

DYNAMICZNE MODELE EKONOMETRYCZNE

IX Ogólnopolskie Seminarium Naukowe, 6–8 września 2005 w Toruniu
Katedra Ekonometrii i Statystyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Tadeusz Kufel

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Narzędzia ekonometrii dynamicznej w oprogramowaniu GRETL

1. Wprowadzenie

Celem artykułu jest zaprezentowanie narzędzi ekonometrii dynamicznej znajdujących się w oprogramowaniu GRETL (Gnu Regression, Econometric Time-series Library). Oprogramowanie GRETL, autorstwa Allina Cottrella (Wake Forest University, North Carolina, USA) należy do grupy oprogramowania *open source*, czyli oprogramowania o wolnym dostępie. Aktualna dostępna jest wersja 1.4.1 w wersji angielskiej oraz w tłumaczeniu na 6 języków (francuski, włoski, hiszpański, niemiecki, baskijski i polski)¹. Oprogramowanie to powstało z myślą o nauczaniu ekonometrii, ale jego kolejne rozszerzające modyfikacje spowodowały, że jest bardzo dobrym narzędziem dla szerokich analiz ekonometrycznych uwzględniającym najnowsze metody badawcze. W tym artykule zostaną zaprezentowane narzędzia analizy struktury procesów oraz narzędzia modelowania procesów ekonomicznych.

2. Narzędzia analizy struktury procesów ekonomicznych

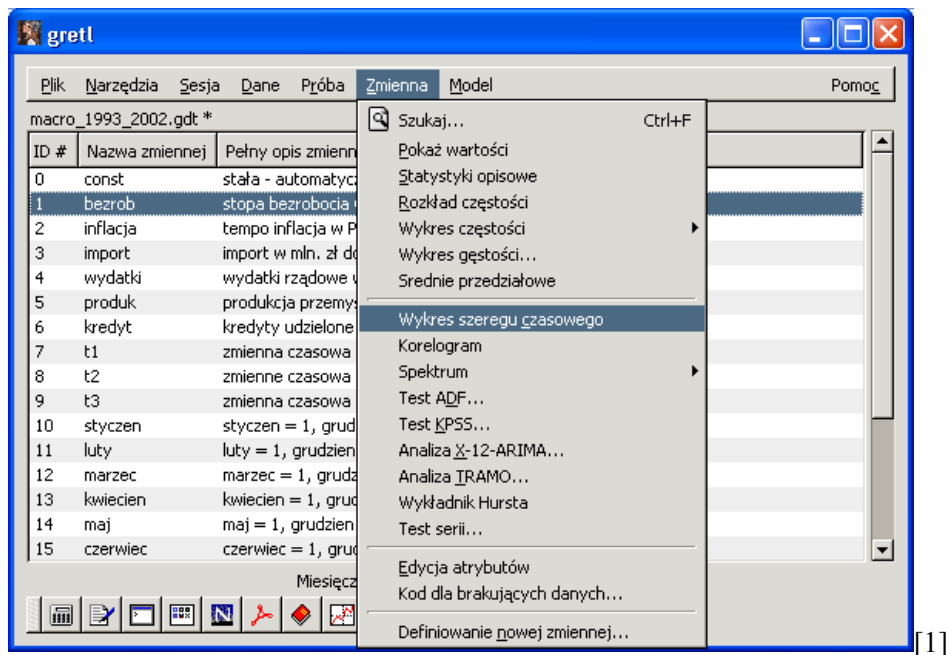
Potrzeba analiz struktury procesów ekonomicznych, tj. wewnętrznych składników procesu, jest punktem wyjścia koncepcji budowy zgodnego dynamicznego modelowania ekonometrycznego². Poprawność specyfikacji dynamicznego modelu zgodnego wynika ze znajomości czynników przyczynowych

¹ Oprogramowanie GRETL jest dostępne na stronie <http://www.kufel.torun.pl>.

² Autor koncepcji modelowania zgodnego Zygmunt Zieliński, por. Zieliński (2002).

oraz elementów wewnętrznej struktury wykorzystywanych procesów. Wymaga to badania każdego procesu w celu identyfikacji składników niestacjonarnych i stacjonarnych procesu. Ułatwić to mogą narzędzia oprogramowania GREL.

Po wczytaniu danych statystycznych dostępne w menu głównym pod hasłem „Zmienna” są podstawowe funkcje opisu struktury, co przedstawia poniższe okno [1].



W menu „Zmienna” dostępne są funkcje za pomocą, których można wyznaczyć podstawowe **Statystyki opisowe**, **Rozkład częstości**, **Wykres częstości** wraz z porównaniem z rozkładem normalnym lub gamma. Pozostałe funkcje menu pozwalają wyznaczyć:

Korelogram – wyznacza dla wskazanego rzędu s funkcję autokorelacji (ACF) i funkcję autokorelacji cząstkowej (PACF) wraz z testem Ljung-Boxa na autokorelację rzędu s .

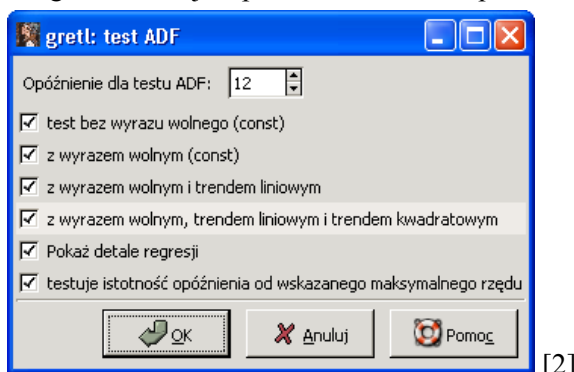
Spektrum – wyznacza periodogram oraz gęstość spektralną według wag Bartletta.

Test ADF – wyznacza rozszerzony test Dickeya-Fullera na występowanie pierwiastka jednostkowego, z wyborem maksymalnego rzędu opóźnienia, dla kilku typów modeli, co przedstawia okno dialogowe [2]. Wykorzystywane są wartości krytyczne testu ADF wyznaczone przez MacKinnona (1996).

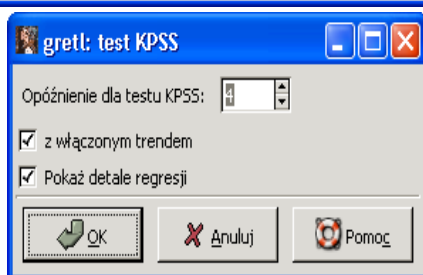
Test KPSS – test Kwiatkowski, Phillips, Schmidt i Shin – weryfikuje hipotezę o stacjonarności procesu lub drugą sytuację trendo-stacjonarności procesu, co przedstawia okno dialogowe [3].

Test ADF i test KPSS pozwala ocenić całkowity rząd integracji, który dla procesów ekonomicznych najczęściej przyjmuje wartość $I(0)$ lub $I(1)$, a bardzo

rzadko I(2). Eliminacja niestacjonarności wariancji, czyli występowania zintegrowania całkowitego możliwa jest przez różnicowanie procesu.

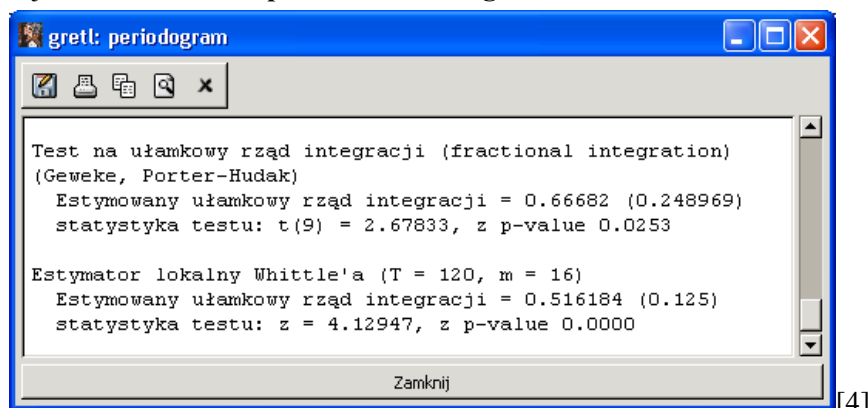


[2]



[3]

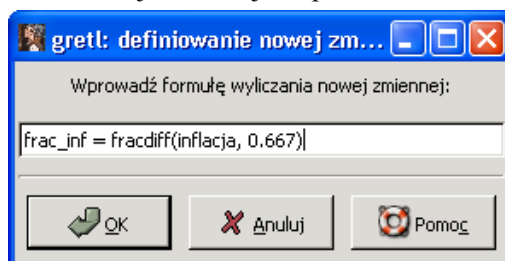
W niektórych procesach ekonomicznych występuje możliwość pojawienia się procesu częściowo zintegrowanego (*fractionally integrated process*), dla którego $0.5 < d < 1$. Szacowanie niecałkowitego d w programie *gretl* jest wykonywane z wykorzystaniem dwóch metod: Geweka, Porter-Hudak oraz Whittle'a. W oknie [4] zaprezentowano oszacowania niecałkowitego d dla procesu inflacji w Polsce (dane miesięczne dla okresu 01.1993-12.2002), za pomocą funkcji menu **Zmienna/Spektrum/Periodogram**.



[4]

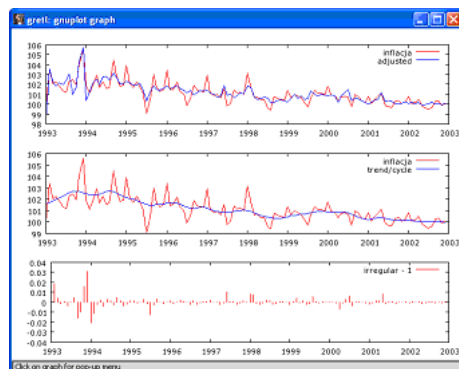
Oszacowany parametr d można wykorzystać do wyznaczenia procesu prze-filtrowanego, a funkcję tą można wykonać w oknie konsoli wpisując polecenie:

genr nowa_zm = **fracdiff** (zmienna, d),
lub oknie definiowana nowej zmiennej, co przedstawia okno [5].

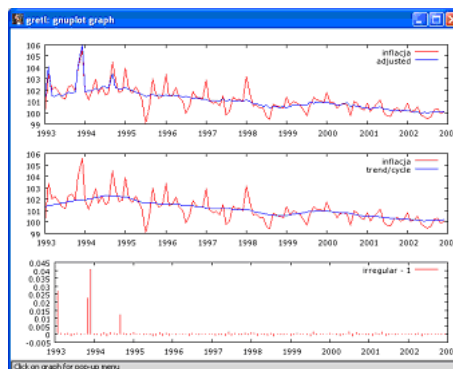


[5]

Procedury desezonalizacji zaimplementowane w programie GRETL, tj X-12-ARIMA oraz TRAMO/SEATS wykorzystywane przez centralne instytucje statystyczne pozwalają oszacować składniki procesu, zapisać ich wartości oraz zaprezentować na wykresie. Obydwie procedury działają w sposób automatyczny dobierając parametry modeli ARIMA za pomocą zestawu testów. Dla danych miesięcznych z lat 1993-2002 dotyczących inflacji w Polsce oszacowane składniki: trendowy, sezonowy i przypadkowy za pomocą procedury X-12-ARIMA przedstawia okno [6], a za pomocą procedury TRAMO/SEATS okno [7].



[6]



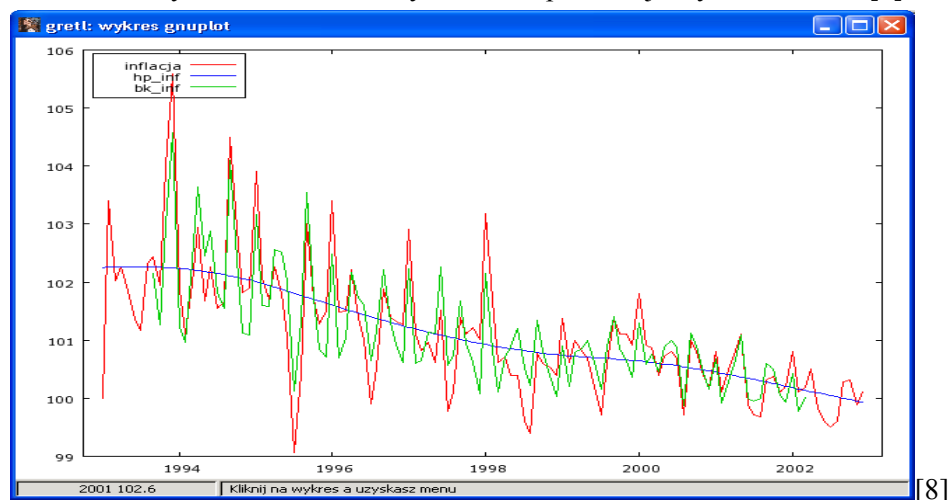
[7]

W programie *gretl* istnieją także wbudowane filtry oszczyszczające procesy ze wskazanych składników. Do takich filtrów można zaliczyć filtr Hodricka–Prescotta oraz Baxtera–Kinga³. Pierwszy z nich służy do eliminacji trendu długofalowego, a drugi do eliminacji trendu wraz z cyklicznością, aby otrzymać efekty filtracji należy zastosować w oknie konsoli lub oknie definiowania nowej zmiennej następujące formuły:

- filtr Hodricka–Prescotta
genr hp_inf = **hpfilt** (inflacja) lub **genr** hp_inf = inflacja - **hpfilt** (inflacja)
- filtr Baxtera–Kinga
genr bk_inf = **bkfilt** (inflacja) lub **genr** hp_inf = inflacja - **bkfilt** (inflacja)

³ Por. Greene (2003).

Ostateczny rezultat działania tych filtrów prezentuje wykres w oknie [8].



Ponadto, w programie *gretl* istnieje własny język skryptowy pozwalający definiować własne funkcje filtracji, np. średniej ruchomej dowolnego rzędu.

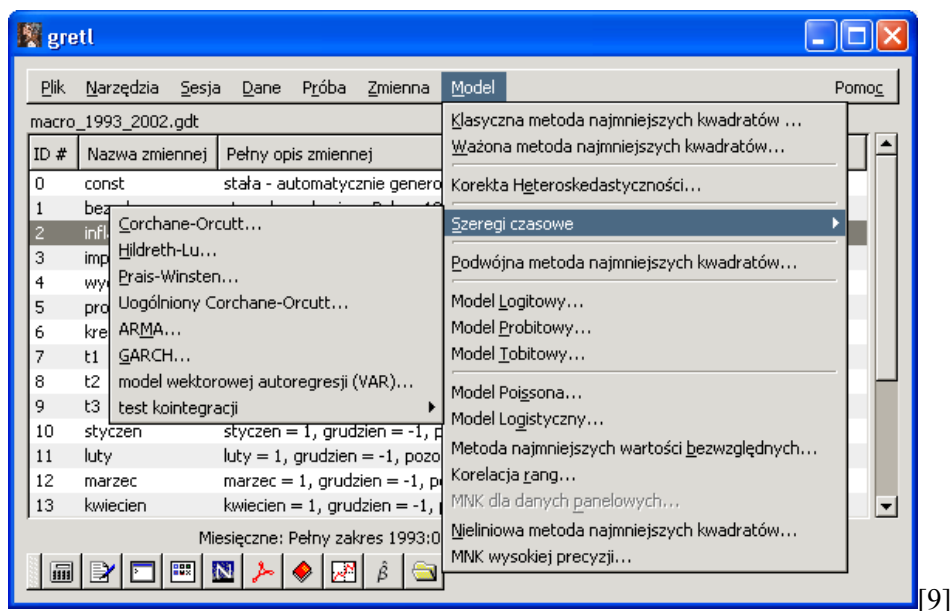
3. Narzędzia modelowania procesów ekonomicznych

Oprogramowanie GRETL posiada szeroką gamę metod estymacji i testowania modeli. Okno [9] zawiera polecenia menu „Model” wśród których znajdują się następujące metody estymacji: KMNK, 2MKN, ważona MNK, nieliniowa MNK oraz kilka metod uogólnionej MNK dotycząca heteroskedastyczności i autokorelacji procesów resztowych. Ponadto estymacja modeli logitowych, probitowych, tobitowych i wielorównaniowych.

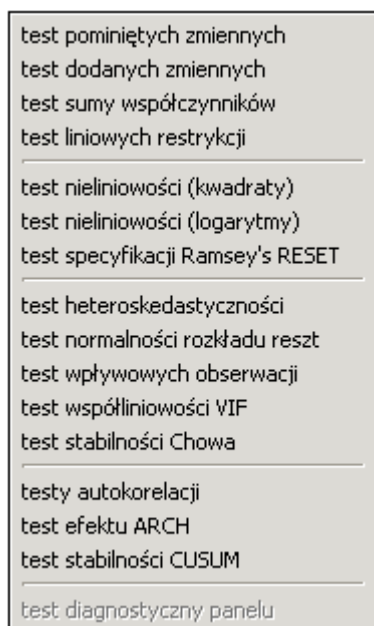
Oszacowania modeli tymi metodami są uzupełniane o rozbudowany zestaw testów diagnostycznych, co przedstawia okno [10] menu polecenia „Testy”. Ponadto, wśród oferowanych 15 testów, można poprzez zapisanie procesu resztowego do bazy wykonać dodatkowe diagnostyki, np. korelogram i spektrum reszt modelu.

Dodatkowo, wykorzystując „test pominiętych zmiennych” można skonstruować nowe testy, np. test przyczynowości Grangera, który zweryfikuje hipotezę o przyczynowości związku. Wiele poleceń wykonywanych w interfejsie graficznym można realizować za pomocą konsoli używając własnego języka skryptowego GRETLA. Przykładowy test przyczynowości Grangera pomiędzy procesami inflacją a bezrobociem, w którym testujemy, że bezrobocie jest przyczyną inflacji w języku skryptowym będzie następujący:

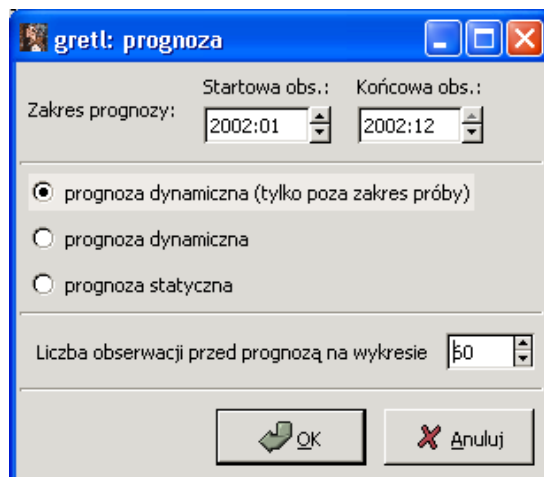
ols inflacja const inflacja(-1 to -12) bezrob(-1 to -12)
omit bezrob(-1 to -12) .



[9]



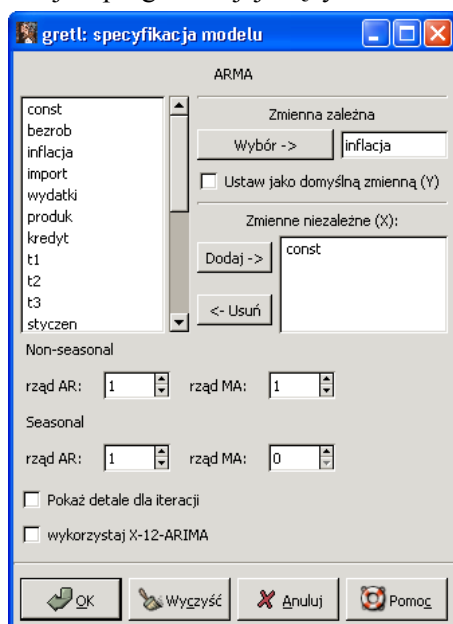
[10]



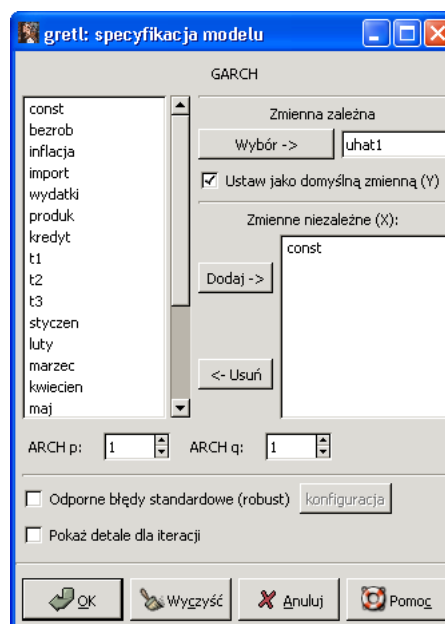
[11]

Program GRETL umożliwia budowę prognozy statycznej i dynamicznej, co prezentuje okno [11]. Przykładowy rezultat przedstawia okno [14].

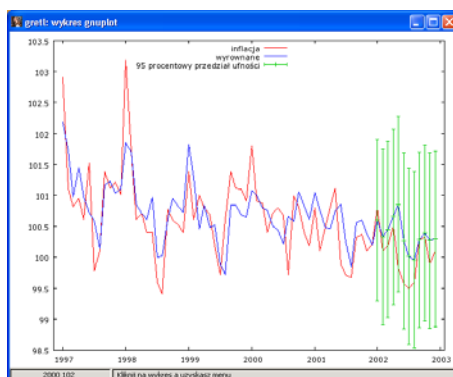
Model ARIMA jest podstawowym modelem opisu struktury procesu stochastycznego. Oszacowanie modelu $ARIMA(p, d, q)(p_s, d_s, q_s)$ można wykonać w programie GRETL. Ocenę stopnia integracji procesów można wykonać w oparciu o test ADF i KPSS, a okno [12] przedstawia specyfikację modelu ARMA dla procesów stacjonarnych, a okno [14] przedstawia końcowy rezultat jakim jest prognoza i jej błędy ex ante.



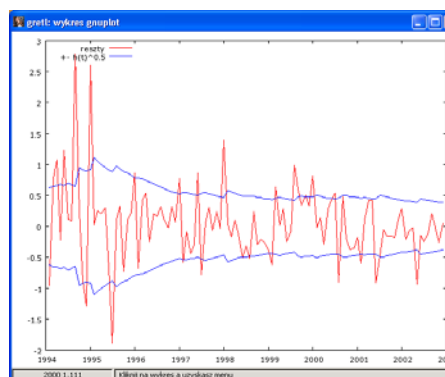
[12]



[13]



[14]



[15]

Wśród testów diagnostycznych modelu jest test efektu ARCH, który diagnozując reszty ocenia zmienność wariancji, a okna [13] prezentuje specyfikację modelu GARCH, a okno [15] modelowaną zmienność wariancji.

Budowa modeli wielorównaniowych jest także możliwa w oprogramowaniu GRETL. Oszacowania równań metodą KMNK i 2MKNK jest możliwa za pomocą interfejsu graficznego, ale za pomocą języka skryptowego można estymować

równania modelu, dodatkowo jeszcze, za pomocą 3MNL, SUR, FIML i LIML. Przykład definiowania modelu wielorównaniowego i jego estymacja w języku skryptowym na przykładzie Modelu Kleina przedstawiono poniżej.

```

system name="Klein Model 1"
  equation C 0 P P1 W
  equation I 0 P P1 K1
  equation Wp 0 X X1 A
  identity P = X - T - Wp
  identity W = Wp + Wg
  identity X = C + I + G
  endog C I Wp P W X
end system
estimate "Klein Model 1" method=ols
estimate "Klein Model 1" method=tsls
estimate "Klein Model 1" method=3sls
estimate "Klein Model 1" method=sur
estimate "Klein Model 1" method=fiml
estimate "Klein Model 1" method=liml

```

Budowa modelu wektorowej autoregresji VAR w programie GRETL ogranicza się do szacowania podstawowych równań, bez możliwości wstawiania restrykcji, ale z bardzo rozbudowaną diagnostyką, np. wielowymiarowy test normalności procesów resztowych, test efektu ARCH i ponadto wyznacza: odpowiedzi impulsowe, dekompozycje wariancji i prognozy modelowanych procesów.

Oprogramowanie GRETL będące oprogramowaniem bezpłatnym, o swobodnym dostępie, nieustannie rozwijanym, w którym uczestniczy oprócz autora Allina Cottrella jeszcze grono ekonometryków, ogarnęło już bardzo szeroki zestaw narzędzi ekonometrycznych ułatwiający pracę ekonometrykowi, a budowa i dostęp do internetowych baz danych tą pracę każdemu użytkownikowi może przyspieszyć.

Literatura

- Cottrell, A. (2005), *Gretl Manual. Gnu Regression, Econometric and Time-series Library*, Department of Economics, Wake Forest University, North Carolina.
- Greene, W. H. (2003), *Econometric Analysis*, wyd. 5, Prentice Hall, New Jersey.
- Kufel, T. (2004), *Ekonometria. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem programu GRETL*, WN PWN, Warszawa.
- MacKinnon, (1996), Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests, *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 11, No. 6, 1996, 601–618.
- Zieliński, Z. (2002), *Analiza ekonomicznych procesów stochastycznych. Pisma wybrane*, Wydawnictwo UMK, Toruń.