

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών 2008-2010  
Διπλωματική Εργασία

Τίτλος Εργασίας:

**« Economic Growth, CO<sub>2</sub> Emissions, Energy  
Consumption, and Environmental Kuznets Curve »**

*Επιβλέπων Α':* Καλαϊτζιδάκης Παντελής, Αναπληρωτής Καθηγητής

*Επιβλέπων Β':* Γιαννόπουλος Ανδρέας

*Επιβλέπων Γ':* Τζουβελέκας Βαγγέλης, Αναπληρωτής Καθηγητής

*Επιμέλεια:* Προφυλιενού Μαρουλίτσα, Α.Μ.: 83

*Ημερομηνία Παράδοσης:* 28/01/2010

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ .....	5
2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ - ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO <sub>2</sub> - ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	7
3. ΣΧΕΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗΣ ΚΑΙ ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE (ΕΚC) .....	10
4. INVERTED ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE .....	14
5. ΚΡΙΤΙΚΗ ΕΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΚΑΜΠΥΛΗ ΚUZNETS (κατά βάση του Stern).....	16
6. ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ.....	19
6.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ .....	20
7. ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ .....	21
7.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	21
7.2 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	23
7.2.1 ΜΕΘΟΔΟΣ VAR SYSTEM.....	25
7.2.1.1 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ.....	28
7.2.2 ERROR CORRECTION ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ (ECM).....	36
7.2.2.1 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ.....	39
7.2.3 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΓΙΑ ΕΚC .....	48
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	51
9. ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	52
10. APPENDIX 1 .....	55
11. APPENDIX 2.....	59
12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	61

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη συγκεκριμένη εργασία θα αναλύσουμε πως διάφορες μεταβλητές, που συγκεντρώνουν στοιχεία για το περιβάλλον μιας χώρας, επιδρούν επάνω στην οικονομική της μεγέθυνση. Πιο συγκεκριμένα, θα ασχοληθούμε με δεδομένα από τέσσερις ευρωπαϊκές χώρες, που είναι οι: Βέλγιο (BEL), Γαλλία (FRA), Ολλανδία (NETH) και Ηνωμένο Βασίλειο (UK), και συγκεντρώνουμε δεδομένα για πέντε μεταβλητές που αφορούν στην κατανάλωση ενέργειας (EN), στις εκπομπές CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>), στο κεφάλαιο (CAP), στο GDP (MGDP) και στην εργασία (LAB). Έπειτα, αφού περιγράψουμε την εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, θα προσπαθήσουμε να δείξουμε τη σχέση της οικονομικής μεγέθυνσης των συγκεκριμένων χωρών με την ανεστραμμένη καμπύλη περιβάλλοντος του Kuznets (Inverted Environmental Kuznets Curve). Εκεί θα παρουσιάσουμε τη ανεστραμμένη καμπύλη σχήματος U, που σχηματίζεται ανάμεσα στο GDP μιας χώρας καθώς επιδρά επάνω της η μεταβλητή CO<sub>2</sub>, έτσι ώστε να δούμε διαγραμματικά τη σχέση τους. Τα δεδομένα που συγκεντρώσαμε αφορούν στην περίοδο 1981-1998, καθώς πριν από το 1981 καμία χώρα - εκτός από ορισμένες εξαιρέσεις - δεν συγκέντρωνε στοιχεία για το περιβάλλον. Αυτό συνέβαινε γιατί η όλη σκέψη και διάθεση να ασχοληθούν κάποιοι ερευνητές με τα περιβαλλοντικά σε συνδιασμό με τα οικονομικά και πιο συγκεκριμένα με την αλληλεπίδρασή τους, είναι σχετικά πολύ νέα.

Πιο αναλυτικά, εξαιτίας έλλειψης στοιχείων για τις παραπάνω μεταβλητές, καταλήξαμε να εξετάζουμε τις τέσσερις αυτές χώρες. Το πρόβλημα αποδίδεται στο γεγονός ότι, τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχουν αρχίσει οι πιο ανεπτυγμένες χώρες να συγκεντρώνουν στοιχεία που αφορούν στο περιβάλλον και πιο συγκεκριμένα σε ό,τι αφορά τη μόλυνσή του. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι ορισμένες κυβερνήσεις παγκοσμίως αρνούνται να δημοσιοποιήσουν τέτοιου είδους ζωτικής σημασίας στοιχεία που αφορούν στην εκάστοτε χώρα. Οι λόγοι μπορεί να ποικίλουν αλλά ο πιο επικρατέστερος - αν και δεν είναι αποδεκτός από την κάθε κυβέρνηση - είναι λόγω των διάφορων κυβερνητικών απόρρητων προγραμμάτων που αφορούν πυρηνική ή άλλου είδους σχετική μορφή ενέργειας.

Όσον αφορά τις πέντε αυτές μεταβλητές που μελετάμε επιλέχθηκαν με βάση την έρευνα που έχει προηγηθεί από διάφορους οικονομολόγους-συγγραφείς που

ασχολήθηκαν με το ίδιο θέμα, ακολουθώντας, παράλληλα, και την ίδια περίπου εμπειρική μεθοδολογία με τη συγκεκριμένη εργασία.

Αυτό που φαίνεται να είναι η αιτία, στην οποία οφείλεται η υπερθέρμανση του πλανήτη, είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου και πιο συγκεκριμένα οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα. Προκειμένου να αποτρέψουν την υπερθέρμανση, αρκετά κράτη έχουν υπογράψει το πρωτόκολλο του Kyoto και υποσχέθηκαν να μειώσουν τα επίπεδα εκπομπών. Αυτό από μόνο του επιβεβαιώνει την προέλευση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> (Hamilton and Turton, 2002). Μία πλευρά των περιβαλλοντικών οικονομικών αναδεικνύει τη σύνδεση μεταξύ περιβαλλοντικής υποβάθμισης και της οικονομικής μεγέθυνσης. Έτσι επικεντρωνόμαστε στην υπόθεση της Περιβαλλοντικής Καμπύλης Kuznets (EKC).

Η κεντρική ιδέα πίσω από την EKC είναι ότι αρχικά καθώς αυξάνεται το κατά κεφαλήν εισόδημα τότε η περιβαλλοντική υποβάθμιση γίνεται πιο έντονη, αλλά σε μεταγενέστερα επίπεδα της οικονομικής ανάπτυξης τείνει να υποκατασταθεί. Συνεπώς, η οικονομική ανάπτυξη μπορεί να είναι η λύση παρά η πηγή του προβλήματος (Rothman and de Bruyn, 1998). Παράλληλα, οι Dinda and Coondoo (2006) υποστηρίζουν ότι τα ανεπτυγμένα κράτη θα πρέπει να προωθήσουν την εισοδηματική ανάπτυξη, ενώ οι αναπτυσσόμενες χώρες θα πρέπει να περιορίσουν τις αναπτυξιακές τους φιλοδοξίες έτσι ώστε να μειώσουν τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (Soytas et al, 2006).

Συνεχίζουμε την ανάλυσή μας με μία συνοπτική αναφορά των προηγούμενων ερευνών που πραγματοποιήθηκαν για το συγκεκριμένο ή παρόμοιο θέμα μας στο Μέρος 1, έπειτα στο Μέρος 2 θα προβούμε σε μια πιο εμπειριστατωμένη παρουσίαση των εννοιών, των επεξηγήσεων καθώς και του συνδυασμού της οικονομικής μεγέθυνσης με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και της κατανάλωσης της ενέργειας. Στο Μέρος 3 θα ορίσουμε περί τίνος πρόκειται η EKC και θα θέσουμε το θεωρητικό πλαίσιο μέσα στο οποίο θα χρησιμοποιήσουμε την έννοιά της καθώς επίσης θα συγκρίνουμε και θα συνδυάσουμε την οικονομική μεγέθυνση σε σχέση με την EKC. Παράλληλα, στο Μέρος 4 θα ασχοληθούμε με μια πιο συνοπτική επεξήγηση για τη διαγραμματική μορφή που μπορεί να πάρει η EKC. Ακολουθεί, στο Μέρος 5, η κριτική που ασκήθηκε από ορισμένους σημαντικούς ερευνητές επάνω στη θεωρία και τη μεθοδολογία της EKC. Στο Μέρος 6 προχωράμε στην εμπειρική θεμελίωση των οικονομετρικών μοντέλων ενώ στο 6.1 παρουσιάζονται και οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται γενικά. Στο Μέρος 7 αναλύουμε τα

οικονομετρικά μας υποδείγματα καθώς και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την έρευνα στη συγκεκριμένη εργασία. Επιπλέον, καθώς αναλύουμε τη μεθοδολογία που ακολουθήσαμε παραθέτουμε και τα αποτελέσματα της (παράγραφοι 7.2 έως 7.2.3). Τέλος, στο Μέρος 8 παραθέτουμε τα συμπεράσματα που εξάγουμε από την εμπειρική μας έρευνα και στο Μέρος 9 κλείνουμε με τον επίλογο. Φυσικά, ακολουθούν τα παραρτήματα και η βιβλιογραφία.

## 1. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Αρχικά, πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχει μία μεγάλη ποικιλία και στη βιβλιογραφία σε ότι αφορά την οικονομική μεγέθυνση, η οποία στο μεγαλύτερο μέρος της στηρίζεται στο μοντέλο του Solow. Επίσης, έχει παρατηρηθεί και ένας αρκετά μεγάλος αριθμός μελετών που υποδειγματοποιούν τη σχέση του περιβάλλοντος και της οικονομικής μεγέθυνσης. Παρακάτω, αναφέρονται ορισμένοι συγγραφείς που έχουν ασχοληθεί με παρόμοια με την εν λόγω εργασία θέματα καθώς επίσης αναπτύσσονται και μερικώς τα αποτελέσματά τους.

Μελετώντας το άρθρο των Soytaş and Sari (2007), ερευνούν τη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας, εισοδήματος και εκπομπές του CO<sub>2</sub> μεταξύ του 1960 και 2000 στην Τουρκία χρησιμοποιώντας την προσέγγιση Toda-Yamamoto στην Granger αιτιότητα. Καταλήγουν ότι το CO<sub>2</sub> προκαλεί Granger αιτιότητα προς την κατανάλωση ενέργειας, αλλά το αντίστροφο δεν ισχύει. Η έλλειψη μακροχρόνιας αιτιακής σχέσης μεταξύ εισοδήματος και εκπομπών ξεκαθαρίζουν ότι δεν υπάρχουν αποδείξεις για να υποστηρίξουν την ΕΚC.

Οι Soytaş et al. (2006), ερευνούν την επίδραση της κατανάλωσης της ενέργειας και της εκροής του CO<sub>2</sub> στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Καταλήγουν στο ότι το εισόδημα μέσω της αιτιότητας του Granger δεν επιδρά επάνω στο CO<sub>2</sub> στη μακροχρόνια περίοδο, αλλά η ενέργεια. Έτσι, η εισοδηματική ανάπτυξη από μόνη της μπορεί να είναι η λύση στα περιβαλλοντικά προβλήματα (Soytaş et al., 2006).

Από την άλλη πλευρά, στο άρθρο τους οι Zhang and Cheng (2009) καταλήγουν στο ότι οι αποδείξεις δείχνουν ότι ούτε οι εκπομπές του CO<sub>2</sub> αλλά ούτε και η κατανάλωση ενέργειας οδηγούν στην οικονομική μεγέθυνση. Επομένως,

αποφαίνονται ότι η κυβέρνηση της Κίνας - όσον αφορά τη δική της περίπτωση - μπορεί να προχωρήσει σε πιο περιοριστική πολιτική για την ενέργεια και μία περαιτέρω μείωση στην πολιτική για τις εκπομπές CO<sub>2</sub> στη μακροχρόνια περίοδο χωρίς να υπονομεύει την οικονομική ανάπτυξή της.

Οι Jorgenson and Wilcoxon (1993) φαίνεται να καλύπτουν επιλεκτικά το θεωρητικό μέρος που επικεντρώνεται στη σχέση μεταξύ ενέργειας, περιβάλλοντος και οικονομικής μεγέθυνσης μέσα σε ένα γενικό πλαίσιο γενικής ισορροπίας και, επίσης, αναλύει μοντέλα συνολικής μεγέθυνσης (Soytas et Sari, 2007).

Επιπλέον, στην έρευνά του, που αφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο, ο Ricci (2007) σημειώνει ότι υπάρχουν αρκετά κανάλια μετάδοσης μέσω των οποίων η περιβαλλοντική πολιτική και η οικονομική μεγέθυνση μπορούν να αλληλεπιδρούν. Αυτό ίσως δημιουργείται εξαιτίας του γεγονότος ότι κάποια μοντέλα αντιμετωπίζουν τη μόλυνση ως μία εισροή στη συνάρτηση παραγωγής ενώ άλλα ως αρνητική (negative by-product). Υποστηρίζει ότι σύμφωνα με τις επιδράσεις της πολιτικής γενικά, οι περιβαλλοντικές πολιτικές είναι καταδικασμένες να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη μεγέθυνση λόγω του ότι λαμβάνονται ως επιπλέον περιοριστικά μέτρα στη γενικότερη πολιτική. Εντούτοις, αν η περιβαλλοντική βελτίωση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του συντελεστή παραγωγής και καινοτομίας, τότε οι προοπτικές μεγέθυνσης θα ενισχυθούν. Πράγματι, οι Dudek et al. (2003) δείχνουν ότι τα αρχικά πλεονεκτήματα από τη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> θα υπερέχουν από το μέσο κόστος των εκπομπών του CO<sub>2</sub>. Ο Ricci (2007) επίσης αναλύει πως τα πλεονεκτήματα μπορούν να επιτευχθούν μέσω αυξανόμενων αποδόσεων κλίμακας (IRS) στη μειωμένη δραστηριότητα και προσφέροντας μία ώθηση να αποταμιεύσουμε περισσότερα αν αναμένεται μία περιβαλλοντική βελτίωση. Ωστόσο, η εφαρμοζόμενη εμπειρική μεθοδολογία θα έπρεπε να επιτρέπει δυναμικές επιδράσεις στο δίκτυο μεταξύ ενέργειας-περιβάλλοντος-μεγέθυνσης. Επίσης, ο Ricci (2007) παραδέχεται ότι όπως δουλεύει ο μηχανισμός μετάδοσης μπορεί να διαφέρει μεταξύ των διαφόρων χωρών στα διαφορετικά στάδια της ανάπτυξης (Soytas et Sari, 2007).

Σύμφωνα με το Xerapadeas (2005), προηγούμενες έρευνες επάνω στην οικονομική μεγέθυνση απέτυχαν να λάβουν υπόψη τους περιβαλλοντικές απόψεις της μεγέθυνσης. Εξετάζοντας πιο πρόσφατες μελέτες υποστηρίζει ότι υπάρχει “ανάγκη η θεωρία για τη μεγέθυνση να εισαχθεί πιο βαθιά στην ανάλυση της σχέσης μεταξύ της μόλυνσης του περιβάλλοντος, της συγκέντρωσης κεφαλαίου και της μεγέθυνσης των

μεταβλητών που έχουν κεντρικό ρόλο στη θεωρία της μεγέθυνσης” (Xerapadeas, 2005, p. 1221).

Όσον αφορά τη βιβλιογραφία της ΕΚΚ οι Grossman and Kruger (1991) προτείνουν μία συστηματική επεξήγηση μεταξύ περιβάλλοντος και εισοδήματος που εστιάζεται σε τρία κανάλια επίδρασης της οικονομικής μεγέθυνσης προς το εισόδημα. Ενώ ο Stern (2004) επιβεβαιώνει το input mix effect δείχνοντας την υποκατάσταση των σχετικά περιβαλλοντικά λιγότερο βλαβερών εισροών από τα περισσότερα βλαβερά.

Επιπλέον, στον Stern (2004) βρίσκουμε μία εξήγηση στην οποία υποστηρίζει ότι στις γρήγορα αναπτυσσόμενες μεσαίου-εισοδήματος χώρες, η επίδραση κλίμακας (scale effect) που αυξάνει τη μόλυνση κυριαρχεί στις χρονολογικά συσχετιζόμενες επιδράσεις, που προσπαθούν να προλάβουν την τεχνολογική αλλαγή και στην πλευρά των εισροών και των εκροών παράλληλα. Από την άλλη στις οικονομίες υψηλού εισοδήματος, γενικά, οι ρυθμοί ανάπτυξης είναι χαμηλά και έτσι η τεχνολογική αλλαγή μπορεί να κυριαρχεί στην επίδραση κλίμακας.

## **2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ - ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO<sub>2</sub> - ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που έχουμε να αντιμετωπίσουμε σήμερα καθώς και ένα πολύ καίριο ζήτημα που καλούνται να δώσουν λύση οι κεντρικοί σχεδιαστές της πολιτικής. Μερικά φαινόμενα που προκλήθηκαν ως συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου όπως η υπερθέρμανση του πλανήτη, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και αυξανόμενη αποψίλωση ίσως να έχουν ένα δυσανάλογο αντίκτυπο στις υπό ανάπτυξη χώρες μιας και είναι αυτές που συνέβαλλαν λιγότερο στη δημιουργία αυτού του φαινομένου (“A general framework for estimating global CO<sub>2</sub> emissions”).

Η έκθεση του Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) τονίζει ότι το φαινόμενο αυτό κατατάσσεται πρώτο ανάμεσα στα πιο σημαντικά προβλήματα της εποχής μας και μάλιστα η συνεχής αύξηση των επιπέδων των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα εντατικοποιεί την κατάσταση αυτή. Συνεχίζει, ότι

αυτές οι εκπομπές CO<sub>2</sub> αφού προκαλούνται από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων προκειμένου να μειωθούν θα πρέπει να ελαττωθεί και η κατανάλωση ενέργειας και με αυτόν τον τρόπο θα έχουμε ένα άμεσα ορατό αποτέλεσμα στον έλεγχο του CO<sub>2</sub> (Soytas et Sari, 2007).

Μελέτη επάνω στην κατανάλωση ενέργειας και μεγέθυνση όχι μόνο παρέχει μία εσωτερική οπτική με σεβασμό στο ρόλο της κατανάλωσης της ενέργειας στην οικονομική ανάπτυξη αλλά επίσης παρέχει μία βάση για περαιτέρω συζήτηση για τις ενεργειακές και τις περιβαλλοντικές πολιτικές. Από τη μία πλευρά μπορούμε να πούμε ότι αν η κατανάλωση ενέργειας είναι ζωτικό συστατικό της οικονομικής μεγέθυνσης είτε άμεσα είτε αν συμπεριλαμβάνεται σε κάποιον άλλον παράγοντα της παραγωγής, οι ενεργειακές πολιτικές, οι οποίες μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας, ίσως να έχουν ένα αντίθετο αντίκτυπο στις προοπτικές ανάπτυξης μιας χώρας. Αντιθέτως, αν η κατανάλωση ενέργειας είναι σημαντικά εξαρτώμενη από την οικονομική μεγέθυνση τότε οι ενεργειακές πολιτικές που προσανατολίζονται προς τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μπορεί να μην έχουν το αντίστροφο αποτέλεσμα στην οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας (Apergis et Payne, 2008).

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες στους οποίους επιρρίφθηκαν κατηγορίες ότι προκάλεσαν την κλιματική αλλαγή, αλλά ο πιο σημαντικός και μάλιστα ο μεγάλος ιθύνων για τη δυσμενή επίδραση στο περιβάλλον είναι η κατανάλωση ενέργειας. Εντούτοις, αυτό το αποτέλεσμα γίνεται ακόμα πιο σοβαρό όταν συνοδεύεται από τη δημογραφική αύξηση, δεδομένου ότι η άνοδος του πληθυσμού οδηγεί στην αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και συνεπώς σε μεγαλύτερα επίπεδα ατμοσφαιρικής μόλυνσης. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι τα επίπεδα του CO<sub>2</sub> από τις ανεπτυγμένες χώρες υπερβαίνει κατά πολύ το αντίστοιχο των υπό ανάπτυξη κρατών που το 2003 καταμετρήθηκαν στο 50% του παγκόσμιου επιπέδου εκπομπών CO<sub>2</sub>. Αυτή η τάση αναμένεται να αυξηθεί εάν συνεχιστεί η ανεξέλεγκτη σχεδόν μόλυνση του περιβάλλοντος.

Πρόσφατες έρευνες που χρησιμοποίησαν *decomposition analysis* και *efficient-frontiers methods* λαμβάνοντας υπόψη τους ως ερμηνευτικές μεταβλητές όχι μόνο την επίδραση αλλά και την ένταση της χρήσης της ενέργειας, την τεχνική αλλαγή (technical change) και την δομική αλλαγή (structural change). Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι αλλαγές στο κατά κεφαλήν CO<sub>2</sub> εξηγούνται με αλλαγές στο κατά κεφαλήν εισόδημα, στην ένταση της ενέργειας και στη δομική αλλαγή της οικονομίας υποθέτοντας ότι ο πληθυσμός έχει μοναδιαία ελαστικότητα με έμφαση



στις εκπομπές. Σχετικά λιγότερη προσπάθεια έχει αφιερωθεί στην έρευνα της επίδρασης των δημογραφικών παραγόντων επάνω στην εξέλιξη των εκπομπών του CO<sub>2</sub> και οι περισσότερες υπάρχουσες μελέτες υποθέτουν ότι η επίδραση αυτή είναι συγκρίσιμη για όλες τις χώρες, αλλά αυτό αφήνεται ως ένα θέμα που χρειάζεται περαιτέρω μελλοντική έρευνα (“A general framework for estimating global CO<sub>2</sub> emissions”).

Σύμφωνα με τους Apergis et Payne (2009) η βιβλιογραφία της σχέσης της κατανάλωσης της ενέργειας και της οικονομικής μεγέθυνσης εστιάζεται σε τέσσερις σχέσεις: στην ανάπτυξη (*growth hypothesis*), στον συντηρητισμό (*conservation*), προτείνει ότι η κατανάλωση ενέργειας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην οικονομική μεγέθυνση (*neutrality hypothesis*) και στην υπόθεση του υποβάθρου (*feedback hypothesis*). Η υπόθεση της οικονομικής ανάπτυξης προτείνει ότι η κατανάλωση ενέργειας παίζει σημαντικό ρόλο στην οικονομική μεγέθυνση και άμεσα αλλά και έμμεσα στην παραγωγική διαδικασία ως συμπλήρωμα στο κεφάλαιο και την εργασία. Αυτή η υπόθεση είναι επιβεβαιωμένη αν αυξηθεί η κατανάλωση ενέργειας προκαλεί μία αύξηση στο πραγματικό εισόδημα όπου η οικονομία θεωρείται εξαρτημένη από την ενέργεια. Σε μια τέτοια περίπτωση οι συντηρητικές πολιτικές που μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας ίσως επηρεάσουν το πραγματικό εισόδημα. Από την άλλη πλευρά ποικιλία εξηγήσεων μπορεί να παρουσιαστεί αν η αύξηση της κατανάλωσης της ενέργειας οδηγήσει σε αρνητικές συνέπειες στο πραγματικό GDP.

Η *conservation hypothesis* υποστηρίζει ότι οι πολιτικές συντήρησης ενέργειας δημιουργήθηκαν για να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας και τα απορρίμματα και δε θα έχουν αντίθετο αποτέλεσμα στο πραγματικό GDP. Η συγκεκριμένη υπόθεση επιβεβαιώνεται με το εάν μία αύξηση στο πραγματικό εισόδημα προκαλέσει μία αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας. Όμως είναι πιθανόν μία αναπτυσσόμενη οικονομία περιορισμένη από πολιτικές ή κακοδιαχείρισης των πηγών θα μπορούσε να δημιουργήσει αναποτελεσματικότητες και τη μείωση σε ζήτηση αγαθών και υπηρεσιών συμπεριλαμβανομένου της κατανάλωσης ενέργειας (Squalli, 2007). Αν αυτό συμβεί τότε μία αύξηση στην οικονομική μεγέθυνση θα είχε μία αντίθετη επίδραση επάνω στην κατανάλωση ενέργειας. Όσον αφορά την *neutrality hypothesis* υποστηρίζει ότι η κατανάλωση ενέργειας είναι ένα μικρό κομμάτι του συνολικού προϊόντος και για αυτό έχει λίγη επιρροή στο πραγματικό GDP. Η τελευταία υπόθεση στηρίζεται στο γεγονός ότι υπάρχει απουσία της αιτιακής σχέσης μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και πραγματικού εισοδήματος. Τέλος, η

*feedback hypothesis* λέει ότι η κατανάλωση ενέργειας και το πραγματικό GDP αλληλοσχετίζονται και μπορεί να αποτελούν πολύ καλό συμπλήρωμα το ένα στο άλλο. Υποστηρίζει ότι υπάρχει αμφίδρομη αιτιακή σχέση μεταξύ της κατανάλωσης της ενέργειας και του πραγματικού εισοδήματος και αν αυτό συμβαίνει τότε η ενεργειακή πολιτική προσανατολίζεται προς βελτιώσεις στην αποτελεσματικότητα της κατανάλωσης ενέργειας που δεν θα επηρεάσει όμως το πραγματικό GDP.

Ένας σημαντικός αριθμός ακαδημαϊκών και πιο εμπειρικών μελετητών αντιπαρατίθενται σχετικά με τη λύση στο πρόβλημα του φαινομένου του θερμοκηπίου με στόχο τη μείωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Έτσι φαίνεται ότι στη διεθνή βιβλιογραφία της σχέσης ανάμεσα στην οικονομική μεγέθυνση και την μόλυνση του περιβάλλοντος σύμφωνα με το άρθρο των Zhang and Cheng (2009) υπάρχουν δύο κατευθύνσεις. Στην *πρώτη* συναντάμε τους παράγοντες που προκαλούν μόλυνση του περιβάλλοντος σε σχέση με την επίδρασή τους στην οικονομική ανάπτυξη. Σχετίζεται σημαντικά με τον έλεγχο για την ύπαρξη της Περιβαλλοντικής Καμπύλης Kuznets (EKC), η οποία παρουσιάζει μία ανεστραμμένη καμπύλη μορφής U ανάμεσα στη σχέση της αύξησης της περιβαλλοντικής υποβάθμισης και της εισοδηματικής μεγέθυνσης. Αυτό εξηγείται με το γεγονός ότι καθώς αυξάνεται η περιβαλλοντική υποβάθμιση με το κατά κεφαλή εισόδημα κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων της οικονομικής μεγέθυνσης, έπειτα μειώνεται αφού πρώτα φτάσει ένα μέγιστο σημείο. Τα εμπειρικά αποτελέσματα φαίνονται να είναι αμφιλεγόμενα. Η EKC έχει κατακριθεί σοβαρά και ως προς το εμπειρικό της κομμάτι αλλά και ως προς το θεωρητικό της μέρος. Όσον αφορά στη *δεύτερη* κατεύθυνση τώρα, επικεντρώνεται στη σχέση μεταξύ της περιβαλλοντικής εκροής και της κατανάλωσης ενέργειας, μιας και οι εκπομπές προκαλούνται κυρίως από κατανάλωση ορυκτών καυσίμων.

### **3. ΣΧΕΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗΣ ΚΑΙ ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE**

Το όνομα της EKC δόθηκε από τον Kuznets (1995) που υπέθεσε τη σχέση ανάμεσα σε ένα δείκτη που μετράει την αναντιστοιχία στη διανομή του εισοδήματος και του επιπέδου του εισοδήματος που παρουσιάζεται με τη μορφή ενός

ανεστραμμένου U (Stern, 1998). Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, ένα πλήθος μελετητών έχουν ερευνήσει τους καθοριστικούς παράγοντες των εκπομπών του CO<sub>2</sub> μέσα σε ένα πλαίσιο της υπόθεσης της Περιβαλλοντικής Καμπύλης Kuznets (EKC) χωρίς να φτάσουν σε αποδείξεις που να στηρίζουν την υπόθεση αυτή (Stern, 2004). Το πιο κρίσιμο σημείο αυτής της γενικευμένης έρευνας στη βιβλιογραφία είναι να οριστεί αν η σχέση μόλυνσης-οικονομικής μεγέθυνσης ακολουθεί μία μορφή ανεστραμμένου U. Περαιτέρω μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στη βιβλιογραφία αυτού του φαινομένου συνήθως λάμβαναν υπόψη τους και επιπλέον παράγοντες που συντελούσαν θετικά ή αρνητικά στη διεξαγωγή του επιθυμητού αποτελέσματος όπως, οι δομικές αλλαγές, το εμπόριο και η γεωγραφία (“A general framework for estimating global CO<sub>2</sub> emissions”).

Η EKC έχει κυριαρχήσει στη συζήτηση που αφορά την εμπειρική σχέση ανάμεσα στη μεγέθυνση και στην περιβαλλοντική μόλυνση. Η ιδέα πίσω από την EKC είναι ότι υπάρχει μία σχέση ανεστραμμένου U ανάμεσα στα επίπεδα της περιβαλλοντικής μόλυνσης και του κατά κεφαλήν GDP. Ο ορισμός που δίνεται για την EKC από τον Stern (2004) είναι ότι “αποτελεί την υποτιθέμενη σχέση μεταξύ διαφόρων δεικτών της περιβαλλοντικής υποβάθμισης και του κατά κεφαλήν εισοδήματος”.

Η πρώτη συζήτηση για μία πιθανή αποσύνθεση της εκροής της μεγέθυνσης και της μεγέθυνσης της μόλυνσης πραγματοποιήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, όταν προτάθηκε ότι υπάρχει κάποιο break (δηλαδή μία κρίση η οποία προκάλεσε ανισορροπία) στη σχέση μεγέθυνσης-μόλυνσης, τουλάχιστον για τις χώρες του OECD<sup>1</sup> (World Bank (1992), Panayotou (1992)). Αυτό το break φαίνεται να σχετίζεται περισσότερο με τους τοπικούς παράγοντες μόλυνσης από ότι με τους παγκόσμιους (π.χ. CO<sub>2</sub>). Παράλληλα, δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι αυτή η σχέση καταρρέει για χαμηλού εισοδήματος χώρες. Στους Hettige, Lucas and Wheeler (1992) βλέπουμε ότι υπάρχει μία μακροχρόνια αυξανόμενη τάση στις βιομηχανικές εκπομπές, που σχετίζονται και με το GDP αλλά και με το βιομηχανικό προϊόν, με τις εκπομπές να αυξάνονται γρηγορότερα στις χαμηλού εισοδηματικού επιπέδου χώρες από όσο σε εκείνες με πιο υψηλό εισοδηματικό επίπεδο (Xerapadeas, 2005). Με λίγα λόγια, με την EKC δηλώνεται ότι η αρχική οικονομική μεγέθυνση θα οδηγήσει σε περιβαλλοντική υποβάθμιση αλλά σταδιακά όσο το εισόδημα αυξάνεται αυτή η

---

<sup>1</sup> OECD: Organization for Economic Co-operation and Development

υποβάθμιση θα μειωθεί και ένα καθαρό περιβάλλον θα λάβει μέρος στην ευημερία της χώρας (Akbostanci et al., 2008). Με άλλα λόγια κάποιοι επικριτές υποστήριζαν ότι ο τρόπος προκειμένου να αποκτηθεί ένα ευπρεπές περιβάλλον στις περισσότερες χώρες είναι να γίνουν πιο πλούσιες (Millimet et al., 2003).

Κατά καιρούς έχουν δοθεί διάφορες εξηγήσεις για τον τύπο της σχέσης του εισοδήματος και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Εμείς θα αναφέρουμε συνοπτικά αυτά που αναφέρονται στο άρθρο των Canas et al. (2003). Αρχικά, η περιβαλλοντική ποιότητα “συμπεριφέρεται” όπως κάθε οικονομικού αγαθού, για το οποίο οι άνθρωποι είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν περισσότερο καθώς το εισόδημα αυξάνεται (Cleveland and Ruth (1999), Bradford et al. (2000)). Έπειτα, τα αυξανόμενα επίπεδα πλούτου θέτουν το περιβαλλοντικό ενδιαφέρον υψηλότερα στην πολιτική ατζέντα (Perman et al. 1996). Στη συνέχεια, όσο το εισόδημα αυξάνεται, οι οικονομικές δομικές αλλάζουν, με την βιομηχανία να χάνει όλο και περισσότερο σε σχέση με τις υπηρεσίες (Cole, 1999). Τέλος, τα υψηλότερα επίπεδα εισοδήματος που σχετίζονται με τα υψηλότερα επίπεδα τεχνολογιών eco-efficiency, οδηγούν σε περισσότερο ή λιγότερο εθελοντικές αλλαγές στο καταναλωτικό μοτίβο (Bartelmus et al.).

Στο σημείο αυτό μπορεί να ειπωθεί ότι η ΕΚC μπορεί να θεωρηθεί ένας απλοποιημένος τρόπος για να μετρήσουμε την επίδραση διαφόρων παραγόντων που επηρεάζουν την περιβαλλοντική υποβάθμιση γενικά, και τη χρήση υλικών (materials) πιο ειδικά. Οι περισσότεροι από τους ερευνητές που θεώρησαν ότι η ΕΚC χρειαζόταν αλλαγές για να υπάρξει υποστηρίζουν ότι είναι πιθανόν να τις χρειάζεται αλλά δεν είναι και αδύνατον. Κάποιος μπορεί να αμφισβητήσει την εφαρμογή της ΕΚC παντού, λαμβάνοντας υπόψη ότι σύμφωνα με τον Barbier (1999) στις χαμηλού εισοδήματος χώρες η έλλειψη πηγών μπορεί να οδηγήσει σε αποδιοργάνωση των κοινωνικών λειτουργιών όπου βασίζεται η γενιά των καινοτομιών και της ανάπτυξης. Πέραν αυτών των αμφισβητήσεων, ο έλεγχος της υπόθεσης της ΕΚC παρουσιάζει κάποιες δυσκολίες. Για παράδειγμα, περιλαμβάνει την “περιβαλλοντική υποβάθμιση” αλλά δεν είναι εμφανές ποιο είδος δείκτη θα πρέπει να χρησιμοποιείται. Άλλο πρόβλημα αποτελεί ο τύπος των συμπερασμάτων που λαμβάνονται και ο τρόπος με τον οποίο η ΕΚC ελέγχεται. Ορισμένοι χρησιμοποιούν δεδομένα για μία και μόνο χώρα για ένα χρονικό διάστημα και συμπεραίνουν αντίστοιχα αποτελέσματα και για άλλες χώρες. Άλλοι χρησιμοποιούν διαστρωματικά δεδομένα για κάποιες χώρες για

το διάστημα ενός έτους και προτείνουν μία παρατήρηση δυναμικά (Canas et al., 2003).

Επιπρόσθετα από τις προηγούμενες παρατηρήσεις που τέθηκαν προς αμφισβήτηση της ΕΚC (ή καλύτερα ως προβλήματα που δημιουργούνται με τον έλεγχο της) παραθέτουμε παρακάτω κάποιες επιπλέον περιπτώσεις (παρόμοιου τύπου) για να έχουμε μία πιο σφαιρική εικόνα για την άποψη ορισμένων μελετητών επάνω στους υπάρχοντες ελέγχους για την ύπαρξη της ΕΚC. Πολλοί από τους ερευνητές έχουν εκφράσει ανησυχίες για τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον έλεγχο της ΕΚC. Ας ξεκινήσουμε με το γεγονός ότι πολλές από τις αναλύσεις λαμβάνουν υπόψη τους τις κατά κεφαλήν ή τις κατά μονάδα οικονομικές δραστηριότητες και όχι τη συνολική επίδραση επάνω στο περιβάλλον (Panayotou, 1993). Δεύτερον, εάν οι μειώσεις μέχρι σήμερα προκλήθηκαν κυρίως εξαιτίας της επίδρασης της σύνθεσης, όπου οι χώρες τείνουν να αυξάνουν την ένταση της ενέργειας και της μόλυνσης των εισαγωγών τους, μέχρι ποιο σημείο θα είναι σε θέση οι χώρες αυτές να το επαναλαμβάνουν (Ayres (1995), Grossman (1995), Stern et al. (1996)). Τρίτον, δεδομένου των μη αναστρεψιμοτήτων που προκύπτουν από τη χρήση της πηγής και της περιβαλλοντικής μόλυνσης, ποια θα είναι η τιμή που είναι απαραίτητη για τη μεγέθυνση και θα καταβληθεί από τις αναπτυσσόμενες οικονομίες για να εξισορροπήσει αυτό το γεγονός. Τέλος, παίρνοντας ως δεδομένο ότι οι περισσότεροι μελετητές γνωρίζουν τις αλλαγές στα κοινωνικά και πολιτικά ιδρύματα που απαιτούνται για να φέρουν μία μείωση στην επίδραση της οικονομικής δραστηριότητας επάνω στο περιβάλλον, απαιτείται περαιτέρω ανάλυση για να παρουσιαστούν όλες οι εκδοχές στον τρόπο που θα επέλθουν αυτές οι αλλαγές (Rothman, 1998).

Για να αναφερθούμε λίγο στο εμπειρικό μέρος της ΕΚC, μπορούμε να τονίσουμε ότι αν η υπόθεση της ΕΚC έχει εφαρμογή στη σχέση εκπομπών και εισοδήματος, η οικονομική μεγέθυνση από μόνη της μπορεί να γίνει η λύση στο πρόβλημα της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, όπως υποστηρίζουν σε άρθρο τους οι Soytaş and Sari (2007). Πράγματι και σύμφωνα με τους Coondoo and Dinda (2002) και οι ανεπτυγμένες αλλά και οι υπό ανάπτυξη χώρες πρέπει να θυσιάσουν την οικονομική μεγέθυνση. Ωστόσο, εξαρτώμενοι από τη φύση της μακροχρόνιας σχέσης μεταξύ εκπομπών CO<sub>2</sub>, εισοδήματος και κατανάλωσης ενέργειας στις οικονομίες τους, οι χώρες ίσως να απευθυνθούν σε διαφορετικού είδους πολιτικές για να συμβάλλουν στον αγώνα κατά της υπερθέρμανσης του πλανήτη (Soytaş and Sari,

2006). Έτσι λοιπόν η σχέση μεταξύ των εκπομπών-μεγέθυνσης-εισοδήματος θα πρέπει να αναλυθεί περισσότερο και με μεγαλύτερη λεπτομέρεια για όλες τις οικονομίες (Soytas and Sari, 2007).

#### **4. INVERTED ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE (EKC)**

Στις μελέτες των World Bank (1992), Grossman and Kruger (1993,1995) και Selden and Song (1994) προτείνεται ότι υπάρχει μία ανεστραμμένη μορφής U σχέση ανάμεσα στην περιβαλλοντική ποιότητα ή τις εκπομπές για ορισμένα είδη μολυσματικών παραγόντων και του κατά κεφαλήν GDP, όπου μετά από ένα σημείο φαίνεται ότι οι εκπομπές αρχίζουν να μειώνονται παρότι η οικονομία αναπτύσσεται. Γενικά, τα αποτελέσματα φαίνεται να δείχνουν ότι η οικονομική μεγέθυνση μπορεί να βλάψει το περιβάλλον, τουλάχιστον σε σχέση με τους μολυσματικούς παράγοντες που εξετάζονται (Xerapadeas, 2005).

Η ανεστραμμένη μορφή U δεν είναι ο μόνο τρόπος που παρουσιάζεται η σχέση μεταξύ του εισοδήματος και του περιβάλλοντος. Εκτός από τη μορφή ανεστραμμένου U, κάποιοι υποστήριξαν ότι παρατήρησαν και μία μορφή N (Grossman and Krueger, 1995). Αυτού του είδους η μορφή αντιστοιχεί σε μια επαυξημένη “παραδοσιακή” καμπύλη, στην οποία το ανεστραμμένο U κομμάτι ακολουθεί μία φάση όπου η περιβαλλοντική υποβάθμιση αυξάνεται ξανά με την οικονομική μεγέθυνση (Huttler et al., 1998), κάνοντας την αρνητική σχέση στο μεσαίο κομμάτι της καμπύλης ένα μεταβατικό φαινόμενο.

Από την άλλη, η επανεμφάνιση της θετικής σχέσης μεταξύ του εισοδήματος και του περιβάλλοντος έχει σχετιστεί με την τεχνολογική αλλαγή, τις αλλαγές στο καταναλωτικό μοτίβο και στην περιβαλλοντική πολιτική (Huttler et al., 1998), και με τις λιγότερες ευκαιρίες για μείωση της μόλυνσης (ή τουλάχιστον μία τάση προς μείωση). Μία ακόμα πιθανή εξήγηση είναι η επίδραση rebound (rebound effect), σύμφωνα με την οποία η αύξηση της eco-efficiency μπορεί να πραγματοποιηθεί από μία αύξηση στην κατανάλωση ή από αλλαγές στην καταναλωτική δομή που οδηγούν σε μεγαλύτερη περιβαλλοντική ζημία (Canas et al., 2003).

Πέραν της ανεστραμμένης μορφής U και της μορφής N, παρατηρήθηκε μία επιπλέον καινούρια μορφή ανεστραμμένου V. Αν και έχει παρόμοια μορφή με αυτή του U ωστόσο εμφανίζει διαφορές τις οποίες θα προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε παρακάτω.

Η ανεστραμμένη αυτή μορφή V δημιουργήθηκε με το να έχουμε αύξηση της μόλυνσης με το εισόδημα μέχρι να περάσει κάποιο σημείο (μέγιστο), μετά από το οποίο η μόλυνση έχει μειωθεί. Οι John and Pecchenino (1994) θεωρούν ότι ένα υπόδειγμα γενιάς overlapping (overlapping generation model) όπου οι οικονομίες με χαμηλό εισόδημα ή με υψηλή περιβαλλοντική ποιότητα δεν είναι δεμένες με περιβαλλοντικές επενδύσεις και αυτό είναι η περιβαλλοντική περιστολή. Όταν η περιβαλλοντική ποιότητα επιδεινώνεται με τη μεγέθυνση, η οικονομία κινείται προς την θετική περιστολή, έπειτα το περιβάλλον βελτιώνει τη μεγέθυνση και η σχέση αυτή έχει μία μορφή V.

Ο Stokey (1996) δημιουργεί μία ανεστραμμένη V μορφής καμπύλη, λαμβάνοντας υπόψη ότι ένα στατικό μοντέλο μεγιστοποίησης, όπου κάτω από το μέγιστο σημείο του επιπέδου του εισοδήματος χρησιμοποιούνται οι πιο βρώμικες τεχνολογίες. Όσο η οικονομική δραστηριότητα αυξάνει, το μέγιστο σημείο (ή αλλιώς σημείο καμπής) έχει παρέλθει και τότε καθαρότερες δραστηριότητες χρησιμοποιούνται.

Σύμφωνα με τον Jaeger (1998) προκύπτει μία ανεστραμμένη μορφής V καμπύλη αφού το σημείο καμπής έχει ληφθεί ως οι προτιμήσεις των καταναλωτών. Κάτω από αυτό το σημείο το οριακό όφελος από την βελτίωση της περιβαλλοντικής καμπύλης είναι μικρό, ενώ όταν η μόλυνση αυξάνει με τη μεγέθυνση και το σημείο καμπής έχει παρέλθει, η ποιότητα μπορεί να βελτιωθεί.

Τέλος, οι Jones and Manuelli (2001) ανέπτυξαν ένα διαφορετικό μοντέλο το οποίο σχετίζεται ρητά με την περιβαλλοντική πολιτική. Η περιβαλλοντική πολιτική έχει αποφασιστεί από την πλειοψηφία και μπορεί να πάρει τη μορφή είτε των φόρων των εκπομπών είτε ως ελάχιστη καταβολή για την τεχνολογία. Σε χώρες με χαμηλό εισόδημα, οι κατά κεφαλήν εκπομπές έχουν επιλεγεί να είναι μηδενικές και όταν το εισόδημα αυξηθεί τότε επιβάλλονται θετικοί φόροι και προκύπτει μία ανεστραμμένη καμπύλη V μορφής. Όταν η ελάχιστη καταβολή έχει επιλεγεί η σχέση μόλυνσης και εισοδήματος είναι μονοτονική και συγκλίνει σε ένα περιορισμένο επίπεδο μόλυνσης.

## 5. ΚΡΙΤΙΚΗ ΕΠΑΝΩ ΣΤΗΝ KUZNETS CURVE (κατά βάση του Stern)

Τα τελευταία χρόνια αρκετές έρευνες έχουν δημοσιευτεί που αφορούν στην κριτική που άσκησαν κατά καιρούς διάφοροι ερευνητές επάνω στο θεωρητικό καθώς και στο εμπειρικό πλαίσιο της ΕΚC. Σε αυτό το τμήμα της εργασίας θα αναλύσουμε κάποια από τα σημεία στα οποία εστιάζουν οι κριτικές αυτές. Βασιζόμαστε στο άρθρο του Stern (1998) όπου και αναφέρει πιο συγκεντρωτικά τα σημεία αυτά.

Το 1992 η World Bank Development ήταν η πρώτη που προώθησε τη σκέψη για την ΕΚC μετά από πολλά χρόνια αδράνειας από τότε που πρωτοπαρουσιάστηκε από τον Kuznets το 1955. Στην έκθεσή της υποστηρίζεται ότι “ η άποψη ότι η μεγαλύτερη οικονομική δραστηριότητα βλάπτει αναπόφευκτα το περιβάλλον βασίζεται σε μια στατική υπόθεση για την τεχνολογία και τις περιβαλλοντικές επενδύσεις” (σελ. 38, cited by Stern (1998)). Επιπλέον συνεχίζει τονίζοντας ότι όσο το εισόδημα αυξάνει, η ζήτηση για βελτιώσεις στην περιβαλλοντική ποιότητα θα αυξάνει, όπως επίσης και οι πηγές που είναι διαθέσιμες για επενδύσεις.

Οι κυριότερες κριτικές εναντίον της ΕΚC είναι γενικά ότι οι περισσότερες από τις εμπειρικές αποδείξεις είναι αδύναμες και οι στατιστικές τεχνικές ακατάλληλες, η στατική σχέση μεταξύ των πλούσιων και των φτωχών κρατών δεν μας λένε απαραίτητα για τις δυναμικές που ως χώρες βιώνουν οικονομική μεγέθυνση, και ότι οι σχέσεις της ΕΚC βρέθηκαν για μόνο ένα υποσύνολο δεικτών – η μεγέθυνση ίσως να βελτιώνει μερικούς αλλά ίσως να οδηγούσε σε χειρότερα επίπεδα κάποιους άλλους. Επιπρόσθετα, ακόμα και όπου η ΕΚC ίσχυε, οι προβλέψεις δείχνουν ότι τα παγκόσμια επίπεδα των περιβαλλοντικών επιδράσεων είναι πιθανόν να αυξηθούν στις επόμενες δεκαετίες.

Στο άρθρο του Stern (1996) βρίσκουμε επτά μεγάλα προβλήματα με κάποιες από τις βασικές εκτιμήσεις της ΕΚC καθώς και στις ερμηνείες της. Ονομαστικά αυτές είναι: α) η υπόθεση της αμφίδρομης αιτιότητας από τη μεγέθυνση προς την περιβαλλοντική ποιότητα και η αντιστρεψιμότητα της περιβαλλοντικής αλλαγής, β) η υπόθεση ότι οι αλλαγές στις σχέσεις του εμπορίου που σχετίζονται με την ανάπτυξη δεν έχουν καμία επίδραση στην περιβαλλοντική ποιότητα, γ) τα οικονομετρικά προβλήματα, δ) συγκεντρώσεις του περιβάλλοντος εναντίον των



εκπομπών, ε) η ασυμπτωτική συμπεριφορά, ζ) το πρόβλημα του μέσου-διάμεσου εισοδήματος και η) η επιβάρυνση από άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Αρχίζοντας με το πρώτο που αφορά στην *αμφίδρομη αιτιότητα από τη μεγέθυνση προς την περιβαλλοντική ποιότητα και η αντιστρεψιμότητα της περιβαλλοντικής αλλαγής*, πρέπει να τονιστεί ότι η υπόθεση της EKC προκύπτει από ένα μοντέλο της οικονομίας στο οποίο η περιβαλλοντική καταστροφή είναι αναστρέψιμη και υπάρχουν ειδικές υποθέσεις που αφορούν στην επίδραση της περιβαλλοντικής αυτής καταστροφής προς τη μεγέθυνση. Η κριτική αυτή έχει να κάνει περισσότερο με τη σχετικότητα των δειγμάτων συμπεριλαμβανομένων και των πολύ φτωχών κρατών που η υποβάθμιση της γης και των σχετικών έχουν μία προσωρινή επίδραση στο GDP και σε παλινδρομήσεις όπου η εξαρτημένη μεταβλητή είναι ένας γενικός δείκτης, όπως η χρήση της ενέργειας της οποίας η αύξηση εμπεριέχει ευρεία οικονομική μεγέθυνση.

Συνεχίζοντας, η υπόθεση ότι οι αλλαγές στις σχέσεις του εμπορίου που σχετίζονται με την ανάπτυξη δεν έχουν καμία επίδραση στην περιβαλλοντική ποιότητα τέθηκαν ως άλλο ένα σημείο που δέχτηκε κριτική. Αρκετές από τις μελέτες για την EKC περιείχαν μεταβλητές εμπορίου. Αυτές οι μεταβλητές ήταν δείκτες δικαιώματος εμπορίου (openness to trade) παρά ένας τρόπος μέτρησης του πραγματικού εμπορίου. Ενώ η υπόθεση *ceteris paribus* openness ίσως να μείωνε την περιβαλλοντική καταστροφή και στις υπό ανάπτυξη αλλά και στις ανεπτυγμένες χώρες, το εμπόριο είναι πιθανόν να αυξάνει τις επιδράσεις στις υπό ανάπτυξη χώρες και να τις μειώσει στις ανεπτυγμένες. Αυτές οι επιδράσεις μπορεί να υπερβάλλουν στην προφανή μείωση της έντασης της μόλυνσης με την αύξηση του εισοδήματος παράλληλα με την EKC. Στο κόσμο μας, οι φτωχές χώρες δεν θα ήταν σε θέση να βρουν περαιτέρω χώρες από τις οποίες να εισάγουν προϊόντα όσο αυτές θα γίνονται πιο πλούσιες. Όταν δηλαδή, οι φτωχότερες χώρες φτάσουν στο επίπεδο να μολύνουν με παρόμοια επίπεδα μόλυνσης το περιβάλλον θα πρέπει να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα αυτό παρά να το μετατοπίσουν σε άλλες χώρες (Arow et al. (1995), Stern et al. (1996)).

Περνώντας, τώρα, στο τρίτο πρόβλημα της EKC που σύμφωνα με τον Stern έχει δεχτεί κριτική και αφορά στα οικονομετρικά προβλήματα. Τονίζει ότι υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός θεμάτων που θέτουν ως πρόβλημα την αμφίδρομη αιτιότητα καθιστώντας την επιβεβαίωση στις εναλλακτικές δομές δύσκολη – αν όχι αδύνατη μέσα σε ένα πλαίσιο μιας και μόνο εξίσωσης OLS/GLS και ιδιαίτερα χρησιμοποιώντας διαστρωματικά δεδομένα. Επιπλέον, καμία από τις προηγούμενες

έρευνες επάνω στην ΕΚC δεν παρουσίασαν διαγνωστικούς στατιστικούς ελέγχους των καταλοίπων των παλινδρομήσεων.

Το τέταρτο πρόβλημα επικεντρώνεται στις *συγκεντρώσεις του περιβάλλοντος εναντίον των εκπομπών*. Τα δεδομένα των περιβαλλοντικών προβλημάτων χαρακτηρίζονται από ανομοιογένεια στην κάλυψη ή στην φτωχή ποιότητα. Τα διαθέσιμα στοιχεία στα οποία στηρίζονται αυτού του είδους οι έρευνες δεν είναι απαραίτητα κατάλληλα δεδομένα πάνω στα οποία να στηρίζει κανείς συμπεράσματα πολιτικής. Η εκτιμημένη σχέση της ΕΚC μπορεί να παραπλανήσει τις προβλέψεις για την αναμενόμενη αλλαγή στην επιβάρυνση του οξέος από τις εκπομπές του αζώτου και του διοξειδίου του θείου.

Στο πρόβλημα της *ασυμπτωτικής συμπεριφοράς*, αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι ότι ενώ η ΕΚC έχει μία μορφή ανεστραμμένου U και αυτό που παρατηρείται είναι πως σε καμία προηγούμενη (του 1998) έρευνα δεν χρησιμοποιήθηκαν λογάριθμοι στις εξαρτημένες μεταβλητές και έτσι η τρίτη δύναμη ίσως να έδειχνε μία καθοδική πορεία στην μόλυνση και μία μη-συμμετρική ΕΚC που θα αποθανατιζόταν καλύτερα με τη χρήση λογαρίθμων στις εξαρτημένες μεταβλητές.

Όσον αφορά το *πρόβλημα του μέσου-διάμεσου εισοδήματος*, κάποιος χρησιμοποιώντας ως τη μεταβλητή του εισοδήματος το μέσο κατά κεφαλήν εισόδημα μπορεί να καταλήξει στο γεγονός ότι η περιβαλλοντική υποβάθμιση μειώνεται, αλλά το εισόδημα καθώς δεν διανέμεται κανονικά για έναν μεγάλο αριθμό ανθρώπων και μάλιστα το επίπεδό του βρίσκεται κάτω από το μέσο κατά κεφαλήν εισόδημα παρά από πάνω. Έτσι, αυτό που πρέπει να χρησιμοποιείται κανονικά είναι η διάμεσος και όχι η αναμενόμενη τιμή του κατά κεφαλήν εισοδήματος. Αυτό σημαίνει ότι υποθέτοντας ότι ισχύει η σχέση της ΕΚC, η παγκόσμια περιβαλλοντική υποβάθμιση θα συνεχίζει να αυξάνει για ακόμα περισσότερο χρονικό διάστημα.

Η *επιβάρυνση από άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα* υποστηρίζεται από το γεγονός ότι ακόμα και αν η οικονομική μεγέθυνση μπορέσει να βρεθεί σε ένα σημείο πολύ κατώτερο από τον τρέχοντα ρυθμό των κατά κεφαλήν εκπομπών σε σχέση με άλλους παράγοντες μόλυνσης και με την αποδάσωση των υπό ανάπτυξη χωρών, θα προκαλέσει πιθανόν την αύξηση της συμμετοχής αυτών των κρατών στην υπερθέρμανση του πλανήτη.

Τέλος, αυτό που τονίζεται στο άρθρο των Stern et al. (1996) είναι ότι περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη προκειμένου να εξεταστούν οικονομετρικά προβλήματα που έχουν ως βάση τους τις προβλέψεις και παίρνουν μία δομική μορφή,

παρά μία πιο συνοπτική μορφή του τύπου της ΕΚC. Έτσι, συνεχίζει, πρέπει να ληφθούν υπόψη και πιο ιστορικές εμπειρίες των μεμονωμένων χωρών χρησιμοποιώντας παράλληλα και ποιοτική ιστορική ανάλυση.

## **6. ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ**

Στόχος μας είναι να δούμε αν υπάρχει η ΕΚC στην μελέτη ενός συγκεκριμένου δείγματος. Για αυτό το λόγο, θα αναφερθούμε αρχικά σε κάποιες παρόμοιες έρευνες που έχουν γίνει και πιο ειδικά να δούμε ποια ήταν η μεθοδολογία που ακολούθησαν και ποια ήταν τα οικονομετρικά εργαλεία που χρησιμοποίησαν προκειμένου να επιτύχουν το σκοπό τους, πρώτα σε επίπεδο βιβλιογραφίας (θεωρητικό) και στη συνέχεια της εργασίας στο εμπειρικό κομμάτι που αφορά την έρευνα που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας (πρακτικά).

Στο άρθρο των Akbostanci et al. (2008) αναφέρεται ότι στις περισσότερες μελέτες για την ΕΚC έχουν χρησιμοποιηθεί cross-sectional ή panel data τεχνικές. Σε σχέση με τις μελέτες για cross country, οι μελέτες που έγιναν για μεμονωμένες χώρες είναι λιγότερες και τα αποτελέσματά τους είναι διαφορούμενα. Γενικά, εκτιμάται ότι οι έρευνες που γίνονται για μια μεμονωμένη χώρα μπορούν να δώσουν απάντηση στο εάν υπάρχει η ΕΚC για διάφορους μολυντικούς παράγοντες. Στην βιβλιογραφία για τη μελέτη της ΕΚC, η ανάλυση χρονολογικών σειρών αδιαφορεί για τη πιθανότητα της ύπαρξης μοναδιαίων ριζών στα δεδομένα, το οποίο ίσως προκαλέσει ψεύτικες παλινδρομήσεις. Ο Stern (2004) υποστηρίζει, μιας και η ΕΚC είναι ένα εμπειρικό φαινόμενο, ότι η πολυάριθμη βιβλιογραφία για την ΕΚC είναι στατιστικά αδύναμη και όταν τα στατιστικά προβλήματα που εμφανίζονται ληφθούν υπόψη και χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες τεχνικές τότε και πάλι η ΕΚC δεν μπορεί να υπάρξει.

Στις μελέτες για την ύπαρξη της ΕΚC χρησιμοποιούνται ευρέως οι γραμμικοί έλεγχοι όπως επίσης και οι δευτέρου και ίσως και τρίτου βαθμού ανάμεσα στις σχέσεις του κατά κεφαλήν εισοδήματος και των εκπομπών του CO<sub>2</sub>. Εδώ βρίσκουμε ως εξαρτημένες μεταβλητές αυτές που απεικονίζουν την περιβαλλοντική υποτίμηση και το εισόδημα ως ανεξάρτητη μεταβλητή. Τα αποτελέσματα όπως

τονίζουν οι Soytas et al. (2006) στο άρθρο τους είναι ανάμεικτα. Συνεχίζουν τονίζοντας πως η υποπτευόμενη δυναμική σχέση μεταξύ των εκπομπών του CO<sub>2</sub> και του εισοδήματος εξετάζεται από μία προσέγγιση χρονολογικών σειρών, μιας και αυτές οι σειρές είναι πιθανόν να επηρεάζουν η μία την άλλη με ορισμένες υστερήσεις (lags).

## 6.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ

Στο συγκεκριμένο τμήμα της εργασίας θα αναλύσουμε κάπως συνοπτικά ποιες μεθοδολογίες έχουν ακολουθήσει σε ερευνητικό επίπεδο οι προηγούμενοι ερευνητές και αποτελεί και τη βάση στην οποία στηριχτήκαμε για να υλοποιήσουμε τη δική μας.

Αρχίζοντας με τους Apergis and Payne (2008), χρησιμοποιούν τη μέθοδο της δυναμικής ετεροσκεδαστικότητας (dynamic heterogeneity). Ξεκινάνε να ελέγξουν την δυναμική ετεροσκεδαστικότητα (όπου συμπεριλαμβάνεται και ο error correction μηχανισμός) ανάμεσα στο δείγμα τους διότι όπως τονίζουν ότι ειδικά κατά τη πάροδο του χρόνου η σχέση της κατανάλωσης ενέργειας και του πραγματικού GDP για την κάθε χώρα που εξετάζουν πρέπει να διαφέρει. Έπειτα συνεχίζουν με τον έλεγχο για μοναδιαίες ρίζες αλλά συγκεκριμένα χρησιμοποιούν τον έλεγχο για panel unit root test και καταλήγουν με τον έλεγχο panel cointegration test.

Η κλασική μέθοδος ελέγχου είναι πλέον η τεχνική του VAR system. Η τελευταία αποτελεί τη μέθοδο με την οποία εξετάζουμε την αιτιότητα κατά Granger ανάμεσα στις μεταβλητές. Χαρακτηριστικά όπως ονομάζεται δηλαδή, vector autoregression αφού πρώτα ολοκληρωθεί έπειτα συνεχίζουμε με τον error correction μηχανισμό (ECM). Η διαδικασία είναι σχετικά απλή. Αρχίζοντας με VAR στις πρώτες διαφορές των μεταβλητών και αφού δει κανείς αν αυτές είναι I(1) (integrated of order one) χωρίς συνολοκλήρωση. Έπειτα θα προβεί στον ECM μηχανισμό προκειμένου να διαπιστώσει αν οι μεταβλητές αυτές είναι συνολοκληρωμένες. Με λίγα λόγια γίνεται έλεγχος εκ των προτέρων για το εάν οι μεταβλητές είναι ολοκληρωμένες, συνολοκληρωμένες ή είναι στάσιμες (με τάση ή χωρίς). Αυτή κατά κανόνα είναι και η μέθοδος την οποία θα εξετάσουμε στην εν λόγω εργασία.

Ωστόσο, οι Zhang and Cheng (2009) ακολούθησαν μία πιο σύγχρονη τεχνική ελέγχου των Toda-Yamamoto (TY) (1995), που αποτελεί μία επαυξημένη μέθοδο του VAR System (augmented VAR system technique). Σύμφωνα με αυτήν, μπορεί να πραγματοποιηθεί για οποιοδήποτε αυθαίρετο επίπεδο ολοκλήρωσης. Η διαδικασία του TY ελέγχου αρχίζει κάνοντας ελέγχους για μοναδιαίες ρίζες έτσι ώστε να βρει κανείς το μέγιστο βαθμό της ολοκλήρωσης. Έπειτα, ορίζουν το άριστο μέγεθος για τις υστερήσεις, συνεχίζει εκτιμώντας το επαυξημένο με υστερήσεις VAR μοντέλο και γίνεται έλεγχος για robustness μέσω των διαγνωστικών ελέγχων. Τέλος, διεξάγεται ένας έλεγχος Wald, του οποίου τα αποτελέσματα ακολουθούν μία  $X^2$  κατανομή.

## **7. ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ**

### **7.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

Πρέπει, αρχικά, να αναφέρουμε ότι το δείγμα μας αποτελείται από 4 διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες, το Βέλγιο, τη Γαλλία, τις Κάτω Χώρες και το Ηνωμένο Βασίλειο. Αν και η πρώτη επιλογή συμπεριλάμβανε περισσότερες χώρες και μάλιστα εκτός από ευρωπαϊκές και τις ΗΠΑ, περιοριστήκαμε σε αυτές τις τέσσερις γιατί εξαιτίας του θέματος της συγκεκριμένης εργασίας πολλές από τις επιπλέον χώρες δεν δημοσιοποίησαν αρκετά δεδομένα έτσι ώστε να μπορούν να συμβάλλουν με τη σειρά τους στην ολοκλήρωση της έρευνάς μας.

Το χρονικό διάστημα που κινείται η μελέτη μας αναφέρεται σε ετήσια στοιχεία από το 1981 έως το 1998. Όπως παρατηρούμε, αν και αποτελεί μικρό σχετικά χρονικό ορίζοντα, πρέπει να τονιστεί ότι σε αυτό το διάστημα καταφέραμε να εντοπίσουμε ολοκληρωμένα στοιχεία για να τα εκτιμήσουμε. Καθώς το θέμα μας αναφέρεται σε μόλυνση του περιβάλλοντος πολλά στοιχεία από τις παραπάνω χώρες δεν είχαν δημοσιοποιηθεί ή δεν ήταν διαθέσιμα για εμάς ως απλοί ερευνητές.

Για τις μεταβλητές στηριχτήκαμε πάνω σε προηγούμενες έρευνες και πιο συγκεκριμένα στις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν αφού πρώτα παρατηρήσαμε

ότι αποτελούσαν τις ίδιες σε μεγάλο αριθμό προηγούμενων άρθρων. Καταλήξαμε σε πέντε διαφορετικές μεταβλητές οι οποίες είτε επιδρούσαν η μία πάνω στην άλλη είτε συνέβαλλαν έμμεσα υποστηρικτικά στο πρόβλημά μας. Αυτές ήταν το κεφάλαιο (cap) και μάλιστα πιο συγκεκριμένα το fixed capital formation σε τιμές σταθερές του 1995 σε US\$, οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) σε μονάδες kg per 1995 US\$ of GDP, το εισόδημα (gdp) σε σταθερές τιμές του 1995 US\$, η κατανάλωση ενέργειας (en) σε total primary energy consumption (quadrillion btu) και η απασχόληση (lab) σε συνολικό εργατικό δυναμικό. Πρέπει να τονιστεί ότι στο σημείο που ελέγξαμε για ύπαρξη μοναδιαίων ριζών σύμφωνα με τους τρεις ελέγχους ADF (augmented Dickey-Fuller), PP (Phillips-Perron) και KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin), έπειτα μετατρέψαμε χάριν ευκολίας τα στοιχεία των μεταβλητών cap και gdp σε χιλιάδες αντί εκατομμυρίων που ελήφθησαν από τις πηγές.

Σε πολλά άρθρα στη βιβλιογραφία μας συναντήσαμε τους συγγραφείς να χρησιμοποιούν κατά κεφαλήν δεδομένα και πιο ειδικά στις μεταβλητές εισόδημα και CO<sub>2</sub>. Αν και δοκιμάσαμε να τα ενσωματώσουμε και εμείς στη δική μας έρευνα αυτό δεν ήταν εφικτό γιατί δημιουργήθηκαν διάφορα στατιστικά προβλήματα, όπως για παράδειγμα ότι ίσως να δημιουργηθούν προβλήματα στους ελέγχους για τις μοναδιαίες ρίζες και ότι δεν εμφάνισαν καμία διαφορά στα αποτελέσματά μας. Για να ισχυροποιήσουμε μάλιστα τη θέση μας αυτή στο άρθρο των Friedl and Getzner (2003) υποστηρίζεται ότι το πρωτόκολλο του Kyoto προτρέπει σε μείωση του ποσοστού εκπομπών και έτσι προτείνεται η χρήση του συνολικού παρά του κατά κεφαλήν CO<sub>2</sub>. Για αυτό τα συνολικά δεδομένα και όχι τα κατά κεφαλήν χρησιμοποιούνται και εδώ.

Δεν χρησιμοποιήσαμε επίσης ούτε panel data, γιατί σύμφωνα με το άρθρο του Wagner and Muller-Furstenberger (2004) υποστηρίζεται ότι τα δεδομένα μας δεν πρέπει να αλληλοεξαρτώνται αλλά στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν μπορούμε να είναι σίγουροι και έτσι η μόλυνση του αέρα και κατά επέκταση του περιβάλλοντος μπορεί να επηρεάζει και άλλες χώρες πέραν αυτής που μολύνει. Σε αυτήν την περίπτωση θα χρειαζόμασταν καλύτερο μοντέλο προς μελέτη. Αυτό που λαμβανόταν υπόψη στις μέχρι σήμερα έρευνες ήταν ότι υπέθεταν πως ήταν ανεξάρτητες μεταξύ τους και για αυτό μπορούσαν να προβούν σε ενέργειες για τον έλεγχο της ΕΚC.

Κάποια προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια αυτής της έρευνας και που επιβάλλεται να αναφέρουμε σε αυτό το σημείο είναι πρώτα από όλα και ίσως και το πιο βασικό η έλλειψη επαρκών και αξιόπιστων δεδομένων ιδίως για τη

μεταβλητή του CO<sub>2</sub>. Αυτό συνέβη κατά πάσα πιθανότητα γιατί τα πρώτα στοιχεία για το CO<sub>2</sub> άρχισαν να συλλέγονται το 1980 και μάλιστα από τις πιο ανεπτυγμένες χώρες. Ένας άλλος λόγος που ίσως κάποιος να αναρωτηθεί γιατί δεν έγιναν έλεγχοι για breaks ήταν εξαιτίας της έλλειψης επαρκών στοιχείων. Με τα breaks ίσως να προέκυπταν διαφορετικά αποτελέσματα σε ορισμένες μεταβλητές αλλά και πάλι δεν μπορούσαμε να προβούμε στον έλεγχο τους διότι τα δεδομένα μας ήταν αρκετά ασταθή.

Στην πλειοψηφία των άρθρων που περιέχονται στη βιβλιογραφία μας η εμπειρική έρευνα και μελέτη των συγγραφέων γίνεται με τη μετατροπή των στοιχείων τους σε λογαρίθμους. Αυτό αποτελεί και δική μας αποδοχή και χρήση αλλά με μία μόνο αλλαγή. Επειδή όπως έχουμε τονίσει επανειλημμένως υπάρχει έλλειψη επαρκών και αξιόπιστων στοιχείων, εμφανίστηκαν κάποια στατιστικά προβλήματα. Προκειμένου να τα ξεπεράσουμε και να προχωρήσουμε με τις εκτιμήσεις μας χρησιμοποιήσαμε, σε ορισμένα σημεία, τις πρώτες διαφορές των λογαρίθμων των στοιχείων. Αν και γνωρίζουμε πως δεν είναι το ίδιο, οι πρώτες διαφορές των λογαρίθμων, που αποτελούν μάλιστα και το ρυθμό μεταβολής του κάθε στοιχείου, με τους λογαρίθμους αυτών των στοιχείων ήταν μία αναγκαία πράξη έτσι ώστε να προχωρήσει η έρευνά μας. Πριν, όμως, να προχωρήσουμε στη χρήση και των πρώτων διαφορών των λογαρίθμων ελέγξαμε τις γραφικές παραστάσεις των πρώτων διαφορών των μεταβλητών με αυτές των πρώτων διαφορών των λογαρίθμων και παρουσίαζαν σχεδόν καμία διαφορά (Βλέπε Appendix 1).

Τέλος, προσπαθήσαμε να χρησιμοποιήσουμε αρχικά τη μέθοδο var system που κατά τους προηγούμενους ερευνητές αποτελεί την πλέον καθιερωμένη διαδικασία για το δικό μας θέμα. Καθώς προέκυψαν διάφορα προβλήματα συνεχίσαμε με τη Jorgansen cointegrated technique και επειδή υπήρχαν ορισμένα προβλήματα, επίσης, με τις εκτιμήσεις αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο Engle-Granger, υποθέτοντας ότι υπάρχει μία cointegrating vector.

## **7.2 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Περνώντας τώρα στο καθαρά εμπειρικό μέρος της έρευνάς μας θα αναλύσουμε τη διαδικασία την οποία ακολουθήσαμε καθώς επίσης και θα καταδείξουμε σχολιάζοντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

Ξεκινώντας με τον έλεγχο μοναδιαίων ριζών και επειδή πολλές από τις μεταβλητές έχουν τάση θα στηριχτούμε στους ελέγχους: ADF (augmented Dickey-Fuller), PP (Phillips-Perron) και KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin), με σκοπό να διαπιστώσουμε αν οι μεταβλητές μας είναι στάσιμες ή όχι. Τα αποτελέσματα παραθέτονται στους πίνακες 1, 2, 3 και 4, αντιστοίχως, για την κάθε χώρα που μελετάμε.

<b>BELGIUM</b>	<b>ADF LEVEL</b>	<b>ADF 1 DIF</b>	<b>PP LEVEL</b>	<b>PP 1 DIF</b>	<b>KPSS LEVEL</b>	<b>KPSS 1 DIF</b>
Cap	U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.	NO U.R.	U.R.
CO2	U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.	NO U.R.	U.R.
GDP	U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.	U.R.	U.R.
En	U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.	NO U.R.	U.R.
Lab	NO U.R.	U.R.	U.R.	U.R.	U.R.	U.R.

(πίνακας 1)

<b>FRANCE</b>	<b>ADF LEVEL</b>	<b>ADF 1 DIF</b>	<b>PP LEVEL</b>	<b>PP 1 DIF</b>	<b>KPSS LEVEL</b>	<b>KPSS 1 DIF</b>
Cap	U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.	U.R.	U.R.
CO2	U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.	NO U.R.	U.R.
GDP	U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.	NO U.R.	U.R.
En	NO U.R.	NO U.R.	NO U.R.	NO U.R.	NO U.R.	U.R.
Lab	U.R.	U.R.	U.R.	U.R.	NO U.R.	NO U.R.

(πίνακας 2)

<b>NETHERLANDS</b>	<b>ADF LEVEL</b>	<b>ADF 1 DIF</b>	<b>PP LEVEL</b>	<b>PP 1 DIF</b>	<b>KPSS LEVEL</b>	<b>KPSS 1 DIF</b>
Cap	U.R.	U.R.	U.R.	NO U.R.	NO U.R.	NO U.R.
CO2	NO U.R.	NO U.R.	NO U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.
GDP	U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.	U.R.	U.R.
En	NO U.R.	NO U.R.	NO U.R.	NO U.R.	U.R.	U.R.
Lab	U.R.	U.R.	U.R.	U.R.	U.R.	U.R.

(πίνακας 3)

<b>U.K.</b>	<b>ADF LEVEL</b>	<b>ADF 1 DIF</b>	<b>PP LEVEL</b>	<b>PP 1 DIF</b>	<b>KPSS LEVEL</b>	<b>KPSS 1 DIF</b>
Cap	U.R.	NO U.R.	U.R.	U.R.	NO U.R.	U.R.
CO2	U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.	NO U.R.	U.R.
GDP	U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.	NO U.R.	NO U.R.
En	NO U.R.	NO U.R.	NO U.R.	NO U.R.	U.R.	U.R.
Lab	U.R.	NO U.R.	U.R.	NO U.R.	NO U.R.	U.R.

(πίνακας 4)



Λαμβάνοντας υπόψη μας το επίπεδο εμπιστοσύνης 5% και 10% παρατηρούμε ότι για τη χώρα του Βελγίου μόνο η μεταβλητή gdp και lab δεν είναι στάσιμες που σημαίνει ότι έχουν μοναδιαία ρίζα και τότε δεν είναι συνολοκληρωμένες άρα είναι I(1). Το ίδιο παρατηρούμε και για τη Γαλλία στις μεταβλητές cap και lab, στην Ολλανδία για τις cap, gdp, en και lab, και τέλος για το Η. Βασίλειο στις μεταβλητές cap και en. Όπως βλέπουμε όλοι αυτοί οι έλεγχοι δεν δίνουν τα ίδια αποτελέσματα για την κάθε χώρα και στην κάθε μεταβλητή της. Αν συνέβαινε αυτό τότε θα είχαμε βεβαιότητα.

### 7.2.1 ΜΕΘΟΔΟΣ VAR SYSTEM

Στη συνέχεια θα ακολουθήσουμε τη μέθοδο του VAR system με μία και με δύο υστερήσεις. Αν και δοκιμάσαμε να εκτιμήσουμε το μοντέλο που θα παρουσιάσουμε παρακάτω και με τρεις υστερήσεις τελικά αυτό δεν μας το επέτρεπε το στατιστικό μας πακέτο (e-views6) και έτσι αρκεστήκαμε στις δύο προαναφερθείσες υστερήσεις. Προηγουμένως όμως ελέγξαμε με τη μέθοδο του Log-likelihood ratio test και τα αποτελέσματα του VAR system που φαίνονται στον πίνακα 5. Ο τύπος τον οποίο δανειστήκαμε από το βιβλίο του Κάτου (2004) είναι ο εξής:

$$\lambda = \frac{\max(L(\theta_R))}{\max(L(\theta_u))} \quad (\text{Σχέση 1})$$

όπου  $L(\theta_R)$ : η τιμή του Log-Likelihood ratio test όταν εκτιμάμε το υπόδειγμα με τάση  
 $L(\theta_u)$ : η τιμή του Log-Likelihood ratio test όταν εκτιμάμε το υπόδειγμα χωρίς  
 τάση

Log Likelihood	BELGIUM	FRANCE	NETHERLANDS	U.K.
?	2.4068	2.5364	2.4837	2.2521

(πίνακας 5)

Ακολουθεί μία κατανομή  $X^2$  με  $\alpha=5\%$  ( $\alpha=10\%$ ) και βαθμοί ελευθερίας=25 και όπως παρατηρούμε και για τις 4 χώρες ισχύει ότι  $X^2_{\text{πίνακα}} < X^2_{\text{crit. Value}} = 34,4$  (37,7). Με βάση αυτό το Log-likelihood ratio test προτιμήσαμε να χρησιμοποιήσουμε τα αποτελέσματα του var system των μεταβλητών  $\Delta \ln \text{Cap}$ ,  $\Delta \ln \text{CO}_2$ ,  $\Delta \ln \text{Gdp}$ ,  $\Delta \ln \text{En}$  και  $\Delta \ln \text{Lab}$  με 1-lag και τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα 6.

BELGIUM	1-lag	2-lags
Akaike information criterion	-27,1567	-30,6771
Schwarz criterion	-25,6863	-28,0213
FRANCE	1-lag	2-lags
Akaike information criterion	-24,7346	-33,005
Schwarz criterion	-23,2643	-30,3493
NETHERLANDS	1-lag	2-lags
Akaike information criterion	-27,8031	-29,8964
Schwarz criterion	-26,3328	-27,2406
U.K.	1-lag	2-lags
Akaike information criterion	-30,778	-32,4726
Schwarz criterion	-29,3077	-29,8168

(πίνακας 6)

Συνοπτικά, οι λόγοι που μας οδήγησαν στο να επιλέξουμε τα αποτελέσματα του VAR system με 1-lag πέραν του Log-Likelihood ratio test είναι πως εμφανίζει μικρότερα standard error, περίπου δύο μεταβλητές αποδεικνύονται στατιστικά σημαντικές, στα αποτελέσματα του AIC εμφανίζονται μικρές διαφορές και γενικά μας δίνει καλύτερες εκτιμήσεις

Τώρα θα παρουσιάσουμε το υπόδειγμα που μας εκτιμήσαμε για το VAR system και αποτελεί τον τύπο (1):

$$\ln(\text{CO}_2)_t = a + \ln(\text{cap}_t) + \ln(\text{gdp}_t) + \ln(\text{en}_t) + \ln(\text{lab}_t) + u_t$$

τον οποίο εκτιμήσαμε κάνοντας χρήση των λογαρίθμων των μεταβλητών καθώς μας δημιουργούσε στατιστικά προβλήματα όταν το εκτιμούσαμε με τις μεταβλητές απλώς.

Από τον τύπο (1) παίρνουμε τα κατάλοιπα και τα ελέγχουμε για στασιμότητα και κατ'επέκταση για ύπαρξη ή μη του cointegrating vector. Και εδώ χρησιμοποιούμε μόνο τον ADF έλεγχο και τα αποτελέσματα δίνονται στους πίνακες 7,8,9 και 10.

BELGIUM		??μ?? ρ??a?a		??t???? t?μ??
LnCapital	U.R.	-3,986746	>	-4,15
LnCO2	U.R.	-3,467259	>	-4,15
LnGDP	No U.R.	-3,524957	<	-1,605603
LnEn	No U.R.	-2,453285	<	-1,605603
LnLabor	U.R.	-3,482628	>	-4,15

(πίνακας 7)

FRANCE		??μ?? ρ??a?a		??t???? t?μ??
LnCapital	No U.R.	-4,027471	<	-1,605026
LnCO2	No U.R.	-3,904539	<	-1,604392
LnGDP	No U.R.	-3,697728	<	-1,604392
LnEn	No U.R.	-4,264183	<	-1,605026
LnLabor	U.R.	-2,035624	>	-4,15

(πίνακας 8)

NETHERLANDS		??μ?? ρ??a?a		??t???? t?μ??
LnCapital	No U.R.	-4,073369	<	-1,604392
LnCO2	?? U.R.	-4,550926	<	-4,15
LnGDP	No U.R.	-1,815586	<	-1,605603
LnEn	No U.R.	-4,290684	<	-1,605026
LnLabor	?? U.R.	-1,659747	<	-1,606129

(πίνακας 9)

U.K.		??μ?? p??a?a		??t???? t?μ??
LnCapital	No U.R.	-3,442556	<	-1,605603
LnCO2	No U.R.	-4,135533	<	-1,605603
LnGDP	No U.R.	-4,293133	<	-1,605603
LnEn	No U.R.	-6,150858	<	-1,605603
LnLabor	U.R.	-2,239338	>	-4,15

(πίνακας 10)

Παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα ποικίλουν αλλά εμάς μας ενδιαφέρει περισσότερο η μεταβλητή CO<sub>2</sub>. Εκτός από τη χώρα του Βελγίου, σε καμία άλλη χώρα δεν υπάρχουν μοναδιαίες ρίζες που σημαίνει ότι είναι στάσιμη η συγκεκριμένη μεταβλητή. Να τονίσουμε πως τα αποτελέσματα στους πίνακες 7,8,9 και 10 είναι χωρίς τάση μιας και έχουμε αναφέρει και προηγουμένως ότι η τάση αν και την εκτιμήσαμε αποδείχτηκε στατιστικά μη-σημαντική οπότε και την παραλείψαμε. Ακολουθούν οι διαγνωστικοί έλεγχοι των τεσσάρων χωρών.

### 7.2.1.1 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Ξεκινώντας από το Βέλγιο κάνουμε πρώτα ένα correlation test και τα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

VAR Residual Serial Correlation LM Tests  
Null Hypothesis: no serial correlation at lag order h  
Date: 12/16/09 Time: 19:00  
Sample: 1981 1998  
Included observations: 17

Lags	LM-Stat	Prob
1	259.2020	0.0000
2	NA	NA

Probs from chi-square with 36 df.

και όπως παρατηρούμε δεν έχει κανένα επιθυμητό αποτέλεσμα. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι έχουμε έλλειψη στοιχείων καθώς πραγματοποιούμε όλη αυτήν την έρευνα με 18 παρατηρήσεις, κάτι που καθιστά δύσκολη την εκροή αποτελεσμάτων. Συνεχίζουμε με normality test και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

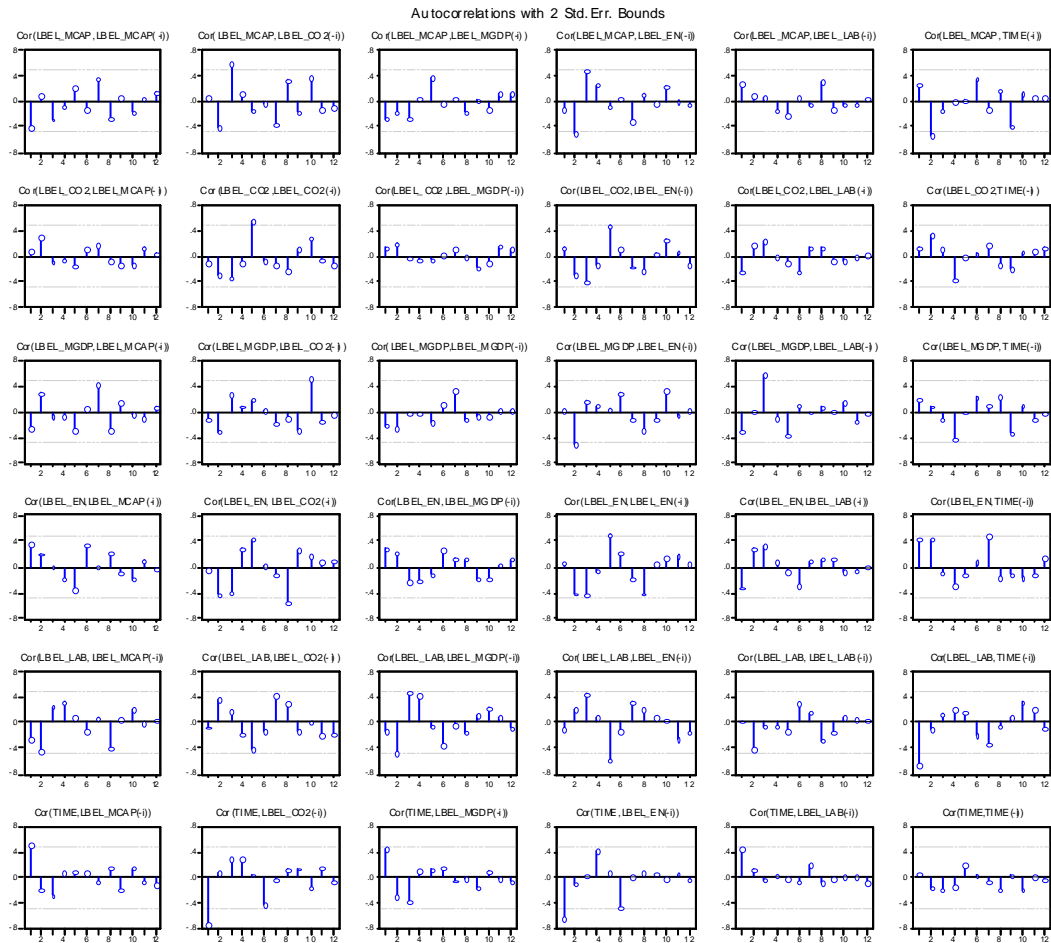
VAR Residual Normality Tests  
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)  
 Null Hypothesis: residuals are multivariate normal  
 Date: 12/16/09 Time: 18:57  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 17

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.015583	0.000688	1	0.9791
2	-0.387146	0.424666	1	0.5146
3	-0.096132	0.026184	1	0.8715
4	-0.088974	0.022430	1	0.8809
5	-0.431462	0.527452	1	0.4677
6	0.009478	0.000255	1	0.9873
Joint		1.001675	6	0.9855

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	0.761494	3.549396	1	0.0596
2	1.012858	2.797019	1	0.0944
3	1.177487	2.352767	1	0.1251
4	0.742401	3.610199	1	0.0574
5	1.268858	2.122771	1	0.1451
6	0.731360	3.645600	1	0.0562
Joint		18.07775	6	0.0060

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	3.550084	2	0.1695
2	3.221685	2	0.1997
3	2.378951	2	0.3044
4	3.632629	2	0.1626
5	2.650223	2	0.2658
6	3.645854	2	0.1616
Joint	19.07943	12	0.0866

όπου παρατηρούμε πως ο δείκτης Jarque-Bera δεν εμφανίζει σε καμία από τις πέντε μας μεταβλητές ότι είναι στατιστικά σημαντική. Τέλος, τα γραφήματα από τον έλεγχο για correlograms παρουσιάζονται διαγραμματικά ακολούθως:



Γενικά, ισχύει ότι εάν οι μπάρες στα παραπάνω γραφήματα υπερβούν το άνω και κάτω όριο του 2 τότε οι μεταβλητές που ελέγχουμε έχουν συσχέτιση. Στη δική μας περίπτωση φαίνεται πως κατά πλειονότητα αυτό δεν συμβαίνει συνεπώς δεν έχουμε συσχέτιση.

Ακολουθως, θα ασχοληθούμε με τα αποτελέσματα από τη Γαλλία αρχίζοντας με correlation test:

VAR Residual Serial Correlation LM Tests  
 Null Hypothesis: no serial correlation at lag order h  
 Date: 12/16/09 Time: 18:59  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 17

Lags	LM-Stat	Prob
1	43.16925	0.0134
2	22.88647	0.5842
3	49.98697	0.0021
4	28.67412	0.2778
5	33.13536	0.1277
6	21.62725	0.6572
7	33.93336	0.1093
8	32.05918	0.1563
9	32.92036	0.1331
10	26.83164	0.3643
11	31.06045	0.1870
12	31.63882	0.1687

Probs from chi-square with 25 df.

όπου επίσης έχουμε αδιάφορα αποτελέσματα. Εν συνεχεία δοκιμάσαμε normality test με τα εξής αποτελέσματα:

VAR Residual Normality Tests  
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)  
 Null Hypothesis: residuals are multivariate normal  
 Date: 12/16/09 Time: 18:59  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 17

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.130002	0.047885	1	0.8268
2	-0.099654	0.028138	1	0.8668
3	0.117704	0.039253	1	0.8429
4	-0.092298	0.024137	1	0.8765
5	0.040141	0.004565	1	0.9461
Joint		0.143978	5	0.9996

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	1.035163	2.734581	1	0.0982
2	0.854811	3.259634	1	0.0710
3	1.000096	2.833062	1	0.0923
4	0.977699	2.896873	1	0.0888
5	0.933933	3.023615	1	0.0821
Joint		14.74776	5	0.0115

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	2.782466	2	0.2488
2	3.287772	2	0.1932
3	2.872316	2	0.2378
4	2.921010	2	0.2321
5	3.028180	2	0.2200
Joint	14.89174	10	0.1361

όπου τα αποτελέσματα που προκύπτουν δεν παρουσιάζουν και ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Ακολούθησε το Portmanteau test όπως φαίνεται παρακάτω:

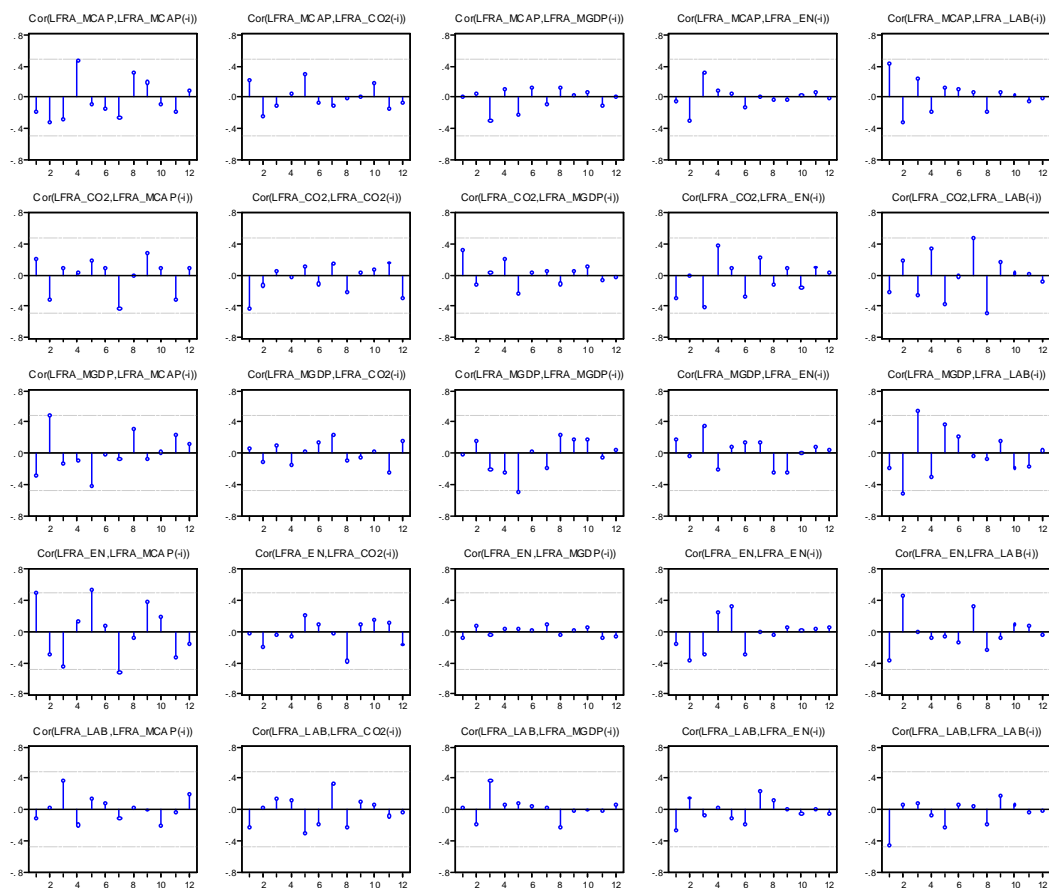
VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations  
 Null Hypothesis: no residual autocorrelations up to lag h  
 Date: 12/16/09 Time: 18:58  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 17

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	33.01615	NA*	35.07966	NA*	NA*
2	58.88693	0.0001	64.39988	0.0000	25
3	88.79519	0.0006	100.7171	0.0000	50
4	113.5125	0.0027	133.0397	0.0000	75
5	139.1897	0.0059	169.4157	0.0000	100
6	149.3228	0.0681	185.0760	0.0004	125
7	166.3979	0.1704	214.1036	0.0005	150
8	182.7933	0.3278	245.0728	0.0004	175
9	193.6224	0.6137	268.0845	0.0009	200
10	202.1305	0.8611	288.7471	0.0026	225
11	211.0860	0.9648	314.1210	0.0036	250
12	217.8861	0.9953	337.2414	0.0061	275

\*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.  
 df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution

Και όπως παρατηρούμε γενικά δεν έχουν καμία διαφορά με τους προηγούμενους ελέγχους όσον αφορά στα αποτελέσματα. Επιπλέον και ο έλεγχος για correlogram graphs δεν μας δείχνει συσχέτιση δηλαδή:

Autocorrelations with 2 Std.Err. Bounds



Η επόμενη χώρα της οποίας θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα είναι οι  
Κάτω Χώρες. Ξεκινάμε όπως και πριν με correlation test:

VAR Residual Serial Correlation LM Tests  
Null Hypothesis: no serial correlation at lag  
order h  
Date: 12/16/09 Time: 19:02  
Sample: 1981 1998  
Included observations: 17

Lags	LM-Stat	Prob
1	37.19694	0.0553
2	19.94024	0.7500
3	33.16554	0.1270
4	36.09683	0.0701
5	42.96223	0.0141
6	69.47376	0.0000
7	33.33201	0.1230
8	45.14438	0.0081
9	39.24675	0.0348
10	41.74871	0.0191
11	32.32826	0.1487
12	38.39455	0.0423

Probs from chi-square with 25 df.



Αν και εδώ υπάρχουν μερικές μεταβλητές που είναι στατιστικά σημαντικές, αλλά και πάλι απλά μας επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα της εκτίμησης με το VAR μοντέλο.

Ακολουθεί το Normality test:

VAR Residual Normality Tests  
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)  
 Null Hypothesis: residuals are multivariate normal  
 Date: 12/16/09 Time: 19:02  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 17

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.211628	0.126895	1	0.7217
2	0.270858	0.207864	1	0.6484
3	0.087805	0.021844	1	0.8825
4	-0.027188	0.002094	1	0.9635
5	-0.246170	0.171700	1	0.6786
Joint		0.530397	5	0.9910

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	1.206450	2.278582	1	0.1312
2	1.109988	2.530271	1	0.1117
3	0.737153	3.627004	1	0.0568
4	1.077822	2.617127	1	0.1057
5	1.289071	2.073488	1	0.1499
Joint		13.12647	5	0.0222

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	2.405477	2	0.3004
2	2.738135	2	0.2543
3	3.648848	2	0.1613
4	2.619222	2	0.2699
5	2.245188	2	0.3254
Joint	13.65687	10	0.1892

όπου επίσης δεν προκύπτουν σημαντικά αποτελέσματα καθώς καμία μεταβλητή δεν είναι στατιστικά σημαντική. Παρακάτω με τον έλεγχο Portmanteau βλέπουμε ότι:

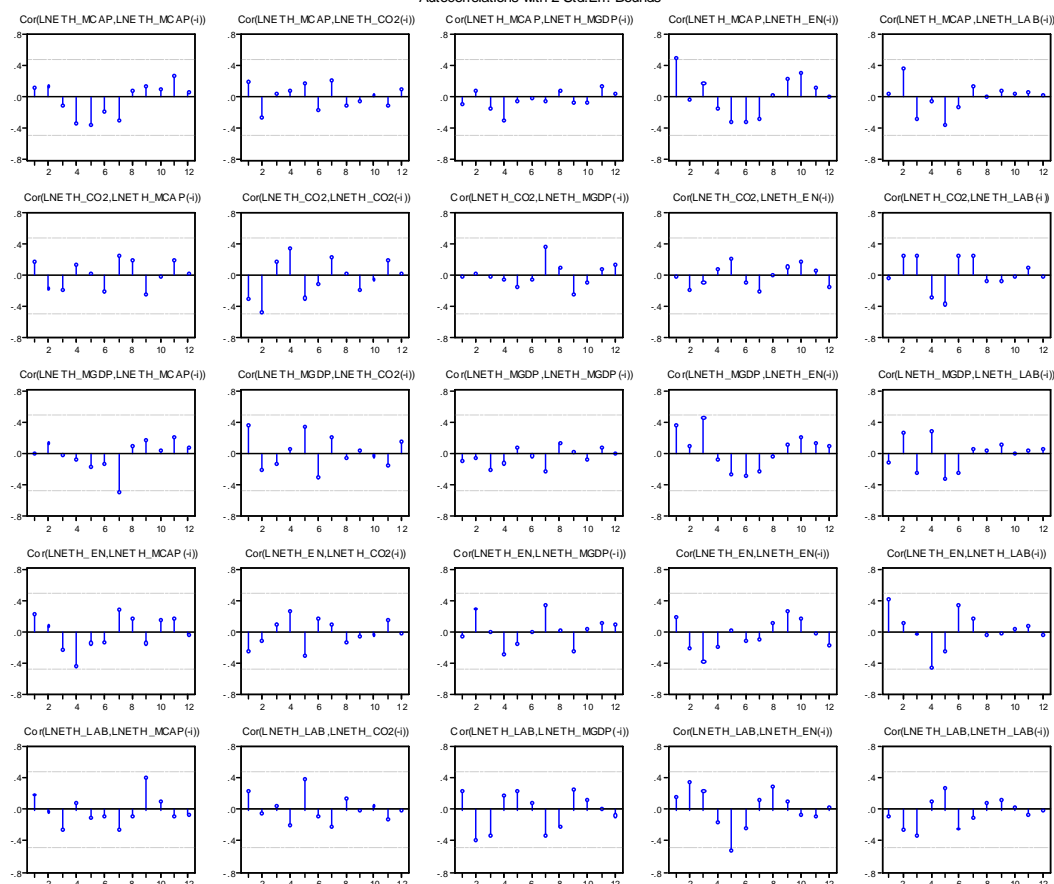
VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations  
 Null Hypothesis: no residual autocorrelations up to lag h  
 Date: 12/16/09 Time: 19:01  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 17

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	28.92079	NA*	30.72834	NA*	NA*
2	54.39851	0.0006	59.60309	0.0001	25
3	80.20122	0.0043	90.93495	0.0004	50
4	110.3548	0.0049	130.3666	0.0001	75
5	138.1897	0.0069	169.7994	0.0000	100
6	156.3590	0.0301	197.8791	0.0000	125
7	176.2944	0.0700	231.7693	0.0000	150
8	186.9774	0.2541	251.9483	0.0001	175
9	198.3011	0.5207	276.0112	0.0003	200
10	205.0591	0.8258	292.4236	0.0017	225
11	211.6449	0.9626	311.0833	0.0051	250
12	214.5017	0.9972	320.7965	0.0299	275

\*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.  
 df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution

δεν εμφανίζει σημαντικές διαφορές από τους άλλους ελέγχους. Κλείνουμε τους ελέγχους της Ολλανδίας με τα correlogram graphs:

Autocorrelations with 2 Std.Err. Bounds



όπου εξακολουθούν τα αποτελέσματά μας να βρίσκονται εντός του πάνω και κάτω ορίου, που σημαίνει ότι δεν έχουμε συσχέτιση.

Η τελευταία χώρα είναι το Η. Βασίλειο. Εδώ όπως έχουμε αναφέρει και προηγουμένως δεν συμπεριλαμβάνουμε την μεταβλητή της κατανάλωσης ενέργειας καθώς μας δημιουργούσε στατιστικά προβλήματα. Παρόλα αυτά κάναμε τον έλεγχο για correlation:

VAR Residual Serial Correlation LM Tests  
 Null Hypothesis: no serial correlation at lag  
 order h  
 Date: 12/16/09 Time: 19:03  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 17

Lags	LM-Stat	Prob
1	34.51600	0.0973
2	33.28670	0.1241
3	20.65363	0.7118
4	45.67972	0.0070
5	28.12963	0.3019
6	10.94066	0.9932
7	29.74431	0.2340
8	23.24514	0.5633
9	32.85412	0.1348
10	28.38065	0.2906
11	26.22277	0.3958
12	37.49166	0.0518

Probs from chi-square with 25 df.

και καταλήγουμε πως μόνο κάποιες μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές όπως και προηγουμένως. Στο Normality test βλέπουμε ότι:

VAR Residual Normality Tests  
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)  
 Null Hypothesis: residuals are multivariate normal  
 Date: 12/16/09 Time: 19:04  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 17

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.024153	0.001653	1	0.9676
2	-0.308529	0.269705	1	0.6035
3	-0.039879	0.004506	1	0.9465
4	-0.250204	0.177372	1	0.6736
5	0.288210	0.235351	1	0.6276
Joint		0.688587	5	0.9836

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	1.189384	2.322151	1	0.1275
2	1.321086	1.996616	1	0.1577
3	0.952633	2.969130	1	0.0849
4	1.035128	2.734678	1	0.0982
5	0.976904	2.899151	1	0.0886
Joint		12.92173	5	0.0241

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	2.323804	2	0.3129
2	2.266321	2	0.3220
3	2.973636	2	0.2261
4	2.912050	2	0.2332
5	3.134502	2	0.2086
Joint	13.61031	10	0.1915

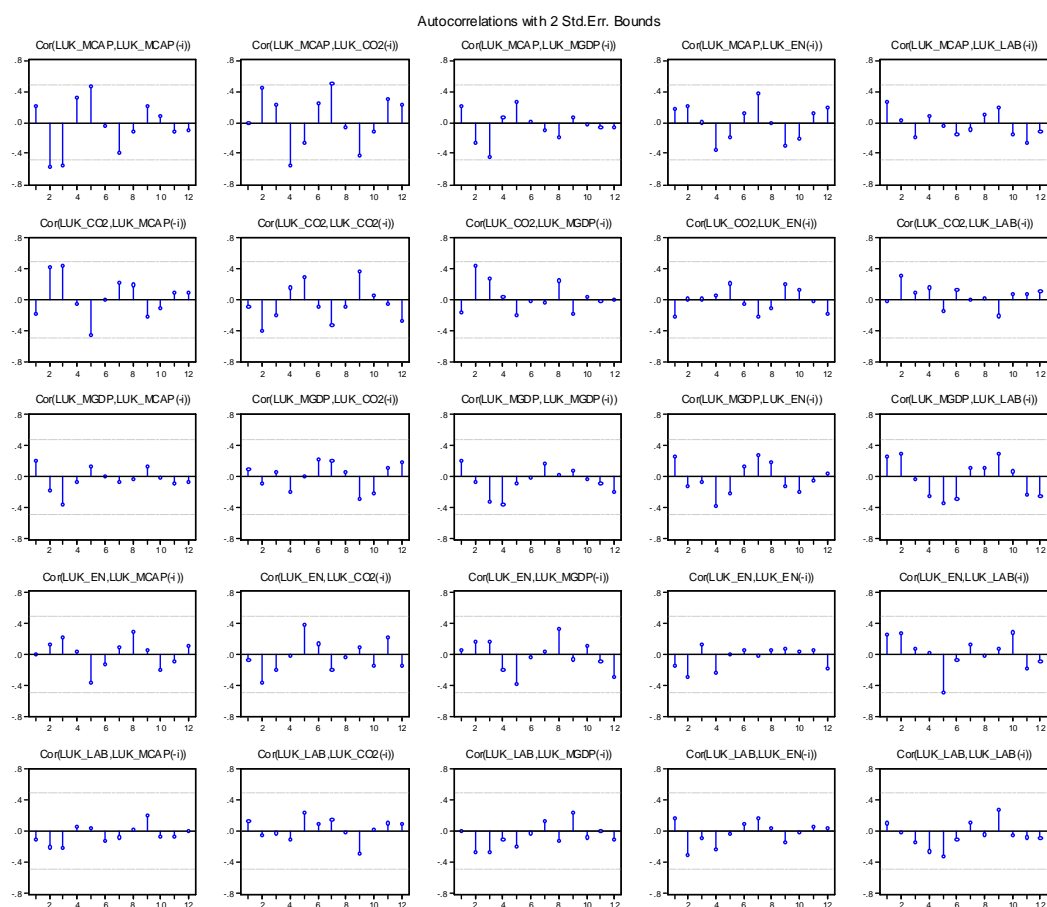
δεν έχουμε καμία μεταβλητή σημαντική και μάλιστα η από κοινού πιθανότητα είναι και αυτή μη σημαντική. Προχωρήσαμε στο Portmanteau test όπου λίγο πολύ κινήθηκε στα ίδια επίπεδα με τους υπόλοιπους ελέγχους:

VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations  
 Null Hypothesis: no residual autocorrelations up to lag h  
 Date: 12/16/09 Time: 19:03  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 17

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	21.17345	NA*	22.49679	NA*	NA*
2	48.97712	0.0028	54.00761	0.0007	25
3	69.06383	0.0382	78.39862	0.0063	50
4	94.49338	0.0636	111.6526	0.0039	75
5	114.8468	0.1472	140.4866	0.0047	100
6	126.1508	0.4543	157.9565	0.0246	125
7	137.6348	0.7567	177.4793	0.0622	150
8	152.8343	0.8855	206.1894	0.0534	175
9	164.2481	0.9695	230.4438	0.0689	200
10	177.8006	0.9911	263.3571	0.0404	225
11	186.4358	0.9990	287.8233	0.0502	250
12	197.3634	0.9999	324.9773	0.0206	275

\*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.  
 df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution

Ολοκληρώνουμε τους ελέγχους για αυτή τη χώρα με τα correlogram graphs:



όπου και βλέπουμε ότι οι εκτιμήσεις των μεταβλητών μας κινούνται μέσα στα πλαίσια των ορίων άρα δεν έχουμε συσχέτιση.

Άρα όλοι οι παραπάνω έλεγχοι στηρίζουν ότι η μόνη στατιστικά σημαντική μεταβλητή αναδεικνύεται η κατανάλωση ενέργειας καθώς στους περισσότερους ελέγχους και μάλιστα στις περισσότερες χώρες ήταν στατιστικά σημαντική, εκτός από το Η. Βασίλειο όπου δεν συμπεριλήφθηκε στις εκτιμήσεις μας λόγω στατιστικών προβλημάτων.

## 7.2.2 ERROR CORRECTION ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ (ECM)

Όπως είδαμε και προηγουμένως στην πλειοψηφία τους τα αποτελέσματα από τους τελευταίους πίνακες είναι στάσιμα άρα έχουμε έναν cointegrating vector,

και για αυτό προχωράμε να ελέγξουμε τον παρακάτω error correction μηχανισμό. Ο τύπος (2) παρακάτω μας δίνει τον error correction μηχανισμό :

$$\ln(\text{CO}_2)_t = a + \lambda \ln(\text{cap}_t) + \lambda \ln(\text{en}_t) + \lambda \ln(\text{gdp}_t) + \lambda \ln(\text{lab}_t) + \lambda \ln(\text{co2}_{t-1}) + \epsilon_{t-1}$$

όπου  $\epsilon_{t-1}$  : τα κατάλοιπα της εξίσωσης Engle-Granger (τύπος 1) της  $\text{CO}_2$

$\lambda$  : ρυθμός προσαρμογής βραχυπρόθεσμα του συστήματος που προσαρμόζει την ανισορροπία εφόσον υπάρχει cointegration

Παρόλο που έγινε προσπάθεια εκτίμησης του τύπου (2) και με λογαρίθμους λόγω κάποιων στατιστικών προβλημάτων, δεν ήταν εφικτό και έτσι τον εκτιμήσαμε με τις πρώτες διαφορές των λογαρίθμων των μεταβλητών αυτών. Πρέπει να σημειώσουμε ότι δεν προχωρήσαμε σε Granger causality test και σε impulse response functions γιατί αφού καταλήξαμε σε μοντέλο με μόνο μία υστέρηση δεν είχε νόημα να τα ελέγξουμε και αυτά.

Τα αποτελέσματα από την εκτίμηση του τύπου (2) φαίνονται στους πίνακες 11,12,13 και 14 για το Βέλγιο, τη Γαλλία, τις Κάτω Χώρες και το Η. Βασίλειο, αντιστοίχως.

Dependent Variable: LNBEL\_CO2  
Method: Least Squares  
Date: 01/06/10 Time: 00:16  
Sample (adjusted): 1982 1998  
Included observations: 17 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.057921	0.037998	-1.524305	0.1584
LNBEL_MCAP	-0.086679	0.308663	-0.280821	0.7846
LNBEL_MGDP	-0.640501	1.299150	-0.493015	0.6326
LNBEL_EN	1.015012	0.379223	2.676561	0.0232
LNBEL_LAB	5.963165	5.189666	1.149046	0.2773
LNBEL_CO2(-1)	-0.075332	0.366795	-0.205380	0.8414
RESID_LNBEL_CO2_OLA(-1)	-0.263721	0.495036	-0.532730	0.6059
R-squared	0.548241	Mean dependent var		-0.030940
Adjusted R-squared	0.277185	S.D. dependent var		0.050918
S.E. of regression	0.043290	Akaike info criterion		-3.148889
Sum squared resid	0.018740	Schwarz criterion		-2.805801
Log likelihood	33.76555	Hannan-Quinn criter.		-3.114785
F-statistic	2.022614	Durbin-Watson stat		1.732936
Prob(F-statistic)	0.155230			

(πίνακας 11)

Στον πίνακα 11 για το Βέλγιο, παρατηρούμε ότι η μεταβλητή  $\text{en}$  είναι  $0.0232 < 0.05$  άρα είναι στατιστικά σημαντική και έχει και το σωστό σημείο καθώς η σταθερά της (1.015012) είναι θετική. Όσον αφορά τα κατάλοιπα δηλαδή τη

μεταβλητή resid\_lnbel\_co2\_ola είναι στατιστικά μη-σημαντική (0.6059) και έχει και λάθος σημείο (-0.263721).

Dependent Variable: LNFRA\_CO2  
Method: Least Squares  
Date: 01/06/10 Time: 00:08  
Sample (adjusted): 1982 1998  
Included observations: 17 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.114915	0.031554	-3.641836	0.0045
LNFRA_MCAP	-0.006243	0.087166	-0.071621	0.9443
LNFRA_MGDP	0.016491	0.864363	0.019078	0.9852
LNFRA_EN	1.616127	0.417478	3.871168	0.0031
LNFRA_LAB	8.334415	3.974244	2.097107	0.0624
LNFRA_CO2(-1)	-0.316162	0.233216	-1.355661	0.2050
RESID_LNFRA_CO2_OLA(-1)	-0.153685	0.383111	-0.401149	0.6967
R-squared	0.733191	Mean dependent var		-0.030044
Adjusted R-squared	0.573106	S.D. dependent var		0.052886
S.E. of regression	0.034554	Akaike info criterion		-3.599677
Sum squared resid	0.011940	Schwarz criterion		-3.256589
Log likelihood	37.59725	Hannan-Quinn criter.		-3.565573
F-statistic	4.580003	Durbin-Watson stat		2.029079
Prob(F-statistic)	0.017211			

(πίνακας 12)

Στον πίνακα 12 που αποτελεί τα αποτελέσματα για τη χώρα της Γαλλίας, βλέπουμε ότι η μεταβλητή *en* είναι στατιστικά σημαντική (0.0031) και έχει και το σωστό σημείο (1.616127), καθώς και η μεταβλητή *lab* ίσως να πλησιάζει λίγο στο να είναι στατιστικά σημαντική (0.0624) αλλά δεν έχει το σωστό σημείο. Όσο για τη μεταβλητή *resid\_lnfra\_co2\_ola* βλέπουμε ότι ούτε το σωστό σημείο (-0.153685) έχει αλλά ούτε και είναι στατιστικά σημαντική (0.6967).

Dependent Variable: LNNETH\_CO2  
Method: Least Squares  
Date: 01/06/10 Time: 00:09  
Sample (adjusted): 1982 1998  
Included observations: 17 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.132486	0.046028	-2.878376	0.0164
LNNETH_MCAP	-0.459422	0.662558	-0.693406	0.5038
LNNETH_MGDP	3.849722	1.641908	2.344663	0.0410
LNNETH_EN	2.234366	0.628983	3.552345	0.0052
LNNETH_LAB	-0.978977	2.034313	-0.481232	0.6407
LNNETH_CO2(-1)	-0.925191	0.354529	-2.609630	0.0261
RESID_LNNETH_CO2_OLA(-1)	0.473526	0.406306	1.165442	0.2709
R-squared	0.727133	Mean dependent var		-0.017616
Adjusted R-squared	0.563414	S.D. dependent var		0.079786
S.E. of regression	0.052719	Akaike info criterion		-2.754795
Sum squared resid	0.027793	Schwarz criterion		-2.411707
Log likelihood	30.41575	Hannan-Quinn criter.		-2.720691
F-statistic	4.441326	Durbin-Watson stat		2.302736
Prob(F-statistic)	0.019009			

(πίνακας 13)

Στις Κάτω Χώρες οι εκτιμήσεις δίνονται από τον πίνακα 13, όπου έχουμε τις μεταβλητές gdp, en και CO<sub>2</sub> με (0.0410), (0.0052) και (0.0261) αντιστοίχως να είναι στατιστικά σημαντικές και να έχουν σωστά σημεία οι gdp (3.849722) και en (2.234366), ενώ η CO<sub>2</sub> όχι (-0.925191).

Dependent Variable: LNUK\_CO2  
Method: Least Squares  
Date: 01/10/10 Time: 23:50  
Sample (adjusted): 1982 1998  
Included observations: 17 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.055955	0.021474	-2.605677	0.0244
LNUK_MCAP	-0.423171	0.157279	-2.690576	0.0210
LNUK_MGDP	-0.036229	0.469217	-0.077211	0.9398
LNUK_LAB	6.780693	3.932351	1.724336	0.1126
LNUK_CO2(-1)	-0.409506	0.177992	-2.300700	0.0420
RESID_LNUKCO2_OLA	0.691903	0.295147	2.344264	0.0389
R-squared	0.742593	Mean dependent var		-0.026964
Adjusted R-squared	0.625589	S.D. dependent var		0.033058
S.E. of regression	0.020228	Akaike info criterion		-4.692933
Sum squared resid	0.004501	Schwarz criterion		-4.398858
Log likelihood	45.88993	Hannan-Quinn criter.		-4.663702
F-statistic	6.346769	Durbin-Watson stat		2.652362
Prob(F-statistic)	0.005227			

(πίνακας 14)

Τέλος, στον πίνακα 14 αναφέρονται τα αποτελέσματα του Η. Βασιλείου χωρίς όμως να συμπεριληφθεί η μεταβλητή en καθώς μας δημιουργούσε στατιστικά προβλήματα και αναγκαστήκαμε να την παραλείψουμε. Ίσως αυτό να οφείλεται στο πρόβλημα πολυσυγγραμμικότητας που υπάρχει με τα δεδομένα μας καθώς δεν είναι επαρκή αλλά ούτε και αξιόπιστα. Προφανώς μία λογική εξήγηση θα ήταν ότι τα στοιχεία που περιέχονται στις μεταβλητές en και CO<sub>2</sub> να μην είναι τελείως ανεξάρτητα μεταξύ τους. Οπότε παρατηρούμε ότι παρά την παράλειψη της μεταβλητής en και πάλι δεν υπάρχει κανένα σημείο στα αποτελέσματα αυτά που να μας δίνει κάποιο επιθυμητό αποτέλεσμα.

Συμπερασματικά, μέχρι τώρα βλέπουμε ότι καμία μακροχρόνια σχέση δεν μπορεί να στηριχτεί σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας.

### 7.2.2.1 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Τώρα που ολοκληρώσαμε και τον error correction μηχανισμό μπορούμε να προχωρήσουμε στους διαγνωστικούς ελέγχους με βάση τον τύπο (2) όπου έχουμε χρησιμοποιήσει τις πρώτες διαφορές των λογαρίθμων για στατιστικούς λόγους.

## Αρχίζουμε από το Βέλγιο και μάλιστα με το Normality test:

VAR Residual Normality Tests  
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)  
 Null Hypothesis: residuals are multivariate normal  
 Date: 12/09/09 Time: 21:01  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 16

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	0.374256	0.373513	1	0.5411
2	-0.006767	0.000122	1	0.9912
3	-0.181468	0.087815	1	0.7670
4	0.135907	0.049255	1	0.8244
5	-0.049204	0.006456	1	0.9360
Joint		0.517162	5	0.9915

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	0.778745	3.289315	1	0.0697
2	0.269554	4.970223	1	0.0258
3	0.480813	4.230869	1	0.0397
4	0.359852	4.646920	1	0.0311
5	0.203615	5.213180	1	0.0224
Joint		22.35051	5	0.0004

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	3.662829	2	0.1602
2	4.970346	2	0.0833
3	4.318685	2	0.1154
4	4.696175	2	0.0956
5	5.219636	2	0.0735
Joint	22.86767	10	0.0112

και σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι η από κοινού πιθανότητα είναι στατιστικά σημαντική, ενώ καμία από τις μεταβλητές από μόνη της δεν είναι. Ο έλεγχος Portmanteau μας παρουσιάζει τα εξής αποτελέσματα:

VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations  
 Null Hypothesis: no residual autocorrelations up to lag h  
 Date: 12/09/09 Time: 21:00  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 16

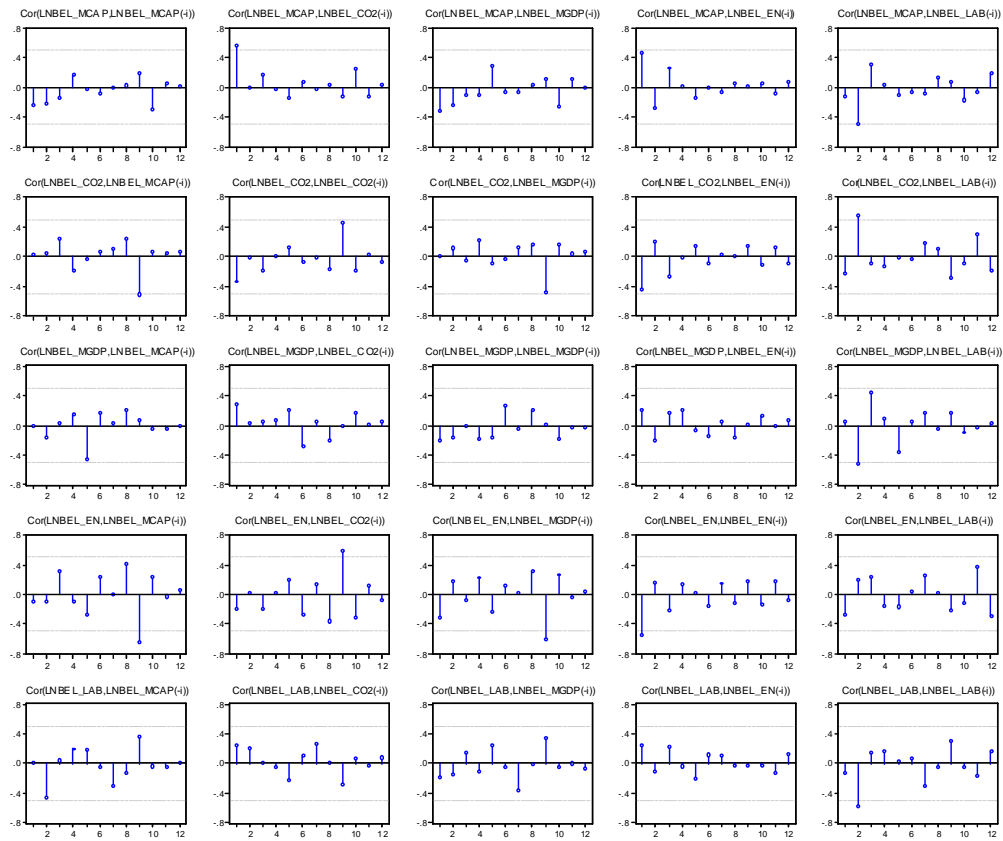
Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	33.09372	NA*	35.29997	NA*	NA*
2	63.81275	NA*	70.40743	NA*	NA*
3	82.02496	0.0000	92.82245	0.0000	25

\*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.  
 df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution

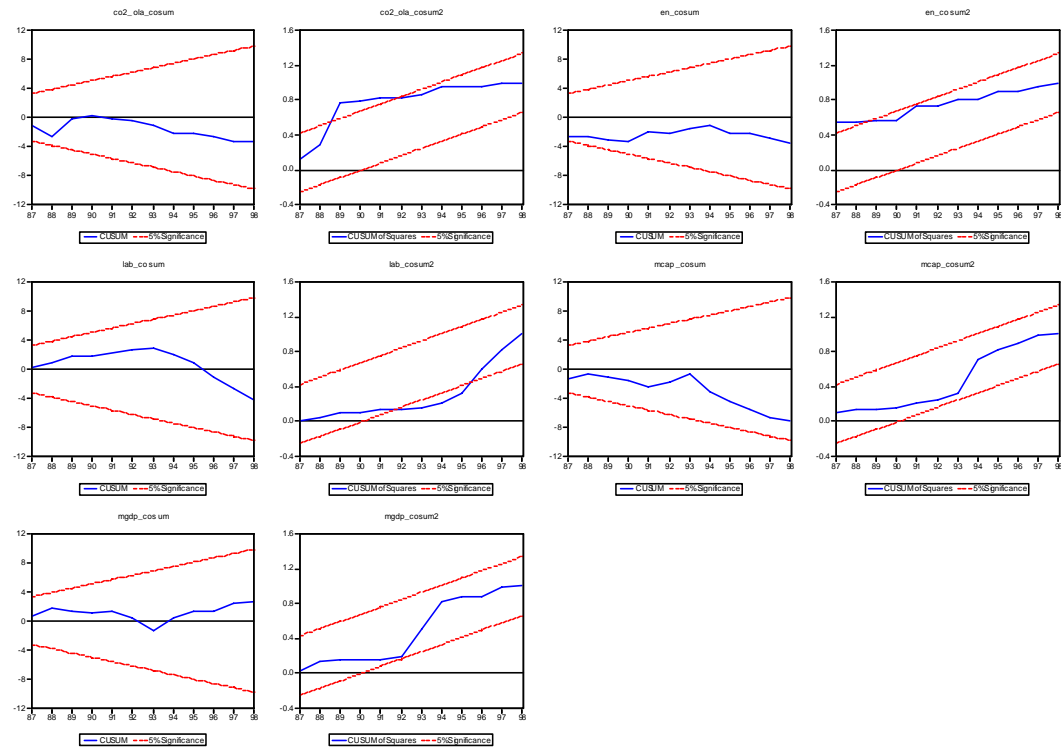
όπου κανένα επιθυμητό αποτέλεσμα δεν προκύπτει. Ακολουθεί η διαγραμματική απεικόνιση των correlogram graphs:



Autocorrelations with 2 Std. Err. Bounds



καθώς επίσης και οι έλεγχοι COSUM και  $COSUM^2$  tests:



Όπου παρατηρούμε ότι και στους δύο ελέγχους ότι οι εκτιμήσεις των μεταβλητών παραμένουν εντός των ορίων που σημαίνει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση.

Συνεχίζουμε με τη Γαλλία και πιο συγκεκριμένα με το Normality test:

VAR Residual Normality Tests  
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)  
 Null Hypothesis: residuals are multivariate normal  
 Date: 12/09/09 Time: 21:11  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 16

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.031332	0.002618	1	0.9592
2	0.167242	0.074586	1	0.7848
3	0.027731	0.002051	1	0.9639
4	0.011829	0.000373	1	0.9846
5	-0.037641	0.003778	1	0.9510
Joint		0.083406	5	0.9999

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	0.243028	5.067263	1	0.0244
2	0.320751	4.785583	1	0.0287
3	0.168740	5.344024	1	0.0208
4	0.256076	5.019412	1	0.0251
5	0.194627	5.246743	1	0.0220
Joint		25.46303	5	0.0001

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	5.069881	2	0.0793
2	4.860169	2	0.0880
3	5.346075	2	0.0690
4	5.019785	2	0.0813
5	5.250522	2	0.0724
Joint	25.54643	10	0.0044

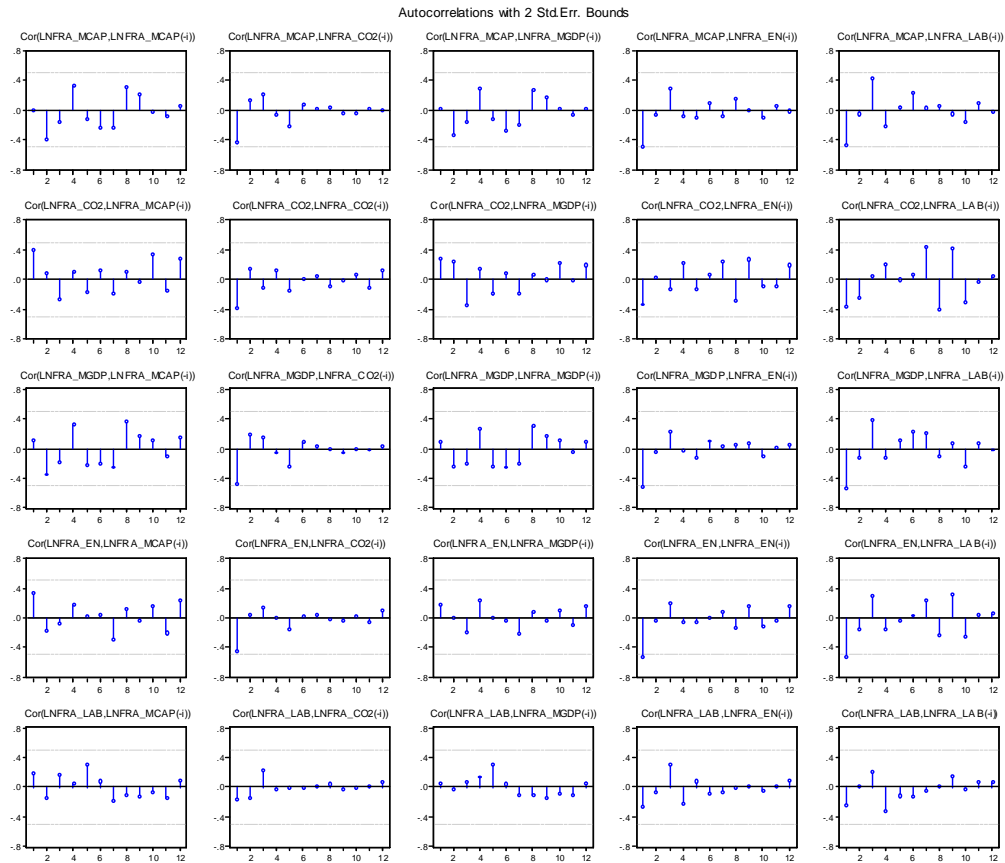
όπου η από κοινού πιθανότητα στον έλεγχο Jarque-Bera εμφανίζεται στατιστικά σημαντική ενώ και πάλι εδώ παρατηρούμε ότι καμία μεταβλητή από μόνη της δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Τα αποτελέσματα του ελέγχου Portmanteau είναι τα παρακάτω:

VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations  
 Null Hypothesis: no residual autocorrelations up to lag h  
 Date: 12/09/09 Time: 21:10  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 16

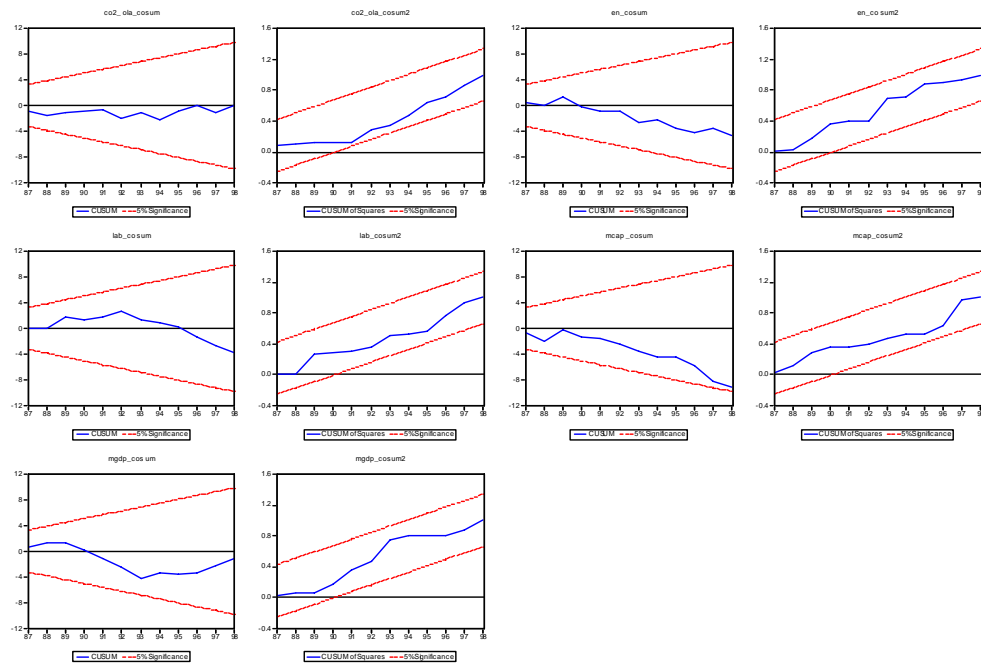
Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	43.84652	NA*	46.76962	NA*	NA*
2	77.82060	NA*	85.59715	NA*	NA*
3	103.2431	0.0000	116.8863	0.0000	25

\*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.  
 df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution

που δεν εμφανίζει καμία διαφορά από τις άλλες χώρες δηλαδή δεν έχουμε καθόλου επιθυμητά αποτελέσματα. Τα διαγράμματα στο correlogram graphs είναι τα εξής:



Ενώ τα COSUM και COSUM<sup>2</sup> tests είναι:



και όπως είναι εμφανές οι εκτιμήσεις των μεταβλητών κινούνται εντός των επιθυμητών ορίων.

Η επόμενη χώρα είναι οι Κάτω Χώρες όπου θα αρχίσουμε με την παρουσίαση του Normality test:

VAR Residual Normality Tests  
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)  
 Null Hypothesis: residuals are multivariate normal  
 Date: 12/09/09 Time: 21:13  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 16

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.098819	0.026041	1	0.8718
2	-0.034811	0.003232	1	0.9547
3	0.110956	0.032830	1	0.8562
4	-0.014579	0.000567	1	0.9810
5	-0.096086	0.024620	1	0.8753
Joint		0.087289	5	0.9999

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	0.282066	4.924775	1	0.0265
2	0.385092	4.558496	1	0.0328
3	0.365949	4.625483	1	0.0315
4	0.300864	4.856889	1	0.0275
5	0.259493	5.006919	1	0.0252
Joint		23.97256	5	0.0002

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	4.950816	2	0.0841
2	4.561728	2	0.1022
3	4.658313	2	0.0974
4	4.857456	2	0.0881
5	5.031539	2	0.0808
Joint	24.05985	10	0.0074

και εδώ παρατηρούμε ότι και πάλι ενώ είναι στατιστικά σημαντική η από κοινού πιθανότητα των μεταβλητών μας, η κάθε μία ατομικά όμως δεν είναι. Στον έλεγχο Portmanteau έχουμε:

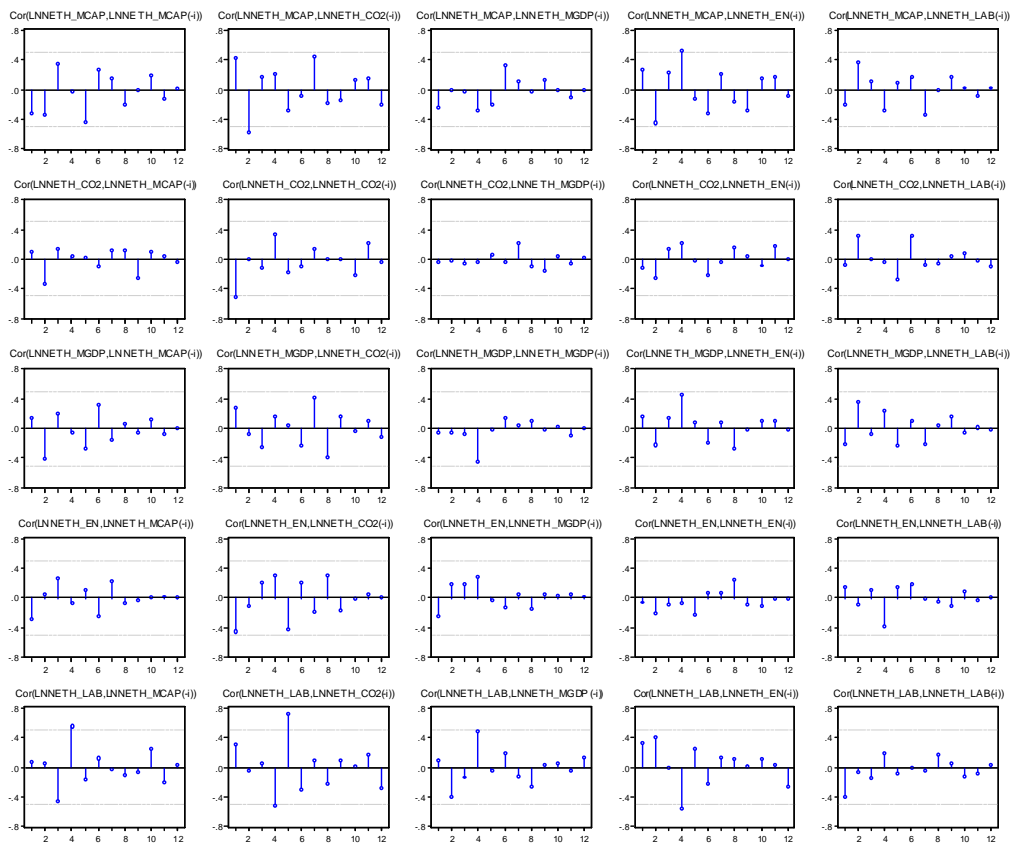
VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations  
 Null Hypothesis: no residual autocorrelations up to lag h  
 Date: 12/09/09 Time: 21:13  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 16

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	34.70274	NA*	37.01626	NA*	NA*
2	57.62072	NA*	63.20824	NA*	NA*
3	81.82823	0.0000	93.00209	0.0000	25

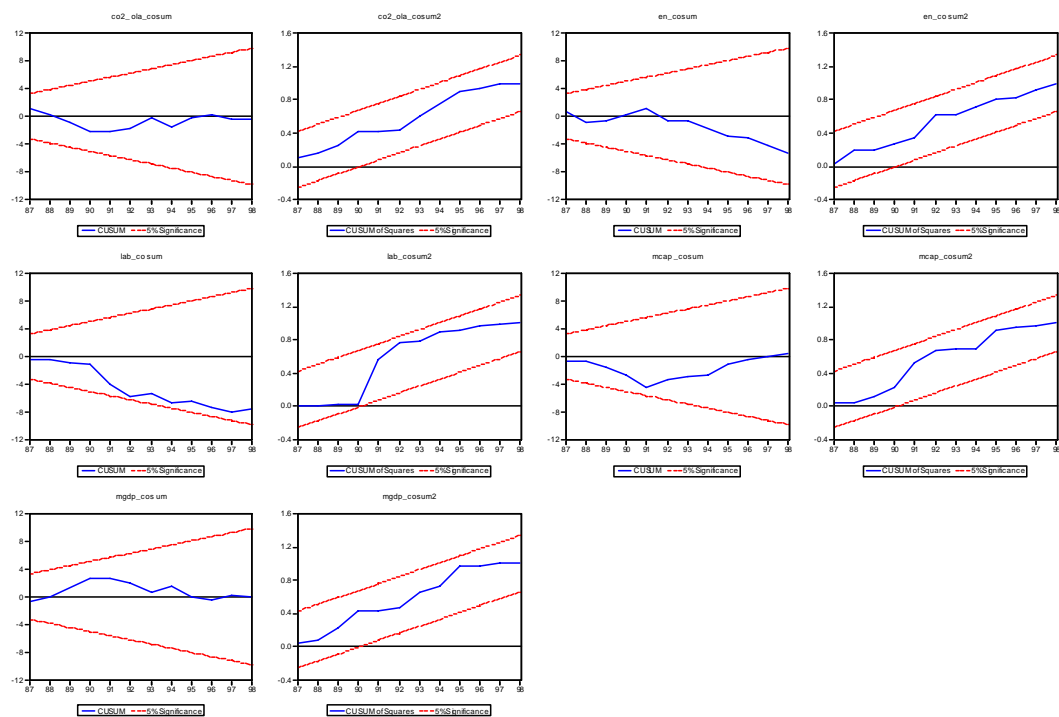
\*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.  
 df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution

κανένα επιθυμητό αποτέλεσμα. Όσον αφορά τα correlogram graphs εμφανίζονται με σχετικά καλά αποτελέσματα δηλαδή εντός των άνω και κάτω ορίων:

Autocorrelations with 2 Std.Err. Bounds



Καθώς επίσης το ίδιο συμβαίνει και με τα COSUM και COSUM<sup>2</sup> tests:



Η τελευταία χώρα μας είναι το Ηνωμένο Βασίλειο όπου να υπενθυμίσουμε ότι παραλείψαμε τη μεταβλητή της κατανάλωσης ενέργειας για στατιστικούς λόγους.

Ξεκινώντας με το Normality test:

VAR Residual Normality Tests  
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)  
 Null Hypothesis: residuals are multivariate normal  
 Date: 12/09/09 Time: 21:16  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 16

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	0.018278	0.000891	1	0.9762
2	-0.100335	0.026846	1	0.8699
3	0.053292	0.007573	1	0.9307
4	0.091809	0.022477	1	0.8808
5	0.014730	0.000579	1	0.9808
Joint		0.058366	5	1.0000

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	0.191536	5.258312	1	0.0218
2	0.186957	5.275473	1	0.0216
3	0.252134	5.033847	1	0.0249
4	0.255014	5.023297	1	0.0250
5	0.203326	5.214257	1	0.0224
Joint		25.80519	5	0.0001

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	5.259203	2	0.0721
2	5.302318	2	0.0706
3	5.041420	2	0.0804
4	5.045774	2	0.0802
5	5.214835	2	0.0737
Joint	25.86355	10	0.0039

που παρουσιάζει την από κοινού πιθανότητα στατιστικά σημαντική στον έλεγχο Jarque-Bera ενώ παράλληλα τις ατομικές μεταβλητές όχι. Συνεχίζουμε με τον έλεγχο Portmanteau :

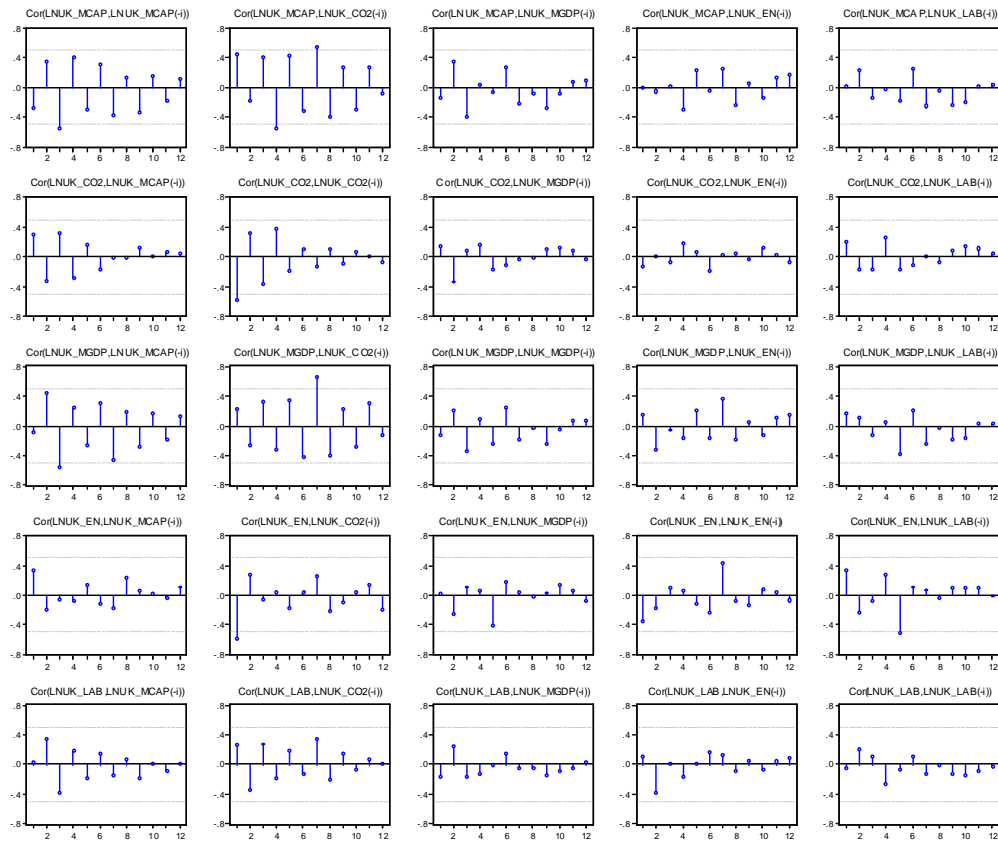
VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations  
 Null Hypothesis: no residual autocorrelations up to lag h  
 Date: 12/09/09 Time: 21:15  
 Sample: 1981 1998  
 Included observations: 16

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	37.44461	NA*	39.94092	NA*	NA*
2	62.08354	NA*	68.09970	NA*	NA*
3	86.07884	0.0000	97.63237	0.0000	25

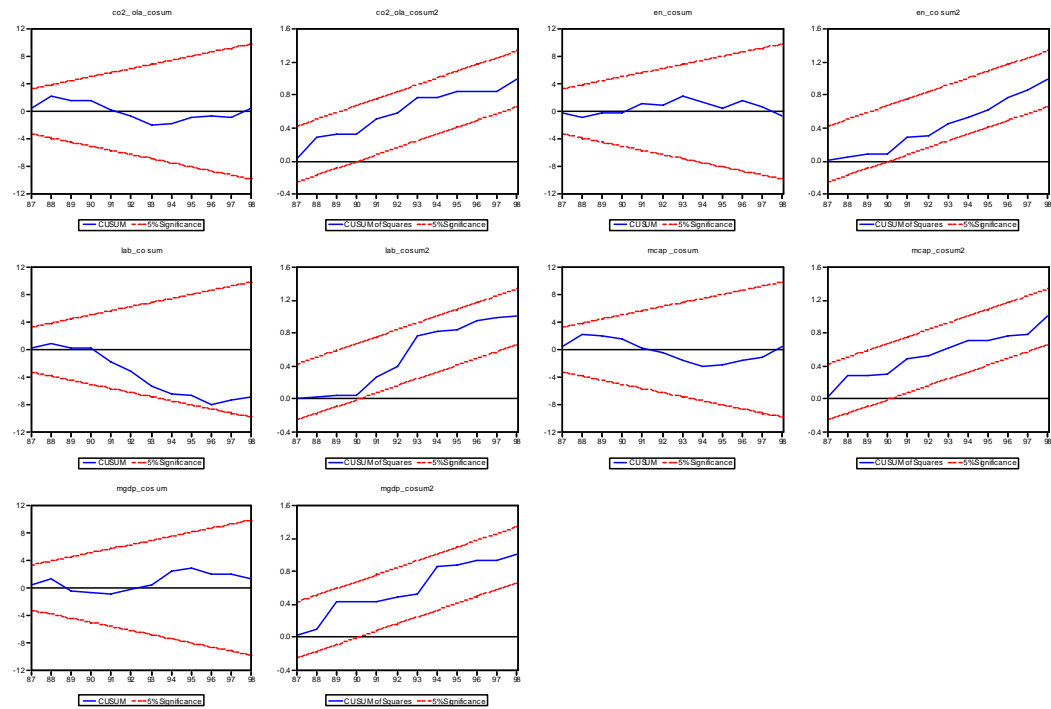
\*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.  
 df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution

όπου λόγω των μη επαρκών και αξιόπιστων δεδομένων μας δεν εμφανίζει κανένα επιθυμητό αποτέλεσμα. Ακολουθούν τα correlogram graphs:

Autocorrelations with 2 Std Err. Bounds



Καθώς επίσης και τα COSUM και  $COSUM^2$  tests:



Και οι δύο τελευταίοι έλεγχοι μας δείχνουν ότι παραμένουν εντός των ορίων, συνεπώς οι μεταβλητές μας δεν συσχετίζονται.

Τέλος, να σημειωθεί ότι οι γραφικές παραστάσεις των διαγνωστικών ελέγχων επάνω στα κατάλοιπα του τύπου (1) της μεθόδου Engle-Granger φαίνονται στο APPENDIX 2.

### 7.2.3 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΓΙΑ ΕΚC

Στόχος μας είναι να δούμε αν υπάρχει η ΕΚC για το δείγμα που εξετάζουμε και για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Έτσι, μετά τον ECM θα εκτιμήσουμε τον παρακάτω τύπο (3):

$$CO_{2t} = a + gdp_t + gdp^2_t + v_t$$

Βασιζόμενοι σε προηγούμενες έρευνες που μελέτησαν το ίδιο θέμα με εμάς χρησιμοποίησαν τη μορφή του τύπου (3) προκειμένου να διαπιστώσουν αν υπάρχει ή όχι η ΕΚC. Όπως παρατηρούμε χρησιμοποιούμε ως εξαρτημένη μεταβλητή την  $CO_2$  και ως ανεξάρτητες τις  $gdp$  και  $gdp^2$ . Αυτό συμβαίνει γιατί θέλουμε να διαπιστώσουμε τη σχέση που σχηματίζουν οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα ή πιο γενικά η μόλυνση του περιβάλλοντος με το εισόδημα. Το  $gdp^2$  χρησιμοποιείται προκειμένου να δούμε αν υπάρχει αυτό το μέγιστο σημείο που θεωρητικά σύμφωνα με τον Kuznets δημιουργείται στην καμπύλη που έχει προτείνει. Δηλαδή, αν όσο αυξάνει το εισόδημα αυξάνουν και οι εκπομπές μέχρι ένα κριτικό σημείο (το μέγιστο) και έπειτα όσο συνεχίζει να αυξάνει το εισόδημα μειώνονται οι εκπομπές. Επιπλέον, επιχειρήσαμε να δοκιμάσουμε και με τη μεταβλητή  $gdp^3$  αλλά δεν ήταν εφικτή η εκτίμηση αυτού του μοντέλου καθώς υπήρχαν στατιστικά προβλήματα.

Καθώς προσπαθήσαμε να ελέγξουμε τον παραπάνω τύπο με λογαρίθμους, αλλά λόγω έλλειψης δεδομένων δεν μας επέτρεπε το πρόγραμμα να το πραγματοποιήσουμε. Εκτιμήσαμε τον τύπο (3) και με τάση και χωρίς, αλλά επειδή είναι στατιστικά μη-σημαντική αποφασίσαμε να μην την χρησιμοποιήσουμε. Η εκτίμηση του τύπου (3) δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα για κάθε μία από τις χώρες που μελετάμε (πίνακες 15,16,17 και 18).



Dependent Variable: BEL\_CO2  
Method: Least Squares  
Date: 12/18/09 Time: 17:45  
Sample: 1981 1998  
Included observations: 18

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.727652	0.643475	4.238939	0.0007
BEL_MGDP	-1.69E-05	5.23E-06	-3.220710	0.0057
BEL_MGDP2	3.01E-11	1.05E-11	2.857524	0.0120
R-squared	0.824158	Mean dependent var		0.422060
Adjusted R-squared	0.800712	S.D. dependent var		0.064398
S.E. of regression	0.028748	Akaike info criterion		-4.109466
Sum squared resid	0.012397	Schwarz criterion		-3.961070
Log likelihood	39.98519	Hannan-Quinn criter.		-4.089004
F-statistic	35.15181	Durbin-Watson stat		0.853473
Prob(F-statistic)	0.000002			

(πίνακας 15)

Στον πίνακα 15 βλέπουμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν για την χώρα του Βελγίου. Παρατηρούμε ότι και η  $gdp$  και η  $gdp^2$  μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντικές (0.0057 και 0.0120, αντιστοίχως) αλλά καμία δεν παρουσιάζει το σωστό σημείο, δηλαδή (-1.69E-05) που αποτελεί αρνητικό σημείο ενώ εμείς θα επιθυμούσαμε θετικό και (3.01E-11) που αποτελεί θετικό σημείο ενώ εμείς επιζητούσαμε αρνητικό μιας και θέλουμε μέγιστο σημείο.

Dependent Variable: FRA\_CO2  
Method: Least Squares  
Date: 12/18/09 Time: 17:46  
Sample: 1981 1998  
Included observations: 18

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.193680	0.326636	6.715985	0.0000
FRA_MGDP	-2.50E-06	4.71E-07	-5.302697	0.0001
FRA_MGDP2	7.94E-13	1.68E-13	4.714304	0.0003
R-squared	0.935613	Mean dependent var		0.265973
Adjusted R-squared	0.927028	S.D. dependent var		0.046984
S.E. of regression	0.012692	Akaike info criterion		-5.744700
Sum squared resid	0.002416	Schwarz criterion		-5.596305
Log likelihood	54.70230	Hannan-Quinn criter.		-5.724239
F-statistic	108.9827	Durbin-Watson stat		0.946407
Prob(F-statistic)	0.000000			

(πίνακας 16)

Για τη Γαλλία (πίνακας 16) φαίνεται πως ενώ έχουμε στατιστικά πάλι σημαντικές και τις δύο μεταβλητές (0.0001 και 0.0003), ωστόσο προέκυψαν λάθος

σημεία (-2.50E-06 και 7.94E-13). Με λίγα λόγια παρόμοια αποτελέσματα με το Βέλγιο.

Dependent Variable: NETH\_CO2  
Method: Least Squares  
Date: 12/18/09 Time: 17:47  
Sample: 1981 1998  
Included observations: 18

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.464695	0.351159	1.323317	0.2055
NETH_MGDP	-6.96E-08	1.92E-06	-0.036350	0.9715
NETH_MGDP2	-3.42E-13	2.57E-12	-0.132819	0.8961
R-squared	0.340916	Mean dependent var		0.392590
Adjusted R-squared	0.253038	S.D. dependent var		0.028752
S.E. of regression	0.024849	Akaike info criterion		-4.400965
Sum squared resid	0.009262	Schwarz criterion		-4.252570
Log likelihood	42.60868	Hannan-Quinn criter.		-4.380503
F-statistic	3.879433	Durbin-Watson stat		1.941330
Prob(F-statistic)	0.043859			

(πίνακας 17)

Όσον αφορά την Ολλανδία (πίνακας 17) μπορούμε να πούμε ότι καμία μεταβλητή δεν είναι στατιστικά σημαντική καθώς  $(0.9715 > 0.05)$  και  $(0.8961 > 0.05)$ , αλλά επίσης ούτε και το σημείο του  $gdp$  είναι το σωστό καθώς είναι αρνητικό παρά μόνο το σημείο του  $gdp^2$  είναι σωστό μιας και είναι αρνητικό.

Dependent Variable: UK\_CO2  
Method: Least Squares  
Date: 12/18/09 Time: 17:43  
Sample: 1981 1998  
Included observations: 18

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.259814	0.198001	6.362674	0.0000
UK_MGDP	-8.41E-07	4.01E-07	-2.095652	0.0535
UK_MGDP2	1.41E-13	2.01E-13	0.702640	0.4930
R-squared	0.968460	Mean dependent var		0.561473
Adjusted R-squared	0.964255	S.D. dependent var		0.075722
S.E. of regression	0.014316	Akaike info criterion		-5.503835
Sum squared resid	0.003074	Schwarz criterion		-5.355439
Log likelihood	52.53451	Hannan-Quinn criter.		-5.483373
F-statistic	230.2938	Durbin-Watson stat		1.547023
Prob(F-statistic)	0.000000			

(πίνακας 18)

Τέλος, τα αποτελέσματα για το Η. Βασίλειο αποτυπώνονται στον πίνακα 18. Όπως μπορούμε να αντιληφθούμε η  $gdp$  είναι σχεδόν στατιστικά σημαντική  $(0.0535 \approx 0.05)$  ενώ η  $gdp^2$  όχι  $(0.4930 > 0.05)$ . Παράλληλα, και οι δύο προηγούμενες

μεταβλητές όμως έχουν και το λάθος σημείο, δηλαδή (-8.41E-07) και (1.41E-13), ενώ εμείς ζητάμε τα αντίθετα, από αυτά που εμφανίζονται, πρόσημα.

Με λίγα λόγια, καταλήγουμε ότι δεν είναι εφικτή η ύπαρξη της ΕΚC για το συγκεκριμένο δείγμα της έρευνάς μας. Συνεπώς, δεν υπήρχε νόημα στο να προχωρήσουμε στους διαγνωστικούς ελέγχους όπως και στα προηγούμενα δύο υποδείγματα που μελετήσαμε.

## 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταλήγοντας, αυτό που μπορούμε να συμπεράνουμε είναι πως και στους τρεις τύπους εκτιμήσεων που χρησιμοποιήσαμε, η μόνη μεταβλητή που βγήκε στατιστικά σημαντική είναι η κατανάλωση ενέργειας. Αυτό ίσως εξηγείται από το γεγονός ότι η κατανάλωση ενέργειας έχει απόλυτη σχέση με τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, που έχει και μία λογική καθώς αυτά τα δύο αλληλοεπηρεάζονται.

Ένα ακόμα συμπέρασμα που βγαίνει από το πέρας της έρευνάς μας είναι πως δεν μπορεί να υποστηριχτεί η ύπαρξη της Περιβαλλοντικής Καμπύλης Kuznets. Οι λόγοι ήταν πως αρχικά η μεταβλητή του εισοδήματος δεν ήταν πουθενά στατιστικά σημαντική. Αυτό σημαίνει ότι δεν επηρεάζει καθόλου το CO<sub>2</sub> και συνεπώς δεν υπάρχει λόγος να προχωρήσουμε σε περαιτέρω έρευνα για το κρίσιμο σημείο στην καμπύλη Kuznets (δηλαδή το μέγιστο). Ακόμα και αν υπήρχε περίπτωση λάθους στην εκτίμησή μας, προχωρήσαμε στον έλεγχο του  $gdp^2$ . Έπειτα, η  $gdp^2$  δεν βρέθηκε πουθενά να είναι αρνητική έτσι ώστε να προκύπτει το μέγιστο στην ΕΚC με το σχηματισμό του ανεστραμμένου U.

Επιπρόσθετα, στο άρθρο των Wagner and Fuller-Furstenberger (2004) καταλήγουν ότι οι μη-γραμμικοί μετασχηματισμοί των μεταβλητών δεν είναι cointegrated. Υποστηρίζεται, δηλαδή, ότι τα δεδομένα μας δεν πρέπει να αλληλοεξαρτώνται, αλλά στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν μπορούμε να είναι σίγουροι γιατί η μόλυνση του αέρα και κατά επέκταση του περιβάλλοντος μπορεί να επηρεάζει και άλλες χώρες πέραν αυτής που μολύνει. Σε αυτήν την περίπτωση θα χρειαζόταν καλύτερο μοντέλο προς μελέτη. Αυτό που λαμβανόταν υπόψη στις μέχρι

σήμερα έρευνες ήταν ότι υπέθεταν πως ήταν ανεξάρτητες μεταξύ τους και για αυτό μπορούσαν να προβούν σε ενέργειες για τον έλεγχο της ΕΚC.

## 9. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην συγκεκριμένη εργασία αρχίσαμε αναλύοντας το σκοπό για τον οποίο πραγματοποιήθηκε, δηλαδή να προσπαθήσουμε να συνδέσουμε την οικονομική μεγέθυνση τεσσάρων διαφορετικών ευρωπαϊκών χωρών με τη μόλυνση του περιβάλλοντος, που αντιπροσωπεύεται από τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα και στη συνέχεια να δούμε αν υπάρχει μία Περιβαλλοντική Καμπύλη Kuznets που να μπορεί να δώσει και διαγραμματικά αυτή τη σχέση.

Αρχικά, δώσαμε ένα αρκετά εκτενές πλαίσιο της βιβλιογραφίας στην οποία στηριχθήκαμε για να αποδώσουμε όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά την όλη προσπάθειά μας. Σε θεωρητικό επίπεδο οι περισσότερες έρευνες βασίστηκαν στη σχέση μεταξύ οικονομικής μεγέθυνσης και εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Άλλες πάλι που στόχευαν στο κομμάτι που έχει να κάνει με την ΕΚC, συνέδεσαν μόνο την ΕΚC με την οικονομική μεγέθυνση στις χώρες τις οποίες μελετούσαν. Εμείς πήγαμε ένα βήμα πιο κάτω προσπαθώντας να συνδυάσουμε και την οικονομική μεγέθυνση με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και με την ΕΚC. Κάνοντας μία θεωρητική ανάλυση επάνω στο σχήμα που μπορεί να πάρει η ΕΚC ανάλογα με τα στοιχεία που κάνουν χρήση ο μελετητές, δείξαμε ότι ένας ακόμα παράγοντας είναι και η μεθοδολογία που ακολουθείται. Με λίγα λόγια, εξαρτάται σημαντικά το σχήμα της καμπύλης και αν τα δεδομένα επιτρέπουν να οδηγηθούμε σε τρίτη δύναμη του gdp (και όχι να σταματήσουμε στη δεύτερη δύναμη όπως εμείς μιας και δεν μας το επέτρεψε το στατιστικό πακέτο που χρησιμοποιήσαμε λόγω της έλλειψης επαρκών δεδομένων μας).

Ένα ακόμα πολύ σημαντικό σημείο που πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή ήταν οι κριτικές που έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς από διάφορους οικονομολόγους για το θεωρητικό και εμπειρικό υπόβαθρο της ΕΚC. Γνωρίζουμε ότι πολλές φορές ορίζονται εξαρχής διάφορες υποθέσεις στην έναρξη μίας έρευνας προκειμένου να εξυπηρετήσουν ένα σκοπό είτε στο εμπειρικό μέρος είτε για να γίνει

η μελέτη ενός φαινομένου (τουλάχιστον στα οικονομικά) πιο ρεαλιστική. Έτσι και εδώ έγιναν διάφορες κριτικές κατά καιρούς επάνω στην ΕΚC για τις υποθέσεις που ελήφθησαν υπόψη χωρίς να διεξαχθεί εκτενής απόδειξη πριν. Κατέληξαν βέβαια αυτοί οι κριτικοί ότι υπάρχουν σοβαρά προβλήματα και παραλείψεις τόσο στη θεωρία όσο και στο εμπειρικό μέρος. Βασικός επικριτής ήταν ο Stern, ο οποίος μάλιστα έχει ασχοληθεί αρκετά με την ΕΚC γράφοντας αρκετά άρθρα είτε ως κριτική για την ΕΚC είτε σε μελέτη που προσπαθεί να βρει εάν υπάρχει ή όχι η ΕΚC.

Στη συνέχεια της εργασίας μας ασχοληθήκαμε με το εμπειρικό κομμάτι του θέματός μας. Εκεί προσπαθήσαμε να θέσουμε τα χρονικά πλαίσια μέσα στα οποία κινηθήκαμε, τα στοιχεία που συλλέξαμε βάση των μεταβλητών που θέλαμε να εκτιμήσουμε, τις χώρες που επιλέξαμε, καθώς επίσης και τη μεθοδολογία που ακολουθήσαμε.

Πρώτα αναλύσαμε λίγο θεωρητικά ποιες είναι οι πιο κοινές μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται σε ανάλογο τύπου θέματα. Δώσαμε εν συντομία τη διαδικασία που ακολουθούν οι περισσότεροι καθώς επίσης και μία πιο καινούρια μέθοδο που βοηθάει στη διεξαγωγή αποτελεσμάτων σε περίπτωση που υπάρχουν κάποια στατιστικά προβλήματα. Έπειτα, δώσαμε το στίγμα των δεδομένων έτσι ώστε να είναι σαφή ποια στοιχεία και γιατί τα χρησιμοποιούμε.

Προχωρώντας στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων μας ξεκινήσαμε με τον έλεγχο των μοναδιαίων ριζών για να δούμε αν είναι στάσιμες ή όχι οι μεταβλητές μας και κατά συνέπεια αν είναι cointegrated. Έπειτα εκτιμήσαμε το VAR system των μεταβλητών cap-co<sub>2</sub>-gdp-en-lab. Όπου παρουσιάσαμε τα αποτελέσματά του σε πίνακες. Συνεχίσαμε με τους διαγνωστικούς ελέγχους για να δούμε και με πιο μεγάλη ασφάλεια τα αποτελέσματά μας. Το επόμενο μας βήμα ήταν να ακολουθήσουμε τον error correction μηχανισμό και τα αποτελέσματά του φαίνονται στους πίνακες 11,12,13 και 14. Βεβαίως και εδώ πραγματοποιήσαμε διαγνωστικούς και πάλι ελέγχους (όσοι μας επέτρεπε το στατιστικό πακέτο και ανάλογα με τα στοιχεία που διαθέταμε).

Τέλος, ελέγξαμε αν υπάρχει ή όχι η ΕΚC. Σε αυτό το σημείο ακολουθώντας το κλασικό υπόδειγμα που χρησιμοποιήθηκε και σε προηγούμενες μελέτες, δηλαδή, μεταξύ των μεταβλητών CO<sub>2</sub> ως εξαρτημένη και των gdp και gdp<sup>2</sup> ως ανεξάρτητες, διαπιστώσαμε ότι δεν υπάρχει η ΕΚC τουλάχιστον με τη μορφή ανεστραμμένου U. Επιχειρήσαμε και με gdp<sup>3</sup> αλλά δεν ήταν εφικτή η εκτίμηση αυτού

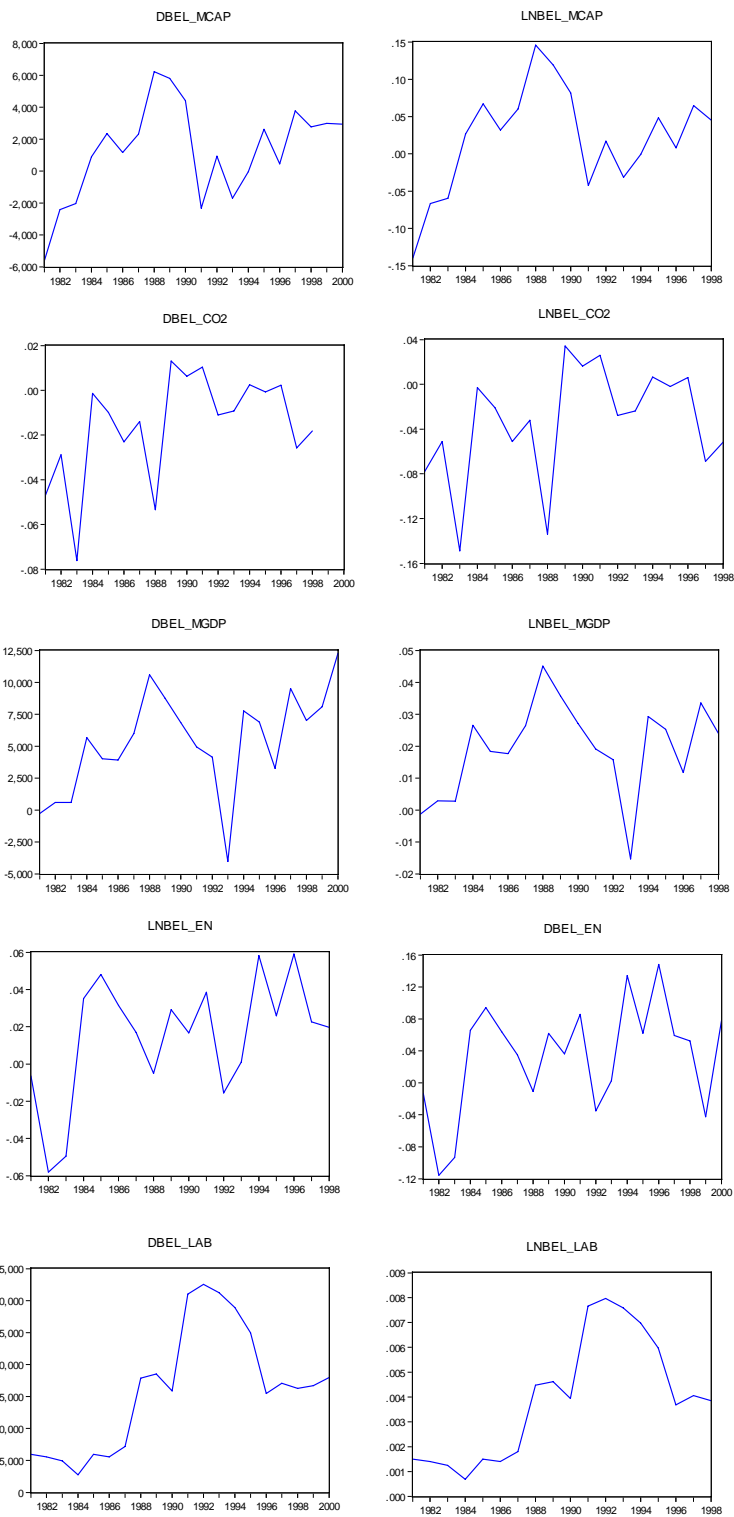
του υποδείγματος λόγω στατιστικών προβλημάτων. Εδώ δεν προχωρήσαμε σε διαγνωστικούς ελέγχους καθώς δεν είχε νόημα μιας και δεν υπάρχει η ΕΚC.

Στην ουσία καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι με αυτά τα αποτελέσματα δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να στηριχτεί η ύπαρξη της ΕΚC και ότι η μόνη μεταβλητή που φαίνεται να επιδρά σημαντικά επάνω στη CO<sub>2</sub> είναι η κατανάλωση της ενέργειας. Το τελευταίο συμβαίνει προφανώς γιατί σχετίζονται σημαντικά μεταξύ τους, μιας και η μία μορφή ενέργειας επιδρά επάνω στην άλλη και σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να είναι τελείως ανεξάρτητες μεταξύ τους. Φυσικά, σε κάθε χώρα αυτό συμβαίνει για διαφορετικούς λόγους, όπως για παράδειγμα ότι στη Γαλλία υπάρχει μεγάλη παραγωγή πυρηνικής ενέργειας ενώ στο Η. Βασίλειο υπολογίζουν την ενέργεια με διαφορετικό τρόπο καθώς δεν έχουν την ίδια παραγωγή.

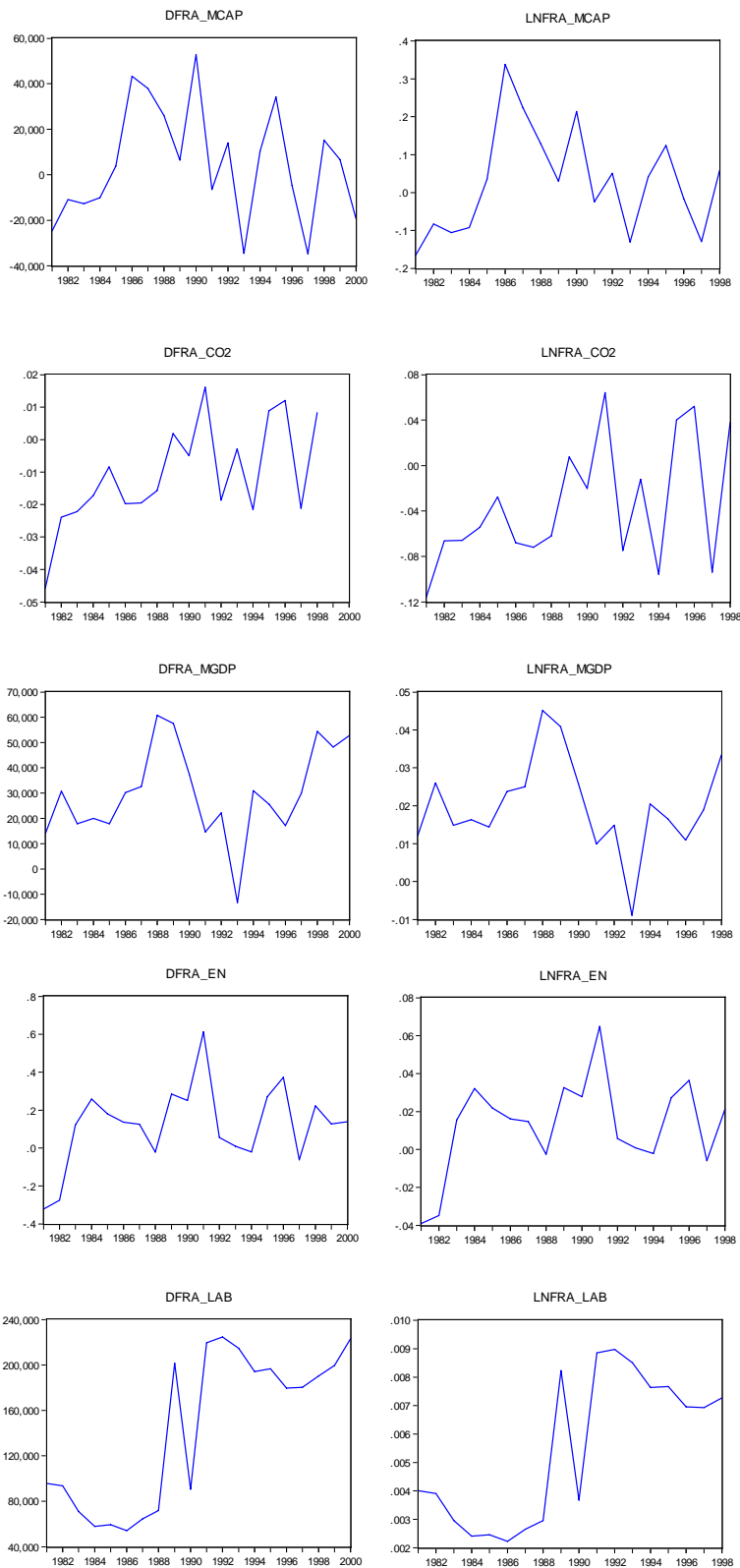
Είναι γενικά αποδεκτό ότι η ενέργεια αποτελεί έναν από τους πιο κρίσιμους παράγοντες για την οικονομική μεγέθυνση κάθε χώρας και για αυτό το λόγο διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην οικονομική της δραστηριότητα. Από την άλλη πλευρά, ένα υψηλότερο επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης θα μπορούσε να οδηγήσει σε περαιτέρω κατανάλωση της ενέργειας. Αντιμετωπίζοντας το στόχο που έχει τεθεί από το πρωτόκολλο του Kyoto για μείωση της παγκόσμιας υπερθέρμανσης, οι ενεργειακές πολιτικές για πολλές χώρες έχουν αναθεωρηθεί με αιώτερο σκοπό το στόχο του πρωτοκόλλου. Οι ενεργειακές πολιτικές και η κατανάλωση ενέργειας που έχουν να κάνουν με την οικονομική μεγέθυνση χρειάζονται πιο λεπτομερείς μελέτες στο μέλλον (Xerapadeas, 2008). Τέλος, ένα από τα πιο σημαντικά συμπεράσματα που μπορούν να βγουν από την ανάλυση για την ΕΚC, είναι ότι οι ενέργειες για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου δεν μπορούν να περιμένουν μέχρι το εισόδημα να αυξηθεί ή η ενημέρωση των ανθρώπων για το περιβάλλον να αναπτυχθεί. Όπως μπορούμε να δούμε και σε άλλες έρευνες, η μόλυνση δεν θα πάψει να υπάρχει αυτόματα με την οικονομική ανάπτυξη. Αυτό το γεγονός μας οδηγεί στο να συμπεράνουμε ότι υπάρχει σημαντική ανάγκη για κάθε χώρα να αναπτύξει συγκεκριμένες πολιτικές σε εθνικό και σε τοπικό επίπεδο για να αντιμετωπίσει τη μόλυνση δίχως να περιμένει αν θα αυξηθεί ή όχι το επίπεδο του εισοδήματός της.

# APPENDIX 1

## BELGIUM:

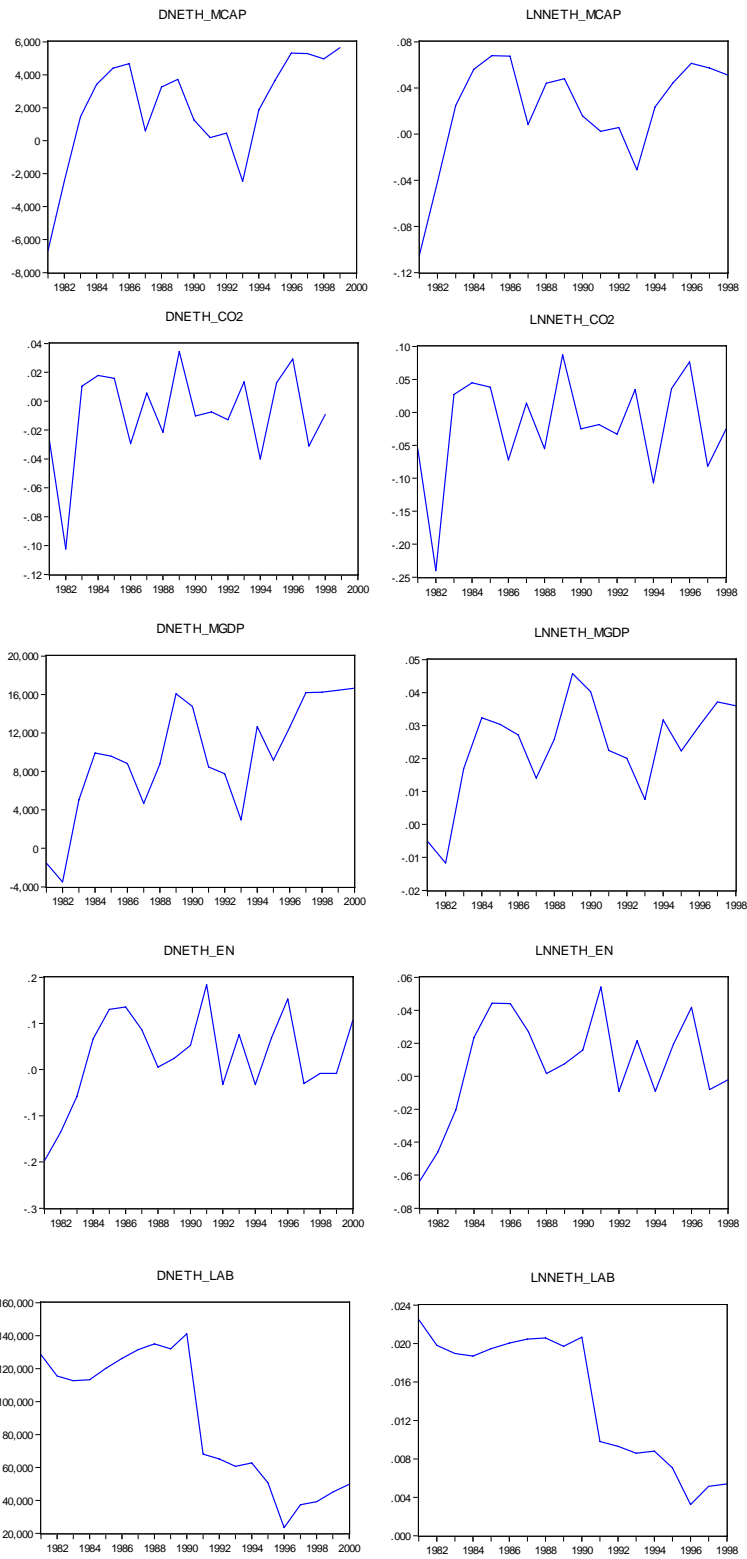


# FRANCE:

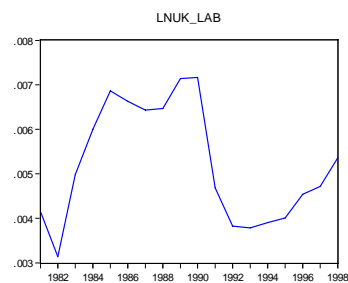
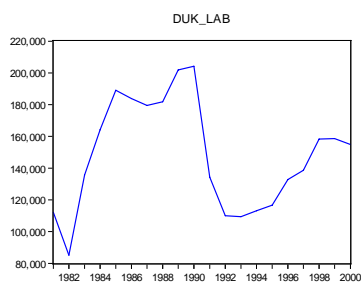
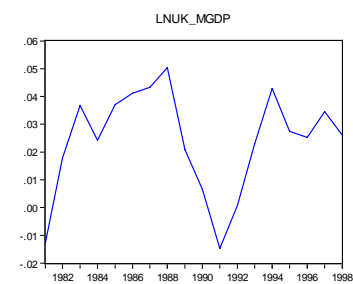
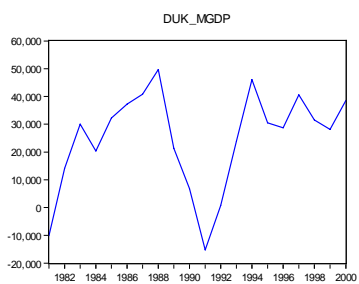
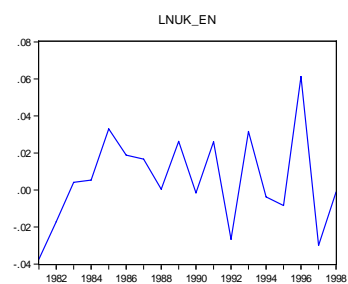
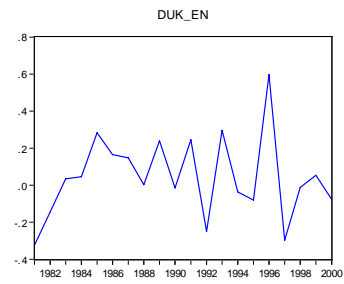
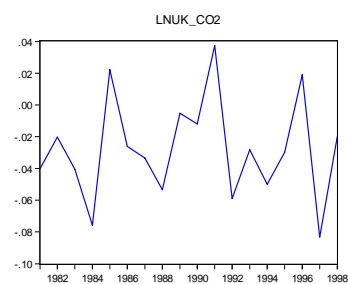
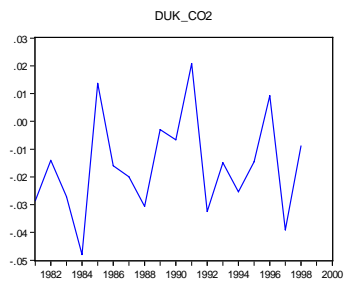
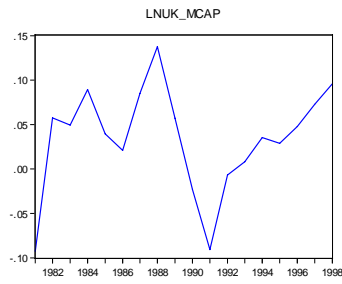
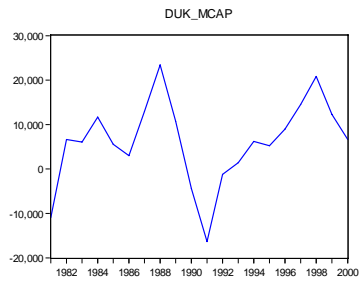




# NETHERLANDS:

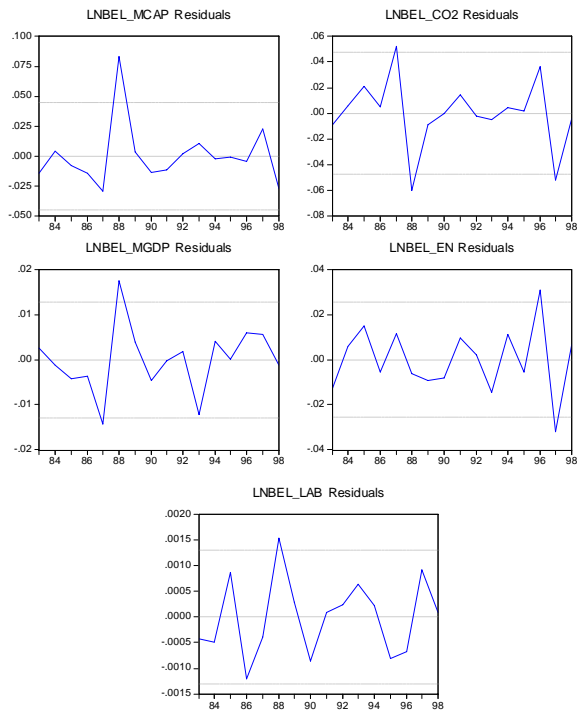


# UNITED KINGDOM:

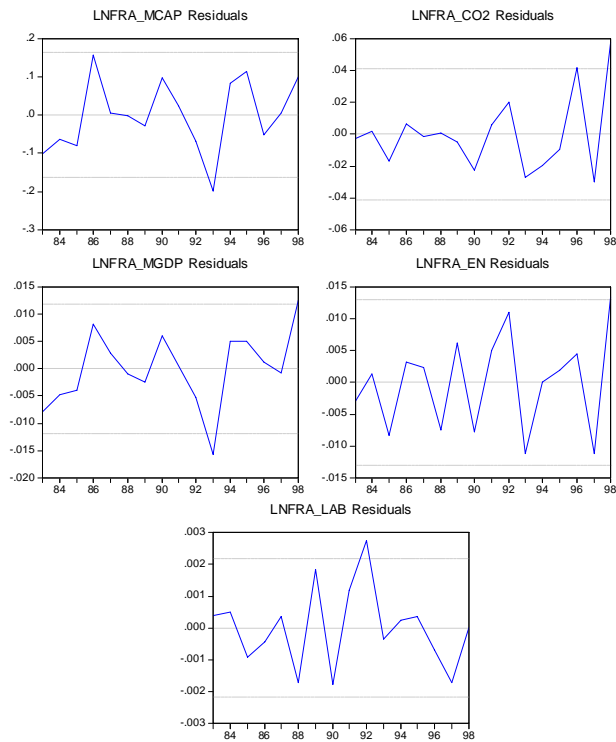


## APPENDIX 2

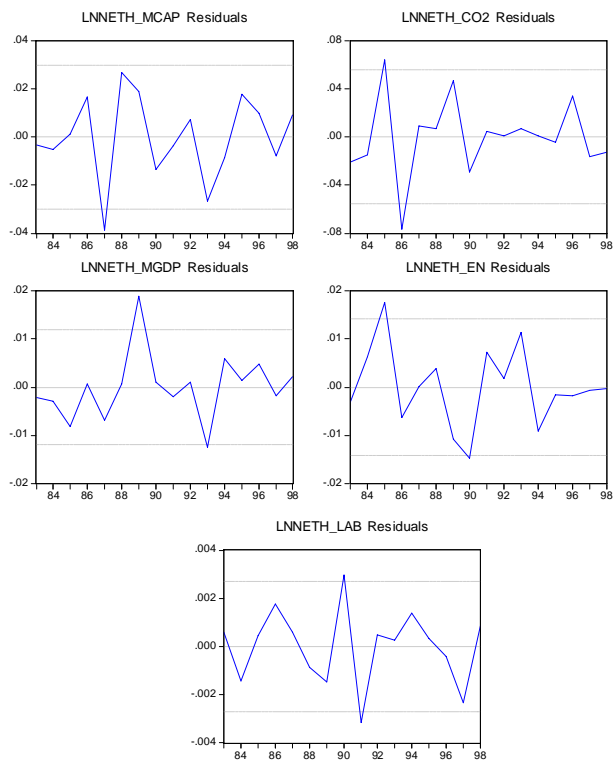
### BEAΓIO:



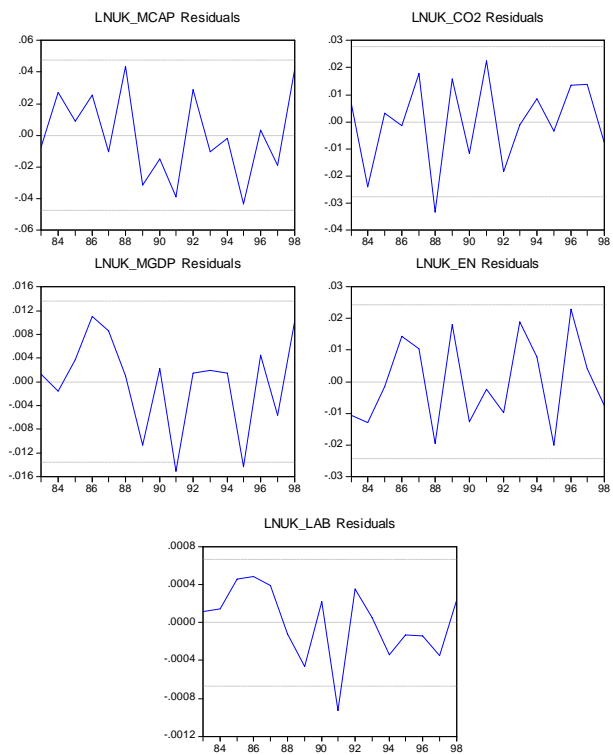
### ΓΑΑΑΙΑ:



## ΟΛΛΑΝΔΙΑ:



## ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ:



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. “A General Framework for Estimating Global CO<sub>2</sub> Emissions”
2. Akbostanci, E., Türüt-Aşık, S., Tunç, G.İ., 2006, “The relationship between income and environment in Turkey: is there an environmental Kuznets curve?”, *International Conference in Economics–Turkish Economic Association Sept. 11–13*, Ankara, Turkey.
3. Apergis, N., Payne, J.E., 2009, “Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model”, *Energy Economics* 31, pp. 211-216.
4. Baker, D., 2003, “The Environmental Kuznets Curve”, *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 17, pp. 226-227.
5. Berndt, E.R., “The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary”.
6. Canas, A., Ferrao, P., Conceicao, P., 2003, “A new environmental Kuznets curve? Relationship between direct material input and income per capita: evidence from industrialized countries”, *Ecological Economics* 46, 217–229.
7. Chiou-Wei, S.Z., Chen, C., Zhu, Z., 2008, “Economic growth and energy consumption revisited – Evidence from linear and nonlinear Granger causality”, *Energy Economics* 30, 3063-3076.
8. Christensen, L.R., Jorgenson, D.W., Lau, L., “ Transcendental Logarithmic Production Frontiers”, *The Review of Economics and Statistics*, vol. 55, No. 1, pp. 28-45.
9. Christensen, L.R., Jorgenson, D.W., Lawrence, J.L., 1973, “Transcendental Logarithmic Production Frontiers”, *The Review of Economics and Statistics*, vol.55, No. 1, pp. 28-45.
10. Coondoo, D., Dinda, S., 2002, “Causality between income and emission: a country group-specific econometric analysis”, *Ecological Economics* 40, 351–367.
11. Deaton, A., Muellbauer, J., 1980, “An Almost Ideal Demand System”, *The American Economic Review*, vol. 70, No.3, pp. 312-326.
12. Dinda, S., Coondoo, D., 2006, “Income and emission: a panel-data based cointegration analysis”, *Ecological Economics* 57, 167–181.
13. Grossman, G.M., Krueger, A.B., 1995, “Economic Growth and the Environment”, *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 110, No. 2, pp. 353-377.
14. Guilkey, D., Lovell, C.A.K., 1980, “On the Flexibility of the Translog Approximation”, *International Economic Review*, vol. 21, No. 1, pp. 137-147.
15. Hudson, E.A., Jorgenson, D.W., 1978, “Energy Policy and U.S. Economic Growth”, *The American Economic Review*, vol. 68, No. 2, pp. 118-123.
16. Jorgenson, D.W., 1984, “The Role of Energy in Productivity Growth”, *The American Economic Review*, vol. 74, No. 2, pp. 26-30.
17. Jorgenson, D.W., Lau, L., 1974, “ The Duality of Technology and Economic Behaviour”, *The Review of Economic Studies*, vol. 41, No. 2, pp. 181-200.
18. Jorgenson, D.W., Wilcoxon, P.J., 1990, “Environmental Regulation and U.S. Economic Growth”, *The Rand Journal of Economics*, vol. 21, No.2, pp. 314-340.
19. Κάτος, Α., 2004, «Οικονομετρία Θεωρία και Εφαρμογές», Εκδόσεις Ζυγός.

20. Lu, X., Pan, J., Chen, Y., 2006, "Sustaining Economic Growth in China under Energy and Climate Security Constraints", *China & World Economy* 85-97, vol. 14, No. 6.
21. Lewbel, A., 1989, "Nesting the Aids and Translog Demand Systems", *International Economic Review*, vol. 30, No. 2, pp. 349-356.
22. Millimet, D.L., List, J.A., Stengos, T., 2003, "The Environmental Kuznets Curve: Real Progress or Misspecified Models?", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 85, No. 4, pp. 1038-1047.
23. Pesaran, M.H., Shin, Y., 1998, "Generalized impulse response analysis in linear multivariate models", *Economics Letters* 58, 17-29.
24. Ricci, F., 2007, "Channels of transmission of environmental policy to economic growth: a survey of the theory", *Ecological Economics* 60, 688-69
25. Rothman, D.S., de Bruyn, S.M., 1998, "Probing into the environmental Kuznets curve hypothesis", *Ecological Economics* 25, 143-145.
26. Smulders, S., Nooij, M., 2003, "The impact of energy conservation on technology and economic growth", *Resource and Energy Economics* 25, pp. 59-79.
27. Soyotas, U., Ramazan, S., 2007, "Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: Challenges faced by an EU candidate member", *Ecological Economics* 68, pp. 1667-1675.
28. Soytas, U., Sari, R., 2003, "Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets", *Energy Economics* 25, 33-37.
29. Soytas, U., Sari, R., 2006c, "Energy consumption, economic growth, and carbon emissions in Turkey", *International Conference in Economics-Turkish Economic Association Sept. 11-13*, Ankara, Turkey.
30. Soytas, U., Sari, R., Ewing, B.T., 2007, "Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States", *Ecological Economics* 62, 482-489.
31. Stern, D.I., 1993, "Energy use and economic growth in the USA: a multivariate approach", *Energy Economics* 15, 137-150.
32. Stern, D., 1998, "Progress on the environmental Kuznets curve?", *Environment and Development Economics* 3, pp. 173-196.
33. Stern, D.I., 2004, "The rise and fall of the environmental Kuznets curve", *World Development* 32, 1419-1439.
34. Xepapadeas, A., 2005, "Economic growth and the environment", In: Mäler, K.-G., Vincent, J.R. (Eds.), *Handbook of Environmental Economics*, vol. 3, pp. 1219-1271.
35. Wagner, M., Müller-Fürstenberger, G., 2004, "The Carbon Kuznets Curve: A Cloudy Picture-Emitted by Bad Econometrics?", *University of Bern*.
36. Χρήστου, Γ., 2002, «Εισαγωγή στην Οικονομετρία» Α' και Β' τόμος, Εκδόσεις Gutenberg.
37. Zapata, H.O., Paudel, K., Moss, C.B., 2008, "Functional Form of the Environmental Kuznets Curve".
38. Zhang, X., Cheng, X.M., 2009, "Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China", *Ecological Economics* 68, pp. 2706-2712.

#### **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ:**

1. <http://www.eia.doe.gov/international/>
2. EU KLEMS
3. World Bank Development 2002 (cd-rom)

