

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Καθ. Θεόδωρος Καρακασίδης
Δρ Αθανάσιος Φράγκου

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Βιώσιμη Διαχείριση Περιβαλλοντικών Αλλαγών και
Κυκλική Οικονομία»

Πρόβλεψη (ορισμοί)

Αφού εκτιμήσαμε ένα μοντέλο $AR(p)$ για μια χρονοσειρά που της έχουμε αφαιρέσει την τάση και την περιοδικότητα (στάσιμη) προχωρούμε στην πρόβλεψη τιμών.

Για τη χρονική στιγμή $n+1$ η πραγματική τιμή της χρονοσειράς με θεωρούμενη μη μηδενική μέση τιμή βασιζόμενη σε $AR(p)$ μοντέλο είναι

$$x_{n+1} = \varphi_0 + \varphi_1 x_n + \varphi_2 x_{n-1}, \dots, \varphi_p x_{n+1-p} + z_{n+1}$$

-Κατά πόσο μπορούν να προβλεφθούν επόμενα βήματα της χρονοσειράς;

Πρόβλεψη (ορισμοί)

Πρόβλεψη χρονοσειράς είναι η εκτίμηση μιας τιμής της χρονοσειράς ή γενικότερα του υπό μελέτη μεγέθους για συγκεκριμένα χρονικά βήματα στο μέλλον, από μια δεδομένη χρονική στιγμή n , όταν οι τιμές της χρονοσειράς είναι γνωστές για όλες τις χρονικές στιγμές μέχρι το χρόνο n .

Για την **πρόβλεψη** n παρατηρήσεων του υπό μελέτη μεγέθους

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$$

για T χρονικές στιγμές στο μέλλον x_{n+T} βρίσκουμε την μέση τιμή της

$$x_n(T) = E[x_{n+T} / x_n, x_{n-1}, x_{n-2}, \dots]$$

n αφετηρία πρόβλεψης

T ορίζοντας πρόβλεψης

Πρόβλεψη με το Αυτοπαλινδρομούμενο μοντέλο

Βάσει ποιων παρατηρήσεων γίνεται η πρόβλεψη;

Από τα προηγούμενα Έστω ότι έχουμε εκτιμήσει ένα μοντέλο $AR(p)$ σε μια στάσιμη χρονοσειρά και η πραγματική τιμή της χρονοσειράς βάσει του μοντέλου δίνεται από

$$x_{n+1} = \varphi_0 + \varphi_1 x_n + \varphi_2 x_{n-1}, \dots, \varphi_p x_{n+1-p} + Z_{n+1}$$

Με γνωστές τις τιμές $x_n, x_{n-1}, x_{n-2}, \dots$ (δηλαδή τις προηγούμενες) η πρόβλεψη της επόμενης τιμής x_{n+1} είναι με ορίζοντα πρόβλεψης $T=1$

$$\begin{aligned} x_n(1) &= E[x_{n+1}/x_n, x_{n-1}, x_{n-2}, \dots, x_{n+1-p}] \\ &= \varphi_0 + \varphi_1 x_n + \varphi_2 x_{n-1}, \dots, \varphi_p x_{n+1-p} \end{aligned}$$

Αριθμός τελευταίων γνωστών παρατηρήσεων = p

Πρόβλεψη με το Αυτοπαλινδρομούμενο μοντέλο

Για ορίζοντα πρόβλεψης $T=1$

Σφάλμα πρόβλεψης

$$\varepsilon(1)_n = x_{n+1} - x_n(1) = z_{n+1}$$

Διασπορά Σφάλματος πρόβλεψης

$$\text{Var}[\varepsilon(1)_n] = \sigma_z^2$$

Διάστημα πρόβλεψης 95% για το ένα βήμα εμπρός

$$x_n(1) \pm 1.96\sigma_z^2$$

Πρόβλεψη με το Αυτοπαλινδρομούμενο μοντέλο

Για ορίζοντα πρόβλεψης $T=2$ με γνωστή την προηγούμενη πρόβλεψη $x_n(1)$ την αντικαθιστούμε στη σχέση

$$x_n(2) = \varphi_0 + \varphi_1 x_n + \varphi_2 x_{n-1}, \dots, \varphi_p x_{n+2-p}$$

και μας δίνει την πρόβλεψη για το x_{n+2}

Σφάλμα πρόβλεψης για δύο βήματα εμπρός

$$\varepsilon(2)_n = x_{n+2} - x_n(2) = \varphi_1(x_{n+1} - x_n(1)) + z_{n+2} = \varphi_1 z_{n+1} + z_{n+2}$$

Διασπορά σφάλματος πρόβλεψης για δύο βήματα εμπρός

$$\text{Var}[\varepsilon(2)_n] = (1 + \varphi_1^2)\sigma_z^2$$

Όσο αυξάνει ο ορίζοντας πρόβλεψης η πρόβλεψη $x_n(T)$ τείνει στη **μέση τιμή** της χρονοσειράς (δεν θεωρείται καλή πρόβλεψη)

Μοντέλα ARIMA

Μοντέλα ARIMA

Μέρος **κινούμενου μέσου** (moving average)

Λαμβάνουμε υπόψη εξωγενείς παράγοντες σε προηγούμενους χρόνους που επηρεάζουν το υπό μελέτη σύστημα για κάποια χρονική στιγμή t .

$$x_t = \phi_0 + \phi_1 x_{t-1} + \dots + \phi_p x_{t-p} + z_t - \theta_1 z_{t-1} - \dots - \theta_q z_{t-q}$$

**Αυτοπαλινδρομούμενο
μέρος τάξης p**

**Μέρος κινούμενου
μέσου τάξης q**

Μοντέλα ARIMA(p,d,q): ολοκληρωμένα μοντέλα τάξης p , q , με αριθμό διαφορών d

Μοντέλα ARIMA

Μοντέλα ARIMA(p,d,q): ολοκληρωμένα μοντέλα τάξης p , q , με αριθμό διαφορών d

Χρονοσειρά x_t προσδιορίζεται από ένα μοντέλο ARMA(p,q)

Η χρονοσειρά $\{y_t\}_{t=0}^N$ προσδιορίζεται από το **ολοκληρωμένο αυτοπαλινδρομούμενο μοντέλο κινούμενου μέσου** ή **ολοκληρωμένο μικτό μοντέλο** ARIMA($p,1,q$), όπου:

Ο δείκτης 1 δηλώνει ότι χρονοσειρά $\{x_t\}_{t=1}^N$ προσδιορίζεται από το μοντέλο ARMA(p,q) που αποτελεί τις πρώτες διαφορές της $\{y_t\}_{t=0}^N$

Τα ARIMA μοντέλα ορίζονται με επανάληψη του μετασχηματισμού των πρώτων διαφορών d φορές μέχρι ώστε η χρονοσειρά να γίνει στάσιμη.

Πρόβλεψη με μοντέλα ARIMA(p,d,q)

Μοντέλο ARIMA(p,1,q): ολοκληρωμένο μοντέλο τάξης p, q, με αριθμό διαφορών 1

Αρχική χρονοσειρά y_0, y_1, \dots, y_n εφαρμόζουμε **πρώτες διαφορές** $x_t = y_t - y_{t-1}$
Νέα χρονοσειρά x_1, x_2, \dots, x_n

Πρόβλεψη για **ένα** χρονικό βήμα $x_n(1)$ με μοντέλο ARMA(p,q) για τη χρονοσειρά πρώτων διαφορών x_1, x_2, \dots, x_n με σφάλμα $e_n(1)$

Πρόβλεψη για **T** χρονικά βήματα εμπρός

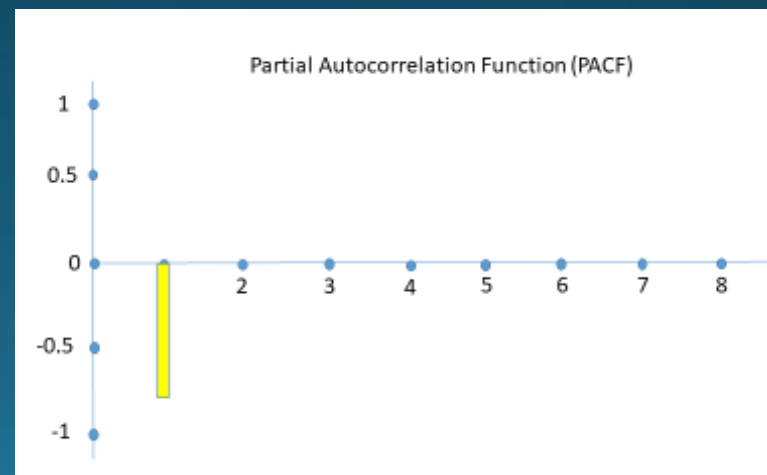
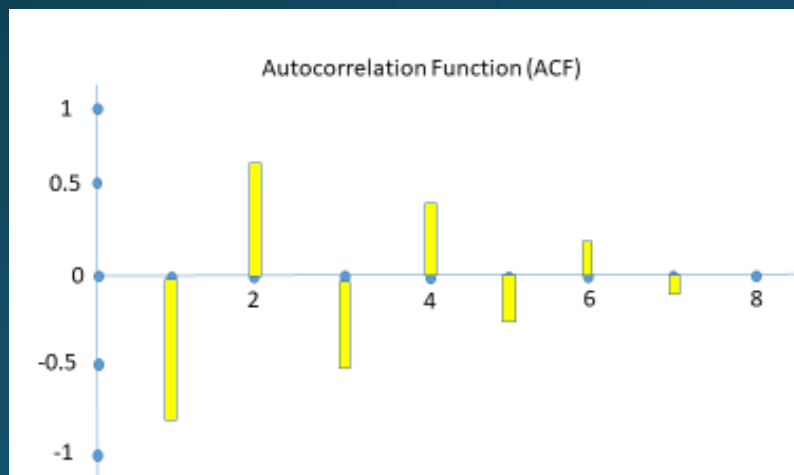
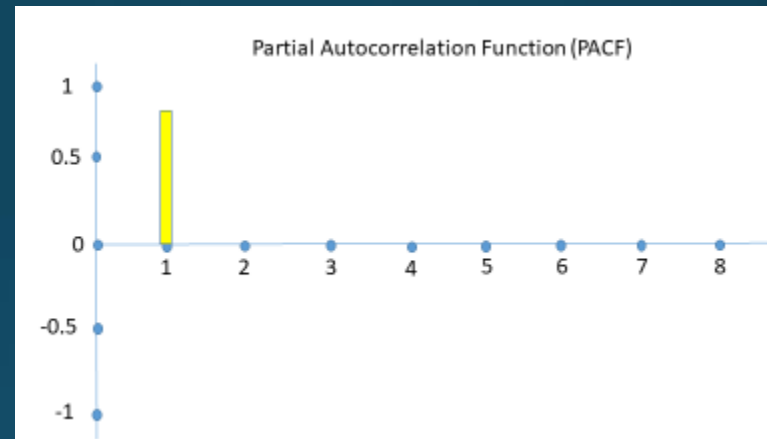
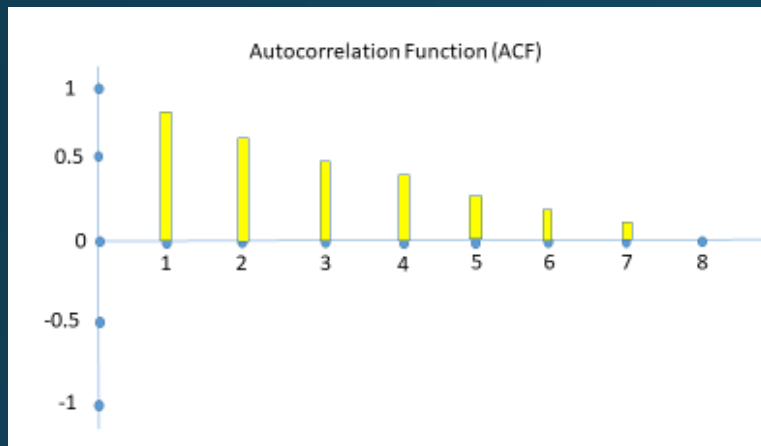
$$Y_n(T) = Y_n(T - 1) + x_n(T)$$

Διάφορα Μοντέλα και ACF - PACF

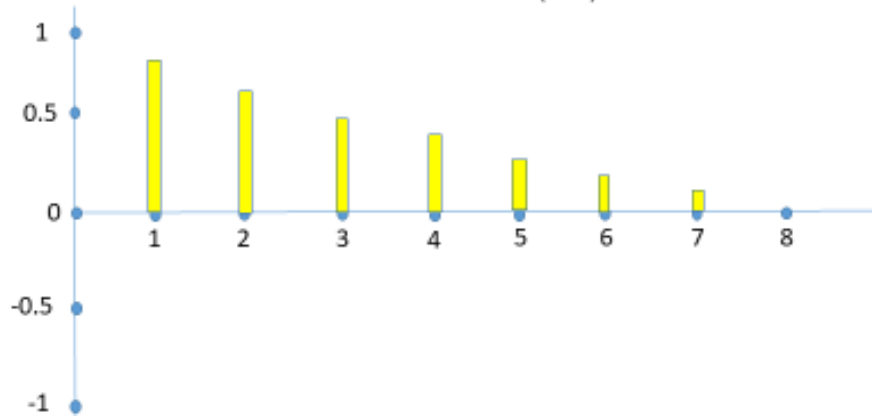
AR(1)

ACF: φθίνει στο μηδέν με εκθετική ή ημιτονοειδή πορεία

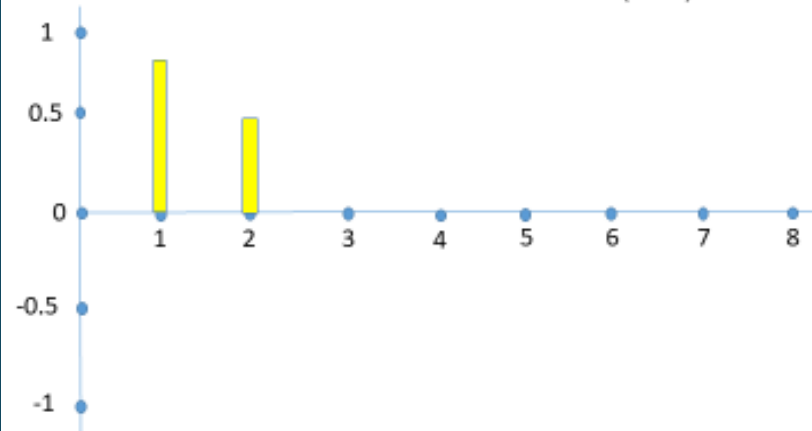
PACF: μηδενίζονται απότομα μετά από p χρονικές υστερήσεις



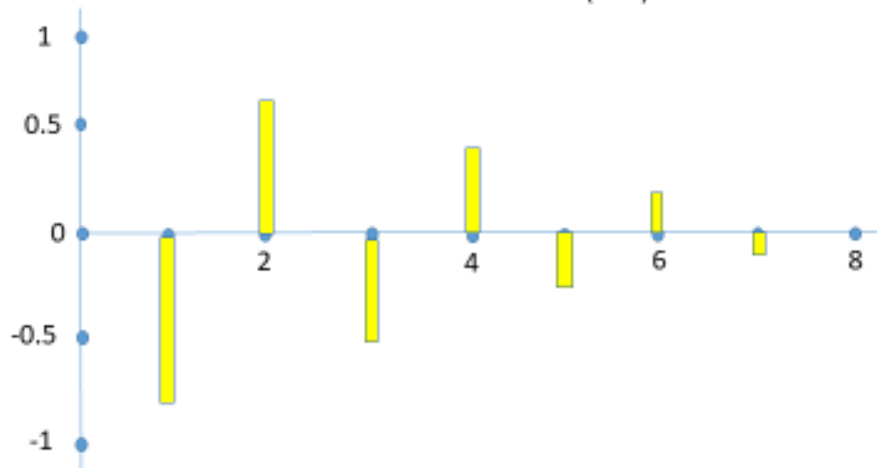
Autocorrelation Function (ACF)



Partial Autocorrelation Function (PACF)



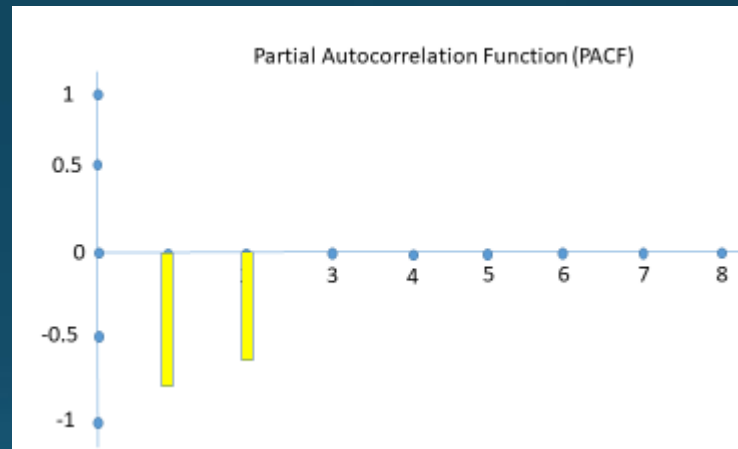
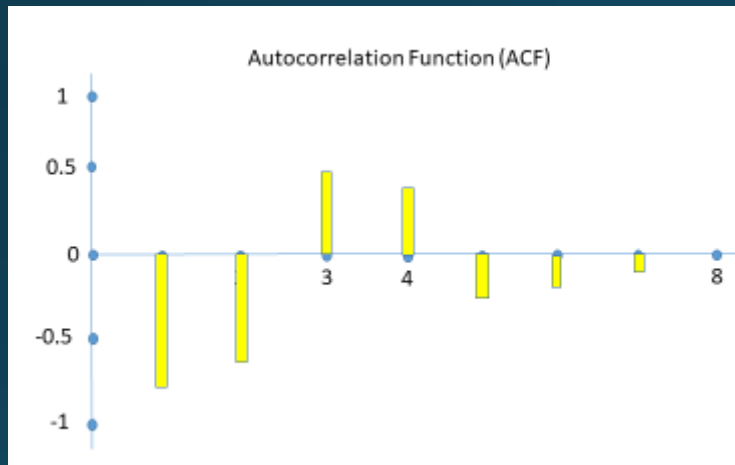
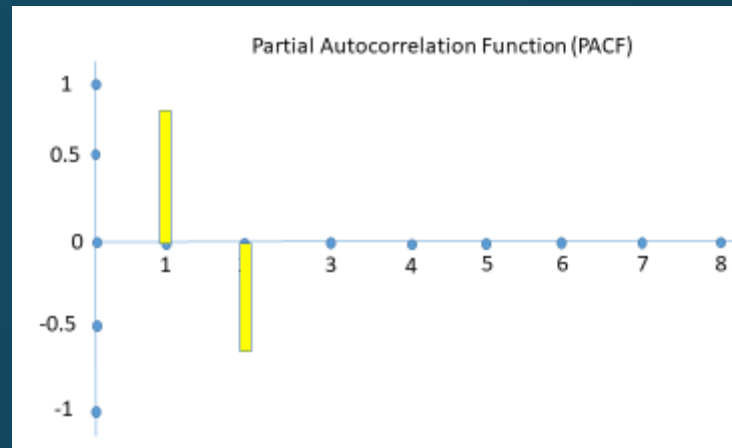
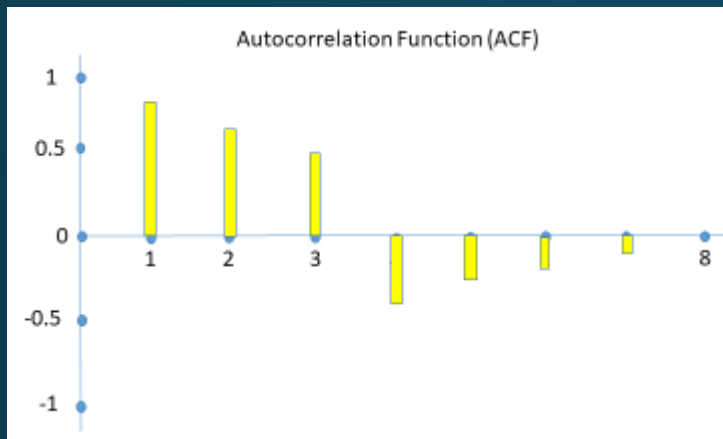
Autocorrelation Function (ACF)



Partial Autocorrelation Function (PACF)

**AR(2)****ACF:** εκθετική μείωση των τιμών,**PACF:**

απότομος μηδενισμός των τιμών, μετά από δύο χρον. υστερήσεις.

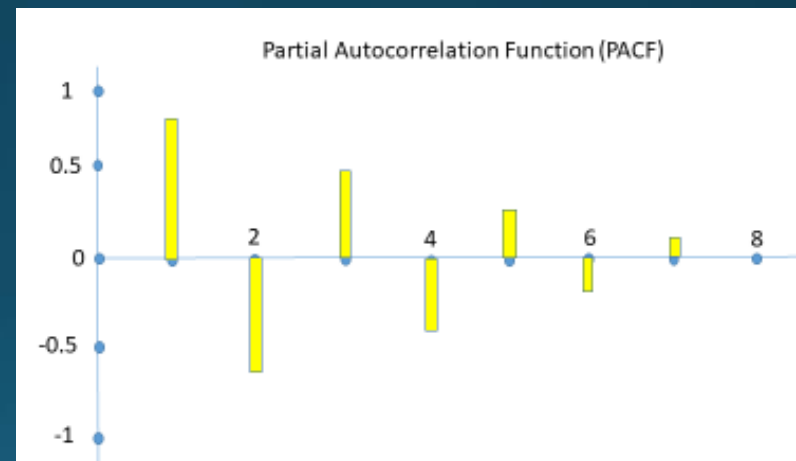
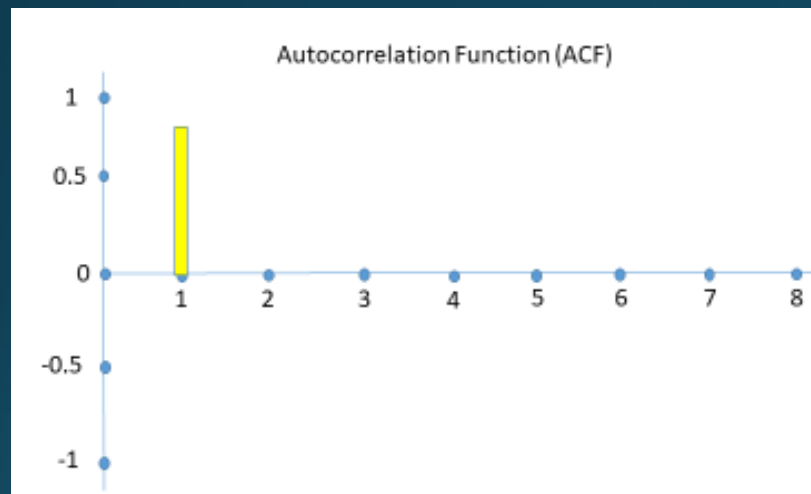
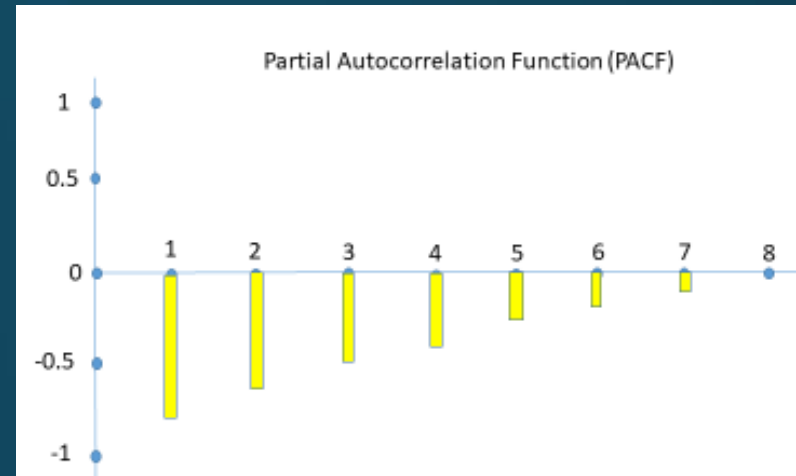
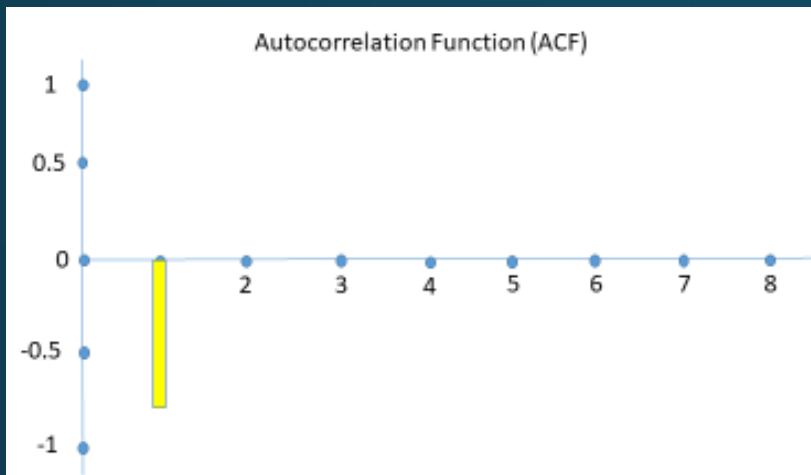


AR(2)

ACF: ημιτονοειδής μείωση των τιμών,

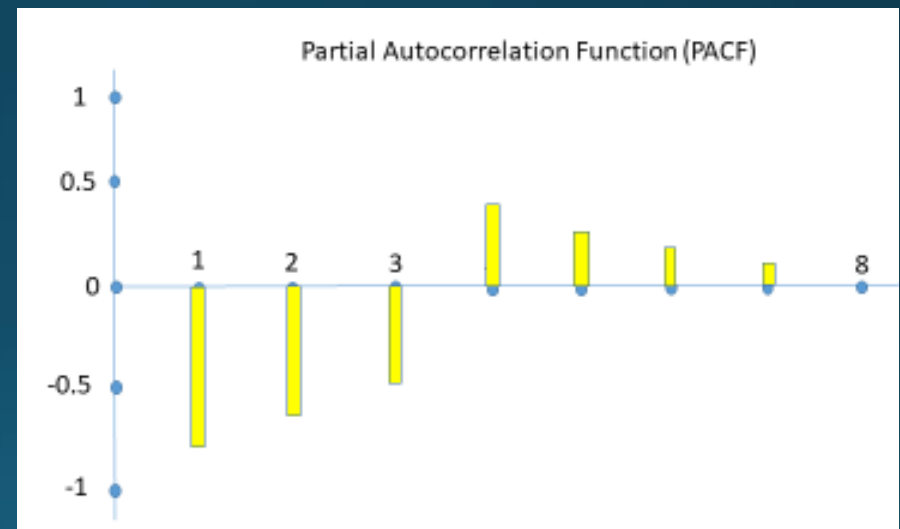
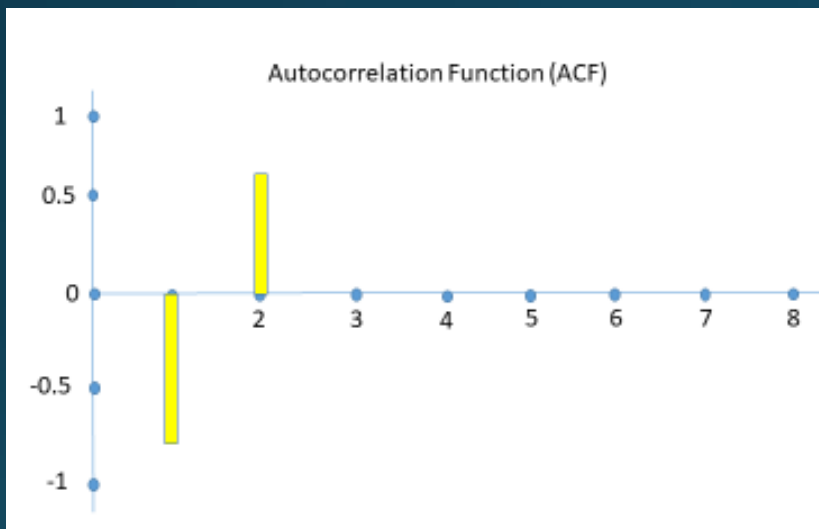
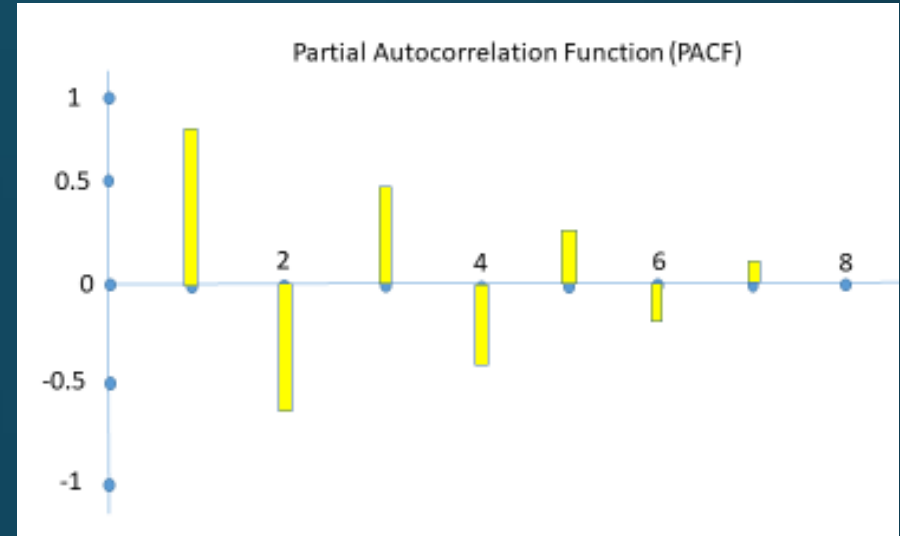
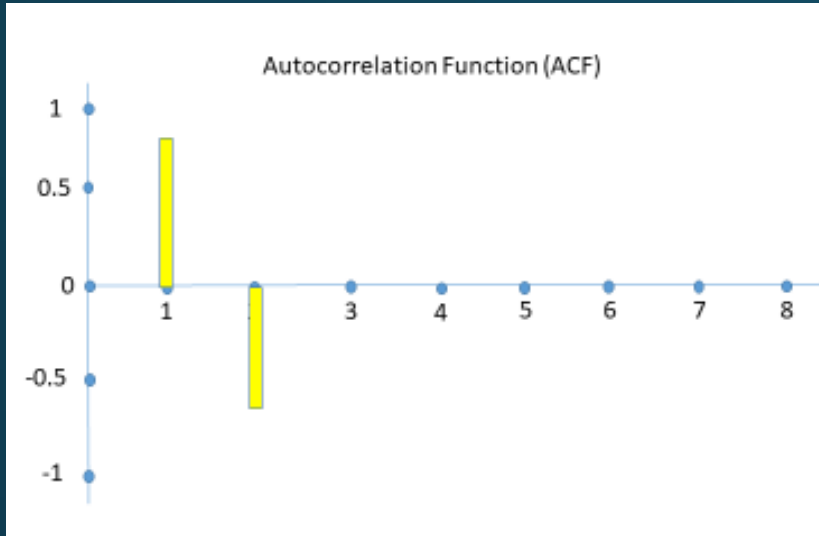
PACF:

απότομος μηδενισμός των τιμών, μετά από δύο χρον. υστερήσεις.



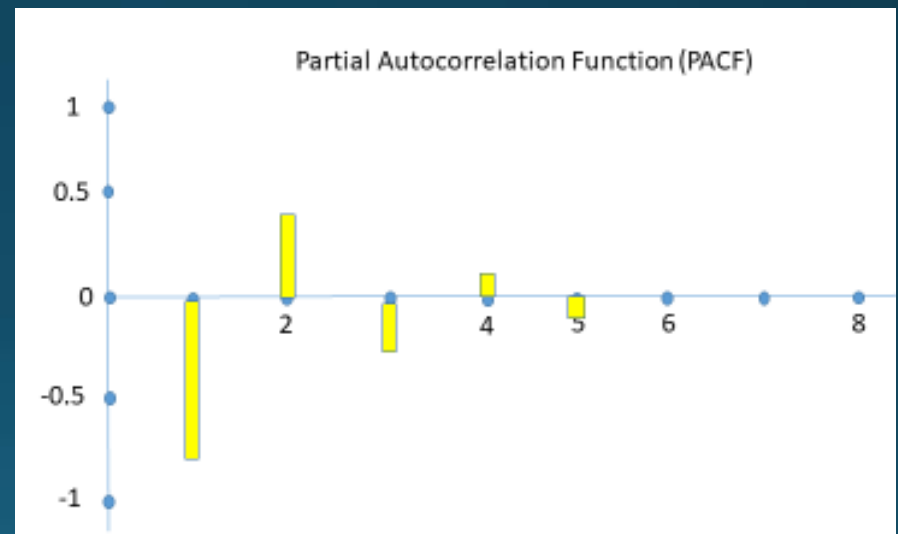
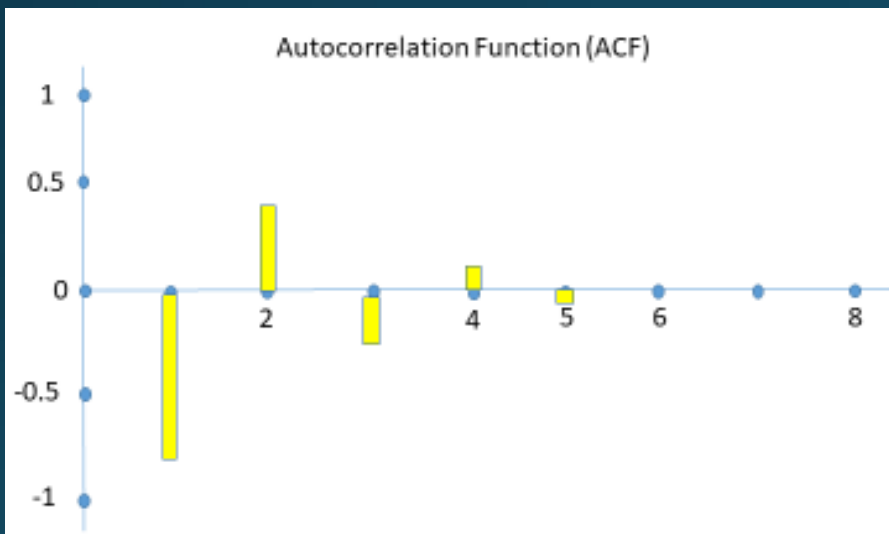
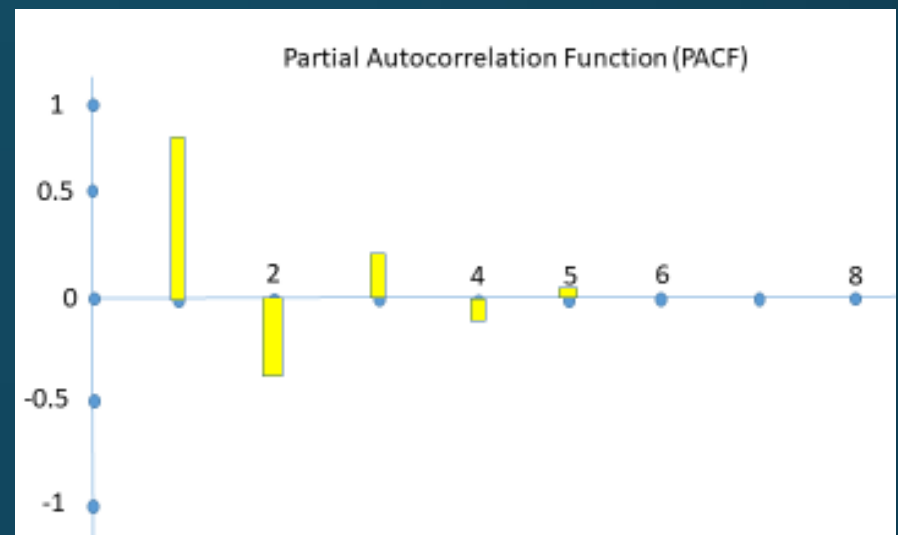
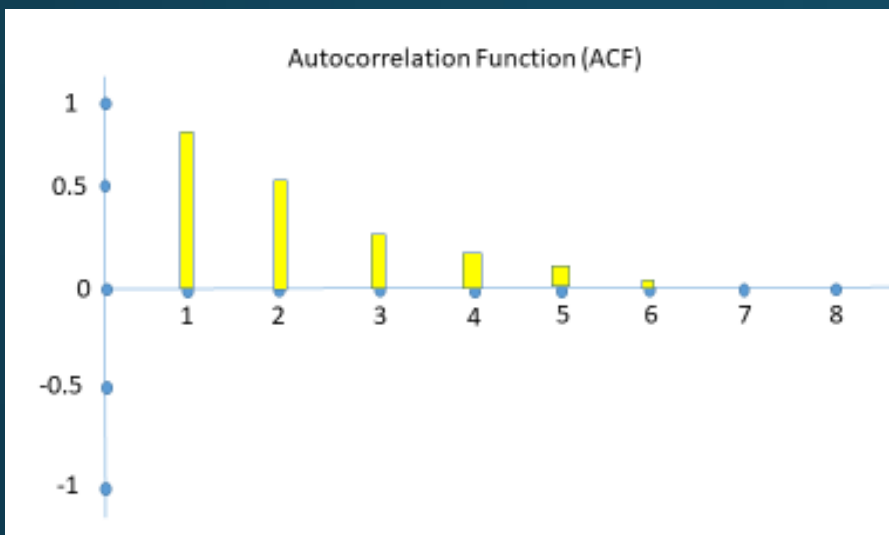
MA(1)

ACF: απότομη μείωση των τιμών,
PACF: Εκθετική μείωση



MA(2)

ACF: απότομη μείωση των τιμών,
PACF: Εκθετική ή ημιτονοειδής μείωση



ARIMA(1,1,1)

ACF: φθίνουν προς το μηδέν μετά από q , p χρονικές υστερήσεις,
PACF: φθίνουν προς το μηδέν μετά από p , q χρονικές υστερήσεις

ARIMA(1,1,1)

Συμπληρωματικά εξετάζουμε τη σημαντικότητα επιπλέον στατιστικών παραμέτρων (τιμή $p = 0$)

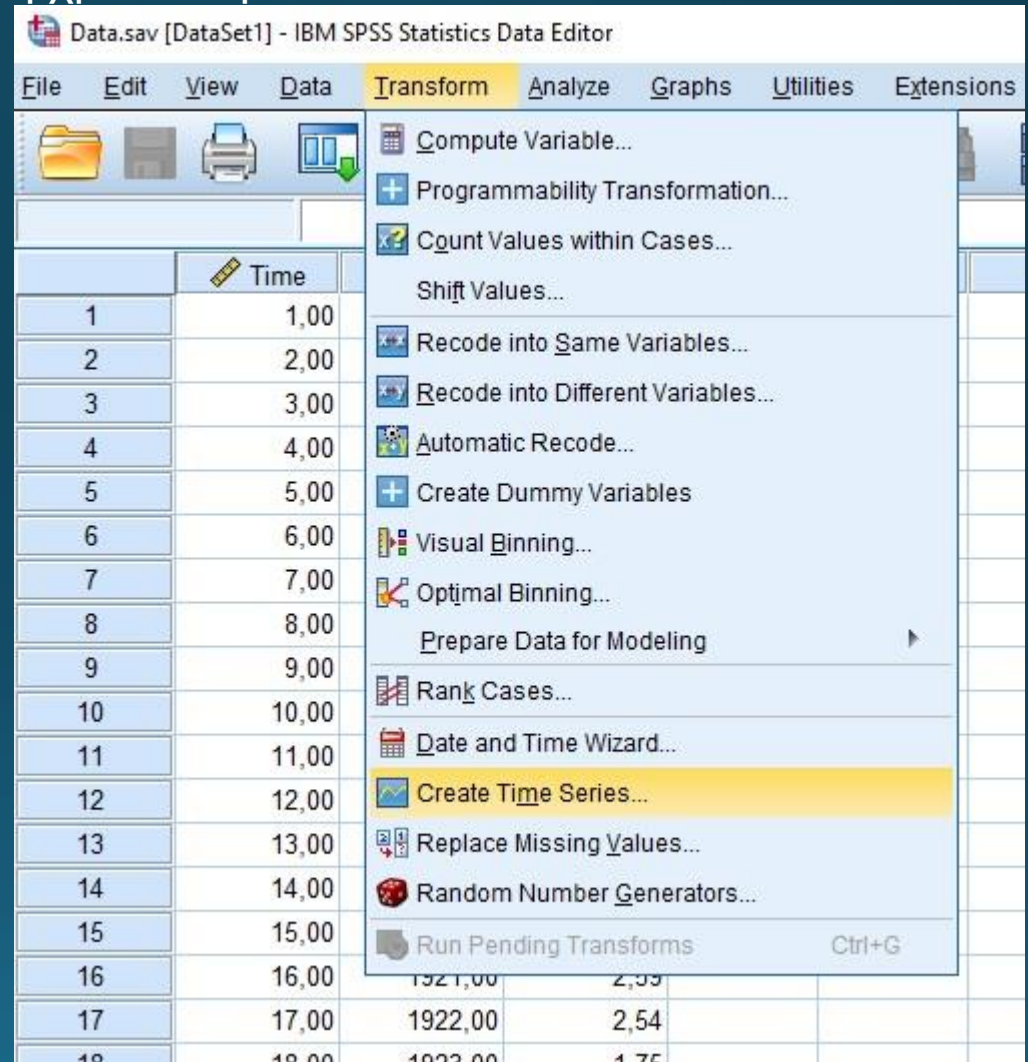
	Estimates	Std Error	t	Approx Sig
AR1	0,463	0,082	5,664	0,000
MA1	0,921	0,037	24,982	0,000

ARIMA (εφαρμογή)

Υπολογισμός διαφορών στην αρχική χρονοσειρά

Transform/Create Time Series

Δεδομένα: data.sav



Δεδομένα: <https://eclass.aegean.gr/modules/document/file.php/SAS142/>

ARIMA

Function -> Difference και στο Order πληκτρολογούμε τον αριθμό 1.
Επιλέγουμε την μεταβλητή **measure** και την
εισάγουμε στο πλαίσιο **New Variable**. Πατάμε το κουμπί OK

The screenshot displays the 'Create Time Series' dialog box. On the left, a list of variables includes 'Time', 'Year', and 'measure'. The 'Variable-> New name' field contains the expression 'measure_1=DIFF(measure 1)'. Below this, the 'Name and Function' section is configured with 'Name: measure_1', 'Function: Difference', 'Order: 1', and 'Span: 1'. The 'Current Periodicity' is set to 'None'. At the bottom, there are buttons for 'OK', 'Paste', 'Reset', 'Cancel', and 'Help'.

measure
-1,35
1,37
-,12
-,96
,03
-,70
-1,71
-2,48
,23
-,74
-,47
,19
,58
1,67
,59
2,59
2,54
1,75
2,07
1,99

ARIMA

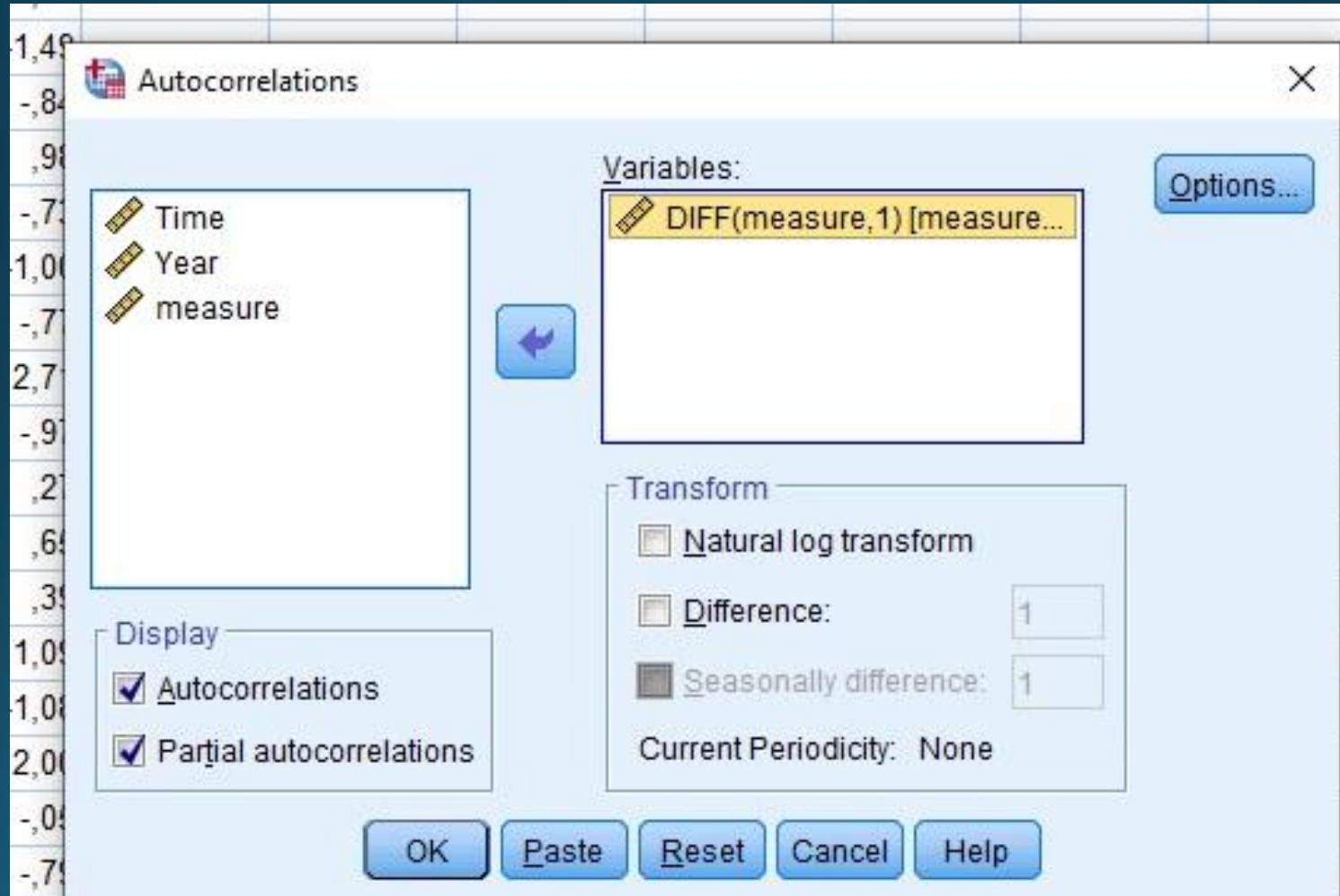
Νέα μεταβλητή `measure_1` που αποτελείται από τις πρώτες διαφορές της χρονοσειράς `measure`.



	Time	Year	measure	measure_1
1	1,00	1906,00	-1,35	.
2	2,00	1907,00	1,37	2,72
3	3,00	1908,00	-,12	-1,49
4	4,00	1909,00	-,96	-,84
5	5,00	1910,00	,03	,98
6	6,00	1911,00	-,70	-,73
7	7,00	1912,00	-1,71	-1,00
8	8,00	1913,00	-2,48	-,77
9	9,00	1914,00	,23	2,71
0	10,00	1915,00	-,74	-,97
1	11,00	1916,00	-,47	,27
2	12,00	1917,00	,19	,65
3	13,00	1918,00	,58	,39
4	14,00	1919,00	1,67	1,09
5	15,00	1920,00	,59	-1,08
6	16,00	1921,00	2,59	2,00
7	17,00	1922,00	2,54	-,05
8	18,00	1923,00	1,75	-,79
9	19,00	1924,00	2,07	,31
0	20,00	1925,00	1,29	-,78
1	21,00	1926,00	,55	-,74
2	22,00	1927,00	,22	,22

ARIMA

Υπολογισμός αυτοσυσχετίσεων – μερικών αυτοσυσχετίσεων



ARIMA

Τιμές αυτοσυσχέτισης

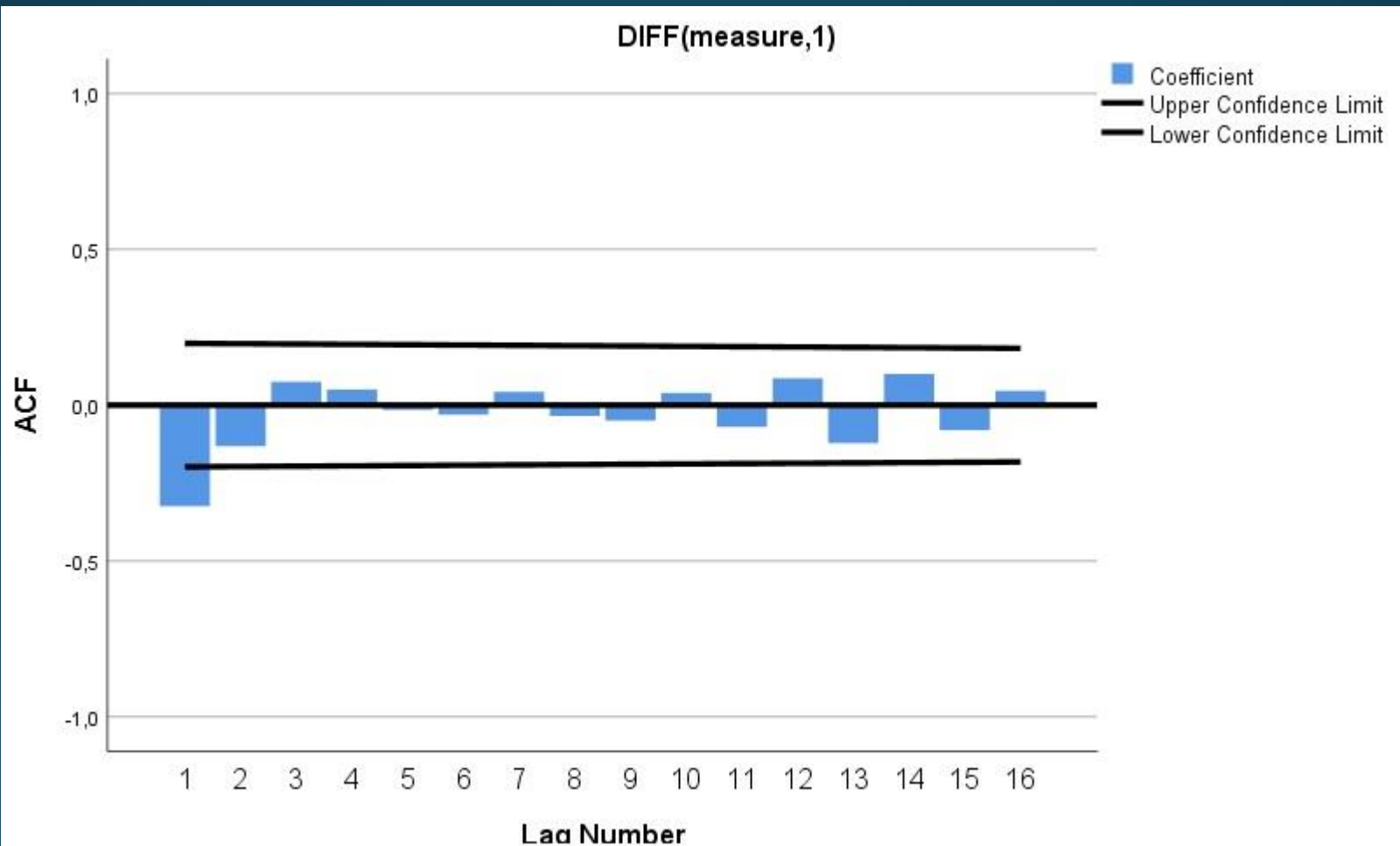
Autocorrelations					
Series: DIFF(measure,1)					
Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	-,324	,099	10,714	1	,001
2	-,132	,098	12,503	2	,002
3	,075	,098	13,083	3	,004
4	,050	,097	13,351	4	,010
5	-,015	,097	13,374	5	,020
6	-,031	,096	13,477	6	,036
7	,043	,096	13,675	7	,057
8	-,034	,095	13,806	8	,087
9	-,050	,095	14,081	9	,119
10	,039	,094	14,251	10	,162
11	-,070	,094	14,801	11	,192
12	,086	,093	15,652	12	,208
13	-,122	,093	17,378	13	,183
14	,100	,092	18,564	14	,182
15	-,080	,092	19,336	15	,199
16	,046	,091	19,594	16	,239

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

ARIMA

Απότομη μείωση των τιμών αυτοσυσχετισεων



ARIMA

Τιμές Μερικών
Αυτοσυσχετίσεων

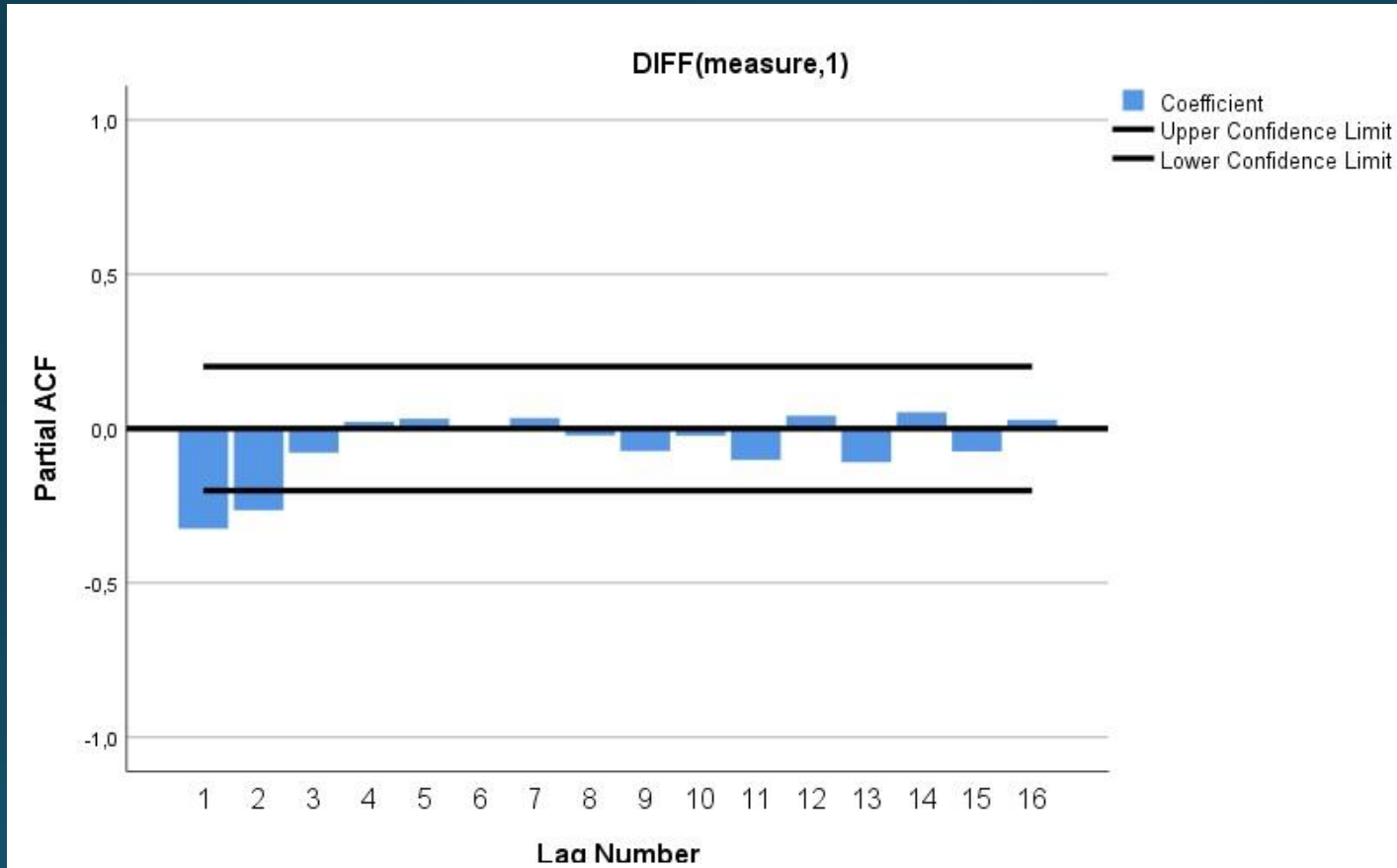
Partial Autocorrelations

Series: DIFF(measure,1)

Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error
1	-,324	,101
2	-,265	,101
3	-,078	,101
4	,022	,101
5	,032	,101
6	-,004	,101
7	,034	,101
8	-,022	,101
9	-,072	,101
10	-,023	,101
11	-,102	,101
12	,042	,101
13	-,109	,101
14	,053	,101
15	-,074	,101
16	,028	,101

ARIMA

Εκθετική μείωση τιμών μερικών αυτοσυσχετισεων



Εφαρμόζουμε μοντέλο ARIMA(0,1,1) , δηλ. MA(1) με πρώτες διαφορές

ARIMA

Για να εκτιμηθεί ένα $ARIMA(p, d, q)$ επιλέγουμε **Analyze/Forecasting/Create traditional Models** και ανοίγουμε το παράθυρο του **Time Series Modeler**.

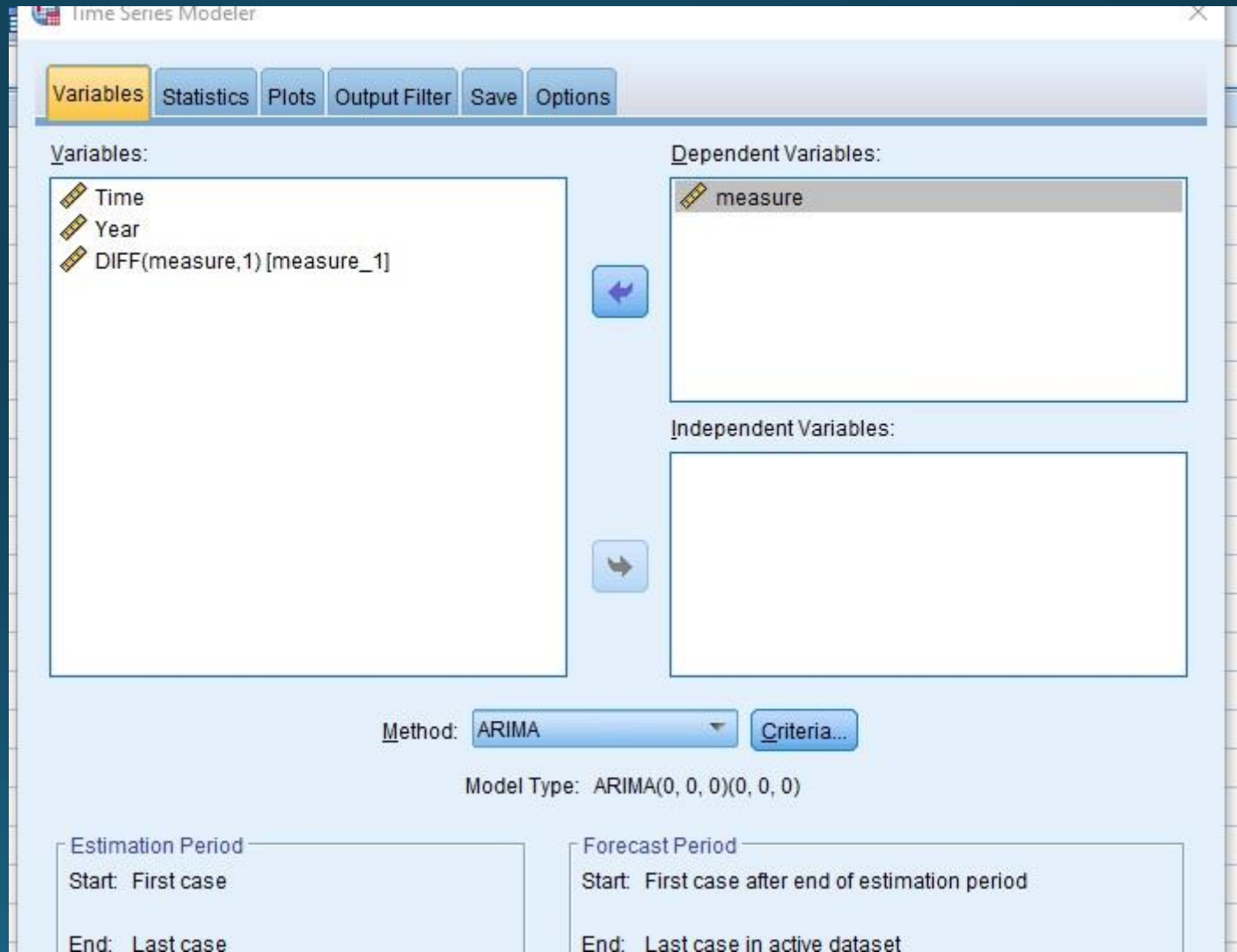
The screenshot shows the SPSS software interface. The 'Analyze' menu is open, and the 'Forecasting' option is selected. The 'Create Traditional Models...' option is highlighted in the sub-menu. The background shows a data table with columns 'Time' and 'Year'.

	Time	Year
1	1,00	1906,00
2	2,00	1907,00
3	3,00	1908,00
4	4,00	1909,00
5	5,00	1910,00
6	6,00	1911,00
7	7,00	1912,00
8	8,00	1913,00
9	9,00	1914,00
10	10,00	1915,00
11	11,00	1916,00
12	12,00	1917,00
13	13,00	1918,00
14	14,00	1919,00
15	15,00	1920,00
16	16,00	1921,00
17	17,00	1922,00
18	18,00	1923,00
19	19,00	1924,00

ARIMA

Παράθυρο του Time Series Modeler.

Επιλέγουμε τη μεταβλητή **measure** που και τη μετακινούμε στο πλαίσιο **dependent Variable**.

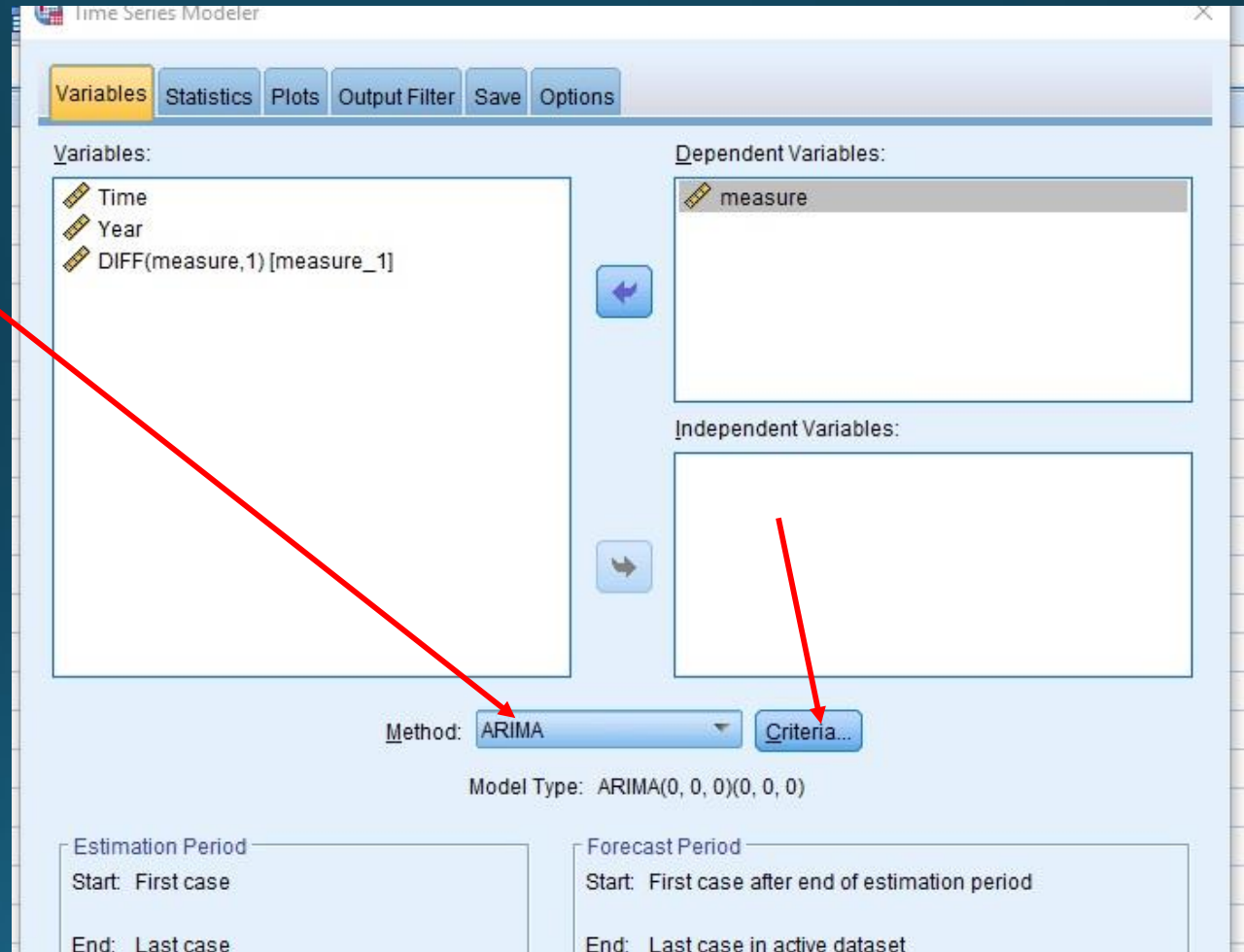


ARIMA

Παράθυρο του Time Series Modeler.

Στο κυλιόμενο μενού **Method** επιλέγουμε **ARIMA** και πατάμε **Criteria**

για να ανοίξει το παράθυρο Time Series Modeler: ARIMA Criteria. Στο πλαίσιο του ARIMA Orders Nonseasonal πληκτρολογούμε $p = 0$, $d = 1$ και $q = 1$



ARIMA

Time Series Modeler: ARIMA Criteria.

Στο πλαίσιο του ARIMA Orders Nonseasonal πληκτρολογούμε $p = 0$, $d = 1$ και $q = 1$

Ο μέσος όρος της χρονοσειράς θα είναι μηδέν (χρονοσειρά πρώτων διαφορών), οπότε **δεν** πρέπει να επιλεγεί το include constant in model.

Time Series Modeler: ARIMA Criteria

Model Outliers

ARIMA Orders

Structure:

	Nonseasonal	Seasonal
Autoregressive (p)	0	0
Difference (d)	1	0
Moving Average (q)	1	0

Current periodicity: None

Transformation

None
 Square root
 Natural log

Include constant in model

Continue Cancel Help

ARIMA

Καρτέλα Statistics και μεταφερόμαστε στο παράθυρο Time Series Modeler:Statistics.

Fit Measures: στατιστικά μέτρα για αξιολόγηση και επιλογή του καλύτερου υποδείγματος (πληροφοριακά κριτηρίων AIC, BIC . Επιλογή Normalized BIC.

Time Series Modeler

Variables Statistics Plots Output Filter Save Options

Display fit measures, Ljung-Box statistic, and number of outliers by model

Fit Measures

<input type="checkbox"/> Stationary R square	<input type="checkbox"/> Mean absolute error
<input type="checkbox"/> R square	<input type="checkbox"/> Maximum absolute percentage error
<input type="checkbox"/> Root mean square error	<input type="checkbox"/> Maximum absolute error
<input type="checkbox"/> Mean absolute percentage error	<input checked="" type="checkbox"/> Normalized BIC

Statistics for Comparing Models

<input type="checkbox"/> Goodness of fit
<input type="checkbox"/> Residual autocorrelation function (ACF)
<input type="checkbox"/> Residual partial autocorrelation function (PACF)

Statistics for Individual Models

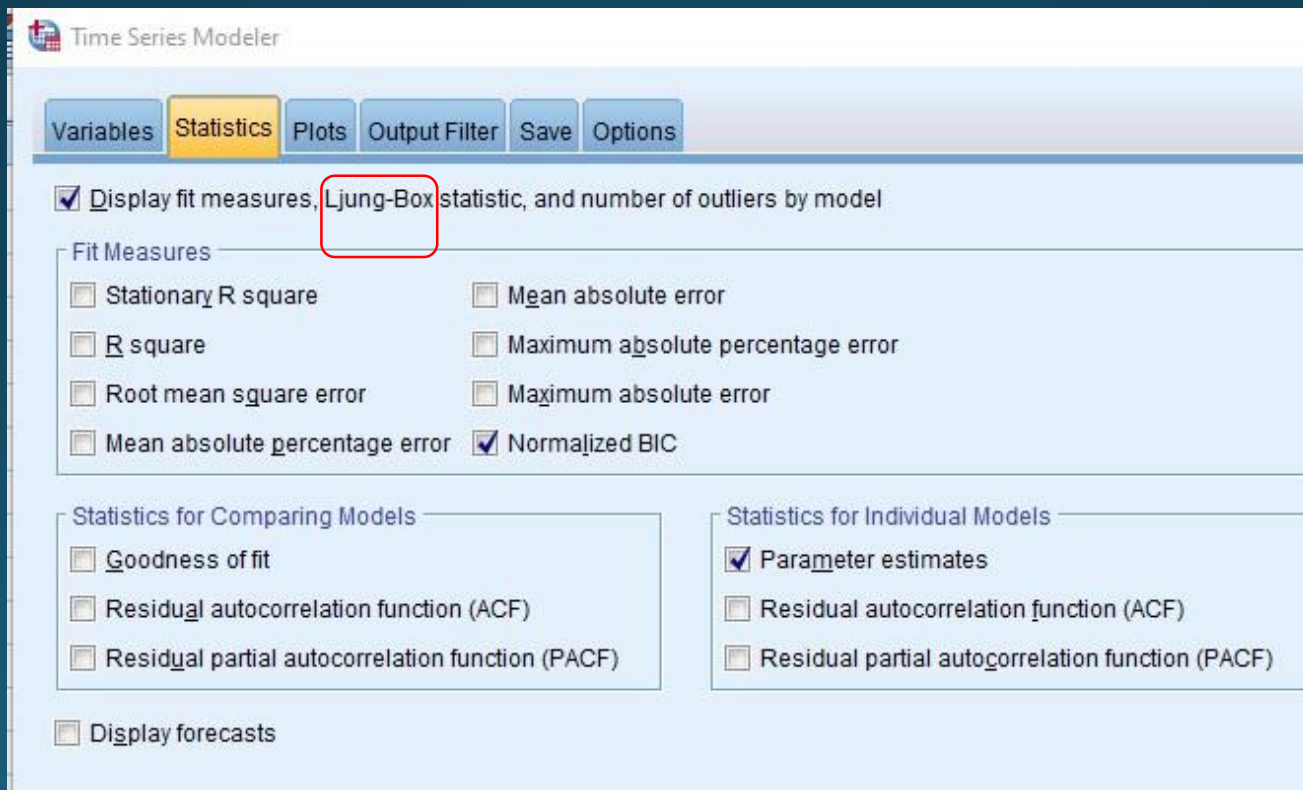
<input checked="" type="checkbox"/> Parameter estimates
<input type="checkbox"/> Residual autocorrelation function (ACF)
<input type="checkbox"/> Residual partial autocorrelation function (PACF)

Display forecasts

ARIMA

Η δοκιμασία **Ljung-Box** είναι ένα διαγνωστικό εργαλείο με το οποίο εξετάζεται κατά πόσο το μοντέλο είναι καλά προσαρμοσμένο. Εφαρμόζεται στη σειρά υπολοίπων μετά την προσαρμογή μοντέλου ARMA και εξετάζει m αριθμό αυτοσυσχετίσεων στα υπόλοιπα.

Χαμηλές τιμές αυτοσυσχετίσεων -> αδυναμία προσαρμογής (lack of fit).



ARIMA

Plots: κατασκευή διαγραμμάτων

Πραγματικές τιμές της χρονοσειράς μαζί με τις εκτιμημένες τιμές
Κάτω και Άνω όρια ενός διαστήματος εμπιστοσύνης

The screenshot shows the 'Time Series Modeler' software window with the 'Plots' tab selected. The interface includes a menu bar with 'Variables', 'Statistics', 'Plots', 'Output Filter', 'Save', and 'Options'. Below the menu bar, there are two main sections for configuring plots:

- Plots for Comparing Models:** This section contains ten checkboxes for various statistical metrics:
 - Stationary R square
 - R square
 - Root mean square error
 - Mean absolute percentage error
 - Mean absolute error
 - Maximum absolute percentage error
 - Maximum absolute error
 - Normalized BIC
 - Residual autocorrelation function (ACF)
 - Residual partial autocorrelation function (PACF)
- Plots for Individual Models:** This section contains checkboxes for individual model plots:
 - Series
 - Residual autocorrelation function (ACF)
 - Residual partial autocorrelation function (PACF)

Under the 'Series' checkbox, there is a sub-section titled 'Each Plot Displays' with five checkboxes:

- Observed values
- Forecasts
- Fit values
- Confidence intervals for forecasts
- Confidence intervals for fit values

ARIMA

Καρτέλα Save -> Variables (τιμές πρόβλεψης, διαστήματα εμπιστοσύνης, εκτιμήσεων σφαλμάτων που θα προκύψουν).

Variables Statistics Plots Output Filter **Save** Options

Save Variables


Variables:

Description	Save	Variable Name Prefix
Predicted Values	<input checked="" type="checkbox"/>	Predicted
Lower Confidence Limits	<input checked="" type="checkbox"/>	LCL
Upper Confidence Limits	<input checked="" type="checkbox"/>	UCL
Noise Residuals	<input checked="" type="checkbox"/>	NResidual


For each item you select, one variable is saved per dependent variable.

Export Model File

XML File: [Browse...](#)

 XML files are only compatible with SPSS applications.

PMML File: [Browse...](#)

 PMML files are compatible with PMML-compliant applications, including SPSS.

ARIMA

Model Description: τύπος του υποδείγματος που εκτιμήθηκε

Model Description

			Model Type
Model ID	measure	Model_1	ARIMA(0,1,1)

ARIMA

Model Statistics:

- Κριτήριο πληροφορίας Normalized BIC
- Τιμή της στατιστικής Q των Box και Ljung για 18 χρονικές υστερήσεις
- (sig.) p-value για τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης (χρονοσειρά των σφαλμάτων είναι λευκός θόρυβος).

Model Statistics

Model	Number of Predictors	Model Fit statistics	Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		Normalized BIC	Statistics	DF	Sig.	
measure-Model_1	0	-,064	6,345	17	,991	0

ARIMA

ARIMA Model Parameters (Παράμετροι εκτιμηθέντος υποδείγματος),

Τιμή του όρου του κινητού μέσου πρώτης τάξης MA(1)

Τυπικό σφάλμα

Έλεγχος σημαντικότητας (t τιμή)

(**Sig.**) **P-Value** του ελέγχου (Πρέπει να είναι μηδέν για να είναι «σωστός» ο έλεγχος άρα και η υστέρηση 1 που εκτιμήσαμε).

ARIMA Model Parameters

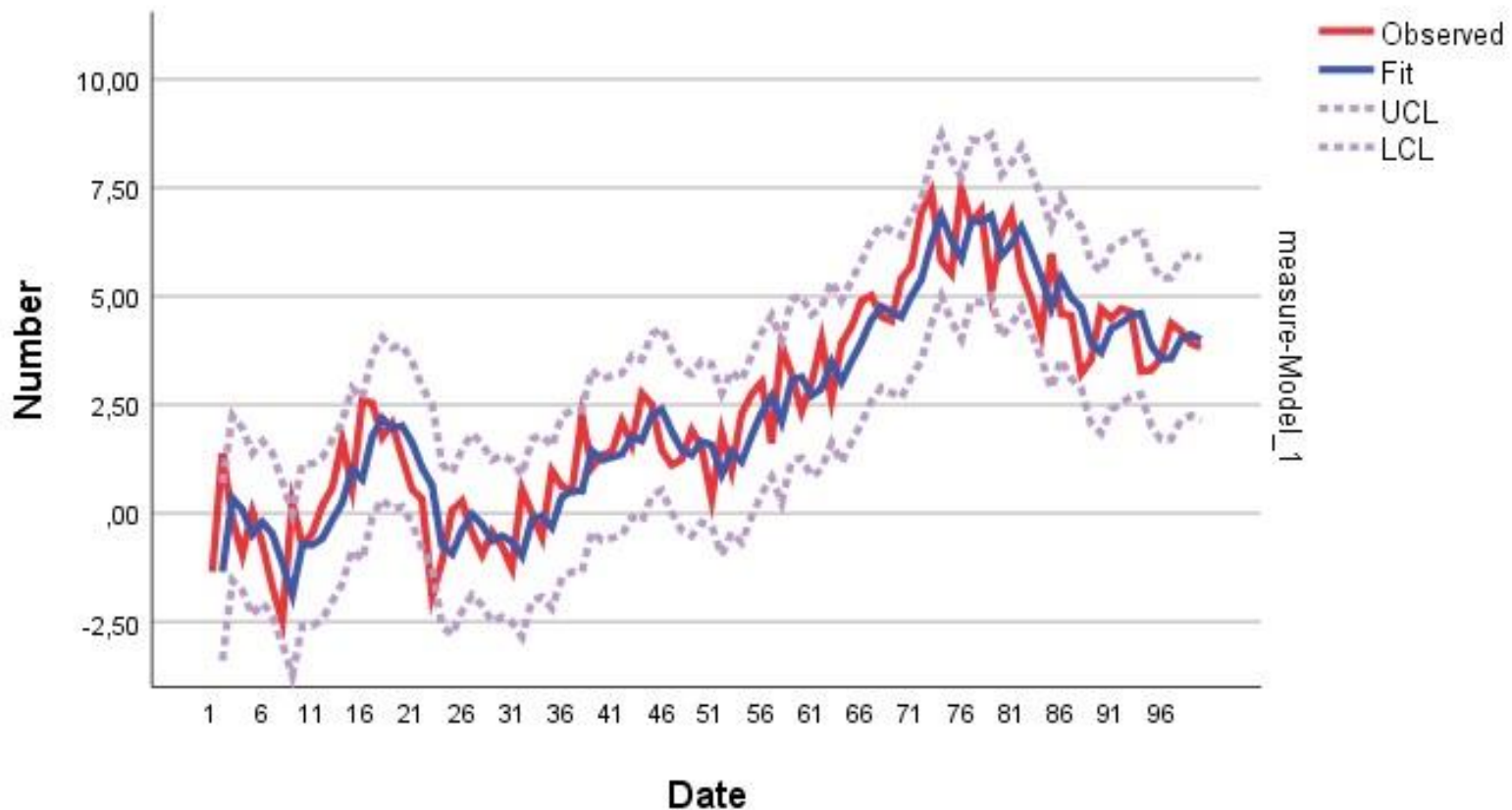
				Estimate	SE	t	Sig.
measure-Model_1	measure	No Transformation	Difference	1			
			MA Lag 1	,455	,091	5,012	,000

ARIMA

Γράφημα:

Χρονοσειρά (observed) με τις εκτιμήσεις (Fit)

Όρια του διαστήματος εμπιστοσύνης των εκτιμήσεων (UCL, LCL).



ARIMA

	Time	Year	measure	measure_1	Predicted _measure _Model_1	LCL_meas ure_Mod el_1	UCL_meas ure_Mod el_1	NResidua l_measur e_Model_1
1	1,00	1906,00	-1,35
2	2,00	1907,00	1,37	2,72	-1,35	-3,40	,70	2,72
3	3,00	1908,00	-,12	-1,49	,35	-1,55	2,24	-,46
4	4,00	1909,00	-,96	-,84	,09	-1,79	1,96	-1,04
5	5,00	1910,00	,03	,98	-,48	-2,35	1,38	,51
6	6,00	1911,00	-,70	-,73	-,20	-2,07	1,66	-,50
7	7,00	1912,00	-1,71	-1,00	-,48	-2,34	1,39	-1,23
8	8,00	1913,00	-2,48	-,77	-1,15	-3,01	,72	-1,33
9	9,00	1914,00	,23	2,71	-1,87	-3,74	-,01	2,10
10	10,00	1915,00	-,74	-,97	-,73	-2,59	1,14	-,01
11	11,00	1916,00	-,47	,27	-,73	-2,60	1,13	,27
12	12,00	1917,00	,19	,65	-,59	-2,45	1,28	,77
13	13,00	1918,00	,58	,39	-,17	-2,03	1,70	,74
14	14,00	1919,00	1,67	1,09	,24	-1,62	2,10	1,43
15	15,00	1920,00	,59	-1,08	1,02	-,85	2,88	-,43
16	16,00	1921,00	2,59	2,00	,78	-1,08	2,65	1,80
17	17,00	1922,00	2,54	-,05	1,77	-,10	3,63	,77

Έλεγχος του υποδείγματος

ARIMA

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Analyze

	Time	Year
	1,00	1906,00
	2,00	1907,00
	3,00	1908,00
	4,00	1909,00
	5,00	1910,00
	6,00	1911,00
	7,00	1912,00
	8,00	1913,00
	9,00	1914,00
0	10,00	1915,00
1	11,00	1916,00
2	12,00	1917,00
3	13,00	1918,00
4	14,00	1919,00
5	15,00	1920,00
6	16,00	1921,00
7	17,00	1922,00
8	18,00	1923,00
9	19,00	1924,00
0	20,00	1925,00
1	21,00	1926,00

Bayesian Statistics	▶
Tables	▶
Compare Means	▶
General Linear Model	▶
Generalized Linear Models	▶
Mixed Models	▶
Correlate	▶
Regression	▶
Loglinear	▶
Neural Networks	▶
Classify	▶
Dimension Reduction	▶
Scale	▶
Nonparametric Tests	▶
Forecasting	▶
Survival	▶
Multiple Response	▶
Missing Value Analysis...	
Multiple Imputation	▶
Complex Samples	▶
Simulation...	
Quality Control	▶
Spatial and Temporal Modeling...	▶

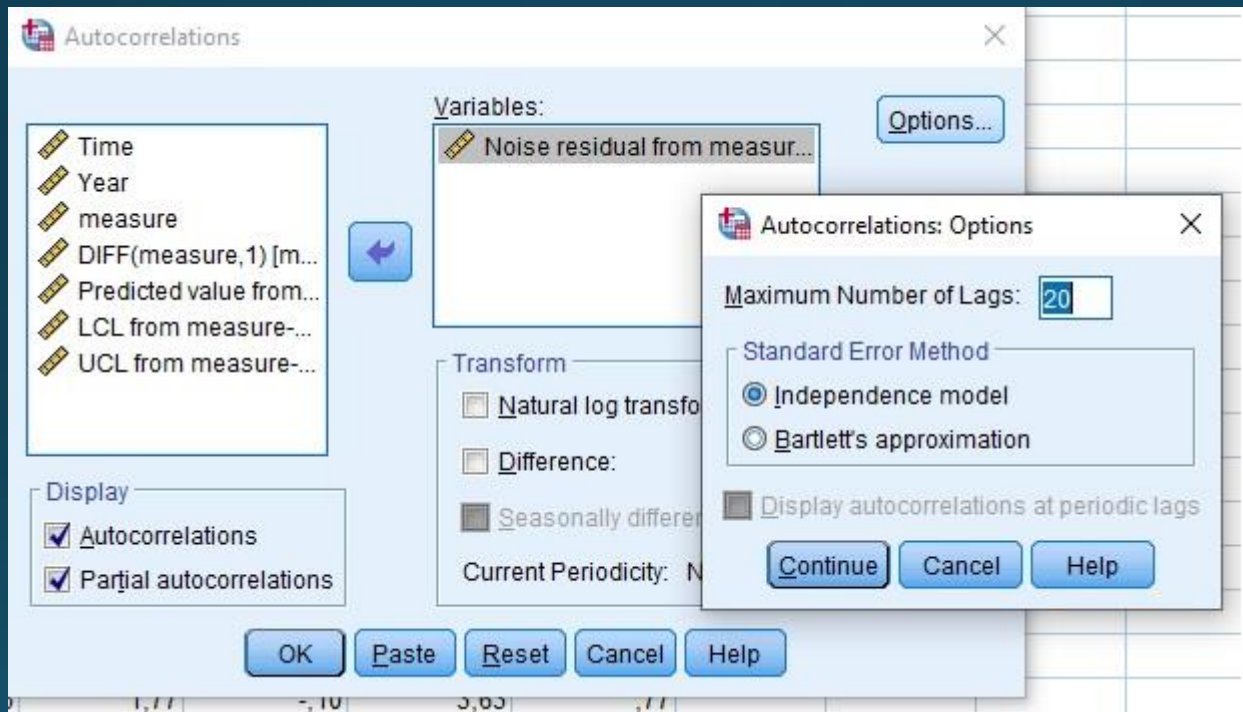
	LCL_measured_Model_1	UCL_measured_Model_1	NResiduals
5	-3,40	,70	2,
5	-1,55	2,24	-,
9	-1,79	1,96	-1,
8	-2,35	1,38	,,
0	-2,07	1,66	-,
8	-2,34	1,39	-1,
5	-3,01	,72	-1,
7	-3,74	-,01	2,
3	-2,59	1,14	-,
3	-2,60	1,13	,,

Create Temporal Causal Models...
Create Traditional Models...
Apply Temporal Causal Models...
Apply Traditional Models...
Seasonal Decomposition...
Spectral Analysis...
Sequence Charts...
Autocorrelations...

ARIMA

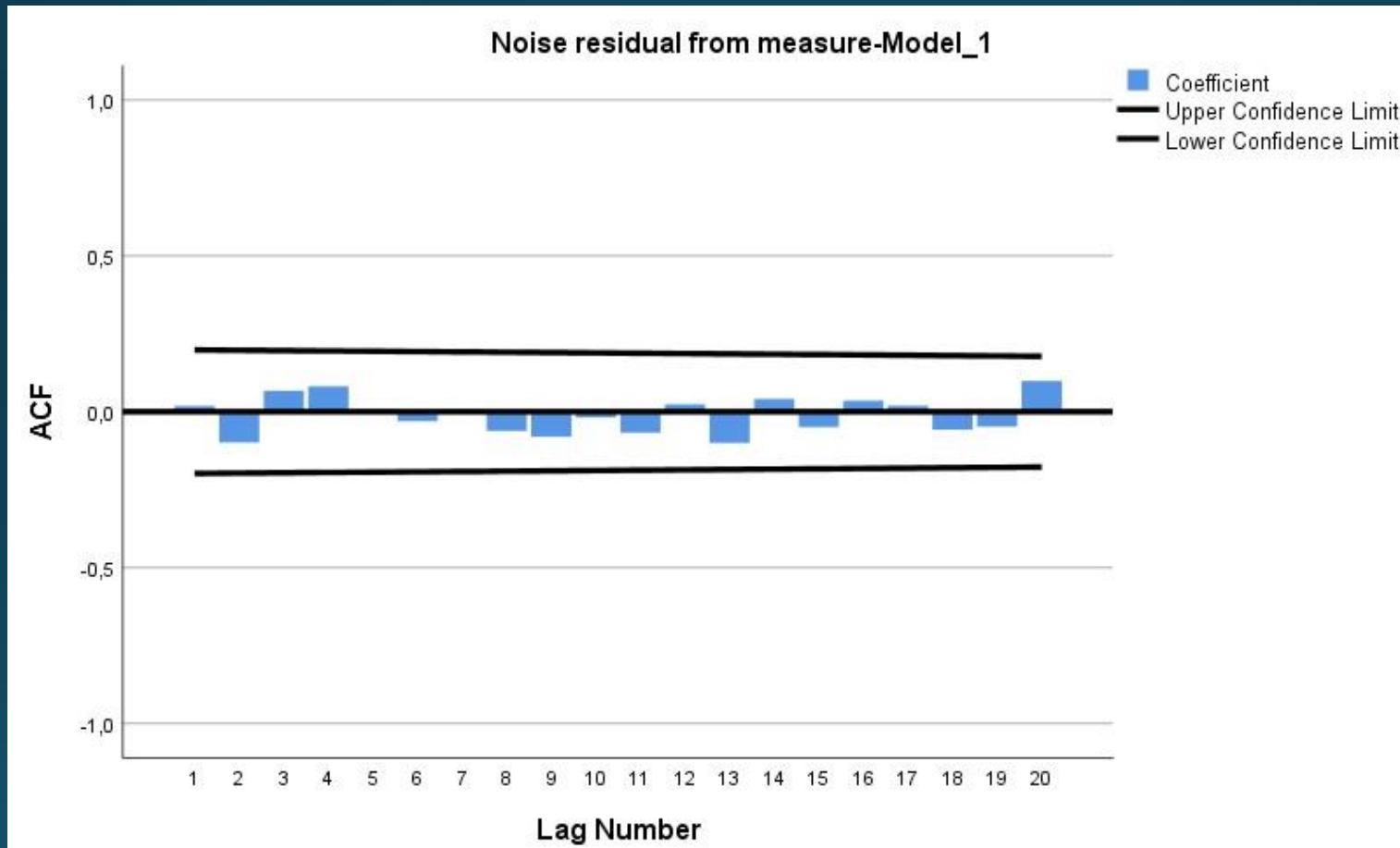
ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Μεταβλητή **ΥΠΟΛΟΪΠΩΝ**



ARIMA

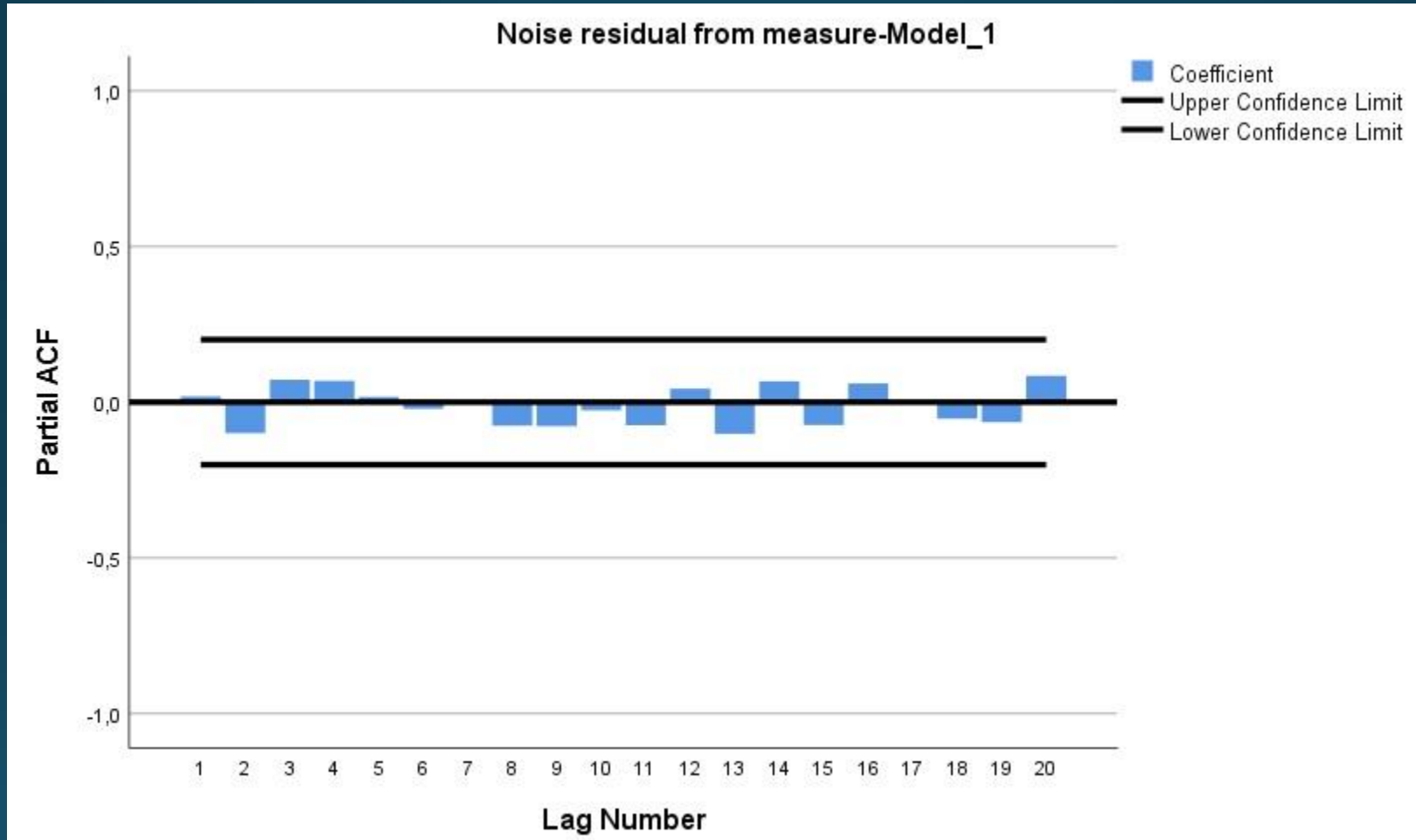
ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ : ACF υπολοίπων



Δεν υπάρχουν αυτοσυσχετίσεις άνω των διαστημάτων εμπιστοσύνης

ARIMA

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: PACF υπολοίπων



Δεν υπάρχουν αυτοσυσχετίσεις άνω των διαστημάτων εμπιστοσύνης

ARIMA

Επιπλέον ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Εκτίμηση ενός διευρυμένου υποδείγματος ως προς AR είτε ως προς MA. Ικανοποιητικό τελικό υπόδειγμα -> συντελεστές διευρυμένων υποδειγμάτων μη σημαντικοί (p-values μη μηδενικά).

Για το $ARIMA(0, 1, 1)$ διευρυμένα υποδείγματα είναι τα $ARIMA(1, 1, 1)$ και $ARIMA(0, 1, 2)$ τα οποία **δεν είναι ικανοποιητικά**.

					Estimate	SE	t	Sig.
measure-Model_1	measure	No Transformation	AR	Lag 1	,031	,225	,136	,892
			Difference		1			
			MA	Lag 1	,475	,199	2,394	,019

					Estimate	SE	t	Sig.
measure-Model_1	measure	No Transformation	Difference		1			
			MA	Lag 1	,435	,102	4,259	,000
				Lag 2	,029	,101	,281	,779

ARIMA

ΠΡΟΒΛΕΨΗ

Πρόβλεψη με την καρτέλα **Options** και στο πλαίσιο Forecast Period -> First case after end of estimation period through a specified date (μέχρι ποιόν χρονικό ορίζοντα)

The screenshot shows the 'Options' tab of a software interface. At the top, there are tabs for 'Variables', 'Statistics', 'Plots', 'Output Filter', 'Save', and 'Options'. The 'Forecast Period' section contains two radio buttons: 'First case after end of estimation period through last case in active dataset' (unselected) and 'First case after end of estimation period through a specified date' (selected). Below this is a 'Date:' label and a table with one row: 'Observation' with the value '110'. The 'User-Missing Values' section has two radio buttons: 'Treat as invalid' (selected) and 'Treat as valid' (unselected). The 'Confidence Interval Width (%)' is set to '95'. The 'Prefix for Model Identifiers in Output' is set to 'Model'. The 'Maximum Number of Lags Shown in ACF and PACF Output' is set to '24'.

Observation
110

User-Missing Values

Treat as invalid
 Treat as valid

Confidence Interval Width (%): 95

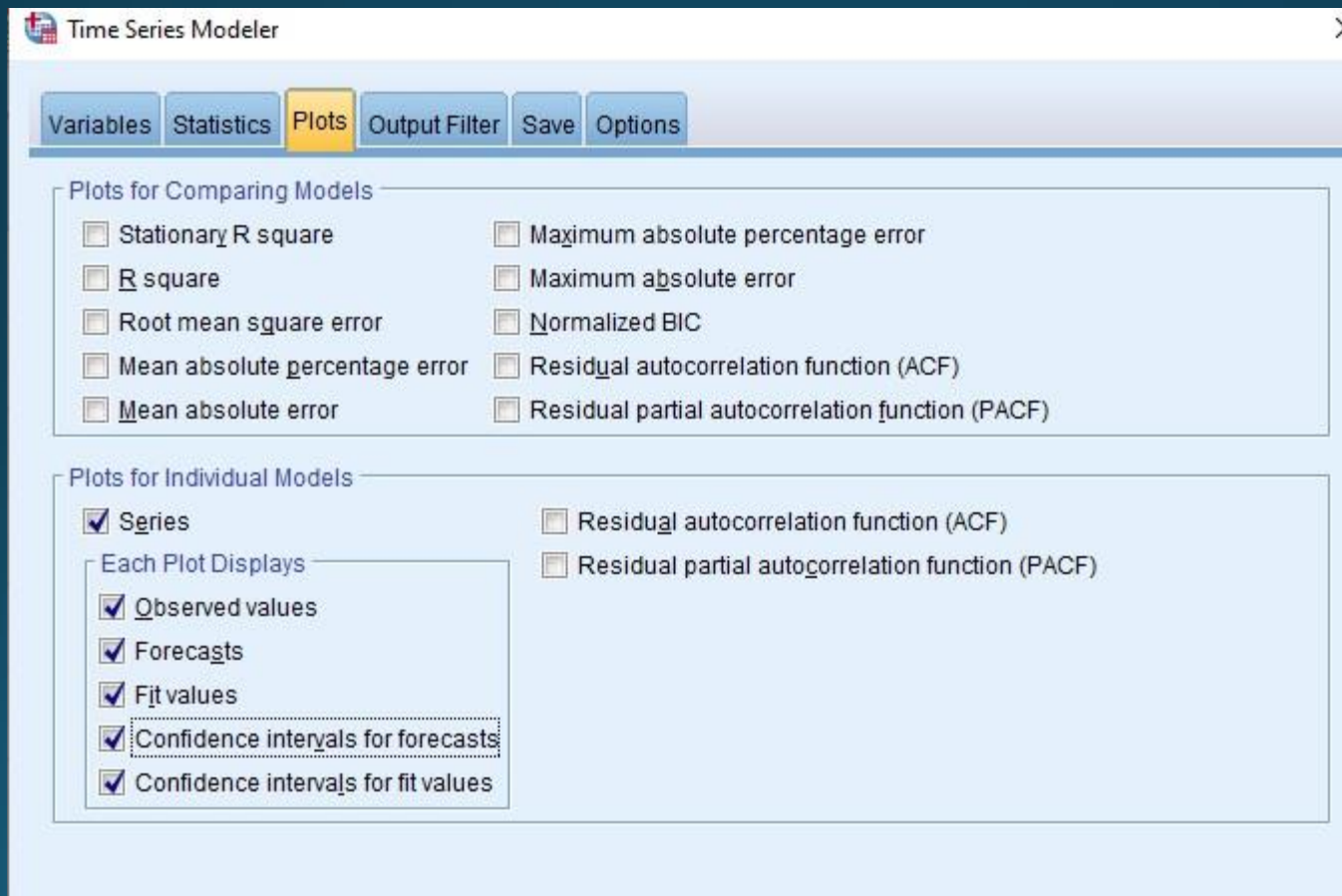
Prefix for Model Identifiers in Output: Model

Maximum Number of Lags Shown in ACF and PACF Output: 24

ARIMA

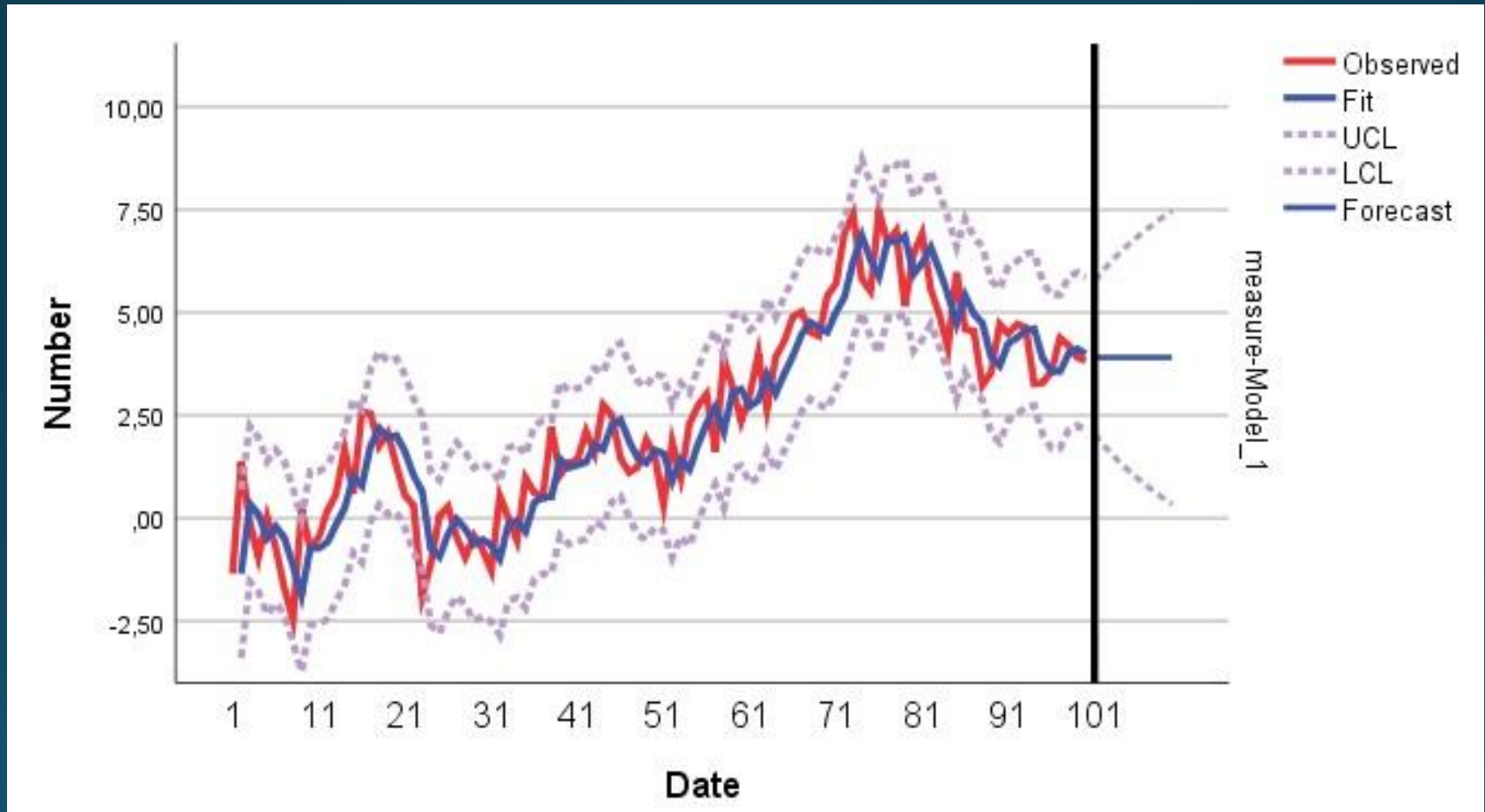
ΠΡΟΒΛΕΨΗ

Γραφήματα plots με τις τιμές της χρονοσειράς, εκτιμήσεις, διαστήματα εμπιστοσύνης, προβλέψεις



ARIMA

ΠΡΟΒΛΕΨΗ γράφημα: μετά την κάθετη γραμμή είναι οι προβλεπόμενες τιμές



ARIMA

ΤΙΜΕΣ
ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

measure	Predicted _measure _Model_1	LCL_meas sure_Mod el_1	UCL_meas sure_Mod el_1	NResidual _measur e_Model_1
4,38	3,57	1,70	5,43	,82
4,20	4,01	2,15	5,87	,19
3,91	4,11	2,25	5,98	-,21
3,83	4,00	2,14	5,86	-,17
-	3,91	2,04	5,77	-
-	3,91	1,78	6,03	-
-	3,91	1,55	6,26	-
-	3,91	1,34	6,47	-
-	3,91	1,15	6,66	-
-	3,91	,97	6,85	-
-	3,91	,80	7,02	-
-	3,91	,64	7,18	-
-	3,91	,48	7,33	-
-	3,91	,33	7,48	-

Οι τιμές των προβλέψεων για τις επόμενες δέκα χρονικές στιγμές είναι η ίδια τιμή (3,91).

Με το ARIMA(0, 1, 1) προβλέψεις μόνο για μελλοντική χρονική περίοδο ίση με 1.