości uznaje się instrumenty płynne, bezpieczne, w krótkim

<sup>8</sup> Uchwała nr 386/2008.

czasie wymienne na środki pieniężne w warunkach napięć na rynku finansowym. Na wypływy netto składają się odpowiednio ważone poziomy depozytów (stabilnych – detalicznych i MSP) oraz zabezpieczone i niezabezpieczone finansowanie od przedsiębiorstw niefinansowych, jak również potencjalny odpływ środków z instrumentów pochodnych, skorygowane o dopływ gotówki, odpowiednio zważony, zasilany m.in. ze spłat wynikających z udzielonych kredytów.

W celu zapewnienia stabilnego finansowania w horyzoncie powyżej jednego roku wymaga się, aby cechy aktywów i pasywów banków były kontrolowane przez wskaźnik NSFR (raportowanie kwartalne). Wskaźnik ten oznacza, że dostępne źródła stabilnego finansowania mają pokryć wymagany poziom stabilnego finansowania. Do dostępnych źródeł stabilnego finansowania zalicza się fundusze własne, zobowiązania długoterminowe oraz odpowiednio ważone (stabilne) depozyty od osób fizycznych i przedsiębiorstw niefinansowych. Na wymagane środki stabilnego finansowania składają się odpowiednio ważone względem terminów zapadalności kredyty dla osób fizycznych i podmiotów niefinansowych, w tym kredyty hipoteczne oraz inwestycje banku w instrumenty finansowe. Wskaźnik NSFR określa minimalny poziom stabilnego finansowania opartego na cechach aktywów i działalności banku w horyzoncie jednego roku. Prowadzi do ograniczenia stosowania finansowania krótkoterminowego. Oblicza się go przy założeniu wystąpienia sytuacji kryzysowej.

Wartość minimalna dla wskaźników LCR i NSFR wynosi 100%.

Mierniki M2 i M4 oraz odpowiednio LCR i NSFR nie są bezpośrednio porównywalne, chociaż co do istoty ich sposób liczenia jest podobny. Podstawowa analiza mierników bazylejskich LCR i NSFR pozwala stwierdzić, że są one bardziej restrykcyjne niż przyjęte w Polsce wskaźniki M2 i M4. Po pierwsze, zwraca uwagę wprowadzenie wag dla poszczególnych pozycji aktywów i pasywów, składających się na mierniki LCR i NSFR. Po drugie, warto zauważyć, że zgodnie z zapisami Bazylei III i rozwiązaniami przewidzianymi w rozporządzeniu CRR linie kredytowe od instytucji finansowych nie będą uznawane za stabilne źródło zobowiązań i będą wymagały pokrycia w wysoce płynnych aktywach. Po trzecie, preferowane będzie finansowanie długoterminowe, w tym dług długoterminowy i stabilne depozyty. Rozszerzona zostaje zatem definicja bazy depozytowej, obejmującej przede wszystkim depozyty od klientów detalicznych i MSP z terminem wymagalności powyżej jednego roku. Mniejsze znaczenie będzie miało finansowanie hurtowe o wymagalności powyżej jednego roku od podmiotów niefinansowych.

Ze względu na brak kwantyfikacji mierników LCR i NSFR posłużono się w szacunkach miernikami M2 i M4. Biorąc pod uwagę zakres surowości nowych wskaźników bazylejskich, dotychczas uzyskane wyni-

ki można traktować jako efekty minimalne z perspektywą wzrostu po zastosowaniu nowych wskaźników. Niezależne badania Związku Banków Polskich (ZBP) we współpracy z firmą PwC Polska (Związek Banków Polskich 2012) pokazują, że największym wyzwaniem dla banków w Polsce będą nowe normy płynności, w szczególności zaś normy płynności długoterminowej. Z punktu widzenia wymogów kapitałowych uwagę zwraca fakt, że polskie banki posiadają solidne fundusze własne o wysokiej jakości.

W prezentowanym modelu zastosowano kosztowy kanał wpływu wymogów kapitałowych i płynnościowych. Przedstawiona powyżej postać równania stopy procentowej została zastosowana w odniesieniu do stóp oprocentowania kredytów konsumpcyjnych i mieszkaniowych. Wpływ współczynników płynności na stopę oprocentowania kredytów dla przedsiębiorstw okazał się nieistotny statystycznie. Wobec powyższego usunięto te zmienne kosztowe z równania. W konsekwencji, w przypadku wolumenu kredytów dla przedsiębiorstw, w analizie symulacyjnej realizował się wyłącznie kanał bilansowy związany ze zmianami PKB. Efekty cenowo-kosztowe związane ze zmianami współczynników płynnościowych nie odgrywały roli. Potwierdza to pośrednio wnioski uzyskane na podstawie przedstawionej wcześniej analizy kointegracji. W wyniku jej zastosowania okazało się bowiem, że stopa oprocentowania kredytów dla przedsiębiorstw była w omawianym okresie indeksowana względem stóp oprocentowania kredytów dla gospodarstw domowych.

Stałą  $\rho$  wyznaczono w drodze eksperymentu, zwiększając ją w każdej iteracji o 0,05. Następnie przyjęto wartość stałej  $\rho$ , dla której dane równanie stopy procentowej cechowało się najlepszymi własnościami merytorycznymi i statystycznymi. W odniesieniu do stóp oprocentowania kredytów posłużono się szacunkami dla próby miesięcznej ze względu na ograniczony zakres danych dla norm płynności.

## Depozyty

Stopy oprocentowania depozytów wpływają na podaż poszczególnych depozytów. Przyjęto, że w przypadku depozytów od przedsiębiorstw (DCCR) znaczenie ma różnica pomiędzy oprocentowaniem tych depozytów a stopą WIBOR ( $RCC - MM3M$ ) odzwierciedlająca ich względną atrakcyjność. W przypadku depozytów od gospodarstw domowych (DHHR) jest to różnica pomiędzy oprocentowaniem tych depozytów a rentownością 10-letnich obligacji skarbowych ( $RHH - GBY10Y$ ). Kolejnym czynnikiem wpływu jest PKB związany z dochodami ludności i zyskami przedsiębiorstw. W rezultacie równania depozytów od przedsiębiorstw i gospodarstw domowych przyjmują postać:

$$\log(DCCR) = a + b_1 \log(YR) + b_2 (RCC - MM3M),$$

$$\log(DHHR) = a + b_1 \log(YR) + b_2 (RHH - GBY10Y).$$

### Podaż pieniądza

Za główny czynnik kreacji pieniądza M3 przyjęto zależności od sektora niefinansowego NNF:

$$\log(M3P) = a + b_1 \log(NNF).$$

### Ceny

Blok cenowy jest rozbudowany, gdyż wprowadzono do niego – oprócz CPI – także równania dla indeksów cen: produkcji sprzedanej przemysłu, transakcyjnych w imporcie i eksporcie, deflatora PKB i deflatora konsumpcji.

Indeks cen towarów i usług konsumpcyjnych (PCPI) uzależniono od czynników o charakterze pieniężnym (podaż pieniądza M3P) i kosztowym (ceny produkcji przemysłowej PPPI). Ponadto, jest on malejącą funkcją stopy procentowej WIBOR (MM3M), co pozwoliło na bezpośrednie wprowadzenie do równania cen CPI elementów polityki pieniężnej.

$$\log(PCPI) = a + b_1 \log(PPPI) + b_2 (M3P) + b_3 MM3M.$$

Indeks cen produkcji sprzedanej przemysłu uzależniono od kosztów, na które wpływ mają: indeks cen transakcyjnych w imporcie (PM) oraz płace (WP). Równanie indeksu PPI przyjęło postać:

$$\log(PPPI) = a + b_1 \log(PM) + b_2 \log(WP).$$

Przyjęto również równania łącznikowe dla deflatora konsumpcji (PC):

$$PC = a + b_1 PCPI,$$

oraz deflatora eksportu (PX):

$$\log(PX) = a + b_1 \log(PPPI).$$

Indeks cen towarów importowanych (PM) uzależniono od indeksu cen produkcji przemysłowej w strefie euro (PPPI\_EMU), reprezentu-

jącego zagraniczne ceny produkcji oraz od nominalnego kursu walutowego euro (PLNEUR):

$$\log(PM) = a + b_1 \log(PPPI\_EMU) + b_2 \log(PLNEUR).$$

Deflator PKB uzależniono od deflatorów poszczególnych składowych PKB:

$$\log(PY) = b_1 \log(PC) + b_2 \log(PI) + \\ b_3 \log(PG) + b_4 \log(PX) + b_5 \log(PM)$$

gdzie: PI, PG oznaczają odpowiednio deflatory inwestycji oraz wydatków rządowych.

### Strefa euro

W modelu występują równania dla importu i eksportu uwzględniające zmienne zagraniczne. Spowodowało to konieczność wprowadzenia do modelu podstawowego bloku równań dla strefy euro oraz na endogenizację kursu euro.

W bloku cen dla strefy euro, reprezentującej w modelu zagranicę, wyszczególniono ceny konsumpcji, produkcji oraz deflator PKB.

Indeks cen konsumpcyjnych dla strefy euro ( $PCPI\_EMU$ ) jest determinowany przez indeks cen produkcji ( $PPPI\_EMU$ ), podaż pieniądza M3 w strefie euro ( $M3P\_EMU$ ) oraz 3-mies. stopę procentową EURIBOR ( $MM3M\_EMU$ ):

$$\log(PCPI\_EMU) = a + b_1 \log(PPPI\_EMU) + \\ b_2 \log(M3P\_EMU) + b_3 MM3M\_EMU.$$

Dla indeksu cen produkcji przemysłowej w strefie euro zbudowano równanie, w którym te ceny zależą od cen ropy naftowej (PACP):

$$\log(PPPI\_EMU) = a + b_1 \log(PACP).$$

Deflator PKB w strefie euro uzależniono od indeksu cen konsumpcyjnych, zgodnie z równaniem:

$$\log(PY\_EMU) = a + b_1 \log(PCPI\_EMU).$$

### Kurs walutowy

W odniesieniu do kursu euro przyjęto model CHEER (*capital enhanced equilibrium exchange rate*). Połączono w nim teorie parytetu siły nabywczej PPP i niezabezpieczonego parytetu stóp procentowych UIP. Model

CHEER jest modelem hybrydowym, w którym absolutny parytet PPP został rozszerzony o przepływy kapitałowe związane ze stopami procentowymi (Wdowiński 2011a; Kęłowski, Welfe 2012; Kelm 2013).

Podejście CHEER specyfikuje odchylenia kursu nominalnego od absolutnego parytetu PPP, związane z różnicą stóp procentowych. W tym równaniu kurs walutowy jest wynikiem interakcji zmiennych zaliczanych do rachunków obrotów bieżących i kapitałowych.

W celu objaśnienia kursu euro (PLNEUR) zastosowano indeks cen PPI oraz długookresowe stopy procentowe, aproksymowane za pomocą rentowności 10-letnich obligacji skarbowych w Polsce (GBY10Y) i strefie euro ( $GBY10Y\_EMU$ ). Te stopy są odpowiednio funkcją stóp WIBOR i EURIBOR.

W rezultacie równanie kursu walutowego przyjęło postać:

$$\log(PLNEUR) = a + b_1 \log(PPPI) + b_2 \log(PPPI\_EMU) + b_3(GBY10Y - GBY10Y\_EMU),$$

zaś równania rentowności polskich i zagranicznych obligacji skarbowych odpowiednio:

$$GBY10Y = a + b_1 MM3M,$$

$$GBY10Y\_EMU = a + b_1 MM3M\_EMU.$$

## Aktywa sektora finansowego

Agregacja sektorów rynku finansowego wymaga ustalenia miernika ich wielkości. W modelu tę rolę pełni wartość aktywów (przy czym aktywa sektora bankowego mają w modelu charakter endogeniczny). Równanie tożsamościowe, w którym agregowane są poszczególne aktywa jest następujące:

$$ASFP = ABP + (AUZP + AUMP) + AOFEP + ATFIP,$$

gdzie:

- $ASFP$  – aktywa sektora finansowego,
- $ABP$  – aktywa sektora bankowego,
- $AUZP$  – aktywa sektora ubezpieczeń na życie,
- $AUMP$  – aktywa sektora ubezpieczeń pozostałych osobowych i majątkowych,
- $AOFEP$  – aktywa sektora otwartych funduszy emerytalnych,
- $ATFIP$  – aktywa sektora kapitałowego.

Aktywa w sektorze bankowym (ABP) uzależniono w postaci równania łącznikowego od całkowitych należności od sektora niefinansowego (NNF):

$$\log(ABP) = a + b_1 \log(NNF).$$

### 6.4.3. Estymacja

#### Mechanizm korekty błędem

Dla wszystkich równań modelu (z wyłączeniem deflatora PKB dla Polski) przyjęto postać mechanizmu korekty błędem według procedury Engle'a-Grangera. Równanie korekty błędem jest następujące:

$$\Delta y = \alpha + \beta \Delta x - \theta(y_{-1} - \delta x_{-1}),$$

gdzie:

- zmienna objaśniana,
- $x$  – zmienna objaśniająca,
- $\Delta$  – przyrost zmiennej,
- $\alpha, \beta, \theta, \delta$  – parametry równania.

Interpretacja parametrów równań korekty błędem wymaga wprowadzenia pojęcia równowagi. Równowaga jest stanem systemu, w którym nie występują żadne siły w kierunku jego zmiany. Występowanie równowagi oznacza, że wszystkie zmienne są stacjonarne, tj. ich wartość oczekiwana, wariancja i kowariancja nie zmieniają się w czasie.

Systemy ekonomiczne poddawane są zakłóceniom wytrącającym je ze stanu równowagi. Występują również siły, które przywracają z czasem relację równowagi pomiędzy zmiennymi. Wówczas mówi się o równowadze długookresowej. Oznacza to występowanie długookresowego mechanizmu samoregulującego, który – na skutek zakłócenia – sprowadza system do stanu równowagi. Równowaga długookresowa oznacza zatem stan, do którego zmierza system. Wobec tego system może obejmować zmienne niestacjonarne.

Zgodnie z powyższym łatwo jest zinterpretować parametry mechanizmu korekty błędem. Parametr  $\delta$  jest mnożnikiem długookresowym i wyraża wpływ zmiennej  $x$  na  $y$ . Wyrażenie  $y - \delta x$  mierzy różnicę między wartością zmiennej objaśnianej a jej wartością, odpowiadającą warunkom równowagi. Oznacza więc odchylenie od stanu równowagi i jest nazywane „błędem równowagi”. Parametr  $\theta$  mierzy siłę wpływu stanu krótkookresowej nierównowagi na zmiany  $y$ . Wpływ powinien

być ujemny, co oznacza istnienie sił przywracających stan równowagi. Dodatnia wartość parametru  $\theta$  świadczy o braku równowagi długookresowej w badanym systemie. Składnik  $\theta(y-\delta x)$  nosi nazwę składnika korekty błędem. Parametr  $\beta$ , nazywany mnożnikiem krótkookresowym, wyraża siłę natychmiastowej reakcji zmiennej objaśnianej na zmianę wartości zmiennej objaśniającej.

Estymacja parametrów równań korekty błędem jest procedurą dwuetapową, nazywaną dwustopniową procedurą Engle'a-Grangera. W pierwszym kroku procedury szacuje się parametr długookresowy  $\delta$ :

$$y = \delta x.$$

W kroku drugim szacuje się pozostałe parametry. Parametry przedstawionych wyżej równań oszacowano MNK oddzielnie dla krótkiego i długiego okresu.

### Szacunki parametrów

Poniżej podano wyniki estymacji parametrów równań modelu w długim i krótkim okresie (tabele 6.12 i 6.13). Ze względu na występowanie obserwacji odstających zastosowano zmienne zerojedynkowe dla nietypowych odchyłeń ujemnych i dodatnich od wartości średniej. Przyjęto regułę  $m\sigma$ , gdzie  $m = 1, 2, 3$ ,  $\sigma$  oznacza odchylenie standardowe reszt równania. W drodze eksperymentu przyjęto  $m = 2$ , dla którego otrzymano poprawne własności reszt. Oznacza to, że przy założeniu rozkładu normalnego reszt 95% wartości cechy leży w odległości mniejszej lub równej  $2\sigma$  od wartości oczekiwanej równej zero.

Podane wartości ocen parametrów można interpretować w ograniczonym zakresie, gdyż przytoczone w dalszej części wyniki symulacji stanowią wypadkową ocen wszystkich równań modelu. Oceny parametrów mają poprawny znak i rząd wielkości, postulowane na gruncie rozważań teoretycznych, przedstawionych wcześniej. W tabelach 6.12 i 6.13 podano również wartości statystyk t-Studenta. Zastosowano szereg testów diagnostycznych. Przeprowadzone testy statystyczne pokazały, że na ogół reszty (realizacje składników losowych) cechują się rozkładem normalnym, nie występuje w nich autokorelacja oraz heteroskedastyczność. Takie wnioski można wyciągnąć na podstawie obserwacji wysokich poziomów prawdopodobieństwa (podanych w nawiasach dla statystyk) odpowiednio testów: Jarque-Bery (JB), Breuscha-Godfrey'a (BG) oraz White'a (WHITE) i ARCH. Stopień dopasowania wartości teoretycznych do empirycznych okazał się zadowalający, biorąc pod uwagę wartości błędów SEE oraz skorygowanego współczynnika determinacji  $\bar{R}^2$ . Uzyskane wyniki zamieszczono w tabelach 6.14 i 6.15.

### Postać równań oraz ich własności statystyczne

**Tabela 6.12.** Wyniki estymacji parametrów równań modelu – szacunki miesięczne

Zmienna	Okres	Specyfikacja	t-stat	t-stat	t-stat	t-stat	t-stat	t-stat
icc	l	$ICC = -0,48 + 0,85 * MM3M + 0,23 * CAR - 0,18 * ICC\_L\_D1 + 0,17 * ICC\_L\_D2$	-1,44	37,77	11,92	-5,99	6,50	
icc	s	$D(ICC) = 0,01 + 0,42 * D(MM3M) - 0,36 * ECT\_ICC(-1) - 0,12 * ICC\_S\_D1 + 0,13 * ICC\_S\_D2$	0,70	9,85	-3,51	-6,88	7,38	
ihc	l	$IHC = 11,10 + 0,41 * MM3M + 0,02 * CAR + 0,01 * (0,35 * M2LIQ + (1 - 0,35) * M4LIQ) - 0,25 * IHC\_L\_D1 + 0,24 * IHC\_L\_D2$	14,69	11,86	1,01	3,18	-7,16	6,79
ihc	s	$D(IHC) = 0,01 + 0,42 * D(MM3M) - 0,54 * ECT\_IHC(-1) - 0,32 * IHC\_S\_D1 + 0,23 * IHC\_S\_D2$	0,63	4,18	-2,61	-7,23	5,29	
ihm	l	$IHM = -0,84 + 0,84 * MM3M + 0,24 * CAR + 0,00 * (1,0 * M2LIQ + (1 - 1,0) * M4LIQ) + 0,29 * IHM\_L\_D2$	-0,98	17,89	6,70	0,42	2,31	
ihm	s	$D(IHM) = 0,00 + 0,42 * D(MM3M) - 0,50 * ECT\_IHM(-1) - 0,20 * IHM\_S\_D1 + 0,20 * IHM\_S\_D2$	0,03	4,77	-4,30	-2,25	2,28	

**Uwagi:** „l” – długi okres, „s” – krótki okres, „ect” – wyraz korekty błędem, „l\_d1” – zmienna 0-1 dla odchylen ujemnych, „l\_d2” – zmienna 0-1 dla odchylen dodatnich, „(-1)” – jednoczesowe opóźnienie zmiennej, w tabeli podano wartości statystyk t-Studenta dla kolejnych ocen parametrów.

**Źródło:** opracowanie własne.

Tabela 6.13. Wyniki estymacji parametrów równania modelu - szacunki kwartalne

Zmienna	Okres	Specyfikacja	t-stat	t-stat	t-stat	t-stat	t-stat	t-stat	t-stat	t-stat	t-stat
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
abp	l	$\text{LOG}(\text{ABP}) = 3,42 + 0,79 * \text{LOG}(\text{NNF}) - 0,05 * \text{ABP\_L\_D1} + 0,07 * \text{ABP\_L\_D2}$	68,70	201,26	-7,52	9,79					
abp	s	$\text{DLOG}(\text{ABP}) = 0,01 + 0,59 * \text{DLOG}(\text{NNF}) - 0,17 * \text{ECT\_ABP}(-1) - 0,03 * \text{ABP\_S\_D1} + 0,03 * \text{ABP\_S\_D2}$	4,50	15,13	-2,69	-7,03	6,85				
cr_sa	l	$\text{LOG}(\text{CR\_SA}) = 2,49 + 0,71 * \text{LOG}(\text{YR\_SA}) + 0,06 * \text{LOG}(\text{LHCR}) - 0,02 * \text{CR\_SA\_L\_D1} + 0,02 * \text{CR\_SA\_L\_D2}$	16,97	42,89	10,08	-8,14	9,28				
cr_sa	s	$\text{DLOG}(\text{CR\_SA}) = 0,00 + 0,40 * \text{DLOG}(\text{YR\_SA}) - 0,19 * \text{ECT\_CR\_SA}(-1) - 0,01 * \text{CR\_SA\_S\_D1} + 0,02 * \text{CR\_SA\_S\_D2}$	3,70	4,64	-1,39	-6,93	8,11				
cr	l	$\text{LOG}(\text{CR}) = -0,11 + 1,01 * \text{LOG}(\text{CR\_SA}) + 0,04 * \text{Q1} + 0,02 * \text{Q2} + 0,02 * \text{Q3} - 0,02 * \text{CR\_L\_D1} + 0,03 * \text{CR\_L\_D2}$	-1,98	217,15	15,88	7,07	8,19	-5,86	4,65		
dccr	l	$\text{LOG}(\text{DCCCR}) = -15,88 + 2,22 * \text{LOG}(\text{YR\_SA}) + 0,04 * (\text{RCC} - \text{MM3M}) - 0,13 * \text{DCCCR\_L\_D1} + 0,13 * \text{DCCCR\_L\_D2}$	-22,50	39,16	8,54	-8,52	8,74				
dccr	s	$\text{DLOG}(\text{DCCCR}) = -0,02 + 4,28 * \text{DLOG}(\text{YR\_SA}) - 0,55 * \text{ECT\_DCCCR}(-1) - 0,19 * \text{DCCCR\_S\_D1} + 0,22 * \text{DCCCR\_S\_D2}$	-1,97	5,19	-3,39	-3,30	5,27				
dhhr	l	$\text{LOG}(\text{DHHR}) = -4,92 + 1,41 * \text{LOG}(\text{YR\_SA}) + 0,03 * (\text{RHH} - \text{GBY10Y}) - 0,13 * \text{DHHR\_L\_D1} + 0,12 * \text{DHHR\_L\_D2}$	-11,49	40,72	8,98	-10,28	7,62				
dhhr	s	$\text{DLOG}(\text{DHHR}) = 0,01 + 0,32 * \text{DLOG}(\text{DHHR}(-1)) + 0,00 * \text{D}(\text{RHH} - \text{GBY10Y}) - 0,17 * \text{ECT\_DHHR}(-1) - 0,03 * \text{DHHR\_S\_D1} + 0,03 * \text{DHHR\_S\_D2}$	5,06	5,61	1,72	-4,12	-8,67	8,72			
gby10y	l	$\text{GBY10Y} = 3,51 + 0,43 * \text{MM3M} - 0,88 * \text{GBY10Y\_L\_D1} + 0,93 * \text{GBY10Y\_L\_D2}$	42,00	50,37	-7,60	8,68					
gby10y	s	$\text{D}(\text{GBY10Y}) = -0,08 + 0,36 * \text{D}(\text{MM3M}) - 0,46 * \text{ECT\_GBY10Y}(-1) - 0,90 * \text{GBY10Y\_S\_D1} + 0,97 * \text{GBY10Y\_S\_D2}$	-1,95	9,55	-3,76	-6,94	9,30				
gby10y_emu	l	$\text{GBY10Y\_EMU} = 2,73 + 0,65 * \text{MM3M\_EMU} - 1,14 * \text{GBY10Y\_EMU\_L\_D1} + 1,29 * \text{GBY10Y\_EMU\_L\_D2}$	25,19	19,02	-8,00	7,93					
gby10y_emu	s	$\text{D}(\text{GBY10Y\_EMU}) = -0,11 + 0,30 * \text{D}(\text{MM3M\_EMU}) - 0,10 * \text{ECT\_GBY10Y\_EMU}(-1) - 0,35 * \text{GBY10Y\_EMU\_S\_D1} + 0,51 * \text{GBY10Y\_EMU\_S\_D2}$	-4,93	6,40	-2,30	-5,88	10,13				

Tab. 6.13 (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
gr_sa	I	$\text{LOG}(\text{GR\_SA}) = 0,82 + 0,79 * \text{LOG}(\text{YR\_SA}) - 0,05 * \text{GR\_SA\_L\_D1} + 0,06 * \text{GR\_SA\_L\_D2}$	5,93	70,00	-6,57	8,59				
gr_sa	S	$\text{DLOG}(\text{GR\_SA}) = 0,01 - 0,44 * \text{ECT\_GR\_SA}(-1) - 0,07 * \text{GR\_SA\_S\_D1} + 0,09 * \text{GR\_SA\_S\_D2}$	2,59	-3,38	-4,28	5,52				
gr	I	$\text{LOG}(\text{GR}) = -0,01 + 1,00 * \text{LOG}(\text{GR\_SA}) - 0,02 * \text{Q1} + 0,01 * \text{Q2} - 0,04 * \text{Q3} - 0,04 * \text{GR\_L\_D1} + 0,06 * \text{GR\_L\_D2}$	-0,13	103,40	-2,61	1,05	-6,75	-7,70	6,72	
ir_sa	I	$\text{LOG}(\text{IR\_SA}) = -4,81 + 1,28 * \text{LOG}(\text{YR\_SA}) - 0,05 * (\text{ICC-MM3M}) - 0,12 * \text{IR\_SA\_L\_D1} + 0,14 * \text{IR\_SA\_L\_D2}$	-8,62	28,64	-5,25	-6,50	7,43			
ir_sa	S	$\text{DLOG}(\text{IR\_SA}) = -0,02 + 3,52 * \text{DLOG}(\text{YR\_SA}) - 0,29 * \text{ECT\_IR\_SA}(-1) - 0,09 * \text{IR\_SA\_S\_D1} + 0,08 * \text{IR\_SA\_S\_D2}$	-3,45	8,76	-3,53	-8,45	6,51			
ir	I	$\text{LOG}(\text{IR}) = 0,58 + 0,98 * \text{LOG}(\text{IR\_SA}) - 0,82 * \text{Q1} - 0,53 * \text{Q2} - 0,45 * \text{Q3} - 0,05 * \text{IR\_L\_D1} + 0,04 * \text{IR\_L\_D2}$	10,46	189,81	-187,22	-121,17	-103,03	-10,40	8,90	
lccr	I	$\text{LOG}(\text{LCCR}) = 1,39 + 0,88 * \text{LOG}(\text{YR\_SA}(-6)) - 0,02 * (\text{ICC-MM3M}) - 0,01 * \text{UNPLC}(-8) - 0,08 * \text{LCCR\_L\_D1} + 0,06 * \text{LCCR\_L\_D2}$	4,79	37,75	-4,48	-21,75	-8,11	6,41		
lccr	S	$\text{DLOG}(\text{LCCR}) = 0,01 + 0,33 * \text{DLOG}(\text{LCCR}(-1)) - 0,01 * \text{D}(\text{UNPLC}) - 0,33 * \text{ECT\_LCCR}(-1) - 0,05 * \text{LCCR\_S\_D1} + 0,04 * \text{LCCR\_S\_D2}$	3,44	4,60	-2,72	-3,49	-8,00	6,11		
lhcr	I	$\text{LOG}(\text{LHCR}) = -7,70 + 1,60 * \text{LOG}(\text{YR\_SA}(-4)) - 0,03 * \text{IHC}(-2) - 0,05 * \text{UNPLH}(-5) - 0,07 * \text{LHCR\_L\_D1} + 0,07 * \text{LHCR\_L\_D2}$	-9,91	26,73	-11,35	-23,24	-6,26	6,18		
lhcr	S	$\text{DLOG}(\text{LHCR}) = 0,02 - 0,02 * \text{D}(\text{UNPLH}) - 0,30 * \text{ECT\_LHCR}(-1) - 0,05 * \text{LHCR\_S\_D1} + 0,04 * \text{LHCR\_S\_D2}$	6,55	-3,52	-3,38	-6,97	6,09			

lhmr	l	$\text{LOG(LHMR)} = -54,10 + 5,38 * \text{LOG(YR\_SA(-3))} - 0,07 * \text{IHM(-1)} - 0,31 * \text{LOG(PLNCHF(-4))} - 0,02 * \text{UNPLH(-8)} - 0,07 * \text{LHMR\_L\_D1} + 0,10 * \text{LHMR\_L\_D2}$	-44,12	54,49	-12,46	-5,32	-6,16	-3,23	7,24
lhmr	s	$\text{DLOG(LHMR)} = 0,05 - 0,05 * \text{D(UNPLH)} - 0,67 * \text{ECT\_LHMR(-1)} - 0,06 * \text{LHMR\_S\_D1} + 0,08 * \text{LHMR\_S\_D2}$	10,74	-6,37	-5,33	-5,92	6,94		
m3p	l	$\text{LOG(M3P)} = 3,37 + 0,76 * \text{LOG(NNF)} - 0,07 * \text{M3P\_L\_D1} + 0,10 * \text{M3P\_L\_D2}$	63,39	180,68	-8,77	12,31			
m3p	s	$\text{DLOG(M3P)} = 0,01 + 0,40 * \text{DLOG(NNF)} - 0,35 * \text{ECT\_M3P(-1)} - 0,04 * \text{M3P\_S\_D1} + 0,05 * \text{M3P\_S\_D2}$	4,40	5,89	-3,44	-2,25	3,88		
mm3m	l	$\text{MM3M} = 0,23 + 1,03 * \text{IREF} - 0,91 * \text{MM3M\_L\_D1} + 1,26 * \text{MM3M\_L\_D2}$	2,91	127,99	-2,57	5,06			
mm3m	s	$\text{D(MM3M)} = -0,08 + 0,94 * \text{D(IREF)} - 0,72 * \text{ECT\_MM3M(-1)} - 1,25 * \text{MM3M\_S\_D1} + 1,41 * \text{MM3M\_S\_D2}$	-1,77	23,76	-5,85	-3,85	7,45		
mr_sa	l	$\text{LOG(MR\_SA)} = -13,35 + 2,00 * \text{LOG(YR\_SA)} - 0,88 * \text{LOG(PM/PY)} - 0,12 * \text{MR\_SA\_L\_D1} + 0,10 * \text{MR\_SA\_L\_D2}$	-41,04	75,44	-7,11	-7,59	7,00		
mr_sa	s	$\text{DLOG(MR\_SA)} = -0,00 + 2,28 * \text{DLOG(YR\_SA)} - 0,77 * \text{DLOG(PM/PY)} - 0,09 * \text{ECT\_MR\_SA(-1)} - 0,05 * \text{MR\_SA\_S\_D1} + 0,07 * \text{MR\_SA\_S\_D2}$	-1,03	11,14	-14,06	-1,58	-7,24	9,79	
mr	l	$\text{LOG(MR)} = 0,07 + 1,00 * \text{LOG(MR\_SA)} - 0,07 * \text{Q1} - 0,04 * \text{Q2} - 0,03 * \text{Q3} - 0,03 * \text{MR\_L\_D1} + 0,01 * \text{MR\_L\_D2}$	3,09	471,88	-32,32	-16,59	-12,26	-10,27	4,52
pc	l	$\text{PC} = 5,80 + 1,07 * \text{PCPI} - 1,98 * \text{PC\_L\_D1} + 1,75 * \text{PC\_L\_D2}$	15,77	293,72	-9,11	7,54			
pc	s	$\text{D(PC)} = -0,11 + 1,20 * \text{D(PCPI)} - 0,59 * \text{ECT\_PC(-1)} - 2,87 * \text{PC\_S\_D1} + 2,23 * \text{PC\_S\_D2}$	-0,90	13,06	-3,97	-10,34	8,11		
pcpi	l	$\text{LOG(PCPI)} = 0,28 + 0,73 * \text{LOG(PMPI)} + 0,08 * \text{LOG(M3P)} - 0,00 * \text{MM3M} - 0,03 * \text{PCPI\_L\_D1} + 0,03 * \text{PCPI\_L\_D2}$	3,63	15,37	5,82	-2,38	-7,65	9,46	
pcpi	s	$\text{DLOG(PCPI)} = 0,01 + 0,31 * \text{DLOG(PMPI)} - 0,13 * \text{ECT\_PCPI(-1)} - 0,01 * \text{PCPI\_S\_D1} + 0,01 * \text{PCPI\_S\_D2}$	7,61	6,65	-1,94	-7,37	8,53		

Tab. 6.13 (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
pcpi_enu	l	$\text{LOG}(\text{PCPI\_EMU}) = 1,45 + 0,43 * \text{LOG}(\text{PPPI\_EMU}) + 0,13 * \text{LOG}(\text{M3P\_EMU}) - 0,01 * \text{MM3M\_EMU} - 0,01 * \text{PCPI\_EMU\_L\_D1} + 0,01 * \text{PCPI\_EMU\_L\_D2}$	41,11	17,94	13,30	-14,18	-2,70	2,23		
pcpi_enu	s	$\text{DLOG}(\text{PCPI\_EMU}) = 0,00 + 0,24 * \text{DLOG}(\text{PPPI\_EMU}) + 0,15 * \text{DLOG}(\text{M3P\_EMU}) - 0,30 * \text{ECT\_PCPI\_EMU}(-1) + 0,01 * \text{PCPI\_EMU\_S\_D2}$	1,41	5,10	3,57	-2,80	3,49			
plneur	l	$\text{LOG}(\text{PLNEUR}) = 3,18 + 1,96 * \text{LOG}(\text{PPPI}) - 2,33 * \text{LOG}(\text{PPPI\_EMU}) - 0,01 * (\text{GBY10Y-GBY10Y\_EMU}) - 0,11 * \text{PLNEUR\_L\_D1} + 0,09 * \text{PLNEUR\_L\_D2}$	10,19	10,83	-11,31	-2,37	-2,56	3,21		
plneur	s	$\text{DLOG}(\text{PLNEUR}) = 0,01 + 2,46 * \text{DLOG}(\text{PPPI}) - 3,34 * \text{DLOG}(\text{PPPI\_EMU}) - 0,36 * \text{ECT\_PLNEUR}(-1) - 0,07 * \text{PLNEUR\_S\_D1}$	1,15	8,16	-10,57	-3,86	-4,13			
pm	l	$\text{LOG}(\text{PM}) = -2,16 + 1,27 * \text{LOG}(\text{PPPI\_EMU}) + 0,74 * \text{LOG}(\text{PLNEUR}) - 0,09 * \text{PM\_L\_D1} + 0,11 * \text{PM\_L\_D2}$	-10,53	33,18	12,73	-3,73	4,43			
pm	s	$\text{DLOG}(\text{PM}) = -0,00 + 1,15 * \text{DLOG}(\text{PPPI\_EMU}) + 0,58 * \text{DLOG}(\text{PLNEUR}) - 0,31 * \text{ECT\_PM}(-1) + 0,08 * \text{PM\_S\_D2}$	-0,41	3,36	7,22	-3,11	4,89			
pppi	l	$\text{LOG}(\text{PPPI}) = 0,63 + 0,48 * \text{LOG}(\text{PM}) + 0,22 * \text{LOG}(\text{WP}) - 0,04 * \text{PPPI\_L\_D1} + 0,03 * \text{PPPI\_L\_D2}$	15,38	17,45	14,32	-11,72	6,96			
pppi	s	$\text{DLOG}(\text{PPPI}) = 0,01 + 0,32 * \text{DLOG}(\text{PPPI}(-1)) + 0,16 * \text{DLOG}(\text{PPPI}) - 0,34 * \text{ECT\_PPPI}(-1) - 0,02 * \text{PPPI\_S\_D1} + 0,02 * \text{PPPI\_S\_D2}$	4,28	3,83	5,94	-3,64	-5,57	2,57		
pppi_enu	l	$\text{LOG}(\text{PPPI\_EMU}) = 3,87 + 0,17 * \text{LOG}(\text{PACP}) - 0,04 * \text{PPPI\_EMU\_L\_D1} + 0,06 * \text{PPPI\_EMU\_L\_D2}$	272,39	55,16	-7,03	10,92				
pppi_enu	s	$\text{DLOG}(\text{PPPI\_EMU}) = -0,00 + 0,67 * \text{DLOG}(\text{PPPI\_EMU}(-1)) + 0,05 * \text{DLOG}(\text{PACP}) - 0,06 * \text{ECT\_PPPI\_EMU}(-1) + 0,01 * \text{PPPI\_EMU\_S\_D2}$	-0,50	12,47	14,12	-1,56	4,70			

px	l	$\text{LOG(PX)} = -0,21 + 1,09 * \text{LOG(PPPI)} - 0,20 * \text{PX\_L\_D1} + 0,14 * \text{PX\_L\_D2}$	-2,31	53,60	-5,46	5,52			
px	s	$\text{DLOG(PX)} = -0,00 + 1,55 * \text{DLOG(PPPI)} - 0,56 * \text{ECT\_PX(-1)} - 0,19 * \text{PX\_S\_D1} + 0,36 * \text{PX\_S\_D2}$	-0,78	5,50	-5,29	-10,18	11,83		
py	l	$\text{LOG(PY)} = 0,00 + 0,64 * \text{LOG(PC)} + 0,20 * \text{LOG(PI)} + 0,19 * \text{LOG(PG)} + 0,33 * \text{LOG(PX)} - 0,36 * \text{LOG(PM)} - 0,00 * \text{PY\_L\_D1} + 0,00 * \text{PY\_L\_D2}$	0,74	59,15	54,50	26,01	61,12	-49,35	8,53
py_emu	l	$\text{LOG(PY\_EMU)} = 0,75 + 0,86 * \text{LOG(PCPI\_EMU)} - 0,01 * \text{PY\_EMU\_L\_D1} + 0,01 * \text{PY\_EMU\_L\_D2}$	25,70	135,40	-8,75	9,82			
py_emu	s	$\text{DLOG(PY\_EMU)} = 0,00 + 0,38 * \text{DLOG(PCPI\_EMU)} - 0,39 * \text{ECT\_PY\_EMU(-1)} - 0,01 * \text{PY\_EMU\_S\_D1} + 0,02 * \text{PY\_EMU\_S\_D2}$	1,33	3,64	-3,29	-8,26	12,69		
rcc	l	$\text{RCC} = 0,79 + 0,71 * \text{MM3M} - 1,40 * \text{RCC\_L\_D1} + 1,46 * \text{RCC\_L\_D2}$	8,54	91,67	-9,41	8,17			
rcc	s	$\text{D(RCC)} = 0,02 + 0,38 * \text{D(RCC(-1))} + 0,48 * \text{D(MM3M)} - 0,29 * \text{ECT\_RCC(-1)} - 0,77 * \text{RCC\_S\_D1} + 0,95 * \text{RCC\_S\_D2}$	0,75	10,11	17,16	-3,48	-8,17	7,94	
rhh	l	$\text{RHH} = -0,12 + 0,76 * \text{MM3M} - 1,23 * \text{RHH\_L\_D1} + 2,11 * \text{RHH\_L\_D2}$	-0,78	62,57	-4,70	9,73			
rhh	s	$\text{D(RHH)} = -0,00 + 0,42 * \text{D(RHH(-1))} + 0,48 * \text{D(MM3M)} - 0,08 * \text{ECT\_RHH(-1)} - 1,07 * \text{RHH\_S\_D1} + 1,21 * \text{RHH\_S\_D2}$	-0,05	9,45	14,02	-1,35	-7,70	8,79	
u_sa	l	$\text{LOG(U\_SA)} = 91,35 - 7,56 * \text{LOG(YR\_SA)} + 0,35 * \text{LOG(WP\_SA/PPP)} + 0,09 * \text{T} - 0,00 * \text{T}^2 - 0,21 * \text{U\_SA\_L\_D1} + 0,15 * \text{U\_SA\_L\_D2}$	29,02	-28,09	3,66	25,27	-9,66	-13,10	8,78
u_sa	s	$\text{DLOG(U\_SA)} = 0,01 - 1,28 * \text{DLOG(YR\_SA)} + 0,18 * \text{DLOG(WP\_SA/PPP)} - 0,05 * \text{ECT\_U\_SA(-1)} - 0,06 * \text{U\_SA\_S\_D1} + 0,06 * \text{U\_SA\_S\_D2}$	3,49	-6,59	1,88	-0,98	-9,87	8,54	
u	l	$\text{LOG(U)} = -0,03 + 1,00 * \text{LOG(U\_SA)} + 0,07 * \text{Q1} + 0,02 * \text{Q2} - 0,01 * \text{Q3} - 0,02 * \text{U\_L\_D1} + 0,01 * \text{U\_L\_D2}$	-5,48	477,84	44,96	13,29	-6,94	-9,96	8,70

Tab. 6.13 (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
wp_sa	l	$\text{LOG}(\text{WP\_SA}) = 0,64 + 1,32 * \text{LOG}(\text{PCPI}) + 0,36 * \text{LOG}(\text{YR\_SA/Z}) - 0,01 * \text{U} - 0,02 * \text{WP\_SA\_L\_D1} + 0,02 * \text{WP\_SA\_L\_D2}$	10,06	53,14	19,13	-24,97	-8,77	8,96		
wp_sa	s	$\text{DLOG}(\text{WP\_SA}) = 0,01 + 0,15 * \text{DLOG}(\text{PCPI}) - 0,00 * \text{D}(\text{U}) - 0,07 * \text{ECT\_WP\_SA}(-1) - 0,01 * \text{WP\_SA\_S\_D1} + 0,02 * \text{WP\_SA\_S\_D2}$	10,19	1,72	-2,74	-0,63	-5,29	11,35		
wp	l	$\text{LOG}(\text{WP}) = 0,03 + 1,00 * \text{LOG}(\text{WP\_SA}) - 0,00 * \text{Q1} - 0,04 * \text{Q2} - 0,05 * \text{Q3} - 0,01 * \text{WP\_L\_D1} + 0,01 * \text{WP\_L\_D2}$	5,94	1784,14	-6,91	-63,34	-70,07	-10,80	8,26	
xr_sa	l	$\text{LOG}(\text{XR\_SA}) = -6,17 + 0,95 * \text{LOG}(\text{XR\_SA}(-1)) + 0,45 * \text{LOG}(\text{YR\_EMU\_SA}) - 0,22 * \text{LOG}(\text{PX/PLNEUR}/\text{PY\_EMU}) - 0,08 * \text{XR\_SA\_L\_D1} + 0,12 * \text{XR\_SA\_L\_D2}$	-2,60	24,76	2,37	-2,91	-5,07	5,66		
xr_sa	s	$\text{DLOG}(\text{XR\_SA}) = 0,01 + 2,41 * \text{DLOG}(\text{YR\_EMU\_SA}) - 0,42 * \text{DLOG}(\text{PX/PLNEUR}/\text{PY\_EMU}) - 0,31 * \text{ECT\_XR\_SA}(-1) - 0,12 * \text{XR\_SA\_S\_D1} + 0,08 * \text{XR\_SA\_S\_D2}$	4,27	6,19	-5,10	-2,54	-7,90	3,40		
xr	l	$\text{LOG}(\text{XR}) = 0,07 + 1,00 * \text{LOG}(\text{XR\_SA}) - 0,05 * \text{Q1} - 0,01 * \text{Q2} - 0,00 * \text{Q3} - 0,04 * \text{XR\_L\_D1} + 0,03 * \text{XR\_L\_D2}$	1,87	321,78	-14,03	-1,76	-0,55	-9,79	8,15	
z	l	$\text{LOG}(\text{Z}) = 9,14 - 0,01 * \text{U} - 0,03 * \text{Z\_L\_D1} + 0,04 * \text{Z\_L\_D2}$	1037,79	-21,95	-5,05	7,86				
z	s	$\text{DLOG}(\text{Z}) = -0,00 - 0,01 * \text{D}(\text{U}) - 0,12 * \text{ECT\_Z}(-1) - 0,01 * \text{Z\_S\_D1} + 0,02 * \text{Z\_S\_D2}$	-0,53	-6,57	-1,94	-4,98	7,74			
yr_sa	l	$\text{LOG}(\text{YR\_SA}) = -0,07 + 1,00 * \text{LOG}(\text{YR}) + 0,14 * \text{Q1} + 0,11 * \text{Q2} + 0,10 * \text{Q3} - 0,01 * \text{YR\_SA\_L\_D1} + 0,01 * \text{YR\_SA\_L\_D2}$	-2,98	497,13	114,84	81,78	77,14	-11,35	5,90	

Uwagi: „l” – długi okres, „s” – krótki okres, „ect” – wyraz korekty błędem, „log” – logarytm naturalny, „dlog” – przyrost logarytmu naturalnego (tempo wzrostu zmiennej), „l\_d1” – zmienna 0-1 dla odchylen ujemnych, „l\_d2” – zmienna 0-1 dla odchylen dodatnich, „(-1)” – jednookresowe opóźnienie zmiennej, w tabeli podano wartości statystyk t-Studenta dla kolejnych ocen parametrów.

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 6.14.** Własności statystyczne równań – szacunki miesięczne

Zmienne	Okres	F-stat	prob.	J-B	prob.	D-W	B-G(1)	prob.	B-G(4)	prob.	ARCH(1)	prob.	ARCH(4)	prob.	WHITE	prob.	SEE	R2(adj)	Próba	Obs.
icc	l	434,24	0,00	0,73	0,69	1,78	0,55	0,46	3,58	0,47	1,49	0,22	2,52	0,64	11,01	0,03	0,07	0,98	2009M12 : 2013M05	42
icc	s	71,10	0,00	0,21	0,90	1,76	0,57	0,45	6,00	0,20	1,83	0,18	3,47	0,48	6,59	0,16	0,04	0,88	2010M01 : 2013M05	41
ihc	l	86,11	0,00	1,82	0,40	2,22	0,65	0,42	5,77	0,22	0,00	0,98	5,65	0,23	12,74	0,03	0,08	0,91	2009M12 : 2013M05	42
ihc	s	30,80	0,00	2,67	0,26	2,29	1,01	0,32	5,42	0,25	2,18	0,14	7,87	0,10	13,38	0,01	0,10	0,75	2010M01 : 2013M05	41
ihm	l	117,25	0,00	1,31	0,52	1,43	3,56	0,06	8,80	0,07	0,56	0,46	2,33	0,67	1,68	0,79	0,12	0,92	2009M12 : 2013M05	42
ihm	s	15,03	0,00	1,01	0,60	2,23	2,15	0,14	4,31	0,37	0,03	0,86	2,27	0,69	6,73	0,15	0,09	0,58	2010M01 : 2013M05	41

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 6.15. Własności statystyczne równań – szacunki kwartalne

Zmien- na	Okres	F-stat	prob.	J-B	prob.	D-W	B-G(1)	prob.	B-G(4)	prob.	ARCH (1)	prob.	ARCH(4)	prob.	WHI- TE	prob.	SEE	R2(adj)	Próba	Obs.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
abp	l	13805,95	0,00	2,53	0,28	0,93	17,07	0,00	19,57	0,00	13,33	0,00	18,61	0,00	7,38	0,06	0,02	0,99	1997Q1:2013Q1	65
abp	s	100,91	0,00	2,32	0,31	2,46	3,83	0,05	6,47	0,17	0,02	0,90	3,27	0,51	6,83	0,15	0,01	0,86	1997Q2:2013Q1	64
cr_sa	l	13313,85	0,00	1,13	0,57	1,69	1,46	0,23	6,27	0,18	3,25	0,07	6,28	0,18	8,33	0,08	0,01	0,99	1997Q1:2013Q1	65
cr_sa	s	38,33	0,00	14,13	0,00	2,45	4,54	0,03	8,24	0,08	2,97	0,09	3,07	0,55	8,69	0,07	0,01	0,70	1997Q2:2013Q1	64
cr	l	8593,66	0,00	2,73	0,26	3,05	23,50	0,00	48,61	0,00	1,00	0,32	16,39	0,00	20,16	0,00	0,01	0,99	1995Q1:2013Q1	73
dccr	l	2016,17	0,00	1,11	0,57	2,06	0,18	0,67	2,43	0,66	0,85	0,36	7,34	0,12	8,16	0,09	0,04	0,99	1997Q1:2013Q1	65
dccr	s	15,86	0,00	1,74	0,42	2,26	1,55	0,21	24,20	0,00	0,26	0,61	6,34	0,17	2,10	0,72	0,06	0,49	1997Q2:2013Q1	64
dhr	l	485,50	0,00	2,80	0,25	1,49	4,29	0,04	5,85	0,21	0,43	0,51	3,63	0,46	3,53	0,47	0,04	0,97	1999Q2:2013Q1	56
dhr	s	50,47	0,00	1,16	0,56	1,65	0,96	0,33	7,09	0,13	0,31	0,58	5,47	0,24	8,53	0,13	0,01	0,82	1999Q3:2013Q1	55
gby10y	l	883,05	0,00	0,44	0,80	1,55	2,10	0,15	3,22	0,52	0,02	0,89	1,21	0,88	4,98	0,17	0,31	0,98	1999Q2:2013Q1	56
gby10y	s	76,66	0,00	1,39	0,50	2,33	1,89	0,17	5,51	0,24	0,00	0,94	3,00	0,56	6,25	0,18	0,26	0,85	1999Q3:2013Q1	55
gby10y_enu	l	228,87	0,00	1,90	0,39	1,23	10,54	0,00	13,68	0,01	3,97	0,05	13,32	0,01	7,93	0,05	0,43	0,90	1995Q1:2013Q1	73
gby10y_enu	s	50,72	0,00	4,14	0,13	1,96	0,00	1,00	0,66	0,96	0,39	0,53	5,09	0,28	3,38	0,50	0,16	0,74	1995Q2:2013Q1	72
gr_sa	l	1728,37	0,00	2,62	0,27	1,62	2,55	0,11	7,87	0,10	0,03	0,86	4,96	0,29	6,44	0,09	0,02	0,99	1995Q1:2013Q1	73
gr_sa	s	19,19	0,00	1,06	0,59	2,09	0,46	0,50	7,43	0,11	0,01	0,91	3,45	0,49	5,56	0,14	0,02	0,43	1995Q2:2013Q1	72
gr	l	2148,76	0,00	4,69	0,10	1,60	2,18	0,14	24,32	0,00	2,60	0,11	9,15	0,06	16,74	0,01	0,01	0,99	1995Q1:2013Q1	73
ir_sa	l	346,33	0,00	1,23	0,54	1,06	11,08	0,00	17,58	0,00	2,18	0,14	11,66	0,02	6,26	0,18	0,05	0,86	1999Q2:2013Q1	56
ir_sa	s	54,08	0,00	0,59	0,75	2,72	7,61	0,01	9,83	0,04	1,08	0,30	3,54	0,47	4,01	0,40	0,03	0,80	1999Q3:2013Q1	55
ir	l	12583,82	0,00	0,60	0,74	1,59	2,54	0,11	3,52	0,47	1,18	0,28	7,76	0,10	12,53	0,05	0,01	0,99	1995Q1:2013Q1	73
lccr	l	707,63	0,00	1,53	0,46	1,49	3,79	0,05	4,73	0,32	0,05	0,83	1,25	0,87	1,70	0,89	0,02	0,98	1999Q2:2013Q1	56
lccr	s	30,72	0,00	3,49	0,17	2,28	1,57	0,21	2,63	0,62	0,45	0,50	4,67	0,32	17,25	0,00	0,02	0,73	1999Q3:2013Q1	55
lhcr	l	1816,65	0,00	1,90	0,39	1,52	3,51	0,06	9,49	0,05	1,09	0,30	3,19	0,53	14,87	0,01	0,03	0,99	2001Q1:2013Q1	49
lhcr	s	35,37	0,00	1,37	0,50	1,55	3,42	0,06	8,91	0,06	0,07	0,79	4,91	0,30	12,46	0,01	0,02	0,75	2001Q2:2013Q1	48
lhmr	l	4502,62	0,00	4,01	0,13	1,78	0,27	0,60	0,39	0,98	0,51	0,48	2,63	0,62	5,65	0,46	0,03	0,99	2002Q3:2013Q1	43

lhmr	s	36,93	0,00	1,62	0,45	1,85	0,24	0,62	6,47	0,17	0,95	0,33	4,80	0,31	5,85	0,21	0,02	0,78	2002Q4:2013Q1	42
m3p	l	11 021,82	0,00	0,25	0,88	1,31	6,82	0,01	9,79	0,04	5,24	0,02	10,84	0,03	9,17	0,03	0,02	0,99	1997Q1:2013Q1	65
m3p	s	19,49	0,00	0,62	0,73	2,29	1,62	0,20	3,13	0,54	0,05	0,82	0,73	0,95	4,06	0,40	0,02	0,54	1997Q2:2013Q1	64
mm3m	l	5 552,39	0,00	5,68	0,06	1,51	3,71	0,05	3,89	0,42	1,37	0,24	3,32	0,51	6,16	0,10	0,35	0,99	1998Q1:2013Q1	61
mm3m	s	176,09	0,00	0,03	0,98	2,16	1,15	0,28	2,19	0,70	2,80	0,09	14,14	0,01	7,89	0,10	0,32	0,92	1998Q2:2013Q1	60
mr_sa	l	1583,28	0,00	3,13	0,21	1,26	11,12	0,00	20,37	0,00	7,62	0,01	12,10	0,02	11,77	0,02	0,05	0,99	1995Q1:2013Q1	73
mr_sa	s	113,35	0,00	2,12	0,35	2,47	4,01	0,05	7,04	0,13	0,00	1,00	4,92	0,30	5,39	0,37	0,02	0,89	1995Q2:2013Q1	72
mr	l	53 956,37	0,00	4,65	0,10	2,24	1,37	0,24	21,62	0,00	2,02	0,15	18,73	0,00	27,49	0,00	0,01	0,99	1995Q1:2013Q1	73
pc	l	34 496,07	0,00	0,59	0,74	1,66	1,34	0,25	4,92	0,30	6,33	0,01	17,95	0,00	9,22	0,03	0,59	0,99	1995Q1:2013Q1	73
pc	s	107,69	0,00	1,57	0,46	2,09	0,43	0,51	5,50	0,24	0,01	0,91	4,52	0,34	6,78	0,15	0,70	0,86	1995Q2:2013Q1	72
pcpi	l	2 471,65	0,00	1,08	0,58	1,79	0,47	0,49	2,29	0,68	1,51	0,22	6,43	0,17	5,56	0,35	0,01	0,99	1999Q1:2013Q1	57
pcpi	s	51,16	0,00	3,63	0,16	1,44	4,22	0,04	10,18	0,04	3,67	0,06	9,52	0,05	3,55	0,47	0,00	0,78	1999Q2:2013Q1	56
pcpi_emu	l	4 099,32	0,00	2,44	0,29	1,00	14,89	0,00	27,60	0,00	0,10	0,75	2,74	0,60	8,44	0,13	0,01	0,99	1998Q1:2013Q1	61
pcpl_emu	s	11,79	0,00	1,92	0,38	2,53	8,47	0,00	29,03	0,00	0,00	0,99	4,78	0,31	3,08	0,54	0,00	0,42	1998Q2:2013Q1	60
plneur	l	29,58	0,00	0,06	0,97	0,86	20,51	0,00	28,54	0,00	0,00	0,95	11,27	0,02	13,20	0,02	0,04	0,72	1999Q2:2013Q1	56
plneur	s	38,67	0,00	2,26	0,32	1,69	1,30	0,25	2,40	0,66	2,04	0,15	3,23	0,52	2,39	0,66	0,02	0,74	1999Q3:2013Q1	55
pm	l	342,71	0,00	2,73	0,26	0,98	16,03	0,00	18,83	0,00	7,52	0,01	11,96	0,02	16,05	0,00	0,03	0,96	1998Q1:2013Q1	61
pm	s	21,91	0,00	0,18	0,91	2,25	2,43	0,12	11,87	0,02	3,06	0,08	9,30	0,05	0,62	0,96	0,02	0,59	1998Q2:2013Q1	60
pppi	l	2 780,15	0,00	1,30	0,52	1,99	0,00	0,98	3,33	0,50	0,44	0,50	1,64	0,80	10,77	0,03	0,01	0,99	1998Q1:2013Q1	61
pppi	s	19,15	0,00	0,16	0,92	2,32	3,08	0,08	3,34	0,50	0,04	0,84	1,09	0,90	8,27	0,14	0,01	0,61	1998Q2:2013Q1	60
pppi_emu	l	1 091,32	0,00	1,62	0,44	1,11	12,03	0,00	14,12	0,01	9,09	0,00	11,88	0,02	7,13	0,07	0,02	0,98	1998Q1:2013Q1	61
pppi_emu	s	95,77	0,00	1,69	0,43	2,02	0,02	0,90	1,85	0,76	0,01	0,93	5,40	0,25	4,70	0,32	0,00	0,87	1998Q3:2013Q1	59
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
px	l	1 057,56	0,00	0,31	0,86	0,95	17,01	0,00	19,13	0,00	2,98	0,08	1,84	0,76	9,28	0,03	0,04	0,98	1995Q1:2013Q1	73

Tab. 6.15 (cd.)

px	s	73,22	0,00	15,46	0,00	2,04	0,06	0,81	0,85	0,93	0,80	0,37	4,63	0,33	3,73	0,44	0,03	0,80	1995Q2:2013Q1	72
py	l	248074,52	0,00	2,18	0,34	1,79	0,75	0,39	3,49	0,48	0,12	0,73	1,30	0,86	6,49	0,48	0,00	0,99	1995Q1:2013Q1	73
py_emu	l	6210,72	0,00	1,15	0,56	1,84	0,35	0,55	2,96	0,56	0,25	0,61	5,13	0,27	9,62	0,02	0,00	0,99	1998Q1:2013Q1	61
py_emu	s	83,26	0,00	6,78	0,03	1,88	0,17	0,68	7,97	0,09	0,20	0,65	4,81	0,31	4,68	0,32	0,00	0,85	1998Q2:2013Q1	60
rcc	l	2983,50	0,00	1,63	0,44	1,16	9,41	0,00	10,42	0,03	20,48	0,00	23,79	0,00	17,96	0,00	0,41	0,99	1997Q1:2013Q1	65
rcc	s	172,43	0,00	107,52	0,00	2,09	0,51	0,48	4,00	0,41	0,06	0,80	0,14	1,00	20,04	0,00	0,22	0,93	1997Q3:2013Q1	63
rhh	l	1336,48	0,00	4,67	0,10	0,94	15,88	0,00	20,09	0,00	17,23	0,00	17,14	0,00	3,83	0,28	0,65	0,98	1997Q1:2013Q1	65
rhh	s	105,08	0,00	9,52	0,01	2,35	4,40	0,04	11,50	0,02	2,93	0,09	3,62	0,46	22,54	0,00	0,29	0,89	1997Q3:2013Q1	63
u_sa	l	276,11	0,00	2,87	0,24	1,46	4,63	0,03	5,08	0,28	0,15	0,70	3,53	0,47	6,27	0,39	0,05	0,96	1995Q2:2013Q1	72
u_sa	s	54,76	0,00	0,58	0,75	1,50	5,10	0,02	7,47	0,11	0,67	0,41	2,19	0,70	4,53	0,48	0,02	0,79	1995Q3:2013Q1	71
u	l	39132,39	0,00	1,68	0,43	2,08	0,25	0,62	16,02	0,00	4,46	0,03	9,28	0,05	26,92	0,00	0,00	0,99	1995Q1:2013Q1	73
wp_sa	l	13048,01	0,00	0,11	0,95	1,99	0,00	0,99	0,82	0,94	1,32	0,25	3,56	0,47	5,00	0,42	0,01	0,99	2000Q1:2013Q1	53
wp_sa	s	44,66	0,00	1,96	0,37	2,30	1,30	0,25	6,08	0,19	2,05	0,15	5,88	0,21	9,79	0,08	0,00	0,81	2000Q2:2013Q1	52
wp	l	603359,28	0,00	1,37	0,50	2,24	1,28	0,26	17,62	0,00	0,07	0,79	4,69	0,32	18,22	0,01	0,00	0,99	1995Q2:2013Q1	72
xr_sa	l	2037,47	0,00	0,19	0,91	2,21	1,87	0,17	4,82	0,31	0,15	0,70	1,36	0,85	7,02	0,22	0,03	0,99	1998Q1:2013Q1	61
xr_sa	s	26,75	0,00	0,20	0,90	1,93	0,10	0,75	1,56	0,82	0,04	0,85	2,70	0,61	3,88	0,57	0,02	0,69	1998Q2:2013Q1	60
xr	l	23820,16	0,00	0,66	0,72	2,14	0,58	0,45	6,17	0,19	0,40	0,53	11,63	0,02	24,71	0,00	0,01	0,99	1995Q1:2013Q1	73
z	l	209,10	0,00	1,80	0,41	1,25	6,44	0,01	16,82	0,00	0,00	0,98	1,99	0,74	16,56	0,00	0,01	0,93	2001Q1:2013Q1	49
z	s	40,89	0,00	0,13	0,94	1,63	1,33	0,25	2,66	0,62	0,91	0,34	3,78	0,44	4,90	0,30	0,00	0,77	2001Q2:2013Q1	48
yr_sa	l	41547,99	0,00	2,84	0,24	1,96	0,00	0,96	14,18	0,01	0,02	0,90	3,90	0,42	8,36	0,21	0,00	0,99	1995Q1:2013Q1	73

Źródło: opracowanie własne.

#### 6.4.4. Symulacja

Model symulacyjny<sup>9</sup> składa się z 136 równań, zorganizowanych w 7 blokach niezależnych, 3 blokach współzależnych i 4 blokach rekurencyjnych.

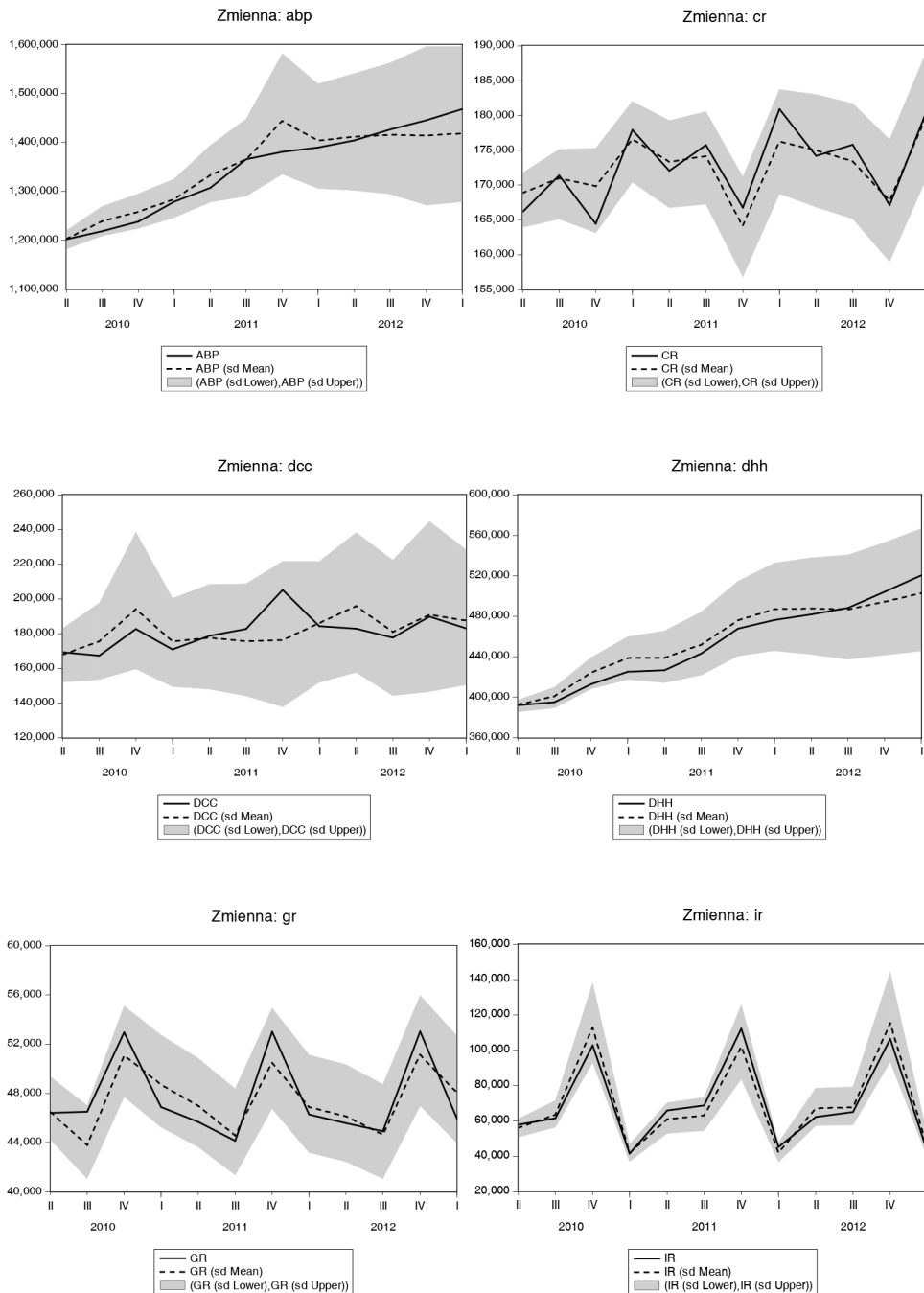
W celach weryfikacji modelu jako systemu równań przeprowadzono deterministyczną i stochastyczną historyczną symulację bazową – statyczną i dynamiczną (rozwiązanie kontrolne). Symulacja deterministyczna oznacza, iż nie zakłócano składnika losowego poszczególnych równań. Przeprowadzono ją dla okresu 2010Q2–2013Q1. Symulacja stochastyczna oznacza, że zakłócano składnik losowy poszczególnych równań metodą bootstrap (10 000 iteracji) poprzez losowanie zakłóceń (ze zwracaniem) ze zbioru reszt w wyspecyfikowanej próbie. Próba symulacyjna obejmowała okres 2010Q2–2013Q1.

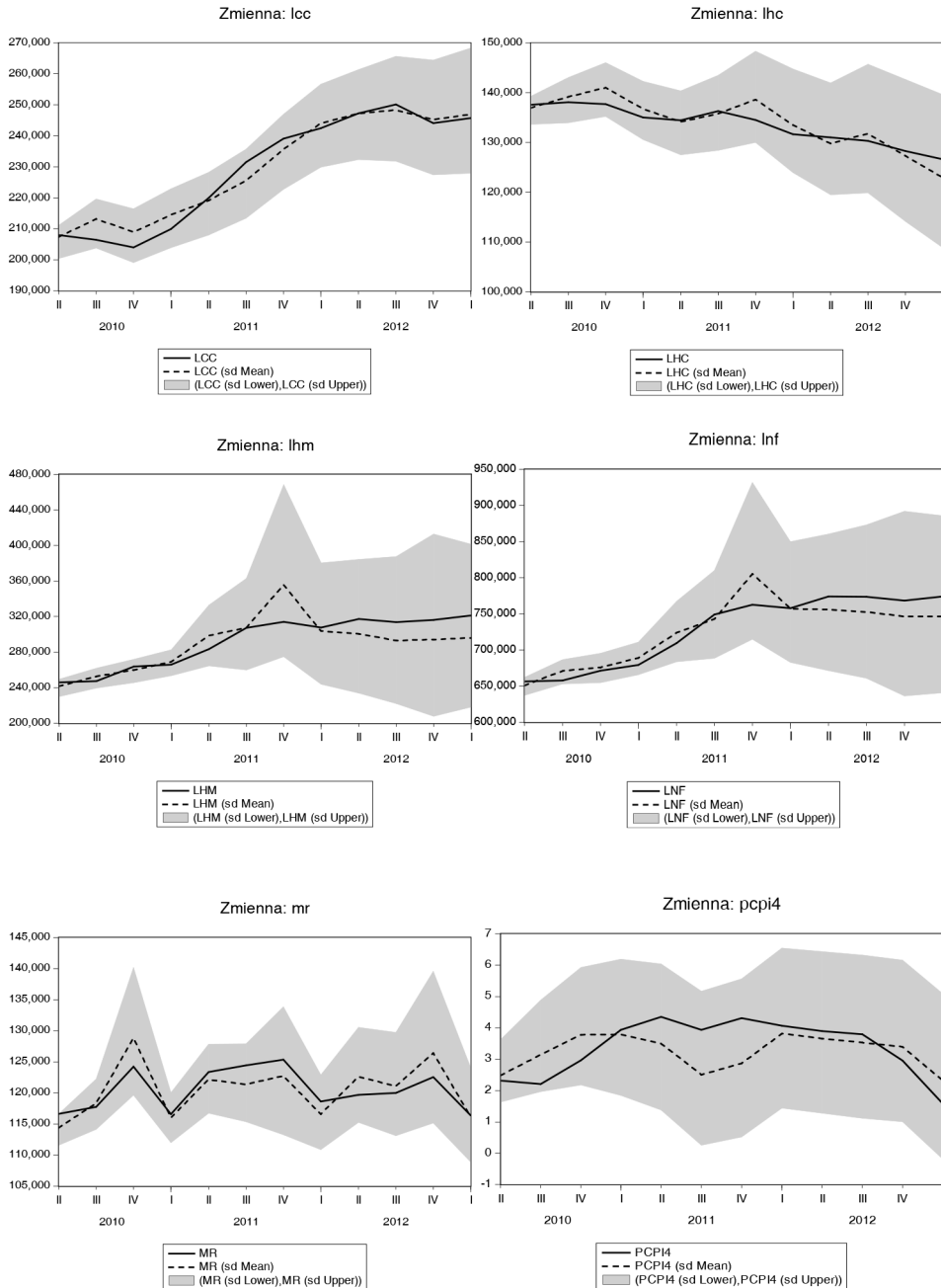
Na rysunku 6.6 przedstawiono dopasowanie wartości symulowanych (stochastycznie) do wartości rzeczywistych wraz z 95-procentowym przedziałem ufności dla wybranych zmiennych endogenicznych. Linia ciągła przedstawia wartości rzeczywiste, natomiast linia przerywana „dynamic Mean” – średnią rozwiązań stochastycznych w poszczególnych iteracjach.

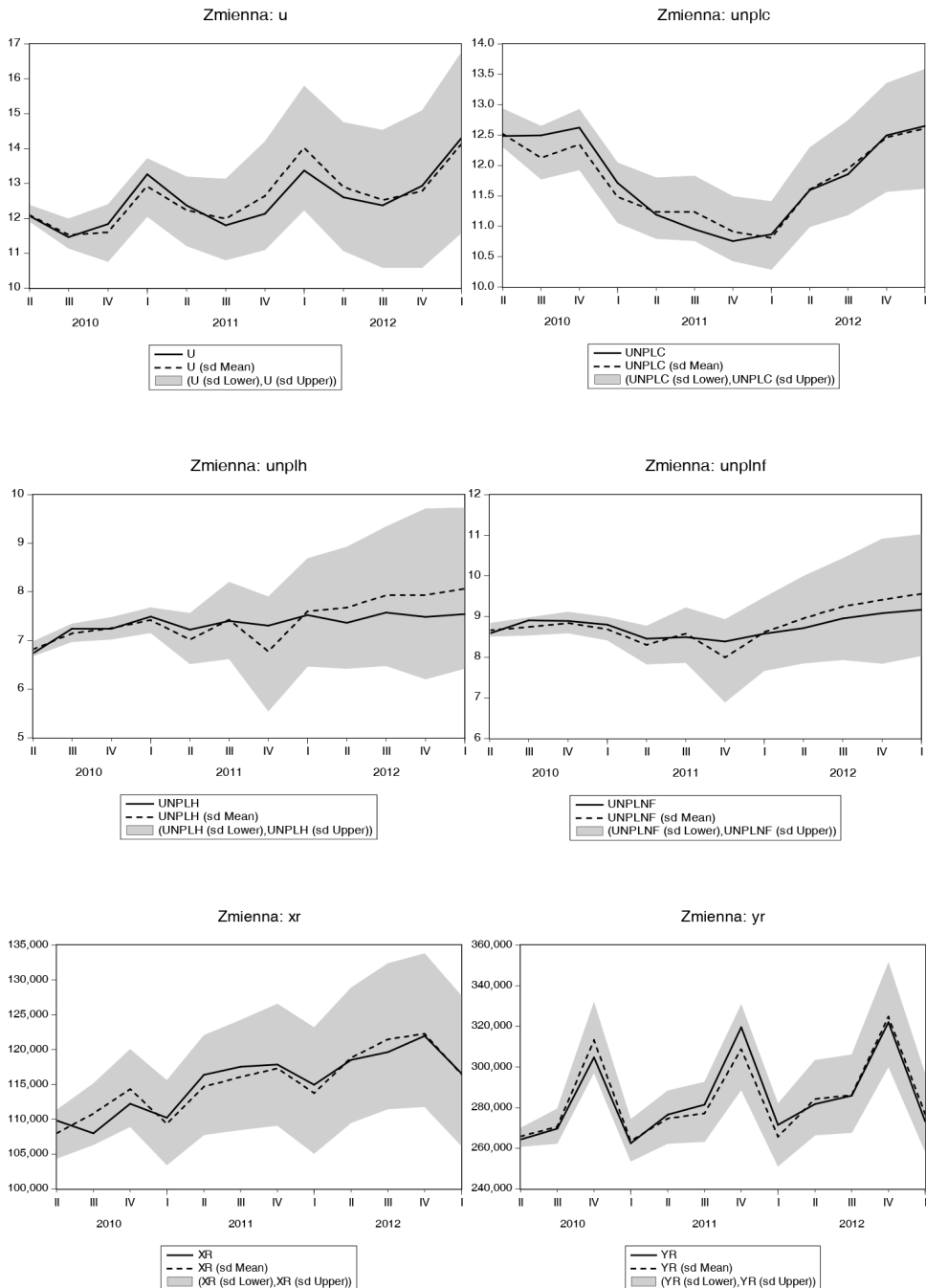
Dopasowanie w symulacji deterministycznej i stochastycznej (uwzględniając szerokość przedziałów ufności) uznano za zadowalające, nie stwierdzono znacznych odchyłeń wartości teoretycznych od empirycznych. Ponadto nie stwierdzono znacznych różnic w ścieżkach rozwiązań pomiędzy symulacją statyczną i dynamiczną, co wskazuje na poprawną specyfikację dynamiki systemu, w szczególności uzasadnione było wprowadzenie mechanizmu korekty błędem. Wobec powyższego należy wnioskować, że uprawnione jest przeprowadzenie analiz mnożnikowych na podstawie modelu.

Podstawowe zastosowanie przedstawionego modelu ma związek z możliwością przeprowadzenia na jego podstawie analiz symulacyjnych. W związku z występującymi w modelu zmiennymi sterującymi przeprowadzono historyczną analizę mnożnikową ze względu na zakłócenie podtrzymane, polegające na wzroście zagregowanego współczynnika wypłacalności w sektorze bankowym w całym okresie symulacji historycznej o 4 p.p. oraz współczynników płynności M2 i M4 o 50 p.p. Za podstawę wnioskowania przyjęto wyniki symulacji deterministycznej.

9 Model został opisany w postaci algorytmu obliczeniowego w pakiecie *Econometric Views 6.0*. Procedura została zautomatyzowana w odniesieniu do budowy bazy danych statystycznych, specyfikacji równań i estymacji parametrów, konstrukcji scenariuszy symulacyjnych i prognoz *ex ante*. Działanie modelu jest realizowane poprzez interfejs konfiguracyjny, za pomocą którego można modyfikować parametry algorytmu.







**Rysunek 6.6.** Dopasowanie w symulacji stochastycznej wraz z 95-procentowym przedziałem ufności

**Źródło:** opracowanie własne.

W tabelach (6.16–6.19) przedstawiono odchylenia (jako przeciętne roczne) od ścieżki rozwiązania kontrolnego (bez zakłóceń zmiennych) w p.p. w kolejnych latach symulacji dla:

- inflacji CPI ( $r/r$ ) – PCPI4,
- PKB ( $r/r$ ) – YR4,
- stopy bezrobocia – U,
- struktury kredytów z utratą wartości dla przedsiębiorstw, gospodarstw domowych i ogółem – UNPLC, UNPLH, UNPLNF;

oraz odchylenia procentowe dla:

- konsumpcji indywidualnej – CR,
- realnych nakładów inwestycyjnych – IR,
- PKB – YR,
- depozytów przedsiębiorstw i gospodarstw domowych (w cenach bieżących) – DCC, DHH,
- kredytu (w cenach bieżących): dla przedsiębiorstw, konsumpcyjnego, mieszkaniowego i ogółem – LCC, LHC, LHM, LNF.

Dodatknie (ujemne) wartości w tabelach oznaczają, że wprowadzone zakłócenie spowodowałoby wyższą (niższą) historyczną realizację danej kategorii ekonomicznej. Przyjmując założenie, że w przyszłości nie nastąpią istotne zmiany strukturalne w gospodarce, otrzymane wyniki można utożsamiać z projekcją zmian długookresowych w Polsce.

**Tabela 6.16.** Wzrost zagregowanego współczynnika wypłacalności o 4 p.p.

Wyszczególnienie	Kolejne lata symulacji			
	1	2	3	4
	odchylenia w p.p.			
PCPI4	0,000	-0,015	-0,073	-0,097
YR4	-0,050	-0,360	-0,300	-0,150
U	0,010	0,090	0,210	0,280
UNPLC	0,010	0,140	0,240	0,290
UNPLH	0,000	0,240	0,450	0,500
UNPLNF	0,000	0,220	0,400	0,460
	odchylenia w %			
CR	-0,020	-0,200	-0,410	-0,420
IR	-0,290	-3,080	-4,950	-4,110
YR	-0,050	-0,410	-0,710	-0,500
DCC	-0,210	-1,400	-1,970	-0,300
DHH	0,000	-0,140	-0,640	-1,030
LCC	-0,070	-1,260	-2,070	-2,340
LHC	0,000	-0,360	-0,920	-1,880
LHM	0,000	-5,300	-8,890	-9,210
LNf	-0,020	-2,640	-4,280	-4,680

**Źródło:** obliczenia własne.

**Tabela 6.17.** Wzrost zagregowanego współczynnika płynności M2 o 50 p.p.

Wyszczególnienie	Kolejne lata symulacji			
	1	2	3	4
	odchylenia w p.p.			
PCPI4	0,000	-0,001	-0,004	-0,005
YR4	0,000	-0,001	-0,004	-0,006
U	0,000	0,000	0,001	0,002
UNPLC	0,000	0,000	0,001	0,001
UNPLH	0,000	0,017	0,031	0,035
UNPLNF	0,000	0,014	0,024	0,027
	odchylenia w %			
CR	0,000	-0,001	-0,013	-0,022
IR	0,000	-0,002	-0,013	-0,020
YR	0,000	-0,001	-0,005	-0,009
DCC	0,000	-0,003	-0,020	-0,032
DHH	0,000	-0,001	-0,007	-0,013
LCC	0,000	-0,001	-0,005	-0,008
LHC	0,000	-0,170	-0,470	-0,580
LHM	0,000	-0,340	-0,470	-0,480
LNF	0,000	-0,170	-0,270	-0,290

**Źródło:** obliczenia własne.

**Tabela 6.18.** Wzrost zagregowanego współczynnika płynności M4 o 50 p.p.

Wyszczególnienie	Kolejne lata symulacji			
	1	2	3	4
	odchylenia w p.p.			
PCPI4	0,000	0,000	-0,002	-0,003
YR4	0,000	-0,001	-0,009	-0,011
U	0,000	0,000	0,002	0,005
UNPLC	0,000	0,000	0,000	0,001
UNPLH	0,000	0,006	0,019	0,022
UNPLNF	0,000	0,005	0,014	0,017
	odchylenia w %			
CR	0,000	-0,002	-0,023	-0,040
IR	0,000	-0,004	-0,027	-0,037
YR	0,000	-0,001	-0,010	-0,016
DCC	0,000	-0,005	-0,034	-0,048
DHH	0,000	0,000	-0,006	-0,014
LCC	0,000	0,000	-0,002	-0,004
LHC	0,000	-0,280	-0,820	-0,980
LHM	0,000	-0,018	-0,028	-0,033
LNF	0,000	-0,060	-0,160	-0,180

**Źródło:** obliczenia własne.

**Tabela 6.19.** Wzrost zagregowanego współczynnika wypłacalności o 4 p.p. oraz współczynników płynności M2 i M4 o 50 p.p.

Wyszczególnienie	Kolejne lata symulacji			
	1	2	3	4
	odchylenia w p.p.			
PCPI4	0,000	-0,020	-0,080	-0,110
YR4	-0,050	-0,370	-0,310	-0,160
U	0,010	0,090	0,220	0,280
UNPLC	0,010	0,140	0,240	0,290
UNPLH	0,000	0,260	0,500	0,560
UNPLNF	0,000	0,240	0,440	0,510
	odchylenia w %			
CR	-0,020	-0,200	-0,450	-0,480
IR	-0,290	-3,090	-4,990	-4,160
YR	-0,050	-0,420	-0,730	-0,530
DCC	-0,210	-1,400	-2,020	-0,380
DHH	0,000	-0,140	-0,650	-1,060
LCC	-0,070	-1,260	-2,080	-2,350
LHC	0,000	-0,800	-2,200	-3,410
LHM	0,000	-5,640	-9,350	-9,670
LNF	-0,020	-2,860	-4,690	-5,120

**Źródło:** obliczenia własne.

W tabelach 6.16–6.19 przedstawiono efekty zakłócenia zmiennych sterujących w postaci współczynnika wypłacalności oraz norm płynności M2 i M4. W analizie można ograniczyć się do interpretacji wyników w tabeli 6.19, w której zawarto wyniki dla scenariusza symulacyjnego – bodźca złożonego, podczas gdy w tabelach 6.16–6.18 znajdują się wyniki symulacji ze względu na bodźce proste. Pokazano je w celach poglądowych i porównawczych, mając na celu stwierdzenie relatywnie większego wpływu współczynnika wypłacalności niż norm płynności na wzrost gospodarczy.

Z tabeli 6.19 wynika, że zwiększenie surowości współczynników regulacyjnych, zgodnie z przyjętą hipotezą kosztową, powoduje ograniczenie poziomu PKB oraz wzrostu gospodarczego (rocznego tempa wzrostu PKB). Konsekwencją obniżenia się tempa wzrostu PKB jest spadek konsumpcji, nakładów inwestycyjnych oraz akcji kredytowej. W przypadku tej ostatniej na uwagę zasługuje wyraźny spadek w obszarze kredytów mieszkaniowych ze względu na występującą jednocześnie presję na deprecjację złotego (względem euro i w konsekwencji względem franka szwajcarskiego). Ogólnemu pogorszeniu koniunktury towarzyszyć może spadek podaży depozytów ze strony gospodarstw domowych i przedsiębiorstw, co może dalej osłabić długookresową pozycję płynnościową sektora bankowego (por. również Wdowiński 2014). W efekcie należa-

łoby spodziewać się pogorszenia sytuacji na rynku pracy oraz wzrostu należności zagrożonych. Z testów warunków skrajnych dla sektora bankowego w Polsce (Głogowski 2008) wynika, że sytuacja na rynku pracy ma duży wpływ na powstawanie należności z utratą wartości. Wymienione wcześniej potencjalne efekty ilościowe dla wzrostu gospodarczego pokazano w drodze symulacji zaprezentowanego modelu kwartalnego.

## 6.5. Synteza analiz empirycznych

Podjęto próbę oszacowania krótkookresowego wpływu regulacji kapitałowych i płynnościowych na gospodarkę Polski, wynikających z wytycznych Bazylei III. W analizie empirycznej zastosowano dwa modele ekonometryczne – model panelowy dla danych rocznych oraz model makroekonomiczny dla danych kwartalnych.

W przypadku modelu panelowego przyjęto podział próby statystycznej na banki duże i pozostałe, biorąc pod uwagę stopień koncentracji aktywów sektora bankowego. Pokazano, że stopa oprocentowania kredytów w bankach była wrażliwa na zmiany stopy WIBOR 3M oraz mierników norm kapitałowych i płynnościowych. Zauważono, że wrażliwość stopy kredytowej na zmiany stopy WIBOR 3M była większa w bankach mniejszych, co pokazuje, że w ich przypadku koszty zmiany instytucji były mniejsze niż w przypadku banków dużych. Z punktu widzenia istotnych celów analizy ważne jest również to, że zarówno w przypadku banków dużych, jak i pozostałych wpływ współczynnika wypłacalności oraz wskaźnika płynności krótkookresowej na stopę kredytową był dodatni. Można stwierdzić, że przy pozostałych czynnikach niezmiennych, w przypadku banków dużych, wzrost współczynnika wypłacalności o 1 p.p. powodował wzrost stopy kredytowej o 0,11 p.p., natomiast wzrost krótkookresowej normy płynności o 1 p.p. powodował wzrost stopy kredytowej o 0,02 p.p. W odniesieniu do banków pozostałych zaobserwowano nieco słabszy efekt wpływu współczynnika wypłacalności (0,06) oraz podobny wpływ normy płynności (0,03).

Zbudowano również model makroekonometryczny, w którym – podobnie jak w modelu panelowym – przyjęto założenie, że wpływ regulacji realizuje się poprzez kanał cenowy. Oszacowanie parametrów modelu pozwoliło na zbudowanie jego wersji symulacyjnej i przeprowadzenie szeregu analiz scenariuszowych. Do uzyskanych wyników analizy należy zaliczyć wnioski sformułowane na podstawie reakcji systemu symulacyjnego na bodźce proste i złożone. Wśród tych bodźców uwzględniono

wzrost współczynnika wypłacalności o 4 p.p. oraz wzrost współczynników wypłacalności – krótkookresowej i długookresowej – o 50 p.p. Wyniki pokazały, że wzrost współczynników regulacyjnych powodował ograniczenie rocznego tempa wzrostu PKB o 0,16 p.p. Konsekwencją tego spadku było obniżenie się konsumpcji, nakładów inwestycyjnych oraz kredytów, szczególnie mieszkaniowych (o 9,7%). Ogólnemu pogorszeniu koniunktury towarzyszył spadek podaży depozytów ze strony gospodarstw domowych (o 1,1%) i przedsiębiorstw (o 0,38%), co mogło wpłynąć na osłabienie długookresowej pozycji płynnościowej sektora bankowego. W wyniku realizacji scenariusza zauważono pogorszenie się sytuacji na rynku pracy (wzrost stopy bezrobocia o 0,28 p.p.) oraz wzrost należności zagrożonych (o 0,51 p.p.).

Przeprowadzone analizy empiryczne pozwalają sądzić, że reakcje banków komercyjnych w Polsce na nowe regulacje kapitałowe i płynnościowe nie będą znaczące, chociaż w wypadku niektórych banków będzie istniała konieczność zwiększenia kapitału lub zmniejszenia skali i ryzyka działalności. Skutki makroekonomiczne surowszych wymogów regulacyjnych również należy uznać za umiarkowane, głównie w postaci nieznacznego obniżenia tempa wzrostu PKB.