



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS

**ΤΜΗΜΑ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΤΡΑΠΕΖΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ**

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

**«Χρηματοοικονομική Ανάλυση για Στελέχη
Επιχειρήσεων»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΘΕΜΑ:**

«Είναι η αγορά πετρελαίου μια αποτελεσματική αγορά;»

ΤΣΑΟΥΣΙΔΟΥ ΚΥΡΙΑΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΠΕΡΓΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

**ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:
ΑΠΕΡΓΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΒΟΛΙΩΤΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΣΤΕΦΑΝΑΔΗΣ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ**

Φεβρουάριος 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη - Λέξεις Κλειδιά	6
Abstract	7
1. Η Υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς (Efficiency Market Hypothesis)	8
1.1 Πότε μια αγορά είναι αποτελεσματική;	8
1.2 Μορφές Αποτελεσματικής αγοράς	8
2. Η αγορά των εμπορευμάτων (commodity market)	13
3. Η αγορά του πετρελαίου	14
3.1 Τα είδη του πετρελαίου και η διαμόρφωση της τιμής του	14
3.2 Πετρέλαιο και χρηματιστηριακοί δείκτες	18
3.3 Πετρέλαιο και συναλλαγματικές ισοτιμίες	21
3.4 Πετρέλαιο και πληθωρισμός	24
3.5 Πετρέλαιο και ΑΕΠ	26
3.6 Έρευνες- μελέτες σχετικά με την αποτελεσματικότητα της αγοράς του πετρελαίου	28
4. Πλαίσιο Έρευνας – Μεθοδολογία	31
4.1 Στασιμότητα των χρονικών σειρών	31
4.2 Έλεγχοι στασιμότητας	32
4.3 Συνολοκλήρωση, Έννοιες - Ορισμοί (Cointegration)	43
4.4 Έλεγχοι συνολοκλήρωσης	46
4.5 Υποδείγματα Συνολοκλήρωσης με δύο και περισσότερες μεταβλητές (Έλεγχος των Engle – Granger)	47
4.6 Συνολοκλήρωση και μηχανισμός διόρθωσης σφάλματος	50
4.7 Υποδείγματα διανυσματικών αυτοπαλινδρομήσεων (VAR – VEC υποδείγματα)	53
5. Εμπειρική Ανάλυση – Δεδομένα	56

5.1	Παρουσίαση Δεδομένων	56
5.2	Ανάλυση Μεθοδολογίας	62
5.3	Ανάλυση Αποτελεσμάτων για τις τιμές του WTI	67
4.4.1	Έλεγχοι στασιμότητας για τις τιμές του WTI	65
4.4.2	Έλεγχος συνολοκλήρωσης για τις τιμές του πετρελαίου (WTI)	67
5.3.3	Vector Error Correction (VEC) για το WTI	69
5.3.4	Έλεγχος Granger Causality για το WTI	71
5.4	Ανάλυση Αποτελεσμάτων για τις τιμές του Brent	73
5.4.1	Έλεγχοι στασιμότητας για τις τιμές του Brent	73
5.4.2	Έλεγχος συνολοκλήρωσης για τις τιμές του Brent	75
5.4.3	Vector Error Correction (VEC) για το Brent	75
5.4.4	Έλεγχος Granger Causality για το Brent	78
5.5	Παρουσίαση - Ανάλυση Αποτελεσμάτων (μέρος 2 ^ο)	
	Έλεγχοι πετρελαίου και μακροοικονομικών παραγόντων	80
5.5.1	Έλεγχοι στασιμότητας	80
5.5.2	Ανάλυση Δεδομένων με τη μέθοδο Panel για το Brent	85
5.5.3	Ανάλυση Δεδομένων με τη μέθοδο Panel για το Wti	87
6.	Συμπεράσματα	89
	Βιβλιογραφία	92

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1 Δεδομένα (πηγή, χρ.περίοδος, συχνότητα)	57
Πίνακας 2 Βασικά στατιστικά στοιχεία για τις τιμές του πετρελαίου	58
Πίνακας 3 Βασικά στατιστικά στοιχεία για το ΑΕΠ (GDP) ανά χώρα.....	59
Πίνακας 4 Βασικά στατιστικά στοιχεία για τον ΔΤΚ (CPI) ανά χώρα.....	60
Πίνακας 5 Βασικά στατιστικά στοιχεία για τις Συναλλαγματικές Ισοτιμίες (EXCHANGE RATES).....	61
Πίνακας 6 Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας για τις τιμές πετρελαίου (unit root)	65
Πίνακας 7 Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας λαμβάνοντας πρώτες διαφορές (First Difference)	66
Πίνακας 8 Αποτελέσματα ελέγχου συνολοκλήρωσης για το WTI	67
Πίνακας 9 Αποτελέσματα Vector Error Correction (VEC) για το WTI.....	70
Πίνακας 10 Αποτελέσματα Granger Causality Tests Wti (τιμές μετρητοίς και συμβολαίων μηνός και 2 μηνών)	71
Πίνακας 11 Αποτελέσματα ελέγχου συνολοκλήρωσης για το Brent.....	75
Πίνακας 12 Αποτελέσματα Vector Error Correction (VEC) για το Brent.....	77
Πίνακας 13 Αποτελέσματα Granger Causality Tests Brent (τιμές μετρητοίς και συμβολαίων 1- 2-3 μηνών)	78
Πίνακας 14 (Unit Root Test) Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας (αποδόσεις τιμών μετρητοίς Wti - Brent).....	80
Πίνακας 15 (Unit Root Test) Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας (μεταβολές ΑΕΠ σε τριμηνιαία βάση)	81
Πίνακας 16 (Unit Root Test) Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας (μεταβολές ΔΤΚ σε τριμηνιαία βάση)	82
Πίνακας 17 (Unit Root Test) Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας (αποδόσεις Χρηματιστηριακών Δεικτών σε τριμηνιαία βάση)	83
Πίνακας 18 (Unit Root Test) Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας (μεταβολές ισοτιμιών σε τριμηνιαία βάση).....	84

Πίνακας 19 Αποτελέσματα ελέγχου μεθόδου Panel μεταξύ αποδόσεων τιμών πετρελαίου, μεταβολών μακροοικονομικών μεταβλητών, συναλλαγματικών ισοτιμιών και αποδόσεων Χρηματιστηριακών Δεικτών.....86

Πίνακας 20 Αποτελέσματα ελέγχου μεθόδου Panel τιμών πετρελαίου, μεταβολών μακροοικονομικών μεταβλητών, συναλλαγματικών ισοτιμιών και αποδόσεων Χρηματιστηριακών Δεικτών.....87

Διαγράμματα

Διάγραμμα 1 Ημερήσιες τιμές πετρελαίου (περίοδος 01/2000-12/2011)32

Διάγραμμα 2 Πρώτες διαφορές τιμών μετρητοίς33

Περίληψη

Η υπόθεση της «Αποτελεσματικής Αγοράς» έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης για πολλούς ακαδημαϊκούς ερευνητές. Γενικά με τον όρο αποτελεσματική αγορά εννοούμε την αγορά στην οποία οι τιμές των μετοχών αντικατοπτρίζουν πλήρως τις διαθέσιμες πληροφορίες. Όσον αφορά την αγορά του πετρελαίου πολλές είναι οι μελέτες που έχουν γίνει σχετικά με το κατά πόσο αυτή είναι ή όχι αποτελεσματική.

Στην παρούσα μελέτη σκοπός είναι να προσπαθήσουμε να καταλήξουμε σε συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα αυτής της αγοράς μέσω δυο διαφορετικών αναλύσεων.

Αρχικά θα ελέγξουμε κατά πόσο οι τιμές μετρητοίς του πετρελαίου (WTI και Brent) επηρεάζονται από τις προθεσμιακές τιμές (συμβόλαια διαφόρων λήξεων) και από παρελθούσες τιμές αυτών. Αν οι προθεσμιακές τιμές "εξηγούν" τις τιμές μετρητοίς ή αντίστοιχα αν οι προηγούμενες τιμές προβλέπουν τις μελλοντικές τότε η αγορά δεν είναι αποτελεσματική.

Στη συνέχεια θα ελέγξουμε το κατά πόσο οι αποδόσεις των τιμών μετρητοίς WTI και Brent επηρεάζονται από τις μεταβολές του ΑΕΠ, του ΔTK των G7 και των χρηματιστηριακών δεικτών των ίδιων χωρών καθώς και των συναλλαγματικών ισοτιμιών \$/€ και \$ /£. Σε αυτή την περίπτωση αν οι αποδόσεις των τιμών μετρητοίς WTI και Brent επηρεάζονται από τους προαναφερθέντες παράγοντες τότε καταλήγουμε στο συμπέρασμα της μη αποτελεσματικότητας της αγοράς.

Λέξεις κλειδιά (key words)

Αργό πετρέλαιο (crude oil), Brent, Wti, τιμή μετρητοίς (spot price), προθεσμιακή τιμή (futures price), υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς (Market Efficiency Hypothesis)

Abstract

The case of the "market efficiency" has been studied for many academic researchers. Generally the term efficient market meant the market in which stock prices fully reflect available information. Regarding the oil market there are many studies that have been made about whether or not it is effective. In this study we try to draw conclusions about the effectiveness of this market through two different analyzes.

First we will check whether the spot prices of oil (WTI and Brent) affected by futures prices (contracts of various maturities) and past values of these. If futures prices "explain" the spot prices or respectively if previous prices predict future then the market is not efficient.

Then we will check whether the returns on spot prices WTI and Brent are affected by changes in GDP, CPI and the G7 stock price indices of the same countries and the exchange rates \$ / € and \$ / £. In this case if the returns on spot prices of WTI and Brent affected by the above factors then we conclude non market efficiency.

1. Η Υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς (Efficiency Market Hypothesis)

1.1 Πότε μια αγορά είναι αποτελεσματική;

Το θέμα της υπόθεσης της αποτελεσματικής αγοράς έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών ακαδημαϊκών ερευνητών. Από τη δεκαετία του 1960 ξεκίνησε να αναπτύσσεται η συζήτηση γύρω από τη διαδικασία προσδιορισμού των τιμών των χρεογράφων. Αρχικά, η ανεξαρτησία των τιμών των χρεογράφων και το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου (random walk) αποτέλεσαν θέμα συζήτησης και έρευνας. Σύμφωνα με το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου, αν οι τιμές των χρεογράφων το ακολουθούν τότε η χρονική σειρά των παρελθοντικών τιμών δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία υπερβολικών αποδόσεων.

Η ανωτέρω θεωρία οδήγησε στην υπόθεση της «Αποτελεσματικής Αγοράς» η οποία αποδείχθηκε από τους Samuelson (1965) και Mandelbrot (1966) με δεδομένη την ομογένεια των επενδυτών και την απουσία κόστους συναλλαγών. Σχετικά με τη θεωρία αυτή ασχολήθηκαν πολλοί ερευνητές οι οποίοι έδωσαν τον ορισμό τους για την αποτελεσματική αγορά.

Αποτελεσματική αγορά είναι αυτή η αγορά στην οποία οι τιμές των μετοχών αντικατοπτρίζουν πλήρως τις διαθέσιμες πληροφορίες (Buckley, 1998).

Κατά τον Sharpe (1989), πλήρως αποτελεσματική αγορά ορίζεται η αγορά εκείνη στην οποία η τιμή κάθε χρεογράφου αντικατοπτρίζει την επενδυτική του αξία σε κάθε χρονική στιγμή. Αν οι τιμές των χρεογράφων ενσωματώνουν άμεσα κάθε νέα πληροφορία, τότε η αγορά θεωρείται αποτελεσματική. Εάν όμως κάθε νέα πληροφορία αργεί να ενσωματωθεί και ενδεχομένως κάνει τις τιμές να αποκλίνουν από εκείνες που θα προέκυπταν σε αντίθετη περίπτωση, τότε η αγορά θεωρείται μη αποτελεσματική.

Μια αγορά θεωρείται αποτελεσματική αν οι τιμές πλήρως και ακαριαία αντικατοπτρίζουν όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες και καμία δυνατότητα κερδοφορίας δε μένει ανεκμετάλλευτη. Σε μία αγορά η οποία είναι αποτελεσματική, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ορθολογικών καταναλωτών οι

οποίοι επιθυμούν τη μεγιστοποίηση του κέρδους τους, ανταγωνίζονται ενεργά μεταξύ τους και προσπαθούν να προβλέψουν μελλοντικές αγοραστικές τιμές μεμονωμένων χρεογράφων σύμφωνα με τη διαθέσιμη πληροφόρηση η οποία διατίθεται ελεύθερα σε όλους. Στην αποτελεσματική αγορά οι ανταγωνιστικοί μετέχοντες αντικατοπτρίζουν την ορθολογική και ακαριαία πληροφόρηση για τις τιμές, κάνοντας τις παρελθοντικές σχετικές πληροφορίες μη χρήσιμες για την πρόβλεψη μελλοντικών τιμών των αξιογράφων (Fama, 1976).

Σύμφωνα με τον Samuels (1981), μια αγορά πρέπει να είναι πλήρης για να θεωρείται αποτελεσματική, δηλαδή, το μέγεθός της πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο και οι μετέχοντες σε αυτή πρέπει να έχουν παρόμοιες προσδοκίες και συμπεριφορά αναφορικά με τη σχέση αναμενόμενης απόδοσης και κινδύνου. Σε μικρές αγορές όπου υπάρχουν περιορισμοί στην προσφορά και μικρός αριθμός επενδυτών, μικρές αλλαγές στη ζήτηση μπορεί να προκαλέσουν μεγάλες διακυμάνσεις και σημαντική απόκλιση των μετοχών από την εσωτερική τους αξία. Επομένως, οι μικρές αγορές είναι ενδεχομένως λιγότερο αποτελεσματικές λόγω του μικρού όγκου και της χαμηλής εμπορευσιμότητας των αξιογράφων (Jennergan and Korvold, 1974).

Μία αγορά θεωρείται αποτελεσματική όταν όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες είναι ήδη ενσωματωμένες και προεξοφλημένες στην τιμή του αξιογράφου και οι αγοραίες τιμές των αξιογράφων αντανακλούν πλήρως κάθε πληροφορία σχετικά με:

- Τα μελλοντικά (ή αναμενόμενα) κέρδη
- Τα μερίσματα και τον προσδοκώμενο ρυθμό αύξησής τους
- Το κίνδυνο που ενέχουν τα αξιόγραφα που απαρτίζουν το χαρτοφυλάκιο
- Την αναμενόμενη (ή προσδοκώμενη) απόδοση και γενικά
- Οποιαδήποτε άλλη πληροφορία η οποία μπορεί να επηρεάσει την αγοραία τιμή του αξιογράφου.

Βάσει των ανωτέρω, δεν υπάρχει επενδυτής που να έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει δημοσιευμένες ή ιστορικές πληροφορίες με σκοπό την επίτευξη υψηλών (πέρα του κανονικού) αποδόσεων.

Πολλές είναι οι μελέτες που έχουν γίνει σχετικά με την αγορά του πετρελαίου και το κατά πόσο αυτή είναι ή όχι αποτελεσματική. Κατωτέρω παρουσιάζεται η αγορά των εμπορευμάτων γενικά και ειδικά του πετρελαίου αναλύεται η έννοια της αποτελεσματικής αγοράς και στη συνέχεια διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν και σε ποιο βαθμό τις τιμές του πετρελαίου καθώς επίσης και τη σχέση των τιμών του πετρελαίου και συναλλαγματικών ισοτιμιών, άλλων εμπορευμάτων, χρηματιστηριακών δεικτών ή άλλων μετοχών.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

1.2 Μορφές Αποτελεσματικής αγοράς

Η αποτελεσματική αγορά μπορεί να οριστεί σε τρεις μορφές, την ασθενή (weak form), την ημι-ισχυρή (semi-strong form) και την ισχυρή (Strong form). Οι τρεις αυτές μορφές ορίζονται ως κάτωθι:

1. Ασθενής Αποτελεσματικότητα (weak form)

Μια αγορά είναι αποτελεσματική με την ασθενή μορφή, όταν οι τιμές των αξιογράφων αντικατοπτρίζουν πλήρως όλες τις παρελθούσες τιμές. Σε αυτή τη μορφή αποτελεσματικότητας η βασική υπόθεση είναι ότι δεν μπορεί ο επενδυτής να εκμεταλλευτεί την πληροφορία (συσχέτιση αποδόσεων) για να αποκομίσει υπερβολικές αποδόσεις. Οποιαδήποτε πληροφορία σχετικά με τις παρελθούσες τιμές της μετοχής ενσωματώνεται πλήρως στην τιμή της και είναι αδύνατο να προβλεφθεί μελλοντικά η τιμή της μετοχής από την ανάλυση της συμπεριφοράς της στο παρελθόν.

2. Ημι-Ισχυρή Αποτελεσματικότητα (semi-strong form)

Σύμφωνα με την οποία, δημοσιευμένες πληροφορίες όπως ισολογισμοί, κέρδη, μερίσματα, δείκτες, όπως επίσης μακροοικονομικά δεδομένα, αντικατοπτρίζονται στις παρούσες τιμές των αξιογράφων και δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη μελλοντικών τιμών και την πραγματοποίηση υπερκερδών. Η μορφή αυτή περιλαμβάνει την ασθενή μορφή αποτελεσματικότητας.

3. Η Μορφή Ισχυρής Αποτελεσματικότητας (Strong form)

Σύμφωνα με αυτή ακόμη και μη δημοσιευμένες πληροφορίες (ή «εσωτερικές», μη προσβάσιμες στο ευρύ επενδυτικό κοινό) αντανακλώνται στις παρούσες τιμές και δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μελλοντικές προβλέψεις. Δηλαδή, δεν υφίσταται «ειδική» κατηγορία επενδυτών (όπως π.χ. εσωτερική διοίκηση μιας εταιρίας) οι οποίοι έχουν μονοπωλιακή πρόσβαση σε πληροφορίες που ενδεχομένως να επηρεάσουν τις τιμές των μετοχών. Η αγορά προεξοφλείται με έναν αμερόληπτο τρόπο και κατά συνέπεια η πληροφόρηση έχει ενσωματωθεί και αξιολογηθεί μέσα στις τιμές της αγοράς. Αν μια αγορά είναι αποτελεσματική στην

ισχυρή της μορφή είναι επίσης αποτελεσματική και σε ημι-ισχυρή και σε ασθενή. Το αντίθετο δεν ισχύει. Σύμφωνα, λοιπόν με όλα τα παραπάνω για να χαρακτηριστεί μια αγορά ως αποτελεσματική σε σχέση με τη διαθέσιμη πληροφόρηση πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

1. Υπάρχουν πολλοί συμμετέχοντες οι οποίοι – ο καθένας ανεξάρτητα από τον άλλο – αναλύουν και αποτιμούν μετοχές. Οι επενδυτές έχουν ως απώτερο σκοπό τη μεγιστοποίηση του κέρδους τους
2. Κάθε νέα πληροφορία για μία εταιρία ή μετοχή της, εμφανίζεται στην αγορά εντελώς τυχαία και ανεξάρτητα από άλλα γεγονότα. Η άντληση της πληροφορίας πρέπει να γίνεται χωρίς κόστος. Η πληροφορία αυτή επίσης πρέπει να διαχέεται σε όλους τους συμμετέχοντες ταυτόχρονα.
3. Οι επενδυτές μέσω κινήσεων αγοραπωλησιών προσαρμόζουν τις αποτιμήσεις των μετοχών, ώστε οι τελευταίες να αντανακλούν σε κάθε χρονική στιγμή όλη τη διαθέσιμη πληροφόρηση.
4. Οι επενδυτές θα πρέπει να αντιδρούν άμεσα και με ακρίβεια στη νέα πληροφορία, προσαρμόζοντας ανάλογα τις τιμές των αξιογράφων. Οι προσαρμογές στις τιμές μπορεί να είναι ατελείς (μεγαλύτερες ή μικρότερες από ότι πρέπει), αλλά να είναι αμερόληπτες, δηλαδή να μην είναι δυνατή η πρόβλεψη του είδους της προσαρμογής

Οι παραπάνω προϋποθέσεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι τιμές των μετοχών πρέπει να κινούνται εντελώς τυχαία και ανεξάρτητα από την εμφάνιση οποιουδήποτε γεγονότος που αφορά τις εισηγμένες εταιρίες. Στην πραγματικότητα όμως κάτι τέτοιο δεν ισχύει ούτε σε απόλυτους ούτε σε συγκριτικούς όρους. Βασικότερη προϋπόθεση είναι αυτή που υποδεικνύει ότι οι επενδυτές δρουν ορθολογικά και αποσκοπούν στη μεγιστοποίηση της χρησιμότητάς τους, γνωρίζοντας συλλογικά τη σημαντικότητα κάθε διαθέσιμης πληροφορίας. Οι ορθολογικοί επενδυτές δεν κάνουν συστηματικά λάθος στις εκτιμήσεις τους. Ακόμη και στην περίπτωση λανθασμένων επιλογών, αυτές οι επιλογές γίνονται τυχαία και δεν έχουν αντίκτυπο στις τιμές ισορροπίας.

2. Η αγορά των εμπορευμάτων (*commodity market*)

Οι αγορές των εμπορευμάτων είναι αγορές στις οποίες ανταλλάσσονται ακατέργαστα ή πρωτογενή προϊόντα. Αυτά τα προϊόντα διαπραγματεύονται σε οργανωμένες ανταλλαγές εμπορευμάτων, στις οποίες αγοράζονται και πωλούνται σε τυποποιημένες συμβάσεις. Παγκοσμίως υπάρχουν περίπου 50 μεγάλες αγορές βασικών προϊόντων στις οποίες διαπραγματεύονται σχεδόν 100 βασικά προϊόντα. Τα βασικά αυτά προϊόντα χωρίζονται σε δύο τύπους: τα σκληρά και τα μαλακά εμπορεύματα. Σκληρά προϊόντα είναι συνήθως φυσικοί πόροι που πρέπει να εξορυχτούν ή να εξαχθούν (χρυσός, καουτσούκ, πετρέλαιο, λάδι, κ.λπ.), ενώ μαλακά εμπορεύματα είναι τα γεωργικά ή τα ζωικά προϊόντα (καλαμπόκι, σιτάρι, καφές, ζάχαρη, σόγια, χοιρινό κρέας, κλπ.)

Η αγορά των εμπορευμάτων είναι αναμφίβολα μια από τις πιο συναρπαστικές αγορές για έναν επενδυτή αφού κάποιες κατηγορίες εμπορευμάτων μπορεί να καταγράφουν κατά καιρούς συνεχή ιστορικά υψηλά στις αποδόσεις τους αλλά πολλές φορές και ιλιγγιώδεις πτώσεις σε αυτές. Οι εμπορικές συναλλαγές των προϊόντων αποτελούνται από τις άμεσες φυσικές εμπορικές συναλλαγές και τις εμπορικές συναλλαγές παραγωγών.

Η αγορά των εμπορευμάτων παρουσίασε μια άνοδο στο ύψος των συναλλαγών από την έναρξη της δεκαετίας. Αυτό ήταν αποτέλεσμα κατά κύριο λόγο της αυξανόμενης χρήσης των εμπορευμάτων ως κατηγορία περιουσιακών στοιχείων προς επένδυση και ενός πολλαπλασιασμού των επιλογών επένδυσης σε αυτά. Ο συνολικός όγκος των συμβολαίων σε εμπορεύματα που αποτελούν αντικείμενο διαπραγμάτευσης παγκοσμίως αυξήθηκε κατά 20% το 2010, σε περίπου 2,5 δισεκατομμύρια συμβόλαια. Οι εισροές στον τομέα των εμπορευμάτων ανήλθαν συνολικά άνω των 60 δισεκατομμυρίων δολαρίων το 2010, με υψηλότερο τα 72 δισεκατομμύρια δολάρια το έτος 2009. Οι συναλλαγές στα χρηματιστήρια της Κίνας και της Ινδίας έχουν αποκτήσει ενδιαφέρον και σημασία λόγω της παρουσίας των δυο χωρών ως παραγωγό και καταναλωτές.

3. Η αγορά του πετρελαίου

3.1 Τα είδη του πετρελαίου και η διαμόρφωση της τιμής του

Το αργό πετρέλαιο είναι ένα από τα πιο σημαντικά αγαθά του κόσμου που διαπραγματεύονται ενεργά. Πολλοί βασικοί παράγοντες επηρεάζουν την παγκόσμια αγορά των τιμών του αργού πετρελαίου όπως η προσφορά, η ζήτηση και η αποθήκευση, ο τύπος του αργού πετρελαίου, οι συμμετέχοντες στην αγορά ακόμα και γεγονότα όπως ο πόλεμοι και φυσικές καταστροφές.

Οι τιμές αγοράς και πώλησης αναφέρονται ως παγκόσμιες τιμές καθότι το πετρέλαιο διαπραγματεύεται στην παγκόσμια αγορά.

Οι διάφορες ποικιλίες και ποιότητες του αργού πετρελαίου εκφράζονται σε ορισμένα σημεία αναφοράς. Για παράδειγμα, στη Βόρεια Αμερική, ως σημείο αναφοράς (benchmark) είναι το West Texas Intermediate (WTI), το οποίο διαπραγματεύεται στο χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης (NYMEX) από το 1979. Στο Λονδίνο, το σημείο αναφοράς είναι το North Sea crude oil Brent / BFO (Brent, Forties, Oseberg), το οποίο διαπραγματεύεται στο International Petroleum Exchange (IPE) από το 1988.

Ο Οργανισμός Πετρελαιοπαραγωγών Κρατών (ΟΠΕΚ) ή Organization of Petroleum Exporting Countries (ΟΠΕΚ) δημοσιεύει μια τιμή για ένα σύνολο τιμών που περιέχει έναν αριθμό τοπικών σημείων αναφοράς της Μέσης Ανατολής (Middle Eastern benchmarks Dubai Fateh and Oman).

Η αγορά του πετρελαίου εύλογα θεωρείται η αγορά με τη μεγαλύτερη επιρροή μεταξύ των βασικών εμπορευμάτων παγκοσμίως, διότι έχει με κάποιον τρόπο ουσιαστική επίδραση σε όλες σχεδόν τις οικονομικές μεταβλητές. Λόγω του ουσιαστικού ρόλου του πετρελαίου στην παγκόσμια οικονομία, είναι σημαντική η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της αγοράς του.

Η σημασία της αγοράς πετρελαίου έχει αποδειχθεί επανειλημμένα, τόσο από την πετρελαϊκή κρίση της στις αρχές του 1970, όσο και από τις πολιτικές ταραχές στη Μέση Ανατολή κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών και έχει αποδειχθεί ότι οι

δυτικές οικονομίες επηρεάζονται από τις αλλαγές στην τιμή του πετρελαίου, σήμερα όπως και πριν από μερικές δεκαετίες.

Μελέτες έχουν δείξει ότι η τιμή του πετρελαίου επηρεάζει το ΑΕΠ, καθώς και άλλες μακροοικονομικές μεταβλητές, χρηματοπιστωτικές αγορές καθώς και τη μεταβλητότητα των τιμών των μετοχών (Lardic and Mignon, 2006, Gisser and Goodwin, 1986, Sadorsky, 2003).

Το αργό πετρέλαιο είναι από τα μεγαλύτερα εμπορεύματα στον κόσμο. Ημερησίως καταναλώνονται περίπου 70-80 εκατομμύρια βαρέλια εκ των οποίων το 25% καταναλώνονται στις Η.Π.Α. Επίσης, είναι ένα εμπόρευμα που διαπραγματεύεται στα διεθνή χρηματιστήρια εμπορευμάτων, τα μεγαλύτερα εκ των οποίων βρίσκονται στην Αμερική (CBOT Chicago Board of Trade, CME Chicago Mercantile Exchange, NYMEX New York Mercantile Exchange). Τα σημαντικότερα είδη το αργού πετρελαίου που διαπραγματεύονται στα χρηματιστήρια εμπορευμάτων της Αμερικής είναι:

1. **Brent Crude**, είναι η μεγαλύτερη από τις κατηγορίες αργού πετρελαίου. Χρησιμοποιείται για την τιμολόγηση των δύο τρίτων της ποσότητας αργού πετρελαίου που εμπορεύεται παγκοσμίως και αντλείται από τη Βόρεια θάλασσα. Η παραγωγή πετρελαίου από την Ευρώπη, την Αφρική και τη Μέση Ανατολή που κατευθύνεται προς τη δύση τιμολογείται με βάση την εν λόγω κατηγορία η οποία αποτελεί σημείο αναφοράς.
2. **West Texas Intermediate (WTI)**, είναι ένα είδος αργού πετρελαίου που χρησιμοποιείται σαν σημείο αναφοράς στην τιμολόγηση πετρελαίου και είναι ο υποκείμενος τίτλος (underlying commodity) των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures contracts) πετρελαίου που διαπραγματεύονται στο New York Mercantile Exchange. Η τιμή του WTI αναφέρεται συχνά στη Βόρειο Αμερική μαζί με την τιμή του Brent.
3. Άλλα σημαντικά είδη πετρελαίου που αποτελούν σημεία αναφοράς είναι το Dubai Crude και το OPEC Reference Basket.

Οι αγοραίες τιμές (spot prices) του αργού πετρελαίου διαμορφώνονται σε επίπεδο στο οποίο η ανισορροπία προσφοράς και ζήτησης τείνει να εξαλειφθεί. Ιστορικά οι τιμές του αργού πετρελαίου χαρακτηρίζονται μακροχρόνια από σταθερότητα η οποία όμως κατά περιόδους διαταράσσεται. Το προϊόν έχει αποδειχθεί σε πολλές περιπτώσεις ευαίσθητο σε παγκόσμιες κρίσεις, πολιτικές μεταβολές, πολέμους. Σε περιπτώσεις διαταραχών της ζήτησης, π.χ. μετά από πολιτικές ή χρηματοπιστωτικές κρίσεις, οικονομικές επιβραδύνσεις και υφέσεις, η τιμή του πετρελαίου ιστορικά υποχωρεί από 20% έως 45%.

Τις τελευταίες δεκαετίες κυρίαρχο ρόλο στη διαμόρφωση των τιμών διεθνώς παίζει ο OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries - Οργανισμός Πετρελαιοπαραγωγών Κρατών). Ο OPEC είναι ο οργανισμός που θεσπίστηκε ώστε να συντονίσει και να ενώσει πετρελαϊκές πολιτικές των χωρών που το απαρτίζουν και να διασφαλίσει τη σταθερότητα των πετρελαϊκών αγορών ώστε να εξασφαλίσει μια αποδοτική, οικονομική και σταθερή προσφορά πετρελαίου στους καταναλωτές, ένα σταθερό εισόδημα στους παραγωγούς και μια δίκαιη επιστροφή κεφαλαίου για αυτούς που επενδύουν στην πετρελαϊκή αγορά. Ιδρύθηκε το Σεπτέμβριο του 1960 στη Σύνοδο της Βαγδάτης από τις χώρες: Ιράν, Ιράκ, Κουβέιτ, Σαουδική Αραβία και Βενεζουέλα. Αργότερα έγιναν μέλη και το Κατάρ, η Ινδονησία (έως το 2009), η Λιβύη, τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, η Αλγερία, η Νιγηρία, ο Ισημερινός (με διακοπή το διάστημα 1992-2007), η Αγκόλα και η Γκαμπόν (έως το 1994).

Από την πλευρά της προσφοράς πετρελαίου, η παρέμβαση των προμηθευτών μπορεί να είναι καθοριστικός παράγοντας στη διαμόρφωση των τιμών. Οι Tang και Hammoudeh (2002) διαπίστωσαν ότι ο OPEC προσπαθεί να διατηρήσει την τιμή του πετρελαίου μέσα σε μια «ζώνη - στόχο» μεταβάλλοντας το ανώτατο όριο παραγωγής, όταν η τιμή είναι κοντά στο όριο. Οι Wirl και Kujundzic (2004) τεκμηριώνουν την επίπτωση των αποφάσεων του OPEC στη διαμόρφωση των τιμών του πετρελαίου και ο De Santis (2003) συμπέρανε ότι συγκεκριμένες διακυμάνσεις της τιμής οφείλονται στα πρότυπα παραγωγής της Σαουδικής Αραβίας. Ο Kaufmann et al. (2004) έδειξε ότι ο OPEC μπορεί να χειραγωγήσει τις τιμές μέσω της διαχείρισης των ποσοτώσεων και της παραγωγής. Μέσω της

μοντελοποίησης error-correction, ο Bentzen (2007) έδειξε ότι υπάρχει αμφίδρομη αιτιώδης σχέση μεταξύ τριών τιμών: του Brent, του OPEC και του WTI.

Σημαντικό παράγοντα τα τελευταία χρόνια αποτελούν οι συναλλαγές σε συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) και δικαιώματα προαίρεσης (options) με υποκείμενο τίτλο (underlying asset) το αργό πετρέλαιο. Οι προθεσμιακές τιμές επηρεάζονται έντονα από τις προσδοκίες σχετικά με τις μελλοντικές συνθήκες προσφοράς και ζήτησης, των αποθεμάτων, την παραγωγική δυνατότητα του OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries), τις γεωπολιτικές εξελίξεις και την πολιτική αστάθεια που αυτές προκαλούν. Οι αγοραίες (spot prices) και οι προθεσμιακές τιμές (future prices) βρίσκονται σε στενή αλληλεξάρτηση. Τέλος, το πετρέλαιο, του οποίου η τιμή διαμορφώνεται σε οργανωμένες αγορές εμπορευμάτων, αποτελεί εναλλακτική μορφή επένδυσης και ανταγωνίζεται τις μετοχικές αξίες και τα χρεόγραφα σταθερού εισοδήματος. Τις τελευταίες δεκαετίες ο αυξανόμενος όγκος συναλλαγών με προθεσμιακά συμβόλαια και συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης έχουν ωθήσει σε σταθεροποίηση την αγορά του πετρελαίου.

Λόγω των αυξημένων διακυμάνσεων και της έντασης των τιμών του αργού πετρελαίου, τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (oil futures) έχουν αναδειχθεί ως τα πιο δημοφιλή παράγωγα για την αντιστάθμιση του κινδύνου της μεταβλητότητας των τιμών. Οι τιμές μετρητοίς και οι προθεσμιακές τιμές του πετρελαίου έχει διερευνηθεί για μεγάλες χρονικές περιόδους. Σημαντικές έρευνες έχουν γίνει για τη σχέση μεταξύ των τιμών μετρητοίς και των προθεσμιακών τιμών του πετρελαίου, καθώς και τις αντίστοιχες αποδόσεις τους σχετικά με την αποτελεσματικότητα της αγοράς (market efficiency) καθώς και την πρόβλεψη-ανακάλυψη των τιμών (price discovery).

3.2 Πετρέλαιο και χρηματιστηριακοί δείκτες

Η τιμή του πετρελαίου επηρεάζοντας την οικονομική δραστηριότητα, τα εταιρικά κέρδη, τον πληθωρισμό και την νομισματική πολιτική, μεταβάλλει τις τιμές περιουσιακών στοιχείων, όπως είναι οι μετοχές. Εφόσον, η τιμή μιας μετοχής αποτελεί την καλύτερη εκτίμηση της αγοράς αναφορικά με την μελλοντικής κερδοφορία της εταιρίας και δεδομένου ότι η (δίκαιη) τιμή μιας μετοχής προκύπτει από την προεξοφλημένη αξία των μελλοντικών καθαρών κερδών της εταιρίας, τότε οι τρέχουσες και οι αναμενόμενες μελλοντικές επιδράσεις που θα επιφέρει η άνοδος της τιμής του πετρελαίου θα πρέπει να αντανακλώνται στην τιμή της μετοχής. Έτσι το πετρέλαιο επηρεάζει τις χρηματιστηριακές αποδόσεις και μάλιστα υπάρχει αρνητική σχέση μεταξύ των μεταβολών του και των χρηματιστηριακών αποδόσεων.

Το πετρέλαιο είναι ένας παράγοντας που ερμηνεύει καλύτερα τις αποδόσεις των δεικτών των μεγάλων χρηματιστηρίων. Οι έντονες διακυμάνσεις, κυρίως οι ανοδικές επηρεάζουν τις οικονομίες των χωρών αφού αύξηση της τιμής του συνεπάγεται αύξηση στην τιμή σε ένα εύρος αγαθών και υπηρεσιών με αποτέλεσμα να δημιουργείται αστάθεια και αβεβαιότητα στον οικονομικό και πολιτικό σχεδιασμό του κάθε κράτους

Οι Mohan και Shawkat (2006), ανέλυσαν τις επιπτώσεις των διακυμάνσεων του πετρελαίου στην ασιατική χρηματιστηριακή αγορά για την περίοδο 1994-2004 και επιπλέον εξέτασαν αν υπήρχε διαρθρωτική αλλαγή κατά την περίοδο της ασιατικής κρίσης (1997-1998). Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι το πετρέλαιο επηρεάζει τις χρηματιστηριακές αποδόσεις και επιπλέον υπήρχε διαρθρωτική αλλαγή την περίοδο της ασιατικής κρίσης.

Οι Jones και Kaul (1996) εντόπισαν την άμεση επίδραση που έχει η άνοδος της τιμής του πετρελαίου στις πραγματικές αποδόσεις των μετοχών, στο Ηνωμένο Βασίλειο, τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ιαπωνία και στον Καναδά. Η άνοδος στην τιμή του πετρελαίου ασκεί μεγαλύτερη επίδραση στις αποδόσεις των μετοχών εταιριών που ανήκουν στον κλάδο του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, ενώ επηρεάζει αρνητικές τις αυτοκινητοβιομηχανίες και τις εταιρίες του λιανικού εμπορίου.

Ο Babatunde (2006) εξέτασε την επίδραση του πετρελαίου στο αμερικανικό χρηματιστήριο για την περίοδο 1996 - 2005 και διαπίστωσε ότι το πετρέλαιο επηρεάζει την αμερικανική αγορά. Παρόμοιες αναλύσεις έχουν γίνει από τους Jones και Kaul (1996) οι οποίοι ερεύνησαν την επίδραση του πετρελαίου σε μετοχές από τον Καναδά, την Ιαπωνία και τις ΗΠΑ και διαπίστωσαν ότι υπάρχει μεγαλύτερη επίδραση στις ΗΠΑ και τον Καναδά και μικρότερη στην Ιαπωνία. Στο ίδιο επίπεδο τοποθετήθηκε και η έρευνα των Hammoudeh και Choi (2007), όπου εξέτασαν τις μακροχρόνιες επιδράσεις του πετρελαίου στις χώρες γύρω από τον Περσικό Κόλπο και διαπίστωσαν ότι υπάρχει επίδραση σε αυτές τις χώρες εξαιτίας της διακύμανσης της τιμής του πετρελαίου.

Για τη σχέση συνολοκλήρωσης μεταξύ χρηματιστηριακών αποδόσεων και πετρελαίου οι Aktham και Ahmad (2007) επέλεξαν δείκτες από τα χρηματιστήρια της Μέσης Ανατολής για την περίοδο 1996-2003 και χρησιμοποιώντας κατάλληλες μεθόδους διαπίστωσαν ότι δεν υπάρχει γραμμική συνολοκλήρωση αλλά μη γραμμική. Παρόμοιες έρευνες έχουν γίνει από τον Hamilton (1996,2000) και Mork (1989) οι οποίοι ωστόσο διαφώνησαν ότι υπάρχει μη γραμμική μακροχρόνια σχέση μεταξύ πετρελαίου και δεικτών.

Περαιτέρω μελέτες έχουν διενεργηθεί από τον Ciner (2001), όπου έλεγξε για γραμμική και μη γραμμική αιτιότητα μεταξύ των ΣΜΕ (συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης) του πετρελαίου και του δείκτη S&P 500, ενώ οι Hiemstra και Kramer (1997) λαμβάνοντας το μοντέλο τιμολόγησης παγίων στοιχείων διαπίστωσαν ότι δεν είναι κατάλληλο για να περιγράψει τη σχέση μεταξύ μακροοικονομικών μεγεθών και χρηματιστηριακών αποδόσεων διότι η γραμμικότητα του μοντέλου δεν ήταν ικανοποιητική για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Οι Anoguo and Mustafa (2007) χρησιμοποίησαν ανάλυση συνολοκλήρωσης ώστε να ελέγξουν πιθανή σχέση μεταξύ των τιμών του πετρελαίου και Αμερικανικών χρηματιστηριακών δεικτών. Εξετάζουν τη δυνατότητα προβλέψεων μέσω μακροπρόθεσμων και βραχυπρόθεσμων στοιχείων. Οι δείκτες που συμμετέχουν είναι ο Dow Jones Industrial Average και ο Standard and Poor's 500 (S&P 500) και για την τιμή του πετρελαίου χρησιμοποιήθηκε ο NYMEX Light Crude Oil Price.

Η περίοδος που εξετάζεται είναι Ιανουάριος 1993 – Αύγουστος 2006 και οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι ημερήσιες. Τα αποτελέσματα της έρευνας τους έδειξαν πως σύμφωνα με το Johansen and Juselius test, οι μεταβλητές τους δεν είναι συνολοκληρώσιμες.

Όμως κατά το Gregory-Hansen test, δε μπορεί να γίνει ορθή διαχείριση κινδύνου (risk management) έχοντας επενδύσει και στις δυο πλευρές (πετρέλαιο – χρηματιστήριο) την ίδια χρονική περίοδο. Παρατηρούν επίσης την τάση διόρθωσης των χρηματιστηρίων, σε περίπτωση απόκλισης από της σχέση με το πετρέλαιο (παρόμοια με τους Miller and Ratti).

Τέλος, βλέπουμε αιτιότητα από το χρηματιστήριο (και τους δυο δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν) προς την πετρελαϊκή αγορά αλλά όχι και το αντίθετο.

Ο Mauldin (2003), δηλώνει πως η Ασία υποαντιδρά σε αναλογία περίπου 2 προς 1 στις μεταβολές του πετρελαίου σε σχέση με χώρες της Ευρώπης όπως η Γερμανία, η Ελβετία, η Ιταλία, η Σουηδία και η Ολλανδία. Αντίστοιχα, η Ιαπωνία, η Σιγκαπούρη και το Χονγκ Κονγκ επηρεάζονται λιγότερο. Οι Η.Π.Α. είναι η δεύτερη πιο επηρεάσιμη χώρα, μετά την Ολλανδία. Επίσης, συμπεραίνει πως υπάρχει προβλεψιμότητα για τα χρηματιστήρια μέσω του πετρελαίου και μάλλον μέσω συγκεκριμένων υστερήσεων, αναλόγως της οικονομίας που εξετάζεται. Σημειώνει πως είναι αλήθεια ότι το 40% των σχετικών προβλέψεων πέφτουν έξω αφού υπάρχει πολύ μεγάλη μεταβλητότητα (volatility). Τελικώς, γενικά παρατηρεί και αυτός μια αντιστρόφως ανάλογη σχέση στις τιμές μετοχών και πετρελαίου.

3.3 Πετρέλαιο και συναλλαγματικές ισοτιμίες

Η τιμή του αργού πετρελαίου και των συναλλαγματικών ισοτιμιών είναι δύο βασικά θέματα της έρευνας με σημαντικές επιπτώσεις στις μακροοικονομικές συνθήκες όπως, την οικονομική ανάπτυξη, το διεθνές εμπόριο, τον πληθωρισμό και τη διαχείριση της ενέργειας, όμως η αλληλεπίδρασή τους δεν έχει πλήρως διερευνηθεί. Οι σχέσεις μεταξύ των δύο έχουν μελετηθεί, κυρίως για κατευθύνσεις της αλληλεπίδρασης και της αιτιότητας. Οι περισσότερες μελέτες στη βιβλιογραφία συμφωνούν ότι τα σοκ στην τιμή του πετρελαίου φέρουν ένα σημαντικό μέρος της ευθύνης για την διακύμανση των συναλλαγματικών ισοτιμιών. Ωστόσο, το ερώτημα αν η μεταβολή των συναλλαγματικών ισοτιμιών έχει αντίκτυπο στις κινήσεις των τιμών του πετρελαίου δεν έχει λάβει ουσιαστική απάντηση.

Αναμφισβήτητα, η ισοτιμία του δολαρίου με τα άλλα νομίσματα, επηρεάζει τις τιμές πολλών αγαθών και πρώτων υλών. Το δολάριο είναι το νόμισμα στο οποίο γίνονται και εκφράζονται οι συναλλαγές στην παγκόσμια αγορά πετρελαίου. Οι πετρελαιοπαραγωγές χώρες εκτός Ευρωζώνης πληρώνονται σε δολάρια. Συνεπώς, πτώση του δολαρίου έναντι των εθνικών τους νομισμάτων συνεπάγεται απώλεια εσόδων (*ceteris paribus*). Όταν το δολάριο διολισθαίνει έναντι των άλλων νομισμάτων, οι τιμές στις διεθνείς αγορές των πρώτων υλών (π.χ. μέταλλα, πετρέλαιο κλπ.) που είναι εκφρασμένες σε δολάρια, αυξάνονται. Οι παραγωγοί απαιτούν υψηλότερες τιμές για τα προϊόντα τους για να αντισταθμίσουν την απώλεια εσόδων που επέφερε η πτώση του δολαρίου. Συνεπώς, περισσότερα δολάρια χρειάζονται τώρα για να αγοραστούν οι ίδιες ποσότητες. Είναι εύλογο λοιπόν οι πετρελαιοπαραγωγές χώρες να επιθυμούν τη διατήρηση της αγοραστικής τους δύναμης με την ανατίμηση του νομίσματος στο οποίο πληρώνονται.

Η σχέση μεταξύ των ισοτιμιών του δολαρίου με άλλα νομίσματα και της τιμής του πετρελαίου, έχει απασχολήσει διεθνείς ακαδημαϊκές έρευνες για αρκετές δεκαετίες (Austvik 1987, Amano & vanNorden 1998, Benassy - Quere & Mignon, 2005). Αν και δεν υπάρχει ένα κοινά αποδεκτό θεωρητικό υπόβαθρο που να εξηγεί τη σχέση του δολαρίου με το πετρέλαιο (Austvik 1987, Habib and Kalamona 2007, Coudert et al. 2008), ωστόσο, η φορά της αιτιότητας εμπειρικά βαίνει μεσομακροπρόθεσμα από το δεύτερο στο πρώτο.

Οι Yousefi και Wirjanto (2004) έδειξαν ότι, όταν το δολάριο των ΗΠΑ υποτιμάται (ανατιμάται), οι προμηθευτές του πετρελαίου τείνουν να αυξήσουν (μειώνουν) τις τιμές εξαγωγής, προκειμένου να διατηρήσουν το επίπεδο των εσόδων τους. Έτσι, οι μεγάλοι προμηθευτές πετρελαίου μπορούν και επηρεάζουν τις τιμές του πετρελαίου διατηρώντας την επιρροή τους στην αγορά. Εν τω μεταξύ, η ζήτηση αργού πετρελαίου καθορίζεται από τον παγκόσμιο πληθυσμό, επιχειρηματικούς κύκλους, και τη διαθεσιμότητα εναλλακτικών πηγών ενέργειας - παράγοντες που έχουν πολύ μικρή συσχέτιση. Επίσης, ήταν οι πρώτοι που απέδειξαν ότι υπάρχει μια άμεση και συγκεκριμένη επίδραση των διακυμάνσεων της ισοτιμίας του δολαρίου (USD) στην εξαγωγική τιμή του OPEC.

Οι Yousefi and Wirjanto (2003) εφάρμοσαν ένα μοντέλο pass-through για να εξετάσουν τις επιδράσεις των διακυμάνσεων στην ισοτιμία του δολαρίου (USD) στο εμπορικό ισοζύγιο τριών χωρών εξαγωγέων πετρελαίου (Iran, Venezuela και Saudi Arabia). Τα αποτελέσματα τους δείχνουν ότι οι τρεις χώρες χειραγώγησαν την τιμή του πετρελαίου που εξήγαγαν αντιδρώντας στις μεταβολές του δολαρίου. Ο Zhang et al. (2008) έδειξε ότι η συναλλαγματική ισοτιμία του δολαρίου έχει σημαντική μακροπρόθεσμη επίδραση στην παγκόσμια αγορά του πετρελαίου αλλά όχι βραχυπρόθεσμη ή άμεση επίδραση.

Τέλος, αριθμός ερευνών έχουν δείξει ότι κυρίως η σχέση της ισοτιμίας ευρώ/δολαρίου πορεύεται από το πετρέλαιο προς την ισοτιμία και όχι αντίστροφα (Park and Ratti 2008, Chaudhuri and Daniel 1998). Υπάρχουν ωστόσο και πρόσφατες έρευνες (Zhang et al. 2008, Cuaresma and Breitenfellner 2008) που έχουν δείξει το αντίθετο. Συνεπώς ενώ η τιμή του πετρελαίου αυξάνονταν με σταθερούς ρυθμούς την αρχή της δεκαετίας, ο ρυθμός αύξησης επιταχύνθηκε την τελευταία διετία, αποκτώντας εκθετική τροχιά το 2008. Η περίοδος αυτή συμπίπτει και με τα «επεισόδια» υψηλής θετικής συσχέτισης των μεταβολών στην ισοτιμία ευρώ/δολαρίου και της τιμής του πετρελαίου. Αυτή η σχέση έχει αναγνωρισθεί πρόσφατα από αρκετούς μελετητές, ενώ αξιωματούχοι του OPEC έχουν δηλώσει ρητά τους τελευταίους μήνες ότι η τιμή του πετρελαίου θα καθοριστεί από την πορεία της ισοτιμίας ευρώ προς δολάριο.

Υπάρχει μεγάλος αριθμός μελετών που δείχνουν ότι οι διακυμάνσεις στις τιμές του πετρελαίου έχουν σημαντική επίδραση στις διακυμάνσεις των συναλλαγματικών ισοτιμιών (Chaudhuri and Daniel 1998, Amano and Norden 1998, Camarero and Tamarit 2002, Chen and Chen 2007, Huang and Guo 2007, Lizardo and Mollick 2010). Ο Bénassy-Quéré et al. (2007) για να δείξει την επίδραση του πετρελαίου στις συναλλαγματικές ισοτιμίες, πρότεινε πως μια άνοδος κατά 10% στην τιμή του πετρελαίου συμπίπτει με μια ανατίμηση του δολαρίου κατά 4,3% σε μακροχρόνια βάση και αυτή η αιτιώδης σχέση «τρέχει» από το πετρέλαιο προς το δολάριο. Ο Narayan et al. (2008) βρήκε ότι μια άνοδος στην τιμή του πετρελαίου οδηγεί σε μια ανατίμηση του δολαρίου Fiji έναντι του δολαρίου Αμερικής.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

3.4 Πετρέλαιο και πληθωρισμός

Η αύξηση των τιμών του πετρελαίου εντείνει τις πληθωριστικές πιέσεις λόγω των αλυσιδωτών επιδράσεων στο κόστος που προκαλεί στο οικονομικό σύστημα. Από το 1970 μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 2000, τα επίπεδα πληθωρισμού εξελίσσονται στενά με αυτά των τιμών του πετρελαίου. Για την περίοδο 1970-1980 παρατηρούμε μια επίμονη αρχική αύξηση στον πληθωρισμό σε ένα άλμα της τιμής του πετρελαίου ακολουθώντας την απότομη άνοδο των τιμών του 1974.

Από το 1980 έως 1999 θα παρατηρήσουμε μια σταθερή πτώση του πληθωρισμού που συνοδεύονται από μια επίμονη μείωση των τιμών του πετρελαίου. Από το 2002 και μετά υπάρχει μια σημαντικά ανοδική τάση της τιμής του πετρελαίου και μια μέτρια αύξηση στον πληθωρισμό και φαίνεται ότι η θετική σχέση μεταξύ πληθωρισμού και τιμών του πετρελαίου έγινε πιο αδύναμη κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής.

Οι Burbidge και Harrison (1984) στηριζόμενοι σε δεδομένα της περιόδου 1961-1982 χρησιμοποίησαν υποδείγματα VaR (στατιστική τεχνική υπολογισμού κινδύνου) προκειμένου να εκτιμήσουν την επίδραση της ανόδου της τιμής του πετρελαίου στην οικονομία του Καναδά, της Ιαπωνίας, της Δυτικής Γερμανίας, της Μεγάλης Βρετανίας, και των ΗΠΑ. Οι εν λόγω μελετητές διαπίστωσαν ότι μια προσωρινής μορφής αύξηση κατά μια τυπική απόκλιση στην τιμή του πετρελαίου αυξάνει τους μισθούς και τις τιμές σε όλες τις προαναφερθείσες χώρες. Ωστόσο, στην Γερμανία και την Ιαπωνία ο Δείκτης Τιμών Καταναλωτού και οι μισθοί στην μεταποίηση παρουσίασαν μικρή σχετικά ευαισθησία στην άνοδο της τιμής του πετρελαίου. Επίσης, η βιομηχανική παραγωγή έδειξε σημεία σημαντικής κάμψης στις ΗΠΑ και την Ιαπωνία.

Σύμφωνα με τους Guo και Kliesen (2005), εάν, κατά την διάρκεια ενός τριμήνου, η τιμή του πετρελαίου αυξηθεί κατά 10%, τότε στη διάρκεια των επόμενων 4 τριμήνων, ο ρυθμός αύξησης του πραγματικού ΑΕΠ των ΗΠΑ θα μειωθεί κατά 0,7 έως 2,5 ποσοστιαίες μονάδες, ενώ ο πληθωρισμός θα αυξηθεί κατά 0,5 έως 1,3 ποσοστιαίες μονάδες.

Κατά τους Berben κ.ά. (2005) μια μόνιμη αύξηση της τιμής του πετρελαίου κατά 10%, ενδέχεται να έχει μόνο μικρές και παροδικές επιπτώσεις στον πληθωρισμό των χωρών της Ευρωζώνης (περίπου 0,06 ποσοστιαίες μονάδες αύξηση το πρώτο τρίμηνο). Ωστόσο, η Ελλάδα και το Λουξεμβούργο είναι οι δύο χώρες όπου οι επιδράσεις στον πληθωρισμό είναι μεγάλες και κορυφώνονται μετά από επτά και πέντε τρίμηνα αντίστοιχα. Η εμμονή των πληθωριστικών πιέσεων σε αυτές τις χώρες αποδίδεται κατά κύριο λόγο στις αυξήσεις των τιμών των εισαγόμενων προϊόντων.

Οι Blanchard και Galí (2007), χρησιμοποιώντας και αυτοί την μεθοδολογία VaR, διαπίστωσαν ότι η άνοδος τιμών του πετρελαίου κατά τη διάρκεια του 1970-83 είχε μια σημαντική επίδραση στις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες, αλλά πολύ μικρή επίδραση στον πληθωρισμό της Δυτικής Γερμανίας, ή στον πληθωρισμό και την παραγωγή της Ιαπωνίας.

3.5 Πετρέλαιο και ΑΕΠ

Οι Rotemberg και Woodford (1996) βρήκαν ότι μια αύξηση κατά 1% στην τιμή του πετρελαίου σχετίζεται με μια μείωση κατά 0,25% στην παραγωγή της Αμερικανικής οικονομίας μετά την πάροδο πέντε έως επτά τριμήνων.

Ο Mork (1989) στην μελέτη του διαπίστωσε μια στατιστική ασυμμετρία στην επίδραση της ανόδου και καθόδου των τιμών του πετρελαίου στις ΗΠΑ. Συγκεκριμένα, ο εν λόγω ερευνητής διαπίστωσε ότι ενώ η άνοδος της τιμής πετρελαίου συνοδευόταν από κάμψη του ΑΕΠ, η πτώση στην τιμή του πετρελαίου δεν είχε τα αντίθετα αποτελέσματα, δηλαδή αύξηση του ΑΕΠ.

Παρόμοιες ασυμμετρίες στην επίδραση της τιμής του πετρελαίου επιβεβαιώθηκαν, κατά την περίοδο 1967-1992, και σε άλλες χώρες, όπως για παράδειγμα στην Ιαπωνία, στην Δυτική Γερμανία, στην Γαλλία, στον Καναδά, στην Μεγάλη Βρετανία, και στην Νορβηγία (Mork κ.ά., 1994).

Ωστόσο, ο Darrat (1996) διαπίστωσαν, χρησιμοποιώντας στοιχεία από τις αρχές της δεκαετίας του '90, ότι η τιμή του πετρελαίου δεν φαίνεται να προκαλεί πτώση στην παραγωγή. Ο εν λόγω συγγραφέας χρησιμοποιώντας ένα υπόδειγμα VaR με 6 μεταβλητές, κατά τη διάρκεια της περιόδου 1960-93, δεν διαπίστωσαν αφενός μεν ότι η βιομηχανική παραγωγή επηρεάζει κατά Granger την κατανάλωση πετρελαίου, αφ' ετέρου δε ότι ούτε κατανάλωση πετρελαίου ούτε η τιμή του πετρελαίου επηρεάζει κατά Granger το επίπεδο της παραγωγής.

Παρομοίως ο Hooker (1996) διαπίστωσε ότι η τιμή του πετρελαίου δεν επηρέασε κατά Granger τις μεταβολές στο ΑΕΠ των ΗΠΑ, από το τέταρτο τρίμηνο του 1973 έως το δεύτερο τρίμηνο του 1994.

Οι De Miguel κ.ά. (2005) βρήκαν ότι στις χώρες του ευρωπαϊκού νότου, όπως είναι η Πορτογαλία, η Ισπανία, η Ιταλία και η Ελλάδα, παρατηρείται η μεγαλύτερη στην Ευρωπαϊκή Ένωση αρνητική επίδραση στο ΑΕΠ λόγω των απότομων μεταβολών στην τιμή του πετρελαίου, με μέγιστη την επίδραση να απαντά στην Ελλάδα. Οι εν λόγω μελετητές, εξετάζοντας τις πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του '70 και '80, διαπίστωσαν ότι τις μεγαλύτερες απώλειες στην ευημερία από τις πετρελαϊκές κρίσεις κατέγραψαν οι Ελλάδα και την Πορτογαλία, με απώλειες της

τάξεως του 7,9% και 8,1% του ΑΕΠ αντίστοιχα. Οι συγγραφείς όρισαν την «ευημερία» ως την απαιτούμενη αύξηση της κατανάλωσης, εκφρασμένης ως ποσοστό του ΑΕΠ, η οποία διατηρεί το βιοτικό επίπεδο των πολιτών στο επίπεδο πριν την πετρελαϊκή κρίση.

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με την μελέτη της Παπαπέτρου (2001), το πετρέλαιο επηρεάζει σημαντικά την οικονομική δραστηριότητα, καθώς οι απότομες μεταβολές στην τιμή του εξηγούν ένα σημαντικό ποσοστό των διακυμάνσεων στους ρυθμούς μεταβολής του ΑΕΠ και της απασχόλησης. Επίσης, σύμφωνα πάντοτε με την ίδια μελέτη, οι διακυμάνσεις της τιμής του πετρελαίου επηρεάζουν αρνητικά τα επιτόκια, την βιομηχανική παραγωγή, και την πορεία του χρηματιστηρίου, οι δε επιδράσεις της τιμής του πετρελαίου στα παραπάνω μεγέθη εκτιμάται ότι διαρκούν από 6 έως 24 μήνες.

3.6 Έρευνες- μελέτες σχετικά με την αποτελεσματικότητα της αγοράς του πετρελαίου

Καθώς το αργό πετρέλαιο είναι ένα σημαντικό αγαθό για την παγκόσμια οικονομία και λόγω της αύξησης των διακυμάνσεων και της τάσης των τιμών του, τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης του πετρελαίου έχουν γίνει ένα από τα δημοφιλέστερα παράγωγα για αντιστάθμιση του κινδύνου των αυξήσεων ή των πτώσεων των τιμών του πετρελαίου.

Η σχέση των αγοραίων και των προθεσμιακών τιμών του πετρελαίου έχει διερευνηθεί κατά τη διάρκεια μιας εκτεταμένης περιόδου όπως επίσης και το πώς και αν οι αποδόσεις τους συνδέονται. Στη θεωρία, δεδομένου ότι τόσο τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης όσο και οι τιμές μετρητοίς “αντικατοπτρίζουν” την ίδια τιμή συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων του υποκείμενου τίτλου και θεωρώντας ότι είναι δυνατό να υπάρχει “στιγματικό” αρμπιτράζ, οι προθεσμιακές τιμές δε θα πρέπει να οδηγούν ούτε να ακολουθούν τις μετρητοίς τιμές. Ωστόσο, η διαθέσιμη εμπειρική έρευνα είναι ποικιλόμορφη, παρόλο που η πλειοψηφία των μελετών δείχνει ότι οι προθεσμιακές επηρεάζουν τις τιμές μετρητοίς αλλά όχι αντίστροφα. Η συνήθης εξήγηση αυτού του αποτελέσματος είναι ότι οι προθεσμιακές τιμές ανταποκρίνεται σε νέες πληροφορίες πιο γρήγορα από τις τιμές μετρητοίς, λόγω του μειωμένου συγκριτικά κόστους συναλλαγών και της ευελιξίας της ανοικτής πώλησης (short selling).

Αναφορικά με την αγορά πετρελαίου, εάν νέες πληροφορίες δείχνουν ότι οι τιμές του πετρελαίου είναι πιθανόν να αυξηθεί, ίσως λόγω μιας απόφασης του OPEC για τον περιορισμό της παραγωγής, ή λόγω ενός ενδεχομένως επικείμενου δριμύ χειμώνα, ένα κερδοσκόπος έχει την επιλογή αγοράς πετρελαίου είτε στην αγορά μετρητοίς είτε μέσω συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης. Οι αγορές μετρητοίς απαιτούν μεγαλύτερη αρχική δαπάνη ενώ οι προθεσμιακές πράξεις μπορούν να εφαρμοστούν αμέσως από κερδοσκόπους, χωρίς να ενδιαφέρονται για το φυσικό αγαθό και με λίγα μετρητά. Υπάρχουν επίσης εμπειρικά στοιχεία ότι οι τιμές μετρητοίς “οδηγούν” τις προθεσμιακές τιμές. Ειδικότερα, μια μεταβολή στην τιμή μετρητοίς ενεργοποιεί όλα τα είδη των συμμετεχόντων στην αγορά και αυτό στη συνέχεια προκαλεί μεταβολή στην προθεσμιακή τιμή.

Η υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς είναι ζωτικής σημασίας για την λήψη βέλτιστων αποφάσεων όσον αφορά την αντιστάθμιση και την κερδοσκοπία. Είναι επίσης σημαντική για τη λήψη οικονομικών αποφάσεων για τη βέλτιστη κατανομή των χαρτοφυλακίων περιουσιακών στοιχείων σε σχέση με τις αναμενόμενες αποδόσεις τους και τον αναλαμβανόμενο κίνδυνο. Σχετικά με την αποτελεσματικότητα ή όχι της αγοράς πετρελαίου διαχρονικά έχουν γίνει διάφορες μελέτες με διάφορα συμπεράσματα.

Οι τιμές μετρητοίς και οι προθεσμιακές τιμές τείνουν να είναι πιο συνδεδεμένες μεταξύ του όταν η ληκτότητα του συμβολαίου είναι μικρή (Gülen, 1998).

Οι Green & Mort έδειξαν ότι για την περίοδο 1978-1985 δεν ίσχυε η αποτελεσματικότητα της αγοράς του αργού πετρελαίου, αλλά θα μπορούσε να υπάρξει βελτίωση σε βάθος χρόνου.

Οι Lorne N. Switzer και Mario El-Khoury (2007) σε ανάλυση που έκαναν για την αποτελεσματικότητα της αγοράς του πετρελαίου στον New York Mercantile Exchange (NYMEX) σε ασταθείς περιόδους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπήρξε σύνδεση μεταξύ των τιμών μετρητοίς και των προθεσμιακών τιμών και έτσι ότι η αγορά είχε λειτουργήσει με αποτελεσματικότητα.

Οι Serletis και Banack (1990) βρήκαν στοιχεία που υποστηρίζουν την υπόθεση της αποτελεσματικότητας της αγοράς του πετρελαίου. Χρησιμοποίησαν ημερήσια δεδομένα των αγοραίων τιμών και των προθεσμιακών συμβολαίων δίμηνης διάρκειας για το αργό πετρέλαιο και τις τιμές της βενζίνης και του πετρελαίου θέρμανσης που διαπραγματεύονται στο New York Mercantile Exchange (NYMEX).

Επιπλέον, οι Crowder και Hamid (1993) χρησιμοποίησαν την ανάλυση συνολοκλήρωσης για να εξετάσουν την υπόθεση της ασθενούς αποτελεσματικότητας και της δυνατότητας για αρμπιτράζ στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης του αργού πετρελαίου. Τα αποτελέσματά τους στηρίζουν την υπόθεση της ασθενούς αποτελεσματικότητας και οι αναμενόμενες αποδόσεις κερδοσκοπικών θέσεων σε συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην προθεσμιακή αγορά είναι μηδέν.

Ο Quan (1992) εξέτασε τη διαδικασία ανακάλυψης των τιμών (price discovery process) για την αγορά του αργού πετρελαίου χρησιμοποιώντας μηνιαία στοιχεία και διαπίστωσε ότι οι προθεσμιακές τιμές δεν διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία αυτή.

Αντιθέτως, οι Schwartz και Szakmary (1994) χρησιμοποιώντας ημερήσια δεδομένα από τον NYMEX από τις τιμές κλεισίματος των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης βρήκαν ότι οι τιμές τους κυριαρχούν έντονα στη σχετική διαδικασία ανακάλυψης των αγοραίων τιμών και στα τρία είδη πετρελαίου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΝ

4. Πλαίσιο Έρευνας - Μεθοδολογία

4.1 Στασιμότητα των χρονικών σειρών

Για να εφαρμόσουμε την ανάλυση της παλινδρόμησης στις χρονικές σειρές θα πρέπει τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται να προέρχονται από στάσιμες διαδικασίες. Οι περισσότερες οικονομικές σειρές είναι μη στάσιμες. Άρα πριν εφαρμόσουμε την παλινδρόμηση σ' αυτές τις χρονικές σειρές θα πρέπει να κάνουμε τους ελέγχους για τη στασιμότητά τους.

Μια χρονική σειρά λέγεται στάσιμη όταν η τιμή της ταλαντεύεται γύρω από το μέσο, δηλαδή οι τιμές που αυτή παίρνει στα διάφορα χρονικά διαστήματα έχουν τον ίδιο μέσο, την ίδια διακύμανση και η τιμή της συνδιακύμανσής της μεταξύ δύο χρονικών περιόδων εξαρτάται μόνον από την υστέρηση μεταξύ των δύο χρονικών περιόδων δηλαδή από την απόσταση ανάμεσα στα δύο αυτά χρονικά σημεία και όχι από την πραγματική χρονική περίοδο που υπολογίζεται η συνδιακύμανση. Άρα μια χρονική σειρά χαρακτηρίζεται ως στάσιμη αν τα στατιστικά χαρακτηριστικά της δεν μεταβάλλονται με το χρόνο.

Μια χρονική σειρά Y_t είναι στάσιμη όταν:

- ❖ Μέσος: $E(Y_t) = \mu$
- ❖ Διακύμανση: $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$
- ❖ Συνδιακύμανση: $Cov(Y_t, Y_{t+k}) = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] = \gamma_k$

Αν μία τουλάχιστον από τις παραπάνω σχέσεις δεν ισχύει, τότε η χρονική σειρά Y_t χαρακτηρίζεται μη στάσιμη. Δηλαδή σε μία μη στάσιμη χρονική σειρά τόσο ο μέσος, όσο και η διακύμανση είναι συνάρτηση του χρόνου.

Στην πράξη είναι πολύ δύσκολο να βρούμε στάσιμες χρονικές σειρές ιδιαίτερα δε στην οικονομική επιστήμη, γιατί οι περισσότερες μεγεθύνονται ή μειώνονται μακροχρόνια. Αυτό δείχνει ότι οι χρονικές αυτές σειρές δεν έχουν ένα σταθερό μακροχρόνιο μέσο, καθώςον τείνουν να απομακρύνονται συνεχώς από ένα δεδομένο αρχικό επίπεδο.

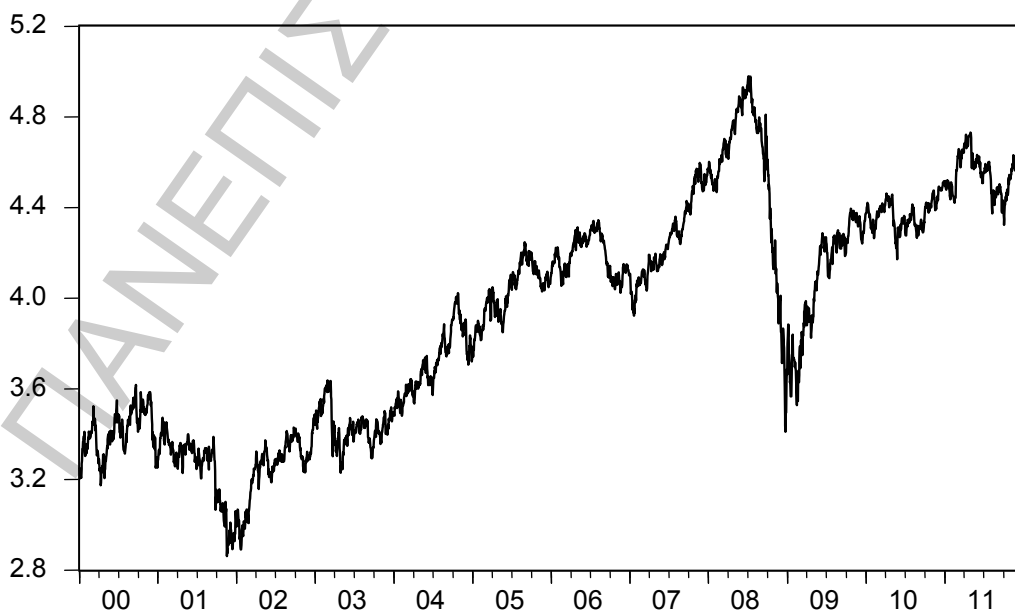
4.2 Έλεγχοι στασιμότητας

Τους ελέγχους της στασιμότητας μπορούμε να τους χωρίσουμε σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία αναφέρονται οι έλεγχοι των γραφικών παραστάσεων, καθώς και των συναρτήσεων αυτοσυσχέτισης, ενώ στη δεύτερη κατηγορία αναφέρονται όλοι οι έλεγχοι των μοναδιαίων ριζών.

- **Γραφικές παραστάσεις**

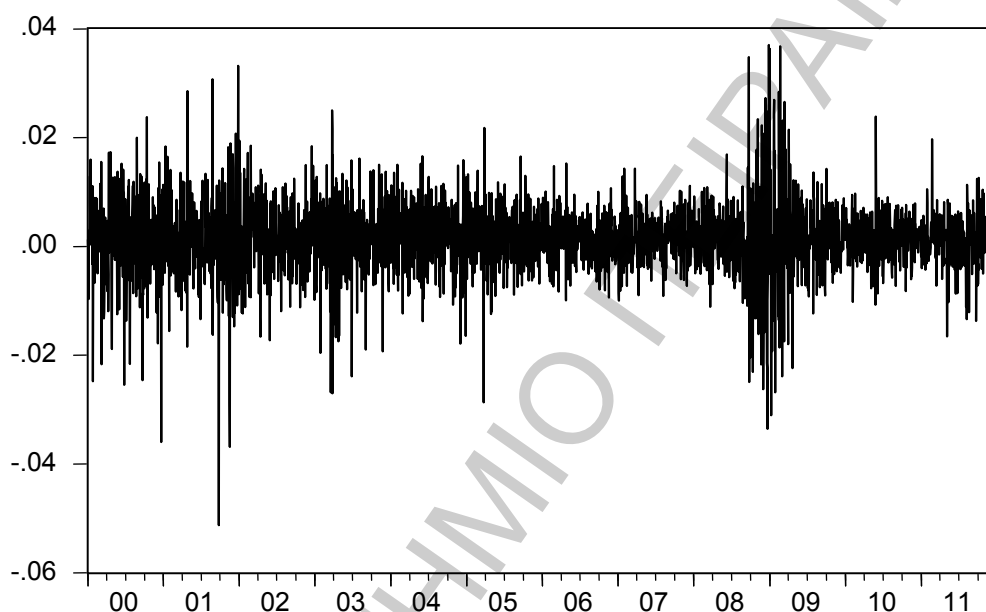
Για να διαπιστώσουμε αν μια χρονική σειρά παρουσιάζει στασιμότητα κάνουμε τη γραφική παράσταση των μεταβλητών της. Η γραφική παράσταση είναι συνήθως το πρώτο βήμα για την ανάλυση μιας χρονικής σειράς. Η απεικόνιση μιας χρονικής σειράς ως προς το χρόνο ονομάζεται χρονοδιάγραμμα (time plot). Η μελέτη του χρονοδιαγράμματος μιας χρονικής σειράς είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για να προσδιορίσουμε βασικά χαρακτηριστικά της όπως την ύπαρξη τάσης, εποχικότητας ή άλλων συνιστωσών. Άρα αν διαπιστώσουμε την εμφάνιση κάποιας από τις συνιστώσες αυτές, τότε η χρονική σειρά δεν παρουσιάζει στασιμότητα. Στο παρακάτω διάγραμμα εμφανίζεται μια μη στάσιμη χρονική σειρά (τιμή μετρητοίς του πετρελαίου).

Διάγραμμα 1 Ημερήσιες τιμές πετρελαίου (περίοδος 01/2000-12/2011)



Ενώ, στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα παράδειγμα στασιμότητας. Συγκεκριμένα των πρώτων διαφορών των ανωτέρω τιμών μετρητοίς.

Διάγραμμα 2 Πρώτες διαφορές τιμών μετρητοίς
(περίοδος 01/2000-12/2011)



- Έλεγχοι για μοναδιαία ρίζα

Ένας άλλος τρόπος που χρησιμοποιείται ευρύτατα στην ανάλυση των χρονικών σειρών είναι οι έλεγχοι μοναδιαίας ρίζας (unit root tests). Με αυτό τον όρο στις χρονικές σειρές εννοούμε ότι κάποια ρίζα του πολυωνύμου

$$f(x) = 1 - \rho_1 x - \rho_2 x^2 - \rho_3 x^3 - \dots - \rho_n x^n = 0$$

ισούται με τη μονάδα, βρίσκεται δηλαδή πάνω στο μοναδιαίο κύκλο. Στην περίπτωση αυτή κάθε εξωγενής μεταβολή πάνω σε μια ενδογενή μακροοικονομική μεταβλητή μπορεί να έχει μόνιμη επίδραση σ' αυτή. Αυτό το αποτέλεσμα μπορούμε να το λάβουμε από ένα αυτοπαλινδρομούμενο υπόδειγμα

πρώτης τάξης (first order autoregressive model) AR(1) με συντελεστή αυτοσυσχέτισης κοντά στη μονάδα και το λευκό θόρυβο u_t να παίζει το ρόλο της τυχαίας μεταβλητής.

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t$$

όπου u_t η διαδικασία λευκού θορύβου (white noise) με μέσο μηδέν και σταθερή διακύμανση. Σ' αυτό το αυτοπαλινδρομούμενο υπόδειγμα έχει αποδειχθεί ότι ο εκτιμητής $\hat{\rho}$ είναι μεροληπτικός και υποεκτιμά την παράμετρο ρ . Στην περίπτωση όμως για $\rho < 1$ ο εκτιμητής $\hat{\rho}$ είναι συνεπής.

Στην περίπτωση που ο συντελεστής αυτοπαλινδρόμησης ισούται με μονάδα ($\rho = 1$) έχει δηλαδή μοναδιαία ρίζα (unit root) το υπόδειγμα είναι μια διαδικασία μη στατική. Τότε η παραπάνω συνάρτηση γράφεται:

$$Y_t = Y_{t-1} + u_t$$

Η συνάρτηση αυτή λέγεται τυχαίος περίπατος (random walk) και η χρονική σειρά χαρακτηρίζεται ως μη στάσιμη. Στην περίπτωση που ο συντελεστής αυτοπαλινδρόμησης είναι μικρότερος της μονάδας ($|\rho| < 1$) το υπόδειγμα είναι μια διαδικασία στάσιμη. Άρα έχουμε τις δύο παρακάτω υποθέσεις:

- ❖ $H_0: \rho = 1$ η διαδικασία Y_t είναι μη στάσιμη (υπάρχει μοναδιαία ρίζα)
- ❖ $H_a: |\rho| < 1$ η διαδικασία Y_t είναι στάσιμη (δεν υπάρχει μοναδιαία ρίζα)

Στην περίπτωση που ισχύει η H_0 , δηλαδή έχουμε μοναδιαία ρίζα, τότε έχουμε τη διαδικασία του τυχαίου περιπάτου, δηλαδή έχουμε μία μη στάσιμη διαδικασία. Οι έλεγχοι αυτοί που καλούνται έλεγχοι μοναδιαίας ρίζας (unit root tests) αντιστοιχούν στην υπόθεση $H_0: \rho = 1$ για την εξίσωση αυτοπαλινδρόμησης. Εκτιμώντας την εξίσωση $Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t$ με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων κάνουμε τον έλεγχο της $H_0: \rho = 1$ με την κατανομή t-Student. Ο εκτιμητής όμως μπορεί να είναι μεροληπτικός οπότε η κατανομή t - Student (λόγω συμμετρίας) μπορεί να μην είναι η κατάλληλη για τον έλεγχο της μεταβλητής αυτής που χρησιμοποιούμε πολύ δε περισσότερο όταν η διαδικασία είναι και μη στατική.

- Έλεγχος των Dickey - Fuller (DF)

Οι Dickey - Fuller μέσω των πειραμάτων Monte - Carlo βρήκαν μια κατάλληλη ασύμμετρη κατανομή για τον έλεγχο της υπόθεσης $H_0: \rho = 1$. Την κατανομή αυτή μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να ξεχωρίσουμε ένα AR(1) υπόδειγμα από μια ολοκληρωμένη σειρά, δηλαδή την ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας I(1).

Ο έλεγχος των Dickey - Fuller γίνεται με την κατανομή t-Student αλλά η σύγκριση για την αποδοχή ή όχι της H_0 γίνεται από τις κριτικές τιμές του MacKinnon. Οι γνωστοί έλεγχοι των Dickey - Fuller (DF) για μοναδιαία ρίζα γίνονται από τις παρακάτω εξισώσεις.

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t$$

Αν αφαιρέσω το Y_{t-1} από τα δύο μέλη της προηγούμενης συνάρτησης θα έχω:

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + u_t$$

$$Y_t - Y_{t-1} = (\rho - 1)Y_{t-1} + u_t \quad (\delta = \rho - 1)$$

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t$$

Δηλαδή αν οι εξισώσεις αυτές έχουν μοναδιαία ρίζα $H_0: \rho = 1$ ή $\delta = 0$ παίρνω τις πρώτες διαφορές και ελέγχω αν οι διαφορές αυτές βοήθησαν στην απομάκρυνση της ρίζας αυτής.

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

είναι η πρώτη διαφορά και u_t είναι μια ανεξάρτητη και στάσιμη διαδικασία. Άρα οι δύο παρακάτω υποθέσεις μπορούν να γραφούν και ως εξής:

- ❖ $H_0: \delta = 0$ η διαδικασία Y_t είναι μη στάσιμη (υπάρχει μοναδιαία ρίζα)
- ❖ $H_a: \delta < 0$ η διαδικασία Y_t είναι στάσιμη (δεν υπάρχει μοναδιαία ρίζα)

Επομένως θα μπορούσαμε εδώ να πούμε ότι το πρόβλημα της μοναδιαίας ρίζας μπορεί να εκφραστεί είτε με $\rho = 1$ είτε με $\delta = 0$. Βέβαια οι έλεγχοι των εκτιμημένων συντελεστών δεν μπορούν να ελεγχθούν με τη συνηθισμένη κατανομή t-Student, αλλά με μία μη τυπική και μη συμμετρική κατανομή που προτάθηκε από τον MacKinnon (1991).

Ο έλεγχος Dickey - Fuller (DF) εξετάζει:

- Την συνθήκη κατά την οποία μια διαδικασία έχει μοναδιαία ρίζα.
- Κατά πόσο οι πρώτες διαφορές βοηθούν στην απομάκρυνση της ρίζας αυτής.

Έστω το υπόδειγμα $\Delta X_t = \delta_2 X_{t-1} + e_t$ όπου e_t είναι μια ανεξάρτητη και στάσιμη διαδικασία. Οι υποθέσεις που έχουμε για το υπόδειγμα είναι:

- ❖ $H_0: \delta_2 = 0$ (η X_t είναι τυχαίος περίπατος, είναι μη - στάσιμη)
- ❖ $H_a: \delta_2 < 0$ (δεν ισχύει η H_0)

Η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται όταν το στατιστικό t-student του συντελεστή δ_2 είναι μικρότερο ($t_{\delta_2} < \tau_1$) από την κριτική τιμή τ_1 των πινάκων Dickey - Fuller (1979). Η σύγκριση της τιμής t-student του συντελεστή δ_2 γίνεται με την τιμή τ_1 που έχουμε από τους πίνακες των Dickey - Fuller και όχι με τη γνωστή κατανομή t-student.

Σε πολλές περιπτώσεις είναι πιθανόν η χρονική σειρά που εξετάζουμε να έχει και κάποιο σταθερό όρο, δηλαδή να συμπεριφέρεται σαν ένα υπόδειγμα τυχαίου περιπάτου με περιπλάνηση (drift). Στην περίπτωση αυτή το υπόδειγμα είναι:

$$\Delta X_t = \delta_0 + \delta_2 X_{t-1} + e_t$$

Οι υποθέσεις που έχουμε για το παραπάνω υπόδειγμα είναι:

- ❖ $H_0: \delta_2 = 0$ (η σειρά X_t είναι τυχαίος περίπατος με περιπλάνηση, δηλαδή περιέχει μια μοναδιαία ρίζα άρα είναι μη - στάσιμη).
- ❖ $H_a: \delta_2 < 0$ (δεν ισχύει η H_0).

Η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται όταν το στατιστικό t-student του συντελεστή δ_2 είναι μικρότερο ($t\delta_2 < \tau_2$) από την κρίσιμη τιμή τ_2 των πινάκων Dickey - Fuller.

Επίσης υπάρχουν περιπτώσεις που στη χρονική σειρά που εξετάζουμε να υπάρχει εκτός του σταθερού όρου και η χρονική τάση. Τότε λέμε ότι η σειρά X_t είναι τυχαίος περίπατος με περιπλάνηση γύρω από μια στοχαστική τάση. Στην περίπτωση αυτή το υπόδειγμα είναι:

$$\Delta X_t = \delta_0 + \delta_{1t} + \delta_2 X_{t-1} + e_t$$

Οι υποθέσεις που έχουμε για το παραπάνω υπόδειγμα είναι:

- ❖ $H_0: \delta_2 = 0$ (η σειρά X_t είναι τυχαίος περίπατος με περιπλάνηση γύρω από μια στοχαστική τάση, δηλαδή περιέχει μια μοναδιαία ρίζα άρα είναι μη - στάσιμη).
- ❖ $H_a: \delta_2 < 0$ (δεν ισχύει η H_0)

Η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται όταν το στατιστικό t-student του συντελεστή δ_2 είναι μικρότερο ($t\delta_2 < \tau_3$) από την κρίσιμη τιμή τ_3 των πινάκων Dickey - Fuller.

- **Επαυξημένος έλεγχος των Dickey - Fuller (ADF)**

Στον έλεγχο των Dickey - Fuller (DF) κάνουμε την υπόθεση ότι ο διαταρακτικός όρος e_t είναι μια ανεξάρτητη και στάσιμη διαδικασία. Αν ο όρος e_t δεν είναι ανεξάρτητος, λόγω πιθανών συσχετίσεων στη χρονική σειρά, τότε χρησιμοποιούμε τον επαυξημένο έλεγχο των Dickey - Fuller (Augmented Dickey - Fuller test) ο οποίος είναι ένας τροποποιημένος έλεγχος των DF. Με άλλα λόγια ο προηγούμενος έλεγχος των Dickey - Fuller (DF) ήταν ο έλεγχος για την ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας σε ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα πρώτης τάξης AR(1).

Στην περίπτωση που μία χρονική σειρά ακολουθεί ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα τάξης μεγαλύτερης από την πρώτη, τότε η χρήση των υποδειγμάτων των Dickey - Fuller (DF) δηλαδή των υποδειγμάτων AR(1) για τον έλεγχο

ύπαρξης της μοναδιαίας ρίζας θα έχει ως συνέπεια την αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα AR(p) υπόδειγμα όπου η τάξη ρ να είναι αρκετά μεγάλη ώστε τα κατάλοιπα να μην αυτοσυσχετίζονται. Για τον έλεγχο της μοναδιαίας ρίζας στα υποδείγματα αυτά χρησιμοποιούμε τον επαυξημένο έλεγχο των Dickey - Fuller (ADF) ο οποίος διαφέρει από αυτό των DF στο ότι, στο δεξί μέλος περιλαμβάνει επιπλέον τις υστερήσεις της εξαρτημένης μεταβλητής οι οποίες διορθώνουν την αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων.

Η τροποποίηση αυτή περιλαμβάνει την εισαγωγή χρονικών υστερήσεων της εξαρτημένης μεταβλητής και για τα τρία υποδείγματα που χρησιμοποιήσαμε στον έλεγχο των Dickey - Fuller (DF). Άρα για τα τρία υποδείγματα του επαυξημένου ελέγχου (ADF) έχουμε:

$$\Delta X_t = \delta_2 X_t - 1 + \sum_{i=1}^{\rho} \beta_i \Delta X_{t-i} + e_i$$

$$\Delta X_t = \delta_0 + \delta_2 X_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \beta_i \Delta X_{t-i} + e_i$$

$$\Delta X_t = \delta_0 + \delta_1 t + \delta_2 X_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \beta_i \Delta X_{t-i} + e_i$$

Όπου $i=1,2,3,\dots,\rho$ (ο αριθμός των χρονικών σειρών)

Οι υποθέσεις που έχουμε για τα τρία παραπάνω υποδείγματα είναι οι ίδιες με αυτές για τα υποδείγματα των Dickey - Fuller.

- ❖ $H_0: \delta_2 = 0$ (η σειρά X_t περιέχει μια μοναδιαία ρίζα - μη στάσιμη)
- ❖ $H_a: \delta_2 < 0$ (δεν ισχύει η H_0).

Οι υποθέσεις αυτές ελέγχονται και πάλι με το στατιστικό t χρησιμοποιώντας και πάλι τις κριτικές τιμές του MacKinnon από τον πίνακα των Dickey - Fuller. Ο έλεγχος επομένως είναι ίδιος με τον απλό έλεγχο των Dickey - Fuller (DF) και διαφέρει μόνο η εξίσωση της παλινδρόμησης η οποία έχει επαυξηθεί με τις υστερήσεις της εξαρτημένης μεταβλητής.

Οι Dickey - Fuller έχουν δείξει ότι η ασυμπτωτική κατανομή του στατιστικού t για τον έλεγχο στατιστικής σημαντικότητας είναι ανεξάρτητη από τον αριθμό των

χρονικών υστερήσεων της εξαρτημένης μεταβλητής. Αυτό που επηρεάζει τις τιμές της κατανομής t είναι η παρουσία ή όχι των προσδιοριστικών όρων όπως είναι η σταθερά και η τάση. Ο αριθμός των χρονικών υστερήσεων θα πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να μην έχουμε αυτοσυσχετιζόμενα κατάλοιπα. Για τον προσδιορισμό του κατάλληλου αριθμού των χρονικών υστερήσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο έλεγχος των Breusch - Godfrey ή αλλιώς το στατιστικό κριτήριο του Lagrange Multiplier (LM). Επίσης πολλοί ερευνητές χρησιμοποιούν και κάποιο κριτήριο για την διαδικασία της επιλογής του υποδείγματος όπως τα κριτήρια των Akaike (AIC) και Schwartz (SCH), ή υποθέτουν ένα καθορισμένο αριθμό χρονικών υστερήσεων. Επομένως πριν προχωρήσουμε στους επαυξημένους ελέγχους των Dickey - Fuller (ADF) πρέπει να κάνουμε τον έλεγχο της υπόθεσης του λευκού θορύβου δηλαδή την επιλογή του αριθμού των χρονικών υστερήσεων.

Ο μέγιστος αριθμός των χρονικών υστερήσεων της εξαρτημένης μεταβλητής που μπορούμε να εισάγουμε στα υποδείγματα του επαυξημένου ελέγχου των Dickey - Fuller δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερος από την ποσότητα $n^{1/3}$ (Dickey and Said 1984), όπου n ο αριθμός των παρατηρήσεων του δείγματος.

Για την επιλογή των χρονικών υστερήσεων χρησιμοποιούμε κριτήρια τα οποία καθορίζουν την αύξηση της ερμηνευτικής ικανότητας του υποδείγματος από την μία επιπλέον χρονική υστέρηση με το χάσιμο του αντίστοιχου βαθμού ελευθερίας. Επομένως επιλέγουμε εκείνη την εξειδίκευση του υποδείγματος που μας υποδεικνύουν τα παρακάτω κριτήρια:

✓ **Συντελεστής διορθωμένου πολλαπλού προσδιορισμού**

Σύμφωνα με το διορθωμένο συντελεστή πολλαπλού προσδιορισμού ως κατάλληλο αριθμό χρονικών υστερήσεων χρησιμοποιούμε αυτόν που μας δίνει τη μεγαλύτερη τιμή στο συντελεστή αυτό.

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-k} (1 - R^2)$$

Όπου:

n = Το μέγεθος του δείγματος

k = ο αριθμός των συντελεστών της παλινδρόμησης (ο αριθμός των παραμέτρων που εκτιμήθηκαν)

R^2 = Ο συντελεστής προσδιορισμού

✓ Μεγιστοποίηση της λογαριθμικής πιθανοφάνειας

Σύμφωνα με το κριτήριο της μεγιστοποίησης της λογαριθμικής πιθανοφάνειας ως αριθμό των χρονικών υστερήσεων p επιλέγουμε εκείνον που μεγιστοποιεί την παρακάτω συνάρτηση:

$$LL = -\frac{n}{2} \left[1 + \ln(2\pi) + \ln\left(\frac{RSS}{n}\right) \right]$$

Όπου:

n = Το μέγεθος του δείγματος

RSS = Το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων

$\pi = 3,14\dots$

✓ Κριτήριο του Akaike

Σύμφωνα με το κριτήριο του Akaike (1973) (AIC) ως αριθμό των χρονικών υστερήσεων p επιλέγουμε εκείνον που ελαχιστοποιεί την παρακάτω συνάρτηση:

$$AIC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{2}{n} k$$

Όπου:

k = Ο αριθμός των συντελεστών της παλινδρόμησης (ο αριθμός των παραμέτρων που εκτιμήθηκαν)

n = Το μέγεθος του δείγματος

$\hat{\sigma}^2$ = Είναι η διακύμανση των καταλοίπων η οποία ισούται με το τετράγωνο των καταλοίπων διαιρούμενο με τους βαθμούς ελευθερίας $n - k$.

Άρα η παραπάνω συνάρτηση μπορεί να γραφεί και ως εξής:

$$AIC = \ln\left(\frac{RSS}{n - k}\right) + \frac{2}{n} k$$

Όπου:

RSS= Το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων.

✓ Κριτήριο του Schwartz

Σύμφωνα με το κριτήριο του Schwartz (1978) (SBC) ως αριθμό των χρονικών υστερήσεων p επιλέγουμε εκείνον που ελαχιστοποιεί την παρακάτω συνάρτηση:

$$SBC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{k}{n} \ln n$$

όπου:

k = Ο αριθμός των συντελεστών της παλινδρόμησης (ο αριθμός των παραμέτρων που εκτιμήθηκαν)

n = Το μέγεθος του δείγματος

$\hat{\sigma}^2$ = Είναι η διακύμανση των καταλοίπων η οποία ισούται με το τετράγωνο των καταλοίπων διαιρούμενο με τους βαθμούς ελευθερίας $n-k$.

Άρα η παραπάνω συνάρτηση μπορεί να γραφεί και ως εξής:

$$SBC = \ln\left(\frac{RSS}{n-k}\right) + \frac{k}{n} \ln n$$

όπου:

RSS = Το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων

Είναι φανερό ότι η τιμή του κριτηρίου SBC θα είναι μικρότερη από αυτή του κριτηρίου AIC, αφού $\ln n$ θα είναι πάντοτε μεγαλύτερο από τον αριθμό 2 και επομένως $2k < \frac{k}{n} \ln n$.

✓ Κριτήριο των Hannan and Quinn

Σύμφωνα με το κριτήριο των Hannan and Quinn (1979) (HQC) ως αριθμό των χρονικών υστερήσεων p επιλέγουμε εκείνον που ελαχιστοποιεί την παρακάτω συνάρτηση:

$$HQC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{2k}{n} (\ln(\ln n))$$

όπου:

k = Ο αριθμός των συντελεστών της παλινδρόμησης (ο αριθμός των παραμέτρων που εκτιμήθηκαν)

n = Το μέγεθος του δείγματος

$\hat{\sigma}^2$ = Είναι η διακύμανση των καταλοίπων η οποία ισούται με το τετράγωνο των καταλοίπων διαιρούμενο με τους βαθμούς ελευθερίας $n-k$.

Άρα η παραπάνω συνάρτηση μπορεί να γραφεί και ως εξής:

$$HQC = \ln\left(\frac{RSS}{n-k}\right) + \left(\frac{2 \ln \ln n}{n}\right)k$$

όπου:

RSS= Το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων.

Βέβαια για την επιλογή του αριθμού των χρονικών υστερήσεων καλό θα ήταν να συμφωνούν όλα τα κριτήρια που παραθέτουμε παραπάνω. Αυτό όμως είναι αδύνατο, για το λόγο αυτό παίρνουμε εκείνο τον αριθμό των χρονικών υστερήσεων που συμφωνούν τα περισσότερα κριτήρια. Τα κριτήρια που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι αυτά του Akaike και Schwartz με το κριτήριο του Akaike να χρησιμοποιείται περισσότερο στις χρονικές σειρές.

4.3 Συνολοκλήρωση, Έννοιες - Ορισμοί (Cointegration)

Η έννοια της συνολοκλήρωσεως αποτελεί το συνδυαστικό κρίκο ανάμεσα στις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ ολοκληρωμένων μη στάσιμων διαδικασιών και την έννοια της μακροχρόνιας ισορροπίας. Εκείνο, επομένως, που ερευνούμε με αυτό τον έλεγχο είναι το κατά πόσο και αν οι δύο μεταβλητές αποτελούν ένα συνολοκληρούμενο διάνυσμα, με βάση τις αρχές της μεθοδολογίας Johansen.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε ένα υπόδειγμα, δεν προέρχονται από στάσιμες χρονικές σειρές έχουμε το πρόβλημα της κίβδηλης παλινδρόμησης. Το πρόβλημα της κίβδηλης παλινδρόμησης μπορεί επίσης να συμβεί όταν δύο χρονικές σειρές σε μια παλινδρόμηση έχουν σε μεγάλο βαθμό υψηλή συσχέτιση, ενώ δεν έχουν καμιά πραγματική σχέση μεταξύ τους.

Η υψηλή συσχέτιση οφείλεται στην ύπαρξη χρονικών τάσεων και στις δύο χρονικές σειρές (Granger and Newbold 1974). Στις περιπτώσεις αυτές έχει προταθεί να χρησιμοποιούνται οι πρώτες διαφορές και όχι τα επίπεδα των χρονικών σειρών. Τις περισσότερες φορές, αυτό που ενδιαφέρει τους ερευνητές είναι οι μακροχρόνιες σχέσεις ανάμεσα στα επίπεδα των χρονικών σειρών, και όχι στις διαφορές τους, όπου οι χρονικές σειρές αναφέρονται σε βραχυχρόνιες καταστάσεις για το φαινόμενο που ερευνούν.

Ιδιαίτερο επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει ο προσδιορισμός της τάξης ολοκλήρωσης ενός γραμμικού συνδυασμού δύο ή περισσότερων χρονικών σειρών. Πάνω στην ιδέα αυτή της ολοκλήρωσης βασίζεται η έννοια των συνολοκληρωμένων διαδικασιών. Επομένως αν οι χρονικές σειρές (μεταβλητές) είναι μη στάσιμες στα επίπεδά τους, μπορούν να ολοκληρωθούν με βαθμό ολοκλήρωσης 1 όταν οι πρώτες διαφορές τους είναι στάσιμες.

Οι μεταβλητές αυτές μπορούν επίσης να συνολοκληρωθούν αν υπάρχει ένας ή περισσότεροι γραμμικοί συνδυασμοί μεταξύ των μεταβλητών που να είναι στάσιμοι. Αν οι μεταβλητές συνολοκληρώνονται, τότε υπάρχει μια σταθερή μακροπρόθεσμη γραμμική σχέση μεταξύ τους.

Ένα σύνολο μη στάσιμων χρονικών σειρών λέμε ότι είναι συνολοκληρωμένο (cointegrated) αν υπάρχει ένας γραμμικός συνδυασμός των χρονικών αυτών σειρών ο οποίος είναι στάσιμος, πράγμα που σημαίνει ότι ο συνδυασμός αυτός δεν παρουσιάζει μία στοχαστική τάση. Ο γραμμικός αυτός συνδυασμός των χρονικών σειρών ονομάζεται εξίσωση συνολοκλήρωσης. Η εξίσωση αυτή παριστά την μακροχρόνια σχέση ισορροπίας που υπάρχει μεταξύ των χρονικών αυτών σειρών.

Η οικονομική θεωρία ασχολείται με την εξέταση της αλληλεπίδρασης και των αιτιωδών σχέσεων μεταξύ αυτών των οικονομικών μεταβλητών, καθώς και με την εξέταση της διαχρονικής συγκριτικής εξέλιξής τους. Οι οικονομικές μεταβλητές μπορεί να έχουν μια ανεξάρτητη πορεία μεταξύ τους σε βραχυχρόνιο επίπεδο (να είναι μη στάσιμες) μπορεί όμως να υπάρχουν και κοινές μακροχρόνιες πορείες (αν είναι συνολοκληρωμένες) που αυτές πρέπει να τις λαμβάνουμε υπόψη μας μέσω της εξειδίκευσης της διόρθωσης σφάλματος.

Δύο ή περισσότερες χρονικές σειρές μπορεί να είναι συνολοκληρωμένες όταν είναι ολοκληρωμένες τις ίδιες τάξης. Η εξίσωση της συνολοκλήρωσης είναι:

$$Y_t = aX_t + u_t$$

Ο γραμμικός συνδυασμός των δύο αυτών μεταβλητών είναι στάσιμος είναι δηλαδή $I(0)$.

$$u_t = Y_t - aX_t$$

Στην περίπτωση αυτή οι παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών αυτών εκφράζονται σε πραγματικές τιμές και όχι σε διαφορές για να έχουν νόημα και δεν είναι πλασματικές αν και οι αρχικές τους μεταβλητές είναι μη στάσιμες.

Γενικά αν δύο ή περισσότερες μη στάσιμες μεταβλητές είναι του ίδιου βαθμού ολοκληρωμένες έστω d τότε λέμε ότι αυτές συνολοκληρώνονται αν υπάρχει γραμμικός τους συνδυασμός ή διάνυσμα γραμμικών τους συνδυασμών, που να είναι βαθμού ολοκλήρωσης b μικρότερου βαθμού ολοκλήρωσης d ($b < d$) των μεταβλητών αυτών. Δηλαδή αν $Y_t \sim I(1)$ και $X_t \sim I(1)$ τότε λέμε ότι αυτές είναι

συνολοκληρωμένες όταν ο γραμμικός τους συνδυασμός u_t είναι στάσιμος $I(0)$. Στην περίπτωση που υπάρχει ένας τέτοιος γραμμικός συνδυασμός μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει και μια μακροχρόνια σχέση μεταξύ των μεταβλητών αυτών, αν και οι βραχυχρόνιες διακυμάνσεις τους μπορεί να μη συσχετίζονται μεταξύ τους. Δηλαδή σε μακροχρόνιο επίπεδο, αυτές οι μεταβλητές συνδιακυμαίνονται, παρουσιάζουν μακροχρόνιες τάσεις.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

4.4 Έλεγχοι συνολοκλήρωσης

Αφού διαπιστωθεί πως οι εξεταζόμενες μεταβλητές είναι ολοκληρωμένες της ίδιας τάξης, τότε εκτελείται ο έλεγχος για τη συνολοκλήρωση. Η υπόθεση που ελέγχεται είναι η μηδενική της μη συνολοκλήρωσης έναντι της εναλλακτικής που είναι η ύπαρξη συνολοκλήρωσης.

❖ H_0 : Εαν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών

❖ H_a : Υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών

Για τον έλεγχο της συνολοκλήρωσης μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες μεθόδων (Harris 1995, Maddala and Kim 1998). Η πρώτη αναφέρεται στις μεθόδους της μίας εξίσωσης και βασίζεται στην εκτίμηση των ελαχίστων τετραγώνων και η δεύτερη σε σύστημα εξισώσεων η οποία βασίζεται στη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας.

- Στην πρώτη κατηγορία έχουμε τους ελέγχους συνολοκλήρωσης με δύο μεταβλητές και τους ελέγχους με περισσότερες από δύο μεταβλητές.
- Στη δεύτερη κατηγορία έχουμε τους ελέγχους οι οποίοι στηρίζονται στη μεθοδολογία των VAR υποδειγμάτων, όπου μπορούμε να προσδιορίσουμε το μέγιστο αριθμό των σχέσεων συνολοκλήρωσης που μπορούν να έχουν οι μεταβλητές του υποδείγματος που εξετάζουμε, πράγμα που δεν μπορούμε να κάνουμε με την πρώτη κατηγορία της μίας εξίσωσης. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος από την κατηγορία αυτή είναι η μέθοδος του Johansen (1988).

4.5 Υποδείγματα Συνολοκλήρωσης με δύο και περισσότερες μεταβλητές (Έλεγχος των Engle – Granger)

Η μέθοδος των Engle – Granger (1987) η οποία ονομάζεται και μέθοδος συνολοκλήρωσης βάσει των καταλοίπων στηρίζεται στον έλεγχο της στασιμότητας των καταλοίπων. Για τον έλεγχο αυτό οι Engle – Granger πρότειναν τα παρακάτω βήματα:

- ❖ Βήμα 1: Βρίσκουμε την τάξη ολοκλήρωσης των δύο μεταβλητών.
 - Αν η τάξη ολοκλήρωσης των δύο μεταβλητών είναι ίδια τότε συνεχίζουμε τη διαδικασία της συνολοκλήρωσης.
 - Αν η τάξη ολοκλήρωσης των δύο μεταβλητών δεν είναι ίδια τότε λέμε ότι δεν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών που εξετάζουμε.
 - Αν οι δύο μεταβλητές είναι ολοκληρωμένες της ίδιας τάξης εκτιμούμε με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων την εξίσωση (εξίσωση συνολοκλήρωσης) για τη μακροχρόνια σχέση ισορροπίας.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + u_t$$

Από την παραπάνω εξίσωση αποθηκεύουμε τα κατάλοιπα

- ❖ Βήμα 2: Εφαρμόζουμε τη μεθοδολογία των μοναδιαίων ριζών για τη στασιμότητα των καταλοίπων (σφάλματα ισορροπίας) στην παρακάτω εξίσωση:

$$\Delta \hat{u}_t = \delta_2 \hat{u}_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \beta_i \Delta \hat{u}_{t-1} + e_t$$

Η παραπάνω εξίσωση δεν περιλαμβάνει σταθερό όρο διότι τα κατάλοιπα που προκύπτουν από τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων είναι γύρω από το μηδέν. Για τον έλεγχο της στασιμότητας των καταλοίπων οι Engle – Granger

παρουσίασαν έναν πίνακα με κρίσιμες τιμές για τον έλεγχο αυτό διαφορετικό από αυτό με τα στατιστικά των ελέγχων των Dickey – Fuller. Οι υποθέσεις που ελέγχουμε για την παραπάνω εξίσωση είναι οι παρακάτω:

- ❖ $H_0: \delta_2 = 0$ (όταν δεν υπάρχει στασιμότητα στα κατάλοιπα δηλαδή δεν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών)
- ❖ $H_a: \delta_2 < 0$ (όταν υπάρχει στασιμότητα στα κατάλοιπα δηλαδή υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών)

Η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται όταν $t\delta_2 < \tau$ (κρίσιμη τιμή του πίνακα των Engle – Granger).

Η μέθοδος των Engle - Granger (1987) μπορεί να επεκταθεί και σε περισσότερες από δύο μεταβλητές. Για τον έλεγχο αυτό οι Engle - Granger πρότειναν τα παρακάτω βήματα:

- ❖ Βήμα 1: Βρίσκουμε την τάξη ολοκλήρωσης όλων των μεταβλητών χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία των μοναδιαίων ριζών.
- Αν η τάξη ολοκλήρωσης όλων των μεταβλητών είναι ίδια τότε συνεχίζουμε τη διαδικασία της συνολοκλήρωσης.
- Αν η τάξη ολοκλήρωσης των μεταβλητών δεν είναι ίδια για όλες τις μεταβλητές τότε λέμε ότι δεν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών που εξετάζουμε ή υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ εκείνων των μεταβλητών μόνο που έχουν την ίδια τάξη ολοκλήρωσης οπότε συνεχίζουμε τη διαδικασία με τις μεταβλητές αυτές.
- Αν όλες μεταβλητές είναι ολοκληρωμένες της ίδιας τάξης εκτιμούμε με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων την εξίσωση (εξίσωση συνολοκλήρωσης) για τη μακροχρόνια σχέση ισορροπίας.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} \dots \beta_k X_{kt} + u_t$$

Από την παραπάνω εξίσωση αποθηκεύουμε τα κατάλοιπα

❖ Βήμα 2: Εφαρμόζουμε τη μεθοδολογία των μοναδιαίων ριζών για τη στασιμότητα των καταλοίπων (σφάλματα ισορροπίας) στην παρακάτω εξίσωση:

$$\Delta \hat{u}_t = \delta_2 \hat{u}_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \beta_i \Delta \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_t$$

Η παραπάνω εξίσωση δεν περιλαμβάνει σταθερό όρο διότι τα κατάλοιπα που προκύπτουν από τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων είναι γύρω από το μηδέν. Για τον έλεγχο της στασιμότητας των καταλοίπων οι Engle – Granger παρουσίασαν έναν πίνακα με κρίσιμες τιμές για τον έλεγχο αυτό διαφορετικό από αυτό με τα στατιστικά των ελέγχων των Dickey – Fuller. Οι υποθέσεις που ελέγχουμε για την παραπάνω εξίσωση είναι οι παρακάτω:

- ❖ $H_0: \delta_2 = 0$ (όταν δεν υπάρχει στασιμότητα στα κατάλοιπα δηλαδή δεν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών)
- ❖ $H_a: \delta_2 < 0$ (όταν υπάρχει στασιμότητα στα κατάλοιπα δηλαδή υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών)

Η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται όταν $t\delta_2 < \tau$ (κρίσιμη τιμή του πίνακα των Engle - Granger).

4.6 Συνολοκλήρωση και μηχανισμός διόρθωσης σφάλματος

Η μέθοδος της συνολοκλήρωσης είναι ένας τρόπος με τον οποίο μπορούμε να εκτιμήσουμε τη μακροχρόνια σχέση ισορροπίας που υπάρχει μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών. Οι Engel και Granger (1987) έχουν δείξει ότι αν δύο μεταβλητές Y και X είναι συνολοκληρωμένες, τότε υπάρχει μία μακροχρόνια σχέση ισορροπίας μεταξύ των μεταβλητών αυτών. Βραχυχρόνια όμως οι μεταβλητές αυτές μπορεί να βρίσκονται σε ανισορροπία.

Η βραχυχρόνια αυτή σχέση ανισορροπίας μεταξύ των δύο αυτών μεταβλητών μπορεί να διατυπωθεί με ένα υπόδειγμα που ονομάζεται υπόδειγμα διόρθωσης λαθών (ECM). Το σφάλμα ισορροπίας (ανισορροπίας) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συνενώσει τη βραχυχρόνια με τη μακροχρόνια περίοδο. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη συνένωση αυτή λέγεται μηχανισμός διόρθωσης σφάλματος (Error Correction Mechanism ECM). Άρα η συνάρτηση που προκύπτει για να συνδέσει τη βραχυχρόνια και τη μακροχρόνια σχέση μεταξύ των μεταβλητών δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Delta Y_t = \text{lagged}(\Delta Y_t, \Delta X_t, \dots) + \lambda u_{t-1} + e_t$$

Όπου το u_{t-1} είναι το σφάλμα ισορροπίας και αναφέρεται στην προσαρμογή ως προς τη μακροχρόνια ισορροπία.

$-1 < \lambda < 0$ είναι ο βραχυχρόνιος συντελεστής προσαρμογής e_t είναι λευκός θόρυβος. ΔY_t και ΔX_t είναι οι πρώτες διαφορές των μεταβλητών Y_t και X_t οι οποίες είναι ολοκληρωμένες πρώτης τάξης, ενώ το σφάλμα ισορροπίας u_t είναι ολοκληρωμένο μηδενικής τάξης. Άρα μπορούμε να εκτιμήσουμε με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων την παραπάνω συνάρτηση. Αν οι μεταβλητές Y και X είναι ολοκληρωμένες πρώτης τάξης $I(1)$, τότε οι πρώτες διαφορές τους ΔY και ΔX είναι μηδενικής τάξης $I(0)$, οπότε το αριστερό μέλος της συνάρτησης είναι μηδενικής τάξης $I(0)$. Για να έχει νόημα η παραπάνω συνάρτηση θα πρέπει και το δεξί μέλος να είναι μηδενικής τάξης $I(0)$ πράγμα που σημαίνει ότι το σφάλμα ισορροπίας u_{t-1} θα πρέπει να είναι μηδενικής τάξης $I(0)$, δηλαδή οι μεταβλητές της συνάρτησης να συνολοκληρώνονται.

Στις οικονομικές σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών εμπλέκονται περισσότερες από δύο μεταβλητές. Άρα μπορεί να υπάρχουν και περισσότερα από ένα συνολοκληρωμένα διανύσματα μεταξύ των μεταβλητών. Επομένως αν υπάρχουν k μεταβλητές οι οποίες είναι ολοκληρωμένες πρώτης τάξης $I(1)$, τότε ο μέγιστος αριθμός των συνολοκληρωμένων διανυσμάτων που μπορεί να υπάρξει είναι $k-1$ διανύσματα. Η προσέγγιση του Johansen που θα δούμε παρακάτω κάνει δυνατή την ανεύρεση του μέγιστου αριθμού αυτών των συνολοκληρωμένων διανυσμάτων.

Είναι σημαντικό εδώ να σημειώσουμε ότι ο ακριβής αριθμός των χρονικών υστερήσεων των μεταβλητών ΔY και ΔX στην συνάρτηση δεν είναι καθορισμένος. Για να εκτιμηθεί ένα δυναμικό υπόδειγμα διόρθωσης λαθών χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (OLS) θα πρέπει να συμπεριλάβουμε και το διάνυσμα συνολοκλήρωσης. Η εξειδίκευση του υποδείγματος διόρθωσης λαθών αναγκάζει τη μακροπρόθεσμη συμπεριφορά των ενδογενών μεταβλητών να συγκλίνει προς τη σχέση συνολοκλήρωσης, ενώ παράλληλα διευθετεί τη βραχυχρόνια δυναμική. Η δυναμική εξειδίκευση του υποδείγματος προτείνει τη διαγραφή των μη στατιστικά σημαντικών μεταβλητών μέχρι να επιτευχθεί μία παλινδρόμηση με όλους τους συντελεστές στατιστικά σημαντικούς (Dritsakis2004).

Ένα υποσύνολο των μεταβλητών ελέγχεται για να εξακριβωθεί αν είναι στατιστικά σημαντικές, έτσι ώστε να διαπιστωθεί αν μπορούν να διαγραφούν από το υπόδειγμα. Τέτοιοι σχετικοί στατιστικοί έλεγχοι περιλαμβάνουν το στατιστικό F και το στατιστικό δείκτη της λογαριθμισμένης πιθανότητας (loglikelihood). Κάθε μία από τις στατιστικά μη σημαντικές μεταβλητές διαγράφεται από το γενικό δυναμικό υπόδειγμα, ενώ παράλληλα διατηρείται ο όρος της διόρθωσης του σφάλματος ο οποίος πρέπει να είναι αρνητικός και στατιστικά σημαντικός σε επίπεδο π.χ. 5%. Οι στατιστικοί έλεγχοι δεν απορρίπτουν τη μηδενική υπόθεση που λέει ότι οι επιλεγμένοι συντελεστές είναι μηδέν σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Διαγράφοντας τους μη στατιστικά σημαντικούς συντελεστές της παλινδρόμησης λαμβάνουμε τις μεταβλητές εκείνες που είναι στατιστικά σημαντικές όπως ο συντελεστής του όρου διόρθωσης σφάλματος να είναι αρνητικός και στατιστικά σημαντικός. Ο εκτιμημένος συντελεστής του όρου διόρθωσης σφάλματος μετρά

την ταχύτητα προσαρμογής που απαιτείται για την αποκατάσταση της ισορροπίας στο δυναμικό υπόδειγμα. Η χρησιμοποίηση όλων των διαγνωστικών ελέγχων, είναι απαραίτητοι για την καταλληλότητα των υποδειγμάτων διόρθωσης λαθών.

Η εκτίμηση ενός υποδείγματος διόρθωσης λαθών μπορεί να γίνει σε δύο στάδια σύμφωνα με τους Engle and Granger (1987), αφού βέβαια προηγουμένως έχει γίνει ο έλεγχος της συνολοκλήρωσης. Οι Engle – Granger επομένως προτείνουν μία διαδικασία που περιλαμβάνει δύο στάδια:

Στο πρώτο στάδιο εκτιμάται η συνάρτηση συνολοκλήρωσης $Y_t = a_0 + a_1 X_t + u_t$ με OLS και υπολογίζουμε τα κατάλοιπα.

Στο δεύτερο στάδιο τα αληθινά λάθη ανισορροπίας αντικαθίστανται με τα εκτιμημένα κατάλοιπα, οπότε γίνεται η εκτίμηση (με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων) της εξίσωσης

$$\Delta Y_t = \text{lagged}(\Delta Y_t, \Delta X_t, \dots) + \lambda u_{t-1} + \theta_t.$$

Το υπόδειγμα αυτό είναι δυναμικό σε αντίθεση με την παλινδρόμηση της συνολοκλήρωσης που έχουμε στατικό υπόδειγμα. Για τον λόγο αυτό οι Engle and Granger πρότειναν το δεύτερο στάδιο εκτίμησης του υποδείγματος. Επειδή η υστέρηση του σφάλματος ισορροπίας u_{t-1} δεν είναι γνωστή το υπόδειγμα δεν μπορεί να εκτιμηθεί άμεσα. Για το λόγο αυτό προτείνεται η αντικατάσταση του u_t από την εκτίμηση του πρώτου σταδίου χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων του στατικού υποδείγματος της συνολοκληρωμένης εξίσωσης.

Για το αριθμό των χρονικών υστερήσεων στις μεταβλητές με τις πρώτες διαφορές που περιλαμβάνονται στο υπόδειγμα χρησιμοποιούνται τα κριτήρια των Akaike (AIC) and Schwarz (SC), καθώς και όλοι οι στατιστικοί και διαγνωστικοί έλεγχοι για την καταλληλότητα του παραπάνω υποδείγματος.

4.7 Υποδείγματα διανυσματικών αυτοπαλινδρομήσεων (VAR - VEC υποδείγματα)

Το υπόδειγμα διανυσματικών αυτοπαλινδρομήσεων (VAR) είναι ένα σύστημα εξισώσεων όπου όλες οι μεταβλητές είναι ενδογενείς και καθεμιά απ'αυτές προσδιορίζεται ως συνάρτηση των προηγούμενων τιμών όλων των υπόλοιπων μεταβλητών του συστήματος.

Μία χαρακτηριστική ιδιότητα του VAR υποδείγματος είναι ότι όλες οι ενδογενείς του μεταβλητές εκφράζονται μόνον ως προς τις ενδογενείς με χρονική υστέρηση μεταβλητές του. Ο αριθμός των προηγούμενων τιμών, δηλαδή ο αριθμός των χρονικών υστερήσεων προσδιορίζεται από το ίδιο το σύστημα. Ένα υπόδειγμα διανυσματικών αυτοπαλινδρομήσεων είναι πρώτης τάξης, όταν η τιμή της μεγαλύτερης υστέρηση των μεταβλητών του ισούται με ένα, οπότε και σημειώνεται με VAR (1). Γενικά ένα υπόδειγμα αυτοπαλινδρομήσεων είναι k τάξης όταν η μεγαλύτερη υστέρηση των μεταβλητών του ισούται με k χρονικές υστερήσεις, και σημειώνεται ως VAR (k).

Για να εκτιμήσουμε ένα αυτοπαλινδρομο διανυσματικό υπόδειγμα θα πρέπει να ικανοποιούνται ορισμένες βασικές υποθέσεις τόσο για τις ενδογενείς μεταβλητές όσο και για τα κατάλοιπα. Έτσι υποθέτουμε ότι το διάνυσμα των καταλοίπων ενός VAR συστήματος έχει μέσο μηδέν και το κατάλοιπο κάθε εξίσωσης χωριστά έχει σταθερή διακύμανση που οι τιμές του δεν αυτοσυσχετίζονται, αλλά το κατάλοιπο αυτό μπορεί να συσχετίζεται με το κατάλοιπο άλλης εξίσωσης (Δημέλη, 2003).

Επίσης θα πρέπει να υποθέσουμε ότι το VAR σύστημα είναι στάσιμο. Αυτό σημαίνει ότι το διάνυσμα των ενδογενών μεταβλητών έχει σταθερό μέσο, σταθερή διακύμανση και οι μήτρες των συνδιακυμάνσεων μεταξύ των Y_t και Y_{t+k} να εξαρτώνται μόνο από την απόσταση k μεταξύ των τιμών και όχι από το χρόνο t (Κάτος, 2004).

Στην πράξη οι υποθέσεις περί στασιμότητας υποδηλώνουν ότι οι μεταβλητές του VAR συστήματος δεν θα πρέπει να έχουν τάση, ούτε εποχικότητα, ούτε διακυμάνσεις που μεταβάλλονται διαχρονικά. Για να επιτευχθούν αυτά, συχνά

απαιτούνται μετασχηματισμοί των στατιστικών δεδομένων όπως πρώτες ή δεύτερες διαφορές, ή λογαριθμικοί μετασχηματισμοί. Εναλλακτικά θα μπορούσε κάποιος στην εξειδίκευση του VAR συστήματος να συμπεριλάβει και ένα διάνυσμα μη στοχαστικών μεταβλητών όπως την τάση ή εποχικές ψευδομεταβλητές και να εκτιμήσει το VAR σύστημα στις αρχικές τιμές αντί στις μετασχηματισμένες. Αν πληρούνται οι παραπάνω υποθέσεις, τότε μπορεί να γίνει η εκτίμηση με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων όπου οι εξισώσεις του VAR συστήματος δίνουν συνεπείς και αποτελεσματικούς εκτιμητές των παραμέτρων του συστήματος (Sims 1980). Βέβαια το δύσκολο είναι να ερμηνευτούν από οικονομικής πλευράς οι εκτιμημένοι συντελεστές ενός VAR συστήματος.

Για την εκτίμηση των VAR υποδειγμάτων θα πρέπει να γνωρίζουμε τον αριθμό των χρονικών υστερήσεων, δηλαδή την τάξη του VAR υποδείγματος. Στις περιπτώσεις που η τάξη του VAR υποδείγματος είναι μεγάλη έχουμε σοβαρό πρόβλημα στην ανάλυση του υποδείγματος αυτού. Στις περισσότερες περιπτώσεις η τάξη του VAR υποδείγματος είναι άγνωστη, οπότε πρέπει να την προσδιορίσουμε. Ο προσδιορισμός της τάξης του VAR υποδείγματος γίνεται με τους ελέγχους του λόγου πιθανοφανειών (LR), καθώς και τα κριτήρια των Akaike (AIC) και Schwartz (SCH). Για να βρούμε την τάξη ενός VAR υποδείγματος υποθέτουμε ότι οι συντελεστές του VAR υποδείγματος που αντιστοιχεί στις k χρονικές υστερήσεις σημειώνονται με τη μήτρα $A = [A_1 A_2 \dots A_k]$. Αρχίζοντας από τη μήτρα αυτή που έχει το μεγαλύτερο αριθμό των συντελεστών του VAR υποδείγματος ελέγχουμε τις παρακάτω υποθέσεις:

- ❖ $H_0: A_k = 0$
- ❖ $H_a: A_k \neq 0$, και στη συνέχεια
- ❖ $H_0: A_{k-1} = 0$
- ❖ $H_a: A_{k-1} \neq 0$, δοθέντος ότι $A_k = 0$ κ.ο.κ

Ο έλεγχος σταματά όταν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και με αυτό τον τρόπο επιλέγεται η τάξη p του VAR υποδείγματος, που κυμαίνεται: $1 < p < k$.

Σύμφωνα με το στατιστικό LR η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται όταν η τάξη του VAR υποδείγματος είναι $p = 1$.

Ένα μοντέλο διόρθωσης σφάλματος είναι ένα δυναμικό σύστημα με χαρακτηριστικό ότι οι αποκλίσεις της τρέχουσας κατάστασης από την μακροχρόνια σχέση ενσωματώνονται στις βραχυχρόνιες μεταβλητές. Δηλαδή τα error correction μοντέλα είναι χρήσιμα γιατί συνδέουν τη βραχυχρόνια και μακροχρόνια συμπεριφορά των μεταβλητών που περιέχουν. Το μοντέλο VEC είναι ουσιαστικά ένα περιορισμένο VAR μοντέλο. Το VECM περιορίζει τη μακροχρόνια συμπεριφορά των ενδογενών μεταβλητών στις σχέσεις που διέπουν τη μακροχρόνια ισορροπία και διευκολύνει τις βραχυχρόνιες δυναμικές.

Στην ουσία το VEC μοντέλο δεν είναι τίποτα άλλο από ένα VAR μοντέλο, που επιπλέον ενσωματώνει τις υπάρχουσες σχέσεις συνολοκλήρωσης ανάμεσα στις μεταβλητές. Η εξειδίκευση αυτή αποτελεί μια ξεχωριστή κατηγορία VAR που αφορά μη στάσιμες μεταβλητές οι οποίες όμως συνολοκληρώνονται και ονομάζονται διανυσματικά υποδείγματα διόρθωσης σφαλμάτων. Το VEC έχει το πλεονέκτημα ότι μελετά τις βραχυχρόνιες μεταβολές των μεταβλητών, περιορίζοντας ταυτόχρονα τις μη στάσιμες σειρές να συγκλίνουν στη μακροχρόνια σχέση ισορροπίας που συνεπάγεται η σχέση συνολοκλήρωσής τους. Θεωρούμε δηλαδή ότι τα λάθη ή οι αποκλίσεις από τη μακροχρόνια ισορροπία που εξειδικεύονται στις εξισώσεις του VAR διορθώνονται σταδιακά μέσω των βραχυχρόνιων προσαρμογών των επιμέρους προσαρμογών του συστήματος.

5. Εμπειρική Ανάλυση - Δεδομένα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η μελέτη των αποτελεσμάτων από τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων ώστε να αναλυθεί η αποτελεσματικότητα ή μη της αγοράς του πετρελαίου.

5.1 Παρουσίαση Δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων έχει γίνει από τις βάσεις δεδομένων DataStream και Bloomberg. Όσον αφορά τη μελέτη των τιμών του πετρελαίου και των χρηματιστηριακών δεικτών η συλλογή των δεδομένων έχει γίνει σε ημερήσια βάση και καλύπτουν την περίοδο 01/01/2000 έως 31/12/2011.

Οι τιμές του πετρελαίου αφορούν σε τιμές μετρητοίς και προθεσμιακές της ποικιλίας του αργού Brent και Wti και είναι εκφρασμένες σε \$/βαρέλι (για το Crude Brent 3Mths Frwd οι τιμές καλύπτουν το διάστημα 10/2002 έως 12/2011). Όσον αφορά τη μελέτη των τιμών του πετρελαίου και των μακροοικονομικών παραγόντων οι τιμές καλύπτουν την ίδια περίοδο και είναι σε τριμηνιαία βάση.

Αρχικά παρουσιάζονται στον πρώτο πίνακα συγκεντρωτικά τα δεδομένα. Οι τιμές του πετρελαίου Brent και Wti μετρητοίς και προθεσμιακές, η πηγή συλλογής τους, η χρονική περίοδος που αφορούν καθώς και η συχνότητά τους. Στη συνέχεια στον δεύτερο πίνακα παρουσιάζονται γενικά στατιστικά στοιχεία που αφορούν τα δεδομένα αυτά. Συγκεκριμένα έχουν υπολογιστεί ο μέσος όρος, η μέση τιμή, η μέγιστη τιμή, η ελάχιστη τιμή, η αθροιστική τυπική απόκλιση, και η τυπική απόκλιση. Το σύνολο των παρατηρήσεων είναι 3.130 εκτός από τις τιμές του Crude Brent 3Mths Frwd για το οποίο έχουμε 2.404 παρατηρήσεις.

Πίνακας 1 Δεδομένα (πηγή, χρ.περίοδος, συχνότητα)

Μεταβλητές	Πηγή	Χρονική Περίοδος	Συχνότητα
Crude WTI Spot Us \$/βαρέλι	DataStream	01/01/2000-31/12/2011	Ημερήσια & Τριμηνιαία
Crude WTI Near Mth Fwd	DataStream	01/01/2000-31/12/2011	Ημερήσια
Crude WTI 2Mth Fwd Us \$/βαρέλι	DataStream	01/01/2000-31/12/2011	Ημερήσια
Crude Brent Spot Us \$/βαρέλι	DataStream	01/01/2000-31/12/2011	Ημερήσια & Τριμηνιαία
Crude Brent 1Mth Fwd Us \$/βαρέλι	DataStream	01/01/2000-31/12/2011	Ημερήσια
Crude Brent 2Mth Fwd Us \$/βαρέλι	DataStream	01/01/2000-31/12/2011	Ημερήσια
Crude Brent 3Mth Fwd Us \$/βαρέλι	DataStream	01/10/2002-31/12/2011	Ημερήσια
GDP (CANADA, FRANCE, GERMANY, ITALY, JAPAN, UK, US)	Bloomberg	01/01/2000-31/12/2011	Τριμηνιαία
CPI (CANADA, FRANCE, GERMANY, ITALY, JAPAN, UK, US)	DataStream	01/01/2000-31/12/2011	Τριμηνιαία
Exchange rate Us \$ to €	DataStream	01/01/2000-31/12/2011	Τριμηνιαία
Exchange rate Us \$ to Uk £	DataStream	01/01/2000-31/12/2011	Τριμηνιαία
Stock index (CANADA, FRANCE, GERMANY, ITALY, JAPAN, UK, US)	Bloomberg	01/01/2000-31/12/2011	Τριμηνιαία

Πίνακας 4 Βασικά στατιστικά στοιχεία για τον ΔTK (CPI) ανά χώρα

ΔTK Στατιστικά Στοιχεία	Canada	France	Germany	Italy	Japan	UK	USA
Μέσος (Mean)	107.7500	113.0371	101.3646	91.86250	101.0646	103.1438	198.2516
Μέση τιμή (Median)	108.0000	113.3500	100.8000	91.85000	100.8500	100.8000	198.9500
Μέγιστη τιμή (Maximum)	120.6000	124.7900	111.4000	103.9000	103.3000	121.3000	226.9500
Ελάχιστη τιμή (Minimum)	94.10000	101.6700	92.20000	79.90000	99.60000	92.40000	170.1000
Τυπ. Απόκλιση (Std.Dev.)	7.599244	6.865571	5.717889	6.876776	0.959275	8.355987	17.39208
Αθροιστική Τυπ.Απόκλιση (Sum Sq.Dev.)	2714.180	2215.395	1536.630	2222.633	43.24979	3281.658	14216.77
Παρατηρήσεις Observations	48	48	48	48	48	48	48

Πίνακας 5 Βασικά στατιστικά στοιχεία για τις Συναλλαγματικές Ισοτιμίες
(EXCHANGE RATES)

Ισοτιμίες Στατιστικά Στοιχεία	€/£	\$/€	\$/£
Μέσος (Mean)	0.726104	1.218474	1.680341
Μέση τιμή (Median)	0.691400	1.253425	1.619275
Μέγιστη τιμή (Maximum)	0.966850	1.575450	2.043100
Ελάχιστη τιμή (Minimum)	0.597900	0.846300	1.415400
Τυπ. Απόκλιση (Std.Dev.)	0.104512	0.200931	0.187146
Αθροιστική Τυπ.Απόκλιση (Sum Sq.Dev.)	0.513373	1.897544	1.646106
Παρατηρήσεις Observations	48	48	48

5.2 Ανάλυση Μεθοδολογίας

Αρχικά θα εξετάσουμε τις τιμές του πετρελαίου μετρητοίς και τις προθεσμιακές ως προς τη στασιμότητά τους (unit root test) και σε περίπτωση που οι χρονικές σειρές δεν είναι στάσιμες θα χρησιμοποιήσουμε τις πρώτες διαφορές αυτών προκειμένου να καταλήξουμε σε στασιμότητα.

Οι τιμές των δεδομένων που έχουμε συλλέξει λογαριθμούνται προκειμένου να κάνουμε τον έλεγχο για τη στασιμότητά τους. Οι έλεγχοι διενεργούνται με τη χρήση του επαυξημένου Dickey-Fuller τριών διαφορετικών μοντέλων (με σταθερά, με σταθερά και τάση, χωρίς σταθερά και τάση - With intercept, With intercept and trend, Without intercept and trend). Στην περίπτωση που οι σειρές δεν είναι στάσιμες τότε παίρνουμε τις πρώτες διαφορές αυτών και επαναλαμβάνουμε τον έλεγχο μέχρι να καταλήξουμε σε στασιμότητα.

Στη συνέχεια και εφόσον οι σειρές έχουν ίδιο βαθμό ολοκλήρωσης θα ελέγξουμε την ύπαρξη συνολοκλήρωσης η οποία γίνεται με το “Johansen Test of Cointegration” χρησιμοποιώντας τις μη στάσιμες χρονικές σειρές. Αν για παράδειγμα οι πρώτες διαφορές των χρονικών σειρών είναι στάσιμες στα επίπεδά τους, δηλαδή, μπορούν να ολοκληρωθούν με ίδιο βαθμό ολοκλήρωσης (π.χ. ένα, I1) τότε χρησιμοποιώντας τις μη στάσιμες (αρχικές) σειρές προκειμένου να εξεταστεί η συσχέτισή τους σε μακροχρόνια βάση.

Αν οι σειρές συνολοκληρώνονται τότε αυτό σημαίνει ότι μακροπρόθεσμα οι μεταβλητές κινούνται μαζί και προς την ίδια κατεύθυνση χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι βραχυπρόθεσμα συμβαίνει το ίδιο. Από το τεστ προκύπτει αν υπάρχουν και πόσες γραμμικές σχέσεις συνολοκλήρωσης μεταξύ των ελεγχόμενων μεταβλητών.

Ο συνδετικός κρίκος βραχυχρόνιας και μακροχρόνιας σχέσης των μεταβλητών, πραγματοποιείται με την ύπαρξη συνολοκλήρωσης, αφού αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την εκτίμηση του μοντέλου Vector Error Correction. Εφόσον τα αποτελέσματα δείχνουν ότι στο μοντέλο μας υπάρχει όντως σχέση συνολοκλήρωσης αυτό επιτρέπει την εκτίμηση του μοντέλου VEC.

Επίσης, με τον έλεγχο Granger Causality Test στις στάσιμες σειρές ελέγχεται το κατά πόσο η κάθε μεταβλητή επηρεάζει την άλλη. Σύμφωνα με τον ορισμό του Granger, η μεταβλητή X αιτιάζει την Y αν η πρόβλεψη της Y για μια περίοδο στο μέλλον, που προέκυψε με όλη την προηγούμενη πληροφόρηση έχει μικρότερο μέσο σφάλμα τετραγώνου από την πρόβλεψη του Y που γίνεται με βάση όλη την προηγούμενη πληροφόρηση πλην εκείνης που αφορά τη μεταβλητή X (Dritsakis, 2009). Η αιτιότητα κατά Granger αναφέρεται σε ένα σύστημα εξισώσεων όπου όλες οι μεταβλητές είναι ενδογενείς. Υπάρχουν τέσσερις περιπτώσεις αιτιότητας

1. Μονόδρομη σχέση αιτιότητας ($X \rightarrow Y$)
2. Μονόδρομη σχέση αιτιότητας ($Y \rightarrow X$)
3. Αμφίδρομη σχέση αιτιότητας ($Y \leftrightarrow X$)
4. Καμία σχέση αιτιότητας

Οι υποθέσεις που ελέγχονται είναι:

- H_0 : η μεταβλητή X δεν αιτιάζεται κατά Granger την Y
η μεταβλητή Y δεν αιτιάζεται κατά Granger την X
- H_a : η μεταβλητή X αιτιάζεται κατά Granger την Y
η μεταβλητή Y αιτιάζεται κατά Granger την X

Η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται όταν το p -Value (probability) του F -test είναι μικρότερο από το επίπεδο σημαντικότητας 5% επομένως υπάρχει αιτιακή σχέση μεταξύ των μεταβλητών που εξετάζουμε. Απαραίτητο είναι οι μεταβλητές να είναι συνολοκληρώσιμες.

Στην περίπτωση αυτή μετά από την ανωτέρω ανάλυση αν οι προθεσμιακές τιμές αποδεικνύεται ότι επηρεάζουν τις τιμές μετρητοίς ή αντίστροφα τότε δεν μπορεί να γίνει αποδεκτή η υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς.

Στη δεύτερη φάση της ανάλυσης χρησιμοποιούμε μακροοικονομικές μεταβλητές (ποσοστιαία μεταβολή του ΔTK , του ΔEP και ποσοστιαίες μεταβολές στις συναλλαγματικές ισοτιμίες) καθώς και αποδόσεις των Χρηματιστηριακών δεικτών

των χωρών που αποτελούν τους G7 (ΗΠΑ, Καναδά, Ιταλίας, Γερμανίας, Ιαπωνίας, Ηνωμένο Βασίλειο και Γαλλίας) παράλληλα με τις αποδόσεις των τιμών μετρητοίς του πετρελαίου. Τα δεδομένα είναι σε τριμηνιαία βάση.

Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία, ελέγχουμε τις σειρές για την ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας (unit root test) και στη συνέχεια με τη μέθοδο Panel εξετάζουμε τη σχέση των τιμών πετρελαίου (μετρητοίς) τόσο με τους προαναφερθέντες μακροοικονομικούς παράγοντες όσο και με τους χρηματιστηριακούς δείκτες των G7.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΝ

5.3 Ανάλυση Αποτελεσμάτων για τις τιμές του WTI

5.3.1 Έλεγχοι στασιμότητας για τις τιμές του WTI

Στους παρακάτω πίνακες εμφανίζονται τα αποτελέσματα ελέγχου στασιμότητας (Unit Root Test) των τιμών μετρητοίς (του Wti) και των προθεσμιακών τιμών (Wti Near Month και Wti 2Month) των σειρών (πίνακας 6) και των πρώτων διαφορών τους (πίνακας 7).

Πίνακας 6 Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας για τις τιμές πετρελαίου WTI (unit root)

Augmented Dickey-Fuller Test						
Μεταβλητές	With intercept	Prob	With intercept and trend	Prob	Without intercept and trend	Prob
Crude WTI Spot	-1.43682	0,5656	-2.92287	0,1552	0.75440	0,8769
Crude WTI near Mth Fwrđ	-1.38572	0.5909	-2.85596	0.1773	0.77855	0.8814
Crude WTI 2Mth Fwrđ	-1.27579	0,6430	-2.65796	0,2545	0.90730	0,9030

Σημείωση: ADF Κρίσιμες τιμές

With intercept and trend: 1% level, -3.960974, 5% level -3.411243, 10% level -3.127457

With intercept: 1% level -3.432251, 5% level -2.862265, 10% level -2.567200

Without intercept and trend: 1% level -2.565701, 5% level -1.940925, 10% level -1.616631

Τα αποτελέσματα από τον Πίνακα 6 υποδεικνύουν ότι η ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας δεν απορρίπτεται στα επίπεδα των αντίστοιχων τιμών του πετρελαίου, δηλαδή οι ανωτέρω χρονικές σειρές δεν είναι στάσιμες (Prob.> 0.05) και επομένως, θα προχωρήσουμε στον έλεγχο στασιμότητας των πρώτων διαφορών των αρχικών σειρών (I1).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας για τις πρώτες διαφορές των τιμών του πετρελαίου WTI.

Πίνακας 7 Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας λαμβάνοντας πρώτες διαφορές (*First Difference*)

Augmented Dickey-Fuller Test						
Μεταβλητές	With intercept	Prob	With intercept and trend	Prob	Without intercept and trend	Prob
Crude WTI Spot	-57.2358	0.0001	-57.2266	0.0000	-57.2281	0.0001
Crude WTI near Mth Fwrđ	-58.3703	0.0001	-58.2609	0.0000	-58.3611	0.0001
Crude WTI 2Mth Fwrđ	-57.6557	0.0001	-57.6464	0.0000	-57.6325	0.0001

Σημείωση: ADF Κρίσιμες τιμές

With intercept and trend: 1% level, -3.960975, 5% level -3.411243, 10% level -3.127458

With intercept: 1% level -3.432251, 5% level -2.862266, 10% level -2.567200

Without intercept and trend: 1% level -2.565702, 5% level -1.940925, 10% level -1.616631

Παρατηρούμε ότι οι ανωτέρω πρώτες διαφορές των χρονικών σειρών είναι στάσιμες (Prob. 0.000-0.0001<0.05). Επομένως, εφόσον οι χρονικές σειρές (μεταβλητές) είναι μη στάσιμες στα επίπεδά τους, μπορούν να ολοκληρωθούν με βαθμό ολοκλήρωσης 1 αφού οι πρώτες διαφορές τους είναι στάσιμες. Αν οι μεταβλητές συνολοκληρώνονται, τότε υπάρχει μια σταθερή μακροπρόθεσμη γραμμική σχέση μεταξύ τους (cointegration).

5.3.2 Έλεγχος συνολοκλήρωσης για τις τιμές του WTI

Ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης στον έλεγχο Johansen γίνεται με δυο διαφορετικά τεστ. Το πρώτο είναι το trace statistic και το δεύτερο το max eigenvalue statistic. Ο αριθμός των υστερήσεων επιλέχθηκε και με βάση τα κριτήρια του Schwartz και είναι 3.

Στον πίνακα 8 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ελέγχου συνολοκλήρωσης για το WTI (τιμές μετρητοίς και προθεσμιακές).

Πίνακας 8 Αποτελέσματα ελέγχου συνολοκλήρωσης για το WTI

Johansen Test of Cointegration					
Υπόθεση (αριθμός εξισώσεων)	Eigenvalue	Trace Statistic	Prob.**	Max-Eigen Statistic	Prob.**
None (καμιά) *	0.171180	647.8734	0.0001	586.9154	0.0001
At most 1* (το πολύ μια)	0.018772	60.95797	0.0000	59.23851	0.0000
At most 2 (το πολύ δυο)	0.000550	1.719452	0.1898	1.719452	0.1898

Σημείωση: (Lags: 3)

* απόρριψη της υπόθεσης σε επίπεδο 0.05 **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

1. Κρίσιμες τιμές για το Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace) 5%:

None: 29.79707

At most 1: 15.49471

At most 2: 3.841466

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

2. Κρίσιμες τιμές για το Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue) 5%:

None: 21.13162

At most 1: 14.26460

At most 2: 3.841466

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

Τα δυο τεστ δίνουν τα ίδια αποτελέσματα. Για το WTI όπως φαίνεται υπάρχουν το πολύ δυο σχέσεις συνολοκλήρωσης. Όσο η τιμή του trace statistic είναι μεγαλύτερη από την κριτική τιμή, η μηδενική υπόθεση μπορεί να απορριφθεί.

Συγκεκριμένα, στο επίπεδο None (καμία) η τιμή του trace statistic είναι μεγαλύτερη από την κριτική τιμή και άρα η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται. Επιπλέον αυτό φαίνεται και από την τιμή του probability που είναι μικρότερη από το 5% (0.0001) επίπεδο σημαντικότητας. Επίσης, στο επίπεδο None η στατιστική Max-Eigenvalue είναι μεγαλύτερη από την κριτική και άρα η μηδενική υπόθεση δεν μπορεί να γίνει αποδεκτή.

Στο επίπεδο "at most 1 (το πολύ μια)" η τιμή του trace statistic είναι επίσης μεγαλύτερη από την κριτική τιμή και άρα η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται. Το probability είναι 0,0000, δηλαδή μικρότερο από το 0,05 και επομένως προκύπτει το ίδιο συμπέρασμα. Το Max-Eigenvalue Statistic δίνει τα ίδια αποτελέσματα.

Τέλος, στο επίπεδο "at most 2 (το πολύ μια)" η στατιστική trace statistic είναι μικρότερη από την κριτική τιμή και άρα η μηδενική υπόθεση δεν απορρίπτεται. Το probability είναι 0,1898, δηλαδή μεγαλύτερο από το 0,05 και επομένως προκύπτει το ίδιο συμπέρασμα. Το Max-Eigenvalue Statistic δίνει τα ίδια αποτελέσματα.

Επομένως, προκύπτει ότι υπάρχουν το πολύ δυο γραμμικές σχέσεις συνολοκλήρωσης μεταξύ των ελεγχόμενων μεταβλητών για το WTI.

5.3.3 Vector Error Correction (VEC) για το WTI

Στη συνέχεια και εφόσον βρίσκουμε ότι υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των τιμών και συνεπώς μακροχρόνια συνθήκη ισορροπίας θα τρέξουμε το μοντέλο Vector Error Correction (VEC).

Σε αυτό τον πίνακα μπορούμε να ελέγξουμε τη σημαντικότητα του error correction term. Εξετάζουμε την μηδενική υπόθεση:

H₀: Η διόρθωση σφαλμάτων δεν είναι στατιστικά σημαντική, έναντι της

H₁: Η διόρθωση σφαλμάτων είναι στατιστικά σημαντική.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 5% όσον αφορά τα LOG WTI SPOT, LOG WTI NEAR MONTH και LOG WTI 2 MONTH τα t-statistic σε όλες τις εξισώσεις είναι >1,96 που σημαίνει ότι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και η διόρθωση σφαλμάτων είναι στατιστικά σημαντική. Δηλαδή, έχουμε μια κατεύθυνση αιτιότητας από το ανεξάρτητο προς το εξαρτημένο και αντίστροφα που αυτό σημαίνει πως υπάρχει μακροχρόνια σχέση από τις τιμές μετρητοίς προς τις προθεσμιακές και αντίστροφα. Η σχέση είναι αμφίδρομη.

Όσον αφορά LOG WTI SPOT και τις χρονικές υστερήσεις που έχουμε λάβει τα t-statistic σε όλες τις εξισώσεις είναι <1,96 σε επίπεδο σημαντικότητας 5% που αυτό σημαίνει πως οι χρονικές υστερήσεις δεν παίζουν ρόλο στον επηρεασμό της τιμής του.

Για την περίπτωση του LOG WTI NEAR MONTH οι χρονικές υστερήσεις εμφανίζεται να μην επηρεάζουν καθότι τα t-statistic είναι <1,96 ενώ για το LOG WTI 2 MONTH τα t-statistic για τις χρονικές υστερήσεις -2 και είναι >1,96 που σημαίνει ότι σε όλες τις εξισώσεις επηρεάζουν τις τιμές (αμφίδρομη σχέση).

Πίνακας 9 Αποτελέσματα Vector Error Correction (VEC) για το WTI

Vector Error Correction			
Error Correction:	D(LOG WTI SPOT)	D(LOG WTI NEAR MONTH)	D(LOG WTI 2 MONTH)
CointEq1	-0.500604	0.179411	0.150554
	(0.05422)	(0.05389)	(0.04912)
	[-9.23335]	[3.32910]	[3.06526]
CointEq2	0.509883	-0.233449	-0.156043
	(0.06102)	(0.06065)	(0.05528)
	[8.35656]	[-3.84913]	[-2.82302]
D(LOG WTI SPOT(-1))	0.050241	0.041234	0.012002
	(0.04987)	(0.04957)	(0.04518)
	[1.00744]	[0.83184]	[0.26567]
D(LOG WTI SPOT(-2))	0.042682	-0.025186	0.004287
	(0.04104)	(0.04079)	(0.03718)
	[1.04004]	[-0.61742]	[0.11531]
D(LOG WTI SPOT(-3))	0.099696	0.022470	0.072165
	(0.07992)	(0.07945)	(0.07241)
	[1.24738]	[0.28283]	[0.99669]
D(LOG WTI NEAR MONTH(-1))	-0.019091	0.033006	0.039032
	(0.07238)	(0.07194)	(0.06557)
	[-0.26376]	[0.45876]	[0.59528]
D(LOG WTI NEAR MONTH(-2))	-0.162915	-0.093652	-0.111314
	(0.07016)	(0.06974)	(0.06356)
	[-2.32215]	[-1.34296]	[-1.75143]
D(LOG WTI NEAR MONTH(-3))	-0.028185	-0.023197	-0.046185
	(0.06994)	(0.06952)	(0.06336)
	[-0.40300]	[-0.33369]	[-0.72897]
D(LOG WTI 2 MONTH(-1))	0.000444	0.000456	0.000459
	(0.00044)	(0.00044)	(0.00040)
	[0.99803]	[1.03124]	[1.13925]
D(LOG WTI 2 MONTH(-2))	-0.500604	0.179411	0.150554
	(0.05422)	(0.05389)	(0.04912)
	[-9.23335]	[3.32910]	[3.06526]
D(LOG WTI 2 MONTH(-3))	0.509883	-0.233449	-0.156043
	(0.06102)	(0.06065)	(0.05528)
	[8.35656]	[-3.84913]	[-2.82302]
C	0.050241	0.041234	0.012002
	(0.04987)	(0.04957)	(0.04518)
	[1.00744]	[0.83184]	[0.26567]

Included observations: 3127 after adjustments

5.3.4 Έλεγχος Granger Causality για το WTI

Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε τον έλεγχο 'Granger Causality' προκειμένου να αξιολογήσουμε την κατεύθυνση της γραμμικής αυτής της σχέσης. Μια μεταβλητή αιτιάζει την άλλη αν η πρόβλεψη της πρώτης για μια περίοδο στο μέλλον, που προέκυψε με όλη την προηγούμενη πληροφόρηση έχει μικρότερο μέσο σφάλμα τετραγώνου από την πρόβλεψη της δεύτερης που γίνεται με βάση όλη την προηγούμενη πληροφόρηση πλην εκείνης που αφορά την πρώτη μεταβλητή.

Σημειώνουμε ότι σε αυτό τον έλεγχο χρησιμοποιούμε τις πρώτες διαφορές των σειρών καθώς χρειαζόμαστε στάσιμες σειρές.

Πίνακας 10 Αποτελέσματα Granger Causality Tests Wti (τιμές μετρητοίς και συμβολαίων μηνός και 2 μηνών)

Pairwise Granger Causality Tests		
Μηδενική Υπόθεση	F-Statistic	Prob.
Wti spot δεν αιτιάζει κατά Granger το Wti Near Mth	10.7837	5.e ⁻⁰⁷
Wti Near Mth δεν αιτιάζει κατά Granger το Wti spot	23.6101	4.e ⁻¹⁵
Wti 2 Mth Frwd δεν αιτιάζει κατά Granger το Wti Near Mth	0.24017	0.8684
Wti Near Mth δεν αιτιάζει κατά Granger το Wti 2 Mth Frwd	2.14622	0.0923
Wti 2 Mth Frwd δεν αιτιάζει κατά Granger το Wti spot	5.65012	0.0007
Wti spot δεν αιτιάζει κατά Granger το Wti 2 Mth Frwd	11.2622	2.e ⁻⁰⁷

Σημείωση: 3125 παρατηρήσεις, 3 χρονικές υστερήσεις

Παραπάνω μπορούμε να διακρίνουμε ότι όσον αφορά τη μηδενική υπόθεση:

- **Wti spot** δεν αιτιάζει κατά Granger το **Wti Near Mth** και
- **Wti Near Mth** δεν αιτιάζει κατά Granger το **Wti spot**

τα Prob.= $5.e^{-07}$ και $4.e^{-15}$ αντίστοιχα του F-Statistic δείχνουν ότι απορρίπτεται. Άρα υπάρχει αιτιώδης σχέση μεταξύ τους και μάλιστα είναι αμφίδρομη:

Wti spot ↔ Wti Near Mth

Το ίδιο παρατηρούμε να ισχύει και για την υπόθεση:

- **Wti 2 Mth Frwd** δεν αιτιάζει κατά Granger το **Wti spot** και
- **Wti spot** δεν αιτιάζει κατά Granger το **Wti 2 Mth Frwd**

όπου τα Prob. του F-Statistic = 0.0007 και $2.e^{-07} < 0.05$ αντίστοιχα δείχνουν ότι απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και έτσι προκύπτει ότι υπάρχει αμφίδρομη σχέση μεταξύ τους.

Wti spot ↔ Wti 2 Mth Frwd

Τέλος, σε αντίθεση με τα ανωτέρω οι υποθέσεις:

- **Wti 2 Mth Frwd** δεν αιτιάζει κατά Granger το **Wti Near Mth** και
- **Wti Near Mth** δεν αιτιάζει κατά Granger το **Wti 2 Mth Frwd**

για τις οποίες τα Prob.= 0.8684 και 0.0923 αντίστοιχα του F-Statistic δείχνουν ότι η μηδενική υπόθεση γίνεται αποδεκτή και δεν υπάρχει αιτιώδης σχέση μεταξύ τους

Στη συνέχεια ακολουθεί η ίδια ανάλυση για το Brent.

5.4 Ανάλυση Αποτελεσμάτων για τις τιμές του Brent

Στους παρακάτω πίνακες εμφανίζονται τα αποτελέσματα ελέγχου στασιμότητας (Unit Root Test) των τιμών μετρητοίς (του Brent) και των προθεσμιακών τιμών (Brent 1-2-3Month) των σειρών (πίνακας 11) και των πρώτων διαφορών τους (πίνακας 12).

5.4.1 Έλεγχοι στασιμότητας για τις τιμές του Brent

Πίνακας 11 Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας για τις τιμές πετρελαίου Brent (unit root)

Augmented Dickey-Fuller Test						
Μεταβλητές	With intercept	Prob	With intercept and trend	Prob	Without intercept and trend	Prob
Crude Brent Spot	- 1.1120	0,7133	-2.70988	0,2325	0.94148	0,9083
Crude Brent 1Mth Frwd	-1.02822	0,7452	-2.54434	0,3065	1.04650	0,9231
Crude Brent 2Mth Frwd	-1.01431	0,7503	-2.44421	0,3564	1.12787	0,9334
Crude Brent 3Mth Frwd	-1.42508	0,5714	-1.95382	0,6256	1.23531	0,9452

Σημείωση: ADF Κρίσιμες τιμές

With intercept and trend: 1% level, -3.960974, 5% level -3.411243, 10% level -3.127457

With intercept: 1% level -3.432251, 5% level -2.862265, 10% level -2.567200

Without intercept and trend: 1% level -2.565701, 5% level -1.940925, 10% level -1.616631

Τα αποτελέσματα από τον Πίνακα 11 δείχνουν ότι η ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας δεν απορρίπτεται στα επίπεδα των αντίστοιχων τιμών του πετρελαίου, δηλαδή οι ανωτέρω χρονικές σειρές δεν είναι στάσιμες (Prob.> 0.05) και επομένως, θα προχωρήσουμε στον έλεγχο στασιμότητας των πρώτων διαφορών των αρχικών σειρών (I1).

Πίνακας 12 Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας λαμβάνοντας πρώτες διαφορές (*First Difference*)

Augmented Dickey-Fuller Test						
Μεταβλητές	With intercept	Prob	With intercept and trend	Prob	Without intercept and trend	Prob
Crude Brent Spot	- 55.2818	0.0001	-55.2730	0.0000	-55.2678	0.0001
Crude Brent 1Mth Frwd	-57.1149	0.0001	-57.1058	0.0000	-57.0961	0.0001
Crude Brent 2Mth Frwd	-57.6557	0.0001	-57.6464	0.0000	-57.6325	0.0001
Crude Brent 3Mth Frwd	-50.1960	0.0001	-50.1900	0.0000	-50.1641	0.0001

Σημείωση: ADF Κρίσιμες τιμές

With intercept and trend: 1% level, -3.960975, 5% level -3.411243, 10% level -3.127458

With intercept: 1% level -3.432251, 5% level -2.862266, 10% level -2.567200

Without intercept and trend: 1% level -2.565702, 5% level -1.940925, 10% level -1.616631

Παρατηρούμε ότι οι πρώτες διαφορές των χρονικών σειρών είναι στάσιμες (Prob. 0.000-0.0001<0.05). Επομένως, εφόσον οι χρονικές σειρές (μεταβλητές) είναι μη στάσιμες στα επίπεδά τους, μπορούν να ολοκληρωθούν με βαθμό ολοκλήρωσης 1 αφού οι πρώτες διαφορές τους είναι στάσιμες. Αν οι μεταβλητές συνολοκληρώνονται, τότε υπάρχει μια σταθερή μακροπρόθεσμη γραμμική σχέση μεταξύ τους (cointegration).

5.4.2 Έλεγχος συνολοκλήρωσης για τις τιμές του Brent

Παρακάτω στον Πίνακα 13 ακολουθεί η ανάλυση του ελέγχου συνολοκλήρωσης Johansen Test of Cointegration για το Brent.

Πίνακας 13 Αποτελέσματα ελέγχου συνολοκλήρωσης για το Brent

Johansen Test of Cointegration					
Υπόθεση (αριθμός εξισώσεων)	Eigenvalue	Trace Statistic	Prob.**	Max-Eigen Statistic	Prob.**
None (καμιά) *	0.096108	387.2914	0.0001	242.6099	0.0001
At most 1* (το πολύ μια)	0.050847	144.6816	0.0001	125.2976	0.0001
At most 2* (το πολύ δυο)	0.007091	19.38393	0.0123	17.08646	0.0174
At most 3 (το πολύ τρεις)	0.000956	2.297475	0.1296	2.297475	0.1296

Σημείωση: (Lags: 3)

* απόρριψη της υπόθεσης σε επίπεδο 0.05

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

1. Κρίσιμες τιμές για το Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace) 5%:

None: 47.85613

At most 1: 29.79707

At most 2: 15.49471

At most 3: 3.841466

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

2. Κρίσιμες τιμές για το Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue) 5%:

None: 27.58434

At most 1: 21.13162

At most 2: 14.26460

At most 3: 3.841466

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

Τα δυο τεστ δίνουν τα ίδια αποτελέσματα. Όπως φαίνεται υπάρχουν το πολύ τρεις σχέσεις συνολοκλήρωσης. Όσο η τιμή του trace statistic είναι μεγαλύτερη από την κριτική τιμή, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται. Συγκεκριμένα, στο επίπεδο None η τιμή του trace statistic είναι μεγαλύτερη από την κριτική τιμή και άρα η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται. Επιπλέον αυτό φαίνεται και από την τιμή του probability που είναι μικρότερη από το 5% (0.0001) επίπεδο σημαντικότητας. Επίσης, στο επίπεδο None η στατιστική Max-Eigenvalue είναι μεγαλύτερη από την κριτική και άρα η μηδενική υπόθεση δεν γίνεται αποδεκτή.

Στα επίπεδο “at most 1 (το πολύ μια)” και “at most 2(το πολύ δυο)” η τιμή του trace statistic είναι επίσης μεγαλύτερη από την κριτική τιμή και άρα η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται. Το probability είναι 0,0000, δηλαδή μικρότερο από το 0,05 και επομένως προκύπτει το ίδιο συμπέρασμα. Το Max-Eigenvalue Statistic δίνει τα ίδια αποτελέσματα.

Τέλος, στο επίπεδο “at most 3” η στατιστική trace statistic είναι μικρότερη από την κριτική τιμή και άρα η μηδενική υπόθεση δεν απορρίπτεται. Το probability είναι 0,1296, δηλαδή μεγαλύτερο από το 0,05 και επομένως προκύπτει το ίδιο συμπέρασμα. Το Max-Eigenvalue Statistic δίνει τα ίδια αποτελέσματα.

Παρατηρούμε ότι και με τους δύο ελέγχους οι υποθέσεις της μη ύπαρξης συνολοκλήρωσης σε επίπεδο σημαντικότητας 5% και γίνεται δεκτή η υπόθεση ότι υπάρχουν τουλάχιστον τρεις γραμμικές σχέσεις μεταξύ της τιμής μετρητοίς και των τιμών συμβολαίου μηνός και δυο μηνών.

5.4.3 Vector Error Correction (VEC) για το Brent

Στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσουμε το μοντέλο VEC (Vector Error Correction) καθότι θέλουμε να εξετάσουμε ταυτόχρονα τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων που αφορούν στις ανωτέρω γραμμικές εξισώσεις.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 5% όσον αφορά τα LOG BRENT SPOT, LOG BRENT 1 MONTH και LOG BRENT 3 MONTH τα t-statistic είναι $>1,96$ που σημαίνει ότι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και η διόρθωση σφαλμάτων είναι στατιστικά σημαντική. Δηλαδή, έχουμε μια κατεύθυνση αιτιότητας, που αυτό σημαίνει πως υπάρχει μακροχρόνια σχέση από τις τιμές μετρητοίς προς τις προθεσμιακές και αντίστροφα. Η σχέση είναι αμφίδρομη. Για τις υπόλοιπες εξισώσεις καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η μηδενική υπόθεση γίνεται αποδεκτή. Το ίδιο ισχύει και για τις χρονικές υστερήσεις που έχουμε λάβει τα t-statistic είναι $<1,96$ σε επίπεδο σημαντικότητας 5% που αυτό σημαίνει πως οι χρονικές υστερήσεις δεν παίζουν ρόλο στον επηρεασμό της τιμής.

Πίνακας 14 Αποτελέσματα Vector Error Correction (VEC) για το Brent

Error Correction:	D(LOG BRENT SPOT)	D(LOG BRENT 1 MONTH)	D(LOG BRENT 3 MONTH)	D(LOG BRENT 2 MONTH)
CointEq1	-0.014318	0.104239	0.078783	0.071653
	(0.04390)	(0.04085)	(0.03829)	(0.03953)
	[-0.32613]	[2.55183]	[2.05763]	[1.81246]
CointEq2	0.273581	-0.038188	0.054467	0.222098
	(0.19335)	(0.17990)	(0.16862)	(0.17411)
	[1.41495]	[-0.21227]	[0.32301]	[1.27563]
CointEq3	0.287659	0.222234	0.240330	0.426931
	(0.16830)	(0.15660)	(0.14678)	(0.15156)
	[1.70916]	[1.41915]	[1.63734]	[2.81700]
D(LOG BRENT SPOT(-1))	0.104117	0.039336	0.012383	0.020638
	(0.08380)	(0.07797)	(0.07308)	(0.07546)
	[1.24248]	[0.50452]	[0.16945]	[0.27350]
D(LOG BRENT SPOT(-2))	-0.093261	-0.036443	-0.040381	-0.039931
	(0.08254)	(0.07679)	(0.07198)	(0.07432)
	[-1.12995]	[-0.47455]	[-0.56099]	[-0.53727]
D(LOG BRENT SPOT(-3))	-0.060579	-0.089847	-0.040289	-0.065565
	(0.08133)	(0.07567)	(0.07093)	(0.07323)
	[-0.74487]	[-1.18735]	[-0.56804]	[-0.89528]
D(LOG BRENT 1 MONTH(-1))	0.324748	0.176917	0.151815	0.297254
	(0.24311)	(0.22620)	(0.21202)	(0.21892)
	[1.33580]	[0.78213]	[0.71604]	[1.35784]
D(LOG BRENT 1 MONTH(-2))	0.015831	-0.076926	-0.049400	0.003781
	(0.23196)	(0.21583)	(0.20230)	(0.20888)
	[0.06825]	[-0.35642]	[-0.24419]	[0.01810]
D(LOG BRENT 1 MONTH(-3))	0.115661	0.090788	0.023426	0.085529
	(0.21170)	(0.19698)	(0.18463)	(0.19064)
	[0.54633]	[0.46091]	[0.12688]	[0.44865]
D(LOG BRENT 3 MONTH(-1))	-0.579266	-0.357019	-0.521500	-0.202008
	(0.23586)	(0.21945)	(0.20569)	(0.21238)
	[-2.45601]	[-1.62689]	[-2.53532]	[-0.95114]
D(LOG BRENT 3 MONTH(-2))	0.239134	0.324142	0.113643	0.368886
	(0.22840)	(0.21251)	(0.19919)	(0.20567)
	[1.04701]	[1.52531]	[0.57053]	[1.79361]
D(LOG BRENT 3 MONTH(-3))	0.098169	0.168605	0.081681	0.199268
	(0.20321)	(0.18907)	(0.17722)	(0.18299)
	[0.48309]	[0.89175]	[0.46090]	[1.08898]
D(LOG BRENT 2 MONTH(-1))	0.102012	0.092302	0.312052	-0.158860
	(0.34177)	(0.31800)	(0.29806)	(0.30776)
	[0.29848]	[0.29026]	[1.04693]	[-0.51618]
D(LOG BRENT 2 MONTH(-2))	-0.130947	-0.183379	-0.000464	-0.304220
	(0.31938)	(0.29717)	(0.27854)	(0.28760)
	[-0.41000]	[-0.61709]	[-0.00166]	[-1.05779]
D(LOG BRENT 2 MONTH(-3))	-0.119025	-0.132540	-0.036093	-0.186304
	(0.25825)	(0.24029)	(0.22523)	(0.23255)
	[-0.46088]	[-0.55159]	[-0.16025]	[-0.80112]
C	0.000543	0.000547	0.000561	0.000547
	(0.00046)	(0.00043)	(0.00040)	(0.00041)
	[1.18587]	[1.28458]	[1.40394]	[1.32704]

5.4.4 Έλεγχος Granger Causality για το Brent

Πίνακας 15 Αποτελέσματα Granger Causality Tests Brent (τιμές μετρητοίς και συμβολαίων 1- 2-3 μηνών)

Pairwise Granger Causality Tests		
Μηδενική Υπόθεση	F-Statistic	Prob.
Brent spot δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent 1 Mth Frwd	4.82699*	0.0024
Brent 1 Mth Frwd δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent spot	2.89913*	0.0338
Brent spot δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent 2 Mth Frwd	4.99189*	0.0012
Brent 2 Mth Frwd δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent spot	5.29136*	0.0012
Brent spot δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent 3 Mth Frwd	1.35515**	0.2548
Brent 3 Mth Frwd δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent spot	4.44994**	0.0040
Brent 2 Mth Frwd δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent 3 Mth Frwd	1.7344**	0.1578
Brent 3 Mth Frwd δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent 2 Mth Frwd	2.14549**	0.0925
Brent 1 Mth Frwd δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent 2 Mth Frwd	2.61833*	0.0493
Brent 2 Mth Frwd δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent 1 Mth Frwd	0.04002*	0.9893
Brent 1 Mth Frwd δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent 3 Mth Frwd	2.29937**	0.0755
Brent 3 Mth Frwd δεν αιτιάζει κατά Granger το Brent 1 Mth Frwd	2.65445**	0.0470

Σημείωση: *3126 παρατηρήσεις, **2401 παρατηρήσεις, 3 χρονικές υστερήσεις

Όπως εμφανίζεται από τα αποτελέσματα του ελέγχου μεταξύ των τιμών μετρητοίς και προθεσμιακών ενός μηνός, δύο και τριών μηνών η μηδενική υπόθεση μη ύπαρξης αιτιώδους σχέσης απορρίπτεται ($p\text{-value} < 0,05$), εκτός μόνο από την περίπτωση της υπόθεσης **Brent spot does not Granger Cause Brent 3 Mth Frwd** όπου γίνεται δεκτή και δεν υπάρχει σχέση. Έτσι η αιτιώδης αυτή σχέση που υπάρχει προς τις δύο κατευθύνσεις, δηλαδή από τις τιμές μετρητοίς προς τις προθεσμιακές και αντίστροφα εμφανίζεται παρακάτω:

Brent spot ↔ Brent 1 Mth Frwd Ισχύει αμφίδρομη σχέση

Brent spot ↔ Brent 2 Mth Frwd Ισχύει αμφίδρομη σχέση

Brent spot → Brent 3 Mth Frwd Ισχύει μονόδρομη σχέση

Όσον αφορά στην περίπτωση των προθεσμιακών τιμών παρατηρούμε ότι για τα συμβόλαια των τριών ληκτοτήτων η μηδενική υπόθεση γίνεται αποδεκτή ($p\text{-value} > 0,05$) και έτσι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ τους σε όλους τους συνδυασμούς εκτός από: **Brent 1 Mth Frwd → Brent 2 Mth Frwd**

Brent 1 Mth Frwd - Brent 2 Mth Frwd Καμία αιτιώδης σχέση

Brent 1 Mth Frwd - Brent 3 Mth Frwd Καμία αιτιώδης σχέση

5.5 Παρουσίαση - Ανάλυση Αποτελεσμάτων (μέρος 2^ο)

Έλεγχοι πετρελαίου και μακροοικονομικών παραγόντων

5.5.1 Έλεγχοι στασιμότητας

Στο σημείο αυτό της μελέτης θα χρειαστούμε τις αποδόσεις ή τις μεταβολές των τιμών αντί για τις πραγματικές τιμές των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά το πετρέλαιο στην ανάλυση μας θα χρησιμοποιήσουμε τις αποδόσεις των τιμών μετρητοίς (Wti και Brent). Για τους μακροοικονομικούς παράγοντες θα χρειαστούμε τη μεταβολή των τιμών τους από τη μια χρονική περίοδο στην άλλη. Εδώ τα δεδομένα είναι σε τριμηνιαία βάση.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι έλεγχοι μοναδιαίας ρίζας (Unit Root Test) προκειμένου να δειχθεί ότι σε αυτή την περίπτωση σε αντίθεση με την προηγούμενη ανάλυση τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται εφόσον είναι σε αποδόσεις η μεταβολές είναι στάσιμες χρονικές σειρές.

Πίνακας 16 (Unit Root Test) Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας
(αποδόσεις τιμών μετρητοίς Wti - Brent)

Augmented Dickey-Fuller Test				
Μεταβλητές (σε αποδόσεις)	With intercept	Prob	With intercept and trend	Prob
Crude WTI Spot	-6.04470	0.0000	-5.97100	0.0001
Crude Brent Spot	-7.00877	0.0000	-6.96565	0.0000

Σημείωση: ADF Κρίσιμες τιμές

With intercept and trend: 1% level -4.175640, 5% level -3.513075, 10% level -3.186854

With intercept: 1% level -3.584743, 5% level -2.928142, 10% level -2.602225

Οι αποδόσεις των τιμών του πετρελαίου όπως εμφανίζεται στον παραπάνω πίνακα είναι στάσιμες. Στους πίνακες 17, 18, 19 και 20 εμφανίζονται τα αποτελέσματα ελέγχου ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας για το ΑΕΠ, τον ΔΤΚ και τους

Χρηματιστηριακούς Δείκτες των G7. Επίσης, στον πίνακα 16 εμφανίζεται ο ίδιος έλεγχος για δυο συναλλαγματικές ισοτιμίες.

**Πίνακας 17 (Unit Root Test) Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας
(μεταβολές ΑΕΠ σε τριμηνιαία βάση)**

Augmented Dickey-Fuller Test				
Μεταβολή ΑΕΠ	With intercept	Prob	With intercept and trend	Prob
CANADA	-4.509682	0.0007	-4.498156	0.0042
FRANCE	-3.592743	0.0097	-3.645048	0.0368
GERMANY	-4.180796	0.0019	-4.158869	0.0103
ITALY	-3.751015	0.0063	-3.8802685	0.0209
JAPAN	-4.786848	0.0003	-4.754326	0.0020
UK	-3.040062	0.0389	-3.866847	0.0220
US	-4.266564	0.0015	-4.121287	0.0114

Σημείωση: ADF Κρίσιμες τιμές

With intercept and trend: 1% level -4.170583, 5% level -3.510740, 10% level -3.185512

With intercept: 1% level -3.581152, 5% level -2.926622, 10% level -2.601424

Από τον ανωτέρω πίνακα βλέπουμε ότι όσον αφορά τις ποσοστιαίες μεταβολές του ΑΕΠ για τις χώρες των G7 ο έλεγχος ADF δείχνει ότι η μηδενική υπόθεση ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας απορρίπτεται και έτσι οι σειρές είναι στάσιμες.

Πίνακας 18 (Unit Root Test) Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας
(μεταβολές ΔTK σε τριμηνιαία βάση)

Augmented Dickey-Fuller Test				
Μεταβολή ΔTK	With intercept	Prob	With intercept and trend	Prob
CANADA	-8.388637	0.0000	-8.378689	0.0000
FRANCE	-5.459692	0.0000	-5.433051	0.0003
GERMANY	-6.154297	0.0000	-6.081950	0.0000
ITALY	-5.418948	0.0000	-5.4772856	0.0002
JAPAN	-5.145411	0.0001	-5.105751	0.0007
UK	-0.747525	0.8231	-5.242689	0.0006
US	-5.644742	0.0000	-5.595114	0.0002

Σημείωση: ADF Κρίσιμες τιμές

With intercept and trend: 1% level -4.175640, 5% level -3.513075, 10% level -3.186854

With intercept: 1% level -3.584743, 5% level -2.928142, 10% level -2.602225

Στον ανωτέρω πίνακα παρατηρούμε ότι για τις ποσοστιαίες μεταβολές του ΔTK για τις χώρες των G7 ο έλεγχος ADF δείχνει ότι η μηδενική υπόθεση ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας απορρίπτεται και έτσι οι σειρές είναι στάσιμες.

Πίνακας 19 (Unit Root Test) Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας
(αποδόσεις Χρηματιστηριακών Δεικτών σε τριμηνιαία βάση)

Augmented Dickey-Fuller Test				
Αποδόσεις Χρημ/κών Δεικτών	With intercept	Prob	With intercept and trend	Prob
CANADA	-5.210681	0.0001	-5.177570	0.0006
FRANCE	-3.650738	0.0122	-3.596374	0.0416
GERMANY	-3.975779	0.0035	-3.998891	0.0159
ITALY	-4.792198	0.0004	-5.500699	0.0002
JAPAN	-5.574741	0.0000	-6.207897	0.0000
UK	-6.191167	0.8231	-5.242689	0.0006
US	-5.865026	0.0000	-5.869718	0.0001

Σημείωση: ADF Κρίσιμες τιμές

With intercept and trend: 1% level -4.170583, 5% level -3.510710, 10% level -3.185512

With intercept: 1% level -3.581152, 5% level -2.926622, 10% level -2.601424

Ο έλεγχος ADF για τις αποδόσεις των χρηματιστηριακών δεικτών των G7 όπως παρουσιάζεται στον ανωτέρω πίνακα δείχνει ότι υπάρχει στασιμότητα στις σειρές.

Πίνακας 20 (*Unit Root Test*) Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας
(μεταβολές συναλλ.ισοτιμιών σε τριμηνιαία βάση)

Augmented Dickey-Fuller Test				
Μεταβολές Ισοτιμιών	With intercept	Prob	With intercept and trend	Prob
\$/£	-8.377389	0.0000	-8.259812	0.0000
\$/€	-7.162225	0.0000	-7.101707	0.0000

Σημείωση: ADF Κρίσιμες τιμές

With intercept and trend: 1% level -4.175640, 5% level -3.513075, 10% level -3.186854

With intercept: 1% level -3.581152, 5% level -2.926622, 10% level -2.601424

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι οι ποσοστιαίες μεταβολές των συναλλαγματικών ισοτιμιών \$/£ και \$/€ είναι στάσιμες.

Όλες τις ανωτέρω στάσιμες χρονικές σειρές θα τις χρησιμοποιήσουμε και με τη μέθοδο Panel του e-views θα εξετάσουμε την επίδραση που έχουν ως ανεξάρτητες μεταβλητές στις αποδόσεις της τιμής του πετρελαίου (εξαρτημένη μεταβλητή).

5.5.2 Ανάλυση Δεδομένων με τη μέθοδο Panel για το Brent

Αρχικά θα παρουσιάσουμε τη μελέτη αυτή για την ποικιλία Brent. Το χρονικό διάστημα που καλύπτουν τα δεδομένα είναι από 01/2000 έως 12/2011 και αφορούν στις αποδόσεις των τιμών της ποικιλίας Brent και τις ποσοστιαίες μεταβολές (τριμηνιαίες) του ΑΕΠ, ΔTK και των συναλλαγματικών ισοτιμιών \$/€ και \$/£ για τις χώρες που αποτελούν τους G7 καθώς και των αποδόσεων χρηματιστηριακών δεικτών τους.

Σε αυτό το σημείο με τη μέθοδο Panel που θα χρησιμοποιήσουμε θα εξετάσουμε το κατά πόσο οι αποδόσεις των χρηματιστηριακών δεικτών των G7 καθώς και οι ποσοστιαίες μεταβολές των μακροοικονομικών παραγόντων που αναφέραμε επηρεάζουν τις αποδόσεις των τιμών του Brent.

Επομένως, έχουμε στο Panel 291 παρατηρήσεις με επτά διασταυρούμενες παρατηρήσεις.

Οι περιπτώσεις που θα εξετάσουμε αφορούν στο αν κατά την εκτίμηση της συνάρτησης της παλινδρόμησης θα λάβουμε υπόψη μας για την κάθε χώρα (cross section units) ξεχωριστά ως ανεξάρτητη μεταβλητή το σταθερό όρο της (fixed effects) ή για όλες έναν σταθερό όρο (none).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του Panel καθώς και ο έλεγχος «Redundant Fixed Effects Tests».

Τα Prob= 0.0133 και 0.0107 <0.05 του Redundant Fixed Effects Tests δείχνουν ότι η μηδενική υπόθεση για το αν θα χρησιμοποιήσουμε fixed effects γίνεται αποδεκτή. Έτσι για κάθε χώρα θα υπάρχει μια διαφορετική σταθερά στην παλινδρόμηση και χρησιμοποιούμε fixed effects και όχι none.

Πίνακας 21 Αποτελέσματα ελέγχου μεθόδου Panel μεταξύ αποδόσεων τιμών πετρελαίου, μεταβολών μακροοικονομικών μεταβλητών, συναλλαγματικών ισοτιμιών και αποδόσεων Χρηματιστηριακών Δεικτών

Panel Least Squares Dependent Variable: BRENT SPOT Cross-section fixed effects test equation				
Μεταβλητές (σε αποδόσεις & μεταβολές)	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.023539	0.012685	-1.855600	0.0645
CPI	14.13974	1.813878	7.795311	0.0000
INDICES	-0.068836	0.098603	-0.698111	0.4857
\$/€	-1.371926	0.228915	-5.993176	0.0000
\$/£	2.785088	0.260451	10.69332	0.0000
GDP	1.746931	1.295266	1.348704	0.1785
Effects Test	Statistic		d.f.	Prob.
Cross-section F	2.738418		(6,279)	0.0133
Cross-section Chi-square	16.651563		6	0.0107

Σημείωση: Sample (adjusted): 2000Q2 2011Q4
Periods included: 47 Cross-sections included: 7
Total panel (unbalanced) observations: 291

Τέλος, ο πίνακας δείχνει τον έλεγχο t-statistic για τους συντελεστές για την κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή και την πιθανότητα οι εκτιμημένες παράμετροι (συντελεστές) της παλινδρόμησης να είναι μηδέν. Από τα Prob. των t-Statistic για την κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή προκύπτει ότι οι ποσοστιαίες μεταβολές του ΔTK των G7 καθώς και οι μεταβολές των συναλλαγματικών ισοτιμιών \$/€ και \$/£ επηρεάζουν τις αποδόσεις της εξαρτημένης μεταβλητής (πετρέλαιο). Αυτό φαίνεται από το p-value το οποίο είναι <0.05 και το t-statistic > |1,96| και έτσι απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση ότι δεν είναι αυτοί οι συντελεστές σημαντικοί και καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει επίδραση.

5.5.3 Ανάλυση Δεδομένων με τη μέθοδο Panel για το Wti

Παρομοίως και εδώ θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο Panel προκειμένου να εξετάσουμε το κατά πόσο οι αποδόσεις των χρηματιστηριακών δεικτών των G7 καθώς και οι ποσοστιαίες μεταβολές (τριμηνιαίες) του ΑΕΠ, ΔTK και των συναλλαγματικών ισοτιμιών \$/€ και \$/£ για τις ίδιες χώρες επηρεάζουν τις αποδόσεις των τιμών του WTI. Επομένως, έχουμε στο Panel 291 παρατηρήσεις με επτά διασταυρούμενες παρατηρήσεις.

Πίνακας 22 Αποτελέσματα ελέγχου μεθόδου Panel (WTI) μεταξύ αποδόσεων τιμών πετρελαίου, μεταβολών μακροοικονομικών μεταβλητών, συναλλαγματικών ισοτιμιών και αποδόσεων Χρηματιστηριακών Δεικτών

Panel Least Squares Dependent Variable: WTI_SPOT Cross-section fixed effects test equation				
Μεταβλητές (σε αποδόσεις & μεταβολές)	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.024964	0.011243	-2.220439	0.0272
CPI	11.23203	1.607610	6.986786	0.0000
INDICES	-0.131742	0.087390	-1.507510	0.1328
\$/€	-0.764537	0.202883	-3.768357	0.0002
\$/£	2.306501	0.230834	9.992044	0.0000
GDP	2.301622	1.147973	2.004944	0.0459
Effects Test	Statistic		d.f.	Prob.
Cross-section F	2.236329		(6,279)	0.0400
Cross-section Chi-square	13.668974		6	0.0336

Σημείωση: Sample (adjusted): 2000Q2 2011Q4

Periods included: 47

Cross-sections included: 7

Total panel (unbalanced) observations: 291

Τα Prob = 0.0400 και $0.0336 < 0.05$ του Redundant Fixed Effects Tests δείχνουν ότι η μηδενική υπόθεση για το αν θα χρησιμοποιήσουμε fixed effects γίνεται αποδεκτή. Έτσι για κάθε χώρα θα υπάρχει μια διαφορετική σταθερά στην παλινδρόμηση.

Επίσης, ο έλεγχος t-statistic για τους συντελεστές των ισοτιμιών \$/€ και \$/£ καθώς και του ΔTK και του ΑΕΠ και τα p-value αυτών (< 0.05) μας δείχνουν πως οι εκτιμημένες παράμετροι (συντελεστές) της παλινδρόμησης απορρίπτουν την μηδενική υπόθεση. Έτσι, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί και ότι υπάρχει επίδραση των ποσοστιαίων μεταβολών ανεξάρτητων μεταβλητών (ΑΕΠ, ΔTK, συναλλαγματικών ισοτιμιών \$/€ και \$/£) στις αποδόσεις της εξαρτημένης μεταβλητής (πετρέλαιο). Τέλος όσον αφορά τις αποδόσεις των χρηματιστηριακών δεικτών τα αποτελέσματα δείχνουν ότι δεν επηρεάζουν τις αποδόσεις των τιμών του πετρελαίου.

6. Συμπεράσματα

Η αγορά του πετρελαίου αποτελεί μια από τις αγορές εμπορευμάτων με τους μεγαλύτερους όγκους συναλλαγών παγκοσμίως καθότι αποτελεί βασικό αγαθό. Πολλοί βασικοί παράγοντες επηρεάζουν την παγκόσμια αγορά των τιμών του αργού πετρελαίου όπως η προσφορά, η ζήτηση και η αποθήκευση, ο τύπος του αργού πετρελαίου, οι συμμετέχοντες στην αγορά ακόμα και γεγονότα όπως πόλεμοι και φυσικές καταστροφές. Οι τιμές αγοράς και πώλησης αναφέρονται ως παγκόσμιες τιμές καθότι το πετρέλαιο διαπραγματεύεται στην παγκόσμια αγορά.

Στην παρούσα μελέτη εξετάσαμε με δυο διαφορετικούς τρόπους την αγορά του πετρελαίου ως προς την αποτελεσματικότητά της.

Αρχικά χρησιμοποιήσαμε ημερήσιες τιμές (τις οποίες έχουμε λογαριθμίσει) μετρητοίς του αργού Brent και Wti και προθεσμιακές διάφορων λήξεων προκειμένου να ελέγξουμε τη σχέση μεταξύ τους. Ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας για τις ανωτέρω τιμές (χρονοσειρές) μας οδήγησε στο να χρησιμοποιήσουμε πρώτες διαφορές αυτών καθότι δεν απορρίπτεται. Οι πρώτες διαφορές των τιμών ήταν στάσιμες κάτι που σημαίνει πως η μηδενική υπόθεση ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας απορρίπτεται. Έτσι, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι οι μεταβλητές έχουν την ίδια τάξη ολοκλήρωσης και προχωρήσαμε στον έλεγχο συνολοκλήρωσης.

Τόσο για τις τιμές του Brent όσο και για τις τιμές του Wti ο έλεγχος συνολοκλήρωσης έδειξε ότι οι τιμές μετρητοίς και προθεσμιακές βρίσκονται σε μια μακροχρόνια σχέση ισορροπίας δηλαδή μεταξύ τους υπάρχει ένας γραμμικός συνδυασμός ο οποίος είναι στάσιμος.

Τέλος, με τη χρήση του μοντέλου VEC το οποίο αποτελεί ένα μοντέλο διόρθωσης σφάλματος συνδέσαμε τη βραχυχρόνια και μακροχρόνια συμπεριφορά των μεταβλητών που περιέχονται στο δυναμικό αυτό σύστημα.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως έχουμε μια κατεύθυνση αιτιότητας από τις τιμές μετρητοίς προς τις προθεσμιακές και αντίστροφα που αυτό σημαίνει πως υπάρχει

μακροχρόνια σχέση μεταξύ τους και μάλιστα αυτή η σχέση είναι αμφίδρομη. Συγκεκριμένα για τα LOG WTI SPOT, LOG WTI NEAR MONTH και LOG WTI 2 MONTH σε επίπεδο σημαντικότητας 5% τα t-statistic σε όλες τις εξισώσεις είναι $>1,96$. Όσον αφορά LOG WTI SPOT και τις χρονικές υστερήσεις που έχουμε λάβει τα t-statistic σε όλες τις εξισώσεις είναι $<1,96$ σε επίπεδο σημαντικότητας 5% που αυτό σημαίνει πως οι χρονικές υστερήσεις δεν παίζουν ρόλο στον επηρεασμό της τιμής του.

Αντιθέτως, για το Brent Σε επίπεδο σημαντικότητας 5% όσον αφορά τα LOG BRENT SPOT, LOG BRENT 1 MONTH και LOG BRENT 3 MONTH τα t-statistic είναι $>1,96$ που σημαίνει ότι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και η διόρθωση σφαλμάτων είναι στατιστικά σημαντική. Δηλαδή, έχουμε μια κατεύθυνση αιτιότητας, που αυτό σημαίνει πως υπάρχει μακροχρόνια σχέση από τις τιμές μετρητοίς προς τις προθεσμιακές και αντίστροφα. Η σχέση είναι αμφίδρομη. Για τις υπόλοιπες εξισώσεις καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η μηδενική υπόθεση γίνεται αποδεκτή. Το ίδιο ισχύει και για τις χρονικές υστερήσεις που έχουμε λάβει τα t-statistic είναι $<1,96$ σε επίπεδο σημαντικότητας 5% που αυτό σημαίνει πως οι χρονικές υστερήσεις δεν παίζουν ρόλο στον επηρεασμό της τιμής.

Τέλος, με τον έλεγχο Granger Causality βρήκαμε πως υπάρχει αμφίδρομη αιτιώδης σχέση μεταξύ του Brent spot και των συμβολαίων που εξετάσαμε Brent 1 Mth και Frwd Brent 2 ενώ με το Mth Frwd Brent 3 Mth Frwd υπάρχει μονόδρομη αιτιώδης σχέση. Στον ίδιο έλεγχο για το WTI δείξαμε ότι υπάρχει αμφίδρομη αιτιώδης σχέση μεταξύ του Wti spot και των Wti Near Mth και Wti 2 Mth Frwd. Ενώ, δεν υπάρχει σχέση μεταξύ των Wti Near Mth και Wti 2 Mth Frwd

Στο δεύτερο μέρος της μελέτης, με τη μέθοδο Panel εξετάσαμε το κατά πόσο οι αποδόσεις των χρηματιστηριακών δεικτών καθώς και οι ποσοστιαίες μεταβολές των μακροοικονομικών παραγόντων (ΔΤΚ, ΑΕΠ) των G7 και των συναλλαγματικών ισοτιμιών \$/€ και \$/£ επηρεάζουν τις αποδόσεις των τιμών του Brent. Τα δεδομένα είναι σε τριμηνιαία βάση και σε αντίθεση με το πρώτο μέρος εδώ έχουμε ποσοστιαίες μεταβολές και αποδόσεις και όχι πραγματικές τιμές.

Τόσο για το Brent όσο και για το WTI αποδείχθηκε ότι οι αποδόσεις των χρηματιστηριακών δεικτών των G7 δεν επηρεάζουν τις αποδόσεις των τιμών του πετρελαίου. Πιο συγκεκριμένα για το WTI οι μεταβολές του ΑΕΠ, ΔTK και των συναλλαγματικών ισοτιμιών \$/€ και \$/£ επηρεάζουν τις τριμηνιαίες αποδόσεις του και αντίστοιχα για το Brent οι μεταβολές του ΔTK και των συναλλαγματικών ισοτιμιών \$/€ και \$/£ επηρεάζουν τις αποδόσεις του.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Βιβλιογραφία

Ashima Goyal and Shruti Tripathi, 2012, Regulations and price discovery: oil spot and futures markets, Indira Gandhi Institute of Development Research, Mumbai

Bekiros, Stelios D; Diks, Cees G.H, (2008) *The Relationship between Crude Oil Spot and Futures Prices: Cointegration, Linear and Nonlinear Causality*, Energy Economics, (accepted manuscript).

Bénassy-Quéré, Agnès and Valérie Mignon (2005), .Oil and the dollar: a two-way game, CEPII paper No. 250.

Crowder, W.J., Hamid, A., 1993. A Co-integration Test for Oil Futures Market Efficiency. *Journal of Futures Markets* 13, 933-941.

Crowder, William J; Hamed, Anes, (1993), *A Cointegration Test for Oil Futures Market Efficiency*, *The Journal of Futures Markets*, Vol. 13, No. 8.

Fama, E. F., 1998. Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance, *Journal of Financial Economics* 3, 283–306.

Gisser, Micha; Goodwin, Thomas H, (1986), *Crude Oil and the Macroeconomy: Tests of Some Popular Notions: Note*, *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 18, No.1.

Golub, Stephen (1983), .Oil prices and exchange rates, *Economic Journal* 93, pp. 576-593.

Gülen, S. G., 1998. Efficiency in the Crude Oil Futures Market, *Journal of Energy Finance & Development* 1, 13–21.

Jimenez-Rodriguez, R. and M. Sanchez (2005). "Oil Price Shocks and Real GDP Growth: Empirical Evidence for Some OECD Countries," *Applied Economics*, 37, 201-28.

Jones, C.M., G. Kaul (1996). "Oil and the Stock Market," *Journal of Finance*, 51, 463-91.

Phillips, P.C.B, and P. Perron (1988). "Testing for a Unit Root in Time Series Regressions," *Biometrika*, 75, 335-46.

Silvapulle, P., Moosa I., 1999. The Relationship Between Spot and Futures Prices: Evidence from the Crude Oil Market. *Journal of Futures Markets* 19, 175-193.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ