

Hipotetyczne postacie wektorów kointegrujących w modelu powiązań między stroną nominalną a realną

Tabela 1. Zmienne ekonomiczne wyselekcjonowane do badania zależności między rynkiem pieniężnym, walutowym, dóbr i usług oraz rynkiem pracy. Zmienne w ujęciu miesięcznym. „System idealny”. $M = 12$

Zmienna	Kategoria statystyczna	Źródło
Podaż pieniądza	Podaż pieniądza $M2$	NBP
Nominalny kurs walutowy	Średniomiesięczny kurs złotego względem euro	NBP
Ceny kraju	$HCPI$, 2015 = 100	Eurostat
Ceny zagranicy	$HCPI^*$ (Niemcy), 2015 = 100	Eurostat
Produkcja	Indeks produkcji przemysłowej w cenach stałych z 2015	Eurostat
Płaca nominalna	Przeciętna miesięczna płaca nominalna brutto w sektorze przedsiębiorstw	GUS
Krótkoterminowa nominalna stopa procentowa	WIBOR 1M w ujęciu rocznym	Eurostat
Długoterminowa nominalna stopa procentowa	Oprocentowanie 10 letnich obligacji rządowych	FED
Krótkoterminowa nominalna stopa procentowa zagranicy	Stopa jednomiesięczna w ujęciu rocznym, Niemcy	Eurostat
Długoterminowa nominalna stopa procentowa zagranicy	Oprocentowanie 10 letnich obligacji rządowych w Niemczech	FED
Wydajność pracy	Produkcja sprzedana przemysłu w cenach stałych z 2015/ zatrudnieni w sektorze przedsiębiorstw	GUS
Stopa bezrobocia	Stopa bezrobocia rejestrowanego	GUS

Źródło: opracowanie własne

Tabela 2. Źródło zmiennych w teorii ekonomii

Zmienne	Teoria, hipoteza, tożsamość
$m_t \text{ } ex_t \text{ } p_t \text{ } y_t \text{ } w_t \text{ } R_t^S \text{ } R_t^L \text{ } U_t$	hipoteza neutralności pieniądza (LRN)
$\Delta m_t \text{ } ex_t \text{ } p_t \text{ } y_t \text{ } w_t \text{ } R_t^S \text{ } R_t^L \text{ } U_t$	hipoteza superneutralności pieniądza (LRSN)
$m_t \text{ } p_t \text{ } y_t \text{ } R_t^S \text{ } R_t^L$	równanie wymiany Fishera, klasyczna teoria inflacji, ilościowa teoria pieniądza (stała szybkość obiegu pieniądza)
$m_t \text{ } p_t \text{ } y_t \text{ } w_t \text{ } R_t^S \text{ } R_t^L \text{ } z_t \text{ } U_t$	uogólniona ilościowa teoria pieniądza (zmiennosc szybkości obiegu pieniądza)
$ex_t \text{ } p_t \text{ } p_t^* \text{ } y_t \text{ } w_t \text{ } R_t^S \text{ } R_t^L \text{ } z_t \text{ } U_t$	dochodowa (popytowa) teoria inflacji
$ex_t \text{ } p_t \text{ } p_t^* \text{ } w_t \text{ } z_t \text{ } U_t$	kosztowa teoria inflacji
$m_t - p \text{ } \Delta p_t \text{ } y_t - p \text{ } R_t^S \text{ } R_t^L \text{ } U_t$	nowa wersja ilościowej teorii pieniądza
$\Delta ex_t \text{ } R_t^S \text{ } R_t^L \text{ } R_t^{S*} \text{ } R_t^{L*}$	parytet stóp procentowych
$ex_t \text{ } p_t \text{ } p_t^*$	parytet siły nabywczej, realny kurs walutowy
$\Delta ex_t \text{ } \Delta p_t \text{ } \Delta p_t^*$	parytet siły nabywczej w wersji względnej
$\Delta ex_t \text{ } \Delta p_t \text{ } \Delta p_t^* \text{ } R_t^S \text{ } R_t^L \text{ } R_t^{S*} \text{ } R_t^{L*}$	rozszerzony efekt Fishera
$\Delta p_t \text{ } U_t$	krzywa Phillipsa
$\Delta p_t \text{ } w_t \text{ } R_t^L \text{ } z_t$	Nowa Keynesowska krzywa Phillipsa

Źródło: opracowanie własne

Dwie kluczowe zmienne związane z równaniem wymiany Fishera, hipotezą LRN oraz ilościowymi teoriami pieniądza (ceny i podaż pieniądza) mają charakter zasobowy i są to zmienne generowane przez procesy I(2). W kosztowym i dochodowym modelu inflacji przeważają zmienne o charakterze strumieniowym, które nie są z natury podatne na długookresowe szoki I(2). Teorie związane z kursem walutowym wskazują na procesy I(1). Odwołując się do paradygmatu ekonomii wiedzy niedoskonałej (zob. Frydman, Goldberg 2009), odrzuca się założenie o racjonalnych oczekiwaniach dotyczących kształtowania się kursu walutowego na poziomie zgodnym z PPP i tym samym stacjonarność realnego kursu walutowego. Modelowanie kursu walutowego na podstawie modelu monetarnego powinno odbywać się na gruncie I(2) (por. Frydman, Goldberg 2007, 2009, Kelm 2013).

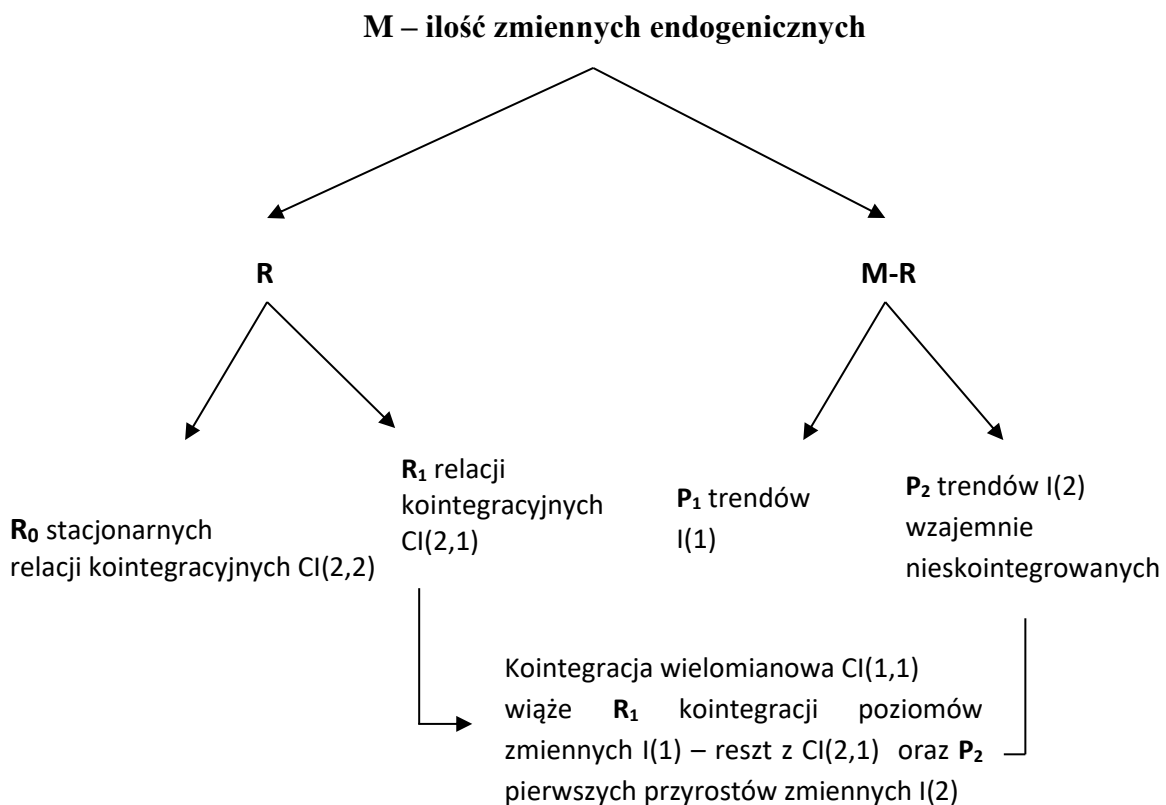
Badanie zależności między rynkami: pieniężnym, walutowym, dóbr i usług oraz pracy za punkt wyjścia powinno przyjąć model ze zmiennymi I(2):

$$Y_t = [m_t \text{ } ex_t \text{ } p_t \text{ } p_t^* \text{ } y_t \text{ } w_t \text{ } R_t^s \text{ } R_t^l \text{ } R_t^{s*} \text{ } R_t^{l*} \text{ } z_t \text{ } U_t] \sim I(2) \quad (2.1)$$

Analiza kointegracyjna procesów I(2) pozwala na dużo szersze korzyści interpretacyjne. Możliwa jest dekompozycja na związki bezpośredniej i wielomianowej kointegracji oraz identyfikacja wokół jakich relacji dostosowania są długo- lub średniookresowe. W ten sposób można uzyskać odpowiedź na pytanie, czy podaż pieniądza oraz ceny dostosowują się do siebie w długim okresie, czy już w średnim. Analiza kointegracyjna dla zmiennych I(2) pozwala także na wyznaczenie źródeł średnio- i długookresowych szoków stochastycznych, które oddziałują na zmienne I(2). Wykorzystanie techniki modelowania zmiennych I(2) polega na oszacowaniu w pierwszej kolejności wszystkich istotnych relacji zawartych w modelu ze zmiennymi I(2), po czym identyfikowany jest sens ekonomiczny tych relacji (por. Juselius 1999).

Obecność w zmiennych trendów stochastycznych stopnia drugiego wiąże się z odmienną analizą kointegracyjną, aniżeli w przypadku zmiennych maksymalnie zintegrowanych w stopniu pierwszym. Proces takiej analizy obrazuje schemat z rysunku 1.

Rys. 1 Analiza kointegracyjna dla procesów I(2).



Źródło: Majsterek 2003.

Dobór zmiennych do systemu I(2) determinuje identyfikację głównych równań długookresowej równowagi. Reszty tych równań mogą być stacjonarne (zachodzi CI(2,2)) lub niestacjonarne (zachodzi CI(2,1)). W przypadku reszt stacjonarnych równowaga długookresowa jest także równowagą średniookresową. Relacje długookresowej równowagi mające charakter kointegracji bezpośredniej CI(2,2) są trwalsze, a reakcja dostosowawcza do tych związków jest szybsza niż dla związków kointegracji CI(2,1).

W systemie zmiennych zdefiniowanym wektorem Y_t :

$$Y_t = [m_t \text{ } ex_t \text{ } p_t \text{ } p_t^* \text{ } y_t \text{ } w_t \text{ } R_t^S \text{ } R_t^L \text{ } R_t^{S*} \text{ } R_t^{L*} \text{ } z_t \text{ } U_t] \sim I(2)$$

wykorzystując wielowymiarową analizę kointegracyjną, możliwa jest weryfikacja hipotez ekonomicznych poprzez nałożenie restrykcji na parametry równań długookresowych. Wektory kointegrujące mają charakter relacji równowagowych. Wspólne trendy stochastyczne powodują oddalanie się zmiennych od ścieżek równowagi.

Pierwsza hipoteza dotyczy sposobu wyjaśnienia cen zgodnie z równaniem ilościowej teorii pieniądza. Jeżeli w równaniu długookresowym to ceny są zmienną objaśnianą, a podaż pieniądza jedną z istotnych zmiennych objaśniających to potwierdzona zostaje egzogeniczność podaży pieniądza, która jest jednym z założeń hipotezy neutralności pieniądza. Równanie długookresowe przyjmuje postać:

$$p_t = \beta_0 + \beta_1 m_t + \beta_2 R_t^S + \beta_3 R_t^L + \beta_4 y_t + \eta_{p,t} \quad (2.2)$$

Nakładane są następujące restrykcje na parametry:

$$\beta_1 = 1 \quad (2.3)$$

$$\beta_4 = -1 \quad (2.4)$$

$$\beta_1 = -\beta_4 = 1 \quad (2.5)$$

$$\beta_2 = -\beta_3 \quad (2.6)$$

Dzięki restrykcji (2.6) uzyskuje się różnicę między krótko i długookresową stopą procentową $R_t^S - R_t^L$, która jest dobrym przybliżeniem szybkości obiegu pieniądza. Szybkość obiegu pieniądza rośnie proporcjonalnie do względnie mniejszej opłacalności lokat długoterminowych. Równanie (2.2) jest bliskim odzwierciedleniem układu zdefiniowanego przez równanie wymiany Fishera oraz równanie ilościowej teorii pieniądza. Pozwala to na weryfikację kluczowego założenia szkoły neoklasycznej o stałości szybkości obiegu pieniądza. Zależność (2.2) z restrykcją (2.5) pozwala zdefiniować odwrotność logarytmu szybkości

obiegu pieniądza jako: $m_t - p_t - y_t$. Daje to możliwość rozpatrywania szybkości obiegu pieniądza w kontekście całego systemu zależności opartego na równaniu wymiany. Znika problem właściwego doboru aproksymanty szybkości obiegu pieniądza. Niestacjonarność relacji $m_t - p_t - y_t$ między realną podażą pieniądza a realną produkcją, czyli brak jednorodnej relacji kointegracyjnej CI(1,1), oznacza, że szoki oddziałujące na szybkość obiegu pieniądza mogą mieć charakter trwałe. Przekłada się to na zmienną w czasie szybkość obiegu pieniądza i wpływ tej zmiennej na inflację (por. Majsterek 2008), co jest zgodne z założeniem szkoły keynesowskiej. Wtedy restrykcja (2.5) przyjmuje postać:

$$\beta_1 = -\beta_4 \neq 1$$

Należy pamiętać o rozróżnieniu poziomu zmiennej od jej logarytmu i ich możliwym różnym stopniu integracji (por. Florczak 2005).

Druga hipoteza dotyczy kształtowania się cen zgodnie z uogólnioną teorią pieniądza, która zawiera się w dochodowej i kosztowej teorii inflacji. Zależności długookresowe dla niepieniężnych teorii inflacji są z reguły opisywane w systemie ze zmiennymi I(1). Na gruncie badań empirycznych (zob. Majsterek, A. Welfe 2012) potwierdzono dla polskiej gospodarki, że płace nominalne, wydajność pracy i stopa bezrobocia są zmiennymi I(2). Na drugi stopień zintegrowania wskazały macierz wspólnych trendów stochastycznych $A_{2\perp}$ (macierz eksporterów szoków) i macierz wag wspólnych trendów stochastycznych $\tilde{B}_{2\perp}$ (macierz importerów szoków) w modelu opisującym sprzężenie płacowo cenowe. Równanie długookresowe cen zapisać można w następującej postaci:

$$p_t = \beta_0 + \beta_1 w_t + \beta_2 z_t + \beta_3 p_t^* + \eta_{p,t} \quad (2.7)$$

Nakładane są następujące restrykcje na parametry:

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = a \quad (2.8)$$

$$\beta_1 = -\beta_2 = a - \beta_3 \quad (2.9)$$

Przyjęcie parametru $a > 1$ ma związek z objaśnieniem inflacji konsumenta, a nie producenta ($a = 1$) i odzwierciedla obecność narzutów cenowych. Restrykcja (2.9) dotyczy weryfikacji wpływu wydajności pracy na ceny. Parametr β_2 łączy w sobie dwa efekty, które są przeciwstawne. Z jednej strony wzrost wydajności pracy obniża ceny producenta i konsumenta poprzez obniżenie jednostkowych kosztów produkcji. Z drugiej strony wzrost wydajności pracy

pozwała uzyskać produkt o lepszej jakości, który będzie droższy. Możliwe jest przetestowanie restrykcji, który z tych efektów jest dominujący.

$$\beta_2 = -\gamma\beta_1 \quad (2.10)$$

Jeżeli ($-1 < \gamma < 0$), to efekt oszczędnościowy jest zdominowany przez efekt jakościowy. Z kolei kiedy zachodzi ($0 < \gamma < 1$), to efekt oszczędnościowy przewyższa efekt jakościowy. Restrykcja (2.9) przedstawia sytuację, że wzrost płac nominalnych działa inflacyjennie, jeżeli nie ma pokrycia we wzroście wydajności pracy. Szacowanie parametrów równań (2.7) bez nakładania (testowania) restrykcji prowadzi do uzyskania dużej wariancji estymatorów ze względu na bliską współliniowość płac i wydajności pracy, która wynika ze skorelowania tych zmiennych (por. Majsterek 2008).

Trzecia hipoteza dotyczy sposobu wyjaśnienia zmian podaży pieniądza w długim okresie. Ma ścisły związek z pierwszą hipotezą dotyczącą cen i z równaniem (2.2). Równanie długookresowe dla podaży pieniądza można przedstawić w postaci równania wymiany:

$$m_t^d = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 y_t + \beta_3 R_t^s + \beta_4 R_t^l + \eta_{m,t} \quad (2.11)$$

Zakładając, że podaż pieniądza dostosowuje się do popytu na pieniądź, można traktować znormalizowaną zależność długookresową (2.11) jako funkcję popytu na pieniądź ($m_t = m_t^d$, por. Majsterek, Kelm 2005, 2006). Popyt spekulacyjny zależy od nominalnych stóp procentowych. Popyt transakcyjny determinują ceny i produkcja.

Nakładane są poniższe restrykcje na parametry, które są analogiczne z restrykcjami (2.3)-(2.6)

$$\beta_1 = 1 \quad (2.12)$$

$$\beta_2 = 1 \quad (2.13)$$

$$\beta_1 = \beta_2 = 1 \quad (2.14)$$

$$\beta_3 = -\beta_4 \quad (2.15)$$

Restrykcja (2.12) oraz (2.3) służy do zweryfikowania w ramach systemu bazującego na równaniu wymiany hipotezy jednorodności względem cen (niezależnie czy równanie długookresowe dotyczy cen czy popytu na pieniądź (por. Majsterek 2008). Warunek homogeniczności cen oznacza, że parametry długookresowe powinny sumować się do zera, a po wykonaniu normalizacji względem odpowiedniej zmiennej objaśnianej powinny sumować się do jedności. Tak dzieje się w systemie ze zmiennymi I(1). W systemie ze zmiennymi I(2) należy pamiętać o możliwej dekompozycji macierzy kointegrującej na dwie macierze: macierz

bezpośredniej i macierz wielomianowej kointegracji. Stąd wymagany jest jeszcze warunek homogeniczności względem inflacji. Spełnienie warunku homogeniczności względem cen i inflacji jest równoznaczne ze spełnieniem warunku koniecznego przejścia z modelu nominalnego do modelu realnego (por. Majsterek 2008), w przypadku systemu zmiennych związanych z równaniem wymiany. Obok cen kraju w badanym systemie zależności są jeszcze obecne ceny zagranicy, które są również potencjalnie zmienną I(2). W systemie zależności (2.1) restrykcja (2.12) w równaniu popytu na pieniądź zgodnym z ilościową teorią pieniądza jest niewystarczająca do przejścia z modelu nominalnego na model realny. Należy zweryfikować dodatkowo hipotezę jednorodności względem cen zagranicy. Można to zrobić rozważając wpływ kursu i cen zagranicy w równaniu popytu na pieniądź lub model parytetu siły nabywczej w równaniu dla kursu walutowego. Model realny zawiera zmienne:

$$Y_t = [m_t - p_t \quad ex_t - p_t + p_t^* \quad y_t \quad w_t \quad R_t^s \quad R_t^l \quad R_t^{s*} \quad R_t^{l*} \quad z_t \quad U_t] \sim I(1) \quad (2.16)$$

lub

$$Y_t = [m_t - p_t \quad q_t \quad \Delta p_t \quad \Delta p_t^* \quad y_t \quad w_t \quad R_t^s \quad R_t^l \quad R_t^{s*} \quad R_t^{l*} \quad z_t \quad U_t] \sim I(1) \quad (2.17a)$$

$$Y_t = [m_t - p_t \quad \Delta ex_t \quad \Delta p_t \quad \Delta p_t^* \quad y_t \quad w_t \quad R_t^s \quad R_t^l \quad R_t^{s*} \quad R_t^{l*} \quad z_t \quad U_t] \sim I(1) \quad (2.17b)$$

Dla modelu realnego (2.16 lub 2.17) można stosować analizę I(1), pomimo niezerowego rzędu macierzy $A_{2\perp}$ (macierz wspólnych trendów stochastycznych) oraz macierzy $B_{2\perp}$ (kluczowa składowa macierzy wag wspólnych trendów stochastycznych). Jest to strategia „I(2) w I(1)” (por. Juselius 2006). Model realny nie objaśnia kształtowania się cen i nie zawiera z dużym prawdopodobieństwem zmiennych I(2) (por. Majsterek 2008). Alternatywną metodą testowania hipotezy jednorodności względem cen jest zweryfikowanie na podstawie macierzy wag wspólnych trendów stochastycznych $\tilde{B}_{2\perp}$, czy ceny są głównym odbiorcą szoków I(2).

Przejście na model realny sprawia, że w modelu I(1) uzyskuje się postać wektora kointegrującego dla realnego popytu na pieniądź $m_t^d - p_t$.

Czwarta hipoteza dotyczy wpływu zagranicznych stóp procentowych i ma związek z popytem spekulacyjnym.

$$m_t^d = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 y_t + \beta_3 R_t^s + \beta_4 R_t^l + \beta_5 R_t^s + \beta_6 R_t^l + \eta_{m,t} \quad (2.18)$$

Oprócz restrykcji (2.12)-(2.15) przetestować można:

$$\beta_5 < 0 \quad (2.19)$$

$$\beta_6 < 0 \quad (2.20)$$

$$\beta_5 = -\beta_6 \quad (2.21)$$

$$\beta_4 = \beta_6 = 0 \text{ (por. Sarletis 2001, Majsterek, Kelm 2007)} \quad (2.22)$$

Piąta hipoteza związana jest z badaniem wpływu realnego kursu walutowego q_t na popyt na pieniądź. Równanie długookresowe (2.11) przyjmuje postać:

$$m_t^d = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 y_t + \beta_3 R_t^s + \beta_4 R_t^l \pm \beta_5 ex_t + \beta_6 p_t^* + \eta_{m,t} \quad (2.23)$$

(por. Majsterek, Kelm 2006).

Testowane są nadal restrykcje (2.12)-(2.15) oraz:

$$\beta_1 = -\beta_5 = -\beta_6 = 1 \text{ (?) – odwrócenie znaków} \quad (2.24)$$

Odrzucenie restrykcji (2.24) oznacza, że nie mogę przejść na model realny ? Muszę mieć zamiast ex_t q_t w modelu nominalnym?

Wprowadzenie do modelu hipotezy parytetu siły nabywczej i jej weryfikacja wymusza przyjęcie kilku restrykcyjnych założeń: jednorodność dóbr podlegających wymianie, pominięcie kosztów transportu i protekcjonizmu celnego. Z drugiej strony pozwala to na analizę mechanizmów odpowiedzialnych za transmisję impulsów inflacyjnych z zagranicy.

Szosta hipoteza dotyczy sposobu określenia długookresowej zależności dla nominalnego kursu walutowego w systemie I(2), który w przypadku pierwszym zakłada spełnienie parytetu siły nabywczej – CI(2,2). Równanie długookresowe wyraża parytet siły nabywczej lub realny kurs walutowy:

$$ex_t = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 p_t^* + \eta_{ex,t} \quad (2.25)$$

Nakładana jest restrykcja:

$$\beta_1 = -\beta_2 = 1 \quad (2.26)$$

Jeżeli proces resztowy $\eta_{ex,t}$ okaże się niestacjonarny, czyli wystąpi CI(2,1), to zakładana jest następująca relacja dla nominalnego kursu walutowego (por, Kelm, 2013):

$$ex_t = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 p_t^* + \delta_1 \Delta ex_t + \delta_2 \Delta p_t + \delta_3 \Delta p_t^* + \eta_{ex,t} \quad (2.27)$$

W równaniu (2.27) nadal testowana jest restrykcja (2.26). Relacja (2.27) jest przykładem kointegracji wielomianowej. Łączy w sobie parytety siły nabywczej w wersji bezwzględnej i względnej.

Siódma hipoteza dotyczy długookresowej zależności dla płac nominalnych. Równanie długookresowe można zapisać:

$$w_t = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 z_t + \beta_3 U_t + \eta_{w,t} \quad (2.28)$$

Testowaniu podlegają następujące restrykcje:

$$\beta_1 = 1 \quad (2.29)$$

$$\beta_2 = 1 \quad (2.30)$$

$$\beta_3 < 0 \quad (2.31)$$

Restrykcja (2.29) zakłada, że długookresowa elastyczność płac względem cen jest jednostkowa. Nieodrzućenie tej restrykcji pozwala modelować płacę realną. Restrykcja (2.30) wyraża długookresową jednostkową elastyczność płac względem wydajności pracy i jest zgodna z hipotezą modelu przetargowego płac. W równaniu (2.28) pomija się wpływ podatków pośrednich i bezpośrednich oraz składek na ubezpieczenie społeczne (zob. Majsterek, A. Welfe 2012).

Ósma hipoteza i kolejne dotyczą potencjalnych zależności długookresowych, które zachodzą w modelu realnym. W przypadku modelu realnego (2.17a) zakłada się następujące równanie długookresowe dla produkcji (por. Majsterek, Kelm 2006):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 m_t + \beta_2 R_t^s + \beta_3 \Delta p_t + \beta_4 q_t + \eta_{y,t} \quad (2.32)$$

Testowane są następujące restrykcje:

$$\beta_1 = 0 \quad (2.33)$$

$$\beta_2 = -\beta_3 \quad (2.34)$$

Restrykcja (2.33) jest zgodna z hipotezą LRN. Restrykcja (2.34) mówi o wpływie realnej stopy procentowej na produkcję. Równanie długookresowe (2.32) w przypadku modelu realnego (2.17b) można zapisać:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 m_t + \beta_2 R_t^s + \beta_3 \Delta p_t + \beta_4 \Delta ex_t + \eta_{y,t} \quad (2.35)$$

Testowaniu podlegają te same restrykcje co w równaniu (2.33).

Zamiana podaży pieniądza m_t na tempo zmian podaży pieniądza Δm_t pozwala nałożyć restrykcję $\beta_1 = 0$, zgodną z hipotezą LRSN.

Dziewiąta hipoteza dotyczy zależności długookresowej dla kursu realnego:

$$q_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta p_t + \beta_2 \Delta p_t^* + \beta_3 R_t^s + \beta_4 R_t^{s*} + \beta_5 R_t^l + \beta_6 R_t^{l*} + \eta_{q,t} \quad (2.36)$$

Na podstawie równania (2.36) można przetestować następujące restrykcje:

$$\beta_1 = -\beta_2 = 1 \quad (2.37)$$

$$\beta_3 = -\beta_4 = 1 \quad (2.38)$$

$$\beta_5 = -\beta_6 = 1 \quad (2.39)$$

$$\beta_5 = \beta_6 = 0 \quad (2.40)$$

$$\beta_3 = -\beta_1 = 1 \quad (2.41)$$

$$\beta_4 = -\beta_2 = 1 \quad (2.42)$$

$$\beta_3 = \beta_4 = 0 \quad (2.43)$$

Restrykcja (2.37) zakłada, że realny kurs walutowy zależy od różnicy w stopach inflacji między krajem i zagranicą. Restrykcje (2.38) i (2.39) uzależniają realny kurs walutowy od dysparytetu odpowiednio krótko- i długookresowych stóp zwrotu. Połączenie restrykcji (2.40)-(2.42) uzależnia realny kurs walutowy od dysparytetu krótkookresowych realnych stóp procentowych (por. Juselius, MacDonald 2003, Kęłowski, A. Welfe, 2010, Kelm 2013).

Dziesiąta hipoteza dotyczy modelu realnego (2.17b) i zależności długookresowej dla tempa zmian nominalnego kursu walutowego, przy założeniu, że nominalny kurs walutowy jest zmienną I(2). Równanie długookresowe może przedstawiać rozszerzony efekt Fishera:

$$\Delta ex_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta p_t + \beta_2 \Delta p_t^* + \beta_3 R_t^s + \beta_4 R_t^{s*} + \eta_{\Delta ex,t} \quad (2.44)$$

W celu potwierdzenia rozszerzonego efektu Fishera nie można odrzucić restrykcji:

$$\beta_1 = -\beta_2 = 1 \quad (2.45)$$

$$\beta_3 = -\beta_4 = 1 \quad (2.46)$$

Jedenasta hipoteza dotyczy realnego popytu na pieniądź. Hipoteza ta jest zgodna z nową wersją ilościowej teorii pieniądza:

$$m_t^d - p_t = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 R_t^s + \beta_3 R_t^l + \beta_4 \Delta p_t + \eta_{m,t} \quad (2.47)$$

Dla zależności długookresowej (2.49) można przetestować następujące restrykcje:

$$\beta_1 = 1 \quad (2.48)$$

$$\beta_4 = 1 \quad (?) \quad (2.49)$$

$$\beta_2 = -\beta_3 \quad (2.50)$$

Restrykcja (2.50) wynika z równania wymiany. Restrykcja (2.49) związana jest z homogenicznością względem inflacji. Restrykcja symetrii (2.50) pozwala szacować parametr dla aproksymacji szybkości obiegu pieniądza.

Jedenasta hipoteza wskazuje na potencjalną postać trzeciego równania długookresowego w modelu realnym, którym jest równanie inflacji (por. Majsterek, Kelm 2006):

$$\Delta p_t = \beta_0 + \beta_1 R_t^s + \beta_2 R_t^l + \beta_3 q_t + \beta_4 \Delta m_t + \eta_{\Delta p,t} \quad (2.51)$$

Testowana jest restrykcja związana z aproksymacją szybkości obiegu pieniądza:

$$\beta_1 = -\beta_2 = 1 \quad (2.52)$$

Dwunasta hipoteza związana jest z równaniem długookresowym dla inflacji aproksymowanym równaniem NKKP. Długookresowa stopa procentową R_t^l pełni w tym przypadku rolę oczekiwań inflacyjnych:

$$\Delta p_t = \beta_0 + \beta_1 w_t + \beta_2 z_t + \beta_3 R_t^l + \eta_{\Delta p,t} \quad (2.53)$$

Nakładana restrykcja symetrii na parametry ma związek z uzyskaniem przybliżenia kosztu krańcowego produkcji:

$$\beta_1 = -\beta_2 \quad (2.54)$$

Trzynasta hipoteza dotyczy równania długookresowego dla inflacji, która zależy od inflacji za granicą i od oczekiwań inflacyjnych:

$$\Delta p_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta p_t^* + \beta_2 R_t^l + \beta_3 \Delta m_t + \eta_{\Delta p,t} \quad (2.55)$$

Testowana jest restrykcja homogeniczności:

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1 \quad (2.56)$$

Tabela 2. Zmienne ekonomiczne wyselekcjonowane do badania zależności między rynkiem pieniężnym, walutowym, dóbr i usług oraz rynkiem pracy – ograniczające się do hipotez neutralności pieniądza i inflacji dochodowej (popytowej) Zmienne w ujęciu miesięcznym. „System niezbędnego minimum”. $M = 9$.

Zmienna	Kategoria statystyczna	Źródło
Podaż pieniądza	Podaż pieniądza $M2$	NBP
Realny kurs walutowy	Średniomiesięczny kurs złotego względem euro*(ceny kraju/ceny zagranicy)	obliczenia własne
Ceny kraju	$HCPI$, 2015 = 100	Eurostat
Produkcja	Indeks produkcji przemysłowej w cenach stałych z 2015	Eurostat
Płaca nominalna	Przeciętna miesięczna płaca nominalna brutto w sektorze przedsiębiorstw	GUS
Krótkoterminowa nominalna stopa procentowa	WIBOR 1M w ujęciu rocznym	Eurostat
Długoterminowa nominalna stopa procentowa	Oprocentowanie 10 letnich obligacji rządowych	FED
Wydajność pracy	Produkcja sprzedana przemysłu w cenach stałych z 2015/ zatrudnieni w sektorze przedsiębiorstw	GUS
Stopa bezrobocia	Stopa bezrobocia rejestrowanego	GUS

Źródło: opracowanie własne

Tabela 3. Zmienne ekonomiczne wyselekcjonowane do badania zależności między rynkiem pieniężnym, walutowym, dóbr i usług oraz rynkiem pracy – ograniczające się do hipotez neutralności pieniądza i hipotezy IKE dla kursu nominalnego. Zmienne w ujęciu miesięcznym. „System niezbędnego minimum”. $M = 8$.

Zmienna	Kategoria statystyczna	Źródło
Podaż pieniądza	Podaż pieniądza $M2$	NBP
Nominalny kurs walutowy	Średniomiesięczny kurs złotego względem euro	NBP
Ceny kraju	$HCPI$, 2015 = 100	Eurostat
Ceny zagranicy	$HCPI^*$ (Niemcy), 2015 = 100	Eurostat
Produkcja	Indeks produkcji przemysłowej w cenach stałych z 2015	Eurostat
Krótkoterminowa nominalna stopa procentowa	WIBOR 1M w ujęciu rocznym	Eurostat
Długoterminowa nominalna stopa procentowa	Oprocentowanie 10 letnich obligacji rządowych	FED
Stopa bezrobocia	Stopa bezrobocia rejestrowanego	GUS

Źródło: opracowanie własne