

METODY IŁOŚCIOWE W EKONOMII

Ogólnopolska Konferencja Naukowe, 18–19 października 2007 we Wrocławiu
Katedra Metod Ilościowych, Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu

Marcin Błażejowski, Paweł Kufel, Tadeusz Kufel

Wyższa Szkoła Bankowa w Toruniu

Nauczanie statystyki i ekonometrii z wykorzystaniem oprogramowania GRET



Prof. dr Allin Cottrell

Oprogramowanie GRET (GNU Regression Econometric and Time-Series Library) powstało w 2000 roku, którego autorem jest ekonometryk **prof. dr Allin Cottrell** z Uniwersytetu Wake Forest w Północnej Karolinie w Stanach Zjednoczonych, jest dostępne już w wersji 1.6.6.

W wielu informatorach jest opisywane ono jako oprogramowanie:

- *przyjazne dla użytkownika,*
- *oferujące intuicyjny interfejs użytkownika,*
- *bardzo łatwe w wykonaniu analiz ekonometrycznych.*

**17-21 kwietnia 2005, Toruń,
polski team z Prof. Cottrellem**



- *sekwencyjny interfejs użytkownika pozwala wykonać bardzo rozbudowaną analizę ekonometryczną,*
- *dostęp on-line do internetowych baz danych,*
- *posiada język poleceń, umożliwia tworzenie własnych funkcji.*
- *oprogramowanie bezpłatne dla użytkownika,*
- *oprogramowanie typu open source – dostępny kod programu,*
- *oprogramowanie wieloplatformowe – Windows, Linux, MAC, Unix,*
- *oprogramowanie wielojęzyczne – angielski, francuski, hiszpański, włoski, **polski**, niemiecki, portugalski, baskijski, (grecki, turecki, rwandyjski).*

Oprogramowanie GRETL powstawało jako oprogramowanie dydaktyczne do nauczania ekonometrii, ale rozszerzający się krąg użytkowników i współpracowników Prof. Allina Cottrella spowodował, że w ciągu roku powstają trzy-cztery jego kolejne wersje, rozbudowane o nowe procedury. W obecnej chwili można mówić, że oprogramowanie GRETL jest mocnym konkurentem komercyjnych pakietów statystyczno-ekonometrycznych, nie tylko z powodu ceny (bezpłatny), ale z powodu zakresu zaimplementowanych procedur numerycznych.



Tadeusz Kufel

Ekonometria

Rozwiązywanie problemów
z wykorzystaniem programu GRET

**NOWE
WYDANIE**

W Y D A W N I C T W O N A U K O W E P W N

W nauczaniu statystyki i ekonometrii - przedmiotów ilościowych, należy wykorzystywać narzędzia wspomagające numeryczne rozwiązywanie problemów formułowanych przez metody statystyczne i ekonometryczne. Coraz więcej podręczników statystyki i ekonometrii wskazuje na oprogramowanie pomocne w jego nauczaniu:

- MS Ecexcel,
- Statistica,
- PcGive,
- STATA,
- MFit,
- G,
- Gausse,
- OxMetrics,
- **GRET**

Tworzenie zbioru danych

gretl

Plik Narzędzia Dane Widok Dodawanie Pomoc

Otwórz dane
Dołącz dane
Zapisz dane Ctrl+S
Zapisz dane jako
Eksport danych
Wyślij plik danych e-mail...
Nowy zbiór danych Ctrl+N
Wyczyść zbiór danych
Pliki poleceń skryptowych
Pliki sesji gretla
Pliki Baz danych
Pliki pakietów funkcji
Zakończ Ctrl+X

gretl: tworze...

Liczba obserwacji: 150

Anuluj OK

Kreator struk...

Struktura bazy danych

☐ Dane przekrojowe
☒ Szeregi czasowe
☐ Dane panelowe

Anuluj Naprzód

Kreator struk...

Okresowość szeregu czasowego

☐ Roczne
☐ Kwartalne
☐ Miesięczne
☒ Dziennie
☐ Godzinowe
☐ Dziesięcioletnie
☐ Inne 1

Anuluj Wstecz Naprzód

Kreator struk...

Dni w tygodniu

☒ tydzień 5-dniowy
☐ tydzień 6-dniowy
☐ tydzień 7-dniowy

Anuluj Wstecz Naprzód

Kreator struk...

Startowa obserwacja: 2005/01/03

Anuluj Wstecz Naprzód

gretl: nazwa ...

Wprowadź nazwę nowej zmiennej (maksymalnie 15 znaków)

sprzedaz

Anuluj OK

gretl: edycja danych

Obserwacje Zmienna

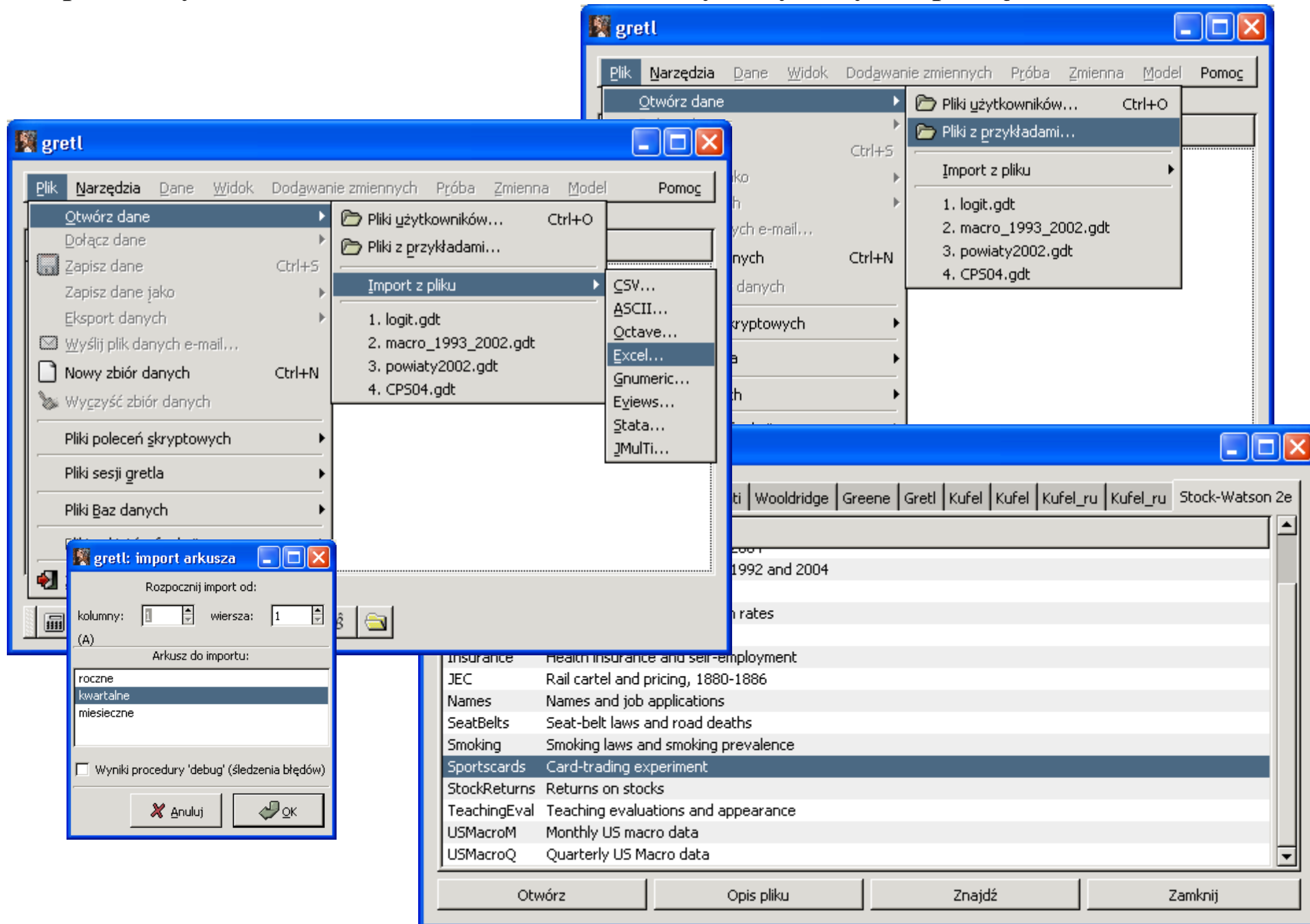
sprzedaz, 2005/01/...

	sprzedaz
2005/01/03	12321
2005/01/04	13245
2005/01/05	13411
2005/01/06	13543
2005/01/07	12341
2005/01/10	14321
2005/01/11	14356
2005/01/12	13478
2005/01/13	
2005/01/14	
2005/01/17	
2005/01/18	

Zastosuj Zamknij

Import danych

Przykłady danych z podręczników



Dostęp on-line do internetowych baz danych i import danych do GRETL'a

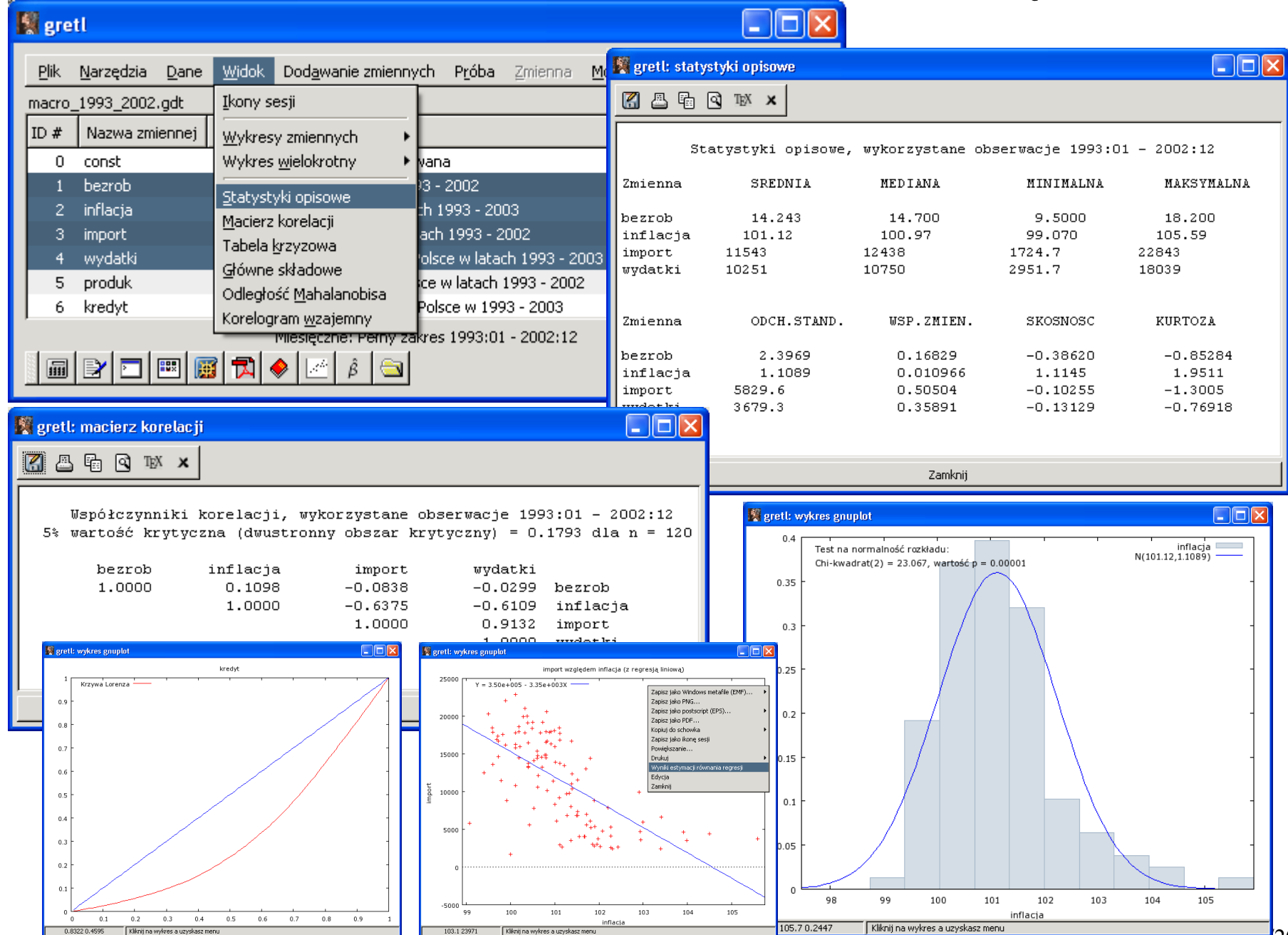
The screenshot displays the GRETL software interface with three windows open:

- gretl**: The main application window. The 'Pliki Baz danych' menu is open, showing options like 'Otwórz dane', 'Dołącz dane', 'Zapisz dane', 'Zapisz dane jako', 'Eksport danych', 'Wyślij plik danych e-mail...', 'Nowy zbiór danych', 'Wyczyść zbiór danych', 'Pliki poleceń skryptowych', 'Pliki sesji gretla', 'Pliki pakietów [funkcji]', and 'Zakończ'. The 'Pliki Baz danych' submenu is also visible, showing 'zainstalowane bazy danych', 'bazy_RATS_4', 'PcGive...', and 'instalowanie baz danych'.
- gretl: serwer baz danych**: A window showing a list of data sources. The table below represents the data shown in this window.
- fedstl.bin**: A window showing a list of data series. The table below represents the data shown in this window.

Baza danych	Zródło danych	Lokalny status bazy
bde26	Banco de Espana (Economía internacional)	Nie zainstalowano
beana	Bureau of Economic Analysis (US national accounts)	Up to date
beapira	Bureau of Economic Analysis (Income and Population Data)	Up to date
ecb	European Central Bank (macro, monetary)	Not up to date
et	UK National Statistics Economics Trends	Up to date
etas	UK National Statistics Economic Trends Annual Supplement	Not up to date
fedbog	Federal Reserve Board (interest rates)	Not up to date
fedstl	St Louis Fed (various series, large)	Up to date
fhfb	Federal Housing Finance Board (mortgages)	Not up to date
japan	Bank of Japan (macro, monetary data)	Not up to date
ks13	eh.net 19th century labor survey	Up to date
ks14	eh.net 19th century labor survey	Up to date
nberhist04	NBER macro historical data -- Prices	Up to date
nberhist06	NBER macro historical data -- Distribution of Commodities	Up to date
nberhist08	NBER macro historical data -- Income and Employment	Up to date
nberhist10	NBER macro historical data -- Savings and Investment	Up to date
nberhist11	NBER macro historical data -- Security Markets	Up to date
nberhist12	NBER macro historical data -- Volume of Transactions	Up to date
nberhist13	NBER macro historical data -- Interest Rates	Up to date
nberhist15	NBER macro historical data -- Government and Finance	Up to date

Nazwa	Opis	Zakres obserwacji
bopgexp	Exports of Goods, Balance of Payments Basis: Mn. \$ SA	M 1992.01 - 2006
bopgimp	Imports of Goods, Balance of Payments Basis: Mn. \$ SA	M 1992.01 - 2006
bopsexp	Exports of Services, Balance of Payments Basis: Mn. \$ SA	M 1992.01 - 2006
bopsimp	Imports of Services, Balance of Payments Basis: Mn. \$ SA	M 1992.01 - 2006
expca	U.S. Exports to Canada, f.a.s. basis: Mn. \$ NSA	M 1974.01 - 2006
expfr	U.S. Exports to France, f.a.s. basis: Mn. \$ NSA	M 1974.01 - 2006
expge	U.S. Exports to Germany, f.a.s. basis: Mn. \$ NSA	M 1974.01 - 2006

Statystyki opisowe, macierz korelacji, współczynnik Giniego, rozkład częstości



Korelogram, periodogram, spektrum

gretl

macro_1993_2002.gdt

ID #	Nazwa zmiennej	Pełny opis zmiennej
0	const	stała - automatycznie gener
1	bezrob	stopa bezrobocia w Polsce 1
2	inflacja	tempo inflacja w Polsce w la
3	import	import w mln. zł do Polski w
4	wydatki	wydatki rządowe w mln. zł. w
5	produkt	produkcja przemysłowa w P
6	kredyt	kredyty udzielone w mld. zł
7	t1	zmienna czasowa t
8	t2	zmienna czasowa t+2
9	t3	zmienna czasowa t+3
10	styczen	styczen = 1, grudzien = -1, poz
11	luty	luty = 1, grudzien = -1, poz
12	marzec	marzec = 1, grudzien = -1, p
13	kwiecień	kwiecień = 1, grudzien = -1,
14	maj	maj = 1, grudzien = -1, poz
15	czerwiec	czerwiec = 1, grudzien = -1

Szukaj... Ctrl+F

- Pokaż wartości
- Statystyki opisowe
- Rozkład częstości
- Wykres częstości
- Wykres gęstości...
- Współczynnik Giniego
- Srednie przedziałowe
- Wykres szeregu czasowego
- Korelogram
- Spektrum**
- Test ADF...
- Test KPSS...
- Filtracja
- Analiza X-12-ARIMA...
- Analiza TRAMO...
- Wykres Hursta

gretl: wykres gnuplot

Spektrum dla zmiennej inflacja (wagi Bartletta długości 21)

miejsce

120.0 10.9 5.7 3.9 2.9 2.4

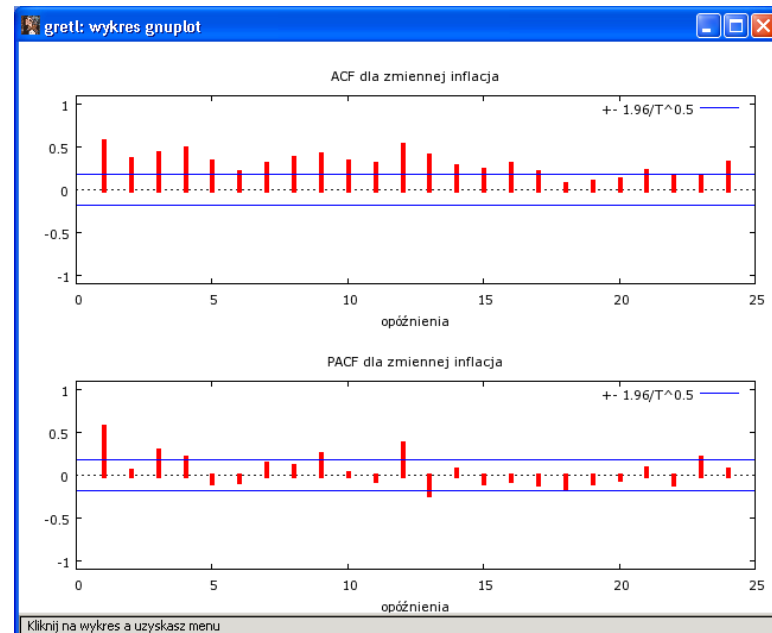
1.6 1.4 1.2 1.0 0.8 0.6 0.4 0.2 0

0 10 20 30 40

skala częstości

50.66 1.017

Kliknij na wykres a uzyskasz menu



gretl: korelogram

Funkcja autokorelacji (ACF) i autokorelacji cząstkowej (PACF), test autokorelacji Ljunga-Boxa (Q) dla procesu: inflacja

Opóźnienia	ACF	PACF	Ljung-Box Q [wartość p]
1	0.5678 ***	0.5678 ***	39.0025 [0.000]
2	0.3613 ***	0.0574	54.9249 [0.000]
3	0.4280 ***	0.2992 ***	77.4621 [0.000]
4	0.4855 ***	0.2131 **	106.7095 [0.000]
5	0.3278 ***	-0.0806	120.1586 [0.000]
6	0.2072 **	-0.0652	125.5757 [0.000]
7	0.3091 ***	0.1454	137.7421 [0.000]
8	0.3779 ***	0.1160	156.0827 [0.000]
9	0.4153 ***	0.2486 ***	178.4307 [0.000]
10	0.3406 ***	0.0220	193.5959 [0.000]
11	0.2994 ***	-0.0556	205.4188 [0.000]
12	0.5277 ***	0.3750 ***	242.4864 [0.000]
13	0.4007 ***	-0.2167 **	264.0548 [0.000]
14	0.2817 ***	0.0659	274.8124 [0.000]
15	0.2312 **	-0.0864	282.1276 [0.000]
16	0.3104 ***	-0.0551	295.4357 [0.000]

Zamknij

gretl: periodogram

Periodogram dla zmiennej inflacja

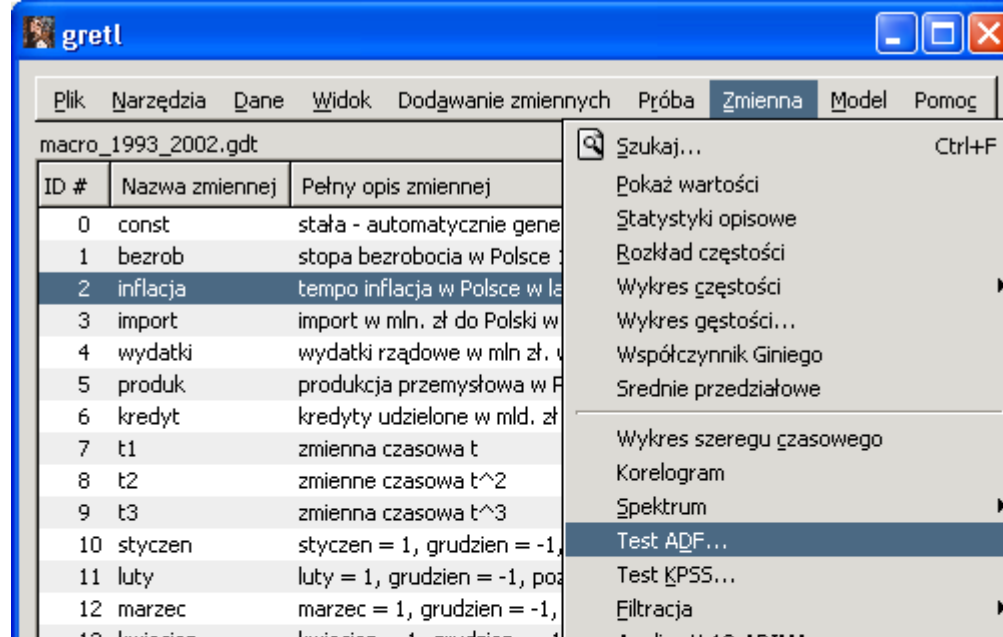
Liczba obserwacji = 120

Wykorzystano wagi Bartletta długości 21

omega	liczba okresów	dł.okresu	gęstość spektra
0.0524	1	120.00	1.54986
0.1047	2	60.00	1.20718
0.1571	3	40.00	0.78840
0.2094	4	30.00	0.43590
0.2618	5	24.00	0.23377
0.3142	6	20.00	0.18310
0.3665	7	17.14	0.22503

Zamknij

Test ADF, test KPSS



The main window of gretl shows a list of variables. The 'Zmienna' menu is open, displaying various statistical tests. 'Test ADF...' is highlighted.

ID #	Nazwa zmiennej	Pełny opis zmiennej
0	const	stała - automatycznie generowana
1	bezrob	stopa bezrobocia w Polsce
2	inflacja	tempo inflacja w Polsce w latach
3	import	import w mln. zł do Polski w latach
4	wydatki	wydatki rządowe w mln. zł w latach
5	produkc	produkcja przemysłowa w mln. zł w latach
6	kredyt	kredyty udzielone w mld. zł w latach
7	t1	zmienna czasowa t
8	t2	zmienna czasowa t^2
9	t3	zmienna czasowa t^3
10	styczen	styczen = 1, grudzien = -1, pozostałe miesiące = 0
11	luty	luty = 1, grudzien = -1, pozostałe miesiące = 0
12	marzec	marzec = 1, grudzien = -1, pozostałe miesiące = 0
13	kwiecień	kwiecień = 1, grudzien = -1, pozostałe miesiące = 0

gretl: test KPSS

Opóźnienie dla testu KPSS: 4

☒ z włączonym trendem

☒ Pokaż detale regresji

☒ wykorzystaj poziomy zmiennej

☐ wykorzystaj pierwsze różnice zmiennej

gretl: KPSS test

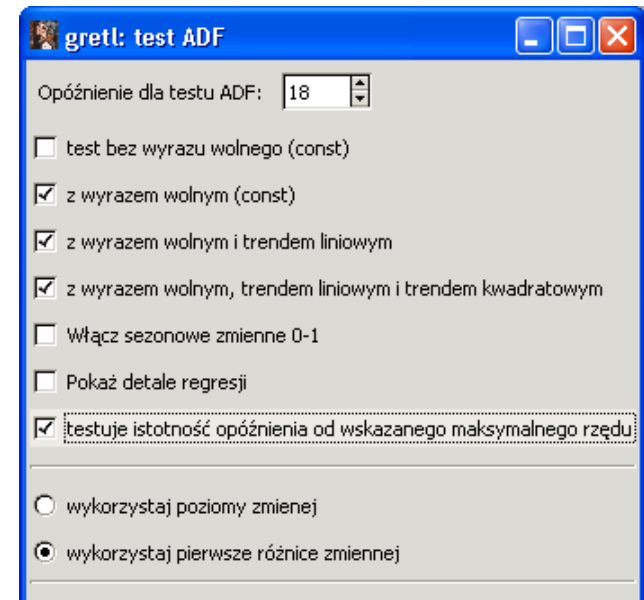
Hipoteza zerowa: proces stacjonarny; test KPSS dla zm. inflacja (z trendem)

Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 4

Statystyka testu = 0.0703785

	10%	5%	2.5%	1%
Krytyczna wart.:	0.119	0.146	0.176	0.216

Zamknij



gretl: test ADF

Opóźnienie dla testu ADF: 18

☐ test bez wyrazu wolnego (const)

☒ z wyrazem wolnym (const)

☒ z wyrazem wolnym i trendem liniowym

☒ z wyrazem wolnym, trendem liniowym i trendem kwadratowym

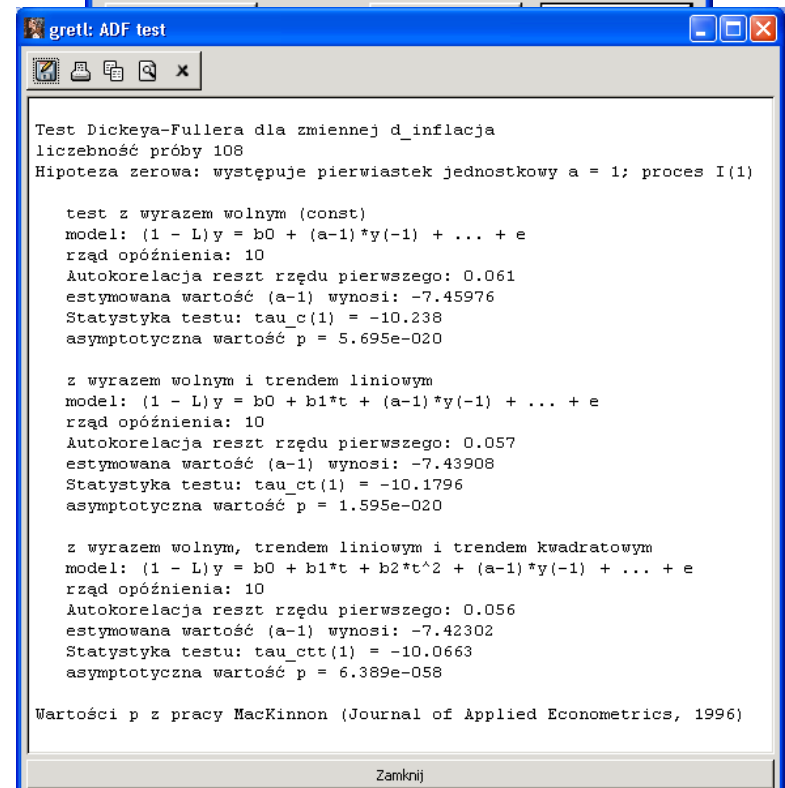
☐ Włącz sezonowe zmienne 0-1

☐ Pokaż detale regresji

☒ testuje istotność opóźnienia od wskazanego maksymalnego rzędu

☐ wykorzystaj poziomy zmiennej

☒ wykorzystaj pierwsze różnice zmiennej



gretl: ADF test

Test Dickeya-Fullera dla zmiennej d_inflacja
liczebność próby 108
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy a = 1; proces I(1)

test z wyrazem wolnym (const)
model: $(1 - L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$
rzęd opóźnienia: 10
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0.061
estymowana wartość (a-1) wynosi: -7.45976
Statystyka testu: $\tau_{c(1)} = -10.238$
asymptotyczna wartość p = 5.695e-020

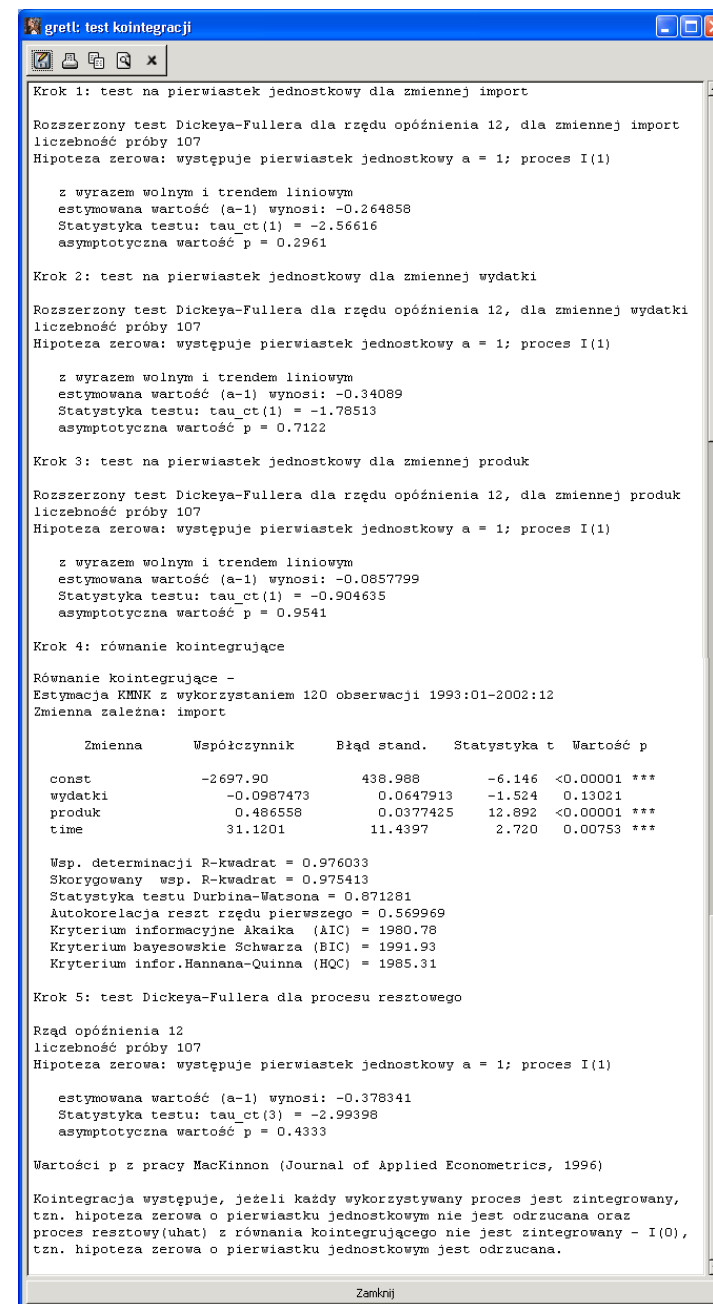
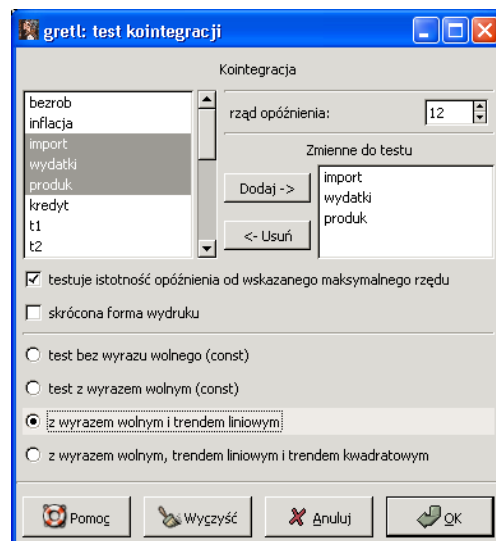
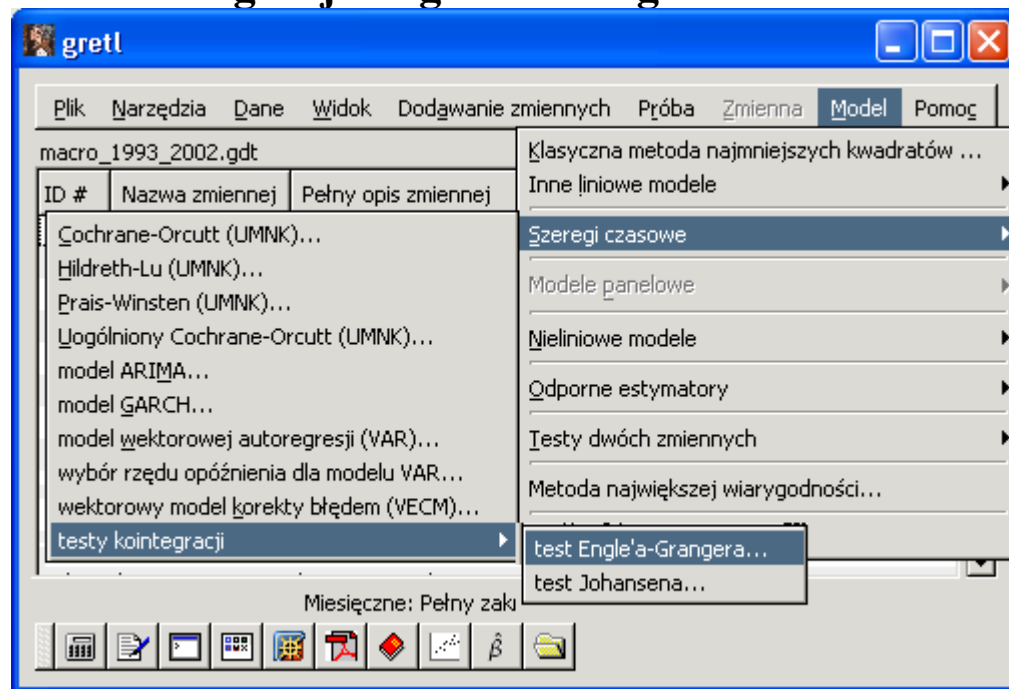
z wyrazem wolnym i trendem liniowym
model: $(1 - L)y = b_0 + b_1t + (a-1)y(-1) + \dots + e$
rzęd opóźnienia: 10
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0.057
estymowana wartość (a-1) wynosi: -7.43908
Statystyka testu: $\tau_{ct(1)} = -10.1796$
asymptotyczna wartość p = 1.595e-020

z wyrazem wolnym, trendem liniowym i trendem kwadratowym
model: $(1 - L)y = b_0 + b_1t + b_2t^2 + (a-1)y(-1) + \dots + e$
rzęd opóźnienia: 10
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0.056
estymowana wartość (a-1) wynosi: -7.42302
Statystyka testu: $\tau_{ctt(1)} = -10.0663$
asymptotyczna wartość p = 6.389e-058

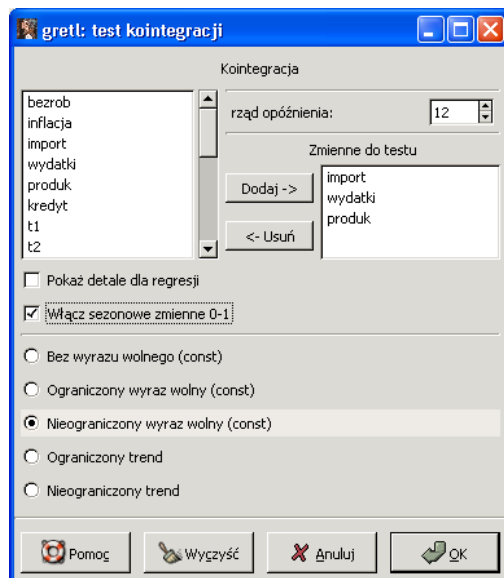
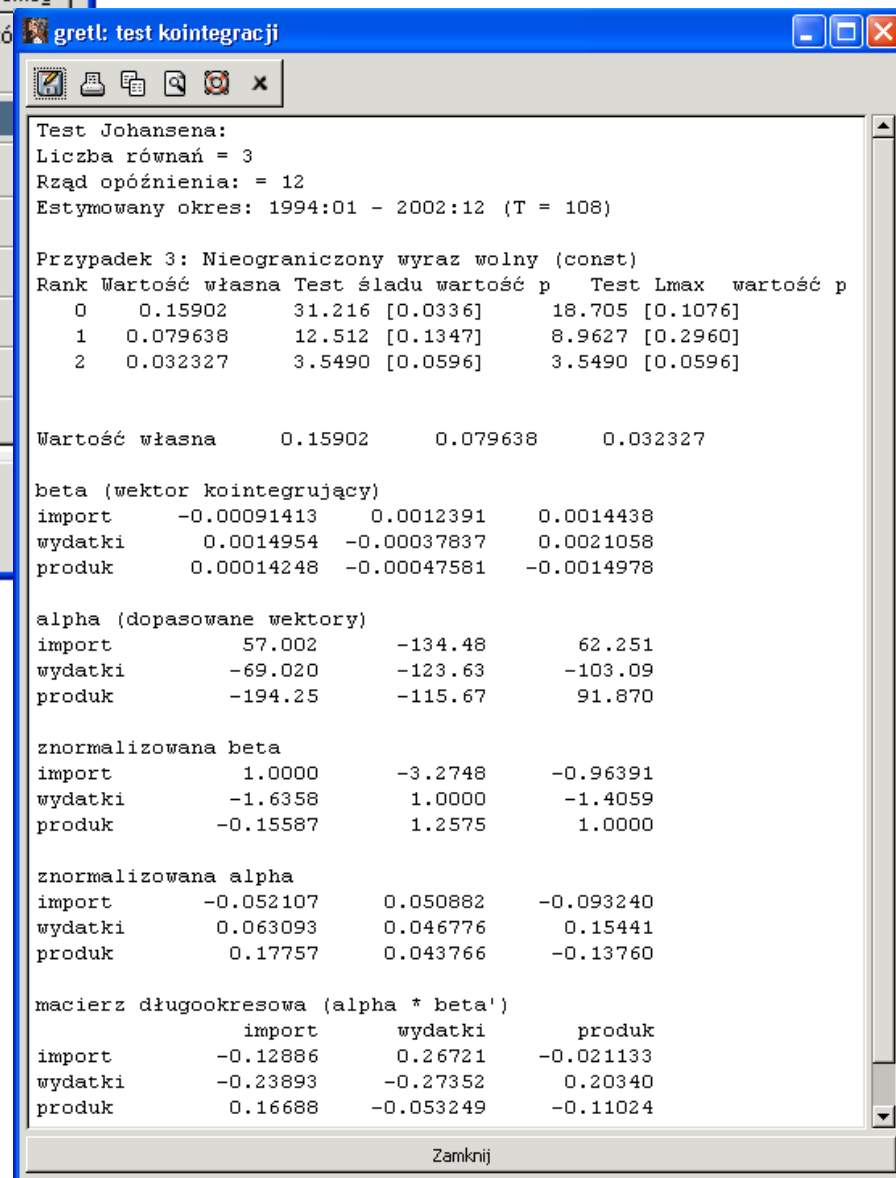
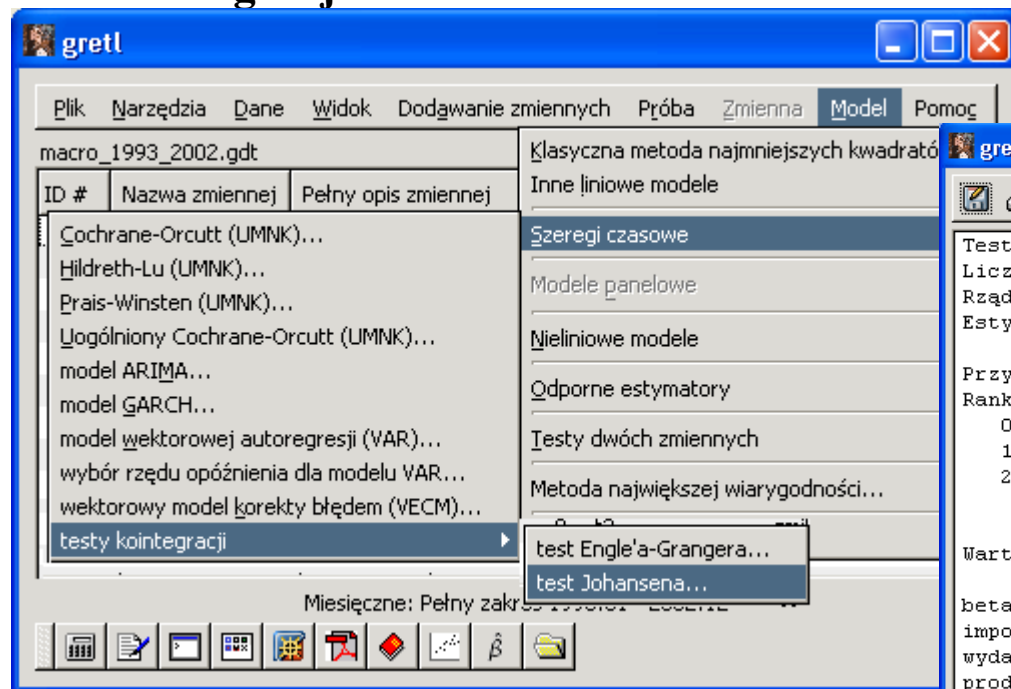
Wartości p z pracy MacKinnon (Journal of Applied Econometrics, 1996)

Zamknij

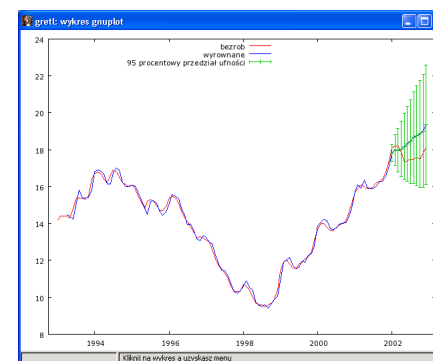
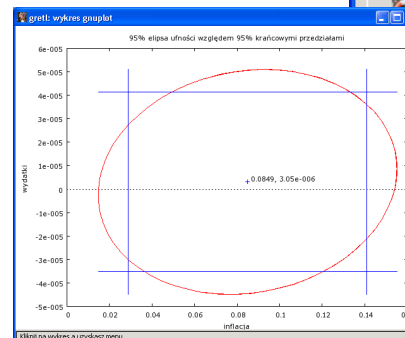
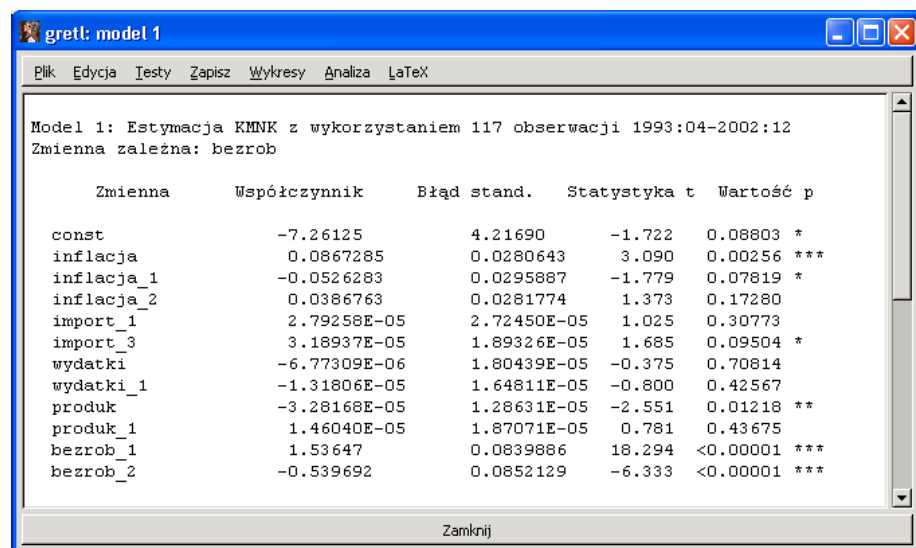
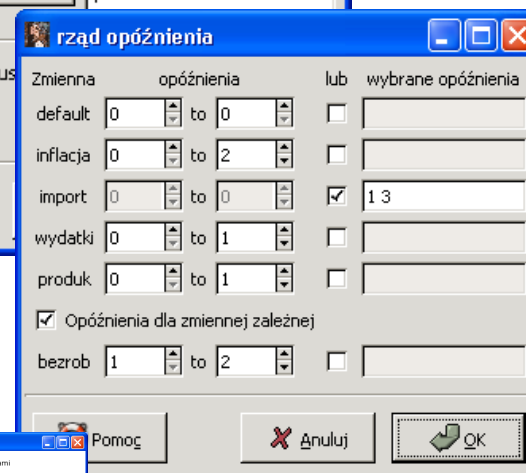
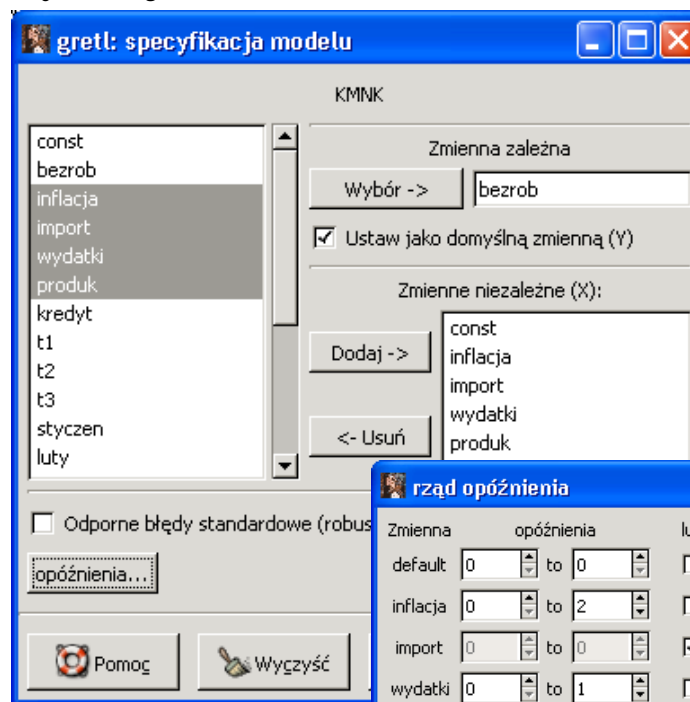
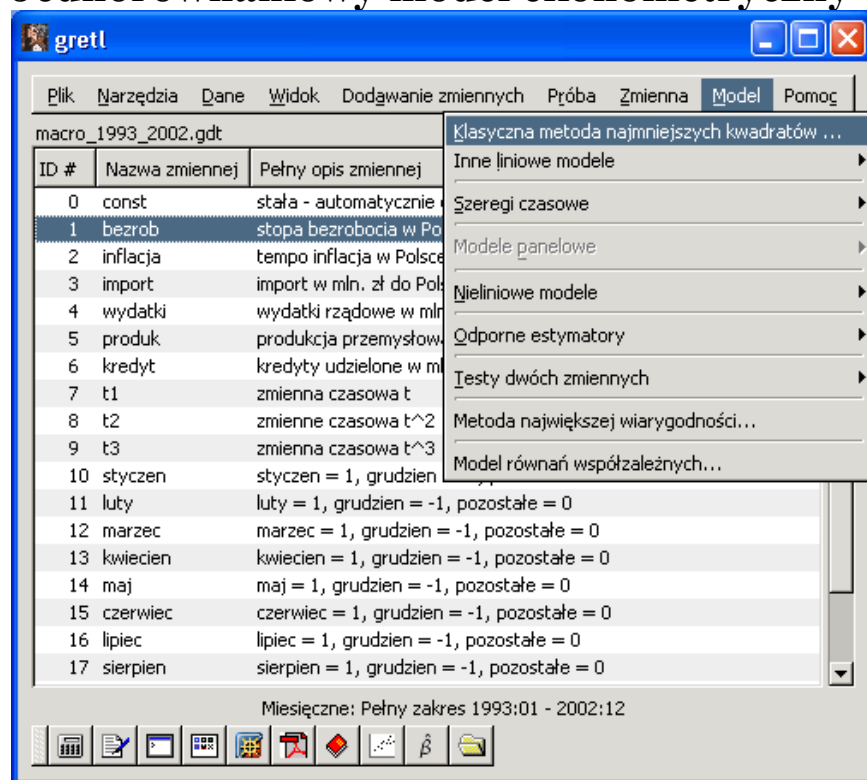
Test kointegracji Engle'a-Grangera



Test kointegracji Johansena



Jednorównaniowy model ekonometryczny – estymacja KMNK



Cd. – Jednorównaniowy model ekonometryczny – weryfikacja

Testy

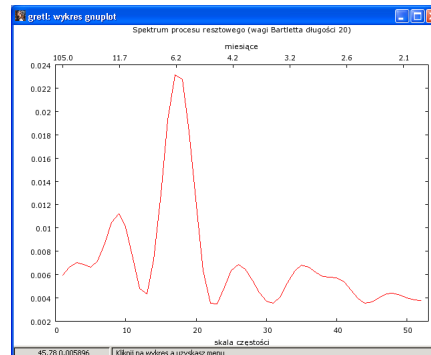
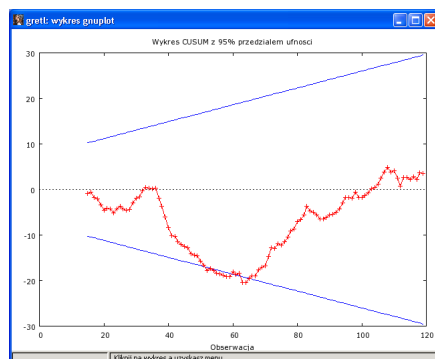
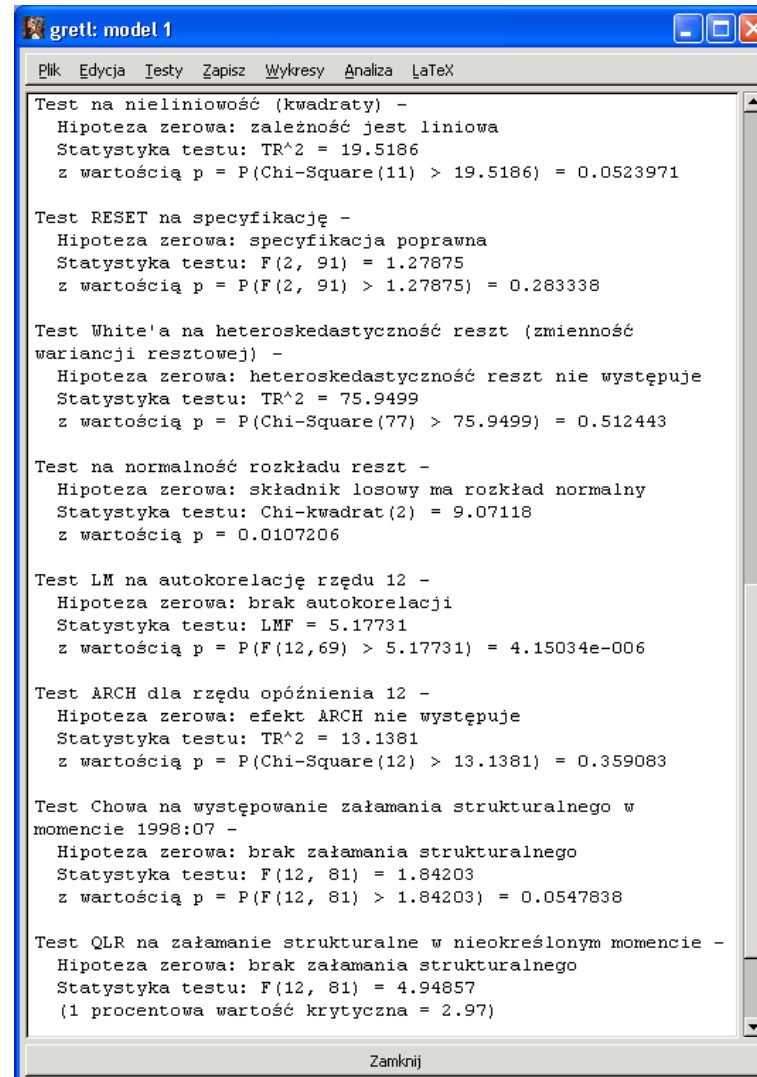
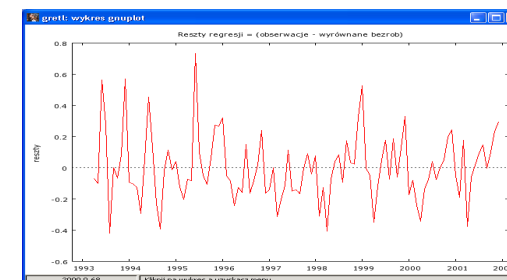
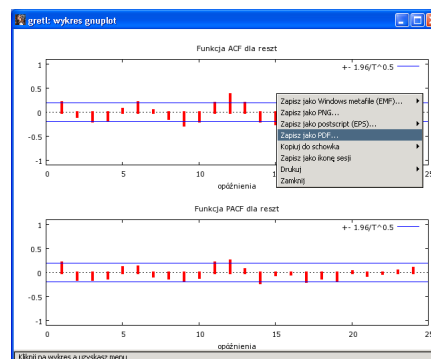
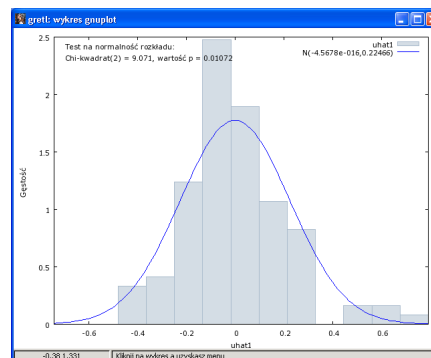
test pominiętych zmiennych
 test dodanych zmiennych
 test sumy współczynników
 test liniowych restrykcji

test nieliniowości (kwadraty)
 test nieliniowości (logarytmy)
 test specyfikacji Ramsey's RESET

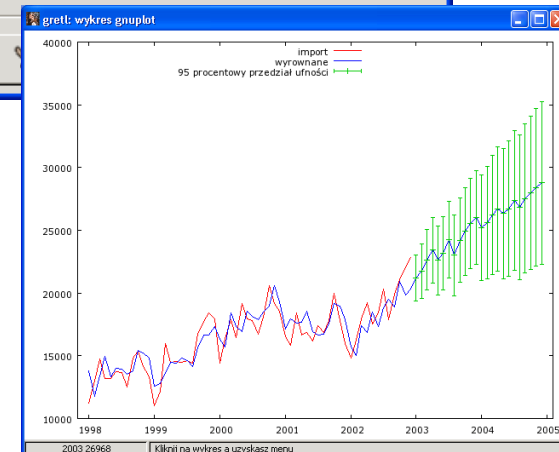
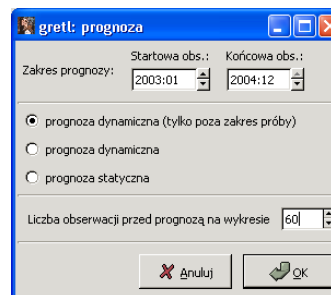
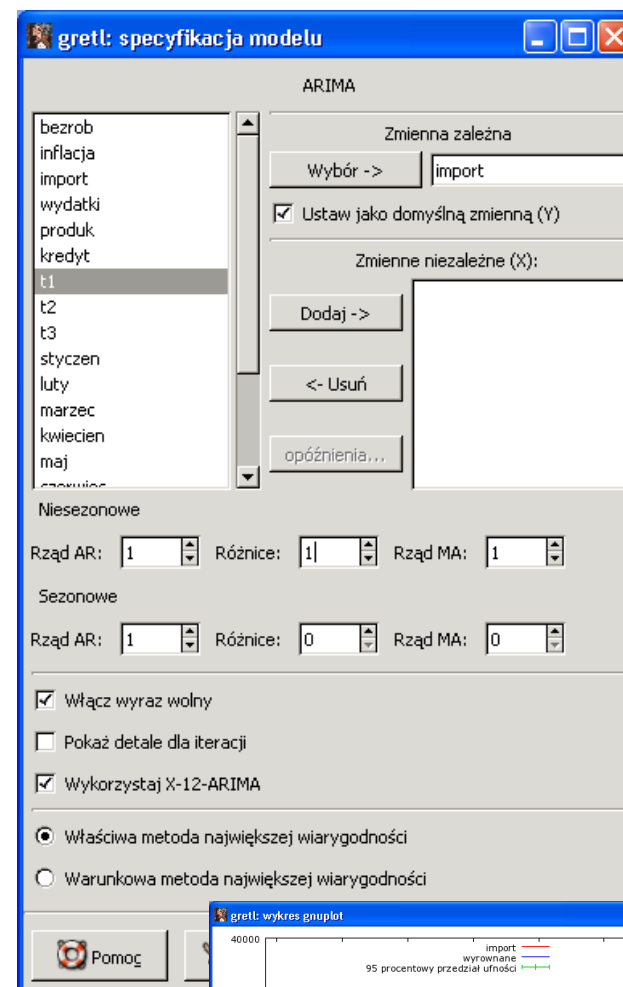
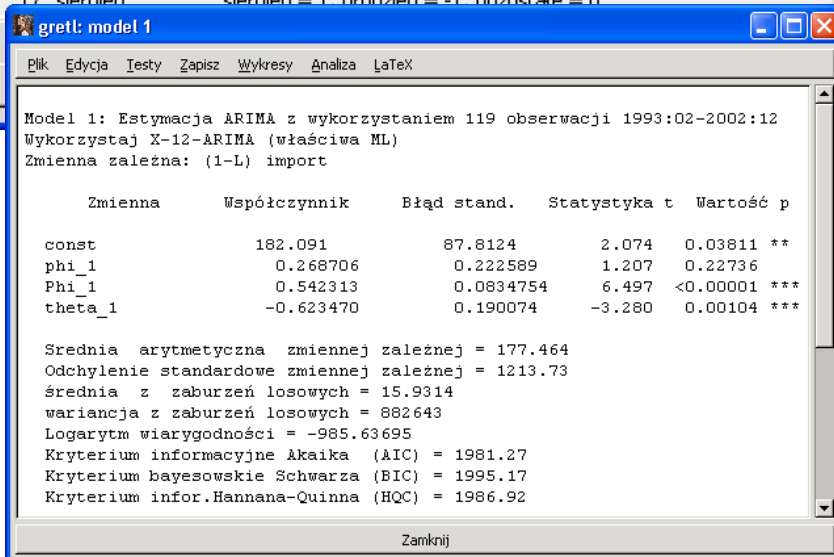
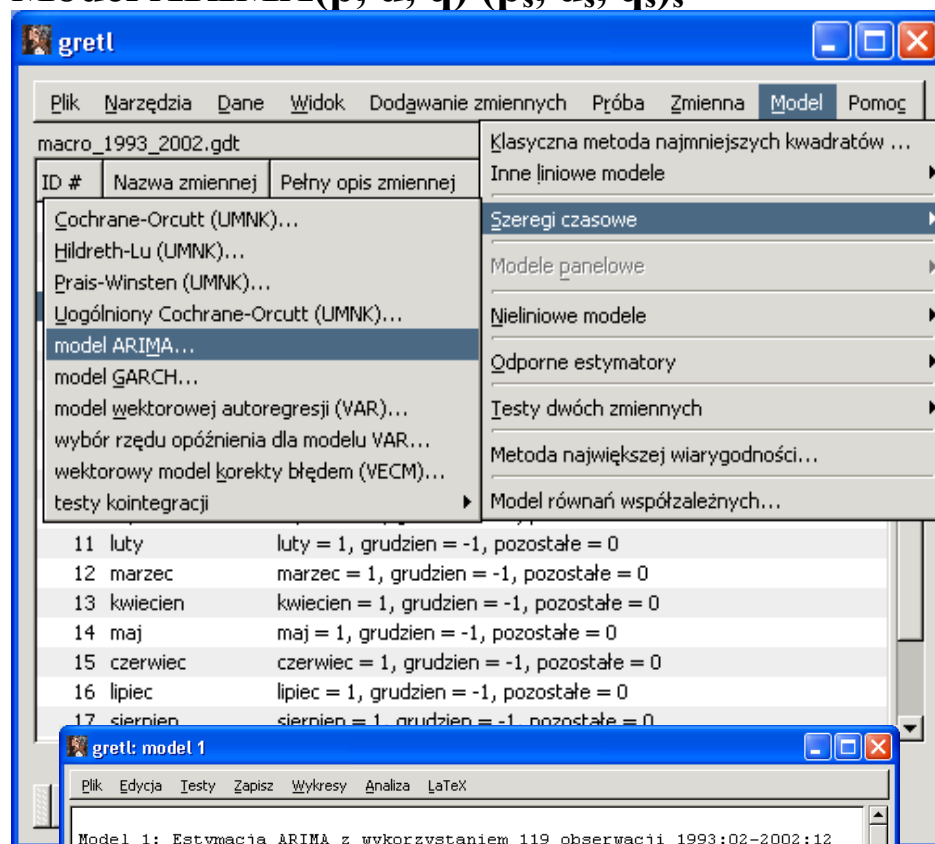
test heteroskedastyczności
 test normalności rozkładu reszt
 test wpływowych obserwacji
 test współliniowości VIF

testy autokorelacji
 test efektu ARCH
 test stabilności Chowa
 test stabilności QLR
 test stabilności CUSUM

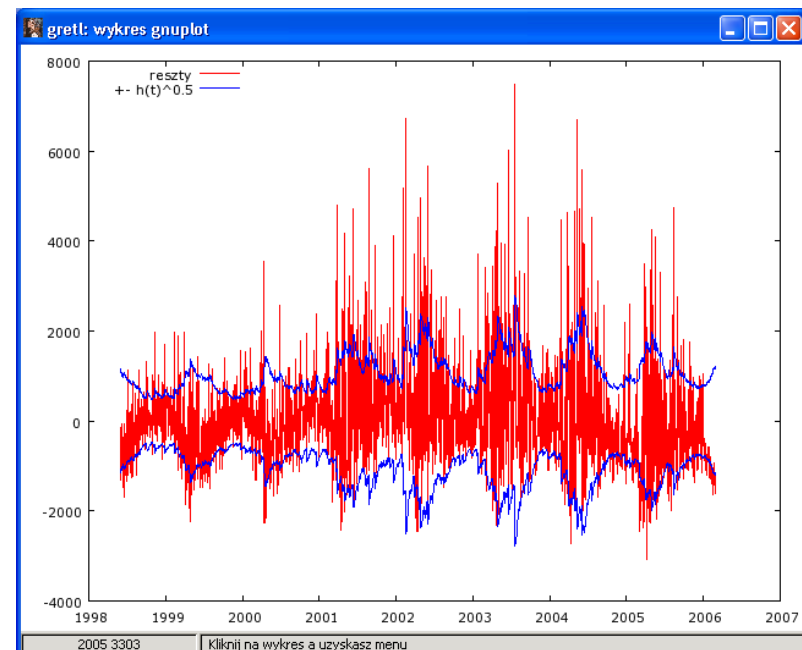
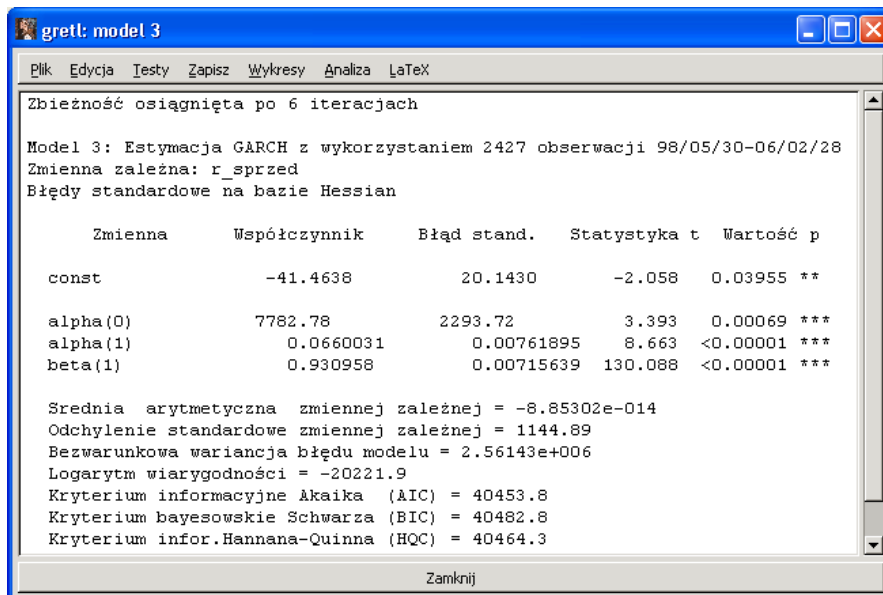
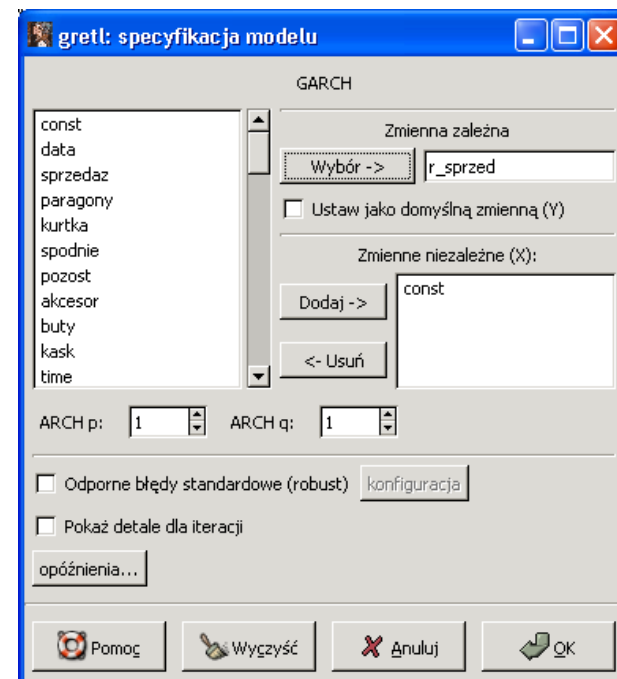
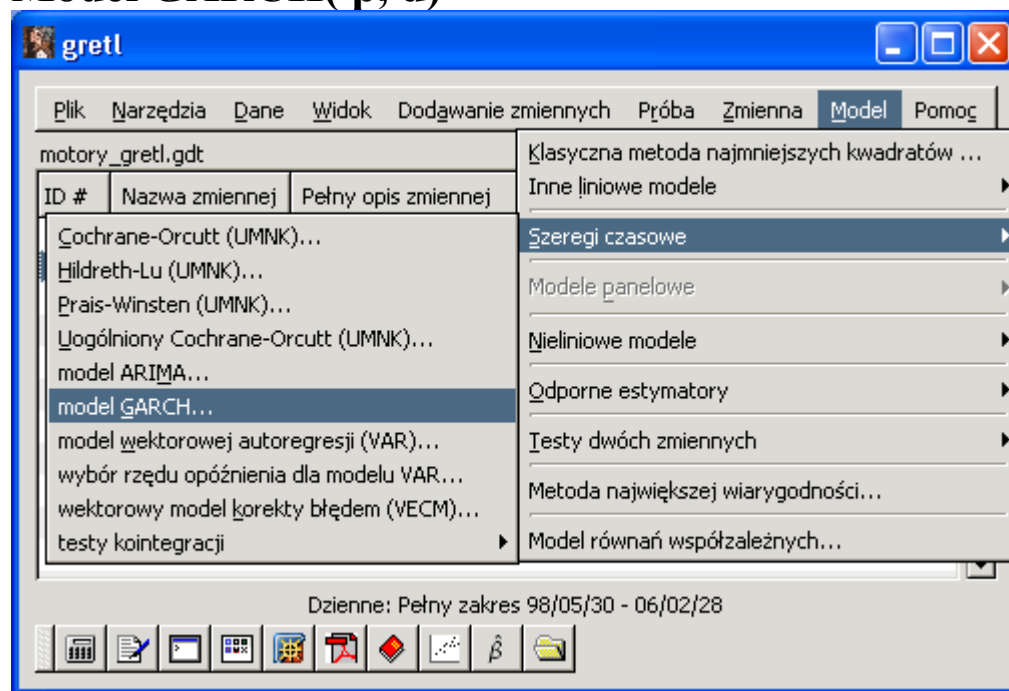
test diagnostyczny panelu



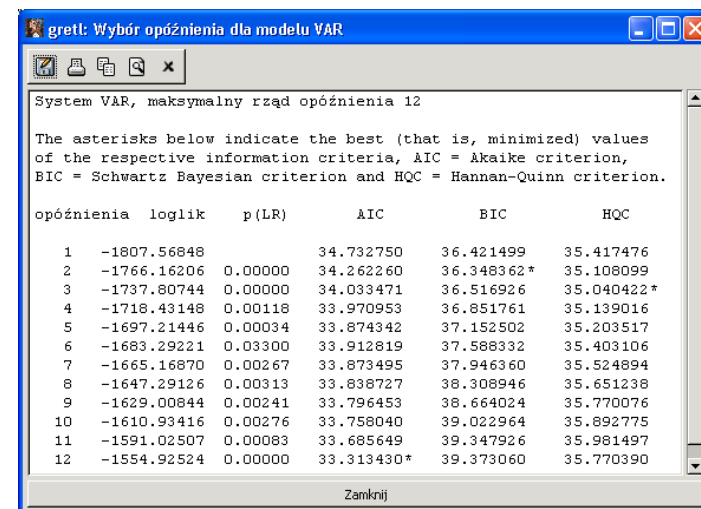
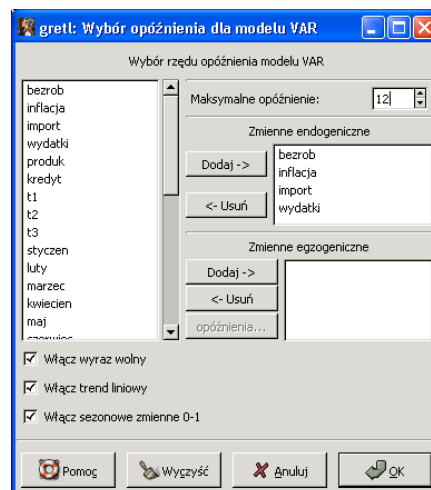
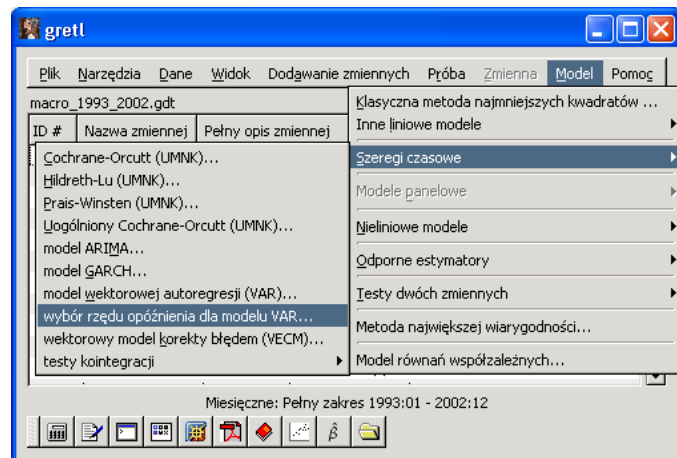
Model ARIMA(p, d, q) (p_s, d_s, q_s)_s



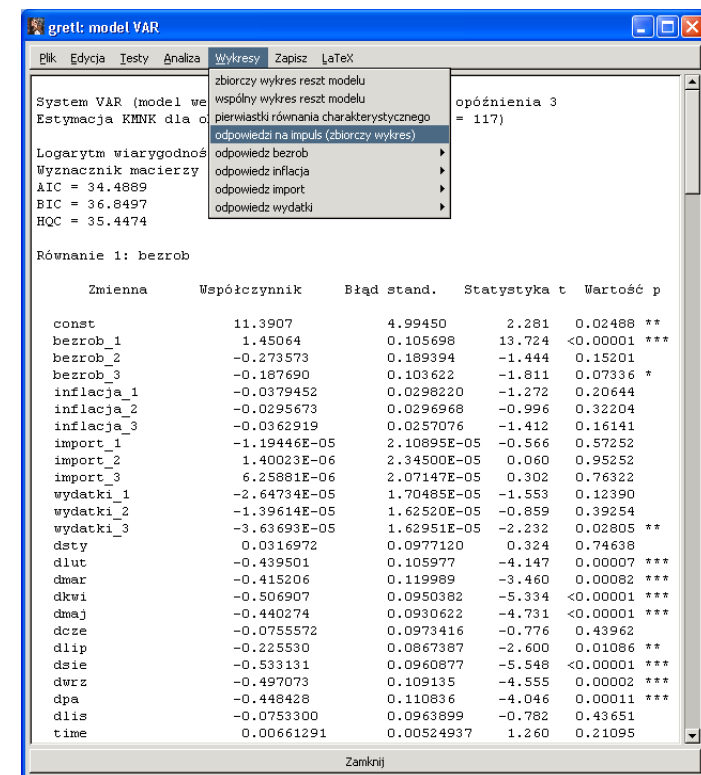
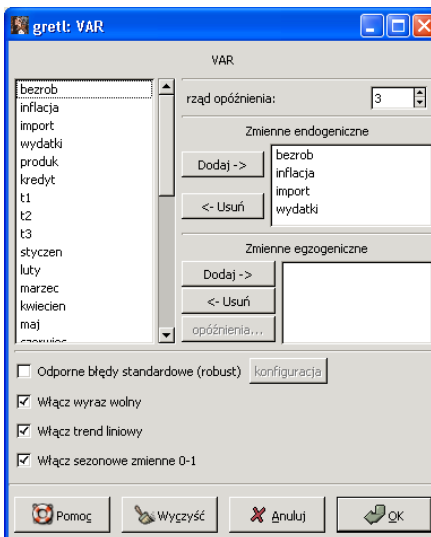
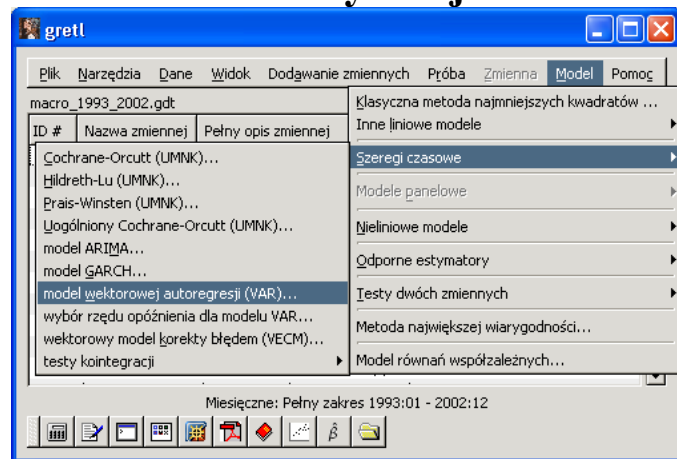
Model GARCH(p, d)



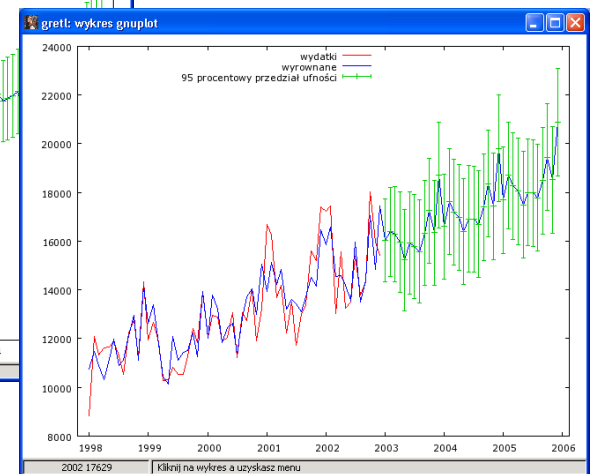
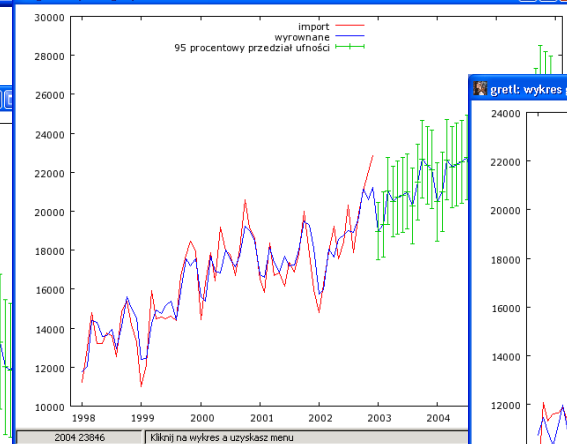
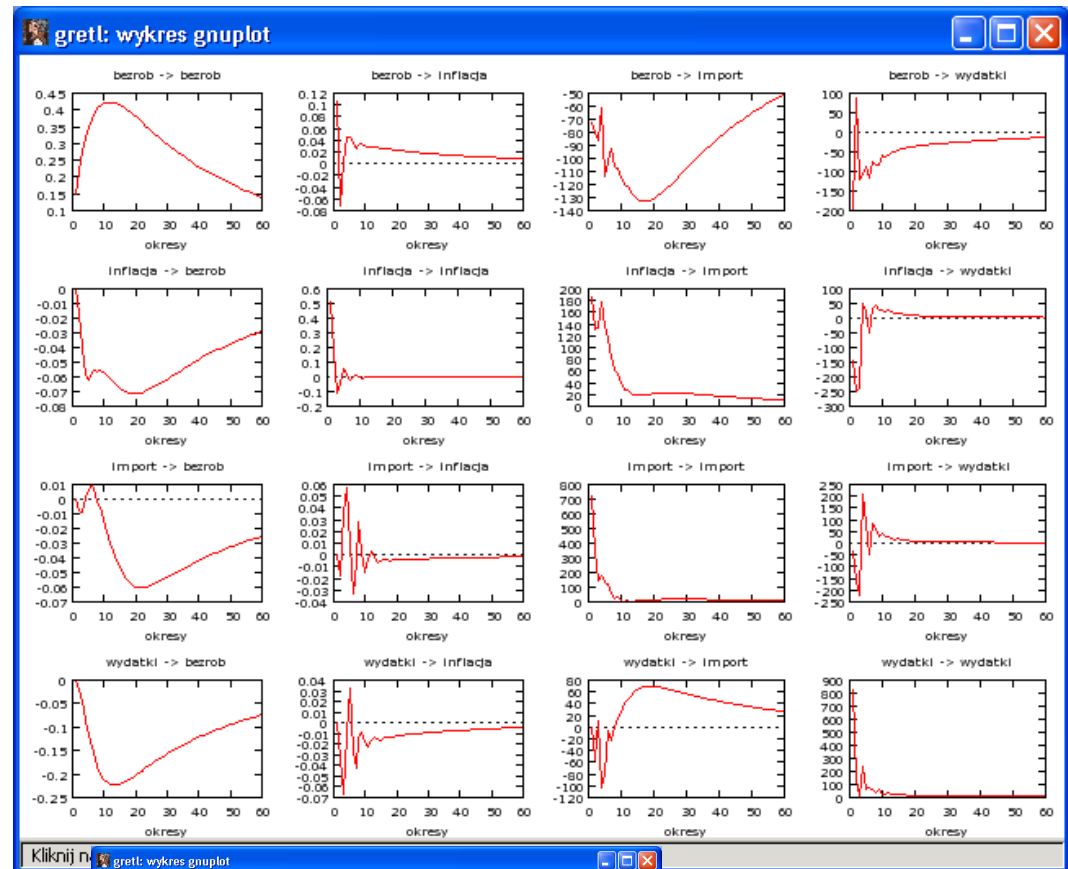
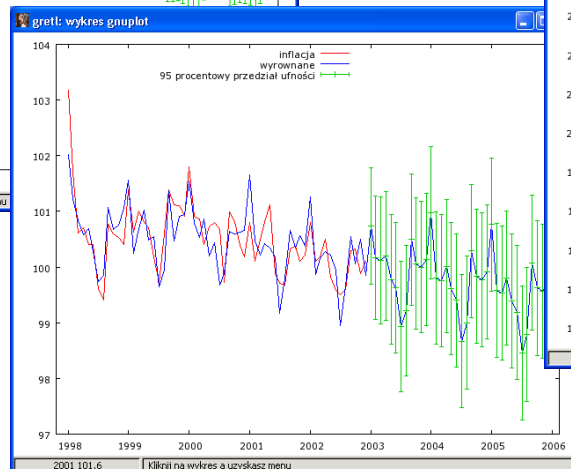
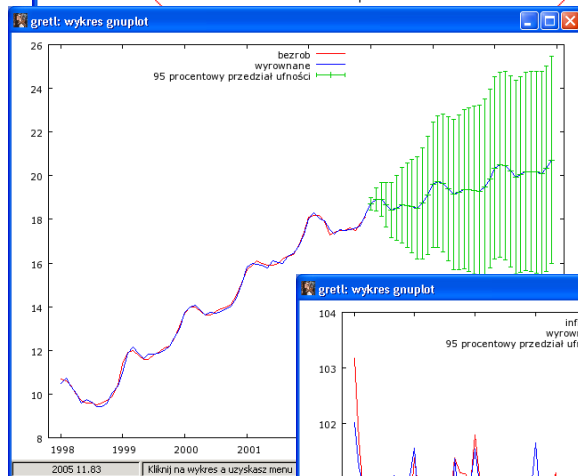
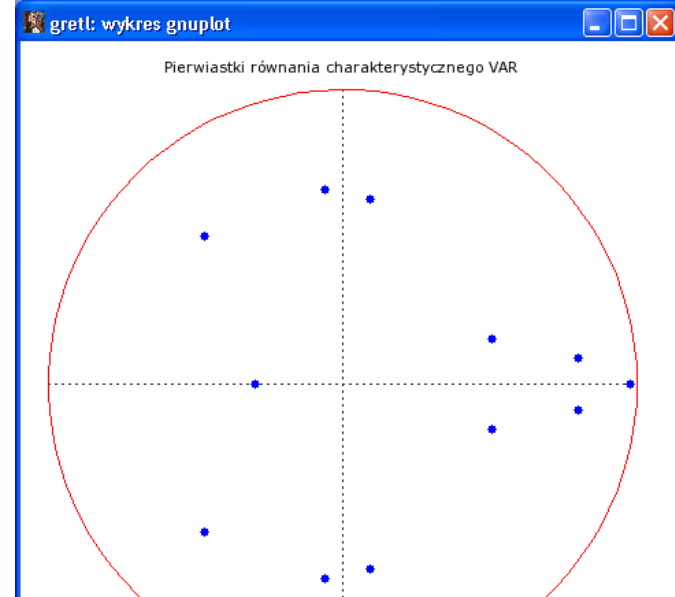
Wybór opóźnienia dla modelu VAR



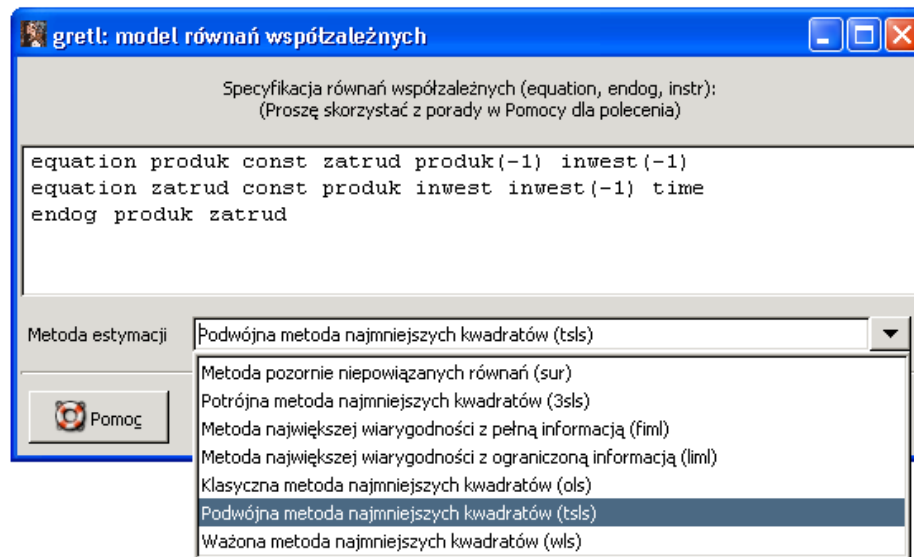
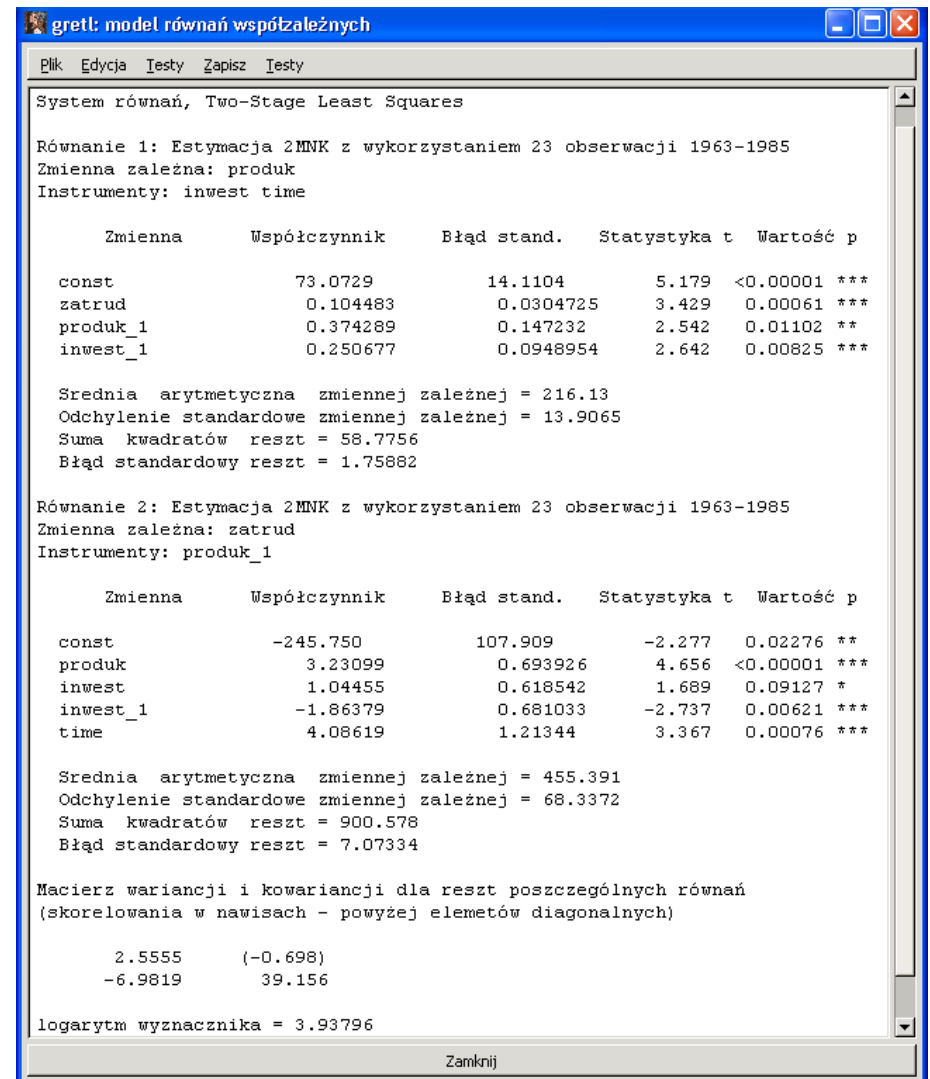
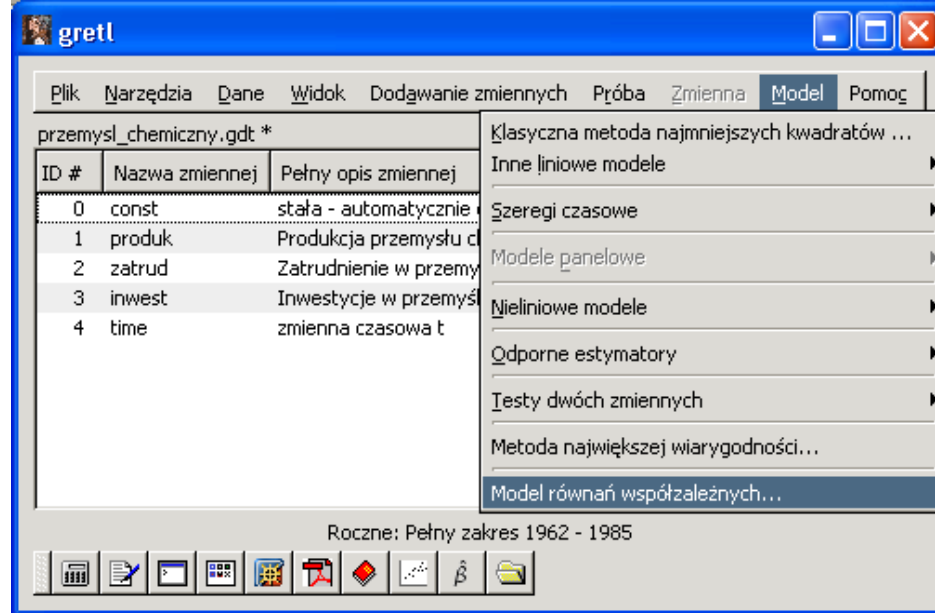
Model VAR - estymacja



Model VAR - wyniki



Modele o równaniach współzależnych



Język poleceń skryptowych, przykłady, praca z konsolą gretla

The image displays the gretl software interface with four windows open:

- gretl**: The main window showing the menu bar (Plik, Narzędzia, Dane, Widok, Dodawanie zmiennych, Próba, Zmienna, Model, Pomoc) and a toolbar. The 'Plik' menu is open, showing options like 'Otwórz dane', 'Zapisz dane', and 'Pliki poleceń skryptowych'.
- gretl: pliki z przykładami skryptów**: A window showing a list of example scripts. The 'klein' script is selected.
- gretl: klein.inp**: A window showing the content of the 'klein.inp' script. The script defines a system model and estimates it using various methods.
- konsola gretla**: A window showing the command console. It lists available commands and shows the execution of the 'ols' command.

gretl: pliki z przykładami skryptów

Plik skryptu	Temat	Plik danych
arma	ARMA modeling	artificial data
armalooop	ARMA using command loop	artificial data
big	Mixed ARIMA (Box and Jenkins)	airline passengers
denmark	Vector Error Correction Model	Danish macro data
ects_nls	Nonlinear least squares (Davidson)	artificial data
hamilton	VECM with tests on cointegrating vector	US and Italian prices
garch	GARCH (Bollerslev and Ghysels, 1996)	exchange rate
jgm-1996	Unit root tests (Mackinnon, 1996)	interest & inflation
klein	System estimation	US macro data
kmenta	System estimation	US macro plus artificial data
leverage	Influential observations	artificial data
longley	Multicollinearity	US employment
mrw	Solow growth model (Mankiw, Romer, Weil)	cross-country
pennngrow	Nerlove dynamic panel model	cross-country
ramanathan	Unit root tests with bootstrap	Nelson-Plosser data

gretl: klein.inp

```
# K1 Wykonaj 'Model 1' (1950)
open klein.gdt
genr W = Wp + Wg
genr A = t - 1931
genr P1 = P(-1)
genr X1 = X(-1)
# set the model up as a system
system name="Klein Model 1"
equation C O P P1 W
equation I O P P1 K1
equation Wp O 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
# and estimate it in various ways
estimate "Klein Model 1" method=ols
estimate "Klein Model 1" method=tsls
estimate "Klein Model 1" method=3sls
estimate "Klein Model 1" method=fiml
estimate "Klein Model 1" method=liml
```

konsola gretla

```
Poprawne polecenia gretla:
add      addobs  addto    adf      append  ar       arch    arima
break    boxplot chow     coeffsum coint    coint2  corc    corr
corrgm   criteria critical  cusum   data    delete  diff    discrete
dummify  else      end      endif    eqnprint equation estimate
fcast    fcasterr fit      freq     function garch    genr    gnuplot
graph    hausman hccm     help     hilu     hsk      hurst   if
import   include info     kpss     labels   lad      lags    ldifff
leverage lmtest    logistic logit     logs     loop     mahal   matrix
meantest mle       modeltab mpols    multiply nls      nulldata ols
omit     omitfrom open     outfile  panel    pca      pergm   plot
poisson  print     printf  probit   pvalue   pwe      qlrtest quit
rename   reset    restrict rhodiff  rmpplot  run      runs    scatters
sdiff    set       setinfo setobs   setmiss  shell    smpl    spearman
square   store    summary system   tabprint testuhat tobit    transpos
tsls     var      varlist vartest  vecm     vif      wls     xtab

Pomoc uzyskasz po napisaniu: help polecenie (np. help smpl)

? ols C O P P(-1) W
```

Podsumowanie

Podsumowując, **przydatność oprogramowania GRETL** do nauczania ekonometrii, dla użytkownika, który pierwszy raz **rozpoczyna budować modele ekonometryczne**, należy w pierwszej kolejności wskazać na jego **intuicyjny interfejs** dostępny w **języku polskim**¹ i **łatwość wykonania analiz ekonometrycznych**, a także **bezpłatną dostępność** jako programu z grupy *open source*.

Zestawiając ułatwienia dla użytkownika programu w pierwszej kolejności należy wskazać konsekwentne **oferowanie tylko tych metod, funkcji, testów, które są właściwe dla wykorzystywanego typu danych**, tj. danych przekrojowych, szeregów czasowych i danych panelowych. Ta konsekwencja powoduje, że nie pojawiają się żadne „dziwne”, nieinterpretowalne wyniki, np. autokorelacja dla danych przekrojowych.

Dodatkowym atutem jest także **bezpośredni dostęp** z poziomu oprogramowania GRETL do internetowych **baz danych statystycznych**, w których informacje ekonomiczne dotyczą: Stanów Zjednoczonych, Kanady, Japonii i krajów Europy zachodniej.

Prezentowany plik dostępny jest na stronie <http://www.kufel.torun.pl/link.html>

¹ Tłumaczenie wykonywane jest przez Tadeusza Kufla i Pawła Kufla (UMK Toruń).