

**Vadim Maslij**

Narodowy Uniwersytet Ekonomiczny w Tarnopolu

---

## BEZPOŚREDNIE INWESTYCJE ZAGRANICZNE NA UKRAINIE – PRÓBA BUDOWY PROGNOZ NA PODSTAWIE WYBRANYCH MODELI TRENDU

---

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono problemy prognozowania wielkości inwestycji zagranicznych na Ukrainie. Celem badań była próba odpowiedzi na dwa pytania. Po pierwsze, czy istnieje zależność pomiędzy wielkością próby użytej do budowy modelu prognostycznego i błędem prognozy. Po drugie, czy istnieje zależność pomiędzy długością okresu prognozy i błędem prognozy. Oraz po trzecie, czy istnieje zależność pomiędzy dopasowaniem modelu a wielkością błędu prognozy. Jako model prognostyczny zastosowano funkcje trendu. W wyniku badań stwierdzono, że nie występuje zależność pomiędzy wielkością próby użytej do budowy modelu prognostycznego i błędem prognozy oraz występuje zależność pomiędzy długością okresu prognozy i błędem prognozy. Nie występuje zależność pomiędzy dopasowaniem modelu a wielkością błędu prognozy.

**Słowa kluczowe:** Ukraina, bezpośrednie inwestycje zagraniczne, prognozowanie.

### 1. Wstęp

Podobnie jak każde zjawisko ekonomiczne i społeczne inwestowanie przez podmioty zagraniczne na Ukrainie nie jest zjawiskiem deterministycznym, lecz zjawiskiem skomplikowanym zawierającym elementy stochastyczne. Dlatego też jego prognozowanie jest trudne, gdyż musi uwzględniać jego probabilistyczny charakter. Jego celem jest wspomaganie procesów podejmowania decyzji przez rząd i organy samorządowe. Główną zatem funkcją budowy prognoz bezpośrednich inwestycji zagranicznych na Ukrainie jest funkcja preparacyjna [Cieślak 2005]. Oznacza to, że budowa prognoz ma stwarzać podstawy do podejmowania działań przez instytucje planistyczne Ukrainy.

Budowa prognoz jest procesem wieloetapowym. Jednym z etapów jest wybór metody prognozowania [Dittmann i in. 2011]. Potrzeba przewidywania przyszłych zdarzeń we wszystkich dziedzinach życia społeczno-gospodarczego spowodowała rozwój wielu różnych metod i sposobów prognozowania. Można wśród nich wyróżnić metody ilościowe: modele szeregów czasowych [Brockwell, Davis 2002; Harris, Sollis 2003], modele regresji [Harrell 2001; Pardoe 2006], modele zmiennych wio-

dących [Cieślak 2005], modele analogowe [Cieślak 2005] oraz metody jakościowe [Clements, Hendry 2002].

Jednym z czynników mających bezpośredni wpływ na wybór metody prognozowania ma horyzont czasowy prognozy (zob. np. [Ermer 1991; Fildes i in. 1997; Wilkinson 1989]). Jego wydłużenie powoduje wzrost przewidywanego błędu prognozy *ex ante* oraz najczęściej zwiększenie rzeczywistego błędu prognozy *ex post*. Przyczynami błędu prognozy mogą być:

1) obciążoność prognozy, będąca efektem nieodgadnięcia średniej wartości prognozowanej zmiennej,

2) niedostateczna elastyczność, będąca efektem nieodgadnięcia wahań zmiennej prognozowanej,

3) niedostateczna zgodność zbudowanych prognoz z rzeczywistym kierunkiem zmian zmiennej prognozowanej, będąca efektem nieodgadnięcia kierunku tendencji rozwojowej.

Trafność konstruowanych prognoz (jakość prognoz *ex post*) może być oceniana na podstawie takich błędów, jak: MAD (*Mean Absolute Derivation*), błąd średniokwadratowy – MSE (*Mean Squared Error*), średni procentowy błąd – MPE (*Mean Percentage Error*), średni absolutny błąd procentowy – MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Błędy te mogą zostać obliczone dopiero, gdy minie okres, na który prognoza została wyznaczona, oraz dostępne będą rzeczywiste wartości prognozowanej zmiennej.

Dokładność budowanych prognoz (jakość prognoz *ex ante*) może być określana na podstawie błędów *ex ante* lub na podstawie błędów *ex post* prognoz wygasłych. W tym drugim przypadku dostępne dane prognostyczne należy podzielić na dwie części. Na podstawie pierwszej – szacuje się parametry modelu oraz wyznacza prognozy na następne okresy (prognozy wygasłe). Na podstawie zbudowanych w ten sposób prognoz oraz danych prognostycznych z drugiej części zbioru danych oblicza się błędy *ex post* tych prognoz. Błędy te są używane do oceny dokładności prognoz właściwych zbudowanych na wymagane okresy prognozowania.

W przeprowadzonym badaniu podjęto próbę odpowiedzi na trzy pytania:

1. Czy w przypadku prognozowania wielkości bezpośrednich inwestycji zagranicznych na Ukrainie istnieje zależność pomiędzy wielkością błędu prognozy a długością szeregu czasowego, na którego podstawie był budowany model prognostyczny?

2. Czy w przypadku prognozowania wielkości bezpośrednich inwestycji zagranicznych na Ukrainie istnieje zależność pomiędzy wielkością błędu prognozy a długością horyzontu prognozy?

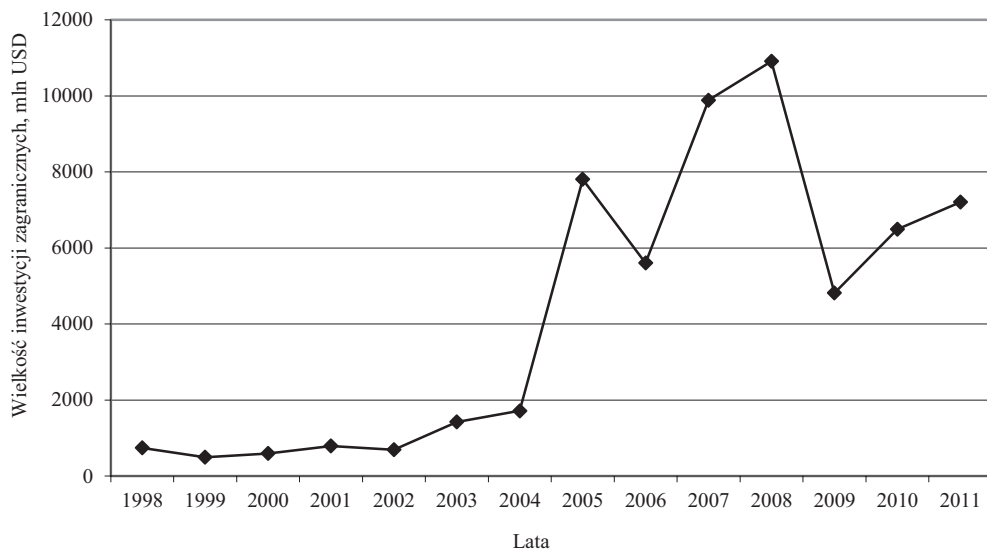
3. Czy w przypadku prognozowania wielkości bezpośrednich inwestycji zagranicznych na Ukrainie istnieje zależność pomiędzy stopniem dopasowania modelu a wielkością błędów *ex post* budowanych prognoz?

Zmiany długości szeregu czasowego służącego do budowy modelu prognostycznego, długości horyzontu prognozy, a także postaci analitycznej modelu szeregu czasowego mogą umożliwić stworzenie podstaw do wyboru ostatecznego modelu do budowy prognoz wielkości bezpośrednich inwestycji zagranicznych na Ukrainie.

W traktowanym jako wstęp do szerszych, bardziej pogłębionych analiz badania ograniczono się do prostych modeli szeregów czasowych. W celu uzyskania odpowiedzi na sformułowane pytania po przeprowadzeniu procesu statystycznej analizy danych prognostycznych zbudowane zostały modele prognostyczne, wyznaczone prognozy, obliczone błędy prognoz.

## 2. Przebieg i wyniki badania

Przed przystąpieniem do budowy modelu sprawdzimy wyjściowy szereg czasowy (rys. 1) pod względem występowania obserwacji odstających. Występowanie tego rodzaju obserwacji może istotnie wpłynąć na wyniki oszacowań parametrów modelu, a w konsekwencji na trafność budowanych prognoz. Przyczyny występowania obserwacji odstających mogą być różne. Mogą to być błędy popełnione w trakcie zbierania, zapisywania czy opracowywania danych. Takie błędy nazywane są błędami pierwszego rodzaju. Mogą one zostać wykryte i usunięte. Przyczynami wystąpienia obserwacji odstających mogą być także czynniki mające charakter obiektywny, ale działające sporadycznie, na przykład procesy prywatyzacji. Takiego rodzaju błędy są nazywane błędami drugiego rodzaju. Nie jesteśmy w stanie ich usunąć. Możemy jedynie obserwację odstającą, będącą ich wynikiem, skorygować, np. zamieniając ją na średnią arytmetyczną dwóch sąsiednich obserwacji.



**Rys. 1.** Wielkość zagranicznych inwestycji na Ukrainie w latach 1998-2011

Źródło: opracowanie własne.

Do wykrycia obserwacji odstających w szeregu czasowym można zastosować różne narzędzia (zob. np. [Dittmann i in. 2011]). W niniejszym badaniu została zastosowana metoda Irwina, oparta na wykorzystaniu następującej formuły:

$$\lambda_t = \frac{|y_t - y_{t-1}|}{\sigma_y}, \quad (1)$$

gdzie:  $\sigma_y$  – średniokwadratowe odchylenie badanego szeregu czasowego. Obliczone wartości  $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_t$  porównane zostaną z wartościami z tab. 1 dla  $\alpha = 0,05$ . Jeśli któraś z obserwacji będzie wyższa od wartości odczytanej z tabeli, to zostanie uznana za obserwację odstającą.

**Tabela 1.** Wartość kryterium Irwina dla  $\alpha = 0,05$

$n$	2	3	10	15	20	30	50	100
$\lambda_n$	2,8	2,3	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0

Źródło: Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математика для экономистов. – СПб.: Питер, 2006. 464 с.

Obliczone wartości parametru  $\lambda_t$  dla wszystkich obserwacji za pomocą formuły (1) zostały przedstawione w tab. 2. Zostały one porównane z wartością  $\lambda_{\text{tabl}} = 1,4$  odczytaną z tab. 1 dla  $n = 15$  oraz  $\alpha = 0,05$ .

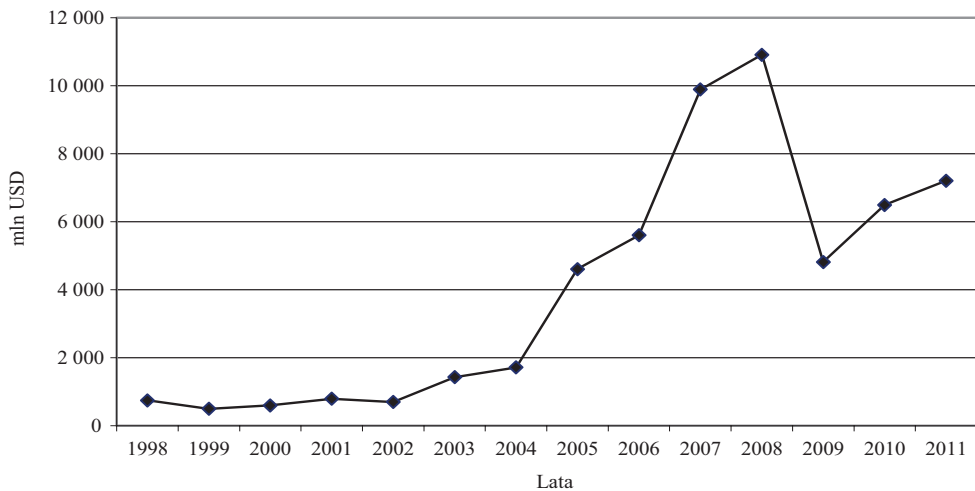
**Tabela 2.** Parametry  $\lambda_t$

$t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$y_t$	743	496	595	792	693	1424	1715	<b>7808</b>	5604	9891	10913	<b>4816</b>	6495	7207
$\lambda_t$	–	–0,066	0,026	0,052	–0,026	0,195	0,077	1,621	–0,587	1,141	0,272	–1,622	0,447	0,189

Źródło: obliczenia własne.

Obserwacje odstające wystąpiły w 2005 ( $t = 8$ ) i 2009 r. ( $t = 12$ ). W roku 2005 wielkość inwestycji zagranicznych wraz ze sprzedażą akcji spółki „Kryvorizhstal” wyniosła 7808 mln USD, a bez uwzględnienia sprzedaży tej spółki – 4608 mln USD. Postanowiono zatem przyjąć za wielkość inwestycji zagranicznych w tym roku 4608 mln USD. Natomiast za wielkość inwestycji zagranicznych w roku 2009 (4816 mln USD) przyjęto średnią arytmetyczną dwóch sąsiednich obserwacji 8704 mln USD. Szereg czasowy wielkości inwestycji zagranicznych na Ukrainie po korekcie dwóch obserwacji odstających przedstawiono na rys. 2.

Używanie w prognozowaniu modeli szeregów wymaga m.in. identyfikacji występowania trendu w badanym zjawisku.



**Rys. 2.** Szereg czasowy wielkości inwestycji zagranicznych na Ukrainie po korekcie obserwacji odstających

Źródło: opracowanie własne.

Do weryfikacji hipotezy o występowaniu trendu (bądź jego braku)

$$H_0: My(t) = \alpha = \text{const} \quad (2)$$

zastosujemy test serii znaków. Utworzymy szereg złożony ze znaków plus (gdy obserwacja w danym roku jest większa od poprzedniej) i minus (gdy obserwacja w danym roku jest mniejsza od poprzedniej). Obliczymy ogólną liczbę serii  $v(n)$  (ciągu znaków plus lub znaków minus) oraz czas trwania najdłuższej serii  $\tau_{\max}(n)$ . Aby hipoteza (2) nie została odrzucona, muszą wystąpić następujące nierówności (na poziomie wartości  $0,05 < \alpha > 0,0975$ ):

$$v(n) \gg \left[ \frac{1}{3}(2n-1) - 1,96 \sqrt{\frac{16n-29}{90}} \right]; \quad (3)$$

$$\tau_{\max}(n) < \tau_0(n),$$

gdzie:  $\tau_0(n)$  – wartość odczytana z tablic, zależna od długości szeregu czasowego  $n$  (tab. 3).

**Tabela 3.** Wartość  $\tau_0(n)$  dla testu serii znaków

$n$	$n \leq 26$	$26 < n \leq 153$	$153 < n \leq 1170$
$\tau_0(n)$	5	6	7

Źródło: Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования: Учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 206с.

W przypadku niespełnienia co najmniej jednej z nierówności (3) hipoteza zerowa (2) zostanie odrzucona, co tym samym potwierdzi występowanie składnika nielosowego, który zależy od czasu.

Wyznaczone serie znaków dla badanego szeregu czasowego zamieszczono w tab. 4.

**Tabela 4.** Serie znaków dla szeregu czasowego wielkości inwestycji zagranicznych na Ukrainie

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$y_t$	743	496	595	792	693	1424	1715	4608	5604	9891	10913	8704	6495
$\delta_t$	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie powyższych danych możemy określić:

- liczbę serii  $\nu(14) = 6$ ,
- długość najdłuższej serii  $\tau_{max}(14) = 6$ .

Ze sprawdzenia określonych wzorem (3) warunków wynika, że obie nierówności nie są spełnione. Następuje zatem odrzucenie hipotezy zerowej. Oznacza to, że w szeregu czasowym wielkości inwestycji zagranicznych na Ukrainie występuje składnik systematyczny w postaci trendu. Jako modeli prognostycznych użyto w badaniu analitycznych funkcji trendu.

Przebieg postępowania mający na celu udzielenie odpowiedzi na zadane wcześniej pytania badawcze był następujący.

Z wyjściowego szeregu czasowego wielkości inwestycji zagranicznych na Ukrainie  $y_t$  ( $t=1, 2, \dots, 14$ ) wybieramy pierwsze  $l$  obserwacji (na przykład  $l=6$ ). Na ich podstawie szacujemy parametry funkcji trendu:

$$y' = f(t).$$

Na jej podstawie wyznaczamy prognozy na okresy  $t=7, 8, 9$  itd. (w badaniu ograniczymy się do czterech lat). Na podstawie obliczeniowych prognoz oraz rzeczywistych wielkości inwestycji zagranicznych na Ukrainie obliczymy względne błędy prognoz według wzoru:

$$\varepsilon = \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \times 100\%. \quad (4)$$

Następnie obliczymy średni absolutny błąd procentowy MAPE i średni procentowy błąd – MPE. Średni absolutny błąd procentowy MAPE zostanie użyty do porównania dokładności prognoz budowanych na podstawie różnych modeli prognostycznych, a średni procentowy błąd – MPE do określenia tego modelu, na którego podstawie budowane prognozy są systematycznie przeszacowane lub niedoszacowane.

Oszacowane na podstawie pierwszych sześciu obserwacji szeregu czasowego wielkości inwestycji zagranicznych na Ukrainie (lata 1998-2003) równanie liniowej funkcji trendu ma następującą postać:

$$\hat{y}_t = 371,2 + 119,8t. \quad (5)$$

Podstawiając do powyższego równania (5) za zmienną czasową  $t = 7, 8, 9, 10$ , otrzymujemy prognozy wielkości inwestycji zagranicznych na Ukrainie w latach 2004-2007:

$$\hat{y}_{2004} = 371,2 + 119,8 \times 7 = 1209,8 \text{ mln USD,}$$

$$\hat{y}_{2005} = 371,2 + 119,8 \times 8 = 1329,6 \text{ mln USD,}$$

$$\hat{y}_{2006} = 371,2 + 119,8 \times 9 = 1449,4 \text{ mln USD,}$$

$$\hat{y}_{2007} = 371,2 + 119,8 \times 10 = 1569,2 \text{ mln USD.}$$

Błędy względne wyznaczonych prognoz wynoszą:

$$\varepsilon_{2004} = \frac{e_{2004}}{y_{2004}} \times 100\% = \frac{1715 - 1209,8}{1715} \times 100\% = 29,46\%;$$

$$\varepsilon_{2005} = \frac{4608 - 1329,6}{4608} \times 100\% = 71,15\%;$$

$$\varepsilon_{2006} = \frac{5604 - 1449,4}{5604} \times 100\% = 74,14\%;$$

$$\varepsilon_{2007} = \frac{9891 - 1569,2}{9891} \times 100\% = 84,14\%.$$

Następnie na podstawie danych o wielkości bezpośrednich inwestycji zagranicznych na Ukrainie w latach 1999-2004 szacujemy parametry liniowej funkcji trendu, budujemy prognozy na następne 4 lata oraz obliczamy błędy względne wyznaczonych prognoz. To postępowanie powtarzamy dla kolejnych lat. Uzyskane w ten sposób wyniki zamieszczono w tab. 5.

Na tej podstawie możemy obliczyć średnie błędy prognoz zbudowanych na podstawie kolejnych sześciu obserwacji (6 lat). Analogiczne postępowanie przeprowadzono, przyjmując 8 za liczbę obserwacji, na których podstawie budowano model (tab. 6).

Analizując dane zamieszczone w tab. 5 i 6, można sformułować wniosek, że przy użyciu jako modelu prognostycznego liniowej funkcji trendu nie ma zależności między wielkością błędów prognoz a liczbą obserwacji, na podstawie których budowano model prognostyczny. Istnieje natomiast silna zależność między wielkością

błędy a długością horyzontu prognozy. Przy dwuletnim horyzoncie prognozy wielkość błędów prognoz jest prawdopodobnie wyższa niż błędów prognoz wyznaczanych na jeden rok do przodu.

**Tabela 5.** Błędy prognoz

Lata	Błędy prognoz w %				
	1998-2003	1999-2004	2000-2005	2001-2006	2002-2007
2004	29,46				
2005	71,15	60,92			
2006	74,14	63,54	28,72		
2007	84,14	76,89	52,81	38,51	
2008		76,84	51,06	34,82	7,16
2009			-24,88	-69,12	-146,80
2010				-41,28	-110,02
2011					-113,624
MAPE	64,72	69,55	39,36	45,93	94,40

Źródło: obliczenia własne.

**Tabela 6.** Średnie błędy prognoz (w %)

Okres badany	Długość szeregu czasowego (liczba obserwacji, na których podstawie budowano model)	
	6	8
	1	32,95
2	73,82	70,64
3	76,25	56,02
4	68,15	28,95

Źródło: obliczenia własne.

**Tabela 7.** Średnie błędy dla różnych długości okresów historycznych, długości badanych okresów dla różnych zależności (%)

	Paraboliczna		Potęgowa		Logarytmiczna		Wykładnicza	
	6	8	6	8	6	8	6	8
1	23,02	13,11	45,57	57,55	53,53	53,97	34,96	30,45
2	76,05	93,60	80,64	63,32	68,99	58,39	137,22	125,45
3	118,67	138,29	74,86	37,12	55,94	31,93	229,46	199,68
4	172,92	194,46	64,33	33,55	48,67	25,56	363,09	261,80

Źródło: opracowanie własne.



Przeprowadzone analogiczne obliczenia dla innych postaci funkcji trendu również wykazały na ogół brak zależności między wielkością błędów prognoz a liczbą obserwacji, na podstawie których budowano model (tab. 7). Wyjątkiem są prognozy budowane na podstawie parabolicznej funkcji trendu na jeden rok do przodu.

W badaniu podjęto także próbę odpowiedzi na pytanie, czy istnieje zależność między średnim błędem absolutnym (MAPE) i współczynnikiem determinacji. Równanie regresji, które wyraża zależność między tymi zmiennymi, ma następującą postać:

$$\hat{y} = 0,67 + 0,0008x_1. \quad (6)$$

Wartość współczynnika determinacji  $R^2 = 0,15$ , co oznacza, że tylko 15% całkowitej wariacji średniego błędu prognozy została opisana za pomocą wariacji czynnikowej. Jak się wydaje, można zatem stwierdzić, że wielkość dopasowania modelu nie ma w rozważanym w pracy badaniu wpływu na wielkość średniego błędu absolutnego prognoz.

### 3. Zakończenie

Proces inwestowania przez podmioty zagraniczne na Ukrainie charakteryzuje się specyficznymi cechami, dlatego też w celu jego analizy nie należy ograniczać się do standardowego procesu budowania prognoz. Przeprowadzone badanie pozwala na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. W przypadku liniowej funkcji trendu nie ma zależności między wielkością błędów prognoz a liczbą obserwacji, na podstawie których szacowano parametry funkcji.

2. Istnieje zależność między wielkością błędów a długością horyzontu prognozy.

3. Nie stwierdzono zależności między wielkością średniego błędu absolutnego (MAPE) a wielkością współczynnika determinacji.

4. Biorąc pod uwagę, że w badanym szeregu czasowym został wykryty trend, dla celów budowy prognoz wielkości bezpośrednich inwestycji zagranicznych na Ukrainie można podjąć próbę zastosowania odpowiednich modeli wygładzania wykładniczego, np. modelu Holta.

### Literatura

- Brockwell P.J., Davis R.A., *Introduction to Time Series and Forecasting*, Springer-Verlag, New York 2002.
- Cieślak M. (red.), *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- Clements M.P., Hendry D.F., *A Companion to Economic Forecasting*, Blackwell Publishers, Malden, 2002.

- Dittman I., *Prognozowanie cen na lokalnych rynkach nieruchomości mieszkaniowych na podstawie analogii przestrzenno-czasowych*, „Ekonometria” 2012, nr 38.
- Dittmann P., Szabela-Pasierbińska E., Dittmann I., Szpulak A., *Prognozowanie w zarządzaniu sprzedażą i finansami przedsiębiorstwa*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2011.
- Ermer C.M., *Cost of error of the forecasting model selection*, “Journal of Business Forecasting” 1991, nr 3, s. 10-12.
- Fildes R., Hibon M., Makridakis S., Meade N., *The accuracy of extrapolative forecasting methods: additional empirical evidence*, “International Journal of Forecasting” 1997, nr 1, s. 13.
- Harrel F.E., *Regression Modeling Strategies*, Springer-Verlag, New York 2001.
- Harris R., Sollis R., *Applied Time Series Modelling and Forecasting*, John Wiley, Chichester 2003.
- Pardoe I., *Applied Regression Modeling*, John Wiley, Hoboken 2006.
- Wilkinson G.F., *How a forecasting model is chosen*, “Journal of Business Forecasting” 1989, nr 5, s. 7-8.

## FOREIGN DIRECT INVESTMENTS IN UKRAINE – AN ATTEMPT TO BUILD FORECASTS BASED ON THE SELECTED TREND FUNCTION

**Summary:** This paper presents problems of forecasting the size of foreign investments in Ukraine. The aim of this study is to answer three questions. First, whether there is a relationship between the sample size used to build a predictive model and error estimates. Second, if there is a relationship between the length of the forecast period and forecast error. And third, whether there is a relationship between the model fit and error estimates. Function trend was used as a forecasting model. The results show that there is not a correlation between the size of the sample used to build a predictive model and forecast error, and there is a relationship between the length of the forecast period and forecast error. There is not a correlation between the model fit and forecast error.

**Keywords:** Ukraine, foreign direct investments, forecasting.