ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ

ΖΗΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΤΟΜΕΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Διπλωματική Εργασία

Ιωάννης Ηλιάδης Α.ΕΜ: mae19002

Επιβλέπων καθηγητής: Ελευθέριος Φιλιππιάδης

Θεσσαλονίκη Οκτώβριος 2019

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της ζήτησης για ενέργεια στον βιομηχανικό τομέα της Ελλάδας και των παραγόντων που την επηρεάζουν. Στα πλαίσια της ερευνητικής δραστηριότητας έγινε χρήση διαφόρων οικονομετρικών τεχνικών και ελέγχων για την διερεύνηση των δυναμικών και των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών. Η διαδικασία αυτή αποσκοπεί στον προσδιορισμό μιας σχέσης μεταξύ των μεταβλητών τόσο σε μακροχρόνια όσο και σε βραχυχρόνια βάση με στόχο την κατανόηση της συμπεριφοράς της ζήτησης για ενέργεια στον βιομηχανικό τομέα και του τρόπου με τον οποίο αυτή μεταβάλλεται. Το δείγμα αποτελείται από ετήσιες χρονοσειρές και αντιστοιχεί στα έτη 1990-2017. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν είναι η κατανάλωση πετρελαίου και η κατανάλωση ηλεκτρισμού στον βιομηχανικό τομέα, οι τιμές του ηλεκτρισμού και του πετρελαίου και ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής.

Abstract

The purpose of this project is the study of the energy demand in Greece's industrial sector and the factors that influence it. For the sake of this research, several econometric techniques and tests were applied in order to examine the relation dynamics between the variables. This process aims to identify a relation between the variables in both long and short term in order to gain understanding of industrial energy demand's behavior and the factors that influence it. The sample is composed of annual time series and spans from 1990 to 2017. The variables used in this thesis are, the oil and electricity consumption in the industrial sector, the prices of oil and electricity and the industrial production index.

Εισαγωγή

Η εργασία αυτή μελετά την ζήτηση για ενέργεια στον βιομηχανικό τομέα της Ελλάδας, με τον όρο «ενέργεια» να περιλαμβάνει το πετρέλαιο και το ηλεκτρικό ρεύμα. Η συγκεκριμένη έρευνα αποτελεί πνευματικό διάδοχο του άρθρου "Modeling industrial energy demand in Greece using cointegration techniques" (Michael. L. Polemis 2007) το οποίο αφορούσε την περίοδο 1970-2004.

Στο προαναφερθέν άρθρο, έγινε ανάλυση μέσω συνολοκλήρωσης προκειμένω να προσδιοριστούν οι βραχυχρόνιες και μακροχρόνιες ελαστικότητες για την βιομηχανική ζήτηση πετρελαίου και ηλεκτρισμού αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, για την μελέτη σε βραχυχρόνια βάση χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο διόρθωσης σφαλμάτων (Error Correction Model) μέσω του οποίου υπολογίστηκαν οι σχετικές ελαστικότητες. Τα εμπειρικά αποτελέσματα δείχνουν πως η ζήτηση για ενέργεια στον βιομηχανικό τομέα της Ελλάδας είναι ανελαστική τόσο σε βραχυχρόνια όσο και σε μακροχρόνια βάση ενώ το πετρέλαιο και ο ηλεκτρισμός είναι υποκατάστατα. Επίσης, το πετρέλαιο δείχνει την μικρότερη ανταπόκριση στα μεταβολές της τιμής σε σχέση με τον ηλεκτρισμό τόσο μακροχρόνια όσο και βραχυχρόνια. Το τελευταίο αποτέλεσμα δεν είναι ασυνήθιστο καθώς οι ελληνικές βιομηχανίες στηρίζονται εντατικά στο πετρέλαιο ως πηγή ενέργειας. (Michael. L. Polemis 2007)

Η εργασία αυτή, αποτελεί συνέχεια του προαναφερθέντος άρθρου για τα μετέπειτα χρόνια, εξετάζοντας την επίδραση της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης που ξέσπασε το 2008 καθώς και την επακόλουθη εγχώρια πολιτικοοικονομική κρίση. Το δείγμα εκτείνεται από το 1990 μέχρι το 2017, περιλαμβάνοντας τα χρόνια των μνημονίων και των Capital Control, που αποτέλεσαν κρίσιμες περιόδους για την ελληνική οικονομία. Τα έντονα προβλήματα τόσο σε οικονομικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο αναμένεται να επηρέασαν τόσο την ελληνική οικονομία σαν σύνολο όσο και τους μεμονωμένους τομείς της.

Η μελέτη που πραγματοποιείται εξετάζει πως οι έντονες οικονομικές διαταραχές που ξεκίνησαν τον 2008, επηρέασαν την ζήτηση για πετρέλαιο και ηλεκτρικό ρεύμα στον βιομηχανικό τομέα της Ελλάδας. Για τον σκοπό αυτό γίνεται εφαρμογή διαφόρων οικονομετρικών τεχνικών και ελέγχων διερευνώντας την σχέση μεταξύ των μεταβλητών τόσο σε μακροχρόνια όσο και σε βραχυχρόνια βάση. Η μακροχρόνια σχέση στηρίζεται στην ύπαρξη συνολοκλήρωσης μεταξύ των μεταβλητών υπό μελέτη. Αν δεν υπάρχει μια τέτοια σχέση τότε δεν γίνεται να διεξαχθεί κάποιο συμπέρασμα για την μακροχρόνια αλληλεπίδραση των μεταβλητών αλλά μπορεί να γίνουν διαπιστώσεις όσον αφορά την βραχυχρόνια αλληλεπίδραση αυτών. Η βραχυχρόνια σχέση προσδιορίζεται μέσω της παλινδρόμησης των μεταβλητών σε πρώτες διαφορές. Η συντελεστές της νέας παλινδρόμησης αντιστοιχούν στις βραχυχρόνιες ελαστικότητες.

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν είναι η κατανάλωση πετρελαίου και η κατανάλωση ηλεκτρισμού στον βιομηχανικό τομέα, οι τιμές του ηλεκτρισμού και του πετρελαίου και ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής. Το δείγμα εκτείνεται από το 1990 μέχρι το 2017. Για την ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιείται το οικονομετρικό λογισμικό Eviews (έκδοση 9).

Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Η ενέργεια που καταναλώνεται στις βιομηχανίες αποτελεί περίπου το ένα τρίτο της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας και αναμένεται να καταλαμβάνει ένα παρόμοιο μερίδιο και στο μέλλον. Αλλαγές στην βιομηχανική δραστηριότητα και βελτιώσεις στην χρήση της ενεργείας κατάφεραν να μειώσουν, αλλά όχι να εξαλείψουν, την επίδραση που επιφέρει η αύξηση της οικονομικής δραστηριότητας στην ζήτηση ενέργειας στον τομέα αυτό. Συνεπώς, η δυνατότητα κατανόησης και πρόβλεψης με ακρίβεια, των μεταβολών στην κατανάλωση ενέργειας στον βιομηχανικό κλάδο αποτελεί σημαντικό έργο. (Greening, Lorna A., Gale Boyd, and Joseph M. Roop 2007)

Η Ελλάδα ανήκει σε μια κατηγορία εκβιομηχανιζόμενων οικονομιών που χαρακτηρίζονται από υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης. Η ανάπτυξη του βιομηχανικού και δημόσιου τομέα σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη συρρίκνωση του αγροτικού τομέα διαμόρφωσαν την ανάπτυξη της Ελλάδας ενώ συγχρόνως σημειώθηκε σημαντική αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας. (Samouilidis, J. E., & Mitropoulos, C. S. 1984)

Όσον αφορά το ενεργειακό προφίλ της Ελλάδας, το πετρέλαιο αποτελεί το κυρίαρχο καύσιμο καταλαμβάνοντας το 63% της κατανάλωσης ενέργειας για το 2003. Η Ελλάδα έχει αποθέματα φυσικού αερίου που ανέρχονται στα 35 δισεκατομμύρια κυβικά πόδια ωστόσο παρέχουν αμελητέα ποσότητα ενέργειας. Ο λιγνίτης είναι η μόνη σημαντική πηγή ορυκτών καυσίμων με αποθέματα 4,3 δισεκατομμυρίων τόνων. Το 1998, ο λιγνίτης χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή του 80% της ηλεκτρικής ενέργειας στην ενδοχώρα ενώ το 18% προέρχονταν από υδροηλεκτρικές πηγές και τον εναπομένον 2% από αργό πετρέλαιο. Το 2004, η παραγωγή λιγνίτη έφτασε τους 8.547 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. (Koroneos, Christopher J., Evanthia A. Nanaki, and George A. Xydis. 2011)

Οι ελαστικότητες τιμής της ζήτησης για ενέργεια απέκτησαν, με την πάροδο του χρόνου, σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση των κοινωνικοοικονομικών και περιβαλλοντικών αποτελεσμάτων των ενεργειακών πολιτικών ή άλλων φαινομένων που επηρεάζουν την τιμή των ενεργειακών αγαθών. Από την δεκαετία του ’70, έχει υπάρξει ένας μεγάλος αριθμός ακαδημαϊκών δημοσιεύσεων που εκτιμούν τόσο

βραχυχρόνιες όσο και μακροχρόνιες ελαστικότητες για διάφορες χώρες χρησιμοποιώντας διάφορα μοντέλα, δεδομένα και τεχνικές εκτίμησης. Μία αξιόπιστη εκτίμηση των ελαστικοτήτων τιμής είναι καθοριστικής σημασίας στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο κάποιο σοκ στην τιμή της ενέργειας (πολιτικό ή εξωγενές) θα επηρεάσει την κατανάλωση ενέργειας σε ατομικό επίπεδο (νοικοκυριό ή βιομηχανία). (Labandeira, Xavier, José M. Labeaga, and Xiral López-Otero 2017)

Στην περίπτωση της Ελλάδας, η τιμή του πετρελαίου επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την οικονομική δραστηριότητα και την εργασία. «Σοκ» στην τιμή του πετρελαίου έχουν άμεση αρνητική επίδραση στην βιομηχανική παραγωγή και την εργασία (Papapetrou, Evangelia 2001). Επίσης, σύμφωνα με μελέτες, η κατανάλωση ενέργειας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Με δεδομένη λοιπόν την εξάρτηση της ελληνικής οικονομίας από την ενέργεια, απρόσμενα ενεργειακά «σοκ» μπορεί να επιβραδύνουν τους τρέχοντες ρυθμούς ανάπτυξης και να αποκλείσουν δυνατότητες οικονομικής ανάπτυξης στο μέλλον (Dergiades, Theologos, Georgios Martinopoulos, and Lefteris Tsoulfidis 2013).

Η οξύς αύξηση της τιμής του αργού πετρελαίου στις αρχές τις δεκαετίας του ’70 προξένησε ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς την μελέτη της ζήτησης για ενέργεια. Το ενδιαφέρον αυτό ενισχύθηκε με τις περεταίρω αυξήσεις στην τιμή του αργού πετρελαίου στα τέλη της δεκαετίας και στις αρχές της δεκαετίας του ‘80 καθώς και τη πτώση της στα μέσα της δεκαετίας του ’80. Με γνώμονα την σημασία των παγκόσμιων περιβαλλοντικών στόχων, ποτέ πριν δεν υπήρξε τόσο σημαντική η κατανόηση των παραμέτρων της ζήτησης ενέργειας στον βιομηχανικό τομέα προκειμένω να βοηθηθούν οι κρατικοί φορείς στην θέσπιση κατάλληλων ενεργειακών πολιτικών. Για την λήψη ορθών αποφάσεων, είναι απαραίτητη η γνώση αξιόπιστων οικονομετρικών μοντέλων τα οποία παρέχουν ακριβείς προβλέψεις για τον μέλλον. (Adeyemi, Olutomi I., and Lester C. Hunt 2007)

Τα εμπειρικά αποτελέσματα δείχνουν πως η ζήτηση για ενέργεια στον βιομηχανικό τομέα της Ελλάδας είναι ανελαστική τόσο σε βραχυχρόνια όσο και σε μακροχρόνια βάση ενώ το πετρέλαιο και ο ηλεκτρισμός είναι υποκατάστατα. Επίσης, το πετρέλαιο δείχνει την μικρότερη ανταπόκριση στα μεταβολές της τιμής σε σχέση με τον ηλεκτρισμό τόσο μακροχρόνια όσο και βραχυχρόνια. Το αποτέλεσμα αυτό δεν είναι ασυνήθιστο καθώς οι περισσότερες ελληνικές βιομηχανίες στηρίζονται εντατικά στο πετρέλαιο. Συνεπώς, αν το ελληνικό κράτος χρειάζονταν να αυξήσει τα έσοδα από φόρους τότε θα μπορούσε να το πετύχει αυτό φορολογώντας περισσότερο το πετρέλαιο μιας και η ελαστικότητα της τιμής του είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του ηλεκτρικού ρεύματος. (Michael. L. Polemis 2007)

Μία άλλη μελέτη διαπίστωσε πως γενικά η ζήτηση για ηλεκτρικό ρεύμα είναι ανελαστική τόσο σε μεταβολές της τιμής όσο και σε μεταβολές του εισοδήματος ενώ υπάρχει μία αμφίδρομη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ηλεκτρισμού και της οικονομικής ανάπτυξης στην Ελλάδα. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν την άποψη πως η Ελλάδα είναι μια χώρα που εξαρτάται σημαντικά από την κατανάλωση ενέργειας και πως η εφαρμογή πολιτικών ενεργειακής διαχείρισης θα μπορούσαν να

ενισχύσουν την οικονομική ανάπτυξη. (Michael L. Polemis , Athanasios S. Dagoumas 2013)

Το 2009, η Ελλάδα βίωσε μία από τις πιο σοβαρές οικονομικές πτώσεις στην σύγχρονη ιστορία. Τον Μάϊο του 2010, η χώρα τέθηκε υπό την επίβλεψη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission), της Ευρωπαϊκής Τράπεζας (EEuropean Bank) και του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου (International Monetary Funds). Έκτοτε, η οικονομική κρίση έχει επηρεάσει όλους τους σημαντικούς τομείς της ελληνικής οικονομίας ενώ ταυτόχρονα, επέφερε σημαντικές επιπτώσεις και σε κοινωνικό επίπεδο. (Zavras, D., Tsiantou, V., Pavi, E., Mylona, K., & Kyriopoulos, J. 2012)

Το ξέσπασμα της κρίσης οδήγησε σε μεγάλες διακυμάνσεις στις τιμές των καυσίμων. Συγκεκριμένα, το πετρέλαιο θέρμανσης, που αποτελεί την κύρια πηγή θερμότητας για τα ελληνικά νοικοκυριά, άρχισε να παρουσιάζει ανοδική τάση από το 2010 και έπειτα λόγω αύξησης των φόρων (Papada, Lefkothea, and Dimitris Kaliampakos 2016). Επίσης, η παγκόσμια οικονομική κρίση το 2008 επηρέασε και την κατανάλωση ηλεκτρισμού στην Ελλάδα, ωστόσο οι μεταβολές εμφανίστηκαν με υστέρηση. Συγκεκριμένα, η κατανάλωση ηλεκτρισμού, παρουσίασε μείωση το 2012, 4 χρόνια μετά το ξέσπασμα της κρίσης. Επίσης, ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός πως η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος παρουσιάζει σημαντική αύξηση σχέση με τους αντίστοιχους μήνες των προηγούμενων ετών. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην υπερφορολόγηση του πετρελαίου θέρμανσης οδηγώντας στην χρήση ηλεκτρικού ρεύματος σαν υποκατάστατο (Athanasios Dagoumas, Fotis Kitsios 2014).

Στην Ελλάδα, η οικονομική ανάπτυξη και η κοινωνική ευημερία είναι στενά συνδεδεμένες με την κατανάλωση ενέργειας και κατ' επέκταση, τις εκπομπές ρύπων (Diakoulaki, D., Mavrotas, G., Orkopoulos, D., & Papayannakis, L. 2006). Μάλιστα, έρευνες έχουν δείξει πως υπάρχει μία αμφίδρομη σχέση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της εκπομπής ρύπων. Επομένως, η μεμονωμένη βελτίωση ενός εκ των δύο αποτελεί δύσκολο εγχείρημα με την τρέχουσα ενεργειακή πολιτική (Hatzigeorgiou, Emmanouil, Heracles Polatidis, and Dias Haralambopoulos 2011).

Το γεγονός αυτό δεν είναι ασυνήθιστο καθώς η Πορτογαλία, που είναι επίσης μία ευρωπαϊκή μεσογειακή χώρα, παρουσίασε και αυτή αμφίδρομη σχέση μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας τόσο σε μακροχρόνια όσο και σε βραχυχρόνια βάση. (Tang, Chor Foon, Muhammad Shahbaz, and Mohamed Arouri 2013)

Όπως συνέβη και σε άλλες χώρες που βίωσαν οικονομική κρίση, έτσι και η Ελλάδα έχει κάποια περιβαλλοντικά οφέλη λόγω των μειωμένων εκπομπών ρύπων καθώς υπήρξε μείωση των συμβατικών οικονομικών δραστηριοτήτων. Παρόλο αυτά, τα οφέλη αυτά μπορεί να είναι βραχύβια ανάλογα με την διάρκεια της ύφεσης και της εφαρμοζόμενης ενεργειακής πολιτικής. (Lekakis, Joseph N., and Maria Kousis 2013)

Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μειώθηκαν την περίοδο 2003-2013 και ιδιαίτερα την περίοδο της κρίσης ως αποτέλεσμα της βελτιστοποίησης της έντασης

της ενέργειας. Απ' την άλλη, στην περίοδο ευημερίας, υπήρχε αύξηση των εκπομπών ως παρενέργεια της οικονομικής ανάπτυξης. Στα πλαίσια της ανάκαμψης της ελληνικής οικονομίας, το ελληνικό κράτος πρέπει να εστιάσει στην θέσπιση νόμων που επιτάσσουν την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ενώ ταυτόχρονα ενθαρρύνουν την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. (Roinioti, Argiro, and Christopher Koroneos 2017)

Όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας στον βιομηχανικό τομέα, υπάρχει μια πληθώρα παραγόντων οι οποίοι λειτουργούν σαν φραγμοί για την λήψη αποφάσεων επί του θέματος αυτού. Οικονομικοί περιορισμοί, γραφειοκρατικά προβλήματα, αβεβαιότητα για τις μελλοντικές ενεργειακές τιμές και έλλειψη πληροφόρησης, είναι μερικοί από τους λόγους που εμποδίζουν την εφαρμογή μεθόδων ενεργειακής αποτελεσματικότητας. (Sardianou Eleni 2008)

Σε μακροχρόνια βάση, βελτιώσεις στην οικονομική αποτελεσματικότητα μπορούν να κινητοποιήσουν μηχανισμούς εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίοι με την σειρά τους επηρεάζουν θετικά την οικονομική ανάπτυξη. Υπάρχει μία ισχυρή αμφίδρομη σχέση μεταξύ ενεργειακής αποτελεσματικότητας και οικονομικής ανάπτυξης, επομένως η ενίσχυση του ενός οδηγεί στην ενίσχυση του άλλου και αντίστροφα. (Hondroyiannis, George, Sarantis Lolos, and Evangelia Papapetrou 2002)

Το ελληνικό κράτος μπορεί να λάβει υπόψη πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας και να ευαισθητοποιηθεί για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της υπερκατανάλωσης ενέργειας χωρίς αυτά να επιβραδύνουν την οικονομική ανάπτυξη. Αντιθέτως, η εφαρμογή μεθόδων αποτελεσματικής διαχείρισης ενέργειας μπορεί να ωθήσει την οικονομική ανάπτυξη σε υψηλότερα επίπεδα. (Tsani Stela Z. 2010)

Δεδομένα

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην οικονομετρική μελέτη είναι ετήσιες χρονοσειρές για την περίοδο 1990-2017. Η κατανάλωση πετρελαίου μετριέται σε κιλοτόνους (Million Tons) και η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος σε gigawatt per hour. Τα δεδομένα για την κατανάλωση ενέργειας προέρχονται από την Eurostat.

Η τιμή του αργού πετρελαίου αποτελεί ένα αξιόπιστο proxy της τιμής του πετρελαίου που χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες και μετριέται σε λίρες ανά βαρέλι. Τα αντίστοιχα δεδομένα προέρχονται από την bp . Η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος προέρχεται από την iea και μετριέται σε πέννες ανά κιλοβατώρα. Η τιμή του αργού πετρελαίου και του ηλεκτρικού ρεύματος έχουν αποπληθωριστεί με βάση των δείκτη τιμών παραγωγής.

Ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής προκύπτει σαν πηλίκο της βιομηχανικής παραγωγής ως προς το ΑΕΠ. Τα δεδομένα τόσο για το ΑΕΠ όσο και για την βιομηχανική παραγωγή προέρχονται από την oecd.

Στατιστικά Στοιχεία

Date: 08/14/19 Time: 18:28
Sample: 1990 2017

	ELEC_RPRI...	ELECTRICIT...	OIL_CONSU...	OIL_RPRICE...	INDUSTRIAL...
Mean	5.591903	13038.14	684.0150	34.23413	0.005966
Median	6.004401	12884.50	784.5000	31.46016	0.005463
Maximum	7.338572	15485.00	1152.000	63.17028	0.009753
Minimum	3.934716	11285.00	177.0000	11.89405	0.003661
Std. Dev.	0.947065	1259.993	326.2967	14.86456	0.002034
Skewness	-0.325815	0.260512	-0.408319	0.601815	0.314916
Kurtosis	1.842907	1.870926	1.794359	2.267035	1.612448
Jarque-Bera	2.057399	1.803986	2.473877	2.316954	2.708987
Probability	0.357472	0.405760	0.290271	0.313964	0.258078
Sum	156.5733	365068.0	19152.42	958.5555	0.167058
Sum Sq. Dev.	24.21718	42864711	2874678.	5965.786	0.000112
Observations	28	28	28	28	28

Πίνακας 1: Στατιστικά στοιχεία για την τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος, την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής, την τιμή του πετρελαίου και την κατανάλωση πετρελαίου

Πίνακας Συσχετίσεων

	ELEC_RPRI...	ELECTRICIT...	OIL_CONSU...	OIL_RPRICE...	INDUSTRIAL...
ELEC_RPRI...	1.000000	-0.389590	-0.419994	0.536182	-0.214113
ELECTRICIT...	-0.389590	1.000000	-0.014581	0.174449	-0.391897
OIL_CONSU...	-0.419994	-0.014581	1.000000	-0.721898	0.888884
OIL_RPRICE...	0.536182	0.174449	-0.721898	1.000000	-0.715122
INDUSTRIAL...	-0.214113	-0.391897	0.888884	-0.715122	1.000000

Πίνακας 2: Πίνακας συσχετίσεων μεταξύ τιμής ηλεκτρικού ρεύματος, κατανάλωσης ηλεκτρισμού, δείκτη βιομηχανικής παραγωγής, κατανάλωσης πετρελαίου και τιμής πετρελαίου

Παρατηρείται αρνητική συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης πετρελαίου και τιμής πετρελαίου καθώς και μεταξύ κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος και τιμής ηλεκτρικού ρεύματος. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο καθώς με βάση τον νόμο της ζήτησής υπάρχει αρνητική σχέση μεταξύ κατανάλωσης και τιμής, στην προκειμένη περίπτωση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τιμής.

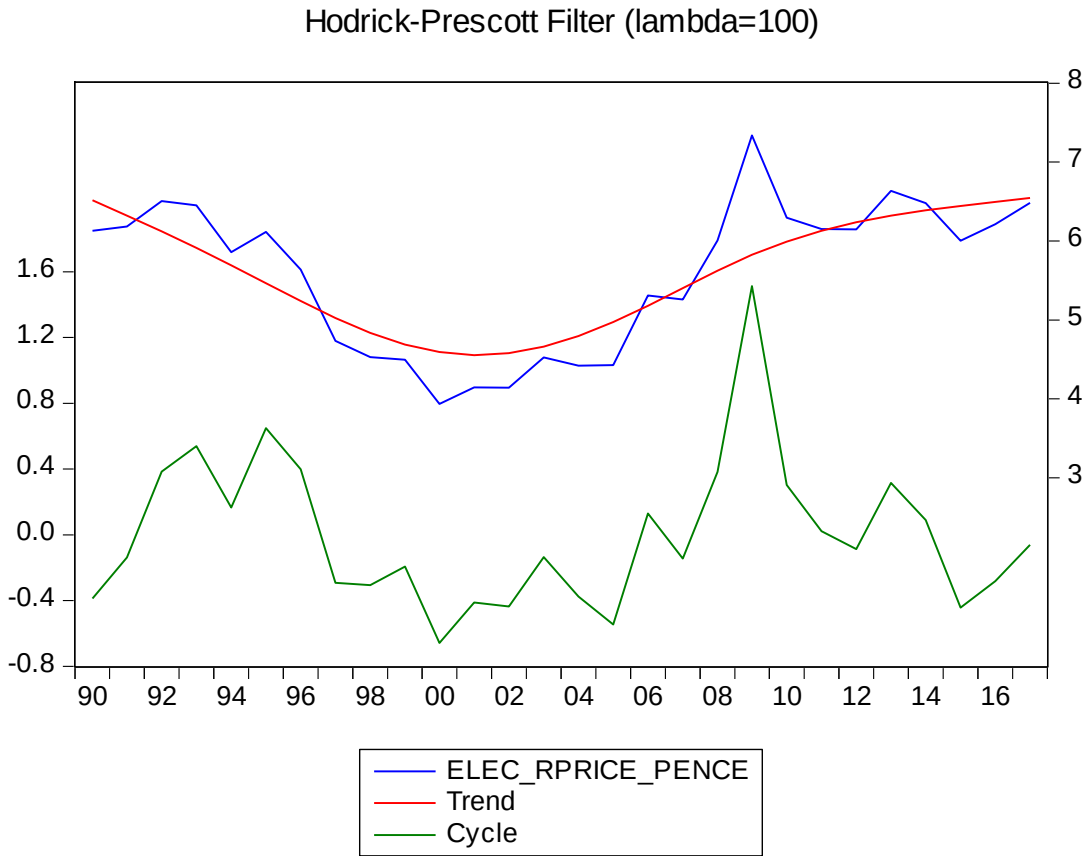
Η κατανάλωση πετρελαίου και η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος έχουν αρνητική συσχέτιση δηλαδή αποτελούν ανταγωνιστικές μορφές ενέργειας. Η χρήση της μιας οδηγεί σε ελάττωση της χρήσης της άλλης και αντίστροφα.

Επίσης, ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση τόσο με την τιμή του πετρελαίου όσο και με την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος. Δηλαδή η βιομηχανική δραστηριότητα συσχετίζεται αρνητικά με τις τιμές των ενεργειακών πόρων. Η άνοδος των τιμών της ενέργειας αποθαρρύνουν την αύξηση της παραγωγής.

Τέλος, ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με την κατανάλωση ηλεκτρισμού αλλά θετική με την κατανάλωση πετρελαίου. Το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται στο ότι το πετρέλαιο αποτελεί το κύριο καύσιμο για τις ελληνικές βιομηχανίες και έχοντας αρνητική συσχέτιση με τον ηλεκτρισμό, υπερισχύει έναντι αυτού με συνέπεια η βιομηχανική δραστηριότητα να έχει θετική συσχέτιση με το πετρέλαιο ενώ αρνητική με το ηλεκτρικό ρεύμα.

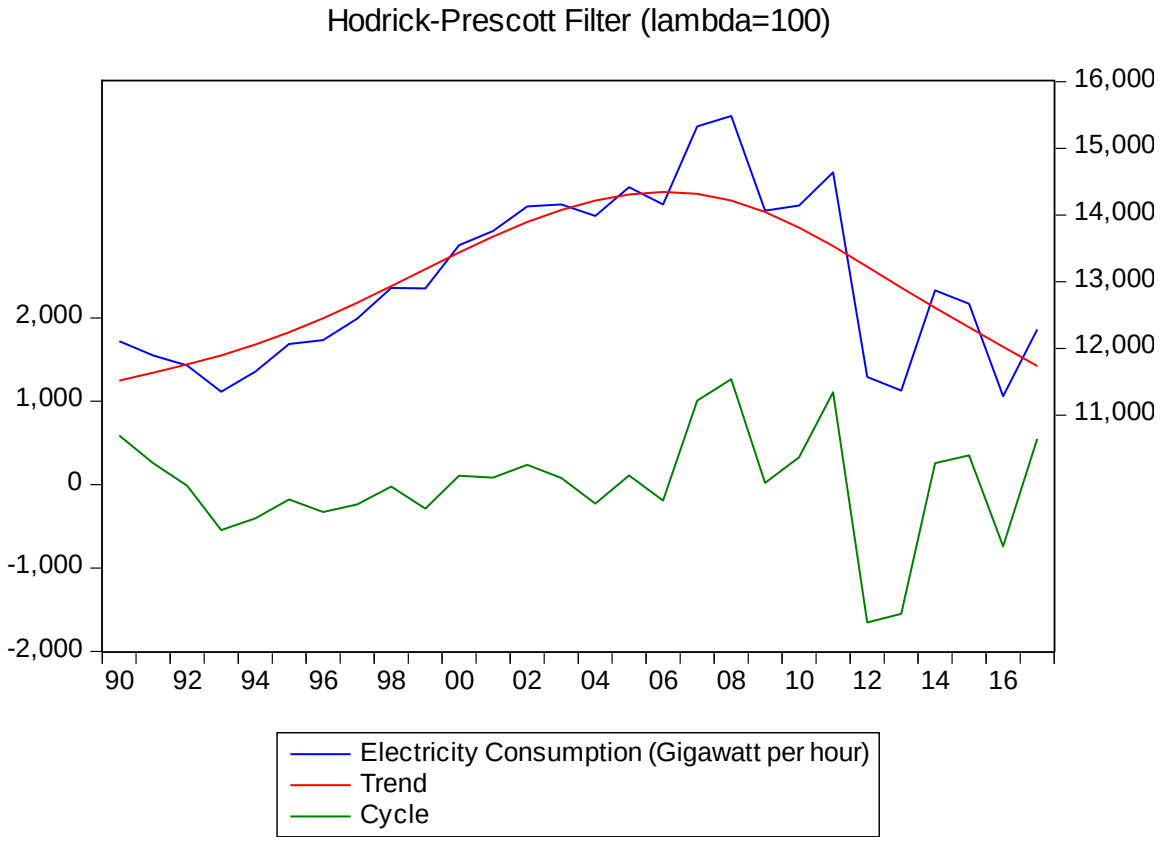
Διαγραμματική Απεικόνιση με Φίλτρα Hodrick-Prescott

Τα φίλτρα Hodrick-Prescott εφαρμόζονται πάνω στην γραφική παράσταση μιας μεταβλητής και διαχωρίζουν την γενική τάση (trend) της μεταβλητής από τις επιμέρους μεταβολές-διαταράξεις της (cycle). Στο νέο διάγραμμα που προκύπτει αναπαρίστανται τρεις καμπύλες, η αρχική (μπλε), η γενική τάση (κόκκινη) και οι διαταράξεις (πράσινη). Ο διαχωρισμός αυτός είναι ιδιαίτερα χρήσιμος καθώς παρέχει πληροφορίες σχετικά με την γενική συμπεριφορά μιας μεταβλητής και τις περιόδους που διαταράσσεται αυτή και το μέγεθος των διαταραχών αυτών.



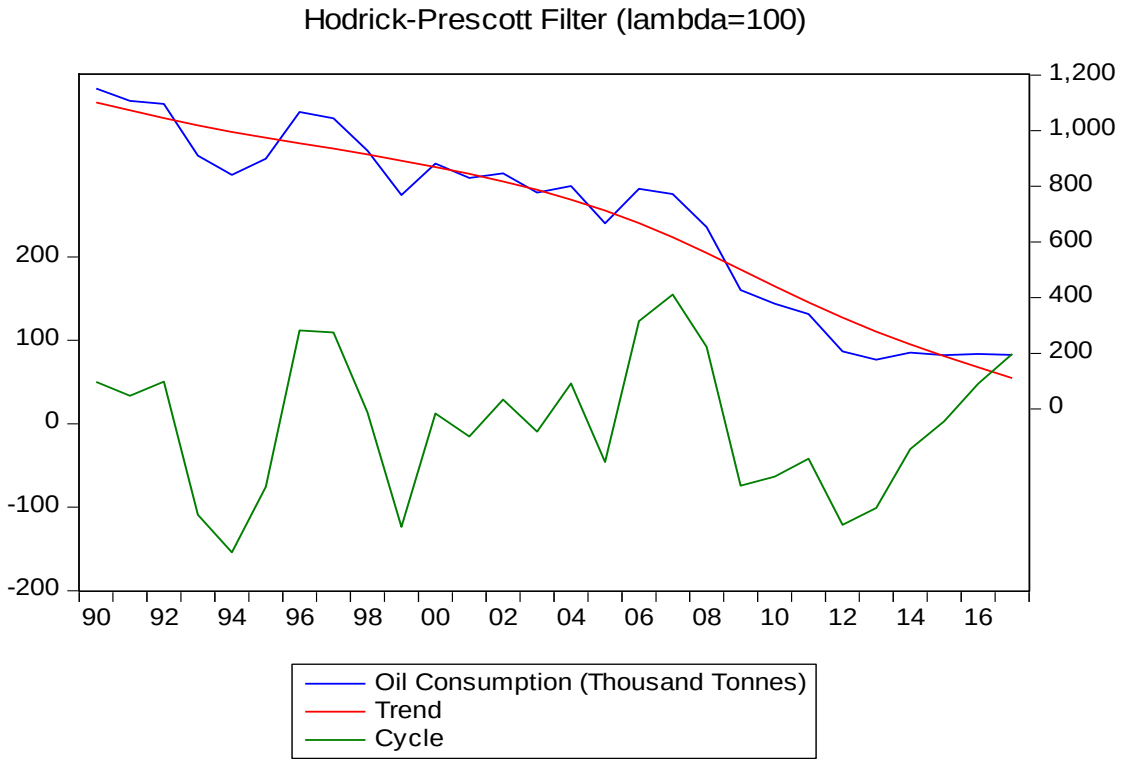
Διάγραμμα 1: Ανάλυση της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος μέσω φίλτρου Hodrick-Prescott για την περίοδο 1990-2017

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα (**Διάγραμμα 1**), η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος έχει πτωτική τάση μέχρι το 2001-2002 ενώ για τα ακόλουθα χρόνια παρουσιάζει ανοδική τάση. Την περίοδο 2007-2009 εμφανίζεται απότομη άνοδος της τιμής όπως υποδηλώνεται από την έντονη κυκλική διαταραχή (πράσινη κορυφή).



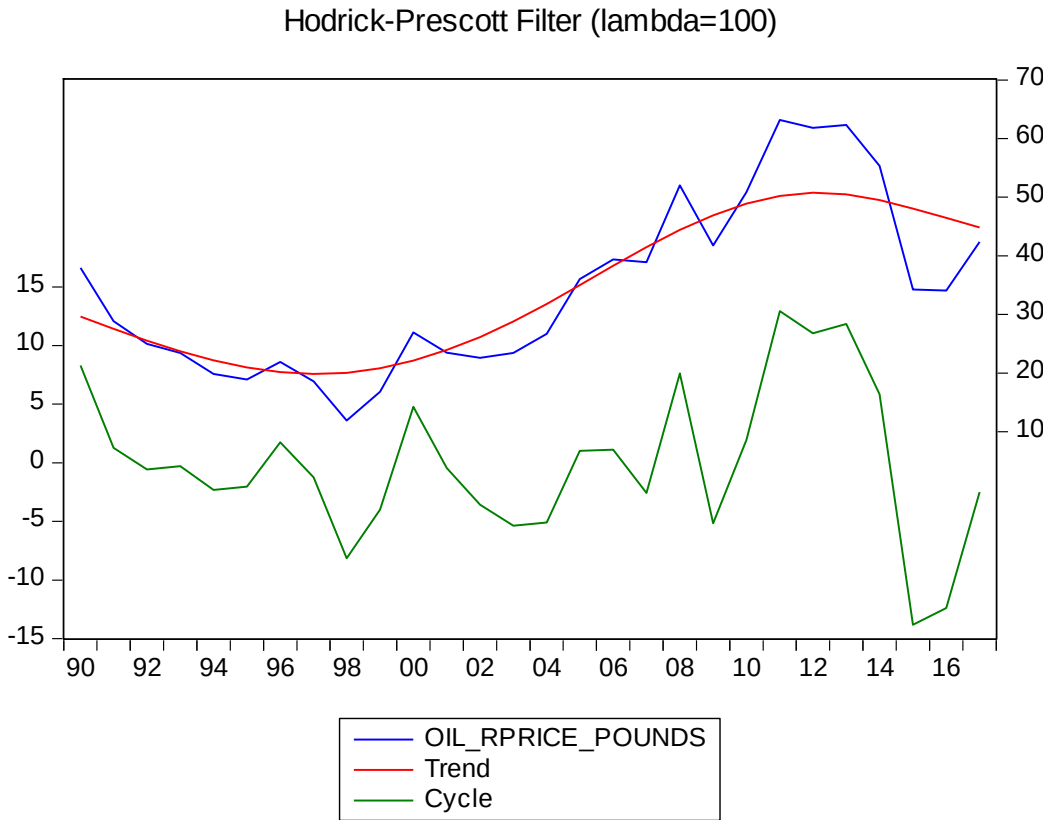
Διάγραμμα 2: Ανάλυση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος μέσω φίλτρου Hodrick-Prescott για την περίοδο 1990-2017

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα (**Διάγραμμα 2**), η κατανάλωση ηλεκτρισμού αυξάνεται μέχρι το 2004-2007, ενώ μετά εμφανίζει πτωτική τάση για την περίοδο όπου η τιμή έχει ανοδική συμπεριφορά επιβεβαιώνοντας τον νόμο της ζήτησης. Την περίοδο 2011-2013 υπάρχει έντονη πτωτική διαταραχή η οποία οδηγεί σε σημαντική πτώση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος.



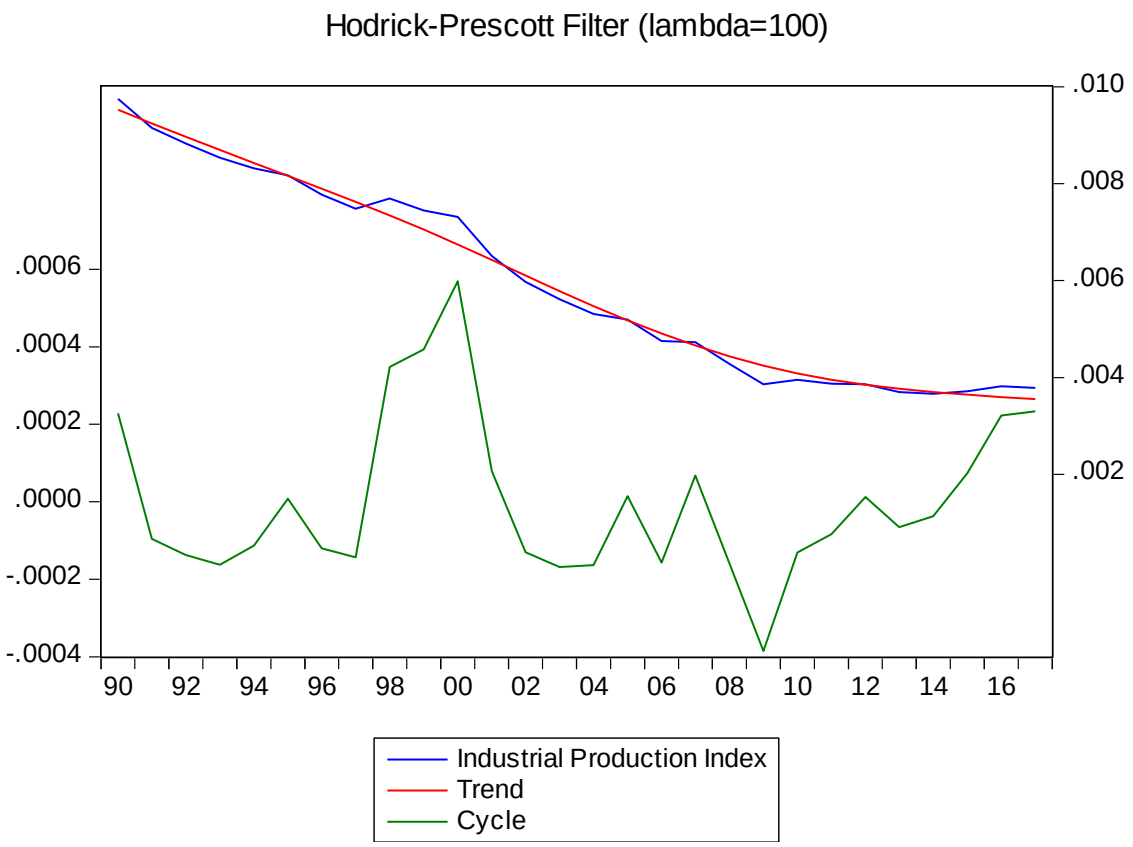
Διάγραμμα 3: Ανάλυση της κατανάλωσης πετρελαίου μέσω φίλτρου Hodrick-Prescott για την περίοδο 1990-2017

Στο παραπάνω διάγραμμα (**Διάγραμμα 3**) , η κατανάλωση πετρελαίου παρουσιάζει πτωτική τάση για όλα τα έτη. Την περίοδο 1992-1999 εμφανίζονται δύο ισχυρές διαταραχές, μία πτωτική το 1992-1994 και μία ανοδική το 1994-1999.



Διάγραμμα 4: Ανάλυση της τιμής πετρελαίου μέσω φίλτρου Hodrick-Prescott για την περίοδο 1990-2017

Σύμφωνα με το **Διάγραμμα 4**, η τιμή του πετρελαίου έχει πτωτική συμπεριφορά μέχρι το 1997 ενώ στα μετέπειτα χρόνια ακολουθεί ανοδική πορεία. Την περίοδο 2014-2015 εμφανίζεται έντονη πτωτική διαταραχή η οποία οδηγεί σε σημαντική μείωση της τιμής του πετρελαίου. Όπως και στην περίπτωση του ηλεκτρικού ρεύματος, επιβεβαιώνεται ο νόμος της ζήτησης καθώς η κατανάλωση πετρελαίου μειώνεται ενώ η τιμή του αυξάνεται.



<u>Διάγραμμα 5:</u> Ανάλυση του δείκτη βιομηχανικής παραγωγής μέσω φίλτρου Hodrick-Prescott για την περίοδο 1990-2017

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα (**Διάγραμμα 5**), ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής εμφανίζει πτωτική τάση για όλα τα έτη. Το φαινόμενο αυτό δεν είναι ασυνήθιστο καθώς, η κατανάλωση πετρελαίου, που αποτελεί το κύριο καύσιμο των βιομηχανιών, ακολουθεί αντίστοιχη συμπεριφορά.

<u>Μεθοδολογία</u>

Για την ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων έγινε χρήση του λογισμικού Eviews (version 9). Οι χρονοσειρές που χρησιμοποιήθηκαν στην οικονομετρική μελέτη μετατράπηκαν σε λογαριθμική μορφή ώστε η παλινδρόμηση αυτών να αποτελεί μια συνάρτηση Cobb-Douglas με τους συντελεστές της να αντιπροσωπεύουν ελαστικότητες.

Σκοπός

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της σχέσης των μεταβλητών τόσο σε μακροχρόνια όσο και σε βραχυχρόνια βάση. Για την επίτευξη του στόχου αυτού γίνεται προσπάθεια προσδιορισμού μιας μακροχρόνιας και μιας βραχυχρόνιας σχέσης μεταξύ αυτών.

Η μακροχρόνια σχέση στηρίζεται στην ύπαρξη συνολοκλήρωσης μεταξύ των μεταβλητών υπό μελέτη. Αν δεν υπάρχει συνολοκλήρωση τότε δεν γίνεται να διεξαχθεί κάποιο συμπέρασμα για την μακροχρόνια αλληλεπίδραση των μεταβλητών αλλά μπορεί να γίνουν διαπιστώσεις όσον αφορά την βραχυχρόνια αλληλεπίδραση αυτών.

Η βραχυχρόνια σχέση προσδιορίζεται μέσω της παλινδρόμησης των μεταβλητών σε πρώτες διαφορές. Η συντελεστές της νέας παλινδρόμησης αντιπροσωπεύουν τις βραχυχρόνιες ελαστικότητες.

Εξισώσεις

Οι παλινδρομήσεις που εξετάστηκαν είναι οι εξής:

$$loil_cons = \beta_0 + \beta_1 \cdot loil_rprice + \beta_2 \cdot lelec_rprice + \beta_3 \cdot lindustrial_production_index + resid$$

$$lelec_cons = \beta_0 + \beta_1 \cdot loil_rprice + \beta_2 \cdot lelec_rprice + \beta_3 \cdot industrial_production_index + resid$$

όπου το “l” υποδηλώνει λογάριθμο, η μεταβλητή oil_cons αντιστοιχεί στην κατανάλωση πετρελαίου, η μεταβλητή elec_cons στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, η μεταβλητή΄΄η oil_rprice στην τιμή του πετρελαίου, η μεταβλητή elec_rprice στην τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και η μεταβλητή industrial_production_index στον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής.

Οι εξισώσεις αποτυπώνουν την εξάρτηση της κατανάλωσης ενέργειας στον βιομηχανικό τομέα από την τιμή της, την τιμή μια άλλης μορφής ενέργειας και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής. Η εξισώσεις αποτελούν συναρτήσεις Cobb_Douglas και συνεπώς οι συντελεστές τους αντιπροσωπεύουν ελαστικότητες οι οποίες παρέχουν πληροφορίες όσον αφορά την σχέση των μεταβλητών σε μικροοικονομικό επίπεδο.

Στην βραχυχρόνια διερεύνηση, οι εξισώσεις μετατράπηκαν σε μορφή πρώτων διαφορών με τους συντελεστές πλέον να αντιπροσωπεύουν βραχυχρόνιες ελαστικότητες. Οι νέες παλινδρομήσεις έχουν την μορφή:

$$D(loil_cons) = \beta_1 \cdot D(loil_rprice) + \beta_2 \cdot D(lelec_rprice) + \beta_3 \cdot D(lindustrial_production_index) + resid(-1)$$

$$D(lelec_{cons}) = \beta_1 \cdot D\left(loil_{rprice}\right) + \beta_2 \cdot D\left(lelec_{rprice}\right) + \beta_3 \cdot D(lindustrial_production_index) + resid(-1)$$

όπου το “l” υποδηλώνει λογάριθμο, το “D” υποδηλώνει διαφορά ενός έτους, η μεταβλητή oil_cons αντιστοιχεί στην κατανάλωση πετρελαίου, η μεταβλητή elec_cons στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, η μεταβλητή΄΄η oil_rprice στην τιμή του πετρελαίου, η μεταβλητή elec_rprice στην τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος , η μεταβλητή industrial_production_index στον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και η μεταβλητή resid είναι τα κατάλοιπα της πρώτης παλινδρόμησης με υστέρηση ενός έτους

<u>Υποθέσεις</u>

Μια μεταβλητή χαρακτηρίζεται ως στάσιμη όταν έχει σταθερό μέσο, σταθερή διακύμανση και σταθερή δομή συνδιακύμανσης. Η στασιμότητα ή μη μια μεταβλητής επηρεάζει ισχυρά την συμπεριφορά και τις ιδιότητές της.

- I(0), στάσιμη μεταβλητή
- I(1), η μεταβλητή περιέχει μία μοναδιαία ρίζα
- I(2), η μεταβλητή περιέχει δύο μοναδιαίες ρίζες

Η παλινδρόμηση μη στάσιμων μεταβλητών ονομάζεται φαινομενική (spurious regression), χαρακτηρίζεται από υψηλό R^2 και δεν είναι δυνατή η πραγματοποίηση ελέγχων υποθέσεων με την χρήση της στατιστικής t στην παλινδρόμηση αυτή.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής έγινε έλεγχος της στασιμότητας τεσσάρων μεταβλητών: της κατανάλωσης πετρελαίου, της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος, της τιμής του πετρελαίου, της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος και του δείκτη βιομηχανικής παραγωγής. Ανάλογα με το είδος του ελέγχου (test) που χρησιμοποιείται υπάρχουν και διαφορετικές υποθέσεις.

Μοναδιαία Ρίζα (Unit Root)

Η αναζήτηση μοναδιαίας ρίζας (Unit Root) έγινε κατά επίπεδο (level) και σε πρώτες διαφορές (1st difference). Συνολικά έγινε χρήση τριών τύπων ελέγχου: Augmented Dickey-Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP) και Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS). Όλοι οι έλεγχοι ακολουθούν την στατιστική t με εξαίρεση το KPSS test που ακολουθεί την κατανομή Lagrange. Για τον κάθε έλεγχο λήφθηκαν δύο υποπεριπτώσεις. Στη μία περίπτωση ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε με την χρήση σταθερού όρου και στην δεύτερη με την χρήση σταθερού όρου και τάσης.

Test	H_0	H_1
Augmented Dickey-Fuller (ADF)	η σειρά έχει μοναδιαία ρίζα	η σειρά είναι στάσιμη
Phillips-Perron (PP)	η σειρά έχει μοναδιαία ρίζα	η σειρά είναι στάσιμη
Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS)	η σειρά είναι στάσιμη	η σειρά έχει μοναδιαία ρίζα

Πίνακας 3: Έλεγχοι για μοναδιαία ρίζα και οι αντίστοιχες υποθέσεις H_0 και H_1

Οι έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Αν μια μεταβλητή προκύψει μη στάσιμη σε έλεγχο επιπέδου και στάσιμη σε έλεγχο πρώτων διαφορών τότε η μεταβλητή χαρακτηρίζεται ως μη στάσιμη με μία μοναδιαία ρίζα I(1). Αν μια μεταβλητή προκύψει στάσιμη σε έλεγχο επιπέδου τότε χαρακτηρίζεται ως στάσιμη.

Συνολοκλήρωση (Cointegration)

Η συνολοκλήρωση αντανακλά μια μακροχρόνια σχέση ισορροπίας μεταξύ δύο μη στάσιμων μεταβλητών. Η απουσία συνολοκλήρωσης δείχνει πως οι μεταβλητές εξελίσσονται ανεξάρτητα στο διηνεκές.

Ο έλεγχος για την ύπαρξη συνολοκλήρωσης πραγματοποιείται μεταξύ δύο ή περισσότερων μη στάσιμων μεταβλητών. Για την διεξαγωγή του ελέγχου γίνεται αρχικά παλινδρόμηση των μεταβλητών αυτών. Στην συνέχεια, γίνεται δημιουργία μιας χρονοσειράς που αποτελείται από τα κατάλοιπα της παλινδρόμησης αυτής.

Ακολουθεί έλεγχος της στασιμότητας των καταλοίπων αυτών. Αν τα κατάλοιπα είναι στάσιμη μεταβλητή τότε υπάρχει όντως σχέση συνολοκλήρωσης. Στην περίπτωση αυτή είναι δυνατή η δημιουργία ενός μοντέλου διόρθωσης σφαλμάτων (Error Correction Model-ERC) το οποίο θα παρουσιάζει μια ακριβή παλινδρόμηση των μεταβλητών που έχουν σχέση συνολοκλήρωσης. Στο μοντέλο αυτό μπορούν να προστεθούν και στάσιμες μεταβλητές ως εξωγενείς.

Αν δεν υπάρχει σχέση συνολοκλήρωσης τότε δεν μπορεί να γίνει κάποια διορθωτική παλινδρόμηση και οι μεταβλητές δεν μπορούν να παλινδρομηθούν καθώς θα οδηγήσουν σε μια φαινομενική παλινδρόμηση η οποία προσφέρει λανθασμένες πληροφορίες σε μακροχρόνια βάση.

Αποτελέσματα

Για να γίνει αναζήτηση σχέσης συνολοκλήρωσης μεταξύ των μεταβλητών, πρέπει πρώτα να επιβεβαιωθεί πως οι μεταβλητές αυτές είναι μη στάσιμες. Συνεπώς, γίνεται αρχικά έλεγχος της στασιμότητας των μεταβλητών. Στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκαν τρία είδη ελέγχων (test), ο Augmented Dickey-Fuller (ADF), ο Phillips-Perron (PP) και ο Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS). Ακολουθούν πίνακες με τα σχετικά αποτελέσματα. Όλοι οι έλεγχοι πραγματοποιούνται σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

T-Stat Tables

		t-stat Level Intercept	
Variable	ADF	PP	KPSS (LM-stat)
Oil_Cons	-0,662	-0,643	0,630
Elec_Cons	-1,972	-1,884	0,202
Oil_RPrice	-1,254	-1,254	0,433
Elec_RPrice	-1,302	-1,302	0,188
IPI	-2,552	-2,333	0,649
Critical Value 5%	-2,976	-2,976	0,463

Πίνακας 4: Στατιστική t από κάθε έλεγχο (με εξαίρεση το KPSS test) για την κατανάλωση ηλεκτρισμού, την κατανάλωση πετρελαίου, την τιμή πετρελαίου, την τιμή ηλεκτρισμού και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και οι αντίστοιχες κριτικές τιμές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Οι έλεγχοι είναι κατά επίπεδο και με σταθερά.

		t-stat Level Intercept+Trend	
Variable	ADF	PP	KPSS (LM-Stat)
Oil_Cons	-2,191	-2,191	0,140
Elec_Cons	-0,504	-1,676	-6,487
Oil_RPrice	-2,431	-2,431	0,112
Elec_RPrice	-1,545	-1,504	0,141
IPI	-0,184	-0,316	0,145
Critical Value 5%	-3,587	-3,587	0,146

Πίνακας 5: Στατιστική t από κάθε έλεγχο (με εξαίρεση το KPSS test) για την κατανάλωση ηλεκτρισμού, την κατανάλωση πετρελαίου, την τιμή πετρελαίου, την τιμή ηλεκτρισμού και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και οι αντίστοιχες κριτικές τιμές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Οι έλεγχοι είναι κατά επίπεδο με σταθερά και τάση.

		t-stat 1st Dif Intercept	
	ADF	PP	KPSS (LM-stat)
Oil_Cons	-4,766	-4,812	0,087
Elec_Cons	-2,262	-6,487	0,429
Oil_RPrice	-4,556	-4,533	0,155
Elec_RPrice	-4,962	-4,959	0,221
IPI	-4,005	-3,990	0,432
Critical Value 5%	-2,981	-2,981	0,463

Πίνακας 6: Στατιστική t από κάθε έλεγχο (με εξαίρεση το KPSS test) για την κατανάλωση ηλεκτρισμού, την κατανάλωση πετρελαίου, την τιμή πετρελαίου, την τιμή ηλεκτρισμού και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και οι αντίστοιχες κριτικές τιμές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Οι έλεγχοι είναι σε πρώτες διαφορές και με σταθερά

	t-stat 1st Dif Intercept+Trend		
	ADF	PP	KPSS (LM-stat)
Oil_Cons	-4,668	-4,691	0,082
Elec_Cons	-6,340	-9,502	0,224
Oil_RPrice	-4,462	-4,424	0,127
Elec_RPrice	-5,070	-5,075	0,089
IPI	-4,456	-4,458	0,109
Critical Value 5%	-3,595	-3,595	0,146

Πίνακας 7: Στατιστική t από κάθε έλεγχο (με εξαίρεση το KPSS test) για την κατανάλωση ηλεκτρισμού, την κατανάλωση πετρελαίου, την τιμή πετρελαίου, την τιμή ηλεκτρισμού και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και οι αντίστοιχες κριτικές τιμές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. . Οι έλεγχοι είναι σε πρώτες διαφορές, με σταθερά και τάση

Stationarity Tables

	ADF			PP			KPSS	
Variable	intercept	trend		intercept	trend		intercept	trend
Oil_Cons	NS	NS		NS	NS		NS	NS
Elec_Cons	NS	NS		NS	NS		S	NS
Oil_RPrice	NS	NS		NS	NS		S	S
Elec_RPrice	NS	NS		NS	NS		S	S
IPI	NS	NS		NS	NS		NS	S

Πίνακας 8: Αποτελέσματα στασιμότητας από τους ελέγχους κατά επίπεδο για τις περιπτώσεις με σταθερά και σταθερά+τάση για την κατανάλωση ηλεκτρισμού, την κατανάλωση πετρελαίου, την τιμή πετρελαίου, την τιμή ηλεκτρισμού και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Το γράμμα "S" υποδηλώνει πως η μεταβλητή είναι στάσιμη (stationary) ενώ το γράμμα NS υποδηλώνει πως η μεταβλητή είναι μη στάσιμη (non stationary)

	ADF			PP			KPSS	
Variable	intercept	trend		intercept	trend		intercept	trend
Oil_Cons	S	S		S	S		S	S
Elec_Cons	NS	S		S	S		S	NS
Oil_RPrice	S	S		S	S		S	NS
Elec_RPrice	S	S		S	S		S	S
IPI	S	S		S	S		S	S

Πίνακας 9: Αποτελέσματα στασιμότητας από τους ελέγχους σε πρώτες διαφορές για τις περιπτώσεις με σταθερά και σταθερά+τάση για την κατανάλωση ηλεκτρισμού, την κατανάλωση πετρελαίου, την τιμή πετρελαίου, την τιμή ηλεκτρισμού και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Results Table

Variable	Level	1st Difference	Verdict
Oil_Cons	NS	S	I(1)
Elec_Cons	NS	S	I(1)
Oil_RPrice	NS	S	I(1)
Elec_RPrice	NS	S	I(1)
IPI	NS	S	I(1)

Πίνακας 10: Συμπεράσματα στασιμότητας για την κατανάλωση ηλεκτρισμού, την κατανάλωση πετρελαίου, την τιμή πετρελαίου, την τιμή ηλεκτρισμού και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι μεταβλητές είναι μη στάσιμες. Εφόσον είναι μη στάσιμες στον έλεγχο κατά επίπεδο και στάσιμες στον έλεγχο πρώτων διαφορών, οι μεταβλητές έχουν μία μόνο μοναδιαία ρίζα. Συνεπώς, είναι δυνατή η αναζήτηση σχέσης συνολοκλήρωσης μεταξύ αυτών.

Structural Breaks

Η αναζήτηση για δομικές ατέλειες έγινε μέσω του ελέγχου Chow. Το έτος όπου υπήρχε υπόνοια για structural break είναι το 1997 όταν εισήλθε το φυσικό αέριο στις βιομηχανίες. Πραγματοποιήθηκαν δύο τέτοιοι έλεγχοι, ένας για την εξίσωση της κατανάλωσης πετρελαίου και ένας για την εξίσωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος.

Chow Breakpoint Test: 1997
Null Hypothesis: No breaks at specified breakpoints
Varying regressors: All equation variables
Equation Sample: 1990 2017

F-statistic	0.197018	Prob. F(4,20)	0.9370
Log likelihood ratio	1.082119	Prob. Chi-Square(4)	0.8971
Wald Statistic	0.788072	Prob. Chi-Square(4)	0.9400

Chow Test 1: Αποτελέσματα του ελέγχου Chow για την παλινδρόμηση εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής με ενδεχόμενο έτος δομικής ατέλειας το 1997

Η στατιστική F είναι ίση με 0,197. Η εξίσωση υπό μελέτη έχει 4 βαθμούς ελευθερίας αριθμητή και 24 βαθμούς ελευθερίας παρονομαστή. Συνεπώς, η κριτική τιμή της F στατιστικής είναι ίση με 2,78, μεγαλύτερη αυτή που προέκυψε από τον έλεγχο του Chow. Συνεπώς, η μηδενική υπόθεση δεν απορρίπτεται και άρα δεν υπήρξε structural break to 1997.

Chow Breakpoint Test: 1997
Null Hypothesis: No breaks at specified breakpoints
Varying regressors: All equation variables
Equation Sample: 1990 2017

F-statistic	0.087108	Prob. F(4,20)	0.9854
Log likelihood ratio	0.483602	Prob. Chi-Square(4)	0.9751
Wald Statistic	0.348430	Prob. Chi-Square(4)	0.9865

Chow Test 2: Αποτελέσματα του ελέγχου Chow για την παλινδρόμηση εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής με ενδεχόμενο έτος δομικής ατέλειας το 1997

Η στατιστική F είναι ίση με 0,087. Η εξίσωση υπό μελέτη έχει 4 βαθμούς ελευθερίας αριθμητή και 24 βαθμούς ελευθερίας παρονομαστή. Επομένως, η κριτική τιμή της F στατιστικής είναι ίση με 2,78 μεγαλύτερη αυτή που προέκυψε από τον έλεγχο του Chow. Επομένως, η μηδενική υπόθεση δεν μπορεί να απορριφθεί και άρα δεν υπήρξε structural break to 1997.

Ο έλεγχος του Chow τόσο για την εξίσωση της κατανάλωσης πετρελαίου όσο για την εξίσωση κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος έδειξαν πως δεν υπήρξε structural break για το έτος 1997. Συνεπώς, οι χρονοσειρές είναι μη στάσιμες και δεν παρουσιάζουν δομικές ατέλειες.

Spurious Regressions-Μακροχρόνια Διερεύνηση

Για να γίνει αναζήτηση συνολοκλήρωσης πραγματοποιείται αρχικά εκτίμηση της φαινομενικής παλινδρόμησης των μεταβλητών. Στα πλαίσια της εργασίας αυτής, εκτιμώνται δυο τέτοιες παλινδρομήσεις, μία με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και μία με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρισμού. Στην συνέχεια διεξάγεται έλεγχος στασιμότητας των καταλοίπων της κάθε παλινδρόμησης για την διερεύνηση της ύπαρξης ή μη σχέσης συνολοκλήρωσης.

Dependent Variable: LOIL_CONSUMPTION__THOUSA
Method: Least Squares
Date: 08/15/19 Time: 13:21
Sample: 1990 2017
Included observations: 28

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	16.05209	1.109391	14.46928	0.0000
LOIL_RPRICE_POUNDS	0.207952	0.239678	0.867630	0.3942
LELEC_RPRICE_PENCE	-1.034317	0.406187	-2.546405	0.0177
LINDUSTRIAL_PRODUCTION_...	1.668387	0.271443	6.146359	0.0000

R-squared	0.797711	Mean dependent var	6.363076
Adjusted R-squared	0.772425	S.D. dependent var	0.649715
S.E. of regression	0.309946	Akaike info criterion	0.626724
Sum squared resid	2.305591	Schwarz criterion	0.817039
Log likelihood	-4.774133	Hannan-Quinn criter.	0.684905
F-statistic	31.54734	Durbin-Watson stat	0.421774
Prob(F-statistic)	0.000000		

Πίνακας 11: Αποτελέσματα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής

		t-stat	
Resid	ADF	PP	KPSS (LM-stat)
Level intercept	-1,597	-1,844	0,126
Level Intercept+Trend	-1,670	-1,877	0,120
1st Dif intercept	-4,538	-4,533	0,136
1st Dif Intercept+Trend	-4,503	-4,499	0,062

Πίνακας 12: Στατιστική t (με εξαίρεση το KPSS test) από κάθε έλεγχο σε όλες τις περιπτώσεις για τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής

		Stationarity		
Resid	ADF	PP	KPSS (LM-stat)	Verdict
Level intercept	NS	NS	S	NS
Level Intercept+Trend	NS	NS	S	NS
1st Dif intercept	S	S	S	S
1st Dif Intercept+Trend	S	S	S	S

Πίνακας 13: Αποτελέσματα στασιμότητας από κάθε έλεγχο σε όλες τις περιπτώσεις για τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού την τιμή, του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής

Τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής είναι μη στάσιμα στον έλεγχο κατά επίπεδο και στάσιμα στον έλεγχο πρώτων διαφορών. Συνεπώς, αποτελούν μη στάσιμη μεταβλητή με μία μοναδιαία ρίζα. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται πως δεν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών της παλινδρόμησης και ως αποτέλεσμα δεν μπορεί να προσδιοριστεί μια μακροχρόνια σχέση ισορροπίας μεταξύ των μεταβλητών.

Dependent Variable: LELECTRICITY_CONSUMPTION
Method: Least Squares
Date: 10/02/19 Time: 12:39
Sample: 1990 2017
Included observations: 28

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.468807	0.276365	34.26202	0.0000
LOIL_RPRICE_POUNDS	0.079406	0.059707	1.329927	0.1960
LELEC_RPRICE_PENCE	-0.367658	0.101187	-3.633462	0.0013
LINDUSTRIAL_PRODUCTION ...	-0.068849	0.067620	-1.018167	0.3188

R-squared	0.425569	Mean dependent var	9.471169
Adjusted R-squared	0.353765	S.D. dependent var	0.096048
S.E. of regression	0.077212	Akaike info criterion	-2.152969
Sum squared resid	0.143079	Schwarz criterion	-1.962654
Log likelihood	34.14156	Hannan-Quinn criter.	-2.094787
F-statistic	5.926821	Durbin-Watson stat	0.809382
Prob(F-statistic)	0.003562		

Πίνακας 14: Αποτελέσματα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής

		t-stat	
Resid	ADF	PP	KPSS (LM-stat)
Level intercept	-2,482	-2,484	0,119
Level Intercept+Trend	-2,476	-2,468	0,115
1st Dif intercept	-5,233	-5,977	0,318
1st Dif Intercept+Trend	-5,128	-6,363	0,330

Πίνακας 15: Στατιστική t (με εξαίρεση το KPSS test) από κάθε έλεγχο σε όλες τις περιπτώσεις για τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρισμού και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής

		Stationarity		
Resid	ADF	PP	KPSS (LM-stat)	Verdict
Level intercept	NS	NS	S	NS
Level Intercept+Trend	NS	NS	S	NS
1st Dif intercept	S	S	S	S
1st Dif Intercept+Trend	S	S	NS	S

Πίνακας 16: Αποτελέσματα στασιμότητας από κάθε έλεγχο σε όλες τις περιπτώσεις για τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρισμού και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού την τιμή, του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής

Όπως και στην περίπτωση του πετρελαίου, τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρισμού και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής αποτελούν μια μη στάσιμη μεταβλητή με μία μοναδιαία ρίζα. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται πως δεν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών και συνεπώς οι μεταβλητές δεν έχουν μακροχρόνια σχέση ισορροπίας.

Με βάση τους ελέγχους συνολοκλήρωσης, διαπιστώθηκε πως δεν παρουσιάζεται μακροχρόνια σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και των ανεξάρτητων μεταβλητών. Συνεπώς, δεν είναι δυνατή η άντληση πληροφοριών για τις ελαστικότητες σε μακροχρόνια βάση.

Ωστόσο, παρά την έλλειψη συνολοκλήρωσης μεταξύ των τεσσάρων μεταβλητών, πραγματοποιήθηκε έλεγχος για την ύπαρξη συνολοκλήρωσης μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας, του δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και του χρόνου. Συνεπώς, πρόκειται για δύο παλινδρομήσεις, μία με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και μία με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρισμού.

Dependent Variable: LOIL_CONSUMPTION__THOUSA
Method: Least Squares
Date: 08/21/19 Time: 16:14
Sample: 1990 2017
Included observations: 28

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2882.830	905.0018	3.185441	0.0039
LINDUSTRIAL_PRODUCTION_...	-0.869333	0.803937	-1.081345	0.2899
LYEAR	-213.3623	67.32568	-3.169107	0.0040

R-squared	0.815405	Mean dependent var	6.363076
Adjusted R-squared	0.800637	S.D. dependent var	0.649715
S.E. of regression	0.290098	Akaike info criterion	0.463763
Sum squared resid	2.103925	Schwarz criterion	0.606499
Log likelihood	-3.492680	Hannan-Quinn criter.	0.507399
F-statistic	55.21568	Durbin-Watson stat	0.320053
Prob(F-statistic)	0.000000		

Πίνακας 17: Αποτελέσματα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ανεξάρτητες τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και τον χρόνο

	t-stat		
Resid	ADF	PP	KPSS (LM-stat)
Level intercept	-1,666	-1,666	0,147
Level Intercept+Trend	-1,646	-1,646	0,147
1st Dif intercept	-4,248	-4,220	0,138
1st Dif Intercept+Trend	-4,211	-4,153	0,083

Πίνακας 18: Στατιστική t (με εξαίρεση το KPSS test) από κάθε έλεγχο σε όλες τις περιπτώσεις για τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ανεξάρτητες τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και τον χρόνο

		Stationarity		
Resid	ADF	PP	KPSS (LM-stat)	Verdict
Level intercept	NS	NS	S	NS
Level Intercept+Trend	NS	NS	NS	NS
1st Dif intercept	S	S	S	S
1st Dif Intercept+Trend	S	S	S	S

Πίνακας 19: Αποτελέσματα στασιμότητας από κάθε έλεγχο σε όλες τις περιπτώσεις για τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ανεξάρτητες τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και τον χρόνο

Τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ανεξάρτητες τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και τον χρόνο είναι μη στάσιμα σε έλεγχο κατά επίπεδο και στάσιμα σε έλεγχο πρώτων διαφορών. Επομένως, είναι μη στάσιμη μεταβλητή με μία μοναδιαία ρίζα. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται την μη ύπαρξης συνολοκλήρωσης και κατ' επέκταση την αδυναμία προσδιορισμού μιας μακροχρόνιας σχέσης μεταξύ των μεταβλητών.

Dependent Variable: LELECTRICITY_CONSUMPTION
Method: Least Squares
Date: 08/21/19 Time: 16:27
Sample: 1990 2017
Included observations: 28

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	536.3077	275.5570	1.946268	0.0629
LINDUSTRIAL_PRODUCTION_...	-0.548026	0.244785	-2.238809	0.0343
LYEAR	-39.22729	20.49947	-1.913575	0.0672

R-squared	0.216904	Mean dependent var	9.471169
Adjusted R-squared	0.154257	S.D. dependent var	0.096048
S.E. of regression	0.088330	Akaike info criterion	-1.914522
Sum squared resid	0.195054	Schwarz criterion	-1.771786
Log likelihood	29.80331	Hannan-Quinn criter.	-1.870886
F-statistic	3.462287	Durbin-Watson stat	0.685496
Prob(F-statistic)	0.047064		

Πίνακας 20: Αποτελέσματα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και ανεξάρτητες τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και τον χρόνο

	t-stat		
Resid	ADF	PP	KPSS (LM-stat)
Level intercept	-2,749	-2,311	0,150
Level Intercept+Trend	-2,251	-2,230	0,150
1st Dif intercept	-6,238	-8,141	0,256
1st Dif Intercept+Trend	-6,319	-9,771	0,224

Πίνακας 21: Στατιστική t (με εξαίρεση το KPSS test) από κάθε έλεγχο σε όλες τις περιπτώσεις για τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρισμού και ανεξάρτητες τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και τον χρόνο

		Stationarity		
Resid	ADF	PP	KPSS (LM-stat)	Verdict
Level intercept	NS	NS	S	NS
Level Intercept+Trend	NS	NS	NS	NS
1st Dif intercept	S	S	S	S
1st Dif Intercept+Trend	S	S	NS	S

Πίνακας 22: Αποτελέσματα στασιμότητας από κάθε έλεγχο σε όλες τις περιπτώσεις για τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρισμού και ανεξάρτητες τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και τον χρόνο

Τα κατάλοιπα της φαινομενικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρισμού και ανεξάρτητες τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και τον χρόνο είναι μη στάσιμα σε έλεγχο κατά επίπεδο και στάσιμα σε έλεγχο πρώτων διαφορών. Άρα, αποτελούν μη στάσιμη χρονοσειρά και συγκεκριμένα, έχουν μία μοναδιαία ρίζα. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται απουσία συνολοκλήρωσης μεταξύ των μεταβλητών και επομένως δεν είναι δυνατός ο προσδιορισμός μιας μακροχρόνιας σχέσης ισορροπίας μεταξύ αυτών.

Τόσο η προσέγγιση των τεσσάρων όσο και των τριών μεταβλητών δεν εντοπίζουν συνολοκλήρωση μεταξύ των χρονοσειρών και συνεπώς δεν μπορεί να προσδιοριστεί μακροχρόνια σχέση μεταξύ αυτών.

Βραχυχρόνια Διερεύνηση

Οι φαινομενικές παλινδρομήσεις αν και αδυνατούν να παρέχουν πληροφορίες για την μακροχρόνια σχέση των μεταβλητών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των βραχυχρόνιων ελαστικοτήτων. Αυτό επιτυγχάνεται μετατρέποντας την παλινδρόμηση σε μορφή πρώτων διαφορών. Οι συντελεστές της καινούριας εξίσωσης αντιπροσωπεύουν τις βραχυχρόνιες ελαστικότητες. Στα πλαίσια της εργασίας αυτής, σχηματίστηκαν δύο μοντέλα πρώτων διαφορών, ένα με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ένα με εξαρτημένη την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.

Dependent Variable: D(LOIL_CONSUMPTION__THOUSA)
Method: Least Squares
Date: 10/13/19 Time: 17:16
Sample (adjusted): 1991 2017
Included observations: 27 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOIL_RPRICE_POUNDS)	0.103074	0.150632	0.684280	0.5006
D(LELEC_RPRICE_PENCE)	-0.192073	0.412699	-0.465408	0.6460
D(LINDUSTRIAL_PRODUCTION ...	1.017075	0.823887	1.234483	0.2295
RESIDOIL2(-1)	0.026606	0.046252	0.575227	0.5707

R-squared	-0.046956	Mean dependent var	-0.065898
Adjusted R-squared	-0.183516	S.D. dependent var	0.155809
S.E. of regression	0.169504	Akaike info criterion	-0.575926
Sum squared resid	0.660828	Schwarz criterion	-0.383950
Log likelihood	11.77500	Hannan-Quinn criter.	-0.518841
Durbin-Watson stat	1.646428		

Πίνακας 23: Αποτελέσματα της παλινδρόμησης σε πρώτες διαφορές με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής

Dependent:	D(Oil_Cons)		
Variable	Coefficient	Elasticity	p-value
D(Oil_RPrice)	0,103	0,103	0,500
D(Elec_RPrice)	-0,192	-0,192	0,646
D(IPI)	1,017	1,017	0,229

Πίνακας 24 : Πίνακας ελαστικοτήτων που αντιπροσωπεύονται από τους συντελεστές της παλινδρόμηση σε πρώτες διαφορές με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, σε βραχυχρόνια βάση, η ελαστικότητα της κατανάλωσης πετρελαίου ως προς την τιμή του είναι 0,103 με p-value 0,500. Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, το p-value είναι 50%, μεγαλύτερο του διαστήματος εμπιστοσύνης συνεπώς η τιμή του πετρελαίου είναι στατιστικά ασήμαντη και η ελαστικότητα ως προς αυτή είναι πρακτικά μηδέν. Δηλαδή η ζήτηση του πετρελαίου είναι πλήρως ανελαστική και ανεξάρτητη της τιμής.

Η ελαστικότητα της κατανάλωσης του πετρελαίου ως προς την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ίση με -0,192 και έχει p-value 0,646. Το p-value είναι 64,6% και μεγαλύτερο του διαστήματος εμπιστοσύνης 5% επομένως η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι στατιστικά ασήμαντη η ελαστικότητα ως προς την τιμή είναι μηδέν. Το πετρέλαιο και ο ηλεκτρισμός είναι ανεξάρτητα αγαθά.

Τέλος, η ελαστικότητα ως προς τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής είναι 1,017 με p-value 0,229. Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, το p-value είναι 22,95% δηλαδή μεγαλύτερο του 5% και άρα ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής είναι μια στατιστικά ασήμαντη μεταβλητή με συντελεστή πρακτικά ίσο με μηδέν.

Και οι τρεις ελαστικότητες προκύπτουν ίσες με μηδέν που σημαίνει πως η κατανάλωση πετρελαίου δεν επηρεάζεται από καμία εκ των τριών μεταβλητών σε βραχυχρόνια βάση.

Dependent Variable: D(LELECTRICITY CONSUMPTION)
Method: Least Squares
Date: 10/13/19 Time: 17:19
Sample (adjusted): 1991 2017
Included observations: 27 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOIL_RPRICE_POUNDS)	0.039928	0.061541	0.648808	0.5229
D(LELEC_RPRICE_PENCE)	-0.223210	0.166898	-1.337403	0.1942
D(LINDUSTRIAL PRODUCTION ...	-0.121716	0.334403	-0.363981	0.7192
RESIDELEC2(-1)	0.002175	0.033016	0.065876	0.9480

R-squared	0.093326	Mean dependent var	0.000531
Adjusted R-squared	-0.024936	S.D. dependent var	0.067653
S.E. of regression	0.068492	Akaike info criterion	-2.388260
Sum squared resid	0.107895	Schwarz criterion	-2.196285
Log likelihood	36.24151	Hannan-Quinn criter.	-2.331176
Durbin-Watson stat	2.174113		

Πίνακας 25: Αποτελέσματα της παλινδρόμησης σε πρώτες διαφορές με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρισμού και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής

Dependent:	D(Elec_Cons)		
Variable	Coefficient	Elasticity	p-value
D(Oil_RPrice)	0,039	0,039	0,522
D(Elec_RPrice)	-0,223	-0,223	0,194
D(IPI)	-0,121	-0,121	0,719

Πίνακας 26 : Πίνακας ελαστικοτήτων που αντιπροσωπεύονται από τους συντελεστές της παλινδρόμηση σε πρώτες διαφορές με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση ηλεκτρισμού και ανεξάρτητες την τιμή του πετρέλαιού, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής

Σε βραχυχρόνια βάση, η ελαστικότητα του ηλεκτρικού ρεύματος ως προς την τιμή του πετρελαίου είναι ίση με 0,039 και έχει p-value 0,522. Το p-value όντας μεγαλύτερο του διαστήματος εμπιστοσύνης 5% έχει σαν συνέπεια η τιμή του πετρελαίου να αποτελεί μια στατιστικά ασήμαντη μεταβλητή η οποία δεν συνεισφέρει στην παλινδρόμηση και η ελαστικότητα μπορεί να θεωρηθεί ίση με μηδέν. Δηλαδή ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο αποτελούν ανεξάρτητα αγαθά.

Η βραχυχρόνια ελαστικότητα του ηλεκτρικού ρεύματος ως προς την τιμή του είναι αρνητική και ίση με -0,223 έχοντας p-value 0,194. Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, το p-value είναι 19,4% και μεγαλύτερο του διαστήματος εμπιστοσύνης δηλαδή η τιμή του ηλεκτρισμού είναι στατιστικά ασήμαντη στην παλινδρόμησης και η ελαστικότητα ως προς αυτή είναι πρακτικά μηδενική. Συνεπώς, η ζήτηση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι πλήρως ανελαστική.

Τέλος, η ελαστικότητα ως προς τον δείκτη βιομηχανικής παραγωγής είναι -0,121 με p-value ίσο με 0,719. Το p-value ξεπερνάει το επίπεδο σημαντικότητας 5% επομένως ο δείκτης βιομηχανικής η παραγωγής είναι στατιστικά ασήμαντος, δεν επηρεάζει την κατανάλωση ηλεκτρισμού και η ελαστικότητα ως προς αυτόν είναι μηδενική.

Όπως και στην περίπτωση του πετρελαίου, και οι τρεις ελαστικότητες είναι πρακτικά μηδενικές δηλαδή οι μεταβλητές είναι στατιστικά ασήμαντες και δεν επηρεάζουν την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος σε βραχυχρόνια βάση.

Συμπεράσματα

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας έγινε μελέτη της ζήτησης ενέργειας στον βιομηχανικό τομέα της Ελλάδας. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε σε μακροχρόνια και βραχυχρόνια βάση και αφορούσε την περίοδο 1990-2017. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν είναι η κατανάλωση πετρελαίου και η κατανάλωση ηλεκτρισμού στον βιομηχανικό τομέα, οι τιμές του ηλεκτρισμού και του πετρελαίου και ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής.

Η μακροχρόνια προσέγγιση, στηρίχθηκε στην αναζήτηση συνολοκλήρωσης μεταξύ των μεταβλητών. Συγκεκριμένα, η σχέση αυτή αναζητήθηκε μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας (πετρέλαιο ή ηλεκτρισμός) , της τιμής της, της τιμής της άλλης μορφής ενέργειας (πετρέλαιο ή ηλεκτρισμός) και του δείκτη βιομηχανικής παραγωγής. Επίσης, διερεύνηση για συνολοκλήρωση έγινε και μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας, του δείκτη βιομηχανικής παραγωγής και του χρόνου. Τόσο η πρώτη, όσο και η δεύτερη προσέγγιση δεν εντόπισαν συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών. Συνεπώς, δεν γίνεται να προσδιοριστεί μια μακροχρόνια σχέση μεταξύ των μεταβλητών και κατ' επέκταση δεν μπορούν να εκτιμηθούν οι μακροχρόνιες ελαστικότητες.

Σε αντιδιαστολή, στην εργασία Modeling industrial energy demand in Greece using cointegration techniques" (Michael. L. Polemis 2007) βρέθηκε συνολοκλήρωση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας (πετρέλαιο ή ηλεκτρισμός), της τιμής του πετρελαίου, της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος και του δείκτη βιομηχανικής παραγωγής. Επομένως έγινε προσδιορισμός μιας μακροχρόνιας σχέσης μεταξύ των μεταβλητών και εκτίμηση των αντίστοιχων ελαστικοτήτων.

Μία πιθανή εξήγηση για την απουσία συνολοκλήρωσης στην παρούσα εργασία είναι η εγχώρια οικονομική κρίση που ξέσπασε το 2009. Δεδομένο του μικρού μεγέθους του δείγματος, μία έντονη ξαφνική μεταβολή των τιμών των μεταβλητών θα επηρέαζε σημαντικά την συνολική μακροχρόνια σχέση μεταξύ αυτών. Η απότομη αλλαγή της συμπεριφοράς των μεταβλητών στην περίοδο της κρίσης θα μπορούσε να οδηγήσει σε απουσία συνολοκλήρωσης.

Η βραχυχρόνια προσέγγιση, στηρίχθηκε στην μετατροπή των φαινομενικών παλινδρομήσεων σε μορφές πρώτων διαφορών όπου οι συντελεστές των νέων παλινδρομήσεων αντιπροσωπεύουν τις βραχυχρόνιες ελαστικότητες. Εκτιμήθηκαν δύο μοντέλα πρώτων διαφορών, ένα με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση πετρελαίου και ένα με εξαρτημένη την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.

Η βραχυχρόνια ελαστικότητα του πετρελαίου ως προς την τιμή του βρέθηκε θετική ωστόσο η τιμή του πετρελαίου είναι στατιστικά ασήμαντη συνεπώς η ελαστικότητα είναι πρακτικά ίση με μηδέν. Η ζήτηση του πετρελαίου είναι πλήρως ανελαστική και ανεξάρτητη της τιμής. Η ελαστικότητα ως προς την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι αρνητική όμως η τιμή του ρεύματος είναι και αυτή στατιστικά ασήμαντη

επομένως η ελαστικότητα θεωρείται μηδενική. Δηλαδή, ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο αποτελούν ανεξάρτητα αγαθά. Τέλος, ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής αποτελεί επίσης μια μη στατιστικά σημαντική μεταβλητή συνεπώς η ελαστικότητα ως προς αυτόν θεωρείται αμελητέα. Και οι τρεις ελαστικότητες προκύπτουν ίσες με μηδέν που σημαίνει πως η κατανάλωση πετρελαίου δεν επηρεάζεται από καμία εκ των τριών μεταβλητών σε βραχυχρόνια βάση.

Όσον αφορά τον ηλεκτρισμό, η βραχυχρόνια ελαστικότητα ως προς την τιμή του πετρελαίου βρέθηκε θετική αλλά η τιμή του πετρελαίου είναι στατιστικά ασήμαντη επομένως η ελαστικότητα είναι πρακτικά μηδενική . Δηλαδή, Ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο είναι ανεξάρτητα αγαθά. Η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι στατιστικά ασήμαντη συνεπώς η ελαστικότητα ως προς αυτήν είναι αμελητέα. Άρα η ζήτηση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι πλήρως ανελαστική. Τέλος, ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής αποτελεί επίσης μια μη στατιστικά σημαντική μεταβλητή καθιστώντας την ελαστικότητα προς αυτόν πρακτικά μηδέν. Όπως και στην περίπτωση του πετρελαίου, και οι τρεις ελαστικότητες είναι πρακτικά μηδενικές δηλαδή οι μεταβλητές είναι στατιστικά ασήμαντες και δεν επηρεάζουν την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος σε βραχυχρόνια βάση.

Στην εργασία “Modeling industrial energy demand in Greece using cointegration techniques” (Michael. L. Polemis 2007), η βραχυχρόνια ελαστικότητα του πετρελαίου ως προς την τιμή του βρέθηκε αρνητική δηλαδή η κατανάλωση πετρελαίου ακολουθεί τον νόμο της ζήτησης. Επίσης, Η σταυροειδής ελαστικότητα υποδεικνύει πως ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο είναι υποκατάστατα αγαθά δηλαδή ανταγωνιστικές μορφές ενέργειας. Τα αποτελέσματα αυτά διαφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας καθώς στην συγκεκριμένη έρευνα, η ζήτηση του πετρελαίου προέκυψε πλήρως ανελαστική δηλαδή ανεξάρτητη της τιμής ενώ ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο αποτελούν ανεξάρτητα αγαθά.

Η έλλειψη στατιστικής σημαντικότητας των μεταβλητών η οποία είχε ως συνέπεια τον μηδενισμό των ελαστικοτήτων, ενδεχομένως οφείλεται στα μεγάλα τυπικά σφάλματα αυτών τα οποία πηγάζουν από το μικρό μέγεθος του δείγματος. Αυτό σε συνδυασμό με την ενδεχόμενη μεταβλητότητα κατά την περίοδο της κρίσης έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία εύρεσης συνολοκλήρωσης μεταξύ των χρονοσειρών καθώς και την έλλειψη ερμηνευτικής ικανότητας του βραχυχρόνιου υποδείγματος.

Βιβλιογραφία

Labandeira, X., Labeaga, J. M., & López-Otero, X. (2017). A meta-analysis on the price elasticity of energy demand. *Energy Policy*, *102*, 549-568.

Adeyemi, O. I., & Hunt, L. C. (2007). Modelling OECD industrial energy demand: Asymmetric price responses and energy-saving technical change. *Energy Economics*, *29*(4), 693-709.

Polemis, M. L. (2007). Modeling industrial energy demand in Greece using cointegration techniques. *Energy Policy*, *35*(8), 4039-4050.

Polemis, M. L., & Dagoumas, A. S. (2013). The electricity consumption and economic growth nexus: Evidence from Greece. *Energy Policy*, *62*, 798-808.

Dagoumas, A., & Kitsios, F. (2014). Assessing the impact of the economic crisis on energy poverty in Greece. *Sustainable Cities and Society*, *13*, 267-278.

Sardianou Eleni (2008). Barriers to industrial energy efficiency investments in Greece. *Journal of Cleaner Production*, *16*(13), 1416-1423.

Hondroyiannis, G., Lolos, S., & Papapetrou, E. (2002). Energy consumption and economic growth: assessing the evidence from Greece. *Energy Economics*, *24*(4), 319-336.

Zavras, D., Tsiantou, V., Pavi, E., Mylona, K., & Kyriopoulos, J. (2012). Impact of economic crisis and other demographic and socio-economic factors on self-rated health in Greece. *The European Journal of Public Health*, *23*(2), 206-210.

Tsani, S. Z. (2010). Energy consumption and economic growth: A causality analysis for Greece. *Energy Economics*, *32*(3), 582-590.

Diakoulaki, D., Mavrotas, G., Orkopoulos, D., & Papayannakis, L. (2006). A bottom-up decomposition analysis of energy-related CO2 emissions in Greece. *Energy*, *31*(14), 2638-2651.

Hatzigeorgiou, E., Polatidis, H., & Haralambopoulos, D. (2011). CO2 emissions, GDP and energy intensity: a multivariate cointegration and causality analysis for Greece, 1977–2007. *Applied Energy*, *88*(4), 1377-1385.

Samouilidis, J. E., & Mitropoulos, C. S. (1984). Energy and economic growth in industrializing countries: the case of Greece. *Energy Economics*, *6*(3), 191-201.

Roinioti, A., & Koroneos, C. (2017). The decomposition of CO2 emissions from energy use in Greece before and during the economic crisis and their decoupling from economic growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *76*, 448-459.

Papada, L., & Kaliampakos, D. (2016). Measuring energy poverty in Greece. *Energy Policy*, *94*, 157-165.

Lekakis, J. N., & Kousis, M. (2013). Economic crisis, Troika and the environment in Greece. *South European Society and Politics*, *18*(3), 305-331.

Tang, C. F., Shahbaz, M., & Arouri, M. (2013). Re-investigating the electricity consumption and economic growth nexus in Portugal. *Energy Policy*, *62*, 1515-1524.

Papapetrou, E. (2001). Oil price shocks, stock market, economic activity and employment in Greece. *Energy economics*, *23*(5), 511-532.

Dergiades, T., Martinopoulos, G., & Tsoulfidis, L. (2013). Energy consumption and economic growth: Parametric and non-parametric causality testing for the case of Greece. *Energy economics*, *36*, 686-697.

Greening, L. A., Boyd, G., & Roop, J. M. (2007). Modeling of industrial energy consumption: An introduction and context.

Koroneos, C. J., Nanaki, E. A., & Xydis, G. A. (2011). Exergy analysis of the energy use in Greece. *Energy Policy*, *39*(5), 2475-2481.

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Ελευθέριο Φιλιππιάδη, που μου έδωσε την δυνατότητα να μελετήσω το θέμα της εργασίας αυτής και με καθοδήγησε σε όλη την διάρκεια της διεκπεραίωσης της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την υποστήριξη και συμπαράστασή τους κατά την περίοδο της διπλωματικής αλλά και καθ' όλης της ακαδημαϊκής χρονιάς.