

*Piotr Wdowiński**

EMPIRYCZNE MODELE KURSÓW WALUTOWYCH: OCENA TRAFNOŚCI PROGNOZ**

Streszczenie. W prezentowanym tekście podjęliśmy tematykę modelowania kursów walutowych. Część teoretyczna artykułu została poświęcona teorii parytetu siły nabywczej PPP oraz modelowi monetarnemu wraz z przeglądem literatury, wskazującym na genezę modelowania nominalnych i realnych kursów walutowych. W części empirycznej dokonaliśmy oszacowania kwartalnych modeli kursów walutowych PLN/USD i PLN/EUR w okresie 1990–2002. Badaniem objęliśmy teorię parytetu PPP dla dwóch indeksów cen, tj. indeksu cen towarów i usług konsumpcyjnych (CPI) oraz indeksu cen produkcji sprzedanej przemysłu (PPI), oraz modelu monetarnego z uwzględnieniem stóp procentowych. Dokonaliśmy ponadto oceny jakości prognoz generowanych przez obie klasy modeli w oparciu o ideę łączenia prognoz według podejścia Faira-Shillera (1990). Na podstawie przeprowadzonego badania można wnioskować, że w analizowanym okresie nie udało się potwierdzić związków teoretycznych pomiędzy kursem walutowym a zmiennymi o charakterze fundamentalnym w kontekście wartości ocen parametrów. Modele monetarne okazały się lepsze od modeli parytetu siły nabywczej z prognostycznego punktu widzenia.

Słowa kluczowe: kurs walutowy, parytet siły nabywczej, teoria monetarna, prognozowanie, łączenie prognoz.

1. WPROWADZENIE

Modelowanie i prognozowanie kursów walutowych ma duże znaczenie w analizie wielu zjawisk o charakterze mikro- i makroekonomicznym. Kursy walutowe – podobnie jak wiele innych zmiennych ekonomicznych – można rozpatrywać w krótkim, średnim i długim okresie. W wielu badaniach empirycznych podkreśla się, że w krótkim okresie kurs walutowy zachowuje się jak zmienna o charakterze finansowym, podobnie jak np. stopy procentowe lub ceny aktywów finansowych – akcji, obligacji itp.

* Dr, adiunkt w Katedrze Ekonometrii Uniwersytetu Łódzkiego.

** Badania zostały przeprowadzone w ramach projektu KBN Nr 2H02B01624. Autor pragnie podziękować J. Jackowi Sztudyngerowi za dyskusję. Za wszelkie pozostałe błędy odpowiedzialność spoczywa wyłącznie na autorze.

W średnim i długim okresie kurs walutowy pozostaje na ogół pod silniejszym wpływem zmiennych o charakterze fundamentalnym, np. inflacji, dochodu, podaży pieniądza. Szczególne znaczenie ma średnio- i długo-okresowa analiza kursów walutowych w modelowaniu inflacji i handlu zagranicznego, gdyż te zjawiska w bezpośredni sposób reagują na zmiany kursów walutowych.

W artykule podejmiemy próbę prezentacji najbardziej popularnych teorii kursów walutowych, tj. teorii parytetu siły nabywczej PPP i teorii monetarnej¹. Dokonamy oceny jakości prognostycznej modeli kursów walutowych, zbudowanych w oparciu o przedstawione teorie. W ocenie trafności prognoz generowanych przez oszacowane modele wykorzystamy podejście Faira-Shillera (1990), bazujące na metodologii łączenia prognoz. Analizę przeprowadzimy dla kursów PLN/USD i PLN/EUR w latach 1990–2002.

Artykuł został podzielony na sześć paragrafów. Po krótkim wprowadzeniu w problematykę niniejszego tekstu w paragrafie 2 przedstawimy zarys teorii parytetu PPP, natomiast w paragrafie 3 uwagi teoretyczne na temat modeli monetarnych. W obu paragrafach dokonamy przeglądu bogatej literatury przedmiotu. W paragrafie 4 znajdują się wyniki analiz empirycznych dla obu klas modeli. W paragrafie 5 przedstawimy wyniki analizy jakości prognostycznej zaprezentowanych modeli, natomiast w ostatnim paragrafie zawarte są wnioski końcowe.

2. TEORIA PARYTETU SIŁY NABYWCZEJ PPP

Teoria parytetu siły nabywczej (PPP) stanowi jedną z najstarszych i często empirycznie weryfikowanych teorii kursów walutowych. Jej krytyka jest również bardzo bogata (por. np. Dornbusch 1987). Źródłem tej teorii jest prawo jednej ceny, które stanowi, że dla dowolnego dobra i zachodzi relacja:

$$p_{i,t} = \bar{s}_t + p_{i,t}^* \quad (1)$$

gdzie

- $p_{i,t}$ – logarytm naturalny krajowej ceny dobra i ;
- $p_{i,t}^*$ – logarytm naturalny ceny zagranicznej dobra i^* ;
- \bar{s}_t – logarytm naturalny kursu walutowego równowagi, stanowiącego krajową cenę waluty zagranicznej;
- t – indeks czasu.

¹ W pracy Wdowiński (2003) można znaleźć szerszą dyskusję na temat modeli parytetu PPP, modeli monetarnych oraz modelu NATREX wraz z wynikami empirycznymi dla Polski.

Takie sformułowanie zasady parytetu wynika z arbitrażu, zgodnie z którym przy pominięciu kosztów transportu, ceł i innych barier handlu, ceny towarów wymienianych w obrocie zagranicznym po skorygowaniu o kurs walutowy powinny być sobie równe. Jeśli prawo jednej ceny obowiązuje dla wszystkich dóbr, to obowiązuje również dla ich koszyka. Należy zauważyć, że odstępstwa od tej zależności w przypadku pojedynczych dóbr nie muszą oznaczać odstępstw dla całego koszyka, gdyż efekt ten może zanikać wskutek operacji agregowania i ważenia. Większość badań empirycznych nad powyższym zagadnieniem dotyczy analiz z wykorzystaniem indeksów cen towarów i usług konsumpcyjnych (CPI), chociaż podejmowano próby konstruowania identycznych koszyków dóbr (por. np. Summers i Heston 1991).

Wyróżnia się absolutny („silny”) i względny („słaby”) parytet siły nabywczej. Absolutny parytet siły nabywczej przedstawia się wzorem:

$$\bar{s}_t = p_t - p_t^*, \quad (2)$$

gdzie:

\bar{s}_t – nominalny kurs walutowy równowagi (logarytm);

p_t – indeks cen krajowych (logarytm);

p_t^* – indeks cen zagranicznych (logarytm).

Z kolei pierwsze różnice logarytmów, tj. $\Delta \bar{s}_t \equiv \bar{s}_t - \bar{s}_{t-1}$, $\Delta p_t \equiv p_t - p_{t-1}$ i $\Delta p_t^* \equiv p_t^* - p_{t-1}^*$, służą do sformułowania parytetu w formie względnej. Mamy zatem:

$$\Delta \bar{s}_t = \Delta p_t - \Delta p_t^*. \quad (3)$$

W dalszej części analizy pod uwagę weźmiemy formę parytetu dla kursów dwustronnych, tj. między dwiema gospodarkami.

Kluczowe zagadnienie w analizie parytetu PPP stanowi wybór wskaźników cen p_t i p_t^* , który zależy od celu badania. Wyborowi kategorii cen towarzyszy odpowiadająca mu interpretacja kursu realnego o postaci $q_t \equiv \bar{s}_t - p_t + p_t^*$, określająca skorygowany cenami poziom siły nabywczej pieniądza. Jeśli za deflator cen przyjmie się np. indeks kosztów utrzymania (przy założeniu podobieństwa w strukturze spożycia), to kurs realny będzie wyrazem siły nabywczej pieniądza krajowego w stosunku do pieniądza zagranicznego w przeliczeniu na jednostkę spożycia koszyka dóbr konsumpcyjnych. Zastosowane deflatory mogą mieć albo strukturę agregatu², albo mogą to być ceny poszczególnych towarów. Jest to o tyle istotne, że w przypadku agregatów (indeksów) cen wyniki są często obciążone, np. ze względu na

² Mogą to być deflatory PKB, eksportu, importu, cen towarów i usług konsumpcyjnych, cen produkcji przemysłowej itp.

istotne różnice w strukturze spożycia, jak również na niewielki czasem udział w całości obrotów handlowych z zagranicą tzw. towarów wymiennalnych w stosunku do towarów niewymiennalnych. Z oczywistych przyczyn kurs realny nie stanowi wówczas dobrego miernika siły nabywczej pieniądza krajowego.

Jeśli struktura cen w gospodarce jest stabilna, tzn. ceny względne nie wykazują zbyt dużych wahań³, to każdy agregat cenowy zachowuje się podobnie i wybór indeksu cen jest w zasadzie dowolny. Jeśli jednak ceny są efektem zaburzeń podażowych po realnej stronie gospodarki, to ceny względne ulegają znacznym wahaniom i wówczas wybór indeksu cen w analizie parytetu PPP staje się kluczowy.

Podwaliny teorii parytetu PPP zostały sformułowane przez Cassela (1918)⁴. W latach pięćdziesiątych XX w. wysunięto propozycję, aby traktować PPP jako teorię równowagi kursów walutowych (por. np. Houthakker 1958, Yeager 1958). Wczesny przegląd badań i podejść do zjawiska PPP można znaleźć w pracy Haberlera (1961). Teoria parytetu PPP spotkała się z krytyką Balassy (1964), który stwierdził, że klasycznie rozumianej teorii PPP nie można traktować jako wskaźnika kursu walutowego równowagi i zarazem jako normatywnego podejścia do kwestii dewaluacji lub rewaluacji kursu w celu równoważenia bilansu handlowego. Balassa nie zanegował samej doktryny PPP, lecz wskazał na kierunki jej rozwoju poprzez modele uwzględniające podział dóbr na towary i usługi. Jego zdaniem, taki podział ma zasadnicze znaczenie w teorii PPP, gdyż usługi stanowią element rachunku parytetu siły nabywczej, nie mają jednak bezpośredniego wpływu na kurs walutowy. Podkreślił, że w sytuacji, gdy wydajność pracy w sektorze usług jest niższa niż w sektorze produkcji przemysłowej, natomiast różnice płac w gospodarce zanikają wskutek wzrostu mobilności siły roboczej, usługi będą względnie droższe w krajach o wysokiej wydajności pracy. Oznacza to, że odchylenia kursu walutowego od umownego stanu równowagi, wyznaczonego przez parytet siły nabywczej, są rosnącą funkcją różnic w poziomach wydajności pracy pomiędzy krajami na skutek pogłębiających się różnic w cenach usług. Biorąc pod uwagę ponadto, że usługi są pracochłonne, jeszcze silniej wpływa to na międzynarodowe różnice w cenach usług, związane ze wzrostem płac wraz ze wzrostem wydajności pracy. Zdaniem Balassy, odchylenia kursu walutowego od parytetu siły nabywczej mogą informować o potencjalnej nadwartościowości lub podwartościowości walut, lecz nie należy traktować teorii PPP jako normatywnego ujęcia polityki kursów walutowych.

³ Tak jest wówczas, gdy zmiany cen mają podłoże monetarne.

⁴ G. Cassel jest kojarzony przede wszystkim z wprowadzeniem pojęcia parytetu PPP w formie względnej, lecz już w 1916 r. sformułował on hipotezę PPP w formie absolutnej – por. Cassel (1916).

Badania nad parytetem PPP można prowadzić w oparciu o statystyczne próby przekrojowe i próby czasowe. Wśród wczesnych badań dla szeregów przekrojowych nad efektem nazwanym później efektem Balassy-Samuelsona należy wymienić prace takich ekonomistów, jak: Gilbert i Kravis (1954) oraz Gilbert i in. (1958). Balassa (1964) również dokonał prób weryfikacji hipotezy, że kraje o wyższym dochodzie cechują się wyższym poziomem relacji cen krajowych do zagranicznych, skorygowanej o kurs walutowy, i uzyskał jej empiryczne potwierdzenie w próbie przekrojowej. Wśród nowszych badań opartych na próbach przekrojowych należy wymienić prace takich autorów, jak: Summers i Heston (1991), którzy dokonali porównania krajów o zróżnicowanym dochodzie, oraz De Gregorio, Giovannini i Wolf (1994), których analizy oparte są na próbach przekrojowo-czasowych. Z kolei wśród badań dla prób czasowych trzeba wspomnieć o opracowaniach takich ekonomistów, jak: Hsieh (1982), Edison i Klován (1987) oraz Marston (1987). We wszystkich wymienionych pracach empirycznie potwierdzono występowanie efektu Balassy-Samuelsona, czyli ujemnego wpływu wzrostu wydajności pracy na realny kurs walutowy.

Rozwinięcie teorii PPP w warunkach nierównowagi na rynku towarowym i w warunkach doskonałej mobilności kapitału zaproponował Dornbusch (1976a). W tym modelu kurs walutowy stanowi główny element transmisji polityki monetarnej na całkowity popyt na produkcję krajową. Po pierwsze, w krótkim okresie ekspansja monetarna, tj. wzrost podaży pieniądza, przynosi natychmiastową deprecjację waluty krajowej, co w głównym stopniu składa się na fluktuacje nominalnego i realnego kursu walutowego. Po drugie, w pozakłóceńowym procesie dostosowawczym kurs walutowy może ulegać spadkowi przy rosnącym ogólnym poziomie cen, co stanowi silny kontrast dla teorii PPP. Po trzecie, zmiany kursu walutowego mają bezpośredni wpływ na krajową inflację. Ekspansja monetarna przynosi w krótkim okresie obniżkę stóp procentowych i nadmierną deprecjację kursu walutowego, czyli tzw. „przestrzelenie”⁵ kursu nominalnego i realnego.

Rozwinięcie teorii PPP w warunkach równowagi na rynku towarowym i pieniężnym zaproponował Stockman (1980). Swoją analizę oparł na współzależnym modelu kursu walutowego i indeksu cen *terms of trade*, stanowiącego alternatywę dla teorii kursu walutowego w warunkach nierównowagi, zaproponowanych w pracach takich autorów, jak: Dornbusch (1976a, 1976b) i Mussa (1976). Stockman pokazał, że w warunkach równowagi na rynku towarowym i pieniężnym również, podobnie jak w modelu Dornbuscha, mogą zachodzić odchylenia kursu nominalnego od parytetu

⁵ „Przestrzelenie” oznacza, iż w krótkim okresie kurs walutowy deprecjonuje ponad długookresowy kurs równowagi.

PPP, gdyż zmiany kursu walutowego mogą mieć również podłoże realne, związane z podażą i popytem na krajowe i zagraniczne towary i usługi. W modelu równowagi dopuszcza się odchylenia kursu walutowego od parytetu siły nabywczej także w warunkach elastycznych cen prowadzących do zachowania stanu równowagi. Wśród podstawowych założeń modelu jest zmienność indeksu cen *terms of trade*, tj. relacji indeksu cen w eksporcie do indeksu cen w imporcie. Zdaniem niektórych ekonomistów, indeks ten stanowi główną przyczynę zmian zachodzących na rynkach wymiany zagranicznej (por. np.: Keynes 1930; Haberler 1949; Friedman i Schwartz 1963; Krueger 1969; Machlup 1972; Dornbusch i Krugman 1976; Isard 1977; Kravis i Lipsey 1978).

Teoria parytetu siły nabywczej stanowi ortodoksyjne spojrzenie na związek kursów walutowych i cen. Spełnienie założeń tej teorii wymaga zaistnienia określonych warunków. Należy do nich zaliczyć (por. Frenkel 1981a): (1) stabilność wewnętrznej struktury cen krajowych, których zmiany są indukowane głównie poprzez bodźce monetarne, (2) brak znaczących zmian w celnych i pozacelnych barierach handlu, (3) stabilność rynków finansowych. Spełnienie tych założeń może oznaczać zaistnienie parytetu PPP nawet w krótkim okresie. Patrząc jednak na cechy kursów walutowych i cen towarów i usług, można powiedzieć, że kursy walutowe – jako względna cena dwóch aktywów, czyli pieniędzy – zachowują się również podobnie jak ceny instrumentów finansowych i w związku z tym ich kształtowanie się ma silny związek z oczekiwaniami. Oczekiwania zaś mogą podlegać silnym wahaniom w zależności od rodzaju informacji napływających z rynków (por. Mussa 1976, 1979; Dornbusch 1978; Frenkel i Mussa 1980; Frenkel 1981b).

Szeroką dyskusję na temat różnych modeli parytetu PPP wraz z przeglądem literatury można znaleźć w opracowaniach Officera (1976) oraz Froota i Rogoffa (1994). Najwięcej prac empirycznych nad zjawiskiem PPP przypada na lata siedemdziesiąte XX w., kiedy obowiązywał system kursów płynnych. Analizę, która miała silny wpływ na te badania, przeprowadził Frenkel (1981a). Pokazał on, że odchylenia kursów głównych walut od parytetu miały tendencję do kumulowania się. Badania nad parytetem PPP dla okresu płynnych kursów walutowych lat siedemdziesiątych XX w. podważyły wiarygodność tej teorii. Nie dostarczyły bowiem przekonujących dowodów empirycznych na to, że PPP wyraża długookresowy związek między nominalnym kursem walutowym a relacją cen. Wnioski Krugmana (1978) i Frenkela (1981a) o niewystępowaniu parytetu PPP są reprezentatywne dla większości badań empirycznych nad tą teorią dla lat siedemdziesiątych XX w. Na wspomniane lata przypada również rozwój nowoczesnych metod analizy szeregów czasowych. Dynamiczny rozwój tych metod spowodował powstanie wielu prac empirycznych na temat zjawiska PPP, wykorzystujących zarówno proste, jak i zaawansowane metody statystyczno-ekonometryczne

(por. Krugman 1978; Roll 1980; Cumby i Obstfeld 1982; Hakkio 1984; Davutyan i Pippenger 1985; MacDonald 1988). Wnioski z tych badań nie są rozstrzygające w zakresie występowania zjawiska parytetu PPP.

W związku z tym, że hipotezy parytetu PPP w formie absolutnej dla zagregowanych indeksów cen nie udało się w wielu badaniach potwierdzić, podjęto zatem próby weryfikacji hipotezy prawa jednej ceny (por. Isard 1977; Giovannini 1988). Obaj ekonomiści stwierdzili występowanie dużych i trwałych odchyień nominalnego kursu walutowego od parytetu siły nabywczej.

Teorię PPP można weryfikować empirycznie za pomocą modeli ekonometrycznych. Ze względu na to, że zjawisko PPP postrzega się jako związek długookresowy, wskazana jest jego weryfikacja w oparciu o dane o jak najmniejszej częstotliwości (najlepiej roczne). Jednak większość badań empirycznych dotyczy obserwacji miesięcznych lub kwartalnych, gdyż z uwagi na różnorodność form systemów kursowych bardzo utrudnione jest wyodrębnienie odpowiednio licznych prób rocznych w ramach jednolitego systemu kursowego. Im wyższa częstotliwość danych, tym silniejsze obciążenie wyników np. zjawiskiem sezonowości i dość powszechne problemy z autokorelacją zakłóceń. Ponadto kurs walutowy jako cena pieniądza jest w większym stopniu podatny na impulsy rynkowe i jest bardziej elastyczny niż ceny innych dóbr. Należy zwrócić uwagę, iż hipoteza PPP jest związkiem o charakterze długookresowym, a poza tym dopuszczalne są krótkookresowe odchylenia od tego umownego stanu równowagi.

Hipotezę PPP można testować na kilka sposobów. W klasycznym przypadku przedmiotem zainteresowania jest równanie (2), które w postaci modelu ekonometrycznego można zapisać następująco:

$$s_t = a_0 + a_1 p_t + a_2 p_t^* + u_t, \quad (4)$$

gdzie:

a_0, a_1, a_2 – nieznanne parametry równania;

u_t – gaussowskie błędy specyfikacji równania.

Test polega na weryfikacji hipotez, że $a_0 = 0$ oraz $a_1 = 1$ i $a_2 = -1$. W takim modelu zakłada się niejednorodność agregatów cenowych w sensie odmiennej struktury koszyków dóbr konsumpcyjnych. Po uchyleniu tego założenia, tj. zaostrożeniu warunku, otrzymujemy:

$$s_t = b_0 + b_1(p_t - p_t^*) + v_t, \quad (5)$$

gdzie:

b_0, b_1 – nieznanne parametry równania;

v_t – gaussowskie błędy specyfikacji równania.

Test polega na weryfikacji hipotez, że $b_0 = 0$ i $b_1 = 1$.

Innym sposobem weryfikacji empirycznej jest przyjęcie założenia o spełnieniu zasady parytetu PPP w formie absolutnej i testowanie, czy kurs realny q_t o postaci:

$$q_t \equiv s_t - p_t + p_t^* \quad (6)$$

jest stacjonarny. W tym ostatnim przypadku sformułowanie i testowanie hipotez o własnościach procesu generującego realny kurs walutowy było możliwe dzięki pracy Dickeya i Fullera (1979), w której zaproponowano metodę testowania istnienia pierwiastków jednostkowych. Stacjonarność kursu realnego oznacza, że kurs nominalny i ceny są skointegrowane. Wówczas parytet PPP zachodzi w długim okresie z możliwością krótkookresowych zmian dostosowawczych. Zatem realny kurs walutowy jest wyrazem odchylenia nominalnego kursu walutowego od parytetu siły nabywczej. Wśród badań w zakresie zastosowań testów stacjonarności realnego kursu walutowego można wymienić studia następujących autorów: Adler i Lehman (1983); Darby (1983); Hakkio (1984); Frankel (1986); Edison (1987); Huizinga (1987); Meese i Rogoff (1988).

Możliwość empirycznej weryfikacji hipotezy PPP stwarza również analiza kointegracji (por. Engle i Granger 1987; Johansen 1988, 1991), polegająca na sprawdzeniu, czy zmienne s_t oraz p_t i p_t^* w (4) lub (5) są skointegrowane, przy czym weryfikuje się również hipotezy, że $a_0 = 0$ oraz $a_1 = 1$ i $a_2 = -1$ lub $b_0 = 0$ i $b_1 = 1$. Wielu ekonomistów zajmowało się zastosowaniem analizy kointegracji w testowaniu długookresowego zjawiska parytetu PPP, m. in.: Corbae i Ouliaris (1988); Enders (1988); Kim (1990); Mark (1990); Fisher i Park (1991); Cheung i Lai (1993); Kugler i Lenz (1993). Natomiast przegląd literatury można znaleźć w pracach takich autorów, jak: Giovanetti (1992) i Breuer (1994).

Poszukiwanie realnych kursów walutowych równowagi jest bardzo istotne z punktu widzenia gospodarki. Kurs realny jest bowiem obrazem konkurencyjności danej gospodarki względem gospodarki zagranicznej (lub ich grupy). W literaturze przedmiotu można znaleźć wiele prób odpowiedzi na pytanie o poziom równowagi realnych kursów walutowych⁶. Nie przyniosły one jednak zadowalających rezultatów w zakresie powiązań realnych kursów walutowych z wartościami fundamentalnymi. Niemniej badania naukowe nad tym zagadnieniem i poszukiwanie nowych dróg rozwoju są przedmiotem ciągłego zainteresowania ekonomistów. Na dowód można przytoczyć prace Steina i in. (1995) oraz MacDonalda (1997), stanowiące podejścia alternatywne i dotyczące problemów szeroko pojętych kursów równowagi⁷.

⁶ W tym również kursów nominalnych.

⁷ Koncepcję kursów równowagi, należącą do podejść normatywnych, jako pierwszy zaproponował Williamson (1983).

Analiza parytetu PPP okazuje się pomocna w prowadzeniu polityki kursowej. Nie powinno się jej jednak traktować jako wyłącznej metody wyznaczania poziomu kursu walutowego równowagi. W rozdziale 4 przeprowadzimy empiryczną weryfikację modeli absolutnego parytetu siły nabywczej oraz modelu monetarnego, którego zarys teorii znajduje się w następnym rozdziale.

3. MODEL MONETARNY

Zgodnie z tym, co powiedzieliśmy w poprzednim paragrafie, kurs walutowy można rozpatrywać z punktu widzenia krótkiego i długiego okresu. W długim okresie – przy założeniu niewielkich zmian cen zagranicznych – kurs walutowy można utożsamiać z ceną krajowej produkcji (towarów i usług). Natomiast w krótkim okresie kurs jest ceną krajowego pieniądza (por. Branson 1977). Zatem w krótkim okresie kursy walut ustalają się na rynkach finansowych. Ze swej istoty ceny towarów i usług konsumpcyjnych dostosowują się wolniej (są sztywniejsze) niż ceny aktywów finansowych w odpowiedzi na impulsy zewnętrzne. Coraz więcej transakcji w wymianie międzynarodowej, w których pośredniczy kurs walutowy, ma związek z przepływem kapitału i dlatego w tym paragrafie walutę będziemy traktować jako jedno z aktywów finansowych, kurs walutowy zaś jako jego cenę.

W klasycznym podejściu monetarnym albo keynesowskim zakłada się, że przedmiotem transakcji międzynarodowych są jedynie towary i usługi, natomiast pieniądź traktuje się jako środek wymiany. W podejściu nowoczesnym strukturę modeli rozszerza się o rynki obligacji krajowych i zagranicznych. Jednym z podstawowych założeń dotyczących tych obligacji jest założenie o ich pełnej substytucji. Pieniądź nie jest traktowany jak aktyw finansowe i wobec tego pieniądź krajowy jest w posiadaniu wyłącznie inwestorów krajowych, a pieniądź zagraniczny inwestorów zagranicznych. W modelu monetarnym przyjmuje się związki podażowe, co w ujęciu klasycznym oznacza warunki pełnego zatrudnienia. Agregatowy poziom cen jest, podobnie jak w modelu Dornbuscha (1976a), funkcją pieniądza, założenie zaś o istnieniu parytetu siły nabywczej oznacza stałość realnego kursu walutowego. W związku z tym, że w modelu obejmującym rynki obligacji występuje oczekiwany kurs walutowy, można wyróżnić klasy modeli z oczekiwaniami.

Model kursu walutowego w nowoczesnym podejściu monetarnym ma postać (por. np. Meese i Rogoff 1983a):

$$m^s - p = \kappa y - \lambda i, \quad (7)$$

$$m^{s*} - p^* = \kappa^* y^* - \lambda^* i^*, \quad (8)$$

$$\bar{s} = p - p^*, \quad (9)$$

$$E\dot{s} = i - i^*, \quad (10)$$

gdzie:

m^s – nominalna podaż pieniądza;

y – realny dochód narodowy;

i – nominalna stopa procentowa;

p – indeks cen krajowych;

\bar{s} – nominalny kurs walutowy równowagi;

$E\dot{s}$ – oczekiwana stopa wzrostu nominalnego kursu walutowego;

κ i λ – parametry modelu.

Symbol „ $*$ ” oznacza odpowiednią zmienną lub parametr dla zagranicy. Wszystkie zmienne, z wyjątkiem stóp procentowych, wyrażone są jako logarytmy naturalne.

Punktem wyjścia w konstrukcji monetarnego modelu kursu walutowego są dwa równania (7) i (8) równowagi na rynkach pieniądza krajowego i zagranicznego. Równanie (9) określa warunek równowagi na rynku towarów. Jest to znany już z poprzedniego paragrafu związek parytetu siły nabywczej PPP. Równanie (10) stanowi warunek równowagi na rynku finansowym i określa związek nazywany parytetem stóp procentowych UIP.

Przyjmując, że $\kappa = \kappa^*$ i $\lambda = \lambda^*$, metodą kolejnych podstawień otrzymuje się następujące wyrażenie ze względu na kurs walutowy:

$$\bar{s} = (m^s - m^{s*}) - \kappa(y - y^*) + \lambda(i - i^*). \quad (11)$$

Równanie to określa model kursu walutowego według nowoczesnej teorii monetarnej. Kolejnym etapem jest podstawienie za różnicę stóp procentowych $i - i^*$ oczekiwanej stopy wzrostu kursu walutowego. Otrzymuje się wówczas model z oczekiwaniami:

$$\bar{s} = (m^s - m^{s*}) - \kappa(y - y^*) + \lambda E\dot{s}. \quad (12)$$

Wprowadzenie do modelu oczekiwań względem kursu stanowi jego rozszerzenie w stosunku do ujęcia klasycznego. Taki model jest obrazem krótkookresowej dynamiki kursu walutowego. W długim okresie można przyjąć, że kurs walutowy się nie zmienia. Wówczas mamy $E\dot{s} = 0$, czyli $i = i^*$, a zatem modele należące do teorii klasycznej i nowoczesnej są tożsame. W literaturze przedmiotu można zaobserwować różne podejścia do zagadnienia formułowania oczekiwań. Najczęściej przyjmowaną postacią oczekiwań są racjonalne oczekiwania. Wówczas w procesie ich formułowania korzysta się z wszelkiej dostępnej informacji (por. np. De Jong 1988; Milo

1998). Nawet jeśli prognozy okażą się chybione, to zakłada się, że w momencie ich stawiania wykorzystano całą dostępną informację i z definicji prognoza była optymalna. Szczegółową analizę różnych metod formułowania oczekiwań można znaleźć w pracy Pentecosta (1993), który oprócz oczekiwań racjonalnych rozpatruje również przypadki oczekiwań adaptacyjnych i regresyjnych.

Do reprezentacyjnych monetarnych modeli kursu walutowego należy zaliczyć:

a) model Frenkela-Bilsona dla cen elastycznych (por. Frenkel 1976; Bilson 1978b; Hodrick 1978; MacDonald i Taylor 1994);

b) model Dornbuscha-Frankela dla cen nieelastycznych (por. Dornbusch 1976a, Frankel 1979);

c) model Hoopera-Mortona dla cen nieelastycznych z efektami rachunku obrotów bieżących (por. Hooper i Morton 1982).

Wszystkie wymienione modele należą do klasy quasi-zredukowanych form modeli strukturalnych (por. Meese i Rogoff 1983a; De Jong 1995) i mają źródło w teorii kursów walutowych, traktowanych jako aktywa finansowe. Ogólna specyfikacja tych modeli jest następująca:

$$s_t = a_0 + a_1(m_t^s - m_t^{s*}) + a_2(y_t - y_t^*) + a_3(i_t^s - i_t^{s*}) + a_4(p_t^e - p_t^{e*}) + a_5 \overline{TB}_t + a_6 \overline{TB}_t^* + u_t, \quad (13)$$

gdzie:

$i_t^s - i_t^{s*}$ – różnica krótkookresowych stóp procentowych;

$p_t^e - p_t^{e*}$ – różnica oczekiwanych stóp inflacji;

\overline{TB} i \overline{TB}^* – skumulowany bilans handlowy dla kraju i zagranicy;

a_i – parametry modelu, $i = \overline{0,6}$;

u_t – gaussowskie błędy specyfikacji równania.

Zmienne w równaniu (13) z wyjątkiem stóp procentowych i bilansu handlowego wyrażone są jako logarytmy naturalne. We wszystkich wymienionych typach modeli (a)–(c) zakłada się, że kurs walutowy jest homogeniczny stopnia pierwszego względem różnicy poziomów podaży pieniądza (zatem $a_1 = 1$).

W modelu Frenkela-Bilsona zakłada się, że zachodzi parytet siły nabywczej. Oznacza to, że $a_4 = a_5 = a_6 = 0$. W podejściu Dornbuscha-Frankela, w którym dopuszcza się odchylenia kursu walutowego od stanu równowagi długookresowej, rozumianej jako parytet PPP, współczynniki a_5 i a_6 w modelu (13) są równe zero. Model Hoopera-Mortona stanowi najszerszą wersję podejścia monetarnego. W tym modelu o żadnym współczynniku występującym w równaniu (13) nie zakłada się, że jest równy zero. Cechą wyróżniającą ten model od pozostałych jest uwzględnienie skumulowanych bilansów handlowych gospodarki krajowej i zagranicznej, będących obrazem napięć i kryzysów bilansu handlowego.

Modele w postaci ogólnej (13) były podstawą wielu empirycznych badań kursów walutowych dla okresu funkcjonowania systemu kursów płynnych w latach siedemdziesiątych XX w. (por. Dornbusch 1976a, 1976b; Frenkel 1976, 1977, 1979; Kouri 1976; Mussa 1976; Bilson 1978a, 1978b; Frenkel i Johnson 1978; Hodrick 1978; Abel, Dornbusch, Huizinga i Marcus 1979; Frankel 1979; Frenkel i Clements 1981; Meese i Rogoff 1983a, 1983b; Woo 1985; MacDonald i Taylor 1992a, 1992b, 1993, 1994). Przegląd badań empirycznych nad monetarną teorią kursu walutowego można znaleźć w pracy Levich (1985).

Dość powszechnym wnioskiem pojawiającym się w bogatej literaturze przedmiotu badań empirycznych nad modelami należącymi do nowoczesnego nurtu monetarnego jest to, że relacje w monetarnych równaniach kursów walutowych są niestabilne w czasie. Na przykład Cornell (1977), Mussa (1979) i Frenkel (1981a) stwierdzają, że dynamikę kursów walutowych w znacznym stopniu trudno jest przewidywać. Z wielu badań wynika, że modele strukturalne nie przewyższają jakości predyktywnej modelu błędzenia losowego (por. Mussa 1979). Meese i Rogoff (1983a) pokazali, iż model błędzenia losowego generuje prognozy z podobną dokładnością, co strukturalne modele monetarne. Ich badania wykazały, że weryfikacja modeli w prognozowaniu poza próbą statystyczną stanowi ważne uzupełnienie weryfikacji empirycznych modeli kursów walutowych.

Można jednak wskazać badania potwierdzające empirycznie związki teoretyczne, w których zastosowano zmodyfikowane podejścia do monetarnej teorii kursu walutowego i zaawansowane metody ekonometryczne (por. MacDonald i Taylor 1991, 1993). Badania te kontrastują z wynikami uzyskanymi w pracach Meese'a (1986), Boothe'a i Glassmana (1987) oraz McNowna i Wallace'a (1989), w których wykorzystano dwustopniową metodę kointegracji Engle'a i Grangera (1987).

Badania empiryczne dla lat osiemdziesiątych XX w. pokazały, że modele monetarne nie wyjaśniają w prawidłowy sposób zmienności kursów walutowych, głównie ze względu na niezgodność znaków parametrów z teorią, niestabilność parametrów i niską jakość statystyczną równań. Flood i Rose (1993) zaobserwowali większą zmienność kursów walutowych w systemie kursów płynnych niż w systemie kursów stałych. Właśnie w źródłach tej większej zmienności upatrywali powodów niskiej jakości współczesnych empirycznych modeli monetarnych. Zauważyli bowiem, że wartości fundamentalne składające się na teorię monetarną, jak podaż pieniądza, dochód, stopy procentowe, nie wykazywały większej zmienności w systemie kursów płynnych na tle systemu kursów stałych. Podobne wnioski można znaleźć w pracach takich ekonomistów, jak: Dornbusch i Frankel (1988), Baxter i Stockman (1989), Marston (1989) oraz Frankel i Froot (1990). Z badań tych wynika, że dużego znaczenia we współczesnym zachowaniu

się kursów walutowych nabrały zjawiska spekulacyjne, powodujące dużą zmienność kursów, której nie odzwierciedla zmienność kategorii fundamentalnych.

W następnym paragrafie przedstawimy empiryczną analizę zaprezentowanych wcześniej modeli kursów walutowych dla danych polskich. W analizie tej skupimy się na ekonometrycznych wersjach modelu parytetu PPP dla równania (2) i dla równania monetarnego (11).

4. EMPIRYCZNE MODELE KURSÓW WALUTOWYCH

W niniejszym paragrafie przedstawimy empiryczną weryfikację teorii i modeli zaprezentowanych w paragrafach 2 i 3. Analizę sformułujemy w odniesieniu do gospodarki Polski w okresie 1990-2002 dla danych kwartalnych. Naszym celem będzie estymacja kwartalnych modeli kursu walutowego wraz z oceną trafności prognoz *ex post*. Analizie poddamy kursy dwustronne – PLN/USD oraz PLN/EUR.

Jak już wspomnieliśmy wcześniej, analizę kursów walutowych powinno prowadzić się dla okresów obowiązywania jednolitych systemów (reżimów) kursowych. Przeszkodą na drodze empirycznej weryfikacji modeli kursów walutowych w Polsce jest właśnie to, że próba okresu transformacji obejmuje stosunkowo niewiele obserwacji, które można by zaliczyć do okresu obowiązywania jednolitych systemów kursowych. Od początku bowiem okresu transformacji w Polsce od gospodarki planowanej do gospodarki rynkowej system kursów walut ulegał zmianom i ewolucji od systemu kursów sztywnych, poprzez system dewaluacji pełzającej, pasma celu z wąskim i szerokim przedziałem zmienności kursów, aż do systemu kursów zmiennych. Ten ostatni etap, tj. etap upłynnienia kursów, zapoczątkowany w 1999 r., był jednym z warunków zmiany zasad prowadzenia polityki monetarnej, w której przyjęty został cel inflacyjny. Wówczas „urynkowienie” kursu miało na celu poszukiwanie stabilnej i długookresowej jego ścieżki przed spodziewanym usztywnieniem kursu w ramach europejskiego porozumienia walutowego i przyszłego członkostwa Polski w Unii Walutowej.

Trudno zatem weryfikować modele kursów walutowych w jednolitych systemach kursowych, jeśli weźmie się pod uwagę powyższe okoliczności. Ponadto próba, jaką wykorzystujemy w naszym badaniu, jest próbą kwartalną. Jest to konsekwencją poszukiwania związków średnio- i długookresowych bez uwzględniania ich krótkookresowej dynamiki. Dalej przedstawiamy wyniki analizy empirycznej omówionego modelu parytetu siły nabywczej i modelu monetarnego.

4.1. Model parytetu siły nabywczej

Przegląd zagadnień teoretycznych i badań nad teorią parytetu siły nabywczej PPP przeprowadziliśmy w paragrafie 2. Z przedstawionych tam badań wynika, że spełnionych musi być wiele założeń, aby można było mówić o możliwości zaistnienia parytetu PPP. Przede wszystkim zjawisko PPP to zjawisko długookresowe. W konsekwencji w analizie empirycznej przyjęliśmy próbę kwartalną dla lat 1990–2002, aby zmniejszyć rolę krótkookresowej dynamiki kursów walutowych. Oszacowaliśmy parametry równania (5) (por. paragraf 2) o postaci:

$$s_t = b_0 + b_1(p_t - p_t^*) + v_t, \quad (14)$$

gdzie:

s_t – nominalny kurs walutowy (logarytm);

p_t – indeks cen krajowych (logarytm);

p_t^* – indeks cen zagranicznych (logarytm);

b_0 i b_1 – parametry modelu;

v_t – gaussowskie błędy specyfikacji równania.

Jako indeksy cen dla gospodarki zagranicznej w przypadku kursu PLN/USD przyjęliśmy deflatory cen dla USA⁸, w odniesieniu zaś do kursu PLN/EUR, średnie indeksy cen policzone dla gospodarki UE15.

W tabeli 1 znajdują się wyniki⁹ empiryczne oszacowań równania parytetu PPP w formie absolutnej dla kursu PLN/USD z uwzględnieniem różnych indeksów cen, tj. indeksu cen towarów i usług konsumpcyjnych (CPI) oraz indeksu cen produkcji sprzedanej przemysłu (PPI). Wszystkie oszacowane funkcje miały postać potęgową, a zatem w przypadku parametrów mówić będziemy o stałych w czasie elastycznościach (por. Wdowiński, Zglińska-Pietrzak i Tomasiak 1997).

⁸ Prawdopodobnie dokładniejszym przybliżeniem ceny zagranicznej byłaby średnia ważona z indeksów dla krajów, z którymi Polska prowadzi rozliczenia w handlu zagranicznym w dolarach USA. Empiryczna konstrukcja takiego indeksu jest jednak dość złożona.

⁹ W odniesieniu do tabeli 1 i następných poszczególne symbole oznaczają: SE – błąd średni równania, J-B – statystyka testu Jarque-Bera w teście normalności rozkładu empirycznych reszt, D-W – statystyka testu Durbina-Watsona, B-G – statystyka testu Breuscha-Godfrey'a w teście na autokorelację reszt, ARCH – statystyka testu dla autoregresyjnej warunkowej heteroskedastyczności reszt, White – statystyka testu heteroskedastyczności reszt, Chow – statystyka testu Chowa w teście stabilności parametrów, (A)DF – statystyka testu Dickeya-Fullera w teście pierwiastków jednostkowych. Wartości zapisane kursywą w przypadku parametrów oznaczają statystyki *t*-Studenta, zaś w przypadku pozostałych statystyk, poziom prawdopodobieństwa testu. Oszacowane równania wraz z listą zmiennych zostały przedstawione w załączniku 1 i 2.

Tabela 1. Wyniki oszacowań równania parytetu PPP dla kursu PLN/USD

Wyraz wolny	Relacja cen	SE	J-B	D-W	B-G	ARCH	White	Chow	(A)DF	R ² skorygowany	Próba	Liczba obserwacji	Numer równania
Indeks cen towarów i usług konsumpcyjnych (CPI)													
0,98 <i>188,55</i>	0,85 <i>95,24</i>	0,03	0,65 <i>0,72</i>	1,82	0,27 <i>0,60</i>	0,05 <i>0,82</i>	7,35 <i>0,60</i>	0,29 <i>0,88</i>	-6,29	0,99	1991:2 2002:4	47	1a
Indeks cen produkcji sprzedanej przemysłu (PPI)													
1,00 <i>57,82</i>	0,97 <i>21,34</i>	0,03	0,82 <i>0,66</i>	2,07	0,16 <i>0,69</i>	0,70 <i>0,40</i>	4,02 <i>0,55</i>	1,38 <i>0,85</i>	-6,97	0,99	1991:2 2002:4	47	2a

Źródło: opracowanie własne.

W załączniku 1 pokazaliśmy oszacowane równania. W równaniach tych wprowadziliśmy również zmienne zerojedynkowe *dummies* oraz wyrazy autoregresji pierwszego rzędu. Zmienne *dummies* zostały wprowadzone do równań w celu eliminacji obserwacji nietypowych, natomiast wyrazy *AR(1)* w celu ograniczenia zjawiska autokorelacji reszt. Należy wspomnieć, że we wszystkich przypadkach wprowadzone efekty w zmiennych sztucznych były wyraźnie istotne statystycznie.

W przypadku modelu parytetu PPP poddaje się weryfikacji hipotezę, że parametr $b_1 = 1$. W odniesieniu do weryfikacji hipotezy, iż wyraz wolny $b_0 = 0$, można zauważyć, że ma to znaczenie tylko wówczas, gdy postuluje się, aby realny kurs walutowy był równy 1 w warunkach równowagi. Pomijamy zatem analizę istotności wyrazu wolnego.

Jak można zauważyć na podstawie analizy wyników przedstawionych w tabeli 1, w przypadku obu indeksów cen znaki parametrów okazały się zgodne z postulatami teorii parytetu PPP. Oba równania cechują się dobrymi własnościami statystycznymi. Nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o normalności rozkładu składników losowych, a więc przyjmujemy, że ich rozkład jest niesprzeczny z rozkładem normalnym. Ponadto nie stwierdza się istotnej autokorelacji reszt oraz równania pozytywnie poddają się testom na autoregresyjną warunkową heteroskedastyczność reszt (ARCH) oraz na heteroskedastyczność reszt (White). Oceny parametrów są również statystycznie istotne. Ponadto stwierdzamy, że oceny parametrów są stabilne poza próbą, co zostało zweryfikowane za pomocą testu Chowa, natomiast reszty pozytywnie przechodzą (rozszerzony) test Dickkeya-Fullera i są stacjonarne, tj. są zintegrowane rzędu $I(0)$. Mamy zatem podstawy sądzić, że kurs walutowy PLN/USD i ceny są skointegrowane, otrzymane zaś elastyczności stanowią wyrazy wektorów kointegracji.

Przedstawiona weryfikacja merytoryczno-statystyczna modeli PPP pokazuje, że otrzymane rezultaty mogą stanowić źródło wnioskowania o występowaniu lub niewystępowaniu parytetu siły nabywczej w odniesieniu do kursu PLN/USD. Spójrzmy zatem na oszacowane elastyczności. W przypadku indeksu cen CPI elastyczność jest wyraźnie mniejsza od jedności (0,85) w równaniu (1a). Parametr jest bliższy jedności w przypadku indeksu cen produkcji PPI (0,97) w równaniu (2a). Możemy zatem stwierdzić, że mechanizm indeksacji nominalnego kursu PLN/USD względem cen krajowych i zagranicznych jest bliższy założeniom parytetu PPP w przypadku zastosowania indeksu cen PPI. W przypadku indeksu cen CPI w badanym okresie następowała powolna aprecjacja kursu względem tego indeksu. Wyniki nie powinny być zaskakujące. Stwierdziliśmy już bowiem na podstawie przeglądu badań w paragrafie 2, że parytet PPP dotyczy w większym stopniu towarów wymiennalnych, natomiast indeks PPI zawiera w sobie

stosunkowo najwięcej tego typu towarów na tle indeksu CPI. Uzyskane wyniki mogą mieć empiryczne znaczenie również z punktu widzenia wyboru indeksu cen przy wyznaczaniu realnego kursu walutowego, np. dla celów empirycznej weryfikacji równań importu i eksportu. Otóż gdyby wziąć pod uwagę indeks cen CPI, to okazałoby się, że realny kurs walutowy ulegał aprecjacji, w przypadku zaś indeksu cen PPI kurs realny zachowywałby się względnie stabilnie. Wynika stąd, że należy brać pod uwagę szeroki wachlarz indeksów cen przy wyznaczaniu realnego kursu walutowego lub ich kombinację.

Uznajemy zatem wyniki oszacowań równań parytetu PPP dla kursu PLN/USD za ekonomicznie uzasadnione i odpowiadające sytuacji makroekonomicznej w Polsce w latach 1990–2002, w których wpływ na kurs walutowy miały obok cen również inne czynniki, do których należy zaliczyć realną wydajność pracy i przepływy finansowe.

Przejdźmy obecnie do analizy równań dla kursu PLN/EUR. Wyniki zawiera tabela 2.

Jak zauważamy na podstawie analizy wyników przedstawionych w tabeli 2, znaki parametrów są zgodne z postulatami teorii parytetu PPP. Podobnie jak poprzednio, oba równania cechują się dobrymi własnościami statystycznymi. Nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o normalności rozkładu składników losowych, parametry są statystycznie istotne i nie stwierdza się autokorelacji reszt. Równania pozytywnie poddają się testom ARCH oraz White'a. Stwierdzamy również, że parametry są stabilne w sensie testu Chowa. Reszty równań pozytywnie przechodzą (rozszerzony) test Dickeya-Fullera i są stacjonarne, tj. są zintegrowane rzędu $I(0)$. Mamy zatem podstawy sądzić, że również kurs walutowy PLN/EUR i ceny są skointegrowane, otrzymane zaś elastyczności stanowią wyrazy wektorów kointegracji. Ogólnie rzecz biorąc, wyniki dla kursu PLN/EUR cechuje podobna jakość statystyczna jak dla kursu PLN/USD.

Na podstawie otrzymanych wyników przyjmujemy, że oceny parametru b_1 odbiegają od jedności, co wskazywałoby na to, iż nominalny kurs PLN/EUR aprecjonował względem omawianych indeksów cen. Wnioskujemy zatem, że w przypadku kursu PLN/EUR w badanym okresie występowały kumulujące się odchylenia kursu walutowego od parytetu siły nabywczej. Również tym razem, podobnie jak dla kursu PLN/USD, mniejsze odchylenie wartości parametru od jedności zaobserwowaliśmy w przypadku indeksu PPI (0,74). Silniej odchylenia od parytetu kumulowały się w przypadku indeksu CPI, gdyż elastyczność wyniosła 0,46. W związku z tymi spostrzeżeniami możemy stwierdzić, że zaobserwowany mechanizm indeksacji nominalnego kursu PLN/EUR względem cen krajowych i zagranicznych oznaczał zmniejszanie się cenowej konkurencyjności gospodarki Polski względem gospodarki UE15.

Tabela 2. Wyniki oszacowań równania parytetu PPP dla kursu PLN/EUR

Wyraz wolny	Relacja cen	SE	J-B	D-W	B-G	ARCH	White	Chow	(A)DF	R ² skorygowany	Próba	Liczba obserwacji	Numer równania
Indeks cen towarów i usług konsumpcyjnych (CPI)													
1,16 <i>156,51</i>	0,46 <i>21,92</i>	0,02	0,42 <i>0,81</i>	1,99	0,01 <i>0,92</i>	0,85 <i>0,36</i>	4,23 <i>0,75</i>	0,82 <i>0,53</i>	-5,48	0,96	1995:1 2002:4	32	1b
Indeks cen produkcji sprzedanej przemysłu (PPI)													
1,11 <i>111,36</i>	0,74 <i>20,45</i>	0,02	0,82 <i>0,66</i>	1,90	0,15 <i>0,70</i>	0,21 <i>0,64</i>	7,74 <i>0,36</i>	3,56 <i>0,47</i>	-5,61	0,99	1993:2 2002:4	39	2b

Źródło: opracowanie własne.

To proste podejście modelowe pozwala stwierdzić, że w przypadku kursu PLN/USD obserwowaliśmy relatywnie niewielkie odchylenia kursu nominalnego od parytetu PPP. Odchylenia te były mniejsze niż w odniesieniu do kursu PLN/EUR, dla którego zaobserwowaliśmy wyraźne kumulowanie się odchylenia kursu nominalnego od parytetu PPP. W tym przypadku odchylenia te oznaczały aprecjację realnego kursu walutowego PLN/EUR względem obu indeksów cen.

W paragrafie 4.2 pokażemy wyniki estymacji modelu monetarnego dla obu rozpatrywanych kursów walutowych.

4.2. Model monetarny

Zarys monetarnej teorii kursu walutowego został przedstawiony w paragrafie 3. Dalej w tabeli 3 prezentujemy wyniki analiz empirycznych dla kursu PLN/USD według ekonometrycznych wersji równania (11). Jako wskaźnik dochodu wykorzystaliśmy produkcję sprzedaną przemysłu.

Jak widać, oceny parametrów strukturalnych spełniają postulaty teorii monetarnej co do kierunku wpływu poszczególnych zmiennych objaśniających na nominalny kurs walutowy. Podobnie jak w przypadku modeli parytetu PPP stwierdzamy, że równanie posiada dobre własności statystyczne. Parametr stojący przy podaży pieniądza jest bliski jedności, a więc bliski postulatowi homogeniczności zmian kursu walutowego wskutek zmian podaży pieniądza. Ponieważ fundamentalnym założeniem modelu monetarnego jest założenie o występowaniu parytetu siły nabywczej PPP w formie absolutnej, to uzyskane przez nas wyniki stanowią uzupełnienie wniosków wynikających z wcześniej przeprowadzonej analizy równań PPP. Zauważmy ponadto, że wzrost różnicy krótkookresowych stóp procentowych prowadzi, zgodnie z postulatem teorii monetarnej, do wzrostu kursu walutowego.

Podsumowując, możemy stwierdzić, że omawiane równanie może stanowić empiryczny model prognostyczny, również w postaci modelu korekty błędem ECM ze względu na kointegrację zmiennych, gdyż reszty równania są zintegrowane $I(0)$.

Przejdźmy na koniec do analizy modelu monetarnego dla kursu PLN/EUR. Wyniki przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 3. Wyniki oszacowań modelu monetarnego dla kursu PLN/USD

Wyraz wolny	Podaż pieniądza	Produkcja przemysłowa	Stopa procentowa	SE	J-B	D-W	B-G	ARCH	White	Chow	(A)DF	R ² skorygowany	Próba	Liczba obserwacji	Numer równania
-1,05 -0,79	0,91 17,07	-0,45 -2,21	0,02 6,82	0,03	0,93 0,63	1,93	0,00 0,95	0,03 0,85	4,22 0,65	1,10 0,39	-4,79	0,94	1997:1 2002:4	24	3a

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Wyniki oszacowań modelu monetarnego dla kursu PLN/EUR

Wyraz wolny	Podaż pieniądza	Produkcja przemysłowa	Stopa procentowa	SE	J-B	D-W	B-G	ARCH	White	Chow	(A)DF	R ² skorygowany	Próba	Liczba obserwacji	Numer równania
-3,25 -1,37	1,72 5,19	-0,65 -2,09	0,01 3,43	0,02	0,04 0,98	1,94	0,02 0,88	0,92 0,34	7,13 0,62	0,99 0,46	-4,28	0,85	1997:4 2002:4	21	3b

Źródło: opracowanie własne.

Równanie to, podobnie jak poprzednie dla kursu PLN/USD, posiada poprawną treść merytoryczną z punktu widzenia kierunku wpływu poszczególnych zmiennych na kurs walutowy. Ponadto jego własności statystyczne na ogół nie budzą zastrzeżeń. Wyraźnie mniejszy jest współczynnik determinacji w stosunku do modelu monetarnego PLN/USD. Wnioskujemy, że zmiany polityki monetarnej w UE15 mogą stanowić istotny bodziec zmian kursu walutowego PLN/EUR, biorąc pod uwagę wielkość oceny parametru dla podaży pieniądza. Widać ponadto, że reakcja kursu PLN/EUR na zmiany czynników dochodowych i stóp procentowych była podobna, jak dla kursu PLN/USD.

Okazuje się zatem, że zarówno modele parytetu PPP, jak i modele monetarne dla analizowanych kursów walut można wykorzystać jako narzędzia prognostyczne. Uprawniają do tego pozytywne wnioski wynikające z przeprowadzonej weryfikacji modeli pod względem merytorycznym i statystycznym. W odniesieniu do treści ekonomicznej modeli, na uwagę zasługuje zgodny z postulatami teorii kierunek wpływu poszczególnych zmiennych na kurs walutowy. W następnym paragrafie przedstawimy analizę trafności prognoz zbudowanych na podstawie oszacowanych modeli.

5. OCENA JAKOŚCI PREDYKTYWNEJ EMPIRYCZNYCH MODELI KURSÓW WALUTOWYCH

W celu porównania prognoz generowanych przez modele PPP i modele monetarne pokażemy wyniki estymacji równania zaproponowanego w pracy Faira i Shillera (1990) o postaci:

$$\ln Y_t - \ln Y_{t-1} = \lambda_0 + \lambda_1(\ln \hat{Y}_{1t} - \ln Y_{t-1}) + \lambda_2(\ln \hat{Y}_{2t} - \ln Y_{t-1}) + \varepsilon_t, \quad (15)$$

gdzie:

\hat{Y}_{1t} – prognozy zmiennej Y_t generowane przez model 1;

\hat{Y}_{2t} – prognozy generowane w oparciu o model 2;

ε – składnik losowy o rozkładzie normalnym $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$;

λ_0 , λ_1 i λ_2 – parametry modelu.

Jeśli zarówno model 1, jak i model 2 nie zawierają ważnej informacji z punktu widzenia trafności prognoz dla zmiennej Y , to oceny parametrów λ_1 i λ_2 będą statystycznie nieistotne. Gdy oba modele generują prognozy zawierające niezależną względem siebie informację, wówczas oceny parametrów λ_1 i λ_2 będą statystycznie istotne. Jeśli zaś oba modele zawierają ważną

informację, lecz informacja zawarta w prognozach generowanych przez model 2 jest całkowicie zawarta w prognozach generowanych przez model 1, a ponadto model 1 zawiera dodatkową ważną informację, to ocena parametru λ_1 będzie istotna statystycznie, natomiast ocena λ_2 statystycznie nieistotna. Z kolei gdy oba szeregi prognoz zawierają dokładnie tę samą informację, wówczas są doskonale skorelowane, co uniemożliwia oszacowanie parametrów równania (15).

Należy zauważyć, że w źródłowym modelu Faira-Shillera prognozy \hat{Y}_1 i \hat{Y}_2 mają charakter prognoz *quasi ex ante*, które wyznacza się w procedurze estymacji rekurencyjnej na moment t przy uwzględnieniu całej dostępnej informacji do momentu $t-1$ włącznie. Ze względu na niewystarczającą długość próby statystycznej w zaprezentowanych wcześniej modelach obu kursów, dla której moglibyśmy wyznaczyć prognozy *quasi ex ante* z jednookresowym wyprzedzeniem, w ocenie jakości predyktywnej modeli przyjęliśmy uproszczone podejście i ograniczyliśmy analizę do prognoz generowanych *ex post*.

Przed przystąpieniem do oceny trafności prognoz na podstawie przedstawionej metodologii dokonajmy oceny trafności prognoz na podstawie miar błędów *ex post*¹⁰.

W tabeli 5 i 6 przedstawiamy miary błędów *ex post* wyznaczonych na podstawie zaprezentowanych wcześniej modeli.

Na podstawie otrzymanych wyników dla kursu PLN/USD wnioskujemy, że z punktu widzenia trafności prognoz najlepszy okazał się model monetarny. Świadczą o tym niskie, na tle modeli PPP, wartości współczynnika Theila i dość wysoka zdolność tego modelu do rozpoznawania zmian w tendencji rozwojowej, mierzona za pomocą statystyki punktów zwrotnych o postaci:

$$TP = \frac{N(\Delta y_t \Delta \hat{y}_t > 0 \wedge \Delta y_{t-1} \Delta \hat{y}_{t-1} > 0 | \Delta y_t \Delta y_{t-1} < 0)}{N(\Delta y_t \Delta y_{t-1} < 0)} \quad \text{oraz} \quad (16)$$

$$N(\Delta y_t \Delta y_{t-1} < 0) \neq 0, \quad y_t \equiv \ln Y_t, \quad \hat{y}_t \equiv \ln \hat{Y}_t,$$

gdzie Δy_t i $\Delta \hat{y}_t$ oznaczają przyrosty zmiennej y oraz jej predyktorów \hat{y} . Statystyka TP mierzy udział „trafionych” punktów zwrotnych w tendencji rozwojowej zmiennych y i \hat{y} w liczbie wszystkich punktów zwrotnych w tendencji zmiennej y , $t = 1, 2, \dots, n$.

Modele PPP, przy zastosowaniu alternatywnych indeksów cen, cechowały się podobną jakością prognostyczną.

¹⁰ Więcej na temat błędów prognoz por. Gajda (1988).

Tabela 5. Miary błędów *ex post* dla prognoz kursu PLN/USD

Model	Indeks cen	MAE	RMSE	MAPE	Theil	I_1^2	I_2^2	I_3^2	TP
PPP	CPI	0,0600	0,0803	2,07%	0,0128	0,0007	0,0149	0,9845	26,3%
	PPI	0,0659	0,0861	2,25%	0,0138	0,0013	0,0255	0,9732	26,3%
Monetarny		0,0735	0,0913	1,89%	0,0117	0,0002	0,0258	0,9740	38,5%

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 6. Miary błędów *ex post* dla prognoz kursu PLN/EUR

Model	Indeks cen	MAE	RMSE	MAPE	Theil	I_1^2	I_2^2	I_3^2	TP
PPP	CPI	0,0450	0,0605	1,18%	0,0081	0,0001	0,0062	0,9937	46,7%
	PPI	0,0498	0,0604	1,43%	0,0085	0,0001	0,0007	0,9992	46,7%
Monetarny		0,0546	0,0713	1,39%	0,0090	0,0001	0,0315	0,9684	80,0%

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7. Wyniki estymacji równania oceny trafności prognoz dla kursu PLN/USD

Wyraz wolny	Model CPI	Model M	SE	J-B	D-W	B-G	ARCH	White	Wald (CPI)	Wald (M)	R ² skorygowany	Próba	Liczba obserwacji
0,00 0,28	0,35 2,07	0,63 3,64	0,02	0,28 0,87	1,97	0,05 0,82	0,54 0,46	2,30 0,68	4,29 0,04	13,28 0,00	0,77	1997:1 2002:4	24
	model PPI	model M							Wald (PPI)	Wald (M)			
0,00 0,31	0,37 2,15	0,64 3,81	0,02	0,95 0,62	2,25	0,94 0,33	1,77 0,18	1,94 0,75	4,61 0,03	14,52 0,00	0,77	1997:1 2002:4	24
	model CPI	model PPI							Wald (CPI)	Wald (PPI)			
0,00 0,57	0,57 3,72	0,34 1,92	0,02	0,88 0,64	2,07	0,23 0,63	0,41 0,52	2,47 0,65	13,87 0,00	3,70 0,05	0,71	1991:2 2002:4	47

Źródło: opracowanie własne.

W odniesieniu do prognoz kursu PLN/EUR łatwo zauważyć, że zarówno modele PPP, jak i model monetarny cechowały się wyższą jakością prognostyczną niż modele dla kursu PLN/USD, biorąc pod uwagę te same miary błędów *ex post*. Na uwagę zasługuje znacznie wyższa zdolność tych modeli do rozpoznawania punktów zwrotnych w kursie PLN/EUR.

W tabeli 7 przedstawiamy wyniki estymacji modelu (15) dla predyktorów uzyskanych w modelu PPP i w modelu monetarnym.

W tabeli 7 zaprezentowaliśmy wyniki porównania: (a) modeli parytetu PPP z modelem monetarnym (M), przy czym uwzględniliśmy oba indeksy cen, tj. CPI i PPI oraz (b) modeli PPP przy zastosowaniu alternatywnych indeksów cen.

Na podstawie analizy istotności ocen parametrów, do czego uprawnia nas poprawna treść statystyczna oszacowanych równań, wnioskujemy, że zarówno model PPP (w obu wersjach), jak i model monetarny posiadały niezależną względem siebie treść informacyjną z punktu widzenia objaśnienia zmian kursu PLN/USD. Widać jednak wyraźnie, że oceny parametrów stojących przy prognozach generowanych przez model monetarny są blisko dwukrotnie większe od ocen stojących przy prognozach generowanych przez modele PPP. Zatem udział modelu monetarnego w objaśnieniu kursu PLN/USD okazał się tym samym większy.

Jeśli weźmie się pod uwagę wyniki wzajemnego porównania modeli PPP, to okazuje się, że model oparty na indeksach cen CPI stanowił źródło trafniejszych prognoz niż model oparty na indeksach cen PPI.

W tabeli 8 przedstawiliśmy wyniki porównania prognoz dla kursu PLN/EUR. Podobnie jak poprzednio wnioskujemy, że zarówno model PPP (w obu wersjach), jak i model monetarny posiadały niezależną treść informacyjną z punktu widzenia objaśnienia zmian kursu PLN/EUR. Można jednak zauważyć, że oceny parametrów stojących przy prognozach generowanych przez oba modele są zbliżone. Zatem udział obu klas modeli w objaśnieniu kursu PLN/EUR okazał się podobny. Również i tym razem predyktor z modelu PPP z udziałem indeksów cen CPI obejmował informację zawartą w predyktorze z modelu z udziałem indeksu cen PPI, o czym świadczy poziom istotności odpowiednich ocen parametrów.

Zatem jak widać, modele kursów walutowych PLN/USD i PLN/EUR, zbudowane w oparciu o teorię monetarną, choć niepotwierdzające bezpośrednio związków wynikających z teorii w zakresie wielkości ocen parametrów, okazały się modelami empirycznie lepszymi z punktu widzenia trafności generowanych prognoz od modeli parytetu PPP, szczególnie dla kursu PLN/USD. Ponadto model PPP z udziałem indeksów cen CPI obejmował całą informację zawartą w modelu z udziałem indeksów cen PPI i zawierał

Tabela 8. Wyniki estymacji równania oceny trafności prognoz dla kursu PLN/EUR

Wyraz wolny	Model CPI	Model M	SE	J-B	D-W	B-G	ARCH	White	Wald (CPI)	Wald (M)	R ² skorygowany	Próba	Liczba obserwacji
0,00 -0,28	0,41 4,20	0,49 6,36	0,01	1,05 0,59	1,64	1,65 0,20	0,66 0,42	1,04 0,90	17,67 0,00	40,46 0,00	0,94	1998 : 1 2002 : 4	20
	model PPI	model M							Wald (PPI)	Wald (M)			
0,00 -0,58	0,45 10,03	0,48 11,05	0,01	0,66 0,72	1,61	1,23 0,27	0,04 0,85	6,33 0,18	100,62 0,00	122,14 0,00	0,96	1998 : 1 2002 : 4	20
	model CPI	model PPI							Wald (CPI)	Wald (PPI)			
0,00 0,34	0,65 2,94	0,26 1,05	0,02	0,48 0,79	2,05	0,09 0,77	0,01 0,92	2,14 0,71	8,67 0,00	1,11 0,29	0,83	1995: 1 2002: :4	32

Źródło: opracowanie własne.

również nową informację w odniesieniu do obu kursów walutowych. Oznacza to, że indeks cen CPI stanowił w badanej próbie dla lat 1991Q2–2002Q4 (PLN/USD) i 1995Q1–2002Q4 (PLN/EUR) z prognostycznego punktu widzenia lepszy czynnik objaśniający dla nominalnego kursu walutowego. Choć, jak pamiętamy, wyniki estymacji modeli parytetu PPP z indeksami PPI były bardziej akceptowalne ekonomicznie. Uzyskane wyniki wskazują na konieczność poszukiwania kompromisu między weryfikacją przesłanek teorii a późniejszym wykorzystaniem modeli prognostycznych.

6. PODSUMOWANIE

W artykule podjęliśmy próbę przedstawienia zarysu teorii i modelowania kursów walutowych na przykładzie kursów PLN/USD i PLN/EUR. Przedmiotem zainteresowania były modele należące do teorii parytetu siły nabywczej PPP i teorii monetarnej.

W przykładzie empirycznym pokazaliśmy poprzez analizę parytetu PPP, że istnieje określony mechanizm cenowej indeksacji kursów walutowych. Jednak nie udało się potwierdzić, że w badanym okresie, tj. w latach 1990–2002, występował w Polsce parytet siły nabywczej w odniesieniu do analizowanych kursów walutowych. Najbliższe założeniom teorii PPP wyniki uzyskaliśmy dla indeksów cen produkcji przemysłowej PPI, w przypadku zaś indeksów CPI zauważyliśmy wyraźne kumulowanie się odchyłeń kursów walutowych od parytetu siły nabywczej. Silniejsze odchylenia kursów nominalnych od parytetu otrzymaliśmy w odniesieniu do kursu PLN/EUR. Biorąc pod uwagę, że elastyczności dla przyjętych indeksów cen były niższe od jedności, wnioskujemy, że w badanym okresie następowała realna aprecjacja obu kursów walutowych. Ta aprecjacja mogła być skutkiem zmian struktury cen wynikających z zakłóceń podażowych, głównie zmian wydajności pracy i jednostkowych kosztów pracy w Polsce.

Z punktu widzenia teorii monetarnej pokazaliśmy, że oszacowane modele monetarne wykazują poprawne związki w zakresie kierunku wpływu kategorii fundamentalnych na kurs walutowy. Jednak te związki bezpośrednio nie potwierdzają teorii monetarnej biorąc pod uwagę wartości ocen parametrów, głównie z punktu widzenia wpływu zmian podaży pieniądza.

Pokazaliśmy ponadto, że prognostyczna jakość omawianych modeli kursu PLN/EUR jest na ogół wyższa niż modeli kursu PLN/USD. Na podstawie analizy prognoz generowanych przez oszacowane modele wnioskujemy, że modele cechowały się dość wysoką trafnością prognostyczną. Z analizy tej wynika, że zarówno model PPP (dla indeksów cen CPI i PPI),

jak i model monetarny miały niezależną względem siebie treść informacyjną z punktu widzenia objaśnienia zmian kursów PLN/USD i PLN/EUR. Udział modelu monetarnego okazał się większy w przypadku kursu PLN/USD i podobny w przypadku kursu PLN/EUR. Modele PPP zbudowane w oparciu o indeksy cen CPI cechowały się wyższą trafnością prognostyczną niż modele oparte na indeksach cen PPI, choć te ostatnie były poprawniejsze pod względem merytorycznym.

ZAŁĄCZNIK 1. LISTA RÓWNAŃ

Kurs PLN/USD

$$\log(\widehat{PLNUSD})_t = 0,98 + 0,85[\log(CPIPL) - \log(CPIUS)]_t + \text{dummies} \quad (1a)$$

$$\log(\widehat{PLNUSD})_t = 1,00 + 0,97[\log(PPIPL) - \log(PPIUS)]_t + \text{dummies} + AR(1) \quad (2a)$$

$$\begin{aligned} \log(\widehat{PLNUSD})_t = & -1,05 + 0,91[\log(M1PPL) - \log(M1PUS)]_t \\ & - 0,45[\log(PSPSAPL) - \log(PSPSAUS)]_{t-1} \\ & + 0,02(DCRPL - DCRUS)_t \end{aligned} \quad (3a)$$

Kurs PLN/EUR

$$\log(\widehat{PLNEUR})_t = 1,16 + 0,46[\log(CPIPL) - \log(HCPIEU)]_t + \text{dummies} \quad (1b)$$

$$\log(\widehat{PLNEUR})_t = 1,11 + 0,74[\log(PPIPL) - \log(PPIEU)]_t + \text{dummies} + AR(1) \quad (2b)$$

$$\begin{aligned} \log(\widehat{PLNEUR})_t = & -3,25 + 1,72[\log(M1PSAPL) - \log(M1PSAEU)]_t \\ & - 0,65[\log(PSPSAPL) - \log(PSPSAEU)]_{t-1} \\ & + 0,01(I3MPL - I3MEU)_{t-1} + \text{dummies} \end{aligned} \quad (3b)$$

ZAŁĄCZNIK 2. LISTA ZMIENNYCH

CPIPL – indeks cen towarów i usług konsumpcyjnych (PL) (indeks 1995 = 100);
źródło: IFS Line 96464...ZF.

CPIUS – indeks cen towarów i usług konsumpcyjnych (USA) (indeks 1995 = 100);
źródło: IFS Line 11164...ZF.

DCRPL – stopa dyskontowa NBP (PL) (w %, w stosunku rocznym, na koniec okresu);
źródło: IFS Line 96460...ZF.

DCRUS – stopa dyskontowa (USA) (w %, w stosunku rocznym, na koniec okresu);
źródło: IFS Line 11160...ZF.

- HCPIEU* – indeks cen towarów i usług konsumpcyjnych (EU15) (przeliczony z danych miesięcznych na indeks 1995 = 100: obliczenia własne, niewyrównany sezonowo); źródło: EUROSTAT.
- I3MEU* – stopa EURIBOR 3M (EU) (w %, w stosunku rocznym); źródło: Reuters.Money market.Euro.Euribor 360.3 months.Last.
- I3MPL* – stopa WIBOR 3M (PL) (w %, w stosunku rocznym).
- M1PPL* – nominalna podaż pieniądza M1 (PL) (w mln PLN, niewyrównana sezonowo); źródło: NBP.
- M1PSAEU* – nominalna podaż pieniądza M1 (EU15) (w mld EURO, wyrównana sezonowo na koniec okresu); źródło: ECB.
- M1PSAPL* – nominalna podaż pieniądza M1 (PL) (w mln PLN, wyrównana sezonowo: obliczenia własne); źródło: NBP.
- M1PUS* – nominalna podaż pieniądza M1 (US) (w mld dol. USA, stan na koniec okresu); źródło: IFS Line 11159MA.ZF.
- PLNEUR* – kurs walutowy PLN/EUR (PL) (obliczony w oparciu o dane NBP i ECB: obliczenia własne, średnia kwartalna).
- PLNUSD* – kurs walutowy PLN/USD (PL) (średnia kwartalna); źródło: IFS Line 964..RF.ZF.
- PPIEU* – indeks cen produkcji przemysłowej (EU) (indeks 1995 = 100, Unia Monetarna EMU, bez budownictwa, niewyrównany sezonowo); źródło: EUROSTAT.
- PPIPL* – indeks cen produkcji przemysłowej (PL) (indeks 1995 = 100); źródło: IFS Line 96463...ZF.
- PPIUS* – indeks cen produkcji przemysłowej (USA) (indeks 1995 = 100); źródło: IFS Line 11163...ZF.
- PSPSAEU* – realna produkcja sprzedana przemysłu (EU) (indeks 1995 = 100, Unia Monetarna EMU, bez budownictwa, wyrównana sezonowo); źródło: EUROSTAT.
- PSPSAPL* – realna produkcja sprzedana przemysłu (PL) (w mln PLN, wyrównana sezonowo: obliczenia własne); źródło: GUS.
- PSPSAUS* – realna produkcja sprzedana przemysłu (USA) (indeks 1995 = 100, wyrównana sezonowo); źródło: IFS Line 11166..CZF.

LITERATURA

- Abel A., Dornbusch R., Huizinga J., Marcus A. (1979), *Money Demand during Hyperinflation*, „Journal of Monetary Economics”, 5, 97–104.
- Adler M., Lehman B. (1983), *Deviations from Purchasing Power Parity in the Long Run*, „Journal of Finance”, 39, 1471–1487.
- Balassa B. (1964), *The Purchasing Power Parity Doctrine: A Reappraisal*, „Journal of Political Economy”, 72, 584–596.
- Baxter M., Stockman A. C. (1989), *Business Cycles and the Exchange Rate Regime: Some International Evidence*, „Journal of Monetary Economics”, May, 23(3), 377–400.
- Bilson J. F. O. (1978a), *Rational Expectations and the Exchange Rate*, [w:] Frenkel J. A., Johnson H. G. (eds.), *The Economics of the Exchange Rates*, Addison-Wesley, Reading, 75–96.

- Bilson J. F. O. (1978b), *The Monetary Approach to the Exchange Rate: Some Empirical Evidence*, „IMF Staff Papers”, 25, 48–75.
- Boothe P., Glassman D. (1987), *Off the Mark: Lessons for Exchange Rate Modelling*, „Oxford Economic Papers”, September, 39, 443–457.
- Branson W. H. (1977), *Asset Markets and Relative Prices in Exchange Rate Determination*, „Sozialwissenschaftliche Annalen”, 1, Physica-Verlag, Wien, 69–89.
- Breuer J. (1994), *Purchasing Power Parity: A Survey of and Challenge to Recent Literature*, [w:] Williamson J. (ed.), *Fundamental Equilibrium Exchange Rates*, Institute for International Economics, Washington.
- Cassel G. (1916), *The Present Situation of the Foreign Exchanges*, „Economic Journal”, March.
- Cassel G. (1918), *Abnormal Deviations in International Exchanges*, „Economic Journal”, September.
- Cheung Y., Lai K. (1993), *Long-run Purchasing Power Parity During the Recent Float*, „Journal of International Economics”, 34, 181–192.
- Corbae D., Ouliaris S. (1988), *Cointegration and Tests of Purchasing Power Parity*, „Review of Economics and Statistics”, 70, 508–521.
- Cornell B. (1977), *Spot Rates, Forward Rates and Exchange Market Efficiency*, „Journal of Financial Economics”, 5, 55–65.
- Cumby R. E., Obstfeld M. (1982), *International Interest Rate and Price-Level Linkages Under Flexible Exchange Rates: A Review of Recent Evidence*, „Working Paper”, April, 142, Department of Economics, Columbia University.
- Darby M. (1983), *Movements in Purchasing Power Parity: The Short and Long Runs*, [w:] Darby M., Lothian J. (eds), *The International Transmission of Inflation*, University of Chicago Press, Chicago.
- Davutyan N., Pippenger J. (1985), *Purchasing Power Parity Did Not Collapse During the 1970's*, „American Economic Review”, 75(5), 1151–1158.
- De Gregorio J., Giovannini A., Wolf H. (1994), *International Evidence on Tradables and Nontradables Inflation*, „European Economic Review”, 38, 1225–1256.
- De Jong E. (1988), *Expectation Formation: Criteria and an Assessment*, „De Economist”, 136(4), 435–467.
- De Jong E. (1995), *An Assessment of Recent Trends in Exchange Rate Economics*, Proceedings of the Conference Exchange Rate Determination, Stuttgart-Haigerloch (Germany).
- Dickey D. A., Fuller W. A. (1979), *Distributions of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root*, „Journal of the American Statistical Association”, 74, 427–431.
- Dornbusch R. (1976a), *Expectations and Exchange Rate Dynamics*, „Journal of Political Economy”, December, 84(6), 1161–1176.
- Dornbusch R. (1976b), *Capital Mobility, Flexible Exchange Rates and Macroeconomic Equilibrium*, [w:] Claassen E., Salin O. (eds), *Recent Issues in International Monetary Economics*, North-Holland, Amsterdam, 29–48.
- Dornbusch R. (1978), *Monetary Policy Under Exchange Rate Flexibility*, „Federal Reserve Bank of Boston Conference Series”, 2.
- Dornbusch R. (1987), *Exchange Rates and Prices*, „American Economic Review”, 77(1), 93–106.
- Dornbusch R., Frankel J. A. (1988), *The Flexible Exchange Rate System: Experience and Alternatives*, [w:] Borner S. (ed.), *The Flexible Finance and Trade*, Macmillan, London.
- Dornbusch R., Krugman P. (1976), *Flexible Exchange Rates in the Short Run*, „Brookings Papers on Economic Activity”, 3, 537–575.

- Edison H. (1987), *Purchasing Power Parity in the Long Run: A Test of the Dollar/Pound Exchange Rate (1890–78)*, „Journal of Money, Credit and Banking”, **19**, 376–387.
- Edison H., Klován J. T. (1987), *A Quantitative Reassessment of the Purchasing Power Parity Hypothesis: Evidence from Norway and the United Kingdom*, „Journal of Applied Econometrics”, **2**, 309–333.
- Enders W. (1988), *ARIMA and Cointegration Tests of PPP under Fixed and Flexible Exchange Rate Regimes*, „Review of Economics and Statistics”, **70**, 504–508.
- Engle R. F., Granger C. W. J. (1987), *Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing*, „Econometrica”, **55**, 251–276.
- Fair R. C., Shiller R. J. (1990), *Comparing Information in Forecasts from Econometric Models*, „American Economic Review”, June, **80**(3), 375–389.
- Fisher E., Park J. (1991), *Testing Purchasing Power Parity under the Null Hypothesis of Co-integration*, „The Economic Journal”, **101**, 1476–1484.
- Flood R. P., Rose A. K. (1993), *Fixing Exchange Rates: A Virtual Quest for Fundamentals*, „Centre for Economic Policy Research Discussion Paper”, September, **838**.
- Frankel J. A. (1979), *On the Mark: A Theory of Floating Exchange Rates Based on Real Interest Differentials*, „American Economic Review”, **69**, 610–622.
- Frankel J. A. (1986), *International Capital Mobility and Crowding out in the U.S. Economy: Imperfect Integration of Financial Markets or Goods Markets?*, [w:] Hafer R. (ed.), *How Open is US Economy*, Lexington Books, Lexington.
- Frankel J. A., Froot K. A. (1990), *Chartists, Fundamentalists and the Demand for Dollars*, [w:] Courakis A. S., Taylor M. P. (eds), *Private Behaviour and Government Policy in Interdependent Economies*, Oxford University Press, Oxford, 73–126.
- Frenkel J. A. (1976), *A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects and Empirical Evidence*, „Scandinavian Journal of Economics”, **78**, 200–224.
- Frenkel J. A. (1977), *The Forward Exchange Rate, Expectations and the Demand for Money: The German Hyperinflation*, „American Economic Review”, **67**, 653–670.
- Frenkel J. A. (1979), *Further Evidence on Expectations and the Demand for Money during the German Hyperinflation*, „Journal of Monetary Economics”, **5**, 81–96.
- Frenkel J. A. (1981a), *The Collapse of Purchasing Power Parities during the 1970's*, „European Economic Review”, **16**, 145–165.
- Frenkel J. A. (1981b), *Flexible Exchange Rates, Prices and the Role of 'News': Lessons from the 1970's*, „Journal of Political Economy”, **89**(4).
- Frenkel J. A., Clements C. (1981), *Exchange Rates in the 1920's: A Monetary Approach*, [w:] Flanders M., Razin A. (eds), *Development in an Inflationary World*, Academic Press, New York, 283–318.
- Frenkel J. A., Johnson H. G. (eds) (1978), *The Economics of Exchange Rates: Selected Studies*, Addison-Wesley, Reading.
- Frenkel J. A., Mussa M. (1980), *The Efficiency of Foreign Exchange Markets and Measures of Turbulence*, „American Economic Review”, May, **70**(2), 374–381.
- Friedman M., Schwartz A. J. (1963), *A Monetary History of the United States, 1867–1960*, Princeton University Press, Princeton.
- Froot K. A., Rogoff K. (1994), *Perspectives on PPP and Long-run Real Exchange Rates*, „NBER Working Paper”, December, **4952**.
- Gajda J. B. (1988), *Wielorównaniowe modele ekonometryczne: estymacja, symulacja, sterowanie*, PWN, Warszawa.
- Gilbert M. i in. (1958), *Comparative National Price Products and Price Levels: A Study of Western Europe and the United States*, Organization for European Economic Cooperation, Paris.

- Gilbert M., Kravis I. B. (1954), *An International Comparison of National Products and the Purchasing Power of Currencies: A Study of the United States, the United Kingdom, France, Germany, and Italy*, Organization for European Economic Cooperation, Paris.
- Giovanetti G. (1992), *A Survey of Recent Empirical Tests of the Purchasing Power Parity Hypothesis*, „Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review”, **180**, 81–101.
- Giovannini A. (1988), *Exchange Rates and Traded Goods Prices*, „Journal of International Economics”, **24**, 45–68.
- Haberler G. (1949), *The Market for Foreign Exchange and the Stability of the Balance of Payments: A Theoretical Analysis*, „Kyklos”, **3**(3), 193–218.
- Haberler G. (1961), *A Survey of International Trade Theory*, „Special Papers in International Economics”, **1**, Princeton University, Princeton, 46–47.
- Hakkio C. S. (1984), *A Re-examination of Purchasing Power Parity: A Multi-country and Multi-period Study*, „Journal of International Economics”, **17**, 265–277.
- Hodrick R. J. (1978), *An Empirical Analysis of the Monetary Approach to the Determination of the Exchange Rate*, [w:] Frenkel J. A., Johnson H. G. (eds), *The Economics of Exchange Rates*, Addison-Wesley, Reading.
- Hooper P., Morton J. E. (1982), *Fluctuation in the Dollar: A Model of Nominal and Real Exchange Rate Determination*, „Journal of International Money and Finance”, **1**, 39–56.
- Houthakker H. S. (1958), *Exchange Rate Adjustment*, [w:] *Factors Affecting the United States Balance of Payments*, US Congress Joint Economic Committee, Washington, 287–304.
- Hsieh D. (1982), *The Determination of the Real Exchange Rate: The Productivity Approach*, „Journal of International Economics”, **12**, 355–362.
- Huizinga J. (1987), *An Empirical Investigation of the Long-run Behavior of Real Exchange Rates*, „Carnegie-Rochester Series on Public Policy”, **27**, 149–215.
- Isard P. (1977), *How Far Can We Push the 'Law of One Price'?*, „American Economic Review”, December, **67**(5), 942–948.
- Johansen S. (1988), *Statistical Analysis of Cointegration Vectors*, „Journal of Economic Dynamics and Control”, **12**, 231–254.
- Johansen S. (1991), *Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models*, „Econometrica”, **59**(6), 1551–1580.
- Kelm R. (2001), *Ekonometryczny model kursu złotego w latach 1992–1998*, „Ekonomista”, **2**, 201–226.
- Keynes J. M. (1930), *A Treatise on Money*, Macmillan, London.
- Kim H. (1990), *Purchasing Power Parity in the Long Run: A Cointegration Approach*, „Journal of Money, Credit, and Banking”, **12**, 491–503.
- Kouri P. (1976), *The Exchange Rate and the Balance of Payments in the Short Run and in the Long Run: A Monetary Approach*, „Scandinavian Journal of Economics”, **78**, 280–304.
- Kravis I. B., Lipsey R. (1978), *Price Behavior in the Light of Balance of Payments Theories*, „Journal of International Economics”, May, **8**(2), 193–246.
- Krueger A. O. (1969), *Balance-of-Payments Theory*, „Journal of Economic Literature”, March, **7**, 1–26.
- Krugman P. (1978), *Purchasing Power Parity and Exchange Rates: Another Look at the Evidence*, „Journal of International Economics”, **8**, 397–407.
- Kugler P., Lenz C. (1993), *Multivariate Cointegration Analysis and the Long Run Validity of PPP*, „Review of Economics and Statistics”, **75**, 180–184.
- Levich R. M. (1985), *Empirical Studies of Exchange Rates: Price Behavior, Rate Determination and Market Efficiency*, [w:] Jones R. W., Kenen P. B. (eds), *Handbook of International Economics*, Vol. II, North Holland, Amsterdam.
- MacDonald R. (1988), *Purchasing Power Parity: Some 'Long Run' Evidence from the Recent Float*, „De Economist”, **136**(2), 239–252.

- MacDonald R. (1997), *What Determines Real Exchange Rates? The Long and Short of It*, „IMF Working Paper”, 21.
- MacDonald R., Taylor M. P. (1991), *The Monetary Approach to the Exchange Rate: Long-run Relationships and Coefficient Restrictions*, „Economic Letters”, October, 37, 179–185.
- MacDonald R., Taylor M. P. (1992a), *Exchange Rate Economics: A Survey*, „IMF Staff Papers”, 39, 1–57.
- MacDonald R., Taylor M. P. (1992b), *The Monetary Model of the Exchange Rate: Long-Run Relationships and Short-Run Dynamics*, Washington, International Monetary Fund.
- MacDonald R., Taylor M. P. (1993), *The Monetary Approach to the Exchange Rate: Rational Expectations, Long-Run Equilibrium, and Forecasting*, „IMF Staff Papers”, 40(1).
- MacDonald R., Taylor M. P. (1994), *The Monetary Model of the Exchange Rate: Long-Run Relationships, Short-Run Dynamics and How To Beat a Random Walk*, „Journal of International Money and Finance”, 13(3), 276–290.
- Machlup F. (1972), *The Alignment of Foreign Exchange Rates*, Praeger, New York.
- Mark N. (1990), *Real Exchange Rates in the Long Run: An Empirical Investigation*, „Journal of International Economics”, 28, 115–136.
- Marston R. C. (1987), *Real Exchange Rates and Productivity Growth in the United States and Japan*, [w:] Arndt S., Richardson J. D. (eds), *Real-financial Linkages among Open Economies*, MIT Press, Cambridge.
- Marston R. C. (1989), *Real and Nominal Exchange Rate Variability*, „Empirica”, 16(2), 147–160.
- McNown R., Wallace M. (1989), *Cointegration Tests for Long-run Equilibrium in the Monetary Exchange Rate Model*, „Economic Letters”, December, 31, 263–267.
- Meese R. A. (1986), *Testing for Bubbles in Exchange Markets: A Case of Sparkling Rates*, „Journal of Political Economy”, April, 94, 345–373.
- Meese R. A., Rogoff K. (1983a), *Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?*, „Journal of International Economics”, 14, 3–24.
- Meese R. A., Rogoff K. (1983b), *The Out-of-sample Failure of Empirical Exchange Rate Models: Sampling Error or Misspecification?*, [w:] Frankel J. A. (ed.), *Exchange Rates and International Macroeconomics*, University of Chicago Press, Chicago.
- Meese R. A., Rogoff K. (1988), *Was It Real? The Exchange Rate Interest Differential Relation Over the Modern Floating Exchange Rate Period*, „Journal of Finance”, 43, 933–948.
- Milo W. (1998), *Prognozowalność systemów ekonomicznych*, „Rector's Lectures”, 36, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Kraków.
- Mussa M. (1976), *The Exchange Rate, the Balance of Payments, and Monetary and Fiscal Policy under a Regime of Controlled Floating*, „Scandinavian Journal of Economics”, May, 78(2), 229–248.
- Mussa M. (1979), *Empirical Regularities in the Behaviour of Exchange Rates and Theories of the Foreign Exchange Market*, [w:] Brunner K., Meltzer A. H. (eds.), *Policies for Employment, Prices and Exchange Rates*, „Carnegie-Rochester Conference”, 11, North-Holland, Amsterdam.
- Officer L. R. (1976), *The Purchasing-Power-Parity Theory of Exchange Rates: A Review Article*, „IMF Staff Papers”, 23(1), 1–60.
- Pentecost E. J. (1993), *Exchange Rate Dynamics*, Edward Elgar Publishing, Aldershot.
- Roll R. (1980), *Violations of PPP and Their Implications for Efficient International Commodity Markets*, [w:] Sarnat M., Szego G. P. (eds.), *International Trade and Finance*, Vol. I, Ballinger, Cambridge, 133–176.
- Stein J. i in. (eds), (1995), *Fundamental Determinants of Exchange Rates*, Oxford University Press, Oxford.
- Stockman A. C. (1980), *A Theory of Exchange Rate Determination*, „Journal of Political Economy”, 88(4), 673–698.

- Strzała K. (2002), *Weryfikacja hipotez makroekonomicznych – ewolucja podejść na przykładzie PPP*, [w:] Kufel T., Piłatowska M. (red.), *Analiza szeregów czasowych na początku XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Summers R., Heston A. (1991), *The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950–1988*, „Quarterly Journal of Economics”, **106**, 327–368.
- Wdowiński P. (2003), *Ekonometryczne modele kursu równowagi złotego*, Materiały IEiS, Projekt KBN, Katedra Ekonometrii, Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- Wdowiński P., Zglińska-Pietrzak A., Tomasiak J. (1997), *Kilka uwag na temat interpretacji parametrów strukturalnych modelu ekonometrycznego*, [w:] Milo W., *Badania ekonometryczne*, t. 1, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 125–135.
- White H. (1980), *A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix and a Direct Test for Heteroskedasticity*, „Econometrica”, **48**, 817–838.
- Williamson J. (1983), *The Exchange Rate System*, Institute for International Economics, Washington.
- Woo W. T. (1985), *The Monetary Approach to Exchange Rate Determination Under Rational Expectations*, „Journal of International Economics”, **18**, 1–16.
- Yeager L. B. (1958), *A Rehabilitation of Purchasing-Power Parity*, „Journal of Political Economy”, December, 516–530.

Piotr Wdowiński

EMPIRICAL EXCHANGE RATE MODELS: AN ASSESSMENT OF FORECASTING ACCURACY

Summary

In the paper we estimate exchange rate models. The theoretical part of the paper includes the purchasing power parity theory (PPP) and monetary model. We also propose an extended review of literature on modeling nominal and real exchange rates. In the empirical part we estimate quarterly exchange rate models of PLN/USD and PLN/EUR during 1990–2002. We have assessed the PPP model for consumer price (CPI) and producer price (PPI) indices along with the monetary model including interest rates. We have also assessed a predictive power of models within a framework of Fair and Shiller (1990) based on combined forecasts. The research has shown that we cannot confirm theoretical relations between exchange rates and fundamentals in terms of estimated parameters' size. The monetary models have been found to be superior to PPP models in terms of their forecasting accuracy.