

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ**  
**ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ**

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΕΣΕΩΝ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΙΣ ΔΙΕΘΝΕΙΣ**  
**ΧΡΗΜΑΤΑΓΟΡΕΣ**

**Σπανάκης Κωνσταντίνος**

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Οικονομική και Επιχειρησιακή Στρατηγική

**Πειραιάς, Μάιος 2014**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**UNIVERSITY OF PIRAEUS**  
**DEPARTMENT OF ECONOMICS**



**MASTER PROGRAM IN**  
**ECONOMIC AND BUSINESS STRATEGY**

**GRANGER CAUSALITY AND THE FINANCIAL**  
**MARKETS**

**By**  
**Spanakis Konstantinos**

Master Thesis submitted to the Department of Economics of the University of Piraeus in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Arts in Economic and Business Strategy

**Piraeus, Greece, May 2014**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

# ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΕΣΕΩΝ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΙΣ ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΧΡΗΜΑΤΑΓΟΡΕΣ

**Σημαντικοί Όροι:** Θεωρία χρονοσειρών, στασιμότητα, μοναδιαία ρίζα, στάσιμες σειρές, μη στάσιμες σειρές, συνολοκλήρωση, αιτιότητα κατά Granger, whitenoise

## Περίληψη

Με αφορμή την τελευταία κρίση που βιώνει ολόκληρος ο κόσμος, η παρούσα εργασία εξερευνά τα κατάλληλα μοντέλα που δεν επηρεάζονται από την κρίση και που αποτελούν αποδοτικές λύσεις για έναν επενδυτή διεθνών χαρτοφυλακίων. Κεντρική ιδέα είναι η ανάδειξη της σημασίας των έγκυρων προβλέψεων, η συμβολή των οποίων θα ήταν ζωτικής σημασίας για την αποφυγή της κρίσης.

Για τον σκοπό αυτό η εργασία χωρίζεται σε δυο μέρη, στο θεωρητικό και σε μια εμπειρική έρευνα. Στο θεωρητικό αναλύεται η θεωρία των χρονοσειρών, αφού πρώτα προηγηθεί μια ιστορική αναδρομή σε σχετικές μελέτες. Συγκεκριμένα, αναλύονται θεωρίες σχετικά με την ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας, συνολοκλήρωσης, σχέσεων αιτιότητας και θεωρίες χαρτοφυλακίου.

Στο δεύτερο μέρος αναλύεται η έρευνα. Αντικείμενό της είναι η εξέταση της συμπεριφοράς των δεικτών DAX, CAC 40, FTSE 100, NIKKEI και S&P 500. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν αναφέρονται σε μια περίοδο 23 ετών, από το 1991 έως το 2014, και είναι μηνιαία. Η ανάλυσή τους βασίστηκε στην θεωρία που αναπτύχθηκε προηγουμένα. Αφού πρώτα υποβλήθηκαν σε ελέγχους ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας, συνολοκλήρωσης και αιτιότητας, συνδυάστηκαν για να σχηματίσουν τα μοντέλα εκείνα που ήταν πιο σταθερά και έδιναν τις καλύτερες προβλέψεις. Η αξιολόγηση των μοντέλων έγινε με την μέτρηση της διακύμανσης των καταλοίπων.

Τα αποτελέσματα ήταν ποικίλα και διαφορετικά για τον κάθε δείκτη. Όλοι τους παρουσίασαν διαφορετική συμπεριφορά και η επιλογή ενός μοντέλου θα εξαρτηθεί και από τις προτιμήσεις των επενδυτών.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

# GRANGER CAUSALITY AND THE FINANCIAL MARKETS

**Keywords:** time series analysis, stationarity, non stationarity, unit roots, white noise, Granger causality, cointegration

## Abstract

Six years after the recession has begun, most countries have not recovered. Analysts all over the world had not anticipated the strength and the length of the crisis. A matter, that arose, was the importance of accurate and valid forecasting. Therefore, that research has as main topic the construction of the models that best fit the accurate and valid forecasting.

There are two parts of the study. The first one introduces the theory and cites all the theories from the oldest to the latest. Issues like unit roots, stationary, cointegration and causality are referred to.

The second part analyzes the results of an empirical study .The study investigates the options an investor has choosing from a variety of portfolios and the impact indicators such as DAX,CAC 40,FTSE 100,S&P 500 and NIKKEI have on them.All the indicators have been tested for unit roots, cointegration and Granger causality. Data had been collected for 23 years on a monthly basis.

The results varied. Not all indicators can be put together in one portfolio. There are a lot of combinations, from which an investor enjoys profits that it depends on him which one to choose.

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	v
Abstract .....	vii
Κατάλογος Πινάκων.....	xi
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	xvii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ .....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΙΣΗ .....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	4
ΜΟΝΑΔΙΑΙΑ ΡΙΖΑ.....	5
ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ.....	7
ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ.....	8
ΑΙΤΙΟΤΗΤΑ .....	10
ΘΕΩΡΙΕΣ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ.....	13
ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	17
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	17
ΣΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΙΑΙΑ ΡΙΖΑ .....	18
ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ.....	20
ΑΙΤΙΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ GRANGER.....	22
ΘΕΩΡΙΕΣ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ .....	23
ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	33



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:Η ΕΡΕΥΝΑ-ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	34
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	34
CAC 40.....	35
DAX .....	38
S&P 500 .....	412
FTSE 100.....	45
ΝΙΚΚΕΙ.....	48
ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:Η ΕΡΕΥΝΑ-ΤΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ .....	52
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	52
ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΟΝΑΔΙΑΙΑΣ ΡΙΖΑΣ.....	52
ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ.....	73
ΑΙΤΙΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ GRANGER.....	82
ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΕΠΕΝΔΥΤΕΣ .....	86
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	86
DAX .....	87
CAC 40.....	125
ΝΙΚΚΕΙ.....	150
FTSE 100.....	192
S&P 500 .....	230

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	267
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	268

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## Κατάλογος Πινάκων

\_Toc387569648

5.1 Συνάρτηση DF του lnP του CAC 40 με 1 lag .....	52
5.2 Συνάρτηση του ADF του lnP του CAC 40 με 5 lags .....	53
5.3 Αποτελέσματα DF test για lnP του CAC 40 .....	54
5.4 Συνάρτηση DF του R του CAC 40 με 1 lag .....	55
5.5 Συνάρτηση του ADF του R του CAC 40 με προσθήκη 5 lags .....	55
5.6 Αποτελέσματα του DF test για R του CAC 40 .....	56
5.7 Συνάρτηση DF του lnP του DAX .....	57
5.8 Συνάρτηση ADF του lnP του DAX με 5 lags .....	57
5.9 Αποτελέσματα DF για lnP του DAX .....	58
5.10 Συνάρτηση του DF test του R του DAX .....	59
5.11 Συνάρτηση του ADF του R του DAX με 5 lags .....	59
5.12 Αποτελέσματα του DF test του R του DAX .....	60
5.13 Συνάρτηση DF του lnP του FTSE 100 .....	61
5.14 Συνάρτηση ADF του lnP του FTSE 100 με 5 lags .....	61
5.15 Αποτελέσματα του DF test του lnP του FTSE 100 .....	62
5.16 Συνάρτηση του DF test του R του FTSE 100 .....	63
5.17 Συνάρτηση του ADF του R του FTSE 100 με 5 lags .....	63
5.18 Αποτελέσματα του DF test για R του FTSE 100 .....	64
5.19 Συνάρτηση DF του lnP του NIKKEI .....	65
5.20 Συνάρτηση του ADF του lnP του NIKKEI με 5 lags .....	65
5.21 Αποτελέσματα του DF test για lnP του NIKKEI .....	66
5.22 Συνάρτηση του DF του R του NIKKEI .....	67
5.23 Συνάρτηση ADF του R του NIKKEI με την προσθήκη 5 lags .....	67
5.24 Αποτελέσματα του DF test για R του NIKKEI .....	68_Toc387569721

5.25	Συνάρτηση του DF test του lnP του S&P 500 .....	69
5.26	Συνάρτηση του ADF test του lnP του S&P 500 με προσθήκη 5 lags .....	69
5.27	Αποτελέσματα του DF test για lnP του S&P 500 .....	70
5.28	Συνάρτηση DF για R του S&P 500 .....	71
5.29	Συνάρτηση του ADF του R του S&P 500 με την προσθήκη 5 lags .....	71
5.30	Αποτελέσματα του DF test για R του S&P 500 .....	72
5.31	Αποτελέσματα του test μεταξύ NIKKEI και S&P 500 .....	73
5.32	Αποτελέσματα του test μεταξύ DAX και S&P 500 .....	74
5.33	Αποτελέσματα του test μεταξύ DAX και NIKKEI .....	77
5.34	Αποτελέσματα του ελέγχου μεταξύ FTSE 100 και S&P 500 .....	75
5.35	Αποτελέσματα του test μεταξύ FTSE 100 και DAX .....	75
5.36	Αποτελέσματα του test μεταξύ FTSE 100 και CAC 40 .....	76
5.37	Αποτελέσματα του test μεταξύ CAC 40 και DAX .....	76
5.38	Αποτελέσματα του test μεταξύ CAC 40 και S&P 500 .....	77
5.39	Αποτελέσματα του test μεταξύ CAC 40 και NIKKEI .....	77
5.40	Αποτελέσματα του test μεταξύ DAX, NIKKEI και S&P 500 .....	78
5.41	Αποτελέσματα του test μεταξύ των DAX, NIKKEI, FTSE 100 .....	78
5.42	Αποτελέσματα του test μεταξύ των DAX, S&P 500, FTSE 100 .....	79
5.43	Αποτελέσματα του test μεταξύ των S&P 500, NIKKEI, FTSE 100 .....	79
5.44	Αποτελέσματα του test μεταξύ των CAC 40, NIKKEI, S&P 500, FTSE 100 .....	80
5.45	Αποτελέσματα του test μεταξύ των DAX, NIKKEI, FTSE 100 και S&P 500 .....	81
5.46	Αποτελέσματα ελέγχου test αιτιότητας κατα Granger .....	83
6.1	AR(6) μοντέλο του DAX .....	87
6.2	AR(2) μοντέλο του DAX .....	87
6.3	GARCH μοντέλο του DAX .....	88
6.4	VAR(2) μοντέλο του DAX σε συνδυασμό με τον CAC 40 .....	91

6.5VAR(4) μοντέλο του DAX σε συνδυασμό με τον CAC 40.....	92
6.6GARCH μοντέλου του VAR(2) .....	93
6.7VAR(2) μοντέλο του DAX σε συνδυασμό με τον NIKKEI .....	96
6.8GARCH μοντέλο του VAR(2) μοντέλου .....	97
6.9Συνάρτηση VAR(2) του DAX σε συνδυασμό με τον FTSE 100.....	100
6.10Συνάρτηση GARCH.....	101
6.11VAR(2) συνάρτηση του DAX με τον S&P 500.....	104
6.12GARCH μοντέλο.....	105
6.13VAR(2) μοντέλο του DAX σε συνδυασμό με NIKKEI και S&P 500 .....	108
6.14GARCH μοντέλο.....	109
6.15VAR(2) μοντέλο αποτελούμενο από τους DAX,NIKKEI,FTSE 100.....	112
6.16GARCH μοντέλο.....	113
6.17VAR(2) μοντέλο των DAX,S&P 500 και FTSE 100.....	116
6.18GARCH μοντέλο.....	117
6.19VAR μοντέλο με τον DAX,NIKKEI, FTSE 100 και S&P 500 .....	120
6.20GARCH μοντέλο.....	122
6.21Μοντέλο AR(2) .....	125
6.22Μοντέλο GARCH .....	126
6.23VAR(2) μοντέλο με τον DAX.....	128
6.24GARCH μοντέλο.....	129
6.25VAR(2) μοντέλο με τον FTSE 100 .....	133
6.26GARCH μοντέλο.....	134
6.27VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη του NIKKEI.....	137
6.28GARCH μοντέλο.....	138
6.29VAR(2) με την προσθήκη του S&P 500 .....	141
6.30GARCH μοντέλο.....	142

6.31VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη των FTSE 100,NIKKEI και S&P 500.....	145
6.32GARCH μοντέλο.....	147
6.33AR(2) μοντέλο .....	150
6.34GARCH μοντέλο.....	151
6.35VAR μοντέλο με την προσθήκη του DAX.....	154
6.36GARCH μοντέλο.....	155
6.37VAR μοντέλο με την προσθήκη του CAC 40.....	158
6.38GARCH μοντέλο.....	159
6.39VAR μοντέλο με την προσθήκη του FTSE 100.....	162
6.40GARCH μοντέλο.....	163
6.41VAR μοντέλο με την προσθήκη του S&P 500 .....	166
6.42GARCH μοντέλο.....	167
6.43VAR του μοντέλου με την προσθήκη των S&P 500 και FTSE 100.....	170
6.44GARCH μοντέλο.....	171
6.45VAR μοντέλο με την προσθήκη των DAX και S&P 500 .....	173
6.46GARCH μοντέλο.....	175
6.47VAR μοντέλο με την προσθήκη των DAX και FTSE 100 .....	178
6.48GARCH μοντέλο.....	179
6.49VAR(2) με την προσθήκη των CAC 40 FTSE 100 και S&P500.....	182
6.50 GARCH μοντέλο.....	184
6.51VAR(2) με την προσθήκη των DAX,FTSE 100 και S&P 500 .....	187
6.52ARCH μοντέλο.....	189
6.53AR(2) μοντέλο .....	192
6.54GARCH μοντέλα.....	193
6.55VAR(2) μοντέλο με προσθήκη του DAX .....	196
6.56GARCH μοντέλο.....	196

6.57VAR(2) μοντέλου του FTSE 100 με τον CAC 40 .....	200
6.58GARCH μοντέλο.....	201
6.59VAR(2) με την προσθήκη του NIKKEI.....	204
6.60ARCH μοντέλο.....	205
6.61VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη του S&P 500.....	208
6.62GARCH μοντέλο.....	209
6.63 VAR(2) με την προσθήκη των DAX και NIKKEI .....	212
6.64GARCH μοντέλο.....	213
6.65VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη των DAX και S&P 500 .....	216
6.66GARCH μοντέλο.....	217
6.67VAR(2) με την προσθήκη των NIKKEI,S&P 500 και DAX.....	220
6.68GARCH μοντέλο.....	222
6.69VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη των CAC 40,NIKKEI,S&P 500 .....	225
6.70GARCH μοντέλο.....	227
6.71AR(2) μοντέλο .....	230
6.72GARCH μοντέλο.....	231
6.73VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη του DAX.....	234
6.74GARCH μοντέλο.....	235
6.75VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη του CAC 40 .....	238
6.76GARCH μοντέλο.....	239
6.77VAR(2) σε συνδυασμό με τον NIKKEI.....	241
6.78GARCH μοντέλο.....	242
6.79VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη του FTSE 100.....	246
6.80GARCH μοντέλο.....	247
6.81VAR(2) μοντέλο με τους NIKKEI και FTSE 100 .....	250
6.82GARCH μοντέλο.....	251

6.83VAR(2) με τους DAX και NIKKEI .....	254
6.84GARCH μοντέλο.....	255
6.85VAR μοντέλο με τους DAX και FTSE 100 .....	258
6.86 GARCH μοντέλο.....	259
6.87VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη των CAC 40,NIKKEI και FTSE 100 .....	262
6.88GARCH μοντέλο.....	264

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



## Κατάλογος Διαγραμμάτων

3.1 Συναρτήσεις αναμενόμενης χρησιμότητας .....	24
3.2 Όρια χαρτοφυλακίου .....	26
3.3 Καμπύλη αποδοτικών χαρτοφυλακίων .....	26
3.4 Επιλογή άριστου χαρτοφυλακίου .....	27
3.5 Χαρτοφυλάκια διαφόρων τύπων επενδυτή .....	28
3.6 Γραμμή κεφαλαιαγοράς .....	29
3.7 Χαρτοφυλάκιο επιλογής του επενδυτή .....	30
3.8 Υπερτιμημένοι και υποτιμημένοι τίτλοι.....	32
4.1 Απεικόνιση InP του δείκτη CAC 40.....	35
4.2 Απεικόνιση R του δείκτη CAC 40 .....	36
4.3 Περιγραφικά στατιστικά για InP του CAC 40 .....	36
4.4 Περιγραφικά στατιστικά για R του CAC 40 .....	37
4.5 Απεικόνιση του InP του DAX.....	38
4.6 Απεικόνιση του R του DAX.....	39
4.7 Περιγραφικά στατιστικά του InP του DAX .....	40
4.8 Περιγραφικά στατιστικά του R του DAX.....	41
4.9 Απεικόνιση του InP του S&P 500.....	42
4.10 Απεικόνιση του R του S&P 500.....	43
4.11 Περιγραφικά στατιστικά του InP του S&P 500 .....	43
4.12 Απεικόνιση των περιγραφικών στατιστικών του R του S&P 500 .....	44
4.13 Απεικόνιση του InP του FTSE 100 .....	45
4.14 Απεικόνιση του R του FTSE 100.....	46

4.15	Απεικόνιση των περιγραφικών στατιστικών του lnP του FTSE 100.....	46
4.16	Απεικόνιση περιγραφικών στατιστικών του R του FTSE 100.....	47
4.17	Απεικόνιση του lnP του ΝΙΚΚΕΙ.....	48
4.18	Απεικόνιση του R του ΝΙΚΚΕΙ .....	49
4.19	Απεικόνιση περιγραφικών στοιχείων του lnP του ΝΙΚΚΕΙ .....	49
4.20	Απεικόνιση περιγραφικών στατιστικών του R του ΝΙΚΚΕΙ .....	50
6.1	Μορφή των καταλοίπων του μοντέλου GARCH.....	89
6.2	Μορφή πρόβλεψης και μέτρησης διακύμανσης του μοντέλου GARCH.....	90
6.3	Κατάλοιπα του GARCH μοντέλου .....	94
6.4	Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση του κινδύνου .....	95
6.5	Απεικόνιση καταλοίπων.....	98
6.6	Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση κινδύνου της διακύμανσης.....	99
6.7	Απεικόνιση των καταλοίπων.....	102
6.8	Απεικόνιση πρόβλεψης της πορείας του DAX και μέτρηση κινδύνου της διακύμανσης .....	103
6.9	Απεικόνιση καταλοίπων.....	106
6.10	Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση της διακύμανσης.....	107
6.11	Απεικόνιση καταλοίπων.....	110
6.12	Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση διακύμανσης.....	111
6.13	Απεικόνιση καταλοίπων.....	114
6.14	Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση της διακύμανσης.....	115
6.15	Απεικόνιση των καταλοίπων.....	118
6.16	Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση της διακύμανσης.....	119
6.17	Απεικόνιση των καταλοίπων.....	123
6.18	Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση της διακύμανσης.....	124
6.19	Απεικόνιση καταλοίπων.....	127
6.20	Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και μέτρηση της διακύμανσης.....	128

6.21	Απεικόνιση καταλοίπων.....	131
6.22	Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και μέτρηση της διακύμανσης.....	132
6.23	Απεικόνιση καταλοίπων.....	135
6.24	Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και μέτρηση της διακύμανσης.....	136
6.25	Απεικόνιση καταλοίπων.....	139
6.26	Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και μέτρηση κινδύνου.....	140
6.27	Απεικόνιση καταλοίπων.....	143
6.28	Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και μέτρηση της διακύμανσης.....	144
6.29	Απεικόνιση καταλοίπων.....	148
6.30	Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και της μέτρησης κινδύνου.....	149
6.31	Απεικόνιση των καταλοίπων.....	152
6.32	Απεικόνιση πρόβλεψης της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης.....	153
6.33	Απεικόνιση των καταλοίπων.....	156
6.34	Πρόβλεψη της πορείας του ΝΙΚΚΕΙ και μέτρηση της διακύμανσης.....	157
6.35	Απεικόνιση των καταλοίπων.....	160
6.36	Απεικόνιση πρόβλεψης της πορείας του ΝΙΚΚΕΙ και μέτρηση της διακύμανσης.....	161
6.37	Απεικόνιση καταλοίπων.....	164
6.38	Πρόβλεψη της πορείας του ΝΙΚΚΕΙ και μέτρηση της διακύμανσης.....	165
6.39	Απεικόνιση καταλοίπων.....	168
6.40	Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης.....	169
6.41	Απεικόνιση καταλοίπων.....	172
6.42	Πρόβλεψη της πορείας του ΝΙΚΚΕΙ και μέτρηση της διακύμανσης.....	173
6.43	Απεικόνιση καταλοίπων.....	176
6.44	Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση διακύμανσης.....	177
6.45	Απεικόνιση καταλοίπων.....	180
6.46	Πρόβλεψη της πορείας του ΝΙΚΚΕΙ και μέτρηση διακύμανσης.....	181

6.47	Απεικόνιση καταλοίπων.....	185
6.48	Πρόβλεψη της πορείας του ΝΙΚΚΕΙ και μέτρηση διακύμανσης.....	186
6.49	Απεικόνιση των καταλοίπων.....	190
6.50	Πρόβλεψη της πορείας του ΝΙΚΚΕΙ και μέτρηση διακύμανσης.....	191
6.51	Απεικόνιση των καταλοίπων.....	194
6.52	Πρόβλεψη της πορείας του FTSE 100 και μέτρηση της διακύμανσης.....	195
6.53	Απεικόνιση καταλοίπων.....	198
6.54	Πρόβλεψη της πορείας του FTSE 100 και μέτρηση της διακύμανσης.....	199
6.55	Απεικόνιση καταλοίπων.....	202
6.56	Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης.....	203
6.57	Απεικόνιση καταλοίπων.....	207
6.58	Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης.....	210
6.59	Απεικόνιση καταλοίπων.....	211
6.60	Πρόβλεψη της πορείας του και μέτρηση της διακύμανσης.....	214
6.61	Απεικόνιση καταλοίπων.....	215
6.62	Πρόβλεψη της πορείας του FTSE 100 και μέτρηση της διακύμανσης.....	218
6.63	Απεικόνιση καταλοίπων.....	219
6.64	Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης.....	223
6.65	Απεικόνιση καταλοίπων.....	224
6.66	Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης.....	228
6.67	Απεικόνιση καταλοίπων.....	229
6.68	Πρόβλεψη της πορείας του FTSE 100 και μέτρηση της διακύμανσης.....	232
6.69	Απεικόνιση καταλοίπων.....	233
6.70	Πρόβλεψη της πορείας του S&P 500 και μέτρηση της διακύμανσης.....	236
6.71	Απεικόνιση καταλοίπων.....	237
6.72	Πρόβλεψη της πορείας του S&P 500 και μέτρηση της διακύμανσης.....	240

6.73 Απεικόνιση καταλοίπων.....	241
6.74 Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης.....	244
6.75 Απεικόνιση καταλοίπων.....	245
6.76 Πορεία του δείκτη και μέτρηση κινδύνου.....	248
6.77 Απεικόνιση των καταλοίπων.....	249
6.78 Πρόβλεψη της πορείας του S&P 500 και μέτρηση του κινδύνου.....	252
6.79 Απεικόνιση καταλοίπων.....	253
6.80 Πρόβλεψη της πορείας του S&P 500 και μέτρηση της διακύμανσης.....	256
6.81 Απεικόνιση καταλοίπων.....	257
6.82 Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση του κινδύνου.....	260
6.83 Απεικόνιση καταλοίπων.....	261
6.84 Πρόβλεψη της πορείας του S&P 500 και μέτρηση της διακύμανσης.....	265
6.85 Απεικόνιση καταλοίπων.....	266
6.86 Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση διακύμανσης.....	266

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ

---

Το κεφάλαιο αυτό είναι εισαγωγικό και αναφέρετε στο θέμα της έρευνας, στα στοιχεία που συλλέχτηκαν και στα ευρήματα. Πρώτα όμως κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά στην σπουδαιότητα της έρευνας και των ευρημάτων της.

Η κατάρρευση της Lehman Brothers, το 2008, ήταν η αφετηρία για να εισέλθει η παγκόσμια οικονομία σε μια πρωτοφανούς διάρκειας ύφεση. Αναλυτές από όλο τον κόσμο δεν είχαν προβλέψει την ένταση και την διάρκειά της. Έξι χρόνια μετά τα σημάδια της είναι ακόμα αισθητά σε χώρες, όπως η Αμερική, η Αγγλία και η Γαλλία.

Δύο ζητήματα αναδείχτηκαν έντονα από την κρίση. Το πρώτο αφορά τις πολύπλοκες και ευαίσθητες οικονομικές σχέσεις των χωρών. Ένα γεγονός στην Αμερική ήταν αρκετό για να συνταράξει το παγκόσμιο οικονομικό σύστημα. Το δεύτερο, και σπουδαιότερο ίσως, είναι η σημασία των έγκυρων προβλέψεων. Αν υπήρξε κατάλληλη πρόβλεψη ίσως να είχαν ληφθεί έγκαιρα τα κατάλληλα μέτρα για την αποφυγή ή τουλάχιστον τον περιορισμό των συνεπειών της κρίσης.

Η παρούσα εργασία ασχολείται με τα δυο προηγούμενα θέματα. Η ανάλυση επικεντρώνεται στο χρηματοοικονομικό σύστημα και συγκεκριμένα με τις σχέσεις αιτιότητας που αναπτύσσονται μεταξύ των δεικτών της Γερμανίας, της Γαλλίας, της Αγγλίας, της Ιαπωνίας και των ΗΠΑ. Η αποτύπωση των σχέσεων μεταξύ των χωρών αυτών με την χρήση των δεικτών του χρηματιστηρίου μόνο ενδεικτική μπορεί να είναι, καθώς οι σχέσεις αυτές είναι πολύπλοκες και εξαρτώνται από πληθώρα παραγόντων που στην συγκεκριμένη έρευνα δεν λήφθηκαν υπoψη. Όμως οι δείκτες του χρηματιστηρίου αποτελούν μια ένδειξη για την πορεία της οικονομίας των χωρών αυτών και σε κάποιες περιπτώσεις προβλέπουν τα γεγονότα.

Στην συνέχεια, «χτίζονται» τα κατάλληλα μοντέλα για να επιτευχθεί πρόβλεψη της πορείας τους με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια γίνεται. Για να γίνει αυτό, η οικονομική επιστήμη χρησιμοποιεί εργαλεία από την στατιστική επιστήμη και ανέπτυξε την θεωρία των χρονοσειρών. Αναλύονται έννοιες όπως στάσιμες κι μη στάσιμες σειρές, λευκός θόρυβος (whitenoise), συνολοκλήρωση και αιτιότητα και παρουσιάζεται μια σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση των διαφόρων θεωριών και των ελέγχων που αναπτύχθηκαν. Αναφορά γίνεται και σε διάφορα μοντέλα πρόβλεψης και σε θεωρίες χαρτοφυλακίου. Ακολουθεί η εμπειρική έρευνα με ανάλυση των δεδομένων με

διαγράμματα και παρουσίαση των αποτελεσμάτων των διαφόρων ελέγχων σε πίνακες. Τέλος παρουσιάζονται προτάσεις προς τους επενδυτές για την επιλογή των άριστων χαρτοφυλακίων.

Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν ήταν οι τιμές των δεικτών DAX, CAC 40, FTSE 100, NIKKEI και S&P 500 για μια περίοδο από 1/2/1991 έως και 3/2/2014 σε μηνιαία βάση. Αφού υπολογίστηκαν οι αποδόσεις τους, υποβλήθηκαν σε έλεγχο ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας. Έτσι ξεχώρισαν σε στάσιμες και μη στάσιμες σειρές. Οι στάσιμες σειρές ελέγχθηκαν για αιτιότητα κατά Granger, ενώ οι μη στάσιμες για συνολοκλήρωση. Από τον έλεγχο συνολοκλήρωσης προέκυψαν τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν και από τα οποία υπολογίστηκαν τα κατάλοιπα. Τέλος με την χρήση των GARCH μοντέλων μετρήθηκε η διακύμανση των καταλοίπων και επιλέχθηκαν τα μοντέλα με την μικρότερη διακύμανση καταλοίπων ως τα πιο κατάλληλα για προβλέψεις.

Από τα αποτελέσματα μπορούν να εξαχθούν ποικίλα συμπεράσματα. Ως προς τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των δεικτών τα αποτελέσματα μπορεί να θεωρηθούν, μάλλον αναμενόμενα. Όλοι, σχεδόν, οι δείκτες αλληλεπιδρούν σε σχέση αμφίδρομη με τους υπόλοιπους. Για αυτό αν συνδυαστούν μεταξύ τους σε οποιονδήποτε συνδυασμό, βελτιώνουν την ικανότητα εκτίμησης των μελλοντικών τιμών των υπόλοιπων δεικτών. Μόνες εξαιρέσεις αποτελούν οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των CAC 40 και S&P 500 και DAX και FTSE 100, όπου τα ευρήματα συνηγορούν στο ότι οι CAC 40 και DAX προκαλούν τους S&P 500 και FTSE 100, αντίστοιχα, και επομένως είναι κατάλληλοι στο να χρησιμοποιηθούν σε ένα μοντέλο πρόβλεψης των S&P 500 και FTSE 100, αλλά το αντίστροφο δεν αποφέρει κανένα όφελος. Γενικότερα, η σημασία των δεικτών DAX και CAC 40 είναι πρωταρχική, καθώς χρησιμοποιούνται σε όλα τα μοντέλα και σε όλους τους συνδυασμούς με τους άλλους δείκτες για να βελτιωθεί η ερμηνευτική ικανότητα του μοντέλου. Επίσης, τα μοντέλα που προέβλεπαν την δική τους πορεία, βελτιώθηκαν μόνο με τη χρήση ενός ακόμα δείκτη. Αντιθέτως άλλων δεικτών τα μοντέλα, και συγκεκριμένα του Nikkei, χρειάστηκαν την προσθήκη περισσότερων δεικτών για να βελτιωθεί η ερμηνευτική τους ικανότητα.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό, ότι ένα χαρτοφυλάκιο θα πρέπει να περιέχει στην σύνθεσή του οπωσδήποτε είτε τον DAX, είτε τον CAC 40, είτε συνδυασμό των δύο. Χαρτοφυλάκια τα οποία περιέχουν τον DAX σε συνδυασμό με έναν οποιονδήποτε δείκτη και τον CAC 40 σε



συνδυασμό με έναν οποιονδήποτε δείκτη είναι αποδοτικά, ενώ για να συμπεριλάβει ένα χαρτοφυλάκιο τον Nikkei θα πρέπει να περιλαμβάνει άλλους δύο δείκτες. Τέλος ο FTSE 100 και ο S&P 500 δεν φαίνεται να είναι οι κατάλληλοι δείκτες για να συνδιαστούν σε ένα χαρτοφυλάκιο, από μόνοι τους χωρίς την παρουσία των υπόλοιπων δεικτών.

Ανακεφαλαιώνοντας, αντικείμενο της συγκεκριμένης έρευνας είναι η εύρεση των κατάλληλων μοντέλων, που θα προβλέπουν με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια γίνεται τις τιμές των δεικτών του χρηματιστηρίου των πέντε μεγαλύτερων οικονομιών παγκόσμια. Η σημασία των προβλέψεων έγκειται στο γεγονός, ότι όσο πιο ακριβής είναι τόσο περισσότερο περιορίζονται οι διακυμάνσεις και τα σοκ σε μια οικονομία και επομένως οι συνέπειες των κρίσεων. Στην αναζήτηση αυτή προέκυψαν οι στενές σχέσεις που συνδέουν τις οικονομίες αλλά και η σπουδαιότητα των δεικτών DAX και CAC 40.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΙΣΗ

---

### *ΕΙΣΑΓΩΓΗ*

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια παρουσίαση όλων των θεωριών και των ελέγχων υποθέσεων που έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς στα πλαίσια της θεωρίας των χρονοσειρών. Η βασική ιδέα των χρονοσειρών είναι η εξέταση ενός μεγέθους στην πορεία του χρόνου. «Τα εργαλεία» που χρησιμοποιεί η οικονομική θεωρία για να το πετύχει αυτό προέρχονται από την επιστήμη της στατιστικής και περιλαμβάνει έννοιες όπως unitroot (μοναδιαία ρίζα), cointegration (συνολοκλήρωση), causality (αιτιότητα) και ARCH και GARCH μοντέλα. Οι έννοιες αυτές απασχόλησαν τους οικονομήτρους και αναπτύχθηκαν κατά καιρούς πληθώρα θεωρίες και έλεγχοι υποθέσεων για την ύπαρξη ή μή των παραπάνω σε ένα μοντέλο.

Η δομή του κεφαλαίου είναι χωρισμένη σε έξι υποενότητες, κάθε μία από τις οποίες αναλύει τους διάφορους ελέγχους που αναπτύχθηκαν για την επιβεβαίωση ή την απόρριψη της υπόθεσης ύπαρξης των παραπάνω. Συγκεκριμένα η πρώτη υποενότητα αναφέρεται στους ελέγχους που αναπτύχθηκαν για την ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας και είναι του Phillips και Perron<sup>1</sup> (1988), του Elliot *et. al.*<sup>2</sup> και του Kwiatkowski *et. al.*<sup>3</sup> Η δεύτερη υποενότητα ασχολείται με ελέγχους που έχουν διατυπωθεί για την αποδοχή ή την απόρριψη της υπόθεσης ύπαρξης συνολοκλήρωσης. Συγκεκριμένα θα αναφερθούν το CRDW<sup>4</sup> test και το test Dickey-Fuller<sup>5</sup>. Θέμα της επόμενης υποενότητας είναι μοντέλα προβλέψεων, όπως τα

---

<sup>1</sup>Greene, W. *Econometric Analysis*, fifth edition. New York University: Pearson Education International.

<sup>2</sup>Greene, W. *Econometric Analysis*, fifth edition. New York University: Pearson Education International.

<sup>3</sup>Verbeek, M. *A Guide To Modern Econometrics*, second edition. Erasmus University Rotterdam: John Wiley & Sons, Ltd

<sup>4</sup>Verbeek, M. *A Guide To Modern Econometrics*, second edition. Erasmus University Rotterdam: John Wiley & Sons, Ltd.

<sup>5</sup>Verbeek, M. *A Guide To Modern Econometrics*, second edition. Erasmus University Rotterdam: John Wiley & Sons, Ltd.

ARCH, GARCH και EGARCH<sup>6</sup>. Προηγούμενες μελέτες σχετικά με την αιτιότητα διαπραγματεύεται η τέταρτη υποενότητα. Οι μελέτες αυτές αφορούν ελέγχους που έχουν προταθεί από τους Haugh (1972), Sims (1972) και Priestley (1971)<sup>7</sup>. Στην επόμενη υποενότητα αναλύονται διάφορα υποδείγματα χαρτοφυλακίου, όπως αυτό της εξομάλυνσης τιμών από τον Stephen Ross (1976), αυτό της ουδέτερης χρηματοδότησης των Modigliani και Miller (1950) και το υπόδειγμα κερδών και επενδυτικών ευκαιριών<sup>8</sup>. Τέλος στην τελευταία υποενότητα γίνεται ανακεφαλαίωση των προηγούμενων θεμάτων.

Ανακεφαλαιώνοντας, το κεφάλαιο αυτό είναι εισαγωγικό στην θεωρία των χρονοσειρών, πριν γίνει αναφορά των βασικών εννοιών της. Για τον λόγο αυτό παρουσιάζονται μελέτες και έλεγχοι υποθέσεων εναλλακτικοί των επικρατέστερων που χρησιμοποιούνται σήμερα και που θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

## ΜΟΝΑΔΙΑΙΑ ΡΙΖΑ

Το πρώτο βήμα για την εξεύρεση του μοντέλου εκείνου που προβλέπει με μεγαλύτερη ακρίβεια την πορεία ενός μεγέθους στον χρόνο είναι η διαπίστωση ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας στις υπό εξέταση μεταβλητές. Ο έλεγχος για την αποδοχή ή την απόρριψη της εμφάνισής της στα δεδομένα είναι καθοριστικής σημασίας για την πορεία της έρευνας.

Τα test που θα εξεταστούν σε αυτό το κεφάλαιο είναι, όπως αναφέρθηκαν, των Phillips και Perron (1988), Elliot *et al.* (1996) και Kwiatkowski *et al.* (1992) ή αλλιώς το KPSS test. Οι Phillips και Perron ασχολήθηκαν με το πρόβλημα της συσχέτισης των καταλοίπων και πως αυτό επηρεάζει τα αποτελέσματα ενός ελέγχου μοναδιαίας ρίζας. Όταν τα κατάλοιπα συνδέονται μεταξύ τους τότε το test για την ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας είναι μη

---

<sup>6</sup> Verbeek, M. *A Guide To Modern Econometrics, second edition*. Erasmus University Rotterdam: John Wiley & Sons, Ltd

<sup>7</sup> Pierce A. David, H. L. (1977). Causality In Temporal Systems Characterizations and a Survey. *Journal of Econometrics* 5, 265-293.

<sup>8</sup> Μαλινδρέτου, Β. (2000). Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις, δεύτερη έκδοση. Αθήνα: Παπαζήσης

αξιόπιστο. Για να λύσουν το πρόβλημα αυτό οι Phillips και Perron πρότειναν ως τρόπο υπολογισμού των κριτικών τιμών ελέγχου τον εξής:

$$Z_{\tau} = \sqrt{\frac{c_0}{a}} \left( \frac{[\hat{\gamma}] - 1}{v} \right) - \frac{1}{2} (\alpha - c_0) \frac{Tv}{\sqrt{\alpha S^2}}$$

και 
$$Z_{\gamma} = \frac{T[(\hat{\gamma}) - 1]}{1 - \hat{\gamma}_1 - \dots - \hat{\gamma}_p} - \frac{1}{2} \left( \frac{T^2 v^2}{S^2} \right) (\alpha - c_0)$$

όπου:

$v^2 = \eta$  διακύμανση του  $\hat{\gamma}$

$c_j = \frac{1}{T} \sum_{s=j+1}^T \epsilon_t \epsilon_{t-s}$   $j = 0 \dots p$  διακύμανση των καταλοίπων

$$c_0 = \frac{1}{T} \sum_{s=1}^T \epsilon_t^2$$

$$a = c_0 + 2 \sum_{j=1}^L \left( 1 - \frac{j}{L+1} \right) c_j$$

Στην συνέχεια, εφάρμοσαν τις τιμές αυτές στο μοντέλο:

$$y_t = \delta_t + \gamma y_{t-1} + \gamma_1 \Delta y_{t-1} + \dots + \gamma_p \Delta y_{t-p} + \epsilon_t \quad (2.1)$$

Αν γινόταν αποδεχτεί η υπόθεση ότι  $\gamma=1$ , τότε στο μοντέλο αυτό υπήρχε μοναδιαία ρίζα.

Οι κριτικές τιμές μεταβάλλονται αν στο (2.1) μοντέλο ο σταθερός όρος είναι μηδέν ή αν υπάρχει όρος που εξαρτάται από τον χρόνο. Οι όροι αυτοί επηρεάζουν την κατανομή της (2.1).

Η μέθοδος που χρησιμοποιούν οι Elliot *et.al.* (1996) χωρίζεται σε δύο βήματα. Στο πρώτο παλινδρομούν  $y^*$  σε  $x^*$ , όπου

$$y^* = \frac{y_1}{y_T - (\bar{r})y_{T-1}} \quad \text{και} \quad x^* = \frac{1}{1 - \bar{r}} \quad \text{ή} \quad x^* = \frac{1}{1 - \bar{r}} \quad \frac{1}{T - (\bar{r})(T - 1)}$$

Ποιες από τις δύο μήτρες για το  $x^*$  χρησιμοποιούνται εξαρτάται από το αν η παλινδρόμηση περιέχει σταθερό όρο, οπότε χρησιμοποιείται η πρώτη μήτρα, ή αν περιέχει όρο που σχετίζεται με τον χρόνο οπότε χρησιμοποιείται η δεύτερη μήτρα. Για το  $\bar{r}$  ισχύει:

$\bar{r} = \frac{1 - \bar{r}}{T}$  όταν η παλινδρόμηση δεν περιέχει σταθερό όρο ή όρο που εξαρτάται από τον χρόνο

$\bar{r} = \frac{1 - 13.5}{T}$  όταν υπάρχει σταθερός όρος ή όρος που εξαρτάται από τον χρόνο

Το δεύτερο βήμα είναι να χρησιμοποιήσουν τα κατάλοιπα της παραπάνω παλινδρόμησης και να μετατρέψουν την (2.1) ως:

$\hat{y}_t = \gamma \hat{y}_{t-1} + \gamma_1 \Delta \hat{y}_{t-1} + \dots + \gamma_p \Delta \hat{y}_{t-p} + \eta_t$  όπου  $\hat{y}$  τα κατάλοιπα της προηγούμενης παλινδρόμησης.

Στην τελευταία έρευνα οι Kwiatkowski *et al.* ελέγχουν την ύπαρξη στασιμότητας, αντί μοναδιαίας ρίζας. Η βασική ιδέα είναι ότι μια χρονοσειρά αποτελείται από έναν όρο εξαρτώμενο από τον χρόνο όρο, από το randomwalk (τυχαίος περίπατος) και από έναν τυχαίο όρο χωρίς whitenoise. Η μηδενική υπόθεση είναι ότι η διακύμανση του randomwalk είναι μηδέν. Η διεξαγωγή του παραπάνω ελέγχου είναι σχετικά απλή. Παλινδρομούνται τιμές της  $\hat{y}_t$  με έναν σταθερό όρο και έναν όρο εξαρτώμενο από τον χρόνο και υπολογίζονται τα κατάλοιπα  $e_t$ . Στην συνέχεια υπολογίζεται το άθροισμα των καταλοίπων

$$S_t = \sum_{s=1}^t e_s \quad \text{Οι κριτικές τιμές δίνονται από την εξίσωση} \quad KPSS = \sum_{t=1}^T S_t^2 / \sigma^2 \quad , \text{όπου } \hat{\sigma}^2 \text{ είναι}$$

ο εκτιμητής της διακύμανσης των σφαλμάτων.

## ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ

Τα test που προτάθηκαν για τον έλεγχο ύπαρξης συνολοκλήρωσης είναι των Dickey και Fuller και το CRDW (Sargan και Bhargava, 1983).

Αν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ δύο μη στάσιμων σειρών, τότε τα κατάλοιπα του μοντέλου θα είναι στάσιμες σειρές. Με βάση τη θεωρία αυτή, ένας τρόπος ελέγχου της ύπαρξης συνολοκλήρωσης είναι η διεξαγωγή ελέγχου ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας στα

κατάλοιπα. Το test αυτό διεξάγεται ως εξής: “Τρέχει” παλινδρόμηση των δυο μεγεθός, έστω του  $Y$  στο  $X$ . Τα κατάλοιπα της παλινδρόμησης συνθέτουν το μοντέλο  $\Delta e_t = \gamma_0 + \gamma_1 e_{t-1} + u_t$ .

Αν ισχύει η υπόθεση ότι  $\gamma_1 = 0$ , τότε υπάρχει μοναδιαία ρίζα στα κατάλοιπα και άρα η σειρά είναι μη στάσιμη και δεν υπάρχει συνολοκλήρωση. Το πρόβλημα, όμως με το συγκεκριμένο test, έγκειται στο γεγονός ότι η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων θα σχηματίσει ένα τέτοιο μοντέλο, έτσι ώστε τα κατάλοιπα να έχουν όσο γίνεται πιο μικρή διακύμανση. Έτσι, η μηδενική υπόθεση της ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας θα απορρίπτεται συχνότερα από ότι θα έπρεπε και επομένως θα οδηγούσε σε εμφάνιση συνολοκλήρωσης ακόμα και μεταξύ σειρών που δεν εμφάνιζαν συνολοκλήρωση. Για αυτό οι κριτικές τιμές είναι πιο αρνητικές από αυτές του συνηθισμένου ελέγχου Dickey-Fuller. Αν υπάρχει πρόβλημα συσχέτισης των καταλοίπων μεταξύ τους, τότε προστίθενται περισσότερα lags και χρησιμοποιείται το augmented Dickey Fuller test (ADF). Αν προστεθούν περισσότερες της μιας μεταβλητές, οι κριτικές τιμές μετατοπίζονται πιο αριστερά και γίνονται ακόμα πιο αρνητικές.

Το CRDW test από τα αρχικά Cointegration Regression Durbin-Watson test προτάθηκε το 1982 από τους Sargan και Bhargava. Αν το πιο πάνω μοντέλο είναι θετικό στην ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας στα κατάλοιπα, τότε οι τιμές για το Durbin-Watson test είναι μηδέν. Άρα όσο πιο κοντά στο μηδέν θα είναι οι τιμές του DW test τόσο πιο πιθανό είναι να υπάρχει μοναδιαία ρίζα στα κατάλοιπα και να μην υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των σειρών.

Τόσο ο έλεγχος της μοναδιαίας ρίζας όσο και το CRDW test, υποθέτουν την απουσία και όχι την ύπαρξη συνολοκλήρωσης. Τέλος και τα δύο είναι ευαίσθητα σε μεταβολές των δεδομένων και για αυτό οι κριτικές τιμές αλλάζουν, αναλόγα με τα δεδομένα.

## ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ

Οι προβλέψεις είναι ο λόγος, για τον οποίον, υπάρχουν τα μοντέλα. Σκοπός ενός μοντέλου είναι να εκτιμήσει με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια γίνεται την μελλοντική συμπεριφορά μιας μεταβλητής. Όσο πιο ακριβές είναι το μοντέλο τόσο πιο δυνατό μπορεί να θεωρηθεί και κατάλληλο προς χρήση.

Η σημασία των προβλέψεων έγκειται στο γεγονός ότι μετράνε την ένταση και την διάρκεια ενός σοκ που θα επηρεάσει το μοντέλο. Το σοκ οφείλεται στο γεγονός ότι τα

προβλεπόμενα με τα πραγματικά μεγέθη διαφέρουν, δηλαδή στην ύπαρξη των καταλοίπων. Οι διαφορές αυτές άλλοτε μπορεί να είναι μεγάλες και άλλοτε μικρές και υπολογίζονται με την διακύμανση των καταλοίπων. Τα μοντέλα που υπολογίζουν την διακύμανση των καταλοίπων είναι τα ARCH, GARCH, EGARCH και ARCH-M μοντέλα.

Τα ARCH, από τα αρχικά autoregressive conditional heteroscedasticity, προτάθηκαν από τον Engle το 1982. Όπως αναφέρει και ο τίτλος του, είναι ένα αυτοπαλίνδρομο μοντέλο με ετεροσκεδαστικότητα ( $e_1(s) \neq e_1(t)$ , όπου  $s \neq t$ ). Η πιο απλή μορφή του είναι η εξής:

$$\sigma_t^2 = (\bar{\omega}) + \alpha \sigma_{t-1}^2$$

Δηλαδή η διακύμανση των καταλοίπων στον χρόνο  $t$ , εξαρτάται από προηγούμενες τιμές της  $(\bar{\omega})$  συν τις πιο πρόσφατες τιμές. Ο ρόλος του  $\alpha$  είναι καθοριστικός, καθώς αν  $\alpha > 1$  τότε η σειρά είναι μη στάσιμη και η επίδραση παλιότερων σοκ στην διακύμανση στο χρόνο  $t$  είναι έντονη. Η διακύμανση δηλαδή έχει μεγάλη μνήμη. Αν  $\alpha < 1$  η σειρά είναι στάσιμη και παλιότερα σοκ δεν επηρεάζουν την διακύμανση στον χρόνο  $t$ . Στο προηγούμενο μοντέλο αν προστεθούν lag τιμές της διακύμανσης γίνεται:

$$\sigma_t^2 = (\bar{\omega}) + \alpha_1 \sigma_{t-1}^2 + \alpha_2 \sigma_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p \sigma_{t-p}^2$$

Ένας διευρυμένος τύπος των ARCH μοντέλων είναι τα GARCH, που προτάθηκαν από τον Bollerslev (1986) και στην γενικότερη μορφή τους είναι:

$$\sigma_t^2 = (\bar{\omega}) + \sum_{j=1}^p \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

και στην απλή μορφή του:

$$\sigma_t^2 = (\bar{\omega}) + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

Το καλύτερο και πάλι είναι η σειρά να είναι στάσιμη ( $\alpha + \beta < 1$ ), για να έχει μικρή μνήμη.

Το μειονέκτημα και των δύο προηγούμενων μοντέλων είναι ότι είναι συμμετρικά. Αρνητικά σοκ έχουν την ίδια επίδραση με θετικά σοκ. Μια ενδιαφέρουσα επέκταση των μοντέλων αυτών θα ήταν η ανάπτυξη ασύμμετρων μοντέλων, όπου αρνητικά και θετικά σοκ έχουν διαφορετική επίδραση. Τέτοια μοντέλα είναι τα EGARCH που αναπτύχθηκαν από τον Nelson το 1990 και έχουν την εξής μορφή:

$$\log \sigma_t^2 = (\bar{\omega}) + \beta \log \sigma_{t-1}^2 + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \alpha \frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sigma_{t-1}}$$

Οι παράμετροι  $\alpha, \beta$  και  $\gamma$  είναι σταθεροί και το μοντέλο παρουσιάζει ασυμμετρία, όσο το  $\gamma \neq 0$ . Όταν  $\gamma < 0$  τότε τα αρνητικά σοκ έχουν μεγαλύτερη επίδραση από ότι τα θετικά στην μελλοντική διακύμανση. Τέλος, στα ARCH-M μοντέλα που αναπτύχθηκαν από τους Engle, Lilien και Roberts (1987) η διακύμανση εμφανίζεται ως μέρος του μέσου όρου του  $y_t$  ως εξής:

$$y_t = x_t \theta + \delta \sigma_t^2 + \varepsilon_t$$

Συμπερασματικά, η διακύμανση είναι η κατάλληλη μονάδα μέτρησης του κινδύνου. Όπως θα δούμε αμέσως παρακάτω, όχι μόνο χρησιμοποιείται για να μετρηθεί η ακρίβεια των προβλέψεων, αλλά και για να προσδιοριστεί η αιτιότητα.

### ΑΙΤΙΟΤΗΤΑ

Οι πρώτοι που ασχολήθηκαν με την αιτιότητα ήταν οι φιλόσοφοι από τον Αριστοτέλη και μετά. Όμως οι ορισμοί που δώσανε ήταν ποικίλοι και δεν κατέληξαν σε έναν κοινά αποδεκτό. Επίσης δεν είχαν καμία πρακτική εφαρμογή. Αντίθετα, πιο πρακτικός ήταν ο ορισμός του Good (1961, 1962), σύμφωνα με τον οποίο αν  $E$  και  $F$  είναι δύο γεγονότα, με το  $F$  να προηγείται το  $E$ , τότε υπάρχει μια τάση να αναπτυχθεί αιτιότητα αν ισχύει ότι  $\text{Prob}(E|F) > \text{Prob}(E|\text{not}F)$ . Ένας δεύτερος ορισμός που μοιάζει με αυτόν το Good δόθηκε από τον Suppes (1970) σύμφωνα με τον οποίον ένα γεγονός  $B_t^1$  προκαλεί ένα γεγονός  $A_t$  αν ισχύουν τα εξής:

1.  $t' < t$
2.  $\text{Prob}(B_t^1 | t') > 0$
3.  $\text{Prob}(A_t | B_t^1) > \text{Prob}(A_t)$

Οι ορισμοί αυτοί δεν είναι καθόλου λειτουργικοί και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανάλυση δεδομένων. Στην παρακάτω παράγραφο θα εξετάσουμε πως μπορούμε να αναζητήσουμε την ύπαρξη αιτιότητας σε δεδομένα και πως μπορούμε να καταλήξουμε σε ελέγχους.

Έστω τα αυτοπαλίνδρομα μοντέλα:

$$x_t = x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-n} + y_{t-1} + y_{t-2} \dots + y_{t-n} + a_t$$

(2.2)



$$y_t = x_{t-1} + x_{t-2} \dots + x_{t-n} + y_{t-1} + y_{t-2} \dots + y_{t-n} + u_t$$

(2.3)

και εστω ότι υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ των x και y. Οι (2.2) και (2.3) μπορούν να γραφτούν με την μορφή μήτρας ως εξής<sup>9</sup>:

$$\begin{matrix} x_t & A(B) & H(B)x_t & a_t \\ y_t & C(B) & D(B)y_t & =u_t \end{matrix}$$

(2.4)

όπου  $a_t$  και  $u_t$  κατάλοιπα με “whitenoise” και  $A(B)=C(B)=\sum_{t=1}^n x_t$  και  $H(B)=D(B)=\sum_{t=1}^n y_t$ .

Όταν  $H(B) \neq 0$  τότε υπάρχει αιτιότητα μεταξύ x και y και συγκεκριμένα από την y προς την x ( $y \rightarrow x$ ). Όταν  $C(B) \neq 0$  τότε υπάρχει αιτιότητα μεταξύ της x και y και συγκεκριμένα από την x προς την y ( $x \rightarrow y$ ). Όταν ισχύει  $H(B) \neq 0$  και  $C(B) \neq 0$  τότε έχουμε αμφίδρομη σχέση μεταξύ των x και y ( $x \leftrightarrow y$ ). Ειδικότερα, όπως προτείνει ο Sims (1972)<sup>10</sup> μεταξύ των x και y δεν υπάρχει σχέση αιτιότητας όταν  $H(B)$  και  $C(B)$  μπορούν αντίστοιχα να επιλέξουν να είναι μηδέν. Ο Haugh (1972)<sup>11</sup> προσθέτει ότι αν  $H(B)$  και  $C(B)$  είναι είτε μηδέν είτε ένας σταθερός όρος τότε πάλι δεν υπάρχει σχέση αιτιότητας μεταξύ των δύο μεταβλητών. Ένας άλλος τρόπος εντοπισμού σχέσεων αιτιότητας, που ανέπτυξε ο Haugh (1972) είναι με τον

υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης των καταλοίπων  $\rho_{au} = \frac{E(a_t - n u_t)}{[E(a_t^2)E(u_t^2)]^{1/2}}$ . Επειδή υποθέσαμε ότι υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών x και y μπορούμε αντί να πάρουμε τις πιο πάνω σχέσεις να σχηματίσουμε τις εξής σχέσεις μεταξύ των καταλοίπων<sup>12</sup>:

<sup>9</sup>Pierce A. David, H. L. (1977). Causality In Temporal Systems Characterizations and a Survey. *Journal of Econometrics* 5, 265-293

<sup>10</sup>Pierce A. David, H. L. (1977). Causality In Temporal Systems Characterizations and a Survey. *Journal of Econometrics* 5, 265-293.

<sup>11</sup>Pierce A. David, H. L. (1977). Causality In Temporal Systems Characterizations and a Survey. *Journal of Econometrics* 5, 265-293.

<sup>12</sup>Pierce A. David, H. L. (1977). Causality In Temporal Systems Characterizations and a Survey. *Journal of Econometrics* 5, 265-293.

$$a_t = v(B)u_t + f_t \quad (2.5)$$

$$u_t = \omega(B)a_t + g_t \quad (2.6)$$

όπου  $v(B) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} v_j u_{t-j}$  και  $\omega(B) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \omega_j a_{t-j}$  και

$$\rho_{au} = \frac{E(a_{t-n}u_t)}{[E(a_t^2)E(u_t^2)]^{1/2}} = \frac{\sigma_u}{\sigma_a} v(k) \quad (2.7)$$

$$\rho_{ua} = \frac{E(u_{t-n}a_t)}{[E(u_t^2)E(a_t^2)]^{1/2}} = \frac{\sigma_a}{\sigma_u} \omega(k) \quad (2.8)$$

Κατά αναλογία με πιο πάνω λέμε ότι η  $y$  προκαλεί την  $x$  όταν  $v(B) \neq 0$  και  $\rho_{au} \neq 0$  και ότι η  $x$  προκαλεί την  $y$  όταν  $\omega(B) \neq 0$  και  $\rho_{ua} \neq 0$ . Προηγουμένως, επίσης, υποθέσαμε ότι τα καταλοίπα είναι με “whitenoise” και δεν υπάρχει πρόβλημα συσχέτισης μεταξύ τους. Αν όμως η υπόθεση αυτή δεν ισχύει, τότε για να λυθεί το πρόβλημα της συσχέτισης προτάθηκε να μπει ένα φίλτρο στα  $v(B)u_t$  και  $\omega(B)a_t$ , ώστε να περιοριστεί το εύρος των τιμών που περιλαμβάνονται στις δύο αυτές μήτρες. Για να γίνει οποιοσδήποτε έλεγχος για αιτιότητα πρέπει να είναι γνωστό το φίλτρο αυτό. Η συνεισφορά το Haugh (1976) ήταν ότι απέδειξε ότι, η κατανομή του συντελεστή συσχέτισης των καταλοίπων με τον συντελεστή συσχέτισης των καταλοίπων με “whitenoise” είναι η ίδια και είναι:

$$\sqrt{nr} \sim N(0, I)$$

όπου  $r$  διάνυσμα με  $r = (r_{k1}, r_{k2}, \dots, r_{kn})$  και  $n$  τμήματα του διανύσματος.

Ειδικότερα  $nr = \sum_{i=1}^m \hat{r}_{ki}^2$  ακολουθεί  $\chi^2$  κατανομή με  $m$  βαθμούς ελευθερίας. Η υπόθεση που γίνεται είναι αν μεταξύ των μεταβλητών δεν υπάρχει κάποια σχέση. Τέλος, ο Priestley (1971)<sup>13</sup> πρότεινε την σύγκριση της διακύμανσης των καταλοίπων που δίνει μια

<sup>13</sup>Pierce A. David, H. L. (1977). Causality In Temporal Systems Characterizations and a Survey. *Journal of Econometrics* 5, 265-293.

μονόπλευρη προσαρμοσμένη παλινδρόμηση με τα αντίστοιχα μιας δίπλευρης παλινδρόμησης στη γενικευμένη της μορφή. Η δίπλευρη παλινδρόμηση έχει την ίδια μορφή με την μονόπλευρη μόνο που συνδέει τις μεταβλητές  $x$  και  $y$  κατά ανάλογο τρόπο με τα κατάλοιπα  $a$  και  $u$ . Σύμφωνα με τον Priestley υπάρχει ένας ελάχιστος αριθμός για την διακύμανση των καταλοίπων της δίπλευρης παλινδρόμησης που δίνετε απο τον τύπο:

$$\int_{-\pi}^{\pi} H_{yy}(\omega) \{1 - |C_{xy}(\omega)|^2\} d\omega.$$

Αν η διακύμανση του μονόπλευρου μοντέλου είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από το όριο αυτό, τότε υπάρχει σχέση αιτιότητας μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Επιλογικά, η αιτιότητα εμφανίζεται ως σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών. Η σχέση αυτή μπορεί να πάρει μορφή μονόδρομη είτε από την μια στην άλλη, είτε αμφίδρομη, είτε να είναι στιγμιαία. Η ύπαρξη στιγμιαίας αιτιότητας οφείλεται στο περιορισμένο εύρος των δεδομένων. Γενικότερα η αιτιότητα εξαρτάται από το πλήθος των δεδομένων. Αιτιότητα μπορεί να εμφανίζεται σε ένα σετ δεδομένων ενώ αν αλλάξει αυτό το σετ μπορεί να εξαφανιστεί. Τέλος μπορεί να εμφανιστεί και ψευδής αιτιότητα, λόγω των δεδομένων<sup>14</sup>. Στα προβλήματα αυτά θα πρέπει να επικεντρωθούν οι ερευνητές όταν μελετούν το φαινόμενο της αιτιότητας.

### ΘΕΩΡΙΕΣ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ<sup>15</sup>

Στην συγκεκριμένη υποενοότητα θα αναπτυχθούν κάποιες θεωρίες χαρτοφυλακίου και συγκεκριμένα τα υποδείγματα εξομάλυνσης τιμών, ουδέτερης χρηματοδότησης και κερδών και επενδυτικών ευκαιριών. Τα υποδείγματα αυτά εξετάζουν τρόπους αποτίμησης και αξιολογήσεις περυσιακών στοιχείων και έχουν προταθεί ως εναλλακτικά του βασικού υποδείγματος, αυτού της αποτίμησης κεφαλαίου.

Το υπόδειγμα εξομάλυνσης τιμών αναπτύχθηκε από τον Stephen Ross (1976). Βασική φιλοσοφία του είναι ότι οι επενδυτές προσπαθούν να εκμεταλλευτούν τον “νόμο της μοναδικής τιμής” και να πετύχουν κέδρος. Σύμφωνα με τον “νόμο της μοναδικής τιμής”

<sup>14</sup>Granger, C. (1980). Testing For Causality A Personal Viewpoint. *Journal of Economic Dynamics and Control* 2, 329-352.

<sup>15</sup>Μαλινδρέτου, Β. (2000). Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις, δεύτερη έκδοση. Αθήνα: Παπαζήσης.

υπάρχει μια τιμή για όλα τα «όμοια» περιουσιακά στοιχεία. Οι αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων επηρεάζονται από μια σειρά από παράγοντες. «Όμοια» περιουσιακά στοιχεία είναι αυτά που επηρεάζονται από τους ίδιους παράγοντες και πρέπει να έχουν τις ίδιες αποδόσεις. Οποιοσδήποτε διαφορές εξομαλύνονται μέσω της διαδικασίας αγοραπωλησίας. Έτσι, όταν οι τιμές αποκλίνουν σε δυο αγορές γίνεται προθεσμιακή αγορά στην αγορά με την υψηλότερη τιμή και πώληση τοις μετρητοίς στην αγορά με την χαμηλότερη τιμή. Όταν αφορά ισοδύναμες αξίες, τότε πωλείται η υπερτιμημένη και αγοράζεται η υποτιμημένη αξία. Όσο αφορά τους παράγοντες που επιρεάζουν τις αποδόσεις αυτοί εξειδικεύτηκαν σε δύο μελέτες και είναι οι εξής:

1. Απρόβλεπτος πληθωρισμός
2. Απρόβλεπτες μεταβολές στην βιομηχανική παραγωγή
3. Απρόβλεπτες μεταβολές στον κίνδυνο για την χρεοκοπία
4. Απρόβλεπτες μεταβολές στην δομή των επιτοκίων
5. Μεταβολές στον αναμενόμενο πληθωρισμό για την πρώτη μελέτη και το κατάλοιπο του κινδύνου της αγοράς για την δεύτερη μελέτη.

Οι παράγοντες αυτοί αποτελούν μια συνάρτηση με τις αποδόσεις των τίτλων και έχει την εξής μορφή:

$$R_i = a_i + b_{i1}f_1 + b_{i2}f_2 + \dots + b_{im}f_m + e_i \quad (2.9)$$

όπου:

$R_i$  = η απόδοση του τίτλου σε ορισμένη χρονική περίοδο  $t$

$a_i$  = η αναμενόμενη απόδοση του τίτλου αν όλοι οι συντελεστές έχουν μηδενική τιμή

$f_j$  = η διαφορά του συντελεστή  $F_i$  από την αναμενόμενη τιμή του

$j$  = ο αριθμός των συντελεστών

$b_{ij}$  = η ευαισθησία του τίτλου σε έναν συντελεστή

$e_i$  = τα κατάλοιπα

Αν οι τιμές των συντελεστών συμπίπτουν με τις αναμενόμενες, τότε οι αποκλίσεις τους μηδενίζονται και η συνάρτηση παίρνει την μορφή:

$$R_i = a_i + e_i \quad (2.10)$$

Η (2.9) δεν κάνει λόγο για κατάσταση ισορροπίας. Για να γίνει αυτό πρέπει να μετατραπεί στην εξής μορφή:

$$E(R_i) = a_0 + b_{i1}F_1 + b_{i2}F_2 + \dots + b_{in}F_n$$

όπου:

$E(R_i)$  = αναμενόμενη απόδοση του τίτλου  $a_0$  = η αναμενόμενη απόδοση με μηδενικό κίνδυνο αγ

Τα χαρτοφυλάκια που σχηματίζονται, είναι εκτεθειμένα σε ορισμένους παράγοντες και είδη κινδύνου και είναι διασφαλισμένα από άλλα είδη κινδύνου. Για να υπολογιστούν οι αναμενόμενες αποδόσεις το πρώτο βήμα που ακολουθείται είναι ο καθορισμός των μακροοικονομικών παραμέτρων. Στην συνέχεια υπολογίζονται τα ασφάλιστρα κινδύνου που οι επενδυτές απαιτούν για να αναλάβουν τους κινδύνους μιας παραμέτρου και η ευαισθησία των παραμέτρων αυτών. Αυτό γίνεται με το να ληφθούν υπόψιν οι ιστορικές τιμές των αξιογράφων. Τέλος οι τιμές του ασφάλιστρου κινδύνου και της ευαισθησίας των παραγόντων τοποθετούνται σε μια παλινδρόμηση, από την οποία προκύπτουν οι αναμενόμενες αποδόσεις.

Το υπόδειγμα ουδέτερης χρηματοδότησης αναπτύχθηκε το 1950 από τους Modigliani και Miller και προσπαθεί να λύσει το πρόβλημα χρηματοδότησης των επιχειρήσεων. Μία επιχείρηση για να χρηματοδοτήσει τις δραστηριότητες της και να προβεί σε επενδύσεις μπορεί είτε να καταφύγει σε εξωτερικό δανεισμό είτε στους μετόχους της. Σύμφωνα με το υπόδειγμα ουδέτερης χρηματοδότησης υπάρχει ένα άριστο σημείο μεταξύ των δύο αυτών επιλογών. Αν η επιχείρηση καταφύγει μόνο στους μετόχους της, εκείνοι επωμίζονται όλο το κόστος κεφαλαίου. Οι αναμενόμενες ταμειακές ροές μειώνονται και η καθαρά παρούσα αξία των μετοχών μειώνεται και άρα και οι αποδόσεις τους. Αντιθέτως, αν η επιχείρηση καταφύγει σε δανεισμό, το κόστος κεφαλαίου μειώνεται, αυξάνοντας τις αναμενόμενες ταμειακές ροές και την παρούσα αξία και τον πλούτο των μετόχων. Όμως ο δανεισμός εγκυμονεί κίνδυνο λόγω ανάληψης της υποχρέωσης εξόφλησης τοκοχρεωλυσίων που αν ξεφύγουν από ένα όριο μπορεί να οδηγήσουν την επιχείρηση σε χρεοκοπεία. Έτσι, από την μία αυξάνονται οι αποδόσεις των μετόχων, από την άλλη αυξάνεται και ο κίνδυνος. Η θετική αυτή σχέση μεταξύ αύξησης των αποδόσεων και αύξησης του εξωτερικού δανεισμού είναι που εξισορροπούν την αξία της επιχείρησης.

Τέλος τα υποδείγματα κερδών και επενδυτικών ευκαιριών υποστηρίζουν τη άποψη ότι η αξία μιας μετοχής δεν καθορίζεται από τα προεξοφλούμενα μερίσματα, αλλά τα προεξοφλούμενα κέρδη και τις προοπτικές της επιχείρησης για νέες επενδύσεις οι οποίες

θα φέρουν νέα κέρδη. Σύμφωνα με την άποψη αυτή οι επενδυτές είναι αδιάφοροι για το αν τα κέρδη θα διανεμηθούν σε μερίσματα ή σε κέρδη. Η μαθηματική διατύπωση του υποδείγματος δόθηκε για πρώτη φορά από τον Solomon και είναι:

$$T_0 = KAM_1 + KAM_2$$

όπου:

$T_0$  = τρέχουσα τιμή της μετοχής μιας επιχείρησης

$KAM_1$  = παρούσα αξία των μετοχών ανα μετοχή από τρέχοντα περιουσιακά στοιχεία

$KAM_2$  = παρούσα αξία των μετοχών ανα μετοχή από μελλοντικές επενδυτικές ευκαιρίες

Στην ουσία αυτό που προτείνει το εν λόγω υπόδειγμα είναι η χρηματοδότηση των επενδύσεων της επιχείρησης από τα κέρδη της και αναφέρεται στο δίλημμα κατανομής των κερδών μεταξύ μερισμάτων ή επενδύσεων.

Βασικός σκοπός της θεωρίας χαρτοφυλακίου είναι να βοηθήσει τον επενδυτή να σχηματίσει και να επιλέξει το κατάλληλο για αυτόν χαρτοφυλάκιο και να συνδυάσει όσο καλύτερα μπορεί τις δυνατότητες που του δίνονται από το να δανείσει και να δανείζεται. Τα τρία προηγούμενα υποδείγματα τον καθοδηγούν προς την κατεύθυνση αυτή και του εφιστούν την προσοχή είτε σε θέματα μακροοικονομικών παραγόντων, είτε σε θέματα κεφαλαικής διάρθρωσης είτε σε θέματα διανομής κερδών που εμφανίζονται ως ιδιαίτερης σημασίας για την επιλογή του.

## **ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ**

Όλες οι υποθέσεις που έγιναν στο κεφάλαιο αυτό, ήταν ευαίσθητες στα δεδομένα και επομένως η αξιοπιστία των ελέγχων που προέκυπταν από τις υποθέσεις αυτές ήταν αμφισβητήσιμη. Η ύπαρξη ή η απουσία, για παράδειγμα, σταθερού όρου ή όρου που είναι συνάρτηση με τον χρόνο πρέπει να ληφθεί υπόψη καθώς αλλάζει την κατανομή του ελέγχου και άρα τα αποτελέσματά του. Δύο άλλα σοβαρά προβλήματα είναι η συσχέτιση των συντελεστών και το μέγεθος των δεδομένων, που και τα δύο αλλοιώνουν τις σχέσεις αιτιότητας μεταξύ δύο μεταβλητών.

Με την επίλυση των προβλημάτων αυτών ασχολήθηκαν αρκετοί μελετητές και πρότειναν πληθώρα εναλλακτικών ελέγχους.Μερικοί από αυτούς εξετάστηκαν στο παρόν κεφάλαιο.Πιο συγκεκριμένα,οι έλεγχοι ύπαξης μοναδιαίας ρίζας προτείνουν εναλλακτικές κριτικές τιμές,ενώ οι δύο έλεγχοι συνολοκλήρωσης που εξετάστηκαν αλλάζουν την υπόθεση από την ύπαρξη συνολοκλήρωσης στην απουσία της.Τα διάφορα μοντέλα πρόβλεψης δίνουν διαφορετική οπτική του θέματος της συμμετρικότητας και ασυμμετρίας τους,ενώ το κύριο πρόβλημα που προσπάθησαν να λύσουν οι αναλυτές της αιτιότητας ήταν αυτό του μεγέθους των δεδομένων.Τέλος οι διάφορες θεωρίες χαρτοφυλακίου προσπάθησαν να δώσουν λύσεις σε ερωτήματα όπως ποιοι μακροοικονομικοί παράγοντες επηρεάζουν τις αποδόσεις των χαρτοφυλακίων,πως θα γίνει η κατανομή των κερδών μεταξύ μερισμάτων και επενδύσεων και τέλος ποιο είναι το άριστο επίπεδο δανεισμού για μια επιχείρηση.Οι έλεγχοι αυτοί καθώς και οι θεωρίες προτάθηκαν ως εναλλακτικοί των βασικών που θα εξεταστούν το επόμενο κεφάλαιο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

---

### ***ΕΙΣΑΓΩΓΗ***

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε μια συνοπτική παρουσίαση προηγούμενων μελετών και ελέγχων για διάφορες υποθέσεις,όπως ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας ή συνολοκλήρωσης.Έγινε

αναφορά σε έννοιες όπως οι προηγούμενες και σε κάποιες άλλες όπως whitenoise. Στο παρόν κεφάλαιο θα αναλυθούν οι έννοιες αυτές καθώς και η σχετική θεωρία γύρω από αυτές.

Πιο αναλυτικά, το κεφάλαιο αυτό χωρίζεται σε πέντε υποενότητες. Στην πρώτη γίνεται αναφορά σε βασικές έννοιες όπως μοναδιαία ρίζα, whitenoise και στασιμότητα και περιγράφονται τα test Dickey-Fuller και ADF. Στην δεύτερη αναλύεται η έννοια της συνολοκλήρωσης και περιγράφεται ο έλεγχος του Johansen. Στην τρίτη γίνεται αναφορά στην αιτιότητα όπως την όρισε ο Granger. Η τέταρτη αναλύει το χρηματοδοτικό υπόδειγμα αποτίμησης κεφαλαίου (CAPM), ενώ η τελευταία ανακεφαλαιώνει το κεφάλαιο.

Η σημασία του κεφαλαίου είναι ιδιαίτερη, καθώς προηγείται της εμπειρικής ανάλυσης και της περιγραφής της έρευνας. Η κατανόηση και η εξοικείωση με τις έννοιες που περιγράφονται είναι απαραίτητη για την κατανόηση των αποτελεσμάτων της έρευνας.

## ΣΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΙΑΙΑ ΡΙΖΑ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο μια από τις θεωρίες χρηματοδότησης που αναλύθηκαν ήταν το υπόδειγμα εξομάλυνσης τιμών<sup>16</sup>. Από το υπόδειγμα αυτό προέκυψε η (2.10):

$$R_t = a_t + e_t$$

Αν  $a_t = R_{t-1}$  τότε η (2.10) γίνεται:

$$R_t = R_{t-1} + e_t \quad (3.1)$$

Η (3.1) ονομάζεται υπόδειγμα τυχαίου περιπάτου (randomwalk) και ερμηνεύεται ως εξής: Η καλύτερη πρόβλεψη για μια οποιαδήποτε μεταβλητή, στην παρούσα φάση αυτή των αποδόσεων, είναι η προηγούμενη τιμή της επαυξημένη κατά έναν τυχαίο όρο. Η  $R_t$  είναι η προβλεπόμενη τιμή ενώ η  $R_{t-1}$  η παρατηρούμενη τον προηγούμενο χρόνο. Αν  $e_t = 0$  τότε η εκτιμώμενη τιμή θα ήταν ίση με την παρατηρούμενη. Όμως λόγω της ύπαρξης των σφαλμάτων υπάρχει απόκλιση μεταξύ παρατηρούμενης και εκτιμώμενης. Ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων επομένως σημαίνει ελαχιστοποίηση της απόκλισης και άρα καλύτερες προβλέψεις.

---

<sup>16</sup>Μαλινδρέτου, Β. (2000). Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις, δεύτερη έκδοση. Αθήνα: Παπαζήσης.



Για να είναι τα κατάλοιπα όσο πιο μικρά γίνεται πρέπει να έχουν whitenoise. Τα κατάλοιπα έχουν whitenoise όταν<sup>17</sup>:

$$E(e_t) = 0$$

$$E(e_t^2) = \sigma^2$$

$$E(e_t, e_s) = 0 \text{ για } t \neq s$$

Όταν τα κατάλοιπα έχουν whitenoise τότε ο μέσος όρος είναι μηδέν, η διακύμανσή τους είναι πεπερασμένη και είναι ανεξάρτητα από τον χρόνο  $t$ . Οι δύο αυτές τελευταίες ιδιότητες είναι που κάνουν τα κατάλοιπα κατάλληλα για χρήση στις προβλέψεις.

Όταν σε μια σειρά τα κατάλοιπά της έχουν whitenoise τότε η σειρά αυτή είναι στάσιμη και είναι για αυτό τον λόγο κατάλληλη για προβλέψεις. Ο μέσος όρος μιας στάσιμης σειράς μακροχρόνια είναι μηδέν. Οι όποιες αποκλίσεις βραχυχρόνια εξαλείφονται μακροχρόνια. Αντίθετα, όταν σε μια σειρά τα κατάλοιπα δεν έχουν whitenoise τότε η σειρά αυτή είναι μη στάσιμη. Η διακύμανση των μη στάσιμων σειρών είναι μη πεπερασμένη και ο μέσος όρος τους εξαρτάται από τον χρόνο  $t$ . Για τους λόγους αυτούς οι μη στάσιμες σειρές είναι ακατάλληλες για πρόβλεψη.<sup>18</sup>

Η (3.1) μπορεί να γραφτεί ως εξής:

$$R_t = \gamma R_{t-1} + e_t \quad (3.2)$$

Ο εκτιμητής  $\gamma$  παίζει καθοριστικό ρόλο, καθώς οι τιμές του καθορίζουν αν μια σειρά είναι στάσιμη ή όχι. Συγκεκριμένα, αν  $\gamma < 1$  η σειρά είναι στάσιμη, αν  $\gamma = 1$  η σειρά έχει μοναδιαία ρίζα και είναι μη στάσιμη. Ο έλεγχος, επομένως, για ύπαρξη στασιμότητας γίνεται από τις τιμές του  $\gamma$ . Οι κριτικές τιμές που χρησιμοποιούνται προτάθηκαν από τους Dickey και Fuller και υπολογίζονται με τον εξής τύπο:

$$DF = \frac{(\hat{\gamma}) - 1}{se(\hat{\gamma})}$$

---

<sup>17</sup>Hamilton D. James (1994). Time Series Analysis. Princeton, New Jersey. Princeton University Press

<sup>18</sup>Verbeek, M. *A Guide To Modern Econometrics, second edition*. Erasmus University Rotterdam: John Wiley & Sons, Ltd.

Η κατανομή του ελέγχου είναι  $\chi^2$  με κλίση στα δεξιά και για αυτό οι κριτικές τιμές είναι αρνητικές. Η (3.2) μπορεί να συμπεριλαμβάνει και έναν σταθερό όρο  $\alpha$  ή μπορεί να συμπεριλαμβάνει και έναν όρο που εξαρτάται από τον χρόνο  $t$ . Στις περιπτώσεις αυτές η κατανομή του ελέγχου επηρεάζεται, επηρεάζοντας και τις κριτικές τιμές. Τέλος, όταν υπάρχει πρόβλημα συσχέτισης των καταλοίπων, τότε για να λυθεί οι Dickey και Fuller πρότειναν την επάυξηση του (3.2) με περισσότερα lag. Τότε η (3.2) παίρνει την μορφή:

$$R_t = \gamma_1 R_{t-1} + \gamma_2 R_{t-2} \dots \gamma_n R_{t-n}$$

Ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας απαιτεί  $\gamma_1 + \gamma_2 \dots \gamma_n = 1$  έναντι της εναλλακτικής. Το test που χρησιμοποιείται είναι το augmented Dickey Fuller test (ADF) και δίνεται από τον τύπο:

$$ADF = \frac{(\hat{\gamma}_1) + (\hat{\gamma}_2) + \dots (\hat{\gamma}_n) - 1}{se(\hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_2 + \dots \hat{\gamma}_n - 1)}$$

Τα lag πρέπει να υπολογιστούν με προσοχή καθώς αν είναι λίγα ίσως να μην επαρκούν για να λυθεί το πρόβλημα της συσχέτισης, ενώ αν είναι πολλά θα μειώσουν την δύναμη του test. Η προσθήκη ενός σταθερού όρου ή ενός όρου που εξαρτάται από τον χρόνο αλλάζουν την κατανομή του ελέγχου και τις κριτικές τιμές.<sup>19</sup>

## ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ

Αφού γίνει έλεγχος μοναδιαίας ρίζας, το επόμενο βήμα είναι η μετατροπή των μη στάσιμων σειρών σε στάσιμες. Αυτό γίνεται είτε με διαφοροποίηση των σειρών με προηγούμενες τιμές τους είτε με μεταξύ τους συνδυασμό. Από τον μεταξύ τους συνδυασμό μπορεί να προκύψει στάσιμη σειρά. Όταν συμβαίνει αυτό, τότε υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των δυο αυτών σειρών.

Συνολοκλήρωση είναι μια σχέση που εμφανίζεται μεταξύ μη στάσιμων σειρών και οδηγούν σε στάσιμες σειρές. Οι σειρές αυτές μακροχρόνια ισορροπούν και εξαλείφουν τις όποιες βραχυχρόνιες αποκλίσεις. Η απεικόνιση αυτή φαίνεται στον τύπο που ανέπτυξαν οι

<sup>19</sup>Verbeek, M. *A Guide To Modern Econometrics, second edition*. Erasmus University Rotterdam: John Wiley & Sons, Ltd.

Engel και Granger (1987) και το ονόμασαν vector error-correction model<sup>20</sup> (VECM) και έχει τη εξής μορφή:

$$\Delta Y_t = \delta + \varphi_1 \Delta X_{t-1} - \gamma(Y_{t-1} - \beta X_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

όπου  $-\gamma(Y_{t-1} - \beta X_{t-1})$  είναι ο όρος συνολοκλήρωσης. Για να ισχύει η (3.3) πρέπει και τα δυο μέρη της εξίσωσης να είναι στάσιμες σειρές. Η ύπαρξη του όρου συνολοκλήρωσης είναι που εξαλείφει μακροχρόνια τις όποιες αποκλίσεις υπάρχουν βραχυχρόνια οδηγώντας τις σειρές σε ισορροπία.

Ο έλεγχος που γίνεται είναι αν  $\gamma=0$  έναντι της εναλλακτικής  $\gamma \neq 0$  και βασίζεται στο test του Johansen (1988)<sup>21</sup>. Όταν υπάρχουν  $k$  μεταβλητές οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους είναι  $r=k-1$ . Οι σχέσεις αυτές σχηματίζουν μια μήτρα  $k \times k$  διαστάσεων. Ο Johansen σχεδίασε μια μήτρα  $k \times r$  διαστάσεων και υπολόγισε τις διαστάσεις της, έτσι ώστε να υπολογίσει τον μικρότερο και τον μεγαλύτερο αριθμό σχέσεων συνολοκλήρωσης που αναπτύσσονται μεταξύ των  $k$  μεταβλητών. Οι κριτικές τιμές που πρότεινε είναι οι εξής:

$$\lambda_{\text{trace}}(r_0) = -T \sum_{j=1+r_0}^k \log(1 - \tilde{\lambda}_j) \quad \text{και} \quad \lambda_{\text{max}}(r_0) = -T \log(1 - \tilde{\lambda}_{1+r_0}) \quad \text{αντίστοιχα}$$

Ο έλεγχος για συνολοκλήρωση «οδηγεί» τον ερευνητή στο κατάλληλο για χρήση μοντέλο. Μη στάσιμες σειρές που δεν «συνδέονται» με σχέσεις συνολοκλήρωσης δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα μοντέλο γιατί αυτό θα οδηγούσε στο πρόβλημα της ψευδούς παλινδρόμησης (spurious regression), όπου το  $R^2$  είναι πολύ μεγάλο, οι τιμές των εκτιμητών είναι πολύ μεγάλες και το Durbin-Watson test πολύ χαμηλό. Ένα τέτοιο μοντέλο δεν είναι κατάλληλο προς χρήση και τα t-test και F-test μη αξιόπιστα. Ο λόγος είναι ότι η κατανομή τους είναι διαφορετική από την αντίστοιχη κατανομή τους όταν προέρχονται

<sup>20</sup>Verbeek, M. *A Guide To Modern Econometrics, second edition*. Erasmus University Rotterdam: John Wiley & Sons, Ltd

<sup>21</sup>Verbeek, M. *A Guide To Modern Econometrics, second edition*. Erasmus University Rotterdam: John Wiley & Sons, Ltd

από μοντέλα με στάσιμες σειρές<sup>22</sup>. Για τον λόγο αυτό η ύπαρξη συνολοκλήρωσης είναι εξαιρετικά σημαντική.

## ΑΙΤΙΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ GRANGER

Στο προηγούμενο κεφάλαιο δόθηκαν μερικοί ορισμοί της αιτιότητας καθώς και κάποιες θεωρίες. Οι θεωρίες όμως αυτές έχουν δύο βασικά μειονεκτήματα. Πρώτον μελετούν τις σχέσεις μεταξύ δύο μόνο μεταβλητών και δεύτερον δεν κάνουν λόγο για πρόβλεψη. Είναι περισσότερο κατάλληλες για τον σχηματισμό καλών μοντέλων, αλλά όχι για μοντέλα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για προβλέψεις.

Ο πρώτος που συνέδεσε τις σχέσεις αιτιότητας με την ικανότητα προβλέψεων ήταν ο Granger (1969). Ο Granger πήρε τα δύο εξής μοντέλα:

$$X_t = X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-n} + Y_{t-1} + Y_{t-2} \dots + Y_{t-n} + \varepsilon_t$$

$$X_t = X_{t-1} + X_{t-2} \dots + X_{t-n} + u_t$$

Στη συνέχεια σύγκρισε τη διακύμανση των σφαλμάτων και διαπίστωσε ότι για να υπάρξει σχέση αιτιότητας από την Y προς την X πρέπει να ισχύει  $\sigma^2(X|I_n, Y) < \sigma^2(X|I_n)$  όπου  $I_n$  σύνολο δεδομένων. Ομοίως αν ισχύει  $\sigma^2(Y|I_n, X) < \sigma^2(Y|I_n)$  τότε υπάρχει σχέση αιτιότητας από την X προς την Y, ενώ όταν ισχύουν ταυτόχρονα και τα δύο υπάρχει αλληλεπίδραση της X με την Y. Τέλος όταν έχουμε lags για να έχουμε αιτιότητα από την X για παράδειγμα προς την Y τότε πρέπει να ισχύει  $\sigma^2(Y|I_n, X(k)) < \sigma^2(Y|I_n, X(k+1))$ .

Για να κάνει έλεγχο για αιτιότητα ο Granger πήρε τα εξής μοντέλα:

$$x_t = x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-n} + y_{t-1} + y_{t-2} \dots + y_{t-n} + a_t$$

$$y_t = x_{t-1} + x_{t-2} \dots + x_{t-n} + y_{t-1} + y_{t-2} \dots + y_{t-n} + u_t$$

Σχημάτισε την μήτρα διακυμάνσεων συνδιακυμάνσεων:

$$\begin{bmatrix} x_t \\ y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta(B) & -H(B) \\ -C(B) & A(B) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_t \\ b_t \end{bmatrix}$$

από τη οποία προέκυψε η σχέση:

$$\gamma_{xy}(k) = -\Delta(F)^{-1} \Delta(B)^{-1} \{D(F)C(B)\gamma_a(k) + H(F)A(B)\gamma_b(k)\}$$

Εάν η x δεν προκαλεί τη y τότε  $C(z)=0$  και ο πρώτος όρος εξαφανίζεται. Εάν η y δεν προκαλεί την x τότε  $H(z)=0$  και ο δεύτερος όρος εξαφανίζεται.

<sup>22</sup>Verbeek, M. *A Guide To Modern Econometrics, second edition*. Erasmus University Rotterdam: John Wiley & Sons, Ltd

Ο έλεγχος αιτιότητας είναι το τελευταίο βήμα στην αναζήτηση για το ιδανικό μοντέλο προβλέψεων. Αφού διαχωριστούν οι σειρές σε στάσιμες και μη και βρεθεί το κατάλληλο μοντέλο, με τον έλεγχο αιτιότητας κατά Granger προσδιορίζονται οι μεταβλητές εκείνες που θα πρέπει να συμπεριληφθούν, έτσι ώστε το μοντέλο όχι μόνο να είναι το πιο ταιριαστό, αλλά επίσης η προβλεπτική του ικανότητα να είναι όσο πιο ακριβής γίνεται.

### ΘΕΩΡΙΕΣ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ<sup>23</sup>

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε παρουσίαση κάποιων χρηματοδοτικών υποδειγμάτων, όπως αυτό της εξομάλυνσης των τιμών και της ουδέτερης χρηματοδότησης. Στην παρούσα υποενοότητα γίνεται ανάλυση του Υποδείγματος Αποτίμησης Κεφαλαίου ή Capital Asset Pricing Model (CAPM). Το CAPM αναπτύχθηκε από τους William Sharpe, John Lintner και Jan Mossin το 1964-1966. Για την καλύτερη όμως κατανόησή του θα γίνει μια αναφορά στο υπόδειγμα του Markowitz, πρώτα, που αναπτύχθηκε το 1952.

Ο Markowitz, προσπαθώντας να εντοπίσει το άριστο χαρτοφυλάκιο, υποστήριξε ότι είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού μεταξύ των προτιμήσεων του επενδυτή και μιας επιλογής από μια ομάδα από αποδοτικά χαρτοφυλάκια. Για να εξηγήσει τις προτιμήσεις των επενδυτών ανέπτυξε μια θεωρία συμπεριφοράς επενδυτών, ανάλογη με αυτή της συμπεριφοράς καταναλωτών στην οικονομική θεωρία. Σύμφωνα με την θεωρία αυτή οι επενδυτές χωρίζονται σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποστρέφεται τον κίνδυνο και για να επενδύσει περισσότερο πρέπει να «ανταμειφθεί» περισσότερο με υψηλότερες αποδόσεις. Η δεύτερη ομάδα είναι εκείνη που είναι αδιάφορη του κινδύνου και η τρίτη είναι εκείνη που επιδιώκει τον κίνδυνο χωρίς να ενδιαφέρεται για τις αποδόσεις. Γενικά, ο κίνδυνος και οι αποδόσεις είναι τα δύο μέτρα αξιολόγησης μια επένδυσης. Ο κίνδυνος μετράτε με την διακύμανση των αποδόσεων, ενώ οι αποδόσεις από τον τύπο:

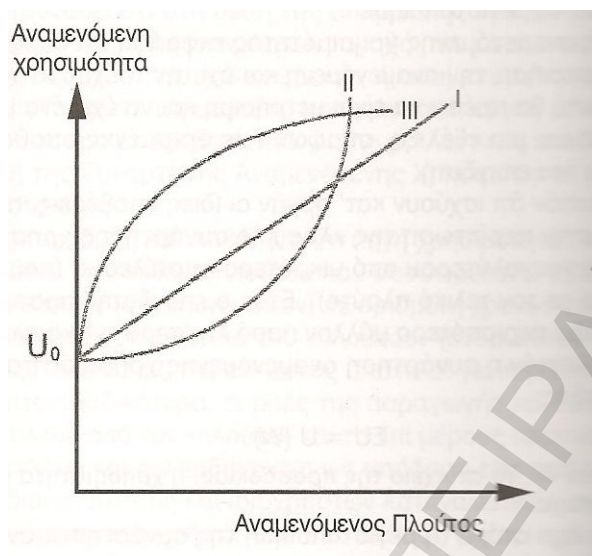
$$R_i = \frac{P - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Η σχέση απόδοσης και κινδύνου είναι αναλογική, όσο περισσότερο δηλαδή αυξάνετε ο κίνδυνος τόσο περισσότερο αυξάνονται και οι αποδόσεις. Από τις τρεις προηγούμενες

---

<sup>23</sup>Μαλινδρέτου, Β. (2000). *Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις, δεύτερη έκδοση*. Αθήνα: Παπαζήσης

ομάδες προκύπτουν οι αναμενόμενες αποδόσεις χρησιμότητας, οι οποίες απεικονίζονται στο διάγραμμα (3.1):



Πηγή: Μαλινδρέτου, Β. (2000). *Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις, δεύτερη έκδοση*. Αθήνα: Παπαζήσης

### Διάγραμμα 3.1 Συναρτήσεις αναμενόμενης χρησιμότητας

Στο διάγραμμα 3.1 απεικονίζονται οι συναρτήσεις αναμενόμενης χρησιμότητας που απολαμβάνουν οι τρεις προηγούμενες ομάδες. Με την καμπύλη II απεικονίζεται η χρησιμότητα της πρώτης ομάδας, όσων δηλαδή αποστρέφονται τον κίνδυνο. Είναι κυρτή και έχει θετική κλίση, αφού όσο αυξάνεται ο κίνδυνος αυξάνονται και οι αποδόσεις, έτσι ώστε ο επενδυτής να έχει ένα κίνητρο να επενδύσει μεγαλύτερα ποσά. Η καμπύλη I αντιπροσωπεύει την δεύτερη ομάδα, εκείνους δηλαδή που είναι αδιάφοροι του κινδύνου. Τέλος η καμπύλη III απεικονίζει την χρησιμότητα που απολαμβάνουν όσοι επιδειώκουν τον κίνδυνο. Αυτή είναι κοίλη και έχει αρνητική κλίση, δηλώνοντας ότι ολόένα και μεγαλύτερος κίνδυνος αποφέρει λιγότερες αποδόσεις. Κάθε επενδυτής επομένως, ανάλογα με τις προτιμήσεις του αντιμετωπίζει και διαφορετική συνάρτηση χρησιμότητας. Μεταξύ, όμως, δύο χαρτοφυλακίων ο ορθολογικός επενδυτής θα επιλέξει εκείνο με τον μικρότερο κίνδυνο, όταν οι αποδόσεις είναι ίδιες και εκείνον με τις μεγαλύτερες αποδόσεις όταν ο κίνδυνος είναι ίδιος.

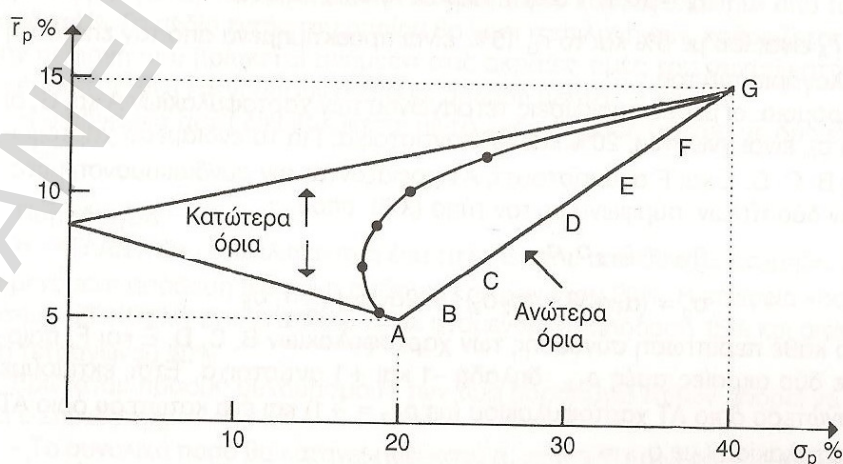
Όμως σπάνια δύο χαρτοφυλάκια θα έχουν ίδιες αποδόσεις ή τον ίδιο κίνδυνο. Στην πράξη ο σχηματισμός χαρτοφυλακίων γίνεται από επενδύσεις που διαφέρουν τόσο ως προς τον

κίνδυνο όσο κι ως προς τια αποδόσεις. Για να αξιολογηθούν τα χαρτοφυλάκια αυτά υπολογίζεται ένας σταθμισμένος μέσος όρος των αποδόσεων και των κινδύνων των περιουσιακών στοιχείων που τα αποτελούν. Τα σταθμίματα αντιπροσωπεύουν τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε περιουσιακού στοιχείου στο χαρτοφυλάκιο. Το όφελος που προκύπτει από την συμμετοχή περισσότερων περιουσιακών στοιχείων από ένα στον σχηματισμό ενός χαρτοφυλακίου φαίνεται από το γεγονός ότι, όταν οι σχέσεις των στοιχείων είναι αρνητικές τότε ο κίνδυνος του χαρτοφυλακίου μειώνεται αισθητά. Οι σχέσεις των μερών ενός χαρτοφυλακίου μπορεί να είναι είτε θετικές είτε αρνητικές και συμβολίζονται ως  $-1 < \rho < 1$ , όπου  $\rho$  ο συντελεστής συσχέτισης. Όταν, επομένως, ισχύει  $-1 < \rho < 0$  τότε ο κίνδυνος υπολογίζεται ως εξής:

$$(\alpha_1 \sigma_1 + \alpha_2 \sigma_2)^2 = \alpha_1^2 \sigma_1^2 + \alpha_2^2 \sigma_2^2 - 2\alpha_1 \alpha_2 \rho \sigma_1 \sigma_2 < \sigma^2 \quad (3.4)$$

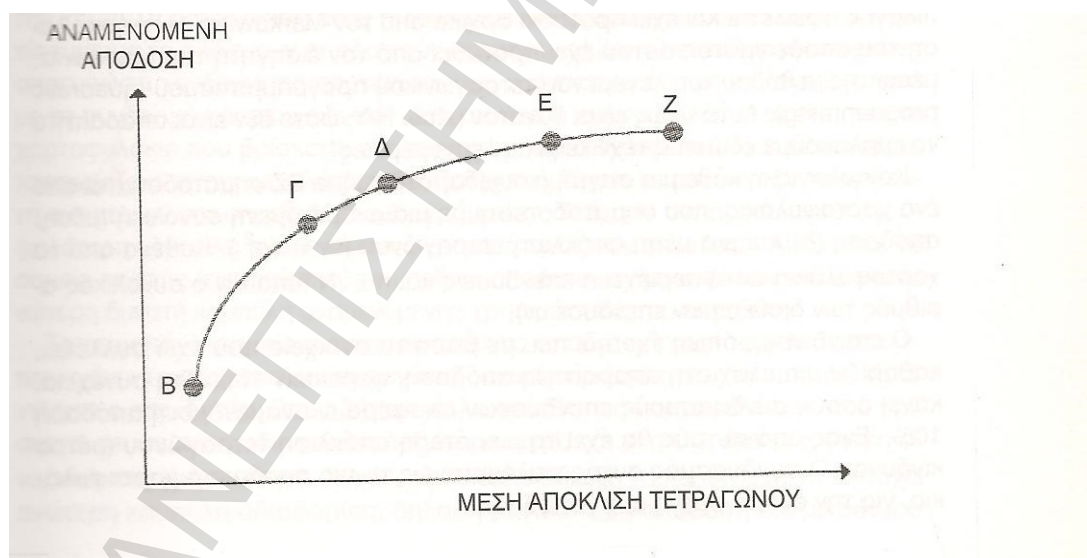
Η (3.4) διατυπώνει το όφελος της διαφοροποίησης. Το αριστερό σκέλος της ανισότητας είναι ο κίνδυνος όπως υπολογίζεται από ένα χαρτοφυλάκιο αποτελούμενο από δύο περιουσιακά στοιχεία, ενώ το δεξί σκέλος από ένα χαρτοφυλάκιο με ένα περιουσιακό στοιχείο.

Οι τιμές -1 και 1 είναι θεωρητικές και αποτελούν τα όρια μέσα στα οποία κινούνται οι τιμές των σταθμισμάτων. Τα όρια αυτά οριοθετούν ένα πεδίο το οποίο απεικονίζεται στο διάγραμμα (3.2):



### Διάγραμμα 3.2 Όρια χαρτοφυλακίου

Στο διάγραμμα 3.2 απεικονίζονται τα πάνω και κάτω όρια ενός χαρτοφυλακίου με περισσότερα από ένα περιουσιακά στοιχεία. Τα στοιχεία πάνω στην γραμμή A-G συνδέονται μεταξύ τους με θετική συσχέτιση. Όσο πιο αριστερά βρίσκονται από την γραμμή αυτή τόσο πιο αρνητική γίνεται η συσχέτησή τους. Το σημείο όπου τα κατώτερα όρια τέμνουν τον κάθετο άξονα είναι το περιουσιακό στοιχείο εκείνο του οποίου ο κίνδυνος μηδενίζεται. Η κοίλη γραμμή που σχηματίζεται μεταξύ των κατώτερων ορίων αποτελείται από πιθανούς συνδυασμούς των περιουσιακών στοιχείων. Είναι φανερό ότι ένας επενδυτής θα επιλέξει για συνδυασμούς με τον ίδιο κίνδυνο, εκείνους που έχουν την μεγαλύτερη απόδοση, ενώ για συνδυασμούς με την ίδια απόδοσή εκείνους που έχουν τον μικρότερο κίνδυνο. Οι συνδιασμοί αυτοί βρίσκονται στο αριστερό πάνω μέρος της καμπύλης. Οι συνδιασμοί αυτοί αποτελούν τη γραμμή των αποδοτικών χαρτοφυλακίων και απεικονίζονται στο διάγραμμα 3.3.

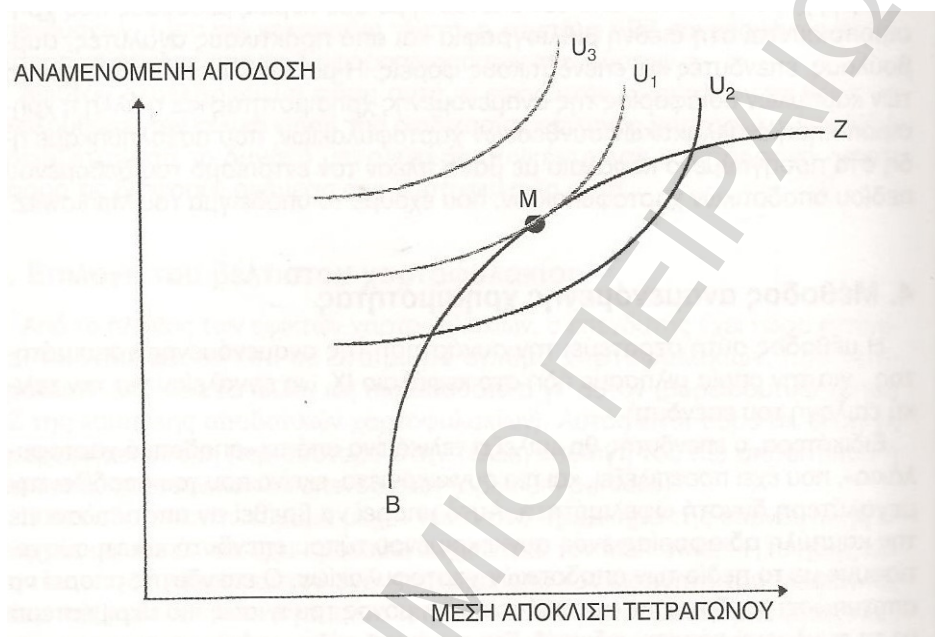


Πηγή: Μαλινδρέτου, Β. (2000). Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις, δεύτερη έκδοση. Αθήνα: Παπαζήσης

### Διάγραμμα 3.3 Καμπύλη αποδοτικών χαρτοφυλακίων



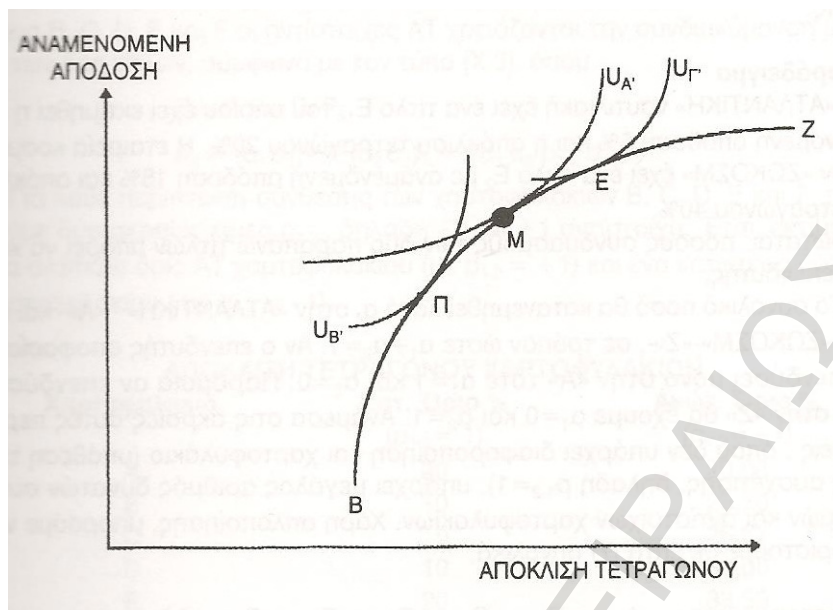
Τα χαρτοφυλάκια B-Z είναι τα αποδοτικά χαρτοφυλάκια σε σχέση με άλλα και είναι κοινά για όλους τους επενδυτές. Το ποιά από αυτά θα επιλέξει ένας επενδυτής εξαρτάται από τις προτιμήσεις του και την καμπύλη χρησιμότητας που απολαμβάνει. Έτσι αν συνδυαστούν οι δύο αυτές θεωρίες προκύπτει το άριστο χαρτοφυλάκιο της αγοράς.



Πηγή: Μαλινδρέτου, Β. (2000). *Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις*, δεύτερη έκδοση. Αθήνα: Παπαζήσης

#### Διάγραμμα 3.4 Επιλογή άριστου χαρτοφυλακίου

Το διάγραμμα 3.4 απεικονίζει τον συνδυασμό των καμπυλών χρησιμότητας με την καμπύλη αποδοτικών χαρτοφυλακίων. Η καμπύλη χρησιμότητας  $U_2$  είναι επιθυμητή αλλά δεν είναι εφικτή. Η καμπύλη χρησιμότητας  $U_3$  είναι εφικτή αλλά δεν είναι επιθυμητή. Η μόνη εφικτή και επιθυμητή καμπύλη χρησιμότητας είναι η  $U_1$ . Το σημείο τομής της καμπύλης χρησιμότητας  $U_1$  με την καμπύλη αποδοτικών χαρτοφυλακίων M είναι το άριστο χαρτοφυλάκιο.

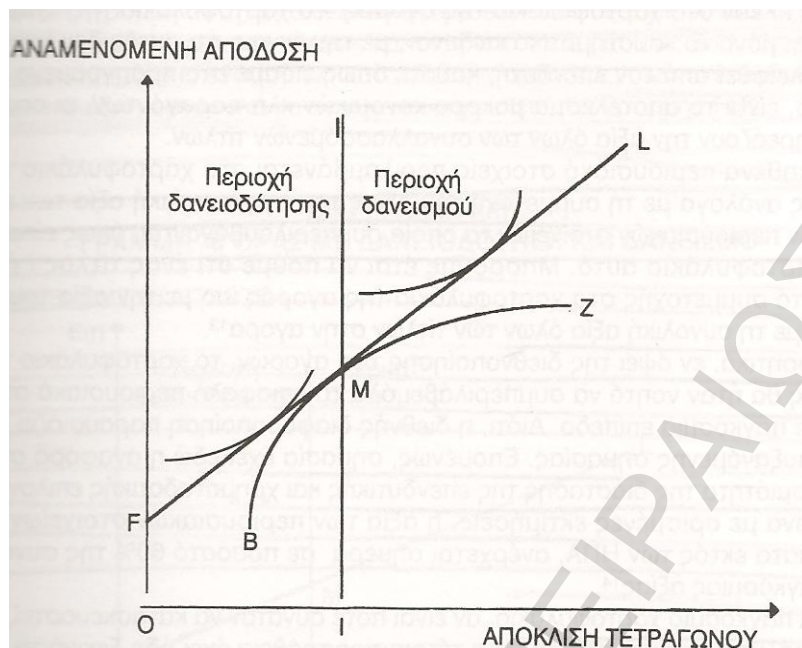


Πηγή: : Μαλινδρέτου, Β. (2000). *Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις, δεύτερη έκδοση*. Αθήνα: Παπαζήσης

### Διάγραμμα 3.5 Χαρτοφυλάκια διαφόρων τύπων επενδυτή

Στο διάγραμμα 3.5 απεικονίζονται οι καμπύλες χρησιμότητας των τριών ομάδων επενδυτών που αναφέρθηκαν προηγουμένως και η καμπύλη αποδοτικών χαρτοφυλακίων. Ένας συντηρητικός επενδυτής θα επιλέξει να επενδύσει στο χαρτοφυλάκιο Π όπου η καμπύλη χρησιμότητάς του  $U_B'$  τέμνει την καμπύλη αποδοτικών χαρτοφυλακίων. Ένας συνηθισμένος επενδυτής θα επιλέξει το σημείο Μ όπου η καμπύλη χρησιμότητάς του  $U_A'$  τέμνει την καμπύλη αποδοτικών χαρτοφυλακίων, ενώ τέλος ο ριψοκίνδυνος επενδυτής θα επιλέξει το σημείο Ε όπου η καμπύλη χρησιμότητάς του  $U_Γ'$  τέμνει την καμπύλη αποδοτικών χαρτοφυλακίων.

Η παραπάνω θεωρία ονομάζεται θεωρία του διαχωρισμού καθώς η διαδικασία επιλογής του άριστου χαρτοφυλακίου διαχωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος όλοι οι επενδυτές εντοπίζουν την καμπύλη αποδοτικών χαρτοφυλακίων και το άριστο χαρτοφυλάκιο πάνω σε αυτή που είναι το χαρτοφυλάκιο της αγοράς. Στο δεύτερο μέρος κάθε επενδυτής επιλέγει εκείνο το χαρτοφυλάκιο που ανταποκρίνεται καλύτερα στις προτιμήσεις του. Από τον συνδυασμό των καμπυλών χρησιμότητας και αποδοτικών χαρτοφυλακίων προκύπτει η γραμμή κεφαλαιαγοράς, όπως απεικονίζεται στο διάγραμμα 3.6.

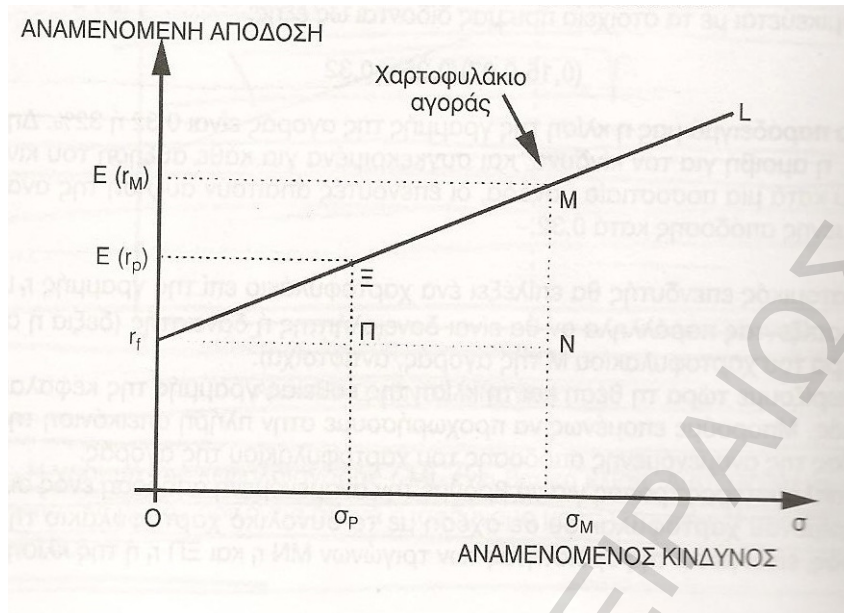


Πηγή: : Μαλινδρέτου, Β. (2000). *Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις, δεύτερη έκδοση*. Αθήνα: Παπαζήσης

### Διάγραμμα 3.6 Γραμμή κεφαλαιαγοράς

Η FL ονομάζεται γραμμή κεφαλαιαγοράς. Το χαρτοφυλάκιο M είναι το χαρτοφυλάκιο της αγοράς, περιλαμβάνει όλα τα περιουσιακά στοιχεία και είναι πλήρως διαφοροποιημένο, ενώ το F είναι το χαρτοφυλάκιο μηδενικού κινδύνου και για την Ελλάδα τέτοια χαρτοφυλάκια είναι τα Έντοκα Γραμμάτια Δημοσίου (ΕΓΕΔ) και την ΗΠΑ τα Treasury Bills. Όταν ένας επενδυτής κινείται πάνω στην FM τότε δανείζει ενώ για να ξεπεράσει το σημείο M πρέπει να δανιστεί. Τέλος όσο πιο κοντά είναι στο σημείο F τόσο λιγότερο ριψοκίνδυνος είναι ενώ όσο πιο κοντά στο σημείο L είναι τόσο πιο ριψοκίνδυνος είναι.

Έχοντας αναλύσει τα βασικά μπορούμε να προχωρήσουμε στο υπόδειγμα αποτίμησης κεφαλαίου. Το υπόδειγμα αποτίμησης κεφαλαίου αναφέρεται σε αναμενόμενες αποδόσεις. Όλοι οι επενδυτές έχουν ως βάση το χαρτοφυλάκιο της αγοράς και επιλέγουν συνδυασμούς μεταξύ του χαρτοφυλακίου της αγοράς και των ΕΓΕΔ. Από τον συνδυασμό αυτόν προκύπτουν χαρτοφυλάκια τα οποία κινούνται πάνω στην γραμμή κεφαλαιαγοράς.



Πηγή: : Μαλινδρέτου, Β. (2000). *Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις, δεύτερη έκδοση*. Αθήνα: Παπαζήσης

**Διάγραμμα 3.7**  
**Χαρτοφυλάκιο επιλογής του επενδυτή**

Ένα τέιοιο χαρτοφυλάκιο απεικονίζει το διάγραμμα 3.7. Το χαρτοφυλάκιο αυτό έχει αναμενόμενη απόδοση  $E(r_p)$  και κίνδυνο  $\sigma_p$ . Συγκρίνοντάς το με αυτό της αγοράς προκύπτει ότι:

$$\frac{EP}{Pr_f} = \frac{MN}{Nr_f}$$

και αντικαθιστώντας προκύπτει η:

$$\frac{E(r_p) - r_f}{\sigma_p} = \frac{E(r_M) - r_f}{\sigma_M} \quad (3.5)$$

Λύνοντας την 3.5 ως προς την αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου  $E(r_p)$  προκύπτει η:

$$E(r_p) = r_f + [E(r_M) - r_f] \frac{\sigma_p}{\sigma_M} \quad (3.6)$$

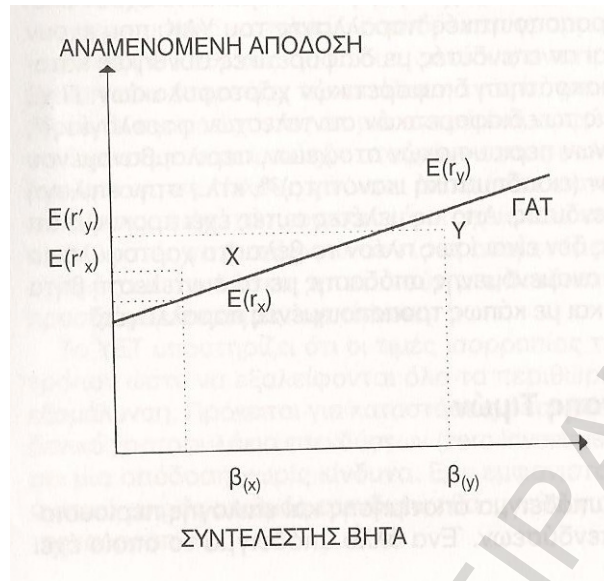
Η (3.6) βασίζεται στην επιπλέον αμοιβή που πρέπει να έχει ένας επενδυτής ως κίνητρο για να επενδύσει. Τα ΕΓΕΔ, όπως αναφέρθηκε, είναι επενδύσεις μηδενικού κινδύνου. Για να κινηθεί όμως ένας επενδυτής πέρα από το σημείο αυτό χρειάζεται ένα κίνητρο και αυτό

είναι η διαφορά μεταξύ της αναμενόμενης απόδοσης του χαρτοφυλακίου της αγοράς και της απόδοσης των ΕΓΕΔ. Η διαφορά αυτή ονομάζεται «risk premium» και έχει ως σκοπό να προσελκύσει τους επενδυτές. Η αμοιβή αυτή δεν είναι σίγουρη, αλλά είναι σταθμισμένη με τον κίνδυνο. Ο κίνδυνος μετράται από τον λόγο της διακύμανσης του επιλεγμένου χαρτοφυλακίου προς την διακύμανση του χαρτοφυλακίου της αγοράς. Δείχνει ποιο είναι το ποσοστό συμμετοχής του συγκεκριμένου χαρτοφυλακίου στο χαρτοφυλάκιο της αγοράς και πως το επηρεάζει. Χαρτοφυλάκια με μεγάλο ποσοστό συμμετοχής στο χαρτοφυλάκιο αγοράς έχουν μεγάλο κίνδυνο συνοδευόμενο από μεγάλες αποδόσεις. Αντιθέτως χαρτοφυλάκια με μικρό ποσοστό συμμετοχής στην αγορά έχουν μικρό κίνδυνο και μικρές αποδόσεις. Ο λόγος αυτός συμβολίζεται με το γράμμα  $\beta$  και επομένως η (3.6) μπορεί να γραφτεί ως εξής:

$$E(r_p) = r_f + [E(r_M) - r_f] \beta \quad \text{όπου } \beta = \frac{\sigma_p}{\sigma_M}$$

Είναι φανερό ότι το  $\beta$  του χαρτοφυλακίου αγοράς είναι ίσο με την μονάδα. Όσα  $\beta$  είναι μεγαλύτερα της μονάδας ονομάζονται επιθετικά  $\beta$  ενώ όσα είναι μικρότερα της μονάδας ονομάζονται αμυντικά. Χαρτοφυλάκια με επιθετικά  $\beta$  είναι ριψοκίνδυνα χαρτοφυλάκια ενώ χαρτοφυλάκια με αμυντικά  $\beta$  είναι πιο σταθερά.

Τέλος, ενδιαφέρων παρουσιάζουν οι περιπτώσεις κατά τις οποίες οι αναμενόμενες αποδόσεις των τίτλων δεν είναι πάνω στην γραμμή κεφαλαιαγοράς, όπως υποθέσαμε προηγουμένως, αλλά είναι υποτιμημένες ή υπερτιμημένες.



Πηγή: : Μαλινδρέτου, Β. (2000). *Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις, δεύτερη έκδοση*. Αθήνα: Παπαζήσης

### Διάγραμμα 3.8 Υπερτιμημένοι και υποτιμημένοι τίτλοι

Το διάγραμμα 3.8 απεικονίζει δύο χαρτοφυλάκια, το ένα υποτιμημένο και το άλλο υπερτιμημένο. Συγκεκριμένα εάν ο επενδυτής έχει στην κατοχή του τον υποτιμημένο τίτλο X με αναμενόμενη απόδοση  $E(r_x)$  τότε έχει όφελος, αφού η αυξημένη ζήτηση που θα δημιουργηθεί για τον τίτλο αυτόν θα ανεβάσει την τιμή, ενώ η απόδοση θα μειωθεί, έως ότου συναντήσει την γραμμή κεφαλαιαγοράς. Αντιθέτως ένας υπερτιμημένος τίτλος Y θα ζημειώσει τον επενδυτή, αφού η τιμή θα μειωθεί λόγω μειωμένης ζήτησης για τον τίτλο αυτόν. Οι αποδόσεις θα αυξηθούν έτσι ώστε από το σημείο  $E(r'_y)$  φτάσουν την γραμμή κεφαλαιαγοράς στο σημείο  $E(r_y)$ .

Εν κατακλείδι το υπόδειγμα αποτίμησης κεφαλαίου έχει ιδιαίτερη σημασία και πρακτική εφαρμογή για την ανάλυση των επενδύσεων και της χρηματοδότησης. Εμβαθύνει στο θέμα των επιλογών του επενδυτή και διευκολύνει τις εκτιμήσεις και την αξιολόγηση διαφορετικών επενδυτικών επιλογών. Δίνει σχετικά ακριβείς εκτιμήσεις σε ότι αφορά τις σχέσεις αναμενόμενης απόδοσης και κινδύνου ενός περιουσιακού στοιχείου ή ενός χαρτοφυλακίου. Τέλος διευκολύνει την αποτίμηση και την εκτίμηση περιουσιακών στοιχείων τα οποία δεν έχουν εισέλθει ακόμα στην αγορά.

## **ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ**

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε παρουσίαση της θεωρίας και των βασικών εννοιών της θεωρίας των χρονοσειρών. Αναλύθηκαν αναλυτικότερα έννοιες όπως whitenoise, στασιμότητα, μοναδιαία ρίζα και συνολοκλήρωση. Τέλος έγινε αναφορά σε βασικές θεωρίες χαρτοφυλακίου.

Αναλυτικότερα, αναφέρθηκε ότι ο διαχωρισμός μεταξύ στάσιμων και μη σειρών εξαρτάται από τις τιμές των εκτιμητών των μεταβλητών μιας παλινδρόμησης. Αν οι τιμές τους είναι μικρότερες από μονάδα τότε έχουμε στασιμότητα ενώ αν είναι ίσες με μονάδα έχουμε μοναδιαία ρίζα. Ο έλεγχος που γίνεται για την εξακρίβωση της ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας ή στασιμότητας προτάθηκε από τους Dickey και Fuller. Όσο αφορά την συνολοκλήρωση, αναφέρθηκε ότι είναι μια σχέση μακροχρόνια μεταξύ δυο μη στάσιμων σειρών και οδηγεί σε στάσιμη σειρά. Αναφέρθηκε το μοντέλο VECM των Granger και Engel, το οποίο συνδέει τις δύο μεταβλητές σε βραχυχρόνια και μακροχρόνια σχέση. Ως test ελέγχου αναφέρθηκε του Johansen. Ως προς την αιτιότητα αναφέρθηκε η συμβολή του Granger και αναπτύχθηκαν οι απόψεις του σχετικά με το θέμα. Τέλος, αφού αναφέρθηκε η θεωρία του Markowitz για τον σχηματισμό και την επιλογή του άριστου χαρτοφυλακίου, αναπτύχθηκε το υπόδειγμα της αποτίμησης κεφαλαίου.

Οι θεωρίες αυτές αποτελούν την βάση για την κατανόηση των επομένων κεφαλαίων, στα οποία περιγράφεται η έρευνα και οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν για την εξεύρεση των άριστων μονέλων προβλέψεων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΕΡΕΥΝΑ-ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

---

### *ΕΙΣΑΓΩΓΗ*

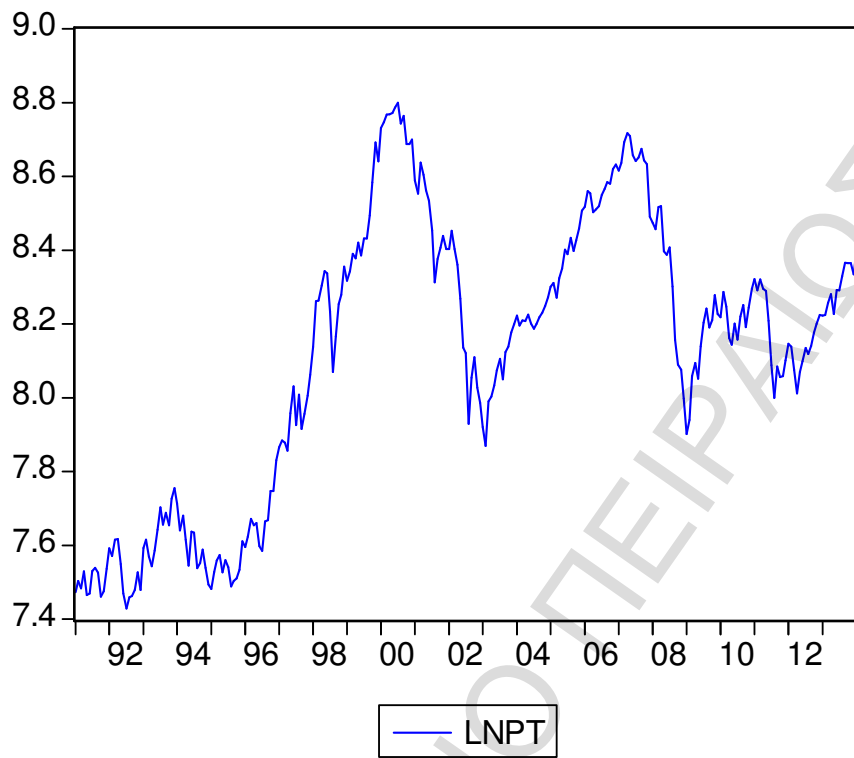
Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση των δεδομένων της έρευνας με περιγραφικά στατιστικά και με την χρήση διαγραμμάτων.

Πιο συγκεκριμένα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν είναι οι τιμές των δεικτών CAC 40, DAX, S&P 500, FTSE 100 και NIKKEI από τις 1/2/1991 έως τις 3/2/2014 σε μηνιαία βάση. Η επιλογή των δεικτών έγινε, καθώς αντιπροσωπεύουν τους δείκτες των πιο ανεπτυγμένων χωρών. Η χρονική διάρκεια των 23 ετών σε μηνιαία βάση κρίθηκε αρκετά ικανοποιητική για το εύρος των δεδομένων. Τα δεδομένα παρουσιάζονται για τον κάθε δείκτη χωριστά με πρώτον τον CAC 40. Ακολουθεί ο DAX, ο S&P 500, ο FTSE 100 και τέλος ο NIKKEI.

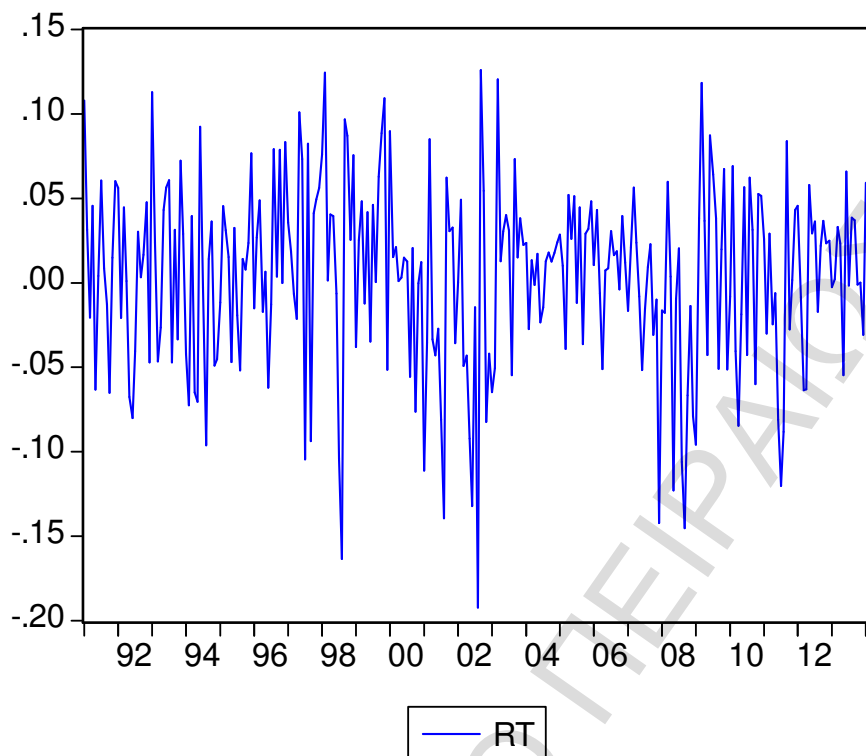
Η ανάλυση των δεδομένων θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο.



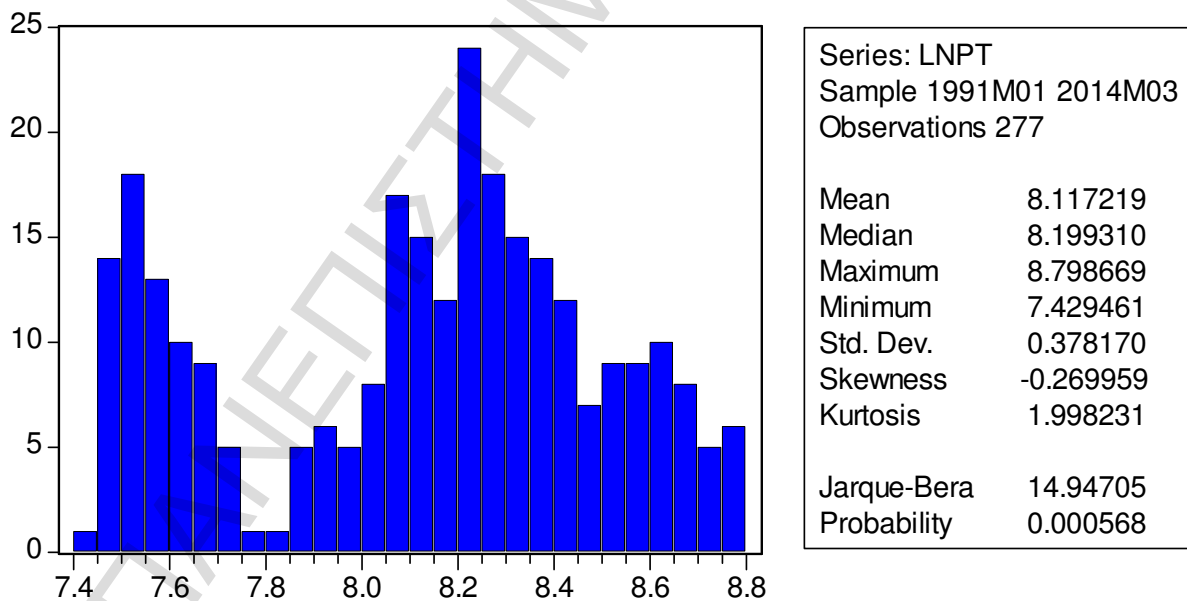
## CAC 40



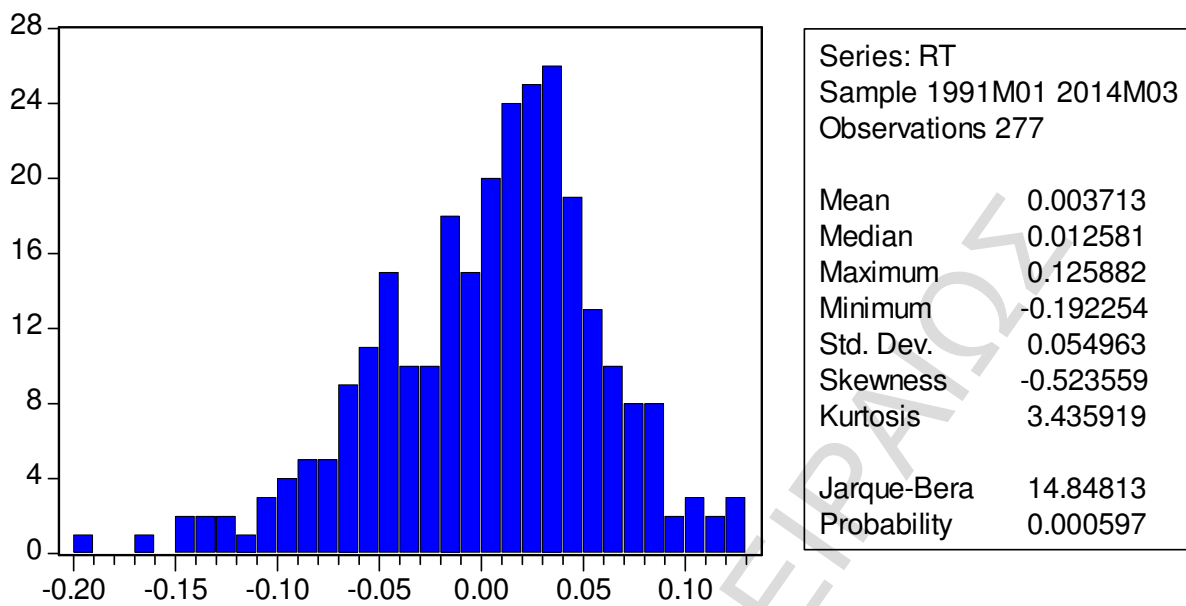
Διάγραμμα 4.1  
Απεικόνιση lnP του δείκτη CAC 40



**Διάγραμμα 4.2**  
Απεικόνιση R του δείκτη CAC 40



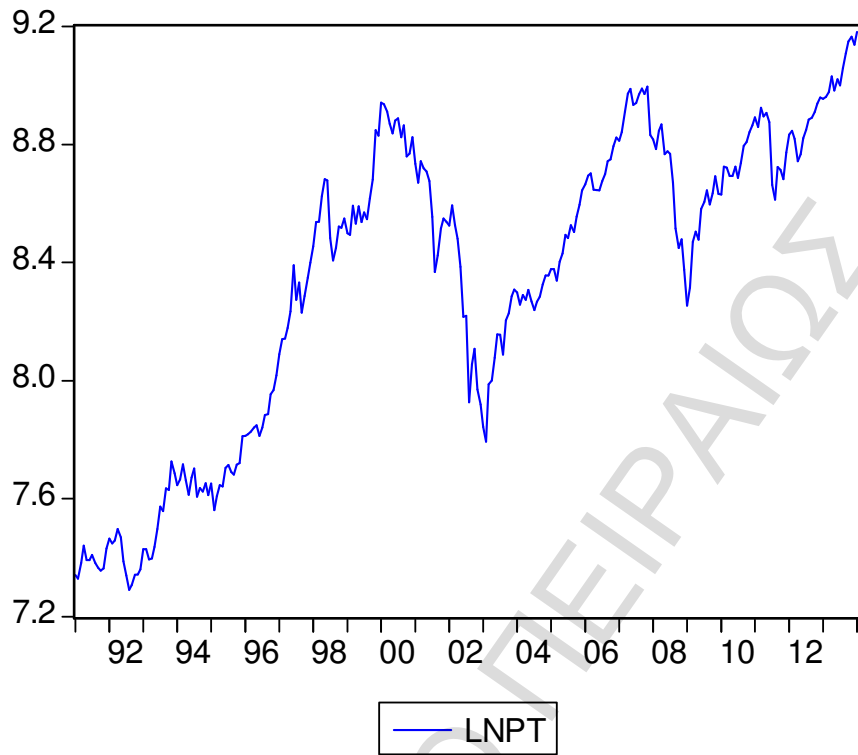
**Διάγραμμα 4.3**  
Περιγραφικά στατιστικά για lnP του CAC 40



**Διάγραμμα 4.4**  
**Περιγραφικά στατιστικά για R του CAC 40**

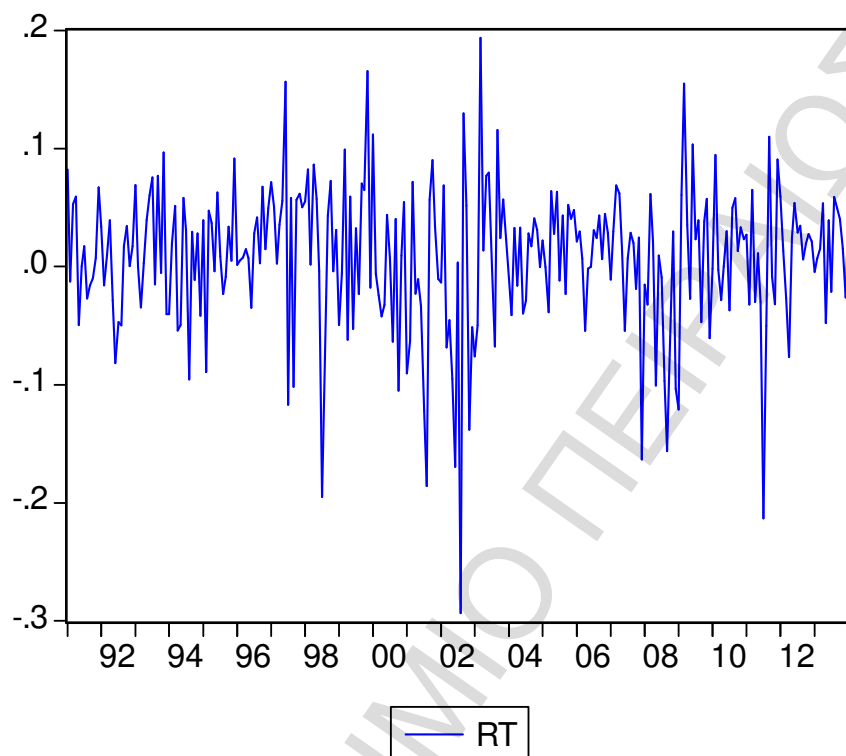
Τα διαγράμματα 4.1,4.2,4.3,4.4 απεικονίζουν περιγραφικά τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για τον δείκτη CAC 40. Στο διάγραμμα 4.1 περιγράφεται ο λογαριθμικός μετασχηματισμός των τιμών του δείκτη CAC 40. Ο μέσος όρος εξαρτάται από τον χρόνο  $t$  και η διακύμανση είναι μη πεπερασμένη. Τα χαρακτηριστικά αυτά, όπως αναφέρθηκε στην θεωρία, ταιριάζουν σε μη στάσιμες σειρές. Αντιθέτως, το διάγραμμα 4.2 περιγράφει την πορεία των αποδόσεων. Όπως φαίνεται, ο μέσος όρος είναι κινείται γύρω από το μηδέν, ενώ η διακύμανση είναι πεπερασμένη, χαρακτηριστικά που ταιριάζουν περισσότερο σε στάσιμες σειρές. Στο διάγραμμα 4.3 γίνεται η απεικόνιση των στατιστικών στοιχείων του λογαριθμικού μετασχηματισμού των τιμών σε μπάρες. Ο μέσος όρος και η διάμεσος είναι κοντά στο 8.1, ενώ η λοξότητα τείνει προς τα δεξιά. Γενικότερα τα στοιχεία είναι ανομοιόμορφα κατανομημένα. Τέλος το διάγραμμα 4.4 είναι η στατιστική απεικόνιση των αποδόσεων σε μπάρες. Είναι ξεκάθαρο, ότι η λοξότητα είναι προς τα δεξιά, ενώ ο μέσος όρος και η διάμεσος είναι μηδέν.

*DAX*

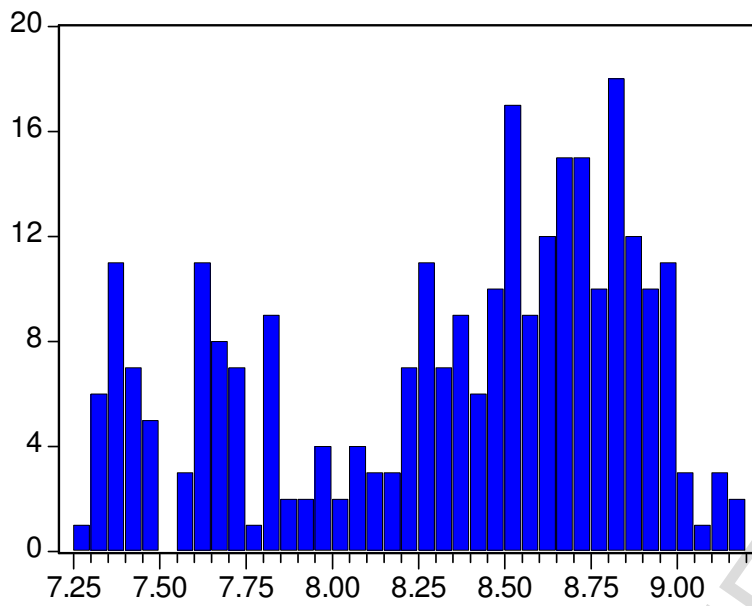


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**Διάγραμμα 4.5**  
**Απεικόνιση του lnP του DAX**



**Διάγραμμα 4.6**  
**Απεικόνιση του R του DAX**

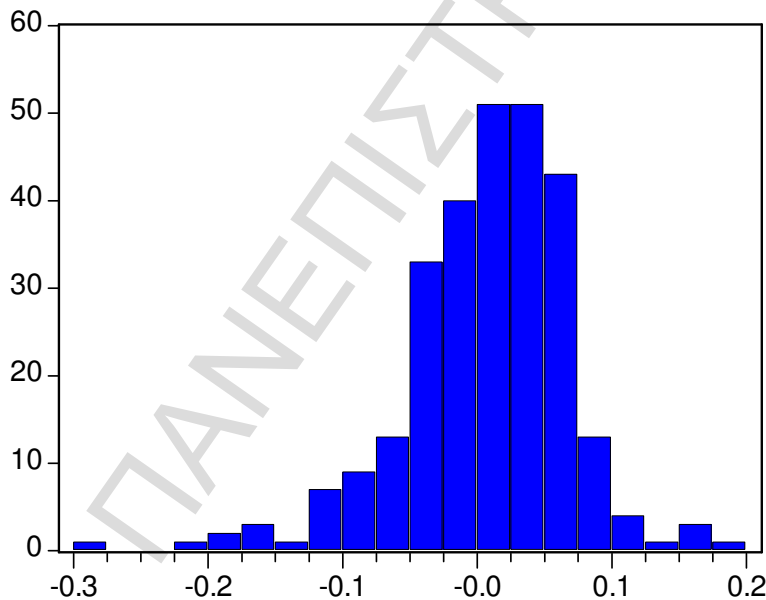


Series: LNPT  
 Sample 1991M01 2014M03  
 Observations 277

Mean 8.340725  
 Median 8.499398  
 Maximum 9.180802  
 Minimum 7.290566  
 Std. Dev. 0.519561  
 Skewness -0.560065  
 Kurtosis 2.049085

Jarque-Bera 24.91764  
 Probability 0.000004

Διάγραμμα 4.7  
 Περιγραφικά στατιστικά του lnP του DAX



Series: RT  
 Sample 1991M01 2014M03  
 Observations 277

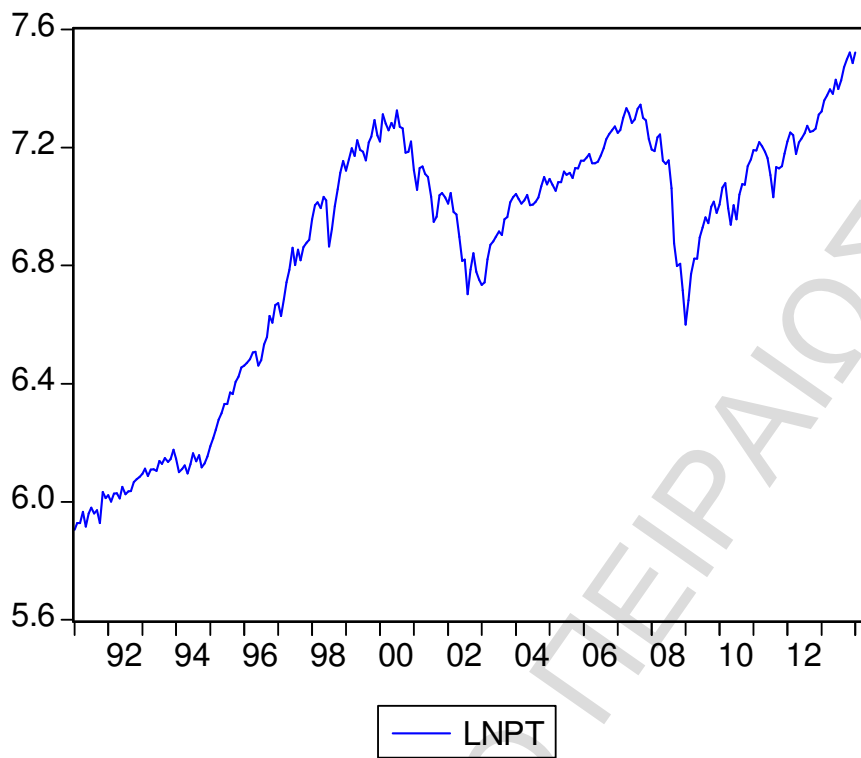
Mean 0.006940  
 Median 0.014857  
 Maximum 0.193738  
 Minimum -0.293327  
 Std. Dev. 0.061835  
 Skewness -0.902805  
 Kurtosis 5.831435

Jarque-Bera 130.1583  
 Probability 0.000000

### Διάγραμμα 4.8 Περιγραφικά στατιστικά του R του DAX

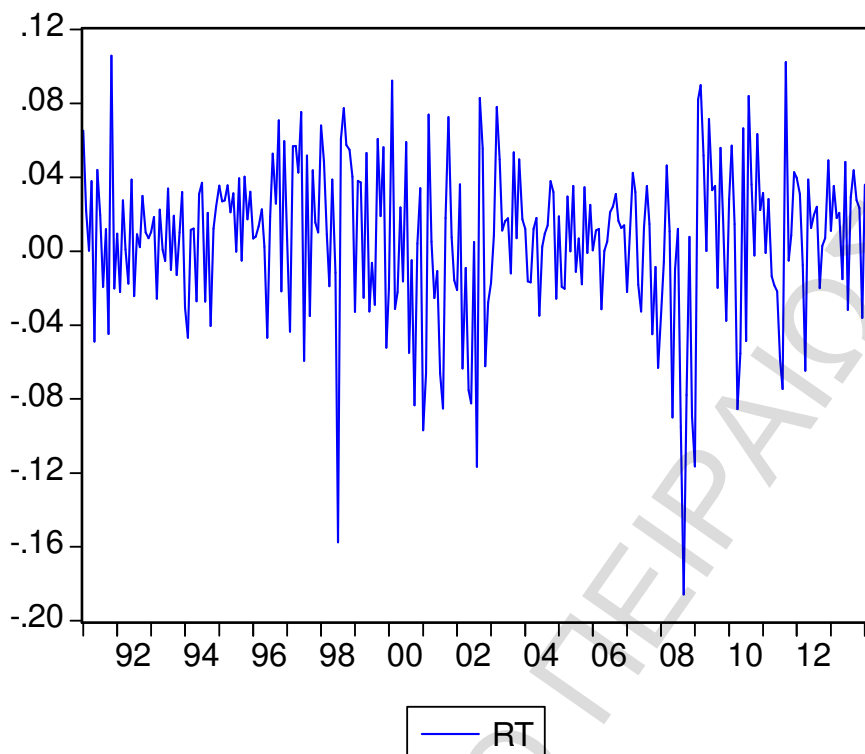
Τα διαγράμματα 4.5,4.6,4.7,4.8 απεικονίζουν τα δεδομένα του δείκτη DAX.Στο διάγραμμα 4.5 απεικονίζεται ο λογαριθμικός μετασχηματισμός των τιμών της πορείας του δείκτη DAX,ενώ στο διάγραμμα 4.6 η πορεία των αποδόσεων.Όπως και με τον δείκτη CAC 40 ο λογαριθμικός μετασχηματισμός φαίνεται να έχει τα χαρακτηριστικά των μη στάσιμων σειρών,ενώ οι αποδόσεις των στάσιμων σειρών.Τα διαγράμματα 4.7 και 4.8 απεικονίζουν περιγραφικά στατιστικά του λογαριθμικού μετασχηματισμού των τιμών και τις αποδόσεις,αντίστοιχα.Ομοίως,όπως στον δείκτη CAC 40 η κατανομή των στοιχείων είναι ανομοιόμορφη,ενώ η λοξότητα τείνει προς τα δεξιά.Τέλος ο μέσος όρος για τον λογαριθμικό μετασχηματισμό των τιμών είναι κοντά στο 8,ενώ για τις αποδόσεις στο μηδέν.

*S&P 500*

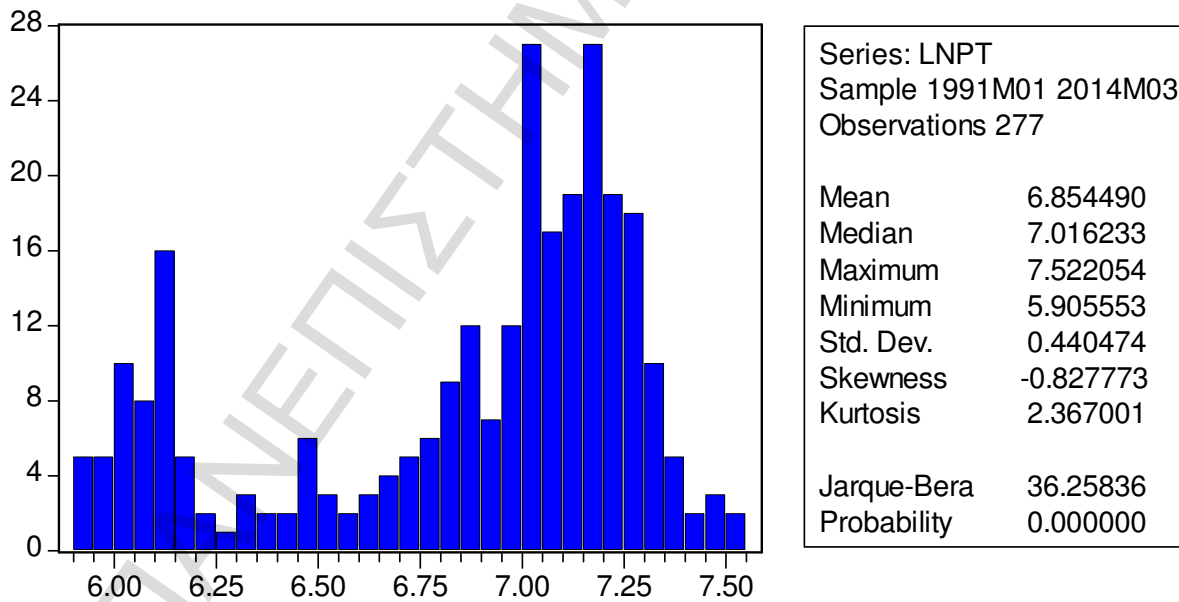


**Διάγραμμα 4.9**  
**Απεικόνιση του lnP του S&P 500**

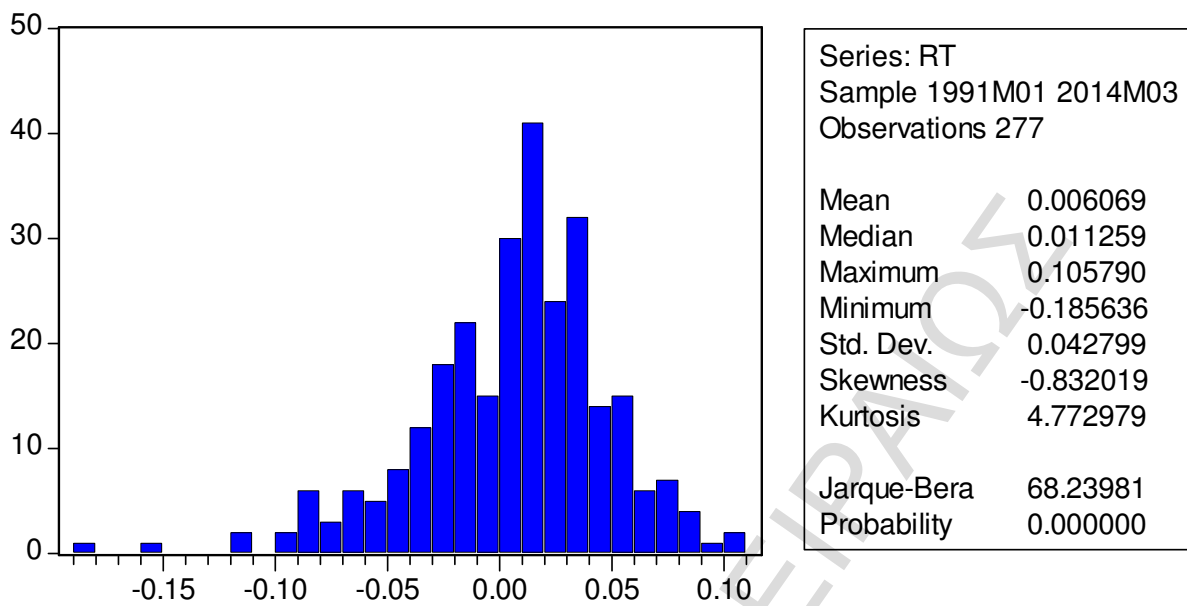




**Διάγραμμα 4.10**  
**Απεικόνιση του R του S&P 500**



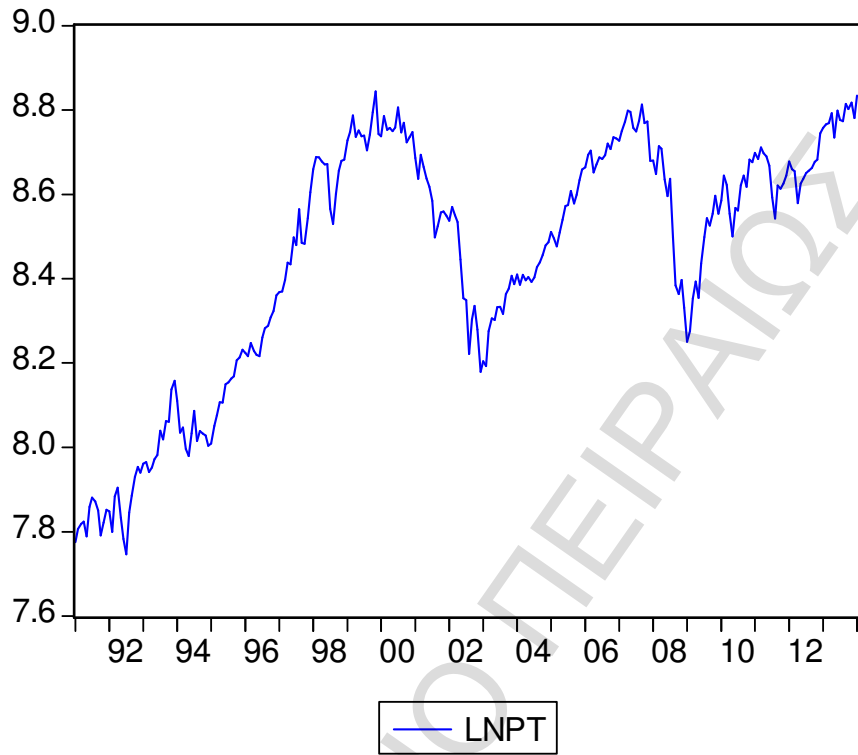
**Διάγραμμα 4.11**  
**Περιγραφικά στατιστικά του lnP του S&P 500**



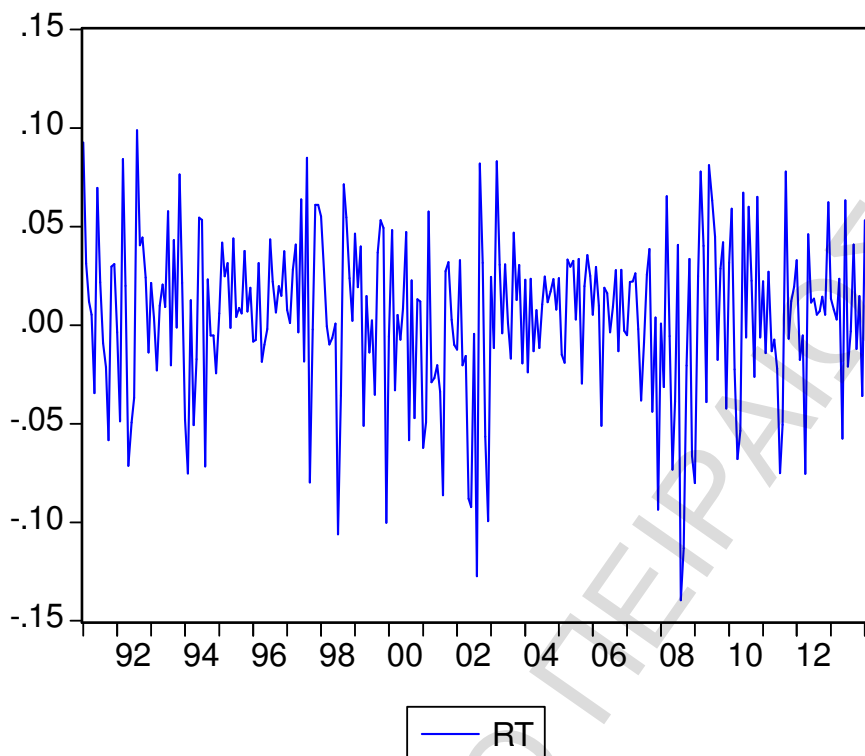
**Διάγραμμα 4.12**  
**Απεικόνιση των περιγραφικών στατιστικών του R του S&P 500**

Τα διαγράμματα 4.9 έως 4.12 παρουσιάζουν την εικόνα του δείκτη S&P 500. Η απεικόνιση του λογαριθμικού μετασχηματισμού των τιμών παρουσιάζει χαρακτηριστικά μη στάσιμων σειρών, ενώ η απεικόνιση των αποδόσεων παρουσιάζει χαρακτηριστικά στάσιμων σειρών. Η απεικόνιση των περιγραφικών στατιστικών του λογαριθμικού μετασχηματισμού των τιμών παρουσιάζει ανομοιομορφία και μέση τιμή 6.8. Τέλος, η απεικόνιση των στατιστικών στοιχείων των αποδόσεων έχει λοξότητα προς τα δεξιά και μέσο όρο μηδέν.

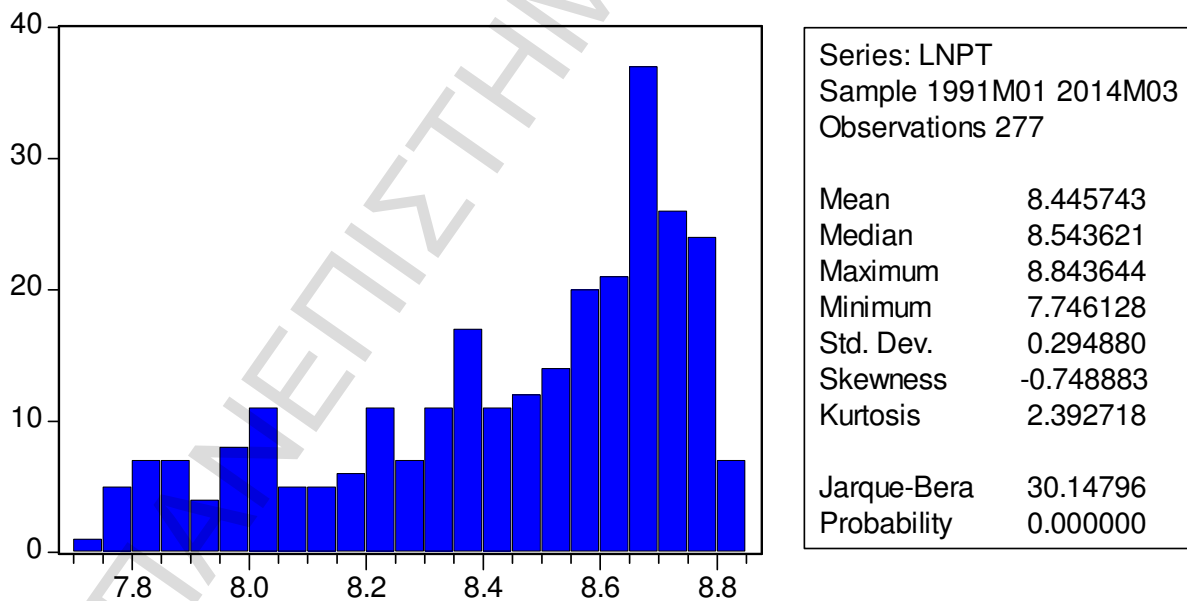
*FTSE 100*



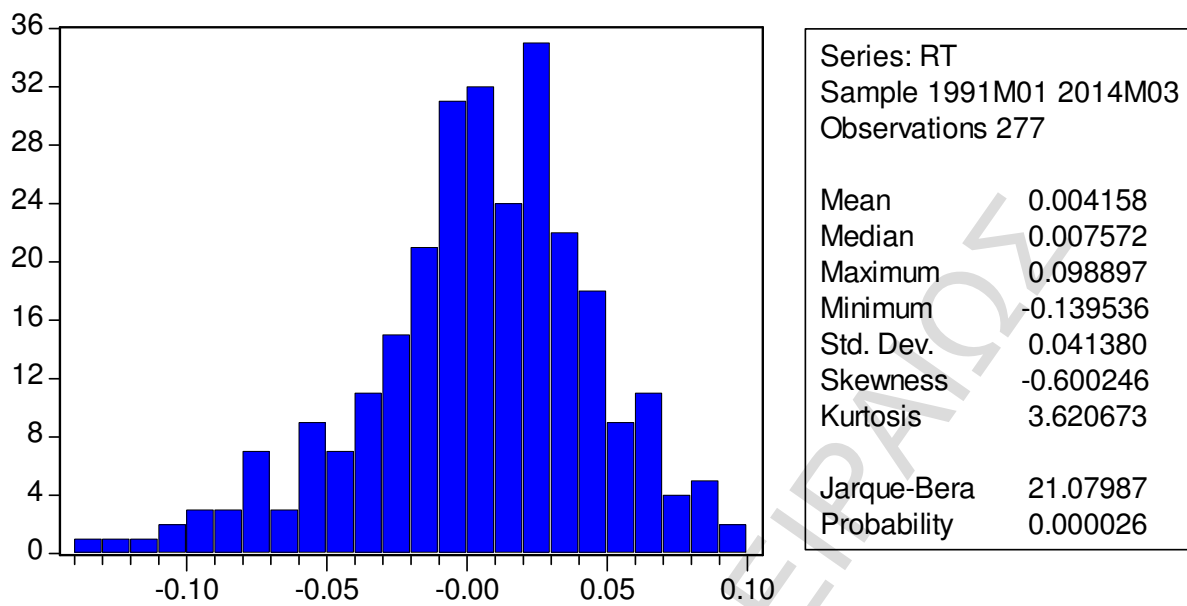
**Διάγραμμα 4.13**  
**Απεικόνιση του lnP του FTSE 100**



**Διάγραμμα 4.14**  
**Απεικόνιση του R του FTSE 100**



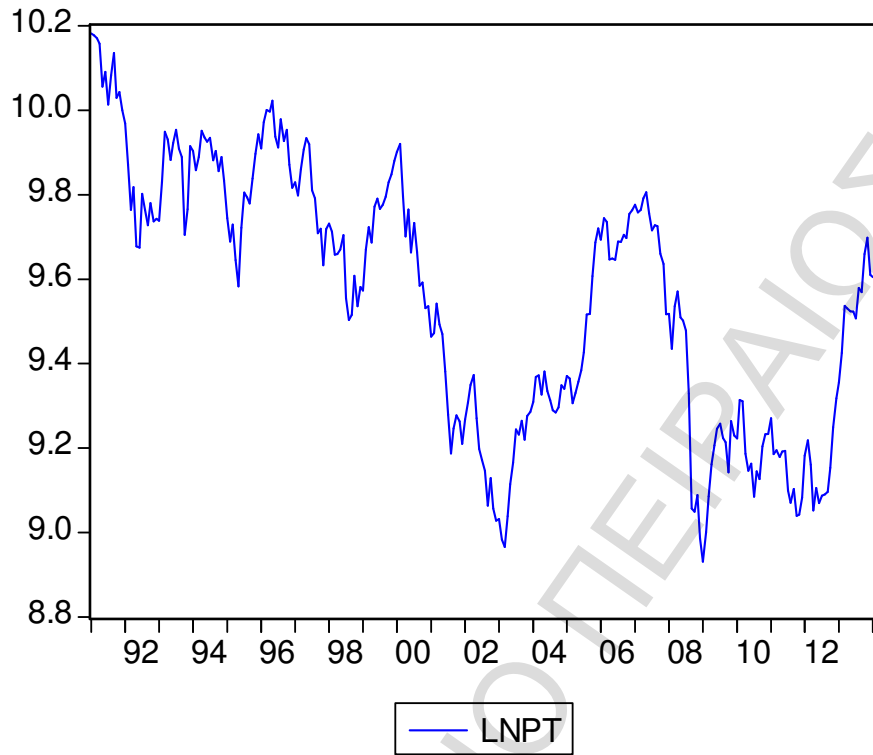
**Διάγραμμα 4.15**  
**Απεικόνιση των περιγραφικών στατιστικών του lnP του FTSE 100**



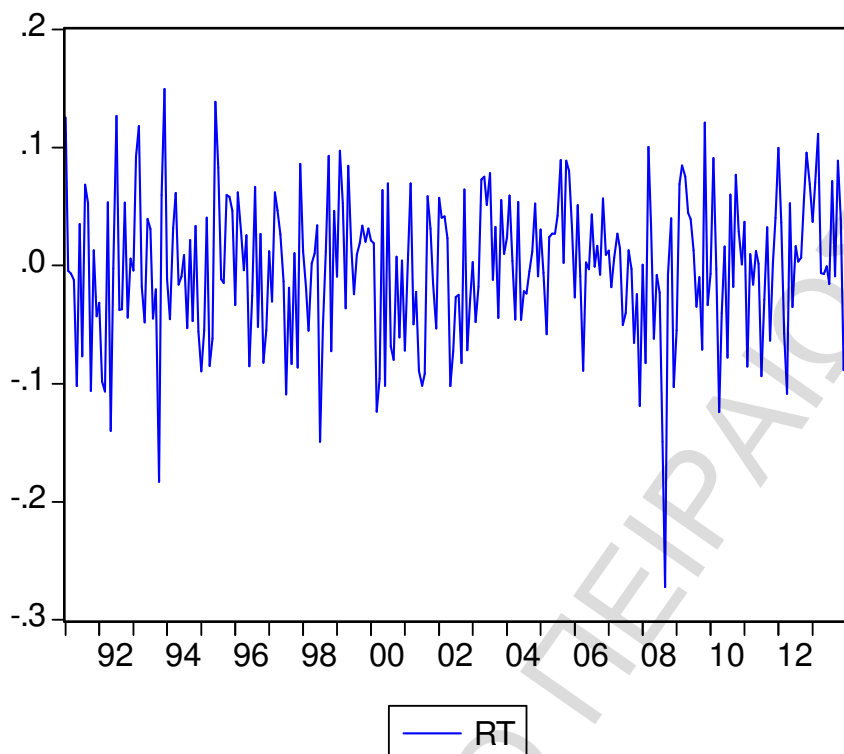
**Διάγραμμα 4.16**  
**Απεικόνιση περιγραφικών στατιστικών του R του FTSE 100**

Τα διαγράμματα 4.13 έως 4.16 απεικονίζουν τα αντίστοιχα στατιστικά δεδομένα για τον δείκτη FTSE 100. Η μόνη διαφορά με τα προηγούμενα διαγράμματα των άλλων δεικτών είναι ότι η κατανομή των περιγραφικών στατιστικών του λογαριθμικού μετασχηματισμού των τιμών και των αποδόσεων παρουσιάζει μεγαλύτερη ομοιομορφία. Κατά τα άλλα η λοξότητα είναι προς τα δεξιά και ο μέσος όρος είναι για το διάγραμμα 4.15 είναι 8.4 και μηδέν για το διάγραμμα 4.16. Η συμπεριφορά των διαγραμμάτων 4.13 και 4.14 είναι ίδια με αυτή των προηγούμενων διαγραμμάτων.

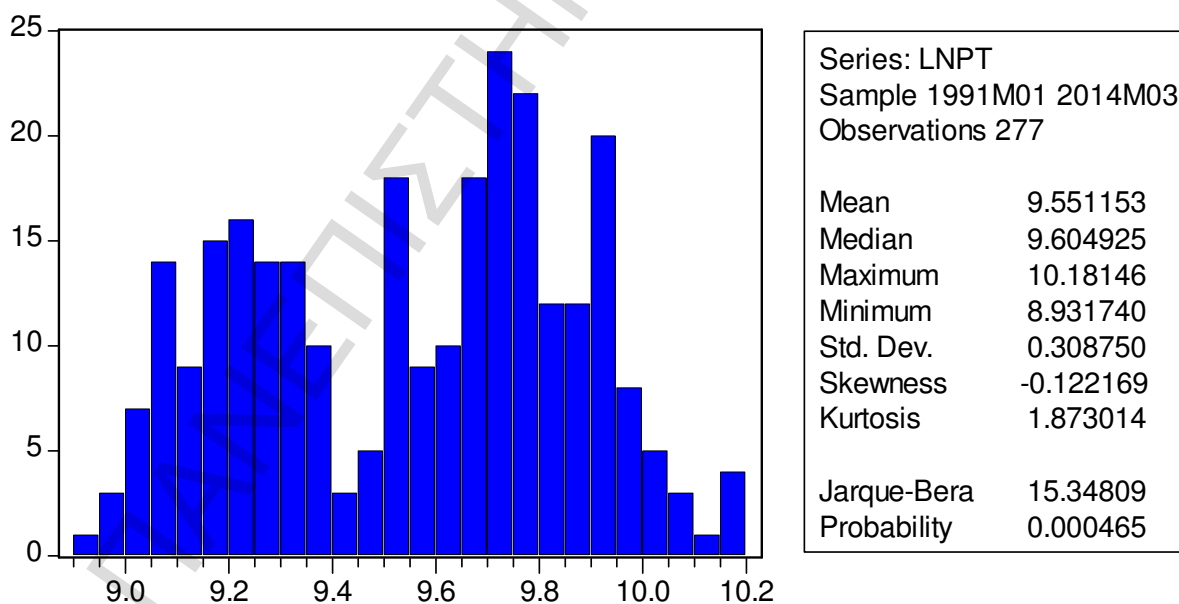
*NIKKEI*



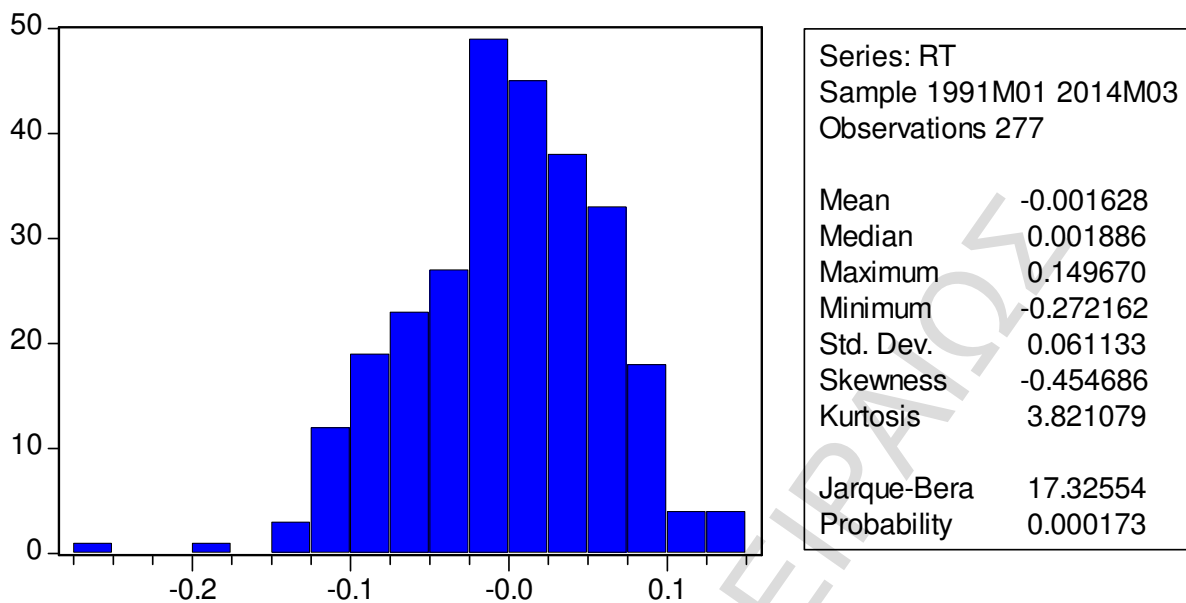
**Διάγραμμα 4.17**  
**Απεικόνιση του lnP του ΝΙΚΚΕΙ**



**Διάγραμμα 4.18**  
**Απεικόνιση του R του ΝΙΚΚΕΙ**



**Διάγραμμα 4.19**  
**Απεικόνιση περιγραφικών στοιχείων του lnP του ΝΙΚΚΕΙ**



**Διάγραμμα 4.20**  
**Απεικόνιση περιγραφικών στατιστικών του R του NIKKEI**

Τα διαγράμματα 4.17,4.18,4.19 και 4.20 περιγράφουν τα δεδομένα του NIKKEI.Ομοίως η συμπεριφορά του λογαριθμικού μετασχηματισμού των τιμών ομοιάζει σε μη στάσιμες σειρές,ενώ εκείνη των αποδόσεων σε στάσιμες.Τέλος υπάρχει ανομοιόμορφη κατανομή των δεδομένων των περιγραφικών στατιστικών του λογαριθμικού μετασχηματισμού των τιμών.Ο μέσος όρος είναι 9.5 και η διάμεσος 9.6.Ο μέσος όρος στα περιγραφικά στατιστικά των αποδόσεων είναι μηδέν και η λοξότητα στα δεξιά.

## **ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ**

Τα διαγράμματα από 4.1 έως 4.20 δίνουν μια πρώτη εικόνα για τα δεδομένα μας.

Από την απεικόνιση των λογαριθμικών μετασχηματισμών των τιμών και των αποδόσεων μπορεί να εξαχθεί ότι ο λογαριθμικός μετασχηματισμός των τιμών είναι μη στάσιμες σειρές,ενώ οι αποδόσεις στάσιμες.Επίσης πάνω στην κατανομή των περιγραφικών στατιστικών των αποδόσεων βασίστηκαν οι Dickey και Fuller και υπολόγισαν τις κριτικές τιμές οι οποίες είναι,οι περισσότερες,αρνητικές.

Όσο αφορά την πορεία των δεικτών ενδιαφέροντα στοιχεία μπορούν να συναχθούν.Από την απεικόνιση του λογαριθμικού μετασχηματισμού των τιμών παρατηρούμε ότι ενώ όλοι,σχεδόν, οι δείκτες ακολουθούν ανοδική πορεία, ο δείκτης NIKKEI ακολουθεί



αντίθετη πορεία. Αυτό ίσως να αποτελεί μια πρώτη ένδειξη για πιθανά οφέλη διαφοροποίησης, αν συνδυαστεί με άλλους δείκτες σε ένα χαρτοφυλάκιο. Αντιθέτως, χαρτοφυλάκια που συνδυάζουν τους υπόλοιπους δείκτες μεταξύ τους, ίσως να εμφανίζουν σχέσεις συνολοκλήρωσης.

Ειδικότερα όλοι οι δείκτες, εκτός από τον ΝΙΚΚΕΙ, από το 1991 έως το 2000 ακολουθούν ανοδική πορεία. Από το 2000 έως το 2002 παρατηρείται μια κάμψη, που την ακολουθεί μια άνοδος έως το 2006. Από το 2006 έως το 2008 παρατηρείται πτώση, ενώ από το 2008 έως το 2014 παρατηρείται άνοδος. Αντιθέτως ο ΝΙΚΚΕΙ πέφτει από το 1991 μέχρι το 2002. Από εκεί και πέρα και μέχρι το 2006 ακολουθεί ανοδική πορεία, την οποία όμως ακολουθεί μια κάμψη μέχρι το 2008. Από το 2008 μέχρι το 2012 παρατηρούνται μικρές διακυμάνσεις, οι οποίες ακολουθούνται από μια μεγάλη άνοδο μέχρι το 2014.

Συμπερασματικά, οι περίοδοι κρίσεως τα τελευταία 23 χρόνια περιλαμβάνουν τις περιόδους 2000 έως 2002 και 2006 έως 2008. Ακολουθεί η επαλήθευση των υποθέσεων που έγιναν με την χρήση των κατάλληλων test στο επόμενο κεφάλαιο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΕΡΕΥΝΑ-ΤΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας και θα διερευνηθούν οι υποθέσεις που έγιναν στο προηγούμενο κεφάλαιο με την χρήση των αντίστοιχων ελέγχων.

Ειδικότερα, στην πρώτη υποενότητα θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα του test Dickey-Fuller και θα διαχωριστούν οι σειρές σε στάσιμες και μη στάσιμες. Η δεύτερη υποενότητα παρουσιάζει τα αποτελέσματα του test του Johansen για την ύπαρξη συνολοκλήρωσης, τόσο μεταξύ δύο δεικτών, όσο και σε περισσότερους συνδυασμούς. Τέλος, η τρίτη υποενότητα διερευνά την ύπαρξη σχέσεων αιτιότητας μεταξύ των δεικτών. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια σύντομη ανακεφαλαίωση των αποτελεσμάτων.

Τα αποτελέσματα των ελέγχων αυτών είναι καθοριστικά, καθώς πάνω σε αυτά θα βασιστεί η εύρεση του κατάλληλου μοντέλου που θα ακολουθήσει στο επόμενο κεφάλαιο.

### ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΟΝΑΔΙΑΙΑΣ ΡΙΖΑΣ

Ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας έγινε με την χρήση του DFtest και χρησιμοποιώντας ένα lag. Όπως θα δούμε η χρήση του ένα lag ελαχιστοποιεί το κριτήριο AIC.

**Πίνακας 5.1**  
**Συνάρτηση DF του lnP του CAC 40 με 1 lag**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 04/30/14 Time: 18:03

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-1)	1.000378	0.000405	2467.817	0.0000
R-squared	0.978918	Mean dependent var		8.119553
Adjusted R-squared	0.978918	S.D. dependent var		0.376853
S.E. of regression	0.054718	Akaike info criterion		-2.969635
Sum squared resid	0.823364	Schwarz criterion		-2.956517
Log likelihood	410.8096	Durbin-Watson stat		1.836692

**Πίνακας 5.2**  
**Συνάρτηση του ADF του lnP του CAC 40 με 5 lags**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 04/30/14 Time: 18:05

Sample (adjusted): 1991M06 2014M01

Included observations: 272 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-5)	1.001795	0.000995	1006.969	0.0000
R-squared	0.871587	Mean dependent var		8.128725
Adjusted R-squared	0.871587	S.D. dependent var		0.371861
S.E. of regression	0.133255	Akaike info criterion		-1.189429
Sum squared resid	4.812148	Schwarz criterion		-1.176172
Log likelihood	162.7623	Durbin-Watson stat		0.335374

Οι πίνακες 5.1 και 5.2 απεικονίζουν τις συναρτήσεις του DickeyFullertest και του ADF του λογαριθμικού μετασχηματισμού των τιμών του δείκτη CAC 40 με την προσθήκη 1 και 6 lags. Επειδή το AIC κριτήριο είναι μικρότερο στην πρώτη συνάρτηση, επιλέγουμε το DFtest με την χρήση 1 lag. Τα αποτελέσματα που παίρνουμε φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 5.3**  
**Αποτελέσματα DFtest για lnP του CAC 40**

Null Hypothesis: LNPT has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.698883	0.4307
Test critical values:		
1% level	-3.453910	
5% level	-2.871806	
10% level	-2.572313	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LNPT)

Method: Least Squares

Date: 04/29/14 Time: 19:22

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-1)	-0.014756	0.008686	-1.698883	0.0905
C	0.123098	0.070571	1.744311	0.0822
R-squared	0.010424	Mean dependent var		0.003336
Adjusted R-squared	0.006812	S.D. dependent var		0.054702
S.E. of regression	0.054516	Akaike info criterion		-2.973432
Sum squared resid	0.814321	Schwarz criterion		-2.947197
Log likelihood	412.3336	F-statistic		2.886203
Durbin-Watson stat	1.829259	Prob(F-statistic)		0.090476

Από τα αποτελέσματα του πίνακα 5.3 γίνεται φανερό ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 5% η τιμή του test (-1.69) είναι μεγαλύτερη από την κριτική τιμή (-2.87) και άρα δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση περί ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας.

**Πίνακας 5.4**  
**Συνάρτηση DF του R του CAC 40 με 1 lag**

Dependent Variable: RT  
 Method: Least Squares  
 Date: 04/30/14 Time: 18:17  
 Sample (adjusted): 1991M02 2014M01  
 Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-1)	0.085440	0.059785	1.429117	0.1541
R-squared	0.003668	Mean dependent var		0.003336
Adjusted R-squared	0.003668	S.D. dependent var		0.054702
S.E. of regression	0.054602	Akaike info criterion		-2.973874
Sum squared resid	0.819880	Schwarz criterion		-2.960757
Log likelihood	411.3946	Durbin-Watson stat		1.994056

**Πίνακας 5.5**  
**Συνάρτηση του ADF του R του CAC 40 με προσθήκη 5 lags**

Dependent Variable: RT  
 Method: Least Squares  
 Date: 04/30/14 Time: 18:21  
 Sample (adjusted): 1991M06 2014M01  
 Included observations: 272 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-5)	0.017153	0.060249	0.284704	0.7761
R-squared	-0.003581	Mean dependent var		0.003411
Adjusted R-squared	-0.003581	S.D. dependent var		0.054850
S.E. of regression	0.054949	Akaike info criterion		-2.961167
Sum squared resid	0.818243	Schwarz criterion		-2.947911
Log likelihood	403.7188	Durbin-Watson stat		1.821026

Οι πίνακες 5.4 και 5.5 απεικονίζουν τις συναρτήσεις του DFtest και του ADFtest με την προσθήκη 5 lags.Επιδή το AIC κριτήριο είναι το ίδιο και στις δύο συναρτήσεις,χρησιμοποιούμε εκείνη με τα λιγότερα lag.

**Πίνακας 5.6**  
**Αποτελέσματα του DFtest για R του CAC 40**

Null Hypothesis: RT has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-15.32128	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.453910	
5% level	-2.871806	
10% level	-2.572313	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RT)

Method: Least Squares

Date: 04/30/14 Time: 17:42

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-1)	-0.918102	0.059923	-15.32128	0.0000
C	0.003048	0.003294	0.925232	0.3557
R-squared	0.461416	Mean dependent var		-0.000177
Adjusted R-squared	0.459451	S.D. dependent var		0.074286
S.E. of regression	0.054616	Akaike info criterion		-2.969747
Sum squared resid	0.817327	Schwarz criterion		-2.943512
Log likelihood	411.8251	F-statistic		234.7416
Durbin-Watson stat	1.993500	Prob(F-statistic)		0.000000

Ο πίνακας 5.6 απεικονίζει τα αποτελέσματα του ελέγχου για τις αποδόσεις. Επειδή  $-15.32 < -2.87$  απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας.

**Πίνακας 5.7**  
**Συνάρτηση DF του lnP του DAX**

Dependent Variable: LNPT  
Method: Least Squares  
Date: 04/30/14 Time: 18:26  
Sample (adjusted): 1991M02 2014M01  
Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-1)	1.000762	0.000445	2246.975	0.0000
R-squared	0.985705	Mean dependent var		8.344347
Adjusted R-squared	0.985705	S.D. dependent var		0.516988
S.E. of regression	0.061811	Akaike info criterion		-2.725854
Sum squared resid	1.050665	Schwarz criterion		-2.712737
Log likelihood	377.1679	Durbin-Watson stat		1.896518

**Πίνακας 5.8**  
**Συνάρτηση ADF του lnP του DAX με 5 lags**

Dependent Variable: LNPT  
Method: Least Squares  
Date: 04/30/14 Time: 18:28  
Sample (adjusted): 1991M06 2014M01  
Included observations: 272 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-5)	1.003701	0.001085	924.8446	0.0000
R-squared	0.913408	Mean dependent var		8.358448
Adjusted R-squared	0.913408	S.D. dependent var		0.507374
S.E. of regression	0.149303	Akaike info criterion		-0.962009
Sum squared resid	6.040958	Schwarz criterion		-0.948753
Log likelihood	131.8333	Durbin-Watson stat		0.343893

Στους πίνακες 5.7 και 5.8 φαίνεται η συνάρτηση του DF και του ADF με την προσθήκη 1 lag και 5 lags, αντίστοιχα. Συγκρίνοντας το AIC κριτήριο, διαπιστώνουμε ότι είναι μικρότερο στην συνάρτηση του DFtest. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούμε την συνάρτηση που απεικονίζεται στον πίνακα 5.7 και έχει ένα lag.

**Πίνακας 5.9**  
**Αποτελέσματα DF για lnP του DAX**

Null Hypothesis: LNPT has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.268153	0.6449
Test critical values:		
1% level	-3.453910	
5% level	-2.871806	
10% level	-2.572313	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LNPT)

Method: Least Squares

Date: 04/30/14 Time: 18:32

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-1)	-0.009110	0.007184	-1.268153	0.2058
C	0.082622	0.060010	1.376808	0.1697
R-squared	0.005835	Mean dependent var		0.006666
Adjusted R-squared	0.002207	S.D. dependent var		0.061779
S.E. of regression	0.061711	Akaike info criterion		-2.725502
Sum squared resid	1.043446	Schwarz criterion		-2.699268
Log likelihood	378.1193	F-statistic		1.608212
Durbin-Watson stat	1.890901	Prob(F-statistic)		0.205820



Ο πίνακας 5.9 απεικονίζει τα αποτελέσματα του DFtest. Όπως παρατηρούμε, επειδή  $-1.26 > -2.87$  δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση της ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας.

**Πίνακας 5.10**  
**Συνάρτηση του DFtest του R του DAX**

Dependent Variable: RT  
Method: Least Squares  
Date: 04/30/14 Time: 18:45  
Sample (adjusted): 1991M02 2014M01  
Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-1)	0.060251	0.060051	1.003329	0.3166
R-squared	-0.007996	Mean dependent var		0.006666
Adjusted R-squared	-0.007996	S.D. dependent var		0.061779
S.E. of regression	0.062025	Akaike info criterion		-2.718932
Sum squared resid	1.057963	Schwarz criterion		-2.705815
Log likelihood	376.2126	Durbin-Watson stat		1.998494

**Πίνακας 5.11**  
**Συνάρτηση του ADF του R του DAX με 5 lags**

Dependent Variable: RT  
Method: Least Squares  
Date: 04/30/14 Time: 18:48  
Sample (adjusted): 1991M06 2014M01  
Included observations: 272 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-5)	0.017972	0.060481	0.297146	0.7666
R-squared	-0.010976	Mean dependent var		0.006578
Adjusted R-squared	-0.010976	S.D. dependent var		0.061982
S.E. of regression	0.062322	Akaike info criterion		-2.709345
Sum squared resid	1.052562	Schwarz criterion		-2.696089
Log likelihood	369.4710	Durbin-Watson stat		1.877132

Οι πίνακες 5.10 και 5.11 απεικονίζουν, αντίστοιχα, τις συναρτήσεις για το DFtest και το ADF. Πάλι χρησιμοποιούμε την συνάρτηση του DFtest, επειδή το AIC κριτήριο είναι το ίδιο και επιλέγουμε την συνάρτηση με τα λιγότερα lags.

**Πίνακας 5.12**  
**Αποτελέσματα του DFtest του R του DAX**

Null Hypothesis: RT has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-15.79285	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.453910	
5% level	-2.871806	
10% level	-2.572313	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RT)

Method: Least Squares

Date: 04/30/14 Time: 18:59

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-1)	-0.950907	0.060211	-15.79285	0.0000
C	0.006332	0.003743	1.691465	0.0919
R-squared	0.476514	Mean dependent var		-0.000145
Adjusted R-squared	0.474603	S.D. dependent var		0.085283
S.E. of regression	0.061816	Akaike info criterion		-2.722073
Sum squared resid	1.047030	Schwarz criterion		-2.695839
Log likelihood	377.6461	F-statistic		249.4141
Durbin-Watson stat	1.996519	Prob(F-statistic)		0.000000

Στον πίνακα 5.12 φαίνονται τα αποτελέσματα του DF ελέγχου.Επειδή η τιμή είναι πολύ μικρότερη της κριτικής σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση περί ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας.

**Πίνακας 5.13**  
**Συνάρτηση DF του lnP του FTSE 100**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 04/30/14 Time: 19:15

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-1)	1.000434	0.000293	3414.834	0.0000
R-squared	0.980249	Mean dependent var		8.448172
Adjusted R-squared	0.980249	S.D. dependent var		0.292626
S.E. of regression	0.041125	Akaike info criterion		-3.540802
Sum squared resid	0.465090	Schwarz criterion		-3.527685
Log likelihood	489.6307	Durbin-Watson stat		1.942806

**Πίνακας 5.14**

**Συνάρτηση ADF του lnP του FTSE 100 με 5 lags**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 04/30/14 Time: 19:18

Sample (adjusted): 1991M06 2014M01

Included observations: 272 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-5)	1.002094	0.000669	1496.835	0.0000
R-squared	0.892396	Mean dependent var		8.457564
Adjusted R-squared	0.892396	S.D. dependent var		0.284223
S.E. of regression	0.093234	Akaike info criterion		-1.903742
Sum squared resid	2.355682	Schwarz criterion		-1.890485
Log likelihood	259.9089	Durbin-Watson stat		0.391409

Οι πίνακες 5.13 και 5.14 απεικονίζουν την συνάρτηση DFtest και ADF με την προσθήκη 5 lags του λογαριθμικού μετασχηματισμού των τιμών του δείκτη FTSE 100. Χρησιμοποιούμε την πρώτη συνάρτηση, επειδή το AIC κριτήριο είναι μικρότερο.

### Πίνακας 5.15

#### Αποτελέσματα του DFtest του lnP του FTSE 100

Null Hypothesis: LNPT has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.913039	0.3260
Test critical values:		
1% level	-3.453910	
5% level	-2.871806	
10% level	-2.572313	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LNPT)

Method: Least Squares

Date: 04/30/14 Time: 19:25

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-1)	-0.016027	0.008378	-1.913039	0.0568
C	0.139174	0.070787	1.966089	0.0503
R-squared	0.013181	Mean dependent var		0.003837
Adjusted R-squared	0.009579	S.D. dependent var		0.041109
S.E. of regression	0.040912	Akaike info criterion		-3.547565
Sum squared resid	0.458620	Schwarz criterion		-3.521330
Log likelihood	491.5640	F-statistic		3.659717
Durbin-Watson stat	1.938123	Prob(F-statistic)		0.056785

Στον πίνακα 5.15 φαίνονται τα αποτελέσματα του DFtest.Επειδή  $-1.91 > -2.87$  δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση για ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας.

**Πίνακας 5.16**  
**Συνάρτηση του DFtest του R του FTSE 100**

Dependent Variable: RT  
Method: Least Squares  
Date: 04/30/14 Time: 19:32  
Sample (adjusted): 1991M02 2014M01  
Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-1)	0.038370	0.059891	0.640656	0.5223
R-squared	-0.007241	Mean dependent var		0.003837
Adjusted R-squared	-0.007241	S.D. dependent var		0.041109
S.E. of regression	0.041258	Akaike info criterion		-3.534328
Sum squared resid	0.468111	Schwarz criterion		-3.521210
Log likelihood	488.7372	Durbin-Watson stat		1.999762

**Πίνακας 5.17**  
**Συνάρτηση του ADF του R του FTSE 100 με 5 lags**

Dependent Variable: RT  
Method: Least Squares  
Date: 04/30/14 Time: 19:35  
Sample (adjusted): 1991M06 2014M01  
Included observations: 272 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-5)	0.018114	0.060428	0.299767	0.7646
R-squared	-0.008346	Mean dependent var		0.003842
Adjusted R-squared	-0.008346	S.D. dependent var		0.041310
S.E. of regression	0.041482	Akaike info criterion		-3.523463
Sum squared resid	0.466316	Schwarz criterion		-3.510207
Log likelihood	480.1910	Durbin-Watson stat		1.913545

Οι πίνακες 5.16 και 5.17 απεικονίζουν τις συναρτήσεις του DFtest και του ADFtest. Συγκρίνοντας το AIC κριτήριο, παρατηρούμε ότι είναι το ίδιο και στις δύο συναρτήσεις. Επιλέγουμε εκείνη με τα λιγότερα lags.

**Πίνακας 5.18**  
**Αποτελέσματα του DFtest για R του FTSE 100**

Null Hypothesis: RT has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-16.16131	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.453910	
5% level	-2.871806	
10% level	-2.572313	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RT)

Method: Least Squares

Date: 04/30/14 Time: 19:42

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-1)	-0.970239	0.060035	-16.16131	0.0000
C	0.003719	0.002489	1.493869	0.1364
R-squared	0.488030	Mean dependent var		-0.000143
Adjusted R-squared	0.486162	S.D. dependent var		0.057428
S.E. of regression	0.041166	Akaike info criterion		-3.535193
Sum squared resid	0.464329	Schwarz criterion		-3.508958
Log likelihood	489.8567	F-statistic		261.1880
Durbin-Watson stat	1.999646	Prob(F-statistic)		0.000000

Στον πίνακα 5.18 απεικονίζονται τα αποτελέσματα του DFtest των αποδόσεων του δείκτη FTSE 100. Η μηδενική υπόθεση περί ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας απορρίπτεται, επειδή η τιμή (-16.16) είναι πολύ μικρότερη της κριτικής σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (-2.87).

**Πίνακας 5.19**  
**Συνάρτηση DF του lnP του NIKKEI**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 05/01/14 Time: 10:00

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-1)	0.999754	0.000383	2612.606	0.0000
R-squared	0.960831	Mean dependent var		9.548870
Adjusted R-squared	0.960831	S.D. dependent var		0.306958
S.E. of regression	0.060750	Akaike info criterion		-2.760478
Sum squared resid	1.014910	Schwarz criterion		-2.747360
Log likelihood	381.9459	Durbin-Watson stat		1.841065

**Πίνακας 5.20**  
**Συνάρτηση του ADF του lnP του NIKKEI με 5 lags**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 05/01/14 Time: 10:01

Sample (adjusted): 1991M06 2014M01

Included observations: 272 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-5)	0.998842	0.000948	1053.109	0.0000
R-squared	0.752730	Mean dependent var		9.540174
Adjusted R-squared	0.752730	S.D. dependent var		0.300569
S.E. of regression	0.149461	Akaike info criterion		-0.959888
Sum squared resid	6.053789	Schwarz criterion		-0.946631
Log likelihood	131.5447	Durbin-Watson stat		0.329143

Οι πίνακες 5.19 και 5.20 απεικονίζουν τις συναρτήσεις του DFtest και του ADFtest με την προσθήκη 5 lags. Επιλέγουμε την πρώτη επειδή το AIC κριτήριο είναι μικρότερο από ότι στην δεύτερη.

### Πίνακας 5.21

#### Αποτελέσματα του DFtest για lnP του ΝΙΚΚΕΙ

Null Hypothesis: LNPT has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on AIC, MAXLAG=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.379414	0.1485
Test critical values:		
1% level	-3.453997	
5% level	-2.871845	
10% level	-2.572334	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LNPT)

Method: Least Squares

Date: 05/01/14 Time: 10:09

Sample (adjusted): 1991M03 2014M01

Included observations: 275 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-1)	-0.028229	0.011864	-2.379414	0.0180
D(LNPT(-1))	0.088147	0.059932	1.470774	0.1425
C	0.267650	0.113349	2.361293	0.0189
R-squared	0.026586	Mean dependent var		-0.002080
Adjusted R-squared	0.019429	S.D. dependent var		0.060871
S.E. of regression	0.060276	Akaike info criterion		-2.768906
Sum squared resid	0.988240	Schwarz criterion		-2.729450
Log likelihood	383.7246	F-statistic		3.714503
Durbin-Watson stat	1.999063	Prob(F-statistic)		0.025612



Ο πίνακας 5.21 απεικονίζει τα αποτελέσματα του DFtest. Είναι φανερό ότι οριακά δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση περί ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας.

**Πίνακας 5.22**  
**Συνάρτηση του DF του R του NIKKEI**

Dependent Variable: RT  
Method: Least Squares  
Date: 05/01/14 Time: 10:16  
Sample (adjusted): 1991M02 2014M01  
Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-1)	0.078836	0.059652	1.321600	0.1874
R-squared	0.005133	Mean dependent var		-0.002089
Adjusted R-squared	0.005133	S.D. dependent var		0.060760
S.E. of regression	0.060604	Akaike info criterion		-2.765302
Sum squared resid	1.010026	Schwarz criterion		-2.752184
Log likelihood	382.6116	Durbin-Watson stat		1.993624

**Πίνακας 5.23**

**Συνάρτηση ADF του R του NIKKEI με την προσθήκη 5 lags**

Dependent Variable: RT  
Method: Least Squares  
Date: 05/01/14 Time: 10:18  
Sample (adjusted): 1991M06 2014M01  
Included observations: 272 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-5)	0.008669	0.060474	0.143352	0.8861
R-squared	-0.000668	Mean dependent var		-0.001658
Adjusted R-squared	-0.000668	S.D. dependent var		0.060900
S.E. of regression	0.060920	Akaike info criterion		-2.754832
Sum squared resid	1.005756	Schwarz criterion		-2.741576
Log likelihood	375.6572	Durbin-Watson stat		1.830033

Οι πίνακες 5.22 και 5.23 απεικονίζουν τις συναρτήσεις του DFtest και του ADF με την προσθήκη 5 lags.Επειδή και στις δύο περιπτώσεις το κριτήριο AIC είναι το ίδιο επιλέγουμε την πρώτη συνάρτηση,επειδή έχει τα λιγότερα lags.

#### Πίνακας 5.24

##### Αποτελέσματα του DFtest για R του NIKKEI

Null Hypothesis: RT has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-15.43121	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.453910	
5% level	-2.871806	
10% level	-2.572313	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RT)

Method: Least Squares

Date: 05/01/14 Time: 10:23

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-1)	-0.922012	0.059750	-15.43121	0.0000
C	-0.001963	0.003654	-0.537210	0.5916
R-squared	0.464971	Mean dependent var		-0.000474
Adjusted R-squared	0.463019	S.D. dependent var		0.082810
S.E. of regression	0.060682	Akaike info criterion		-2.759108
Sum squared resid	1.008963	Schwarz criterion		-2.732873
Log likelihood	382.7569	F-statistic		238.1222
Durbin-Watson stat	1.994059	Prob(F-statistic)		0.000000

Στον πίνακα 5.24 φαίνονται τα αποτελέσματα του DFtest. Συμπεραίνουμε ότι επειδή η τιμή είναι πολύ μικρότερη της κριτικής σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $-15.43 < -2.87$ ) απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση περί ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας.

**Πίνακας 5.25**  
**Συνάρτηση του DFtest του lnP του S&P 500**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 05/01/14 Time: 10:29

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-1)	1.000814	0.000375	2669.555	0.0000
R-squared	0.990447	Mean dependent var		6.857928
Adjusted R-squared	0.990447	S.D. dependent var		0.437534
S.E. of regression	0.042764	Akaike info criterion		-3.462620
Sum squared resid	0.502911	Schwarz criterion		-3.449502
Log likelihood	478.8415	Durbin-Watson stat		1.885476

**Πίνακας 5.26**

**Συνάρτηση του ADFtest του lnP του S&P 500 με προσθήκη 5 lags**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 05/01/14 Time: 10:32

Sample (adjusted): 1991M06 2014M01

Included observations: 272 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-5)	1.004001	0.000925	1085.445	0.0000
R-squared	0.939719	Mean dependent var		6.871509
Adjusted R-squared	0.939719	S.D. dependent var		0.426008
S.E. of regression	0.104594	Akaike info criterion		-1.673782
Sum squared resid	2.964742	Schwarz criterion		-1.660525
Log likelihood	228.6343	Durbin-Watson stat		0.321103

Οι πίνακες 5.25 και 5.26 απεικονίζουν τις συναρτήσεις του DFtest και του ADFtest. Επειδή το AIC κριτήριο είναι μικρότερο στην πρώτη συνάρτηση, επιλέγουμε το DFtest.

**Πίνακας 5.27**  
**Αποτελέσματα του DFtest για lnP του S&P 500**

Null Hypothesis: LNPT has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.544025	0.5099
Test critical values:		
1% level	-3.453910	
5% level	-2.871806	
10% level	-2.572313	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LNPT)

Method: Least Squares

Date: 05/01/14 Time: 10:40

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-1)	-0.009031	0.005849	-1.544025	0.1237
C	0.067735	0.040159	1.686678	0.0928
R-squared	0.008626	Mean dependent var		0.005855
Adjusted R-squared	0.005008	S.D. dependent var		0.042728
S.E. of regression	0.042621	Akaike info criterion		-3.465703
Sum squared resid	0.497743	Schwarz criterion		-3.439468
Log likelihood	480.2669	F-statistic		2.384014
Durbin-Watson stat	1.886411	Prob(F-statistic)		0.123736

Στον πίνακα 5.27 φαίνονται τα αποτελέσματα του DFtest για τον λογαριθμικό μετασχηματισμό των τιμών του δείκτη S&P 500. Επειδή  $-1.54 > -2.87$  δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας.

**Πίνακας 5.28**  
**Συνάρτηση DF για R του S&P 500**

Dependent Variable: RT  
Method: Least Squares  
Date: 05/01/14 Time: 10:48  
Sample (adjusted): 1991M02 2014M01  
Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-1)	0.074551	0.059960	1.243337	0.2148
R-squared	-0.013152	Mean dependent var		0.005855
Adjusted R-squared	-0.013152	S.D. dependent var		0.042728
S.E. of regression	0.043009	Akaike info criterion		-3.451219
Sum squared resid	0.508677	Schwarz criterion		-3.438102
Log likelihood	477.2682	Durbin-Watson stat		2.001001

**Πίνακας 5.29**  
**Συνάρτηση του ADF του R του S&P 500 με την προσθήκη 5 lags**

Dependent Variable: RT  
Method: Least Squares  
Date: 05/01/14 Time: 10:51  
Sample (adjusted): 1991M06 2014M01  
Included observations: 272 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-5)	0.067206	0.060443	1.111883	0.2672
R-squared	-0.014400	Mean dependent var		0.005901
Adjusted R-squared	-0.014400	S.D. dependent var		0.042856
S.E. of regression	0.043164	Akaike info criterion		-3.443952
Sum squared resid	0.504908	Schwarz criterion		-3.430695
Log likelihood	469.3775	Durbin-Watson stat		1.834806

Οι πίνακες 5.28 και 5.29 απεικονίζουν τις συναρτήσεις του DFtest και του ADF με την προσθήκη 5 lags για τις αποδόσεις του δείκτη S&P 500.Επειδή το AIC κριτήριο είναι το ίδιο επιλέγουμε την συνάρτηση με τα λιγότερα lag,δηλαδή την πρώτη.

**Πίνακας 5.30**  
**Αποτελέσματα του DFtest για R του S&P 500**

Null Hypothesis: RT has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-15.67698	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.453910	
5% level	-2.871806	
10% level	-2.572313	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RT)

Method: Least Squares

Date: 05/01/14 Time: 10:57

Sample (adjusted): 1991M02 2014M01

Included observations: 276 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RT(-1)	-0.943090	0.060158	-15.67698	0.0000
C	0.005516	0.002597	2.123783	0.0346
R-squared	0.472842	Mean dependent var		-0.000106
Adjusted R-squared	0.470918	S.D. dependent var		0.058754
S.E. of regression	0.042737	Akaike info criterion		-3.460300
Sum squared resid	0.500439	Schwarz criterion		-3.434065
Log likelihood	479.5214	F-statistic		245.7678
Durbin-Watson stat	1.998754	Prob(F-statistic)		0.000000

Ο πίνακας 5.30 απεικονίζει τα αποτελέσματα του DFtest για τις αποδόσεις του δείκτη S&P 500.Επειδή η τιμή είναι πολύ μικρότερη της κριτικής τιμής σε επίπεδο σημαντικότητας 5% απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση για ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας.

Συμπερασματικά,επιλέξαμε το κατάλληλο μοντέλο με τη χρήση του AIC κριτηρίου και καταλήξαμε στο απλό Dickey-Fullertest με ένα lag.Εφαρμόζοντάς το καταλήξαμε ότι μοναδιαία ρίζα υπάρχει στον λογαριθμικό μετασχηματισμό των τιμών των δεικτών,ενώ στις αποδόσεις δεν υπάρχει.Επομένως,ο λογαριθμικός μετασχηματισμός των τιμών είναι μη στάσιμες σειρές,ενώ οι αποδόσεις στάσιμες.

## ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ

Έχοντας ξεχωρίσει τις στάσιμες από τις μη στάσιμες σειρές,το επόμενο βήμα είναι η διεξαγωγή ελέγχου για ύπαρξη σχέσεων συνολοκλήρωσης μεταξύ των μη στάσιμων σειρών,δηλαδή του λογαριθμικού μετασχηματισμού των τιμών των δεικτών.Ο έλεγχος αυτός γίνεται μεταξύ των δεικτών ανα δυάδες,τριάδες και τετράδες με όλους τους πιθανούς σχηματισμούς και με την χρήση του test του Johansen.Ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

### Πίνακας 5.31

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ NIKKEI και S&P 500

Date: 05/01/14 Time: 11:17

Sample (adjusted): 1991M05 2014M02

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: NIKKEI S\_P\_500

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None	0.034001	12.46547	15.49471	0.1359
At most 1	0.010843	2.987148	3.841466	0.0839

Trace test indicates no cointegration at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

### Πίνακας 5.32

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ DAX και S&P 500

Date: 05/01/14 Time: 11:28

Sample (adjusted): 1991M05 2014M02

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: DAX S\_P\_500

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.665255	302.7561	15.49471	0.0001
At most 1	0.010508	2.894379	3.841466	0.0889

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

### Πίνακας 5.33

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ DAX και NIKKEI

Date: 05/01/14 Time: 11:38

Sample (adjusted): 1991M05 2014M02

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: DAX NIKKEI

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.669148	308.4055	15.49471	0.0001
At most 1 *	0.019296	5.338833	3.841466	0.0208

Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values



### Πίνακας 5.34

#### Αποτελέσματα του ελέγχου μεταξύ FTSE 100 και S&P 500

Date: 05/01/14 Time: 11:48

Sample (adjusted): 1991M05 2014M02

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: FTSE\_100 S\_P\_500

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.665255	302.7561	15.49471	0.0001
At most 1	0.010508	2.894379	3.841466	0.0889

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

### Πίνακας 5.35

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ FTSE 100 και DAX

Date: 05/01/14 Time: 11:53

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: FTSE\_100 DAX

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.666408	304.9114	15.49471	0.0001
At most 1 *	0.014867	4.104203	3.841466	0.0428

Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

### Πίνακας 5.36

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ FTSE 100 και CAC 40

Date: 05/01/14 Time: 11:56

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: FTSE\_100 CAC\_40

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.668413	305.2654	15.49471	0.0001
At most 1	0.010190	2.806412	3.841466	0.0939

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

### Πίνακας 5.37

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ CAC 40 και DAX

Date: 05/01/14 Time: 12:01

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: CAC\_40 DAX

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.668413	305.2654	15.49471	0.0001
At most 1	0.010190	2.806412	3.841466	0.0939

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

### Πίνακας 5.38

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ CAC 40 και S&P 500

Date: 05/01/14 Time: 12:04

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: CAC\_40 S\_P\_500

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.665255	302.7561	15.49471	0.0001
At most 1	0.010508	2.894379	3.841466	0.0889

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

### Πίνακας 5.39

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ CAC 40 και NIKKEI

Date: 05/01/14 Time: 12:06

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: CAC\_40 NIKKEI

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.669148	308.4055	15.49471	0.0001
At most 1 *	0.019296	5.338833	3.841466	0.0208

### Πίνακας 5.40

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ DAX, NIKKEI και S&P 500

Date: 05/01/14 Time: 12:10

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: DAX NIKKEI S\_P\_500

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.668798	312.0437	29.79707	0.0001
At most 1	0.023274	9.266165	15.49471	0.3413
At most 2	0.010216	2.813594	3.841466	0.0935

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

### Πίνακας 5.41

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ των DAX, NIKKEI, FTSE 100

Date: 05/01/14 Time: 12:13

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: DAX NIKKEI FTSE\_100

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.671040	315.4650	29.79707	0.0001
At most 1	0.025430	10.82684	15.49471	0.2223
At most 2	0.013660	3.768765	3.841466	0.0522

### Πίνακας 5.42

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ των DAX,S&P 500,FTSE 100

Date: 05/01/14 Time: 12:16

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: DAX S\_P\_500 FTSE\_100

Lags interval (in first differences): 1 to 2

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.666283	310.4455	29.79707	0.0001
At most 1	0.025111	9.741160	15.49471	0.3012
At most 2	0.010069	2.772990	3.841466	0.0959

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

### Πίνακας 5.43

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ των S&P 500,NIKKEI,FTSE 100

Date: 05/01/14 Time: 12:20

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: S\_P\_500 NIKKEI FTSE\_100

Lags interval (in first differences): 1 to 2

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.671040	315.4650	29.79707	0.0001
At most 1	0.025430	10.82684	15.49471	0.2223
At most 2	0.013660	3.768765	3.841466	0.0522

---

---

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

#### Πίνακας 5.44

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ των CAC 40, NIKKEI, S&P 500, FTSE 100

Date: 05/01/14 Time: 12:27

Sample (adjusted): 1991M04 2012M03

Included observations: 252 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: CAC\_40 FTSE\_100 NIKKEI S\_P\_500

Lags interval (in first differences): 1 to 2

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

---

---

Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.678013	306.9203	47.85613	0.0001
At most 1	0.053449	21.34252	29.79707	0.3366
At most 2	0.020689	7.500183	15.49471	0.5203
At most 3	0.008818	2.231934	3.841466	0.1352

---

---

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

### Πίνακας 5.45

#### Αποτελέσματα του test μεταξύ των DAX, NIKKEI, FTSE 100 και S&P 500

Date: 05/01/14 Time: 12:31

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: FTSE\_100 NIKKEI S\_P\_500 DAX

Lags interval (in first differences): 1 to 2

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized	Trace	0.05		
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.671191	323.9650	47.85613	0.0001
At most 1	0.039943	19.20113	29.79707	0.4785
At most 2	0.019264	8.032135	15.49471	0.4620
At most 3	0.009814	2.702186	3.841466	0.1002

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Οι πίνακες 5.31 έως 5.45 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα του ελέγχου του Johansen μεταξύ συνδυασμών των δεικτών σε δυάδες, τριάδες και τετράδες. Παρατηρώντας του συμπεραίνουμε ότι σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση περί έλλειψης σχέσεων συνολοκλήρωσης και δεν μπορούμε να απορρίψουμε την εναλλακτική περί ύπαρξης σχέσεων συνολοκλήρωσης. Οι μόνες περιπτώσεις στις οποίες δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση περί έλλειψης σχέσεων συνολοκλήρωσης είναι όταν συνδυάζονται ανα δύο οι δείκτες FTSE 100 και S&P 500 με τον NIKKEI. Στις περιπτώσεις αυτές δεν φαίνεται να υπάρχουν σχέσεις συνολοκλήρωσης μεταξύ των δεικτών αυτών. Τέλος, στις περιπτώσεις στις οποίες οι δείκτες συνδυάζονται μεταξύ τους ανα τριάδες και τετράδες, ενώ απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση έλλειψης σχέσεων συνολοκλήρωσης, δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση ύπαρξης σχέσεων συνολοκλήρωσης περισσότερων από μια. Ο ελάχιστος δηλαδή αριθμός σχέσεων συνολοκλήρωσης που αναπτύσσονται, όταν συνδυαστούν πάνω από δύο δείκτες

είναι μια σχέση. Δεν μπορούμε όμως να προσδιορίσουμε μεταξύ ποιών δεικτών αναπτύσσεται η σχέση αυτή.

### ***ΑΙΤΙΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ GRANGER***

Η παρούσα υποενοότητα παρουσιάζει τα αποτελέσματα του ελέγχου αιτιότητας που αναπτύσσονται μεταξύ των δεικτών. Οι σειρές που υποβλήθηκαν σε έλεγχο αιτιότητας ήταν οι αποδόσεις, επειδή είναι στάσιμες σειρές. Χρησιμοποιήθηκαν 2 lags, γιατί όπως θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο, είναι ο ελάχιστος αριθμός για τον οποίο το κριτήριο AIC ελαχιστοποιείται και το μοντέλο είναι το πιο ταιριαστό.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον συνοπτικό πίνακα 5.46.



### Πίνακας 5.46

#### Αποτελέσματα ελέγχου test αιτιότητας κατά Granger

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 05/01/14 Time: 17:16

Sample: 1991M01 2014M03

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
RT_CAC does not Granger Cause RT_DAX	274	1.44113	0.23848
RT_DAX does not Granger Cause RT_CAC		0.00669	0.99333
RT_FTSE does not Granger Cause RT_DAX	274	3.11031	0.04619
RT_DAX does not Granger Cause RT_FTSE		1.44219	0.23823
RT_NIKKEI does not Granger Cause RT_DAX	274	0.41180	0.66287
RT_DAX does not Granger Cause RT_NIKKEI		0.95231	0.38715
RT_S_P does not Granger Cause RT_DAX	274	2.10150	0.12428
RT_DAX does not Granger Cause RT_S_P_500		1.36055	0.25828
RT_FTSE does not Granger Cause RT_CAC	275	1.67616	0.18903
RT_CAC does not Granger Cause RT_FTSE		2.42331	0.09055
RT_NIKKEI does not Granger Cause RT_CAC	275	0.16691	0.84636
RT_CAC does not Granger Cause RT_NIKKEI		1.42797	0.24160
RT_S_P does not Granger Cause RT_CAC	274	3.16244	0.04390
RT_CAC does not Granger Cause RT_S_P_500		1.05595	0.34930
RT_NIKKEI does not Granger Cause RT_FTSE	275	0.81047	0.44573
RT_FTSE does not Granger Cause RT_NIKKEI		0.97528	0.37841
RT_S_P does not Granger Cause RT_FTSE	274	0.49103	0.61254
RT_FTSE does not Granger Cause RT_S_P_500		0.50065	0.60670
RT_S_P does not Granger Cause RT_NIKKEI	274	0.19186	0.82554
RT_NIKKEI does not Granger Cause RT_S_P_500		0.15874	0.85330

Από τον πίνακα 5.46 συμπεραίνουμε ότι τα περισσότερα ζεύγη δεικτών διέπονται από αμφίδρομη σχέση. Η μηδενική υπόθεση περί απουσίας ύπαρξης σχέσεων αιτιότητας απορρίπτεται τις περισσότερες φορές. Αυτό σημαίνει ότι σχεδόν όλοι οι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα μοντέλο για να προβλέψουν την πορεία των ζευγαριών τους. Οι μόνες περιπτώσεις που αυτό δεν συμβαίνει είναι με τα ζεύγη των δεικτών CAC 40 και S&P 500 και DAX και FTSE 100. Στις περιπτώσεις αυτές δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση ότι ο S&P 500 δεν προκαλεί τον CAC 40 και ο FTSE 100 τον DAX. Αντιθέτως απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση για την ανάποδη κατεύθυνση και αποδεχόμαστε ότι ο CAC 40 προκαλεί τον S&P 500 και ο DAX τον FTSE 100. Για τον λόγο αυτό, όταν θα «χτιστούν» τα μοντέλα, οι CAC 40 και DAX θα συμπεριληφθούν για την πρόβλεψη των S&P 500 και FTSE 100, αντίστοιχα, ενώ δεν θα γίνει το αντίστροφο.

## **ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ**

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε παρουσίαση των ευρημάτων της έρευνας και συλλέχθηκαν όλες εκείνες οι πληροφορίες που είναι χρήσιμες για την «οικοδόμηση» των κατάλληλων μοντέλων για προβλέψεις. Συγκεκριμένα έγινε διαχωρισμός μεταξύ των στάσιμων και μη στάσιμων σειρών. Αποδείχτηκε ότι ο λογαριθμικός μετασχηματισμός των τιμών είναι μη στάσιμες σειρές, ενώ οι αποδόσεις στάσιμες. Συγκρίνοντας το AIC κριτήριο επιλέχθηκε το μοντέλο με ένα lag και χρησιμοποιήθηκε το DFtest αντί του ADF. Στη συνέχεια ο λογαριθμικός μετασχηματισμός των τιμών υποβλήθηκε στο test του Johansen για την διαπίστωση ύπαρξης σχέσης συνολοκλήρωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει σχέση συνολοκλήρωσης μεταξύ της πλειοψηφίας των δεικτών, ακόμα κι όταν συνδυαστούν σε χαρτοφυλάκια με περισσότερους από δύο δείκτες. Ο αριθμός αυτός περιορίζεται στην μια σχέση. Μόνες εξαιρέσεις αποτελούν οι σχέσεις του δείκτη NIKKEI με τους S&P 500 και FTSE, όπου τα αποτελέσματα συνηγορούν, μαλλόν, στην έλλειψη σχέσεων συνολοκλήρωσης. Τέλος εξετάστηκε η ύπαρξη σχέσεων αιτιότητας κατά Granger μεταξύ των αποδόσεων καθώς και η κατεύθυνση των σχέσεων αυτών. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά για τα περισσότερα ζεύγη και μάλιστα για αμφίδρομη σχέση. Μόνες εξαιρέσεις και εδώ αποτέλεσαν οι σχέσεις μεταξύ των ζευγαριών CAC 40 και S&P 500 και DAX και FTSE 100, όπου η σχέση αιτιότητας που τα συνδέει είναι μονής κατεύθυνσης και

συγκεκριμένα από τον CAC 40 και τον DAX προς τον S&P 500 και τον FTSE 100 ,αντίστοιχα.

Γνωρίζοντας τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μεταβλητών είμαστε πια σε θέση να προχωρήσουμε στο τελικό στάδιο, αυτό της κατασκευής και επιλογής του κατάλληλου μοντέλου ή των κατάλληλων μοντέλων προς χρήση για πρόβλεψη της πορείας των τιμών των δεικτών. Η διαδικασία αυτή θα παρουσιαστεί στο επόμενο κεφάλαιο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΕΠΕΝΔΥΤΕΣ

---

### *ΕΙΣΑΓΩΓΗ*

Σκοπός του κεφαλαίου είναι η υποβολή προτάσεων προς επενδυτές διεθνών χαρτοφυλακίων για να επιλέξουν τα άριστα χαρτοφυλάκια με την συμμετοχή των προς μελέτη δεικτών.

Για τον σκοπό αυτό,σχηματίζονται τα κατάλληλα μοντέλα και υπολογίζεται η διακύμανση των σφαλμάτων με GARCH μοντέλα.Τα μοντέλα εκείνα των οποίων η διακύμανση καταλοίπων είναι πολύ μικρή θεωρούνται κατάλληλα και υποβάλλονται ως πρόταση στους επενδυτές.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η «κατασκευή» των μοντέλων για κάθε δείκτη χωριστά και η μέτρηση της διακύμανσης των καταλοίπων των μοντέλων που προκείπουν.Πρώτα κατασκευάζονται τα μοντέλα για τον DAX, ακολουθεί ο CAC 40,ο NIKKEI,ο FTSE 100 και τέλος ο S&P 500.Τα χαρτοφυλάκια που σχηματίζονται αποτελούνται από όλου τους πιθανούς συνδυασμούς των δεικτών ανα μονάδα,σε ζεύγη,σε τριάδες και τετράδες.Τέλος,ακολουθούν τα συμπεράσματα και οι προτάσεις.

**Πίνακας 6.1**  
**AR(6) μοντέλο του DAX**

Dependent Variable: LNPT  
Method: Least Squares  
Date: 05/03/14 Time: 10:51  
Sample (adjusted): 1991M07 2014M01  
Included observations: 271 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-6)	1.004405	0.001208	831.4439	0.0000
R-squared	0.892118	Mean dependent var		8.362016
Adjusted R-squared	0.892118	S.D. dependent var		0.504883
S.E. of regression	0.165831	Akaike info criterion		-0.752014
Sum squared resid	7.424959	Schwarz criterion		-0.738723
Log likelihood	102.8980	Durbin-Watson stat		0.271216

**Πίνακας 6.2**  
**AR(2) μοντέλο του DAX**

Dependent Variable: LNPT  
Method: Least Squares  
Date: 05/03/14 Time: 10:57  
Sample (adjusted): 1991M03 2014M01  
Included observations: 275 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-2)	1.001511	0.000648	1544.776	0.0000
R-squared	0.969522	Mean dependent var		8.348042
Adjusted R-squared	0.969522	S.D. dependent var		0.514267
S.E. of regression	0.089780	Akaike info criterion		-1.979277
Sum squared resid	2.208568	Schwarz criterion		-1.966125
Log likelihood	273.1506	Durbin-Watson stat		0.934318

Οι πίνακες 6.1 και 6.2 είναι ένα AR(6) και AR(2) μοντέλα του δείκτη DAX. Με βάση το AIC κριτήριο διαλέγουμε το μοντέλο AR(2) και με βάση αυτό υπολογίζουμε την διακύμανση καταλοίπων που φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

**Πίνακας 6.3**  
**GARCH μοντέλο του DAX**

Dependent Variable: LNPT

Method: ML - ARCH

Date: 03/29/14 Time: 17:25

Sample (adjusted): 1991M03 2014M01

Included observations: 275 after adjustments

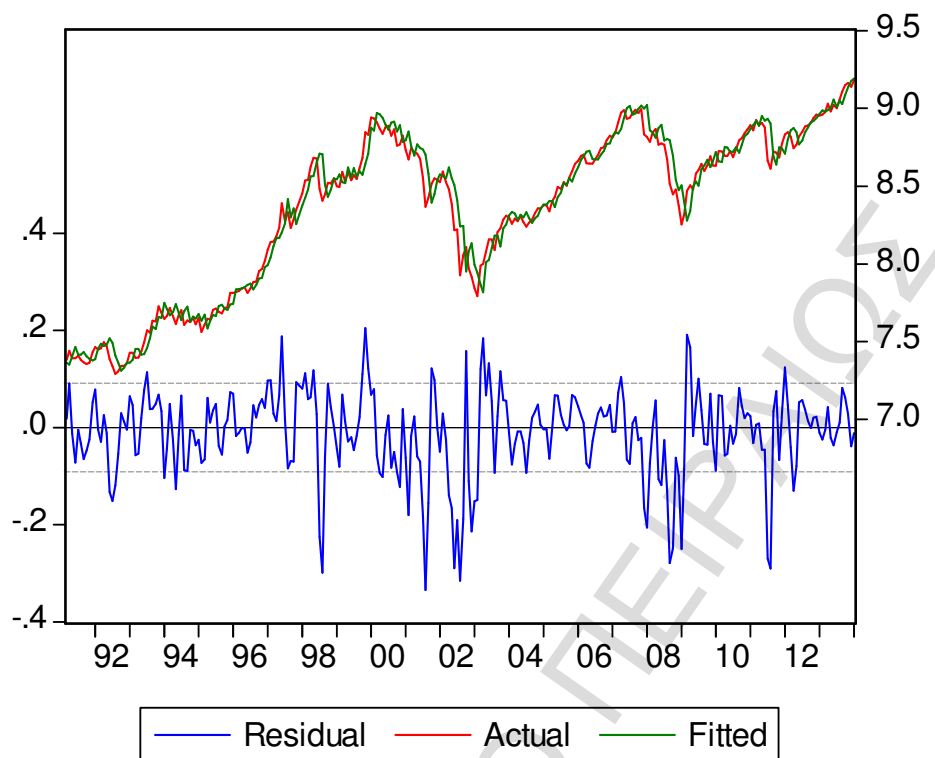
Convergence achieved after 12 iterations

Variance backcast: ON

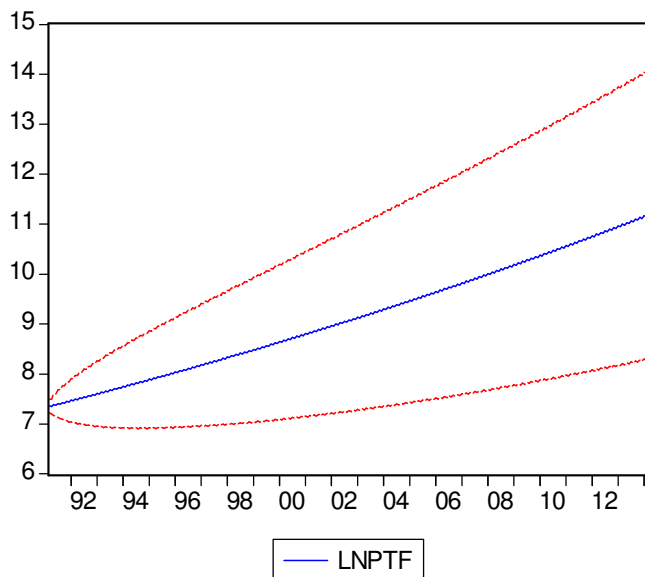
GARCH = C(2) + C(3)\*RESID(-1)^2 + C(4)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LNPT(-2)	1.003046	0.000548	1829.023	0.0000
Variance Equation				
C	0.002297	0.000514	4.468416	0.0000
RESID(-1)^2	0.585034	0.143318	4.082066	0.0000
GARCH(-1)	0.177010	0.112067	1.579501	0.1142
R-squared	0.968899	Mean dependent var	8.348042	
Adjusted R-squared	0.968555	S.D. dependent var	0.514267	
S.E. of regression	0.091194	Akaike info criterion	-2.237475	
Sum squared resid	2.253727	Schwarz criterion	-2.184868	
Log likelihood	311.6529	Durbin-Watson stat	0.917003	

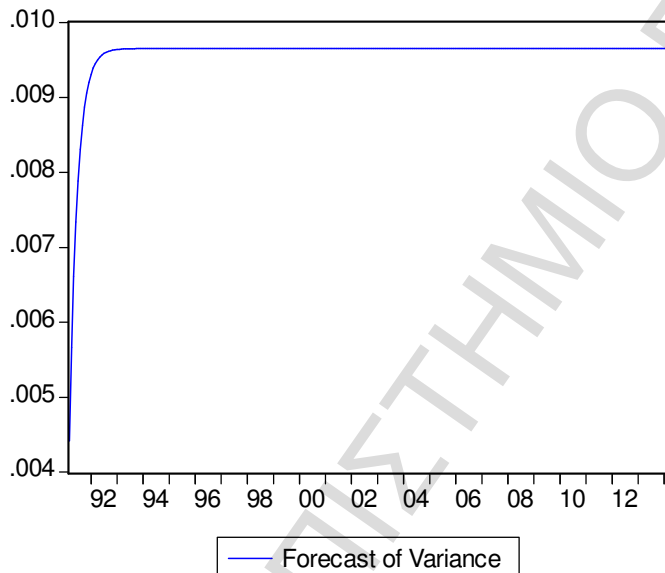
Ο πίνακας 6.3 απεικονίζει την συνάρτηση του GARCH μοντέλου. Η μορφή των καταλοίπων και της διακύμανσης φαίνονται στα ακόλουθα διαγράμματα:



**Διάγραμμα 6.1**  
**Μορφή των καταλοίπων του μοντέλου GARCH**



Forecast: LNPTF	
Actual: LNPT	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M03 2014M03	
Included observations: 275	
Root Mean Squared Error	1.069743
Mean Absolute Error	0.806439
Mean Abs. Percent Error	9.386807
Theil Inequality Coefficient	0.060955
Bias Proportion	0.520758
Variance Proportion	0.300085
Covariance Proportion	0.179157



**Διάγραμμα 6.2**

**Μορφή πρόβλεψης και μέτρησης διακύμανσης του μοντέλου GARCH**

Τα διαγράμματα 6.1 και 6.2 δείχνουν ότι το AR(2) μοντέλο είναι μοντέλο με πολύ ακριβής προβλέψεις. Ο κίνδυνος απόκλισης φτάνει στο 0,10 που είναι αρκετά μικρός, ενώ τα κατάλοιπα του μοντέλου έχουν whitenoise.

**Πίνακας 6.4**

**VAR(2) μοντέλο του DAX σε συνδυασμό με τον CAC 40**

Error Correction: D(DAX)



CointEq1	-0.000557 (0.00083) [-0.67425]
D(DAX(-1))	0.078359 (0.06142) [ 1.27581]
D(DAX(-2))	-0.036707 (0.06135) [-0.59827]
D(CAC_40(-1))	-55.46606 (89.1680) [-0.62204]
D(CAC_40(-2))	-10.80364 (88.5095) [-0.12206]
C	0.057284 (0.12490) [ 0.45865]

R-squared	0.011363
Adj. R-squared	-0.007082
Sum sq. resids	0.812208
S.E. equation	0.055051
F-statistic	0.616048
Log likelihood	408.7052
Akaike AIC	-2.939454
Schwarz SC	-2.860335
Mean dependent	0.003321
S.D. dependent	0.054857

**Πίνακας 6.5**  
**VAR(4) μοντέλο του DAX σε συνδυασμό με τον CAC 40**  
 Error Correction: D(DAX)

CointEq1	0.001732
----------	----------

	(0.00146)
	[ 1.18277]
D(DAX(-1))	0.084656
	(0.06203)
	[ 1.36473]
D(DAX(-2))	-0.037732
	(0.06178)
	[-0.61074]
D(DAX(-3))	0.077546
	(0.06161)
	[ 1.25871]
D(DAX(-4))	0.039226
	(0.06146)
	[ 0.63823]
D(CAC_40(-1))	34.03887
	(105.167)
	[ 0.32366]
D(CAC_40(-2))	160.1363
	(132.471)
	[ 1.20884]
D(CAC_40(-3))	216.0753
	(132.793)
	[ 1.62716]
D(CAC_40(-4))	88.16402
	(105.162)
	[ 0.83837]
C	-0.403923
	(0.30977)
	[-1.30394]

---

R-squared	0.030619
Adj. R-squared	-0.002680
Sum sq. resids	0.790360
S.E. equation	0.054924
F-statistic	0.919512
Log likelihood	408.4341
Akaike AIC	-2.929663
Schwarz SC	-2.797097

Mean dependent	0.003411
S.D. dependent	0.054850

Οι πίνακες 6.4 και 6.5 απεικονίζουν τα VAR μοντέλα για τον DX όταν συνδυαστεί με τον CAC 40. Επιλέγουμε το πρώτο μοντέλο, αφού αν και το AIC κριτήριο είναι το ίδιο έχει τα λιγότερα lags.

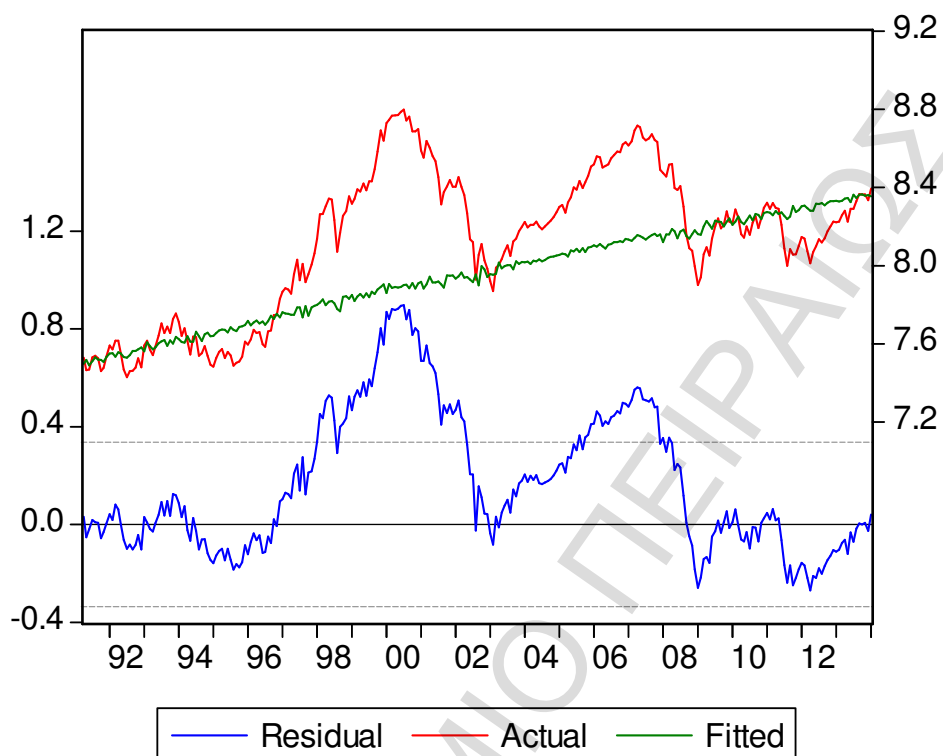
**Πίνακας 6.6**  
**GARCH μοντέλου του VAR(2)**

Dependent Variable: DAX  
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution  
Date: 05/03/14 Time: 17:05  
Sample (adjusted): 1991M04 2014M01  
Included observations: 274 after adjustments  
Failure to improve Likelihood after 33 iterations  
Variance backcast: ON  
GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

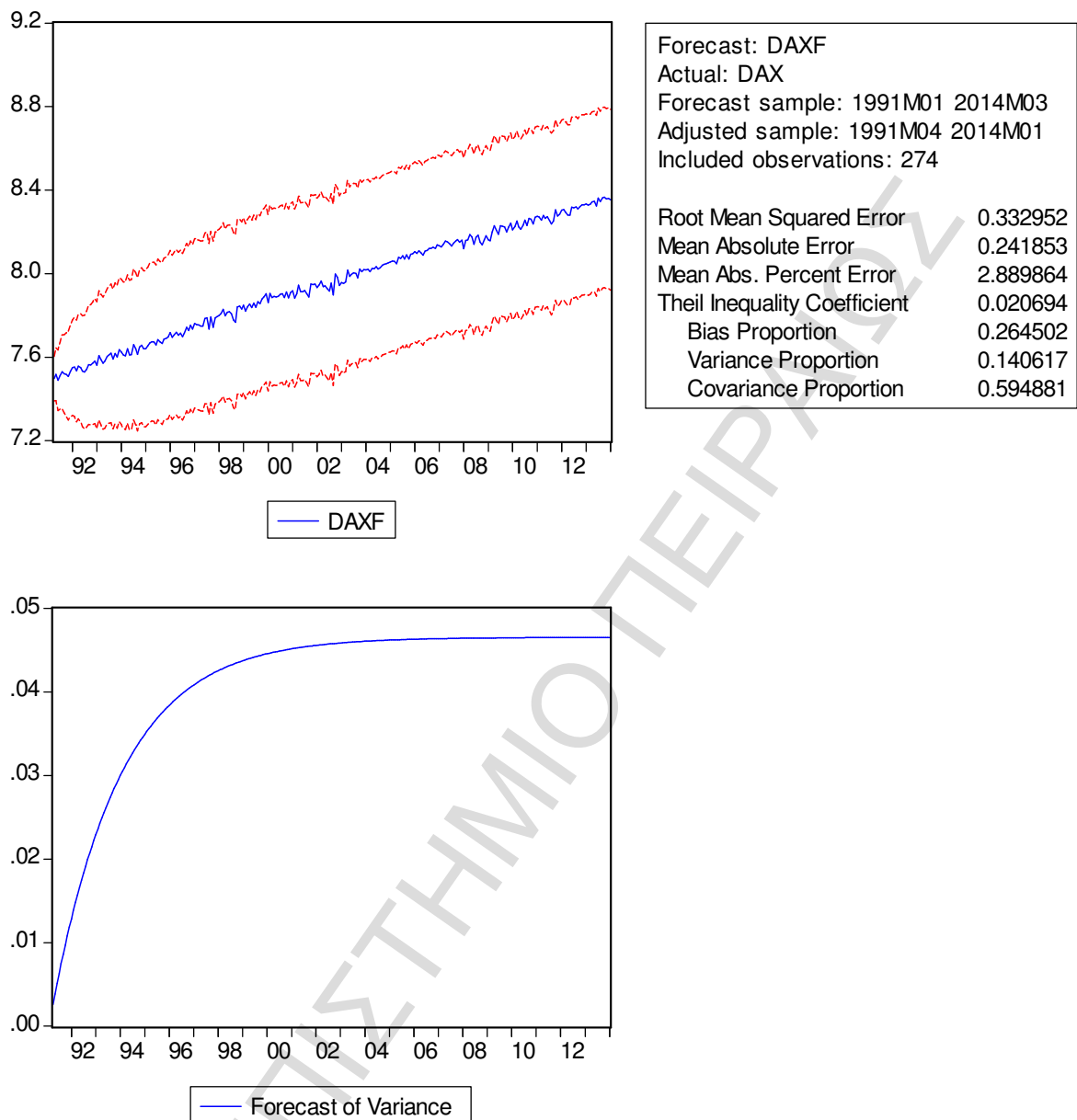
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_DAX(-2)	-0.024254	0.129164	-0.187779	0.8510
RT_CAC(-2)	0.002748	0.135934	0.020219	0.9839
COINTEQ01	0.023047	0.000518	44.45223	0.0000
C	7.973776	0.003279	2431.875	0.0000
Variance Equation				
C	0.002829	0.000880	3.212760	0.0013
RESID(-1)^2	1.078964	0.238024	4.533002	0.0000
GARCH(-1)	-0.157468	0.065461	-2.405534	0.0161
R-squared	0.249331	Mean dependent var	8.124118	
Adjusted R-squared	0.232462	S.D. dependent var	0.374395	
S.E. of regression	0.328004	Akaike info criterion	-0.650723	
Sum squared resid	28.72565	Schwarz criterion	-0.558417	
Log likelihood	96.14904	F-statistic	14.78048	
Durbin-Watson stat	0.028393	Prob(F-statistic)	0.000000	

Ο πίνακας 6.6 απεικονίζει την συνάρτηση του GARCH μοντέλου που προέκυψε από το

VAR μοντέλο με 2 lags. Τα κατάλοιπα και η διακύμανση του μοντέλου εμφανίζονται στα ακόλουθα διαγράμματα:



Διάγραμμα 6.3  
Κατάλοιπα του GARCH μοντέλου



**Διάγραμμα 6.4**

**Πρόβλεψη της πορεία του DAX και μέτρηση του κινδύνου**

Τα διαγράμματα 6.3 και 6.4 απεικονίζουν τα κατάλοιπα του GARCH μοντέλου και την πρόβλεψη της πορείας του δείκτη DAX όταν συνδυαστεί με τον CAC 40. Τα κατάλοιπα τείνουν να έχουν whitenoise, αν και μάλλον θα χρειαστεί κι άλλος βαθμός διαφοροποίησης. Ο κίνδυνος μειώνεται στα μισά, από αυτόν του AR(2) μοντέλου.

Στην συνέχεια, επειδή η λογική είναι η ίδια και επειδή συγκρίνοντας το AIC κριτήριο επιλέγουμε πάντα το μοντέλο που ελαχιστοποιεί το κριτήριο αυτό, το οποίο είναι αυτό με τα λιγότερα lags, παρουσιάζουμε τα μοντέλα με 2 lags, χωρίς να τα συγκρίνουμε με άλλα με περισσότερα lags.

**Πίνακας 6.7**  
**VAR(2) μοντέλο του DAX σε συνδυασμό με τον NIKKEI**

Error Correction:	D(DAX)
CointEq1	-0.001804 (7.8E-05) [-23.1030]
D(DAX(-1))	-0.728001 (0.05218) [-13.9525]
D(DAX(-2))	-0.526524 (0.05224) [-10.0798]
D(NIKKEI(-1))	-3.38E-05 (3.3E-05) [-1.03603]
D(NIKKEI(-2))	-6.92E-06 (3.2E-05) [-0.21322]
C	0.001839 (7.3E-05) [ 25.0543]
R-squared	0.775143
Adj. R-squared	0.770948
Sum sq. resids	2.81E-07
S.E. equation	3.24E-05
F-statistic	184.7736
Log likelihood	2446.825
Akaike AIC	-17.81624
Schwarz SC	-17.73712
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

Ο πίνακας 6.7 απεικονίζει το VAR(2) μοντέλο του DAX όταν συνδυαστεί με τον NIKKEI. Από το μοντέλο αυτό προκύπτει το εξής GARCH μοντέλο:

**Πίνακας 6.8**  
**GARCH μοντέλο του VAR(2) μοντέλου**

Dependent Variable: DAX

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/03/14 Time: 17:10

Sample (adjusted): 1991M05 2014M02

Included observations: 274 after adjustments

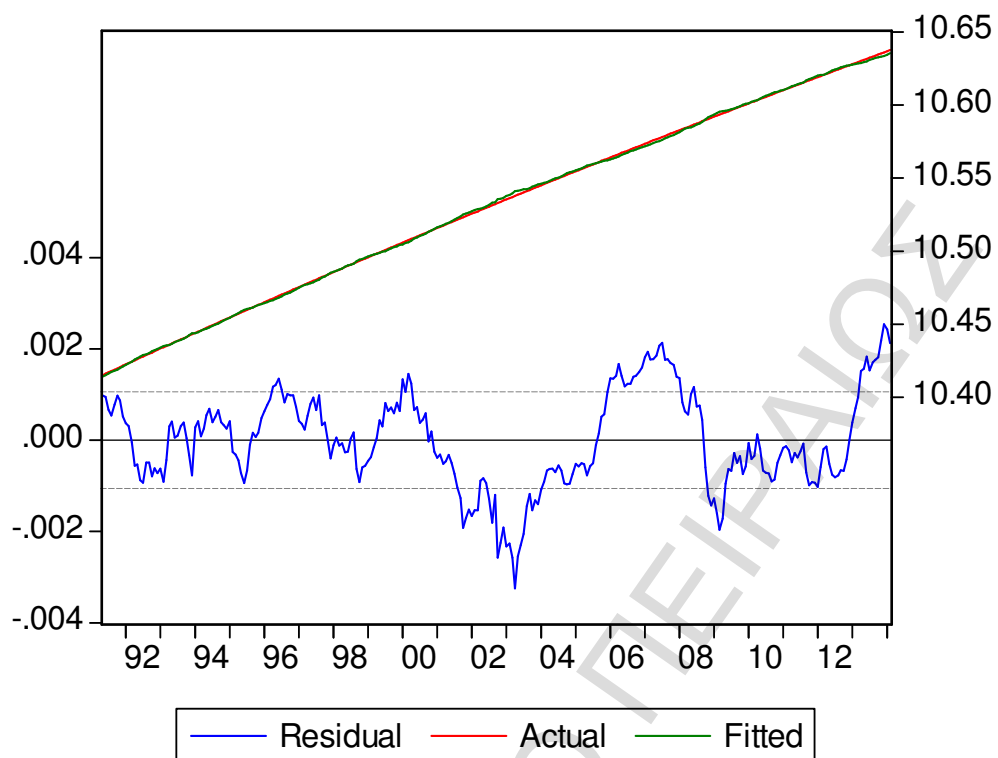
Convergence achieved after 1 iteration

Variance backcast: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

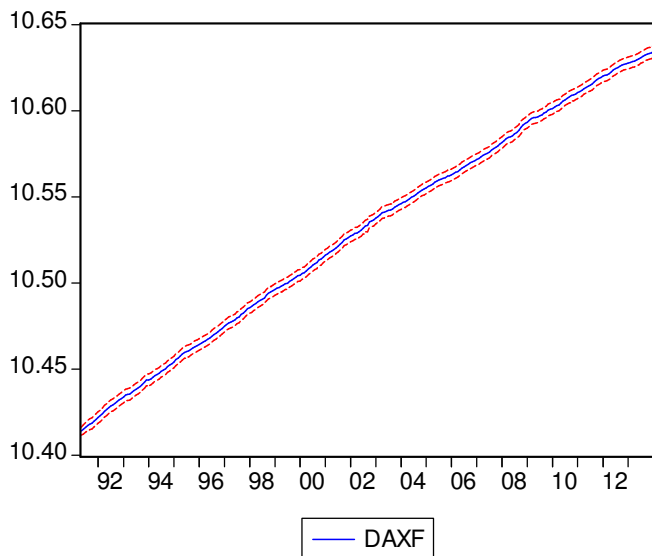
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_DAX(-2)	0.002394	0.002349	1.019369	0.3080
RT_NIKKEI(-2)	0.001768	0.002964	0.596245	0.5510
COINTEQ01	0.981495	0.002291	428.4589	0.0000
C	10.53043	0.000140	75404.16	0.0000
Variance Equation				
C	6.85E-07	1.99E-06	0.345082	0.7300
RESID(-1)^2	0.150000	0.417427	0.359344	0.7193
GARCH(-1)	0.600000	1.094087	0.548402	0.5834
R-squared	0.999739	Mean dependent var		10.53044
Adjusted R-squared	0.999733	S.D. dependent var		0.064476
S.E. of regression	0.001053	Akaike info criterion		-10.77314
Sum squared resid	0.000296	Schwarz criterion		-10.68083
Log likelihood	1482.920	F-statistic		170667.6
Durbin-Watson stat	0.082875	Prob(F-statistic)		0.000000

Η μορφή των καταλοίπων και η πρόβλεψη για το μοντέλο αυτό φαίνονται στα διαγράμματα 6.5 και 6.6:

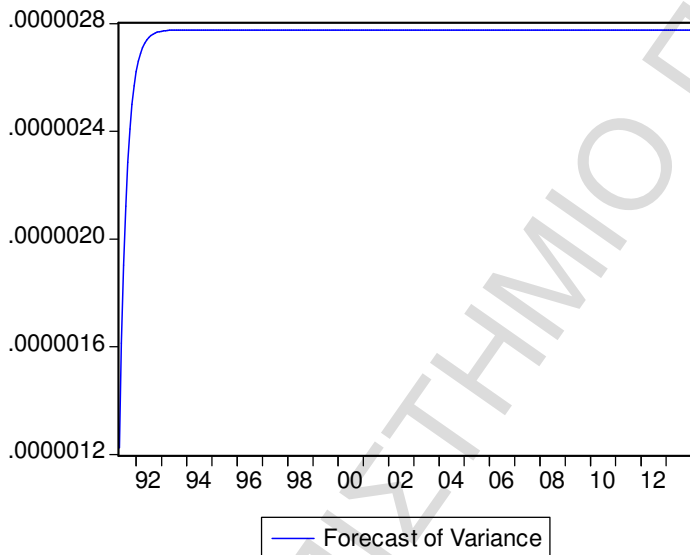


Διάγραμμα 6.5  
Απεικόνιση καταλοίπων





Forecast: DAXF	
Actual: DAX	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M05 2014M02	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.001046
Mean Absolute Error	0.000852
Mean Abs. Percent Error	0.008079
Theil Inequality Coefficient	4.97E-05
Bias Proportion	0.000000
Variance Proportion	0.000066
Covariance Proportion	0.999934



### Διάγραμμα 6.6

#### Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση κινδύνου της διακύμανσης

Από τα προηγούμενα διαγράμματα φαίνεται καθαρά ότι όταν συνδυαστεί ο DAX με τον ΝΙΚΚΕΙ ο κίνδυνος εξαλείφεται, ενώ τα κατάλοιπα έχουν whitenoise. Ο συνδιασμός επομένως αυτός είναι ο πρώτος που προσφέρει οφέλη για έναν επενδυτή.

**Πίνακας 6.9**  
**Συνάρτηση VAR(2) του DAX σε συνδυασμό με τον FTSE 100**

Error Correction:	D(DAX)
CointEq1	-0.000352 (0.00063) [-0.56039]
D(DAX(-1))	0.047328 (0.06130) [ 0.77213]
D(DAX(-2))	0.016325 (0.06124) [ 0.26658]
D(FTSE_100(-1))	-65.68558 (100.828) [-0.65146]
D(FTSE_100(-2))	-20.79325 (100.129) [-0.20766]
C	0.076721 (0.14124) [ 0.54320]
R-squared	0.004724
Adj. R-squared	-0.013845
Sum sq. resids	1.042097
S.E. equation	0.062357
F-statistic	0.254388
Log likelihood	374.5601
Akaike AIC	-2.690220
Schwarz SC	-2.611100
Mean dependent	0.006567
S.D. dependent	0.061930

Ο πίνακας 6.9 απεικονίζει το αντίστοιχο VAR μοντέλο για τον συνδυασμό του DAX με τον FTSE 100. Από το μοντέλο αυτό προκύπτει η εξής συνάρτηση GARCH:

**Πίνακας 6.10**  
**Συνάρτηση GARCH**

Dependent Variable: DAX

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/03/14 Time: 17:13

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

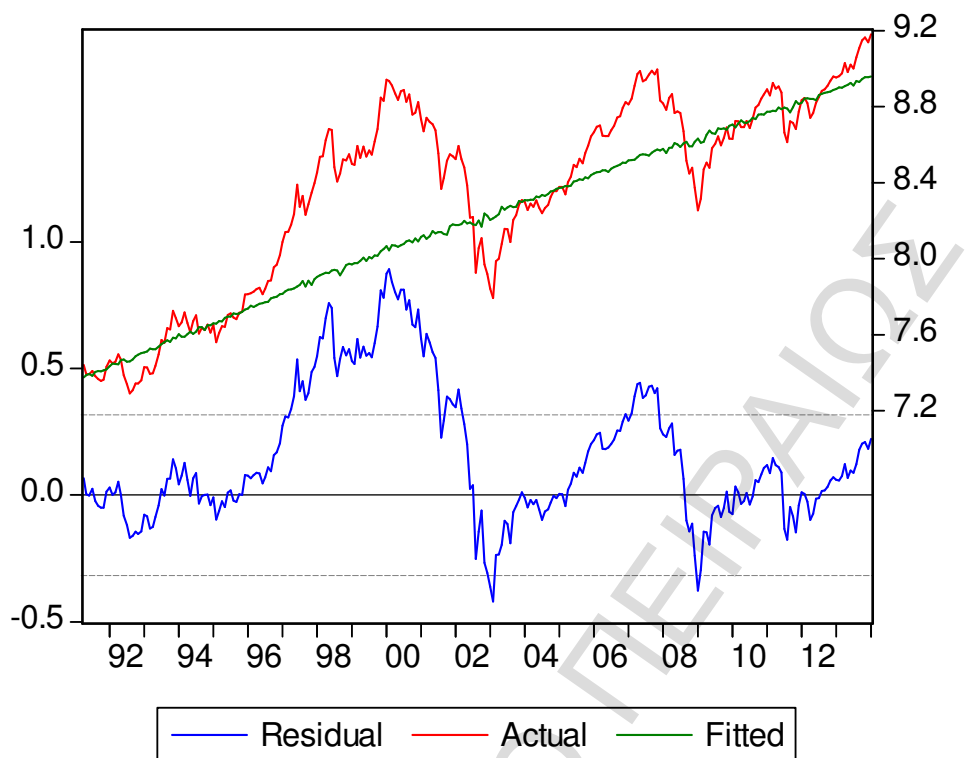
Convergence achieved after 63 iterations

Variance backcast: ON

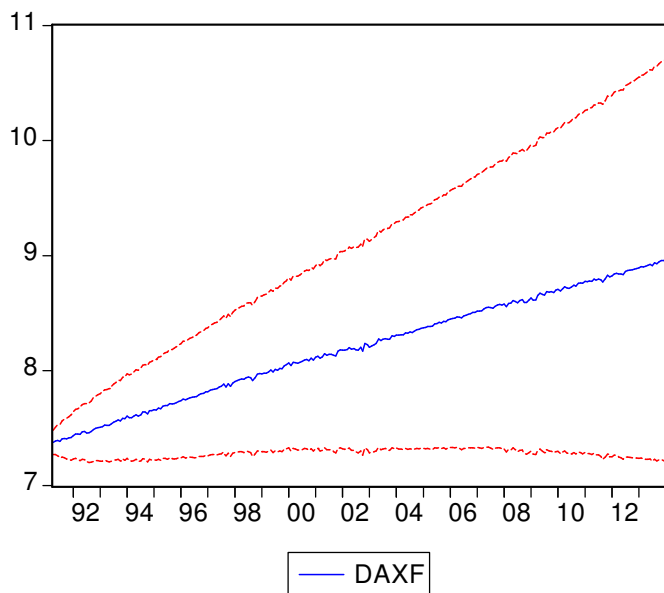
GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_DAX(-2)	0.103401	0.149880	0.689891	0.4903
RT_FTSE(-2)	0.083757	0.215408	0.388828	0.6974
COINTEQ02	6.881157	0.066413	103.6122	0.0000
C	8.195406	0.005330	1537.547	0.0000
Variance Equation				
C	0.000810	0.000280	2.897643	0.0038
RESID(-1)^2	0.677754	0.218798	3.097620	0.0020
GARCH(-1)	0.329883	0.077794	4.240462	0.0000
R-squared	0.624762	Mean dependent var	8.351570	
Adjusted R-squared	0.616329	S.D. dependent var	0.511864	
S.E. of regression	0.317054	Akaike info criterion	-0.918969	
Sum squared resid	26.83974	Schwarz criterion	-0.826663	
Log likelihood	132.8987	F-statistic	74.09132	
Durbin-Watson stat	0.040371	Prob(F-statistic)	0.000000	

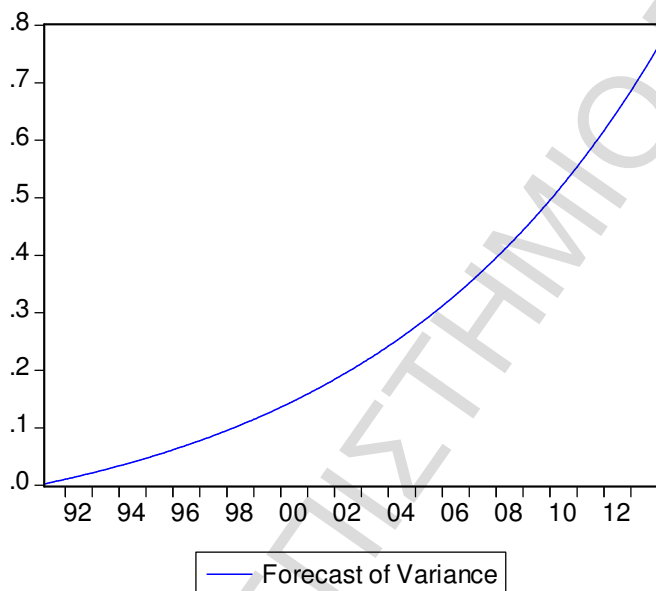
Ο κίνδυνος καθώς και τα κατάλοιπα φαίνονται στα ακόλουθα διαγράμματα:



Διάγραμμα 6.7  
Απεικόνιση των καταλοίπων



Forecast: DAXF	
Actual: DAX	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M04 2014M01	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.312978
Mean Absolute Error	0.218805
Mean Abs. Percent Error	2.562714
Theil Inequality Coefficient	0.018881
Bias Proportion	0.245763
Variance Proportion	0.031304
Covariance Proportion	0.722933



### Διάγραμμα 6.8

#### Απεικόνιση πρόβλεψης της πορείας του DAX και μέτρηση κινδύνου της διακύμανσης

Από τα διαγράμματα 6.7 και 6.8 συμπεραίνουμε ότι η χρήση του FTSE 100 σε ένα μοντέλο για την πρόβλεψη της πορείας του DAX δεν ενδεικνύεται, καθώς τα κατάλοιπα δεν είναι whitenoise και η διακύμανση αυξάνεται με το πέρασμα του χρόνου.

**Πίνακας 6.11**  
**VAR(2) συνάρτηση του DAX με τον S&P 500**  
 Error Correction: D(DAX)

CointEq1	-0.001765 (7.8E-05) [-22.7499]
D(DAX(-1))	-0.722128 (0.05299) [-13.6270]
D(DAX(-2))	-0.517711 (0.05223) [-9.91154]
D(S_P_500(-1))	3.31E-05 (4.6E-05) [ 0.71303]
D(S_P_500(-2))	1.48E-05 (4.7E-05) [ 0.31916]
C	0.001827 (7.4E-05) [ 24.7181]
R-squared	0.774613
Adj. R-squared	0.770408
Sum sq. resids	2.82E-07
S.E. equation	3.24E-05
F-statistic	184.2127
Log likelihood	2446.502
Akaike AIC	-17.81388
Schwarz SC	-17.73476
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

Ο πίνακας 6.11 απεικονίζει την μορφή της VAR συνάρτησης του DAX όταν συνδυαστεί με τον S&P 500. Από την συνάρτηση αυτή προκύπτει το ακόλουθο GARCH μοντέλο:

**Πίνακας 6.12**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: DAX

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/03/14 Time: 17:33

Sample (adjusted): 1991M05 2014M02

Included observations: 274 after adjustments

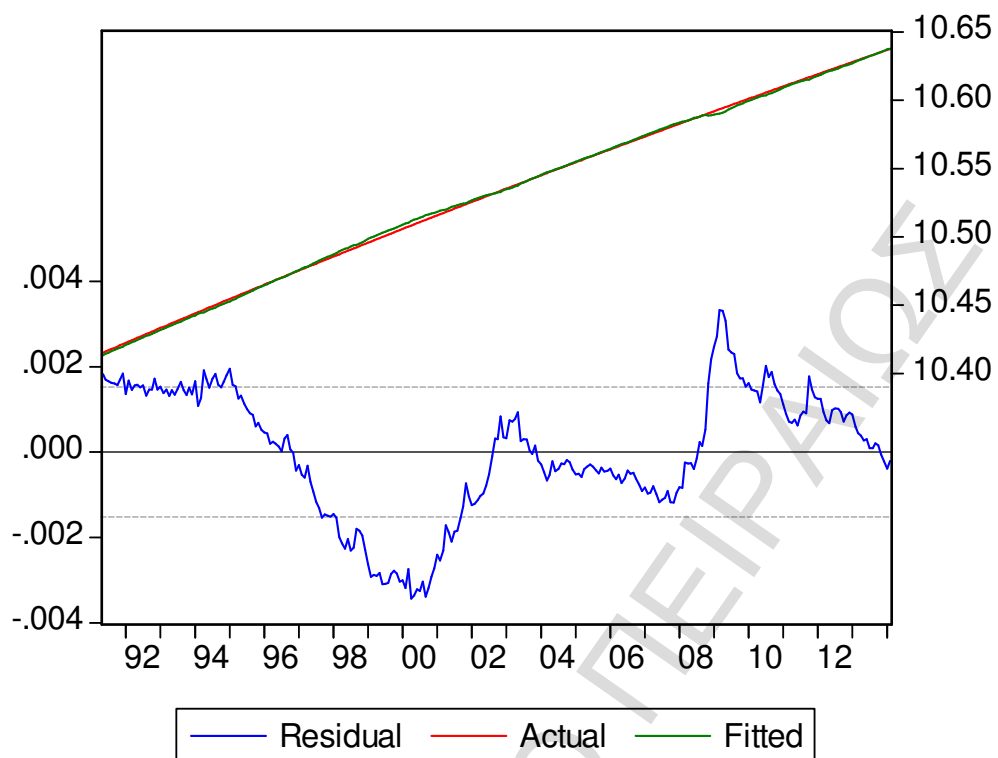
Convergence achieved after 1 iteration

Variance backcast: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

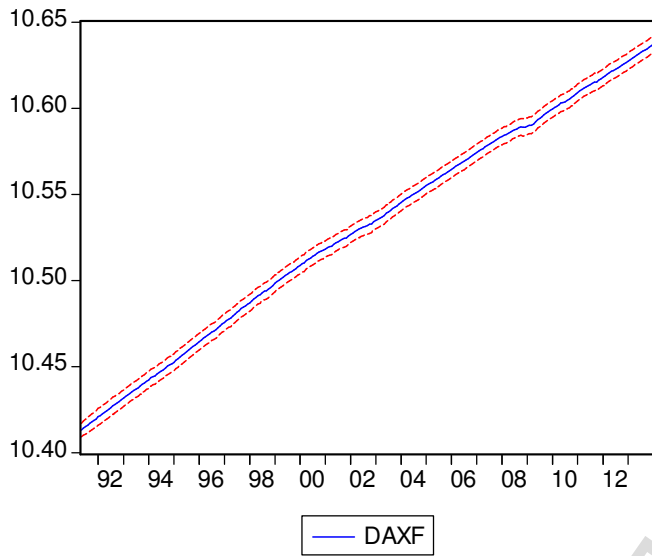
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_DAX(-2)	-0.002248	0.004899	-0.458934	0.6463
RT_S_P_500(-2)	2.60E-05	0.006378	0.004071	0.9968
COINTEQ01	0.965711	0.002909	331.9398	0.0000
C	10.53046	0.000213	49460.14	0.0000
Variance Equation				
C	1.43E-06	6.61E-06	0.216805	0.8284
RESID(-1)^2	0.150000	0.673223	0.222809	0.8237
GARCH(-1)	0.600000	1.767898	0.339386	0.7343
R-squared	0.999455	Mean dependent var		10.53044
Adjusted R-squared	0.999442	S.D. dependent var		0.064476
S.E. of regression	0.001523	Akaike info criterion		-10.03155
Sum squared resid	0.000619	Schwarz criterion		-9.939243
Log likelihood	1381.322	F-statistic		81554.84
Durbin-Watson stat	0.024991	Prob(F-statistic)		0.000000

Ακολουθεί η διαγραμματική απεικόνιση της πρόβλεψης του δείκτη DAX και της μέτρησης του κινδύνου του μοντέλου:

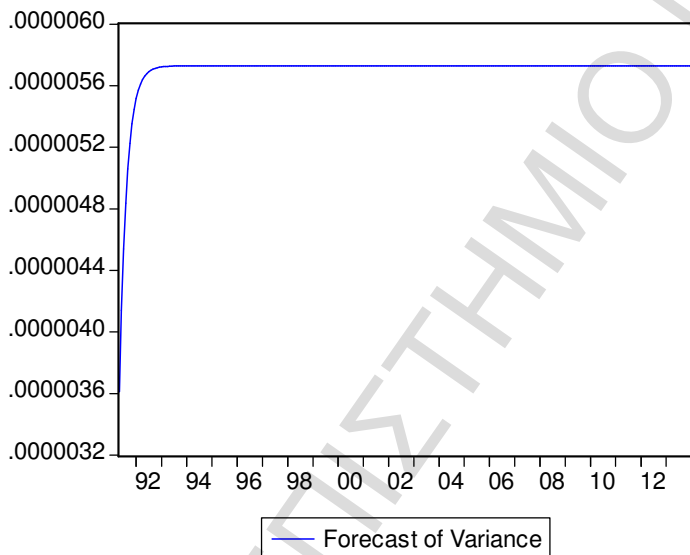


Διάγραμμα 6.9  
Απεικόνιση καταλοίπων





Forecast: DAXF	
Actual: DAX	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M05 2014M02	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.001503
Mean Absolute Error	0.001237
Mean Abs. Percent Error	0.011761
Theil Inequality Coefficient	7.14E-05
Bias Proportion	0.000001
Variance Proportion	0.000137
Covariance Proportion	0.999862



**Διάγραμμα 6.10**

**Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση της διακύμανσης**

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, και ο συνδυασμός αυτός αποφέρει οφέλη στον επενδυτή, καθώς όπως και με τον ΝΙΚΚΕΙ ο κίνδυνος εξαλείφεται και τα κατάλοιπα έχουν whitenoise.

**Πίνακας 6.13**  
**VAR(2) μοντέλο του DAX σε συνδυασμό με ΝΙΚΚΕΙ και S&P 500**

Error Correction:	D(DAX)
CointEq1	-0.001698 (8.4E-05) [-20.1106]
CointEq2	1.55E-05 (9.8E-06) [ 1.57177]
D(DAX(-1))	-0.725277 (0.05292) [-13.7052]
D(DAX(-2))	-0.526703 (0.05241) [-10.0502]
D(NIKKEI(-1))	-6.29E-05 (3.9E-05) [-1.63258]
D(NIKKEI(-2))	-1.77E-05 (3.9E-05) [-0.45859]
D(S_P_500(-1))	7.30E-05 (5.5E-05) [ 1.33598]
D(S_P_500(-2))	2.14E-05 (5.5E-05) [ 0.38970]
C	0.001836 (7.4E-05) [ 24.8559]
R-squared	0.778391
Adj. R-squared	0.771701
Sum sq. resids	2.77E-07
S.E. equation	3.23E-05
F-statistic	116.3500
Log likelihood	2448.818
Akaike AIC	-17.80889

Schwarz SC	-17.69021
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

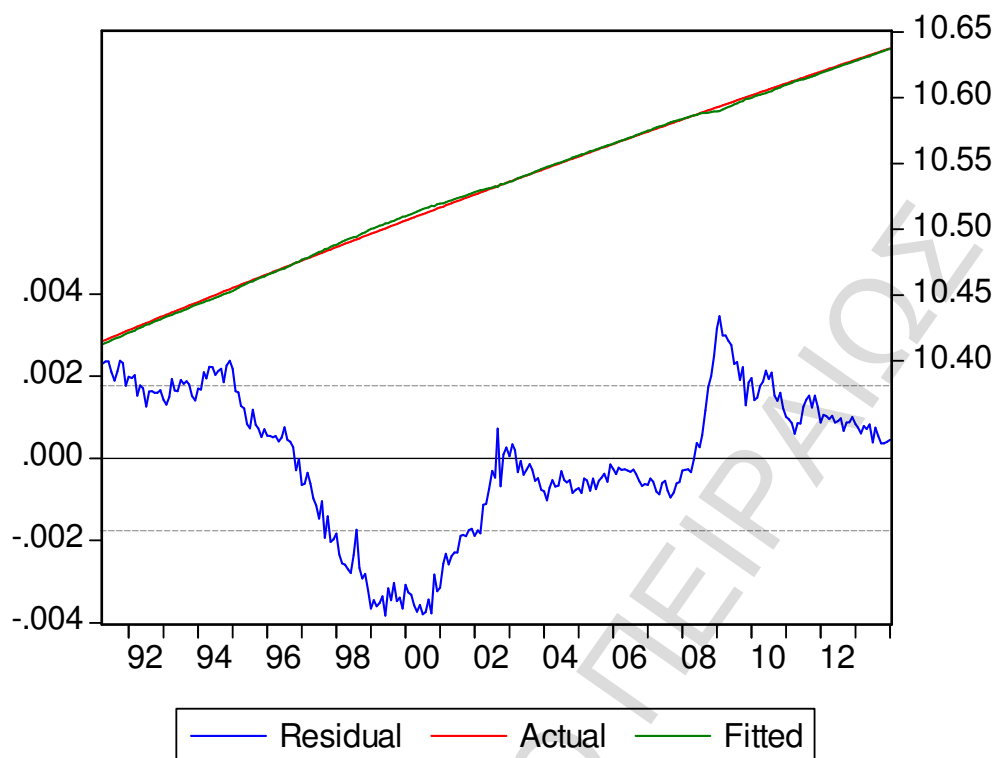
Ακολουθεί το GARCH μοντέλο του προηγούμενου και είναι το εξής:

**Πίνακας 6.14**  
**GARCH μοντέλο**

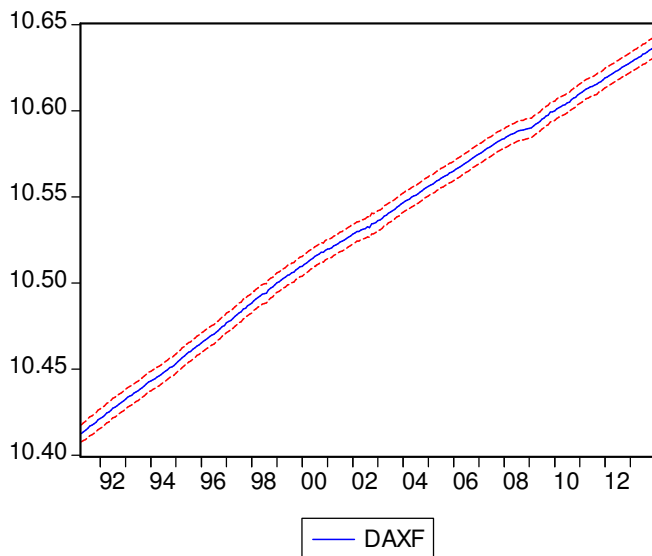
Dependent Variable: DAX  
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution  
Date: 05/03/14 Time: 17:56  
Sample (adjusted): 1991M04 2014M01  
Included observations: 274 after adjustments  
Convergence achieved after 1 iteration  
Variance backcast: ON  
GARCH = C(7) + C(8)\*RESID(-1)^2 + C(9)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_DAX(-2)	-0.001995	0.005642	-0.353680	0.7236
RT_S_P_500(-2)	-0.000234	0.007199	-0.032530	0.9740
RT_NIKKEI	0.001129	0.004010	0.281516	0.7783
COINTEQ01	0.954509	0.007866	121.3431	0.0000
COINTEQ02	-0.001356	0.001617	-0.838183	0.4019
C	10.53046	0.000275	38258.04	0.0000
Variance Equation				
C	1.92E-06	1.07E-05	0.178869	0.8580
RESID(-1)^2	0.150000	0.849253	0.176626	0.8598
GARCH(-1)	0.600000	2.154812	0.278446	0.7807
R-squared	0.999270	Mean dependent var	10.53044	
Adjusted R-squared	0.999248	S.D. dependent var	0.064476	
S.E. of regression	0.001768	Akaike info criterion	-9.725705	
Sum squared resid	0.000828	Schwarz criterion	-9.607026	
Log likelihood	1341.422	F-statistic	45369.90	
Durbin-Watson stat	0.031637	Prob(F-statistic)	0.000000	

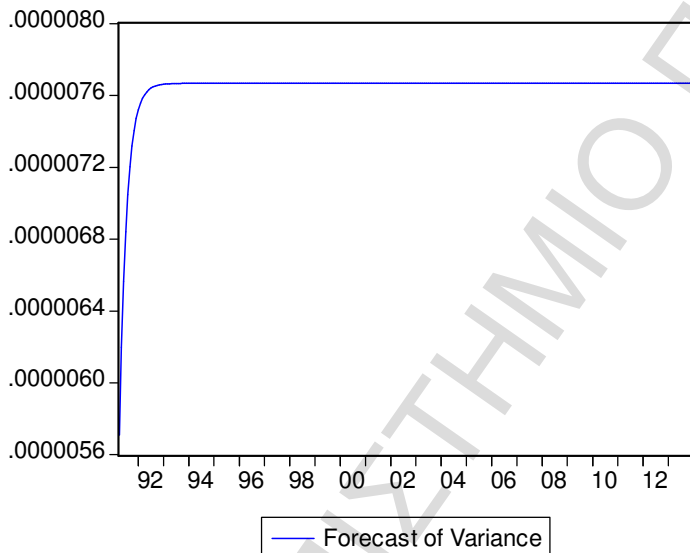
Η απεικόνιση των καταλοίπων και η πρόβλεψη φαίνονται στα διαγράμματα 6.11 και 6.12.



Διάγραμμα 6.11  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: DAXF	
Actual: DAX	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M04 2014M01	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.001738
Mean Absolute Error	0.001431
Mean Abs. Percent Error	0.013612
Theil Inequality Coefficient	8.25E-05
Bias Proportion	0.000003
Variance Proportion	0.000188
Covariance Proportion	0.999810



**Διάγραμμα 6.12**

**Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση διακύμανσης**

Τα διαγράμματα 6.11 και 6.12 αποδεικνύουν ότι όπως ο ανα ζεύγη συνδυασμός του DAX με τους ΝΙΚΚΕΙ και S&P 500 είχε οφέλη για τους επενδυτές, έτσι και ο συνδυασμός και με τους δύο μαζί δεν επηρεάζει τα οφέλη αυτά. Ο κίνδυνος εξαλείφεται και τα κατάλοιπα έχουν whitenoise.

**Πίνακας 6.15**  
**VAR(2) μοντέλο αποτελούμενο από τους DAX, NIKKEI, FTSE 100**

Error Correction:	D(DAX)
CointEq1	-0.001696 (9.2E-05) [-18.4740]
CointEq2	1.76E-05 (1.0E-05) [ 1.70357]
D(DAX(-1))	-0.725998 (0.05315) [-13.6605]
D(DAX(-2))	-0.526011 (0.05248) [-10.0224]
D(NIKKEI(-1))	-5.89E-05 (3.7E-05) [-1.58949]
D(NIKKEI(-2))	-1.62E-05 (3.7E-05) [-0.43899]
D(FTSE_100(-1))	7.13E-05 (5.4E-05) [ 1.30962]
D(FTSE_100(-2))	2.46E-05 (5.5E-05) [ 0.44987]
C	0.001837 (7.4E-05) [ 24.7772]
R-squared	0.778524
Adj. R-squared	0.771838
Sum sq. resids	2.77E-07
S.E. equation	3.23E-05
F-statistic	116.4401
Log likelihood	2448.901
Akaike AIC	-17.80949

Schwarz SC	-17.69082
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

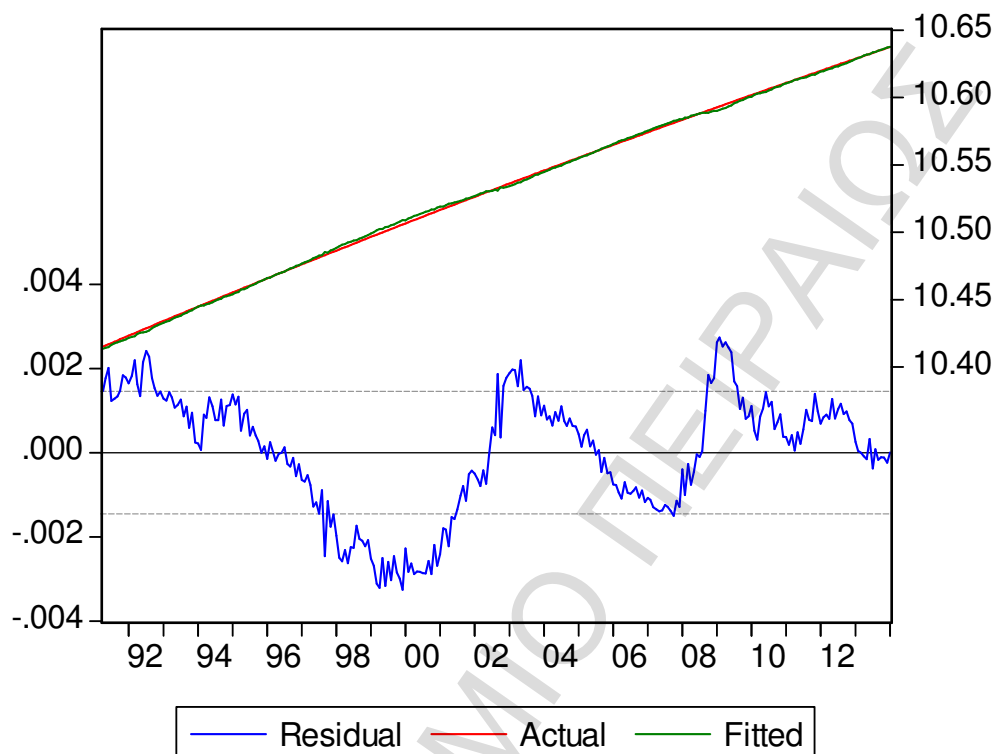
Ακολουθεί η απεικόνιση του GARCH μοντέλου:

**Πίνακας 6.16**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: DAX  
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution  
Date: 05/03/14 Time: 18:25  
Sample (adjusted): 1991M04 2014M01  
Included observations: 274 after adjustments  
Convergence achieved after 1 iteration  
Variance backcast: ON  
GARCH = C(7) + C(8)\*RESID(-1)^2 + C(9)\*GARCH(-1)

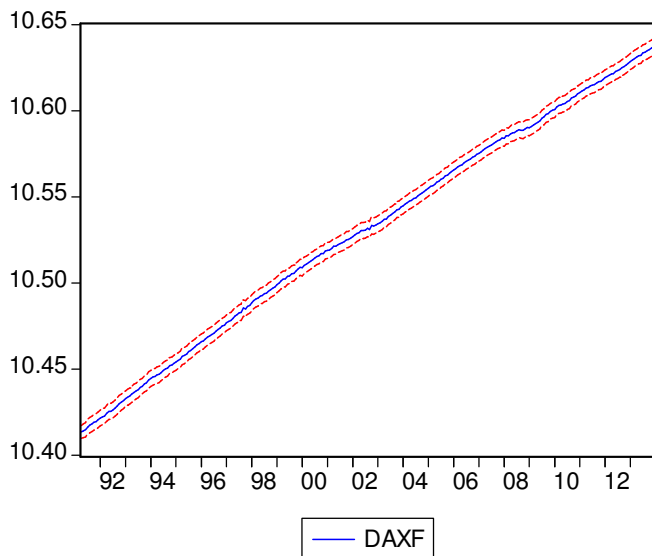
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_DAX(-2)	-0.003762	0.004644	-0.810088	0.4179
RT_NIKKEI(-2)	8.53E-05	0.003634	0.023484	0.9813
RT_FTSE(-2)	0.000585	0.006727	0.087038	0.9306
COINTEQ01	0.977452	0.006296	155.2419	0.0000
COINTEQ02	0.007073	0.000448	15.79935	0.0000
C	10.53047	0.000202	52211.94	0.0000
Variance Equation				
C	1.30E-06	5.17E-06	0.251562	0.8014
RESID(-1)^2	0.150000	0.613880	0.244348	0.8070
GARCH(-1)	0.600000	1.516988	0.395521	0.6925
R-squared	0.999505	Mean dependent var	10.53044	
Adjusted R-squared	0.999490	S.D. dependent var	0.064476	
S.E. of regression	0.001456	Akaike info criterion	-10.10351	
Sum squared resid	0.000562	Schwarz criterion	-9.984834	
Log likelihood	1393.181	F-statistic	66860.78	
Durbin-Watson stat	0.078222	Prob(F-statistic)	0.000000	

Η μορφή των καταλοίπων και η πρόβλεψη που προκύπτουν φαίνονται στα ακόλουθα διαγράμματα:

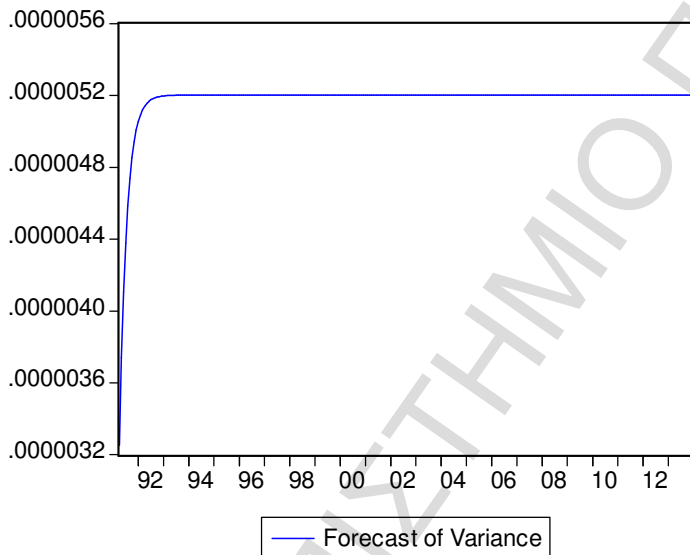


Διάγραμμα 6.13  
Απεικόνιση καταλοίπων





Forecast: DAXF	
Actual: DAX	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M04 2014M01	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.001432
Mean Absolute Error	0.001180
Mean Abs. Percent Error	0.011220
Theil Inequality Coefficient	6.80E-05
Bias Proportion	0.000003
Variance Proportion	0.000126
Covariance Proportion	0.999871



**Διάγραμμα 6.14**

**Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση της διακύμανσης**

Όπως και στους προηγούμενους συνδυασμούς, έτσι και σε αυτόν ο κίνδυνος εξαλείφεται και τα κατάλοιπα έχουν whitenoise. Επομένως, προσφέρει οφέλη στους επενδυτές.

**Πίνακας 6.17**  
**VAR(2) μοντέλο των DAX,S&P 500 και FTSE 100**

Error Correction:	D(DAX)
CointEq1	-0.001765 (8.0E-05) [-22.1316]
CointEq2	-1.12E-05 (2.1E-05) [-0.52918]
D(DAX(-1))	-0.721022 (0.05356) [-13.4626]
D(DAX(-2))	-0.517234 (0.05266) [-9.82135]
D(S_P_500(-1))	2.21E-05 (7.7E-05) [ 0.28808]
D(S_P_500(-2))	1.85E-05 (7.6E-05) [ 0.24306]
D(FTSE_100(-1))	1.48E-05 (8.1E-05) [ 0.18299]
D(FTSE_100(-2))	-5.26E-06 (8.0E-05) [-0.06543]
C	0.001826 (7.5E-05) [ 24.4716]
R-squared	0.774665
Adj. R-squared	0.767863
Sum sq. resids	2.82E-07
S.E. equation	3.26E-05
F-statistic	113.8784
Log likelihood	2446.534
Akaike AIC	-17.79222

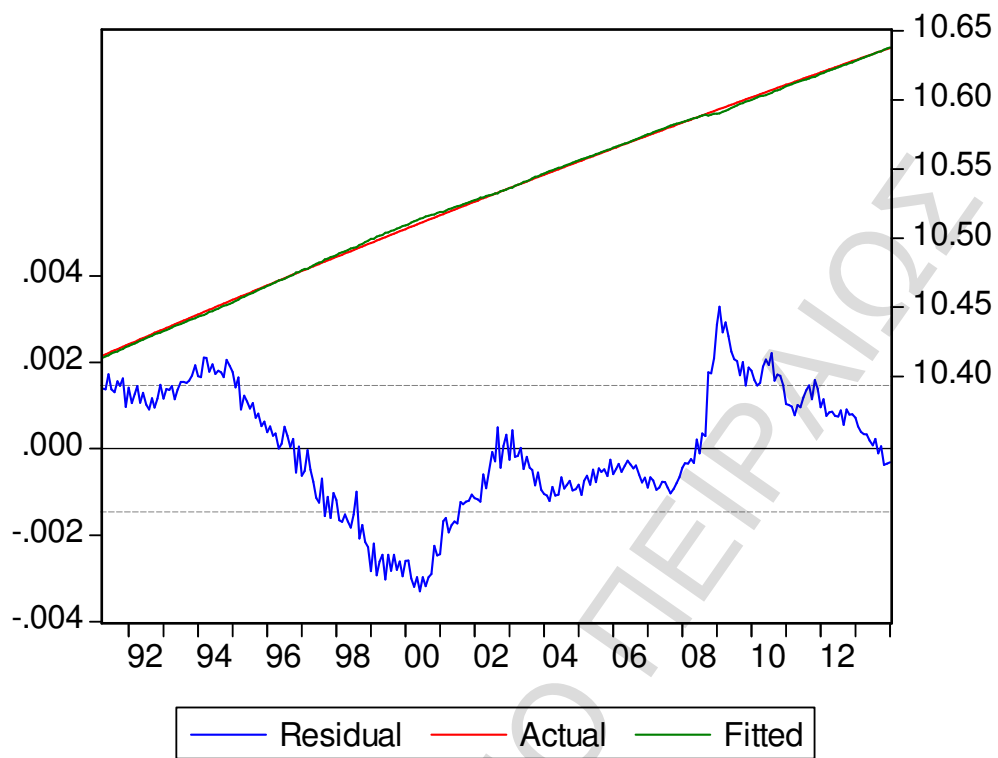
Schwarz SC	-17.67354
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

Ο πίνακας 6.17 είναι η μορφή του VAR μοντέλου, όταν συνδυαστεί ο DAX με τους S&P 500 και FTSE 100. Το GARCH μοντέλο που προκύπτει είναι της μορφής:

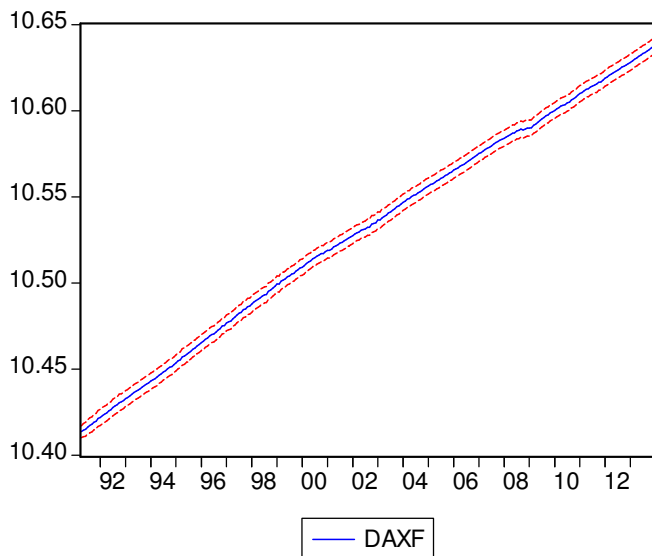
**Πίνακας 6.18**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: DAX  
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution  
Date: 05/03/14 Time: 18:58  
Sample (adjusted): 1991M04 2014M01  
Included observations: 274 after adjustments  
Convergence achieved after 1 iteration  
Variance backcast: ON  
 $GARCH = C(7) + C(8)*RESID(-1)^2 + C(9)*GARCH(-1)$

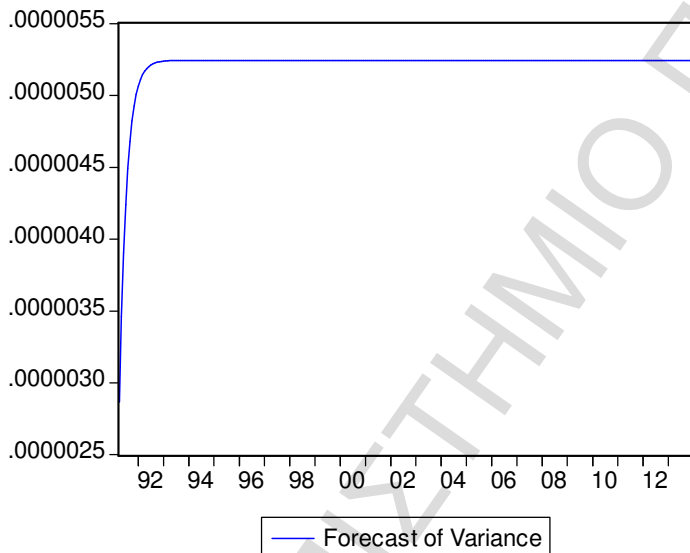
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_DAX(-2)	-0.002741	0.004981	-0.550276	0.5821
RT_FTSE(-2)	0.004118	0.008114	0.507556	0.6118
RT_S_P_500(-2)	-0.002648	0.007202	-0.367685	0.7131
COINTEQ01	0.964669	0.003032	318.1228	0.0000
COINTEQ02	-0.004016	0.002997	-1.339870	0.1803
C	10.53046	0.000196	53675.55	0.0000
Variance Equation				
C	1.31E-06	5.82E-06	0.225387	0.8217
RESID(-1)^2	0.150000	0.636400	0.235701	0.8137
GARCH(-1)	0.600000	1.696163	0.353739	0.7235
R-squared	0.999500	Mean dependent var	10.53044	
Adjusted R-squared	0.999485	S.D. dependent var	0.064476	
S.E. of regression	0.001463	Akaike info criterion	-10.09394	
Sum squared resid	0.000567	Schwarz criterion	-9.975259	
Log likelihood	1391.870	F-statistic	66277.30	
Durbin-Watson stat	0.051950	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.15  
Απεικόνιση των καταλοίπων



Forecast: DAXF	
Actual: DAX	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M04 2014M01	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.001438
Mean Absolute Error	0.001210
Mean Abs. Percent Error	0.011503
Theil Inequality Coefficient	6.83E-05
Bias Proportion	0.000000
Variance Proportion	0.000125
Covariance Proportion	0.999874



**Διάγραμμα 6.16**

**Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση της διακύμανσης**

Ο συνδυασμός του DAX με τους FTSE 100 και S&P 500 έχει οφέλη για τους επενδυτές, αφού ο κίνδυνος εξαλείφεται και τα σφάλματα είναι whitenoise. Αντιθέτως όταν ο DAX συνδυάζεται μόνο με τον FTSE 100 συμπεράναμε ότι δεν αποφέρει κάποιο όφελος στον επενδυτή. Το όφελος που προκύπτει σε αυτήν την περίπτωση οφείλεται στην προσθήκη του S&P 500.

**Πίνακας 6.19**  
**VAR μοντέλο με τον DAX, NIKKEI, FTSE 100 και S&P 500**

Error Correction: D(DAX)

CointEq1	-0.001701 (8.4E-05) [-20.2719]
CointEq2	-2.42E-05 (3.4E-05) [-0.71809]
CointEq3	1.88E-05 (1.1E-05) [ 1.72191]
D(DAX(-1))	-0.725171 (0.05346) [-13.5644]
D(DAX(-2))	-0.526360 (0.05275) [-9.97843]
D(FTSE_100(-1))	3.88E-05 (8.1E-05) [ 0.47669]
D(FTSE_100(-2))	1.74E-05 (8.1E-05) [ 0.21573]
D(NIKKEI(-1))	-6.60E-05 (3.9E-05) [-1.69119]
D(NIKKEI(-2))	-1.93E-05 (3.9E-05) [-0.49278]
D(S_P_500(-1))	4.49E-05 (8.0E-05) [ 0.55841]
D(S_P_500(-2))	8.26E-06 (8.0E-05) [ 0.10324]
C	0.001836

(7.4E-05)  
[ 24.6494]

---

R-squared	0.778967
Adj. R-squared	0.769687
Sum sq. resids	2.76E-07
S.E. equation	3.25E-05
F-statistic	83.94010
Log likelihood	2449.175
Akaike AIC	-17.78960
Schwarz SC	-17.63136
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**Πίνακας 6.20**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: DAX

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/03/14 Time: 19:24

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 1 iteration

Variance backcast: ON

GARCH = C(9) + C(10)\*RESID(-1)^2 + C(11)\*GARCH(-1)

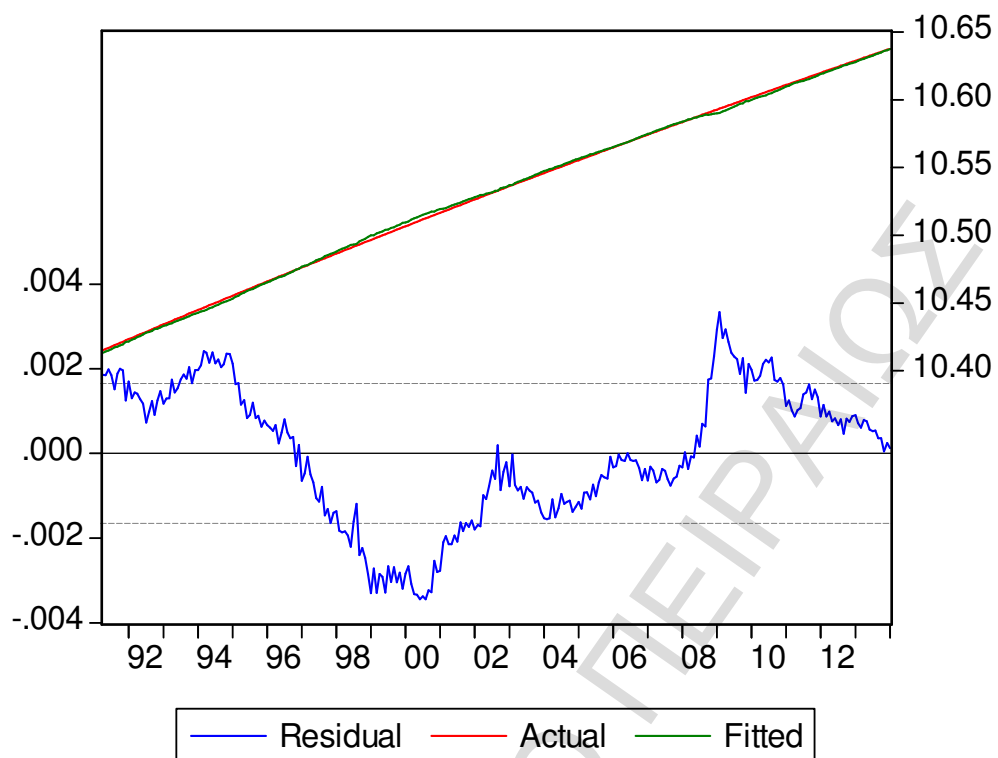
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_DAX(-2)	-0.002131	0.005633	-0.378238	0.7053
RT_FTSE(-2)	0.004260	0.009447	0.450973	0.6520
RT_S_P_500(-2)	-0.002890	0.008079	-0.357757	0.7205
RT_NIKKEI	0.001037	0.003705	0.279826	0.7796
COINTEQ01	0.955653	0.007068	135.2127	0.0000
COINTEQ02	-0.004774	0.003198	-1.492830	0.1355
COINTEQ03	-0.001138	0.001566	-0.726896	0.4673
C	10.53046	0.000241	43754.44	0.0000

Variance Equation

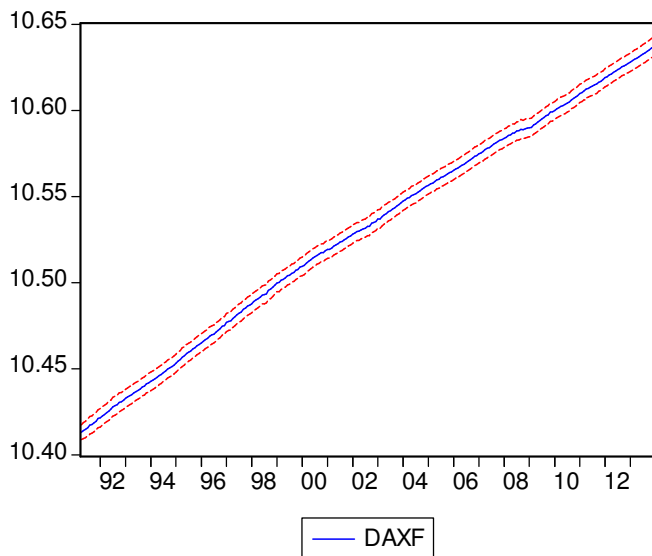
C	1.66E-06	8.56E-06	0.193682	0.8464
RESID(-1)^2	0.150000	0.789540	0.189984	0.8493
GARCH(-1)	0.600000	1.981593	0.302787	0.7621

R-squared	0.999368	Mean dependent var	10.53044
Adjusted R-squared	0.999344	S.D. dependent var	0.064476
S.E. of regression	0.001651	Akaike info criterion	-9.838093
Sum squared resid	0.000717	Schwarz criterion	-9.693040
Log likelihood	1358.819	F-statistic	41616.27
Durbin-Watson stat	0.039387	Prob(F-statistic)	0.000000

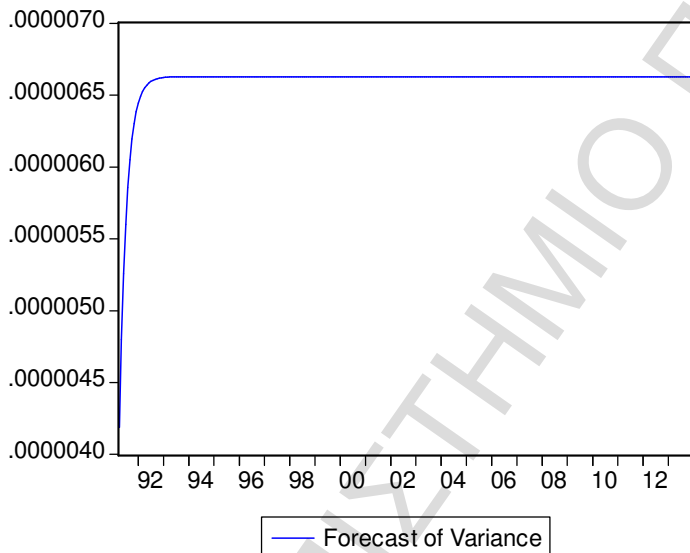




Διάγραμμα 6.17  
Απεικόνιση των καταλοίπων



Forecast: DAXF	
Actual: DAX	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M04 2014M01	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.001617
Mean Absolute Error	0.001372
Mean Abs. Percent Error	0.013042
Theil Inequality Coefficient	7.68E-05
Bias Proportion	0.000001
Variance Proportion	0.000167
Covariance Proportion	0.999832



**Διάγραμμα 6.18**

**Πρόβλεψη της πορείας του DAX και μέτρηση της διακύμανσης**

Τα διαγράμματα 6.17 και 6.18 αποδεικνύουν ότι όσοι περισσότεροι δείκτες προστεθούν στο μοντέλο πρόβλεψης του δείκτη DAX, αυτό βελτιώνεται αισθητά, προσφέροντας μεγαλύτερα οφέλη στους επενδυτές. Ο κίνδυνος εξαλείφεται και τα κατάλοιπα είναι με whitenoise. Η αρνητική, τέλος επίδραση που έχει ο FTSE 100 εξαλείφεται τελείως.

## CAC 40

Στην παρούσα υποενότητα θα παρουσιαστούν τα αντίστοιχοι AR, VAR και GARCH μοντέλα για τον δείκτη CAC 40 και τους συνδυασμούς του με τους υπόλοιπους δείκτες.

**Πίνακας 6.21**  
**Μοντέλο AR(2)**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 05/04/14 Time: 09:54

Sample (adjusted): 1991M03 2014M01

Included observations: 275 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-2)	1.000716	0.000597	1675.573	0.0000
R-squared	0.954132	Mean dependent var	8.121790	
Adjusted R-squared	0.954132	S.D. dependent var	0.375700	
S.E. of regression	0.080463	Akaike info criterion	-2.198410	
Sum squared resid	1.773954	Schwarz criterion	-2.185258	
Log likelihood	303.2814	Durbin-Watson stat	0.954361	

**Πίνακας 6.22**  
**Μοντέλο GARCH**

Dependent Variable: LNPT

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 09:56

Sample (adjusted): 1991M03 2014M01

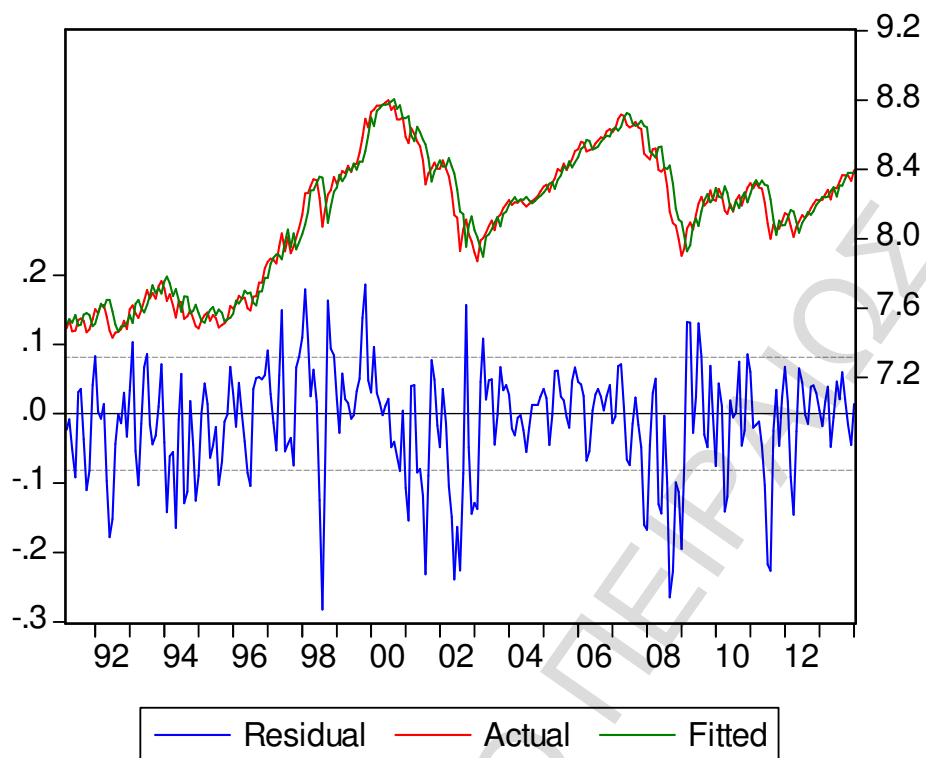
Included observations: 275 after adjustments

Convergence achieved after 20 iterations

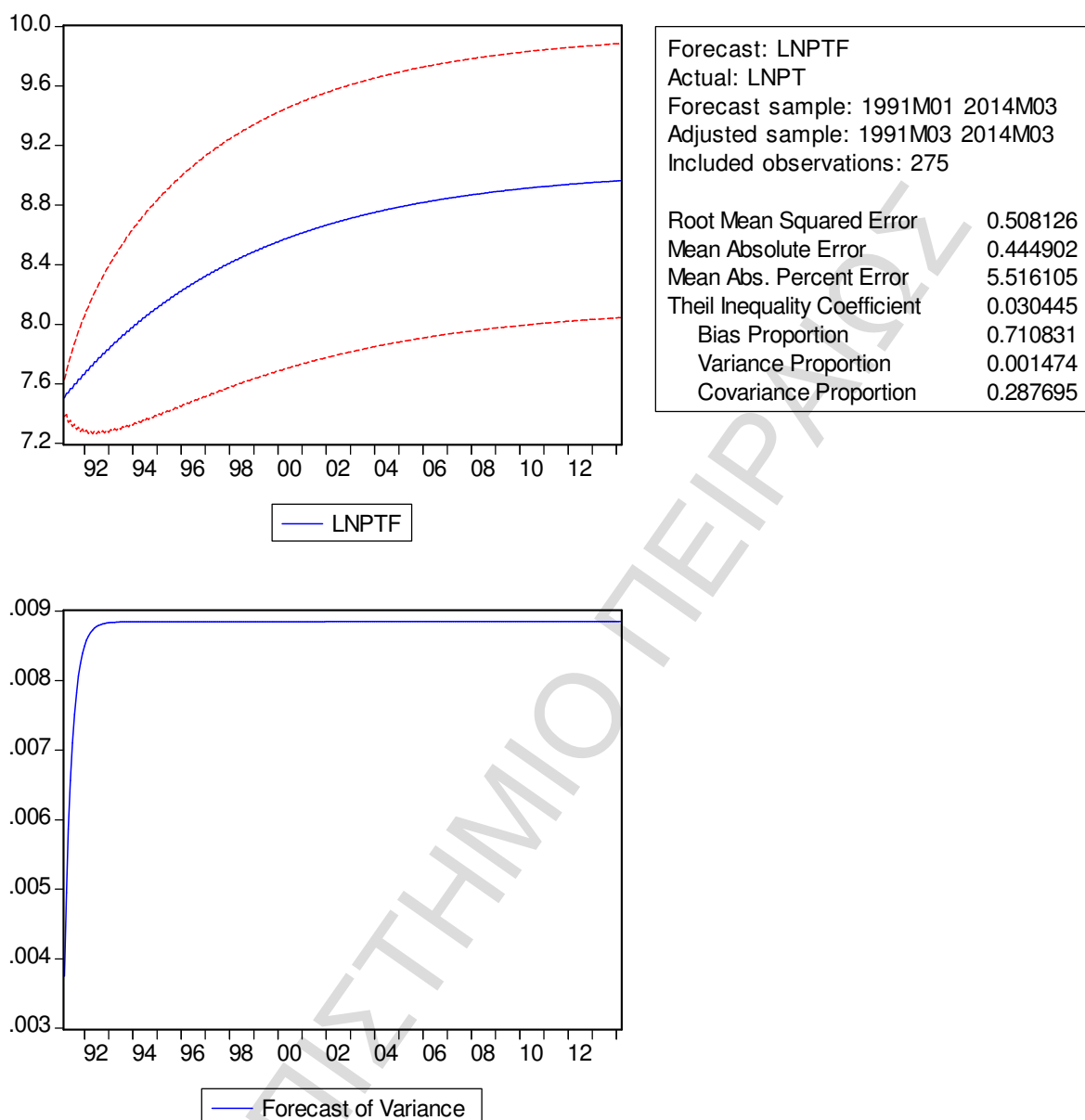
Variance backcast: ON

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LNPT(-2)	0.978705	0.010994	89.02420	0.0000
C	0.192564	0.089486	2.151887	0.0314
Variance Equation				
C	0.002082	0.000611	3.405849	0.0007
RESID(-1)^2	0.654754	0.138693	4.720893	0.0000
GARCH(-1)	0.109926	0.120436	0.912734	0.3614
R-squared	0.953791	Mean dependent var		8.121790
Adjusted R-squared	0.953107	S.D. dependent var		0.375700
S.E. of regression	0.081357	Akaike info criterion		-2.398278
Sum squared resid	1.787128	Schwarz criterion		-2.332519
Log likelihood	334.7632	F-statistic		1393.268
Durbin-Watson stat	0.926735	Prob(F-statistic)		0.000000



**Διάγραμμα 6.19**  
**Απεικόνιση καταλοίπων**



**Διάγραμμα 6.20**

**Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και μέτρηση της διακύμανσης**

Από τα διαγράμματα 6.19 και 6.20 γίνεται φανερό ότι με την προσθήκη 2 lags των τιμών του δείκτη CAC 40 τα κατάλοιπα γίνονται whitenoise και ο κίνδυνος φτάνει μέχρι το 0,009 και έχει σχεδόν εξαλειφθεί.

**Πίνακας 6.23**

**VAR(2) μοντέλο με τον DAX**

Error Correction: D(CAC\_40)

CointEq1	-0.001792 (7.8E-05) [-22.9692]
D(CAC_40(-1))	-0.725128 (0.05247) [-13.8195]
D(CAC_40(-2))	-0.522599 (0.05208) [-10.0338]
D(DAX(-1))	1.12E-05 (3.6E-05) [ 0.31067]
D(DAX(-2))	-6.85E-06 (3.6E-05) [-0.18967]
C	0.001834 (7.3E-05) [ 24.9492]
R-squared	0.774971
Adj. R-squared	0.770773
Sum sq. resids	2.81E-07
S.E. equation	3.24E-05
F-statistic	184.5917
Log likelihood	2446.720
Akaike AIC	-17.81548
Schwarz SC	-17.73636
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

**Πίνακας 6.24**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: CAC\_40

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 10:16

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 1 iteration

Variance backcast: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_CAC(-2)	-0.007046	0.008570	-0.822272	0.4109
RT_DAX(-2)	0.003625	0.007424	0.488299	0.6253
COINTEQ01	0.006086	2.10E-05	290.2289	0.0000
C	10.53045	0.000234	45027.96	0.0000

Variance Equation				
C	1.99E-06	5.87E-06	0.338798	0.7348
RESID(-1)^2	0.150000	0.437924	0.342525	0.7320
GARCH(-1)	0.600000	1.119841	0.535790	0.5921

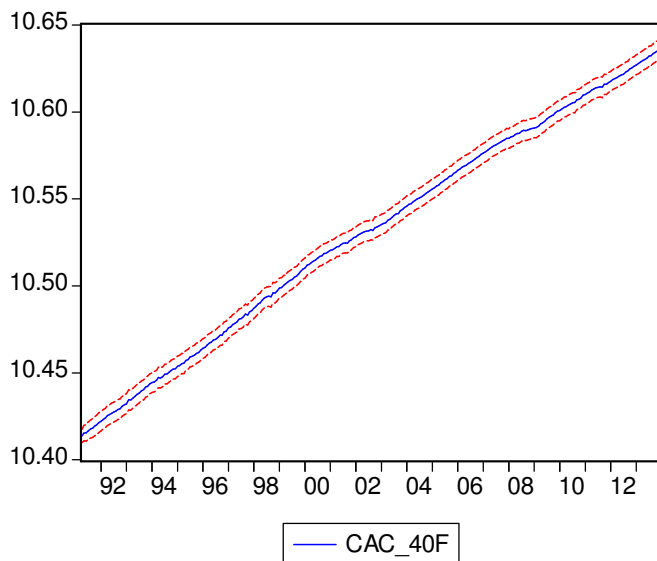
  

R-squared	0.999241	Mean dependent var	10.53044
Adjusted R-squared	0.999224	S.D. dependent var	0.064476
S.E. of regression	0.001796	Akaike info criterion	-9.696602
Sum squared resid	0.000862	Schwarz criterion	-9.604296
Log likelihood	1335.435	F-statistic	58564.84
Durbin-Watson stat	0.062214	Prob(F-statistic)	0.000000



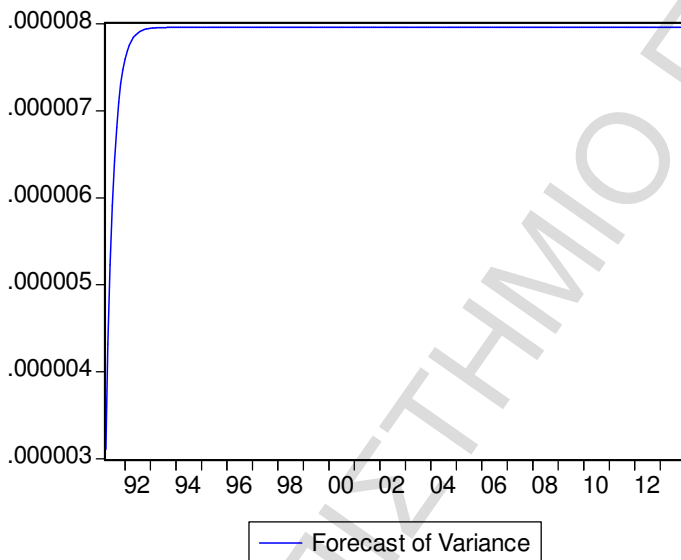


Διάγραμμα 6.21  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: CAC\_40F  
 Actual: CAC\_40  
 Forecast sample: 1991M01 2014M03  
 Adjusted sample: 1991M04 2014M01  
 Included observations: 274

Root Mean Squared Error	0.001773
Mean Absolute Error	0.001499
Mean Abs. Percent Error	0.014233
Theil Inequality Coefficient	8.42E-05
Bias Proportion	0.000004
Variance Proportion	0.000227
Covariance Proportion	0.999768



**Διάγραμμα 6.22**

**Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και μέτρηση της διακύμανσης**

Στα διαγράμματα 6.21 και 6.22 φαίνεται ξεκάθαρα ότι η προσθήκη του δείκτη DAX στο μοντέλο βελτιώνει αισθητά τις προβλέψεις και εξαλείφει τον κίνδυνο. Ο CAC 40, επομένως μπορεί να συνδυαστεί με τον DAX σε ένα αποδοτικό χαρτοφυλάκιο.

**Πίνακας 6.25**  
**VAR(2) μοντέλο με τον FTSE 100**

Error Correction: D(CAC\_40)

CointEq1	-0.00057 (0.00083) [-0.67425]
D(CAC_40(-1))	0.078359 (0.06142) [ 1.27581]
D(CAC_40(-2))	-0.036707 (0.06135) [-0.59827]
D(FTSE_100(-1))	-55.46606 (89.1680) [-0.62204]
D(FTSE_100(-2))	-10.80364 (88.5095) [-0.12206]
C	0.057284 (0.12490) [ 0.45865]
R-squared	0.011363
Adj. R-squared	-0.007082
Sum sq. resids	0.812208
S.E. equation	0.055051
F-statistic	0.616048
Log likelihood	408.7052
Akaike AIC	-2.939454
Schwarz SC	-2.860335
Mean dependent	0.003321
S.D. dependent	0.054857

**Πίνακας 6.26**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: CAC\_40

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 10:35

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

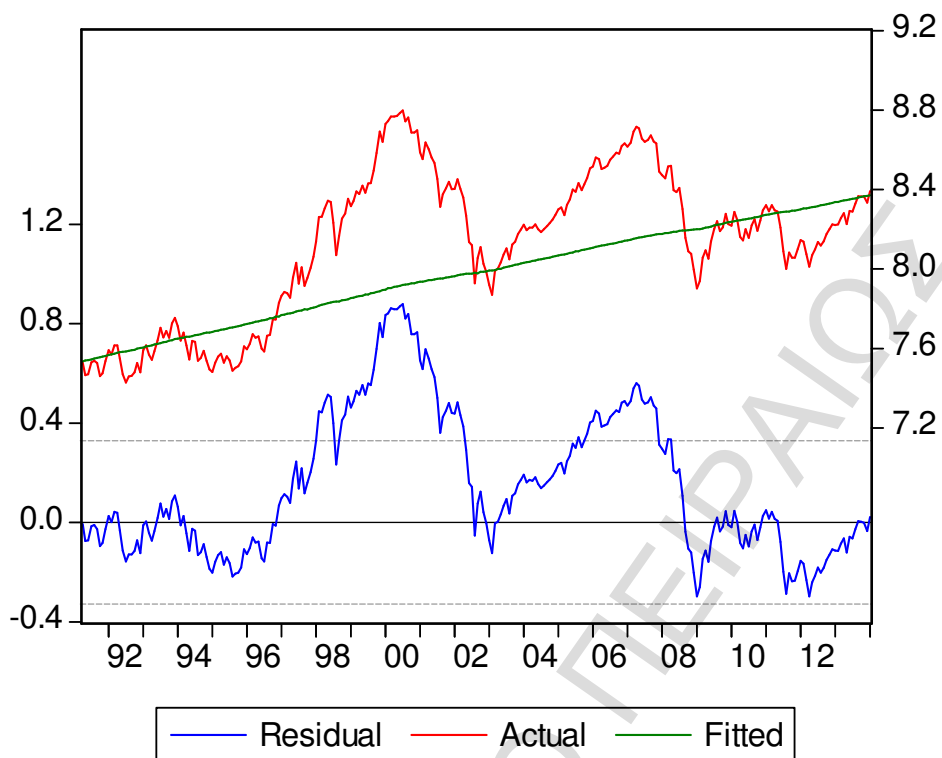
Included observations: 274 after adjustments

Failure to improve Likelihood after 33 iterations

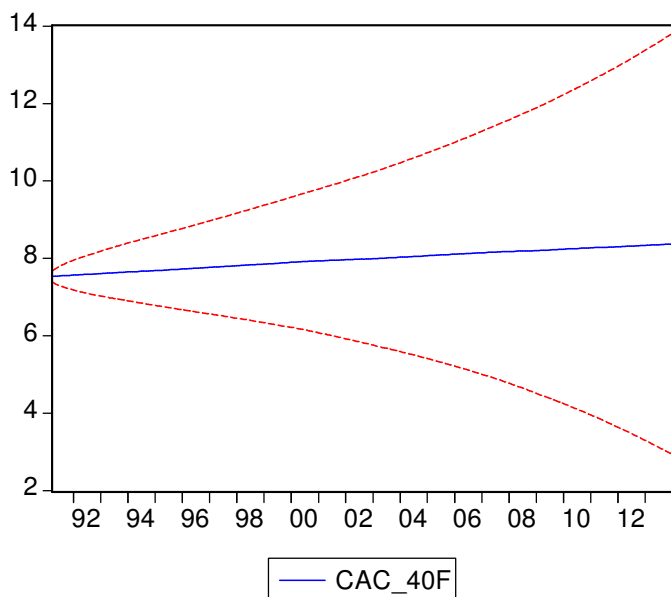
Variance backcast: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_CAC(-2)	-0.014320	0.142744	-0.100322	0.9201
RT_FTSE(-2)	0.000980	0.183791	0.005330	0.9957
COINTEQ01	3.666944	0.086636	42.32598	0.0000
C	7.973484	0.003519	2266.118	0.0000
Variance Equation				
C	0.003217	0.001100	2.925391	0.0034
RESID(-1)^2	1.177112	0.282924	4.160520	0.0000
GARCH(-1)	-0.164719	0.065903	-2.499413	0.0124
R-squared	0.248970	Mean dependent var	8.124118	
Adjusted R-squared	0.232093	S.D. dependent var	0.374395	
S.E. of regression	0.328083	Akaike info criterion	-0.650347	
Sum squared resid	28.73946	Schwarz criterion	-0.558040	
Log likelihood	96.09748	F-statistic	14.75199	
Durbin-Watson stat	0.028356	Prob(F-statistic)	0.000000	

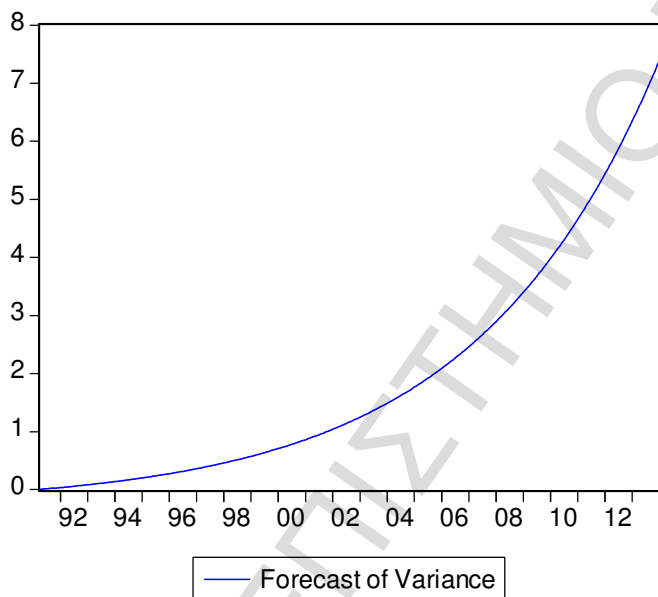


Διάγραμμα 6.23  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: CAC\_40F  
 Actual: CAC\_40  
 Forecast sample: 1991M01 2014M03  
 Adjusted sample: 1991M04 2014M01  
 Included observations: 274

Root Mean Squared Error	0.323865
Mean Absolute Error	0.238217
Mean Abs. Percent Error	2.852430
Theil Inequality Coefficient	0.020104
Bias Proportion	0.216453
Variance Proportion	0.166219
Covariance Proportion	0.617328



**Διάγραμμα 6.24**

**Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και μέτρηση της διακύμανσης**

Τα διαγράμματα 6.23 και 6.24 απεικονίζουν την πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 με την προσθήκη του FTSE 100 και τον κίνδυνο. Καταλήγουμε ότι ο συνδυασμός του CAC 40 με τον FTSE 100 δεν αποφέρει κανένα όφελος.

**Πίνακας 6.27**  
**VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη του NIKKEI**  
 Error Correction: D(CAC\_40)

CointEq1	-0.001804 (7.8E-05) [-23.1030]
D(CAC_40(-1))	-0.728001 (0.05218) [-13.9525]
D(CAC_40(-2))	-0.526524 (0.05224) [-10.0798]
D(NIKKEI(-1))	-3.38E-05 (3.3E-05) [-1.03603]
D(NIKKEI(-2))	-6.92E-06 (3.2E-05) [-0.21322]
C	0.001839 (7.3E-05) [ 25.0543]
R-squared	0.775143
Adj. R-squared	0.770948
Sum sq. resids	2.81E-07
S.E. equation	3.24E-05
F-statistic	184.7736
Log likelihood	2446.825
Akaike AIC	-17.81624
Schwarz SC	-17.73712
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

**Πίνακας 6.28**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: CAC\_40

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 10:48

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

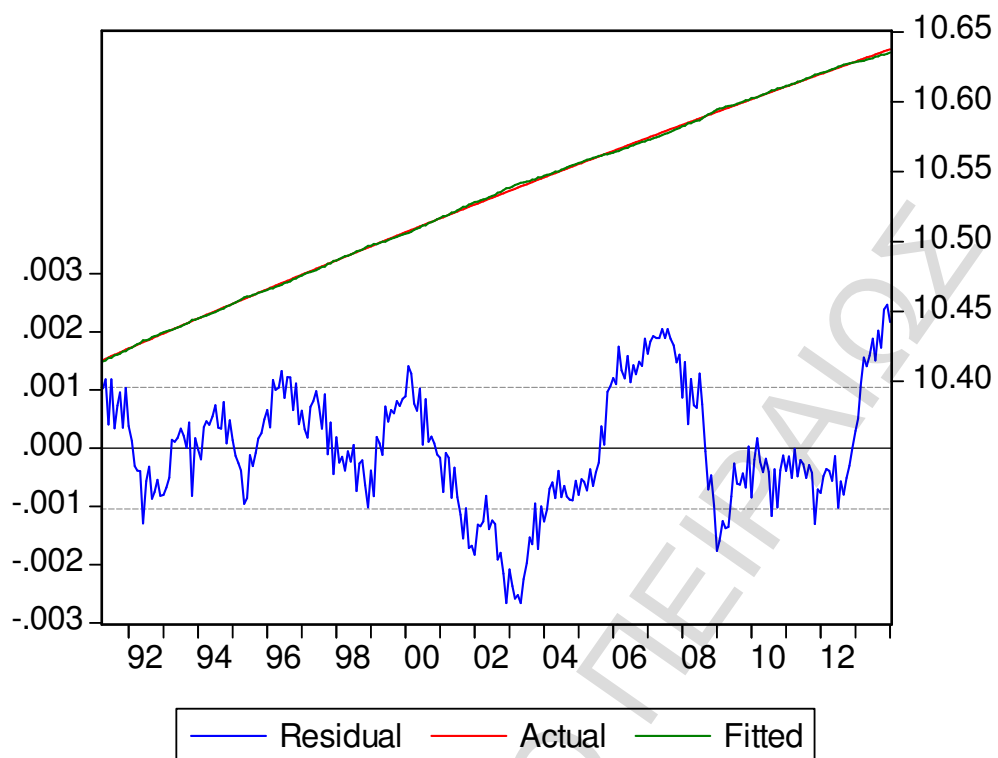
Convergence achieved after 1 iteration

Variance backcast: ON

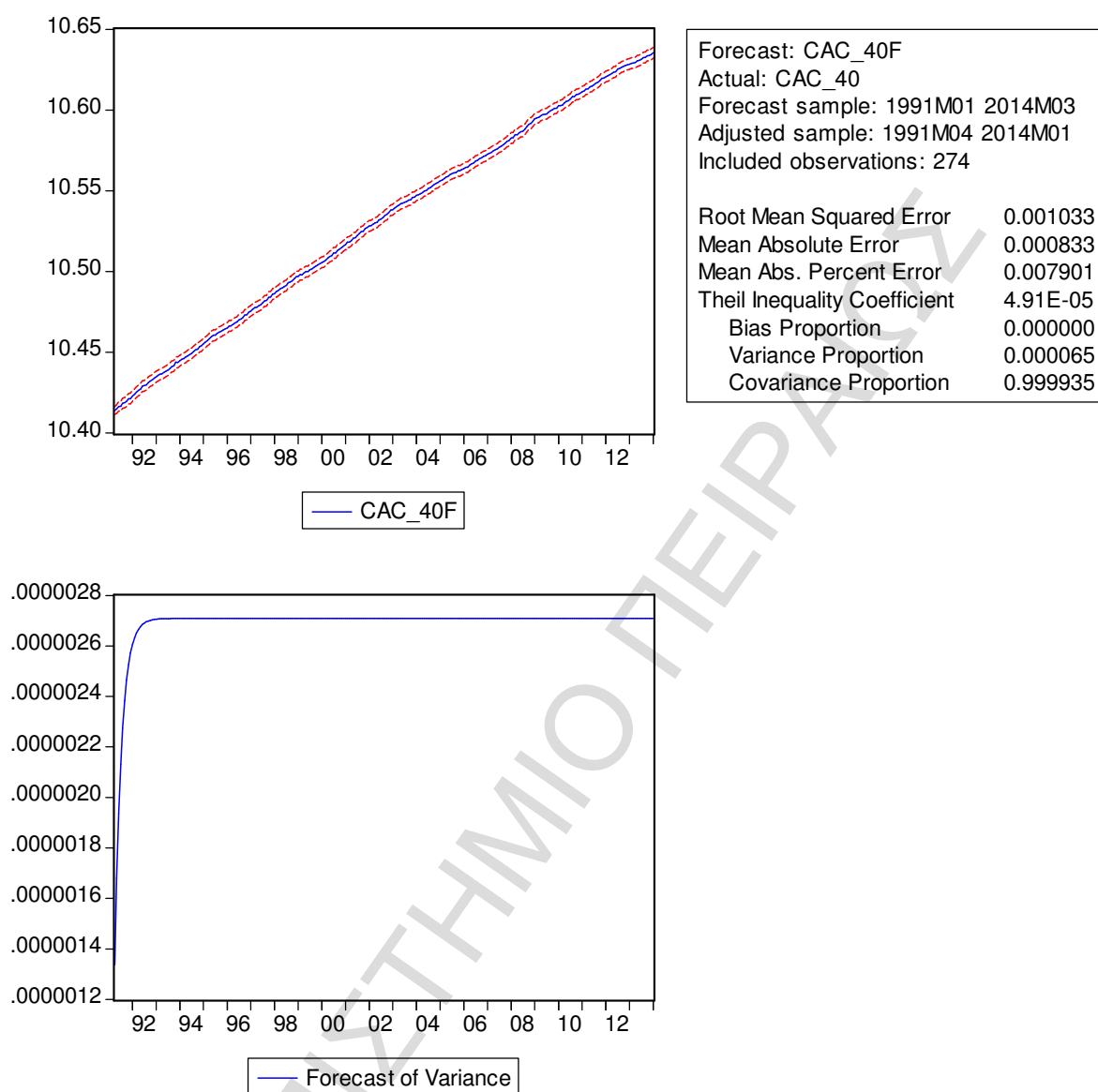
GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_CAC(-2)	0.002628	0.002867	0.916405	0.3595
RT_NIKKEI(-2)	0.002354	0.002952	0.797303	0.4253
COINTEQ01	0.981487	0.002267	432.8984	0.0000
C	10.53044	0.000137	76914.57	0.0000
Variance Equation				
C	6.77E-07	2.11E-06	0.320716	0.7484
RESID(-1)^2	0.150000	0.429800	0.349000	0.7271
GARCH(-1)	0.600000	1.180313	0.508340	0.6112
R-squared	0.999742	Mean dependent var		10.53044
Adjusted R-squared	0.999736	S.D. dependent var		0.064476
S.E. of regression	0.001047	Akaike info criterion		-10.77821
Sum squared resid	0.000292	Schwarz criterion		-10.68590
Log likelihood	1483.615	F-statistic		172616.8
Durbin-Watson stat	0.177771	Prob(F-statistic)		0.000000





Διάγραμμα 6.25  
Απεικόνιση καταλοίπων



### Διάγραμμα 6.26

#### Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και μέτρηση κινδύνου

Τα διαγράμματα απεικονίζουν αντίστοιχα τα κατάλοιπα και τον κίνδυνο του CAC, όταν συνδυαστεί με τον NIKKEI. Όπως και με τον DAX, ο κίνδυνος εξαλείφεται και τα κατάλοιπα έχουν whitenoise. Επομένως, είναι άλλος ένας συνδυασμός που προσφέρει οφέλη στους επενδυτές

**Πίνακας 6.29**  
**VAR(2) με την προσθήκη του S&P 500**  
 Error Correction: D(CAC\_40)

CointEq1	-0.001765 (7.8E-05) [-22.7499]
D(CAC_40(-1))	-0.722128 (0.05299) [-13.6270]
D(CAC_40(-2))	-0.517711 (0.05223) [-9.91154]
D(S_P_500(-1))	3.31E-05 (4.6E-05) [ 0.71303]
D(S_P_500(-2))	1.48E-05 (4.7E-05) [ 0.31916]
C	0.001827 (7.4E-05) [ 24.7181]
R-squared	0.774613
Adj. R-squared	0.770408
Sum sq. resids	2.82E-07
S.E. equation	3.24E-05
F-statistic	184.2127
Log likelihood	2446.502
Akaike AIC	-17.81388
Schwarz SC	-17.73476
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

**Πίνακας 6.30**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: CAC\_40

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 11:07

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

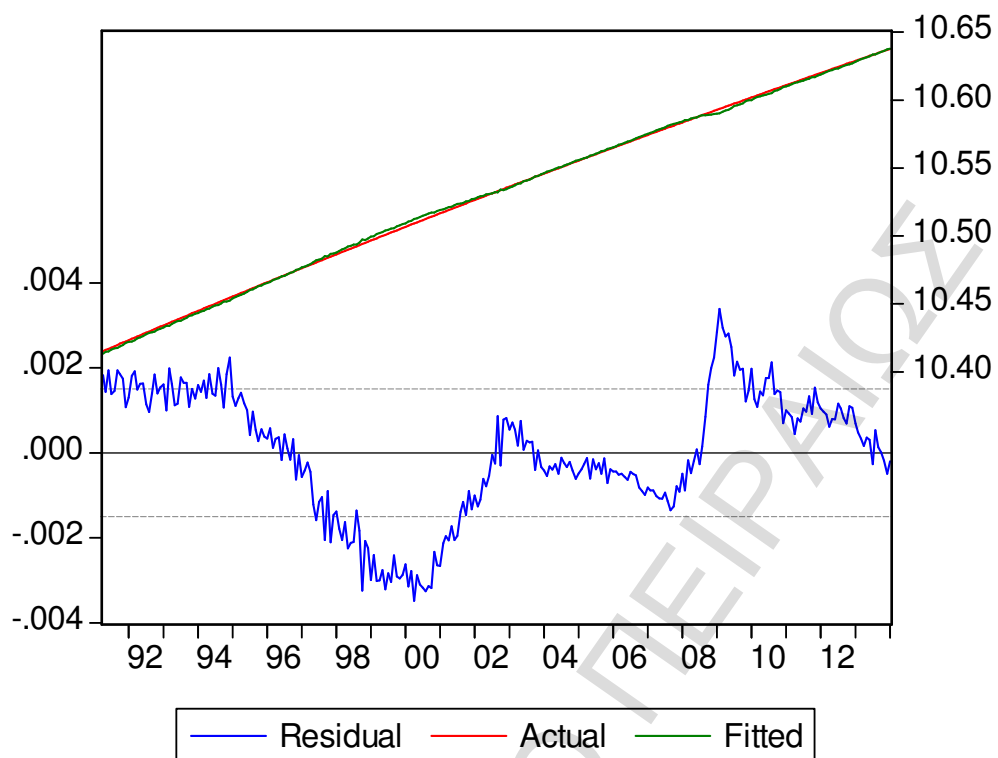
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 1 iteration

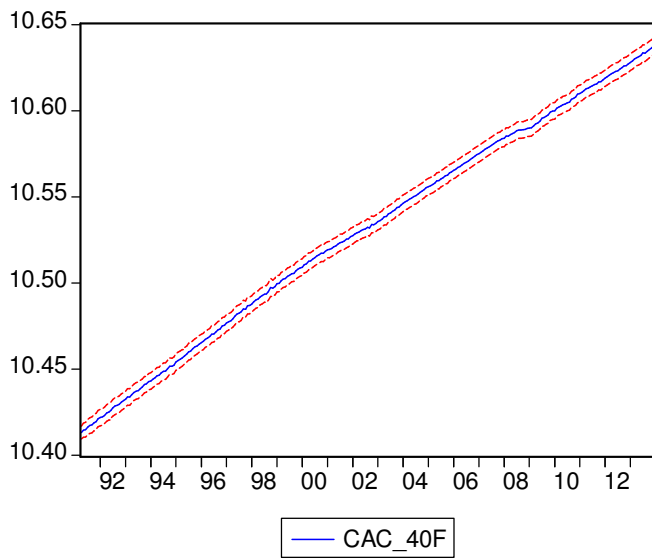
Variance backcast: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_CAC(-2)	-0.006225	0.004501	-1.383121	0.1666
RT_S_P(-2)	0.003009	0.005426	0.554510	0.5792
COINTEQ01	0.965618	0.002851	338.6413	0.0000
C	10.53045	0.000207	50845.40	0.0000
Variance Equation				
C	1.40E-06	6.24E-06	0.224776	0.8222
RESID(-1)^2	0.150000	0.640373	0.234239	0.8148
GARCH(-1)	0.600000	1.707818	0.351326	0.7253
R-squared	0.999466	Mean dependent var		10.53044
Adjusted R-squared	0.999454	S.D. dependent var		0.064476
S.E. of regression	0.001506	Akaike info criterion		-10.04803
Sum squared resid	0.000606	Schwarz criterion		-9.955724
Log likelihood	1383.580	F-statistic		83348.99
Durbin-Watson stat	0.080318	Prob(F-statistic)		0.000000

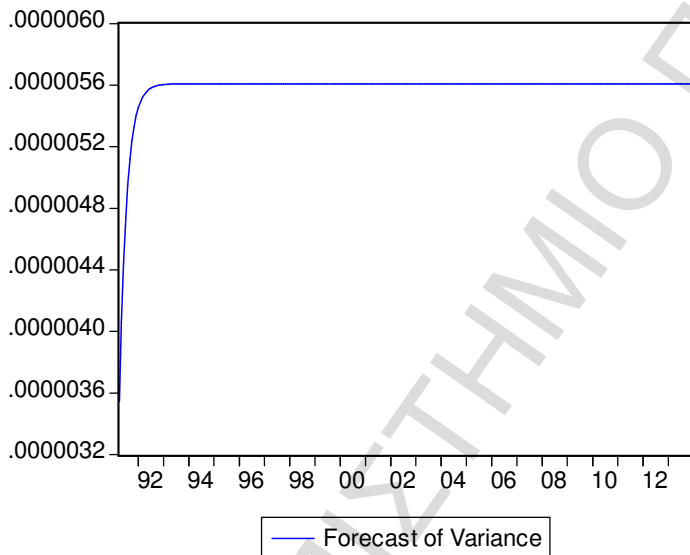


Διάγραμμα 6.27  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: CAC\_40F  
 Actual: CAC\_40  
 Forecast sample: 1991M01 2014M03  
 Adjusted sample: 1991M04 2014M01  
 Included observations: 274

Root Mean Squared Error	0.001487
Mean Absolute Error	0.001221
Mean Abs. Percent Error	0.011607
Theil Inequality Coefficient	7.06E-05
Bias Proportion	0.000001
Variance Proportion	0.000134
Covariance Proportion	0.999865



**Διάγραμμα 6.28**

**Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και μέτρηση της διακύμανσης**

Από τα διαγράμματα 6.27 και 6.28 συμπεραίνεται ότι και από τον συνδυασμό του CAC 40 με τον S&P 500 προκύπτει αποδοτικό χαρτοφυλάκιο. Ο κίνδυνος εξαλείφεται και τα κατάλοιπα έχουν whitenoise.

**Πίνακας 6.31**  
**VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη των FTSE 100, NIKKEI και S&P 500**

Error Correction: D(CAC\_40)

CointEq1	-0.001755 (9.2E-05) [-18.9806]
CointEq2	-1.16E-05 (3.5E-05) [-0.33104]
CointEq3	1.33E-05 (1.2E-05) [ 1.08108]
D(CAC_40(-1))	-0.733405 (0.05517) [-13.2929]
D(CAC_40(-2))	-0.539067 (0.05442) [-9.90562]
D(FTSE_100(-1))	1.98E-05 (8.4E-05) [ 0.23667]
D(FTSE_100(-2))	2.29E-05 (8.4E-05) [ 0.27369]
D(NIKKEI(-1))	-6.30E-05 (4.1E-05) [-1.55067]
D(NIKKEI(-2))	-2.40E-05 (4.1E-05) [-0.59107]
D(S_P_500(-1))	5.74E-05 (8.2E-05) [ 0.70174]
D(S_P_500(-2))	1.02E-05 (8.2E-05) [ 0.12511]
C	0.001868

(7.8E-05)  
[ 24.1030]

---

R-squared	0.763554
Adj. R-squared	0.752717
Sum sq. resids	2.57E-07
S.E. equation	3.27E-05
F-statistic	70.45741
Log likelihood	2251.129
Akaike AIC	-17.77086
Schwarz SC	-17.60279
Mean dependent	0.000822
S.D. dependent	6.58E-05

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**Πίνακας 6.32**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: CAC\_40

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 11:36

Sample (adjusted): 1991M04 2012M03

Included observations: 252 after adjustments

Convergence achieved after 1 iteration

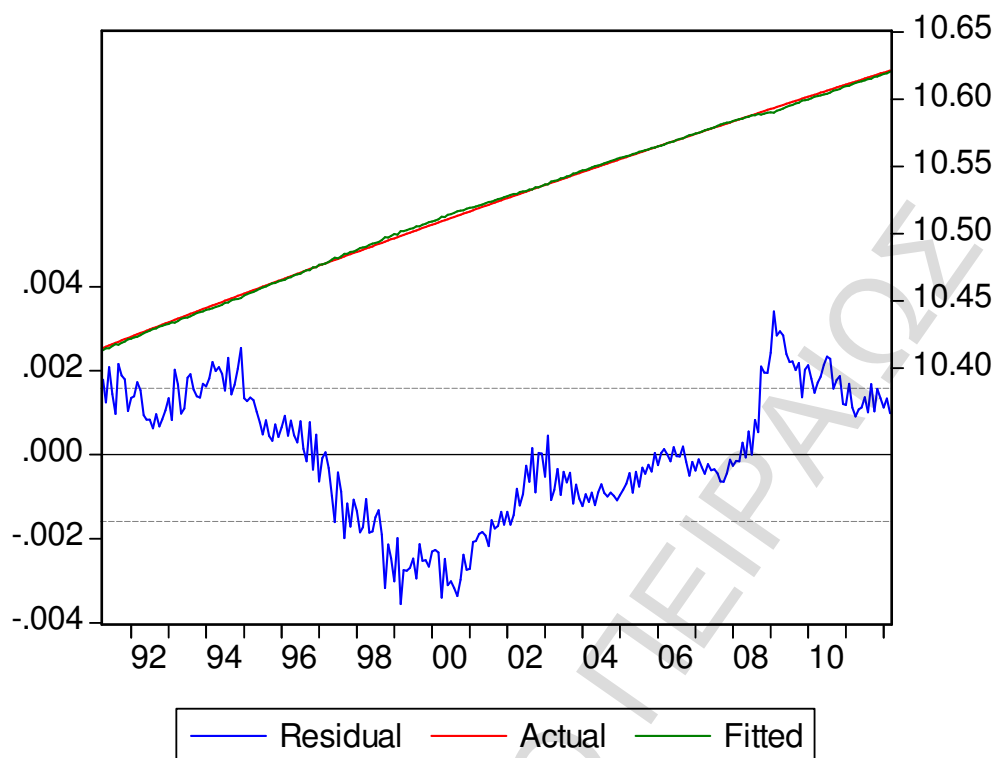
Variance backcast: ON

GARCH = C(9) + C(10)\*RESID(-1)^2 + C(11)\*GARCH(-1)

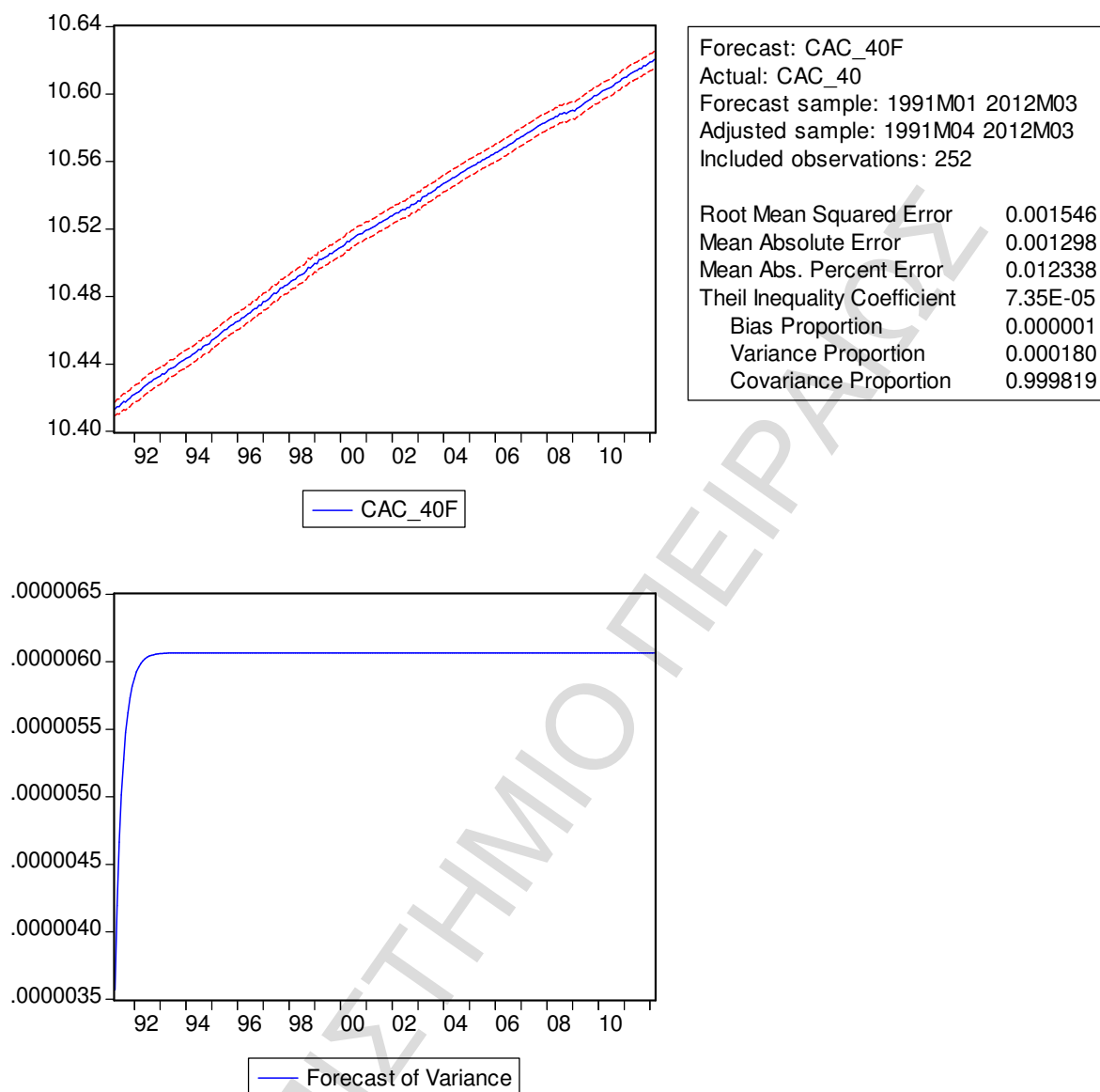
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_CAC(-2)	-0.009060	0.006760	-1.340179	0.1802
RT_FTSE(-2)	0.009758	0.010471	0.931921	0.3514
RT_NIKKEI(-2)	0.000801	0.004186	0.191289	0.8483
RT_S_P(-2)	-0.001569	0.007201	-0.217918	0.8275
COINTEQ01	0.956717	0.008480	112.8261	0.0000
COINTEQ02	-0.003622	0.003494	-1.036859	0.2998
COINTEQ03	-0.001152	0.001794	-0.642435	0.5206
C	10.52177	0.000235	44723.58	0.0000

Variance Equation				
C	1.52E-06	7.08E-06	0.214122	0.8305
RESID(-1)^2	0.150000	0.714949	0.209805	0.8338
GARCH(-1)	0.600000	1.795834	0.334107	0.7383

R-squared	0.999329	Mean dependent var	10.52177
Adjusted R-squared	0.999301	S.D. dependent var	0.059816
S.E. of regression	0.001581	Akaike info criterion	-9.913933
Sum squared resid	0.000603	Schwarz criterion	-9.759871
Log likelihood	1260.156	F-statistic	35887.37
Durbin-Watson stat	0.101775	Prob(F-statistic)	0.000000



Διάγραμμα 6.29  
Απεικόνιση καταλοίπων



### Διάγραμμα 6.30

#### Πρόβλεψη της πορείας του CAC 40 και της μέτρησης κινδύνου

Στα διαγράμματα 6.29 και 6.30 γίνεται φανερό ότι η προσθήκη των δεικτών FTSE 100, NIKKEI και S&P 500 σε ένα μοντέλο πρόβλεψης για τον CAC 40, εξαλείφει τον κίνδυνο και βελτιώνει την πρόβλεψη για τον CAC 40. Παρατηρούμε ότι οι αρνητικές επιδράσεις του FTSE 100 έχουν εξαλειφθεί πλήρως. Ένα τέτοιο χαρτοφυλάκιο αποτελεί άλλη μια αποδοτική επιλογή για τους επενδυτές, όταν θέλουν να συμπεριλάβουν τον δείκτη

FTSE 100 σε ένα χαρτοφυλάκιο με τον CAC 40, αλλά δεν θέλουν τις αρνητικές επιδράσεις του δείκτη στο μοντέλο.

## **NIKKEI**

Στην παρούσα υποενότητα παρουσιάζονται τα AR, VAR και GARCH μοντέλα των συνδυασμών για την πρόβλεψη της πορείας του δείκτη NIKKEI.

**Πίνακας 6.33**  
**AR(2) μοντέλο**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 05/04/14 Time: 17:31

Sample (adjusted): 1991M03 2014M01

Included observations: 275 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-2)	0.999506	0.000564	1771.389	0.0000
R-squared	0.914147	Mean dependent var		9.546586
Adjusted R-squared	0.914147	S.D. dependent var		0.305158
S.E. of regression	0.089413	Akaike info criterion		-1.987464
Sum squared resid	2.190561	Schwarz criterion		-1.974312
Log likelihood	274.2763	Durbin-Watson stat		0.932574

**Πίνακας 6.34**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: LNPT

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 17:33

Sample (adjusted): 1991M03 2014M01

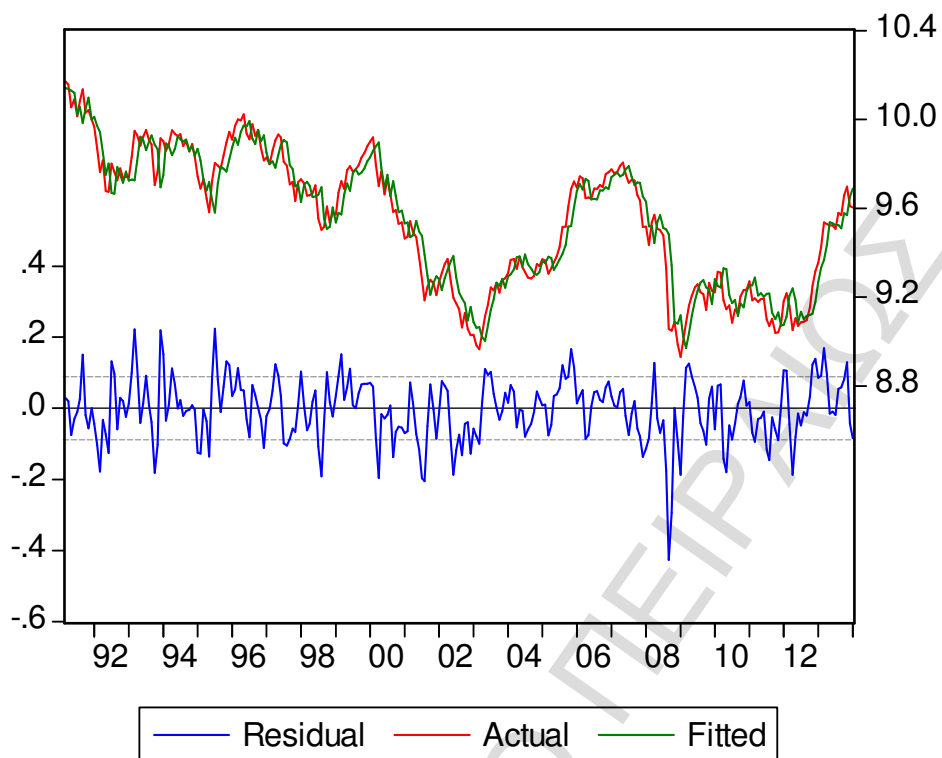
Included observations: 275 after adjustments

Convergence achieved after 24 iterations

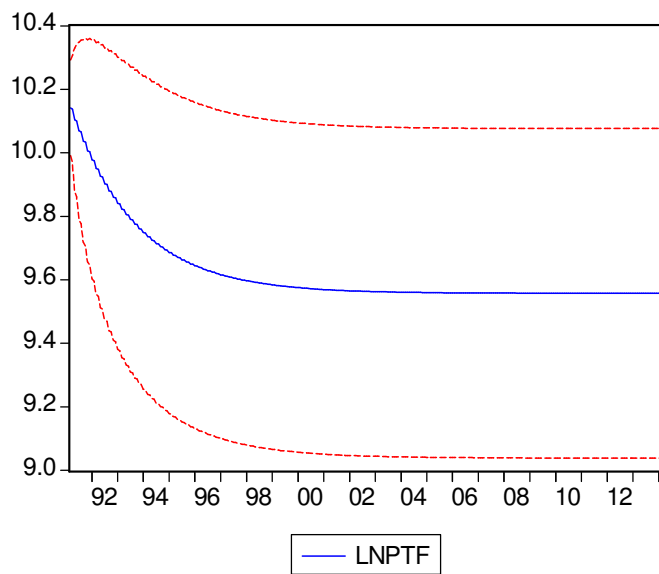
Variance backcast: ON

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1)

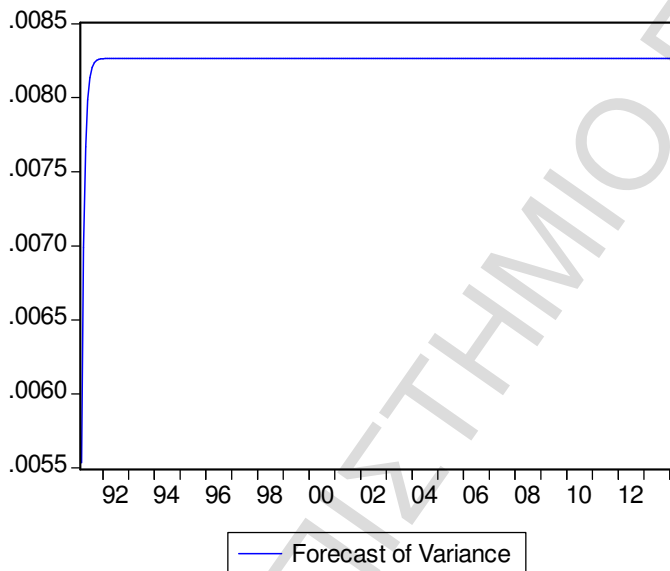
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LNPT(-2)	0.936381	0.016877	55.48369	0.0000
C	0.608027	0.161028	3.775897	0.0002
Variance Equation				
C	0.004400	0.001072	4.104400	0.0000
RESID(-1)^2	0.470360	0.111508	4.218159	0.0000
GARCH(-1)	-0.002715	0.121549	-0.022333	0.9822
R-squared	0.917126	Mean dependent var	9.546586	
Adjusted R-squared	0.915898	S.D. dependent var	0.305158	
S.E. of regression	0.088497	Akaike info criterion	-2.109719	
Sum squared resid	2.114559	Schwarz criterion	-2.043960	
Log likelihood	295.0864	F-statistic	746.9894	
Durbin-Watson stat	0.907240	Prob(F-statistic)	0.000000	



**Διάγραμμα 6.31**  
**Απεικόνιση των καταλοίπων**



Forecast: LNPTF	
Actual: LNPT	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M03 2014M03	
Included observations: 275	
Root Mean Squared Error	0.263379
Mean Absolute Error	0.218426
Mean Abs. Percent Error	2.323480
Theil Inequality Coefficient	0.013735
Bias Proportion	0.086136
Variance Proportion	0.465724
Covariance Proportion	0.448140



**Διάγραμμα 6.32**  
**Απεικόνιση πρόβλεψης της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης**

**Πίνακας 6.35**  
**VAR μοντέλο με ην προσθήκη του DAX**

Error Correction:	D(NIKKEI)
CointEq1	0.000573 (0.00075) [ 0.75899]
D(NIKKEI(-1))	0.071782 (0.06123) [ 1.17238]
D(NIKKEI(-2))	-0.018999 (0.06096) [-0.31165]
D(DAX(-1))	-172.5179 (98.0067) [-1.76027]
D(DAX(-2))	-45.20592 (98.1166) [-0.46074]
C	0.175734 (0.13788) [ 1.27453]
R-squared	0.023311
Adj. R-squared	0.005089
Sum sq. resids	0.991542
S.E. equation	0.060826
F-statistic	1.279307
Log likelihood	381.3731
Akaike AIC	-2.739950
Schwarz SC	-2.660830
Mean dependent	-0.002063
S.D. dependent	0.060981



**Πίνακας 6.36**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: NIKKEI

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 17:44

Sample (adjusted): 1991M05 2014M02

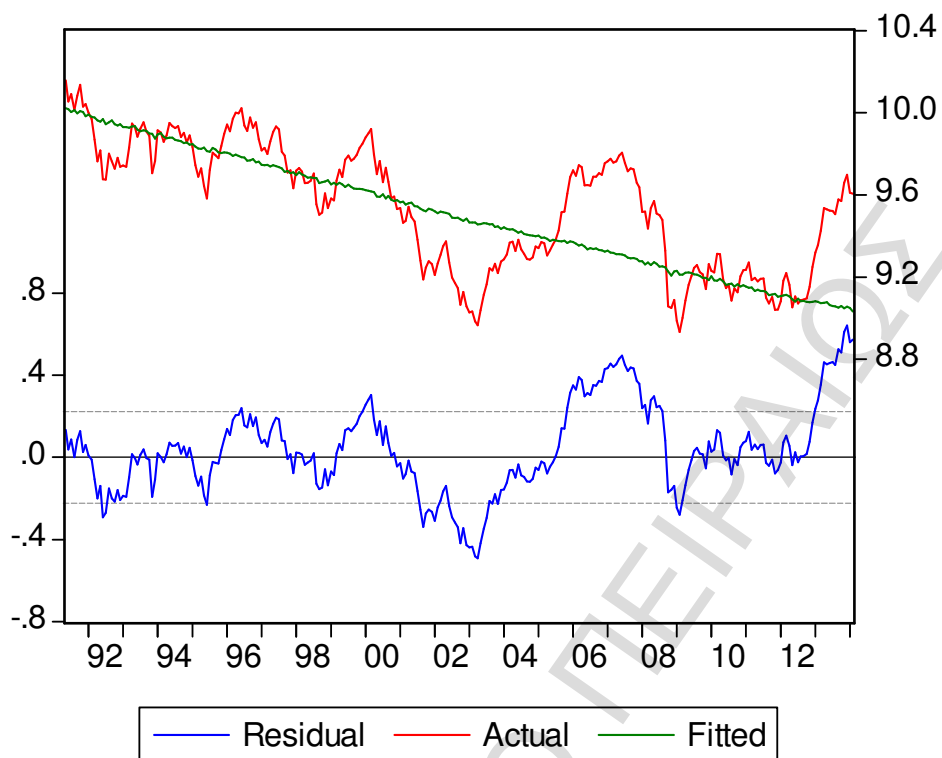
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 123 iterations

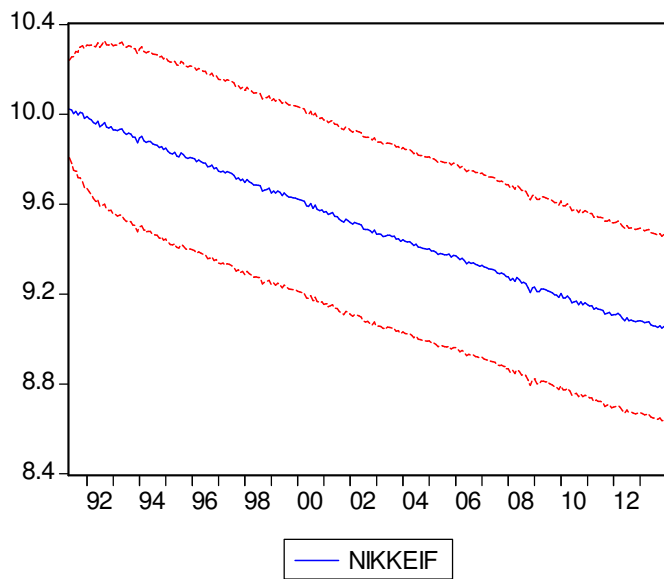
Variance backcast: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

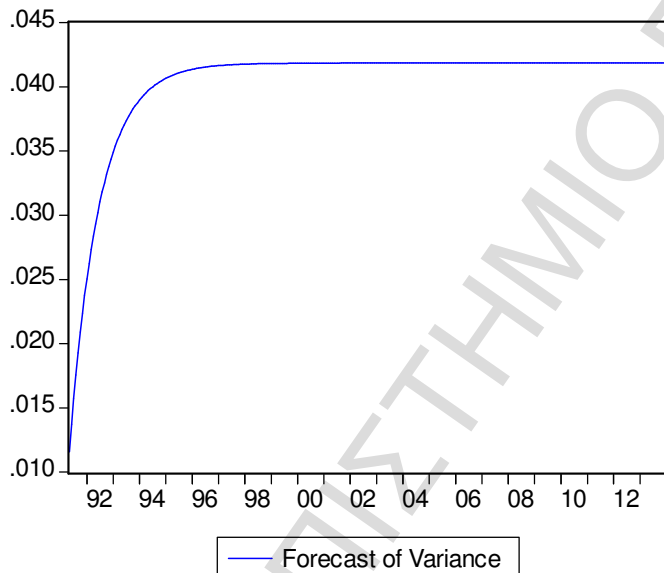
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_NIKKEI(-2)	0.092810	0.115296	0.804967	0.4208
RT_DAX(-2)	0.004977	0.116998	0.042538	0.9661
COINTEQ01	-4.362331	0.097226	-44.86815	0.0000
C	9.506101	0.006666	1426.004	0.0000
Variance Equation				
C	0.002968	0.000806	3.683067	0.0002
RESID(-1)^2	0.903841	0.287396	3.144935	0.0017
GARCH(-1)	0.025246	0.139743	0.180660	0.8566
R-squared	0.473001	Mean dependent var		9.544310
Adjusted R-squared	0.461158	S.D. dependent var		0.303370
S.E. of regression	0.222692	Akaike info criterion		-1.085310
Sum squared resid	13.24093	Schwarz criterion		-0.993004
Log likelihood	155.6875	F-statistic		39.94033
Durbin-Watson stat	0.076620	Prob(F-statistic)		0.000000



Διάγραμμα 6.33  
Απεικόνιση των καταλοίπων



Forecast:	NIKKEIF
Actual:	NIKKEI
Forecast sample:	1991M01 2014M03
Adjusted sample:	1991M05 2014M02
Included observations:	274
Root Mean Squared Error	0.219829
Mean Absolute Error	0.164621
Mean Abs. Percent Error	1.727622
Theil Inequality Coefficient	0.011534
Bias Proportion	0.030463
Variance Proportion	0.006084
Covariance Proportion	0.963453



**Διάγραμμα 6.34**

**Πρόβλεψη της πορείας του NIKKEI και μέτρηση της διακύμανσης**

Η προσθήκη του δείκτη DAX σε ένα μοντέλο πρόβλεψης της πορείας του NIKKEI δεν είναι καλός συνδυασμός, αφού η διακύμανση αυξάνεται και τα κατάλοιπα του μοντέλου δεν είναι whitenoise

**Πίνακας 6.37**  
**VAR μοντέλο με την προσθήκη του CAC 40**

Error Correction:	D(NIKKEI)
CointEq1	0.000573 (0.00075) [ 0.75899]
D(NIKKEI(-1))	0.071782 (0.06123) [ 1.17238]
D(NIKKEI(-2))	-0.018999 (0.06096) [-0.31165]
D(CAC_40(-1))	-172.5179 (98.0067) [-1.76027]
D(CAC_40(-2))	-45.20592 (98.1166) [-0.46074]
C	0.175734 (0.13788) [ 1.27453]
R-squared	0.023311
Adj. R-squared	0.005089
Sum sq. resids	0.991542
S.E. equation	0.060826
F-statistic	1.279307
Log likelihood	381.3731
Akaike AIC	-2.739950
Schwarz SC	-2.660830
Mean dependent	-0.002063
S.D. dependent	0.060981

**Πίνακας 6.38**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: NIKKEI

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 17:55

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

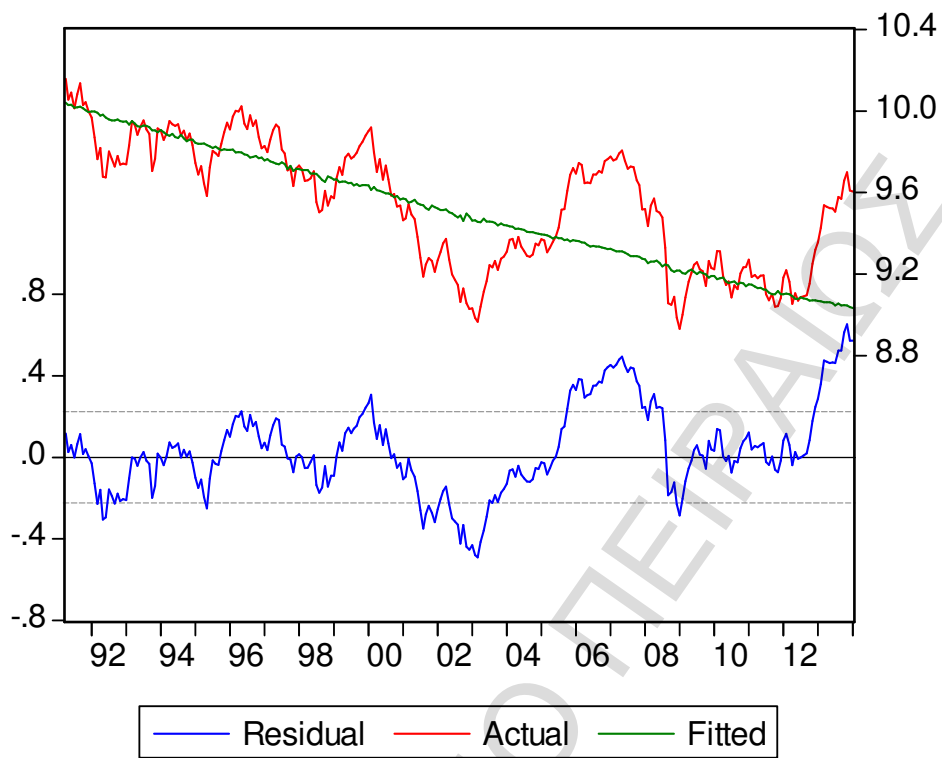
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 41 iterations

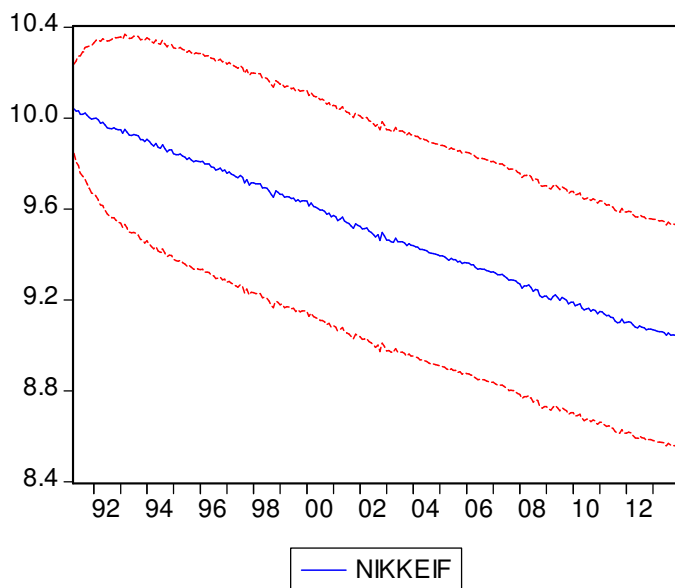
Variance backcast: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

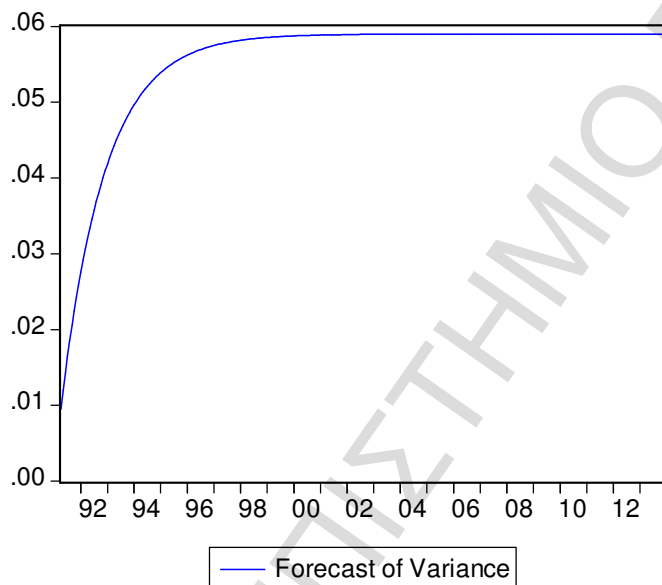
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_NIKKEI(-2)	-0.007181	0.095561	-0.075141	0.9401
RT_CAC(-2)	0.117524	0.092303	1.273242	0.2029
COINTEQ01	-4.448293	0.093508	-47.57125	0.0000
C	9.509108	0.006177	1539.546	0.0000
Variance Equation				
C	0.002907	0.000691	4.207537	0.0000
RESID(-1)^2	0.947994	0.290717	3.260885	0.0011
GARCH(-1)	0.002739	0.098859	0.027705	0.9779
R-squared	0.466671	Mean dependent var		9.544310
Adjusted R-squared	0.454686	S.D. dependent var		0.303370
S.E. of regression	0.224025	Akaike info criterion		-1.089974
Sum squared resid	13.39997	Schwarz criterion		-0.997668
Log likelihood	156.3265	F-statistic		38.93815
Durbin-Watson stat	0.077072	Prob(F-statistic)		0.000000



Διάγραμμα 6.35  
Απεικόνιση των καταλοίπων



Forecast: NIKKEIF	
Actual: NIKKEI	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M04 2014M01	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.221145
Mean Absolute Error	0.164868
Mean Abs. Percent Error	1.730809
Theil Inequality Coefficient	0.011601
Bias Proportion	0.024772
Variance Proportion	0.002375
Covariance Proportion	0.972854



**Διάγραμμα 6.36**

**Απεικόνιση πρόβλεψης της πορείας του NIKKEI και μέτρηση της διακύμανσης**

Από τα διαγράμματα 6.35 και 6.36 απορρίπτουμε και τον συνδυασμό αυτό, αφού τα κατάλοιπα δεν έχουν whitenoise και η διακύμανση αυξάνεται.

**Πίνακας 6.39**  
**VAR μοντέλο με την προσθήκη του FTSE 100**

	RT_NIKKEI
RT_NIKKEI(-1)	0.036675 (0.06840) [ 0.53619]
RT_NIKKEI(-2)	-0.024717 (0.06799) [-0.36357]
RT_FTSE(-1)	0.138184 (0.10077) [ 1.37128]
RT_FTSE(-2)	0.028386 (0.10079) [ 0.28164]
C	-0.002659 (0.00373) [-0.71276]
R-squared	0.013744
Adj. R-squared	-0.000867
Sum sq. resids	1.001278
S.E. equation	0.060897
F-statistic	0.940646
Log likelihood	381.9224
Akaike AIC	-2.741254
Schwarz SC	-2.675494
Mean dependent	-0.002080
S.D. dependent	0.060871



**Πίνακας 6.40**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: NIKKEI

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 18:13

Sample (adjusted): 1991M03 2014M02

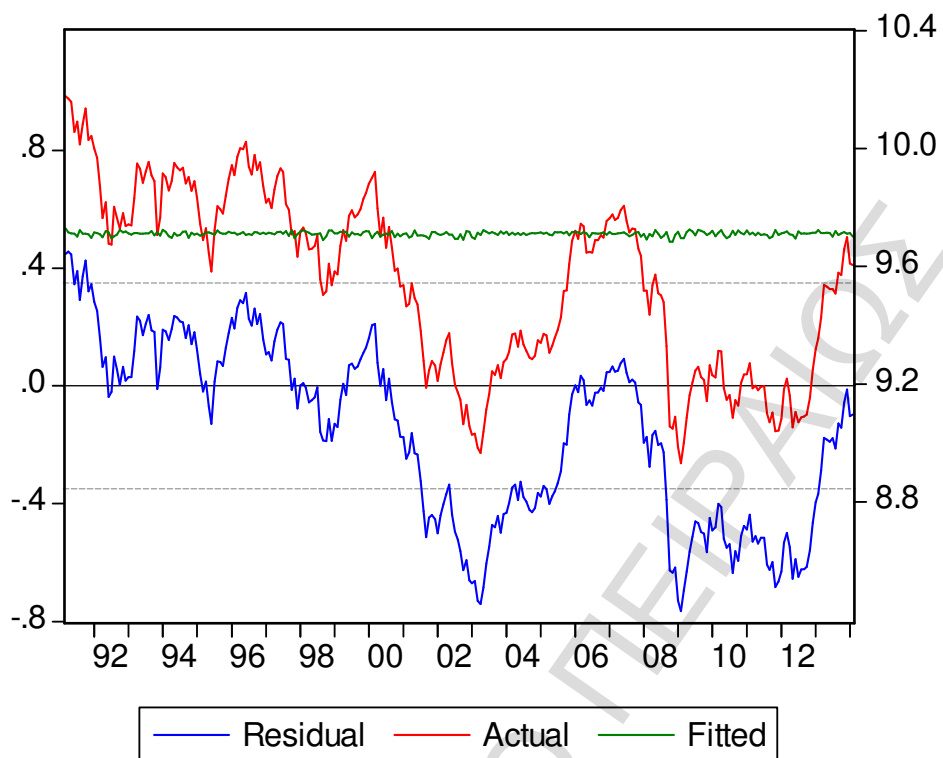
Included observations: 276 after adjustments

Convergence achieved after 69 iterations

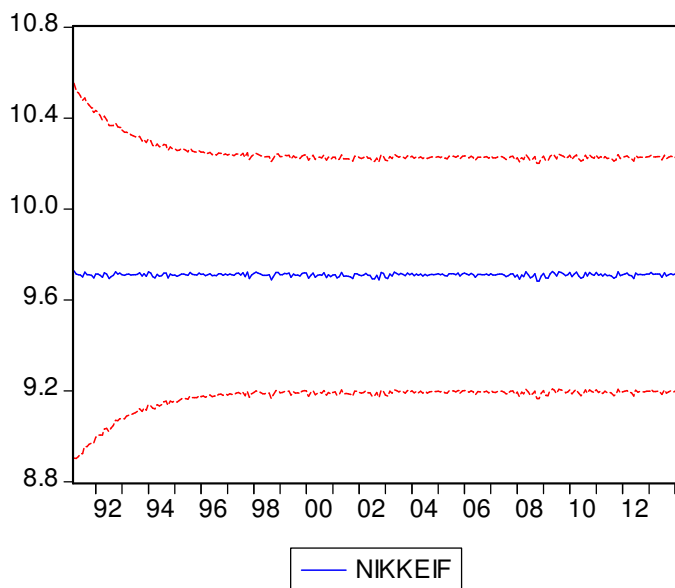
Variance backcast: ON

GARCH = C(4) + C(5)\*RESID(-1)^2 + C(6)\*GARCH(-1)

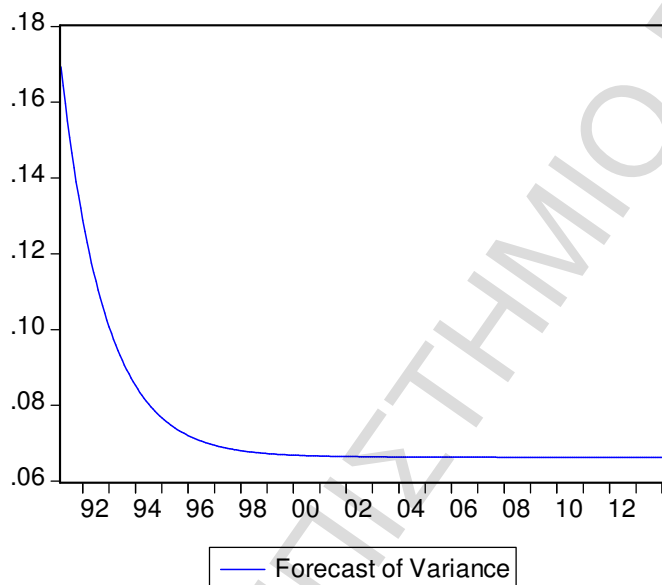
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_NIKKEI(-2)	0.032249	0.092383	0.349083	0.7270
RT_FTSE(-2)	0.155727	0.197330	0.789170	0.4300
C	9.709810	0.007887	1231.054	0.0000
Variance Equation				
C	0.003227	0.001039	3.105605	0.0019
RESID(-1)^2	0.987262	0.296022	3.335097	0.0009
GARCH(-1)	-0.035898	0.126673	-0.283393	0.7769
R-squared	-0.271421	Mean dependent var		9.548870
Adjusted R-squared	-0.294966	S.D. dependent var		0.306958
S.E. of regression	0.349307	Akaike info criterion		-0.217055
Sum squared resid	32.94424	Schwarz criterion		-0.138351
Log likelihood	35.95360	Durbin-Watson stat		0.030941



Διάγραμμα 6.37  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: NIKKEIF	
Actual: NIKKEI	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M03 2014M03	
Included observations: 276	
Root Mean Squared Error	0.345490
Mean Absolute Error	0.276000
Mean Abs. Percent Error	2.947677
Theil Inequality Coefficient	0.017934
Bias Proportion	0.218534
Variance Proportion	0.748229
Covariance Proportion	0.033237



**Διάγραμμα 6.38**

**Πρόβλεψη της πορείας του NIKKEI και μέτρηση της διακύμανσης**

Ο συνδυασμός του δείκτη NIKKEI με τον FTSE 100 απορρίπτεται, διότι οι δύο δείκτες δεν συνδέονται με σχέση συνολοκλήρωσης.

**Πίνακας 6.41**  
**VAR μοντέλο με την προσθήκη του S&P 500**  
 RT\_NIKKEI

RT_NIKKEI(-1)	0.059345 (0.07160) [ 0.82887]
RT_NIKKEI(-2)	-0.027388 (0.07171) [-0.38196]
RT_S_P_500(-1)	0.056778 (0.10179) [ 0.55780]
RT_S_P_500(-2)	0.026588 (0.10179) [ 0.26120]
C	-0.002468 (0.00382) [-0.64678]
R-squared	0.008017
Adj. R-squared	-0.006734
Sum sq. resids	1.007068
S.E. equation	0.061186
F-statistic	0.543512
Log likelihood	379.2444
Akaike AIC	-2.731711
Schwarz SC	-2.665778
Mean dependent	-0.002063
S.D. dependent	0.060981

**Πίνακας 6.42**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: NIKKEI

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 18:24

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

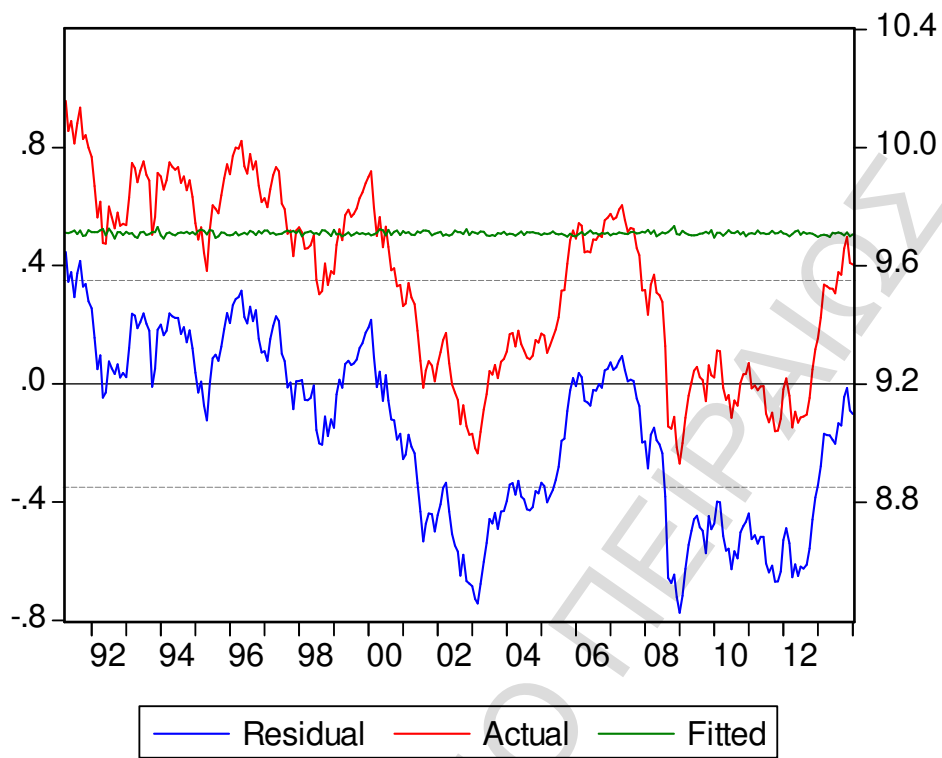
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 54 iterations

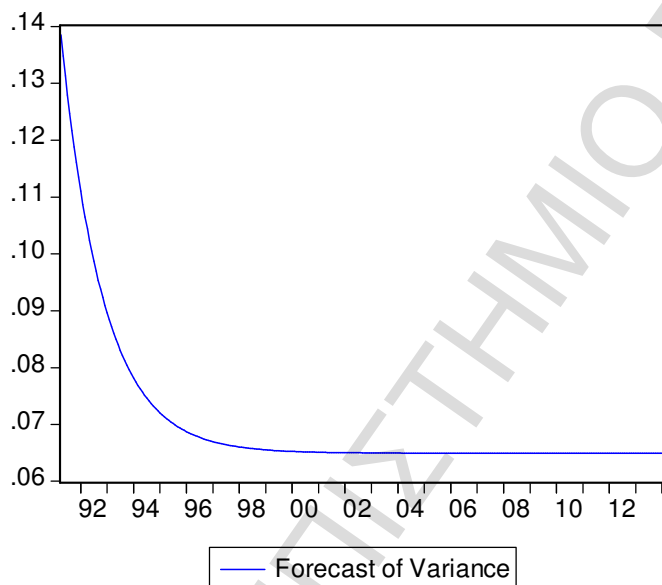
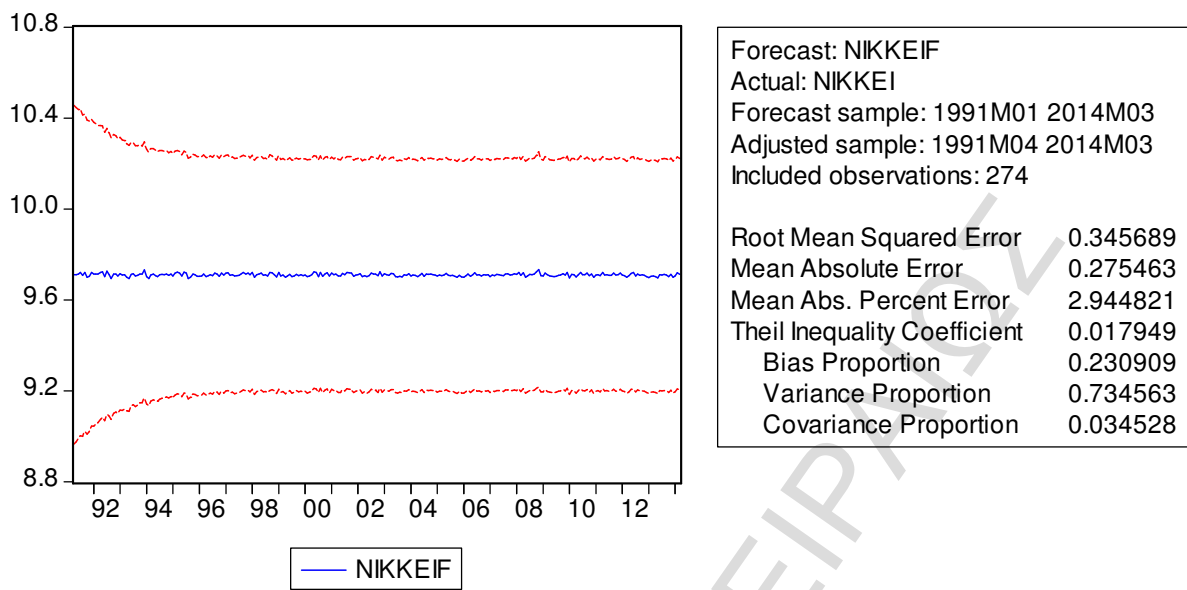
Variance backcast: ON

GARCH = C(4) + C(5)\*RESID(-1)^2 + C(6)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_NIKKEI(-2)	-0.121572	0.117975	-1.030486	0.3028
RT_S_P_500(-2)	0.047705	0.248112	0.192271	0.8475
C	9.709928	0.009165	1059.456	0.0000
Variance Equation				
C	0.003291	0.001116	2.949454	0.0032
RESID(-1)^2	0.999185	0.283532	3.524061	0.0004
GARCH(-1)	-0.049862	0.116135	-0.429346	0.6677
R-squared	-0.303204	Mean dependent var		9.544310
Adjusted R-squared	-0.327518	S.D. dependent var		0.303370
S.E. of regression	0.349537	Akaike info criterion		-0.226440
Sum squared resid	32.74319	Schwarz criterion		-0.147321
Log likelihood	37.02231	Durbin-Watson stat		0.031058



Διάγραμμα 6.39  
Απεικόνιση καταλοίπων



**Διάγραμμα 6.40**

**Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης**

Ο συνδυασμός του NIKKEI με τον S&P 500 απορρίπτεται, διότι ούτε και σε αυτή την περίπτωση οι δυο δείκτες συνδέονται με σχέση συνολοκλήρωσης.

**Πίνακας 6.43**  
**VAR του μοντέλου με την προσθήκη των S&P 500 και FTSE 100**

Error Correction: D(NIKKEI)

CointEq1	-0.037704 (0.01937) [-1.94649]
CointEq2	-0.278450 (0.17188) [-1.62000]
D(NIKKEI(-1))	0.048769 (0.06934) [ 0.70329]
D(NIKKEI(-2))	-0.015886 (0.06926) [-0.22938]
D(S_P_500(-1))	-161.4935 (99.4845) [-1.62330]
D(S_P_500(-2))	-37.04723 (98.2451) [-0.37709]
D(FTSE_100(-1))	0.121317 (0.10188) [ 1.19077]
D(FTSE_100(-2))	0.066300 (0.10253) [ 0.64664]
C	0.159352 (0.13876) [ 1.14840]
R-squared	0.044565
Adj. R-squared	0.015722
Sum sq. resids	0.969965
S.E. equation	0.060500
F-statistic	1.545071
Log likelihood	384.3873
Akaike AIC	-2.740053



Schwarz SC	-2.621374
Mean dependent	-0.002063
S.D. dependent	0.060981

**Πίνακας 6.44**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: NIKKEI

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 19:17

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

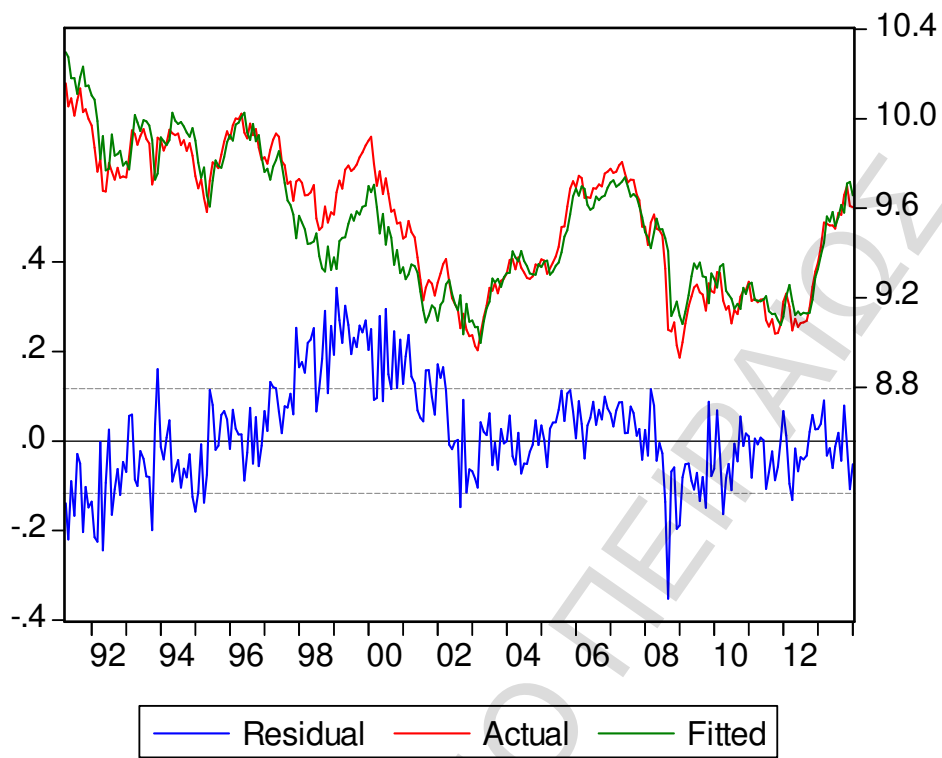
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 37 iterations

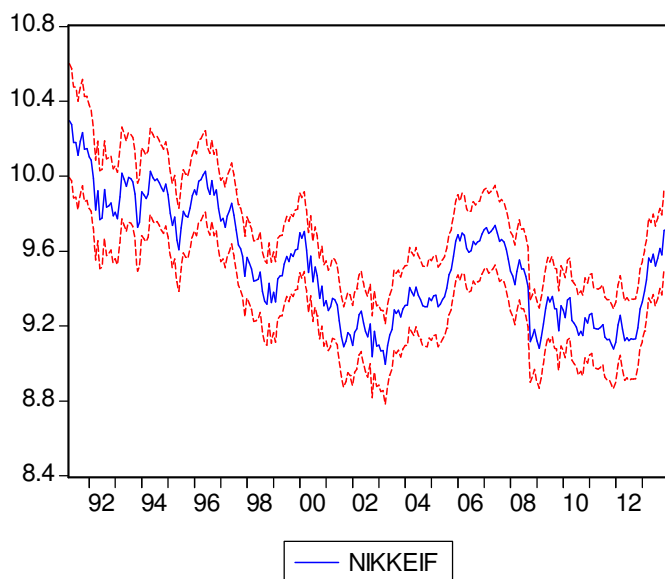
Variance backcast: ON

GARCH = C(7) + C(8)\*RESID(-1)^2 + C(9)\*GARCH(-1)

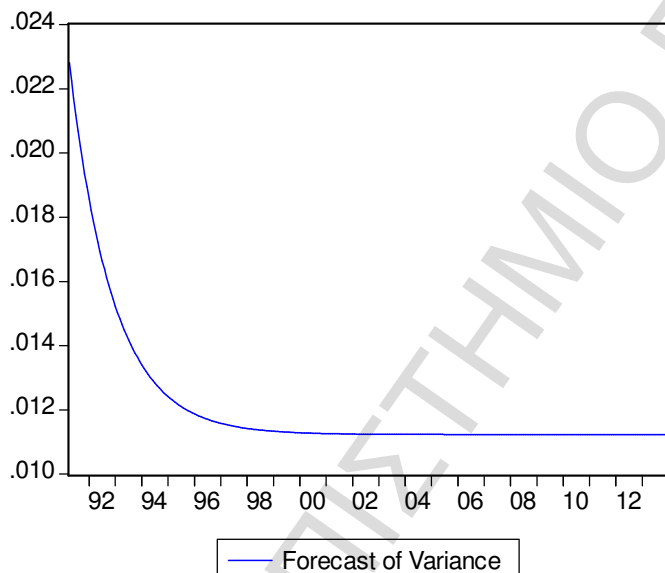
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_NIKKEI(-2)	-0.093921	0.112082	-0.837965	0.4021
RT_FTSE(-2)	0.401287	0.203925	1.967817	0.0491
RT_S_P_500(-2)	-0.050772	0.217211	-0.233746	0.8152
COINTEQ01	-0.525608	0.012757	-41.20112	0.0000
COINTEQ02	1.095611	0.027844	39.34827	0.0000
C	9.524399	0.005944	1602.355	0.0000
Variance Equation				
C	0.000555	0.000337	1.648621	0.0992
RESID(-1)^2	0.256238	0.076669	3.342154	0.0008
GARCH(-1)	0.694348	0.083568	8.308786	0.0000
R-squared	0.856042	Mean dependent var	9.544310	
Adjusted R-squared	0.851696	S.D. dependent var	0.303370	
S.E. of regression	0.116829	Akaike info criterion	-1.816221	
Sum squared resid	3.616976	Schwarz criterion	-1.697542	
Log likelihood	257.8223	F-statistic	196.9762	
Durbin-Watson stat	0.559477	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.41  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast:	NIKKEIF
Actual:	NIKKEI
Forecast sample:	1991M01 2014M03
Adjusted sample:	1991M04 2014M01
Included observations:	274
Root Mean Squared Error	0.114894
Mean Absolute Error	0.088614
Mean Abs. Percent Error	0.924910
Theil Inequality Coefficient	0.006022
Bias Proportion	0.025979
Variance Proportion	0.000006
Covariance Proportion	0.974014



**Διάγραμμα 6.42**

**Πρόβλεψη της πορείας του NIKKEI και μέτρηση της διακύμανσης**

Όταν ο δείκτης NIKKEI συνδυαστεί με τους S&P 500 και FTSE 100 αποκτά σχέση συνολοκλήρωσης με έναν από τους δύο. Το γεγονός αυτό, όμως δεν μεταβάλλει την ελκυστικότητα του μοντέλου καθώς τα κατάλοιπα δεν έχουν whitenoise και ο κίνδυνος είναι σχετικά υψηλός.

**Πίνακας 6.45**

**VAR μοντέλο με την προσθήκη των DAX και S&P 500**

Error Correction: D(NIKKEI)

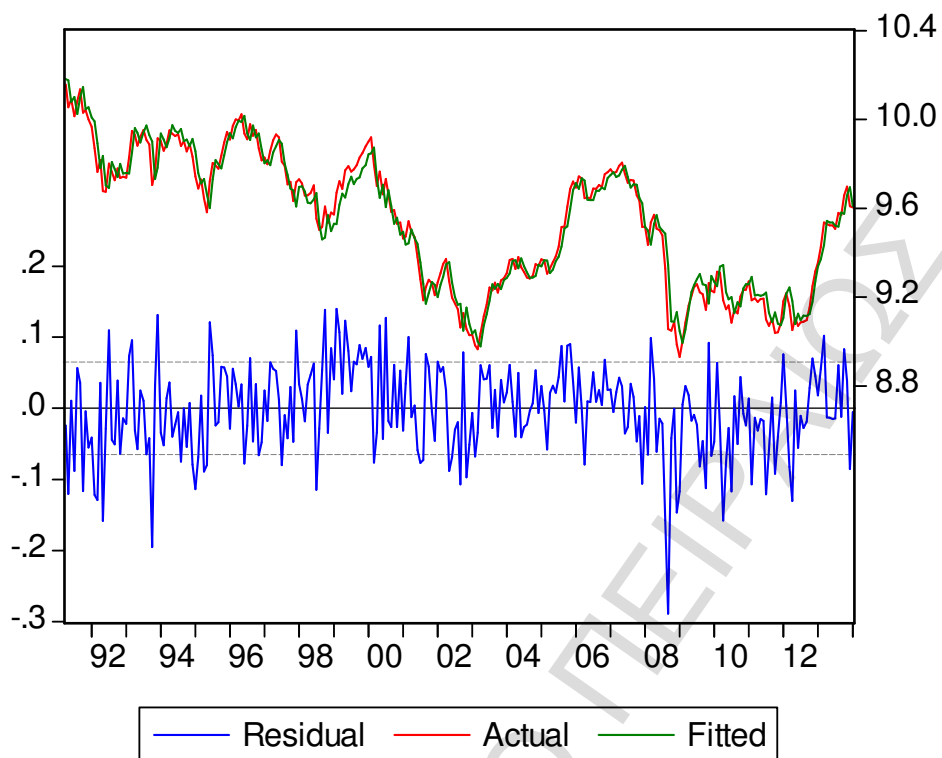
CointEq1	-0.041274 (0.01841) [-2.24177]
CointEq2	-0.267922 (0.15798) [-1.69593]
D(NIKKEI(-1))	0.072701 (0.07210) [ 1.00841]
D(NIKKEI(-2))	-0.020220 (0.07227) [-0.27979]
D(DAX(-1))	-174.9033 (99.0403) [-1.76598]
D(DAX(-2))	-43.84370 (98.0813) [-0.44701]
D(S_P_500(-1))	0.051123 (0.10224) [ 0.50003]
D(S_P_500(-2))	0.073562 (0.10263) [ 0.71677]
C	0.175843 (0.13827) [ 1.27171]
R-squared	0.044399
Adj. R-squared	0.015551
Sum sq. resids	0.970133
S.E. equation	0.060505
F-statistic	1.539062
Log likelihood	384.3635
Akaike AIC	-2.739880
Schwarz SC	-2.621200

Mean dependent -0.002063  
S.D. dependent 0.060981

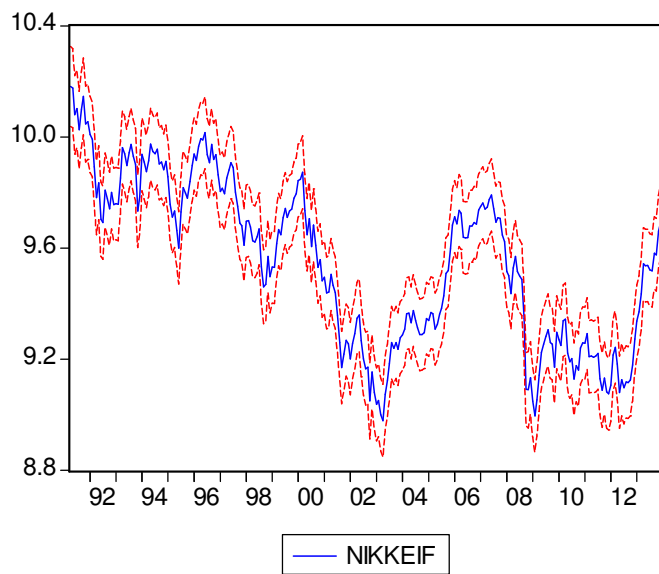
**Πίνακας 6.46**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: NIKKEI  
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution  
Date: 05/04/14 Time: 19:49  
Sample (adjusted): 1991M04 2014M01  
Included observations: 274 after adjustments  
Convergence achieved after 29 iterations  
Variance backcast: ON  
GARCH = C(7) + C(8)\*RESID(-1)^2 + C(9)\*GARCH(-1)

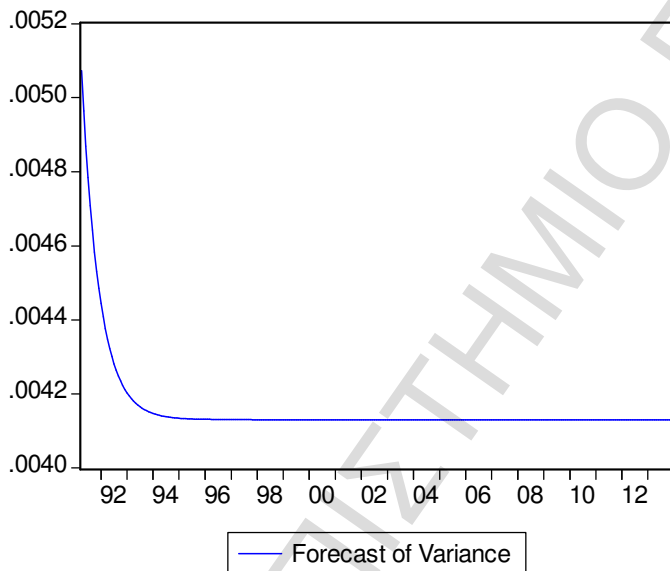
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_NIKKEI(-2)	-0.010415	0.081730	-0.127433	0.8986
RT_DAX(-2)	0.128497	0.095403	1.346893	0.1780
RT_S_P_500(-2)	-0.046480	0.133167	-0.349034	0.7271
COINTEQ01	0.567125	0.099878	5.678155	0.0000
COINTEQ02	0.982890	0.021151	46.46983	0.0000
C	9.546860	0.004274	2233.948	0.0000
Variance Equation				
C	0.000475	0.000411	1.155386	0.2479
RESID(-1)^2	0.104377	0.037243	2.802611	0.0051
GARCH(-1)	0.780637	0.112613	6.932047	0.0000
R-squared	0.955177	Mean dependent var	9.544310	
Adjusted R-squared	0.953824	S.D. dependent var	0.303370	
S.E. of regression	0.065190	Akaike info criterion	-2.619691	
Sum squared resid	1.126181	Schwarz criterion	-2.501012	
Log likelihood	367.8977	F-statistic	705.8948	
Durbin-Watson stat	1.606375	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.43  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast:	NIKKEIF
Actual:	NIKKEI
Forecast sample:	1991M01 2014M03
Adjusted sample:	1991M04 2014M01
Included observations:	274
Root Mean Squared Error	0.064110
Mean Absolute Error	0.050765
Mean Abs. Percent Error	0.532729
Theil Inequality Coefficient	0.003356
Bias Proportion	0.002413
Variance Proportion	0.012434
Covariance Proportion	0.985154



**Διάγραμμα 6.44**

**Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση διακύμανσης**

Από τα διαγράμματα 6.43 και 6.44 φαίνεται ότι ο πρώτος συνδυασμός που γίνεται αποδεκτός για ένα χαρτοφυλάκιο με τον δείκτη NIKKEI είναι με τους δείκτες DAX και S&P 500. Τα κατάλοιπα του μοντέλου έχουν whitenoise και ο κίνδυνος εξαλείφεται

**Πίνακας 6.47**  
**VAR μοντέλο με την προσθήκη των DAX και FTSE 100**

Error Correction: D(NIKKEI)

CointEq1	-0.037704 (0.01937) [-1.94649]
CointEq2	-0.278450 (0.17188) [-1.62000]
D(NIKKEI(-1))	0.048769 (0.06934) [ 0.70329]
D(NIKKEI(-2))	-0.015886 (0.06926) [-0.22938]
D(DAX(-1))	-161.4935 (99.4845) [-1.62330]
D(DAX(-2))	-37.04723 (98.2451) [-0.37709]
D(FTSE_100(-1))	0.121317 (0.10188) [ 1.19077]
D(FTSE_100(-2))	0.066300 (0.10253) [ 0.64664]
C	0.159352 (0.13876) [ 1.14840]
R-squared	0.044565
Adj. R-squared	0.015722
Sum sq. resids	0.969965
S.E. equation	0.060500
F-statistic	1.545071
Log likelihood	384.3873
Akaike AIC	-2.740053



Schwarz SC	-2.621374
Mean dependent	-0.002063
S.D. dependent	0.060981

**Πίνακας 6.48**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: NIKKEI

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/04/14 Time: 20:04

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

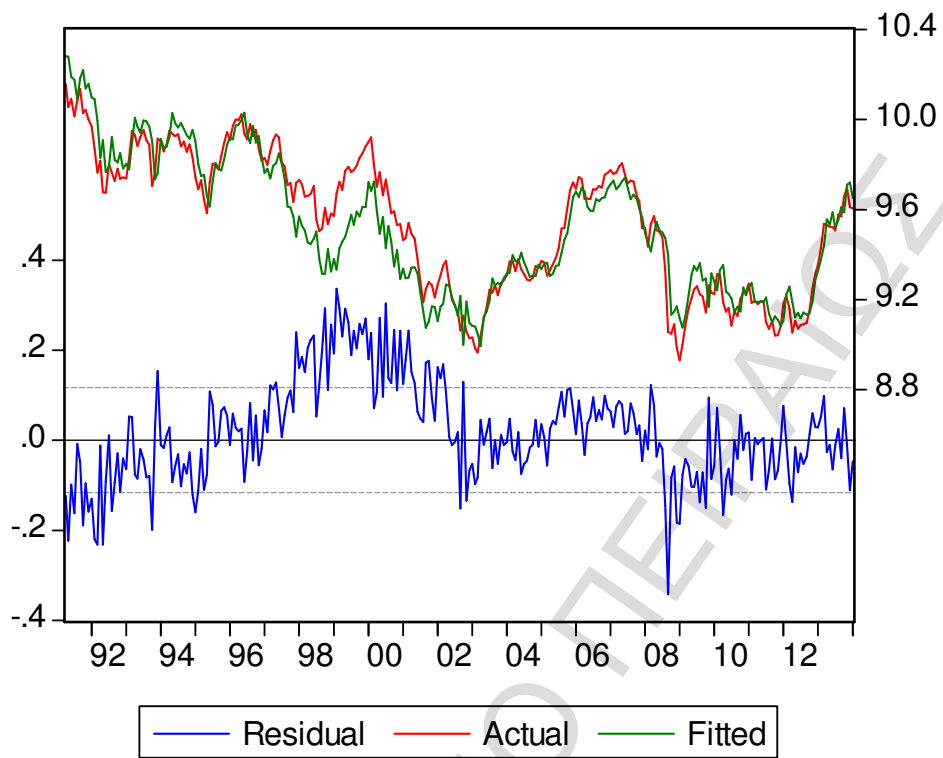
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 21 iterations

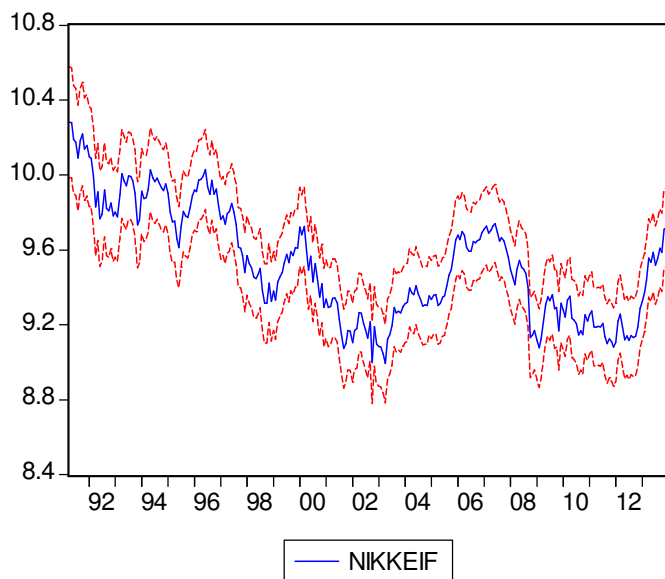
Variance backcast: ON

GARCH = C(7) + C(8)\*RESID(-1)^2 + C(9)\*GARCH(-1)

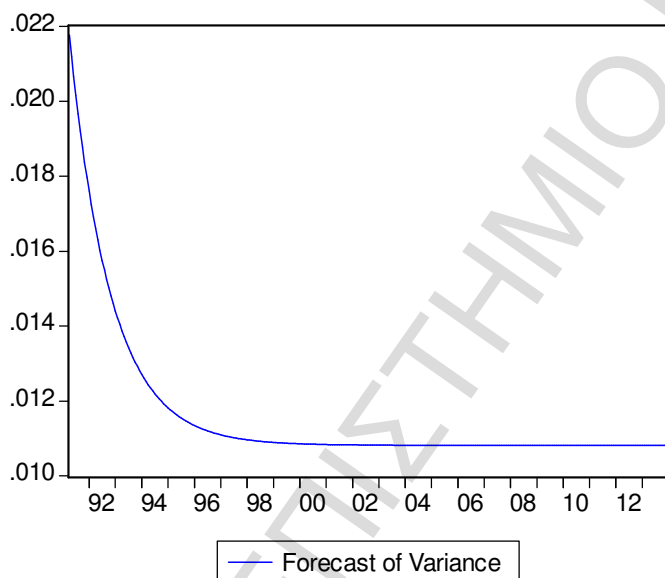
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_NIKKEI(-2)	-0.153396	0.111772	-1.372401	0.1699
RT_DAX(-2)	0.216526	0.144870	1.494625	0.1350
RT_FTSE(-2)	0.173748	0.202691	0.857207	0.3913
COINTEQ01	2.178953	0.165692	13.15061	0.0000
COINTEQ02	-0.521814	0.012860	-40.57708	0.0000
C	9.522508	0.005803	1641.091	0.0000
Variance Equation				
C	0.000560	0.000339	1.649226	0.0991
RESID(-1)^2	0.251980	0.079750	3.159615	0.0016
GARCH(-1)	0.696274	0.086884	8.013870	0.0000
R-squared	0.857341	Mean dependent var	9.544310	
Adjusted R-squared	0.853034	S.D. dependent var	0.303370	
S.E. of regression	0.116300	Akaike info criterion	-1.825688	
Sum squared resid	3.584337	Schwarz criterion	-1.707008	
Log likelihood	259.1192	F-statistic	199.0715	
Durbin-Watson stat	0.568872	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.45  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: NIKKEIF	
Actual: NIKKEI	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M04 2014M01	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.114374
Mean Absolute Error	0.087566
Mean Abs. Percent Error	0.914374
Theil Inequality Coefficient	0.005995
Bias Proportion	0.028860
Variance Proportion	0.000085
Covariance Proportion	0.971055



**Διάγραμμα 6.46**

**Πρόβλεψη της πορείας του NIKKEI και μέτρηση διακύμανσης**

Από τα διαγράμματα 6.45 και 6.46 φαίνεται ότι ο συγκεκριμένος συνδυασμός είναι και αυτός ακατάλληλος για επιλογή, αφού και ο κίνδυνος είναι σχετικά υψηλός και τα κατάλοιπα δεν έχουν whitenoise.

**Πίνακας 6.49**  
**VAR(2) με την προσθήκη των CAC 40 FTSE 100 και S&P500**

Error Correction: D(NIKKEI)

CointEq1	-0.062084 (0.02282) [-2.72020]
CointEq2	-0.334931 (0.17156) [-1.95230]
CointEq3	0.054511 (0.06530) [ 0.83474]
D(NIKKEI(-1))	0.047551 (0.07538) [ 0.63079]
D(NIKKEI(-2))	-0.010935 (0.07537) [-0.14507]
D(CAC_40(-1))	-135.8153 (102.382) [-1.32655]
D(CAC_40(-2))	-30.31226 (100.986) [-0.30016]
D(FTSE_100(-1))	0.182735 (0.15526) [ 1.17695]
D(FTSE_100(-2))	-0.046602 (0.15501) [-0.30063]
D(S_P_500(-1))	-0.055726 (0.15189) [-0.36688]
D(S_P_500(-2))	0.081547 (0.15181) [ 0.53715]
C	0.132237

(0.14384)  
[ 0.91935]

---

R-squared	0.056431
Adj. R-squared	0.013184
Sum sq. resids	0.884668
S.E. equation	0.060713
F-statistic	1.304849
Log likelihood	354.5759
Akaike AIC	-2.718856
Schwarz SC	-2.550788
Mean dependent	-0.004003
S.D. dependent	0.061118

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**Πίνακας 6.50**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: NIKKEI

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/05/14 Time: 17:29

Sample (adjusted): 1991M04 2012M03

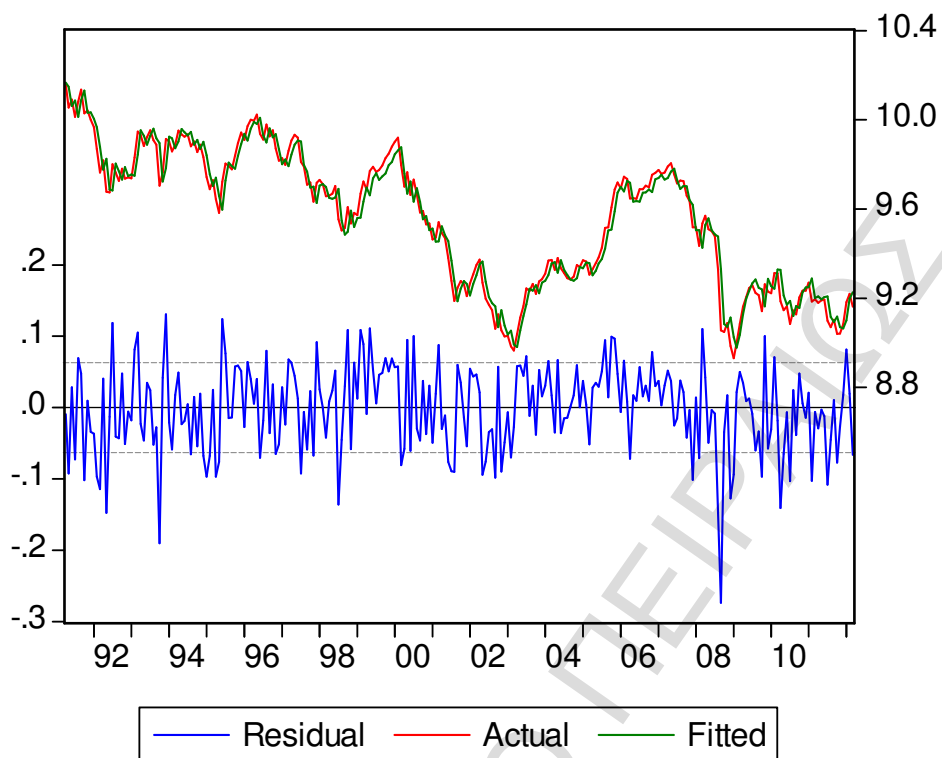
Included observations: 252 after adjustments

Convergence achieved after 25 iterations

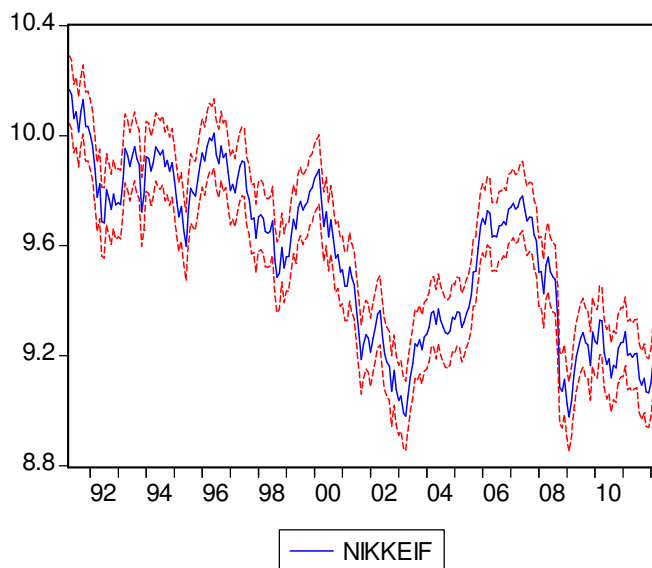
Variance backcast: ON

GARCH = C(9) + C(10)\*RESID(-1)^2 + C(11)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_NIKKEI(-2)	-0.009203	0.083000	-0.110880	0.9117
RT_CAC(-2)	0.067992	0.105167	0.646516	0.5179
RT_FTSE(-2)	-0.102919	0.172134	-0.597900	0.5499
RT_S_P_500(-2)	0.082469	0.157252	0.524438	0.6000
COINTEQ01	0.956145	0.025422	37.61044	0.0000
COINTEQ02	0.232805	0.115841	2.009691	0.0445
COINTEQ03	0.071042	0.069762	1.018352	0.3085
C	9.560044	0.004336	2204.793	0.0000
Variance Equation				
C	0.001512	0.001404	1.077516	0.2812
RESID(-1)^2	0.102188	0.051216	1.995243	0.0460
GARCH(-1)	0.499551	0.384929	1.297774	0.1944
R-squared	0.959254	Mean dependent var	9.558706	
Adjusted R-squared	0.957563	S.D. dependent var	0.305390	
S.E. of regression	0.062911	Akaike info criterion	-2.664355	
Sum squared resid	0.953823	Schwarz criterion	-2.510293	
Log likelihood	346.7087	F-statistic	567.3705	
Durbin-Watson stat	1.747319	Prob(F-statistic)	0.000000	

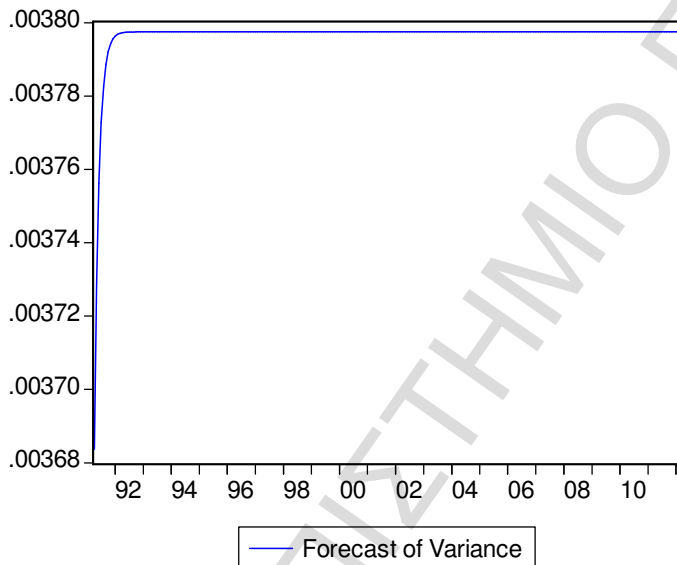


Διάγραμμα 6.47  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: NIKKEIF  
 Actual: NIKKEI  
 Forecast sample: 1991M01 2012M03  
 Adjusted sample: 1991M04 2012M03  
 Included observations: 252

Root Mean Squared Error	0.061522
Mean Absolute Error	0.049366
Mean Abs. Percent Error	0.517364
Theil Inequality Coefficient	0.003216
Bias Proportion	0.000691
Variance Proportion	0.013159
Covariance Proportion	0.986150



#### Διάγραμμα 6.48

#### Πρόβλεψη της πορείας του NIKKEI και μέτρηση διακύμανσης

Ένας δεύτερος συνδυασμός ο οποίος γίνεται αποδεκτός για τον δείκτη NIKKEI είναι εκείνος μεταξύ του NIKKEI και των CAC 40, FTSE 100 και S&P 500. Τα κατάλοιπα του συγκεκριμένου μοντέλου είναι whitenoise και ο κίνδυνος εξαλείφεται.



**Πίνακας 6.51**  
**VAR(2) με την προσθήκη των DAX, FTSE 100 και S&P 500**

Error Correction:	D(NIKKEI)
CointEq1	-0.045083 (0.02042) [-2.20800]
CointEq2	-0.241459 (0.15667) [-1.54118]
CointEq3	0.026683 (0.06284) [ 0.42462]
D(NIKKEI(-1))	0.065273 (0.07286) [ 0.89586]
D(NIKKEI(-2))	-0.014134 (0.07298) [-0.19366]
D(DAX(-1))	-163.6781 (99.7984) [-1.64009]
D(DAX(-2))	-35.34952 (98.4700) [-0.35899]
D(FTSE_100(-1))	0.172949 (0.15195) [ 1.13822]
D(FTSE_100(-2))	0.043851 (0.15090) [ 0.29060]
D(S_P_500(-1))	-0.073542 (0.14994) [-0.49048]
D(S_P_500(-2))	0.036434 (0.14942) [ 0.24384]
C	0.159891

(0.13905)  
[ 1.14988]

---

R-squared	0.051744
Adj. R-squared	0.011932
Sum sq. resids	0.962676
S.E. equation	0.060616
F-statistic	1.299711
Log likelihood	385.4206
Akaike AIC	-2.725698
Schwarz SC	-2.567459
Mean dependent	-0.002063
S.D. dependent	0.060981

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**Πίνακας 6.52**  
**ARCH μοντέλο**

Dependent Variable: NIKKEI

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/05/14 Time: 17:49

Sample (adjusted): 1991M04 2012M05

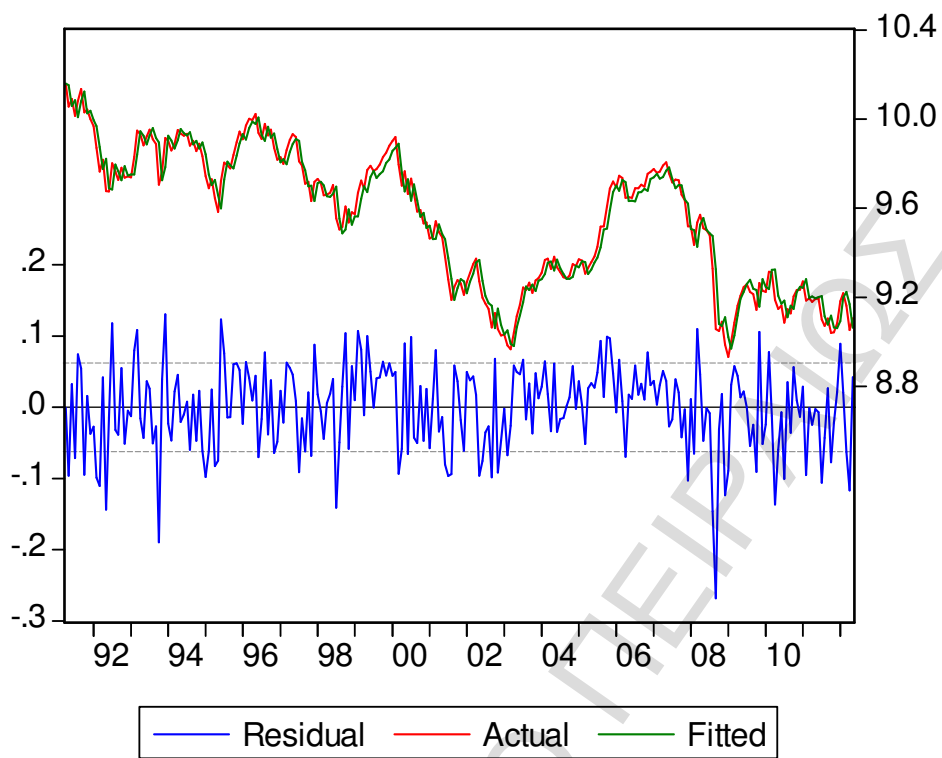
Included observations: 254 after adjustments

Convergence achieved after 28 iterations

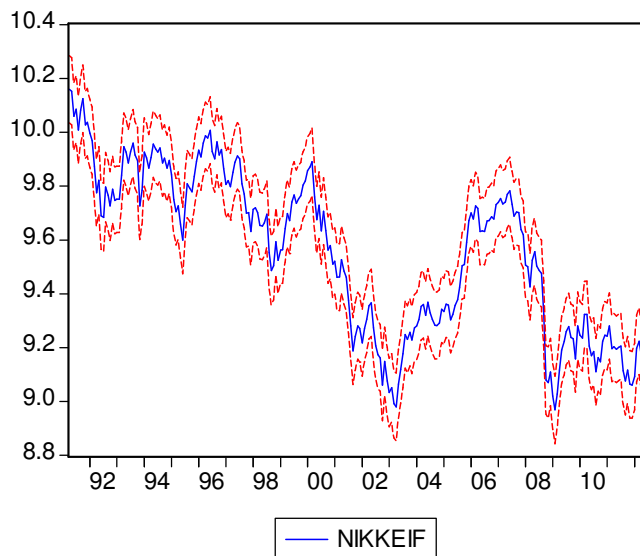
Variance backcast: ON

GARCH = C(9) + C(10)\*RESID(-1)^2 + C(11)\*GARCH(-1)

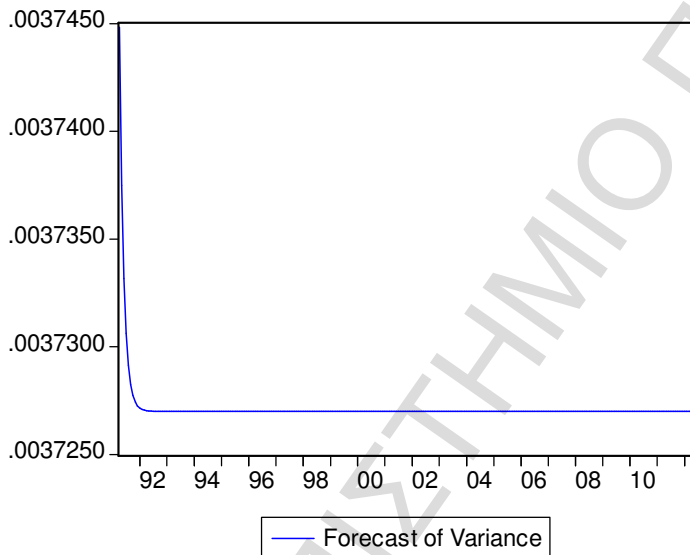
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_NIKKEI(-2)	-0.015948	0.083638	-0.190683	0.8488
RT_DAX(-2)	0.096889	0.102777	0.942710	0.3458
RT_FTSE(-2)	-0.075513	0.159669	-0.472935	0.6363
RT_S_P(-2)	0.015908	0.162215	0.098069	0.9219
COINTEQ01	0.108459	0.111987	0.968497	0.3328
COINTEQ02	0.066463	0.069748	0.952908	0.3406
COINTEQ03	0.951313	0.025039	37.99379	0.0000
C	9.542896	0.004404	2166.873	0.0000
Variance Equation				
C	0.001534	0.001511	1.015646	0.3098
RESID(-1)^2	0.094993	0.053121	1.788233	0.0737
GARCH(-1)	0.493310	0.421253	1.171054	0.2416
R-squared	0.960474	Mean dependent var	9.554931	
Adjusted R-squared	0.958847	S.D. dependent var	0.307139	
S.E. of regression	0.062306	Akaike info criterion	-2.681926	
Sum squared resid	0.943348	Schwarz criterion	-2.528734	
Log likelihood	351.6046	F-statistic	590.4853	
Durbin-Watson stat	1.790257	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.49  
Απεικόνιση των καταλοίπων



Forecast:	NIKKEIF
Actual:	NIKKEI
Forecast sample:	1991M01 2014M03
Adjusted sample:	1991M04 2012M05
Included observations:	254
Root Mean Squared Error	0.060942
Mean Absolute Error	0.048909
Mean Abs. Percent Error	0.513050
Theil Inequality Coefficient	0.003187
Bias Proportion	0.000648
Variance Proportion	0.012330
Covariance Proportion	0.987022



**Διάγραμμα 6.50**

**Πρόβλεψη της πορείας του NIKKEI και μέτρηση διακύμανσης**

Τέλος από τον συνδυασμό του NIKKEI με τους DAX,S&P 500 και FTSE 100 προκύπτει άλλο ένα άριστο χαρτοφυλάκιο.Αυτό απεικονίζεται στα διαγράμματα 6.49 και 6.50,όπου το κατάλοιπα έχουν whitenoise και ο κίνδυνος εξαλείφεται.

## FTSE 100

Σειρά έχει η απεικόνιση των αντίστοιχων μοντέλων για τον δείκτη FTSE 100.

**Πίνακας 6.53**  
**AR(2) μοντέλο**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 05/05/14 Time: 18:01

Sample (adjusted): 1991M03 2014M01

Included observations: 275 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-2)	1.000835	0.000420	2380.333	0.0000
R-squared	0.958904	Mean dependent var		8.450506
Adjusted R-squared	0.958904	S.D. dependent var		0.290575
S.E. of regression	0.058906	Akaike info criterion		-2.822132
Sum squared resid	0.950744	Schwarz criterion		-2.808980
Log likelihood	389.0431	Durbin-Watson stat		1.023368

**Πίνακας 6.54**  
**GARCH μοντέλα**

Dependent Variable: LNPT

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/05/14 Time: 18:04

Sample (adjusted): 1991M03 2014M01

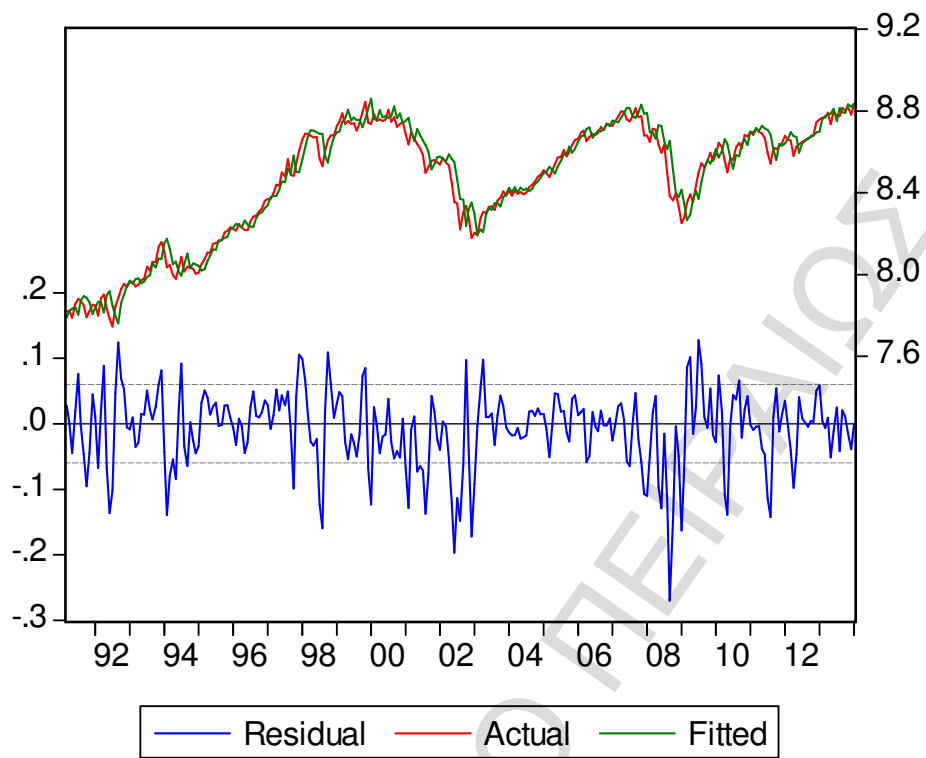
Included observations: 275 after adjustments

Convergence achieved after 11 iterations

Variance backcast: ON

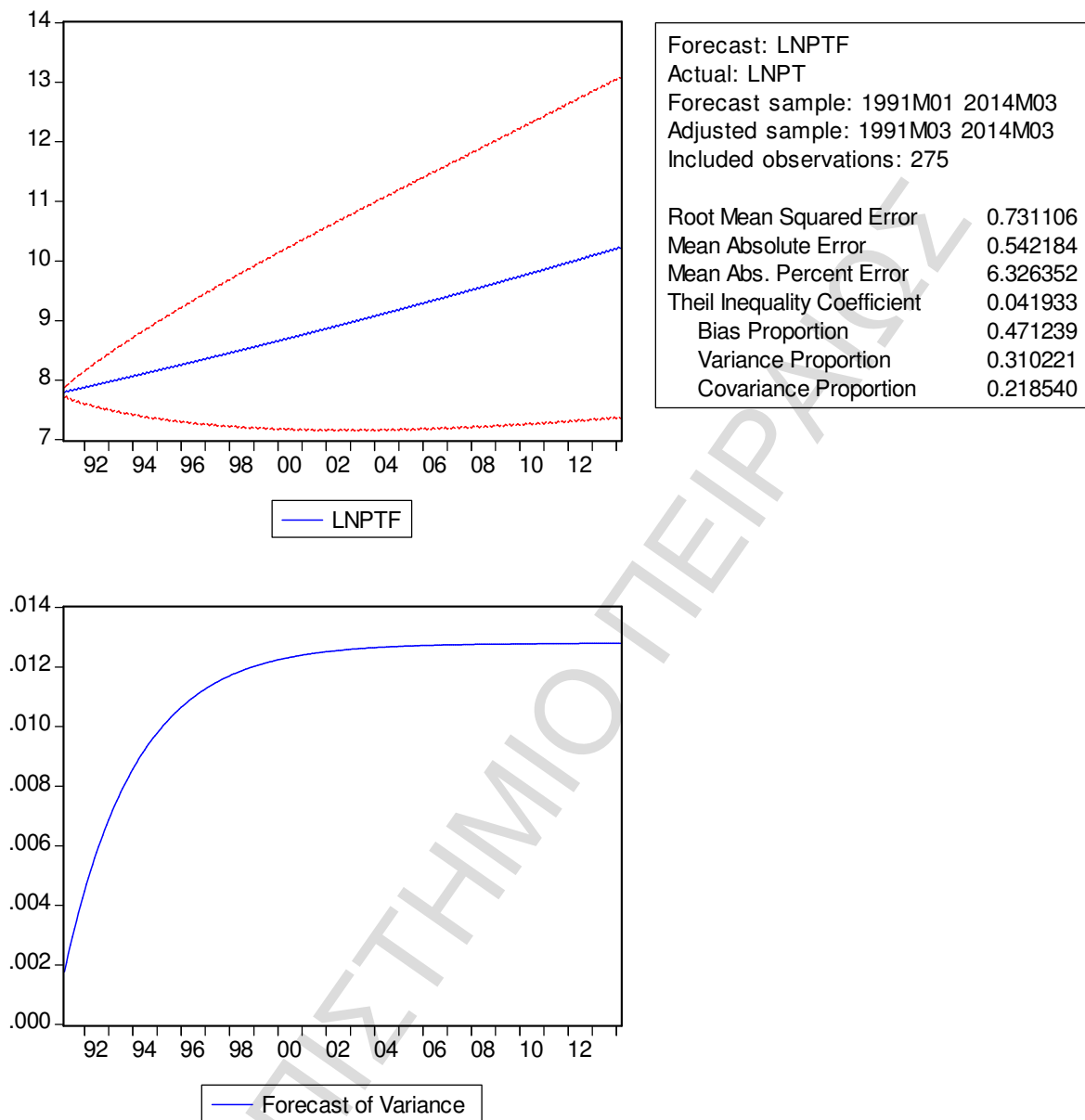
GARCH = C(2) + C(3)\*RESID(-1)^2 + C(4)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LNPT(-2)	1.001965	0.000306	3272.673	0.0000
Variance Equation				
C	0.000356	0.000150	2.377889	0.0174
RESID(-1)^2	0.504414	0.109791	4.594304	0.0000
GARCH(-1)	0.467774	0.082586	5.664078	0.0000
R-squared	0.957822	Mean dependent var	8.450506	
Adjusted R-squared	0.957355	S.D. dependent var	0.290575	
S.E. of regression	0.060006	Akaike info criterion	-3.064552	
Sum squared resid	0.975787	Schwarz criterion	-3.011944	
Log likelihood	425.3759	Durbin-Watson stat	0.998227	



Διάγραμμα 6.51  
Απεικόνιση των καταλοίπων





**Διάγραμμα 6.52**  
**Πρόβλεψη της πορείας του FTSE 100 και μέτρηση της διακύμανσης**

**Πίνακας 6.55**  
**VAR(2) μοντέλο με προσθήκη του DAX**  
 Error Correction: D(FTSE\_100)

CointEq1	-0.001778
	(7.8E-05)
	[-22.9026]
D(FTSE_100(-1))	-0.721997
	(0.05251)
	[-13.7498]
D(FTSE_100(-2))	-0.519638
	(0.05215)
	[-9.96511]
D(DAX(-1))	1.26E-05
	(3.2E-05)
	[ 0.39577]
D(DAX(-2))	-8.36E-06
	(3.2E-05)
	[-0.26207]
C	0.001829
	(7.4E-05)
	[ 24.8609]

R-squared	0.773863
Adj. R-squared	0.769644
Sum sq. resids	2.83E-07
S.E. equation	3.25E-05
F-statistic	183.4245
Log likelihood	2446.047
Akaike AIC	-17.81056
Schwarz SC	-17.73144
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

**Πίνακας 6.56**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: FTSE\_100

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/05/14 Time: 18:15

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 1 iteration

Variance backcast: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_FTSE(-2)	0.003818	0.005127	0.744594	0.4565
RT_DAX(-2)	-0.004120	0.003525	-1.168849	0.2425
COINTEQ02	0.971663	0.002450	396.6009	0.0000
C	10.53046	0.000159	66254.04	0.0000

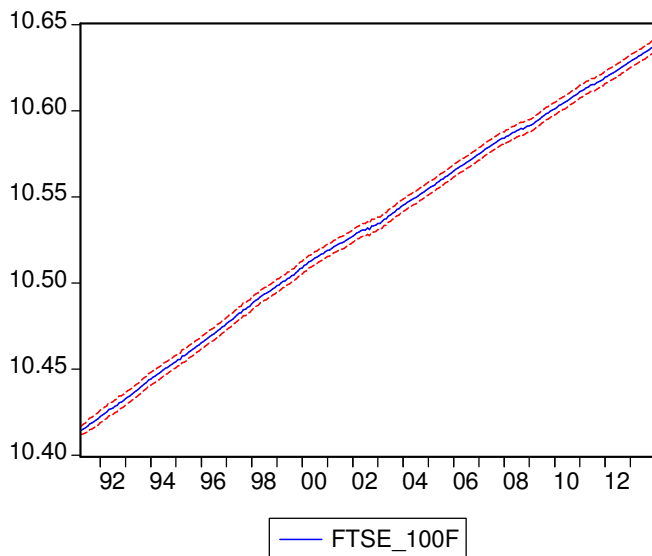
Variance Equation				
C	8.12E-07	2.12E-06	0.382618	0.7020
RESID(-1)^2	0.150000	0.403328	0.371906	0.7100
GARCH(-1)	0.600000	0.995835	0.602509	0.5468

R-squared	0.999691	Mean dependent var	10.53044
Adjusted R-squared	0.999684	S.D. dependent var	0.064476
S.E. of regression	0.001146	Akaike info criterion	-10.60568
Sum squared resid	0.000351	Schwarz criterion	-10.51337
Log likelihood	1459.978	F-statistic	143900.3
Durbin-Watson stat	0.090223	Prob(F-statistic)	0.000000

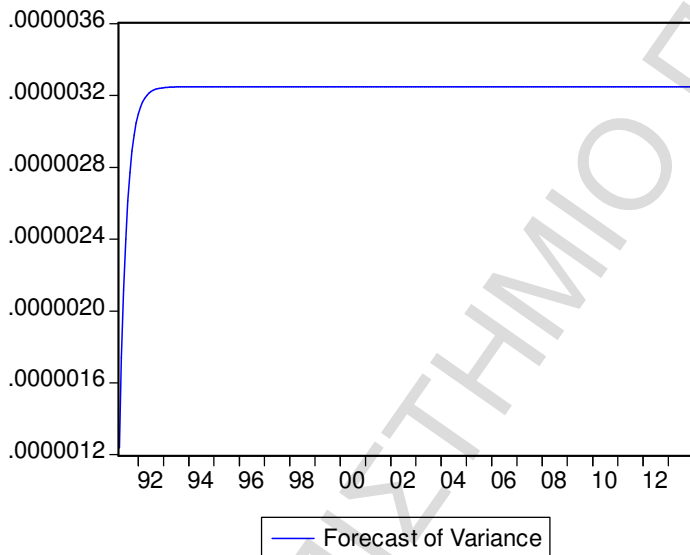


Διάγραμμα 6.53  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: FTSE\_100F  
 Actual: FTSE\_100  
 Forecast sample: 1991M01 2014M03  
 Adjusted sample: 1991M04 2014M01  
 Included observations: 274

Root Mean Squared Error	0.001132
Mean Absolute Error	0.000927
Mean Abs. Percent Error	0.008813
Theil Inequality Coefficient	5.37E-05
Bias Proportion	0.000003
Variance Proportion	0.000077
Covariance Proportion	0.999920



**Διάγραμμα 6.54**

**Πρόβλεψη της πορείας του FTSE 100 και μέτρηση της διακύμανσης**

Από τα διαγράμματα 6.53 και 6.54 εξάγεται ότι η προσθήκη του DAX είναι ικανή να μετατρέψει το μοντέλο σε σταθερό και να εκμηδενίσει τον κίνδυνο. Το συγκεκριμένο χαρτοφυλάκιο φυσικά και είναι αποδοτικό και προτείνεται ως επιλογή.

**Πίνακας 6.57**  
**VAR(2) μοντέλου του FTSE 100 με τον CAC 40**

Error Correction: D(FTSE\_100)

CointEq1	-0.001792 (7.8E-05) [-22.9692]
D(FTSE_100(-1))	-0.725128 (0.05247) [-13.8195]
D(FTSE_100(-2))	-0.522599 (0.05208) [-10.0338]
D(CAC_40(-1))	1.12E-05 (3.6E-05) [ 0.31067]
D(CAC_40(-2))	-6.85E-06 (3.6E-05) [-0.18967]
C	0.001834 (7.3E-05) [ 24.9492]
R-squared	0.774971
Adj. R-squared	0.770773
Sum sq. resids	2.81E-07
S.E. equation	3.24E-05
F-statistic	184.5917
Log likelihood	2446.720
Akaike AIC	-17.81548
Schwarz SC	-17.73636
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

**Πίνακας 6.58**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: FTSE\_100

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/05/14 Time: 18:27

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

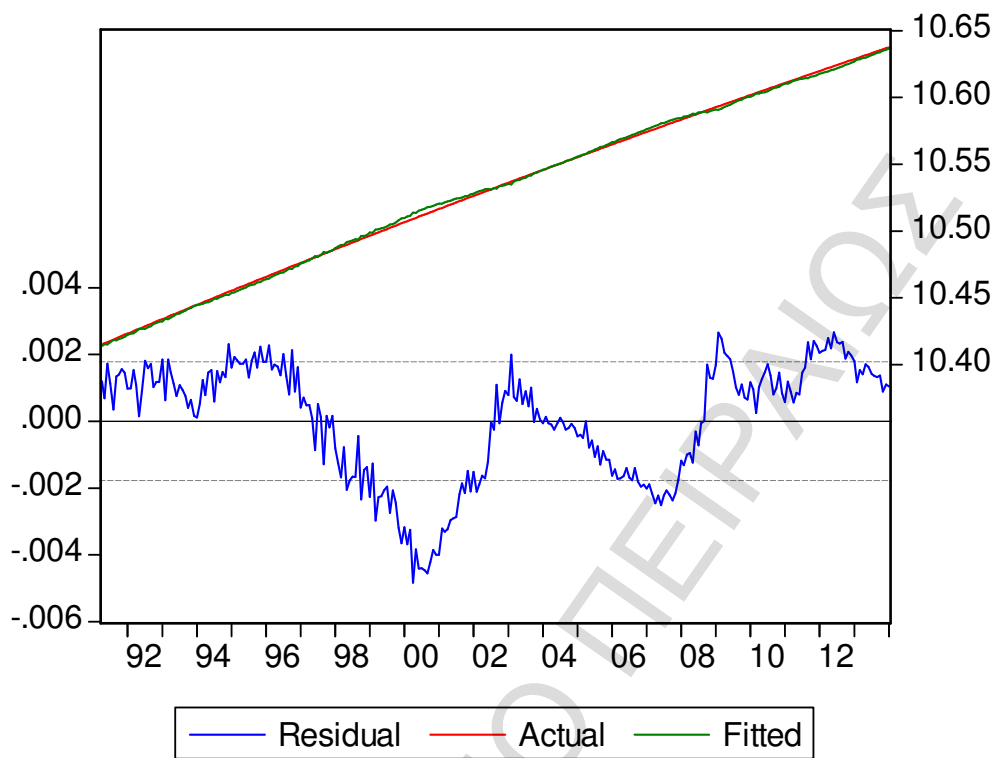
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 1 iteration

Variance backcast: ON

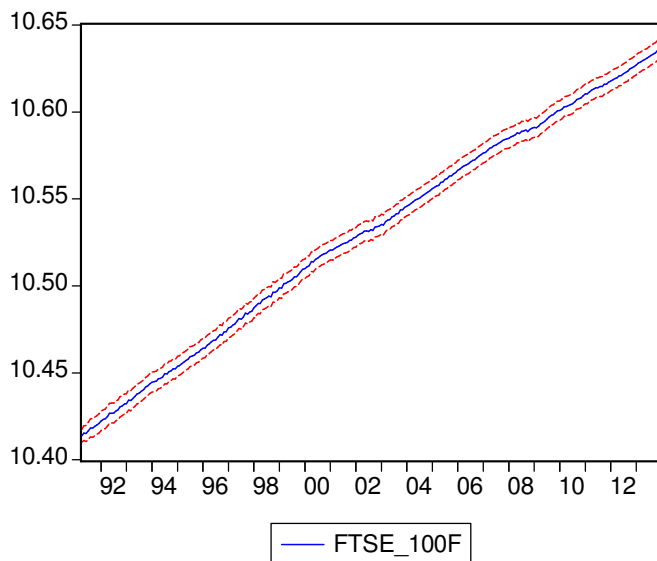
GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_FTSE(-2)	0.011124	0.009380	1.185947	0.2356
RT_CAC(-2)	-0.010264	0.007020	-1.462060	0.1437
COINTEQ01	0.976237	0.003276	298.0406	0.0000
C	10.53044	0.000228	46286.63	0.0000
Variance Equation				
C	1.95E-06	5.56E-06	0.351476	0.7252
RESID(-1)^2	0.150000	0.429413	0.349314	0.7269
GARCH(-1)	0.600000	1.081514	0.554778	0.5790
R-squared	0.999255	Mean dependent var		10.53044
Adjusted R-squared	0.999238	S.D. dependent var		0.064476
S.E. of regression	0.001780	Akaike info criterion		-9.710144
Sum squared resid	0.000846	Schwarz criterion		-9.617838
Log likelihood	1337.290	F-statistic		59678.30
Durbin-Watson stat	0.101782	Prob(F-statistic)		0.000000



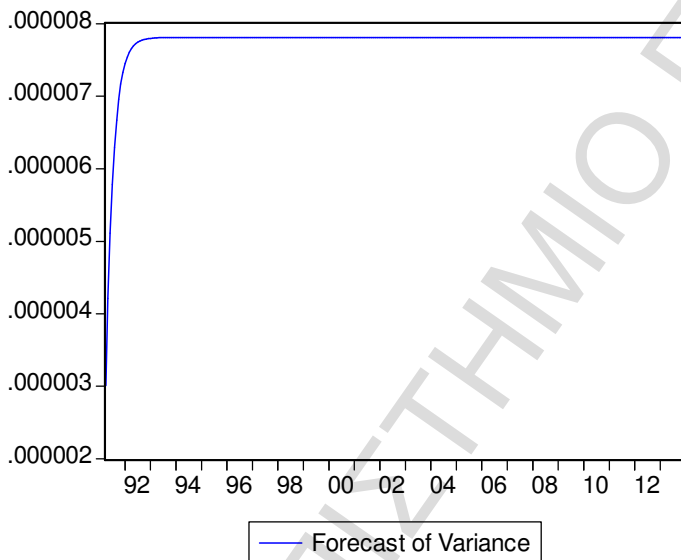
Διάγραμμα 6.55  
Απεικόνιση καταλοίπων





Forecast: FTSE\_100F  
 Actual: FTSE\_100  
 Forecast sample: 1991M01 2014M03  
 Adjusted sample: 1991M04 2014M01  
 Included observations: 274

Root Mean Squared Error	0.001757
Mean Absolute Error	0.001483
Mean Abs. Percent Error	0.014078
Theil Inequality Coefficient	8.34E-05
Bias Proportion	0.000004
Variance Proportion	0.000187
Covariance Proportion	0.999809



**Διάγραμμα 6.56**

**Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης**

Είναι ίσως το πιο σταθερό μοντέλο από όλα, αφού η διακύμανση εκμηδενίζεται και είναι η μικρότερη από όλα τα μοντέλα. Επίσης, τα κατάλοιπα είναι whitenoise.

**Πίνακας 6.59**  
**VAR(2) με την προσθήκη του ΝΙΚΚΕΙ**

	RT_FTSE
RT_FTSE(-1)	0.023164 (0.06828) [ 0.33923]
RT_FTSE(-2)	-0.010755 (0.06830) [-0.15747]
RT_NIKKEI(-1)	0.006196 (0.04635) [ 0.13368]
RT_NIKKEI(-2)	-0.058495 (0.04607) [-1.26973]
C	0.003634 (0.00253) [ 1.43763]
R-squared	0.009096
Adj. R-squared	-0.005584
Sum sq. resids	0.459770
S.E. equation	0.041266
F-statistic	0.619610
Log likelihood	488.9393
Akaike AIC	-3.519559
Schwarz SC	-3.453799
Mean dependent	0.003738
S.D. dependent	0.041151

**Πίνακας 6.60**  
**ARCH μοντέλο**

Dependent Variable: FTSE\_100

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/05/14 Time: 18:38

Sample (adjusted): 1991M03 2014M02

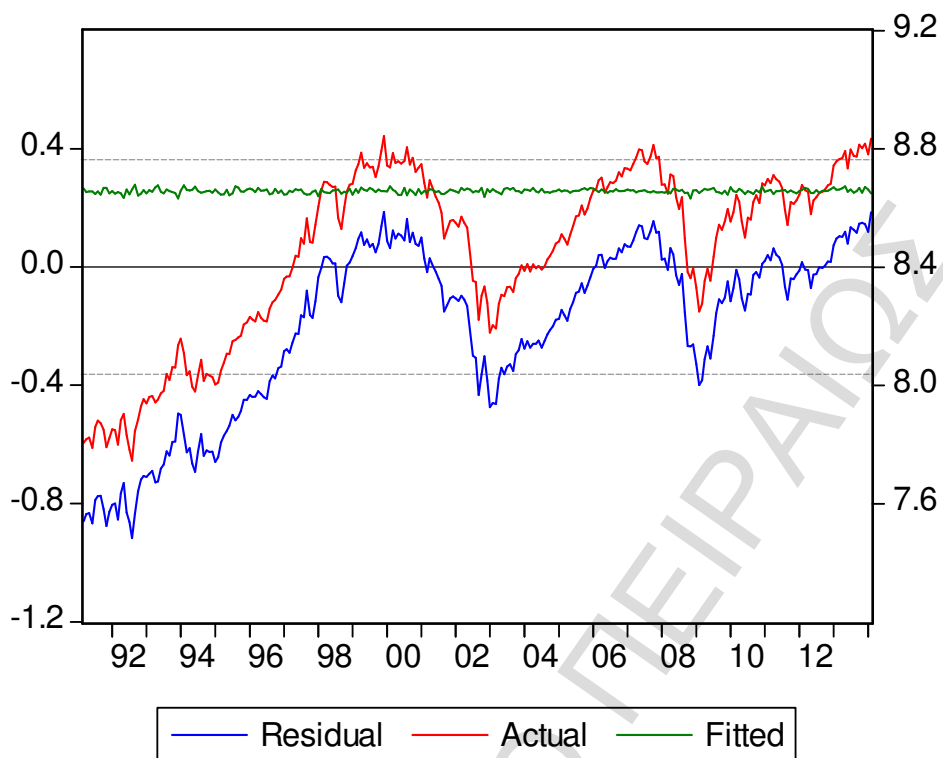
Included observations: 276 after adjustments

Convergence achieved after 197 iterations

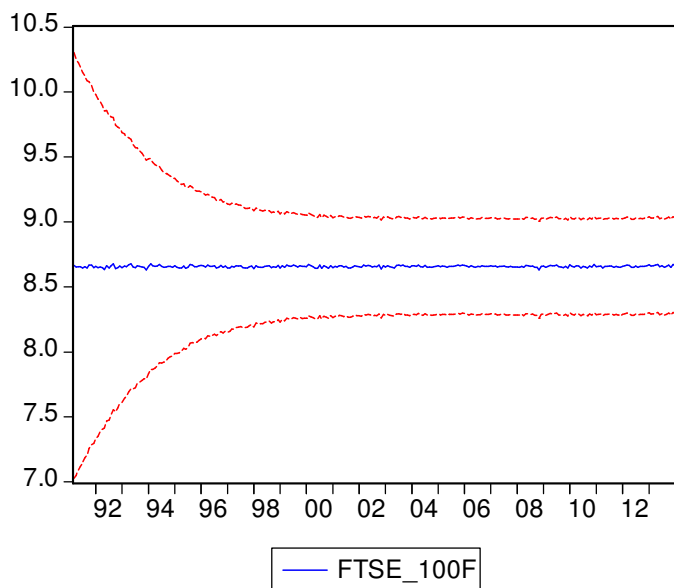
Variance backcast: ON

GARCH = C(4) + C(5)\*RESID(-1)^2 + C(6)\*GARCH(-1)

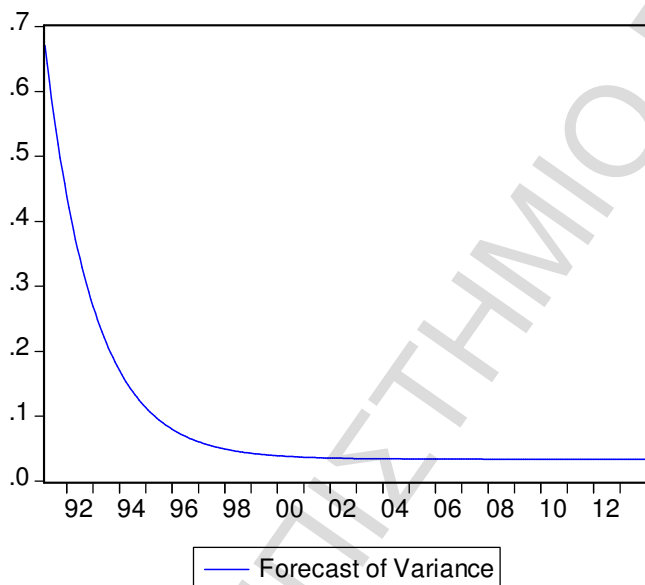
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_FTSE(-2)	-0.103762	0.125625	-0.825967	0.4088
RT_NIKKEI(-2)	0.138554	0.083074	1.667848	0.0953
C	8.658188	0.005456	1586.936	0.0000
Variance Equation				
C	0.001505	0.000607	2.478390	0.0132
RESID(-1)^2	0.946390	0.343809	2.752665	0.0059
GARCH(-1)	0.009351	0.164378	0.056884	0.9546
R-squared	-0.510799	Mean dependent var		8.448172
Adjusted R-squared	-0.538777	S.D. dependent var		0.292626
S.E. of regression	0.362995	Akaike info criterion		-0.710102
Sum squared resid	35.57656	Schwarz criterion		-0.631398
Log likelihood	103.9941	Durbin-Watson stat		0.013651



Διάγραμμα 6.57  
Απεικόνιση των καταλοίπων



Forecast: FTSE_100F	
Actual: FTSE_100	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M03 2014M03	
Included observations: 276	
Root Mean Squared Error	0.359027
Mean Absolute Error	0.255995
Mean Abs. Percent Error	3.136292
Theil Inequality Coefficient	0.020983
Bias Proportion	0.340104
Variance Proportion	0.628356
Covariance Proportion	0.031540



**Διάγραμμα 6.58**

**Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης**

Ο συνδυασμός του FTSE 100 με τον NIKKEI δεν είναι αποδεκτός, διότι δεν υπάρχει σχέση συνολοκλήρωσης μεταξύ των δύο δεικτών, όπως φαίνεται και από τα διαγράμματα. Ειδικά το 6.39 δείχνει ότι τα κατάλοιπα δεν έχουν whitenoise

**Πίνακας 6.61**  
**VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη του S&P 500**

Error Correction:	D(FTSE_100)
CointEq1	-0.001765 (7.8E-05) [-22.7499]
D(FTSE_100(-1))	-0.722128 (0.05299) [-13.6270]
D(FTSE_100(-2))	-0.517711 (0.05223) [-9.91154]
D(S_P_500(-1))	3.31E-05 (4.6E-05) [ 0.71303]
D(S_P_500(-2))	1.48E-05 (4.7E-05) [ 0.31916]
C	0.001827 (7.4E-05) [ 24.7181]
R-squared	0.774613
Adj. R-squared	0.770408
Sum sq. resids	2.82E-07
S.E. equation	3.24E-05
F-statistic	184.2127
Log likelihood	2446.502
Akaike AIC	-17.81388
Schwarz SC	-17.73476
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

**Πίνακας 6.62**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: FTSE\_100

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/05/14 Time: 18:54

Sample (adjusted): 1991M05 2014M02

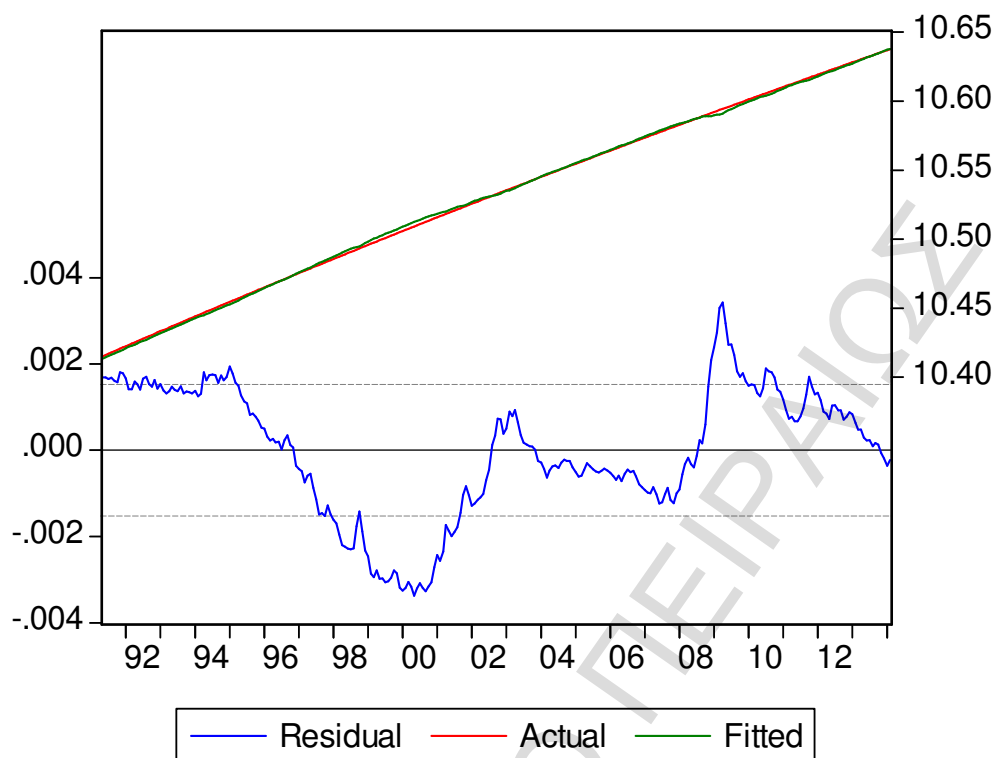
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 1 iteration

Variance backcast: ON

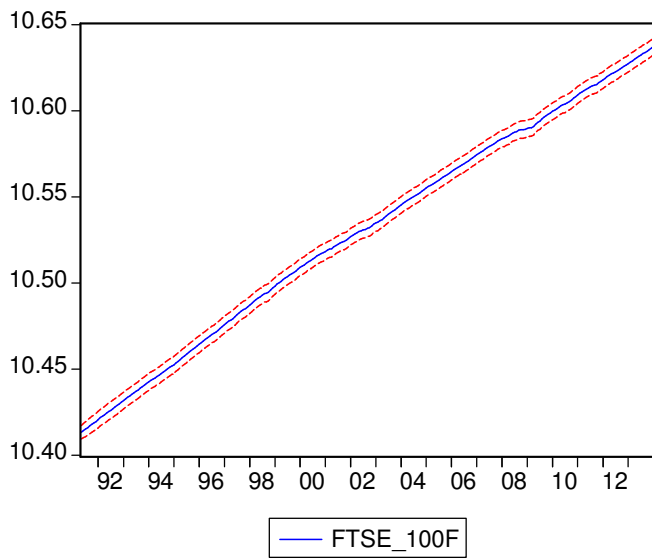
GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_FTSE(-2)	0.001313	0.007815	0.168032	0.8666
RT_S_P(-2)	-0.003402	0.006973	-0.487942	0.6256
COINTEQ01	0.965696	0.002911	331.7558	0.0000
C	10.53046	0.000211	49847.15	0.0000
Variance Equation				
C	1.44E-06	6.43E-06	0.223361	0.8233
RESID(-1)^2	0.150000	0.656863	0.228358	0.8194
GARCH(-1)	0.600000	1.714571	0.349942	0.7264
R-squared	0.999453	Mean dependent var		10.53044
Adjusted R-squared	0.999441	S.D. dependent var		0.064476
S.E. of regression	0.001525	Akaike info criterion		-10.02819
Sum squared resid	0.000621	Schwarz criterion		-9.935880
Log likelihood	1380.862	F-statistic		81286.50
Durbin-Watson stat	0.017996	Prob(F-statistic)		0.000000



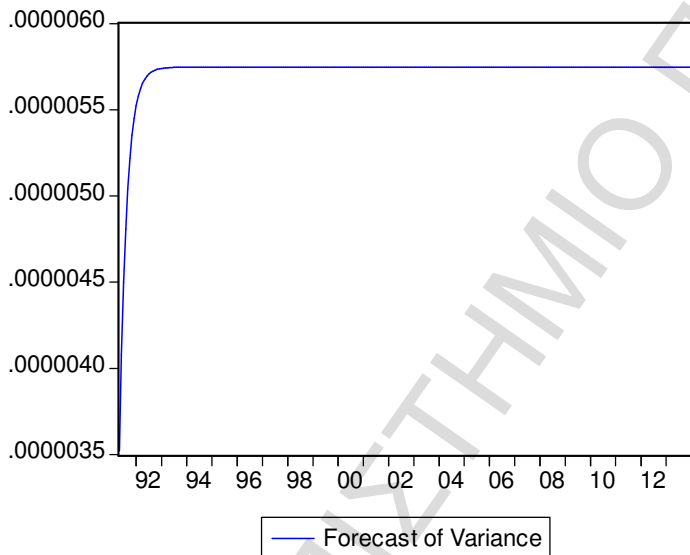
Διάγραμμα 6.59  
Απεικόνιση καταλοίπων





Forecast: FTSE\_100F  
 Actual: FTSE\_100  
 Forecast sample: 1991M01 2014M03  
 Adjusted sample: 1991M05 2014M02  
 Included observations: 274

Root Mean Squared Error	0.001505
Mean Absolute Error	0.001244
Mean Abs. Percent Error	0.011827
Theil Inequality Coefficient	7.15E-05
Bias Proportion	0.000001
Variance Proportion	0.000137
Covariance Proportion	0.999862



**Διάγραμμα 6.60**

**Πρόβλεψη της πορείας του και μέτρηση της διακύμανσης**

Επίσης ο συγκεκριμένος συδυασμός έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία μοντέλου με whitenoise στα κατάλοιπα και εκμηδένιση του κινδύνου.

**Πίνακας 6.63**  
**VAR(2) με την προσθήκη των DAX και NIKKEI**  
 Error Correction: D(FTSE\_100)

CointEq1	-0.003790 (0.00617) [-0.61429]
CointEq2	0.012488 (0.11807) [ 0.10577]
D(FTSE_100(-1))	0.014531 (0.06999) [ 0.20763]
D(FTSE_100(-2))	-0.010073 (0.07043) [-0.14301]
D(DAX(-1))	-23.01106 (68.3402) [-0.33671]
D(DAX(-2))	17.86226 (67.4888) [ 0.26467]
D(NIKKEI(-1))	0.008351 (0.04764) [ 0.17532]
D(NIKKEI(-2))	-0.063198 (0.04757) [-1.32839]
C	0.007795 (0.09532) [ 0.08178]
R-squared	0.013373
Adj. R-squared	-0.016412
Sum sq. resids	0.457718
S.E. equation	0.041560
F-statistic	0.448984
Log likelihood	487.2752
Akaike AIC	-3.491060

Schwarz SC	-3.372381
Mean dependent	0.003707
S.D. dependent	0.041223

**Πίνακας 6.64**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: FTSE\_100

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/05/14 Time: 19:11

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

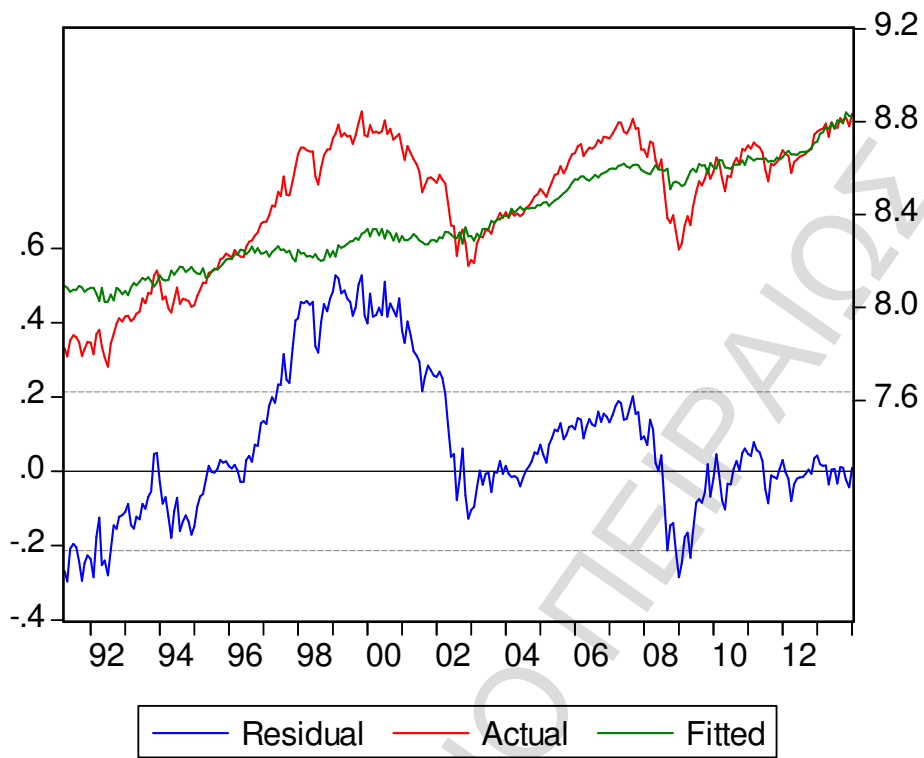
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 37 iterations

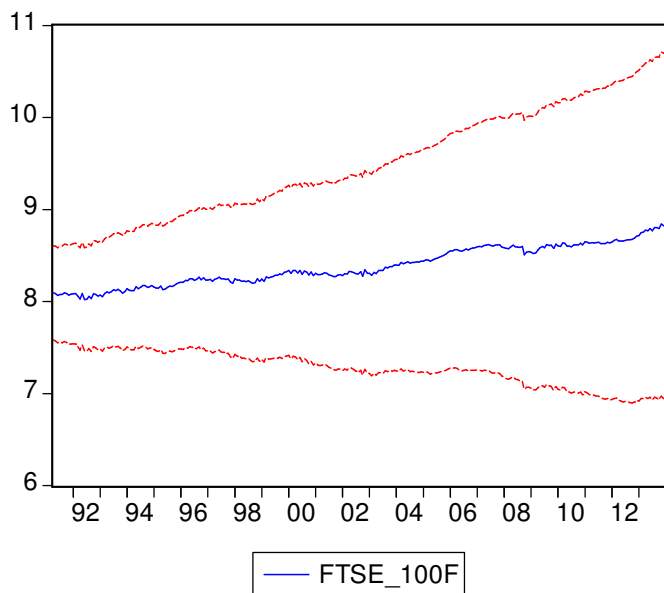
Variance backcast: ON

GARCH = C(7) + C(8)\*RESID(-1)^2 + C(9)\*GARCH(-1)

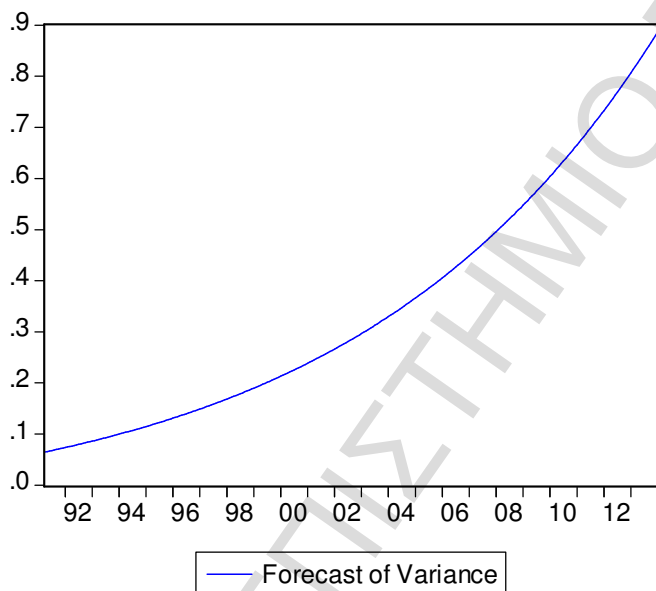
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_FTSE(-2)	0.317784	0.134639	2.360262	0.0183
RT_DAX(-2)	-0.043868	0.086061	-0.509735	0.6102
RT_NIKKEI(-2)	-0.111289	0.060167	-1.849662	0.0644
COINTEQ01	4.246383	0.103891	40.87339	0.0000
COINTEQ02	-0.079328	0.008515	-9.316204	0.0000
C	8.382340	0.004116	2036.639	0.0000
Variance Equation				
C	0.000457	0.000204	2.239397	0.0251
RESID(-1)^2	0.811494	0.244123	3.324122	0.0009
GARCH(-1)	0.195904	0.143083	1.369168	0.1709
R-squared	0.466517	Mean dependent var	8.452812	
Adjusted R-squared	0.450412	S.D. dependent var	0.288574	
S.E. of regression	0.213932	Akaike info criterion	-1.561215	
Sum squared resid	12.12823	Schwarz criterion	-1.442536	
Log likelihood	222.8865	F-statistic	28.96695	
Durbin-Watson stat	0.044755	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.61  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: FTSE_100F	
Actual: FTSE_100	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M04 2014M01	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.210389
Mean Absolute Error	0.152676
Mean Abs. Percent Error	1.797520
Theil Inequality Coefficient	0.012491
Bias Proportion	0.108685
Variance Proportion	0.135953
Covariance Proportion	0.755362



**Διάγραμμα 6.62**

**Πρόβλεψη της πορείας του FTSE 100 και μέτρηση της διακύμανσης**

Η προσθήκη των DAX και NIKKEI σε ένα μοντέλο πρόβλεψης της πορείας του FTSE 100 δεν έχει κανένα όφελος,καθότι τα κατάλοιπα δεν έχουν whitenoise και η διακύμανση αυξάνεται.

**Πίνακας 6.65**  
**VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη των DAX και S&P 500**

Error Correction: D(FTSE\_100)

CointEq1	-0.068794 (0.03887) [-1.76978]
CointEq2	-0.060520 (0.10124) [-0.59778]
D(FTSE_100(-1))	-0.008242 (0.10264) [-0.08030]
D(FTSE_100(-2))	-0.069743 (0.10204) [-0.68352]
D(DAX(-1))	-18.27683 (68.0076) [-0.26875]
D(DAX(-2))	15.86771 (66.8735) [ 0.23728]
D(S_P_500(-1))	0.055462 (0.09724) [ 0.57038]
D(S_P_500(-2))	0.038517 (0.09657) [ 0.39886]
C	0.005419 (0.09473) [ 0.05721]
R-squared	0.021156
Adj. R-squared	-0.008394
Sum sq. resids	0.454107
S.E. equation	0.041396
F-statistic	0.715924
Log likelihood	488.3602
Akaike AIC	-3.498979

Schwarz SC	-3.380300
Mean dependent	0.003707
S.D. dependent	0.041223

**Πίνακας 6.66**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: FTSE\_100

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/05/14 Time: 19:28

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 77 iterations

Variance backcast: ON

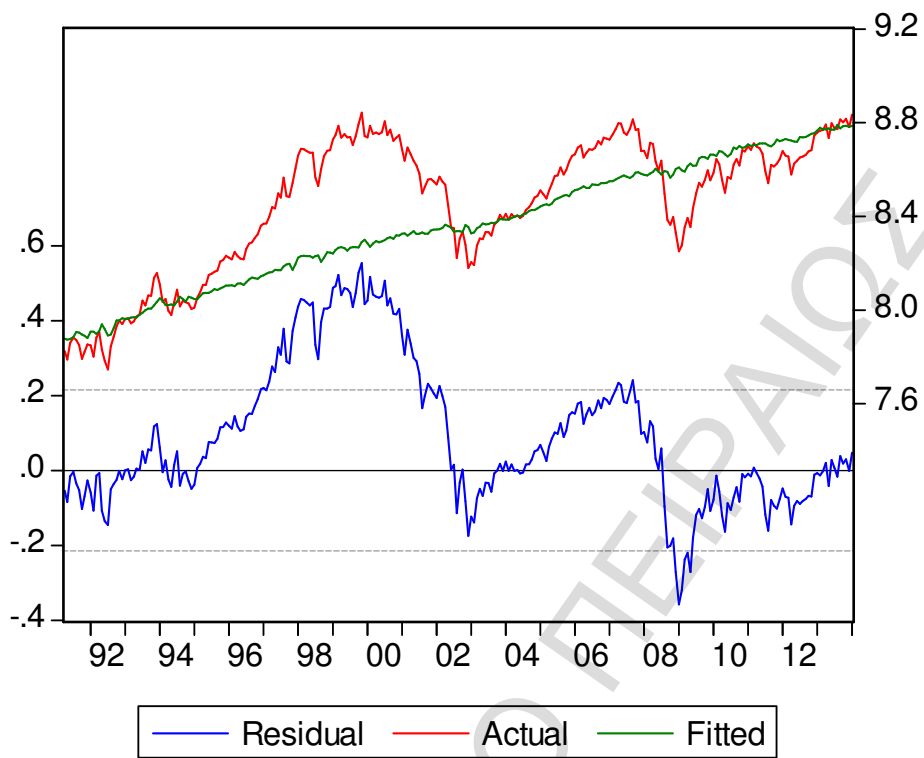
GARCH = C(7) + C(8)\*RESID(-1)^2 + C(9)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_FTSE(-2)	0.150428	0.152935	0.983604	0.3253
RT_DAX(-2)	-0.015242	0.086142	-0.176941	0.8596
RT_S_P(-2)	0.003378	0.168501	0.020049	0.9840
COINTEQ01	4.051381	0.052834	76.68172	0.0000
COINTEQ02	0.238496	0.055338	4.309831	0.0000
C	8.359613	0.004102	2038.176	0.0000

Variance Equation

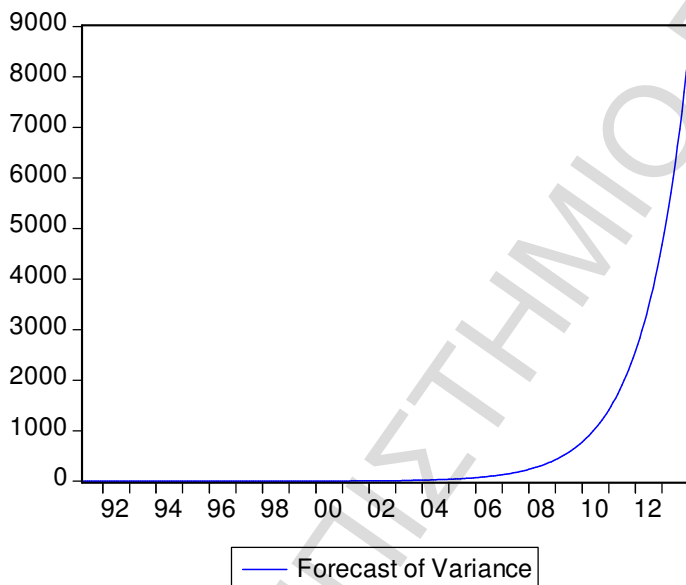
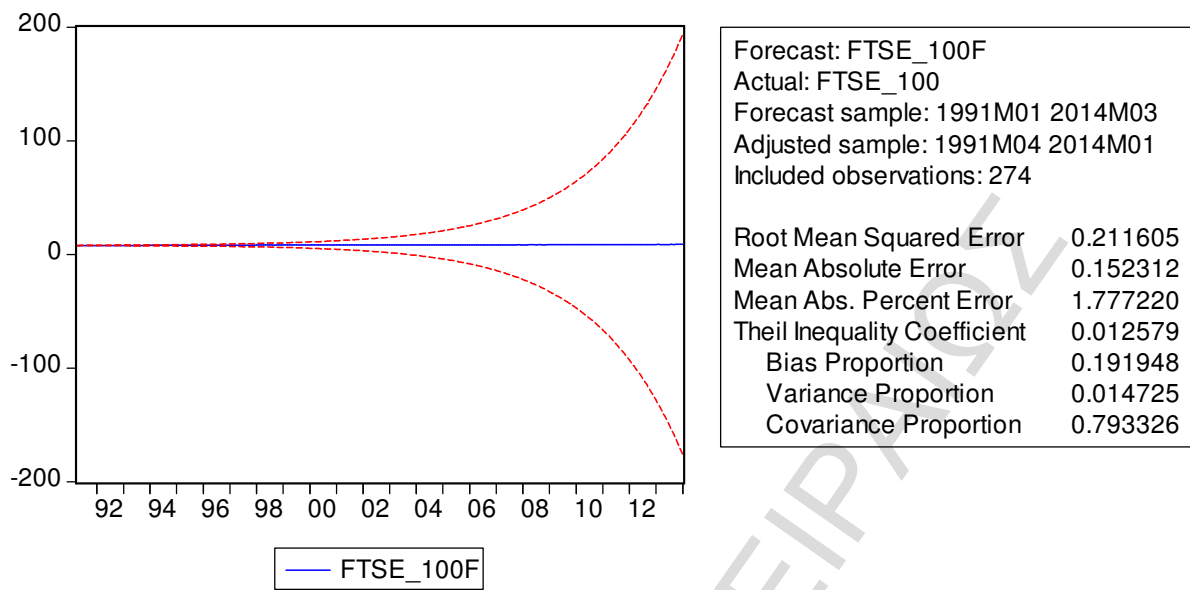
C	0.000331	0.000164	2.013020	0.0441
RESID(-1)^2	0.730588	0.166239	4.394792	0.0000
GARCH(-1)	0.320567	0.066071	4.851861	0.0000

R-squared	0.460333	Mean dependent var	8.452812
Adjusted R-squared	0.444041	S.D. dependent var	0.288574
S.E. of regression	0.215168	Akaike info criterion	-1.502506
Sum squared resid	12.26882	Schwarz criterion	-1.383826
Log likelihood	214.8433	F-statistic	28.25539
Durbin-Watson stat	0.040248	Prob(F-statistic)	0.000000



Διάγραμμα 6.63  
Απεικόνιση καταλοίπων





**Διάγραμμα 6.64**

**Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης.**

Από ότι φαίνεται από τα διαγράμματα ούτε ο συνδυασμός του FTSE 100 με τους DAX και S&P 500 αποφέρει όφελος. Αντιθέτως ο κίνδυνος αυξάνεται και τα κατάλοιπα δεν έχουν whitenoise.

**Πίνακας 6.67**  
**VAR(2) με την προσθήκη των NIKKEI,S&P 500 και DAX**

Error Correction: D(FTSE\_100)

CointEq1	-0.082653 (0.04291) [-1.92631]
CointEq2	0.008033 (0.01394) [ 0.57617]
CointEq3	-0.023826 (0.10698) [-0.22272]
D(FTSE_100(-1))	-0.009486 (0.10375) [-0.09143]
D(FTSE_100(-2))	-0.050851 (0.10304) [-0.49352]
D(NIKKEI(-1))	-0.002360 (0.04975) [-0.04745]
D(NIKKEI(-2))	-0.081409 (0.04983) [-1.63367]
D(DAX(-1))	-23.95175 (68.1439) [-0.35149]
D(DAX(-2))	19.58810 (67.2368) [ 0.29133]
D(S_P_500(-1))	0.058087 (0.10238) [ 0.56736]
D(S_P_500(-2))	0.082404 (0.10202) [ 0.80770]
C	0.006523

(0.09495)  
[ 0.06871]

---

R-squared	0.032521
Adj. R-squared	-0.008098
Sum sq. resids	0.448835
S.E. equation	0.041390
F-statistic	0.800633
Log likelihood	489.9602
Akaike AIC	-3.488761
Schwarz SC	-3.330522
Mean dependent	0.003707
S.D. dependent	0.041223

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**Πίνακας 6.68**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: FTSE\_100

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/05/14 Time: 19:46

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

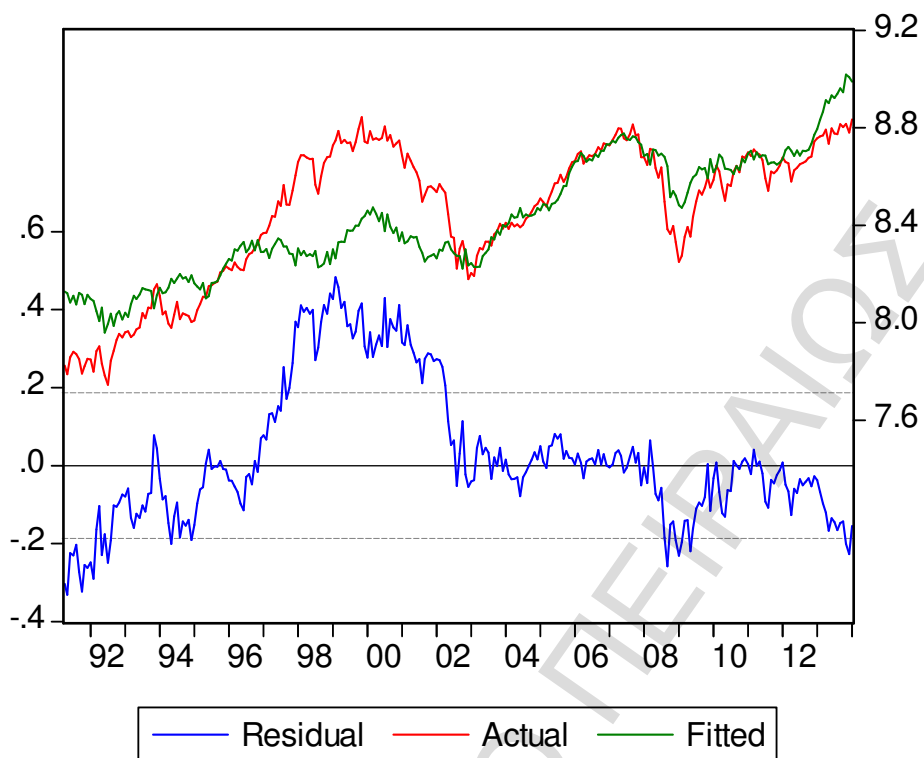
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 54 iterations

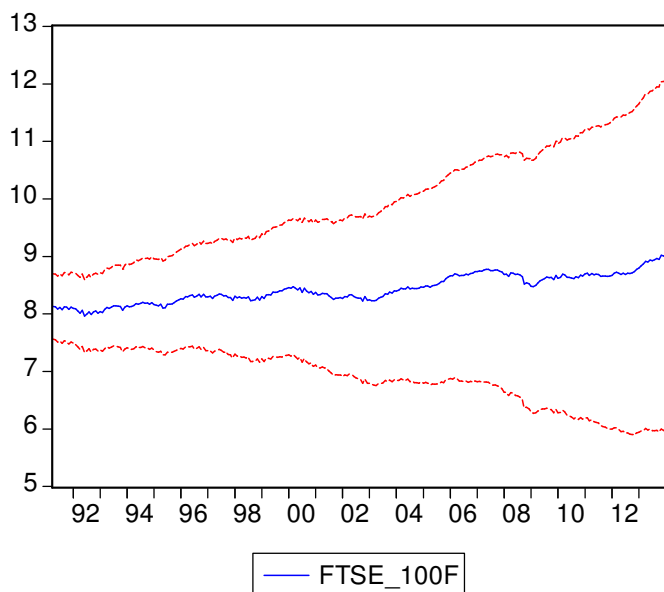
Variance backcast: ON

GARCH = C(9) + C(10)\*RESID(-1)^2 + C(11)\*GARCH(-1)

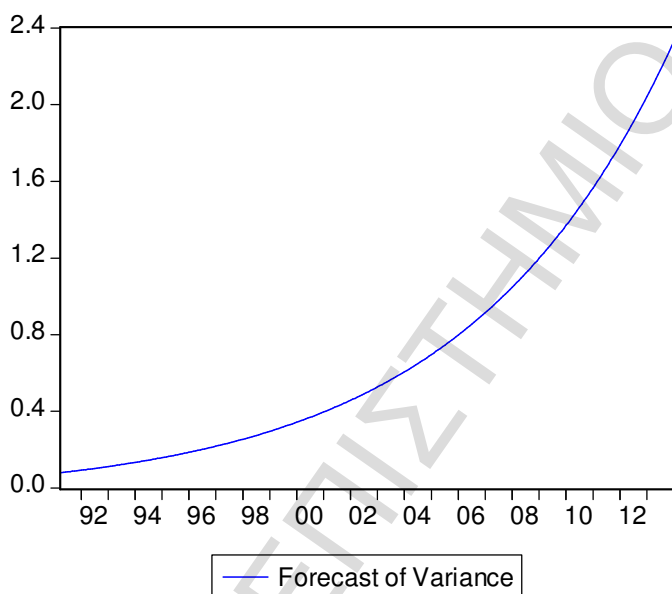
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_FTSE(-2)	0.175956	0.184705	0.952630	0.3408
RT_DAX(-2)	-0.039583	0.094522	-0.418767	0.6754
RT_NIKKEI(-2)	-0.217951	0.079392	-2.745271	0.0060
RT_S_P_500(-2)	0.069891	0.177295	0.394211	0.6934
COINTEQ01	4.903275	0.106874	45.87890	0.0000
COINTEQ02	-0.063512	0.077688	-0.817532	0.4136
COINTEQ03	0.438244	0.024049	18.22300	0.0000
C	8.425528	0.004898	1720.322	0.0000
Variance Equation				
C	0.000485	0.000196	2.470868	0.0135
RESID(-1)^2	0.733064	0.221372	3.311459	0.0009
GARCH(-1)	0.277780	0.119995	2.314936	0.0206
R-squared	0.595296	Mean dependent var	8.452812	
Adjusted R-squared	0.579908	S.D. dependent var	0.288574	
S.E. of regression	0.187038	Akaike info criterion	-1.702613	
Sum squared resid	9.200568	Schwarz criterion	-1.557560	
Log likelihood	244.2579	F-statistic	38.68570	
Durbin-Watson stat	0.073343	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.65  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: FTSE_100F	
Actual: FTSE_100	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M04 2014M01	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.183245
Mean Absolute Error	0.133429
Mean Abs. Percent Error	1.576288
Theil Inequality Coefficient	0.010851
Bias Proportion	0.020258
Variance Proportion	0.064039
Covariance Proportion	0.915703



**Διάγραμμα 6.66**

**Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης**

Από τα διαγράμματα 6.47 και 6.48 εξάγουμε το συμπέρασμα ότι η προσθήκη των δεικτών DAX, NIKKEI και S&P 500 δεν βελτιώνουν την ικανότητα ενός μοντέλου να προβλέψει με ακρίβεια την πορεία του FTSE 100 και δεν αποφέρουν κανένα όφελος για τον επενδυτή.

**Πίνακας 6.69**  
**VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη των CAC 40, NIKKEI, S&P 500**

Error Correction: D(FTSE\_100)

CointEq1	-0.073777 (0.04508) [-1.63653]
CointEq2	-0.064563 (0.11843) [-0.54515]
CointEq3	0.005283 (0.01576) [ 0.33532]
D(FTSE_100(-1))	0.020879 (0.10718) [ 0.19480]
D(FTSE_100(-2))	-0.102616 (0.10701) [-0.95893]
D(CAC_40(-1))	-36.61942 (70.6783) [-0.51811]
D(CAC_40(-2))	9.532299 (69.7145) [ 0.13673]
D(NIKKEI(-1))	-0.019855 (0.05204) [-0.38153]
D(NIKKEI(-2))	-0.069450 (0.05203) [-1.33470]
D(S_P_500(-1))	0.060002 (0.10486) [ 0.57223]
D(S_P_500(-2))	0.116010 (0.10480) [ 1.10694]
C	0.024624

(0.09930)  
[ 0.24799]

---

R-squared	0.037219
Adj. R-squared	-0.006908
Sum sq. resids	0.421601
S.E. equation	0.041913
F-statistic	0.843447
Log likelihood	447.9612
Akaike AIC	-3.460010
Schwarz SC	-3.291942
Mean dependent	0.003319
S.D. dependent	0.041769

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**Πίνακας 6.70**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: FTSE\_100

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/06/14 Time: 17:23

Sample (adjusted): 1991M04 2012M03

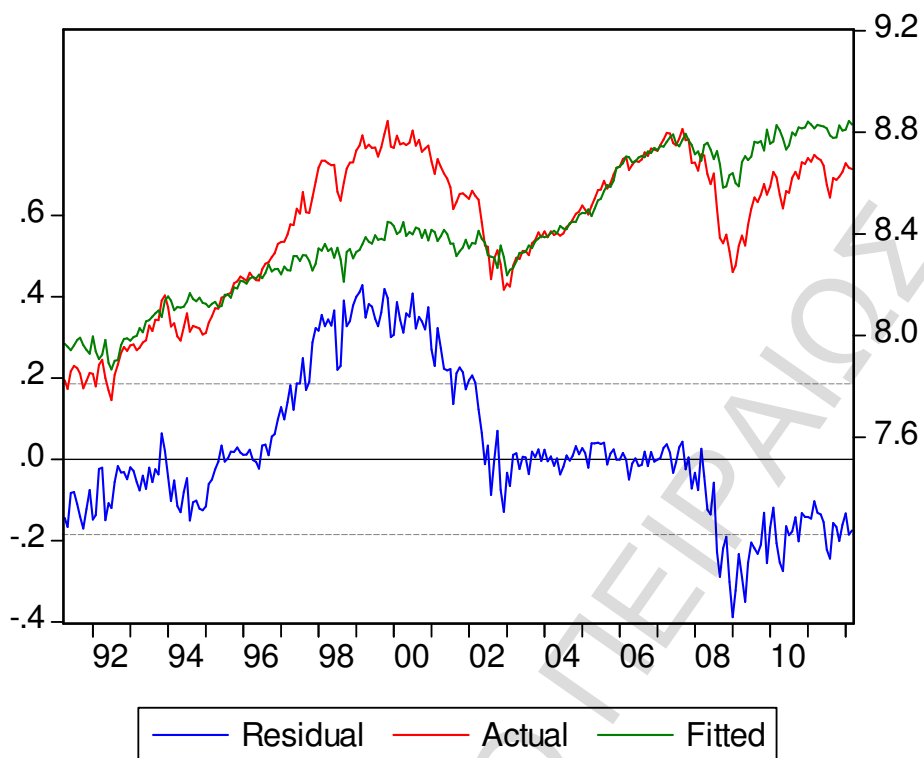
Included observations: 252 after adjustments

Convergence achieved after 36 iterations

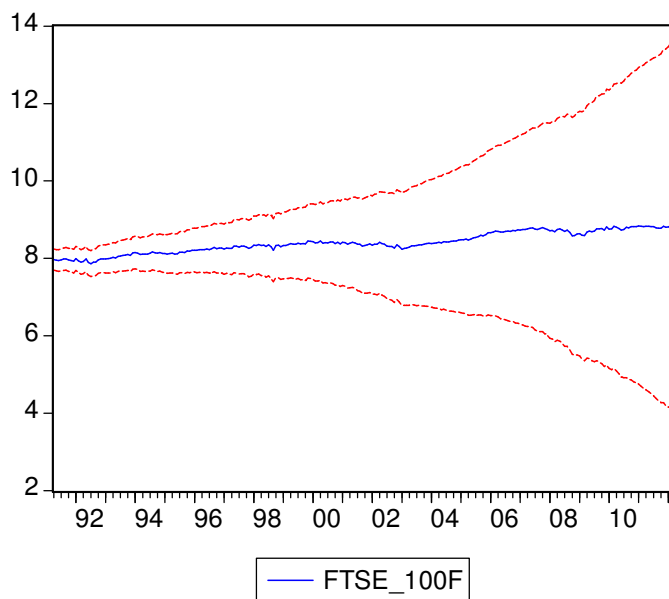
Variance backcast: ON

GARCH = C(9) + C(10)\*RESID(-1)^2 + C(11)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_FTSE(-2)	0.151711	0.145485	1.042802	0.2970
RT_CAC(-2)	-0.152982	0.111116	-1.376768	0.1686
RT_NIKKEI(-2)	-0.114415	0.060288	-1.897809	0.0577
RT_S_P(-2)	0.412617	0.165173	2.498095	0.0125
COINTEQ01	0.542149	0.068705	7.890924	0.0000
COINTEQ02	5.252578	0.074478	70.52483	0.0000
COINTEQ03	0.221494	0.024738	8.953695	0.0000
C	8.403778	0.004490	1871.634	0.0000
Variance Equation				
C	0.000166	9.01E-05	1.840959	0.0656
RESID(-1)^2	0.548425	0.193973	2.827331	0.0047
GARCH(-1)	0.473271	0.123038	3.846550	0.0001
R-squared	0.600126	Mean dependent var	8.428328	
Adjusted R-squared	0.583534	S.D. dependent var	0.287447	
S.E. of regression	0.185501	Akaike info criterion	-1.774784	
Sum squared resid	8.292981	Schwarz criterion	-1.620722	
Log likelihood	234.6228	F-statistic	36.16905	
Durbin-Watson stat	0.078415	Prob(F-statistic)	0.000000	

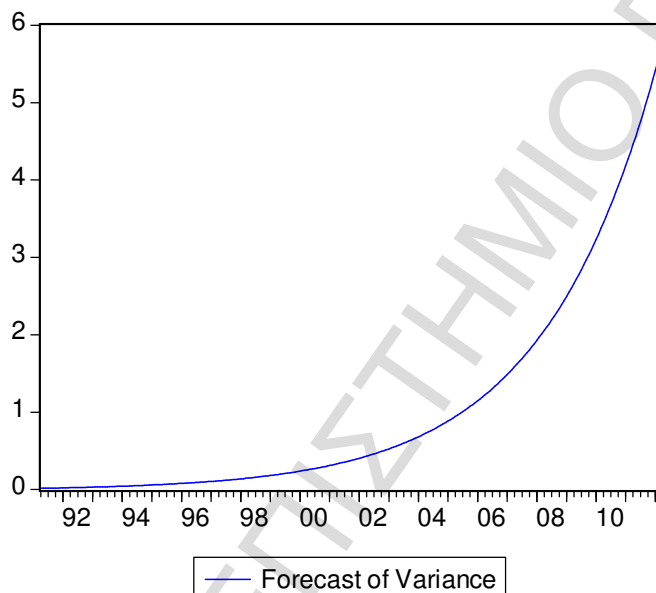


Διάγραμμα 6.67  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: FTSE\_100F  
 Actual: FTSE\_100  
 Forecast sample: 1991M01 2012M03  
 Adjusted sample: 1991M04 2012M03  
 Included observations: 252

Root Mean Squared Error	0.181407
Mean Absolute Error	0.134318
Mean Abs. Percent Error	1.576406
Theil Inequality Coefficient	0.010770
Bias Proportion	0.014455
Variance Proportion	0.013366
Covariance Proportion	0.972179



**Διάγραμμα 6.68**

**Πρόβλεψη της πορείας του FTSE 100 και μέτρηση της διακύμανσης**

Τα διαγράμματα 6.49 και 6.50 μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι όταν ο FTSE 100 συνδυαστεί με τους CAC 40, NIKKEI και S&P 500 το μοντέλο που προκύπτει δεν είναι κατάλληλο για προβλέψεις. Τα κατάλοιπα δεν είναι whitenoise και η διακύμανση αυξάνεται.

## S&P 500

Η παρούσα υποενοότητα εξετάζει και παρουσιάζει τα αντίστοιχα μοντέλα για την πρόβλεψη του δείκτη S&P 500. Ξεκινάμε με το AR(2) μοντέλο για να καταλήξουμε σε VAR(2) μοντέλα με τρεις συνδυασμούς δεικτών.

**Πίνακας 6.71**  
**AR(2) μοντέλο**

Dependent Variable: LNPT

Method: Least Squares

Date: 05/06/14 Time: 17:57

Sample (adjusted): 1991M03 2014M01

Included observations: 275 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPT(-2)	1.001602	0.000547	1831.272	0.0000
R-squared	0.979490	Mean dependent var		6.861312
Adjusted R-squared	0.979490	S.D. dependent var		0.434700
S.E. of regression	0.062254	Akaike info criterion		-2.711547
Sum squared resid	1.061915	Schwarz criterion		-2.698395
Log likelihood	373.8377	Durbin-Watson stat		0.955785

**Πίνακας 6.72**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: LNPT

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/06/14 Time: 17:59

Sample (adjusted): 1991M03 2014M01

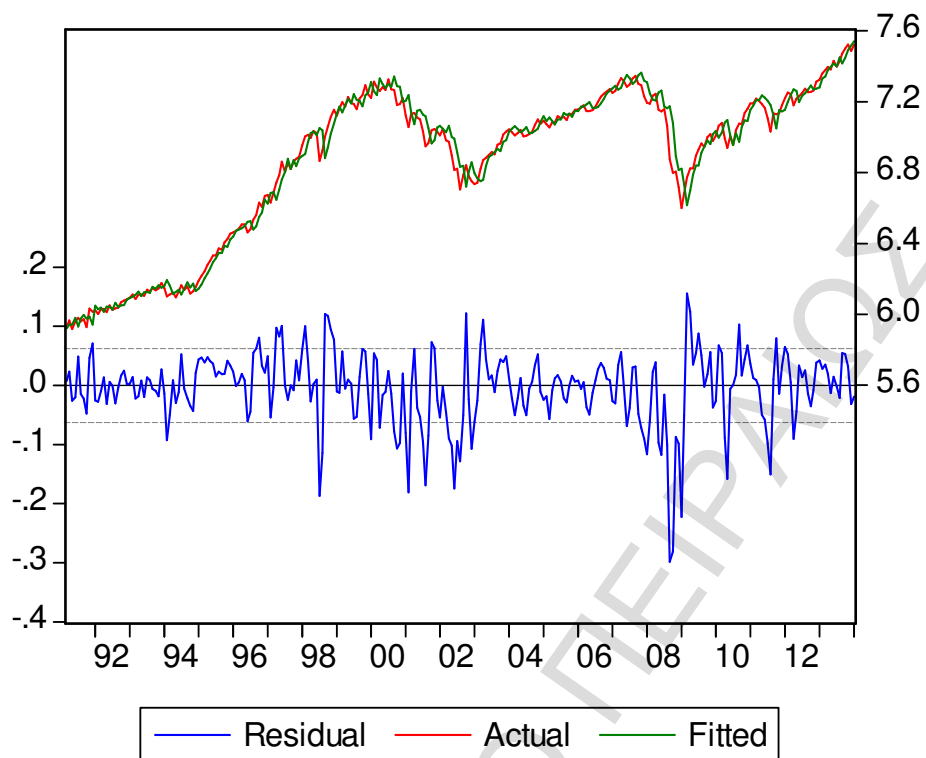
Included observations: 275 after adjustments

Convergence achieved after 16 iterations

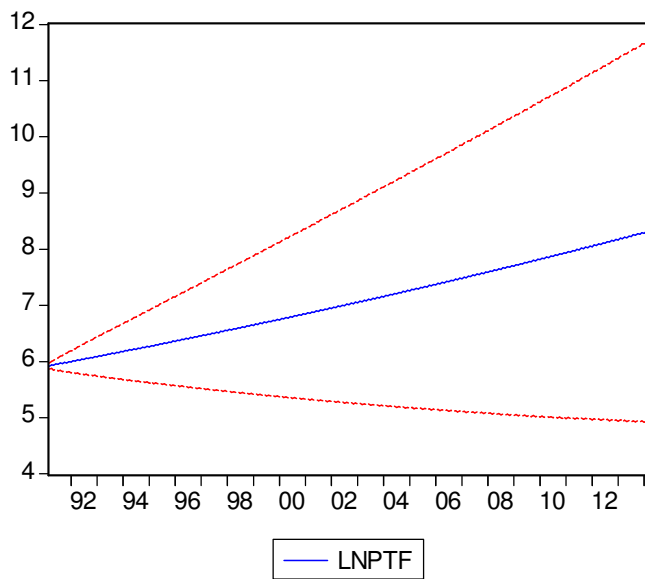
Variance backcast: ON

GARCH = C(2) + C(3)\*RESID(-1)^2 + C(4)\*GARCH(-1)

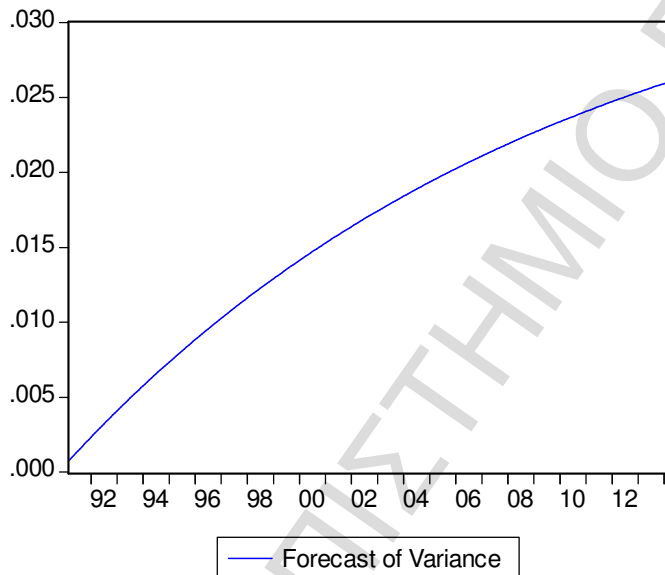
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LNPT(-2)	1.002457	0.000415	2415.074	0.0000
Variance Equation				
C	0.000160	5.95E-05	2.691646	0.0071
RESID(-1)^2	0.324740	0.074462	4.361131	0.0000
GARCH(-1)	0.670925	0.053600	12.51724	0.0000
R-squared	0.979307	Mean dependent var	6.861312	
Adjusted R-squared	0.979078	S.D. dependent var	0.434700	
S.E. of regression	0.062876	Akaike info criterion	-3.057121	
Sum squared resid	1.071378	Schwarz criterion	-3.004514	
Log likelihood	424.3542	Durbin-Watson stat	0.948151	



Διάγραμμα 6.69  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast:	LNPTF
Actual:	LNPT
Forecast sample:	1991M01 2014M03
Adjusted sample:	1991M03 2014M03
Included observations:	275
Root Mean Squared Error	0.472466
Mean Absolute Error	0.359629
Mean Abs. Percent Error	5.085368
Theil Inequality Coefficient	0.033859
Bias Proportion	0.151982
Variance Proportion	0.283646
Covariance Proportion	0.564372



**Διάγραμμα 6.70**  
**Πρόβλεψη της πορείας του S&P 500 και μέτρηση της διακύμανσης**

**Πίνακας 6.73**  
**VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη του DAX**  
 Error Correction: D(S\_P\_500)

CointEq1	-6.81E-05 (0.00064) [-0.10608]
D(S_P_500(-1))	0.054120 (0.06183) [ 0.87538]
D(S_P_500(-2))	-0.012066 (0.06189) [-0.19494]
D(DAX(-1))	-10.20721 (70.4939) [-0.14480]
D(DAX(-2))	31.32566 (69.4839) [ 0.45083]
C	-0.011664 (0.09832) [-0.11863]
R-squared	0.006554
Adj. R-squared	-0.011981
Sum sq. resids	0.498495
S.E. equation	0.043128
F-statistic	0.353594
Log likelihood	475.5836
Akaike AIC	-3.427618
Schwarz SC	-3.348498
Mean dependent	0.005817
S.D. dependent	0.042872



**Πίνακας 6.74**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: S\_P\_500

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/06/14 Time: 18:09

Sample (adjusted): 1991M05 2014M02

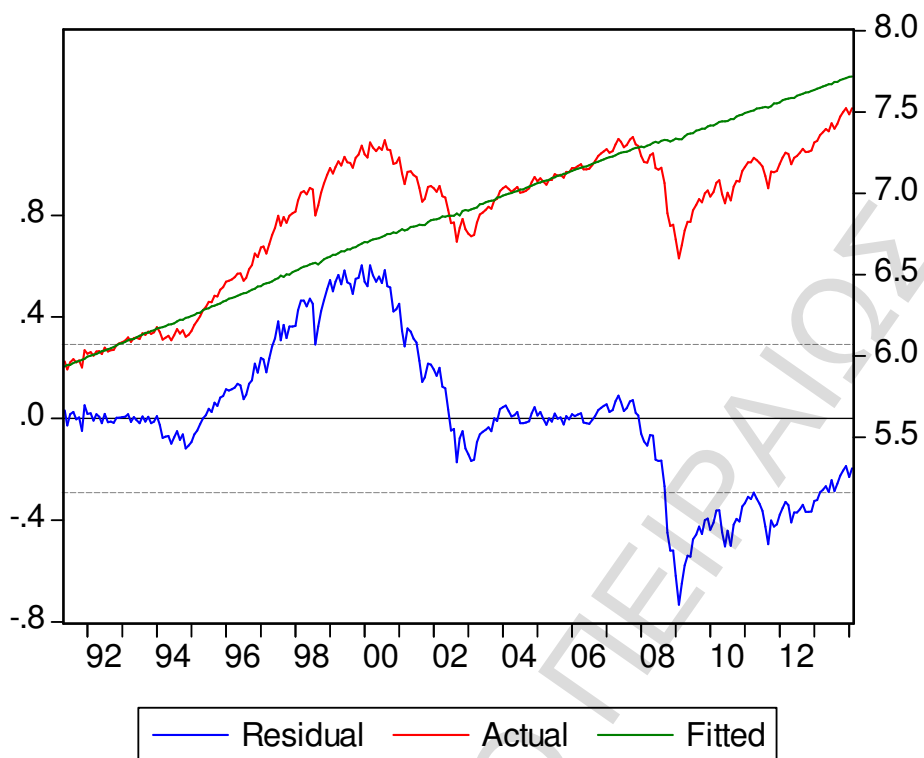
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 61 iterations

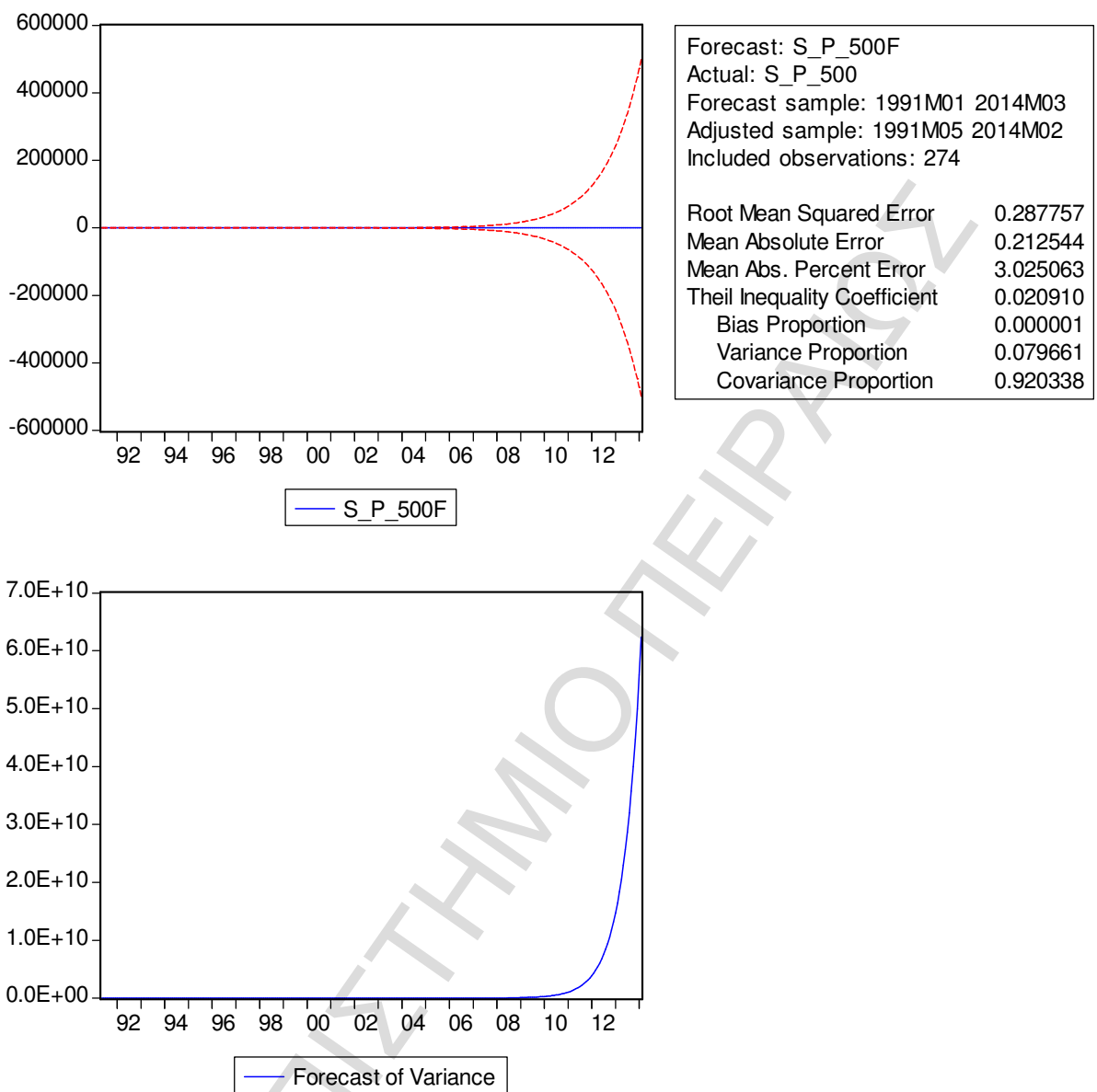
Variance backcast: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_S_P_500(-2)	0.013324	0.102776	0.129641	0.8969
RT_DAX(-2)	0.037031	0.055300	0.669631	0.5031
COINTEQ02	0.047828	0.000221	216.4251	0.0000
C	6.864189	0.002268	3026.831	0.0000
Variance Equation				
C	0.000343	0.000118	2.900923	0.0037
RESID(-1)^2	1.174303	0.279077	4.207813	0.0000
GARCH(-1)	-0.056668	0.078776	-0.719351	0.4719
R-squared	0.554270	Mean dependent var	6.864719	
Adjusted R-squared	0.544254	S.D. dependent var	0.431801	
S.E. of regression	0.291505	Akaike info criterion	-1.299555	
Sum squared resid	22.68834	Schwarz criterion	-1.207249	
Log likelihood	185.0391	F-statistic	55.33622	
Durbin-Watson stat	0.021934	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.71  
Απεικόνιση καταλοίπων



**Διάγραμμα 6.72**

**Πρόβλεψη της πορείας του S&P 500 και μέτρηση της διακύμανσης**

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο συνδυασμός του S&P 500 με τον DAX. Ενώ τα κατάλοιπα δεν έχουν whitenoise, η διακύμανση μέχρι και το 2010 ήταν μηδέν και μετά αυξήθηκε απότομα. Για τον λόγο αυτό το μοντέλο αυτό απορρίπτεται.

**Πίνακας 6.75**  
**VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη του CAC 40**

Error Correction: D(S\_P\_500)

CointEq1	-6.81E-05 (0.00064) [-0.10608]
D(S_P_500(-1))	0.054120 (0.06183) [ 0.87538]
D(S_P_500(-2))	-0.012066 (0.06189) [-0.19494]
D(CAC_40(-1))	-10.20721 (70.4939) [-0.14480]
D(CAC_40(-2))	31.32566 (69.4839) [ 0.45083]
C	-0.011664 (0.09832) [-0.11863]
R-squared	0.006554
Adj. R-squared	-0.011981
Sum sq. resids	0.498495
S.E. equation	0.043128
F-statistic	0.353594
Log likelihood	475.5836
Akaike AIC	-3.427618
Schwarz SC	-3.348498
Mean dependent	0.005817
S.D. dependent	0.042872

**Πίνακας 6.76**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: S\_P\_500

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/06/14 Time: 18:24

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 130 iterations

Variance backcast: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

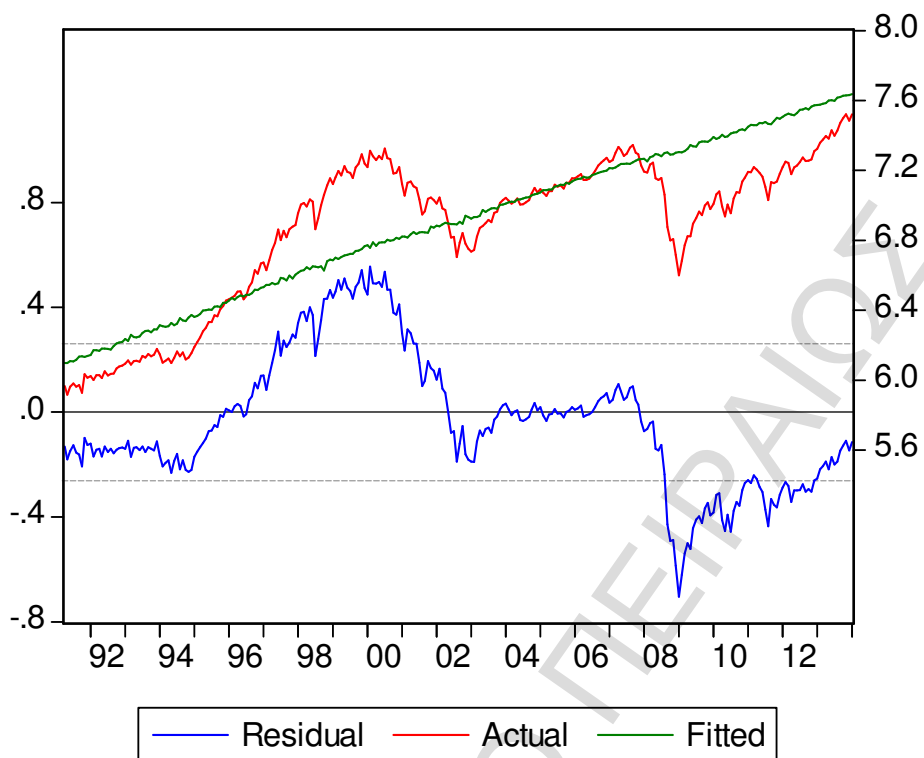
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_S_P(-2)	-0.102253	0.220594	-0.463534	0.6430
RT_CAC(-2)	0.182441	0.159923	1.140805	0.2540
COINTEQ02	0.041366	0.000401	103.1877	0.0000
C	6.898896	0.003195	2158.959	0.0000

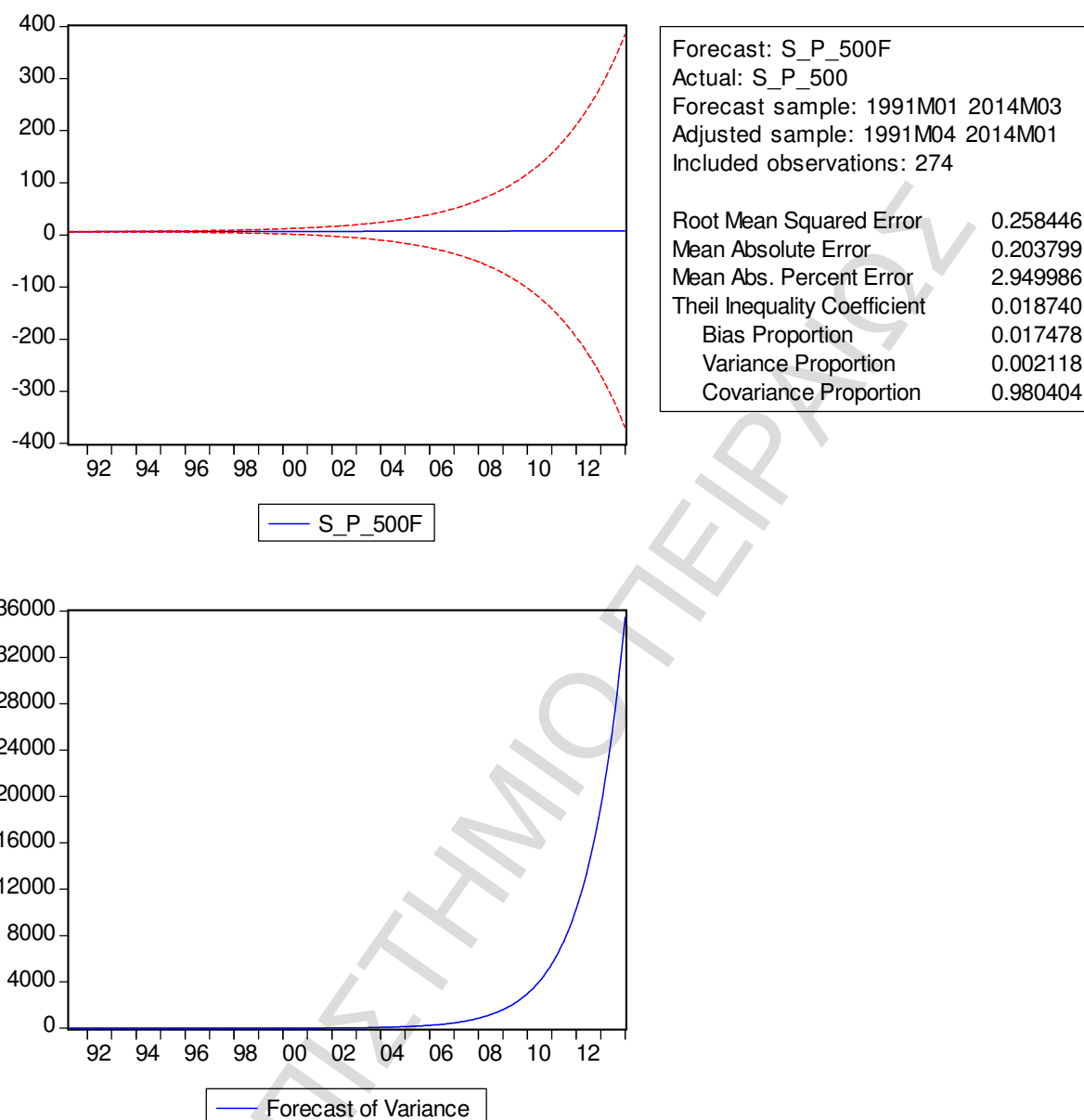
Variance Equation				
C	0.000180	0.000127	1.417494	0.1563
RESID(-1)^2	0.775067	0.268994	2.881350	0.0040
GARCH(-1)	0.277828	0.179441	1.548296	0.1216

R-squared	0.640450	Mean dependent var	6.864719
Adjusted R-squared	0.632370	S.D. dependent var	0.431801
S.E. of regression	0.261812	Akaike info criterion	-0.981562
Sum squared resid	18.30167	Schwarz criterion	-0.889255
Log likelihood	141.4739	F-statistic	79.26565
Durbin-Watson stat	0.029607	Prob(F-statistic)	0.000000



Διάγραμμα 6.73  
Απεικόνιση καταλοίπων



**Διάγραμμα 6.74**

**Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση της διακύμανσης**

Όπως και προηγούμενος, έτσι και εδώ ο συνδυασμός του S&P 500 με τον CAC 40 δημιουργεί ένα μοντέλο με κατάλοιπα χωρίς whitenoise και κίνδυνο που τα τελευταία χρόνια αυξάνεται απότομα. Για τον λόγο αυτό απορρίπτεται και αυτό το μοντέλο.

**Πίνακας 6.77**

**VAR(2) σε συνδυασμό με τον NIKKEI**  
RT\_S\_P\_500

RT_S_P_500(-1)	0.035282 (0.07169) [ 0.49216]
RT_S_P_500(-2)	-0.016978 (0.07169) [-0.23682]
RT_NIKKEI(-1)	0.028398 (0.05043) [ 0.56316]
RT_NIKKEI(-2)	-0.000120 (0.05050) [-0.00239]
C	0.005775 (0.00269) [ 2.14887]
R-squared	0.004499
Adj. R-squared	-0.010304
Sum sq. resids	0.499526
S.E. equation	0.043093
F-statistic	0.303899
Log likelihood	475.3005
Akaike AIC	-3.432850
Schwarz SC	-3.366917
Mean dependent	0.005817
S.D. dependent	0.042872

**Πίνακας 6.78**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: S\_P\_500

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution



Date: 05/06/14 Time: 18:39

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

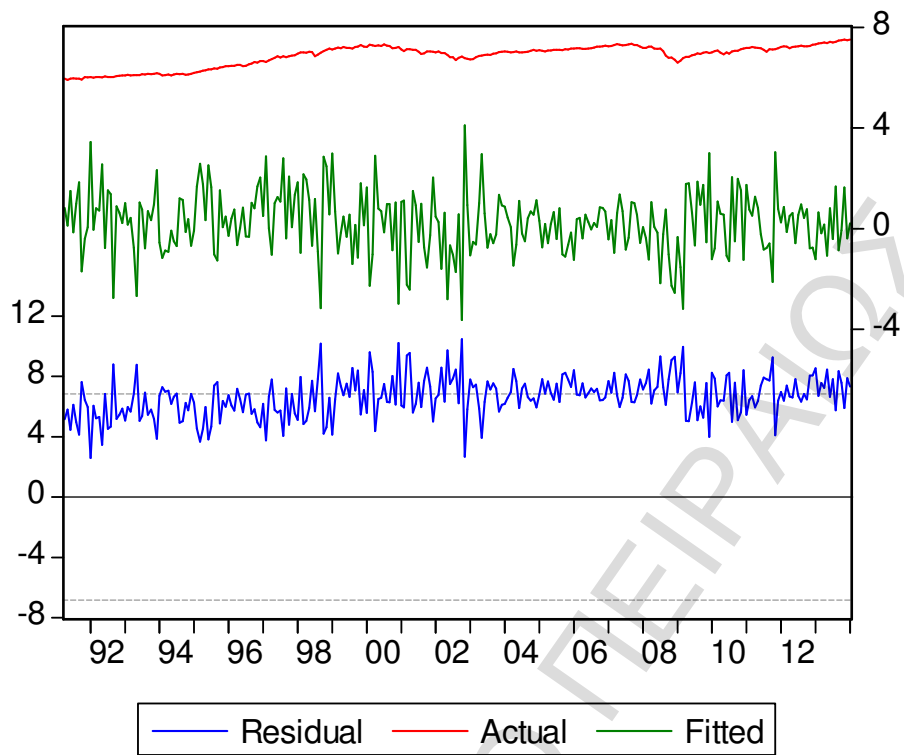
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 166 iterations

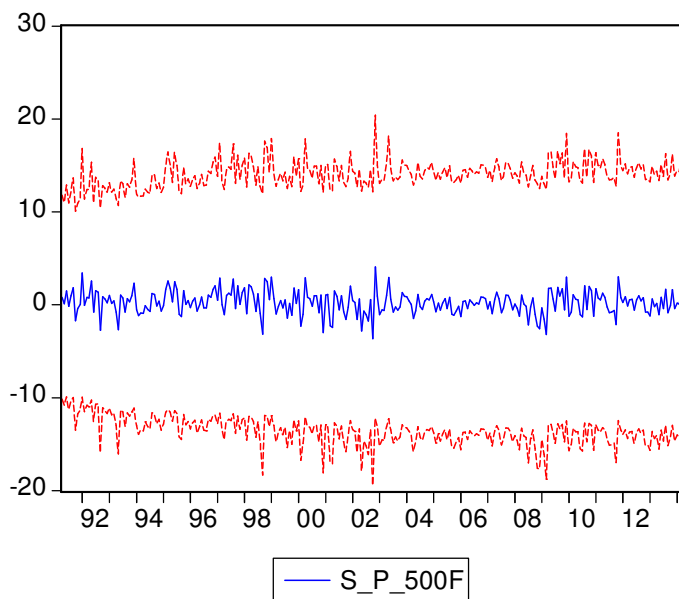
Variance backcast: ON

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_S_P_500(-2)	34.41465	35.30873	0.974678	0.3297
RT_NIKKEI(-2)	-15.13312	16.82732	-0.899319	0.3685
Variance Equation				
C	0.826387	7.042397	0.117345	0.9066
RESID(-1)^2	0.023437	0.266634	0.087900	0.9300
GARCH(-1)	0.960244	0.362582	2.648347	0.0081
-				
R-squared	245.83373	8	Mean dependent var	6.864719
-				
Adjusted R-squared	249.50412	8	S.D. dependent var	0.431801
S.E. of regression	6.834261		Akaike info criterion	6.688467
Sum squared resid	12564.22		Schwarz criterion	6.754400
Log likelihood	-911.3199		Durbin-Watson stat	0.068750

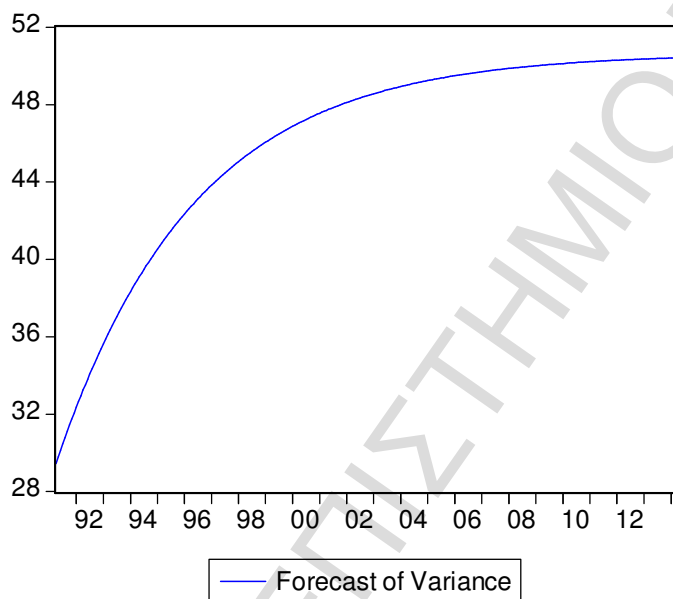


Διάγραμμα 6.75  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: S\_P\_500F  
 Actual: S\_P\_500  
 Forecast sample: 1991M01 2014M03  
 Adjusted sample: 1991M04 2014M03  
 Included observations: 274

Root Mean Squared Error	6.771617
Mean Absolute Error	6.635004
Mean Abs. Percent Error	96.57064
Theil Inequality Coefficient	0.830047
Bias Proportion	0.960058
Variance Proportion	0.014954
Covariance Proportion	0.024988



**Διάγραμμα 6.76**

**Πορεία του δείκτη και μέτρηση κινδύνου**

Τα διαγράμματα επισημαίνουν τη έλλειψη σχέσεων συνολοκλήρωσης των δύο δεικτών και για αυτό ο συνδυασμός τους απορρίπτεται.

**Πίνακας 6.79**  
**VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη του FTSE 100**

Error Correction: D(S\_P\_500)

CointEq1	-6.81E-05 (0.00064) [-0.10608]
D(S_P_500(-1))	0.054120 (0.06183) [ 0.87538]
D(S_P_500(-2))	-0.012066 (0.06189) [-0.19494]
D(FTSE_100(-1))	-10.20721 (70.4939) [-0.14480]
D(FTSE_100(-2))	31.32566 (69.4839) [ 0.45083]
C	-0.011664 (0.09832) [-0.11863]
R-squared	0.006554
Adj. R-squared	-0.011981
Sum sq. resids	0.498495
S.E. equation	0.043128
F-statistic	0.353594
Log likelihood	475.5836
Akaike AIC	-3.427618
Schwarz SC	-3.348498
Mean dependent	0.005817
S.D. dependent	0.042872

**Πίνακας 6.80**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: S\_P\_500

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/06/14 Time: 18:51

Sample (adjusted): 1991M05 2014M02

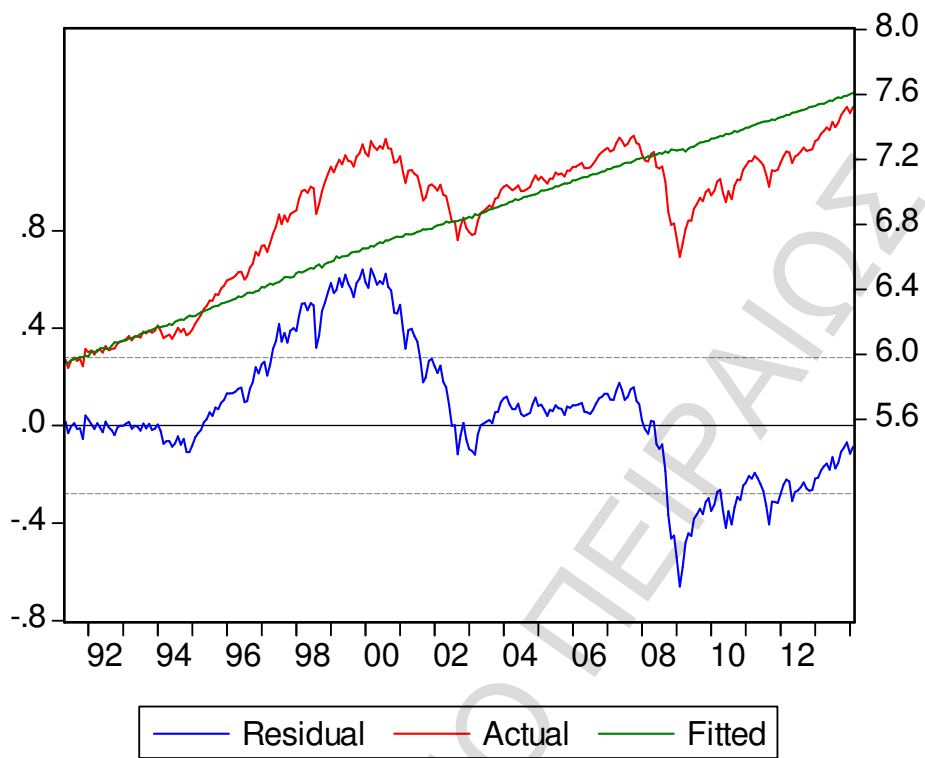
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 45 iterations

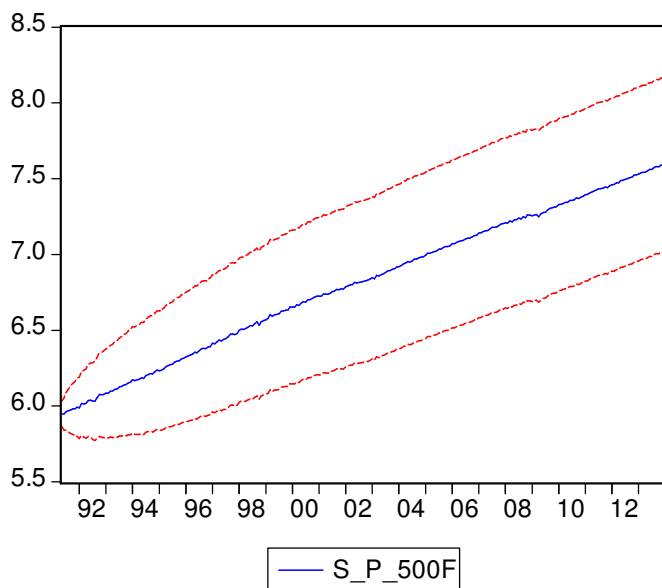
Variance backcast: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*GARCH(-1)

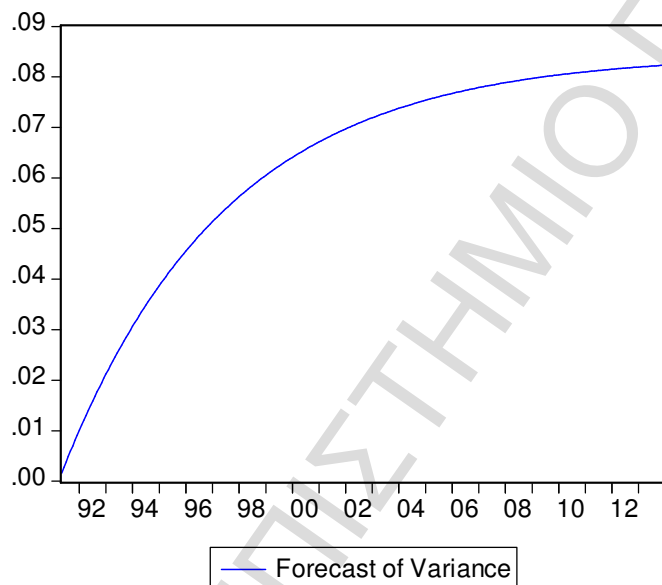
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_S_P(-2)	-0.195061	0.146971	-1.327208	0.1844
RT_FTSE(-2)	0.161675	0.115750	1.396754	0.1625
COINTEQ01	7.149615	0.067157	106.4615	0.0000
C	6.813374	0.002454	2776.426	0.0000
Variance Equation				
C	0.001132	0.000211	5.368220	0.0000
RESID(-1)^2	1.155978	0.251049	4.604597	0.0000
GARCH(-1)	-0.169385	0.035311	-4.796910	0.0000
R-squared	0.591354	Mean dependent var	6.864719	
Adjusted R-squared	0.582170	S.D. dependent var	0.431801	
S.E. of regression	0.279115	Akaike info criterion	-1.076516	
Sum squared resid	20.80073	Schwarz criterion	-0.984210	
Log likelihood	154.4827	F-statistic	64.39608	
Durbin-Watson stat	0.024729	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.77  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast: S_P_500F	
Actual: S_P_500	
Forecast sample: 1991M01 2014M03	
Adjusted sample: 1991M05 2014M02	
Included observations: 274	
Root Mean Squared Error	0.275527
Mean Absolute Error	0.206133
Mean Abs. Percent Error	2.935660
Theil Inequality Coefficient	0.020100
Bias Proportion	0.035454
Variance Proportion	0.027135
Covariance Proportion	0.937411



**Διάγραμμα 6.78**

**Πρόβλεψη της πορείας του S&P 500 και μέτρηση του κινδύνου**

Στα διαγράμματα 6.59 και 6.60 γίνεται κατανοητό, ότι λόγω του ότι τα κατάλοιπα δεν είναι whitenoise και λόγω του ότι ο κίνδυνος αυξάνεται, απορρίπτεται ο παραπάνω συνδυασμός.

**Πίνακας 6.81**  
**VAR(2) μοντέλο με τους NIKKEI και FTSE 100**

Error Correction: D(S\_P\_500)

CointEq1	-0.001696 (9.2E-05) [-18.4740]
CointEq2	1.76E-05 (1.0E-05) [ 1.70357]
D(S_P_500(-1))	-0.725998 (0.05315) [-13.6605]
D(S_P_500(-2))	-0.526011 (0.05248) [-10.0224]
D(NIKKEI(-1))	-5.89E-05 (3.7E-05) [-1.58949]
D(NIKKEI(-2))	-1.62E-05 (3.7E-05) [-0.43899]
D(FTSE_100(-1))	7.13E-05 (5.4E-05) [ 1.30962]
D(FTSE_100(-2))	2.46E-05 (5.5E-05) [ 0.44987]
C	0.001837 (7.4E-05) [ 24.7772]
R-squared	0.778524
Adj. R-squared	0.771838
Sum sq. resids	2.77E-07
S.E. equation	3.23E-05
F-statistic	116.4401
Log likelihood	2448.901
Akaike AIC	-17.80949



Schwarz SC	-17.69082
Mean dependent	0.000815
S.D. dependent	6.77E-05

**Πίνακας 6.82**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: S\_P\_500

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/06/14 Time: 19:13

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

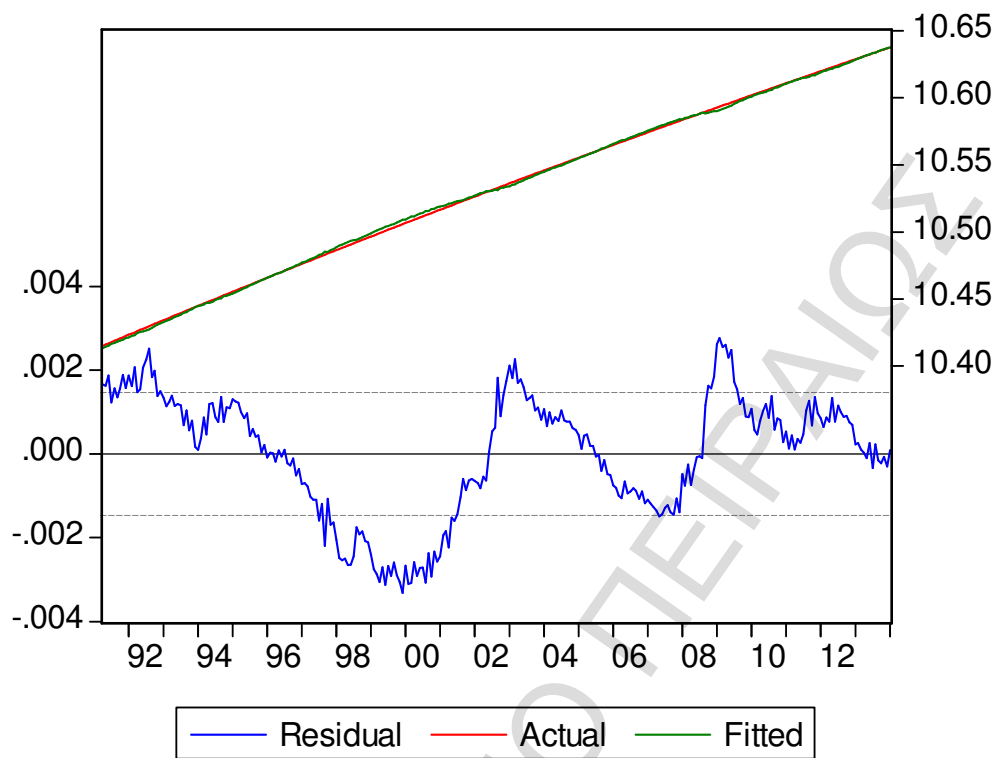
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 1 iteration

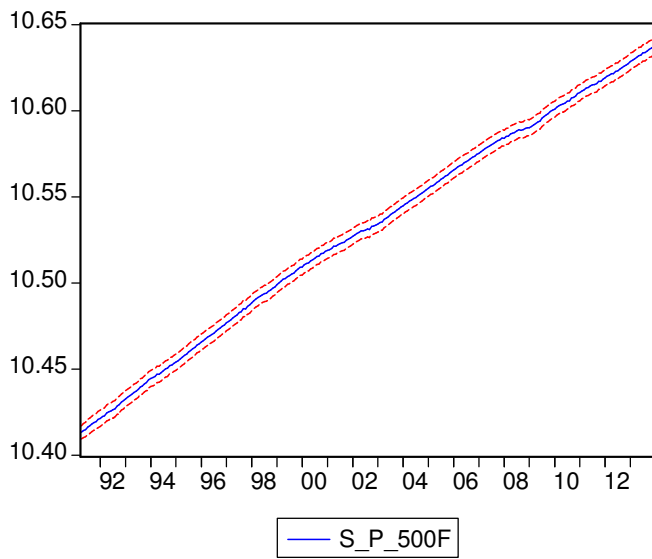
Variance backcast: ON

GARCH = C(7) + C(8)\*RESID(-1)^2 + C(9)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_S_P_500(-2)	-0.001484	0.006905	-0.214966	0.8298
RT_FTSE(-2)	-0.002200	0.006962	-0.316033	0.7520
RT_NIKKEI(-2)	-0.000224	0.003822	-0.058602	0.9533
COINTEQ01	0.007113	0.000449	15.83371	0.0000
COINTEQ02	0.000534	0.000992	0.538501	0.5902
C	10.53046	0.000203	51920.16	0.0000
Variance Equation				
C	1.31E-06	5.35E-06	0.245628	0.8060
RESID(-1)^2	0.150000	0.631492	0.237533	0.8122
GARCH(-1)	0.600000	1.553642	0.386189	0.6994
R-squared	0.999500	Mean dependent var	10.53044	
Adjusted R-squared	0.999485	S.D. dependent var	0.064476	
S.E. of regression	0.001464	Akaike info criterion	-10.09566	
Sum squared resid	0.000568	Schwarz criterion	-9.976983	
Log likelihood	1392.106	F-statistic	66184.06	
Durbin-Watson stat	0.060864	Prob(F-statistic)	0.000000	

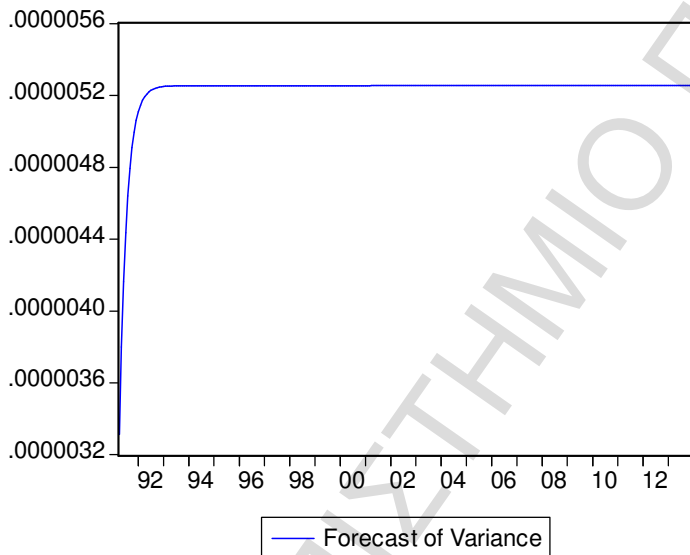


Διάγραμμα 6.79  
Απεικόνιση των καταλοίπων



Forecast: S\_P\_500F  
 Actual: S\_P\_500  
 Forecast sample: 1991M01 2014M03  
 Adjusted sample: 1991M04 2014M01  
 Included observations: 274

Root Mean Squared Error	0.001439
Mean Absolute Error	0.001189
Mean Abs. Percent Error	0.011305
Theil Inequality Coefficient	6.83E-05
Bias Proportion	0.000003
Variance Proportion	0.000177
Covariance Proportion	0.999820



### Διάγραμμα 6.80

#### Πρόβλεψη της πορείας του S&P 500 και μέτρηση της διακύμανσης

Η προσθήκη των NIKKEI και FTSE 100 δημιουργούν ένα σταθερό μοντέλο, όπου τα κατάλοιπα έχουν whitenoise και ο κίνδυνος εξαλείφεται.

**Πίνακας 6.83**  
**VAR(2) με τους DAX και NIKKEI**

Error Correction: D(S\_P\_500)

CointEq1	0.000250 (0.00126) [ 0.19750]
CointEq2	-0.029206 (0.11311) [-0.25821]
D(S_P_500(-1))	0.027473 (0.07320) [ 0.37530]
D(S_P_500(-2))	-0.014036 (0.07348) [-0.19102]
D(DAX(-1))	-10.61744 (70.9102) [-0.14973]
D(DAX(-2))	35.48417 (70.2236) [ 0.50530]
D(NIKKEI(-1))	0.038463 (0.05162) [ 0.74514]
D(NIKKEI(-2))	0.004418 (0.05174) [ 0.08538]
C	-0.014473 (0.09900) [-0.14620]
R-squared	0.008920
Adj. R-squared	-0.021000
Sum sq. resids	0.497308
S.E. equation	0.043320
F-statistic	0.298122
Log likelihood	475.9103
Akaike AIC	-3.408104

Schwarz SC	-3.289425
Mean dependent	0.005817
S.D. dependent	0.042872

**Πίνακας 6.84**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: S\_P\_500

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/06/14 Time: 19:35

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

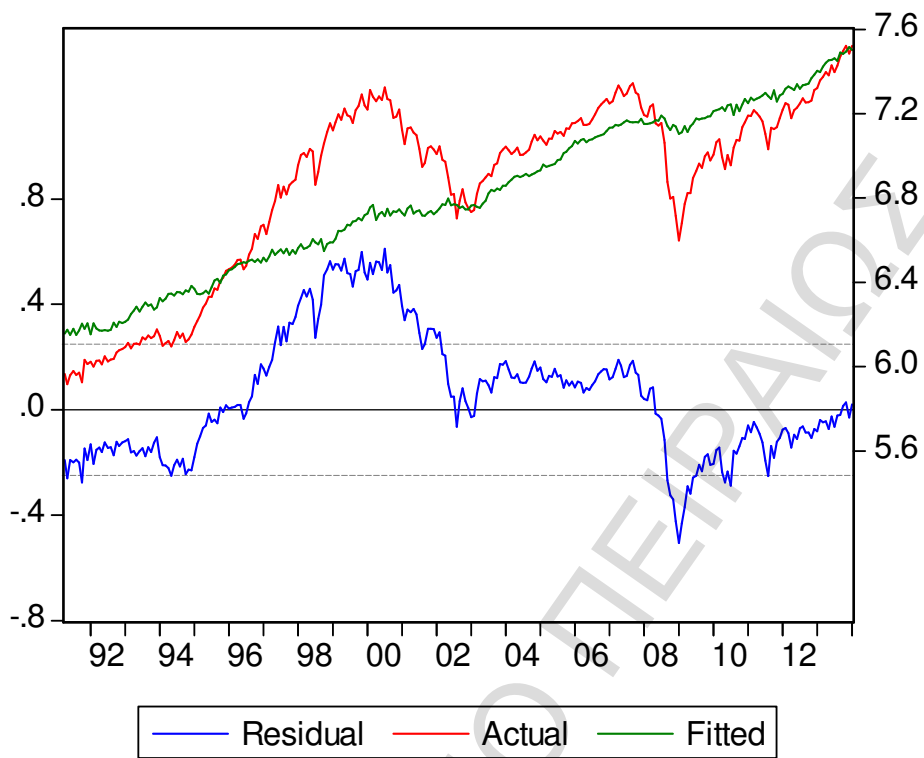
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 87 iterations

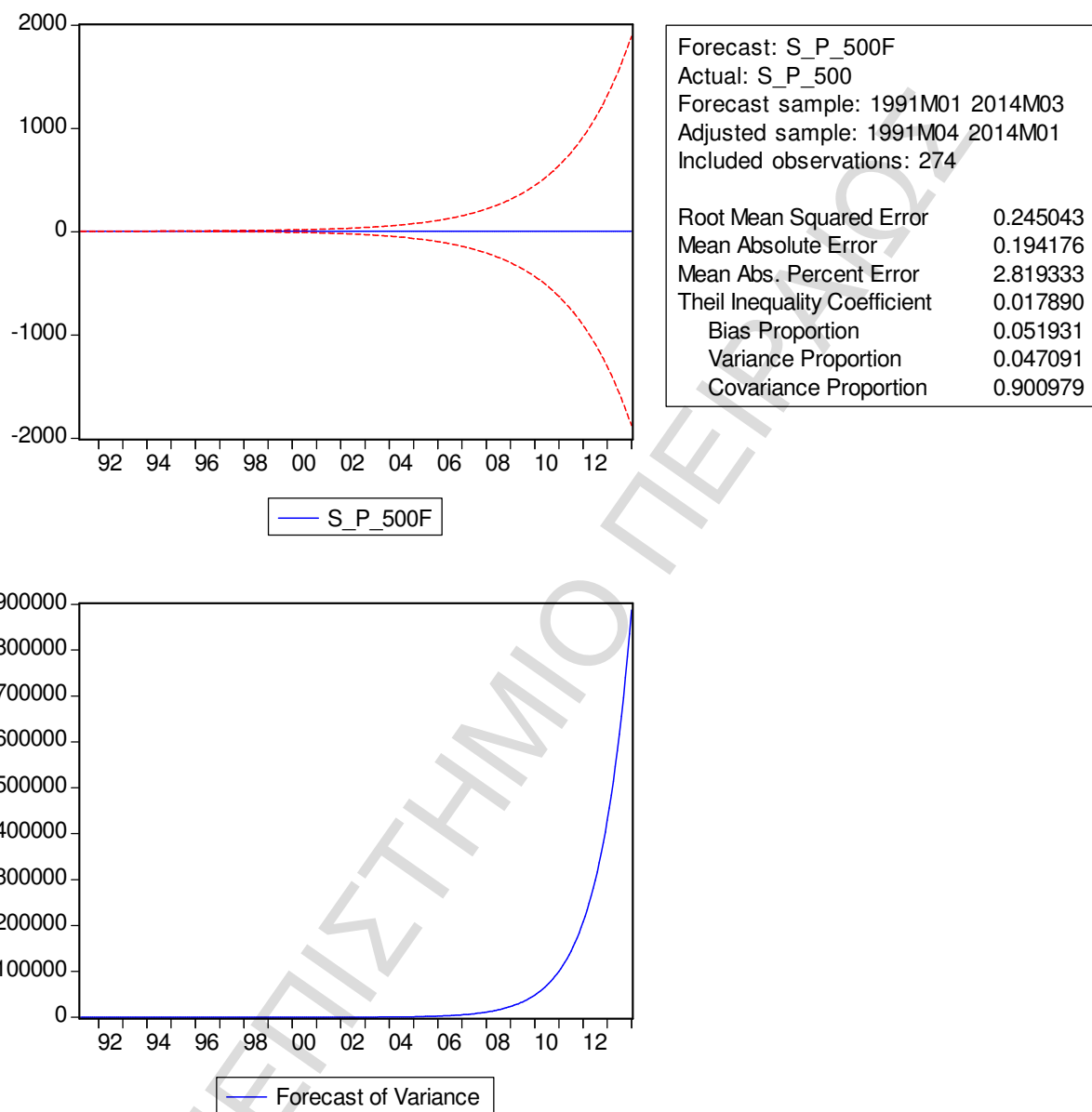
Variance backcast: ON

GARCH = C(7) + C(8)\*RESID(-1)^2 + C(9)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_S_P_500(-2)	-0.373273	0.220918	-1.689644	0.0911
RT_DAX(-2)	0.108628	0.113848	0.954155	0.3400
RT_NIKKEI(-2)	0.045539	0.094725	0.480750	0.6307
COINTEQ01	6.228237	0.101601	61.30067	0.0000
COINTEQ02	0.163577	0.017784	9.198070	0.0000
C	6.810437	0.005440	1251.968	0.0000
Variance Equation				
C	0.000675	0.000704	0.957829	0.3381
RESID(-1)^2	1.032983	0.292823	3.527666	0.0004
GARCH(-1)	0.029470	0.189754	0.155308	0.8766
R-squared	0.676775	Mean dependent var	6.864719	
Adjusted R-squared	0.667017	S.D. dependent var	0.431801	
S.E. of regression	0.249170	Akaike info criterion	-0.826570	
Sum squared resid	16.45264	Schwarz criterion	-0.707891	
Log likelihood	122.2401	F-statistic	69.35782	
Durbin-Watson stat	0.033903	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.81  
Απεικόνιση καταλοίπων



**Διάγραμμα 6.82**

**Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση του κινδύνου**

Τα διαγράμματα 6.63 και 6.64 μας οδηγούν στο να απορρίψουμε τον συνδυασμό του S&P 500 με τους DAX και NIKKEI. Τα κατάλοιπα δεν έχουν whitenoise και η διακύμανση αυξάνεται απότομα τα τελευταία έτη.

**Πίνακας 6.85**  
**VAR μοντέλο με τους DAX και FTSE 100**

Error Correction: D(S\_P\_500)

CointEq1	0.007232 (0.02809) [ 0.25746]
CointEq2	-0.007773 (0.10586) [-0.07343]
D(S_P_500(-1))	-0.020239 (0.10167) [-0.19906]
D(S_P_500(-2))	-0.061295 (0.10097) [-0.60705]
D(DAX(-1))	-6.862988 (71.1098) [-0.09651]
D(DAX(-2))	36.66679 (69.9239) [ 0.52438]
D(FTSE_100(-1))	0.097108 (0.10732) [ 0.90484]
D(FTSE_100(-2))	0.065630 (0.10669) [ 0.61515]
C	-0.018635 (0.09905) [-0.18813]
R-squared	0.010566
Adj. R-squared	-0.019303
Sum sq. resids	0.496481
S.E. equation	0.043284
F-statistic	0.353753
Log likelihood	476.1381
Akaike AIC	-3.409767



Schwarz SC	-3.291088
Mean dependent	0.005817
S.D. dependent	0.042872

**Πίνακας 6.86**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: S\_P\_500

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/07/14 Time: 17:47

Sample (adjusted): 1991M04 2014M01

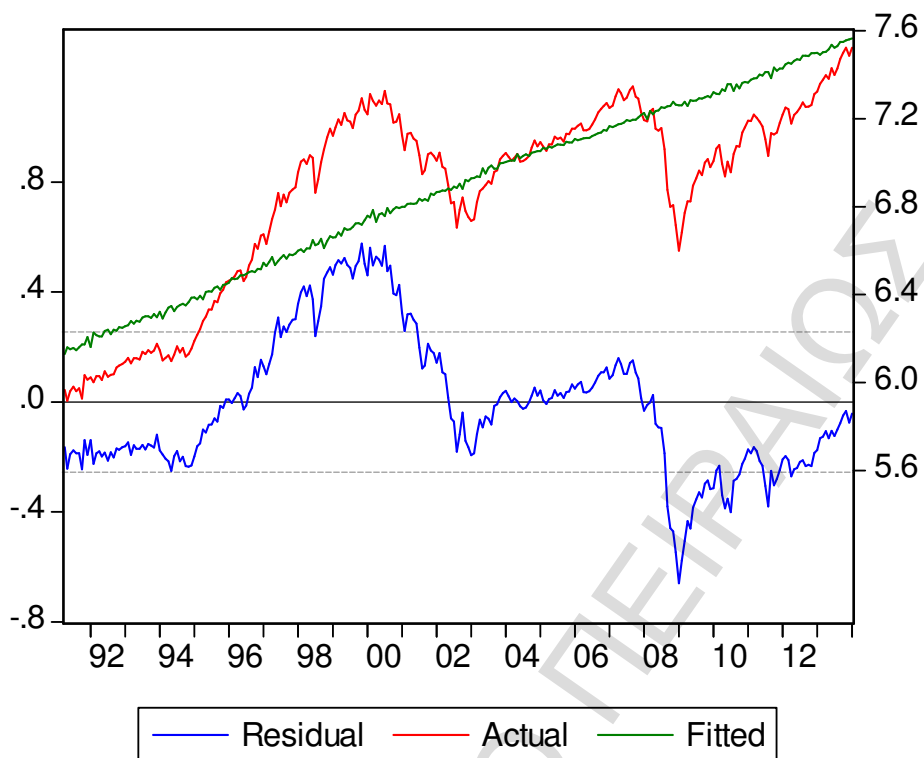
Included observations: 274 after adjustments

Convergence achieved after 76 iterations

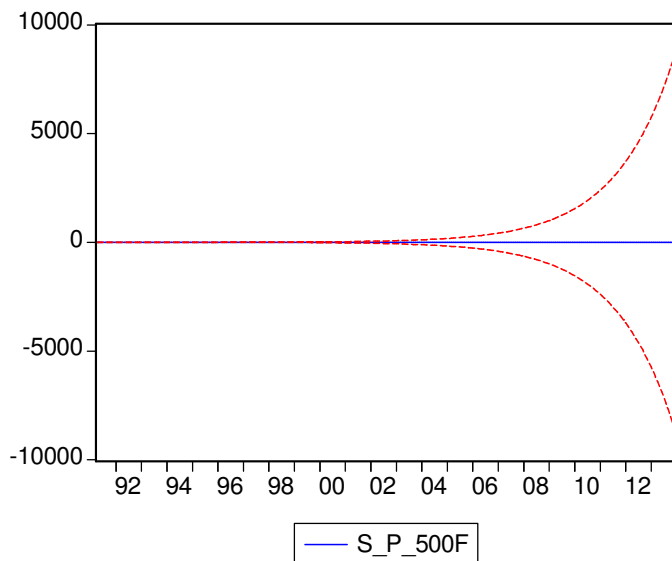
Variance backcast: ON

GARCH = C(7) + C(8)\*RESID(-1)^2 + C(9)\*GARCH(-1)

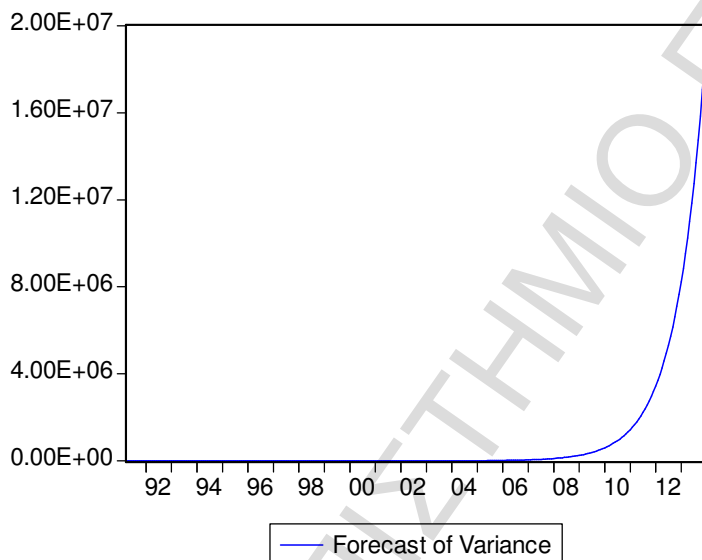
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_S_P(-2)	-0.351858	0.224218	-1.569268	0.1166
RT_DAX(-2)	0.205411	0.168716	1.217495	0.2234
RT_FTSE(-2)	0.073486	0.229111	0.320745	0.7484
COINTEQ01	6.081844	0.080175	75.85748	0.0000
COINTEQ02	-0.164015	0.049841	-3.290753	0.0010
C	6.876450	0.003969	1732.668	0.0000
Variance Equation				
C	0.000320	0.000239	1.336969	0.1812
RESID(-1)^2	0.966356	0.273891	3.528249	0.0004
GARCH(-1)	0.109224	0.137115	0.796583	0.4257
R-squared	0.661354	Mean dependent var	6.864719	
Adjusted R-squared	0.651130	S.D. dependent var	0.431801	
S.E. of regression	0.255044	Akaike info criterion	-0.879427	
Sum squared resid	17.23762	Schwarz criterion	-0.760748	
Log likelihood	129.4815	F-statistic	64.69091	
Durbin-Watson stat	0.032338	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.83  
Απεικόνιση καταλοίπων



Forecast:	S_P_500F
Actual:	S_P_500
Forecast sample:	1991M01 2014M03
Adjusted sample:	1991M04 2014M01
Included observations:	274
Root Mean Squared Error	0.250821
Mean Absolute Error	0.200145
Mean Abs. Percent Error	2.911259
Theil Inequality Coefficient	0.018220
Bias Proportion	0.002030
Variance Proportion	0.006632
Covariance Proportion	0.991338



**Διάγραμμα 6.84**

**Πρόβλεψη της πορείας του S&P 500 και μέτρηση της διακύμανσης**

Τα διαγράμματα 6.65 και 6.66 δείχνουν διαχρονικά την διακύμανση των καταλοίπων και την μορφή των καταλοίπων. Από τα διαγράμματα αυτά μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο συνδυασμός των S&P 500, DAX και FTSE 100 οδηγούν σε ασταθές μοντέλο, αφού τα κατάλοιπα δεν έχουν whitenoise και η διακύμανση αυξάνεται απότομα.

**Πίνακας 6.87**  
**VAR(2) μοντέλο με την προσθήκη των CAC 40, NIKKEI και FTSE 100**

Error Correction: D(S\_P\_500)

CointEq1	-0.007325 (0.03209) [-0.22825]
CointEq2	-0.084824 (0.12533) [-0.67678]
CointEq3	0.011216 (0.04771) [ 0.23510]
D(S_P_500(-1))	-0.038692 (0.11097) [-0.34868]
D(S_P_500(-2))	-0.032480 (0.11091) [-0.29285]
D(CAC_40(-1))	-8.581104 (74.7968) [-0.11473]
D(CAC_40(-2))	37.20374 (73.7769) [ 0.50427]
D(FTSE_100(-1))	0.118072 (0.11343) [ 1.04095]
D(FTSE_100(-2))	0.005833 (0.11325) [ 0.05150]
D(NIKKEI(-1))	0.023055 (0.05507) [ 0.41863]
D(NIKKEI(-2))	0.019332 (0.05507) [ 0.35106]
C	-0.018234

(0.10508)  
[-0.17352]

---

R-squared	0.020724
Adj. R-squared	-0.024160
Sum sq. resids	0.472168
S.E. equation	0.044355
F-statistic	0.461722
Log likelihood	433.6886
Akaike AIC	-3.346735
Schwarz SC	-3.178667
Mean dependent	0.005218
S.D. dependent	0.043829

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**Πίνακας 6.88**  
**GARCH μοντέλο**

Dependent Variable: S\_P\_500

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/07/14 Time: 18:10

Sample (adjusted): 1991M04 2012M03

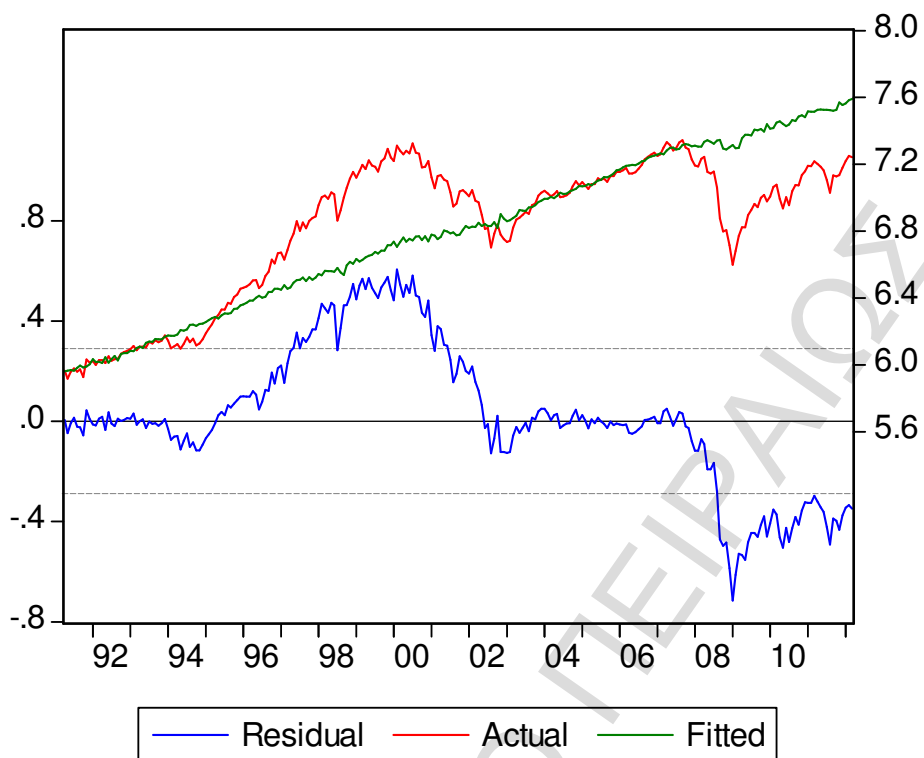
Included observations: 252 after adjustments

Convergence achieved after 52 iterations

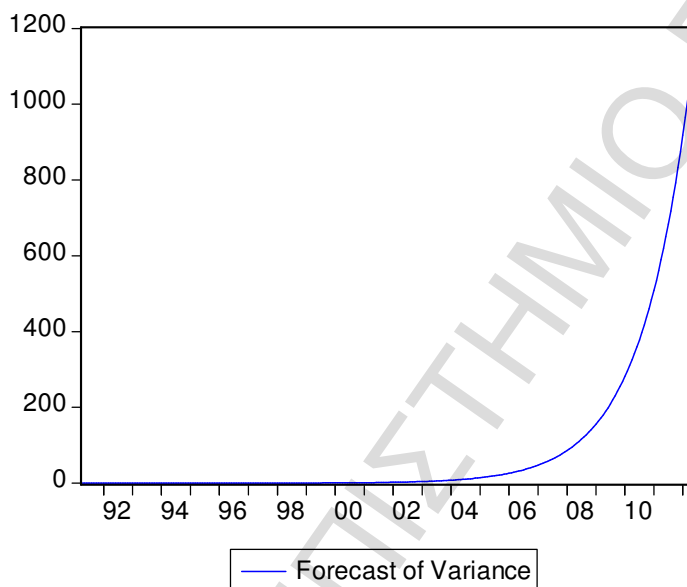
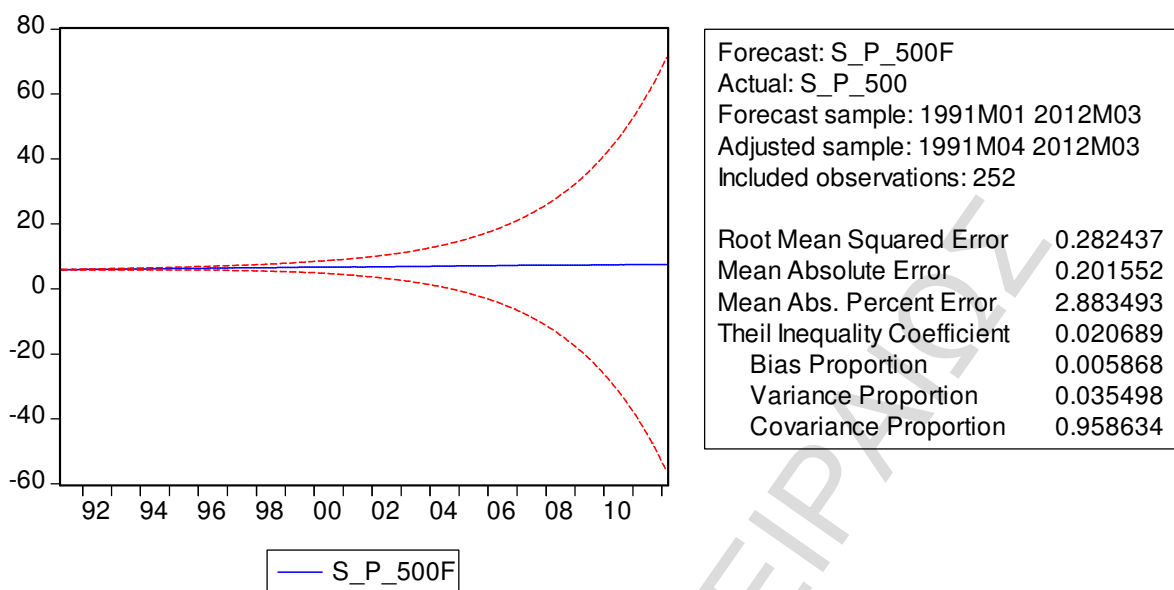
Variance backcast: ON

GARCH = C(9) + C(10)\*RESID(-1)^2 + C(11)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
RT_S_P(-2)	0.228120	0.126211	1.807459	0.0707
RT_NIKKEI(-2)	-0.102922	0.045382	-2.267879	0.0233
RT_CAC(-2)	-0.007908	0.117811	-0.067129	0.9465
RT_FTSE(-2)	0.084924	0.146021	0.581592	0.5608
COINTEQ01	0.074968	0.033435	2.242235	0.0249
COINTEQ02	8.020411	0.064044	125.2319	0.0000
COINTEQ03	-0.040935	0.050470	-0.811065	0.4173
C	6.798359	0.003185	2134.719	0.0000
Variance Equation				
C	0.000168	8.29E-05	2.019540	0.0434
RESID(-1)^2	0.671896	0.204535	3.284994	0.0010
GARCH(-1)	0.378653	0.066602	5.685287	0.0000
R-squared	0.552312	Mean dependent var	6.821876	
Adjusted R-squared	0.533736	S.D. dependent var	0.422958	
S.E. of regression	0.288810	Akaike info criterion	-1.447436	
Sum squared resid	20.10217	Schwarz criterion	-1.293374	
Log likelihood	193.3770	F-statistic	29.73214	
Durbin-Watson stat	0.028292	Prob(F-statistic)	0.000000	



Διάγραμμα 6.85  
Απεικόνιση καταλοίπων



**Διάγραμμα 6.86**

**Πρόβλεψη της πορείας του δείκτη και μέτρηση διακύμανσης**

Από τα διαγράμματα 6.67 και 6.68 φαίνεται ότι η προσθήκη των CAC 40, FTSE 100 και NIKKEI δεν είναι αρκετή για να κάνει το μοντέλο σταθερό, καθώς τα κατάλοιπα δεν έχουν whitenoise και η διακύμανση αυξάνεται απότομα.



## ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Στο παρόν κεφάλαιο κατασκευάστηκαν όλα τα μοντέλα που προκύπτουν από όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των δεικτών μεταξύ τους. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν ο σχηματισμός των AR και VAR μοντέλων και στην συνέχεια η μέτρηση της διακύμανσης με τα GARCH μοντέλα. Τα lags που επιλέχθηκαν ήταν δύο, καθώς το AIC κριτήριο των μοντέλων αυτών ήταν το μικρότερο σε σύγκριση με το αντίστοιχο μοντέλων με περισσότερα lags.

Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι κάθε δείκτης συμπεριφέρεται διαφορετικά από τους υπόλοιπους.

Ο DAX και ο CAC 40 είναι οι δείκτες που προσφέρουν τις περισσότερες επιλογές. Μπορούν να συνδυαστούν με όλους τους δείκτες σε δυάδες, εκτός από τον FTSE 100 και να δημιουργήσουν σταθερά μοντέλα. Επίσης συνδυασμοί τους με περισσότερους δείκτες, προσφέρουν οφέλη διαφοροποίησης και είναι καλές επιλογές για τους επενδυτές.

Αντιθέτως, οι NIKKEI και S&P 500 προσφέρουν λιγότερες επιλογές. Για να σχηματίσουν αποδοτικά χαρτοφυλάκια θα πρέπει να συνδυαστούν με τρεις και τέσσερις δείκτες. Ειδικότερα ο NIKKEI θα πρέπει να σχηματίσει χαρτοφυλάκιο με τους DAX και S&P 500 και με τους CAC 40, FTSE 100, S&P 500 και με τους DAX, FTSE 100 και S&P 500. Για τον S&P 500, από την άλλη, η μόνη επιλογή που φαίνεται να είναι προς όφελος των επενδυτών είναι αυτή του συνδυασμού του με NIKKEI και FTSE 100. Τέλος ο FTSE 100 ακολουθεί εκ διαμέτρου αντίθετη συμπεριφορά με τους NIKKEI και S&P 500. Έτσι, ενώ συνδυάζεται ανα δυάδες με όλους σχεδόν τους δείκτες, πλην του NIKKEI, δεν αποφέρει κανένα όφελος όταν προστεθούν τρεις και τέσσερις δείκτες.

Συμπερασματικά, το τι χαρτοφυλάκιο θα επιλέξει ένας επενδυτής εξαρτάται από τον ίδιο. Αν θέλει ένα χαρτοφυλάκιο με δυο μόνο δείκτες θα πρέπει οποσδήποτε να συμπεριλάβει σε αυτό τους DAX, CAC 40 και FTSE 100. Αν θέλει ένα χαρτοφυλάκιο με περισσότερους δείκτες, οι επιλογές που προσφέρουν οι συνδυασμοί των NIKKEI και S&P 500 φαίνονται πιο ελκυστικοί.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

### Ελληνική

Μαλινδρέτου, Β. (2000). *Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδύσεις, δεύτερη έκδοση*. Αθήνα: Παπαζήσης.

### Ξένη

Granger, C. (1980). Testing For Causality A Personal Viewpoint. *Journal of Economic Dynamics and Control* 2, 329-352.

Granger, C. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica* vol.37, 424-438.

James, H. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton, New Jersey, Princeton university press.

Pierce A. David, H. L. (1977). Causality In Temporal Systems Characterizations and a Survey. *Journal of Econometrics* 5, 265-293.

Verbeek, M. (n.d.). *A Guide To Modern Econometrics, second edition*. Erasmus University Rotterdam: John Wiley & Sons, Ltd.