



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟ ΖΗΤΗΜΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ Η
ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΗ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΤΟΥ
ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΣΗΕ**

Διπλωματική Εργασία

Λύτος Γεώργιος

Επιβλέπων Καθηγητής:

Ελευθέριος Τσουκαλάς

Συνεπιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Τσομπανοπούλου Παναγιώτα

Βόλος 2019



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟ ΖΗΤΗΜΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ Η
ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΗ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΤΟΥ
ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΣΗΕ**

Διπλωματική Εργασία

Λύτος Γεώργιος

Επιβλέπων Καθηγητής:

Ελευθέριος Τσουκαλάς

Συνεπιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Τσομπανοπούλου Παναγιώτα

Βόλος 2019



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

**THE ISSUE OF ENERGY IN GREECE AND THE
LONG-TERM PROSPECT OF THE GREEK ELECTRIC
POWER SYSTEM**

Diploma Thesis

Lytos Georgios

Supervisor:

Eleutherios Tsoukalas

Co-supervisor:

Tsompanopoulou Panagiota

Volos 2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ελευθέριο Τσουκαλά επιβλέπων καθηγητή και την κ. Παναγιώτα Τσομπανοπούλου συνεπιβλέπουσα καθηγήτρια, καθώς και τον καθηγητή κ. Δημήτριο Μπαργιώτα για την εμπιστοσύνη και την καθοδήγησή τους κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Δίχως την συμβολή τους, θα ήταν αδύνατη η εκπόνηση αυτής της διπλωματικής.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την στήριξη που μου προσέφερε καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, ο ρόλος της ενέργειας ως καθοριστικός παράγοντας στην οικονομική ανάπτυξη έχει υποβαθμιστεί από κύκλους οικονομολόγων και πολιτικών. Θεωρείται πως οι βελτιώσεις στην τεχνολογία και την αποδοτικότητα έχουν αποσυνδέσει εντελώς τους δύο παράγοντες και πως πολιτικές περιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας δεν θα έχουν μεγάλες επιπτώσεις στην οικονομία. Τα αποτελέσματα εμπειρικών μελετών πάνω στο ζήτημα είναι διχασμένα, με πολλές μελέτες να θεωρούν απαραίτητη την ενέργεια στην ανάπτυξη, και με άλλες να αποσυνδέουν εντελώς τους δύο παράγοντες.

Η παρούσα εργασία εξετάζει αυτό το ζήτημα για τις χώρες PIIGS, οι οποίες και επλήγησαν περισσότερο από την πρόσφατη κρίση. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται η ύπαρξη μακροχρόνια αλλά και βραχυχρόνιας σχέσης μεταξύ του ΑΕΠ και της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος και πετρελαίου χρησιμοποιώντας την μέθοδο συνολοκλήρωσης ARDL (p,q,r). Τα εμπειρικά ευρήματα που παρουσιάζονται υποδεικνύουν συσχέτιση μεταξύ ΑΕΠ και κατανάλωσης ενέργειας (ηλεκτρικής και πετρελαίου) για όλες τις χώρες πλην της Ιρλανδίας. Βρέθηκε, ειδικά, ότι η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος επηρεάζει θετικά μακροπρόθεσμα το ΑΕΠ, ενώ η κατανάλωση πετρελαίου έχει περισσότερο βραχυπρόθεσμη επίδραση στο ΑΕΠ και όχι τόσο μακροπρόθεσμη, ενώ στην περίπτωση της Ισπανίας έχει μακροπρόθεσμα αρνητική επίδραση στο ΑΕΠ.

Λέξεις Κλειδιά: Ενέργεια, ΑΕΠ, Πετρέλαιο, Ηλεκτρισμός, PIIGS, ARDL, Συνολοκλήρωση

ABSTRACT

In recent years, the role of energy as a determining factor in economic growth has been downplayed by economists and politicians. It is believed that improvements in technology and efficiency have completely dissociated the two factors and that policies to reduce energy consumption will not have a major impact on the economy. The results of empirical studies on the issue are divided, with many studies considering energy to be necessary for development, and others to completely dissociate the two of them.

This paper looks at this issue for PIIGS countries, which have been hit the hardest by the recent crisis. More specifically, the long-term and short-term relationship between GDP and electricity as well as petroleum use is examined using the ARDL (p, q, r) cointegration method. The presented empirical findings indicate a correlation between GDP and energy consumption (electricity and oil) for all countries except Ireland. It has been found, in particular, that electricity consumption has a positive long-term effect on GDP, while oil consumption has a greater short-term effect on GDP rather than a long-term one, while in the case of Spain it has a long-term negative effect on GDP.

Keywords: Energy, GDP, Oil, Electricity, PIIGS, ARDL, Cointegration

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΩΝ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	x
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Σκοπός-στόχοι.....	1
1.2 Διάρθρωση εργασίας	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	2
Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΖΩΗ.....	2
2.1 Εισαγωγή	2
2.2 Τα ορυκτά καύσιμα.....	4
2.3 Το ενεργειακό πρόβλημα.....	6
2.4 Ενεργειακή Απόδοση των Ενεργειακών Επενδύσεων (EROI ή EROEI).....	9
2.5 Συμπεράσματα	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	17
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	17
3.1 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	17
3.2 Συμπεράσματα	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	22
ΔΕΔΟΜΕΝΑ	22
4.1 Εισαγωγή	22
4.2 Περιγραφική παρουσίαση των μεταβλητών	22
4.2.1. Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν – GDP (constant 2010 US\$)	22
4.2.2. Συνολική Κατανάλωση Πετρελαίου (1000 bbl/d)	23
4.2.3. Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (Billion kWh).....	24
4.3 Διαγραμματική παρουσίαση των μεταβλητών	24
4.3.1. Πορτογαλία	25
4.3.2. Ιρλανδία.....	26
4.3.3. Ιταλία.....	27
4.3.4 Ελλάδα	28
4.4 Παρουσίαση μεταβλητών με περιγραφικές στατιστικές.....	30
4.4.1. Συντελεστής Ασυμμετρίας (Skewness).....	31

4.4.2. Κύρτωση (Kurtosis)	31
4.4.3. Έλεγχος Jarque-Bera	32
4.5 Συμπεράσματα	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	34
ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	34
5.1 Εισαγωγή	34
5.2 Έλεγχοι μοναδιαίας ρίζας	35
5.3 Ο έλεγχος Dickey-Fuller.....	35
5.4 Ο επαυξημένος έλεγχος Dickey-Fuller	36
5.5 Ο έλεγχος Phillips-Perron	37
5.6 Ο έλεγχος των Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin (1992) – KPSS.....	37
5.7 Αποτελέσματα ελέγχων για την μοναδιαία ρίζα.....	38
5.8 Συμπεράσματα	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	41
ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ	41
6.1 Εισαγωγή	41
6.2 Η Μέθοδος ARDL (PSS bounds test).....	41
6.3 Συμπεράσματα	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	47
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΛΑΘΩΝ.....	47
7.1 Εισαγωγή	47
7.2 Αποτελέσματα υποδείγματος διόρθωσης λαθών	47
7.3 Συμπεράσματα	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	50
ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΈΛΕΓΧΟΙ	50
8.1 Εισαγωγή	50
8.2 Έλεγχος για την ύπαρξη Αυτοσυσχέτισης.....	50
8.2.1. Q-statistic probabilities	50
8.2.2. Breusch-Godfrey Serial Correlation LM.....	51
8.3 Έλεγχος για την ύπαρξη Ετεροσκεδαστικότητας	52
8.4 Έλεγχος Cusum (σωρευτικό άθροισμα των τυποποιημένων διαδοχικών καταλοίπων προβλέψεως)	53

8.5 Έλεγχος Cusum of Squares (σωρευτικό άθροισμα των τετραγώνων των τυποποιημένων διαδοχικών καταλοίπων προβλέψεως).....	55
8.6 Συμπεράσματα	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9.....	59
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	62
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	68
Έλεγχοι μοναδιαίας ρίζας	68
ARDL models	98
Long run form and bounds test	103
Error Correction Form	111
Διαγνωστικοί Έλεγχοι.....	115

ΚΑΤΑΛΟΓΩΝ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 2.3.1: Η καμπύλη Hubbert, όπως απεικονίστηκε από τον Hubbert.	8
Γράφημα 2.4.1: Η τιμή EROI, buffered και unbuffered για διάφορες πηγές ενέργειας.....	14
Γράφημα 2.4.2: Παγκόσμιες τιμές για το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο (1990-2010).....	15
Γράφημα 4.3.1: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης πετρελαίου για την Πορτογαλία	25
Γράφημα 4.3.2: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης ηλ. ρεύματος για την Πορτογαλία	25
Γράφημα 4.3.3: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης πετρελαίου για την Ιρλανδία	26
Γράφημα 4.3.4: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης ηλ. ρεύματος για την Ιρλανδία	26
Γράφημα 4.3.5: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης πετρελαίου για την Ιταλία.....	27
Γράφημα 4.3.6: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης ηλ. ρεύματος για την Ιταλία.....	27
Γράφημα 4.3.7: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης πετρελαίου για την Ελλάδα	28
Γράφημα 4.3.8: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης ηλ. ρεύματος για την Ελλάδα	28
Γράφημα 4.3.9: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης πετρελαίου για την Ισπανία	29
Γράφημα 4.3.10: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης ηλ. ρεύματος για την Ισπανία	29
Γράφημα 8.4.1: Έλεγχος CUSUM για την Πορτογαλία	53
Γράφημα 8.4.2: Έλεγχος CUSUM για την Ιταλία.....	54
Γράφημα 8.4.3: Έλεγχος CUSUM για την Ελλάδα	54
Γράφημα 8.4.4: Έλεγχος CUSUM για την Ισπανία	55

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.2.1: Αποτελεσματικότητα ορυκτών ενεργειακών πόρων	4
Πίνακας 2.2.2: Κατηγορίες καυσαερίων ανάλογα με την τοξικότητά τους	6
Πίνακας 2.4.1: Δημοσιοποιημένες τιμές EROI για διάφορες πηγές ενέργειας και περιοχές... ..	12
Πίνακας 3.2.1: Στάδιο Ανάπτυξης και Ενεργειακό Ισοζύγιο	21
Πίνακας 4.4.1: Μέτρα περιγραφικής στατιστικής	30
Πίνακας 5.7.1: Έλεγχος στασιμότητας με Augmented Dickey-Fuller test (ADF) στο επίπεδο και στην πρώτη διαφορά	38
Πίνακας 5.7.2: Έλεγχος στασιμότητας με PP στο επίπεδο και στην πρώτη διαφορά	39
Πίνακας 5.7.3: Έλεγχος στασιμότητας με KPSS στο επίπεδο και στην πρώτη διαφορά	39
Πίνακας 6.2.1: Αποτελέσματα εκτίμησης υποδειγμάτων ARDL	44
Πίνακας 6.2.2: Αποτελέσματα Ελέγχου Συνολοκλήρωσης (bounds test)	45
Πίνακας 6.2.3: Αποτελέσματα εκτίμησης των μακροχρόνιων συντελεστών (προσέγγιση ARDL) για την Πορτογαλία	45
Πίνακας 6.2.4: Αποτελέσματα εκτίμησης των μακροχρόνιων συντελεστών (προσέγγιση ARDL) για την Ιταλία	45
Πίνακας 6.2.5: Αποτελέσματα εκτίμησης των μακροχρόνιων συντελεστών (προσέγγιση ARDL) για την Ελλάδα	45
Πίνακας 6.2.6: Αποτελέσματα εκτίμησης των μακροχρόνιων συντελεστών (προσέγγιση ARDL) για την Ισπανία	46
Πίνακας 7.2.1: Αποτελέσματα υποδείγματος διόρθωσης λαθών	48
Πίνακας 8.2.1: Q-statistics	51
Πίνακας 8.2.2: Breusch-Godfrey Serial Correlation LM	52
Πίνακας 8.3.1: Τεστ Ετεροσκεδαστικότητας ARCH	52
Πίνακας 9.1: Συντελεστές της μακροχρόνιας σχέσης.	60
Πίνακας 9.2: Οι βραχυπρόθεσμοι συντελεστές για όλες τις χώρες	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός-στόχοι

Στόχος της διπλωματικής είναι ο προσδιορισμός με εμπειρικό τρόπο της επίδρασης του τομέα της ενέργειας στην οικονομία, και ειδικότερα στην ελληνική οικονομία σε σχέση με των υπόλοιπων χωρών PIIGS (Portugal, Ireland, Italy, Greece, Spain). Χρησιμοποιούνται οικονομετρικοί έλεγχοι και πιο συγκεκριμένα ο έλεγχος συνολοκλήρωσης ARDL. Γίνεται αρχικά μία θεωρητική ανάλυση του ρόλου της ενέργειας και των καυσίμων σε μία οικονομία. Μετέπειτα παρουσιάζεται η εμπειρική ανάλυση, στην οποία, γίνεται χρήση ενός τριμεταβλητού υποδείγματος. Μελετάται η ύπαρξη βραχυχρόνιων και μακροχρόνιων σχέσεων ισορροπίας (συνολοκλήρωσης) μεταξύ των μεταβλητών, οι οποίες είναι το ΑΕΠ της χώρας, η συνολική κατανάλωση ρεύματος και η συνολική κατανάλωση πετρελαίου. Γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων και εξάγονται κάποια συμπεράσματα. Τέλος, παρατίθενται κάποιες προτάσεις–κατευθύνσεις ανάπτυξης του τομέα της ενέργειας που θα μπορούσε να ακολουθήσει η χώρα έτσι ώστε να πετύχει ανταγωνιστικότερες τιμές ενέργειας, ενεργειακή ασφάλεια και ανταγωνιστικότερη πραγματική οικονομία.

1.2 Διάρθρωση εργασίας

Η εργασία χωρίζεται σε έξι κεφάλαια και είναι δομημένη με τον εξής τρόπο: στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται ο προσδιορισμός και η θεωρητική προσέγγιση του οικονομικού φαινομένου που εξετάζεται στην παρούσα εργασία. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν και η περιγραφική παρουσίαση των μεταβλητών που συμμετέχουν στην μελέτη. Στο πέμπτο κεφάλαιο, γίνεται η εμπειρική ανάλυση, μαζί με την παρουσίαση της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε. παρουσιάζονται τα μεθοδολογικά στοιχεία της εμπειρικής έρευνας, ενώ γίνονται και οι απαραίτητοι διαγνωστικοί έλεγχοι. Για τον υπολογισμό των οικονομετρικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο *enviews* 9. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των συμπερασμάτων που προκύπτουν από την εμπειρική ανάλυση και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΖΩΗ

2.1 Εισαγωγή

Η ενέργεια καθ' όλη την ανθρώπινη ιστορία διαδραμάτισε καθοριστικό ρόλο στη κοινωνική, δημογραφική, οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. Η διαθεσιμότητα και η ποιότητα των διαφόρων ενεργειακών και υλικών πόρων σε μια κοινωνία συνδέονται με την οργάνωση, την ανάπτυξη και τελικά την παρακμή του κάθε πολιτισμού. Μια κοινωνία είναι αναγκαίο να έχει κάποιο ενεργειακό πλεόνασμα για να είναι δυνατός ο καταμερισμός της εργασίας και η ανάπτυξη των πόλεων. Ουσιαστικά όσο μεγαλύτερο είναι το πλεόνασμα, τόσο ευκολότερα αναπτύσσονται και καταμερίζονται, ο πλούτος, οι τέχνες και η τεχνολογία.

Σήμερα, τα ορυκτά καύσιμα είναι τα σημαντικότερα προϊόντα και είναι απαραίτητα για την παραγωγή και τη διανομή των υπολοίπων. Η συνεισφορά των ορυκτών καυσίμων είναι μεγαλύτερη από το 88% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από τις κοινωνίες (BP Statistical Review of World Energy (June 2016)), με το 33% να είναι η συνεισφορά του πετρελαίου. Ενώ οι ανανεώσιμες (με εξαίρεση την υδροηλεκτρική) σύμφωνα με στοιχεία της BP για το 2017, αποτελούν το 4% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας. Επίσης ο EIA προβλέπει η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και πυρηνικής ενέργειας να καλύπτει το 83% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας το 2040. Η ευημερία και η σταθερότητα της σύγχρονης κοινωνίας συνδέεται άρρηκτα με την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας και ιδιαίτερα του πετρελαίου (Odum, 1973, Hall et al., 1986, Hall και Klitgaard, 2012, Tverberg, 2012).

Η βιομηχανική παραγωγή, το εμπόριο και η οικονομική ανάπτυξη απαιτούν μία σταθερή ροή. Σε γενικές γραμμές, η αύξηση του πραγματικού ΑΕΠ συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την κατανάλωση πετρελαίου (Murphy et al., 2011). Τέσσερις από τις πέντε υφέσεις μετά το 1970, μπορούν να εξηγηθούν με την εξέταση των μεταβολών στις τιμές πετρελαίου (Hamilton, 2009; Hall and Groat, 2010. Jones et al., 2004). Κατά τη διάρκεια των περιόδων ύφεσης, οι τιμές του πετρελαίου τείνουν να μειώνονται, ενθαρρύνοντας την αυξημένη κατανάλωση. Κατά τη διάρκεια των περιόδων ανάπτυξης, η τιμή του πετρελαίου αυξάνεται μαζί με την κατανάλωση

ενέργειας. Και τελικά, η οικονομική επέκταση περιορίζεται από αυτά τα υψηλότερα επίπεδα τιμών πετρελαίου (Jones et al., 2004). Η οικονομική ανάπτυξη και η σταθερότητα εξαρτώνται όχι μόνο από την συνολική ποσότητα ενέργειας που είναι προσβάσιμη στην κοινωνία, αλλά και από το κόστος αυτής της ενέργειας. (Jones et al. (2004)). Τα κυριότερα συμπεράσματα που προκύπτουν αυτές τις εκτιμήσεις είναι:

1. Οι μειώσεις στο ΑΕΠ κατά την περίοδο μετά το Β Παγκόσμιο Πόλεμο οφείλονται κυρίως σε διαταραχές της τιμής του πετρελαίου, και όχι σε κυβερνητικές πολιτικές.
2. Το πετρέλαιο είναι το μόνο αγαθό του οποίου η τιμή μεταβάλλεται δραματικά, 2 χρόνια πριν από μία κρίση.
3. Οι διαταραχές των τιμών του πετρελαίου οδηγούν σε δαπανηρές ανακατανομές ανθρώπων και αγαθών καθώς και διακυμάνσεις και παύσεις στις επενδύσεις. Αυτό επηρεάζει τη βιομηχανική παραγωγή και, κατά συνέπεια, το ΑΕΠ (Jones et al., 2004).

Τα τελευταία χρόνια, ο ρόλος της ενέργειας ως περιοριστικός παράγοντας στην οικονομική ανάπτυξη, έχει υποβαθμιστεί από κάποιους οικονομολόγους. Θεωρείται πως οι συνεχόμενες βελτιώσεις στην τεχνολογία και την αποδοτικότητα έχουν αποσυνδέσει εντελώς τους δύο παράγοντες. Ωστόσο, η υπόθεση αυτή δεν επαληθεύεται από μελέτες που γίνονται, αλλά και από την πρόσφατη Διεθνής χρηματοπιστωτική κρίση (2007-2008), όπου οι τιμές του πετρελαίου είχαν κορυφωθεί πριν το ξέσπασμα της κρίσης. Η ενέργεια εξακολουθεί να παίζει σημαντικό ρόλο. Η παραδοσιακή προσέγγιση δεν αντιμετωπίζει την ενέργεια απλώς ως ένα καταναλωτικό αγαθό, αλλά ως ουσιαστική συμβολή στην οικονομική και τεχνολογική πρόοδο. Η αντικατάσταση χειρωνακτικών εργασιών με μηχανοποιημένα συστήματα αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της διαδικασίας της οικονομικής ανάπτυξης και απαιτεί την ετήσια ανάπτυξη του τομέα της ενέργειας ως προϋπόθεση.

Ενώ έχει παραμείνει κάποια ασάφεια σχετικά με την κατεύθυνση της αιτιότητας – η ανάπτυξη της ενέργειας επιφέρει την ανάπτυξη της οικονομίας, ή η ανάπτυξη της οικονομίας την ανάπτυξη της ενέργειας – η σημασία της αλληλεπίδρασης ενέργειας και οικονομίας είναι πλήρως αναγνωρισμένη. Η ενέργεια στην οικονομία ορίζεται τόσο ως τελικό αγαθό όσο και ως ενδιάμεσο (Pierce, 1986). Οι καταναλωτές, θα απαιτήσουν και θα καταναλώσουν περισσότερη ενέργεια, μόλις αποκτήσουν την δυνατότητα να το πράξουν. Ως καταναλωτικό αγαθό η ζήτηση

της, έχει κάποιο βαθμό ελαστικότητας, αλλά ως ενδιάμεσο αγαθό, απαραίτητο για την παραγωγή, η ζήτηση της είναι ανελαστική.

2.2 Τα ορυκτά καύσιμα

Ετυμολογικά, τα καύσιμα είναι οι ουσίες που έχουν την ιδιότητα να καίγονται. Στον τομέα της τεχνολογίας, όπως και στην καθημερινή ζωή, χρησιμοποιούμε αυτό τον όρο για να χαρακτηρίσουμε τις ουσίες των οποίων εκμεταλλευόμαστε την ιδιότητα του να είναι εύφλεκτες για να παραγάγουμε έργο.

Τα ορυκτά καύσιμα δημιουργήθηκαν από την αποσύνθεση νεκρών ζωικών και φυτικών οργανισμών σε συνδυασμό με κάποιες γεωλογικές διαδικασίες, προηγούμενων γεωλογικών εποχών. Εκτιμάται πως οι οργανισμοί από τους οποίους έχουν προέλθει, έχουν ζήσει μερικά εκατομμύρια έως και 650 εκατομμύρια χρόνια πριν.

Τα βασικά χημικά στοιχεία από τα οποία αποτελούνται τα ορυκτά καύσιμα είναι το υδρογόνο και ο άνθρακας, αυτός είναι και ο λόγος που αποκαλούνται υδρογονάνθρακες. Περιέχονται επίσης και ποσότητες θείου, οξυγόνου και αζώτου. Τα ορυκτά καύσιμα, εντοπίζονται και σε υγρή, και σε αέρια, όπως και σε στερεή μορφή. Το ποσοστό των υδρογονανθράκων που περιέχονται σε κάποιο ορυκτό καύσιμο είναι και ένας δείκτης της αξίας τους, καθώς καύσιμα με υψηλότερη συγκέντρωση υδρογονανθράκων έχουν και υψηλότερη θερμογόνο δύναμη.

Χρησιμοποιούμε τον όρο της θερμογόνου δύναμης για να εκφράσουμε την ποσότητα θερμότητας που απελευθερώνεται κατά την πλήρη καύση της μονάδας μάζας ενός συγκεκριμένου καυσίμου. Η θερμογόνος δύναμη δεν αποτελεί απόλυτο μέσο για την αξιολόγηση ενός ορυκτού καυσίμου. Υπάρχουν και άλλοι παράμετροι που καθορίζουν την αξία και την τιμή ενός καυσίμου, όπως είναι η εύκολη μεταφορά, η ικανότητα ή μη έκρηξης και η δυνατότητας παραγωγής υποπροϊόντων.

Στον Πίνακα 2.2.1 αναγράφεται η θερμογόνος δύναμη των κοινών καυσίμων, όπως και η σύνθεσή τους.

Πίνακας 2.2.1: Αποτελεσματικότητα ορυκτών ενεργειακών πόρων

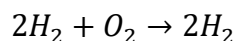
Καύσιμο	Συνολικό Θερμιδικό Περιεχόμενο, BTU/lb (kJ/kg)	Ογκομετρικό Θερμιδικό Περιεχόμενο *BTU/cu.ft **BTU/gal	Στοιχεία (ποσοστά βάρους)		
			H	C	S
Υδρογόνο	61.100 (142.000)	325 (12.000)*	100	--	--
Κάρβουνο, καθαρό	14.100 (32.800)		--	100	--
Θείο, καθαρό	4.000 (9.250)		--	--	100
Φυσικό αέριο	23.800 (55.300)	1.000 (37.000)*	24	76	--
Προπάνιο	21.600 (50.200)	2.600 (96.800)*	18	86	--
No. 2 Πετρέλαιο	19.600 (45.600)	138.000 (37.300)**	13	86	0,0-0,5
No. 4 Πετρέλαιο	19.200 (44.700)	145.000 (40.500)**	12	87	0,5-1,5

Νο. 6 Πετρέλαιο	18.800 (43.700)	150.500 (41.900)**	12	86	0,3-4,0
Πισσούχος άνθρακας	14.000 (32.600)		4	84	0,5-4,0
ξύλο	8.600 (20.000)		6	49	--
ζαχαροκάλαμο	8.200 (19.000)		6	45	--

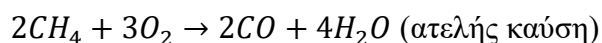
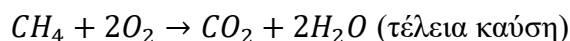
Πηγή: Energy Efficiency Manual, Wulfinghoff, D. R. (1999)

Παρατηρούμε πως τα καύσιμα με υψηλότερη συγκέντρωση υδρογόνου έχουν και την υψηλότερη θερμογόνο αξία, ενώ τα καύσιμα με υψηλές συγκεντρώσεις θείου είναι κατώτερης θερμιδικής αξίας.

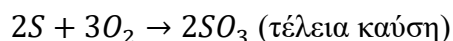
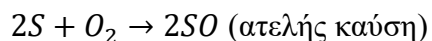
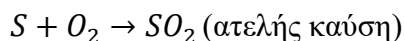
Κατά την διαδικασία της καύσης, τα καύσιμα αντιδρούν με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο O_2 και παράγουν ενώσεις. Οι ενώσεις αυτές αποκαλούνται καυσαέρια. Για παράδειγμα στην καύση του **υδρογόνου** έχουμε:



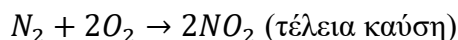
Η καύση ενός υδρογονάνθρακα, όπως το μεθάνιο, παράγει νερό και διοξείδιο του άνθρακα, εάν είναι τέλεια, ενώ παράγει νερό και μονοξείδιο του άνθρακα εάν είναι ατελής. Στο παράδειγμα χρησιμοποιείται το **μεθάνιο**:



Στην καύση του **θείου** έχουμε παραγωγή οξειδίων του θείου:



Το άζωτο δεν έχει αξιόλογη θερμιδική αξία, αλλά εμπεριέχεται σε πολλά καύσιμα. Στην καύση του αζώτου έχουμε παραγωγή οξειδίων του αζώτου.



Κάποια από τα παραγόμενα καυσαέρια είναι αδρανή και κάποια άλλα τοξικά. Στον Πίνακα 2.2.2 παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια καυσαέρια και η τοξικότητά τους.

Πίνακας 2.2.2: Κατηγορίες καυσαερίων ανάλογα με την τοξικότητά τους

	Καυσαέρια	Περιγραφή
Αδρανή	H ₂ O CO ₂	Νερό Το διοξείδιο του άνθρακα, παρόλο που είναι αβλαβές για το περιβάλλον και τον άνθρωπο, έχει στοχοποιηθεί ως το πλέον υπεύθυνο καυσαέριο για την υπερθέρμανση του πλανήτη
Τοξικά	CO NO, NO ₂ SO, SO ₂ , SO ₃ βαρέα μέταλλα	Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι δηλητηριώδες και σε μεγάλες ποσότητες προκαλεί θάνατο. Τα οξείδια του αζώτου θεωρούνται υπεύθυνα για το φωτοχημικό νέφος και την όξινη βροχή Τα οξείδια του θείου προκαλούν προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα και προκαλούν την όξινη βροχή Ορισμένα οξείδια που παράγονται από την καύση των μετάλλων είναι τοξικά για τον άνθρωπο και το περιβάλλον

2.3 Το ενεργειακό πρόβλημα

Ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '50 είχε αρχίσει να εμφανίζεται, με μορφή φιλοσοφικού στοχασμού, το ενεργειακό πρόβλημα. Παρόλο που την δεκαετία του '50, τα εκτιμώμενα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα είχαν επάρκεια πάρα πολλών ετών και συνεχώς ανακαλύπτονταν όλο και περισσότερα κοιτάσματα, το 1956, ο γεωλόγος M. King Hubbert, παρουσίασε την έρευνα “Πυρηνική ενέργεια και ορυκτά καύσιμα”, στο Αμερικάνικο Ινστιτούτο Πετρελαίου, για τα αμερικανικά αλλά και παγκόσμια αποθέματα. Με την εμφάνιση της ενεργειακής κρίσης του 1973 η ανθρωπότητα βίωσε για πρώτη φορά τις επιπτώσεις του ενεργειακού προβλήματος. Το ενεργειακό πρόβλημα, προσδιορίζεται κυρίως από τις εξής συνιστώσες:

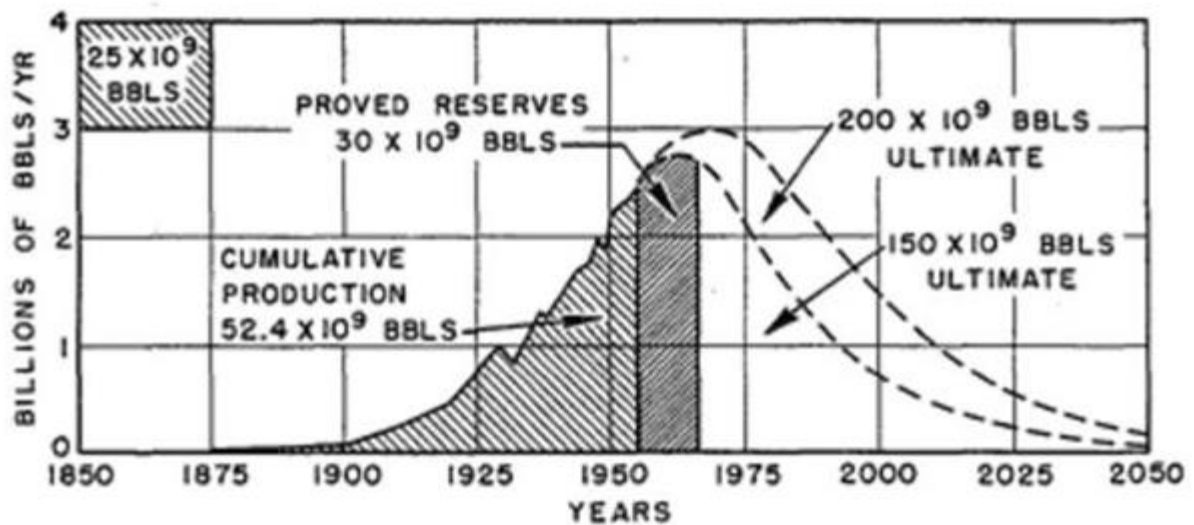
- **Την εξάντληση των ενεργειακών πόρων**, ακόμη αν αυτή τοποθετείται σε μακρινούς χρονικούς ορίζοντες.
- **Την ανοδική τάση των τιμών της ενέργειας**, οποία δημιουργεί αύξηση του κόστους στο σύνολο των προϊόντων και των υπηρεσιών. Οι ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπου αυξάνονται συνεχώς, ενώ ο αριθμός των κοιτασμάτων και το απόθεμά τους είναι πεπερασμένο. Αυτό σημαίνει πως αναπόφευκτα η τιμή της ενέργειας και των προϊόντων θα αυξάνεται συνεχώς.
- **Την αβεβαιότητα της τιμής της ενέργειας και της επάρκειας τροφοδοσίας.** Πολιτικές αναταραχές και συρράξεις σε χώρες παραγωγού, μπορεί να προκαλέσουν

πολύ γρήγορες αλλαγές στην τιμή της ενέργειας αλλά και στην διαθεσιμότητα της. Οι δύο ενεργειακές κρίσεις (1973 και 1979) προκλήθηκαν από πολιτικούς λόγους

- **Τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και του υδροφόρου ορίζοντα.** Συγκεκριμένα, η ενέργεια έχει αρνητική επίδραση στο περιβάλλον σε κάθε φάση της ενεργειακής ροής, από την εξόρυξη των πρώτων υλών μέχρι την τελική χρήση τους. Η εξόρυξη ενώ μπορεί να προσφέρει πλούτο σε μία κοινωνία, υποβαθμίζει ωστόσο άμεσα την τοπική περιοχή και στην οποία γίνεται η εξόρυξη και έμμεσα ολόκληρη την κοινωνία μέσω της ρύπανσης που προκαλεί η χρήση της.

Οι ενεργειακές ανάγκες ενός πληθυσμού (και γενικά της ανθρωπότητας) αυξάνονται συνεχώς, καθώς αυξάνεται το βιοτικό επίπεδο, ωστόσο δεν είναι εφικτό να παραμείνει η εξέλιξη της προσφοράς επ' άπειρον ανοδική. Αυτό εξετάζει και η καμπύλη (Γράφημα 2.3.1), που πρότεινε το 1956 ο Αμερικανός γεωλόγος M. King Hubbert για τα πετρελαϊκά αποθέματα.

Από εμπειρικές έρευνες, που είχαν γίνει σε κοιτάσματα πετρελαίου στις ΗΠΑ, προκύπτει ότι, κατά κανόνα, η εξέλιξη της παραγωγής ενός κοιτάσματος (ή μία χώρας ή και ολόκληρου του πλανήτη) στο χρόνο, ακολουθεί μια καμπύλη σε σχήμα καμπάνας, παρόμοια με την καμπύλη της κανονικής κατανομής. Σε πρώτη φάση η παραγωγή, η κατανάλωση και η ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων αυξάνονται με όλο και ταχύτερους ρυθμούς. Σε αυτή την φάση, η προσφορά υπερκαλύπτει την ζήτηση και οι τιμές πέφτουν. Στην συνέχεια, καθώς τα αποθέματα μειώνονται, η εξόρυξη γίνεται όλο πιο δύσκολη και δαπανηρή, ενώ ανακαλύπτονται όλο και λιγότερα νέα κοιτάσματα, στα οποία, η εξόρυξη είναι πιο δαπανηρή από τα παλαιότερα. Σε αυτό το σημείο, οι τιμές αρχίζουν να ανεβαίνουν. Σε κάποιο χρονικό σημείο η παραγωγή φθάνει σε ένα μέγιστο (peak oil) και μετά αρχίζει να μειώνεται συνεχώς. Η προσφορά μετά από αυτό το σημείο δεν επαρκεί για να καλύψει την ζήτηση και οι τιμές εκτοξεύονται στα ύψη.



Γράφημα 2.3.1: Η καμπύλη Hubbert, όπως απεικονίστηκε από τον Hubbert. Συνολική παραγωγή αργού πετρελαίου, βασισμένη σε υποθετικά αποθέματα 150 και 200 δισεκατομμυρίων βαρελιών. Πηγή: Hubbert, M.K. 1956. Nuclear energy and the fossil fuels. Spring Meeting of the Southern District Division of Production, San Antonio, Texas.

Ο Μ. Κ. Hubbert είχε προβλέψει πως η παραγωγή στις ΗΠΑ θα κορυφωθεί μεταξύ του 1965 και του 1970. Όντως κορυφώθηκε το 1970 και μετά ακολούθησε καθοδική πορεία. Ωστόσο ως αποτέλεσμα της ανακάλυψης κοιτασμάτων στην Αλάσκα, αλλά και μεθόδων εξόρυξης σχιστολιθικού πετρελαίου η παραγωγή πετρελαίου το 2017 ξεπέρασε την παραγωγή του 1970. Θεωρείται πως η συγκράτηση της ζήτησης που προκαλείται από τις εκάστοτε πετρελαϊκές και οικονομικές κρίσεις παρατείνει την κορύφωση της παγκόσμιας παραγωγής (peak oil). Ακόμη, τα αποθέματα των κοιτασμάτων σχεδόν κατά κανόνα υποεκτιμούνται και οι προβλέψεις διαψεύδονται. Αυτοί είναι και οι λόγοι που δεν επαληθεύτηκε η πρόβλεψη του Hubbert για κορύφωση της παγκόσμιας παραγωγής κοντά στο 2000.

Η καμπύλη του Hubbert μπορεί να έχει κάποια χρησιμότητα ως εργαλείο, ωστόσο αδυνατεί να προβλέψει την εξέλιξη της παραγωγής διότι η ζήτηση συγκρατείται για πολιτικούς και οικονομικούς λόγους. Ο Hubbert διεξήγαγε την έρευνα του, με την υπόθεση της συνεχώς αυξανόμενης ανελαστικής ζήτησης. Η ζήτηση του πετρελαίου είναι όντως ανελαστική ως έναν βαθμό, ωστόσο η αύξηση της τιμής του πετρελαίου προκαλεί πολλές άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στην παγκόσμια οικονομία, καθώς το πετρέλαιο δεν χρησιμοποιείται μονάχα ως καύσιμο, αλλά και ως πρώτη ύλη σε πολλά υλικά αγαθά. Το φαινόμενο του

στασιμοπληθωρισμού (stagflation) θεωρείται πως προκαλείται κυρίως από την αύξηση της τιμής του πετρελαίου. Αναγκαία, υπάρχει κάποιο ανώτατο όριο στην τιμή του πετρελαίου, πέρα από το οποίο είναι αδύνατον να λειτουργήσει η παγκόσμια οικονομία.

Η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε κατά 1.0% το 2015. Αποτελώντας την πιο αργή αύξηση από το 1998, με εξαίρεση την ύφεση της κρίσης. Οι ανανεώσιμες το 2015 αποτελούν το 2.8% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.

2.4 Ενεργειακή Απόδοση των Ενεργειακών Επενδύσεων (EROI ή EROEI)

Η ενεργειακή απόδοση των ενεργειακών επενδύσεων (EROI) είναι η λόγος της ενέργειας που κερδίζεται από μια ενεργειακή δραστηριότητα προς την ενέργεια που επενδύεται σε εκείνη την δραστηριότητα.

$$EROI = \frac{ER}{EI} \text{ ή } EROI = \frac{\text{energy returned to society}}{\text{energy invested to get that energy}}$$

Πηγή: J.G. Lambert et al. (2014), Energy, EROI and quality of life

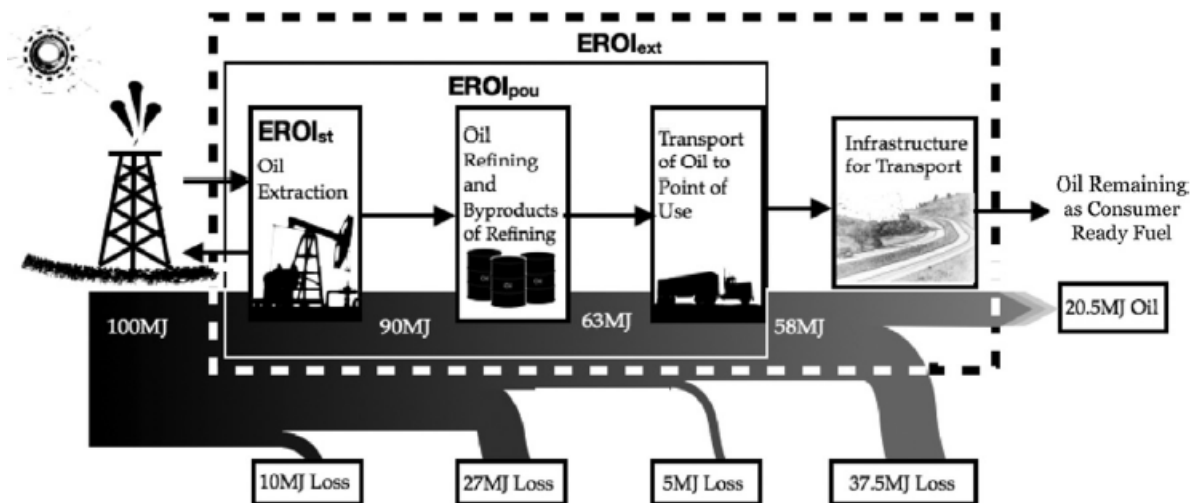
Σε αυτήν την εξίσωση, οι μονάδες μέτρησης στον αριθμητή και τον παρονομαστή είναι οι ίδιες και η προκύπτουσα αναλογία είναι αδιάστατη. Αυτή η εξίσωση, παρόλο που εμφανίζεται να είναι απλή, έχει πολλές πηγές αβεβαιότητας (ή ευαισθησίας) στις οποίες περιλαμβάνονται:

- διαφοροποιήσεις στα όρια της ανάλυσης (για παράδειγμα, κατά πόσο θα πρέπει να συμπεριληφθεί σε έναν υπολογισμό η ασυνεχής παραγωγή ενέργειας από κάποια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και κατά πόσο θα πρέπει να υπολογιστεί το ενεργειακό κόστος αναβάθμισης του δικτύου μεταφοράς, που μπορεί να απαιτεί μία ενεργειακή επένδυση)
- υποθέσεις σχετικά με την ποιότητα των διαφορετικών ενεργειακών πηγών,
- έλλειψη δεδομένων, που οδηγούν πολλές φορές αναγκαία στη μετάφραση οικονομικών στοιχείων σε ενεργειακές τιμές.

Όλες οι παραπάνω περιπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες διαφορές πραγματικής λειτουργίας και θεωρητικών τιμών (Murphy et al, 2011)

Τα όρια τα οποία χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του EROI, σύμφωνα με τον Hall et al. (2009), κατηγοριοποιούνται ως εξής:

1. Standard EROI ($EROI_{ST}$): Η standard EROI προσέγγιση διαιρεί την ενεργειακή παραγωγή για ένα πρότζεκτ, μια περιοχή ή μια χώρα με το άθροισμα της άμεσης και έμμεσης ενέργειας (δηλ. της ενέργειας που απαιτείται για να κατασκευαστούν τα προϊόντα που χρησιμοποιήθηκαν για το πρότζεκτ) που χρησιμοποιείται για να παραχθεί η τελική ενέργεια. Δεν περιλαμβάνει για παράδειγμα την ενέργεια που απαιτείται για την σύνδεση και την υποστήριξη της εργασίας, των χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών και γενικά λοιπών δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα. Αυτός ο υπολογισμός EROI εφαρμόζεται στα καύσιμα στο σημείο όπου αποχωρεί από την περιοχή της εξόρυξης. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει την σύγκριση διαφορετικών καυσίμων, ακόμη και αν οι αναλυτές δεν συμφωνούν στην μεθοδολογία που θα πρέπει να εφαρμοστεί στα επόμενα στάδια (Murphy et al., 2011).
2. Point of Use EROI ($EROI_{POU}$): Αυτή η προσέγγιση είναι πιο ολοκληρωμένη από την προηγούμενη, καθώς περιέχει τα κόστη διύλισης και μεταφοράς του καυσίμου. Καθώς τα όρια της ανάλυσης διευρύνονται, τα ενεργειακά κόστη αυξάνονται, οδηγώντας σε χαμηλότερο δείκτη EROI (Hall et al., 2009).
3. Extended EROI ($EROI_{EXT}$): Σε αυτή την εκτεταμένη ανάλυση εμπεριέχεται όχι μόνο το κόστος ενέργειας για την εξαγωγή της αλλά και τα επιμέρους ενεργειακά κόστη για την χρησιμοποίηση της. Με άλλα λόγια εξετάζεται το EROI που απαιτείται να γίνει χρήσιμη μία μονάδα ενέργειας στην κοινωνία, για παράδειγμα, εξετάζεται το EROI του πετρελαίου ως καύσιμο στις μετακινήσεις και μεταφορές (Hall et al., 2009).
4. Societal EROI ($EROI_{SOC}$): Η κοινοτική EROI είναι η συνολικότερη EROI για μία κοινότητα και προκύπτει με την άθροιση όλων των ενεργειακών αποδόσεων όλων των καυσίμων ή πηγών ενέργειας προς τα έξοδα απόκτησής τους.



Εικόνα 2.4.1: Οι ενεργειακές απώλειες που υφίσταται το πετρέλαιο προς την τελική του κατανάλωση ως καυσίμου

Πηγή: Το σχήμα είναι από τους Lambert και Lambert(2013) και είναι βασισμένο στους υπολογισμούς των Hall et al. (2009).

Για παράδειγμα, εάν μία πετρελαιοπηγή απαιτεί 1 βαρέλι πετρέλαιο, ως ενεργειακή δαπάνη, για να αντλήσει 20 βαρέλια, τότε, λέμε πως η πετρελαιοπηγή έχει EROI ίσο με 20. Με άλλα λόγια, για 1 μονάδα ενεργειακής δαπάνης, προσφέρει 20 ισάξιες μονάδες ενέργειας.

Είναι προφανές ότι η εξόρυξη ενός καυσίμου με διευρυμένο EROI μικρότερου ή ίσου με το 1, δεν έχει κανένα νόημα, καθώς, υπάρχει δαπάνη, ενώ είτε δεν υπάρχει κέρδος είτε υπάρχει ζημία, για την κοινωνία. Ωστόσο, επειδή, οι ενεργειακές πηγές είναι πεπερασμένες και μπορούν να παρέχουν έως μία συγκεκριμένη ποσότητα ενέργειας κάθε στιγμή δεν σημαίνει πως οποιαδήποτε ενεργειακή επένδυση με $EROI > 1$ είναι οικονομικά βιώσιμη και ωφέλιμη για την κοινωνία. Μπορεί δηλαδή μία ενεργειακή επένδυση με $EROI = 2$ να έχει νόημα ενεργειακά, ωστόσο, δεν έχει νόημα οικονομικά. Αυτό συμβαίνει, διότι ο χώρος, ο εξοπλισμός και η ενέργεια που χρησιμοποιείται για μία ενεργειακή επένδυση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μία άλλη επένδυση που θα προσφέρει πολύ μεγαλύτερα κέρδη. Για παράδειγμα, η επένδυση σε βιοκαύσιμα με πολύ χαμηλό EROI, είναι αμφισβητήσιμο κατά πόσο είναι ωφέλιμη σε μία κοινωνία, καθώς εκτός του ότι, έχουν πολύ μικρό περιθώριο κέρδους, αντικαθιστούν επενδύσεις καλλιέργειας τροφίμων, με αποτέλεσμα, να προκαλούν αύξηση στην τιμή των τροφίμων. Στον Πίνακα 2.4.1 παρουσιάζονται κάποια καύσιμα και το EROI με το οποίο έχουν αντιστοιχηθεί από διάφορες μελέτες.

Πίνακας 2.4.1: Δημοσιοποιημένες τιμές EROI για διάφορες πηγές ενέργειας και περιοχές

Πηγές ενέργειας	Έτος	Χώρα	EROI (X:1)	Πηγή
Fossil fuels (Oil and Gas)				
Oil and gas production	1999	Global	35	Gagnon, 2009
Oil and gas production	2006	Global	18	Gagnon, 2009
Oil and gas (Domestic)	1970	US	30	Cleveland et al. 1984, Hall et al. 1986
Discoveries	1970	US	8	Cleveland et al. 1984, Hall et al. 1986
Production	1970	US	20	Cleveland et al. 1984, Hall et al 1986
Oil and gas (Domestic)	2007	US	11	Guilford et al. 2011
Oil and gas (Imported)	2007	US	12	Guilford et al. 2011
Oil and gas production	1970	Canada	65	Freise, 2011
Oil and gas production	2010	Canada	15	Freise, 2011
Oil, gas & tar sand production	2010	Canada	11	Poisson and Hall, in press, 2013
Oil and gas production	2006	Norway	40	Grandell, 2011
Oil production	2008	Norway	21	Grandell, 2011
Oil and gas production	2009	Mexico	45	Ramirez, 2013
Oil and gas production	2010	China	10	Hu et al. 2013
Fossil fuels (Other)				
Natural Gas	2005	US	67	Sell et al. 2011
Natural Gas	1993	Canada	38	Freise, 2011
Natural Gas	2030	Canada	26	Freise, 2011
Natural Gas	2009	Canada	20	Freise, 2011
Coal (mine-mouth)	1950	US	80	Cleveland et al. 1984
Coal (mine-mouth)	2000	US	80	Hall and Day, 2009
Coal (mine-mouth)	2037	US	60	Balogh et al. unpublished
Coal (mine-mouth)	1995	China	35	Hu et al. 2013
Coal (mine-mouth)	2010	China	27	Hu et al. 2013
Other non-renewables				
Nuclear	n/a	US	5 to 15	Hall and Day, 2009, Lenzen, 2008
Renewables¹:				
Hydropower	n/a	n/a	>100	Cleveland et al. 1984
Wind turbine	n/a	n/a	18	Kubiszewski et al. 2010
Geothermal	n/a	n/a	n/a	Gupta and Hall 2011
Wave energy	n/a	n/a	n/a	Gupta and Hall, 2011
Solar collectors¹:				
Flat plate	n/a	n/a	1.9	Cleveland et al. 1984
Concentrating collector	n/a	n/a	1.6	Cleveland et al 1984
Photovoltaic	n/a	n/a	6 to 12	Kubiszewski et al. 2009
Passive solar	n/a	n/a	n/a	Cleveland et al. 1984
Biomass				
Ethanol (sugarcane)	n/a	n/a	0.8 to 10	Goldemberg, 2007
Corn-based ethanol	n/a	US	0.8 to 1.6	Patzek. 2004, Farrell et al 2006
Biodiesel	n/a	US	1.3	Pimentel and Patzek, 2005

(1) Οι τιμές EROI διαφοροποιούνται ανάλογα με την γεωγραφία και το κλίμα

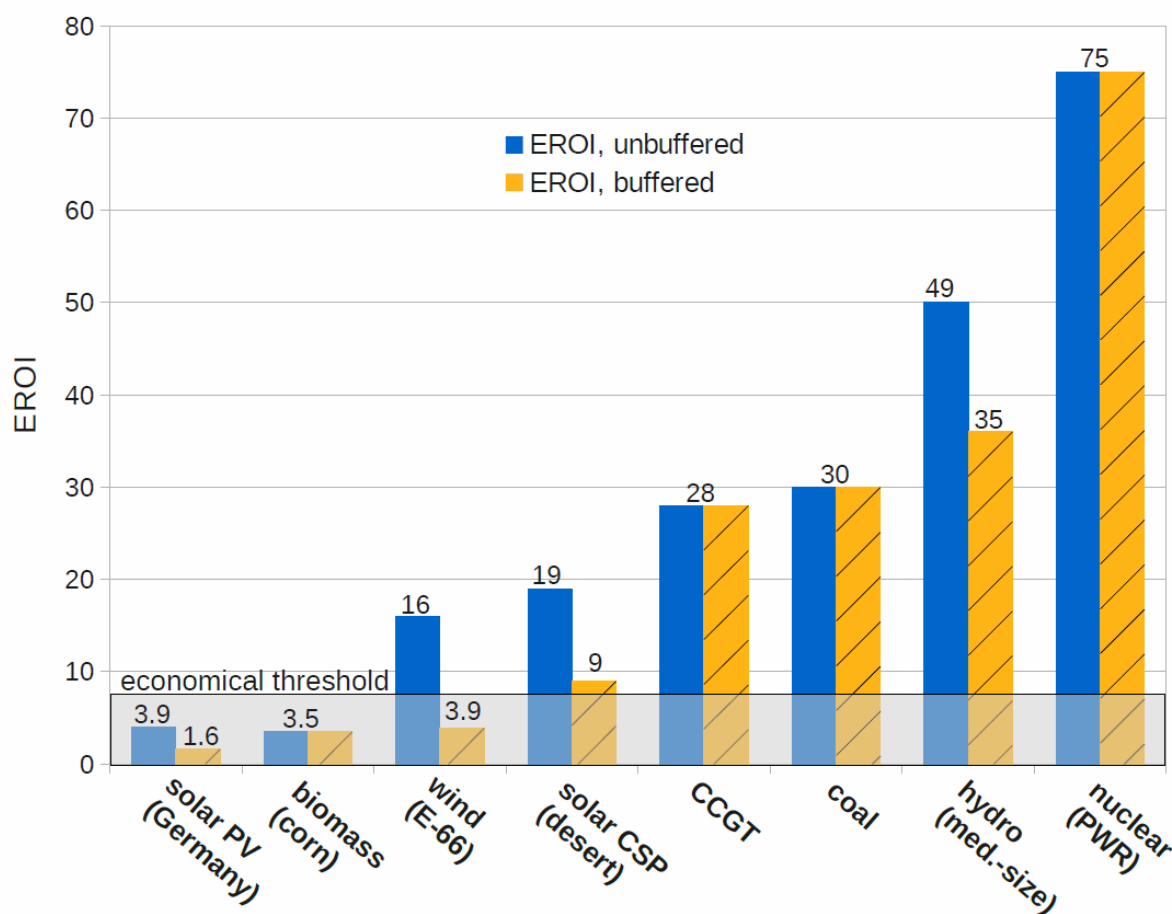
Πηγή: Hall et al (2013), EROI of different fuels and the implications for society

Στην προσπάθειά τους να απαντήσουν στο ερώτημα, ποια είναι η χαμηλότερη τιμή EROI που μία κοινωνία θα πρέπει να έχει για να λειτουργήσει, οι Hall et al, δημοσίευσαν το 2009 μελέτη

στην οποία στηρίζουν πως το κατώτερο διευρυμένο EROI μίας βιώσιμης κοινωνίας βασισμένης σε πετρελαϊκό καύσιμο, θα πρέπει να είναι το λιγότερο 3. Βέβαια, μία τέτοια κοινωνία θα στερείται πολλών ανέσεων της σύγχρονης ζωής και η ανάπτυξη θα είναι οριακά μηδενική. Αυτό το 3 βέβαια είναι διευρυμένο EROI ($EROI_{ext}$), συνεπάγεται πολύ μεγαλύτερο EROI για τα καύσιμα, στο σημείο παραγωγής (γύρω στο 5 τουλάχιστον). Πάντως από άλλες μελέτες που γίνονται για μία σύγχρονη κοινωνία, μία πηγή θα πρέπει να έχει γύρω στο 7 διευρυμένο EROI, για να είναι οικονομικά βιώσιμη επένδυση και ωφέλιμη για την κοινωνία. Πολλοί συγγραφείς μπορεί να βάζουν αλλού αυτό το όριο, αλλά γενικά η ελάχιστη βιώσιμη τιμή για μία πηγή, τοποθετείται μεταξύ του 4 με 7.

Όπως παρατηρείται και στον Πίνακα 2.4.1, η αξιολόγηση μίας ενεργειακής επένδυσης είναι αρκετά υποκειμενική, και διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Επίσης, είναι συχνό να δημοσιοποιούνται διαφορετικές τιμές EROI από διαφορετικούς μελετητές για τα ίδια καύσιμα και τις ίδιες ενεργειακές επενδύσεις. Μια ακόμη ατέλεια της μεθόδου του EROI είναι ότι εξετάζει την απόδοση των ενεργειακών επενδύσεων στην παραγωγή, αλλά αγνοεί τα έξοδα ενσωμάτωσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο. Πιο συγκεκριμένα, οι ανανεώσιμες πηγές λόγω της διαλείπουσας και μεταβλητής παραγωγής τους, απαιτούν περαιτέρω επενδύσεις για την ασφαλή ενσωμάτωσή τους στο δίκτυο. Κόστος το οποίο δεν υπολογίζεται στις μελέτες για τον υπολογισμό του EROI.

Με το σκεπτικό να συμπεριλάβουν τα ενεργειακά κόστη που έχει η ενσωμάτωση της διαλείπουσας ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο, οι Weissbach et al, δημοσιοποίησαν την μελέτη τους για τα EROI και τα κόστη ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών, το 2013. Εισήγαγαν την έννοια του buffered EROI, το οποίο εκτός από τον υπολογισμό του απλού EROI, συμπεριλαμβάνει και το κόστος προσωρινής αποθήκευσης και λοιπών εξόδων της διαλείπουσας παραχθείσας ενέργειας. Το κόστος ενσωμάτωσης αφορά στο κόστος αντλησιοταμίευσης, άλλης αποθήκευσης, πρόσθετων δικτύων για μεταφορά πλεονάζοντος και προβληματικού τυχαίου ρεύματος, κόστος "έξυπνων δικτύων" (δηλαδή επιβολής αλλαγών στην κατανάλωση) κλπ. (D. Weissbach et al). Στο Γράφημα 2.4.1 παρουσιάζονται γραφικά τα ευρήματα της έρευνάς τους.



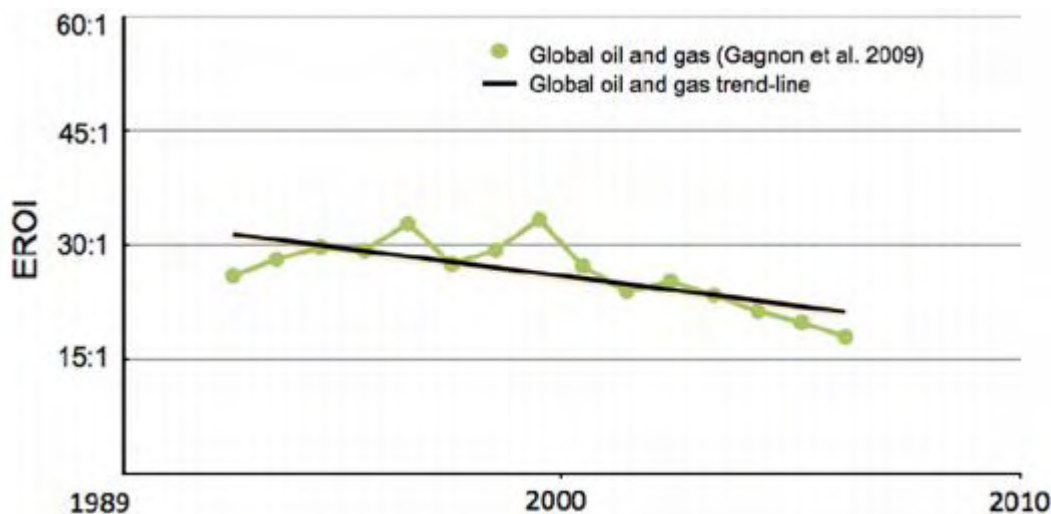
Γράφημα 2.4.1: Η τιμή EROI, buffered και unbuffered για διάφορες πηγές ενέργειας

Πηγή: D. Weissbach, G. Ruprecht, A. Huke, K. Czerski, S. Gottlieb, A. Hussein: Energy intensities, EROIs, and energy payback times of electricity generating power plants

Σύμφωνα με την μελέτη των Weissbach et al, η μόνη οικονομικά βιώσιμη επένδυση με βάση το EROI (buffered) στις ανανεώσιμες είναι η θερμική ηλιακή CSP στην έρημο. Το EROI για τα φωτοβολταϊκά στην Γερμανία δεν ξεπερνούν το οικονομικό όριο του 7 ακόμη και για τους υπολογισμούς για το απλό EROI (unbuffered). Η βιομάζα (καλαμποκιού) επίσης αποτυγχάνει να φτάσει αυτό το όριο. Η αιολική ενέργεια είναι οικονομικά βιώσιμη με τους υπολογισμούς του απλού EROI, αλλά όταν συμπεριλαμβάνεται το κόστος ενσωμάτωσης γίνεται ασύμφορη.

Η τιμή του EROI ενός καυσίμου ενός κοιτάσματος δεν μένει σταθερή, αλλά αλλάζει με τον χρόνο, όπως παρατηρείται και στον Πίνακα 2.4.1, καθώς τα αποθέματα της πηγής λιγοστεύουν και η εξόρυξη γίνεται συνεχώς δυσκολότερη. Το EROI όλων των ορυκτών καυσίμων

αναπόφευκτα μειώνεται με τον χρόνο. Τα αποθέματα των παλαιότερων κοιτασμάτων λιγοστεύουν και τα καινούργια είναι λιγότερο αποδοτικά από τα παλαιότερα.



Γράφημα 2.4.2: Παγκόσμιες τιμές για το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο (1990-2010)

Πηγή: Gagnon et al. (2009)

Στο Γράφημα 2.4.2 παρουσιάζονται οι τιμές του EROI για το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο για την παγκόσμια παραγωγή, ως προς τον χρόνο. Οι Gagnon et al υπολόγισαν ότι η τιμή του EROI έχει μειωθεί κατά περίπου 50% από το 1999 μέχρι το 2008.

2.5 Συμπεράσματα

Η ενέργεια, αδιαμφισβήτητα κατέχει κεντρικό και καίριο ρόλο στην ανάπτυξη του ανθρώπινου πολιτισμού. Το ενεργειακό πλεόνασμα είναι αυτό που επέτρεψε στον άνθρωπο να αναπτύξει τεχνολογία, τέχνες και γράμματα. Ο σύγχρονος πολιτισμός σήμερα βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα, και κυρίως στο πετρέλαιο, η ποσότητα και διαθεσιμότητα των οποίων είναι πεπερασμένη. Διακυμάνσεις στην τιμή του πετρελαίου και γεωπολιτικές αλλαγές, μπορεί να επιφέρουν μεγάλες αναταραχές στην παγκόσμια οικονομία.

Δυστυχώς η ενεργειακή απόδοση (EROI) των διαθέσιμων καυσίμων, συνεχώς μειώνεται και δεν υπάρχει τίποτα για να αντισταθμίσει αυτή την απώλεια. Η ανακάλυψη νέων τεχνολογιών μεθόδων παραγωγής (εξόρυξη σε μεγάλα θαλάσσια βάθη και οριζόντια γεώτρηση) μπορούν να

συνεισφέρουν στην διατήρηση της συνολικής παραγωγής ωστόσο δεν γίνεται να σταματήσουν την μείωση του EROI των καυσίμων. Οι εναλλακτικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν φαίνεται να είναι οικονομικά βιώσιμες προς στιγμήν, πέραν ελαχίστων εξαιρέσεων (όπως η θερμική ηλιακή ενέργεια στην έρημο).

Στο μέλλον οι ανθρωπότητα θα αντιμετωπίσει σε μεγαλύτερο βαθμό το ενεργειακό πρόβλημα και θα αναγκαστεί να βρει λύσεις που δεν έχουμε φανταστεί ακόμη. Ίσως αναγκαστούμε να αλλάξουμε ριζικά τον τρόπο ζωής μας και να περιορίσουμε σε μεγάλο βαθμό τις ενεργειακές μας ανάγκες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

3.1 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Ο τομέας της ενέργειας και η συσχέτιση του με την οικονομική ανάπτυξη έχουν μελετηθεί κυρίως μετά τις πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του 70. Οι κρίσεις της δεκαετίας του 70 οδήγησαν σε μία πληθώρα μελετών όσον αφορά την σχέσης της ενέργειας και της οικονομικής ανάπτυξης και τις επιπτώσεις μία ενδεχόμενης αύξησης των τιμών του πετρελαίου.

Την δεκαετία του 70 λόγω των ανησυχιών που έφεραν οι πετρελαϊκές κρίσεις, ξεκίνησε να μελετάται το κατά πόσο η συγκράτηση της κατανάλωσης ενέργειας μπορεί να επηρεάσει την οικονομική ανάπτυξη. Η ανησυχία αυτή οδήγησε τον John και τον Arthur Kraft (1978) στην διεξαγωγή μελέτης για το κατά πόσο υπάρχει αιτιότητα στην συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και της οικονομικής ανάπτυξης (Chima and Freed, 2005).

Ο John και ο Arthur Kraft διεξήγαγαν ένα απλό εμπειρικό τεστ, χρησιμοποιώντας δεδομένα της περιόδου 1947-1974. Σύμφωνα με την μελέτη τους η σχέση ενέργειας-ανάπτυξης ήταν μονόδρομη, με την ανάπτυξη του ΑΕΠ να οδηγεί σε μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας, σε αντίθεση με την κοινώς αποδεκτή άποψη ότι υπάρχει μία σταθερή και αμετάβλητη σχέση μεταξύ της ενέργειας της κατανάλωσης και του ακαθάριστου εθνικού προϊόντος. Βασιζόμενοι σε αυτή την αντίληψη, οι Akarca και Long (1979) διεξήγαγαν νέα μελέτη χρησιμοποιώντας μηνιαία δεδομένα για την περίοδο 1973-1978. Συνέδεσαν την συνολική απασχόληση με την ανάπτυξη, κάνοντας χρήση της μεθόδου Granger (Granger causality test) και συμπέραναν πως μακροπρόθεσμα η κατανάλωση ενέργειας προκαλεί αύξηση της απασχόλησης και άρα και του ΑΕΠ χωρίς όμως να υπάρχει αμφίδρομη σχέση (Chima and Freed, 2005).

Στις μελέτες που ακολούθησαν δεν βρέθηκε αιτιατή σχέση μεταξύ εισοδήματος και κατανάλωση ενέργειας (προσεγγίζεται από το ΑΕΠ) (Akarca και Long, 1980. Yu και Hwang, 1984. Yu και Choi, 1985. και Erol και Yu, 1987). Όσον αφορά την αιτιώδη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και της απασχόλησης, οι Erol και Yu (1987b, 1989) και Yu και Jin (1992) εντόπισαν αποδεικτικά στοιχεία υπέρ της ουδετερότητας της κατανάλωσης ενέργειας σε

σχέση με την απασχόληση, γνωστή στη βιβλιογραφία και ως “υπόθεση ουδετερότητας” (Chima and Freed, 2005).

Οι Glasure και Lee (1997) εξέτασαν την συσχέτιση μεταξύ της ενεργειακής κατανάλωσης και του ΑΕΠ για τη Νότια Κορέα και τη Σιγκαπούρη χρησιμοποιώντας τον έλεγχο αιτιότητας κατά Granger, την μέθοδο συνολοκλήρωσης (co-integration) καθώς και το μοντέλο διόρθωσης σφάλματος (error correction model). Τα αποτελέσματα της συνολοκλήρωσης και του μοντέλου διόρθωσης σφάλματος υπέδειξαν αμφίδρομη αιτιώδη σχέση μεταξύ εισοδήματος και ενέργειας και για τις δύο χώρες. Αντιθέτως, χρησιμοποιώντας την μέθοδο Granger, δεν εντοπίστηκαν αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και του ΑΕΠ για τη Νότια Κορέα, ενώ εντοπίστηκε μονόδρομη αιτιατή σχέση από την κατανάλωση ενέργειας στο ΑΕΠ για τη Σιγκαπούρη (Osigwe and Arawomo, 2015).

Οι Asafu-Adjaye (2000) υπολόγισαν τις αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και των εσόδων για την Ινδία, την Ινδονησία, τις Φιλιπίνες και την Ταϊλάνδη, χρησιμοποιώντας την μέθοδο συνολοκλήρωσης και την μέθοδο διόρθωσης σφάλματος. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι, σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα, υπάρχει μονόδρομη αιτιώδης σχέση Granger από την ενέργεια προς το εισόδημα για την Ινδία και την Ινδονησία, ενώ αμφίδρομη σχέση ενέργειας και εισοδήματος για την Ταϊλάνδη και τις Φιλιπίνες. Στην περίπτωση της Ταϊλάνδης και των Φιλιπίνων, οι Asafu-Adjaye διαπίστωσαν ότι η ενέργεια, το εισόδημα και οι τιμές είχαν αμοιβαία συνάφεια. Ενώ στην περίπτωση της Ινδονησίας και Ινδίας παρατηρήθηκε ουδετερότητα σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα (Osigwe and Arawomo, 2015).

Ο Al-Iriani (2006) εφάρμοσε την μέθοδο ανάλυσης δεδομένων πάνελ για να εξετάσει την σχέση εισοδήματος και κατανάλωσης ενέργειας για τις χώρες του Συμβουλίου Συνεργασίας του Κόλπου για την περίοδο 1971-2002. Ο Al-Iriani εντόπισε συνολοκλήρωση και μονής κατεύθυνσης αιτιότητα που ρέει από το ΑΕΠ προς την κατανάλωση ενέργειας (Osigwe and Arawomo, 2015).

Ο Adeniran (2008) εξέτασε την αιτιώδη σχέση κατανάλωσης ενέργειας και ΑΕΠ για την Νιγηρία. Η μελέτη υπέδειξε αιτιώδη σχέση από το ΑΕΠ προς την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας. Έδειξε, επίσης ότι η αύξηση του ΑΕΠ προκαλεί κατά Granger αύξηση της κατανάλωσης αερίου. Παρόλα αυτά, δεν αποδείχθηκε κάποια αιτιατή σχέση μεταξύ ΑΕΠ και

κατανάλωσης πετρελαίου. Επιπλέον, η μελέτη υπέδειξε πως πολιτικές μείωσης της κατανάλωσης της ενέργειας με στόχο την μείωση των εκπομπών των αερίων ρύπων του θερμοκηπίου είναι το πιο πιθανόν να έχουν ως συνέπεια μεγάλη αρνητική επίδραση στο ΑΕΠ της χώρας (Osigwe and Arawomo, 2015).

Οι Rafiq και Salim (2011) εξέτασαν τη βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη σχέση κατανάλωσης ενέργειας και ΑΕΠ για έξι αναπτυσσόμενες οικονομίες της Ασίας. Η μελέτη υπέδειξε ότι στην Κίνα και στην Ινδία υπάρχει βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη αιτιατή σχέση μεταξύ της κατανάλωσης της ενέργειας και του ΑΕΠ, με την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας να προκαλεί την αύξηση του ΑΕΠ. Ενώ βρέθηκε αμφίδρομη βραχυπρόθεσμη αιτιατή σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και του ΑΕΠ στην Ταϊλάνδη (Osigwe and Arawomo, 2015).

Η ομάδα του Kaplan (2011) μελέτησαν την αιτιώδη σχέση μεταξύ της ενεργειακής κατανάλωσης και της οικονομικής ανάπτυξης της Τουρκίας για την περίοδο 1971-2006. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η ενεργειακή κατανάλωση και η οικονομική ανάπτυξη είναι συνολοκληρωμένες και υπάρχει αμφίδρομη αιτιατή σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και της οικονομικής ανάπτυξης. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης επηρεάζει άμεσα την οικονομική ανάπτυξη και η οικονομική ανάπτυξη προκαλεί περαιτέρω αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Ως εκ τούτου, κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η ενέργεια αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στην οικονομική ανάπτυξη της Τουρκίας, και πως ενδεχόμενη μεγάλη παροχή ενέργειας θα έχει αρνητικό αντίκτυπο στην οικονομική ανάπτυξη και το αντίστροφο (Osigwe and Arawomo, 2015).

Η ομάδα του Shaari (2012) αξιολόγησε τη σχέση μεταξύ της ενεργειακής κατανάλωσης και της οικονομικής ανάπτυξης για την Μαλαισία χρησιμοποιώντας δεδομένα για την περίοδο 1980 - 2010. Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος συνολοκλήρωσης Johansen για την ανάλυση των δεδομένων. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η κατανάλωση ενέργειας συσχετίζεται με την οικονομική ανάπτυξη. Για να εντοπίσουν την αιτιώδη σχέση της ενεργειακής κατανάλωσης και του ΑΕΠ χρησιμοποίησαν το μοντέλο της αιτιότητας κατά Granger. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κατανάλωση πετρελαίου και άνθρακα δεν προκαλούν κατά Granger οικονομική ανάπτυξη και το αντίστροφο. Ωστόσο, βρέθηκε πως η οικονομική ανάπτυξη οδηγεί στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης ανακάλυψαν μονόδρομη αιτιώδη σχέση με το

αέριο να προκαλεί την οικονομική ανάπτυξη. Το συμπέρασμα στο οποίο ήταν πως η πολιτική μείωσης της χρήσης φυσικού αερίου θα βλάψει την οικονομική ανάπτυξη στη Μαλαισία (Osigwe and Arawomo, 2015).

Το 2014, ο Naser πραγματοποίησε εμπειρική μελέτη για να ερευνήσει την σχέση μεταξύ κατανάλωσης πετρελαίου, κατανάλωσης πυρηνικής ενέργειας, τιμής του πετρελαίου και οικονομικής ανάπτυξης για τέσσερις αναδυόμενες οικονομίες (Ρωσία, Κίνα, Νότια Κορέα και την Ινδία) για την περίοδο 1965-2010. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν πως υπάρχει μονής κατεύθυνσης αιτιότητα από το πραγματικό ΑΕΠ προς την κατανάλωση πετρελαίου για την Κίνα και τη Νότια Κορέα, ενώ αμφίδρομη σχέση μεταξύ κατανάλωσης πετρελαίου και ανάπτυξης του πραγματικού ΑΕΠ εμφανίζεται για την Ινδία. Επιπλέον, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν πως η πυρηνική ενέργεια προκαλεί οικονομική ανάπτυξη τόσο για την Νότιο Κορέα όσο και για την Ινδία, και πως η ραγδαία οικονομική ανάπτυξη της Κίνας απαιτεί περαιτέρω χρήση πυρηνικής ενέργειας. Το 2015, εξέτασε τη αιτιατή σχέση μεταξύ τεσσάρων ανεπτυγμένων και βιομηχανοποιημένων χωρών: ΗΠΑ, Καναδάς, Ιαπωνία και Γαλλία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει μονόδρομη αιτιατή σχέση, με την κατανάλωση της πυρηνικής ενέργειας να προκαλεί την οικονομική αύξηση στην Ιαπωνία. Ακόμη, βρήκε ότι η αύξηση του πραγματικού ΑΕΠ προκαλεί επιπλέον κατανάλωση της πυρηνικής ενέργειας για την Γαλλία. Για τις ΗΠΑ και τον Καναδά, στηρίχθηκε η υπόθεση της ουδετερότητας. Ο Naser (2015) υποστήριξε, επίσης, πως οι ενεργειακές πολιτικές στον ανεπτυγμένο κόσμο θα πρέπει να ξεπεράσουν τους περιορισμούς που υπάρχουν στην κατανάλωση πυρηνικής ενέργειας, για να αντιμετωπίσουν ενδεχόμενες απρόσμενες αυξήσεις στην τιμή του πετρελαίου (Osigwe and Arawomo, 2015).

3.2 Συμπεράσματα

Από την μελέτη της βιβλιογραφίας μπορούμε να συμπεράνουμε εύκολα πως η κατανάλωση ενέργειας και η ανάπτυξη συσχετίζονται. Ωστόσο, η κατεύθυνση της αιτιότητας ποικίλει ανάλογα με την χώρα και την χρονική στιγμή. Η ύπαρξη εγχώριων ορυκτών πόρων φαίνεται να διακατέχει καθοριστικό ρόλο ως προς την σχέση αυτή. Η αιτιότητα φαίνεται να εξαρτάται και από το στάδιο ανάπτυξης μίας χώρας αλλά και από τον τύπο οικονομίας της.

Γενικεύοντας, θα μπορούσαμε να εντάξουμε τις χώρες σε έναν δισδιάστατο Πίνακα. Στον οριζόντιο άξονα βρίσκεται το ενεργειακό τους ισοζύγιο και στον κάθετο το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκονται.

Πίνακας 3.2.1: Στάδιο Ανάπτυξης και Ενεργειακό Ισοζύγιο
Ενεργειακό Ισοζύγιο

		Εισαγωγείς	Εξαγωγείς
Στάδιο Ανάπτυξης	Αναπτυσσόμενες	Κίνα, Ινδία	Ινδονησία, Μαλαισία, χώρες του Κόλπου (εκτός ΣΑ), Νιγηρία
	Αναπτυγμένες	Ιαπωνία, Κορέα, Γαλλία, Σιγκαπούρη	Καναδάς, ΗΠΑ, Σαουδική Αραβία

Στο 2ο και στο 3ο τεταρτημόριο η κατανάλωση ενέργειας φαίνεται να προκαλεί την ανάπτυξη, ενώ στο 1ο, και στο 4ο τεταρτημόριο, η ανάπτυξη την κατανάλωση ενέργειας. Η ανάπτυξη στις ανεπτυγμένες χώρες φαίνεται να εξαρτάται λιγότερο από την ενέργεια απ' ότι στις αναπτυσσόμενες. Αυτό συμβαίνει διότι, αφενός έχουν μεγάλο τριτογενή τομέα, ο οποίος και δεν έχει μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις, και αφετέρου, τα προϊόντα που παράγουν έχουν μεγαλύτερη υπεραξία (brand name) από τα προϊόντα των αναπτυσσόμενων. Ωστόσο η κατανάλωση της ενέργειας είναι κρίσιμη και για τις αναπτυγμένες χώρες που εισάγουν ενέργεια και κυρίως για αυτές που έχουν βαριά βιομηχανία (Ιαπωνία).

Στην περίπτωση των εξαγωγών αναπτυσσόμενων, η ανάπτυξη οδηγεί καθαρά στην κατανάλωση περισσότερης ενέργειας. Η υπόθεση της ουδετερότητας φαίνεται να ισχύει περισσότερο για τις αναπτυγμένες χώρες με ουδέτερο ή ελαφρώς θετικό ενεργειακό ισοζύγιο.

Οι πολιτικές περιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας φαίνεται να επηρεάζουν αρνητικά την ανάπτυξη σε όλες τις περιπτώσεις κατά λίγο ή πολύ. Με το μεγαλύτερο πλήγμα να το δέχονται οι εισαγωγείς αναπτυσσόμενες και το μικρότερο οι εξαγωγείς αναπτυγμένες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

4.1 Εισαγωγή

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στο οικονομετρικό μοντέλο αντλήθηκαν από τις βάσεις του World Bank για την μεταβλητή του ΑΕΠ ενώ τα δεδομένα της κατανάλωσης πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος από τις βάσεις του International Energy Agency, είναι ετήσια και αφορούν το χρονικό διάστημα 1980-2015. Το δείγμα της έρευνας διαθέτει συνολικό αριθμό παρατηρήσεων τις 36.

Αυτή η περίοδος έπεται των δύο ενεργειακών κρίσεων πετρελαίου και χαρακτηρίζεται από την είσοδο της χώρας στην Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα (1981), στην Οικονομική και Νομισματική Ένωση (1999), την υιοθέτηση του Πρωτόκολλο του Κιότο, την κρίση της Ευρωζώνης και την ελληνική κρίση χρέους. Είναι μία περίοδος όπου παρατηρείται σταδιακή και σταθερή αλλαγή του τύπου της οικονομίας της Ελλάδας και των υπόλοιπων χωρών PIIGS, από οικονομίες πρωτογενούς και δευτερογενούς κυρίως σε τριτογενούς κατά κύριο λόγο, τύπου.

4.2 Περιγραφική παρουσίαση των μεταβλητών

4.2.1. Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν – GDP (constant 2010 US\$)

Το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ή ΑΕΠ) (Gross Domestic Product - GDP) είναι το σύνολο όλων των τελικών αγαθών (υλικών και άυλων) που παράγει μια οικονομία σε διάστημα ενός έτους, εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες. Με άλλα λόγια είναι η συνολική αξία όλων των τελικών αγαθών (υλικών και άυλων) που παρήχθησαν εντός μιας χώρας σε διάστημα ενός έτους, ακόμα και αν μέρος αυτού παρήχθη από παραγωγικές μονάδες που ανήκουν σε κατοίκους του εξωτερικού.

Ως οικονομική μεγέθυνση ορίζεται η ποσοστιαία ετήσια μεταβολή του ΑΕΠ μιας οικονομίας. Ο όρος οικονομική μεγέθυνση χρησιμοποιείται συχνά έναντι του όρου της οικονομικής ανάπτυξης και το αντίστροφο. Ως μεγέθυνση ορίζεται η ετήσια ποσοστιαία μεταβολή μιας μεταβλητής (στη συγκεκριμένη περίπτωση του ΑΕΠ) και συνεπώς αποτελεί έναν ποσοτικό

δείκτη. Ο όρος της οικονομικής ανάπτυξης είναι και ποιοτικός δείκτης, και σχετίζεται με τις δυνατότητες ικανοποίησης των ατομικών και κοινωνικών αναγκών και για τον καθορισμός του χρησιμοποιούνται και άλλοι δείκτες, όπως για παράδειγμα δείκτες που σχετίζονται με το επίπεδο υγείας, μόρφωσης και μακροβιότητας.

Το περιεχόμενο των δύο όρων είναι, κυρίως, συμπληρωματικό, καθώς η οικονομική ανάπτυξη προϋποθέτει την οικονομική μεγέθυνση. Είναι δυνατόν να υπάρχει οικονομική μεγέθυνση χωρίς σημαντική ανάπτυξη, όταν για παράδειγμα υπάρχει υψηλή συγκέντρωση εισοδήματος σε μια μερίδα του πληθυσμού και παράλληλα απουσιάζει ή είναι πολύ περιορισμένη η οικονομική διάχυση και η ποιοτική αναβάθμιση. Από την άλλη είναι απίθανο να υπάρξει σημαντική ανάπτυξη χωρίς το λιγότερο μια μέτρια οικονομική μεγέθυνση. Γενικά, η οικονομική μεγέθυνση μπορεί να είναι απαραίτητη, αλλά όχι και ικανή συνθήκη για την ανάπτυξη.

4.2.2. Συνολική Κατανάλωση Πετρελαίου (1000 bbl/d)

Η συνολική κατανάλωση πετρελαίου εκφράζει το συνολικό ποσό πετρελαίου που καταναλώνεται σε μία χώρα από το κράτος, τα νοικοκυριά και τις επιχειρήσεις σε περίοδο ενός έτους. Μονάδα μέτρησης των δεδομένων είναι τα 1000 βαρέλια την ημέρα (1000 bbl/d). Ένα βαρέλι ισοδυναμεί με 159 λίτρα.

Το πετρέλαιο, το πιο σημαντικό ορυκτό καύσιμο υπάρχει σε πολύ λίγες χώρες, οι περισσότερες εκ των οποίων είναι πολιτικά ασταθείς. Ωστόσο είναι αναγκαίο για την ανάπτυξη της κάθε χώρας. Οι κλάδοι των μεταφορών και της αγροτικής παραγωγής επηρεάζονται άμεσα από την τιμή του πετρελαίου. Και ο δευτερογενής τομέας επηρεάζεται σημαντικά από την τιμή του πετρελαίου, καθώς πολλά υλικά, όπως το πλαστικό και το τσιμέντο παράγονται από το πετρέλαιο.

Γενικά, οι χώρες μπορούν να χωριστούν σε 2 κατηγορίες ανάλογα με την εμπορική σχέση που έχουν με το πετρέλαιο και αντιμετωπίζουν διαφορετικά προβλήματα με τις εκάστοτε διακυμάνσεις της τιμής του. Οι εισαγωγικές χώρες δημιουργούν ελλείμματα με την άνοδο της τιμής του πετρελαίου ενώ οι εξαγωγικές δημιουργούν ελλείμματα με την κάθοδο της τιμής του. Η Ελλάδα και οι χώρες που εξετάζονται είναι όλες εισαγωγικές χώρες, και αντιμετωπίζουν παρόμοια προβλήματα όσον αφορά το πετρέλαιο.

4.2.3. Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (Billion kWh)

Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εκφράζει το συνολικό ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται σε μία χώρα από το κράτος, τα νοικοκυριά και τις επιχειρήσεις σε περίοδο ενός έτους. Είναι η ενέργεια που καταναλώνεται από τα νοικοκυριά και την βιομηχανία της χώρας και παράγεται από τους θερμικούς σταθμούς και τις ανανεώσιμες πηγές συν τις εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας από συνδεδεμένα με το δίκτυο γειτονικά κράτη μείον τις εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας προς τα γειτονικά κράτη. Μονάδα μέτρησης των δεδομένων είναι οι 1 δισεκατομμύριο κιλοβατώρες (billion kWh). Μία κιλοβατώρα ισούται με 3.6 megajoules.

Η ανάπτυξη του ηλεκτρικού δικτύου μίας χώρας είναι πολύ σημαντική για την ανάπτυξη της βιομηχανίας αλλά και του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων της. Οι τιμές ρεύματος θα πρέπει να είναι ανταγωνιστικές για να μπορεί και η βιομηχανία μιας χώρας να είναι ανταγωνιστική. Στην Ελλάδα η ανάπτυξη του ηλεκτρικού δικτύου και πρωτίστως των θερμικών σταθμών λιγνίτη είναι συνδεδεμένη με την βιομηχανική ανάπτυξη της χώρας.

Οι παραπάνω σειρές μετατράπηκαν και χρησιμοποιήθηκαν σε λογαριθμική μορφή και για λόγους ευκολίας ακολουθήθηκαν οι παρακάτω συντομογραφίες (Abbreviations):

LY – λογάριθμος της σειράς του ΑΕΠ

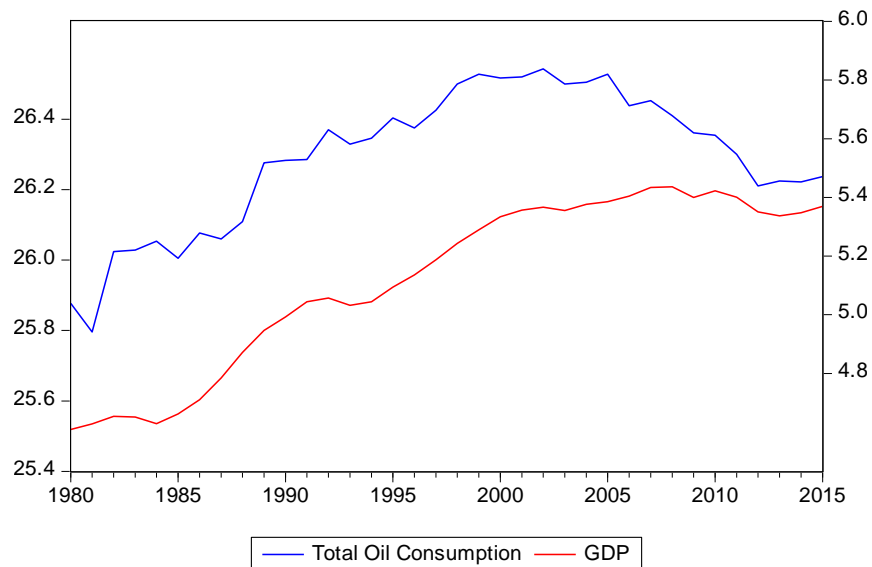
LO – λογάριθμος της σειράς της κατανάλωσης πετρελαίου

LE – λογάριθμος της σειράς της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος

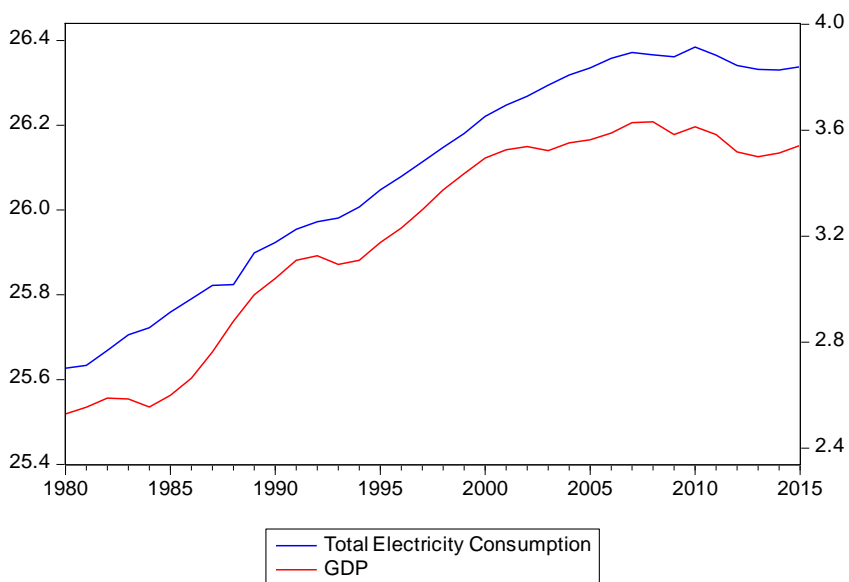
4.3 Διαγραμματική παρουσίαση των μεταβλητών

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα των σειρών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία. Στα διαγράμματα χρησιμοποιήθηκαν οι λογάριθμοι των δεδομένων (όπως και στην εμπειρική μελέτη) και όχι οι πραγματικές τιμές τους.

4.3.1. Πορτογαλία



Γράφημα 4.3.1: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης πετρελαίου για την Πορτογαλία

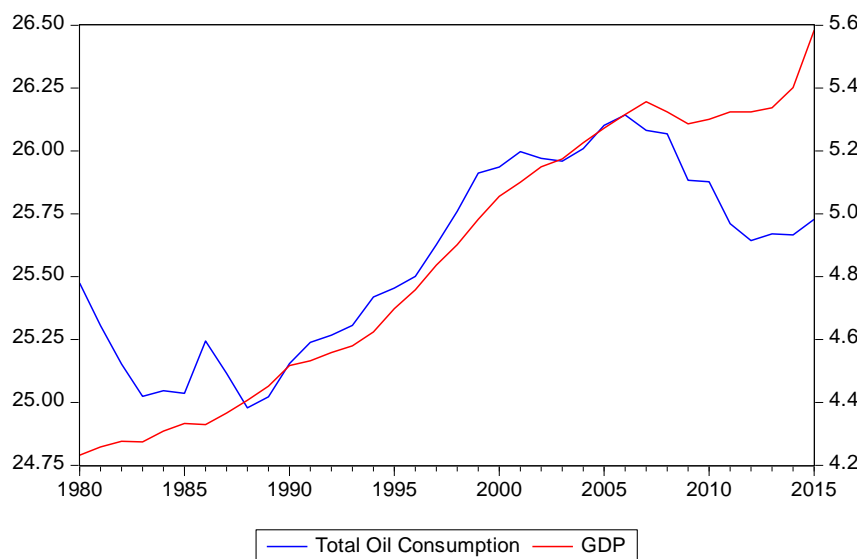


Γράφημα 4.3.2: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης ηλ. ρεύματος για την Πορτογαλία

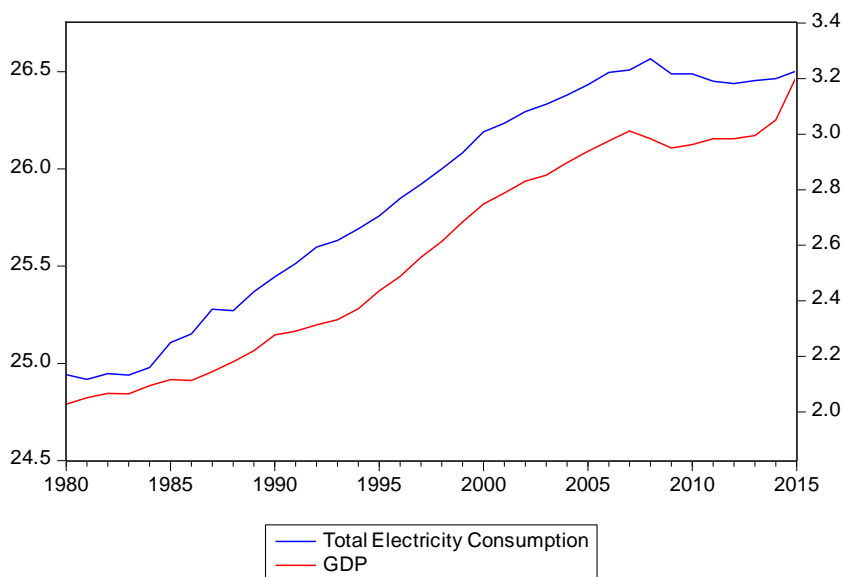
Από τα παραπάνω Γραφήματα παρατηρείται μείωση του ΑΕΠ τις χρονιές 1983, 1993, 2003 και 2008. Η κατανάλωση του πετρελαίου φαίνεται να ακολουθεί παρόμοια πορεία με αυτή του ΑΕΠ. Η κατανάλωση του ηλεκτρισμού αυξάνεται σταθερά και μειώνεται το 2011 και φαίνεται

να συσχετίζεται με το ΑΕΠ. Η κατανάλωση πετρελαίου φαίνεται να αρχίζει να μειώνεται μετά το 2004.

4.3.2. Ιρλανδία



Γράφημα 4.3.3: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης πετρελαίου για την Ιρλανδία

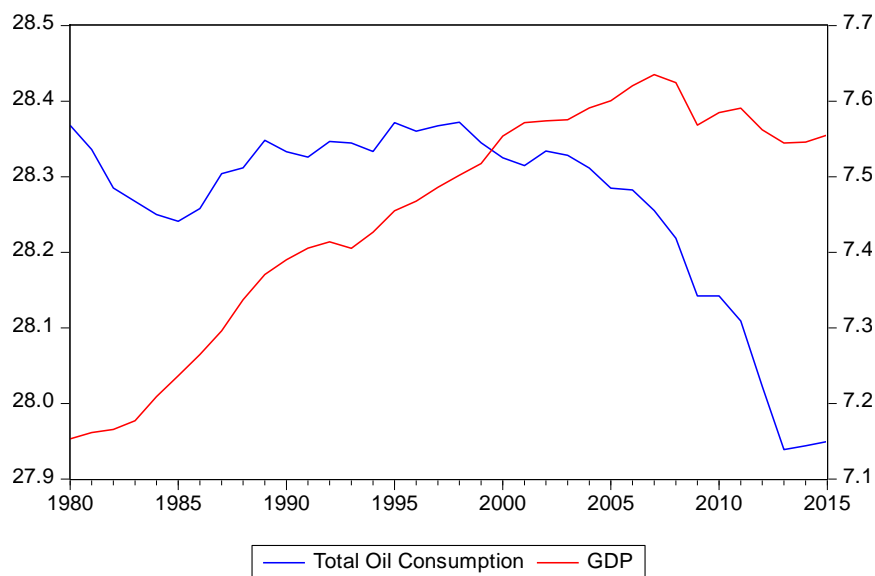


Γράφημα 4.3.4: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης ηλ. ρεύματος για την Ιρλανδία

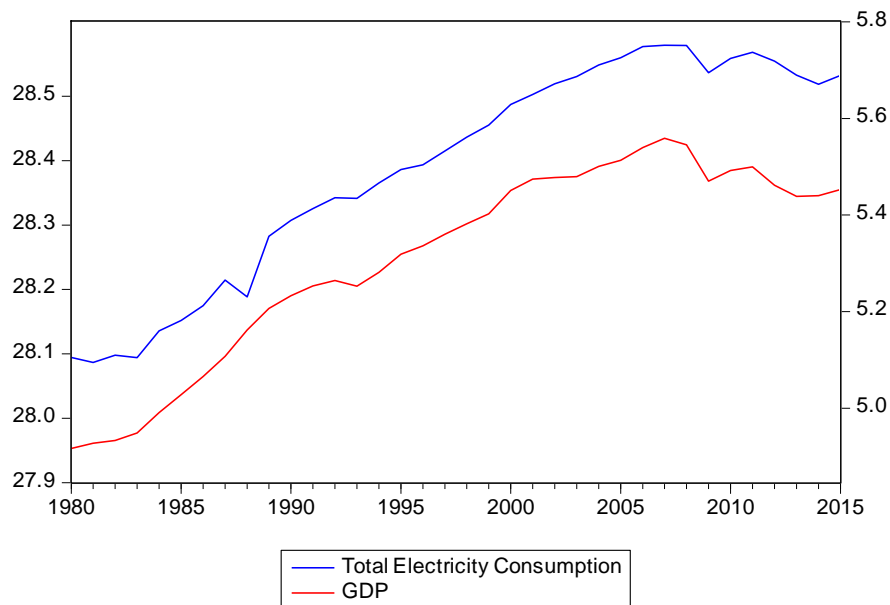
Από τα παραπάνω Γραφήματα παρατηρείται, μείωση του ΑΕΠ το 1983 και το 2008. Από την αρχική οπτική παρατήρηση φαίνεται να υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ ΑΕΠ και κατανάλωσης πετρελαίου, η οποία ξεκινά στα τέλη του 80 και σταματά περίπου το 2007. Η

κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ακολουθεί παρόμοια πορεία με αυτή του ΑΕΠ και ενδεχομένως συσχετίζονται.

4.3.3. Ιταλία



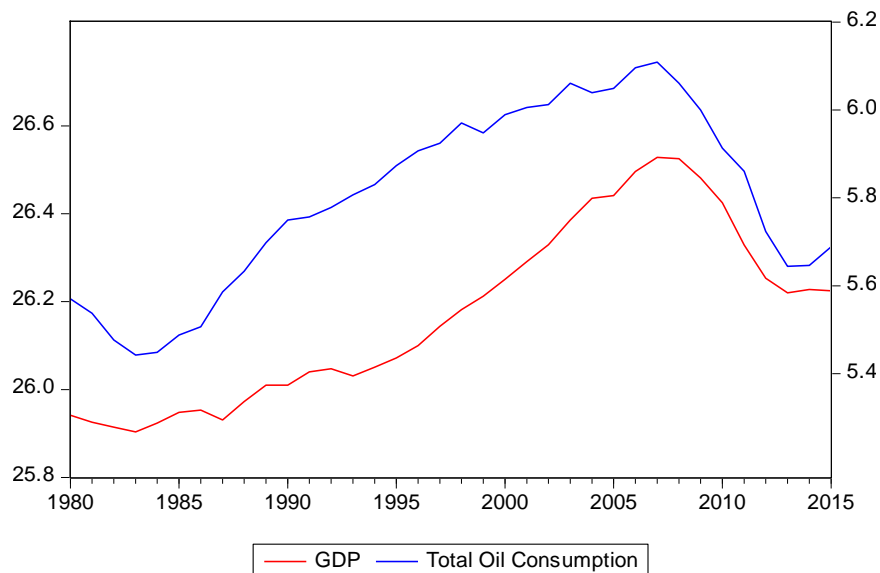
Γράφημα 4.3.5: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης πετρελαίου για την Ιταλία



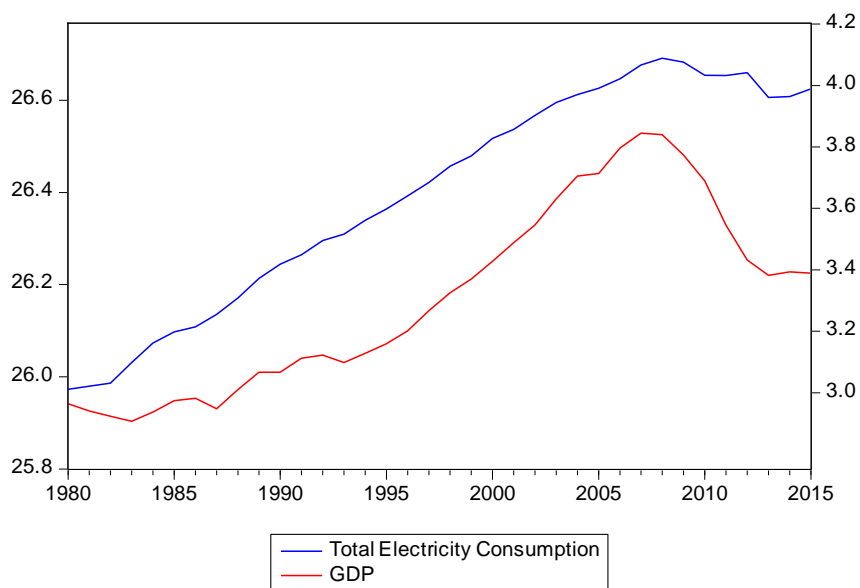
Γράφημα 4.3.6: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης ηλ. ρεύματος για την Ιταλία

Από τα παραπάνω Γραφήματα παρατηρείται για την Ιταλία μείωση του ΑΕΠ τις χρονιές 1993, 2008 και 2012. Δεν παρατηρείται κάποια συσχέτιση μεταξύ ΑΕΠ και κατανάλωσης πετρελαίου. Η γραμμή κατανάλωσης ρεύματος φαίνεται να είναι αρκετά παρόμοια με αυτή του ΑΕΠ.

4.3.4 Ελλάδα



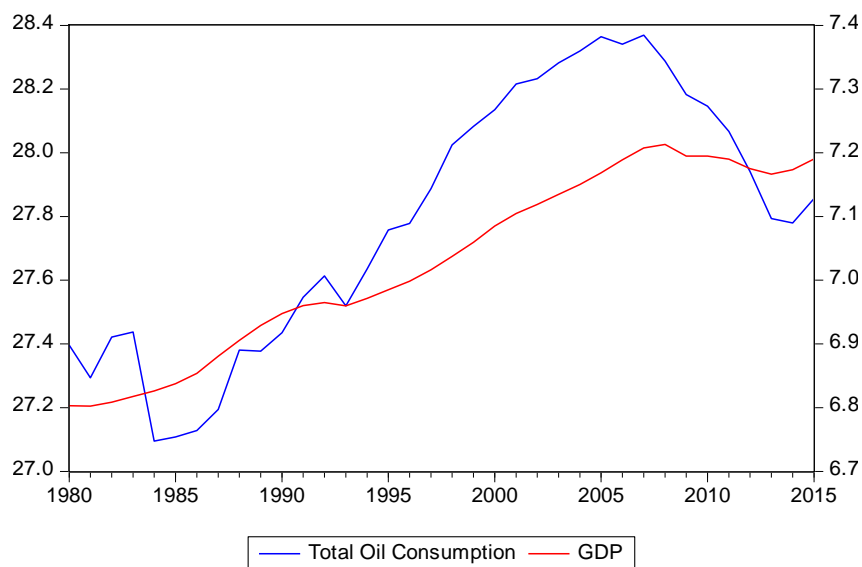
Γράφημα 4.3.7: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης πετρελαίου για την Ελλάδα



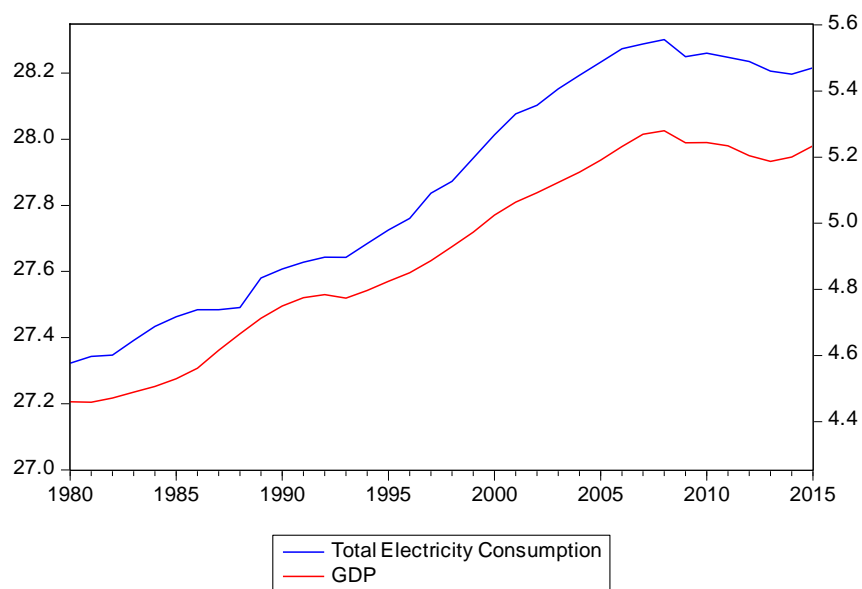
Γράφημα 4.3.8: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης ηλ. ρεύματος για την Ελλάδα

Από τα παραπάνω Γραφήματα παρατηρείται για την Ελλάδα μείωση του ΑΕΠ το 1981, 1987, 1993 και το 2008. Η κατανάλωση πετρελαίου φαίνεται να ακολουθεί παρόμοια πορεία με το ΑΕΠ. Η κατανάλωση ρεύματος είναι ανοδική μέχρι το 2009, όπου αρχίζει και μειώνεται μαζί με το ΑΕΠ, αλλά παραμένει λίγο πιο σταθερή

4.3.5 Ισπανία



Γράφημα 4.3.9: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης πετρελαίου για την Ισπανία



Γράφημα 4.3.10: Το Γράφημα των μεταβλητών ΑΕΠ και συνολικής κατανάλωσης ηλ. ρεύματος για την Ισπανία

Στην Ισπανία, η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ακολουθεί παρόμοια πορεία με το ΑΕΠ, υποδεικνύοντας ενδεχόμενη συσχέτιση. Η κατανάλωση πετρελαίου είναι πιο ασταθής, ωστόσο μπορεί να συσχετίζεται με το ΑΕΠ.

4.4 Παρουσίαση μεταβλητών με περιγραφικές στατιστικές

Στον Πίνακα 4.4.1, παρατίθενται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία όλων των μεταβλητών συγκεντρωτικά:

Πίνακας 4.4.1: Μέτρα περιγραφικής στατιστικής

		LY	LE	LO
Πορτογαλία	Μέση Τιμή	25.94532	3.436446	5.535756
	Διάμεσος	26.02438	3.508052	5.591662
	Μέγιστο	26.20824	3.914371	5.838194
	Ελάχιστο	25.51884	2.701495	4.941642
	Τυπική Απόκλιση	0.241899	0.409096	0.238228
	Ασυμμετρία	-0.601187	-0.399815	-0.691650
	Κύρτωση	1.874208	1.726968	2.630263
	Jarque-Bera	4.069667	3.390031	3.075335
	Probability	0.130702	0.183596	0.214882
	Αριθμός Παρ/σεων	36	36	36
Ιρλανδία	Μέση Τιμή	25.56804	2.779986	4.855248
	Διάμεσος	25.58655	2.847405	4.908278
	Μέγιστο	26.47935	3.271658	5.314622
	Ελάχιστο	24.79033	2.116496	4.382812
	Τυπική Απόκλιση	0.539738	0.408352	0.299945
	Ασυμμετρία	-0.043050	-0.343216	-0.082235
	Κύρτωση	1.464535	1.611947	1.624613
	Jarque-Bera	3.547597	3.596817	2.878110
	Probability	0.169687	0.165562	0.237152
	Αριθμός Παρ/σεων	36	36	36
Ιταλία	Μέση Τιμή	28.24824	5.496925	7.460279
	Διάμεσος	28.29391	5.546936	7.511612
	Μέγιστο	28.43504	5.751698	7.571988
	Ελάχιστο	27.95297	5.094731	7.138884
	Τυπική Απόκλιση	0.152350	0.226662	0.124589
	Ασυμμετρία	-0.689905	-0.544410	-1.548051
	Κύρτωση	2.165030	1.866304	4.293396
	Jarque-Bera	3.901578	3.706195	16.88808
	Probability	0.142162	0.156751	0.000215

	Αριθμός Παρ/σεων	36	36	36
Ελλάδα	Μέση Τιμή	26.17107	3.647533	5.800847
	Διάμεσος	26.16293	3.711020	5.818620
	Μέγιστο	26.52858	4.088518	6.109004
	Ελάχιστο	25.90350	3.010916	5.442418
	Τυπική Απόκλιση	0.202643	0.359822	0.208364
	Ασυμμετρία	0.315241	-0.394785	-0.228039
	Κύρτωση	1.785805	1.749019	1.769083
	Jarque-Bera	2.807668	3.282562	2.584743
	Probability	0.245653	0.193732	0.274619
	Αριθμός Παρ/σεων	36	36	36
Ισπανία	Μέση Τιμή	27.65676	5.113481	7.094827
	Διάμεσος	27.65385	5.109020	7.093332
	Μέγιστο	28.02608	5.556007	7.384695
	Ελάχιστο	27.20485	4.576637	6.747324
	Τυπική Απόκλιση	0.282947	0.343608	0.204032
	Ασυμμετρία	-0.219028	-0.114463	-0.143195
	Κύρτωση	1.629365	1.450532	1.721386
	Jarque-Bera	3.105802	3.679886	2.575311
	Probability	0.211633	0.158826	0.275917
	Αριθμός Παρ/σεων	36	36	36

*Σημείωση: χάριν χώρου, έχει παραλειφθεί η παρουσίαση του ιστογράμματος των μεταβλητών.

4.4.1. Συντελεστής Ασυμμετρίας (Skewness)

Το πρόσημο του συντελεστή ασυμμετρίας δείχνει προς τα που μία κατανομή τείνει να είναι ασύμμετρη. Εάν το πρόσημο είναι αρνητικό, τότε η κατανομή είναι ασύμμετρη προς τα αριστερά, εάν είναι θετικό, τότε η κατανομή είναι ασύμμετρη προς τα δεξιά. Στην περίπτωση μας μόνο η μεταβλητή του ΑΕΠ για την Ελλάδα ασύμμετρη προς τα δεξιά, όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές είναι ασύμμετρες προς τα αριστερά.

4.4.2. Κύρτωση (Kurtosis)

Η κανονική κατανομή είναι το μέτρο και για την κυρτότητα μίας κατανομής. Αν κάποια κατανομή έχει περισσότερο “οξεία” κορυφή από αυτή της κανονικής κατανομής τότε ονομάζεται Λεπτόκυρτη, ενώ όταν έχει περισσότερο “πλατιά” κορυφή τότε ονομάζεται

Πλατύκυρτη. Στον Πίνακα 4.4.1 χρησιμοποιείται ο συντελεστής Pearson για τον προσδιορισμό της κύρτωσης. Έχουμε:

- $|\text{Συντελεστής Pearson}| < 3$ τότε η κατανομή είναι πλατύκυρτη
- $|\text{Συντελεστής Pearson}| > 3$ τότε η κατανομή είναι λεπτόκυρτη
- $|\text{Συντελεστής Pearson}| = 3$ η κατανομή είναι μεσόκυρτη

Στην περίπτωση μας μόνο η μεταβλητή LO για την Ιταλία είναι λεπτόκυρτη, ενώ όλες οι υπόλοιπες είναι πλατύκυρτες.

4.4.3. Έλεγχος Jarque-Bera

Τέλος, με τον έλεγχο Jarque-Bera βλέπουμε κατά πόσο τα στοιχεία προσεγγίζουν ή όχι την κανονική κατανομή. Σχηματίζουμε τις υποθέσεις:

H_0 : Τα στοιχεία της μεταβλητής GDP κατανέμονται κανονικά

H_1 : Τα στοιχεία της μεταβλητής GDP δεν κατανέμονται κανονικά.

Για $P < 0.05$ απορρίπτεται η αρχική υπόθεση. Υπ' αυτή την συνθήκη απορρίπτεται η μεταβλητή LO για την Ιταλία. Για όλες τις άλλες μεταβλητές ισχύει $P > 0.05$ και επομένως ακολουθούν την κανονική κατανομή.

4.5 Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι μεταβλητές που συμμετέχουν στα δύο οικονομετρικά υποδείγματα της εργασίας, μέσω των γραφημάτων τους και μέσω των αριθμητικών περιγραφικών μέτρων τους.

Από την συνολικότερη παρατήρηση των διαγραμμάτων είναι παρατηρήσιμη η ύφεση των αρχών της δεκαετίας του 80 και των αρχών της δεκαετίας του 90. Η Ιρλανδία φαίνεται να μην επηρεάστηκε από την ύφεση της δεκαετίας του 90, πιθανότατα λόγω των οικονομικών πολιτικών που είχε εφαρμόσει στα τέλη της δεκαετίας του 80 και στις αρχές του 90.

Όσον αφορά την κατανομή των μεταβλητών, όλες ακολουθούν την κανονική κατανομή εκτός από την LO (συνολική κατανάλωση πετρελαίου) της Ιταλίας η οποία είναι λεπτόκυρτη και

ασύμμετρη προς τα αριστερά. Όλες οι μεταβλητές είναι πλατύκυρτες εκτός από την LO της Ιταλίας που είναι λεπτόκυρτη. Επίσης όλες έχουν αριστερή συμμετρία εκτός από την LY (ΑΕΠ) της Ελλάδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

5.1 Εισαγωγή

Μια από τις υποθέσεις που χρησιμοποιούμε στην ανάλυση της παλινδρόμησης είναι πως οι χρονολογικές σειρές είναι στάσιμες (stationary), είτε στο επίπεδο είτε στην 1^η διαφορά. Σε περίπτωση μη στασιμότητας στο επίπεδο ή στην 1^η διαφορά των χρονολογικών σειρών, οι στατιστικοί έλεγχοι δεν ισχύουν καθώς τα αποτελέσματα τα οποία δίνουν δεν είναι αξιόπιστα (Δριτσάκης 2007).

Στο κεφάλαιο αυτό, διενεργούνται οι έλεγχοι στασιμότητας για τις μεταβλητές, καθώς τα στατιστικά αποτελέσματα δεν έχουν καμία ερμηνευτική σημασία στην περίπτωση μη στασιμότητας των μεταβλητών στο επίπεδο(δεδομένα τύπου I(0)) ή την 1^η διαφορά(δεδομένα τύπου I(1)).

Σύμφωνα με τους Κατρακυλίδη και Ταμπάκη (2011) μία διαδικασία θεωρείται στάσιμη, όταν η προσδοκώμενη τιμή και η διακύμανσή της δεν εξαρτώνται από το χρόνο, ενώ οι συνδιακυμάνσεις της είναι συναρτήσεις της χρονικής υστέρησης ή προώθησης. Εναλλακτικά, οι Gujarati και Porter (2009) όρισαν τη στάσιμη διαδικασία ως μία στοχαστική διαδικασία, όπου ο μέσος όρος και η διακύμανση είναι σταθερές στο χρόνο και η τιμή της συνδιακύμανσης μεταξύ δύο διαφορετικών χρονικών περιόδων εξαρτάται μόνο από την απόσταση ή την υστέρηση μεταξύ αυτών των δύο χρονικών περιόδων και όχι από τον πραγματικό χρόνο (ή την πραγματική χρονική περίοδο) κατά τον οποίο υπολογίσθηκε η συνδιακύμανση.

Μία χρονολογική σειρά καλείται στάσιμη όταν οι τιμές των μέσων και των διακυμάνσεων είναι:

1. Ο Μέσος Όρος (Mean): $E(Y_t) = \mu$
2. Η διακύμανση (Variance): $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$
3. Η συνδιακύμανση (Covariance): $Cov(Y_t, Y_{t+k}) = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] = \gamma_k$, με γ_k σταθερό για όλα τα t και $k \neq 0$

5.2 Έλεγχοι μοναδιαίας ρίζας

Ο έλεγχος της στασιμότητας μιας χρονικής σειράς μπορεί με τον έλεγχο μοναδιαίας ρίζας. Οι πιο συνήθεις έλεγχοι για την εξέταση της μοναδιαίας ρίζας είναι ο επαυξημένος έλεγχος των Dickey-Fuller (ADF) , ο έλεγχος των Phillips-Perron (PP) και ο έλεγχος των Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin – KPSS

Έστω το αυτοπαλινδρόμο σχήμα πρώτου βαθμού $Y_t = \alpha + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t$

- Αν $|\phi| < 1$ τότε η μεταβλητή Y είναι στάσιμη και συνεπώς μπορούμε να προχωρήσουμε στην παλινδρόμηση.
- Αν $|\phi| = 1$ τότε η μεταβλητή Y είναι μη στάσιμη. Όταν η μεταβλητή Y είναι μη στάσιμη τότε λέμε ότι έχει μοναδιαία ρίζα ($\phi = 1$) και η συνάρτηση συντελεστών θα βρίσκεται κοντά στην μονάδα και δεν θα μειώνεται διαχρονικά καθώς θα αυξάνονται οι υστερήσεις. Αν η Y έχει μοναδιαία ρίζα τότε η μεταβλητή θα παρουσιάζει τάση.
- Η περίπτωση όπου $|\phi| > 1$ είναι πολύ σπάνια (Χάλκος 2011).

5.3 Ο έλεγχος Dickey-Fuller

Ο έλεγχος των Dickey-Fuller (Dickey, Fuller, 1979) γίνεται με την κατανομή t-statistic και βασίζεται στις παρακάτω τρεις εξισώσεις:

$$\Delta X_t = \delta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (\text{χωρίς σταθερά, χωρίς τάση}) \quad (1)$$

$$\Delta X_t = \alpha + \delta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (\text{με σταθερά, χωρίς τάση}) \quad (2)$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta_t + \delta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (\text{με σταθερά και με τάση}) \quad (3)$$

Η διαφορά των τριών παραπάνω εξισώσεων βρίσκεται στο αν στον έλεγχο θα συμπεριλάβουμε σταθερό και τάση ή όχι.

Οι υποθέσεις που εξετάζονται είναι:

$H_0 : \delta = 0$ ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας/ η χρονοσειρά δεν είναι στάσιμη, εάν $t_\delta > \tau$

$H_1 : \delta < 0$ δεν υπάρχει μοναδιαία ρίζα/ η χρονοσειρά είναι στάσιμη, εάν $t_\delta < \tau$

Αν ο διαταρακτικός όρος αυτοσυσχετίζεται τότε χρησιμοποιείται ο επαυξημένος έλεγχος Dickey-Fuller ο οποίος αναλύεται στη συνέχεια (Κάτος 2004).

Εάν μία ή περισσότερες από τις παραπάνω τρεις συνθήκες για στασιμότητα δεν εκπληρώνεται τότε η χρονική σειρά X_t χαρακτηρίζεται ως ‘μη στάσιμη’. Στην πράξη είναι πολύ δύσκολο να εντοπίσουμε στάσιμες χρονικές σειρές ιδιαίτερα δε στην οικονομική επιστήμη. Μια χρονική σειρά δεν είναι στάσιμη όταν παρουσιάζει τάση (ανοδική ή καθοδική), όταν μεταβάλλεται η μεταβλητότητά της σε συνάρτηση με τον χρόνο ή όταν παρουσιάζει εποχικότητα. (Κάτος, 2004)

Οι έλεγχοι στασιμότητας μπορούν να χωριστούν 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. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιούνται οι έλεγχοι μοναδιαίων ριζών για τον έλεγχο της στασιμότητας.

5.4 Ο επαυξημένος έλεγχος Dickey-Fuller

Ο επαυξημένος έλεγχος Dickey-Fuller (ADF) αποτελεί μια γενίκευση του ελέγχου Dickey-Fuller, όπου στη θέση του αυτοπαλίνδρου σχήματος πρώτου βαθμού $Y_t = \alpha + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t$ που ίσχυε θέτουμε την γενική περίπτωση του αυτοπαλίνδρου σχήματος p τάξεως

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t.$$

Οι εξισώσεις (1), (2) και (3) της ενότητας 5.1.2 επαυξάνονται με τους όρους διαφορών σε υστέρηση και προκύπτουν οι παρακάτω εξισώσεις:

$$\Delta X_t = \delta X_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \delta_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (\text{χωρίς σταθερά, χωρίς τάση})$$

$$\Delta X_t = \alpha + \delta X_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \delta_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (\text{με σταθερά, χωρίς τάση})$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta_t + \delta X_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \delta_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (\text{με σταθερά και με τάση})$$

Η υστέρηση καθορίζεται βάση των μικρότερων τιμών των Akaike (AIC) και Schwartz (SC) κριτηρίων.

Οι υποθέσεις που εξετάζονται είναι (Κάτος 2004):

$H_0 : \delta = 0$ ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας / η χρονοσειρά δεν είναι στάσιμη, εάν $t_\delta > \tau$

$H_1 : \delta < 0$ δεν υπάρχει μοναδιαία ρίζα / η χρονοσειρά είναι στάσιμη, εάν $t_\delta < \tau$

5.5 Ο έλεγχος Phillips-Perron

Οι Phillips και Perron (1988) πρότειναν έναν έλεγχο για την αντιμετώπιση του προβλήματος της αυτοσυσχέτισης των διαταρακτικών όρων διορθώνοντας το στατιστικό t του συντελεστή παλινδρόμησης X_{t-1} . Ο έλεγχος των Phillips-Perron βασίζεται στις ίδιες εξισώσεις με αυτές των Dickey-Fuller και αποτελεί μια μη παραμετρική μέθοδο η οποία χρησιμοποιείται προκειμένου να ληφθούν υπόψιν και αυτοσυσχετίσεις υψηλότερων τάξεων.

Ο έλεγχος βασίζεται στις παρακάτω τρεις εξισώσεις:

$$\Delta X_t = \delta X_{t-1} + \varepsilon_t \text{ (χωρίς σταθερό και τάση)}$$

$$\Delta X_t = \alpha + \delta X_{t-1} + \varepsilon_t \text{ (με σταθερό χωρίς τάση)}$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta_t + \delta X_{t-1} + \varepsilon_t \text{ (με σταθερό και τάση)}$$

5.6 Ο έλεγχος των Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin (1992) – KPSS

Σύμφωνα με τον έλεγχο στασιμότητας ή μοναδιαίας ρίζας των Kwiatkowski, Phillips, Schmidt και Shin (1992), η μηδενική υπόθεση (null hypothesis) είναι ότι μία χρονολογική σειρά y_t είναι στάσιμη, σε αντίθεση με την πλειοψηφία των σχετικών ελέγχων. Η στατιστική KPSS βασίζεται στα κατάλοιπα της παλινδρόμησης με την μέθοδο των Ελαχίστων Τετραγώνων (OLS regression):

$$y_t = \xi t + r_t + \varepsilon_t$$

Η χρονολογική σειρά y_t διαχωρίζεται σε τρία μέρη: στην τάση (deterministic trend) σε ένα υπόδειγμα τυχαίου περιπάτου (random walk) και ένα στάσιμο κατάλοιπο (stationary error).

Το r_t είναι ένας τυχαίος περίπατος,

$$r_t = r_{t-1} + u_t$$

όπου το u_t είναι iid $(0, \sigma_u^2)$. Η υπόθεση της στασιμότητας είναι $\sigma_u^2 = 0$. Καθώς, υποτίθεται ότι το ε_t είναι στάσιμο τότε, σύμφωνα με τη μηδενική υπόθεση, η σειρά y_t είναι στάσιμη. Η στατιστική ελέγχου KPSS ορίζεται ως εξής:

$$LM = \sum_{t=1}^T S_t^2 / \sigma_\varepsilon^2$$

όπου σ_ε^2 είναι η εκτίμηση της διακύμανσης των καταλοίπων της παλινδρόμησης (το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων προς τον αριθμό των παρατηρήσεων T), και

$$S_t = \sum_{i=1}^t e_i \text{ και } t = 1, 2, \dots, T$$

Σημειώνεται, ότι για να γίνει αποδεκτή η μηδενική υπόθεση της στασιμότητας πρέπει η τιμή της στατιστικής LM να είναι μικρότερη από την κρίσιμη τιμή (critical value) για συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

5.7 Αποτελέσματα ελέγχων για την μοναδιαία ρίζα

Στον Πίνακα 5.7.1 παρουσιάζονται περιληπτικά τα αποτελέσματα του ελέγχου στασιμότητας ADF στο επίπεδο και την 1^η διαφορά. Τα αποτελέσματα των ελέγχων παρουσιάζονται αναλυτικά στο [Παράρτημα](#).

Πίνακας 5.7.1: Έλεγχος στασιμότητας με Augmented Dickey-Fuller test (ADF) στο επίπεδο και στην πρώτη διαφορά

Variable	Period	Level			First Differences			Decision
		None	Intercept	Trend and Intercept	None	Intercept	Trend and Intercept	
PRLY	1980-2015	1.485997	-1.751400	-1.328697	-2.151890**	-2.659374***	-3.018645	I(1)
PRLE	1980-2015	2.225283	-2.925689**	1.560815	-2.284547**	-3.670442*	-5.365817*	I(1)
PRLO	1980-2015	0.189176	-1.564915	-0.928008	-2.470555**	-2.406935	-8.970861*	I(1)
IRLY	1980-2015	3.262508	0.562163	-3.019993	-0.270723	-1.425333	-1.358510	?
IRLE	1980-2015	1.170642	-2.232305	-1.098642	-1.052206	-1.948606	-2.761130	?
IRLO	1980-2015	0.590389	-1.203296	-1.437807	-3.243886*	-4.101445*	-4.043876**	I(1)
ITLY	1980-2015	3.544272	-2.923709***	0.343003	-2.895924*	-3.509733**	-4.935159*	I(1)
ITLE	1980-2015	2.894391	-1.945428	0.035547	-4.673601*	-6.031210*	-7.232594*	I(1)
ITLO	1980-2015	-2.286970**	1.381089	-0.344458	-3.517871*	-3.735976*	-4.197722**	I(0)
GRLY	1980-2015	0.589807	-1.768104	-2.710430	-2.267039**	-2.323273	-2.498848	I(1)
GRLE	1980-2015	0.206240	-2.892865***	1.434193	-1.137743	-0.995667	-4.424072*	I(1)

GRLO	1980-2015	0.389197	-1.939245	-1.483796	-2.654843*	-2.641153***	-2.930221	I(1)
SPLY	1980-2015	1.913367	-1.562210	-2.641740	-1.404865	-2.396886	-2.626792	?
SPLE	1980-2015	1.434574	-1.643277	-3.662540**	-1.507501	-3.438772**	-3.697514**	I(0)/I(1)
SPLO	1980-2015	0.275381	-1.504000	-3.564472***	-1.879529***	-1.875816	-4.739216*	I(1)

Null Hypothesis: Variable has a unit root

Lag length: Automatic selection using Schwarz Info Criterion

Οι αστερίσκοι *, **, *** δηλώνουν στατιστική σημαντικότητα στο 1%, 5%, και 10%, αντίστοιχα.

Στον Πίνακα 5.7.2 παρουσιάζονται περιληπτικά τα αποτελέσματα του ελέγχου στασιμότητας Phillips Perron (PP) στο επίπεδο και την 1^η διαφορά για τις μεταβλητές για τις οποίες δεν βρέθηκαν να είναι ούτε I(0) ούτε I(1). Τα αποτελέσματα των ελέγχων παρουσιάζονται αναλυτικά στο [Παράρτημα](#).

Πίνακας 5.7.2: Έλεγχος στασιμότητας με PP στο επίπεδο και στην πρώτη διαφορά

Variable	Period	Level			First Differences			Decision
		None	Intercept	Trend and Intercept	None	Intercept	Trend and Intercept	
IRLY	1980-2015	4.776329	0.252581	-1.953312	-0.334854	-1.640773	-1.642496	?
IRLE	1980-2015	3.245531	-1.406550	-0.011212	-2.604814**	-4.676745*	-5.273124*	I(1)
SPLY	1980-2015	3.422763	-1.261351	-0.734645	-1.404865	-2.529772	-2.748905	?

Null Hypothesis: Variable has a unit root

Bandwidth: Newey-West Bandwidth automatic selection

Οι αστερίσκοι *, **, *** δηλώνουν στατιστική σημαντικότητα στο 1%, 5%, και 10%, αντίστοιχα.

Στον Πίνακα 5.7.3 παρουσιάζονται περιληπτικά τα αποτελέσματα του ελέγχου στασιμότητας Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin (KPSS) στο επίπεδο και την 1^η διαφορά για τις μεταβλητές για τις οποίες δεν βρέθηκαν να είναι ούτε I(0) ούτε I(1) στα 2 προηγούμενα τεστ. Τα αποτελέσματα των ελέγχων παρουσιάζονται αναλυτικά στο [Παράρτημα](#).

Πίνακας 5.7.3: Έλεγχος στασιμότητας με KPSS στο επίπεδο και στην πρώτη διαφορά

Variable	Period	Level		First Differences		Decision
		Intercept	Trend and Intercept	Intercept	Trend and Intercept	
IRLY	1980-2015	0.695993**	0.106259	0.123580	0.096336	I(0)
SPLY	1980-2015	0.680545**	0.131710***	0.204152	0.118336	I(0)

Null Hypothesis: Variable is stationary

Bandwidth: Newey-West Bandwidth automatic selection

Οι αστερίσκοι *, **, *** δηλώνουν στατιστική σημαντικότητα στο 1%, 5%, και 10%, αντίστοιχα.

5.8 Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάστηκε η στασιμότητα των χρονοσειρών των υποδειγμάτων. Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα του επαυξημένου ελέγχου Dickey-Fuller, του Phillips-Perron και του KPSS καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι δύο μεταβλητές του υποδείγματος (οι IRLY και SPLY) στάσιμη στο επίπεδο ($I(0)$). Μία μεταβλητή, η SPLE είναι διφορούμενο για το εάν είναι στάσιμη στο επίπεδο ή στην 1^η διαφορά, ωστόσο αυτό δεν μας ενοχλεί καθώς η μέθοδος ARDL απαιτεί οι μεταβλητές να είναι είτε $I(0)$, είτε $I(1)$. Δεν συναντήσαμε κάποια μεταβλητή που να είναι στάσιμη στην 2^η διαφορά ($I(2)$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ

6.1 Εισαγωγή

Η συνολοκλήρωση είναι μία οικονομετρική προσέγγιση για την εκτίμηση των μακροχρόνιων συντελεστών, ή των παραμέτρων ισορροπίας, σε μία σχέση όπου οι μεταβλητές δεν είναι στάσιμες (Κατρακυλίδης και Ταμπάκης, 2011). Εναλλακτικά, οι Gujarati και Porter (2009) θεώρησαν ότι αν υπάρχει ένας γραμμικός συνδυασμός μεταξύ δύο μεταβλητών που ακυρώνει τις στοχαστικές ιδιότητες, δηλαδή είναι ολοκληρωμένος πρώτης τάξης, $I(1)$, τότε οι δύο μεταβλητές είναι συνολοκληρωμένες. Οι συνολοκληρωμένες σειρές παρουσιάζουν μία ομοιόμορφη διαχρονικά πορεία και έχουν μία σχέση ισορροπίας.

6.2 Η Μέθοδος ARDL (PSS bounds test)

Η μεθοδολογία συνολοκλήρωσης Αυτοπαλίνδρομων Κατανεμημένων Χρονικών Υστερήσεων (Auto-Regressive Distributed Lag – ARDL) αναπτύχθηκε από τους Pesaran και Shin (1999) και Pesaran, Shin και Smith (2001). Τα μοντέλα παλινδρόμησης αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται εδώ και δεκαετίες, αλλά πρόσφατα έχουν αποδειχθεί για τον έλεγχο παρουσίας μακροχρόνιων σχέσεων μεταξύ οικονομικών χρονοσειρών. Η μεθοδολογία αυτή έχει κάποια πλεονεκτήματα που την καθιστούν την πλέον κατάλληλη μέθοδο για τα δεδομένα μας. Αυτά είναι τα εξής:

- Μπορεί να εφαρμοστεί ακόμα κι όταν οι χρονολογικές σειρές που λαμβάνουν μέρος στην μελέτη είναι ολοκληρωμένες διαφορετικής τάξης, δηλαδή είναι $I(0)$ ή $I(1)$.
- Επειδή εξετάζει την ύπαρξη συνολοκλήρωσης μέσω της εκτίμησης μίας εξίσωσης μπορεί να εξοικονομεί μεγάλο αριθμό βαθμών ελευθερίας, γεγονός που την καθιστά αξιόπιστη σε μικρά δείγματα.
- Περιλαμβάνει μία εξίσωση, καθιστώντας την απλή στην εφαρμογή και ερμηνεία.
- Στις διαφορετικές μεταβλητές μπορούν να ανατεθούν διαφορετικά χρονικά περιθώρια καθυστέρησης κατά την είσοδό τους στο μοντέλο.
- Οι επεξηγηματικές μεταβλητές μπορούν να έχουν διαφορετικό αριθμό χρονικών υστερήσεων μεταξύ τους και με την μεταβλητή απόκρισης.

Στην βασική της μορφή μία παλινδρόμηση ARDL(p,q) είναι αυτής της μορφής:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \alpha_0 x_t + \alpha_1 x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2} + \dots + \alpha_q x_{t-q} + \varepsilon_t$$

όπου ε_t είναι ο τυχαίος «διαταρακτικός» όρος.

Το μοντέλο είναι «αυτοπαλινδρούμενο» με την έννοια ότι το y_t ερμηνεύεται εν μέρη από τις δικές του χρονικές υστερήσεις. Εμπεριέχει επίσης καμία, μία ή περισσότερες χρονικές υστερήσεις της επεξηγηματικής μεταβλητής “x”. Ένα μοντέλο ARDL μπορεί να περιέχει περισσότερες από μια επεξηγηματικές μεταβλητές, όπως το υπόδειγμα που εξετάζεται στην παρούσα εργασία, το οποίο έχει δύο επεξηγηματικές μεταβλητές.

Αν υποθέσουμε ένα υπόδειγμα με τρεις μεταβλητές Y_t, X_t, Z_t η ARDL αρχικά εκτιμά με την μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων (OLS) μία εξίσωση τύπου διόρθωσης σφάλματος που ονομάζεται υπόδειγμα διόρθωσης σφάλματος χωρίς περιορισμούς (unrestricted error correction model):

$$\Delta Y_t = a_0 + \theta_1 Y_{t-1} + \theta_2 Z_{t-1} + \sum_{i=1}^n a_{1,i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^n a_{2,i} \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^n a_{3,i} \Delta Z_{t-i} + u_t$$

όπου, a_0 είναι ο σταθερός όρος, θ_i είναι οι μακροχρόνιοι συντελεστές και a_i οι βραχυχρόνιοι συντελεστές. Στο παραπάνω υπόδειγμα μπορούν να προστεθούν και επιπλέον προσδιοριστικές μεταβλητές, μεταβλητή χρονικής τάσης, ψευδομεταβλητές και άλλες εξωγενείς μεταβλητές, με συγκεκριμένο αριθμό χρονικών υστερήσεων. Στη συνέχεια γίνεται ο παρακάτω στατιστικός έλεγχος:

$$H_0: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = 0$$

$$H_1: \theta_1 \neq 0 \text{ ή } \theta_2 \neq 0 \text{ ή } \theta_3 \neq 0$$

Αν η μηδενική υπόθεση του ελέγχου απορριφθεί τότε συνεπάγεται η ύπαρξη συνολοκλήρωσης μεταξύ των μεταβλητών που συμπεριλήφθηκαν στο υπόδειγμα. Για τον έλεγχο υπολογίζεται μία τροποποιημένη F -στατιστική η οποία προτάθηκε από τους Pesaran, Shin και Smith (2001). Οι τελευταίοι ανέπτυξαν κατάλληλες κριτικές τιμές ανάλογα με τον αριθμό μεταβλητών και ανάλογα με το αν το υπόδειγμα περιλαμβάνει σταθερό όρο ή/και χρονική τάση. Οι κριτικές τιμές που αναπτύχθηκαν παρουσιάζονται με τη μορφή ενός διαστήματος όπου το κάτω άκρο

βασίζεται στην υπόθεση ότι οι μεταβλητές είναι ολοκληρωμένες μηδενικής τάξης, δηλαδή $I(0)$ και το άνω άκρο βασίζεται στην υπόθεση ότι οι μεταβλητές είναι ολοκληρωμένες πρώτης τάξης, δηλαδή $I(1)$. Έτσι αν η F -στατιστική βρεθεί μεγαλύτερη από το άνω όριο τότε η μηδενική υπόθεση του ελέγχου απορρίπτεται, οπότε έχουμε συνολοκλήρωση, ενώ αν βρεθεί μικρότερη από το κάτω άκρο, τότε γίνεται δεκτή η μηδενική υπόθεση του ελέγχου κι έτσι εξαγεται το συμπέρασμα μη ύπαρξης σχέσης συνολοκλήρωσης. Στην περίπτωση που η τιμή της F -στατιστικής είναι ανάμεσα στα δύο όρια τότε δεν μπορεί να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα και η σχέση χρήζει επιπλέον μελέτης.

Στη συνέχεια επιλέγεται το προτιμότερο ARDL μοντέλο με χρήση του κριτηρίου του Akaike (AIC) ή το κριτήριο του Schwarz (SIC). Μία γενική μορφή του υποδείγματος ARDL (p, q_1, q_2) είναι η εξής:

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1,i} Y_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_1} \beta_{2,i} X_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_2} \beta_{3,i} Z_{t-i} + \varepsilon_t$$

όπου p, q_1, q_2 είναι οι χρονικές υστερήσεις.

Από το παραπάνω υπόδειγμα προκύπτουν οι μακροχρόνιοι συντελεστές σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις:

$$\alpha_0 = \frac{\beta_0}{1 - \sum_{i=1}^p \beta_{1,i}}, \quad \alpha_1 = \frac{\sum_{i=0}^{q_1} \beta_{2,i}}{1 - \sum_{i=1}^p \beta_{1,i}}, \quad \alpha_2 = \frac{\sum_{i=0}^{q_2} \beta_{3,i}}{1 - \sum_{i=1}^p \beta_{1,i}}$$

όπου, $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ είναι οι μακροχρόνιοι συντελεστές. Τέλος γίνεται η εκτίμηση των βραχυχρόνιων συντελεστών εξειδικεύοντας το αντίστοιχο μοντέλο διόρθωσης σφάλματος σύμφωνα με το άριστο μοντέλο ARDL που επιλέχθηκε παραπάνω. Το μοντέλο γίνεται ως εξής:

$$\Delta Y_t = \delta_0 + \sum_{i=1}^p \delta_{1,i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{q_1} \delta_{2,i} \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^{q_2} \delta_{3,i} \Delta Z_{t-i} + \gamma ECT_{t-1} + e_t$$

όπου, ECT_{t-1} είναι ο όρος διόρθωσης σφάλματος και η παράμετρος γ είναι ο συντελεστής προσαρμογής στην ισορροπία μετά από μία εξωγενή διαταραχή, τέλος το e_t αναφέρεται στα κατάλοιπα της εξίσωσης.

Για την ύπαρξη βραχυχρόνιας συνολοκλήρωσης θα πρέπει για τον συντελεστή γ να ισχύει $-1 < \gamma < 0$ και να είναι στατιστικά σημαντικός.

Στον Πίνακα 6.2.1 παρουσιάζονται περιληπτικά τα αποτελέσματα του υποδείγματος ARDL όπως υπολογίστηκε από το Eviews. Τα αναλυτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στο [Παράρτημα](#).

Πίνακας 6.2.1: Αποτελέσματα εκτίμησης υποδειγμάτων ARDL

	Πορτογαλία	Ιρλανδία	Ιταλία	Ελλάδα	Ισπανία
Επιλεγθέν Μοντέλο	ARDL(2,1,0)	ARDL(2,0,4)	ARDL(2,1,0)	ARDL(5,5,5)	ARDL(1,3,0)
Eviews Trend specification	2.Rest. constant	5.Const. & Trend	2.Rest. constant	2.Rest. constant	2.Rest. constant
Constant	11.96954*	4.897893	12.69332*	10.61889*	10.19844*
Trend		0.034876*			
LY(-1)	1.040612 *	1.627561 *	0.702344*	0.630154**	0.591688*
LY(-2)	-0.556418*	-0.815205*	-0.230601***	0.139612	
LY(-3)				0.774435*	
LY(-4)				-0.468303	
LY(-5)				-0.496495***	
LO	0.147913*	0.327619*	0.269447*	0.339528**	0.184202*
LO(-1)	-0.066544		-0.228604*	0.160785	-0.123824**
LO(-2)				-0.697167*	-0.039972
LO(-3)				-0.082800	-0.166713*
LO(-4)				-0.141188	
LO(-5)				0.241697***	
LE	0.278939*	-0.467296	0.351245*	0.101649	0.418634*
LE(-1)		-0.680479***		0.260932	
LE(-2)		0.792591***		0.594708**	
LE(-3)		0.472331		-1.181787*	
LE(-4)		-0.959139*		0.022245	
LE(-5)				0.594144***	
ARS	0.995558	0.995938	0.993905	0.994631	0.999041
SER	0.015025	0.031792	0.010812	0.013872	0.008021

ARS = Adjusted R-squared

SER = S.E. of Regression

Οι αστερίσκοι *, **, *** δηλώνουν στατιστική σημαντικότητα στο 1%, 5%, και 10% αντίστοιχα.

Στον Πίνακα 6.2.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του τεστ ορίων συνολοκλήρωσης (bounds test) για κάθε υπόδειγμα. Τα αναλυτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο [Παράρτημα](#).

Πίνακας 6.2.2: Αποτελέσματα Ελέγχου Συνολοκλήρωσης (bounds test)

	Τεστ ορίων συνολοκλήρωσης	
	F-statistics	t-statistics
Πορτογαλία	9.665757*	-5.317277*
Ιρλανδία	8.082245*	-1.373687
Ιταλία	7.463271*	-4.193325*
Ελλάδα	11.77403*	-4.186407*
Ισπανία	35.96324*	-10.05313*

Οι αστερίσκοι *, **, *** δηλώνουν στατιστική σημαντικότητα στο 1%, 5%, και 10%, αντίστοιχα.

Για την Ιρλανδία δεν επαληθεύεται το t-statistics, επομένως έχουμε απόρριψη της υπόθεσης για συνολοκλήρωση. Δεν υποδεικνύεται κάποια συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών για την Ιρλανδία. Επομένως, χάριν χώρου και χρόνου δεν υπολογίστηκα οι μακροχρόνιοι συντελεστές της παλινδρόμησης για την Ιρλανδία.

Στους πίνακες παρουσιάζονται οι μακροχρόνιοι συντελεστές για κάθε χώρα ξεχωριστά.

Πίνακας 6.2.3: Αποτελέσματα εκτίμησης των μακροχρόνιων συντελεστών (προσέγγιση ARDL) για την Πορτογαλία

Μεταβλητές	Συντελεστές	Τυπικά Σφάλματα	Στατιστική Ελέγχου t [Πιθ.]
PRLO	0.157751	0.042011	3.755009 [0.0008]
PRLE	0.540783	0.025451	2124767 [0.0000]
C	23.20554	0.171774	135.0936 [0.0000]

Πίνακας 6.2.4: Αποτελέσματα εκτίμησης των μακροχρόνιων συντελεστών (προσέγγιση ARDL) για την Ιταλία

Μεταβλητές	Συντελεστές	Τυπικά Σφάλματα	Στατιστική Ελέγχου t [Πιθ.]
ITLO	0.077317	0.037526	2.060350 [0.0488]
ITLE	0.664913	0.020701	32.12002 [0.0000]
C	24.02868	0.304742	78.84920 [0.0000]

Πίνακας 6.2.5: Αποτελέσματα εκτίμησης των μακροχρόνιων συντελεστών (προσέγγιση ARDL) για την Ελλάδα

Μεταβλητές	Συντελεστές	Τυπικά Σφάλματα	Στατιστική Ελέγχου t [Πιθ.]
GRLO	-0.425930	0.266904	-1.595819 [0.1345]
GRLE	0.931751	0.263507	3.535968 [0.0037]
C	25.24722	0.818569	30.84312 [0.0000]

Πίνακας 6.2.6: Αποτελέσματα εκτίμησης των μακροχρόνιων συντελεστών (προσέγγιση ARDL) για την Ισπανία

Μεταβλητές	Συντελεστές	Τυπικά Σφάλματα	Στατιστική Ελέγχου t [Πιθ.]
SPLO	-0.358320	0.065768	-5.448267 [0.0000]
SPLE	1.025279	0.042383	24.19103 [0.0000]
C	24.97709	0264169	94.54969 [0.0000]

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτουν οι παραπάνω σχέσεις συνολοκλήρωσης για κάθε μοντέλο:

$$PRLY = 23.20554 + 0.157751PRLO + 0.540783PRLE$$

$$ITLY = 24.02868 + 0.077317ITLO + 0.664913ITLE$$

$$GRLY = 25.24722 - 0.425930GRLO + 0.931751GRLE$$

$$SPLY = 24.97709 - 0.358320SPLO + 1.025279SPLE$$

Θα πρέπει να σημειωθεί πως ο συντελεστής της μεταβλητής GRLO στον Πίνακα 6.2.5 είναι στατιστικά μη σημαντικός. Επομένως, από το συγκεκριμένο μοντέλο, δεν εντοπίστηκε κάποια συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης πετρελαίου και ανάπτυξης του ελληνικού ΑΕΠ.

6.3 Συμπεράσματα

Οι περισσότεροι συντελεστές της παλινδρόμησης είναι στατιστικά σημαντικοί στο 10%, γεγονός που συντελεί στην αξιοπιστία της παλινδρόμησης.

Δεν βρέθηκε κάποια συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών για την Ιρλανδία. Για τις υπόλοιπες χώρες βρέθηκε πως η κατανάλωση ρεύματος συσχετίζεται με το ΑΕΠ και έχει θετική επίδραση. Η κατανάλωση πετρελαίου βρέθηκε πως έχει αρνητική επίδραση στο ΑΕΠ για την Ισπανία και την Ελλάδα (αν και για την Ελλάδα ο συντελεστής της κατανάλωση πετρελαίου δεν είναι στατιστικά σημαντικός). Οι συντελεστές για την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος είναι πολύ μεγαλύτεροι από αυτούς για την κατανάλωση πετρελαίου, γεγονός που δείχνει την σημαντικότητα της ηλεκτρικής ενέργειας στην ανάπτυξη της οικονομίας μίας χώρας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΛΑΘΩΝ

7.1 Εισαγωγή

Το υπόδειγμα διόρθωσης λαθών (ErrorCorrectionModel – ECM) αποτυπώνει τη σχέση ανισορροπίας μεταξύ δύο συνολοκληρωμένων μεταβλητών. Ειδικότερα, το συγκεκριμένο υπόδειγμα αφενός περιγράφει τη μακροχρόνια σχέση ισορροπίας μεταξύ των μεταβλητών, αφετέρου αποδίδει την πιθανή βραχυχρόνια απόκλιση στη συμπεριφορά τους (Κατρακυλίδης και Ταμπάκης, 2011).

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο εξετάστηκε αν οι μεταβλητές του υποδείγματος συνολοκληρώνονται χρησιμοποιώντας τον έλεγχο ARDL. Οι Engle και Granger (1987) απέδειξαν ότι αν δύο μεταβλητές είναι συνολοκληρωμένες, τότε υπάρχει μεταξύ τους μια βραχυχρόνια σχέση ισορροπίας η οποία μπορεί να εκφραστεί ως ένα υπόδειγμα διόρθωσης λαθών. Εφόσον, λοιπόν, υπάρχει η μακροχρόνια σχέση ισορροπίας προχωράμε στο μοντέλο διόρθωσης λαθών (Error Collection Model - ECM) για να διερευνήσουμε και την ύπαρξη βραχυχρόνιας σχέσης ισορροπίας.

Από το υπόδειγμα διόρθωσης λαθών προκύπτει η σχέση η οποία έχει την εξής μορφή:

$$\Delta Y_t - \text{lag}(\Delta Y_t, \Delta X_t, \dots) + \lambda \text{ECM}_{t-1} + \alpha_0$$

Όπου, το ECM_{t-1} είναι ο όρος που αναφέρεται στο σφάλμα ανισορροπίας και την προσαρμογή ως προς τη μακροχρόνια ισορροπία.

Ειδικότερα, για την ύπαρξη βραχυχρόνιας συνολοκλήρωσης πρέπει ο συντελεστής λ του ECM_{t-1} να έχει τιμή μεταξύ του -1 και του μηδενός ($-1 < \lambda < 0$) και να είναι στατιστικά σημαντικός.

7.2 Αποτελέσματα υποδείγματος διόρθωσης λαθών

Για την Ιρλανδία δεν υπολογίστηκε το υπόδειγμα διόρθωσης λαθών, καθώς δεν βρέθηκε συνολοκλήρωση στο bounds test και δεν θα είχε κάποιο νόημα ένας τέτοιος υπολογισμός.

Πίνακας 7.2.1: Αποτελέσματα υποδείγματος διόρθωσης λαθών

	Πορτογαλία	Ιταλία	Ελλάδα	Ισπανία
Constant	11.96954*	12.69332	10.61889*	10.19844*
Trend	-	-	-	-
$\Delta LY(-1)$	0.556418*	0.230601**	0.050750	
$\Delta LY(-2)$			0.190362	
$\Delta LY(-3)$			0.964797*	
$\Delta LY(-4)$			0.496495**	
ΔLO	0.147913*	0.269447*	0.339528*	0.184202*
$\Delta LO(-1)$			0.679458*	0.206685*
$\Delta LO(-2)$			-0.017709	0.166713*
$\Delta LO(-3)$			-0.100509	
$\Delta LO(-4)$			-0.241697**	
ΔLE			0.101649	
$\Delta LE(-1)$			-0.029310	
$\Delta LE(-2)$			0.565397*	
$\Delta LE(-3)$			-0.616389*	
$\Delta LE(-4)$			-0.594144**	
CointEq(-1)	-0.515805*	-0.528257*	-0.420596*	-0.408312*
ARS	0.714054	0.708759	0.886386	0.885732
SER	0.014515	0.010445	0.012914	0.007730

Πηγή: ίδια επεξεργασία. Οι αστερίσκοι *, **, *** δηλώνουν στατιστική σημαντικότητα στο 1%, 5%, και 10%, αντίστοιχα.

Από τον Πίνακα 7.2.1, παίρνουμε τις εξής συναρτήσεις για το υπόδειγμα διόρθωσης σφάλματος:

Για την Πορτογαλία:

$$\Delta LY_t = (\text{παράμετροι βραχυχρόνιας μορφής}) - 0,51ECM_{t-1}$$

Για την Ιταλία:

$$\Delta LY_t = (\text{παράμετροι βραχυχρόνιας μορφής}) - 0,52ECM_{t-1}$$

Για την Ελλάδα:

$$\Delta LY_t = (\text{παράμετροι βραχυχρόνιας μορφής}) - 0,42ECM_{t-1}$$

Για την Ισπανία:

$$\Delta LY_t = (\text{παράμετροι βραχυχρόνιας μορφής}) - 0,40ECM_{t-1}$$

Τα αποτελέσματα δείχνουν πως οι συντελεστές για Πορτογαλία και Ισπανία δείχνουν στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών στο 1%. Για την Ιταλία η συντελεστής της σταθεράς δεν είναι στατιστικά σημαντικός και για την Ελλάδα 6 από τους 16 συντελεστές δεν είναι στατιστικά σημαντικοί, ωστόσο ο συντελεστής του ErrorCorrectionTerm (CointEq) είναι στατιστικά σημαντικός στο 1% σε όλες τις περιπτώσεις.

Τα αποτελέσματα του ECM (CointEq(-1) στην περίπτωση μας) είναι στατιστικά σημαντικά και είναι μεταξύ $-1 < ECM < 0$ γεγονός που τα καθιστά έγκυρα. Από την τιμή του ECM συμπεραίνουμε πως στην περίπτωση της Πορτογαλίας 51% της απόκλισης της μεταβολής από το μακροχρόνιο επίπεδο διορθώνεται ετησίως, στην περίπτωση της Ιταλίας 52% της απόκλισης διορθώνεται ετησίως, στην περίπτωση της Ελλάδας 42% της απόκλισης διορθώνεται ετησίως και στην περίπτωση της Ισπανίας 40% της απόκλισης διορθώνεται ετησίως.

Ο βραχυπρόθεσμος συντελεστής του ΔLO δείχνει ότι 1% αύξηση στην κατανάλωση πετρελαίου επιφέρει 0,14% αύξηση του ΑΕΠ στην Πορτογαλία, 0,27% αύξηση του ΑΕΠ στην Ιταλία, 0,34% αύξηση του ΑΕΠ στην Ελλάδα, 0,18% αύξηση του ΑΕΠ στην Ισπανία. Όσον αφορά τον συντελεστή του ΔLE, είναι διαθέσιμος μόνο για την Ελλάδα και δεν είναι στατιστικά σημαντικός, οπότε δεν μπορούμε να βγάλουμε κάποιο συμπέρασμα.

7.3 Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο υπολογίστηκε το υπόδειγμα διόρθωσης λαθών για να προσδιοριστούν οι βραχυχρόνιοι συντελεστές. Λόγω του αρνητικού προσήμου του ECM και της στατιστικής σημαντικότητά τους επιβεβαιώθηκε ότι οι μεταβλητές συνολοκληρώνονται. Εντοπίστηκε πως η ταχύτητα προσαρμογής στη μακροχρόνιο ισορροπία είναι μέτρια σε όλες τις περιπτώσεις με μικρότερη στην Ελλάδα 40,8% και μεγαλύτερη στην Ιταλία με 52,8%.

Επίσης, η κατανάλωση πετρελαίου, ενώ είχε βρεθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο να έχει είτε αρνητική επίδραση στο ΑΕΠ, είτε πολύ μικρή θετική, σε αυτό το κεφάλαιο υπολογίστηκε πως έχει σημαντική θετική επίδραση στο ΑΕΠ σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα στην Ισπανία, ενώ είχε βρεθεί πως έχει αρνητική επίδραση μακροπρόθεσμα, βρέθηκε πως έχει θετική επίδραση βραχυπρόθεσμα. Η μεγαλύτερη βραχυπρόθεσμη επίδραση εντοπίζεται στην Ελλάδα, όπου 1% της αύξησης της κατανάλωσης πετρελαίου οδηγεί σε 0,34% αύξηση του ΑΕΠ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΈΛΕΓΧΟΙ

8.1 Εισαγωγή

Αφού έχουν καθοριστεί τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης και έχει προσδιοριστεί η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών, είναι απαραίτητο, τα μοντέλα να υποβληθούν σε μία σειρά διαγνωστικών εξετάσεων για τον προσδιορισμό της σταθερότητάς τους. Πιο συγκεκριμένα, θα διεξαχθούν τα τεστ Breusch-Godfrey Serial Correlation LM, ARCH Heteroskedasticity και Q-statistic Probabilities Autocorrelation. Τέλος θα παρουσιαστούν και τα τεστ CUSUM και CUSUMSQ.

Με την εφαρμογή του τεστ ARCH ελέγχουμε την ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας. Ετεροσκεδαστικότητα υπάρχει όταν η διακύμανση του διαταρακτικού όρου δεν είναι σταθερή. Η παραβίαση της εν λόγω υπόθεσης επηρεάζει αρνητικά τα συμπεράσματα που εξάγονται και είναι σημαντικό τα μοντέλα να είναι ομοσκεδαστικά.

Για να τον έλεγχο της σταθερότητας των συντελεστών των μοντέλων εφαρμόζονται τα CUSUM (σωρευτικό άθροισμα των τυποποιημένων διαδοχικών καταλοίπων προβλέψεως) και CUSUMQ (σωρευτικό άθροισμα των τετραγώνων των τυποποιημένων διαδοχικών καταλοίπων προβλέψεως).

8.2 Έλεγχος για την ύπαρξη Αυτοσυσχέτισης

8.2.1. Q-statistic probabilities

Με την εφαρμογή των Q-statistic probabilities εξετάζουμε για την ύπαρξη αυτοσυσχέτισης. Η ύπαρξή της οφείλεται στην παραβίαση της ανεξαρτησίας των διαταρακτικών όρων. Η συσχέτιση μεταξύ των διαταρακτικών όρων θα πρέπει να ισούται με μηδέν. Εάν η υπόθεση αυτή δεν ικανοποιείται τότε αντιμετωπίζουμε το πρόβλημα της αυτοσυσχέτισης και τα σφάλματα αυτοσυσχετίζονται. Συνέπεια του προβλήματος της αυτοσυσχέτισης είναι ότι τα τυπικά σφάλματα των συντελεστών παλινδρόμησης είναι μεροληπτικά και ασυνεπή, και επομένως μη αξιόπιστα.

Στον Πίνακα 8.2.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του Q-statistics όπως δόθηκαν από το Eviews. Για όλες τις υστερήσεις έχουμε Prob>0.05, επομένως δεν αντιμετωπίζουμε το πρόβλημα αυτοσυσχέτισης.

Πίνακας 8.2.1: Q-statistics

Πορτογαλία					Ιρλανδία				Ιταλία				Ελλάδα			
	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
1	-0.075	-0.075	0.2110	0.646	-0.089	-0.089	0.2778	0.598	-0.130	-0.130	0.6304	0.427	-0.112	-0.112	0.4277	0.513
2	-0.002	-0.008	0.2111	0.900	-0.161	-0.170	1.2177	0.544	-0.156	-0.176	1.5603	0.458	-0.125	-0.140	0.9807	0.612
3	0.343	0.345	4.8658	0.182	-0.027	-0.061	1.2446	0.742	0.097	0.052	1.9292	0.587	-0.307	-0.350	4.4220	0.219
4	-0.034	0.020	4.9121	0.296	-0.281	-0.331	4.3172	0.365	-0.143	-0.156	2.7636	0.598	0.008	-0.127	4.4245	0.352
5	-0.269	-0.314	7.9561	0.159	0.203	0.133	5.9810	0.308	-0.287	-0.328	6.2464	0.283	-0.151	-0.327	5.3189	0.378
6	0.215	0.069	9.9741	0.126	-0.188	-0.325	7.4658	0.280	0.110	-0.050	6.7724	0.342	0.121	-0.151	5.9179	0.432
7	-0.136	-0.090	10.816	0.147	-0.095	-0.114	7.8559	0.345	-0.055	-0.161	6.9119	0.438	0.084	-0.092	6.2210	0.514
8	-0.178	-0.028	12.311	0.138	-0.009	-0.299	7.8593	0.447	-0.162	-0.243	8.1431	0.420	0.083	-0.104	6.5260	0.589
9	0.016	-0.100	12.324	0.196	-0.005	-0.022	7.8606	0.548	0.012	-0.276	8.1506	0.519	-0.134	-0.199	7.3572	0.600
10	-0.065	-0.070	12.539	0.251	0.158	-0.196	9.0884	0.524	0.169	-0.094	9.6019	0.476	-0.143	-0.343	8.3589	0.594
11	-0.242	-0.126	15.651	0.155	-0.034	-0.072	9.1472	0.608	0.053	-0.032	9.7487	0.553	0.189	0.004	10.182	0.514
12	-0.084	-0.197	16.040	0.189	0.030	-0.178	9.1977	0.686	0.083	-0.047	10.130	0.605	0.016	-0.176	10.196	0.599
13	0.016	0.043	16.056	0.246	-0.008	-0.100	9.2011	0.758	0.076	-0.064	10.464	0.656	-0.004	-0.204	10.197	0.678
14	-0.201	-0.116	18.528	0.184	0.063	-0.071	9.4391	0.802	-0.160	-0.234	12.024	0.604	-0.020	-0.142	10.220	0.746
15	-0.089	-0.116	19.043	0.212	0.063	-0.042	9.6929	0.839	-0.136	-0.272	13.211	0.586	0.182	0.070	12.340	0.653
16	0.029	-0.119	19.099	0.264	-0.097	-0.116	10.328	0.849	0.176	-0.018	15.309	0.502	-0.231	-0.194	15.968	0.455

Ισπανία				
	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
1	0.198	0.198	1.4222	0.233
2	-0.077	-0.121	1.6441	0.440
3	-0.008	0.036	1.6462	0.649
4	-0.076	-0.096	1.8735	0.759
5	-0.360	-0.342	7.2305	0.204
6	-0.197	-0.082	8.8855	0.180
7	0.008	-0.014	8.8882	0.261
8	0.005	-0.032	8.8894	0.352
9	-0.071	-0.123	9.1344	0.425
10	-0.060	-0.202	9.3137	0.503
11	-0.075	-0.204	9.6095	0.566
12	0.031	0.005	9.6634	0.645
13	-0.046	-0.155	9.7878	0.711
14	0.031	-0.067	9.8457	0.773
15	0.043	-0.176	9.9642	0.822
16	0.164	0.005	11.785	0.759

8.2.2. Breusch-Godfrey Serial Correlation LM

Στον Πίνακα 8.2.2 παρουσιάζονται περιληπτικά τα αποτελέσματα του τεστ Breusch-Godfrey Serial Correlation LM. Τα αναλυτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στο [Παράρτημα](#). Για όλες

τις υστερήσεις έχουμε $\text{Prob}>0.05$, επομένως σύμφωνα και με τον έλεγχο γραμμικής συσχέτισης Breusch-Godfrey δεν αντιμετωπίζουμε πρόβλημα αυτοσυσχέτισης.

Πίνακας 8.2.2: Breusch-Godfrey Serial Correlation LM

Υστερήσεις	Πορτογαλία	Ιρλανδία	Ιταλία	Ελλάδα	Ισπανία
1	0.348158	0.34987	0.880987	0.320987	1.145858
2	0.197660	0.804434	1.211279	0.365562	0.761570
3	2.376827***	0.561219	0.916475	1.179263	0.505386

Null Hypothesis: No serial Correlation up to lag

Οι αστερίσκοι *, **, *** δηλώνουν στατιστική σημαντικότητα στο 1%, 5%, και 10%, αντίστοιχα.

8.3 Έλεγχος για την ύπαρξη Ετεροσκεδαστικότητας

Για τον έλεγχο της ύπαρξης Ετεροσκεδαστικότητας χρησιμοποιήθηκε το Τεστ ARCH. Στον Πίνακα 8.3.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του F-statistic για κάθε υστέρηση. Στον Πίνακα 8.3.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του τεστ περιληπτικά. Τα αναλυτικά αποτελέσματα υπάρχουν στο [Παράρτημα](#). Για όλες τις υστερήσεις έχουμε $\text{Prob}>0.05$, επομένως δεν εντοπίζεται το πρόβλημα της ετεροσκεδαστικότητας σε κανένα μοντέλο.

Πίνακας 8.3.1: Τεστ Ετεροσκεδαστικότητας ARCH

Υστερήσεις	Πορτογαλία	Ιρλανδία	Ιταλία	Ελλάδα	Ισπανία
1	0.554298	0.299789	0.044768	1.119084	0.288476
2	0.253416	0.147726	1.99082	0.697234	0.144609
3	0.742385	0.215234	0.325401	0.646300	0.156267

Heteroskedasticity test: ARCH (F-statistic)

Null Hypothesis: Homoskedasticity

Οι αστερίσκοι *, **, *** δηλώνουν στατιστική σημαντικότητα στο 1%, 5%, και 10%, αντίστοιχα.

8.4 Έλεγχος Cusum (σωρευτικό άθροισμα των τυποποιημένων διαδοχικών καταλοίπων προβλέψεως)

Ο έλεγχος Cusum πραγματοποιείται για να ελεγχθεί η σταθερότητα των συντελεστών και βασίζεται στις εξής υποθέσεις:

H₀: οι συντελεστές είναι σταθεροί, δηλαδή δεν υπάρχει διαρθρωτική μεταβολή

H₁: οι συντελεστές δεν είναι σταθεροί, δηλαδή υπάρχει διαρθρωτική μεταβολή

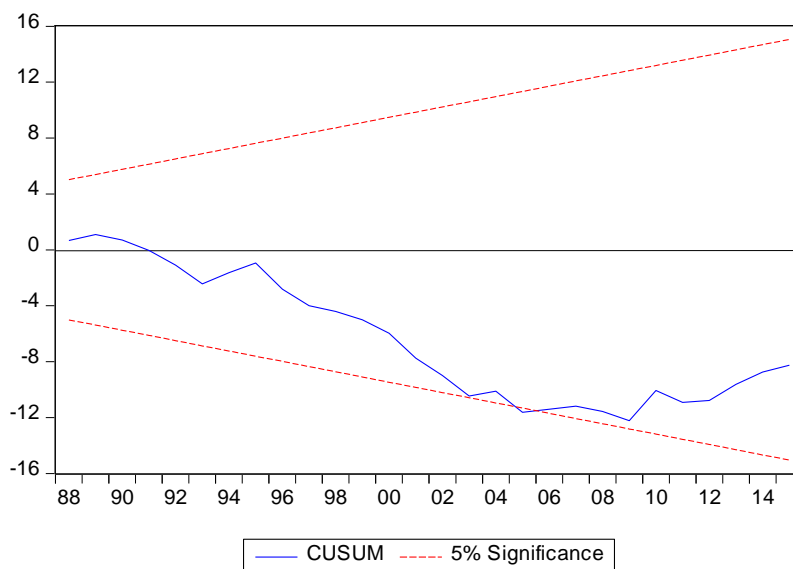
Ο έλεγχος γίνεται με βάση το στατιστικό:

$$CUSUM_t = \frac{1}{s} \sum_{i=(k+1)+1}^t w_i, \text{ για } t = (k+1) + 1, \dots, n$$

Όπου s είναι το τυπικό σφάλμα (Κάτος 2004).

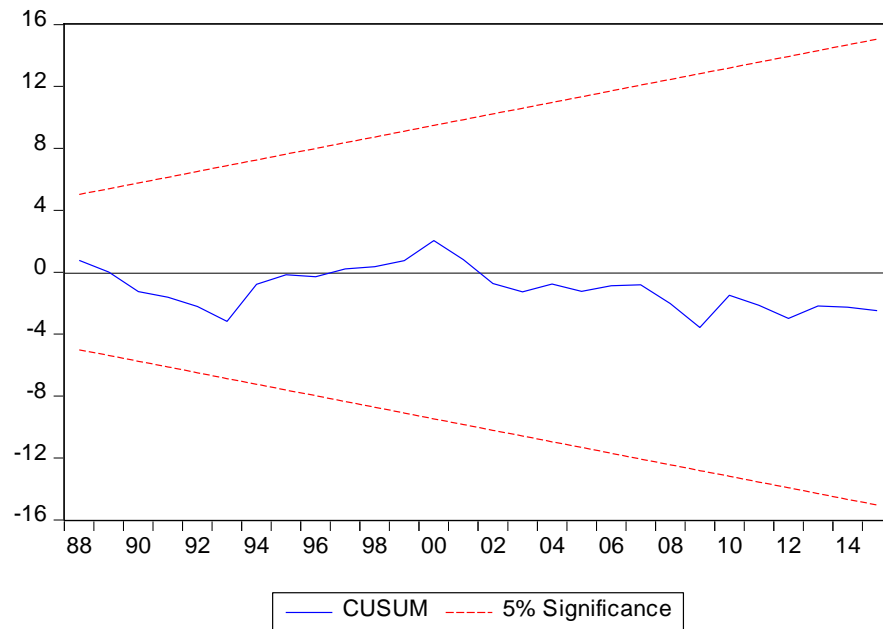
Για να θεωρηθεί ένα μοντέλο σταθερό, θα πρέπει οι τιμές των καταλοίπων (residuals) να κυμαίνονται μεταξύ των ορίων στο Γράφημα. Στα Γραφήματα 8.4.1-8.4.4 παρουσιάζονται οι έλεγχοι Cusum για κάθε χώρα ξεχωριστά, όπως δίνονται από το Eviews.

Πορτογαλία



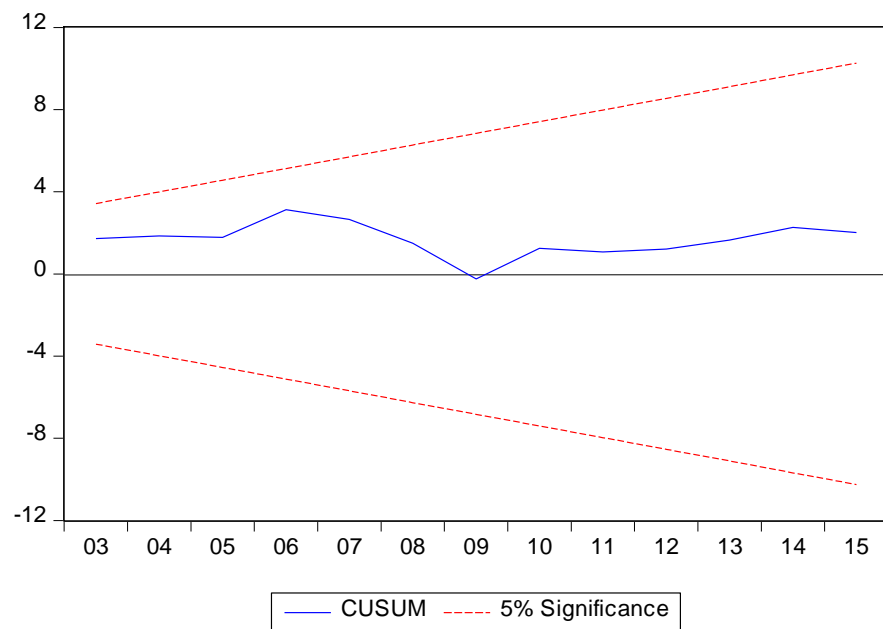
Γράφημα 8.4.1: Έλεγχος CUSUM για την Πορτογαλία

Ιταλία



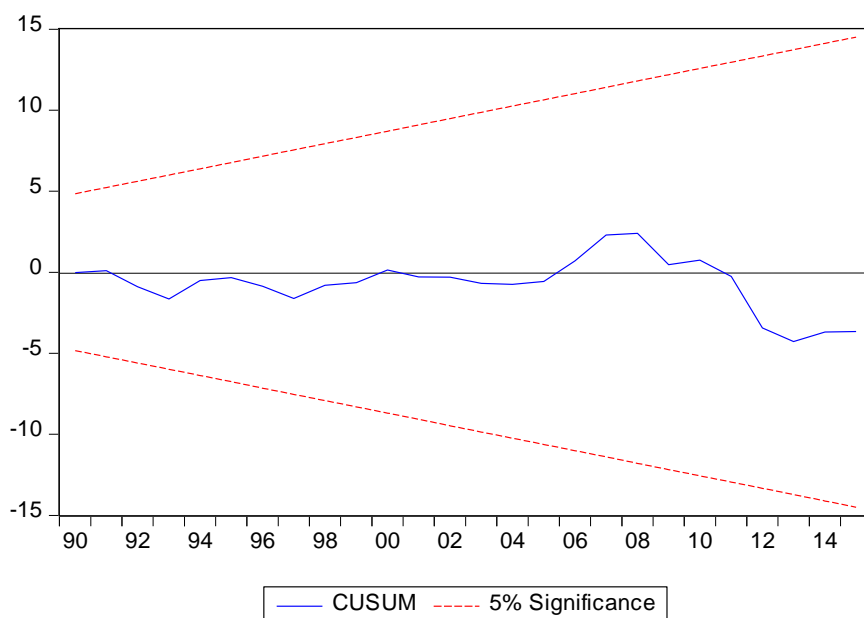
Γράφημα 8.4.2: Έλεγχος CUSUM για την Ιταλία

Ελλάδα



Γράφημα 8.4.3: Έλεγχος CUSUM για την Ελλάδα

Ισπανία



Γράφημα 8.4.4: Έλεγχος CUSUM για την Ισπανία

8.5 Έλεγχος Cusum of Squares (σωρευτικό άθροισμα των τετραγώνων των τυποποιημένων διαδοχικών καταλοίπων προβλέψεως)

Ο έλεγχος CUSUMSQ χρησιμοποιείται επίσης για να ελέγξουμε αν υπάρχει σταθερότητα των συντελεστών και βασίζεται στις ίδιες υποθέσεις με τον προηγούμενο έλεγχο:

H₀: οι συντελεστές είναι σταθεροί, δηλαδή δεν υπάρχει διαρθρωτική μεταβολή

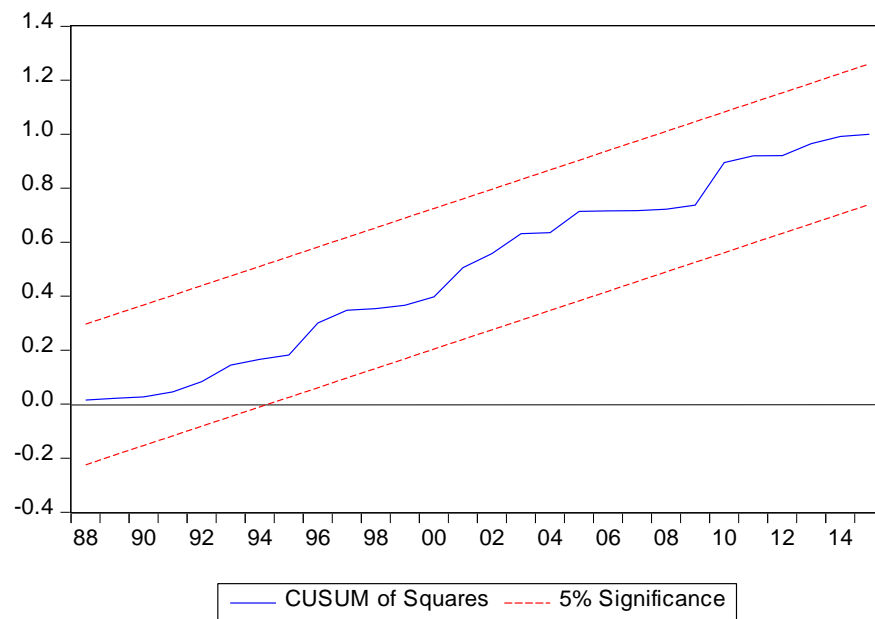
H₁: οι συντελεστές δεν είναι σταθεροί, δηλαδή υπάρχει διαρθρωτική μεταβολή

Ο έλεγχος γίνεται με το στατιστικό (Κάτος 2004):

$$CUSUMSQ_t = \frac{\sum_{i=(k+1)+1}^t w_i^2}{\sum_{j=(k+1)+1}^n w_j^2}, \text{ για } t = (k+1) + 1, \dots, n$$

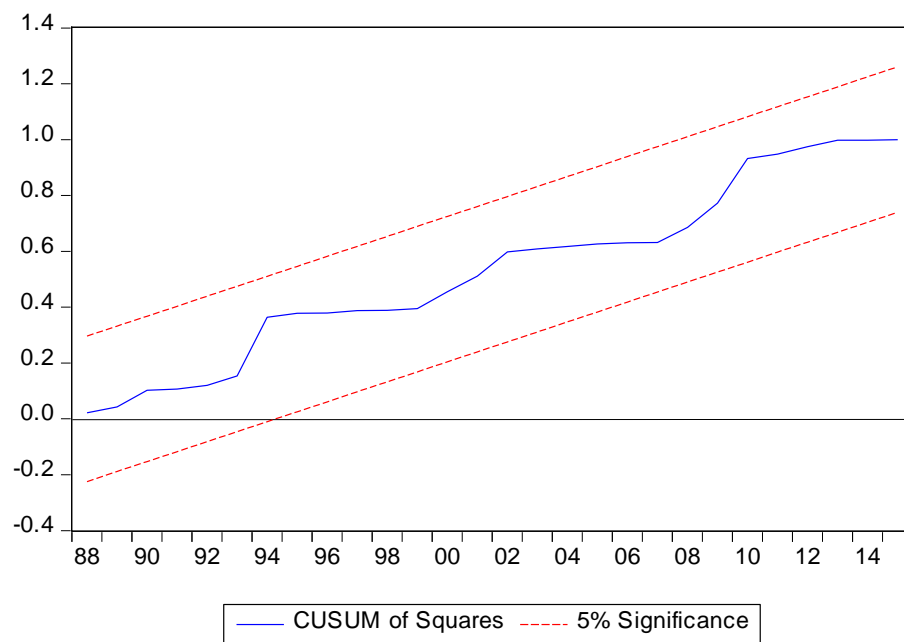
Για να θεωρηθεί ένα μοντέλο σταθερό, θα πρέπει οι τιμές των καταλοίπων (residuals) να κυμαίνονται μεταξύ των ορίων στο Γράφημα. Στα Γραφήματα 8.5.1-8.5.4 παρουσιάζονται οι έλεγχοι Cusum of squares για κάθε χώρα ξεχωριστά, όπως δίνονται από το Eviews.

Πορτογαλία



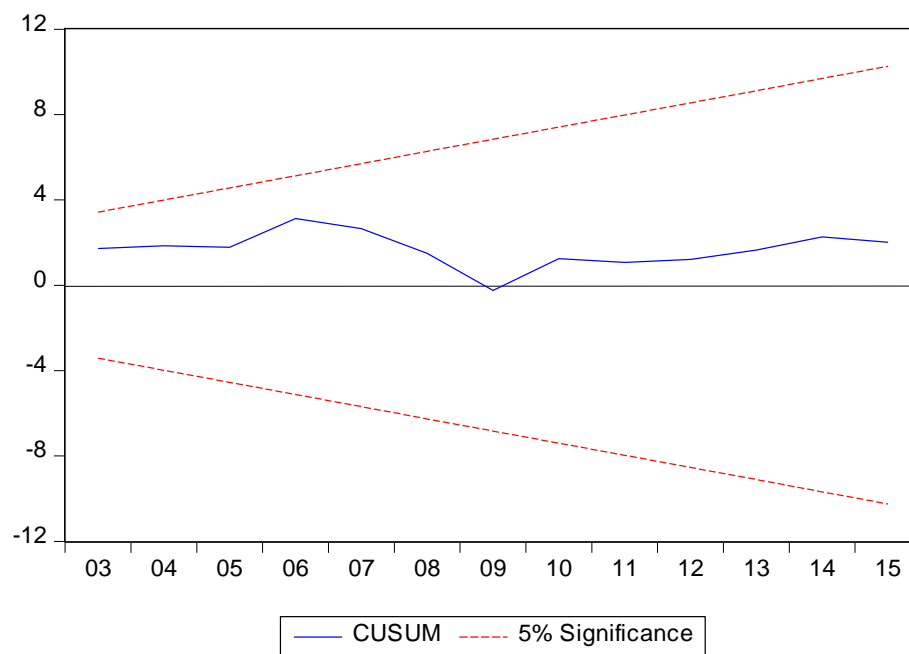
Γράφημα 8.5.1: Έλεγχος CUSUMSQ για την Πορτογαλία

Ιταλία



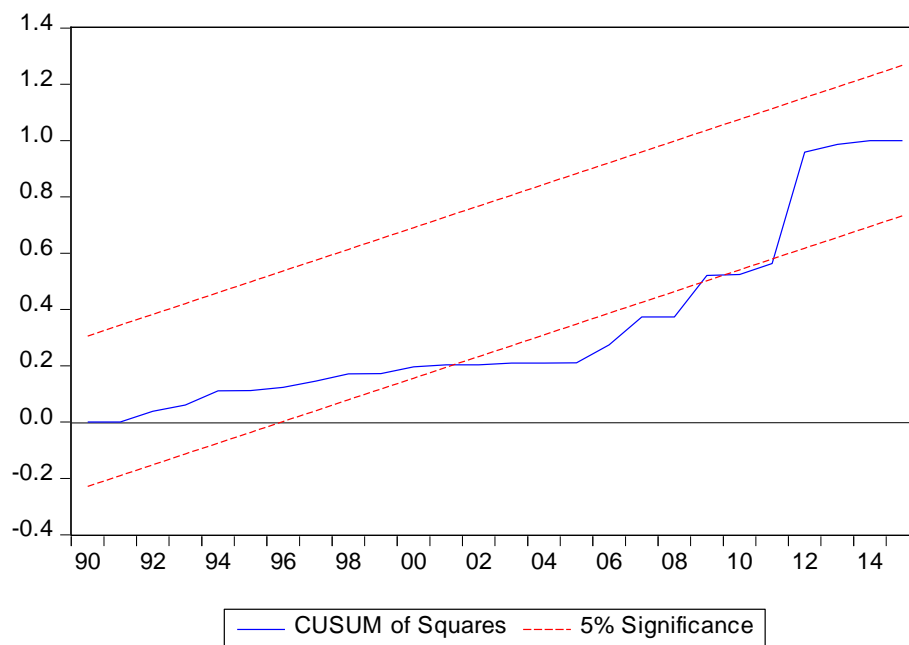
Γράφημα 8.5.2: Έλεγχος CUSUMSQ για την Ιταλία

Ελλάδα



Γράφημα 8.5.3: Έλεγχος CUSUMSQ για την Ελλάδα

Ισπανία



Γράφημα 8.5.4: Έλεγχος CUSUMSQ για την Ισπανία

8.6 Συμπεράσματα

Δεν εντοπίστηκε κάποιο θέμα όσον αφορά την αυτοσυσχέτιση και την ετεροσκεδαστικότητα στα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία.

Όσον αφορά το τεστ CUSUM, από την στιγμή που στην περίπτωση της Πορτογαλία (Γράφημα 8.4.1) διασταυρώνεται οριακά η ζώνη της εμπιστοσύνης είναι ασφαλές να θεωρήσουμε ασφαλές το μοντέλο. Σε όλες τις άλλες τις περιπτώσεις οι τιμές του στατιστικού $CUSUM_i$ παραμένει στα όρια της ζώνης εμπιστοσύνης.

Ωστόσο, όσον αφορά το τεστ CUSUMSQ, παρατηρήθηκε σημαντική παρεκτροπή του στατιστικού $CUSUMSQ_i$ (Γράφημα 8.5.4) για την Ισπανία. Αυτό το γεγονός μπορεί να σημαίνει πως αλλαγές στις πολιτικές ενέργειας μπορεί να μην έχουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα όσον αφορά το ΑΕΠ της Ισπανίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η μακροχρόνια και βραχυχρόνια σχέση του ΑΕΠ με την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και πετρελαίου για την ελληνική οικονομία σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της ομάδας χωρών ΠΙΓS χρησιμοποιώντας υποδείγματα ARDL(p,q,r) με p,q,r εξειδικευμένα για κάθε χώρα. Η έρευνα βασίστηκε σε ετήσια στατιστικά στοιχεία για την περίοδο 1980-2015.

Αρχικά έγινε μία πιο γενική θεωρητική ανάλυση για τον ρόλο της ενέργειας στην οικονομική και πολιτιστική ζωή μίας κοινωνίας. Αναλύθηκε ο ρόλος των ορυκτών καυσίμων και επισημάνθηκε το ενεργειακό πρόβλημα, ενώ έγινε και αναφορά στην ενεργειακή απόδοση των ενεργειακών επενδύσεων.

Έγιναν όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι στα υποδείγματα και διαπιστώθηκε αστάθεια για την Ισπανία στο τεστ CUSUMSQ. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός του ότι τις τελευταίες 2 δεκαετίες έχει αλλάξει ο τρόπος αντιμετώπισης της ενεργειακής πολιτικής στην ΕΕ. Η ενέργειας αντιμετωπίζεται περισσότερο ως τελικό αγαθό και όχι ως ενδιάμεσο και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές. Η εύρεση αστάθειας για το μοντέλο της Ισπανίας σημαίνει πως αλλαγές στις πολιτικές ενέργειας δεν θα έχουν πιθανότατα τα αναμενόμενα αποτελέσματα, ωστόσο δεν ακυρώνεται η εύρεσης της ύπαρξης συνολοκλήρωσης. Κατά τα άλλα, διαπιστώθηκε πως δεν παραβιάζεται κάποια άλλη από τις βασικές υποθέσεις της ανάλυσης παλινδρόμησης.

Αναλύοντας τα εμπειρικά αποτελέσματα της κάθε χώρας ξεχωριστά, καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα για τη σχέση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος και πετρελαίου με το ΑΕΠ.

Για την Ιρλανδία δεν βρέθηκε κάποια μακροχρόνια ή βραχυχρόνια σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Για όλες τις υπόλοιπες χώρες εντοπίστηκε μακροχρόνια σχέση ισορροπίας, και πιο συγκεκριμένα, οι συντελεστές των μακροχρόνιων σχέσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 9.1

Πίνακας 9.1: Συντελεστές της μακροχρόνιας σχέσης.

	Σταθερά	Κατανάλωση ρεύματος	Κατανάλωση πετρελαίου
Πορτογαλία	23.20554	0.540783	0.157751
Ιταλία	24.02868	0.664913	0.077317
Ελλάδα	25.24722	0.931751	-0.425930*
Ισπανία	24.97709	1.025279	-0.358320

Σημείωση: Ο αστερίσκος δείχνει μη στατιστική σημαντικότητα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μακροχρόνιας σχέσης (Πίνακας 9.1), η κατανάλωση ρεύματος επηρεάζει σημαντικά το ΑΕΠ μακροπρόθεσμα, ενώ η κατανάλωση πετρελαίου είτε επηρεάζει σε πολύ μικρότερο βαθμό το ΑΕΠ, είτε το επηρεάζει αρνητικά. Ο συντελεστής για την κατανάλωση πετρελαίου είναι αρνητικός για την Ισπανία και την Ελλάδα, ωστόσο, όσον αφορά την Ελλάδα δεν είναι στατιστικά σημαντικός.

Η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος επηρεάζει μακροπρόθεσμα το ΑΕΠ σε όλες τις χώρες, και περισσότερο στην Ελλάδα και την Ισπανία. Οι συντελεστές για την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος είναι στατιστικά σημαντικοί σε όλες τις περιπτώσεις.

Όσον αφορά τους βραχυπρόθεσμους συντελεστές που αντλήσαμε από το υπόδειγμα διόρθωσης λαθών, παρουσιάζονται στον Πίνακα 9.2.

Πίνακας 9.2: Οι βραχυπρόθεσμοι συντελεστές για όλες τις χώρες

	Πορτογαλία	Ιταλία	Ελλάδα	Ισπανία
Κατ. πετρελαίου	0.147913	0.269447	0.339528	0.184202
Κατ. ρεύματος	-	-	0.101649*	-
Ταχύτητα προσαρμογής	51,5%	52,8%	42%	40,8%

Σημείωση: Ο αστερίσκος δείχνει μη στατιστική σημαντικότητα

Παρόλο που η κατανάλωση ρεύματος είχε είτε αρνητική είτε πολύ μικρή θετική επίδραση στο ΑΕΠ μακροπρόθεσμα, βραχυπρόθεσμα φαίνεται πως επηρεάζει θετικά και μάλιστα σημαντικά σε ορισμένες περιπτώσεις το ΑΕΠ. Μεγαλύτερη επίπτωση βραχυπρόθεσμα έχει στην Ελλάδα ενώ μικρότερη στην Πορτογαλία. Όσον αφορά την Ελλάδα 1% αύξηση της κατανάλωσης πετρελαίου μπορεί να οδηγήσει σε 0,34% αύξηση του ΑΕΠ.

Δυστυχώς, όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, τα μοντέλα που επιλέχθηκαν δεν διαθέτουν συντελεστές για την κατανάλωση ρεύματος βραχυπρόθεσμα. Μονό για την Ελλάδα διατίθεται, αλλά είναι στατιστικά μη σημαντικός και δεν μπορούμε να φέρουμε κάποια άποψη. Η ταχύτητα προσαρμογής στη μακροχρόνιο ισορροπία είναι μέτρια με πιο αργή για την Ισπανία (40,8%) και πιο γρήγορα για την Ιταλία (52,8%).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε πως για τις χώρες PIGS η ενέργεια επηρεάζει σημαντικά το ΑΕΠ. Δεν φαίνεται να ισχύει το ίδιο για την Ιρλανδία, για την οποία δεν βρέθηκε κάποια συσχέτιση μεταξύ ενέργειας και ΑΕΠ. Πιθανότατα λόγω πολιτικών που εφαρμόστηκαν στην Ιρλανδία τις αρχές της δεκαετίας του 1990, που στόχο είχαν την προσέλκυση ξένων επιχειρήσεων. Όσον αφορά την Ελλάδα αλλά και τις υπόλοιπες χώρες της ομάδας PIGS, πολιτικές περιορισμού της ενεργειακής κατανάλωσης ή πολιτικές που να αυξάνουν την τιμή της ενέργειας ενδεχομένως να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην οικονομία. Ακόμη, πολιτικές που εφαρμόζονται με στόχο τον περιορισμό της κατανάλωσης πετρελαίου θα πρέπει να είναι πολύ προσεγμένες, ώστε να μειώνουν μακροπρόθεσμα την εξάρτηση της χώρας χωρίς όμως να δημιουργούν οικονομικά προβλήματα βραχυπρόθεσμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adeniran, O. (2008), Does energy consumption cause economic growth? An empirical evidence from Nigeria. United Kingdom: University of Dundee
- Akarca, A.T., Long, T.V., (1979). Energy and employment: a time-series analysis of the causal relationship
- Akarca, A.T., Long, T.V., (1980). On the relationship between energy and GNP: a re-examination
- Al-Iriani, M.A. (2006), Energy-GDP relationship revisited: an example from GCC countries using panel causality. *Energy Policy*, 34, 3342-3350
- Asafu-Adjaye, J. (2000), The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries
- Balogh, S.; Guilford, M.; Arnold, S.; Hall, C.,(2012) unpublished data. EROI of US coal
- BP, (June 2016): Statistical Review of World Energy
- Chima, C. & Freed, R. (2005). Empirical study of the relationship between energy consumption and gross domestic product in the U.S.A. *International Business & Economics Research Journal*, December 2005 vol. 4 No. 12
- Cleveland,C.J., Costanza,R., Hall,C.A.S. and Kaufmann,R.(1984): Energy and the U.S. economy: A biophysical perspective. *Science*, 225, 890-897
- David J. Murphy, (2014): The implications of the declining energy return on investment of oil production
- Dickey, D.A., Fuller, W.A., (1979). Distributions of the estimators for autoregressive time series with a unit root
- EIA, US Agency Information Administration International (2017): Energy Outlook

- Engle, R.F., Granger, C.W.J., (1987). Cointegration and error-correction: representation, estimation and testing
- Erol, U., Yu, E.S.H., (1987). On the causal relationship between energy and income for industrializing countries
- Farrell, A.E. et al. (2006). Ethanol can contribute to energy and environmental goals
- Freise, J., (2011). The EROI of conventional Canadian natural gas production
- Gagnon, N., Hall, C., Brinker, L., (2009). A preliminary investigation of the energy return on energy investment for global oil and gas production
- Glasure, Y.U., Lee, A.R., (1997). Cointegration, error correction and the relationship between GDP and energy: the case of South Korea and Singapore
- Goldemberg, J. (2007). Ethanol for a sustainable future
- Grandell, L., Hall, C., Höök, M., (2011). Energy return on investment for Norwegian oil and gas from 1991 to 2008. *Sustainability* 3, 2050–2070
- Guilford, M., Hall, C., O'Connor, P., Cleveland, C., (2011). A new long term assessment of energy return on investment (EROI) for US oil and gas discovery and production. *Sustainability* 3, 1866–1887
- Gujarati, D.N., Porter, D.C. (2009), *Basic Econometrics*, McGraw-Hill, 5th Ed
- Gupta, A., Hall, C., (2011). A review of the past and current state of EROI data. *Sustainability* 3 (10), 1796-1809
- Hall C.A.S and John W. Day Jr, (2009), *Revisiting the Limits to Growth After Peak Oil*
- Hall C.A.S, Jessica G. Lambert, Stephen B. Balogh, (2013): EROI of different fuels and the implications for society. State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, 1 Forestry Dr., Syracuse, NY 13210, USA
- Hall C.A.S., Stephen Balogh, David Murphy, (2009). What is the Minimum EROI that a Sustainable Society Must Have?

- Hall, C.A.S., C.J. Cleveland and R. Kaufmann. (1986). *Energy and Resource Quality: The ecology of the economic process*. Wiley Interscience, NY. 577 pp. (Second Edition. University Press of Colorado)
- Hall, C.A.S., Groat, A., (2010). *Energy price increases and the 2008 financial crash: A practice run for what's to come?* The Corporate Examiner
- Hall, C.A.S., Klitgaard, K., (2012). *Energy and the Wealth of Nations: Understanding the Biophysical Economy*. Springer Publishing Company, New York, USA
- Hamilton, J., (2009). *Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007–2008*. Brooking Papers on Economic Activity
- Hu, Y., Hall, C., Wang, J., Feng, L., Poisson, A., (2013). *Energy return on investment (EROI) on China's conventional fossil fuels: historical and future trends*
- Hubbert, M.K. (1956). *Nuclear energy and the fossil fuels*. Spring Meeting of the Southern District Division of Production, San Antonio, Texas
- Jones, D., Leiby, P., Paik, I., (2004). *Oil price shocks and the macroeconomy: what has been learned since 1996*. The Energy Journal
- Kaplan (2011) Kaplan, M., Ozturk, I., Kalyoncu, H. (2011), *Energy Consumption and economic growth in Turkey: cointegration and causality analysis*. Romanian Journal of Economic Forecasting, 2, 31-41
- Kraft, J., Kraft, A., (1978). *On the relationship between energy and GNP*. J. Energy Development 3
- Kubiszewski, I., Cleveland, C., Endres, P., (2010). *Meta-analysis of net energy return for wind power systems*
- Kubiszewski, I., Cleveland, C., Szostak, R., (2009). *Energy return on investment (EROI) for photovoltaic energy*
- Kwiatkowski, D., Phillips, P.C.B., Schmidt, P. & Shin, Y. (1992), “Testing the Null of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We That the Economic Time Series Have a Unit Root?” Journal of Econometrics

- Lambert J.G., Hall C.A.S., et al (2014), Energy, EROI and quality of life
- Lambert, J., Lambert, G., (2013). Life, Liberty, and the Pursuit of Energy: Understanding the Psychology of Depleting Oil Resources. Karnak Books: London, UK
- Lenzen, M. (2008) Life cycle energy and greenhouse gas emissions of nuclear energy: a review, Energy Conversion Management
- Murphy et al. (2011), Order from Chaos: A Preliminary Protocol for Determining the EROI of Fuels
- Naser, H. (2014), Oil market, nuclear energy consumption and economic growth: evidence from emerging economies. International Journal of Energy Economics and Policy
- Odum, H.T., (1973), Energy, ecology and economics. Royal Swedish Academy of Science
- Osigwe & Arawomo (2015). "Energy consumption, energy prices and economic growth: causal relationships based on error correction model". International journal of energy economics and policy, Econjournals, 5(2)
- Patzek, T.W. (2004). Thermodynamics of the corn ethanol biofuel cycle
- Pesaran, M. H. and Y. Shin, (1999), An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001), Bounds testing approaches to the analysis of level relationships, Journal of Applied Econometrics
- Phillips, P.C.B., and Perron, P. (1988): Testing for a Unit Root in Time Series Regression Bai, J., Perron, P. (2003), Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models, Journal of Applied Econometrics
- Pierce, W. S. (1986) Economics of the Energy Industries. Belmont, Calif.: Wardsworth Publishing Co
- Pimentel, D. Patzek T.. (2005). Ethanol production using corn, switchgrass, and wood: biodiesel production using soybean and sunflower. Natural Resources Research 14
- Poisson, A., Hall, C., (2013). EROI of Canadian Oil and Gas, and Tar Sands, Energies

- Rafiq, S., Salim, R.A. (2011), The linkage between energy consumption and income in six emerging economies of Asia: an empirical analysis. *International Journal of Emerging Markets*, 6(1), 50-73
- Ramirez, P., (2013). The Relation of Oil to the Mexican Economy: Past, Present and Future, (in preparation)
- Sell, B., Murphy, D., Hall, C., (2011). Energy return on energy invested for tight gas wells in the Appalachian Basin, United States of America. *Sustainability* 3, 1986-2008
- Shaari, M.S., Hussain, N.E., Ismail, M.S. (2012), Relationship between energy consumption and economic growth: empirical evidence for Malaysia. *Business Systems Review*, 2(1), 17-28
- Tverberg, G., (2012). Oil supply limits and the continuing financial crisis
- Weissbach, D., Ruprecht, G., Huke, A., Czerski, K., Gottlieb, S., Hussein, A., (2013). Energy intensities, EROIs (energy returned on invested), and energy payback times of electricity generating power plants
- Yu, E.S.H., Choi, P.C.Y., Choi, J.Y. (1988), The relationship between energy and employment: a re-examination. *Energy Systems Policy*, 11, 287-295
- Yu, E.S.H., Choi, J.Y., (1985). The causal relationship between energy and GNP: an international comparison. *J. Energy Development* 10, 249-272
- Yu, E.S.H., Hwang, B.K., (1984). The relationship between energy and GNP: further results. *Energy Economics* 6, 168-190
- Yu, E.S.H., Jin, J.C., (1992). Cointegration tests of energy consumption, income and employment. *Resources Energy* 14, 259-266
- Wulfinghoff Donald, (1999). *ENERGY EFFICIENCY MANUAL*
- Δριτσάκης, Ν., (2007), Πανεπιστημιακές Παραδόσεις στα ειδικά θέματα Οικονομετρίας, Εκδ. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη
- Κάτος, Α. (2004). *Οικονομετρία θεωρία και εφαρμογές*. Θεσσαλονίκη: Ζυγός

Κατρακυλίδης, Κ. και Ταμπάκης, Ν. (2011), Εισαγωγή στην Οικονομετρία – Ασκήσεις, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Ζυγός

Χάλκος Γ. (2011), Οικονομετρία – Θεωρία, εφαρμογές και χρήση προγραμμάτων σε Η/Υ

Ηλεκτρονικές πηγές

International Energy Agency, <https://www.iea.org/>

Βάση δεδομένων της παγκόσμιας τράπεζας (The World Bank), <https://data.worldbank.org>

Ιστοσελίδα Eviews, <http://www.eviews.com>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Έλεγχοι μοναδιαίας ρίζας

Null Hypothesis: PRLY has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.751400	0.3973
Test critical values: 1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: PRLY has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.328697	0.8634
Test critical values: 1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: PRLY has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.485997	0.9633
Test critical values: 1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: D(PRLY) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
--	-------------	--------

Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.151890	0.0320
Test critical values:	1% level	-2.634731
	5% level	-1.951000
	10% level	-1.610907

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

Null Hypothesis: D(PRLY) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.659374	0.0915
Test critical values:	1% level	-3.639407
	5% level	-2.951125
	10% level	-2.614300

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

Null Hypothesis: D(PRLY) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.018645	0.1421
Test critical values:	1% level	-4.252879
	5% level	-3.548490
	10% level	-3.207094

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

Null Hypothesis: PRLE has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	2.225283	0.9925
Test critical values:	1% level	-2.634731
	5% level	-1.951000
	10% level	-1.610907

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

Null Hypothesis: PRLE has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.925689	0.0528
Test critical values:	1% level	-3.639407

5% level	-2.951125
10% level	-2.614300

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

Null Hypothesis: PRLE has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.560815	1.0000
Test critical values:		
1% level	-4.243644	
5% level	-3.544284	
10% level	-3.204699	

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

Null Hypothesis: D(PRLE) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.284547	0.0236
Test critical values:		
1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: D(PRLE) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.670442	0.0093
Test critical values:		
1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: D(PRLE) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.365817	0.0006
Test critical values:		
1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: PRLO has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.189176	0.7346
Test critical values:		
1% level	-2.639210	
5% level	-1.951687	
10% level	-1.610579	

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

Null Hypothesis: PRLO has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.564915	0.4885
Test critical values:		
1% level	-3.653730	
5% level	-2.957110	
10% level	-2.617434	

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

Null Hypothesis: PRLO has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.928008	0.9412
Test critical values:		
1% level	-4.243644	
5% level	-3.544284	
10% level	-3.204699	

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

Null Hypothesis: D(PRLO) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.470555	0.0152
Test critical values:		
1% level	-2.639210	
5% level	-1.951687	
10% level	-1.610579	

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

Null Hypothesis: D(PRLO) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.406935	0.1479
Test critical values: 1% level	-3.653730	
5% level	-2.957110	
10% level	-2.617434	

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

Null Hypothesis: D(PRLO) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-8.970861	0.0000
Test critical values: 1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: D(IRLY) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.270723	0.5811
Test critical values: 1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: D(IRLY) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.425333	0.5584
Test critical values: 1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: D(IRLY) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.358510	0.8551
Test critical values: 1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: IRLY has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 6 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	3.262508	0.9994
Test critical values: 1% level	-2.647120	
5% level	-1.952910	
10% level	-1.610011	

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

Null Hypothesis: IRLY has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 6 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.562163	0.9860
Test critical values: 1% level	-3.679322	
5% level	-2.967767	
10% level	-2.622989	

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

Null Hypothesis: IRLY has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.019993	0.1418
Test critical values: 1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: IRLE has a unit root
Exogenous: None

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.170642	0.9344
Test critical values:		
1% level	-2.636901	
5% level	-1.951332	
10% level	-1.610747	

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

Null Hypothesis: IRLE has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.232305	0.1993
Test critical values:		
1% level	-3.646342	
5% level	-2.954021	
10% level	-2.615817	

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

Null Hypothesis: IRLE has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.098642	0.9141
Test critical values:		
1% level	-4.262735	
5% level	-3.552973	
10% level	-3.209642	

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

Null Hypothesis: D(IRLE) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.052206	0.2581
Test critical values:		
1% level	-2.636901	
5% level	-1.951332	
10% level	-1.610747	

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

Null Hypothesis: D(IRLE) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.948606	0.3070
Test critical values: 1% level	-3.646342	
5% level	-2.954021	
10% level	-2.615817	

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

Null Hypothesis: D(IRLE) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.761130	0.2207
Test critical values: 1% level	-4.262735	
5% level	-3.552973	
10% level	-3.209642	

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

Null Hypothesis: IRLO has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.590389	0.8390
Test critical values: 1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: IRLO has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.203296	0.6616
Test critical values: 1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: IRLO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
--	-------------	--------

Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.437807	0.8316
Test critical values:	1% level	-4.243644
	5% level	-3.544284
	10% level	-3.204699

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

Null Hypothesis: D(IRLO) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.243886	0.0020
Test critical values:	1% level	-2.636901
	5% level	-1.951332
	10% level	-1.610747

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

Null Hypothesis: D(IRLO) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.101445	0.0030
Test critical values:	1% level	-3.639407
	5% level	-2.951125
	10% level	-2.614300

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

Null Hypothesis: D(IRLO) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.043876	0.0165
Test critical values:	1% level	-4.252879
	5% level	-3.548490
	10% level	-3.207094

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

Null Hypothesis: ITLY has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	3.544272	0.9998
Test critical values:	1% level	-2.632688

5% level	-1.950687
10% level	-1.611059

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

Null Hypothesis: ITLY has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.923709	0.0527
Test critical values:		
1% level	-3.632900	
5% level	-2.948404	
10% level	-2.612874	

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

Null Hypothesis: ITLY has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.343003	0.9981
Test critical values:		
1% level	-4.243644	
5% level	-3.544284	
10% level	-3.204699	

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

Null Hypothesis: D(ITLY) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.895924	0.0051
Test critical values:		
1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: D(ITLY) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.509733	0.0138
Test critical values:		
1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: D(ITLY) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.935159	0.0019
Test critical values:		
1% level	-4.262735	
5% level	-3.552973	
10% level	-3.209642	

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

Null Hypothesis: ITLE has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	2.894391	0.9986
Test critical values:		
1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: ITLE has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.945428	0.3086
Test critical values:		
1% level	-3.632900	
5% level	-2.948404	
10% level	-2.612874	

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

Null Hypothesis: ITLE has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.035547	0.9952
Test critical values:		
1% level	-4.243644	
5% level	-3.544284	
10% level	-3.204699	

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

Null Hypothesis: D(ITLE) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.673601	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: D(ITLE) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.031210	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: D(ITLE) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.232594	0.0000
Test critical values: 1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: ITLO has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.286970	0.0234
Test critical values: 1% level	-2.632688	
5% level	-1.950687	
10% level	-1.611059	

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

Null Hypothesis: ITLO has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.381089	0.9985
Test critical values: 1% level	-3.632900	
5% level	-2.948404	
10% level	-2.612874	

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

Null Hypothesis: ITLO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.344458	0.9855
Test critical values: 1% level	-4.273277	
5% level	-3.557759	
10% level	-3.212361	

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

Null Hypothesis: D(ITLO) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.517871	0.0009
Test critical values: 1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: D(ITLO) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.735976	0.0078
Test critical values: 1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: D(ITLO) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.197722	0.0117
Test critical values:		
1% level	-4.262735	
5% level	-3.552973	
10% level	-3.209642	

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

Null Hypothesis: GRLY has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.589807	0.8389
Test critical values:		
1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: GRLY has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.768104	0.3893
Test critical values:		
1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: GRLY has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 6 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.710430	0.2399
Test critical values:		
1% level	-4.309824	
5% level	-3.574244	
10% level	-3.221728	

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

Null Hypothesis: D(GRLY) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
--	-------------	--------

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.267039	0.0246
Test critical values: 1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: D(GRLY) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.323273	0.1708
Test critical values: 1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: D(GRLY) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.498848	0.3267
Test critical values: 1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: GRLE has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.206240	0.7396
Test critical values: 1% level	-2.639210	
5% level	-1.951687	
10% level	-1.610579	

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

Null Hypothesis: GRLE has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
--	-------------	--------

Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.892865	0.0564
Test critical values:	1% level	-3.632900
	5% level	-2.948404
	10% level	-2.612874

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

Null Hypothesis: GRLE has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.434193	1.0000
Test critical values:	1% level	-4.243644
	5% level	-3.544284
	10% level	-3.204699

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

Null Hypothesis: D(GRLE) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.137743	0.2268
Test critical values:	1% level	-2.639210
	5% level	-1.951687
	10% level	-1.610579

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

Null Hypothesis: D(GRLE) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.995667	0.7428
Test critical values:	1% level	-3.653730
	5% level	-2.957110
	10% level	-2.617434

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

Null Hypothesis: D(GRLE) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.424072	0.0066
Test critical values:	1% level	-4.252879

5% level	-3.548490
10% level	-3.207094

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

Null Hypothesis: GRLO has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.389197	0.7908
Test critical values:		
1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: GRLO has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.939245	0.3112
Test critical values:		
1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: GRLO has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.483796	0.8156
Test critical values:		
1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: D(GRLO) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.654843	0.0095
Test critical values:		
1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: D(GRLO) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.641153	0.0949
Test critical values: 1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: D(GRLO) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.930221	0.1662
Test critical values: 1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: SPLY has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.913367	0.9848
Test critical values: 1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: SPLY has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.562210	0.4905
Test critical values: 1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: SPLY has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.641740	0.2656
Test critical values: 1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: D(SPLY) has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.404865	0.1461
Test critical values: 1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Null Hypothesis: D(SPLY) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.396886	0.1501
Test critical values: 1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: D(SPLY) has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.626792	0.2716
Test critical values: 1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: SPLE has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.434574	0.9594
Test critical values: 1% level	-2.636901	
5% level	-1.951332	
10% level	-1.610747	

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

Null Hypothesis: SPLE has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.643277	0.4499
Test critical values: 1% level	-3.646342	
5% level	-2.954021	
10% level	-2.615817	

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

Null Hypothesis: SPLE has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 6 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.662540	0.0416
Test critical values: 1% level	-4.309824	
5% level	-3.574244	
10% level	-3.221728	

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

Null Hypothesis: D(SPLE) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.507501	0.1214
Test critical values: 1% level	-2.636901	
5% level	-1.951332	
10% level	-1.610747	

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

Null Hypothesis: D(SPLE) has a unit root
Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.438772	0.0164
Test critical values:		
1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Null Hypothesis: D(SPLE) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.697514	0.0362
Test critical values:		
1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: SPLO has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.275381	0.7596
Test critical values:		
1% level	-2.639210	
5% level	-1.951687	
10% level	-1.610579	

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

Null Hypothesis: SPLO has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.504000	0.5188
Test critical values:		
1% level	-3.653730	
5% level	-2.957110	
10% level	-2.617434	

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

Null Hypothesis: SPLO has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 9 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.564472	0.0531
Test critical values: 1% level	-4.356068	
5% level	-3.595026	
10% level	-3.233456	

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

Null Hypothesis: D(SPLO) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.879529	0.0583
Test critical values: 1% level	-2.639210	
5% level	-1.951687	
10% level	-1.610579	

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

Null Hypothesis: D(SPLO) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.875816	0.3389
Test critical values: 1% level	-3.653730	
5% level	-2.957110	
10% level	-2.617434	

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

Null Hypothesis: D(SPLO) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.739216	0.0030
Test critical values: 1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Null Hypothesis: IRLY has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
--	-------------	--------

Phillips-Perron test statistic		4.776329	1.0000
Test critical values:	1% level	-2.632688	
	5% level	-1.950687	
	10% level	-1.611059	

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

Residual variance (no correction)	0.002161
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.003478

Null Hypothesis: IRLY has a unit root

Exogenous: Constant

Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		0.252581	0.9722
Test critical values:	1% level	-3.632900	
	5% level	-2.948404	
	10% level	-2.612874	

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

Residual variance (no correction)	0.002150
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.003773

Null Hypothesis: IRLY has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-1.953312	0.6056
Test critical values:	1% level	-4.243644	
	5% level	-3.544284	
	10% level	-3.204699	

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

Residual variance (no correction)	0.001973
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.003605

Null Hypothesis: D(IRLY) has a unit root

Exogenous: None

Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-0.334854	0.5571

Test critical values:	1% level	-2.634731
	5% level	-1.951000
	10% level	-1.610907

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

Residual variance (no correction)	0.001705
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001760

Null Hypothesis: D(IRLY) has a unit root

Exogenous: Constant

Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-1.640773	0.4514
Test critical values:		
1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Residual variance (no correction)	0.001576
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001714

Null Hypothesis: D(IRLY) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 1 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-1.642496	0.7544
Test critical values:		
1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Residual variance (no correction)	0.001512
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001691

Null Hypothesis: IRLE has a unit root

Exogenous: None

Bandwidth: 4 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	3.245531	0.9995
Test critical values:		
1% level	-2.632688	

5% level	-1.950687
10% level	-1.611059

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

Residual variance (no correction)	0.001103
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.002774

Null Hypothesis: IRLE has a unit root

Exogenous: Constant

Bandwidth: 4 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-1.406550	0.5679
Test critical values:		
1% level	-3.632900	
5% level	-2.948404	
10% level	-2.612874	

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

Residual variance (no correction)	0.000918
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001767

Null Hypothesis: IRLE has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-0.011212	0.9945
Test critical values:		
1% level	-4.243644	
5% level	-3.544284	
10% level	-3.204699	

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

Residual variance (no correction)	0.000893
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001397

Null Hypothesis: D(IRLE) has a unit root

Exogenous: None

Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-2.604814	0.0108
Test critical values:		
1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	

10% level	-1.610907
-----------	-----------

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

Residual variance (no correction)	0.001205
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001110

Null Hypothesis: D(IRLE) has a unit root

Exogenous: Constant

Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-4.676745	0.0006
Test critical values:		
1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Residual variance (no correction)	0.000894
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001156

Null Hypothesis: D(IRLE) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-5.273124	0.0007
Test critical values:		
1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Residual variance (no correction)	0.000769
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000816

Null Hypothesis: SPLY has a unit root

Exogenous: None

Bandwidth: 4 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	3.422763	0.9997
Test critical values:		
1% level	-2.632688	
5% level	-1.950687	
10% level	-1.611059	

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

Residual variance (no correction)	0.000500
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001410

Null Hypothesis: SPLY has a unit root

Exogenous: Constant

Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-1.261351	0.6363
Test critical values:		
1% level	-3.632900	
5% level	-2.948404	
10% level	-2.612874	

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

Residual variance (no correction)	0.000460
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001106

Null Hypothesis: SPLY has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-0.734645	0.9622
Test critical values:		
1% level	-4.243644	
5% level	-3.544284	
10% level	-3.204699	

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

Residual variance (no correction)	0.000454
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001038

Null Hypothesis: D(SPLY) has a unit root

Exogenous: None

Bandwidth: 0 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-1.404865	0.1461
Test critical values:		
1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

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

Residual variance (no correction)	0.000269
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000269

Null Hypothesis: D(SPLY) has a unit root

Exogenous: Constant

Bandwidth: 1 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-2.529772	0.1176
Test critical values:		
1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

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

Residual variance (no correction)	0.000240
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000281

Null Hypothesis: D(SPLY) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 1 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-2.748905	0.2248
Test critical values:		
1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

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

Residual variance (no correction)	0.000232
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000269

Null Hypothesis: SPLY is stationary

Exogenous: Constant

Bandwidth: 5 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.680545
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.077835
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.405903

Null Hypothesis: SPLY is stationary
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 4 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.131710
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.003882
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.013659

Null Hypothesis: D(SPLY) is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 4 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.204152
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.000497
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001395

Null Hypothesis: D(SPLY) is stationary
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.118336
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.000456
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001062

Null Hypothesis: IRLY is stationary

Exogenous: Constant

Bandwidth: 5 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.695993
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.283225
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	1.464232

Null Hypothesis: IRLY is stationary

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 4 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.106259
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.009720
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.036020

Null Hypothesis: D(IRLY) is stationary

Exogenous: Constant

Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.123580
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.002168
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.003484

Null Hypothesis: D(IRLY) is stationary
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.096336
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.002122
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.003780

ARDL models

Πορτογαλία

Dependent Variable: PRLY
 Method: ARDL
 Date: 11/20/18 Time: 02:51
 Sample (adjusted): 1982 2015
 Included observations: 34 after adjustments
 Maximum dependent lags: 2 (Automatic selection)
 Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
 Dynamic regressors (2 lags, automatic): PRLO PRLE
 Fixed regressors: C
 Number of models evaluated: 18
 Selected Model: ARDL(2, 1, 0)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
PRLY(-1)	1.040612	0.150045	6.935339	0.0000
PRLY(-2)	-0.556418	0.122580	-4.539233	0.0001
PRLO	0.147913	0.044671	3.311192	0.0026
PRLO(-1)	-0.066544	0.041025	-1.622038	0.1160
PRLE	0.278939	0.055770	5.001557	0.0000
C	11.96954	2.251798	5.315546	0.0000
R-squared	0.996231	Mean dependent var	25.96994	
Adjusted R-squared	0.995558	S.D. dependent var	0.225435	
S.E. of regression	0.015025	Akaike info criterion	-5.399422	
Sum squared resid	0.006321	Schwarz criterion	-5.130065	
Log likelihood	97.79018	Hannan-Quinn criter.	-5.307564	
F-statistic	1480.197	Durbin-Watson stat	2.143934	
Prob(F-statistic)	0.000000			

*Note: p-values and any subsequent tests do not account for model selection.

Ιρλανδία

Dependent Variable: IRLY
 Method: ARDL
 Date: 11/20/18 Time: 02:53
 Sample (adjusted): 1984 2015
 Included observations: 32 after adjustments
 Maximum dependent lags: 4 (Automatic selection)
 Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
 Dynamic regressors (4 lags, automatic): IRLO IRLE
 Fixed regressors: C @TREND
 Number of models evaluated: 100
 Selected Model: ARDL(2, 0, 4)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
IRLY(-1)	1.627561	0.282081	5.769833	0.0000
IRLY(-2)	-0.815205	0.250593	-3.253109	0.0036
IRLO	0.327619	0.112623	2.909000	0.0081
IRLE	-0.467296	0.400936	-1.165513	0.2563
IRLE(-1)	-0.680479	0.333742	-2.038934	0.0536
IRLE(-2)	0.792591	0.419394	1.889848	0.0720
IRLE(-3)	0.472331	0.335782	1.406659	0.1735
IRLE(-4)	-0.959139	0.312874	-3.065576	0.0057
C	4.897893	3.018692	1.622522	0.1189
@TREND	0.034876	0.007418	4.701700	0.0001
R-squared	0.997117	Mean dependent var	25.66086	
Adjusted R-squared	0.995938	S.D. dependent var	0.498813	
S.E. of regression	0.031792	Akaike info criterion	-3.808870	
Sum squared resid	0.022237	Schwarz criterion	-3.350827	
Log likelihood	70.94192	Hannan-Quinn criter.	-3.657042	
F-statistic	845.4615	Durbin-Watson stat	2.029343	
Prob(F-statistic)	0.000000			

*Note: p-values and any subsequent tests do not account for model selection.

Ιταλία

Dependent Variable: ITLY
 Method: ARDL
 Date: 11/20/18 Time: 02:53
 Sample (adjusted): 1982 2015
 Included observations: 34 after adjustments
 Maximum dependent lags: 4 (Automatic selection)
 Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
 Dynamic regressors (4 lags, automatic): ITLO ITLE
 Fixed regressors: C
 Number of models evaluated: 100
 Selected Model: ARDL(2, 1, 0)
 Note: final equation sample is larger than selection sample

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
ITLY(-1)	0.702344	0.156625	4.484245	0.0001
ITLY(-2)	-0.230601	0.125435	-1.838408	0.0766
ITLO	0.269447	0.069861	3.856894	0.0006
ITLO(-1)	-0.228604	0.075595	-3.024057	0.0053
ITLE	0.351245	0.088955	3.948578	0.0005
C	12.69332	3.028091	4.191856	0.0003
R-squared	0.994829	Mean dependent var		28.26536
Adjusted R-squared	0.993905	S.D. dependent var		0.138492
S.E. of regression	0.010812	Akaike info criterion		-6.057568
Sum squared resid	0.003273	Schwarz criterion		-5.788210
Log likelihood	108.9787	Hannan-Quinn criter.		-5.965709
F-statistic	1077.311	Durbin-Watson stat		2.233596
Prob(F-statistic)	0.000000			

*Note: p-values and any subsequent tests do not account for model selection.

Ελλάδα

Dependent Variable: GRLY
 Method: ARDL
 Date: 11/20/18 Time: 02:55
 Sample (adjusted): 1985 2015
 Included observations: 31 after adjustments
 Maximum dependent lags: 5 (Automatic selection)
 Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
 Dynamic regressors (5 lags, automatic): GRLO GRLE
 Fixed regressors: C
 Number of models evaluated: 180
 Selected Model: ARDL(5, 5, 5)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
GRLY(-1)	0.630154	0.252855	2.492154	0.0270
GRLY(-2)	0.139612	0.304593	0.458358	0.6543
GRLY(-3)	0.774435	0.243880	3.175482	0.0073
GRLY(-4)	-0.468303	0.274070	-1.708697	0.1113
GRLY(-5)	-0.496495	0.241275	-2.057795	0.0602
GRLO	0.339528	0.134875	2.517362	0.0257
GRLO(-1)	0.160785	0.169874	0.946499	0.3612
GRLO(-2)	-0.697167	0.149858	-4.652195	0.0005
GRLO(-3)	-0.082800	0.183932	-0.450165	0.6600
GRLO(-4)	-0.141188	0.180039	-0.784207	0.4470
GRLO(-5)	0.241697	0.124380	1.943208	0.0740
GRLE	0.101649	0.249449	0.407494	0.6903
GRLE(-1)	0.260932	0.276665	0.943133	0.3628
GRLE(-2)	0.594708	0.238901	2.489350	0.0271
GRLE(-3)	-1.181787	0.258775	-4.566852	0.0005
GRLE(-4)	0.022245	0.374548	0.059392	0.9535
GRLE(-5)	0.594144	0.333490	1.781596	0.0982
C	10.61889	2.654845	3.999814	0.0015
R-squared	0.997674	Mean dependent var	26.21129	
Adjusted R-squared	0.994631	S.D. dependent var	0.189323	
S.E. of regression	0.013872	Akaike info criterion	-5.425633	
Sum squared resid	0.002502	Schwarz criterion	-4.592995	
Log likelihood	102.0973	Hannan-Quinn criter.	-5.154214	
F-statistic	327.9363	Durbin-Watson stat	2.206214	
Prob(F-statistic)	0.000000			

*Note: p-values and any subsequent tests do not account for model selection.

Ισπανία

Dependent Variable: SPLY
 Method: ARDL
 Date: 11/20/18 Time: 02:56
 Sample (adjusted): 1983 2015
 Included observations: 33 after adjustments
 Maximum dependent lags: 4 (Automatic selection)
 Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
 Dynamic regressors (4 lags, automatic): SPLO SPLE
 Fixed regressors: C
 Number of models evaluated: 100
 Selected Model: ARDL(1, 3, 0)
 Note: final equation sample is larger than selection sample

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
SPLY(-1)	0.591688	0.040615	14.56807	0.0000
SPLO	0.184202	0.030814	5.977967	0.0000
SPLO(-1)	-0.123824	0.046833	-2.643949	0.0137
SPLO(-2)	-0.039972	0.045206	-0.884218	0.3847
SPLO(-3)	-0.166713	0.034189	-4.876147	0.0000
SPLE	0.418634	0.044543	9.398500	0.0000
C	10.19844	1.001889	10.17922	0.0000
R-squared	0.999221	Mean dependent var	27.69742	
Adjusted R-squared	0.999041	S.D. dependent var	0.259028	
S.E. of regression	0.008021	Akaike info criterion	-6.627601	
Sum squared resid	0.001673	Schwarz criterion	-6.310160	
Log likelihood	116.3554	Hannan-Quinn criter.	-6.520791	
F-statistic	5557.285	Durbin-Watson stat	1.567832	
Prob(F-statistic)	0.000000			

*Note: p-values and any subsequent tests do not account for model selection.

Long run form and bounds test

Πορτογαλία

Dependent Variable: PRLY
 Method: ARDL
 Date: 11/20/18 Time: 03:01
 Sample (adjusted): 1982 2015
 Included observations: 34 after adjustments
 Maximum dependent lags: 2 (Automatic selection)
 Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
 Dynamic regressors (2 lags, automatic): PRLO PRLE
 Fixed regressors: C
 Number of models evaluated: 18
 Selected Model: ARDL(2, 1, 0)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
PRLY(-1)	1.040612	0.150045	6.935339	0.0000
PRLY(-2)	-0.556418	0.122580	-4.539233	0.0001
PRLO	0.147913	0.044671	3.311192	0.0026
PRLO(-1)	-0.066544	0.041025	-1.622038	0.1160
PRLE	0.278939	0.055770	5.001557	0.0000
C	11.96954	2.251798	5.315546	0.0000
R-squared	0.996231	Mean dependent var	25.96994	
Adjusted R-squared	0.995558	S.D. dependent var	0.225435	
S.E. of regression	0.015025	Akaike info criterion	-5.399422	
Sum squared resid	0.006321	Schwarz criterion	-5.130065	
Log likelihood	97.79018	Hannan-Quinn criter.	-5.307564	
F-statistic	1480.197	Durbin-Watson stat	2.143934	
Prob(F-statistic)	0.000000			

*Note: p-values and any subsequent tests do not account for model selection.

Ιρλανδία

ARDL Long Run Form and Bounds Test
 Dependent Variable: D(IRLY)
 Selected Model: ARDL(2, 0, 4)
 Case 5: Unrestricted Constant and Unrestricted Trend
 Date: 11/20/18 Time: 03:04
 Sample: 1980 2015
 Included observations: 32

Conditional Error Correction Regression				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.897893	3.018692	1.622522	0.1189
@TREND	0.034876	0.007418	4.701700	0.0001
IRLY(-1)*	-0.187644	0.136599	-1.373687	0.1834
IRLO**	0.327619	0.112623	2.909000	0.0081
IRLE(-1)	-0.841992	0.240016	-3.508070	0.0020
D(IRLY(-1))	0.815205	0.250593	3.253109	0.0036
D(IRLE)	-0.467296	0.400936	-1.165513	0.2563
D(IRLE(-1))	-0.305783	0.324650	-0.941887	0.3565
D(IRLE(-2))	0.486808	0.284224	1.712763	0.1008
D(IRLE(-3))	0.959139	0.312874	3.065576	0.0057

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.
 ** Variable interpreted as $Z = Z(-1) + D(Z)$.

Levels Equation Case 5: Unrestricted Constant and Unrestricted Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IRLO	1.745962	1.119848	1.559106	0.1332
IRLE	-4.487178	3.800591	-1.180653	0.2503

$$EC = IRLY - (1.7460 \cdot IRLO - 4.4872 \cdot IRLE)$$

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
Asymptotic: n=1000				
F-statistic	8.082245	10%	4.19	5.06
k	2	5%	4.87	5.85
		2.5%	5.79	6.59
		1%	6.34	7.52
Finite Sample: n=35				
Actual Sample Size	32	10%	4.517	5.48
		5%	5.457	6.57
		1%	7.643	9.063
Finite Sample: n=30				
		10%	4.577	5.6
		5%	5.55	6.747
		1%	7.977	9.413

t-Bounds Test Null Hypothesis: No levels relationship				
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
t-statistic	-1.373687	10%	-3.13	-3.63
		5%	-3.41	-3.95
		2.5%	-3.65	-4.2
		1%	-3.96	-4.53

Ιταλία

ARDL Long Run Form and Bounds Test
 Dependent Variable: D(ITLY)
 Selected Model: ARDL(2, 1, 0)
 Case 2: Restricted Constant and No Trend
 Date: 11/20/18 Time: 03:06
 Sample: 1980 2015
 Included observations: 34

Conditional Error Correction Regression				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	12.69332	3.028091	4.191856	0.0003
ITLY(-1)*	-0.528257	0.125976	-4.193325	0.0002
ITLO(-1)	0.040843	0.020506	1.991731	0.0562
ITLE**	0.351245	0.088955	3.948578	0.0005
D(ITLY(-1))	0.230601	0.125435	1.838408	0.0766
D(ITLO)	0.269447	0.069861	3.856894	0.0006

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

** Variable interpreted as $Z = Z(-1) + D(Z)$.

Levels Equation Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ITLO	0.077317	0.037526	2.060350	0.0488
ITLE	0.664913	0.020701	32.12002	0.0000
C	24.02868	0.304742	78.84920	0.0000

$$EC = ITLY - (0.0773*ITLO + 0.6649*ITLE + 24.0287)$$

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
Asymptotic: n=1000				
F-statistic	12.94050	10%	2.63	3.35
k	2	5%	3.1	3.87
		2.5%	3.55	4.38
		1%	4.13	5
Finite Sample: n=35				
Actual Sample Size	34	10%	2.845	3.623
		5%	3.478	4.335
		1%	4.948	6.028
Finite Sample: n=30				
		10%	2.915	3.695
		5%	3.538	4.428
		1%	5.155	6.265

Ελλάδα

ARDL Long Run Form and Bounds Test
 Dependent Variable: D(GRLY)
 Selected Model: ARDL(5, 5, 5)
 Case 2: Restricted Constant and No Trend
 Date: 11/20/18 Time: 03:09
 Sample: 1980 2015
 Included observations: 31

Conditional Error Correction Regression				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.61889	2.654845	3.999814	0.0015
GRLY(-1)*	-0.420596	0.100467	-4.186407	0.0011
GRLO(-1)	-0.179145	0.112813	-1.587987	0.1363
GRLE(-1)	0.391891	0.105210	3.724833	0.0025
D(GRLY(-1))	0.050750	0.274273	0.185034	0.8561
D(GRLY(-2))	0.190362	0.310151	0.613773	0.5500
D(GRLY(-3))	0.964797	0.294851	3.272154	0.0061
D(GRLY(-4))	0.496495	0.241275	2.057795	0.0602
D(GRLO)	0.339528	0.134875	2.517362	0.0257
D(GRLO(-1))	0.679458	0.155186	4.378346	0.0007
D(GRLO(-2))	-0.017709	0.120861	-0.146526	0.8858
D(GRLO(-3))	-0.100509	0.116222	-0.864800	0.4028
D(GRLO(-4))	-0.241697	0.124380	-1.943208	0.0740
D(GRLE)	0.101649	0.249449	0.407494	0.6903
D(GRLE(-1))	-0.029310	0.330251	-0.088751	0.9306
D(GRLE(-2))	0.565397	0.381256	1.482987	0.1619
D(GRLE(-3))	-0.616389	0.423520	-1.455395	0.1693
D(GRLE(-4))	-0.594144	0.333490	-1.781596	0.0982

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

Levels Equation Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GRLO	-0.425930	0.266904	-1.595819	0.1345
GRLE	0.931751	0.263507	3.535968	0.0037
C	25.24722	0.818569	30.84312	0.0000

EC = GRLY - (-0.4259*GRLO + 0.9318*GRLE + 25.2472)

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
Asymptotic: n=1000				
F-statistic	10.18636	10%	2.63	3.35
k	2	5%	3.1	3.87
		2.5%	3.55	4.38
		1%	4.13	5
Finite Sample: n=35				
Actual Sample Size	31	10%	2.845	3.623
		5%	3.478	4.335
		1%	4.948	6.028
Finite Sample: n=30				
		10%	2.915	3.695
		5%	3.538	4.428
		1%	5.155	6.265

Ισπανία

ARDL Long Run Form and Bounds Test
Dependent Variable: D(SPLY)
Selected Model: ARDL(1, 3, 0)
Case 2: Restricted Constant and No Trend
Date: 11/20/18 Time: 03:00
Sample: 1980 2015
Included observations: 33

Conditional Error Correction Regression				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.19844	1.001889	10.17922	0.0000
SPLY(-1)*	-0.408312	0.040615	-10.05313	0.0000
SPLO(-1)	-0.146306	0.029223	-5.006597	0.0000
SPLE**	0.418634	0.044543	9.398500	0.0000
D(SPLO)	0.184202	0.030814	5.977967	0.0000
D(SPLO(-1))	0.206685	0.038063	5.430042	0.0000
D(SPLO(-2))	0.166713	0.034189	4.876147	0.0000

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

** Variable interpreted as $Z = Z(-1) + D(Z)$.

Levels Equation Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SPLO	-0.358320	0.065768	-5.448267	0.0000
SPLE	1.025279	0.042383	24.19103	0.0000
C	24.97709	0.264169	94.54969	0.0000

EC = SPLY - (-0.3583*SPLO + 1.0253*SPLE + 24.9771)

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
Asymptotic: n=1000				
F-statistic k	77.71705 2	10%	2.63	3.35
		5%	3.1	3.87
		2.5%	3.55	4.38
		1%	4.13	5
Finite Sample: n=35				
Actual Sample Size 33		10%	2.845	3.623
		5%	3.478	4.335
		1%	4.948	6.028
Finite Sample: n=30				
		10%	2.915	3.695
		5%	3.538	4.428
		1%	5.155	6.265

Error Correction Form

Πορτογαλία

ARDL Error Correction Regression
 Dependent Variable: D(PRLY)
 Selected Model: ARDL(2, 1, 0)
 Case 2: Restricted Constant and No Trend
 Date: 11/20/18 Time: 03:02
 Sample: 1980 2015
 Included observations: 34

ECM Regression Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PRLY(-1))	0.556418	0.084945	6.550309	0.0000
D(PRLO)	0.147913	0.036063	4.101558	0.0003
CointEq(-1)*	-0.515805	0.084143	-6.130110	0.0000
R-squared	0.740049	Mean dependent var		0.018175
Adjusted R-squared	0.723278	S.D. dependent var		0.027145
S.E. of regression	0.014279	Akaike info criterion		-5.575893
Sum squared resid	0.006321	Schwarz criterion		-5.441214
Log likelihood	97.79018	Hannan-Quinn criter.		-5.529964
Durbin-Watson stat	2.143934			

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
F-statistic	8.485411	10%	2.63	3.35
k	2	5%	3.1	3.87
		2.5%	3.55	4.38
		1%	4.13	5

Ιταλία

ARDL Error Correction Regression
 Dependent Variable: D(ITLY)
 Selected Model: ARDL(2, 1, 0)
 Case 2: Restricted Constant and No Trend
 Date: 11/20/18 Time: 03:08
 Sample: 1980 2015
 Included observations: 34

ECM Regression Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(ITLY(-1))	0.230601	0.090647	2.543956	0.0168
D(ITLO)	0.269447	0.055130	4.887487	0.0000
CointEq(-1)*	-0.528257	0.069781	-7.570200	0.0000
R-squared	0.735235	Mean dependent var		0.011582
Adjusted R-squared	0.718154	S.D. dependent var		0.019355
S.E. of regression	0.010275	Akaike info criterion		-6.234039
Sum squared resid	0.003273	Schwarz criterion		-6.099360
Log likelihood	108.9787	Hannan-Quinn criter.		-6.188109
Durbin-Watson stat	2.233596			

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
F-statistic	12.94050	10%	2.63	3.35
k	2	5%	3.1	3.87
		2.5%	3.55	4.38
		1%	4.13	5

Ελλάδα

ARDL Error Correction Regression
 Dependent Variable: D(GRLY)
 Selected Model: ARDL(5, 5, 5)
 Case 2: Restricted Constant and No Trend
 Date: 11/20/18 Time: 03:10
 Sample: 1980 2015
 Included observations: 31

ECM Regression				
Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GRLY(-1))	0.050750	0.156607	0.324058	0.7510
D(GRLY(-2))	0.190362	0.142438	1.336459	0.2043
D(GRLY(-3))	0.964797	0.143195	6.737653	0.0000
D(GRLY(-4))	0.496495	0.165925	2.992285	0.0104
D(GRLO)	0.339528	0.088147	3.851856	0.0020
D(GRLO(-1))	0.679458	0.120397	5.643498	0.0001
D(GRLO(-2))	-0.017709	0.098592	-0.179622	0.8602
D(GRLO(-3))	-0.100509	0.099864	-1.006465	0.3326
D(GRLO(-4))	-0.241697	0.102119	-2.366813	0.0341
D(GRLE)	0.101649	0.147713	0.688153	0.5035
D(GRLE(-1))	-0.029310	0.131531	-0.222839	0.8271
D(GRLE(-2))	0.565397	0.114579	4.934561	0.0003
D(GRLE(-3))	-0.616389	0.152652	-4.037885	0.0014
D(GRLE(-4))	-0.594144	0.205134	-2.896376	0.0125
CointEq(-1)*	-0.420596	0.059393	-7.081542	0.0000
R-squared	0.943193	Mean dependent var		0.009724
Adjusted R-squared	0.893487	S.D. dependent var		0.038313
S.E. of regression	0.012504	Akaike info criterion		-5.619181
Sum squared resid	0.002502	Schwarz criterion		-4.925316
Log likelihood	102.0973	Hannan-Quinn criter.		-5.392999
Durbin-Watson stat	2.206214			

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
F-statistic	10.18636	10%	2.63	3.35
k	2	5%	3.1	3.87
		2.5%	3.55	4.38
		1%	4.13	5

Ισπανία

ARDL Long Run Form and Bounds Test
 Dependent Variable: D(SPLY)
 Selected Model: ARDL(1, 3, 0)
 Case 2: Restricted Constant and No Trend
 Date: 11/20/18 Time: 02:59
 Sample: 1980 2015
 Included observations: 33

Conditional Error Correction Regression				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.19844	1.001889	10.17922	0.0000
SPLY(-1)*	-0.408312	0.040615	-10.05313	0.0000
SPLO(-1)	-0.146306	0.029223	-5.006597	0.0000
SPLE**	0.418634	0.044543	9.398500	0.0000
D(SPLO)	0.184202	0.030814	5.977967	0.0000
D(SPLO(-1))	0.206685	0.038063	5.430042	0.0000
D(SPLO(-2))	0.166713	0.034189	4.876147	0.0000

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

** Variable interpreted as $Z = Z(-1) + D(Z)$.

Levels Equation Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SPLO	-0.358320	0.065768	-5.448267	0.0000
SPLE	1.025279	0.042383	24.19103	0.0000
C	24.97709	0.264169	94.54969	0.0000

EC = SPLY - (-0.3583*SPLO + 1.0253*SPLE + 24.9771)

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
Asymptotic: n=1000				
F-statistic	77.71705	10%	2.63	3.35
k	2	5%	3.1	3.87
		2.5%	3.55	4.38
		1%	4.13	5
Finite Sample: n=35				
Actual Sample Size	33	10%	2.845	3.623
		5%	3.478	4.335
		1%	4.948	6.028
Finite Sample: n=30				
		10%	2.915	3.695
		5%	3.538	4.428
		1%	5.155	6.265

Διαγνωστικοί Έλεγχοι

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test

Πορτογαλία

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 3 lags

F-statistic	2.376827	Prob. F(3,25)	0.0939
Obs*R-squared	7.545370	Prob. Chi-Square(3)	0.0564

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.197660	Prob. F(2,26)	0.8219
Obs*R-squared	0.509214	Prob. Chi-Square(2)	0.7752

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 1 lag

F-statistic	0.348158	Prob. F(3,25)	0.5601
Obs*R-squared	0.432839	Prob. Chi-Square(3)	0.5106

Ιρλανδία

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.804434	Prob. F(2,20)	0.4613
Obs*R-squared	2.382529	Prob. Chi-Square(2)	0.3038

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 3 lags

F-statistic	0.561219	Prob. F(3,19)	0.6471
Obs*R-squared	2.604813	Prob. Chi-Square(3)	0.4566

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 1 lag

F-statistic	0.349876	Prob. F(1,21)	0.5605
Obs*R-squared	0.524408	Prob. Chi-Square(1)	0.4690

Ιταλία

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	1.211279	Prob. F(2,26)	0.3141
Obs*R-squared	2.897945	Prob. Chi-Square(2)	0.2348

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 3 lags

F-statistic	0.916475	Prob. F(3,25)	0.4472
Obs*R-squared	3.368734	Prob. Chi-Square(3)	0.3382

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 1 lag

F-statistic	0.880987	Prob. F(1,27)	0.3563
Obs*R-squared	1.074336	Prob. Chi-Square(1)	0.3000

Ελλάδα

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.365562	Prob. F(2,11)	0.7019
Obs*R-squared	1.932027	Prob. Chi-Square(2)	0.3806

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 3 lags

F-statistic	1.179263	Prob. F(3,10)	0.3661
Obs*R-squared	8.101137	Prob. Chi-Square(3)	0.0440

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 1 lag

F-statistic	0.320987	Prob. F(1,12)	0.5815
Obs*R-squared	0.807612	Prob. Chi-Square(1)	0.3688

Ισπανία

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.761570	Prob. F(2,24)	0.4779
Obs*R-squared	1.969336	Prob. Chi-Square(2)	0.3736

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 3 lags

F-statistic	0.505386	Prob. F(3,23)	0.6824
Obs*R-squared	2.040825	Prob. Chi-Square(3)	0.5640

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 1 lag

F-statistic	1.145858	Prob. F(1,25)	0.2946
Obs*R-squared	1.446245	Prob. Chi-Square(1)	0.2291

Heteroskedasticity Test: ARCH

Πορτογαλία

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.253416	Prob. F(2,29)	0.7778
Obs*R-squared	0.549657	Prob. Chi-Square(2)	0.7597

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.742385	Prob. F(3,27)	0.5361
Obs*R-squared	2.362249	Prob. Chi-Square(3)	0.5007

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.554298	Prob. F(1,31)	0.4622
Obs*R-squared	0.579694	Prob. Chi-Square(1)	0.4464

Ιρλανδία

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.299789	Prob. F(1,29)	0.5882
Obs*R-squared	0.317185	Prob. Chi-Square(1)	0.5733

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.215234	Prob. F(3,25)	0.8849
Obs*R-squared	0.730155	Prob. Chi-Square(3)	0.8661

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.147726	Prob. F(2,27)	0.8634
Obs*R-squared	0.324726	Prob. Chi-Square(2)	0.8501

Ιταλία

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.199082	Prob. F(2,29)	0.8206
Obs*R-squared	0.433403	Prob. Chi-Square(2)	0.8052

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.325401	Prob. F(3,27)	0.8070
Obs*R-squared	1.081716	Prob. Chi-Square(3)	0.7815

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.044768	Prob. F(1,31)	0.8338
Obs*R-squared	0.047587	Prob. Chi-Square(1)	0.8273

Ελλάδα

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.697234	Prob. F(2,26)	0.5070
Obs*R-squared	1.476195	Prob. Chi-Square(2)	0.4780

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.646300	Prob. F(3,24)	0.5929
Obs*R-squared	2.092966	Prob. Chi-Square(3)	0.5533

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	1.119084	Prob. F(1,28)	0.2992
Obs*R-squared	1.152939	Prob. Chi-Square(1)	0.2829

Ισπανία

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.144609	Prob. F(2,28)	0.8660
Obs*R-squared	0.316932	Prob. Chi-Square(2)	0.8535

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.156267	Prob. F(3,26)	0.9247
Obs*R-squared	0.531344	Prob. Chi-Square(3)	0.9120

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.288476	Prob. F(1,30)	0.5952
Obs*R-squared	0.304777	Prob. Chi-Square(1)	0.5809
