





Konrad Raczkowski

Instytut Ekonomii i Finansów UKSW, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Polska,

 <https://orcid.org/0000-0002-8546-2647>,  raczkowski.konrad@gmail.com

Jarosław Klepacki

Katedra Finansów i Rachunkowości, Uniwersytet Warszawski, Polska,

 <https://orcid.org/0000-0002-9601-8963>,  jaroslawklepacki@poczta.onet.pl

Typologia metod prognozowania kursu walutowego

Typology of exchange rate forecasting methods

Streszczenie

Prognozy poszukują z reguły warunkowej wartości oczekiwanej i zbyt często odwołują się do nieracjonalnych – z punktu widzenia szeregów czasowych – modeli regresji liniowej. Proste uśrednianie posiada swoje zalety, ale musi uwzględniać inne obiektywne czynniki zewnętrzne, które mogą przeczyć użytym wzorcom matematycznym i schematom modelowym. Z tego względu celem niniejszego artykułu jest przedstawienie typologii metod prognozowania kursu walutowego jako interdyscyplinarnej kanwy paradygmatycznej optymalizacji możliwości określenia ceny danej jednostki pieniężnej danego państwa, wyrażonej w innych jednostkach pieniężnych. Przyjęto hipotezę, iż wpływ kategorii fundamentalnych na kurs walutowy i jego mikrostruktura wymagają umiejętności naprzemiennego poruszania się pomiędzy ilościowo-jakościowymi modelami prognozowania a teorią kursów walutowych w teorii ekonomii. Ograniczeniem badawczym jest celowa rezygnacja z analiz prognostycznych kursu walutowego z zastosowaniem ekonometrii, aparatu ekonomii matematycznej czy szkoły jakościowej samych wyników prognozowania na rzecz analizy literatury przedmiotu w podjętym przedmiocie badań i próba ich subiektywnego i otwartego skatalogowania.

Słowa kluczowe: zmienność, prognozowanie, zarządzanie płynnością, rynek walutowy.

JEL: C50, C53, E17, E40, G17

Abstract

Forecasts look for a conditional expected value and too often refer to linear regression models that are irrational from the point of view of time series. Simple averaging has its advantages, but it must take into account other external factors that may contradict the mathematical formulas and modeling schemes used. For this reason, the aim of this article is to present a typology of exchange rate forecasting methods as an interdisciplinary paradigmatic framework for optimizing the possibility of determining the price of a given monetary unit of a given country expressed in other monetary units. The hypothesis was adopted that the impact of fundamental categories on the exchange rate and its microstructure require the ability to alternate between quantitative and qualitative forecasting models and the theory of exchange rates in economic theory. The research limitation is the deliberate abandonment of forecast analyzes of the exchange rate using econometrics, the apparatus of mathematical economics, or the qualitative school of forecasting results themselves, in favor of an analysis of the literature on the subject of research and an attempt to subjectively and openly catalog them.

Keywords: forecasting, volatility, liquidity management, currency market.

JEL: C50, C53, E17, E40, G17



1. Wprowadzenie

W latach 1996–2021 w bazie Web of Science opublikowano 775 artykułów badawczych w zakresie prognozowania kursów walutowych, w których widoczny jest brak badań uwzględniających jednocześnie wiele podejść modelowych i metodycznych używających miar dystynktywnych. Większość badań skupia się na analizie chodu losowego, ale w nowych trendach widoczne są interdyscyplinarność i coraz szersze wykorzystanie podejść nieliniowych, ukierunkowanych na połączenie teorii ekonomii z modelami autoregresyjnymi i sieciami neuronowymi (Vasconcelos, Júnior, 2023; Rossi, 2013; Ince, Cebeci, & Imamoglu, 2019; Baffour, Feng, & Taylor, 2019). Wydaje się, że jest to dobre podejście zarówno z naukowego, jak i pragmatycznego (rynkowego) punktu widzenia, gdyż stosowana powszechnie analiza regresji zbyt często oparta jest na iluzji przewidywalności, prowadząc do fałszywego poczucia pewności (Armstrong, 2012).

Z kolei według klucza opartego na oprogramowaniu CiteSpace w szerszym szeregu czasowym, tj. latach 1992–2021, wyodrębnić można z bazy Web of Science Core Collection 4999 publikacji dedykowanych badaniom nad kursami walutowymi. Tematyka wszystkich tych badań sięga zagadki Meese-Rogoffa i wynikających z niej rozbieżności między wysokim zadłużeniem publicznym a niskimi stopami procentowymi, paradygmatu Nowej Makroekonomii Otwartej Gospodarki (NOEM) i hipotez skorelowanych z mikrostrukturą rynku walutowego. Domknięciem tych obszarów badań są modele determinacji, które analizują relację między kursem walutowym a ceną towaru i są istotne dla zrozumienia mechanizmów handlu międzynarodowego, konkurencyjności rynkowej i bilansu handlowego (Fang, Wei, Wang, 2023).

W klasycznym podejściu można wyróżnić co najmniej 11 metod prognozowania szeregów czasowych, jak modele: autoregresyjne (AR), średniej ruchomej (MA), autoregresyjnej średniej ruchomej (ARMA), autoregresyjnej zintegrowanej średniej ruchomej (ARIMA), sezonowej autoregresyjnej średniej ruchomej (SARIMA), sezonowej autoregresyjnej zintegrowanej średniej ruchomej z egzogenicznymi regresorami (SARIMAX), autoregresji wektorowej (VAR), autoregresji ruchomej średniej wektorowej (VARMA), wektorowej autoregresji kroczącej z egzogenicznymi regresorami (VARMAX), rozszerzona metoda wygładzania wykładniczego Holt'a (HWES) oraz proste wygładzanie wykładnicze (SES) (Bharatpur, 2022).

Użycie danej klasy modeli czy szerszego podejścia paradygmatycznego może wymagać innego klucza przy założeniach normatywnych, gdzie prognozom poddaje się kurs wymiany i wsparcie stabilności makroekonomicznej w długim okresie czy założeniach pozytywnych, gdzie poszukuje się kursów wymiany równowagi jako sygnału przyszłych dostosowań. W każdym jednak aspekcie ważne jest wypracowanie modelowych i nieoderwanych od przyszłych zdarzeń predykcji w obszarze parytetu siły nabywczej (PPP), podejścia równowagi makroekonomicznej (MB) czy behawioralnego kursu równowagi (BEER) (Zorzi *et al.*, 2022).

Wreszcie należy zauważyć, że przyjmując procedurę wnioskovania Clarka i Westa, podczas której prowadzi się najpierw estymację modelu, następnie tworzy prognozy, obliczenia przedziałów ufności wokół prognoz i wreszcie testuje prognozy

– po kryzysie finansowym 2008, uzyskano obiecujące wyniki z zapytań opartych na danych z Google. Okazało się, że predyktory Google Trends do prognozowania nominalnych kursów walutowych wykazują w niektórych parach walutowych większą dokładność i siłę predykcyjną niż modele strukturalne (Bulut, 2017).

Kurs walutowy dla wszystkich banków centralnych nie jest zmienną docelową, ale trwałe wahania nominalnego kursu walutowego mogą doprowadzić do znacznych rozbieżności w realnym kursie walutowym. Konsekwencją jest wówczas niedowartościowanie danej waluty i przewartościowanie innej, co może wywierać – i z reguły wywiera – wpływ nie tylko na realny kurs walutowy, ale także konsumpcję, produkcję, decyzje inwestycyjne i w końcu perspektywę gospodarcze, wobec czego rząd danego kraju zmuszony byłby do podjęcia niezbędnych reform dostosowawczych.

Z tego względu celem niniejszego artykułu jest przedstawienie typologii metod prognozowania kursu walutowego, czyli klasyfikacji różnych podejść i technik używanych do przewidywania przyszłych ruchów kursów walutowych jako interdyscyplinarnej kanwy paradygmatycznej optymalizacji możliwości określenia ceny danej jednostki pieniężnej danego państwa wyrażonej w innych jednostkach pieniężnych. W tym celu określono metodykę badawczą, w której na podstawie krytycznego przeglądu literatury przedmiotu z zakresu prognozowania kursu walutowego poprzez proces analizy: a) zidentyfikowano istniejące paradygmaty i ujęcia modelowe; b) zidentyfikowane obszary badań poddano analizie cech charakterystycznych; c) wykorzystano porównanie i kontrastowanie między określonymi paradygmatami; d) przeprowadzono grupowanie i klasyfikacje paradygmatów w ramach ujęć modelowych, odrzucając anomalie danych jakościowych; e) zbadano historyczne i przekrojowe ekonomiczne, historyczne i społeczne ewolucje i zależności kontekstowe paradygmatów; f) przeprowadzono subiektywny dobór celowy ekspercki (autorski) przyporządkowania przedstawiciela danej grupy badawczej do nazwy wyodrębnionej szkoły analityczno-modelowej, w każdym przypadku podając 1–2 badaczy, uznawanych za autorów danego ujęcia analityczno-modelowego w ramach *consensus pluribus investitore*. Ostatecznie możliwe było zaprezentowanie otwartej typologii prognozowania kursu walutowego, która może być pomocna badaczom i praktykom rynków finansowych – zarówno w konkretnym rozwijaniu i testowaniu danych modeli, jak i interdyscyplinarnym poszukiwaniu wartości realnej i wartości godziwej walut.

Przyjęto hipotezę paradygmatu pozytywistycznego, iż wpływ kategorii fundamentalnych na kurs walutowy i jego mikrostruktura wymagają umiejętności naprzemiennego poruszania się pomiędzy ilościowo-jakościowymi modelami prognozowania a teorią kursów walutowych w teorii ekonomii.

2. Typologia analityczno-modelowa prognozowania kursu walutowego

Zmiana paradygmatów prognozowania m.in. kursu walutowego dotyczyłaby w zasadzie zmiany paradygmatu w myśli ekonomicznej i polityce gospodarczej, co nie jest zadaniem prostym, ale koniecznym, a proces ten już się rozpoczął. Makroekonomia

głównego nurtu jest zbyt często niezdolna do formułowania prawidłowych prognoz, a jednocześnie w wielu wypadkach żąda posługiwania się sfałszowanymi modelami dynamicznej stochastycznej równowagi ogólnej DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium), które błędnie zakładają równowagę ogólną gospodarki i rynków, przyjmując zbyt duże uproszczenia, brak uwzględnienia nieliniowości, trudności w kalibracji, brak uwzględnienia istotnych zjawisk czy problemy identyfikacyjne. W zestawianiu teorii makro- i mikroekonomicznych, elementów dynamik czasowej i stochastyczności, zarówno dotyczącej polityki pieniężnej (w tym kursu walutowego), polityki fiskalnej, jak i cykli koniunkturalnych, warto poznać możliwości płynięcia pod prąd, w ramach alternatywnych i realnych podejść. Nowym podejściem modelowym jest nowy paradygmat równowagi wielorakiej i różnorodności (a new multiple-equilibrium and diverse – MEADE), który wraca do prostych modeli, odwołując się do danych i stanu faktycznego, a nie hipotetycznego wyidealizowanego (Vines, Wills, 2020). Jak słusznie twierdzi Joseph Stiglitz, „większość podstawowych elementów modelu DSGE jest wadliwa – na tyle wadliwa, że nie stanowi nawet dobrego punktu wyjścia do skonstruowania dobrego modelu makroekonomicznego. Modele DSGE nie nadają się zatem do tego, czego oczekują od nich Vines i Wills, a mianowicie do umożliwienia konstruktorom modeli szybkiego pierwszego podejścia do ważnych pytań” (Stiglitz, 2018, s. 76). Wydaje się, że tego podejścia nie zmieni wzbogacenie modeli DSGE o dopuszczalną heterogeniczność agentów czy inne ujęcie finansowych aspektów mikrozachowań.

Biorąc powyższe pod uwagę, przedstawiono otwartą typologię metod prognozowania kursu walutowego, w ramach metodycznego wyodrębnienia 14 szkół analityczno-modelowych, które w pewnych obszarach przenikają się wzajemnie, oferując w systemie otwartym co najmniej 100 głównych metod/technik modelowania (tab. 1), które z biegiem czasu z pewnością zostaną uzupełnione, gdy obliczenia kwantowe, uczenie maszynowe, sieci neuronowe i Internet rzeczy wejdą w nowe fazy rozwoju i użyteczności.

Tabela 1.

Typologia metod prognozowania kursu walutowego

Lp.	Nazwa szkoły analitycznej/modelowej	Opis Główne metody/techniki modelowania:	Główni przedstawiciele
I	Analiza fundamentalna	Metoda opiera się na analizie fundamentalnych czynników makroekonomicznych, takich jak m.in. stopa procentowa, inflacja, wskaźniki gospodarcze, polityka fiskalna i inne.	K. Rogoff (2009) R. Clarida (2000) M. Chinn (2015) M. Taylor (1995) J. A. Frankel (2005)
1.	Model stóp procentowych: bada różnice w stopach procentowych między dwoma krajami. Wzrost stopy procentowej w danym kraju może przyciągnąć inwestorów, co z kolei może wpłynąć na wzrost wartości waluty tego kraju. Ten model uwzględnia różnice w oprocentowaniu obligacji rządowych i innych instrumentów finansowych.		
2.	Analiza ekonomiczna i wskaźniki gospodarcze: obejmują monitorowanie i ocenę różnych wskaźników gospodarczych, takich jak PKB, inflacja, zatrudnienie, bilans handlowy i inne. Modele prognozowania oparte na tych wskaźnikach próbują przewidzieć, jak zmiany w gospodarce kraju wpłyną na kurs waluty.		

Lp.	Nazwa szkoły analitycznej/ modelowej	Opis Główne metody/techniki modelowania:	Główni przedstawiciele
3.		Ocena polityki fiskalnej i monetarnej: modele analizy fundamentalnej uwzględniają takie czynniki, jak: poziom długu publicznego, wydatki rządowe, stopy procentowe i ilość gotówki w obiegu.	
4.		Zdolność kredytowa kraju: analiza zdolności kredytowej kraju, oceniana przez agencje ratingowe, może wpływać na zaufanie inwestorów i kursy walut. Modelowanie oparte na ratingach suwerenności próbuje przewidzieć wpływ ocen ratingowych na waluty.	
5.		Czynniki geopolityczne: wydarzenia geopolityczne, takie jak: konflikty zbrojne, wybory, zmiany rządów i inne czynniki geopolityczne, mogą wpływać na kursy walut. Modele analizy fundamentalnej mogą uwzględnić te wydarzenia w swoich prognozach.	
6.		Historia handlu: modelowanie długoterminowego trendu handlu międzynarodowego między krajami i regionami może dostarczyć informacji na temat przyszłych ruchów cen walut.	
7.		Analiza sektorów i branż: modele prognozowania kursu walutowego mogą uwzględniać sektorowe i branżowe analizy, zwłaszcza jeśli dany kraj jest uzależniony od konkretnej gałęzi przemysłu, takiej jak surowce naturalne.	
II	Analiza techniczna	Analiza techniczna polega na badaniu historii cen walut i próbie przewidzenia przyszłych zmian kursów na podstawie wzorców rynkowych, wskaźników technicznych i analizy wykresów.	J. Murphy (1999) K. Lien (2016), (2010) Ch. Neely, P. Weller, R. Dittmar (1997) M. Ozturk, I. H. Toroslu, G. Fidan (2016)
1.		Wykresy cenowe: stanowią podstawę analizy technicznej. Inwestorzy analizują wykresy cenowe w różnych przedziałach czasowych, takich jak: wykresy dziennego, tygodniowego lub godzinnego układu, aby identyfikować wzorce cenowe, poziomy wsparcia i oporu oraz tendencje cenowe.	
2.		Wskaźniki techniczne: wykorzystuje się różnorodne wskaźniki techniczne, takie jak: średnie kroczące, oscylatory, indeksy siły względnej (RSI) czy wskaźniki MACD. Te narzędzia dostarczają informacji na temat sytuacji rynkowej i innych sygnałów handlowych.	
3.		Formacje cenowe, takie jak: formacje spadającego i wzrastającego klina, głowy i ramion czy flagi i chorągiewki. Analiza tych formacji może dostarczyć wskazówek dotyczących przyszłych ruchów cen.	
4.		Linie trendu: inwestorzy rysują/wyznaczają linie trendu na wykresach cenowych, aby identyfikować obowiązujące tendencje rynkowe. Linie trendu pozwalają określić kierunek ruchu cen i poziomy wsparcia i oporu.	
5.		Analiza objętości: analiza objętości obrotu może dostarczać informacji na temat zaangażowania inwestorów w rynku. Wzrost objętości przy określonych ruchach cenowych może sygnalizować siłę trendu lub odwrócenie.	
6.		Analiza interwałów czasowych: inwestorzy korzystają z różnych interwałów czasowych w analizie technicznej, aby uzyskać różne perspektywy na rynku. Wykresy dłuższego okresu pomagają identyfikować główne tendencje, podczas gdy krótsze interwały mogą pomóc zidentyfikować krótkoterminowe sygnały handlowe.	
7.		Strategie handlowe: analiza techniczna dostarcza różnych strategii handlowych, takich jak: strategie średnich kroczących, strategie wskaźników oscylatorów i wiele innych. Inwestorzy wybierają strategię zgodnie z własnymi preferencjami i celami inwestycyjnymi.	
8.		Proste strategie systematyczne: modele oparte na analizie technicznej często wykorzystują proste strategie systematyczne, które generują sygnały handlowe na podstawie określonych reguł i wskaźników.	
III	Modelowanie ekonometryczne	W tym podejściu stosuje się modele ekonometryczne, które opierają się na danych historycznych, aby przewidzieć przyszłe ruchy kursów walutowych. Przykłady to modele ARIMA (autoregresja z ruchomym średnim) i modele GARCH (ogólna autoregresja warunkowo heteroskedastyczna).	J. D. Hamilton (1994) R. A. Meese, K. Rogoff (1983) P. H. Franses (2002) L. Bauwens (2006)
1.		Model ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average): jest jednym z najpopularniejszych modeli czasowych w ekonometrii. Oparte na tym modelu prognozowanie kursu walutowego obejmuje analizę autokorelacji, różnicowanie szeregów czasowych i wykorzystanie ruchomych średnich do przewidzenia przyszłych ruchów cen.	
2.		Model regresji wielokrotnej: pozwala na analizę zależności między kursami walut a innymi zmiennymi ekonomicznymi, takimi jak: PKB, inflacja, stopy procentowe czy saldo handlu. Modele te mogą uwzględniać różne czynniki wpływające na kursy walut.	
3.		Modele GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity): są używane do analizy zmienności cen i szacowania ryzyka w przyszłych ruchach cen walut. Modele te uwzględniają zmienność warunkową i kształtowanie się warunkowej wariancji cen.	

Lp.	Nazwa szkoły analitycznej/ modelowej	Opis Główne metody/techniki modelowania:	Główni przedstawiciele
4.		Modele wektorowej autoregresji (VAR) i wektorowej autoregresji z korektą błędów (VEC): pozwalają analizować zależności między wieloma zmiennymi ekonomicznymi jednocześnie. Mogą być używane do badania interakcji między różnymi walutami i innymi zmiennymi ekonomicznymi.	
5.		Modele regresji kointegracji: badają długoterminowe zależności między różnymi kursami walut i innymi zmiennymi ekonomicznymi. Kointegracja sugeruje, że waluty mają wspólną równowagę długoterminową.	
6.		Modele oparte na analizie panelowej: pozwalają na badanie zależności między wieloma krajami lub regionami i kursami walut. Modele panelowe uwzględniają różnice między krajami i czasy oraz identyfikują istotne czynniki wpływające na kursy walut.	
7.		Modele prognozowania za pomocą sieci neuronowych: w ostatnich latach modele oparte na sztucznych sieciach neuronowych stały się popularne w prognozowaniu kursów walut. Sieci neuronowe mogą być wykorzystywane do analizy dużej ilości danych i identyfikowania nieliniowych zależności.	
8.		Modele makroekonomiczne: uwzględniają szeroki zakres zmiennych makroekonomicznych, takich jak: PKB, bezrobocie, inflacja i polityka fiskalna. Modele te próbują przewidzieć ruchy cen na podstawie tych czynników.	
9.		Modele równań strukturalnych: modele te zakładają konkretne struktury związków między zmiennymi i pozwalają na badanie efektów zmian w jednej zmiennej na inne zmienne. Przykłady to modele IS-LM w makroekonomii.	
10.		Modele Bayesowskie: wykorzystują teorię Bayesa do oceny prawdopodobieństwa różnych wyników i są używane w prognozach i analizach ryzyka.	
IV	Modelowanie oparte na analizie czasowych szeregów danych	Metoda polega na analizie czasowych szeregów danych dotyczących kursów walutowych i próbie zrozumienia i przewidzenia ich zachowania w czasie. Może to obejmować analizę sezonowości, trendów i cykli.	R. F. Engle (1982) J. D. Hamilton (1994) A. Harvey (1989) F. X. Diebold (1997)
1.		ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average): to jeden z najczęściej stosowanych modeli do analizy czasowych szeregów danych. Model ten, zgodnie ze skrótem swej nazwy, skupia się na autoregresji (AR) i ruchomej średniej (MA) danych oraz różnicowaniu (I) w celu usunięcia trendów i sezonowości. Można dostosować parametry ARIMA, takie jak stopnie autoregresji (p), stopnie różnicowania (d) i stopnie średniej ruchomej (q).	
2.		SARIMA (Seasonal ARIMA): jest rozwinięciem modelu ARIMA, które uwzględnia sezonowość w danych. Model ten obejmuje również parametry sezonowe, takie jak stopnie autoregresji (P), stopnie różnicowania sezonowego (D) i stopnie średniej ruchomej sezonowego (Q).	
3.		Model regresji czasowej: w tym modelu można uwzględnić dodatkowe zmienne objaśniające, które wpływają na wartości w szeregu czasowym. Może to być przydatne, gdy istnieją zidentyfikowane czynniki wpływające na dane w czasie.	
4.		Modele szare: zakładają, że proces modelowania pewnego zjawiska przebiega w warunkach niepełnej (szarej) informacji. Z uwagi na to, że szare modele umożliwiają budowę prognoz na podstawie ultrakrótkich szeregów czasowych, ocena stacjonarności (bądź jej brak) analizowanego szeregu czasowego zmiennej prognozowanej nie jest dokonywana.	
5.		Modele sieci neuronowych, takie jak rekurencyjne sieci neuronowe (RNN) lub sieci neuronowe LSTM (Long Short-Term Memory): mogą być wykorzystywane do modelowania czasowych szeregów danych. Sieci neuronowe są zdolne do wykrywania bardziej skomplikowanych wzorców w danych.	
6.		Modele eksponencjalne, takie jak model Holt-Winters: są stosowane w przypadku szeregów czasowych zawierających sezonowość i trend. Model Holt-Winters obejmuje trzy składniki: poziom, trend i sezonowość.	
7.		Modele ARMA (Autoregressive Moving Average): to uproszczona wersja modeli ARIMA, które pomijają różnicowanie. Modele ARMA skupiają się na autoregresji i ruchomej średniej danych.	
V	Modelowanie oparte na teorii portfela	Teoria portfela zakłada, że inwestorzy starają się zdywersyfikować swoje portfele inwestycyjne, aby minimalizować ryzyko i maksymalizować zwrot. To podejście uwzględnia równoczesne inwestycje w różne waluty i aktywa finansowe.	H. Markowitz (1952) R. C. Merton (1973) P. L. Bernstein (1996) N. N. Taleb (2007)
1.		Model CAPM (Capital Asset Pricing Model): jest często używany w analizie rynków finansowych i ocenie wartości aktywów finansowych, w tym walut. Model ten opiera się na teorii portfela i określa oczekiwane stopy zwrotu na podstawie ryzyka systematycznego i stop zwrotu wolnego od ryzyka (zwykle stopa zwrotu obligacji skarbowych). Może być stosowany do prognozowania kursów walutowych w oparciu na stopach zwrotu i ryzyku.	

Lp.	Nazwa szkoły analitycznej/ modelowej	Opis Główne metody/techniki modelowania:	Główni przedstawiciele
2.		Model APT (Arbitrage Pricing Theory): przyjmuje, że zastosowanie ma prawo tej samej ceny – ten sam instrument finansowy posiada taką samą cenę na dwóch odrębnych rynkach, tym samym dochodzi do natychmiastowego zrównania się cen instrumentów finansowych.	
3.		Model PPP (Purchasing Power Parity): zakłada, że w długim okresie kursy walutowe powinny zmierzać ku poziomom, które utrzymują parzystość siły nabywczej, co oznacza, że różnica w cenach dóbr w różnych krajach powinna być zrównoważona przez zmiany kursów walutowych. Można go wykorzystać do prognozowania kursów walutowych na podstawie różnic w cenach towarów i usług między krajami.	
4.		Model CHEER (Capital Enhanced Equilibrium Exchange Rate): zastosowano w nim teorie parytetu PPP i UIP. Jest modelem hybrydowym, w którym parytet PPP został uzupełniony o przepływy kapitałowe związane ze stopami procentowymi.	
5.		Modelowanie fundamentalne: koncentruje się na analizie makroekonomicznych wskaźników i wydarzeń, które mogą wpływać na kursy walutowe.	
6.		Modelowanie oparte na analizie sentymentu rynkowego: to podejście wykorzystuje analizę sentymentu i wiadomości rynkowych do prognozowania kursów walutowych. Badane są komunikaty prasowe, media społecznościowe i inne źródła, aby ocenić nastroje inwestorów i spekulantów na rynku.	
7.		Modele czasowe, takie jak modele ARIMA: mogą być stosowane do prognozowania krótkoterminowych ruchów kursów walutowych na podstawie historycznych danych cenowych.	
8.		Modele oparte na teorii portfela: opierają się na dywersyfikacji portfela walutowego w taki sposób, aby minimalizować ryzyko przy określonym poziomie zwrotu. Modele te biorą pod uwagę korelacje kursów między różnymi walutami i inne czynniki związane z portfelem.	
VI	Modele oparte na równaniach rachunku różniczkowego	Niektóre modele kursu walutowego opierają się na równaniach rachunku różniczkowego, które opisują zmiany w czasie kursów walutowych w zależności od różnic w stopach procentowych i innych czynnikach.	G. Cassel (1918) J. Hull (2009) I. Fisher (1911) L. A. Samuelson (1963)
1.		Model stóp procentowych (Interest Rate Parity – IRP): zakłada, że różnica w stopach procentowych między dwoma krajami jest głównym determinanem zmian w kursach walutowych. Istnieją dwie główne formy modelu IRP: model stopy procentowej w krajach z różnymi stopami procentowymi (Covered Interest Rate Parity – CIRP) i model stopy procentowej w krajach z identycznymi stopami procentowymi (Uncovered Interest Rate Parity – UIP).	
2.		Model Fishera: opiera się na równaniu Quantity Theory of Money i zakłada, że zmiany w poziomie cen i stopach procentowych wpływają na kursy walutowe. Według tego modelu różnica w stopach procentowych między dwoma krajami powinna być równa różnicy w oczekiwanej stopie wzrostu cen.	
3.		Model monetarny: koncentruje się na relacji między podażą pieniądza a kursami walutowymi. Zakłada, że zmiany w podaży pieniądza w jednym kraju wpływają na kursy walutowe poprzez wpływ na poziom cen i stopy procentowej.	
4.		Model Balassy-Samuelsona: zakłada, że różnice w produktywności między krajami wpływają na kursy walutowe. Wzrost produktywności w jednym kraju może prowadzić do aprecjacji jego waluty.	
5.		Modele oparte na równaniach różniczkowych: wykorzystują równania różniczkowe do modelowania zmian w kursach walutowych. Modele te mogą uwzględnić różnice w dynamice między krajami i różne czynniki wpływające na kursy walutowe.	
VII	Modele symulacyjne (wykorzystujące wiele klas modeli)	Symulacje komputerowe pozwalają na modelowanie zachowania kursów walutowych w różnych scenariuszach. Mogą uwzględnić różne czynniki i zmienne, aby przewidzieć reakcje na różne warunki rynkowe.	L. T. Brzezicki, R. Yamashita (2015) R. K. Dixit, R. S. Pindyck (1994) E. E. Peters (1991) B. LeBaron (2006)
1.		Modele Monte Carlo: wykorzystują technikę modelowania matematycznego Monte Carlo do generowania wielu losowych trajektorii cen walut. Uwzględniają różne scenariusze dla różnych czynników wpływających na kursy walutowe, takie jak: zmiany stóp procentowych, inflacja, wydarzenia polityczne i inne. Następnie generują rozkłady prawdopodobieństwa przyszłych cen walut.	
2.		Modele GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity): można wykorzystać do symulacji zmienności cen walut. Modele te biorą pod uwagę niestabilność w wariancji danych i pozwalają na generowanie symulacji przyszłych ruchów cen walut w oparciu na zmienności historycznej.	

Lp.	Nazwa szkoły analitycznej/ modelowej	Opis Główne metody/techniki modelowania:	Główni przedstawiciele
3.		Modele agentowe: symulują zachowanie różnych uczestników rynku walutowego, takich jak: inwestorzy instytucjonalni, spekulanci i przemysłowi. Opierają się na założeniu, że decyzje uczestników rynku wpływają na kursy walutowe. Symulacje agentowe pozwalają na badanie, jak różne strategie inwestycyjne wpływają na rynek.	
4.		Modele stochastyczne: wykorzystują procesy stochastyczne do modelowania ruchów cen walut. Uwzględniają szum rynkowy i pozwalają na generowanie trajektorii cen walut, które uwzględniają losowe zmiany.	
5.		Modele makroekonomiczne: wykorzystują dane makroekonomiczne, takie jak: PKB, inflacja, bezrobocie do prognozowania ruchów cen walut. Opierają się na zależnościach między danymi makroekonomicznymi a kursami walutowymi.	
6.		Modele oparte na teorii chaosu: biorą pod uwagę chaotyczne i nieliniowe zależności w rynku walutowym. Mogą też generować skomplikowane wzorce i trajektorie cen walut.	
VIII	Modelowanie przy użyciu teorii chaosu i fraktali	Teoria chaosu i fraktali bywa wykorzystywana do modelowania kursów walutowych, zwłaszcza w kontekście analizy nieliniowej i trudnych do przewidzenia wzorców.	E. E. Peters (2013), (1989) J. Blackledge, M. Lamphere (2022) J. Blackledge, K. Murphy (2011) M. Corazza, A. G. Malliaris (2005)
1.		Teoria chaosu: modele oparte na tej teorii w analizie kursów walutowych zakładają, że rynki finansowe są dynamiczne i podlegają nieliniowym wpływom. Opierają się na równaniach nieliniowych i procesach stochastycznych. Analiza chaosu może pomóc w identyfikowaniu chaotycznych zachowań i kryzysów finansowych.	
2.		Analiza fraktalna: fraktale to struktury, które powtarzają się na różnych skalach. W analizie cen walut można ich użyć do identyfikowania powtarzających się wzorców cenowych. Modele fraktalne zakładają, że ceny walut wykazują samopodobieństwo na różnych skalach czasowych, co może być przydatne do prognozowania.	
3.		Model Mandelbrota stworzony przez Benoita B. Mandelbrota: opiera się na analizie fraktalnej. Zakłada, że ceny walut wykazują fraktalne właściwości, co pozwala na identyfikowanie fraktalnych wzorców w danych cenowych i prognozowanie przyszłych ruchów cen.	
4.		Sieci neuronowe i modele nieliniowe: mogą być używane do modelowania nieliniowych zależności w danych cenowych. Modele te są zdolne do wykrywania wzorców, które mogą być trudne do zauważenia za pomocą tradycyjnych metod analizy.	
5.		Mapa logistyczna: jest jednym z podstawowych modeli chaosu, który jest stosowany w prognozowaniu kursów walutowych. Opiera się na nieliniowych równaniach różniczkowych i może generować chaotyczne trajektorie cen.	
6.		Mapa Henona: to inny model chaosu, który jest wykorzystywany w analizie rynku walutowego. Generuje chaotyczne trajektorie cen, a analiza tych trajektorii może pomóc w prognozowaniu przyszłych ruchów cen.	
7.		Model Lorentza: jest modelem chaosu używanym w analizie rynków finansowych. Zakłada nieliniowe zmiany cen, które mogą prowadzić do trudnych do przewidzenia ruchów na rynku walutowym.	
8.		Modele oparte na teorii fraktali: opisane powyżej (fraktalne właściwości cen walut).	
9.		Modele chaotyczne sieci neuronowej: łączą teorię chaosu z technologią sieci neuronowych.	
10.		Modele oparte na teorii bifurkacji: analizują zmiany w strukturze trajektorii cen i próbują przewidzieć, kiedy te zmiany mogą prowadzić do znaczących ruchów cen.	
11.		Modele oparte na teorii sensowności ruchów: zakładają, że rynki finansowe są złożonymi systemami i ruchy cen walut stanowią wynik różnych wpływów, w tym nieliniowych i chaotycznych. Modele oparte na tej teorii starają się zrozumieć i prognozować nieliniowe ruchy cen.	
IX	Modele oparte na analizie sentymentu rynkowego	To podejście opiera się na analizie emocjonalnego nastroju rynkowego i opinii inwestorów. Wartości sentymentu rynkowego mogą być wykorzystane do przewidywania zmian w kursach walutowych.	A. Shleifer (2000) R. J. Shiller (2000) P. Brämer, K. I. Gisler, A. Kempf (2015) M. Sharif, M. U. Rehman, I. Javed, S. Aziz (2019)
1.		Analiza mediów społecznościowych: obejmuje monitorowanie platform społecznościowych, takich jak np.: Twitter, Facebook czy Reddit, w celu śledzenia dyskusji i opinii na temat rynku walutowego. Dane z mediów społecznościowych mogą dostarczyć wskazówek dotyczących nastrojów i oczekiwań inwestorów.	
2.		Analiza wydarzeń makroekonomicznych, takich jak: raporty gospodarcze, konferencje prasowe banków centralnych czy decyzje polityczne: może wpłynąć na nastroje rynkowe i kursy walutowe. Modele analizy sentymentu mogą uwzględniać te wydarzenia i próbować przewidzieć ich wpływ na rynki.	

Lp.	Nazwa szkoły analitycznej/ modelowej	Opis Główne metody/techniki modelowania:	Główni przedstawiciele
3.			
4.			
5.			
6.			
X	Modele oparte na analizie geopolitycznej	Modele te uwzględniają czynniki geopolityczne, takie jak: wydarzenia polityczne, konflikty i decyzje rządów, które mogą wpływać na kursy walutowe.	J. A. Frankel (2004) M. E. Kathryn, Dominguez, L. L. Tesar (2001)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
XI	Modele oparte na analizie technologii blockchain	Modele te opierają się na analizie technologii blockchain i aktywności transakcyjnej.	Wei Chen, Huilin Xu, Lifen Jia, Ying Gao (2021) S. Nakamoto (2008) D. Tapscott, A. Tapscott (2018) Xin Li, Chong Alex Wang (2017)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			

Lp.	Nazwa szkoły analitycznej/ modelowej	Opis Główne metody/techniki modelowania:	Główni przedstawiciele
XII	Analiza interwencji banków centralnych	Podjęcie to analizuje wpływ interwencji na kurs walutowy.	M. D. Bordo (2017) Ch. Engel (2014) P. Krugman, M. Miller (1992) H. Genberg (1981) A. B. Balbach (1978)
1.	Modelowanie efektu interwencji: analizuje wpływ interwencji banku centralnego na rynek walutowy i stara się określić, czy interwencja ma tendencję do obniżania lub podnoszenia wartości waluty narodowej. Modelowanie to może uwzględnić różne czynniki, takie jak: rodzaj interwencji, jej skala i częstotliwość.		
2.	Analiza komunikatów banków centralnych: banki centralne często publikują komunikaty, które zawierają wskazówki dotyczące ich polityki pieniężnej i zamiaru interwencji na rynku walutowym. Modele analizy komunikatów starają się ocenić, jakie zmiany kursów walut mogą wynikać z treści tych komunikatów.		
3.	Badanie historii interwencji: może dostarczyć danych na temat tego, jakie działania podejmowane były w przeszłości i jak wpłynęły na kursy walut. Modele te mogą próbować prognozować przyszłe interwencje na podstawie wzorców z przeszłości.		
4.	Analiza mocy interwencji: koncentruje się na ocenie, jak skuteczne były interwencje banku centralnego w przeszłości i jakie miały rezultaty. Te modele mogą próbować przewidzieć skuteczność przyszłych interwencji.		
5.	Wpływ interwencji na zmienność cen: modele analizy wpływu interwencji na zmienność starają się przewidzieć, jakie zmiany w zmienności cen mogą wystąpić w wyniku interwencji.		
6.	Analiza efektów spillover: stara się określić, jakie korelacje i współzależności mogą występować między różnymi walutami w wyniku interwencji.		
XIII	Modele oparte na analizie korelacji (w większości odwołujące się do analizy technicznej)	Modele te zajmują się badaniem korelacji między różnymi parametrami ekonomicznymi i ich wpływem na kursy walutowe.	A. Damodaran (2012) M. J. Pring (2014) D. Aronson (2006) A. Läidi (2008)
1.	Analiza korelacji walut: jest częstym podejściem w analizie kursów walutowych. Korelacje kursów między walutami mogą być pozytywne (kiedy kursy dwóch walut rosną lub spadają razem) lub negatywne (kiedy kursy dwóch walut poruszają się w przeciwnych kierunkach). Modele te mogą opierać się na obserwacji historycznych korelacji i próbować przewidzieć przyszłe ruchy cen na podstawie tych wzorców.		
2.	Analiza korelacji między walutami a innymi aktywami, takimi jak: surowce, akcje czy stopy procentowe: modele te mogą uwzględniać zależności między walutami a aktywami i próbować przewidzieć wpływ zmian cen tych aktywów na kursy walut.		
3.	Korelacja zmiennych ekonomicznych, np.: PKB, inflacja, stopy procentowe i inne.		
4.	Korelacje sezonowe: niektóre rynki walutowe wykazują korelacje sezonowe, które zmieniają się w określonych okresach roku.		
5.	Korelacje na rynkach finansowych: modele prognozowania kursów walutowych mogą uwzględniać korelacje z innymi rynkami finansowymi, takimi jak: rynek akcji, obligacji czy surowców. Zmiany na tych rynkach mogą wpływać na nastroje inwestorów i kursy walut.		
6.	Modelowanie korelacji za pomocą analizy technicznej: modele te mogą analizować wzorce cenowe, wskaźniki techniczne i inne czynniki, które wpływają na korelacje kursów między walutami.		
XIV	Modele oparte na analizie zachowania inwestorów na rynku	To podejście koncentruje się na analizie psychologii i zachowania inwestorów.	Lv Xueling, Xiong Xiong, Shen Yucong (2023) K. Rao, A. Ramachandran (2014) Kim, Hyo Sang and Kang, Eun Jung and Kim, Yuri and Moon, Seongman and Jang, Huisu (2022)
1.	Analiza społecznościowa i mediów: polega na monitorowaniu platform społecznościowych, serwisów informacyjnych i komunikatów prasowych w poszukiwaniu informacji na temat nastrojów rynkowych i opinii inwestorów. Analiza sentymentu na podstawie treści w mediach społecznościowych i wiadomości prasowych może dostarczyć wskazówek dotyczących oczekiwań rynku.		
2.	Badania ankietowe: skupiają się na przeprowadzaniu ankiet wśród inwestorów, analityków finansowych i ekspertów, aby uzyskać dane na temat ich oczekiwań co do rynku walutowego.		
3.	Analiza wyborów i decyzji handlowych: polega na analizowaniu historii decyzji handlowych inwestorów i spekulantów w celu zrozumienia, jakie czynniki i strategie wpływają na ich wybory. Modele oparte na analizie tych danych mogą próbować przewidzieć przyszłe ruchy cen na podstawie wzorców decyzyjnych.		

Lp.	Nazwa szkoły analitycznej/ modelowej	Opis Główne metody/techniki modelowania:	Główni przedstawiciele
4.	Analiza otwartych pozycji (COT – Commitments of Traders): COT to raport publikowany przez Commodity Futures Trading Commission (CFTC) w Stanach Zjednoczonych, który zawiera dane na temat pozycji handlowców na rynkach terminowych, w tym rynku walutowym. Analiza tych danych może dostarczać wskazówek dotyczących nastrojów rynkowych i potencjalnych ruchów cen.		
5.	Wykresy i wskaźniki techniczne: analiza techniczna wykorzystuje wykresy cenowe i różne wskaźniki techniczne, aby śledzić zachowanie cen i próbować przewidzieć przyszłe ruchy cen na podstawie wzorców cenowych i innych sygnałów technicznych.		
6.	Analiza psychologiczna: modele oparte na psychologii inwestorów starają się zrozumieć emocjonalne i psychologiczne czynniki wpływające na decyzje inwestycyjne. To podejście koncentruje się na takich aspektach jak strach, chciwość, nadzieja i irracjonalne decyzje inwestorów.		
7.	Analiza zmienności: niektóre modele uwzględniają zmienność cen jako miarę sentymentu rynkowego. Wyższa zmienność może sygnalizować większą niepewność i emocje w rynku.		

Źródło: opracowanie własne.

Z przedstawionej typologii, będącej niejako kompromisem klasyfikacyjnym uwzględniającym możliwość lepszego zrozumienia i użyteczności w epistemologii, metodologii czy wymiarze społecznym, wyciągnąć można cztery główne wnioski.

Po pierwsze, zagadka Meese'a-Rogoffa jest wciąż aktualna i dowodzi, że istnieją trudności prognozowania krótkoterminowych kursów walutowych przy użyciu modeli ekonometrycznych, a modele losowe mogą wykazywać większą dokładność, zwłaszcza w prognozowaniu z 12-miesięcznym wyprzedzeniem. Najbardziej zaawansowane modele ekonometryczne wciąż nie są w stanie znacząco przewyższyć prostych modeli losowych, co sugeruje, że rynek walutowy jest trudny do przewidzenia i prognozowania (Zorzi, Longaric, Rubaszek, 2021). Nie oznacza to jednak, że zarówno w nauce, jak i praktyce (m.in. banków centralnych, instytucji finansowych, agencji ratingowych, handlowców detalicznych, funduszy hedgingowych) winno nastąpić całkowite zanegowanie możliwości używania m.in. analizy fundamentalnej, analizy technicznej czy wszystkich modeli opartych w jakiejś postaci na DSGE. Próby udoskonalenia założeń zagadki Meese'a-Rogoffa wyodrębniły znaczące kierunki poszukiwań, wśród których do głównych można zaliczyć ekonomię behawioralną z zakwestionowaniem w jej ramach teorii założeń racjonalnych oczekiwań na ruchy kursów walutowych, modele mikrostruktury rynków walutowych, uwzględniających przepływy zleceń, płynność rynku czy koszty transakcji, modele z parametrami zmiennymi w czasie w ramach dynamicznego charakteru rynków finansowych, uczenie maszynowe i podejście oparte na danych czy wreszcie globalne czynniki makroekonomiczne i ich wpływ na kursy walut.

Po drugie, wprowadzenie paradygmatu Nowej Makroekonomii Otwartej Gospodarki (NOEM), jako nowego podejścia w analizie makroekonomicznej, może ułatwić rozwijanie bardziej zaawansowanych modeli prognozowania kursów walutowych poprzez uwzględnianie złożonych relacji międzynarodowych, strategii firm na rynkach globalnych i globalnych czynników wpływających na gospodarki krajowe. Dotyczy ono zwłaszcza modelowania interakcji z zagranicą poprzez jednoczesne uwzględnienie wpływu polityki monetarnej, fiskalnej, jak i innych czynników prognostycznych. Obejmuje także strukturalne zmienne gospodarcze wpływające na równowagę na rynku walutowym, jak m.in. produktywność czy elastyczność cen, globalne zakłócenia i szoki, zarówno w formie szokowych zdarzeń jednorazowych,

jak i kryzysów finansowych, gospodarczych czy wojen. Szczególnie ostatnia kategoria szoków, tj. wojny, wymaga zrozumienia, że nie sposób jest badać prognozowanie kursów walut w oderwaniu od paradygmatów ekonomicznych bezpiecznej przystani (ucieczki do bezpiecznych aktywów), paradygmatu ryzyka politycznego i teorii złotego spokoju (wpływu stabilności politycznej i przewidywalności politycznej oraz wydarzeń wojennych na postrzeganie kraju przez inwestorów), paradygmatu globalnych rynków surowcowych (zwłaszcza cen paliw płynnych i innych surowców w czasie wojny oraz zmiany w bilansie handlowym), paradygmatu odbudowy gospodarki (i powolnego wzmacniania waluty kraju dotkniętego kończącym się konfliktem), paradygmatu interwencji banku centralnego (w celu stabilizowania kursu walutowego). Wreszcie zastosowanie modelu Bertranda, w ramach NOEM do analizy konkurencji cenowej na rynkach międzynarodowych między firmami, zakłada, że firmy konkurują ze sobą poprzez ustawianie cen, próbując maksymalizować własne zyski – co wymaga przeprowadzenia analizy strategii cenowych firm na rynkach globalnych, odwzorowania kosztów produkcji – zwłaszcza w odniesieniu do produktów (mniej usług) eksportowych i importowych w handlu międzynarodowym i ich wpływu na bilans handlowy oraz kursy walutowe.

Po trzecie, obiecującym kierunkiem poszukiwań w prognozowaniu kursów walutowych jest nowy paradygmat równowagi wielorakiej i różnorodności (MEADE), ale tylko wtedy, gdy paradygmat MEADE zostanie zmodyfikowany poprzez odrzucenie ze swojej kanwy paradygmatycznej obecnej formy modeli DSGE, które nie mogą znajdować się w centrum analizy makroekonomicznej. Modele DSGE posiadają zdeterminowane podażą mikropodstawy i nie uwzględniają realnych wzorców histerezy (i superhisterezy) wynikających z krótkoterminowych wahań popytowych na długoterminowo niższy/wyższy potencjalny wzrost i potencjał strukturalny. Oznacza to konieczność poszukiwań w całej makroekonomii innych podejść do modelowania i jednoczesnego odrzucenia modeli DSGE, np. takich jak: model realnego cyklu koniunkturalnego (RBC), Nowy Model Keynesowski i jego rozszerzenie, Model Calvo, DSGE-Bayesowski Model VAR, Model Smets-Wouters i jego rozwinięcie, tj. Model Smets-Wouters-Ravenna oraz inne modele DSGE gospodarki otwartej. Być może interdyscyplinarne podejście do modelowania i wielorakiej interpretacji jego wyników przy użyciu wielu metod uzasadnia posługiwanie się wzbogaconymi dynamicznie modelami DSGE – do czasu wypracowania modeli bardziej rzetelnych, opartych na agentach (ABM), modeli spójnych ze strumieniem finansowym (SFC) – zwanych modelami równowagi finansowej, FEM, takich jak np.: model Wynne-Goddarda, spójny model przepływu zapasów Godley'a-Lavoie – SFC, model Levy-Kaleckiego – LKM, model Flaschel-Laslop-Prasetyo-Wegener – FLPW – jako możliwości dodatkowej predykcji kursów walutowych na podstawie analiz wpływu nierówności dochodowych, inwestycji i kredytu na stabilność gospodarki. Jednocześnie do modeli równowagi finansowej, które mogą być przydatne w prognozowaniu kursów walutowych, pod warunkiem, że zostaną pozbawione założenia racjonalności agentów gospodarczych, należą: model portfela aktywów – CAPM, model równowagi kursowej (EER), modele perspektywy portfela (PBM) czy modele makroekonomiczne nowego klasycyzmu (NCMM). Do tej grupy modeli wzbogacających możliwości analiz predykcyjnych w gospodarce

i przydatnych do dalszego (ale nie pierwotnego) wnioskowania w odniesieniu do prognozowania kursów walutowych – ze wskazanymi zastrzeżeniami DSGE – zaliczyć można również rozszerzone dynamicznie modele równowagi ogólnej (CGE) czy dynamiczne modele równań strukturalnych wejścia-wyjścia (inaczej nakładów i wyników), analizujących zależności pomiędzy sektorami gospodarki na podstawie struktury produkcji i konsumpcji (np. model Leontiefa i jego rozwinięcie, tj. model Ghosna-Richtera). Warto uwagi w tym względzie są także wszystkie nowe podejścia do prognozowania kursów walutowych (Shen, Lee, Liu, Chang, Yang, 2021), jak np. FSPSOSVR, a będące połączeniem losowego wyboru cech i regresji wektora wsparcia (SVR) oraz optymalizacji roju cząstek (PSO). Wreszcie nie wolno zapominać o możliwościach wykorzystania, nie tylko w paradygmacie MEADE, całej gamy prostych narzędzi statystycznych, jak np. modelu Durbina-Watsona, który służy do sprawdzania autokorelacji w resztach regresji i badania współzmienności i zależności przestrzennych między walutami (Djemo, Elita, 2023), oceniając powiązania transgraniczne w kontekście aprecjacji lub deprecjacji danej waluty i ich wpływu na całą sieć walut.

Po czwarte, alternatywne kierunki metodologii makroekonomicznych w prognozowaniu generalnym dla gospodarki (Storm, 2021; Fontanari, Palumbo & Salvatori, 2020; Fair, 2020) mogą być pomocne przy prognozowaniu kursu walutowego, zaliczają się do nich: a) strukturalistyczne podejście makroekonomiczne, zakładające fundamentalne determinanty gospodarcze, jako zmienne w kursach walutowych (analiza fundamentalna, analiza różnic w stopach procentowych, efekty polityki gospodarczej, analiza cyklu koniunkturalnego); b) makromodele spójne z wpływami akcji (SFC) – integrujące gospodarkę finansową z gospodarką realną; c) modele wzrostu opartego na popycie z endogenicznym dostosowaniem podaży pracy i produktywności; d) modelowanie potencjalnego wzrostu gospodarczego i luk produktowych jako funkcji rzeczywistego bezrobocia; e) strukturalne modelowanie ekonometryczne SEM (np.: modele strukturalne, modele ekonometryczne prognozowania, jak np. modele współzależności VAR, ARIMA, GARCH, uczenia maszynowego), modele panelowe, modele ekonometryczne równowagi ogólnej (CGE), rozwinięte modele VAR, tj. modele strukturalne wektora autoregresyjnego (SVAR).

3. Wnioski

Nieustanne poszukiwanie optymalnych kombinacji parametrów, często z wykorzystaniem najnowszych rozwiązań informatycznych, pozwala zidentyfikować hiperpłaszczyzny, które rozdzielają różne trendy w danych i są skuteczniejsze w przewidywaniu przyszłych trendów kursów walutowych. W żadnym jednak wypadku nie można mówić zarówno o działaniach w kierunku uniwersalności stosowanych rozwiązań, jak też o wyeksploatowaniu potencjalnych wzorców w tym zakresie – pomimo poddania modeli DSGE słusznej krytyce. Naukowe przewidywanie przyszłych trendów kursów walut jeszcze nigdy nie było tak skomplikowanym, a jednocześnie pasjonującym procesem, o czym świadczyć może dynamiczny wzrost proponowanych rozwiązań na przestrzeni ostatnich lat. Wysoce zmienne otoczenie

rynkowe dodatkowo zdynamizowane zjawiskami skrajnymi, takimi jak pandemia COVID-19 czy wybuch wojny w Ukrainie, same w sobie są katalizatorami wahań na rynku walutowym. Kreacja procesu naukowej predykcji wymaga w związku z tym ciągłej aktualizacji, a brak wyraźnego wyodrębnienia się konkretnej ścieżki rozwiązań czy modelu stanowi doskonałą bazę do dalszych badań, potwierdzając jednocześnie, że wpływ kategorii fundamentalnych na kurs walutowy i jego mikrostruktura wymagają umiejętności naprzemiennego poruszania się pomiędzy ilościowo-jakościowymi modelami prognozowania a teorią kursów walutowych w teorii ekonomii.

Potwierdzenie znajduje również fakt, że błędne założenia fundamentalne dynamicznej stochastycznej równowagi ogólnej (DSGE) w ekonomii głównego nurtu i długookresowo kultywowana analiza regresji, jako iluzja przewidywalności, utrzymywały przez długie lata modele i przewidywalność kursu walut w tendencjach niedowartościowania lub przewartościowania.

Predykcja w obszarze parytetu siły nabywczej, podejścia w badaniu równowagi makroekonomicznej czy behawioralnego kursu równowagi muszą uwzględniać szerszy kontekst paradygmatyczny. Dotyczy to zarówno szerszego zastosowania teorii ekonomii, przy jej jednoczesnym zestawieniu z realnymi danymi z gospodarki i geopolityki, jak i szerszego wykorzystania podejść nieliniowych, które mogą zastępować lub uzupełniać analizę chodu losowego. Z tego względu zaprezentowana w niniejszym artykule typologia metod prognozowania kursu walutowego przedstawia otwarty katalog paradygmatów, skupionych wokół pewnych szkół i technik analityczno-modelowych, które mogą wypełniać rodzący się paradygmat równowagi wielorakiej i różnorodności (MEADE), skręcając tym samym w kierunku pragmatyzmu i uproszczeń prognozowania, dowartościowanego możliwością uchwycenia realnych i efektywnych predyktorów. Ważnym odniesieniem do przyszłych badań jest z pewnością zaprezentowana typologia, która może być punktem do dalszych badań, zarówno w obszarze nie tylko specyfikacji samych metod, technik i szkół, ale również wyodrębnienia nowych metod eksploracyjnych, pozwalających lepiej zrozumieć problemy prognozowania zjawisk gospodarczych, w tym szczególnie kształtowania dynamiki kursów walutowych.

Bibliografia

- Armstrong, J. S. (2012). Illusion in regression analysis. *International Journal of Forecasting*, 28(3). <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1969740>
- Aronson, D. (2006). *Evidence-Based Technical Analysis: Applying the Scientific Method and Statistical Inference to Trading Signals*. Wiley.
- Baffour, A. A., Feng, J., Taylor, E. K. (2019). A hybrid artificial neural network-GJR modeling approach to forecasting currency exchange rate volatility. *Neurocomputing*, 365(6), 285–301. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.07.088>
- Balbach, A. B., (1978). The Mechanics of Intervention in Exchange Markets. *Federal Reserve Bank of St. Louis, Review*, 2–7. <https://doi.org/10.20955/r.60.2-7.ppl>
- Bernstein, P. L. (1996). *Against the Gods: The Remarkable Story of Risk*. Wiley.
- Bharatpur, A. S. (2022). *A literature review on time series forecasting methods*. https://www.researchgate.net/publication/357786404_A_LITERATURE_REVIEW_ON_TIME_SERIES_FORECASTING_METHODS.
- Blackledge, J., Lamphiere, M. (2022). A Review of the Fractal Market Hypothesis for Trading and Market Price Prediction. *Mathematics*, 10(1), 117. <https://doi.org/10.3390/math10010117>

- Blackledge, J., Murphy, K. (2011). Currency Trading using the Fractal Market Hypothesis. In: G. Nota (Ed.), *Risk Management Trends* (s. 129–148). InTech. <http://www.intechopen.com/articles/show/title/currency-trading-using-the-fractal-market-hypothesis>. <https://doi.org/10.5772/16249>
- Bordo, M. D. (2017, February). The Operation and Demise of the Bretton Woods System; 1958 to 1971. *NBER Working Paper*, (w23189). <https://ssrn.com/abstract=2924279>
- Brämer, P., Gislser, K. I., & Kempf, A. (2015). *The impact of sentiment on the probability of technical trading*.
- Brzezicki, L. T., Yamashita, R. (2015). *A Dynamic Factor Model for the Volatility of Treasury Yields and the Valuation of the Minimum Variance Portfolio*.
- Bulut, L. (2017). Google Trends and the forecasting performance of exchange rate models. *Journal of Forecasting*, 37(3), 303–315. <https://doi.org/10.1002/for.2500>
- Cassel, G. (1918). Abnormal Deviations in International Exchanges. *The Economic Journal*, 28(112), 413–415. <https://doi.org/10.2307/2223329>
- Chen, W., Xu, H., Jia, L., Gao, Y. (2021). Machine learning model for Bitcoin exchange rate prediction using economic and technology determinants International. *Journal of Forecasting*, 37(1), 28–43. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2020.02.008>
- Chinn, M., Kucko, K., (2015). The predictive power of the yield curve across countries and time. *Int. Finance*, 18(2), 129e156.
- Clarida, R., Gali J., Gertler, M. (2000). Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Evidence and Some Theory. *The Quarterly Journal of Economics*, 115(1), 147–180. <https://doi.org/10.1162/00335530054692>
- Corazza, M. Malliaris, A. G. (2005). Multi-Fractality in Foreign Currency Markets. In: A.G. Malliaris, *Uncertainty, Instabilities and Asset Bubbles* (s. 151–184). https://doi.org/10.1142/9789812701015_0011
- Damodaran, A. (2012). *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*. Wiley.
- Diebold, F. X. (1997). *Elements of Forecasting*. Cengage Learning.
- Djemo, C. R. T., Eita, J. H. (2023). Modelling foreign exchange rate co-movement and its spatial dependence in emerging markets: a spatial econometrics approach. *Empir Econ*. <https://doi.org/10.1007/s00181-023-02482-y>
- Dixit, R. K., & Pindyck, R. S. (1994). *Investment Under Uncertainty*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400830176>
- Peters, E. E. (2013). *Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment and Economics*. John Wiley & Sons.
- Engel, Ch. (2014). Exchange Rates and Interest Parity. *Handbook of International Economics*, 4, 453–522. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-54314-1.00008-2>
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007. <https://doi.org/10.2307/1912773>
- Fair, R. C. (2020). Some Important Macro Points. *Oxford Review of Economic Policy*, 36(3), 556–578.
- Fang, S., Wei, Y., Wang, S. (2023). 30 years of exchange rate analysis and forecasting: A bibliometric review. *Journal of Economic Surveys*. <https://doi.org/10.1111/joes.12572>
- Fisher, I. (1911). The Purchasing Power of Money: Its Determination and Relation to Credit, Interest and Crises *The Quarterly Journal of Economics*, 26(1), 140–151.
- Frankel, J. A. (2004). The Making of Exchange Rate Policy in the 1980s. *NBER Working Paper*, (w3539).
- Franses, P. H. (2002). *A Concise Introduction to Econometrics: An Intuitive Guide*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CB09780511493133>
- Fontanari, C., Palumbo A. & Salvatori C. (2020). Potential output in theory and practice: A revision and update of Okun's original method. *Structural Change and Economic Dynamics*, 54, 247–266. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.04.008>
- Genberg, H. (1981). *Effects of Central Bank Intervention in the Foreign Exchange Market*. IMF Elibrary.
- Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9780691218632>
- Harvey, A. (1989). *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter*. Cambridge University Press.
- Horner, R. (2004). *Forex Trading for Maximum Profit: The Best Kept Secret Off Wall Street*. John Wiley & Sons.
- Hull J. (2009). *Options, Futures, and Other Derivatives*. Prentice Hall.
- Ince, H., Cebeci, A. F., Imamoglu, S. Z. (2019). An Artificial Neural Network-Based Approach to the Monetary Model of Exchange Rate. *Computational Economics*, 53(2), 817–831. [doi:10.1007/s10614-017-9765-6](https://doi.org/10.1007/s10614-017-9765-6)
- Jajuga, K., Jajuga, T. (2012). *Inwestycje: instrumenty finansowe, aktywa niefinansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*. PWN.
- Juselius, K. (1991). Long-run Relations in a Well Defined Statistical Model for the Data Generating Process: Cointegration Analysis of the PPP and UIP Relations Between Denmark and Germany. In: J. Gruber (Ed.), *Econometric Decision Models: New Methods of Modeling and Applications*. Springer-Verlag.

- Juselius, K., MacDonald, R. (2007). International Parity Relationships and a Nonstationary Real Exchange Rate. Germany versus the US in the Post Bretton Woods Period. In: V. Morales (Ed.), *Recent Issues in International Macroeconomics*. Nova Publications.
- Kathryn, M. E., Dominguez, Tesar. L. L. (2001). Exchange Rate Exposure. *NBER Working Paper*, (8453).
- Kelm, R. (2013). *Kurs złoty/euro: teoria i empiria*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Kim, Hyo Sang and Kang, Eun Jung and Kim, Yuri and Moon, Seongman and Jang, Huisu. (2022). Exchange Rate Predictability Based on Market Sentiments. *KIEP Research Paper, World Economy Brief*, 22–42. <https://ssrn.com/abstract=4273351>
- Krugman, P., Miller, M. (1992). *Exchange Rate Targets and Currency Bands*. Cambridge University Press.
- Laidi, A. (2008). *Currency Trading and Intermarket Analysis: How to Profit from the Shifting Currents in Global Markets*. Wiley.
- LeBaron, B. (2000). Agent-based computational finance: Suggested readings and early research. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 24(5–7), 679–702. [https://doi.org/10.1016/S0165-1889\(99\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0165-1889(99)00022-6)
- Li, X., Wang, Ch. A. (2017). The technology and economic determinants of cryptocurrency exchange rates: The case of Bitcoin. *Decision Support Systems*, 95, 49–60. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2016.12.001>
- Lien, K. (2010). *The Little Book of Currency Trading: How to Make Big Profits in the World of Forex*. Wiley.
- Lien, K. (2016). *Day Trading the Currency Market*, Wiley Academic. Wiley John & Sons Inc.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7, 77–91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
- Meese, R. A., Rogoff, K. (1983). Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample? *Journal of International Economics*, 14(1–2), 933–948.
- Merton, R. C. (1973). An Intertemporal Capital Asset Pricing Model. *Econometrica*, 41(5), 867–887. <https://doi.org/10.2307/1913811>
- Murphy, J. (1999). *Technical Analysis of the Financial Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications*. Penguin Publishing Group.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. <https://ssrn.com/abstract=3440802>
- Neely, Ch., Weller, P., Dittmar, R. (1997). Technical Analysis in the Foreign Exchange Market Profitable? A Genetic Programming Approach. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 32(4), 405–426. <https://doi.org/10.2307/2331231>
- Ozturk, M., Toroslul. H., Fidan G. (2016). Heuristic based trading system on Forex data using technical indicator rules. *Applied Soft Computing*, 43, 170–186. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.01.048>
- Peters, E. E. (1989). Fractal Structure in the Capital Markets. *Financial Analysts Journal*, 45(4), 32–37. <https://doi.org/10.2469/faj.v45.n4.32>
- Peters, E. E. (1991). *Chaos and Order in the Capital Markets*. John Wiley & Sons.
- Pring, M. J. (2014). *Technical Analysis Explained*. McGraw Hill.
- Rao, K., Ramachandran, A. (2014). Exchange Rate Market Sentiment Analysis of Major Global Currencies. *Open Journal of Statistics*, 4(1). DOI:10.4236/ojs.2014.41006
- Rogoff, K. (2009). Exchange Rates in the Modern Floating Era: What Do We Really Know? *Review of World Economics*, 145(1), 1–12.
- Rossi, B. (2013, December). Exchange rate predictability. *Journal of Economic Literature*, 51(4), 1063–1119.
- Samuelson, L. A. (1963). *Revealed Comparative Advantage in Trade and Development: Some Implications of a Dynamic Model*.
- Sharif, M., Rehman, M.U., Javed, I., & Aziz, S. (2019). *The Impact of Sentiment on the Foreign Exchange Market: Evidence from Google Search Volume Index*.
- Shen, M.-L., Lee, C.-F., Liu, H.-H., Chang, P.-Y., Yang, C.-H. (2021). An Effective Hybrid Approach for Forecasting Currency Exchange Rates. *Sustainability*, 13(5), 2761. <https://doi.org/10.3390/su13052761>
- Shiller, R. J. (2000). Irrational Exuberance. *The American Journal of Economics and Sociology*, 59(3), 537–540.
- Shleifer A. (2000). *Inefficient Markets: An Introduction to Behavioral Finance*. Oxford University Press.
- Stiglitz, J. E. (2018). Where Modern Macroeconomics Went Wrong. *Oxford Review of Economic Policy*, 34(1–2), 70–106. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx057>
- Storm S. (2021). Cordon of Conformity: Why DSGE models Are Not the Future of Macroeconomics. *Institute for New Economic Thinking, Working Paper*, (148). <https://doi.org/10.36687/inetwp148>
- Taleb, N. N. (2007). *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. Random House.
- Tapscott, D., Tapscott, A. (2018). *Blockchain Revolution*. Portfolio.
- Taylor, M. (1995). The Economics of Exchange Rates. *Journal of Economic Literature*, 33(1), 13–47.
- Urquhart, A. (2016). *The Inefficiency of Bitcoin*. <https://ssrn.com/abstract=2828745>
- Vasconcelos, C. S., Júnior, E. H. (2023). Forecasting exchange rate: A bibliometric and content analysis. *International Review of Economics & Finance*, 83, 607–628. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2022.09.006>

- Vines, D., Wills, D. (2020). The Rebuilding Macroeconomic Theory Project Part II: Multiple Equilibria, Toy Models, and Policy Models in a New Macroeconomic Paradigm. *Oxford Review of Economic Policy*, 36(3), 427–497. <https://doi.org/10.1093/oxrep/graa066>
- Xueling, L., Xiong Xiong, Yucong, S. (2023). Exchange rate market trend prediction based on sentiment analysis. *Computers and Electrical Engineering*, 111(A), 108901. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2023.108901>
- Zorzi, M. C., Longaric P. A., Rubaszek A. (2021). The predictive power of equilibrium exchange rate models. *ECB Economic Bulletin*, (7).
- Zorzi, M. C. Cap, A., Mijakovic, A., Rubaszek, M. (2022). The Reliability of Equilibrium Exchange Rate Models: A Forecasting Perspective. *International Journal of Central Banking*.