

Wykorzystanie metod wygładzania wykładniczego do prognozowania kursu sprzedaży EUR

Katarzyna Halicka

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki,
e-mail: k.halicka@pb.edu.pl

Cezary Winkowski

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki,
e-mail: cezarywinkowski@gmail.com

DOI: 10.12846/j.em.2013.02.05

Streszczenie

W artykule przedstawiono wykorzystanie metod wygładzania wykładniczego do prognozowania kursu sprzedaży EUR. Modele prognostyczne zbudowano opierając się na danych rzeczywistych od stycznia 2010 do kwietnia 2013 roku, pochodzących ze strony internetowej Narodowego Banku Polskiego. Istotnym założeniem przeprowadzonego badania było wykorzystanie jak najprostszych metod wygładzania wykładniczego. Kolejnym ważnym elementem badania było przeprowadzenie analizy porównawczej jakości otrzymanych prognoz. Do ich oceny wykorzystano siedem miar opisu statystycznego, takich jak błąd średni, błąd średni bezwzględny, maksymalny błąd bezwzględny, pierwiastek z błędu średniego kwadratowego, średni bezwzględny błąd procentowy, mediana bezwzględnego błędu procentowego oraz maksymalny błąd procentowy.

Słowa kluczowe

prognoza kursu walut, metody wygładzania wykładniczego, jakość prognozy

Wstęp

W dzisiejszych czasach prognozowanie, które jest przewidywaniem nadchodzących zdarzeń, ma bardzo duże znaczenie. Dzięki temu można zmniejszyć ryzyko

podejmowanych decyzji związanych z przyszłością (Dittmann, 2004). Należy jednak pamiętać, że każda prognoza jest obciążona niedokładnością. Prognoza umożliwia więc zazwyczaj pokazanie drogi i kierunku w jakim należy podążać, niż udziela gotowych odpowiedzi na zadane problemy (Zeliaś, 1997).

EUR jest jedną z głównych walut świata. Odgrywa istotną rolę nie tylko w obrębie strefy euro, ale również na arenie międzynarodowej. Gospodarka strefy euro jest drugą co do wielkości po Stanach Zjednoczonych. Prognozowanie kursu tej waluty jest niezbędne między innymi z uwagi na fakt, że jest ona coraz częściej używana do emitowania pożyczek państwowych i prywatnych na całym świecie, jest drugą najczęściej wymienianą walutą na rynkach walutowych, a także jest często używaną walutą w przypadku faktur i płatności w handlu międzynarodowym. Zatem prognozowanie kursu EUR jest przydatne takim podmiotom, jak organy państwowe, przedsiębiorstwa, a także osoby indywidualne¹. Zasadniczym celem badania przeprowadzonego w ramach niniejszego artykułu było wyznaczenie prognozy średniego miesięcznego kursu sprzedaży EUR liczonego w polskich złotych na maj 2013 roku. Celem dodatkowym było przeprowadzenie analizy porównawczej jakości otrzymanych prognoz.

Budowa prognozy sprzedaży EUR i innych rodzajów prognoz jest procesem wieloetapowym. Przebiega według pewnego, ogólnego schematu postępowania prognostycznego. Jeden z początkowych etapów prognozowania polega na zgromadzeniu właściwych danych. Zgromadzone dane są poddawane wstępnej analizie. Dalej sprawdzana jest jednorodność danych. Przeprowadzona procedura badawcza ma na celu określenie, czy wszystkie zgromadzone dane tworzą jednorodną strukturę, czy nie ma wartości nietypowych. Jednym z ważniejszych etapów konstrukcji prognozy jest wybór metody prognozowania. Na tym etapie prognozowania często jest wybieranych kilka zbliżonych metod. Do prognozowania sprzedaży kursu EUR stosuje się zarówno metody ilościowe, jak i heurystyczne. Zastosowanie konkretnych metod wynika ze specyfiki rynku i przyjętych przesłanek prognostycznych. Podstawowym kryterium, które brane jest pod uwagę przy wyborze metody, jest oczekiwana trafność prognozy, koszt jej opracowania i wdrożenia oraz łatwość zastosowania. Kolejny etap prognozowania polega na wyznaczeniu prognozy. Odbywa się to zgodnie ze schematem określonym w wybranej metodzie. Końcowym etapem procesu prognostycznego jest ocena prognozy i jej weryfikacja. Dokonując oceny prognozy można skorzystać z mierników specyficznych dla dziedziny zastosowań i mierników uniwersalnych. Pierwszą grupę mierników stanowią miary ściśle dostosowane do specyfiki dziedziny, na potrzeby której konstruowano prognozę.

¹Komisja Europejska, http://ec.europa.eu/economy_finance/euro/world/index_pl.htm, [19.05.2013].

Zdecydowanie częściej wykorzystuje się następujące miary opisu statystycznego (Chodakowska, Halicka, Kononiuk, Nazarko, 2005; Nazarko, 2005):

- ME (*Mean Error*) – błąd średni,
- MAE (*Mean Absolute Error*) – błąd średni bezwzględny,
- maxAE (*Maximum Absolute Error*) – maksymalny błąd bezwzględny,
- RMSE (*Root Mean Square Error*) – pierwiastek ze błędu średniego kwadratowego,
- MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) – średni bezwzględny błąd procentowy,
- MdAPE (*Median Absolute Percentage Error*) – mediana bezwzględnego błędu procentowego,
- maxAPE (*Maximum Absolute Percentage Error*) – maksymalny błąd procentowy.

W niniejszym artykule początkowo przeanalizowano zebrane dane oraz wybrano odpowiednie metody prognostyczne. Dalej wyznaczono prognozę kursu sprzedaży EUR i wykorzystując wyżej wymienione miary opisu statystycznego przeprowadzono ocenę trafności wyznaczonych prognoz.

1. Przegląd literatury

Dokonując przeglądu literatury zauważono, że metody wygładzania wykładniczego są narzędziem stosowanym w prognozowaniu wielu wskaźników makroekonomicznych. Istotną ich zaletą jest prostota, względnie prosty algorytm stosowania oraz łatwość zrozumienia i interpretacji wyników. Można stwierdzić, że metody wygładzania wykładniczego są użytecznym narzędziem prognostycznym. Przy ich użyciu prognozowano popyt i podaż (Sabir, Tahir 2012). Wykorzystano je również do prognozowania wartości Warszawskiego Indeksu Giełdowego (Tarapata, 2000). Metody te są stosowane również w publikacjach dotyczących tematyki prognozowania kursu walut. W swoim artykule wykorzystali je przykładowo Maniatis i Paraschos. Poza tym Akincilar, Temiz i Şahin do prognozowania kursów walutowych zastosowali metody wygładzania wykładniczego takie, jak model prosty, model Holta oraz model Holta-Wintersa. Ponadto, autorzy wykorzystali również model ARIMA. Model Holta-Wintersa okazał się być najlepszy wśród zastosowanych modeli. Głównym wnioskiem autorów jest stwierdzenie, że metoda Holta-Wintersa jest równie skuteczna jak powszechnie stosowane modele VAR, ARCH i GARCH w prognozowaniu gospodarczym. Również Fät i Dezi w swoim artykule prognozowały kursy walut przy zastosowaniu metod wygładzania wykładnicze-

go i modelu ARIMA. Po czym dokonując analizy porównawczej wykorzystanych technik stwierdziły, że w niektórych przypadkach modele wygładzania wykładniczego przewyższają modele ARIMA, ze względu na szybkość adaptacji do najmniejszych zmian w warunkach rynkowych.

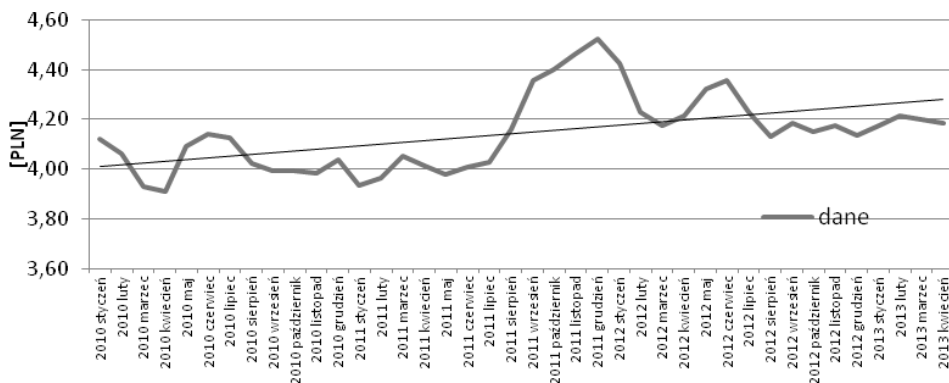
Należy jednak podkreślić, że w literaturze do oceny jakości prognoz wykorzystywano podstawowe statystyki takie jak MAE, RMSE, MAPE (Bratu, 2012). Zasadne zatem wydaje się wykorzystanie do prognozowania kursu EUR prostych metod wygładzania wykładniczego, a następnie dokonanie szczegółowej analizy porównawczej otrzymanych prognoz.

2. Metoda badań

Zadanie prognostyczne polegało na zbudowaniu modelu prognostycznego, dzięki któremu będzie można wyznaczyć kurs sprzedaży EUR, liczonego w PLN, na maj 2013 roku.

Początkowo przeanalizowano zebrane dane historyczne. Analizując średni miesięczny kurs EUR w okresie objętym niniejszym badaniem, czyli od stycznia 2010 do kwietnia 2013 roku, zauważono, że PLN osłabiał się w stosunku do EUR (Narodowy Bank Polski, 2013). Pomiędzy majem a grudniem 2011 roku zaszła deprecjacja realnego efektywnego kursu złotego do 13%, gdzie w grudniu uzyskała najniższy poziom od marca 2009 roku (Ministerstwo Finansów, 2013). Średni miesięczny kurs sprzedaży EUR wynosił wówczas 4,52 PLN.

Dokonując dekompozycji zgromadzonych danych, zauważono składową systematyczną w postaci niewielkiego trendu oraz składową losową w postaci niewielkich wahań przypadkowych. Graficzna interpretacja analizowanego szeregu czasowego została zaprezentowana na rysunku 1.



Rys. 1. Dekompozycja szeregu czasowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Narodowy Bank Polski, http://nbp.pl/home.aspx?f=/kursy/kursy_archiwum.html, [14.05.2013].

Ze względu na charakter występujących składowych do prognozowania wykorzystano metody wygładzania wykładniczego. Dwie pierwsze użyte metody to: model adaptacyjnego wygładzania wykładniczego oraz model liniowy Holta. Zdecydowano się na nie ze względu na to, że są one odpowiednie do tego typu danych. Otrzymane prognozy porównano z jedną z najprostszymi oraz najmniej kosztownych metod, tzn. ze zmodyfikowaną metodą naiwną trendu.

3. Wyniki badań

W niniejszym badaniu do prognozowania zostały użyte klasyczne metody wygładzania wykładniczego, które generują najmniejsze koszty i są stosunkowo szybkie i proste do wykorzystania.

Wygładzanie wykładnicze jest prostą techniką stosowaną w celu wygładzenia szeregu czasowego prognozy, bez konieczności budowy modelu parametrycznego. Wygładzanie wykładnicze ma rekurencyjny charakter, co oznacza, że prognozy są uaktualniane dla każdej nowej przychodzącej obserwacji (Gelper i in., 2010). Metody wygładzania wykładniczego polegają na wygładzaniu szeregu czasowego za pomocą średniej ważonej z wagami określonymi w sposób wykładniczy (Nazarcko, 2004).

Pierwszą metodą zastosowaną do prognozowania kursu sprzedaży EUR, był model adaptacyjnego wygładzania wykładniczego. Może być on wykorzystywany

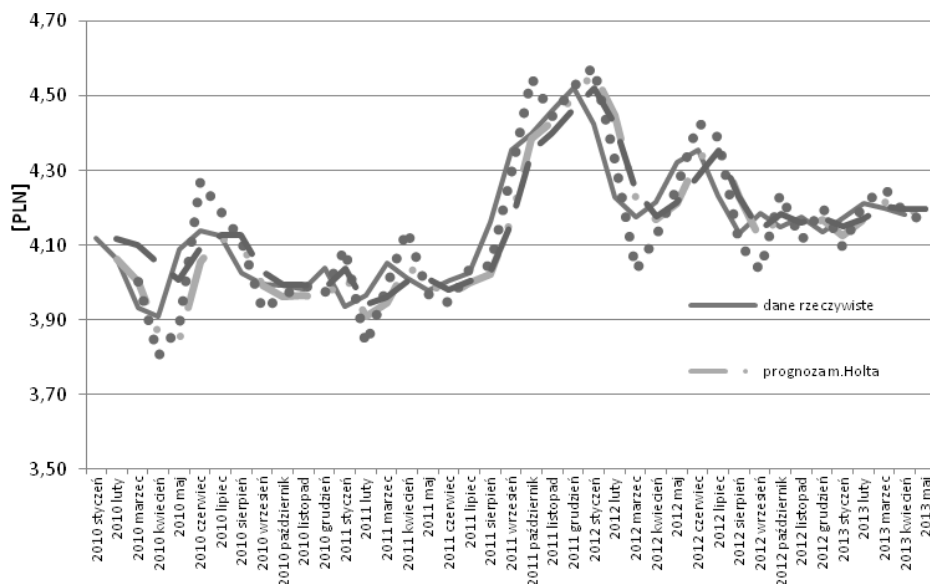
do konstrukcji prognoz, gdy w szeregu czasowym występują zmiany poziomu zmiennej lub niewielka tendencja rozwojowa oraz składowa losowa w postaci niewielkich wahań przypadkowych (Nazarko, 2004).

Kolejną z wykorzystanych metod wygładzania wykładniczego był model liniowy Holta. Model Holta posiada większe możliwości niż model adaptacyjny. Może być on używany do budowania prognozy krótkookresowej na m kroków w przód. Jednak należy pamiętać, że im większy jest horyzont czasowy tym większy jest wzrost niepewności (Nazarko, 2004). Liniowy model Holta umożliwia prognozowanie szeregów czasowych, w których składowa systematyczna występuje w postaci trendu liniowego, a składowa losowa ma postać niewielkich wahań przypadkowych.

Ostatnią ze stosowanych metod był zmodyfikowany model metody naiwnej. Zmodyfikowany model metody naiwnej dla szeregu czasowego z trendem ma podobne przesłanki do metody naiwnej z modelem podstawowym, jednak zmienną objaśniającą jest tutaj zmienna czasowa, która nie ma bezpośredniego wpływu na zmiany zachodzące w wartościach prognozowanej zmiennej, ale łączy wpływy dokładnie nieznanych czynników, co pozwala na opis tych zmian w sposób ilościowy (Cieślak, 2005). Metoda ta stosowana jest w przypadku prognozowania szeregów czasowych, w których składowa systematyczna występuje w postaci tendencji rozwojowej, a składowa losowa ma postać wahań przypadkowych (Nazarko, 2004).

Prognoza kursu sprzedaży EUR na maj 2013 roku, wyznaczona z wykorzystaniem modelu adaptacyjnego wygładzania wykładniczego wyniosła 4,20 PLN. Zastosowanie modelu liniowego Holta pozwoliło na oszacowanie kursu EUR również na poziomie 4,18 PLN. Natomiast prognoza wyznaczona z wykorzystaniem zmodyfikowanej metody naiwnej wyniosła 4,17 PLN.

Wartości rzeczywiste oraz prognozy kursu sprzedaży EUR liczonego w złotych, wyznaczone poszczególnymi metodami zostały przedstawione na rysunku 2.



Rys. 2. Prognozy wyznaczone na maj 2013 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Narodowy Bank Polski, http://nbp.pl/home.aspx?f=/kursy/kursy_archiwum.html, [14.05.2013].

Dokonując wizualnej oceny wyznaczonych prognoz można zauważyć, że charakteryzują się one wysoką jakością (rys. 2). Zauważono również, że prognozy wyznaczone metodami wygładzania wykładniczego dokładniej odwziewierdają dane rzeczywiste niż prognozy obliczone za pośrednictwem modelu zmodyfikowanego metody naiwnej.

4. Dyskusja wyników

Po wyznaczeniu prognoz wszystkimi wybranymi metodami, dokonano oceny ich trafności. Do niniejszej oceny brano pod uwagę następujące statystyki: ME, MAE, maxAE, RMSE, MAPE, MdAPE, maxAPE. Wyznaczone błędy zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Błędy prognoz

Błąd	M. naiwna m. zmodyfikowany trendu	M. wygładzania wy- kładniczego m. adaptacyjny	M. wygładzania wykładniczego m. Holta
ME	0,001	-0,004	0,012
MAE	0,08	0,07	0,06
maxAE	0,21	0,20	0,24
MAPE	1,95%	1,57%	1,56%
RMSE	0,10	0,08	0,09
MdAPE	1,73%	1,21%	1,11%
maxAPE	5,01%	4,65%	5,95%

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Narodowy Bank Polski, http://nbp.pl/home.aspx?f=/kursy/kursy_archiwum.html, [14.05.2013].

Zgodnie z modelem adaptacyjnym wygładzania wykładniczego prognoza na maj 2013 roku wyniosła 4,20 PLN. Wartość prognozowanej zmiennej odbiega od wartości rzeczywistej przeciętnie o 0,08 PLN, co stanowi 1,57% wartości rzeczywistej.

Niska wartość maxAE i maxAPE oznacza, że nie występują błędy znacznie przekraczające przeciętne. Maksymalna różnica między wartością rzeczywistą a prognozą wystąpiła w lutym 2012 roku. Wynosiła ona 0,20 PLN, co stanowiło 4,65% wartości rzeczywistej. Niewielka wartość ME świadczy o tym, że nie dochodzi do systematycznego niedoszacowania i przeszacowania prognozy.

Model liniowy Holta pozwolił na wyznaczenie prognozy równej 4,18 PLN. Wartość prognozowanej zmiennej odbiega od wartości rzeczywistej przeciętnie o 0,09 PLN, stanowi to 1,56% wartości rzeczywistej.

Niska wartość maxAE i maxAPE oznacza, że nie występują błędy znacznie przekraczające przeciętne. Maksymalna różnica między wartością rzeczywistą a prognozą wystąpiła w maju 2010 roku. Wynosiła ona 0,24 PLN, co stanowiło 5,95% wartości rzeczywistej. Niewielka wartość ME świadczy o tym, że nie dochodzi do systematycznego niedoszacowania i przeszacowania prognozy.

Korzystając z modelu zmodyfikowanego metody naiwnej prognoza na maj 2013 roku wyniosła 4,17 PLN. Wartość prognozowanej zmiennej odbiega od wartości rzeczywistej przeciętnie o 0,1 stanowi to 1,95% wartości rzeczywistej. Niska wartość maxAE i maxAPE oznacza, że nie występują błędy znacznie przekraczające przeciętne. Maksymalna różnica między wartością rzeczywistą a prognozą wystąpiła w maju 2010 roku. Wynosiła ona 0,21 PLN, co stanowiło 5,01% wartości rzeczywistej. Niewielka wartość ME świadczy o tym, że nie dochodzi do systematycznego niedoszacowania i przeszacowania prognozy.

Podsumowanie

Dokonując dekompozycji analizowanych danych ustalono, że występuje trend i niewielkie wahania przypadkowe. Dlatego też wykorzystano metody wygładzania wykładniczego takie jak metoda wygładzania wykładniczego z modelem adaptacyjnym oraz z modelem liniowym Holta. W celach porównawczych prognozę kursu sprzedaży EUR wyznaczono również za pośrednictwem zmodyfikowanego modelu metody naiwnej. Założeniem autorów było użycie klasycznych modeli matematyczno-statystycznych, które generują najmniejsze koszty i są stosunkowo szybkie do wykonania.

Wśród zastosowanych metod najmniej trafną prognozę wyznaczono metodą naiwną z modelem zmodyfikowanym trendu, gdyż obarczona jest ona największymi wartościami błędów *ex post*.

Natomiast prognozy wyznaczone metodą wygładzania wykładniczego z modelem adaptacyjnym i modelem Holta generują nieznacznie różniące się błędy (MAPE, RMSE). Na podstawie tych błędów można stwierdzić, że oba modele są porównywalnej jakości. Jednakże autorzy rekomendują zastosowanie modelu liniowego Holta, ponieważ jest on rozwinięciem modelu adaptacyjnego wygładzania wykładniczego i umożliwia konstrukcje prognoz z większym niż jednokrokovym horyzontem czasowym. Należy jednak podkreślić, że wszystkie zastosowane metody są wystarczająco dobre do prognozowania tego typu danych. We wszystkich przypadkach wartość średniego względnego błędu prognozy nie przekraczała 2%.

Reasumując należy stwierdzić, że zarówno zasadniczy jak i dodatkowy cel badania przeprowadzonego w ramach niniejszego artykułu został osiągnięty.

Literatura

1. Akincilar A., Temiz I., Sahin E. (2011), *An Application Of Exchange Rate Forecasting In Turkey*, Gazi University Journal of Science 24 (4)
2. Bratu M. (2012), *A Comparison of Two Quantitative Forecasting Methods for Macroeconomic Indicators in Romania, Poland and Czech Republic*, Journal of Management and Change 29
3. Cieślak M. (red.), (2005), *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowanie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
4. Chodakowska E., Halicka K., Kononiuk A., Nazarko J. (2005), *Prognozowanie cen energii elektrycznej na Towarowej Giełdzie Energii SA z wykorzystaniem modeli ARIMA*, w: Kiettyka L., Nazarko J. (red.), *Technologie informatyczne i prognozowanie*

- w zarządzaniu: wybrane zagadnienia, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok
5. Chodakowska E., Halicka K., Kononiuk A., Nazarko J. (2005), *Zastosowanie modeli klasy GARCH do prognozowania cen energii elektrycznej na Towarowej Giełdzie Energii SA*, w: Kiełtyka L., Nazarko J. (red.), *Technologie informatyczne i prognozowanie w zarządzaniu: wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok
 6. Dittmann P. (2004), *Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków
 7. Făt C. M., Dezsi E. (2011), *Exchange-Rates Forecasting: Exponential smoothing techniques and ARIMA models*, Annals of the University of Oradea, Economic Science Series 20 (1)
 8. Gelper S., Fried R., Croux Ch. (2010), *Robust Forecasting with Exponential and Holt–Winters Smoothing*, Journal of Forecasting 29, pp. 285-300
 9. Komisja Europejska, <http://ec.europa.eu>, [19.05.2013]
 10. Maniatis, Paraschos (2012), *Forecasting The Exchange Rate Between Euro And USD: Probabilistic Approach Versus ARIMA and Exponential Smoothing Techniques*, Journal of Applied Business Research 28 (2)
 11. Ministerstwo Finansów, <http://www.mf.gov.pl>, [14.05.2013]
 12. Narodowy Bank Polski, <http://www.nbp.pl/>, [16.04.2013]
 13. Narodowy Bank Polski, <http://nbp.pl/>, [14.05.2013]
 14. Nazarko J. (red.), (2004), *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem, cz. 2, Prognozowanie na podstawie szeregów czasowych*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok
 15. Nazarko J. (red.), (2004), *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem, cz. 1, Wprowadzenie do metodyki prognozowania*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok
 16. Nazarko J. (red.), (2005), *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem, cz. 3, Prognozowanie na podstawie modeli adaptacyjnych*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok
 17. Muhammad S. H., Hussain T. S. (2012), *Supply and demand projection of wheat in punjab for the year 2011-2012*, Interdisciplinary journal of contemporary research in business 3 (10)
 18. Tarapata Z., *Analiza możliwości wykorzystania wybranych modeli wygładzania wykładniczego do prognozowania wartości WIG-u*, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomicznej 4 (22)
 19. Zeliaś A. (1997), *Teoria prognozy*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa

The use of exponential smoothing methods for forecasting EUR sell rate

Abstract

The principal aim of the paper was to use exponential smoothing methods for forecasting EUR selling rate. Forecasting models were built on the basis of data from the period from January 2010 to April 2013, obtained from the website of the National Polish Bank. The important objective of the study was to use the simplest exponential smoothing methods. Another important element of the study was the conduct of a comparative analysis of the quality of forecasts. To assess the quality of forecasts, six measures of statistical description were used: mean error, mean absolute error, maximum absolute error, root mean square error, mean absolute percentage error, median absolute percentage error and maximum absolute percentage error.

Keywords

forecast exchange rates, exponential smoothing methods, the quality of forecasts