

Cvičenie 1: ARMA modely

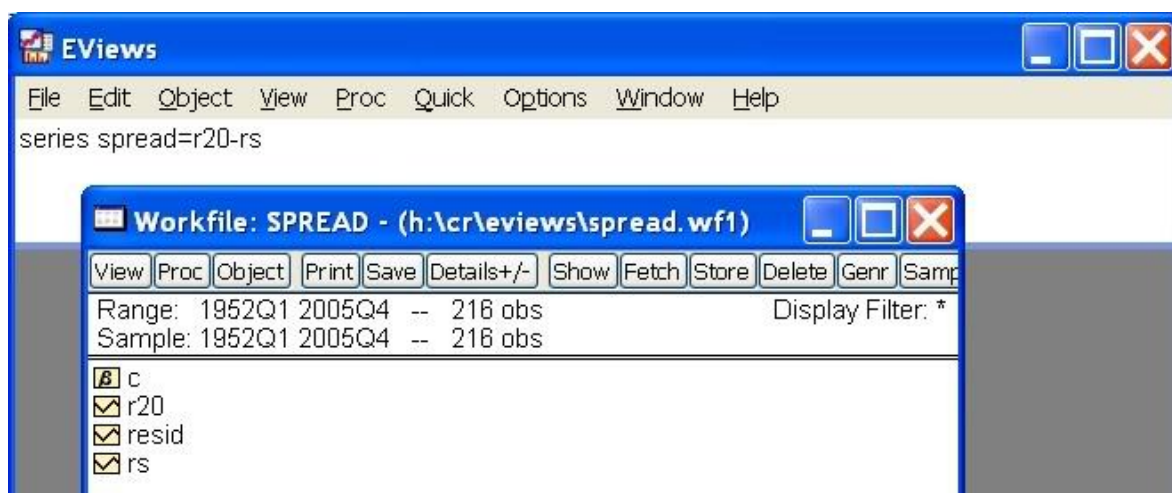
:: Odhadnutie a testovanie modelu ::

- **Dáta:**

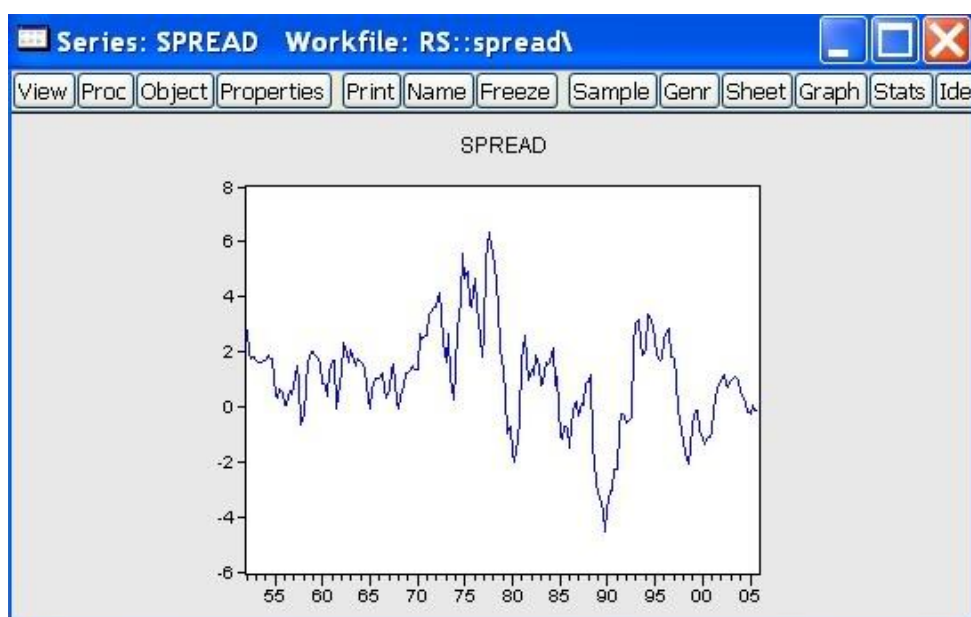
- Zdroj dát: <http://www.lboro.ac.uk/departments/ec/cup/data.html> (dáta k učebnici Mills, Markellos: *The Econometric Modelling of Financial Time Series*. Cambridge University Press, 2008.)
- Štvrťročné dáta, 1952Q1 - 2005Q4
- Premenné:
 - Krátkodobá úroková miera: RSQ (91 day Treasury Bill rate)
 - Dlhodobá úroková miera: R20Q (Yield on 20 Year UK Gilts) Na uvedenej stránke učebnice si ich môžete stiahnuť v txt formáte.
- Workfile s dátami: [\[spread.wf1\]](#)
- Budeme modelovať premennú spread - rozdiel dlhodobej a krátkodobej úrokovej miery

- **Príprava dát:**

- Vytvoríme premennú spread:

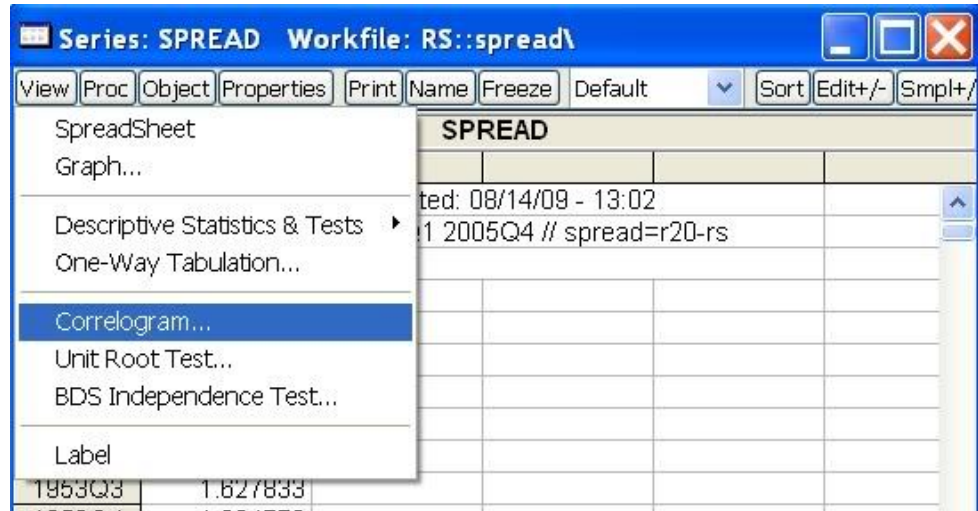


a zobrazíme si jej priebeh:

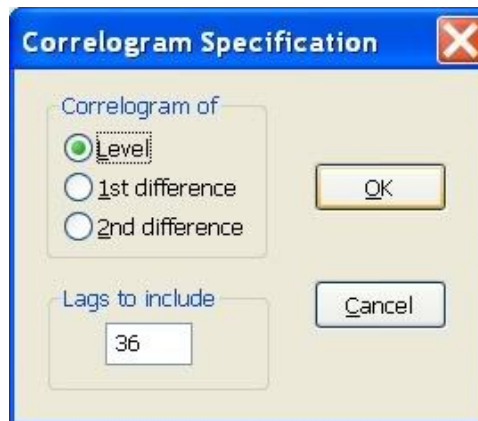


- **Odhad autokorelačnej a parciálnej autokorelačnej funkcie**

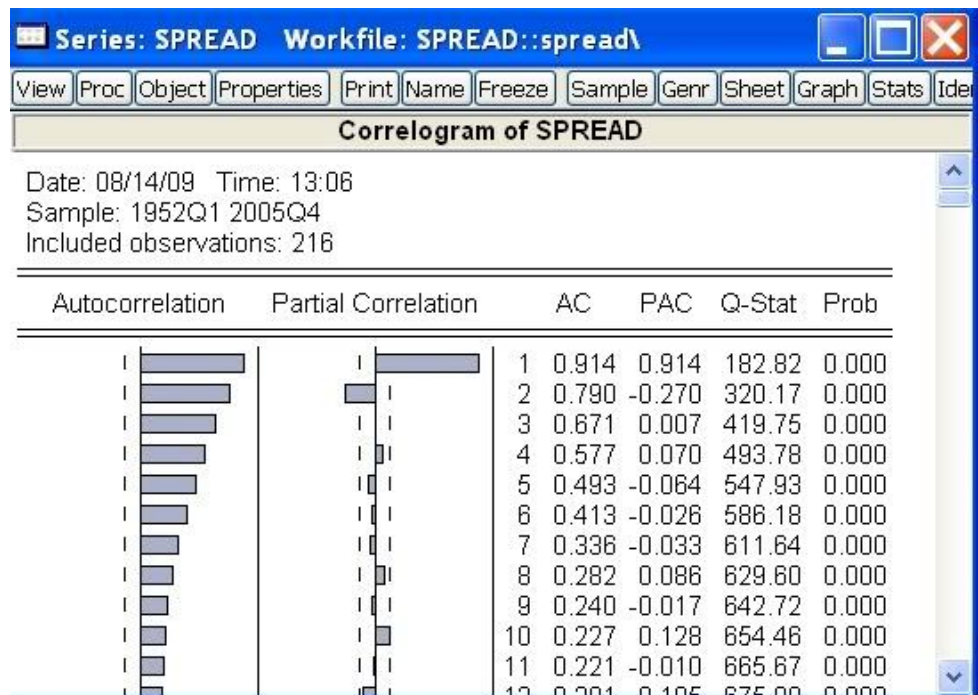
- Zobrazíme premennú (dvojkliknutím na jej názov vo workfile). Klikneme na **View - Correlogram**



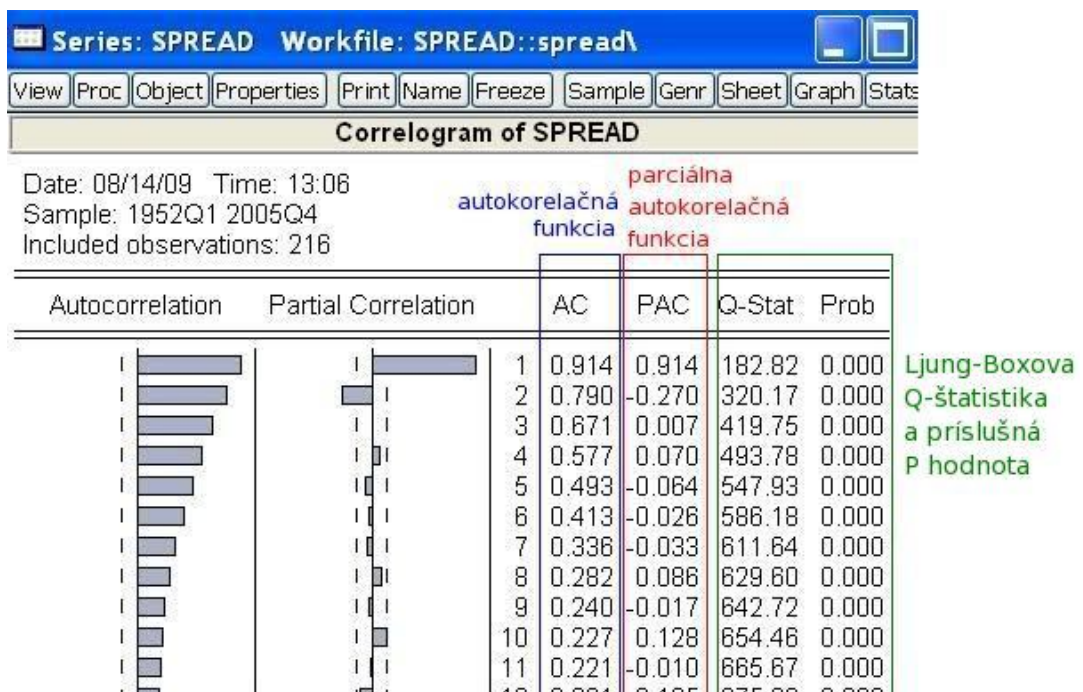
a potvrdíme, že chceme korelácie tejto premennej (nie diferencií):



- Dostaneme výstup, ktorý obsahuje autokorelačnú a parciálnu autokorelačnú funkciu:

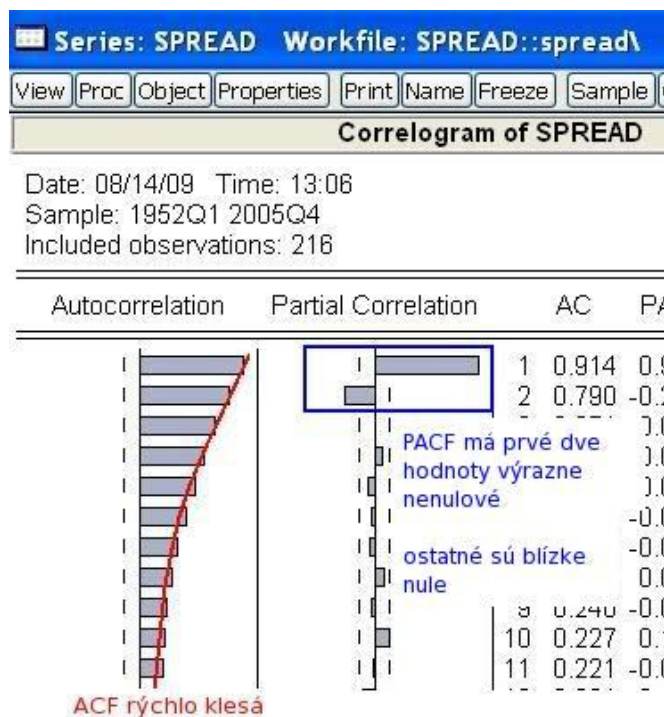


- Pozrime sa bližšie, čo všetko tento výstup obsahuje:



- **Výber modelu:**

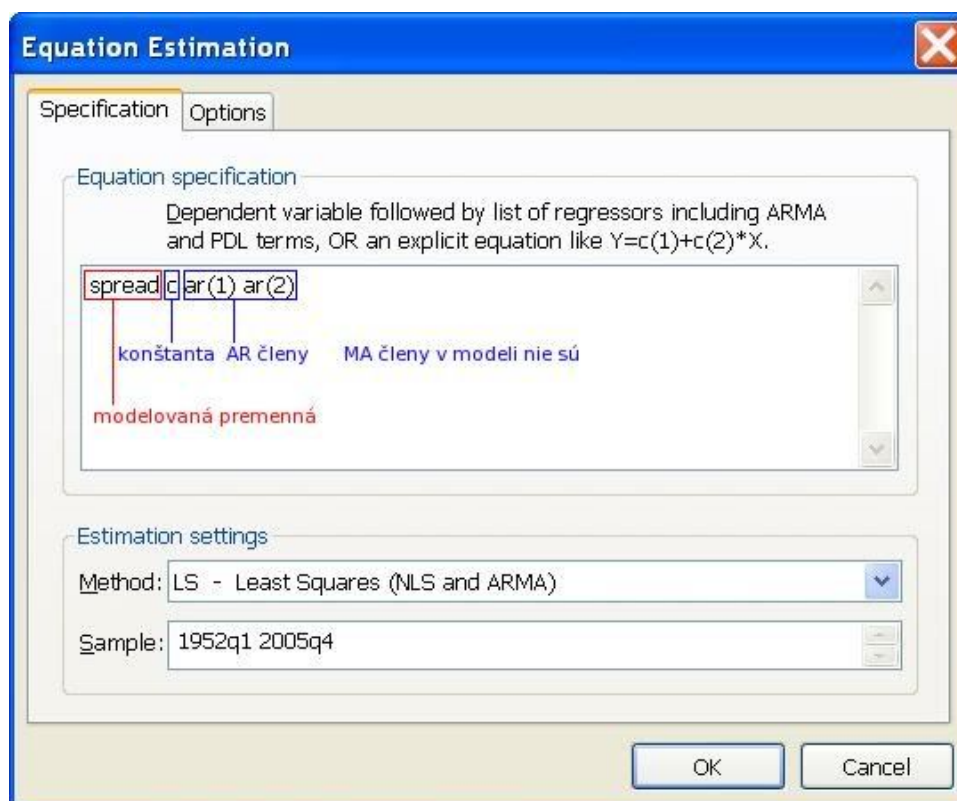
- Pozrieme sa na priebeh ACF a PACF:



- Porovnáme ich so známym priebehom teoretickej ACF a PACF procesov. Na základe toho sa rozhodneme pre AR(2) model.
- Môže sa stať, že takýto jednoznačný záver nebudeme vedieť spraviť. Môžeme potom vyskúšať niekoľko modelov. Čo si treba na odhadnutom modeli všimnúť, ako zistiť, či je model vyhovujúci - tomu sa budeme venovať o chvíľu.

• **Odhadnutie modelu v EViews:**

- V menu klikneme na **Quick - Estimate Equation**.
- Zapišeme modelovanú premennú, konštantu, AR členy (ar(1), ar(2), ... ar(p)) a MA členy (ma(1), ma(2), ... ma(q)). V tomto prípade odhadujeme AR(2) model, zapišeme teda:



- Výstup, ktorý dostaneme:

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.961125	0.442747	2.170820	0.0311
AR(1)	1.182326	0.065794	17.97022	0.0000
AR(2)	-0.288833	0.065714	-4.395298	0.0000
R-squared	0.854059	Mean dependent var	1.012180	
Adjusted R-squared	0.852675	S.D. dependent var	1.795553	
S.E. of regression	0.689185	Akaike info criterion	2.107305	
Sum squared resid	100.2198	Schwarz criterion	2.154491	
Log likelihood	-222.4816	Hannan-Quinn criter.	2.126372	
F-statistic	617.3939	Durbin-Watson stat	1.990773	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.84	.34		

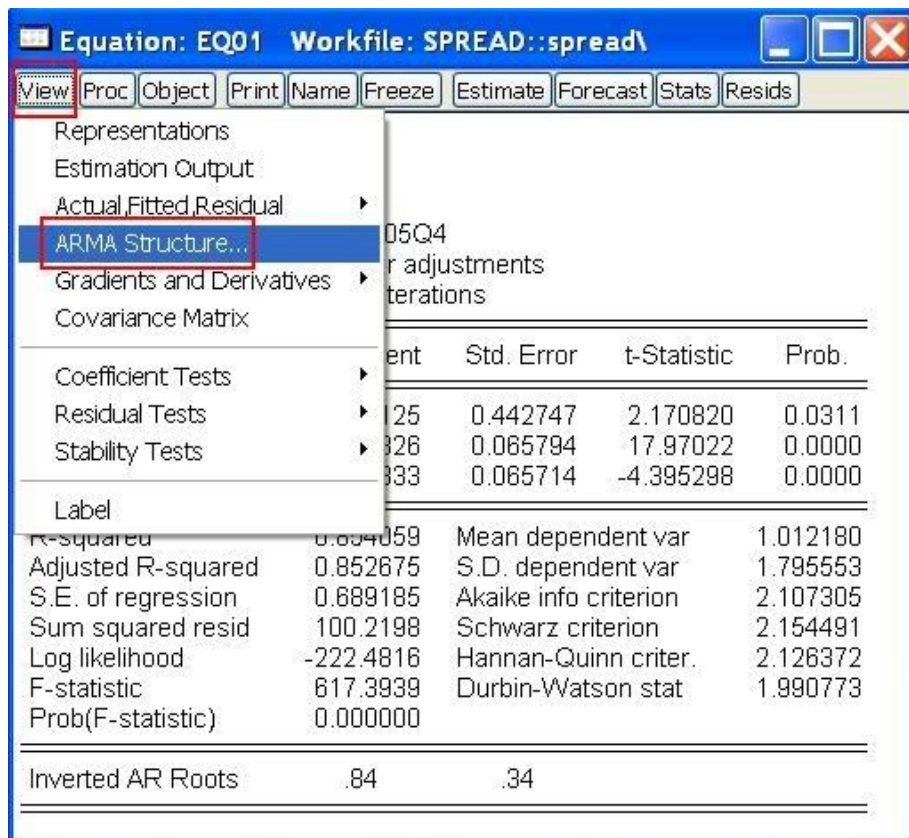
- **Overenie podmienok stacionarity a invertovateľnosti:**

- Zopakujme si, čo budeme overovať:
 - Podmienka stacionarity - pre AR modely a pre ARMA modely (vychádza z AR časti modelu).
 - Podmienka invertovateľnosti - pre MA modely a pre ARMA modely (vychádza z MA časti modelu)
 - Obe podmienky overujeme pomocou príslušného polynómu - **prevrátené hodnoty koreňov musia byť vnútri jednotkového kruhu.**
- V tomto prípade máme AR proces, overujeme teda iba podmienku stacionarity. Korene sú priamo v okne s odhadnutým modelom:

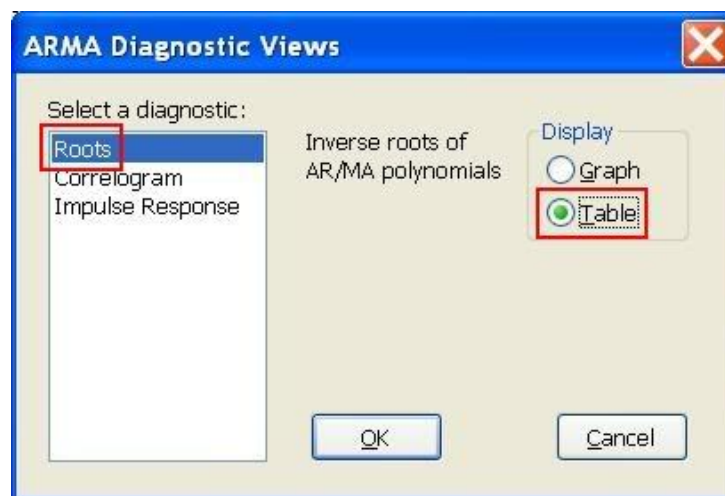
Sum squared resid	100.2198	Schwarz criterion	2.154491
Log likelihood	-222.4816	Hannan-Quinn criter.	2.126372
F-statistic	617.3939	Durbin-Watson stat	1.990773
Prob(F-statistic)	0.000000		
Inverted AR Roots	.84	.34	

Vidíme, že ich absolútna hodnota je menšia ako 1, a teda podmienka stacionarity je splnená.

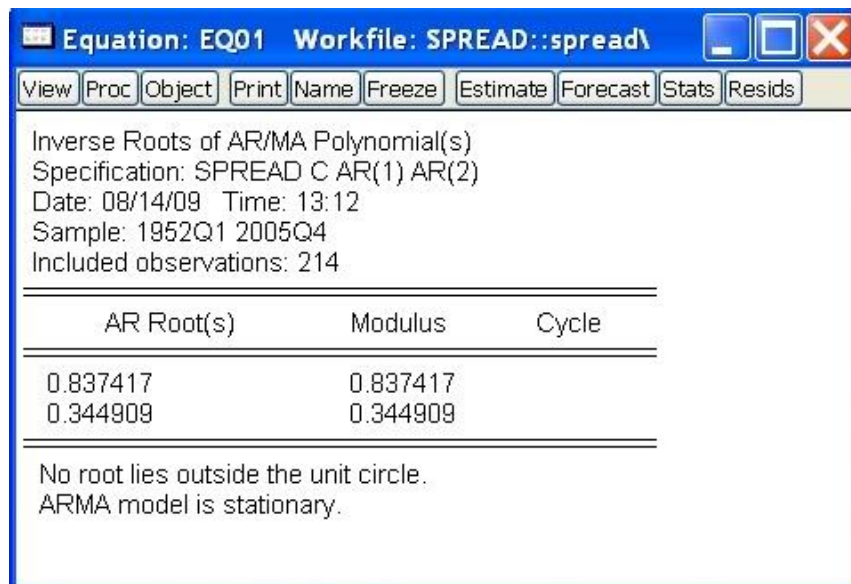
- Ak výjdu komplexné korene, je praktické pozrieť si priamo ich absolútne hodnoty (namiesto ich ručného výpočtu). V okne s odhadnutou rovnicou klikneme na **View**, kde vyberieme **ARMA Structure**:



Zobrazí sa okno **ARMA Diagnostic View**, v ktorom zvolíme **Roots** a zobrazenie výsledku v tabuľke (**Table**):

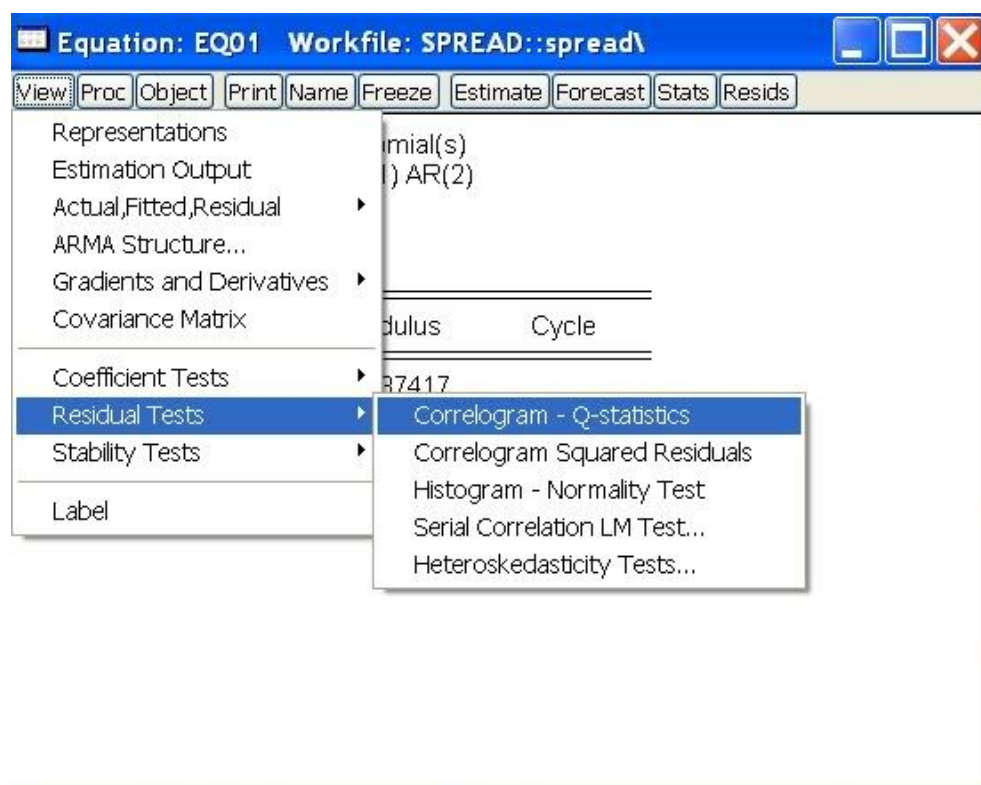


Dostaneme:

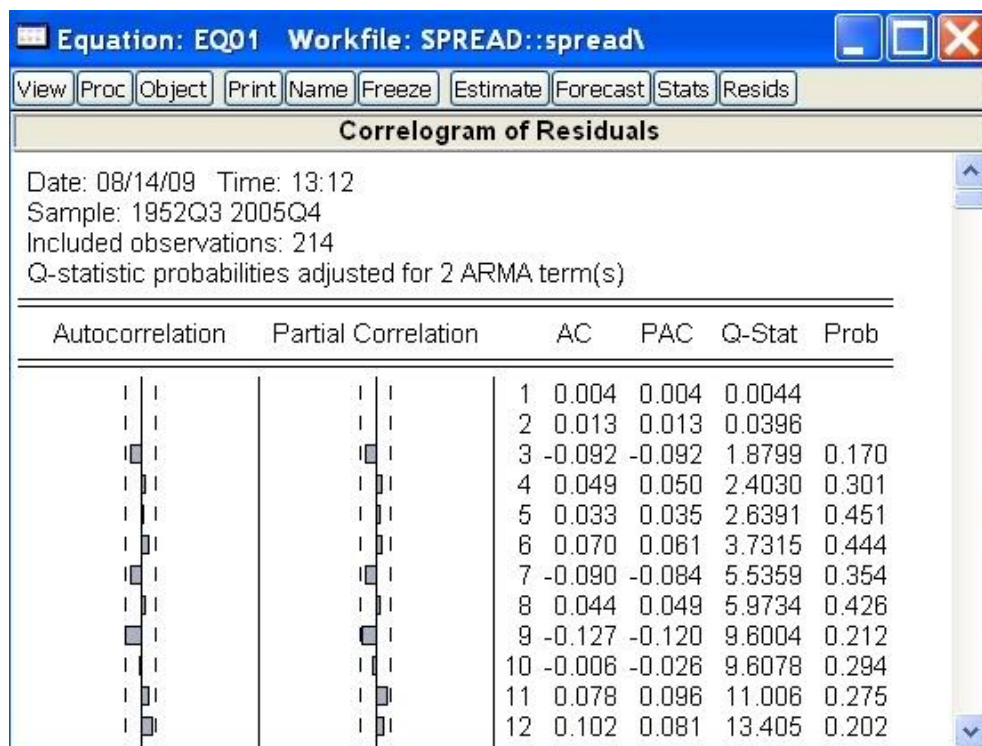


- **Kontrola rezíduí**

- **Rezíduá musia byť bielym šumom, nemôže v nich zostať teda žiadna autokorelácia.**
- V okne s odhadnutou rovnicou klikneme na **View** a spomedzi **Residual Tests** vyberieme **Correlogram - Q-Statistics**:



Dostaneme:



Pozrieme sa na intervaly spoľahlivosti, ako aj na Q-štatistiku. Model, ktorý sme zostavili, je aj na základe tohto testu vyhovujúci.

- Výpočet Q-štatistiky je rovnaký ako predtým, keď sme počítali ACF pre zvolený časový rad. Ak ale časový rad predstavuje rezíduá, počet stupňov voľnosti závisí od toho, koľko ARMA členov obsahuje rovnica, z ktorej rezíduá vznikli. Preto je nevyhnutné, aby sme pracovali s oknom s rovnicou a testami z ponuky Residual Tests. Otvorením radu rezíduí a zobrazením jeho korelogramu by sme nedostali správne výsledky - pri výpočte P hodnôt by sa nezobrala do úvahy zmena počtu stupňov voľnosti.

• **Záver**

- Na modelovanie rozdielu dlhodobej a krátkodobej úrokovej miery použijeme AR(2) model a na základe výstupu z EViews zapíšeme odhadnutú rovnicu, ktorou sa modelovaná premenná riadi (postup pre všeobecný ARMA model v nasledujúcom odstavci).

:: Zápis rovnice z výstupu EViews ::

- Predpokladajme, že sme odhadli ARMA(2,2) model a dostali nasledovný výstup:

Dependent Variable: SPREAD
Method: Least Squares
Date: 10/02/09 Time: 18:30
Sample (adjusted): 3 216
Included observations: 214 after adjustments
Convergence achieved after 16 iterations
Backcast: 1 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.945871	0.481295	1.965263	0.0507
AR(1)	0.009916	0.117163	0.084634	0.9326
AR(2)	0.745537	0.110194	6.765656	0.0000
MA(1)	1.172727	0.118986	9.856026	0.0000
MA(2)	0.327399	0.069595	4.704361	0.0000

Dependent Variable: SPREAD označme $y_t = 0.9459 + u_t$
 Method: Least Squares
 Date: 10/02/09 Time: 18:30
 Sample (adjusted): 3 216
 Included observations: 214 after adjustments
 Convergence achieved after 16 iterations
 Backcast: 1 2

$$u_t = 0.0099 u_{t-1} + 0.7455 u_{t-2} + \text{eps}_t$$

AR členy

$$+ 1.1727 \text{eps}_{t-1} + 0.3274 \text{eps}_{t-2}$$

MA členy

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.945871	0.481295	1.965263	0.0507
AR(1)	0.009916	0.117163	0.084634	0.9326
AR(2)	0.745537	0.110194	6.765656	0.0000
MA(1)	1.172727	0.118986	9.856026	0.0000
MA(2)	0.327399	0.069595	4.704361	0.0000

Ak chceme y_t vyjadrené pomocou predchádzajúcich hodnôt y , eps :

$$(1 - 0.0099 L - 0.7455 L^2) u_t = (1 + 1.1727 L + 0.3274 L^2) \text{eps}_t$$

$$(1 - 0.0099 L - 0.7455 L^2) (y_t - 0.9459) = (1 + 1.1727 L + 0.3274 L^2) \text{eps}_t$$

$$y_t - 0.0099 y_{t-1} - 0.7455 y_{t-2} - c = \text{eps}_t + 1.1727 \text{eps}_{t-1} + 0.3274 \text{eps}_{t-2}$$

kde $c = 0.9459 \cdot (1 - 0.0099 - 0.7455)$

Záver:

$$y_t = c + 0.0099 y_{t-1} + 0.7455 y_{t-2} + \text{eps}_t + 1.1727 \text{eps}_{t-1} + 0.3274 \text{eps}_{t-2}$$

konštanta je iná
 $= (\text{konštanta z výstupu}) \cdot (1 - \text{súčet AR koeficientov})$

rovnaké koeficienty, ako vyšli pri AR a MA členoch

:: Konštrukcia predikcií ::

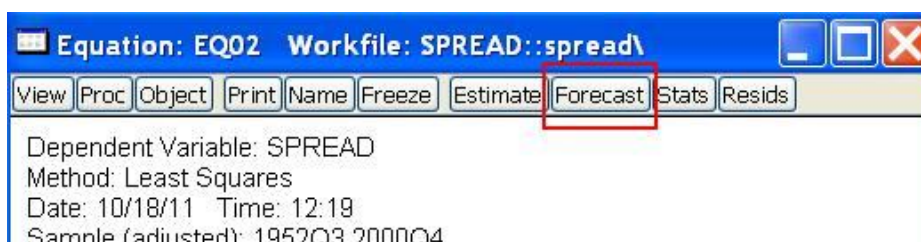
- Dobrým spôsobom, ako otestovať model, je **odhadnúť ho z menšieho počtu dát, spraviť predikcie a porovnať ich so skutočnými hodnotami.**
- Odhadneme predchádzajúci model, pričom použijeme dáta iba do konca roku 2000. Zvyšné použijeme na porovnanie s hodnotami predikcií z tohto modelu.

Dependent Variable: SPREAD
 Method: Least Squares
 Date: 10/18/11 Time: 12:19
 Sample (adjusted): 1952Q3 2000Q4
 Included observations: 194 after adjustments
 Convergence achieved after 3 iterations

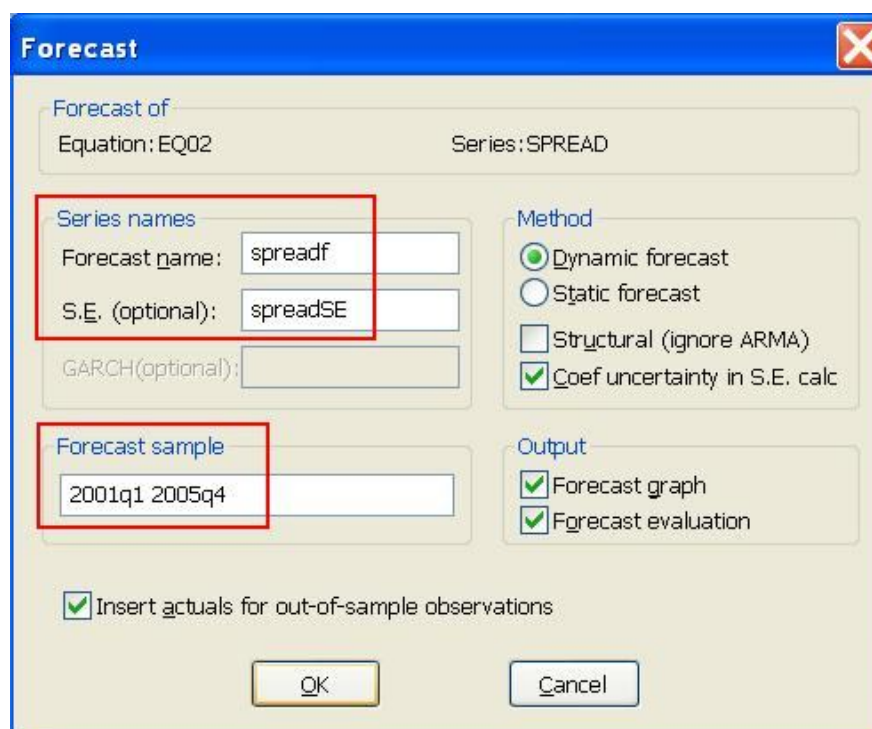
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.991653	0.491859	2.016132	0.0452
AR(1)	1.179406	0.069253	17.03031	0.0000
AR(2)	-0.284676	0.069371	-4.103692	0.0001
R-squared	0.852876	Mean dependent var		1.074174
Adjusted R-squared	0.851335	S.D. dependent var		1.866424
S.E. of regression	0.719638	Akaike info criterion		2.195206
Sum squared resid	98.91483	Schwarz criterion		2.245740
Log likelihood	-209.9350	Hannan-Quinn criter.		2.215669
F-statistic	553.6124	Durbin-Watson stat		1.990136
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.84	.34		

- **Konštrukcia predikcii**

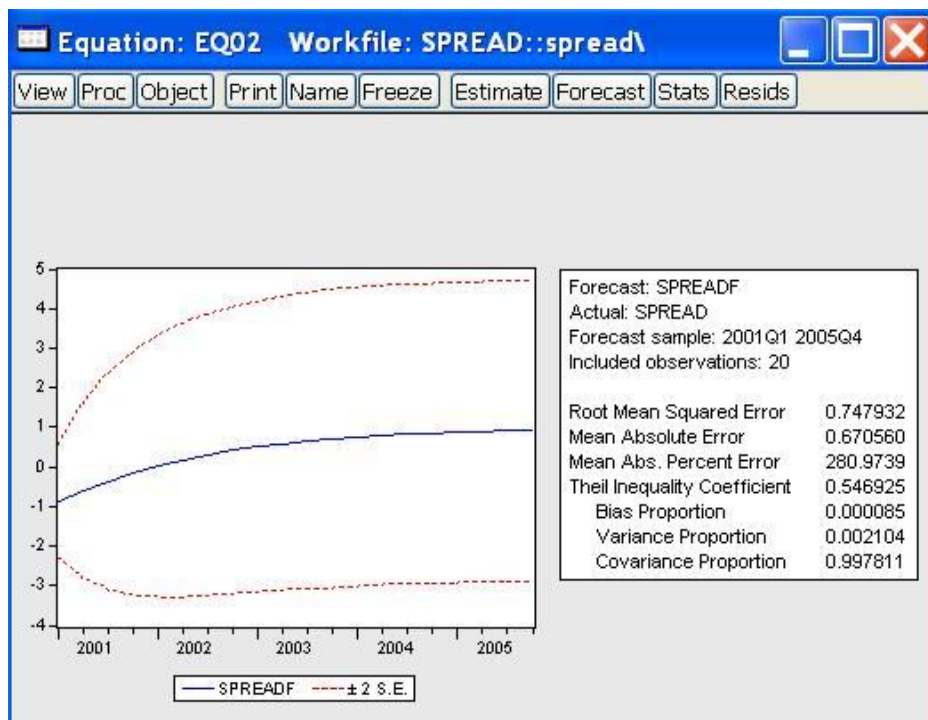
- V okne s odhadnutou rovnicou klikneme na **Forecast**:



- Zapišeme obdobie, pre ktoré chceme počítať predikcie a názvy premenných, do ktorých chceme uložiť tieto predikcie a ich štandardné odchýlky:



- Čo dostaneme - predikcie, intervaly spoľahlivosti, tabuľku:



Čo vyjadrujú hodnoty v tabuľke:

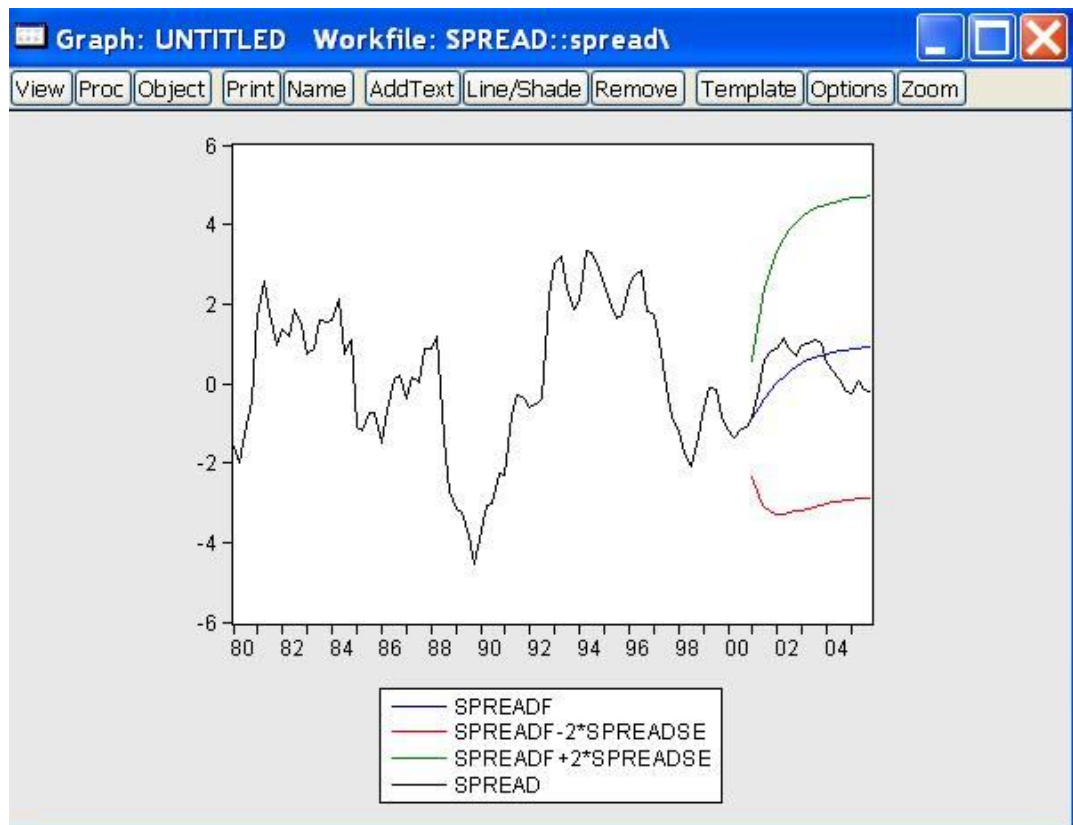
- **Root Mean Squared Error, Mean Absolute Error, Mean Absolute Perc. Error** - stredná kvadratická a absolútna chyba
- **Theil Inequality Coefficient** - číslo medzi nulou a jednotkou, nula znamená dokonalý fit
- **Bias, Variance, Covariance proportion** - v súčte dávajú jednotku. Prvé dve hodnoty hovoria o tom, ako sa priemer a variácia predikcií líšia od priemeru a variácie skutočných dát. Posledná hodnota meria zvyšnú, nesystematickú predikčnú chybu. Dobrý model by mal mať nízku hodnotu **Bias** a **Variance proportion**, väčšina predikčnej chyby by mala byť zahrnutá v **Covariance proportion**.

Konkrétny výpočet týchto hodnôt - v helpe.

- Pomocou uložených hodnôt predikcií a štandardných odchýlok môžeme nakresliť graf, v ktorom porovnáme predikcie a intervaly spoľahlivosti so skutočným vývojom:



Dostaneme:



:: Cvičenie ::

- **Dáta a model:**

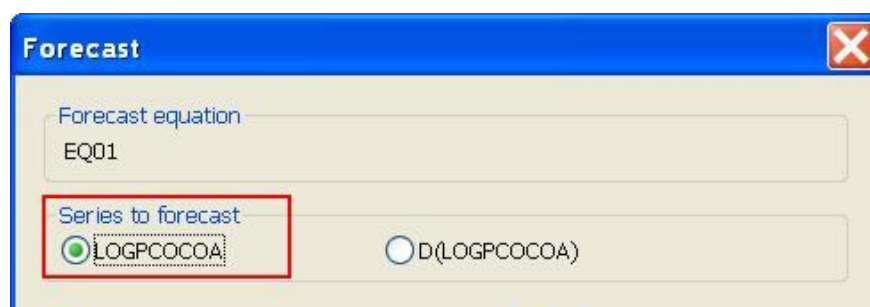
- *Ben Vogelpang: Econometrics. Theory and Applications with EViews. Pearson Education Limited, 2005. Chapter 14.7. - The Box-Jenkins Approach in Practice*
- Mesačné dáta, január 1960 - september 2002.
- Dáta vo formáte xls: [na stránke učebnice](#), súbor **pcocoftea.xls**, zaujímajú nás hodnoty **pcocoa**; dáta načítané do workfilu: [\[pcocoa.wfl\]](#). Budeme pracovať s logaritmi týchto cien.
- Z prednášky: pre diferenciácie týchto dát je vhodný MA(1) model.

- **Úlohy:**

- Zopakujete výpočty uvedené na prednáške:
 - Zobrazte ACF pre logaritmy a ich diferenciácie.
 - Odhadnite model MA(1), overte stacionaritu a invertovateľnosť, pozrite sa na autokoreláciu rezíduí.
 - Odhadnite ARMA(2,1) model a porovnajte ich.
- Odhadnite model tak, že vynecháte nejaké posledné pozorovania (rok, pár rokov). Spravte predikcie pre logaritmus cien v tomto období a porovnajte ich so skutočnými hodnotami.

Poznámky

- Keďže budeme robiť predikcie pre $\log(\text{pcocoa})$, odhadovaná rovnica musí obsahovať túto premennú. Vytvoríme teda novú premennú **logpcocoa**, modelovaná premenná (pri zápise do okna so špecifikáciou rovnice) bude **D(logpcocoa)**.
- Pri predikciách treba vyznačiť, že chceme predikcie pre pôvodnú premennú, nie pre jej diferenciácie:



Časové rady, FMFI UK Bratislava, 2011.

E-mail: stehlikova@pc2.iam.fmph.uniba.sk

Web: <http://pc2.iam.fmph.uniba.sk/institute/stehlikova/>

