



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΙΔΙΩΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ: ΜΙΑ  
ΑΥΤΟΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ (VAR)**

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΓΚΙΝΟΣΑΤΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Γ. ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ**

**ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.**

**ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2014**





**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΙΔΙΩΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ: ΜΙΑ  
ΑΥΤΟΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ (VAR)**

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΓΚΙΝΟΣΑΤΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Γ. ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ**

**ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.**

**ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2014**

(Υπογραφή)

.....  
**ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΓΚΙΝΟΣΑΤΗ**

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

© 2014 – All rights reserved

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

*Καταρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή Ε.Μ.Π. κ. Παναγιώτη Μιχαηλίδη για τη βοήθειά του στην εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Επιπλέον, ευχαριστώ τον κ. Κωνσταντίνο Κωνσταντάκη, Υποψήφιο Διδάκτορα Ε.Μ.Π., για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και όσους με βοήθησαν όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος, θα ήθελα να κάνω μια ιδιαίτερη αναφορά στον Καθηγητή Ε.Μ.Π. κ. Ματθαίο Καρλαύτη, έναν από τους πιο αξιόλογους καθηγητές που είχα την τύχη να γνωρίσω κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.*



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την ανάλυση των χρονολογικών σειρών των πωλήσεων νέων αυτοκινήτων και την εξέταση της εξέλιξής τους σε σχέση με μεταβλητές όπως ο πληθυσμός της Αθήνας και η τιμή των καυσίμων. Ταυτόχρονα εξετάζεται η σχέση των μεταβλητών σε ένα υπόδειγμα VAR. Οι μεταβλητές περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (Α.Ε.Π.), την ανεργία, τα τέλη ταξινόμησης. Τα δεδομένα που αναλύθηκαν αφορούν την περίοδο από το Σεπτέμβριο του 2000 ως το Σεπτέμβριο του 2012. Στην περίοδο, προφανώς, περιλαμβάνονται και τα έτη από το 2010 και μετά, οπότε ξέσπασε στην Ελλάδα η οικονομική κρίση. Οι επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης είναι φανερές κατά την εξέταση των δεδομένων. Η ανάλυση έγινε με τη χρήση κατάλληλων υποδειγμάτων και μεθόδων που αναφέρονται στην εργασία. Για την επίλυση των μοντέλων που καταστρώθηκαν χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα STATA. Τέλος, εκτιμήθηκαν μέσω διαγραμμάτων οι αντιδράσεις μιας μεταβλητής κατά τη διαταραχή μιας άλλης.

Λέξεις κλειδιά: Συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων, Οικονομική κρίση, Χρονολογικές σειρές, υπόδειγμα VAR.





## ABSTRACT

This diploma thesis focuses on car sales in Athens, Greece in the period 2000-2012 using monthly data in a time series analysis framework. Meanwhile, a real time VAR model using several endogenous and exogenous variables such as gross domestic product (G.D.P.), unemployment, registration taxes and new car sales is employed. The impact of the recent crisis on the Greek economy is evident in our analysis.

Keywords: Total car sales, Economic crisis, Time series, VAR model.



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την ανάλυση των χρονολογικών σειρών των πωλήσεων νέων αυτοκινήτων και την εξέταση της εξέλιξής τους σε σχέση με τις χρονολογικές σειρές μεταβλητών όπως ο πληθυσμός της Αθήνας και η τιμή των καυσίμων. Ταυτόχρονα, εξετάζεται η σχέση μεταβλητών όπως το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (Α.Ε.Π.), η ανεργία, τα τέλη ταξινόμησης καθώς και άλλων οικονομικών μεταβλητών με τις πωλήσεις αυτοκινήτων. Πιο συγκεκριμένα, οι μεταβλητές που εξετάστηκαν είναι οι συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων, το Α.Ε.Π., το ποσοστό ανεργίας, η τιμή των καυσίμων, ο πληθυσμός της Αθήνας, τα τέλη ταξινόμησης, τα τεκμήρια φορολόγησης, τα δάνεια και η οικονομική κρίση.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν την περίοδο από το Σεπτέμβριο του 2000 ως το Σεπτέμβριο του 2012. Η ιδιαιτερότητα αυτής της περιόδου έγκειται στο γεγονός ότι περιλαμβάνονται δύο περίοδοι με αντίθετα χαρακτηριστικά: η περίοδος 2000 - 2009 η οποία είναι περίοδος οικονομικής ανάπτυξης με συνεχή άνοδο του Α.Ε.Π. και η περίοδος 2010 – 2012 η οποία είναι περίοδος οικονομικής κάμψης και μάλιστα με απότομες μεταβολές των οικονομικών μεταβλητών, δηλαδή πτώση του Α.Ε.Π. και κατακόρυφη άνοδο της ανεργίας. Οι επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης είναι φανερές στην πλειοψηφία των χρονολογικών σειρών των δεδομένων.

Η ανάλυση έγινε με τη χρήση κατάλληλων υποδειγμάτων και μεθόδων. Πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι μοναδιαίας ρίζας, έλεγχος αιτιότητας Granger, ανάλυση VAR υποδείγματος, έλεγχος συνολοκλήρωσης, έλεγχος ευστάθειας και κατάστρωση συναρτήσεων απόκρισης GIRF, όπου εξετάστηκε η αντίδραση μιας εκ των μεταβλητών των πωλήσεων αυτοκινήτων, του πληθυσμού και της τιμής των καυσίμων στην απρόβλεπτη διαταραχή κάποιας από τις υπόλοιπες.

Για την εκτίμηση των μοντέλων που καταστρώθηκαν χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό πακέτο STATA.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	7
Abstract .....	9
Πρόλογος.....	11
Εισαγωγή .....	15
<b>1. Θεωρητικό πλαίσιο.....</b>	<b>21</b>
1.1 Οικονομία και παγκόσμια οικονομική κρίση .....	23
1.2 Οικονομική κρίση στην Ελλάδα .....	23
1.3 Τομέας πωλήσεων αυτοκινήτων .....	25
1.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....	27
<b>2. Μεθοδολογικό πλαίσιο.....</b>	<b>33</b>
2.1 Στασιμότητα .....	35
2.2 Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας .....	37
2.3 Αιτιότητα κατά Granger .....	39
2.3.1 Υπόδειγμα VAR και αιτιότητα Granger.....	40
2.4 Αυτοπαλίνδρομο διανυσματικό υπόδειγμα (Vector Autoregression Model- VAR).....	42
2.5 Κριτήριο επιλογής τάξης υποδείγματος .....	44
2.6 Συνολοκλήρωση.....	45
2.6.1 Μέθοδος Johansen .....	46
2.7 Ευστάθεια.....	49
2.8 Συναρτήσεις δυναμικών αποκρίσεων .....	50
<b>3. Εμπειρικό πλαίσιο.....</b>	<b>53</b>
3.1 Επεξεργασία δεδομένων .....	55
3.2 Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας .....	55
3.3 Επιλογή πλήθους υστερήσεων για έλεγχο αιτιότητας Granger .....	56
3.4 Έλεγχος αιτιότητας Granger.....	58
3.5 Επιλογή πλήθους υστερήσεων μοντέλου VAR.....	59
3.6 Έλεγχος συνολοκλήρωσης (cointegration test).....	59
3.7 Συναρτήσεις απόκρισης (GIRF) .....	60
<b>4. Συμπεράσματα .....</b>	<b>65</b>
4.1 Συμπεράσματα .....	67
4.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα .....	67

<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>69</b>
<b>Παράρτημα .....</b>	<b>75</b>
Π1. Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας.....	77
Π2. Επιλογή πλήθους υστερήσεων για έλεγχο αιτιότητας GRANGER .....	80
Π3. Έλεγχος αιτιότητας GRANGER.....	81
Π4. Επιλογή πλήθους υστερήσεων μοντέλου VAR .....	82
Π5. Επίλυση μοντέλου VAR .....	83
Π6. Έλεγχος Συνολοκλήρωσης. ....	84
Π7. Έλεγχος ευστάθειας.....	85
Π8. Συναρτήσεις απόκρισης GIRF.....	86

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

### ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 3.1 Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας.....	56
Πίνακας 3.2 Επιλογή πλήθους υστερήσεων για έλεγχο αιτιότητας Granger.....	57
Πίνακας 3.3 Αποτελέσματα ελέγχου αιτιότητας κατά Granger .....	58
Πίνακας 3.4 Τάξη υποδείγματος VAR .....	59
Πίνακας 3.5 Έλεγχος συνολοκλήρωσης Johansen .....	60
Πίνακας 3.6. Έλεγχος ευστάθειας VAR υποδείγματος.....	63

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 3.1 Συναρτήσεις απόκρισης.....	62
Διάγραμμα 3.2 Διάγραμμα ευστάθειας.....	63

# Εισαγωγή





## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **Χρονολογικές σειρές**

Η μελέτη και η ανάλυση χρονολογικών σειρών αποτελεί σημαντικό κεφάλαιο για διάφορους κλάδους της επιστήμης, όπως οι οικονομικές και κοινωνικές επιστήμες, αλλά και για την ιατρική, τη φυσική και άλλα πεδία. Βασικό χαρακτηριστικό κάθε χρονολογικής σειράς αποτελεί η συσχέτιση που παρατηρείται μεταξύ διαδοχικών τιμών της καθώς ο βαθμός και η φύση της αλληλεξάρτησης αυτής αποτελεί το κύριο αντικείμενο μελέτης και ανάλυσης. Η ανάλυση των χρονολογικών σειρών πραγματοποιείται συνήθως σε δύο στάδια. Το πρώτο είναι κυρίως περιγραφικό με σκοπό την παρατήρηση και την ανάλυση των δεδομένων ώστε να προσδιοριστούν τα βασικά χαρακτηριστικά και η συμπεριφορά της χρονολογικής σειράς. Το δεύτερο στάδιο είναι η διαδικασία κατασκευής του υποδείγματος της χρονολογικής σειράς που πιθανώς αυτή να ακολουθεί.

Κύριος σκοπός της ανάλυσης μιας χρονολογικής σειράς είναι η χρησιμοποίηση αυτής στη διενέργεια προβλέψεων. Η κατασκευή του υποδείγματος χρονολογικής σειράς για κάποια σειρά δεδομένων οδηγεί στην επιλογή μεθόδου πρόβλεψης για τη μελλοντική εξέλιξη της σειράς αυτής. Οι μέθοδοι πρόβλεψης διαχωρίζονται σε υποκειμενικές ή ποιοτικές (subjective or qualitative) και σε αντικειμενικές ή ποσοτικές (objective or quantitative). Η πρώτη κατηγορία στηρίζεται σε ποιοτικά δεδομένα. Αντίθετα η δεύτερη κατηγορία στηρίζεται σε κάποιο μαθηματικό ή στατιστικό υπόδειγμα που εφαρμόζεται σε ποσοτικά δεδομένα. Τα υποδείγματα αυτά που αφορούν αντικειμενικές ή ποσοτικές μεθόδους πρόβλεψης διακρίνονται σε αιτιακά και μη αιτιακά. Με τα αιτιακά υποδείγματα γίνονται προβλέψεις μιας μεταβλητής με βάση τη σχέση που συνδέει αυτή τη μεταβλητή με άλλες σχετιζόμενες μεταβλητές, ενώ με τα μη αιτιακά η πρόβλεψη στηρίζεται αποκλειστικά στις προηγούμενες τιμές της ίδιας χρονολογικής σειράς.

### **Πωλήσεις αυτοκινήτων**

Ο τομέας παραγωγής και πώλησης αυτοκινήτων αποτελεί έναν από τους κλάδους της βιομηχανίας οι οποίοι κατά τη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα γνώρισαν μεγάλη ανάπτυξη με αποτέλεσμα να είναι από τους πλέον σημαντικούς στην οικονομία των χωρών στις οποίες αναπτύχθηκαν. Χαρακτηριστικά αναφέρεται πως το 2009 στην Ισπανία, η οποία ήταν όγδοη στην παραγωγή αυτοκινήτων

παγκοσμίως κατά τη χρονιά αυτή, η αυτοκινητοβιομηχανία παρήγαγε το 3,5% του Α.Ε.Π. και απασχολούσε το 9% του εργατικού δυναμικού.

Η εξέλιξη της χρονολογικής σειράς των πωλήσεων αυτοκινήτων αποτελεί σημαντικό αντικείμενο μελέτης παγκοσμίως. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες ενδιαφέρονται να γνωρίζουν τις τάσεις των καταναλωτών πραγματοποιώντας σχετικές έρευνες ώστε να είναι σε θέση να ρυθμίσουν την παραγωγή τους και να επιλέξουν σε ποια χρονική στιγμή θα επιχειρήσουν επέκταση των δραστηριοτήτων τους. Τα τελευταία χρόνια οι έρευνες έχουν στραφεί και στην αναζήτηση σχέσεων μεταξύ των πωλήσεων αυτοκινήτων και μακροοικονομικών μεταβλητών, όπως το Α.Ε.Π., ο πληθωρισμός, τα επιτόκια κ.α.

Ο τομέας των πωλήσεων αυτοκινήτων αποτελεί σημαντικό τομέα για το εμπόριο στη χώρα μας. Παρά το γεγονός πως στην Ελλάδα δεν υπάρχει ανεπτυγμένη βιομηχανία παραγωγής αυτοκινήτων, η ύπαρξη της οποίας θα συνέβαλε φυσικά στα οικονομικά μεγέθη της χώρας, οι πωλήσεις των αυτοκινήτων αποτελούν πηγή εσόδων για το κράτος. Τα έσοδα προέρχονται από διάφορες άμεσες ή έμμεσες εισφορές όπως ο φόρος προστιθέμενης αξίας, τα τέλη ταξινόμησης, τα τέλη κυκλοφορίας, τα έσοδα από τα τεκμήρια φορολόγησης των κατόχων αυτοκινήτων. Παράλληλα, ο τομέας αυτός αποτελεί κύριο τομέα απασχόλησης για μεγάλο αριθμό εργαζομένων και επιχειρήσεων στους κλάδους του εμπορίου και της παροχής υπηρεσιών. Συνεπώς, η εξέλιξη των πωλήσεων στην Ελλάδα έχει σημαντικές επιπτώσεις στην εγχώρια οικονομία.

### **Αντικείμενο διπλωματικής εργασίας**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάστηκε η σχέση των πωλήσεων αυτοκινήτων με διάφορες μεταβλητές, μακροοικονομικές και μη. Οι μεταβλητές που εξετάστηκαν είναι το Α.Ε.Π., το ποσοστό ανεργίας, η τιμή των καυσίμων, ο πληθυσμός της Αθήνας, τα τέλη ταξινόμησης, τα τεκμήρια φορολόγησης, τα δάνεια και η οικονομική κρίση. Οι χρονολογικές σειρές των παραπάνω μεταβλητών εξετάστηκαν για την περίοδο από το Σεπτέμβριο του 2000 ως το Σεπτέμβριο του 2012.

Η ιδιαιτερότητα της συγκεκριμένης χρονικής περιόδου έγκειται στο ότι ουσιαστικά αποτελείται από δυο περιόδους με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Οι περίοδοι αυτοί είναι α) 2000 – 2009 η οποία είναι περίοδος οικονομικής ανάπτυξης και β) 2010-2012, η οποία είναι περίοδος ύφεσης. Η οικονομική κρίση μετέβαλλε τα χαρακτηριστικά των περισσότερων από τις υπό εξέταση μεταβλητές όπως οι πωλήσεις των αυτοκινήτων, το Α.Ε.Π., την ανεργία κ.α.

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αναλύθηκαν οι χρονολογικές σειρές των μεταβλητών με τη χρήση σύγχρονων μεθόδων. Κατ' αρχήν, έγινε έλεγχος μοναδιαίας ρίζας για την εξακρίβωση στασιμότητας ή όχι των μεταβλητών αυτών. Στη συνέχεια, αφού επιλέχθηκε το πλήθος των υστερήσεων, πραγματοποιήθηκε έλεγχος αιτιότητας Granger. Κατόπιν εκτιμήθηκε το υπόδειγμα VAR, αφού επιλέχθηκε το πλήθος των υστερήσεων. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος συνολοκλήρωσης με τη μέθοδο Johansen και καταστρώθηκαν οι συναρτήσεις απόκρισης GIRF, οι οποίες ελέγχθηκαν για την ευστάθειά τους.

Με τη χρήση των συναρτήσεων απόκρισης ήταν δυνατό να εξαχθούν συμπεράσματα για τις αντιδράσεις των μεταβλητών στη διαταραχή μιας άλλης. Οι μεταβλητές αυτές ήταν οι συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων, ο πληθυσμός της πρωτεύουσας και η τιμή των καυσίμων. Εξετάστηκαν, ανά ζεύγη, για την επιρροή της απρόβλεπτης διαταραχής της μιας στην άλλη.



# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

## **Θεωρητικό πλαίσιο**



# **1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ**

## **1.1 Οικονομία και παγκόσμια οικονομική κρίση**

Η οικονομική δραστηριότητα δεν ακολουθεί γραμμική πορεία αλλά κυκλική με ορισμένες φάσεις του οικονομικού κύκλου να είναι ανοδικές και ορισμένες καθοδικές. Σε περιόδους οικονομικής μεγέθυνσης, ο ετήσιος ρυθμός μεταβολής του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Α.Ε.Π.) μιας χώρας είναι θετικός ενώ όταν είναι αρνητικός η οικονομία βρίσκεται σε περίοδο οικονομικής κάμψης.

Κατά την περίοδο 2002-2007 παρατηρήθηκαν σε παγκόσμιο επίπεδο ταχείς ρυθμοί οικονομικής μεγέθυνσης του Α.Ε.Π.. Η συνεχής ανάπτυξη, ήδη από τη δεκαετία του 1990 και έπειτα, έκανε πολλούς να πιστεύουν ότι η εποχή των οικονομικών κρίσεων είχε παρέλθει. Ωστόσο, οι ρυθμοί ανάπτυξης, υπακούοντας στη λογική των οικονομικών κύκλων, επιβραδύνθηκαν και οδηγήθηκαν σε αρνητικούς αριθμούς (ύφεση).

Η παγκόσμια οικονομική κρίση ξεκίνησε το 2007 από τις Η.Π.Α. όταν ξεκίνησε η αναστροφή της συνεχούς ανοδικής τάσης της αγοράς ακινήτων και συνοδεύτηκε από την κρίση στην αγορά ενυπόθηκων δανείων. Η αγορά χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών άρχισε να κλυδωνίζεται με αποτέλεσμα να επηρεαστεί το σύνολο του χρηματοπιστωτικού τομέα στις Η.Π.Α. αρχικά, και στη συνέχεια στην Ευρώπη και να οδηγηθούν σε κατάρρευση τραπεζικές επιχειρήσεις.

Για τη στήριξη αυτών υιοθετήθηκαν από τις οικονομίες των Η.Π.Α., της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της Ιαπωνίας και άλλων δημοσιονομικά πακέτα για τη διασφάλιση του χρηματοπιστωτικού συστήματος. Με την εφαρμογή αυτών των μέτρων η κρίση εξελίχθηκε σε κρίση δημοσίου χρέους. Η κρίση αυτή επηρέασε άμεσα την Ελλάδα, η οποία είχε ήδη αυξημένο δημόσιο χρέος ως ποσοστό του Α.Ε.Π.

## **1.2 Οικονομική κρίση στην Ελλάδα**

Είναι γεγονός ότι ο τρόπος ζωής στην Ελλάδα σήμερα έχει, σε μεγάλο βαθμό καθορισθεί από την οικονομική κρίση που ξέσπασε τα τελευταία χρόνια. Η προσφυγή της Ελλάδας, το 2010, στους οργανισμούς του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου, της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας και της

Ευρωπαϊκής Ένωσης για οικονομική στήριξη με σκοπό την αντιμετώπιση του δημοσίου χρέους ήταν αναμφισβήτητο το κυριότερο γεγονός της οικονομικής πορείας της χώρας. Παράλληλα, τα μνημόνια συνεργασίας που κλήθηκε να υπογράψει η χώρα μας με τους οργανισμούς αυτούς, για τη λήψη οικονομικής βοήθειας, επηρέασαν όχι μόνο τα οικονομικά μεγέθη αλλά και σχεδόν όλους τα επίπεδα της κοινωνικής ζωής.

Η οικονομική κρίση είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του Α.Ε.Π. τα τελευταία χρόνια. Η οικονομία της χώρας, από το σημείο που πριν μερικά χρόνια παρουσίαζε αξιοσημείωτους ρυθμούς ανάπτυξης, από το 2009 και μετά είναι σε συνεχή ύφεση. Χαρακτηριστικό είναι το στοιχείο ότι το Α.Ε.Π. σε τιμές 2005, το τρίτο τρίμηνο του 2008 ήταν 55247 εκατομμύρια ευρώ ενώ το αντίστοιχο τρίμηνο του 2012 ήταν 44755 εκατομμύρια ευρώ, δηλαδή παρουσίασε μια συνολική μείωση της τάξης του 19%. Η ύφεση, ακόμα και σήμερα, δεν έχει ξεπεραστεί αφού σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής η μεταβολή του Α.Ε.Π. για το δεύτερο τρίμηνο του 2014 ήταν -0,3% σε σχέση με το αντίστοιχο τρίμηνο του 2013 (ΕΛ.ΣΤΑΤ. Σεπτέμβριος 2014).

Ένα από τα μεγέθη που επηρεάστηκαν περισσότερο λόγω της οικονομικής κρίσης είναι το ποσοστό της ανεργίας. Πριν το ξέσπασμα της οικονομικής κρίσης, το ποσοστό της ανεργίας διατηρούσε μια καθοδική πορεία με μικρή μείωση ανά έτος. Στα τέλη του 2009 το ποσοστό ήταν περί το 10%. Μετά το 2010 η ανεργία ξεκίνησε μια δραματικά ανοδική πορεία με αποτέλεσμα σήμερα να βρίσκεται στο ιστορικά πολύ υψηλό επίπεδο του 26,6% (ΕΛ.ΣΤΑΤ 2014).

Ταυτόχρονα, παρατηρήθηκε σημαντική μέση μείωση εισοδημάτων για το σύνολο, σχεδόν, των πολιτών. Για τους εργαζόμενους, η μείωση οφείλεται είτε στην εφαρμογή των νόμων που ψηφίστηκαν στα πλαίσια των μνημονίων συνεργασίας όπως π.χ. μείωση κατώτατου βασικού μισθού, κατάργηση 13ου και 14ου μισθού στο δημόσιο τομέα, είτε στην υιοθέτηση από πλευράς επιχειρήσεων μορφών εργασίας μερικής απασχόλησης. Για τους συνταξιούχους, η μείωση ήταν αποτέλεσμα των περικοπών που εφαρμόστηκαν ενώ και για τους ελεύθερους επαγγελματίες η πτώση του τζίρου που πραγματοποιήθηκε σε όλους τους τομείς του εμπορίου και της παροχής υπηρεσιών είχε εμφανή αποτελέσματα στα εισοδήματά τους.

Το ξέσπασμα της ανεργίας, σε συνδυασμό με τη μείωση των εισοδημάτων, πέρα από τις σημαντικότερες κοινωνικές επιπτώσεις, είχε γενικότερα ως αποτέλεσμα τη μείωση της αγοραστικής δύναμης των καταναλωτών. Οι καταναλωτές αναγκάστηκαν να μεταβάλουν τις αγοραστικές τους συνήθειες, ακόμα και όσον αφορά βασικά καταναλωτικά αγαθά. Χαρακτηριστικά είναι τα



στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής, σύμφωνα με τα οποία κατά το 2008 τα νοικοκυριά ξόδευαν μηνιαία για αγορές 2117,67 ευρώ ενώ το 2012 ξόδευαν 1637,10 ευρώ. Παρουσιάστηκε δηλαδή μια μείωση της τάξης του 22,6% σε μόλις τέσσερα χρόνια.

### **1.3 Τομέας πωλήσεων αυτοκινήτων**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, όπως προαναφέρθηκε, εξετάζεται η εξέλιξη των πωλήσεων νέων αυτοκινήτων από το 2000 ως το 2012. Η συγκεκριμένη περίοδος περιλαμβάνει τα έτη 2000 – 2009 τα οποία ήταν έτη οικονομικής ανάπτυξης για την ελληνική οικονομία καθώς και τα έτη 2010 – 2012 τα οποία ήταν τα πρώτα έτη της οικονομικής κρίσης και έτη ύφεσης για την οικονομία της χώρας.

Ο τομέας των πωλήσεων αυτοκινήτων είναι ένας από τους τομείς που δέχθηκαν ισχυρό πλήγμα κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης. Ήδη κατά τη διάρκεια του 2010 σύμφωνα με το Σύνδεσμο Εισαγωγέων Αντιπροσώπων Αυτοκινήτων (Σ.Ε.Α.Α.) κατέγραψε πτώση της τάξης του 46,8%, σε σχέση με το μέσο όρο της προηγούμενης εξαετίας, ενώ κατά το δεύτερο εξάμηνο του 2010 η πτώση έφθανε το 62,8%.

Η πτώση των πωλήσεων νέων αυτοκινήτων έχει διάφορα αίτια τα οποία προκλήθηκαν από την οικονομική κρίση. Η μείωση της αγοραστικής δύναμης του καταναλωτικού κοινού όπως αναφέρθηκε προηγουμένα, είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των συνολικών μεταβιβάσεων αυτοκινήτων αλλά, κύρια, ώθησε το καταναλωτικό κοινό στην αγορά των μεταχειρισμένων αυτοκινήτων.

Η αύξηση των τελών ταξινόμησης καθώς και των τελών κυκλοφορίας ιδιαίτερα για τα οχήματα μεγάλου κυβισμού σε συνδυασμό με τη θέσπιση φορολογικών τεκμηρίων από την κατοχή αυτοκινήτων ήταν φορολογικά μέτρα που επιβάρυναν το συγκεκριμένο τομέα πωλήσεων. Ταυτόχρονα, η θέσπιση επιπλέον φορολογικών μέτρων, όπως ο φόρος πολυτελείας για τα αυτοκίνητα μεγάλου κυβισμού, μετέβαλλε τα χαρακτηριστικά της αγοράς, αφού οι καταναλωτές στράφηκαν σε χαμηλότερου κυβισμού αυτοκίνητα. Ειδικότερα, τα μέτρα που θεσπίστηκαν από το 2009 και μετά και αφορούσαν την κατοχή αυτοκινήτων ήταν:

- α) επιβολή φόρου πολυτελείας στα αυτοκίνητα υψηλής εργοστασιακής αξίας (άνω των 20000 ευρώ)
- β) αύξηση των τελών κυκλοφορίας ιδιαίτερα για τα οχήματα ιδιωτικής χρήσης μεγάλου κυβισμού (άνω των 2000 κυβικών εκατοστών)

γ) επιβολή φόρου πολυτελούς διαβίωσης για τα αυτοκίνητα άνω των 1929 κυβικών εκατοστών. Ο φόρος ίσχυσε το 2011, καταργήθηκε το 2012 και επανήλθε το 2013.

δ) θέσπιση τεκμηρίων διαβίωσης το 2010 για όλα τα αυτοκίνητα.

Τα τεκμήρια διαβίωσης για την κτήση αυτοκινήτων ίσχυαν ως το 2004 οπότε καταργήθηκαν για το μεγαλύτερο αριθμό οχημάτων και συνέχισαν να ισχύουν μόνο για αυτοκίνητα των οποίων η εργοστασιακή αξία ήταν άνω των 50000 ευρώ.

Στοιχείο που επηρέασε τον αριθμό των πωλήσεων αυτοκινήτων φαίνεται να είναι και η αύξηση της τιμής των καυσίμων τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας, κατά τον Αύγουστο του 2008, η τιμή της αμόλυβδης βενζίνης 95 οκτανίων ήταν περί το 1,25 ευρώ και κατά τον Αύγουστο του 2012 ήταν περί το 1,77 ευρώ. Η αύξηση αυτή οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στην αύξηση της διεθνούς τιμής του πετρελαίου. Η μείωση των μετακινήσεων με ιδιωτικής χρήσης οχήματα, η αύξηση των μετακινήσεων των επιβατών με μέσα μαζικής μεταφοράς και η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στο κέντρο των Αθηνών, κατά τη διάρκεια των χρόνων της οικονομικής κρίσης, είναι γεγονότα τα οποία μπορούν να αποδοθούν σε κάποιο βαθμό στην αύξηση της τιμής της βενζίνης, χωρίς φυσικά αυτό να αποτελεί το μοναδικό αίτιο.

Η αύξηση της τιμής των καυσίμων και η εφαρμογή φορολογικών μέτρων για τα μεγάλα κυβισμού αυτοκίνητα οδήγησε τους καταναλωτές σε χαμηλότερου κυβισμού αυτοκίνητα σε σχέση με τις παλαιότερες χρονιές. Είναι χαρακτηριστικό, πως για τον Αύγουστο του 2014, σύμφωνα με στοιχεία του Σ.Ε.Α.Α., το 91,5% των συνολικών ταξινομήσεων επιβατικών αυτοκινήτων αφορούσε αυτοκίνητα με κινητήρα ως 1600 κυβικά εκατοστά.

Η οικονομική κρίση είχε σημαντικές επιπτώσεις στο χρηματοπιστωτικό τομέα της χώρας. Οι τράπεζες βρέθηκαν με μεγάλο αριθμό μη εξυπηρετούμενων δανείων, αφού οι πελάτες τους, λόγω της δεινής οικονομικής θέσης στην οποία περιήλθαν, δεν ήταν σε θέση να αποπληρώσουν. Πραγματοποιήθηκε ανακεφαλαιοποίηση των τραπεζών με μηχανισμούς που θεσπίστηκαν για το συγκεκριμένο ζήτημα. Τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα εφάρμοσαν πλέον αυστηρότερους κανόνες για την παροχή δανείων, όλων των μορφών. Τα καταναλωτικά δάνεια που δίδονταν για την αγορά αυτοκινήτων υπόκεινται πλέον σε αυστηρότερα κριτήρια, γεγονός που επηρέασε τις πωλήσεις νέων αυτοκινήτων.

Παρά το γεγονός πως το σύνολο των οχημάτων που κυκλοφορούν στην Ελλάδα έχουν κατασκευαστεί σε άλλες χώρες, αφού δεν υπάρχει

αυτοκινητοβιομηχανία στη χώρα, ο τομέας των πωλήσεων αυτοκινήτων είναι ένας τομέας σημαντικός για τα δημοσιονομικά έσοδα και η κατακόρυφη πτώση των πωλήσεων αντικατοπτρίζεται σε οικονομικά μεγέθη. Το άθροισμα εσόδων τέλους ταξινόμησης και Φ.Π.Α. για το σύνολο του 2010 έφτασε μόλις τα 550 εκατομμύρια ευρώ, ενώ τα αντίστοιχα έσοδα το 2009 ανήλθαν σε 940 εκατομμύρια ευρώ. Συνεπώς, η μείωση των πωλήσεων από το 2009 στο 2010 είχε αποτέλεσμα την υστέρηση των δημοσιονομικών εσόδων κατά 390 εκατομμύρια ευρώ.

Κατά το 2014, η αγορά των πωλήσεων αυτοκινήτων κατέγραψε άνοδο. Για το πρώτο οκτάμηνο του 2014 ταξινομήθηκαν συνολικά 48789 επιβατικά οχήματα σε σχέση με τα 40198 που ταξινομήθηκαν την ίδια περίοδο πέρυσι, σημειώνοντας αύξηση 21,4%. Ωστόσο η αύξηση δε σημαίνει σε καμία περίπτωση επαναφορά της αγοράς στα επίπεδα πριν τη κρίση.

Στην παρούσα εργασία, μελετώνται οι χρονολογικές σειρές των πωλήσεων αυτοκινήτων κατά τα έτη 2000 – 2012, καθώς και διαφόρων μακροοικονομικών μεγεθών, όπως του Α.Ε.Π. και της ανεργίας, και εξετάζεται κατά πόσο υπάρχει σχέση αιτιότητας μεταξύ της εξέλιξης αυτών των μεταβλητών και άλλων, όπως των φορολογικών τεκμηρίων, των τελών ταξινόμησης, του πληθυσμού της Αθήνας. Η ιδιαιτερότητα της περιόδου αυτής προαναφέρθηκε και συνίσταται στο γεγονός πως περιλαμβάνει έτη οικονομικής ανάπτυξης αλλά και έτη οικονομικής κάμψης. Το γεγονός πως η οικονομική κρίση συνεχίζεται δεν δίνει ακόμα τη δυνατότητα να εκτιμηθούν συνολικά οι επιπτώσεις της στο πεδίο των πωλήσεων νέων αυτοκινήτων, κάτι το οποίο θα είναι δυνατό στο μέλλον, όταν και θα έχει ξεπεραστεί η κρίση.

Για την ανάλυση των χρονολογικών σειρών των μεταβλητών που εξετάστηκαν χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι ανάλυσης στο πεδίο του χρόνου. Αναζητήθηκαν σχέσεις αιτιότητας μεταξύ των μεταβλητών και εκτιμήθηκαν οι συναρτήσεις απόκρισης (response functions) οι οποίες μπορούν να αποτυπώσουν τις αντιδράσεις των τρεχουσών και μελλοντικών τιμών κατά τη μεταβολή κάποιων από των υπολοίπων μεταβλητών του υποδείγματος. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε, αναλύεται σε επόμενο κεφάλαιο.

#### **1.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση**

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές αναφορές για έρευνες σχετικά με τη συσχέτιση των χρονολογικών σειρών μακροοικονομικών ή κοινωνικοοικονομικών μεταβλητών και πωλήσεων αγαθών. Οι περισσότερες έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια και χρησιμοποιούν σύγχρονες μεθόδους ανάλυσης των χρονολογικών σειρών. Η ανάλυση των

χρονολογικών σειρών γίνεται είτε στο πεδίο του χρόνου (time domain) είτε στο πεδίο των συχνοτήτων (frequency domain) χρησιμοποιώντας τη φασματική ανάλυση.

Οι αναλύσεις των χρονολογικών σειρών και η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ μεταβλητών είναι αναγκαίες ώστε να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν στη διενέργεια προβλέψεων, είτε ποιοτικά είτε ποσοτικά. Στη συνέχεια αναφέρονται τα γενικά χαρακτηριστικά κάποιων σχετικών ερευνών.

Οι Beyzatlar et al. (2014) ερεύνησαν, μεταξύ άλλων, τη σχέση μεταξύ Α.Ε.Π. και κατανάλωσης καυσίμων οδικών μεταφορών (κιλά ισοδύναμου πετρελαίου κατά κεφαλή- GAS) για τις χώρες της ΕΕ-15 για την περίοδο μεταξύ 1970 και 2008.

Η έρευνα έγινε χρησιμοποιώντας ελέγχους ύπαρξης αιτιότητας κατά Granger.

Με βάση τους ελέγχους που πραγματοποίησαν κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι για την Ελλάδα η σχέση μεταξύ Α.Ε.Π. και μονάδων GAS είναι αμφίδρομη, δηλαδή πως υπάρχει αιτιότητα κατά Granger και προς τις δύο κατευθύνσεις μεταξύ των μεταβλητών (αμφίδρομη σχέση αιτιότητας). Γενικότερα, τα ευρήματα της έρευνας για το σύνολο των χωρών που ερευνήθηκαν είναι ότι η κύρια σχέση μεταξύ Α.Ε.Π. και GAS είναι αμφίδρομη, με εξαίρεση κάποιες χώρες για χρονιές που παρουσίασαν χαμηλό κατά κεφαλήν Α.Ε.Π.

Καταλήγουν, βασικά, στο συμπέρασμα πως υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ εισοδήματος και μεταφορών, όπως αυτά εξετάστηκαν με βάση τις συγκεκριμένες μεταβλητές, αλλά αυτό μπορεί να παρατηρηθεί μόνο αφότου η οικονομία έχει ολοκληρώσει τη μετάβαση της με όρους οικονομικής ανάπτυξης.

Η έρευνα των Barber et al. (1999) μελέτησε τις επιπτώσεις των διαταραχών της ισοτιμίας συναλλάγματος, της τιμής πετρελαίου και του εισοδήματος στις πωλήσεις των αμερικανικών (Chrysler, Ford και GM) και ιαπωνικών αυτοκινήτων (Honda, Nissan και Toyota) στην αγορά των Η.Π.Α.. Σύμφωνα με αυτήν, οι πωλήσεις των οχημάτων είναι εκτεθειμένες στις παραπάνω μεταβλητές.

Οι Barber et al. (1999) χρησιμοποίησαν αυτοπαλίνδρομα διανυσματικά υποδείγματα (VAR) που επικεντρώνονται στα αποτελέσματα που έχουν οι διαταραχές (σοκ) των μακροοικονομικών μεταβλητών, ενώ τα αποτελέσματα παρουσιάζονται και σε διαγράμματα συναρτήσεων απόκρισης. Για τη μελέτη αξιοποιήθηκαν μηνιαία δεδομένα πωλήσεων από τον Ιανουάριο του 1973 μέχρι το Δεκέμβριο του 1994.

Με βάση την έρευνα, οι πωλήσεις των αυτοκινήτων – αμερικανικών και ιαπωνικών – επηρεάζονται σε διαφορετικό βαθμό και είτε θετικά είτε αρνητικά από τις διαταραχές των μεταβλητών που επιλέχθηκαν να εξεταστούν. Θετικές διαταραχές στο εισόδημα έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των πωλήσεων των αμερικανικών οχημάτων σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τα ιαπωνικά, αλλαγές στην ισοτιμία συναλλάγματος με ανατίμηση του γένι έναντι του δολαρίου ωθούν σε μείωση των ιαπωνικών πωλήσεων ενώ η άνοδος της τιμής του πετρελαίου επηρεάζει αρνητικά κυρίως τις πωλήσεις των αμερικανικών αυτοκινητοβιομηχανιών.

Σύμφωνα με τους Ritter and Vance (2013), οι οποίοι εξέτασαν την επιρροή της μεταβολής του πληθυσμού στο δείκτη ιδιοκτησίας οχημάτων ιδιωτικής χρήσης στη Γερμανία, ο αριθμός των αυτοκινήτων δεν επηρεάζεται από τις τάσεις αύξησης ή μείωσης του πληθυσμού. Οι Ritter and Vance (2013), έχοντας στοιχεία δεδομένων για τη Γερμανία από το 1999 ως το 2009, χρησιμοποίησαν τη θεωρία χρησιμότητας και εξέτασαν ως μεταβλητές διάφορα στοιχεία οικονομικά αλλά και γεωγραφικά, όπως το εισόδημα του νοικοκυριού, τη χιλιομετρική απόσταση μεταξύ κατοικίας και χώρου εργασίας, την τιμή των καυσίμων, την απόσταση σπιτιού και κοντινότερης στάσης μέσων μαζικής μεταφοράς κ.α..

Συμπέραναν πως παρά την αναμενόμενη μείωση του πληθυσμού στο μέλλον ο αριθμός των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν θα συνεχίσει να αυξάνει.

Οι Ryan et al. (2009) εξέτασαν την επιρροή δημοσιονομικών και άλλων μέτρων στις πωλήσεις νέων επιβατικών αυτοκινήτων καθώς και στους ρύπους CO<sub>2</sub>. Τα στοιχεία αφορούν την Ε.Ε. των 15 για την περίοδο 1995 – 2004.

Όσον αφορά τις πωλήσεις νέων επιβατικών οχημάτων, εξετάστηκαν οι μεταβλητές των τιμών αυτοκινήτων και καυσίμων, των φόρων, την πυκνότητα πληθυσμού, του ακαθάριστου εθνικού εισοδήματος ανά κάτοικο κ.α. Με τη μεταβλητή των φόρων εκφράζονται οι διάφορες μορφές φόρων για τα ιδιωτικής χρήσης οχήματα στην Ευρώπη δηλαδή : τέλος ταξινόμησης, Φ.Π.Α. κατά την αγορά του οχήματος, ετήσια τέλη κυκλοφορίας.

Οι Ryan et al. (2009) κατασκεύασαν δύο μοντέλα: ένα για να οριστεί η σχέση μεταξύ νέων αυτοκινήτων και ζήτησης με τις κοινωνικοοικονομικές μεταβλητές και ένα δεύτερο για να εξεταστεί η επιρροή των μεταβλητών στους ρύπους.

Αν και τα αποτελέσματα καταδεικνύουν πως τα άτομα συμπεριφέρονται και επηρεάζονται διαφορετικά μεταξύ τους σε σχέση με την μεταβολή των τιμών

των μεταβλητών που εξετάστηκαν, οι συγγραφείς της έρευνας συμπεραίνουν πως η τιμή των καυσίμων, το ακαθάριστο εθνικό εισόδημα κατά κεφαλή και τα ετήσια τέλη κυκλοφορίας είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν κύρια τον αριθμό των πωλήσεων νέων αυτοκινήτων.

Ο Sivak (2013) εξέτασε την σχέση μεταξύ Α.Ε.Π. και πωλήσεων νέων αυτοκινήτων σε 48 χώρες κατά το διάστημα επτά χρόνων 2005-2011. Από τις 48 χώρες, οι 25 βρίσκονται στην Ευρώπη, οι 10 στην Ασία, οι 6 στην Ν. Αμερική, οι 3 στη Β. Αμερική, οι 2 στην Αφρική και οι 2 στην Ωκεανία. Οι χώρες αυτές ήταν είτε αναπτυσσόμενες είτε οικονομικά αναπτυγμένες, ενώ τα έτη τα οποία αφορούσαν τα δεδομένα που εξετάστηκαν ήταν είτε έτη οικονομικής ευημερίας είτε έτη ύφεσης.

Το κύριο συμπέρασμα είναι ότι ο λογάριθμος του Α.Ε.Π. είναι ισχυρός γραμμικός εκτιμητής του λογαρίθμου των πωλήσεων οχημάτων. Ακόμα κατέληξε στο συμπέρασμα πως όλες οι παλινδρομήσεις είναι στατιστικά σημαντικές με παρόμοιες κλίσεις και οι συνδιακυμάνσεις είναι υψηλές και παρόμοιες. Τα αποτελέσματα αυτά παρατηρήθηκαν για το σύνολο των επτά χρόνων που εξετάστηκαν στην έρευνα αλλά και για κάθε έτος ξεχωριστά.

Οι Danielsen and Hilliard (1983) δημοσίευσαν μια έρευνα σχετικά με την επιρροή διαφόρων μεταβλητών στη ζήτηση για νέες πωλήσεις αυτοκινήτων στις Η.Π.Α. κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970. Οι μεταβλητές που εξετάστηκαν είναι: οι πωλήσεις των αυτοκινήτων, το εισόδημα των καταναλωτών, οι τιμές των αυτοκινήτων, τα επιτόκια, οι τιμές των καυσίμων, τα λειτουργικά κόστη καθώς και οι εισαγωγές νέων αυτοκινήτων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι για την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν μηνιαία στοιχεία από τον Ιανουάριο του 1970 έως και το Δεκέμβριο του 1979, κατά συνέπεια, περιλαμβάνονται τα έτη 1973-74 και 1979 στα οποία παρατηρήθηκαν μεγάλες αυξήσεις στις τιμές του πετρελαίου. Οι Danielsen and Hilliard (1983) χρησιμοποίησαν φασματικές αναλύσεις των δεδομένων και κατέληξαν στο να επιβεβαιώσουν βασικές αρχές της θεωρίας ζήτησης για τα αποτελέσματα που έχουν οι μεταβολές των μεταβλητών στη ζήτηση των αυτοκινήτων.

Οι Sa-ngasoongsong et al. (2012), χρησιμοποιώντας δεδομένα για τις πωλήσεις των αυτοκινήτων στις Η.Π.Α. από το 1975 ως το 2010, εξέτασαν τη σχέση μεταξύ πωλήσεων αυτοκινήτων και διάφορων οικονομικών δεικτών, όπως ο δείκτης τιμών καταναλωτή, οι τιμές των καυσίμων, το ποσοστό ανεργίας κ.α..

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι η ακόλουθη: αρχικά εξετάστηκε η στασιμότητα των υπό εξέταση μεταβλητών με τη χρήση ελέγχων μοναδιαίας

ρίζας. Για τις μεταβλητές των οποίων η χρονολογική σειρά διαπιστώθηκε ότι είναι στάσιμη πραγματοποιήθηκε έλεγχος αιτιότητας Granger και καταστρώθηκε το κατάλληλο μοντέλο VAR. Για τις μεταβλητές οι οποίες δεν ήταν στάσιμες, αφού πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος αιτιότητας Granger, πραγματοποιήθηκε έλεγχος συνολοκλήρωσης και ανάλογα με το αποτέλεσμα χρησιμοποιήθηκε μοντέλο VAR στις διαφορές ή μοντέλο VECM. Τέλος κατασκευάστηκαν συναρτήσεις απόκρισης.

Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν δείχνουν πως η χρήση των συγκεκριμένων μοντέλων δίνει ικανοποιητικότερα αποτελέσματα σε σχέση με τη χρήση άλλων μεθόδων, γεγονός που είναι ιδιαίτερα χρήσιμο κατά την πραγματοποίηση προβλέψεων για τις μελλοντικές πωλήσεις αυτοκινήτων.





# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

## **Μεθοδολογικό πλαίσιο**



## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ\*

Η διαδικασία που ακολουθείται κατά την ανάλυση των χρονολογικών σειρών είναι πρωταρχικά η εξέταση του χρονοδιαγράμματος των ιστορικών δεδομένων κάθε σειράς και στη συνέχεια η εξέταση της δομής τους με συγκεκριμένα στατιστικά μέτρα. Αρχικά, πραγματοποιείται έλεγχος για να εξεταστεί κατά πόσον οι χρονολογικές σειρές είναι στάσιμες ή όχι. Στη συνέχεια, διεξάγεται διερεύνηση για την επιλογή του κατάλληλου εμπειρικού μοντέλου και εφαρμόζονται μέθοδοι συνολοκλήρωσης ώστε να εξεταστεί η μακροχρόνια σχέση μεταξύ των μεταβλητών.

### 2.1 Στασιμότητα

Οι χρονολογικές σειρές χωρίζονται σε στάσιμες (stationary) και μη στάσιμες (non-stationary). Η κύρια ιδέα της στασιμότητας είναι ότι οι νόμοι πιθανότητας που διέπουν μια στοχαστική διαδικασία παραμένουν αμετάβλητοι με το χρόνο. Η στασιμότητα μπορεί να οριστεί είτε με την αυστηρή έννοια, είτε με την ασθενέστερη. Ειδικότερα, μια στοχαστική διαδικασία  $\{Y_t\}$  θεωρείται αυστηρά στάσιμη αν η από κοινού κατανομή πιθανότητας των  $\{Y_t, Y_{t+1}, \dots, Y_{t+N-1}\}$  είναι ίδια με την από κοινού κατανομή του συνόλου  $\{Y_{t+k}, Y_{t+k+1}, \dots, Y_{t+k+N-1}\}$  για οποιαδήποτε επιλογή του χρόνου  $t$ , του πλήθους  $N$  και των υστερήσεων/προηγήσεων  $k$ .

Παρόμοιος ορισμός, αλλά μαθηματικά λιγότερο αυστηρός, είναι ο ορισμός της ασθενούς στασιμότητας. Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, απαιτείται στασιμότητα μόνο στις στατιστικές ροπές πρώτης τάξης (δηλαδή του μέσου) και δεύτερης τάξης (δηλαδή των διακυμάνσεων και συνδιακυμάνσεων). Με βάση αυτά, μια χρονολογική σειρά θα είναι ασθενώς στάσιμη (weakly stationary) αν ο μέσος και η διακύμανση της δε μεταβάλλονται με το χρόνο, ενώ και η συνδιακύμανση μεταξύ των τιμών της σε δύο χρονικά σημεία εξαρτάται μόνο από την απόσταση ανάμεσα σε αυτά τα σημεία και όχι από τον ίδιο το χρόνο.

---

\*Η ενότητα αυτή στηρίζεται, σε μεγάλο βαθμό, στο Μιχαηλίδης Π. και Κωνσταντάκης Κ. (2013), Ανάλυση Χρονολογικών Σειρών: Σημειώσεις Παραδόσεων Ε.Μ.Π., Αθήνα, καθώς και στο Δημέλη Σ. (2013), Σύγχρονες Μέθοδοι Ανάλυσης Χρονολογικών Σειρών.

Μαθηματικά, αν η χρονολογική σειρά είναι ασθενώς στάσιμη τότε θα ισχύουν οι εξής συνθήκες:

$$E(Y_t) = \mu_y, \text{ για όλα τα } t \quad (2.1)$$

$$\text{var}(Y_t) = E[Y_t - E(Y_t)]^2 = \sigma_y^2, \text{ για όλα τα } t \quad (2.2)$$

$$\text{cov}(Y_t, Y_{t+k}) = \text{cov}(Y_{t+m}, Y_{t+m+k}) = \gamma_k, \text{ για όλα τα } t \text{ και } k, m \neq 0 \quad (2.3)$$

Όπου  $\mu_y$  συμβολίζει το σταθερό μέσο της  $Y_t$ , το  $\sigma_y^2$  συμβολίζει τη σταθερή διακύμανση της και το  $\gamma_k$  τη συνδιακύμανση μεταξύ δύο οποιωνδήποτε τιμών της  $Y_t$  που απέχουν  $k$  χρονικές περιόδους. Στο εξής, η τελευταία θα ονομάζεται αυτοσυνδιακύμανση (autocovariance) και ορίζεται ως:

$$\gamma_k = \text{cov}(Y_t, Y_{t+k}) = E[Y_t - E(Y_t)][Y_{t+k} - E(Y_{t+k})] \quad (2.4)$$

Η πρώτη και η δεύτερη συνθήκη υποδηλώνουν, αντίστοιχα, σταθερό μέσο και σταθερή διακύμανση, για οποιαδήποτε χρονική στιγμή  $t$ . Η τρίτη συνθήκη δηλώνει ότι η συνδιακύμανση μεταξύ δύο οποιωνδήποτε τιμών της  $Y_t$ , που απέχουν  $k$  χρονικές περιόδους, είναι συνάρτηση μόνο του  $k$ , δηλαδή της χρονικής υστέρησης ή προήγησης των δύο αυτών τιμών. Είναι φανερό ότι η αυτοδιακύμανση μηδενικής υστέρησης ( $k = 0$ ) είναι η διακύμανση, δηλαδή

$$\gamma_0 = \text{cov}(Y_t, Y_t) = \text{var}(Y_t) = \sigma_y^2 \quad (2.5)$$

Με βάση αυτό, μπορούμε να ενοποιήσουμε τη δεύτερη και τρίτη συνθήκη ώστε να διατυπωθούν συνοπτικά οι συνθήκες στασιμότητας ως εξής:

1. σταθερός μέσος σε όλα τα χρονικά σημεία  $t$
2. Συνδιακυμάνσεις  $\gamma_k$  ανεξάρτητες του χρόνου  $t$ , για οποιοδήποτε ακέραιο  $k$ .

Παραβίαση οποιασδήποτε από τις συνθήκες καθιστά τη σειρά μη στάσιμη. Στη βιβλιογραφία μια διαδικασία που πληροί τις παραπάνω συνθήκες μπορεί να αναφέρεται και ως στάσιμη δεύτερης τάξεως (second order stationary) ή στάσιμη ως προς τη συνδιακύμανση (covariance stationary) ή γενικά στάσιμη υπό την ευρεία έννοια.

Αν μια χρονολογική σειρά είναι μη στάσιμη, είναι δυνατόν να μετατρέπεται σε στάσιμη με λήψη διαφορών. Αν μετατρέπεται σε στάσιμη μετά από διαφορές  $d$  τάξεως, τότε αυτή ονομάζεται ολοκληρωμένη (integrated)  $d$  τάξεως και συμβολίζεται με  $I(d)$ . Γενικά οι Box and Jenkins (1976) προτείνουν να μετατρέπουμε τις σειρές σε στάσιμες παίρνοντας διαφορές πρώτης, δεύτερης ή και μεγαλύτερης τάξης.

## 2.2 Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας

Ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας αφορά στον έλεγχο μη στασιμότητας μιας χρονοσειράς.

Για την καλύτερη κατανόηση του ελέγχου θα χρησιμοποιηθεί το αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα AR(1):

$$Y_t = \delta + \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.6)$$

Όπου  $\varepsilon_t$  είναι διαδικασία λευκού θορύβου. Στο υπόδειγμα αυτό, αν  $|\alpha| < 1$  η στοχαστική διαδικασία είναι στάσιμη. Αν όμως η παράμετρος  $\alpha$  είναι πολύ κοντά στη μονάδα, τότε η σειρά συμπεριφέρεται περισσότερο ως μη στάσιμη, με τους συντελεστές αυτοσυσχέτισης να φθίνουν σταδιακά αλλά με αργό ρυθμό. Συνεπώς, αυτό που μας ενδιαφέρει, είναι να ελέγξουμε αν  $\alpha$  ισούται με τη μονάδα, οπότε η μηδενική υπόθεση που θέτουμε είναι αν η σειρά  $Y_t$  έχει μοναδιαία ρίζα (unit root):

$$H_0 : \alpha = 1 \quad (2.7)$$

Σε περίπτωση μη απόρριψης της  $H_0$ , τότε για  $\alpha = 1$  προκύπτει μια διαδικασία τυχαίας διαδρομής με σταθερά :

$$Y_t = \delta + Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.8)$$

η οποία είναι μια  $I(1)$  διαδικασία, δηλαδή μια  $I(0)$  στις πρώτες διαφορές. Επομένως, η χαρακτηριστική εξίσωση της στοχαστικής διαδικασίας  $Y_t$  έχει μια μοναδιαία ρίζα, από την οποία έχει λάβει την ονομασία του ο παραπάνω έλεγχος. Για  $\delta = 0$  έχουμε μια καθαρά τυχαία διαδρομή, ενώ για  $\delta \neq 0$  έχουμε

την τυχαία διαδρομή με σταθερά (ή μετατόπιση). Σε κάθε περίπτωση, η σειρά υπό την υπόθεση  $H_0$  για το υπόδειγμα AR(1), είναι μη στάσιμη και έχει διακύμανση  $t\sigma_\varepsilon^2$  που τείνει στο άπειρο καθώς αυξάνεται το  $t$ .

Η εναλλακτική υπόθεση, σε όλες τις περιπτώσεις, διατυπώνεται με τη μορφή του μονοκατάληκτου ελέγχου :

$$H_a : \alpha < 1 \quad (2.9)$$

Απόρριψη της  $H_0$  έναντι της  $H_a$  σημαίνει ότι η στοχαστική διαδικασία  $Y_t$  είναι στάσιμη. Η εναλλακτική  $\alpha > 1$  δεν εξετάζεται αφού αντιστοιχεί σε αποκλίνουσα  $Y_t$

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται πολλοί τρόποι με τους οποίους μπορούμε να εκτελέσουμε έναν έλεγχο μοναδιαίας ρίζας. Συγκεκριμένα, οι Dickey and Fuller (1979) χρησιμοποίησαν τρεις διαφορετικές εξισώσεις μορφής AR(1):

$$Y_t = \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{ή} \quad \Delta Y_t = \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.10)$$

$$Y_t = \delta + \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{ή} \quad \Delta Y_t = \delta + \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.11)$$

$$Y_t = \delta + \gamma + \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{ή} \quad \Delta Y_t = \delta + \gamma + \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.12)$$

όπου τα κατάλοιπα  $\varepsilon_t$  πληρούν τις γνωστές ιδιότητες του λευκού θορύβου. Σε καθεμία από τις τρεις περιπτώσεις η ελεγχόμενη υπόθεση είναι ίδια, αυτής της μοναδιαίας ρίζας:

$$H_0 : \alpha = 1 \quad \text{ή} \quad \beta = \alpha - 1 = 0 \quad (2.13)$$

Κάτω από την υπόθεση μηδέν και τα τρία υποδείγματα είναι μη στάσιμα, αλλά η γενεσιουργός διαδικασία των δεδομένων είναι διαφορετική σε κάθε περίπτωση. Θέτοντας  $\beta = 0$  στις εξισώσεις λαμβάνουμε τις πραγματικές σχέσεις. Σε όλες τις περιπτώσεις, ελέγχουμε τη μηδενική υπόθεση χωρίς άλλο περιορισμό στις παραμέτρους.

Απόρριψη της  $H_0$  συνεπάγεται ότι στην πρώτη περίπτωση η χρονολογική σειρά  $Y_t$  είναι στάσιμη με μηδενικό μέσο, στη δεύτερη περίπτωση στάσιμη με

μέση τιμή ίση με  $\delta/(1-\alpha)$  και στην τρίτη περίπτωση είναι στάσιμη γύρω από μια ντετερμινιστική τάση.

Οι Dickey-Fuller προτείνουν δυο κατανομές για τον έλεγχο της υπόθεσης  $H_0$ , τη στατιστική  $t$  και την κατανομή  $K$ :

$$t = \frac{\hat{a}-1}{s_{\hat{a}}} \quad \text{ή} \quad K = N(\hat{a}-1) \quad (2.14)$$

Οι κριτικές τιμές DF των στατιστικών αυτών για κάθε περίπτωση είναι διαφορετικές, ανάλογα με το αν περιλαμβάνεται σταθερά ή/ και τάση στην υποτιθέμενη αληθινή σχέση. Σε περίπτωση μη απόρριψης της  $H_0$  τότε πρέπει να επαναληφθεί ο έλεγχος για ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας στη σειρά των πρώτων διαφορών  $\Delta Y_t$  παλινδρομώντας τις δεύτερες διαδρομές  $\Delta^2 Y_t = \Delta Y_t - \Delta Y_{t-1}$  στην υστέρηση  $\Delta Y_{t-1}$  μέχρι να φτάσουμε σε απόρριψη της  $H_0$ .

### 2.3 Αιτιότητα κατά Granger

Η ύπαρξη υψηλής συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών δεν αποτελεί σε καμία περίπτωση και απόδειξη ότι υπάρχει μια σχέση αιτιότητας μεταξύ των υπό μελέτη μεταβλητών. Ο Granger (1969) ανέπτυξε την οικονομική έννοια της αιτιότητας γνωστή ως «αιτιότητα κατά Granger» (Granger causality). Γενικά θα λέμε ότι μια μεταβλητή  $X_t$  προκαλεί κατά Granger μια άλλη  $Y_t$  αν όλη η πρόσφατη και προηγούμενη πληροφόρηση γύρω από τις τιμές της μεταβλητής  $X_t$  βοηθούν στην καλύτερη πρόβλεψη των τιμών της  $Y_t$ .

Σύμφωνα με τον Granger, η μεταβλητή  $X_t$  δεν προκαλεί την  $Y_t$  αν ο μέσος του τετραγώνου του σφάλματος (MSE) της πρόβλεψης της  $Y_t$  για  $s$  περιόδους στο μέλλον,  $\hat{Y}_{t+s}$  ( $s > 0$ ), με βάση όλες τις ιστορικές τιμές  $(Y_t, Y_{t-1}, \dots)$ , είναι το ίδιο με το MSE της πρόβλεψης της  $Y_t$ , που γίνεται με βάση όλη την υπάρχουσα πληροφόρηση  $(Y_t, Y_{t-1}, \dots)$  της ίδιας της  $Y_t$ , συμπεριλαμβανομένης και όλης της υπάρχουσας πληροφόρησης  $(X_t, X_{t-1}, \dots)$  της  $X_t$ . Μαθηματικά, αυτό εκφράζεται ως

$$MSE[E(Y_{t+s}|Y_t, Y_{t-1}, \dots)] = MSE[E(Y_{t+s}|Y_t, Y_{t-1}, \dots, X_t, X_{t-1}, \dots)] \quad (2.15)$$

όπου  $E(Y_{t+s}|Y_t, Y_{t-1}, \dots)$  είναι η υπό συνθήκη αναμενόμενη τιμή της  $Y_t$  και αποτελεί τον ορισμό της πρόβλεψης  $\hat{Y}_{t+s}$ .

Συμπεραίνεται ότι η αιτιότητα ή μη αιτιότητα κατά Granger εξαρτάται από το πόσο σημαντικές ή όχι είναι οι υστερήσεις της  $X_t$  στη βελτίωση της προβλεπτικής ικανότητας της  $Y_t$ .

### 2.3.1 Υπόδειγμα VAR και αιτιότητα Granger

Οι έλεγχοι για την ύπαρξη αιτιότητας γίνονται συχνά με τη χρήση υποδειγμάτων VAR. Για λόγους απλότητας, έστω ένα διμεταβλητό VAR υπόδειγμα με δύο υστερήσεις, χωρίς εξωγενείς μεταβλητές, για το σύστημα:

$$X_t = \delta_1 + \alpha_{11}X_{t-1} + \alpha_{12}X_{t-2} + \beta_{11}M_{t-1} + \beta_{12}M_{t-2} + e_{t1} \quad (2.16)$$

$$M_t = \delta_2 + \alpha_{21}X_{t-1} + \alpha_{22}X_{t-2} + \beta_{21}M_{t-1} + \beta_{22}M_{t-2} + e_{t2} \quad (2.17)$$

θα λέμε πως η μεταβλητή  $M_t$  προκαλεί κατά Granger την μεταβλητή  $Y_t$  αν και μόνο αν οι υστερήσεις  $M_{t-1}$  και  $M_{t-2}$  της μεταβλητής  $M_t$  στην εξίσωση της μεταβλητής  $Y_t$  είναι στατιστικά σημαντικές. Για να ελεγχθεί αυτό χρειάζεται να εκτιμήσουμε την εξίσωση (2.16) και στη συνέχεια να ελέγξουμε τη στατιστική σημαντικότητα από κοινού των συντελεστών  $\beta_{11}$  και  $\beta_{12}$  στην ίδια εξίσωση. Ομοίως, η ανάλυση δύναται να επεκταθεί για περισσότερες μεταβλητές ή/ και υστερήσεις.

Για τον έλεγχο θα προβούμε σε έλεγχο της υπόθεσης

$$H_0 : M_t \text{ δεν προκαλεί τη } X_t \text{ ή } H_0 : \beta_{11} = \beta_{12} = 0 \quad (2.18)$$

ως προς την εναλλακτική

$$H_a : M_t \text{ προκαλεί τη } X_t \text{ ή } H_a : \text{Τουλάχιστον ένα από } \beta_{11}, \beta_{12} \neq 0 \quad (2.19)$$

Ο έλεγχος της  $H_0$  γίνεται με το στατιστικό κριτήριο F



$$F = \frac{(SSE^R - SSE^U)/\kappa}{SSE^U / f} \quad (2.20)$$

όπου  $SSE^U$  = άθροισμα τετραγώνων καταλοίπων της παλινδρόμησης : Εκτίμηση χωρίς περιορισμούς (αυτή που αντιστοιχεί στην  $H_a$ )

$SSE^R$  = άθροισμα τετραγώνων καταλοίπων της παλινδρόμησης χωρίς τις υστερήσεις  $M_{t-1}$  και  $M_{t-2}$ : Εκτίμηση με περιορισμούς (αυτή που αντιστοιχεί στην  $H_0$  θέτοντας  $\beta_{11} = \beta_{12} = 0$ ).

Η παράμετρος  $\kappa$  δηλώνει τον αριθμό των περιορισμών και η παράμετρος  $f$  ισούται με τους βαθμούς ελευθερίας στη μη περιορισμένη εξίσωση.

Αν η τιμή του  $F$  που υπολογίζουμε με βάση την παραπάνω εξίσωση είναι μεγαλύτερη από την κριτική τιμή των πινάκων  $F_{k,f}$  για κάποιο επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha\%$ , τότε η  $H_0$  απορρίπτεται και συμπεραίνουμε πως οι υστερήσεις της μεταβλητής  $M_t$  επηρεάζουν σημαντικά την προβλεπτική ικανότητα της  $Y_t$ , άρα η  $M_t$  προκαλεί κατά Granger τη μεταβλητή  $X_t$ .

Φυσικά, μπορεί να συμβαίνει και το αντίστροφο, δηλαδή να υπάρχει αιτιότητα από τη  $X_t$  προς τη  $M_t$ . Για αυτό το λόγο απαιτείται και έλεγχος της υπόθεσης

$$H_0: \alpha_{21} = \alpha_{22} = 0 \text{ έναντι } H_a: \alpha_{21} \neq 0 \text{ ή/και } \alpha_{22} \neq 0 \quad (2.21)$$

Με βάση τους ελέγχους αυτούς μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ύπαρξης μονόδρομης ή αμφίδρομης αιτιότητας.

Μονόδρομη αιτιότητα από τη μεταβλητή  $M_t$  προς τη μεταβλητή  $Y_t$  αν η μια υπόθεση μόνο από τις δυο απορρίπτεται, ενώ αμφίδρομη αιτιότητα θα υπάρχει αν και οι δύο απορρίπτονται. Ακόμα, υπάρχει η περίπτωση να μην υπάρχει σχέση αιτιότητας μεταξύ των δύο μεταβλητών, οπότε λέμε πως αυτές είναι ανεξάρτητες.

## 2.4 Αυτοπαλίνδρομο διανυσματικό υπόδειγμα (Vector Autoregression Model- VAR)

Τα πολυμεταβλητά υποδείγματα χρονολογικών σειρών (multivariate time series) αφορούν τη μελέτη ενός αριθμού μεταβλητών και όχι μεμονωμένα μιας χρονολογικής σειράς. Στην περίπτωση του διανυσματικού αυτοπαλίνδρου υποδείγματος θεωρούμε π.χ. δύο μεταβλητές  $Y_t$  και  $X_t$  από κοινού, ως σύστημα εξισώσεων όπου κάθε μεταβλητή εκφράζεται ως συνάρτηση των υστερήσεων της ίδιας καθώς και των υστερήσεων όλων των άλλων μεταβλητών.

Η χρήση του υποδείγματος VAR είναι προτιμότερη όταν δε γνωρίζουμε εκ των προτέρων ποιες μεταβλητές είναι ενδογενείς και ποιες εξωγενείς, οπότε θεωρούμε πως όλες είναι ενδογενείς και μελετούμε τις σχέσεις τους από κοινού. Τα υποδείγματα VAR προτάθηκαν από τον Sims (1980).

Τα υποδείγματα VAR περιγράφουν τη δυναμική εξέλιξη ενός συνόλου μεταβλητών. Όπως αναφέρθηκε, κάθε μεταβλητή περιγράφεται ως συνάρτηση των προηγούμενων τιμών (υστερήσεων) της ίδιας καθώς και των προηγούμενων τιμών όλων των υπολοίπων μεταβλητών του συστήματος. Ο αριθμός των υστερήσεων αποτελεί την τάξη του υποδείγματος και προσδιορίζεται βάσει των δεδομένων και τη συχνότητα τους.

Ας θεωρήσουμε το παράδειγμα ενός διμεταβλητού υποδείγματος μεταξύ των μεταβλητών  $X_t$  και  $M_t$  των οποίων η συμπεριφορά διέπεται από το σύστημα:

$$X_t = \delta_1 + \alpha_{11}X_{t-1} + \alpha_{12}X_{t-2} + \beta_{11}M_{t-1} + \beta_{12}M_{t-2} + e_{t1} \quad (2.22)$$

$$M_t = \delta_2 + \alpha_{21}X_{t-1} + \alpha_{22}X_{t-2} + \beta_{21}M_{t-1} + \beta_{22}M_{t-2} + e_{t2} \quad (2.23)$$

Ο αριθμός των υστερήσεων από κάθε χρονολογική σειρά προσδιορίζει την τάξη του συστήματος, πρόκειται δηλαδή για ένα VAR(2). Αν γράψουμε το σύστημα σε διανυσματική μορφή θα έχουμε

$$\begin{bmatrix} X_t \\ M_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \beta_{11} \\ \alpha_{21} & \beta_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{t-1} \\ M_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{12} & \beta_{12} \\ \alpha_{22} & \beta_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{t-2} \\ M_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{t1} \\ e_{t2} \end{bmatrix} \quad (2.24)$$

ή αλλιώς

$$Y_t = \delta + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + e_t \quad (2.25)$$

όπου  $Y_t$  είναι το διάνυσμα των ενδογενών μεταβλητών τη χρονική στιγμή  $t$ ,  $\delta$  είναι το διάνυσμα των σταθερών όρων,  $A_i (i=1,2)$  είναι οι μήτρες των συντελεστών των μεταβλητών χρονικής υστέρησης και  $e_t$  το διάνυσμα λευκού θορύβου. Η εξίσωση αυτή είναι ένα υπόδειγμα AR(2) στο διάνυσμα  $Y_t$  γι' αυτό και ονομάζεται διανυσματικό αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα δεύτερης τάξης ή VAR(2).

Το υπόδειγμα μπορεί να γενικευθεί ώστε να περιλαμβάνονται περισσότερες μεταβλητές και κάθε μεταβλητή να έχει πάνω από δύο υστερήσεις. Ακόμα μπορεί να περιλαμβάνει και άλλους προσδιοριστικούς παράγοντες πέρα από το διάνυσμα  $\delta$  των σταθερών. Έτσι, η γενική μορφή του υποδείγματος VAR(p) με  $k$  μεταβλητές και  $p$  υστερήσεις θα είναι:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + B X_t + e_t \quad (2.26)$$

όπου το διάνυσμα  $Y_t = [Y_{1t}, \dots, Y_{kt}]'$  διάστασης  $k \times 1$  περιέχει  $k$  διαφορετικές μεταβλητές, το διάνυσμα  $X_t = [1, X_{1t}, \dots, X_{dt}]'$  περιέχει τις εξωγενείς μεταβλητές.

Για την ορθή εκτίμηση ενός VAR υποδείγματος θα πρέπει να ικανοποιούνται κάποιες βασικές υποθέσεις για τις μεταβλητές  $Y_t$  και για το διάνυσμα  $e_t$ . Το διάνυσμα  $e_t$  είναι ένα διάνυσμα λευκού θορύβου με τις εξής ιδιότητες:

$$E(e_t) = 0 \text{ για όλα τα } t \quad (2.27)$$

$$\text{και } E(e_t e_s') = \begin{cases} \Omega & \text{για } t = s \\ 0 & \text{για } t \neq s \end{cases} \quad (2.28)$$

όπου  $\Omega$  συμβολίζει τη μήτρα διακυμάνσεων – συνδιακυμάνσεων. Στην περίπτωση του διμεταβλητού VAR υποδείγματος η μήτρα αυτή ισούται με

$$\Omega = E(e_t e_t') = \begin{bmatrix} \text{var}(e_{t1}) & \text{cov}(e_{t1}, e_{t2}) \\ \text{cov}(e_{t1}, e_{t2}) & \text{var}(e_{t2}) \end{bmatrix} \quad (2.29)$$

Δηλαδή ο τυχαίος παράγοντας κάθε εξίσωσης είναι λευκός θόρυβος με μηδενικό μέσο και σταθερές διακυμάνσεις στην κύρια διαγώνιο της μήτρας  $\Omega$ . Ο τυχαίος θόρυβος μιας εξίσωσης μπορεί να συσχετίζεται με αυτόν μιας άλλης εξίσωσης κατά την τρέχουσα περίοδο, δηλαδή οι συνδιακυμάνσεις στα μη διαγώνια στοιχεία της  $\Omega$  να διαφέρουν από το μηδέν. Ακόμα, τα  $e_{ij}$  δεν πρέπει να συσχετίζονται με καμιά άλλη μεταβλητή στο δεξιό μέλος της εξίσωσης. Επιπλέον, θα πρέπει να υποθέσουμε ότι το υπόδειγμα VAR είναι στάσιμο.

Συνεπώς, θα ισχύουν τα εξής: το διάνυσμα  $Y_t$  έχει σταθερό μέσο, σταθερή διακύμανση και οι μήτρες συνδιακυμάνσεων μεταξύ  $Y_t$  και  $Y_{t+k}$  εξαρτώνται μόνο από την απόσταση  $k$  και όχι από το χρόνο  $t$ .

Ουσιαστικά, οι υποθέσεις περί στασιμότητας υποδηλώνουν ότι οι μεταβλητές του VAR συστήματος πρέπει να είναι  $I(0)$  και άρα να μην έχουν τάση ή εποχικότητα, ούτε διακυμάνσεις που μεταβάλλονται διαχρονικά. Σε κάθε άλλη περίπτωση, απαιτούνται μετασχηματισμοί των στατιστικών δεδομένων όπως για παράδειγμα λήψη διαφορών πρώτης ή δεύτερης τάξης ώστε οι μεταβλητές να μετατραπούν σε στάσιμες.

## 2.5 Κριτήριο επιλογής τάξης υποδείγματος

Για την επιλογή του άριστου αριθμού υστερήσεων, της τάξης δηλαδή, ενός υποδείγματος VAR αλλά και κατά την επιλογή του κατάλληλου αριθμού υστερήσεων για άλλους ελέγχους, όπως ο έλεγχος αιτιότητας Granger εφαρμόζονται τα κριτήρια πληροφορίας (information criteria). Συνήθη κριτήρια πληροφορίας είναι αυτά που αναπτύχθηκαν από τον Akaike (1974) και τον Schwarz (1978) τα οποία είναι γνωστά ως AIC (Akaike Information Criteria) και SBIC (Schwarz Bayesian Information Criterion). Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο SBIC το οποίο στη βιβλιογραφία απαντάται και ως SIC ή BIC.

Για να οριστεί το κριτήριο, ορίζεται ο λογάριθμος της συνάρτησης πιθανοφάνειας  $LL$  για ένα υπόδειγμα VAR με:

$$LL = \left(\frac{T}{2}\right) \left\{ \ln \left( \left| \widehat{\Sigma}^{-1} \right| \right) - K \ln(2\pi) - K \right\} = - \left(\frac{T}{2}\right) \left\{ \ln \left( \left| \widehat{\Sigma} \right| \right) + K \ln(2\pi) + K \right\} \quad (2.30)$$

Όπου  $T$  είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων,  $K$  ο αριθμός των εξισώσεων, και  $\Sigma$  ο εκτιμητής μεγίστης πιθανοφάνειας του  $E[u_t u_t']$ .

Το κριτήριο SBIC ορίζεται ως εξής:

$$SBIC(p) = -2 \left( \frac{LL}{T} \right) + \frac{\ln(T)}{T} t_p \quad (2.31)$$

Όπου  $LL$  ο λογάριθμος της συνάρτησης πιθανοφάνειας,  $T$  ο αριθμός των παρατηρήσεων και  $p$  ο αριθμός των υστερήσεων

Η επιλογή της τάξης του υποδείγματος γίνεται με βάση τη μικρότερη τιμή του κριτηρίου.

## 2.6 Συνολοκλήρωση

Η πρόσθεση ή αφαίρεση δύο σειρών, ολοκληρωμένων σε διαφορετικές τάξεις, θα δώσει ως αποτέλεσμα μια τρίτη σειρά, η οποία είναι ολοκληρωμένη από τις δυο αρχικές, με τάξη τη μεγαλύτερη εκ των δύο. Ωστόσο υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες ο γραμμικός συνδυασμός δύο  $I(1)$  μεταβλητών καταλήγει σε μια άλλη  $I(0)$ . Αν ισχύει αυτή η περίπτωση τότε οι σειρές ονομάζονται συνολοκληρωμένες (cointegrated).

Σύμφωνα με τον ορισμό των Engle and Granger (1987), ένα διάνυσμα χρονολογικών σειρών  $Y_t = [Y_{1t}, Y_{2t}, \dots, Y_{kt}]'$  διαστάσεων  $k \times 1$  είναι συνολοκληρωμένο τάξης  $(d, b)$  και θα συμβολίζεται ως  $Cl(d, b)$ , εάν ισχύουν τα εξής:

1. Κάθε χρονολογική σειρά στο διάνυσμα  $Y_t$  είναι  $I(d)$ .
2. Υπάρχει κάποιο μη μηδενικό διάνυσμα  $\beta$  διαστάσεων  $k \times 1$  τέτοιο ώστε ο γραμμικός συνδυασμός:

$$\beta'Y_t = \beta_1 Y_{1t} + \beta_2 Y_{2t} + \dots + \beta_k Y_{kt} \approx I(d-b), b > 0 \quad (2.32)$$

δηλαδή θα πρέπει  $\beta'Y_t$  να είναι ολοκληρωμένο με τάξη μικρότερη του  $d$ . Το διάνυσμα  $\beta$  αποτελεί το διάνυσμα συνολοκλήρωσης (cointegrating vector).

Για παράδειγμα στην απλή περίπτωση ενός διανύσματος δύο  $I(1)$  μεταβλητών  $Y_t = [Y_t \ X_t]'$  θα λέμε πως αυτές συνολοκληρώνονται αν υπάρχει ένα διάνυσμα  $\beta = [\beta_1 \ \beta_2]'$  που ο γραμμικός συνδυασμός τους είναι στάσιμος:

$$\beta_1 Y_t + \beta_2 X_t = \varepsilon_t \approx I(0) \quad (2.33)$$

Για την πραγματοποίηση ελέγχων συνολοκλήρωσης χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο δύο μεθοδολογίες: η μεθοδολογία Engle-Granger (1987) και η μεθοδολογία Johansen (1988). Η μεθοδολογία Engle-Granger αποτελεί εφαρμογή του αντιπροσωπευτικού θεωρήματος που πρότεινε αρχικά ο Granger. Βασίζεται στον έλεγχο μη στασιμότητας των καταλοίπων της εξίσωσης συνολοκλήρωσης κάθε μεταβλητής ξεχωριστά. Η μεθοδολογία του Johansen στηρίζεται στη εκτίμηση των συστημάτων συνολοκλήρωσης μέσω της μεθόδου μεγίστης πιθανοφάνειας πλήρους πληροφόρησης (full information maximum likelihood). Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η δημοφιλής μέθοδος Johansen και για αυτό θα αναλυθεί στη συνέχεια.

### 2.6.1 Μέθοδος Johansen

Η μεθοδολογία Johansen περιλαμβάνει τρία βήματα:

Βήμα 1: Βοηθητικές παλινδρομήσεις.

Για ένα διάνυσμα  $Y_t$  μεταβλητών, διάστασης  $k \times 1$ , εξειδικεύουμε ένα σύστημα VAR(p):

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + \dots + A_k Y_{t-k} + u_t, \quad t = 1, \dots, N \quad (2.34)$$

το οποίο μπορεί να λάβει τη μορφή ενός VAR(p-1) στις πρώτες διαφορές με έναν επιπρόσθετο όρο:

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (2.35)$$

όπου:

$$\Pi = -\left(I - \sum_{j=1}^p A_j\right) \text{ και } \Gamma_i = \sum_{j=i+1}^p A_j, \quad i = 1, \dots, p \quad (2.36)$$

Κατόπιν αναδιαρθρώσεως, λαμβάνουμε:

$$\Delta Y_t - \alpha \beta Y_{t-1} = \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta Y_{t-p-1} + u_t \quad (2.37)$$

Παλινδρομούμε πάνω στις μεταβλητές του δευτέρου μέλους αρχικά το  $\Delta Y_t$  και μετά το  $Y_{t-1}$  και λαμβάνουμε τις εκτιμήσεις LS των καταλοίπων  $R_{0t}$  και  $R_{1t}$  αντίστοιχα.

Βήμα 2: Υπολογισμός συσχετίσεων.

Στη συνέχεια, εφαρμόζεται ανάλυση συσχετίσεων στις μήτρες διακυμάνσεων – συνδιακυμάνσεων των καταλοίπων  $R_{0t}$  και  $R_{1t}$  του πρώτου βήματος:

$$S_{ij} \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N R_{it} R'_{jt} = \begin{bmatrix} S_{00} & S_{01} \\ S_{10} & S_{11} \end{bmatrix}, \quad i, j = 0, 1 \quad (2.38)$$

Αποδεικνύεται ότι οι  $k$  συσχετίσεις είναι οι ιδιοτιμές  $\lambda_i$  που προκύπτουν από τη λύση της εξίσωσης:

$$|\lambda S_{11} - S'_{10} S_{00}^{-1} S_{01}| = 0 \quad (2.39)$$

όπου  $S_{ij}$  είναι οι παραπάνω μήτρες και  $\lambda$  το διάνυσμα των ιδιοτιμών.

Αναπτύσσοντας την (2.39) λαμβάνουμε τις εκτιμήσεις των ιδιοτιμών  $\hat{\lambda}_1, \hat{\lambda}_2, \dots, \hat{\lambda}_k$  και των αντίστοιχων ιδιοδιανυσμάτων.

Οι εκτιμήσεις μέγιστης πιθανοφάνειας των διανυσμάτων ολοκλήρωσης  $\beta$  είναι τα ιδιοδιανύσματα που αντιστοιχούν στις  $r$  μεγαλύτερες ιδιοτιμές που προέκυψαν από την επίλυση της. Αφού κατατάξουμε τις ιδιοτιμές που προέκυψαν κατά φθίνουσα σειρά  $\hat{\lambda}_1 > \hat{\lambda}_2 > \dots > \hat{\lambda}_k$ , η μέγιστη τιμή της συνάρτησης πιθανοφάνειας, υπό τον περιορισμό ότι υπάρχουν  $r < k$  σχέσεις συνολοκλήρωσης, ισούται με:

$$L^* = -\left(\frac{Nk}{2}\right) \ln(2\pi) - \frac{Nk}{2} - \left(\frac{N}{2}\right) \ln|S_{11}| - \left(\frac{N}{2}\right) \sum_{i=1}^r \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (2.40)$$

όπου  $N$  είναι ο αριθμός των δειγματικών παρατηρήσεων,  $k$  ο αριθμός των μεταβλητών του συστήματος και  $r$  ο αριθμός των γραμμικά ανεξάρτητων διανυσμάτων συνολοκλήρωσης.

Βήμα 3<sup>ο</sup>: Εκτιμήσεις μέγιστης πιθανοφάνειας των παραμέτρων.

Τέλος, γίνεται εκτίμηση των παραμέτρων του υποδείγματος επιβάλλοντας τον περιορισμό για το βαθμό  $r$  της μήτρας  $\Pi = \alpha\beta'$  που προέκυψε από το προηγούμενο βήμα.

Με βάση τη διαδικασία που περιγράφηκε, προκύπτουν δύο τρόποι ελέγχου του βαθμού συνολοκλήρωσης.

A) Έλεγχος ίχνους όπου ελέγχεται η αρχική υπόθεση  $H_0$  ότι υπάρχουν το πολύ  $r_0$  διανύσματα συνολοκλήρωσης, έναντι της εναλλακτικής ότι υπάρχουν περισσότερα από  $r_0$ .

$$H_0 : r \leq r_0 \text{ έναντι } H_a : r_0 < r \leq k \quad (2.41)$$

Ο έλεγχος γίνεται με το στατιστικό κριτήριο του ίχνους (trace test)

$$\lambda_{trace} = -N \sum_{i=r_0+1}^k \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (2.42)$$



B) Έλεγχος μέγιστης ιδιοτιμής, στον οποίο η υπόθεση  $H_0$  είναι η ίδια αλλά η εναλλακτική είναι περισσότερο περιοριστική, ότι υπάρχουν ακριβώς  $r_0 + 1$  διανύσματα συνολοκλήρωσης

$$H_0 : r \leq r_0 \text{ έναντι } H_a : r = r_0 + 1 \quad (2.43)$$

Ο έλεγχος γίνεται με το κριτήριο της μέγιστης ιδιοτιμής (maximum eigenvalue test)

$$\lambda_{\max} = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r_0+1}) \quad (2.44)$$

## 2.7 Ευστάθεια

Θεωρούμε το σύστημα

$$Y_t = \delta + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + e_t \quad (2.45)$$

των δύο μεταβλητών  $Y_t = [X_t M_t]'$  με μια υστέρηση, δηλαδή το VAR(1) της εξίσωσης

$$y_t = A_1 y_{t-1} + e_t \quad (2.46)$$

Εφαρμόζοντας την τεχνική διαδοχικών αντικαταστάσεων προς τα πίσω σε κάθε εξίσωση του συστήματος έχουμε:

$$\begin{aligned} Y_t &= \delta + A_1 Y_{t-1} + e_t = \delta + A_1 (\delta + A_1 Y_{t-2} + e_{t-1}) + e_t = \\ &= (I + A_1) \delta + A_1^2 Y_{t-2} + A_1 e_{t-1} + e_t \quad (2.47) \end{aligned}$$

όπου  $I$  είναι μοναδιαίος πίνακας διαστάσεων  $2 \times 2$ . Μετά από  $v$  επαναλήψεις λαμβάνουμε:

$$Y_t = (I + A_1 + A_1^2 + \dots + A_1^v) \delta + \sum_{i=0}^v A_1^i e_{t-i} + A_1^{v+1} Y_{t-v-1} \quad (2.48)$$

Για να συγκλίνει το παραπάνω σύστημα πρέπει ο τελευταίος όρος να εξαφανίζεται καθώς το  $v$  τείνει στο άπειρο. Αυτό συμβαίνει όταν πληρούνται οι συνθήκες ευστάθειας (stability conditions). Σύμφωνα με αυτές, οι ιδιοτιμές της μήτρας  $A_1$ , οι ρίζες δηλαδή της χαρακτηριστικής εξίσωσης  $|A - \lambda I| = 0$ , πρέπει να είναι σε απόλυτη τιμή μικρότερες της μονάδας.

Ουσιαστικά, για να είναι το VAR στάσιμο, θα πρέπει οι ιδιοτιμές να είναι μέσα στο μοναδιαίο κύκλο. Στην αντίθετη περίπτωση, ορισμένα αποτελέσματα όπως τα τυπικά σφάλματα των δυναμικών, δεν ισχύουν.

## 2.8 Συναρτήσεις δυναμικών αποκρίσεων

Μια από τις κύριες διαδικασίες κατά τη μελέτη των VAR είναι να εξεταστεί ποιος είναι ο αντίκτυπος στην πορεία των ενδογενών μεταβλητών από μια αιφνίδια διαταραχή στην εξίσωση του συστήματος. Στην ορολογία των VAR υποδειγμάτων θα μιλάμε για δυναμικές αποκρίσεις που ωθούνται από απρόσμενες διαταραχές (impulse responses).

Στη γενική περίπτωση του VAR(p) υποδείγματος, μπορούμε να λάβουμε τη VMA μορφή πολλαπλασιάζοντας τη σχέση:

$$\Phi(L)Y_t = \delta + e_t \quad (2.49)$$

κατά μέλη με την αντίστροφη μήτρα  $\Phi(L)^{-1}$  οπότε θα έχουμε:

$$Y_t = \mu + \Phi(L)^{-1} e_t = \mu + e_t + \Psi_1 e_{t-1} + \Psi_2 e_{t-2} + \dots \quad (2.50)$$

οπού οι μήτρες  $\Psi_j$  προέκυψαν κατόπιν αντιστροφής της  $\Phi(L)$ :

$$\Phi(L)^{-1} = I + \Psi_1 L + \Psi_2 L^2 + \dots \quad (2.51)$$

Με βάση την (2.50) οι επιδράσεις πάνω στις μελλοντικές τιμές της  $Y_t$  μιας αιφνίδιας μοναδιαίας μεταβολής του λευκού θορύβου  $e_t$  δίνονται από τα στοιχεία της μήτρας:

$$\Psi_s = \frac{\partial Y_{t+s}}{\partial e_t}, \quad s = 1, 2, 3, \dots \quad (2.52)$$

Η μήτρα αυτή αποτελεί τη μήτρα των δυναμικών αποκρίσεων. Κάθε στοιχείο  $(i, j)$  της  $\Psi_s$  μετρά την επίδραση μιας μοναδιαίας διαταραχής στην εξίσωση  $j$  τη χρονική στιγμή  $t(e_{jt})$  πάνω στην  $i$ -μεταβλητή μετά από  $t+s$  περιόδους ( $Y_{i,t+s}$ ) θεωρώντας ότι όλοι οι άλλοι διαταρακτικοί όροι σε οποιοδήποτε χρόνο δε μεταβάλλονται. Αν, για παράδειγμα, επιδρούσε μια μοναδική διαταραχή στην πρώτη εξίσωση ( $e_{1t}$ ), τότε η πρώτη στήλη του πίνακα  $\Psi_s$  περιέχει τις επιδράσεις αυτής της διαταραχής σε όλες τις μεταβλητές του συστήματος για συγκεκριμένο  $s$ .

Οι δυναμικές επιδράσεις της τυχαίας διαταραχής  $e_{1t}$  πάνω στη  $i$ -μεταβλητή  $Y_i$  για όλες τις περιόδους  $s = 1, 2, \dots$  δίνονται από τα στοιχεία της πρώτης στήλης και  $i$  γραμμής των μητρών  $I, \Psi_1, \Psi_2, \dots$ . Η διαγραμματική παρουσίαση των στοιχείων αυτών από κάθε μήτρα ως συνάρτηση του  $s$  αποτελεί τη συνάρτηση απόκρισης της ( $Y_i$ ) σε μια μοναδιαία διαταραχή του  $e_{1t}$ .

Γενικά, αν ληφθεί το στοιχείο της  $i$ -γραμμής και  $j$ -στήλης της μήτρας  $\Psi_s$  ως συνάρτηση του  $s$ :

$$\frac{\partial Y_{i,t+s}}{\partial e_{jt}}, \quad s = 1, 2, 3, \dots \quad (2.53)$$

τότε θα έχουμε τη συνάρτηση απόκρισης σε εφάπαξ διαταραχές (impulse response function) του συστήματος. Η συνάρτηση αυτή εκφράζει την απόκριση της  $Y_{i,t+s}$  από μια απρόσμενη τυχαία διαταραχή στην εξίσωση της  $Y_{jt}$ , θεωρώντας ότι δεν υπάρχουν άλλες διαταραχές τη χρονική στιγμή  $t$  ή νωρίτερα.

Στην περίπτωση που το πρώτο στοιχείο του διανύσματος των διαταραχών  $e_t$  μεταβαλλόταν κατά  $d_1$ , και την ίδια στιγμή το δεύτερο κατά  $d_2$ , κ.ο.κ. και το νιοστό κατά  $d_v$ , τότε οι επιδράσεις από το συνδυασμό όλων των διαταραχών στο διάνυσμα  $Y_{t+s}$  θα είναι:

$$\frac{\partial Y_{t+s}}{\partial e_{1t}} d_1 + \frac{\partial Y_{t+s}}{\partial e_{2t}} d_2 + \dots + \frac{\partial Y_{t+s}}{\partial e_{vt}} d_v = \Psi_s d \quad (2.54)$$

όπου το διάνυσμα  $d = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_v]'$  περιέχει τις μεταβολές που παρατηρήθηκαν.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

## **Εμπειρικό πλαίσιο**



### **3.ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ**

#### **3.1 Επεξεργασία δεδομένων**

Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που αφορούν τα έτη 2000 – 2012 και περιλαμβάνουν τα έτη 2010-2012 που είναι έτη στη διάρκεια των οποίων υπήρξε οικονομική κρίση στην Ελλάδα, καθώς και τα έτη 2007-2012 στα οποία υπήρξε η παγκόσμια οικονομική κρίση. Τα δεδομένα αφορούν τις μεταβλητές τις οποίες θα εξετάσουμε και οι οποίες είναι : οι πωλήσεις των αυτοκινήτων, ο πληθυσμός της Αθήνας, το Α.Ε.Π., η ανεργία, οι τιμές των καυσίμων, τα τέλη ταξινόμησης, τα τεκμήρια φορολόγησης, τα δάνεια και η περίοδος οικονομικής κρίσης.

Από αυτές, ως ενδογενείς χρησιμοποιήθηκαν οι συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων, ο πληθυσμός της Αθήνας και η τιμή των καυσίμων, ενώ ως εξωγενείς οι υπόλοιπες μεταβλητές, δηλαδή το Α.Ε.Π., η ανεργία, η οικονομική κρίση, τα τέλη ταξινόμησης, τα τεκμήρια και τα δάνεια.

Η πηγή για τα στοιχεία των πωλήσεων Ι.Χ. στην Αθήνα είναι ο Σύνδεσμος Εισαγωγέων Αντιπροσώπων Αυτοκινήτων (ΣΕΑΑ). Τα στοιχεία της ανεργίας καθώς και τα στοιχεία για το Α.Ε.Π. ελήφθησαν από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛ.ΣΤΑΤ.). Επιπλέον, τα στοιχεία για την τιμή της βενζίνης ελήφθησαν από την ηλεκτρονική σελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Για τις μεταβλητές: τέλη ταξινόμησης, τεκμήρια φορολόγησης, δάνεια και περίοδος οικονομικής κρίσης, συμπεριελήφθησαν στο μοντέλο συντελεστές που καταδεικνύουν την ύπαρξη ή μη των μεταβλητών αυτών για κάθε μήνα.

#### **3.2 Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας**

Πραγματοποιήθηκε έλεγχος μοναδιαίας ρίζας, (ADF, Augmented Dickey Fuller) ώστε να διαπιστωθεί η στασιμότητα των μεταβλητών. Στον πίνακα 3.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ελέγχων μοναδιαίας ρίζας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ελέγχων, η χρονολογική σειρά των πωλήσεων είναι στάσιμη για επίπεδο σημαντικότητας 10%.

Η χρονολογική σειρά του πληθυσμού της Αθήνας είναι μη στάσιμη, για αυτό εξετάστηκαν οι σειρές των πρώτων και των δεύτερων διαφορών οπότε προέκυψε πως είναι στάσιμη στις δεύτερες διαφορές άρα είναι  $I(2)$ .

Η χρονολογική σειρά του Α.Ε.Π. σε τιμές 2005 κατά την περίοδο που εξετάζουμε είναι μη στάσιμη, οι πρώτες διαφορές όμως είναι στάσιμες συνεπώς είναι  $I(1)$ . Το ίδιο προέκυψε και για τις σειρές της ανεργίας και της τιμής των καυσίμων, δεν παρουσιάζουν δηλαδή στασιμότητα, οι πρώτες διαφορές τους όμως είναι στάσιμες. Και οι δύο αυτές σειρές είναι κατά συνέπεια  $I(1)$ .

Πίνακας 3.1 Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας

Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας (ADF-Augmented Dickey Fuller) στο επίπεδο			
Μεταβλητές	t-stat	Κριτικές τιμές (επίπεδο σημαντικότητας)	Στασιμότητα
Συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων	-3,327	-3,145 (10%)	ΝΑΙ
Πληθυσμός Αθήνας	-2,387	-3,145 (10%)	ΟΧΙ
Α.Ε.Π. (τιμές 2005)	-2,437	-3,145 (10%)	ΟΧΙ
Ανεργία	2,952	-3,145 (10%)	ΟΧΙ
Τιμή καυσίμων	-2,025	-3,145 (10%)	ΟΧΙ

Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας (ADF-Augmented Dickey Fuller) στις διαφορές			
Μεταβλητές	t-stat	Κριτικές τιμές (επίπεδο σημαντικότητας)	Στασιμότητα
Συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων	-	-	-
Πληθυσμός Αθήνας**	-5,834	-3,497 (1%)	ΝΑΙ
Α.Ε.Π. (τιμές 2005)	-5,940	-3,497 (1%)	ΝΑΙ
Ανεργία	-3,174	-2,887 (5%)	ΝΑΙ
Τιμή καυσίμων	-6,105	-3,497 (1%)	ΝΑΙ

Σημειώσεις: α) Η μεταβλητή πληθυσμός Αθήνας είναι στάσιμη στις δεύτερες διαφορές και β) Στις περιπτώσεις όπου οι μεταβλητές είναι στάσιμες στο επίπεδο βάζουμε παύλα στις πρώτες διαφορές.

### 3.3 Επιλογή πλήθους υστερήσεων για έλεγχο αιτιότητας Granger

Για να πραγματοποιήσουμε το έλεγχο αιτιότητας κατά Granger επιλέγουμε τους χρόνους υστέρησης που θα εξετάσουμε για κάθε έλεγχο. Η αξιοπιστία του ελέγχου αιτιότητας κατά Granger εξαρτάται από τον αριθμό των υστερήσεων που χρησιμοποιούμε. Στην παρούσα εργασία για την επιλογή του κατάλληλου αριθμού υστερήσεων που θα χρησιμοποιήσουμε στους ελέγχους αιτιότητας κατά Granger χρησιμοποιούμε το κριτήριο SBIC.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2 το πλήθος των υστερήσεων που επιλέγεται είναι διαφορετικό σε κάθε



περίπτωση. Για τον έλεγχο Granger μεταξύ τιμής καυσίμων και συνολικών πωλήσεων αυτοκινήτων επιλέγονται έξι υστερήσεις.

Αντίστοιχα για τον έλεγχο αιτιότητας Granger μεταξύ συνολικών πωλήσεων αυτοκινήτων και πληθυσμού της Αθήνας η βέλτιστη επιλογή χρόνου υστερήσεων είναι δύο.

Για τον έλεγχο Granger μεταξύ τιμής καυσίμων και πληθυσμού της Αθήνας επιλέγεται μία υστέρηση.

Πίνακας 3.2 Επιλογή πλήθους υστερήσεων για έλεγχο αιτιότητας Granger

Μεταβλητές	Υστερήσεις	Κριτήριο SBIC
Συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων  Τιμή καυσίμων	0	17,109
	1	16,5651
	2	16,4408
	3	16,4662
	4	16,5827
	5	16,6159
	6	16,4193*
	7	16,4668
	8	16,566
Συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων  Πληθυσμός Αθήνας	0	33,3639
	1	32,9668
	2	32,8587*
	3	32,9239
	4	33,0671
	5	33,1944
	6	33,0621
	7	33,1506
	8	33,2702
Τιμή καυσίμων  Πληθυσμός Αθήνας	0	9,39902
	1	9,37307*
	2	9,5
	3	9,64245
	4	9,77542
	5	9,86492
	6	10,0077
	7	10,1397
	8	10,2723

Σημείωση: Οι τιμές με τον αστερίσκο είναι αυτές που μας δίνουν τον άριστο αριθμό υστερήσεων

### 3.4 Έλεγχος αιτιότητας Granger

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι έλεγχοι αιτιότητας Granger. Οι έλεγχοι είναι βήμα προς βήμα (lag by lag).

Στον πρώτο έλεγχο αιτιότητας τέθηκε ως υπόθεση  $H_0$ : “οι μεταβλητές πληθυσμός Αθήνας, οικονομική κρίση, τα τέλη ταξινόμησης, τα δάνεια, τα τεκμήρια, το Α.Ε.Π., ανεργία δεν προκαλούν κατά Granger τις πωλήσεις των αυτοκινήτων”. Σημειώνεται ότι στον παραπάνω έλεγχο χρησιμοποιήθηκαν και οι εξωγενείς μεταβλητές. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα ο πληθυσμός της Αθήνας δεν προκαλεί κατά Granger τις συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων.

Στο δεύτερο έλεγχο τέθηκε ως υπόθεση  $H_0$  : “οι μεταβλητές τιμή καυσίμων, οικονομική κρίση, τα τέλη ταξινόμησης, τα δάνεια, τα τεκμήρια, το Α.Ε.Π., ανεργία δεν προκαλούν κατά Granger τις πωλήσεις των αυτοκινήτων”. Και σε αυτό τον έλεγχο χρησιμοποιήθηκαν και οι εξωγενείς μεταβλητές. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η τιμή των καυσίμων προκαλεί κατά Granger τις συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων.

Πίνακας 3.3 Αποτελέσματα ελέγχου αιτιότητας κατά Granger

Μηδενική Υπόθεση ( $H_0$ )	Αριθμός Υστερήσεων	Αριθμός Παρατηρήσεων	Τιμή Στατιστικής F	Πιθανότητα (Prob>F)	Αποτέλεσμα Ελέγχου
Η μεταβλητή Πληθυσμός Αθήνας δεν προκαλεί τη μεταβλητή Συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων	2	141	0,3079	0,7355	Δεν απορρίπτεται η $H_0$
Η μεταβλητή Τιμή καυσίμων δεν προκαλεί τη μεταβλητή Συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων	6	138	2,0436	0,0651	Απορρίπτεται η $H_0$

### 3.5 Επιλογή πλήθους υστερήσεων μοντέλου VAR

Προχωρούμε στην επιλογή του πλήθους των υστερήσεων του VAR υποδείγματος. Στο VAR υπόδειγμα που δημιουργείται, ενδογενείς μεταβλητές είναι οι μεταβλητές των συνολικών πωλήσεων αυτοκινήτων, του πληθυσμού της Αθήνας και της τιμής των καυσίμων ενώ οι υπόλοιπες μεταβλητές, δηλαδή το Α.Ε.Π., η ανεργία, η οικονομική κρίση, τα τέλη ταξινόμησης, τα τεκμήρια και τα δάνεια είναι εξωγενείς. Το κριτήριο σύμφωνα με το οποίο επιλέχθηκαν οι υστερήσεις είναι το SBIC. Στον πίνακα 3.4 φαίνεται ότι το πλήθος υστερήσεων που πρέπει να επιλεγεί είναι μια.

Πίνακας 3.4 Τάξη υποδείγματος VAR.

Μεταβλητές	Υστερήσεις	Κριτήριο SBIC
Ενδογενείς: Συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων, Πληθυσμός Αθήνας, Τιμή καυσίμων	0	30,9588
	1	29,3755*
	2	29,4403
	3	29,6597
	4	29,9457
	5	30,1281
Εξωγενείς: Α.Ε.Π., Ανεργία, Οικονομική κρίση, Τέλη ταξινόμησης, Τεκμήρια, Δάνεια	6	30,2220
	7	30,4068
	8	30,6835
	9	30,9679
	10	31,1299
	11	31,3897
	12	31,3114

### 3.6 Έλεγχος συνολοκλήρωσης (cointegration test)

Κατά τον έλεγχο συνολοκλήρωσης που πραγματοποιήθηκε με τον έλεγχο Johansen με τις  $I(1)$  ενδογενείς μεταβλητές, δηλαδή τον πληθυσμό της Αθήνας, τις τιμές των καυσίμων και τις συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων φαίνεται η απουσία συνολοκλήρωσης μεταξύ των μεταβλητών, δεν υπάρχουν δηλαδή σχέσεις συνολοκλήρωσης μεταξύ των μεταβλητών του VAR υποδείγματος. Τα αποτελέσματα του ελέγχου συνολοκλήρωσης εμφανίζονται στον πίνακα 3.5.

Πίνακας 3.5 Έλεγχος συνολοκλήρωσης Johansen.

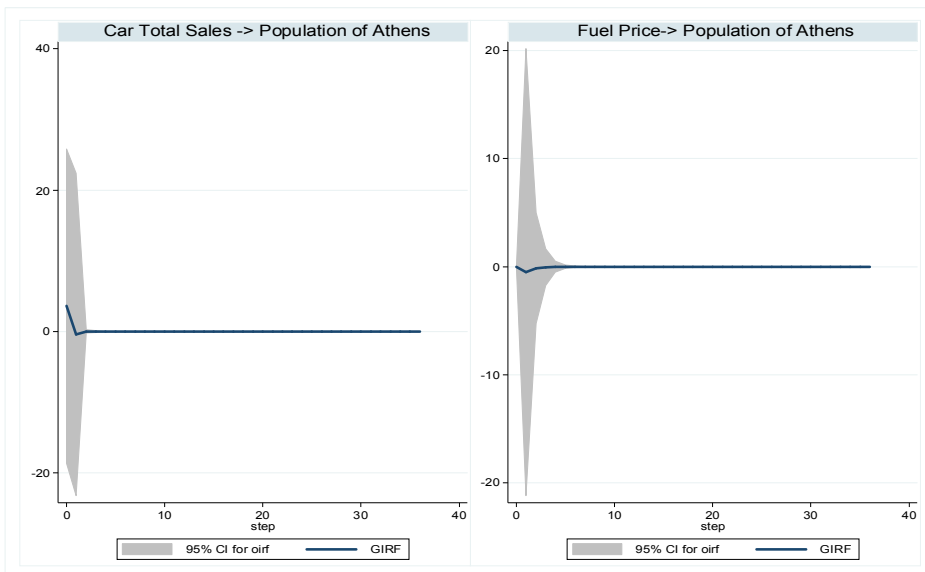
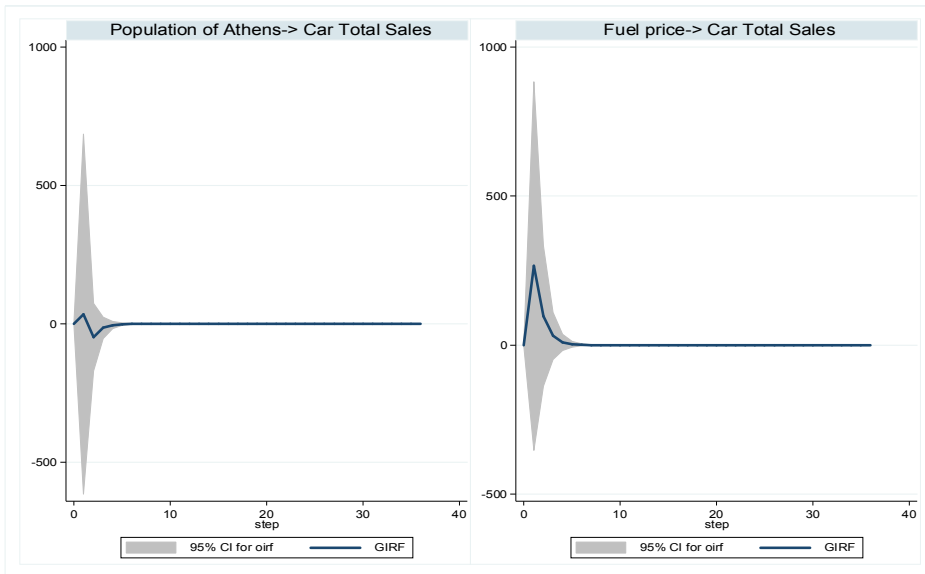
Μέγιστος Βαθμός Συνολοκλήρωσης	Λόγος Πιθανοφάνειας	Ιδιοτιμή	Στατιστική Ίχνους	5% Κρίσιμη Τιμή	Συνολοκλήρωση
0	-1818,5062		23,7943*	29,68	ΟΧΙ
1	-1809,2220	0,13122	5,2259	15,41	ΟΧΙ
2	-1806,7767	0,03637	0,3353	3,76	ΟΧΙ
3	-1806,6091	0,00254			

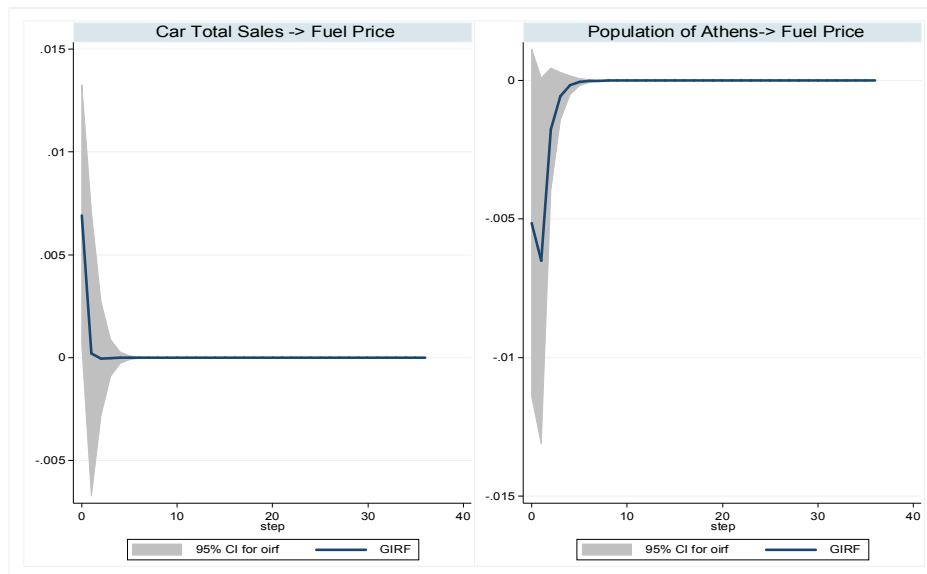
### 3.7 Συναρτήσεις απόκρισης (GIRF).

Για την πληρέστερη κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μεταβλητών γίνεται ανάλυση μέσω των συναρτήσεων απόκρισης. Όπως, ήδη έχουμε αναφέρει, με τη μέθοδο αυτή αναλύονται οι δυναμικές αλληλεπιδράσεις και το πρόσημο της διαταραχής (σοκ), ανάμεσα στις μεταβλητές του υποδείγματος μας.

Κατασκευάστηκαν οι συναρτήσεις απόκρισης σε εφάπαξ διαταραχές του συστήματος. Υπολογίστηκαν οι δυναμικές αποκρίσεις που αφορούν τις μεταβλητές πληθυσμός Αθήνας, τιμή καυσίμων και πωλήσεις αυτοκινήτων. Πιο συγκεκριμένα υπολογίστηκαν οι συναρτήσεις που αφορούν τα αποτελέσματα των διαταραχών των μεταβλητών πληθυσμός Αθήνας και τιμή καυσίμων στις πωλήσεις αυτοκινήτων, των διαταραχών των πωλήσεων αυτοκινήτων και της τιμής καυσίμων στον πληθυσμό Αθήνας και τέλος των διαταραχών των πωλήσεων αυτοκινήτων και του πληθυσμού στη τιμή καυσίμων.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι αντιδράσεις των μεταβλητών στις απρόβλεπτες διαταραχές που προαναφέρθηκαν.





Διάγραμμα 3.1 Συναρτήσεις απόκρισης.

Ένα σοκ στον πληθυσμό της Αθήνας κατά τον πρώτο μήνα, επιδρά πολύ λίγο θετικά στις συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων. Κατά τον επόμενο μήνα, οι πωλήσεις αυτοκινήτων μειώνονται, για να επανέλθουν σε κατάσταση ισορροπίας από τον τέταρτο μήνα και μετά. Η επιρροή που έχει η συγκεκριμένη διαταραχή του πληθυσμού στις πωλήσεις αυτοκινήτων είναι πολύ μικρή, ακόμα και για το διάστημα εμπιστοσύνης 95%.

Ένα σοκ στη τιμή των καυσίμων ασκεί άμεσα θετική επιρροή, για τον πρώτο μήνα. Στη συνέχεια, όμως, ο αριθμός των συνολικών πωλήσεων νέων αυτοκινήτων επανέρχεται σε κατάσταση ισορροπίας. Η επιρροή είναι πολύ μικρή.

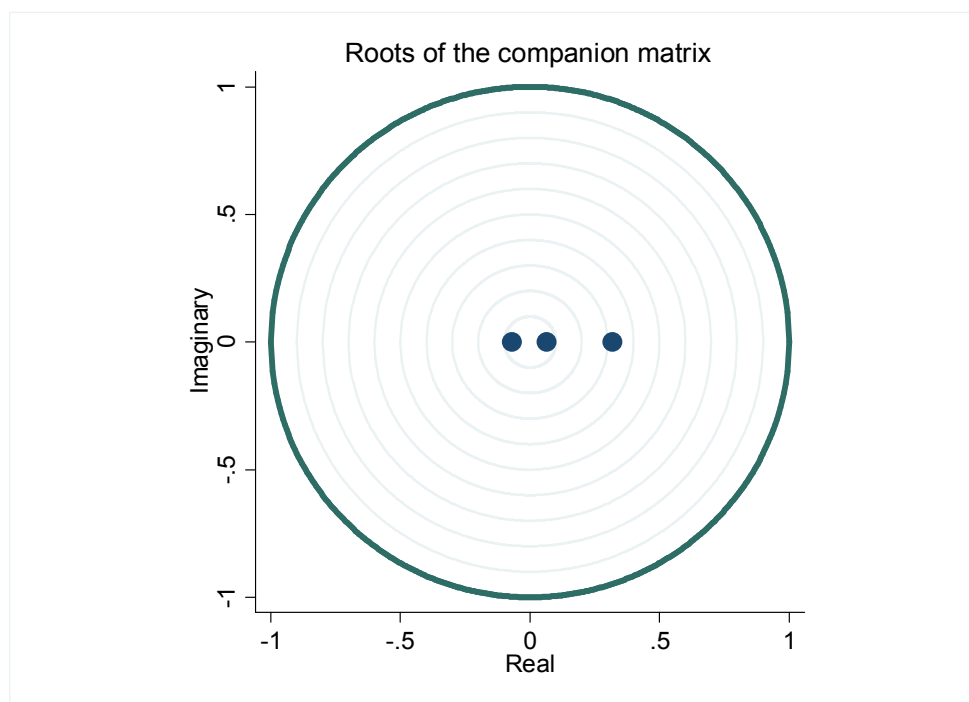
Μια διαταραχή των πωλήσεων αυτοκινήτων έχει ανεπαίσθητη επιρροή στον πληθυσμό της Αθήνας, κάτι το οποίο φυσικά ήταν αναμενόμενο. Το ίδιο συμπέρασμα εξάγεται και από το διάγραμμα που παρουσιάζει την αντίδραση του πληθυσμού σε μια διαταραχή της τιμής των καυσίμων – δεν επηρεάζεται.

Ένα σοκ στον αριθμό των πωλήσεων αυτοκινήτων επιδρά άμεσα ελάχιστα θετικά στην τιμή των καυσίμων, ωστόσο αυτή επανέρχεται σε κατάσταση ισορροπίας σχεδόν αμέσως, ήδη από το δεύτερο μήνα. Αντίστοιχα, ένα σοκ στον πληθυσμό της Αθήνας επιδρά άμεσα αρνητικά στη τιμή των καυσίμων, στη συνέχεια όμως ασκεί θετική επιρροή, η οποία την οδηγεί σε κατάσταση ισορροπίας πολύ γρήγορα.

Τα αποτελέσματα αυτά είναι έγκυρα καθώς το διάγραμμα ευστάθειας (Διάγραμμα 3.2) βρίσκεται μέσα στο μοναδιαίο κύκλο, δηλαδή οι ιδιοτιμές του συστήματος είναι μικρότερες ή ίσες της μονάδος (Πίνακας 3.6).

Πίνακας 3.6. Έλεγχος ευστάθειας VAR υποδείγματος.

Ιδιοτιμές	Μέτρο
0,3190286	0,319029
-0,07070719	0,070707
0,06450462	0,064505



Διάγραμμα 3.2 Διάγραμμα ευστάθειας.





# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

## **Συμπεράσματα**



## **4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

### **4.1 Συμπεράσματα**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε η μελέτη της χρονολογικής σειράς των πωλήσεων αυτοκινήτων με βάση μηνιαία δεδομένα για την περίοδο που περιλαμβάνει τους μήνες από το Σεπτέμβριο του 2000 ως το Σεπτέμβριο του 2012. Η περίοδος αυτή περιλαμβάνει έτη οικονομικής ανάπτυξης, μέχρι το 2009, και έτη οικονομικής κρίσης, από το 2010 και μετά. Εξετάστηκε η σχέση της παραπάνω χρονολογικής σειράς με χρονολογικές σειρές άλλων μεταβλητών όπως οι τιμές των καυσίμων και ο πληθυσμός της Αθήνας. Ταυτόχρονα, ελήφθησαν υπόψη και άλλοι παράγοντες όπως η εξέλιξη του Α.Ε.Π., τα τεκμήρια φορολόγησης και η ανεργία.

Αφού έγινε ο απαραίτητος έλεγχος στασιμότητας χρησιμοποιώντας τον έλεγχο μοναδιαίας ρίζας Dickey – Fuller, πραγματοποιήθηκε έλεγχος αιτιότητας κατά Granger όπου και διαπιστώθηκε πως η τιμή των καυσίμων προκαλεί κατά Granger τις πωλήσεις των αυτοκινήτων. Παράλληλα, διαπιστώθηκε πως ο πληθυσμός της πρωτεύουσας δεν προκαλεί κατά Granger τις πωλήσεις.

Στη συνέχεια, αφού χρησιμοποιήθηκε ένα αυτοπαλίνδρομο διανυσματικό υπόδειγμα- VAR, εκτιμήθηκαν οι συναρτήσεις απόκρισης και κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα όπου παρουσιάζονται η αντίδραση κάθε μιας εκ των μεταβλητών των πωλήσεων αυτοκινήτων, της τιμής των καυσίμων και του πληθυσμού της Αθήνας σε μια απρόβλεπτη διαταραχή (σοκ) κάποιας από τις άλλες μεταβλητές.

Διαπιστώθηκε πως οι απρόβλεπτες διαταραχές των μεταβλητών αυτών δεν έχουν σημαντικές επιπτώσεις στις άλλες μεταβλητές, για διάστημα εμπιστοσύνης 95%, σε ορισμένες δε περιπτώσεις δεν έχουν καμία επίπτωση όπως στην περίπτωση κατά την οποία εξετάζονται οι επιπτώσεις στον πληθυσμό.

### **4.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Το πεδίο μελέτης των χρονολογικών σειρών στις πωλήσεις νέων αυτοκινήτων, αποτελεί πεδίο το οποίο είναι δυνατό αλλά και αναγκαίο να διερευνηθεί περισσότερο στο μέλλον.

Αντικείμενο το οποίο μπορεί να μελετηθεί είναι η εξέταση της μεταβολής των προτιμήσεων του καταναλωτικού κοινού και η κατεύθυνση του προς αυτοκίνητα χαμηλότερου κυβισμού. Τα αίτια για τη μεταστροφή αυτή μπορούν, ίσως, να αναζητηθούν στην οικονομική κρίση, στα φορολογικά μέτρα που έπληξαν κυρίως τα μεγάλα κυβισμού αυτοκίνητα και την άνοδο της τιμής των καυσίμων.

Μελλοντικά μπορεί, επίσης, να εξεταστεί η εξέλιξη του συνολικού στόλου των αυτοκινήτων, σε σχέση με την εξέλιξη οικονομικών δεικτών όπως το μέσο μηνιαίο εισόδημα και η ανεργία. Στην έρευνα αυτή θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στοιχεία σχετικά με την πώληση μεταχειρισμένων αυτοκινήτων καθώς και την επιρροή του μέτρου της απόσυρσης στο σύνολο των οχημάτων που κυκλοφορούν.

Τέλος, ιδιαίτερη έρευνα θα πρέπει να πραγματοποιηθεί για την εξέλιξη του αριθμού και του είδους των μετακινήσεων κατά την περίοδο της οικονομικής κρίσης, καθώς και για τη σχέση που έχουν με οικονομικές μεταβλητές. Με αυτόν τον τρόπο θα είναι δυνατό να διαπιστωθεί αν υπάρχει σχέση μεταξύ της οικονομικής κατάστασης και της κατανομής των μετακινήσεων του επιβατικού κοινού ανά μεταφορικό μέσο π.χ. ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητα, μέσα μαζικής μεταφοράς κ.α.

## **Βιβλιογραφία**



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ξενόγλωσση:**

Barber B.M., Click R.W., Darrough M.N. (1999), The impact of shocks to exchange rates and oil prices on U.S. sales of American and Japanese automakers, *Japan and the World Economy* Vol. 11, p. 57 – 93.

Beyzatlar M.A., Karacal M., Yetkiner H. (2014), Granger-causality between transportation and GDP: A panel data approach, *Transportation Research Part A* Vol. 63, p. 43 – 55.

Bonilla D., Schmitz K.E., Akisawa A. (2012), Demand for mini cars and large cars; decay effects, and gasoline demand in Japan, *Energy Policy* Vol.50, p.217–227.

Chen J., Esteban S., Shum M. (2010), Do sales tax credits stimulate the automobile market?, *International Journal of Industrial Organization* Vol. 28, p. 397–402.

Danielsen A.L., Hilliard J.E. (1983), Oil price increases as leading indicators of new car sales, *Resources and Energy* Vol. 5, p. 155-170.

Donatos G., Kioulafas K. (1999), A quantitative analysis of new car sales and advertising in Greece, *European Journal of Operational Research* Vol.48, p.311-317.

Franses P.H. (1994), Modeling new product sales; an application of cointegration analysis, *Intern. J. of Research in Marketing* Vol.11, p.491-502.

Huo H., Wang M. (2012), Modeling future vehicle sales and stock in China, *Energy Policy* Vol.43, p.17–29.

Mabit S.L. (2014), Vehicle type choice under the influence of a tax reform and rising fuel prices, *Transportation Research Part A* Vol. 64, p. 32–42.

Ritter N., Vance C. (2013), Do fewer people mean fewer cars? Population decline and car ownership in Germany, *Transportation Research Part A* Vol. 50, p. 74–85.

Ryan L., Ferreira S., Convery F. (2009), The impact of fiscal and other measures on new passenger car sales and CO2 emissions intensity: Evidence from Europe, *Energy Economics* Vol. 31, p. 365–374.

Sa-ngasoongsong A., Bukkapatnam S.T.S., Kim J., Iyer P.S., Suresh R.P. (2012), Multi-step sales forecasting in automotive industry based on structural relationship identification ,*Int. J. Production Economics* Vol. 140, p .875–887.

Sivak M. (2013), Predicting vehicle sales from GDP in 48 countries: 2005-2011, Report No. UMTRI-2013-6, University of Michigan.

### **Ελληνική:**

Begg D., Fischer S., Dornbusch R. (1998), Εισαγωγή στην οικονομική, Εκδόσεις Κριτική.

Chiang A.C., Wainwright K. (2009), Μαθηματικές μέθοδοι οικονομικής ανάλυσης, Εκδόσεις Κριτική.

Δημέλη Σ. (2013), Σύγχρονες μέθοδοι ανάλυσης χρονολογικών σειρών, Εκδόσεις Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Κοκολάκης Γ., Σπηλιώτης Ι. (1999), Εισαγωγή στη θεωρία πιθανοτήτων και στατιστική, Εκδόσεις Συμεών

Mankiw G.N., Taylor M.P. (2010), Αρχές οικονομικής θεωρίας με αναφορά στις Ευρωπαϊκές οικονομίες , Εκδόσεις Gutenberg.

Μιχαηλίδης Π., Κωνσταντάκης Κ. (2013), Ανάλυση Χρονολογικών Σειρών: Σημειώσεις Παραδόσεων Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Μίχου Α. (2014), Πωλήσεις αυτοκινήτων στην Αθήνα: Μια ανάλυση χρονολογικών σειρών, Διπλωματική Εργασία ΕΜΠ, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών.

Πίπτης Ν. (2010), Πιθανοθεωρητική θεμελίωση της οικονομετρίας, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης.

Σύνδεσμος εισαγωγέων αντιπροσώπων αυτοκινήτων. (2011) δελτίο 08-12-2010, Αθήνα.



Σύνδεσμος εισαγωγέων αντιπροσώπων αυτοκινήτων. (2011) δελτίο τύπου 07-01-2011, Αθήνα.

Τσιώνας Ε.Γ. (2009), Στατιστική με εφαρμογές στα οικονομικά, Εκδόσεις Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

### **Ηλεκτρονικές Ιστοσελίδες:**

[www.seaa.gr](http://www.seaa.gr) Σύνδεσμος εισαγωγέων αντιπροσώπων αυτοκινήτων

[www.statistics.gr](http://www.statistics.gr) Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.)

[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) Science Direct, Elsevier

[www.lib.ntua.gr](http://www.lib.ntua.gr) Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Κεντρική Βιβλιοθήκη

[www.lib.aueb.gr](http://www.lib.aueb.gr) Βιβλιοθήκη και Κέντρο Πληροφόρησης Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών

[www.yreka.gr](http://www.yreka.gr) Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής



# Παράρτημα



## Π1. Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας

```
. dfuller TOTALSALES, trend lags(3)
```

Augmented Dickey-Fuller test for unit root                      Number of obs    =            141

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-3.327	-4.026	-3.445	-3.145

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0619

```
. dfuller POP_AT, trend lags(3)
```

Augmented Dickey-Fuller test for unit root                      Number of obs    =            141

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-2.387	-4.026	-3.445	-3.145

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3863

```
. dfuller ddpopathens, lags(3)
```

Augmented Dickey-Fuller test for unit root                      Number of obs    =            139

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-5.834	-3.497	-2.887	-2.577

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller GDP_P2005 , trend lags(3)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs   =       141

              Test              _____ Interpolated Dickey-Fuller _____
              Statistic          1% Critical   5% Critical   10% Critical
                                   Value         Value         Value
-----
Z(t)                -2.437             -4.026        -3.445        -3.145
-----
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3602
```

```
. dfuller dgdp , lags(3)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs   =       140

              Test              _____ Interpolated Dickey-Fuller _____
              Statistic          1% Critical   5% Critical   10% Critical
                                   Value         Value         Value
-----
Z(t)                -5.940             -3.497        -2.887        -2.577
-----
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000
```

```
. dfuller UN , trend lags(3)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs   =       141

              Test              _____ Interpolated Dickey-Fuller _____
              Statistic          1% Critical   5% Critical   10% Critical
                                   Value         Value         Value
-----
Z(t)                 2.952             -4.026        -3.445        -3.145
-----
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 1.0000
```

```
. dfuller dun , lags(3)
```

Augmented Dickey-Fuller test for unit root                      Number of obs    =            140

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-3.174	-3.497	-2.887	-2.577

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0215

```
. dfuller FUEL , trend lags(3)
```

Augmented Dickey-Fuller test for unit root                      Number of obs    =            141

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-2.025	-4.026	-3.445	-3.145

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.5878

```
. dfuller dfuel , lags(3)
```

Augmented Dickey-Fuller test for unit root                      Number of obs    =            140

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-6.105	-3.497	-2.887	-2.577

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

## Π2. Επιλογή πλήθους υστερήσεων για έλεγχο αιτιότητας GRANGER

Selection-order criteria

Sample: 2001m6 - 2012m9

Number of obs

=

136

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-1158.5				88465.4	17.0661	17.0835	17.109
1	-1111.69	93.613	4	0.000	47139.7	16.4366	16.4888	16.5651
2	-1093.41	36.562	4	0.000	38212	16.2266	16.3136	16.4408
3	-1085.31	16.192	4	0.003	35982.5	16.1664	16.2882	16.4662
4	-1083.41	3.8081	4	0.433	37116.4	16.1972	16.3538	16.5827
5	-1075.84	15.139	4	0.004	35229.7	16.1447	16.3362	16.6159
6	-1052.65	46.382	4	0.000	26579.4	15.8625	16.0888	16.4193*
7	-1046.05	13.187*	4	0.010	25600.9*	15.8243*	16.0854*	16.4668
8	-1042.97	6.1704	4	0.187	25969.1	15.8378	16.1337	16.566

Endogenous: TOTALSALES dfuel

Exogenous: \_cons

Selection-order criteria

Sample: 2001m7 - 2012m9

Number of obs

=

135

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-2247.16				1.0e+12	33.3208	33.3383	33.3639
1	-2210.54	73.229	4	0.000	6.3e+11	32.8376	32.8901	32.9668
2	-2193.43	34.216	4	0.000	5.2e+11	32.6435	32.7309	32.8587*
3	-2188.02	10.817	4	0.029	5.0e+11	32.6226	32.745	32.9239
4	-2187.88	.28043	4	0.991	5.3e+11	32.6798	32.8372	33.0671
5	-2186.67	2.4357	4	0.656	5.6e+11	32.721	32.9134	33.1944
6	-2167.92	37.488*	4	0.000	4.5e+11*	32.5026*	32.7299*	33.0621
7	-2164.09	7.6663	4	0.105	4.5e+11	32.505	32.7674	33.1506
8	-2162.35	3.4739	4	0.482	4.7e+11	32.5385	32.8359	33.2702

Endogenous: TOTALSALES ddpopathens

Exogenous: \_cons

Selection-order criteria

Sample: 2001m7 - 2012m9

Number of obs

=

135

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-629.528				39.6551	9.35597	9.37346	9.39902
1	-617.967	23.123*	4	0.000	35.4531*	9.24395*	9.29642*	9.37307*
2	-616.724	2.4858	4	0.647	36.9332	9.2848	9.37225	9.5
3	-616.528	.39136	4	0.983	39.0792	9.34116	9.46359	9.64245
4	-615.693	1.6694	4	0.796	40.964	9.38805	9.54547	9.77542
5	-611.924	7.5393	4	0.110	41.1175	9.39146	9.58386	9.86492
6	-611.748	.35152	4	0.986	43.5349	9.44812	9.6755	10.0077
7	-610.853	1.7901	4	0.774	45.6136	9.49412	9.75648	10.1397
8	-609.992	1.7219	4	0.787	47.8254	9.54062	9.83796	10.2723

Endogenous: dfuel ddpopathens

Exogenous: \_cons



### Π3. Έλεγχος αιτιότητας GRANGER

```
=====
*** Granger Causality Test
=====
Ho: ddpopathens crisis TELI_TAXINOMISIS DANEIA TEKMHRIO_1 dgdp dun does not Granger-Cause TOTALSALES

Sample Range = 4-145          Sample Size= 142
Lag Length = 1
* F-Test = 0.0093          P-Value > F(1 , 133) = 0.9233
* Wald Test = 0.0099      P-Value > Chi2(1) = 0.9206
-----

Sample Range = 5-145          Sample Size= 141
Lag Length = 2
* F-Test = 0.3079          P-Value > F(2 , 130) = 0.7355
* Wald Test = 0.6679      P-Value > Chi2(2) = 0.7161
-----

=====
*** Granger Causality Test
=====
Ho: dfuel crisis TELI_TAXINOMISIS DANEIA TEKMHRIO_1 dgdp dun does not Granger-Cause TOTALSALES

Sample Range = 3-145          Sample Size= 143
Lag Length = 1
* F-Test = 0.6382          P-Value > F(1 , 134) = 0.4258
* Wald Test = 0.6811      P-Value > Chi2(1) = 0.4092
-----

Sample Range = 4-145          Sample Size= 142
Lag Length = 2
* F-Test = 1.5627          P-Value > F(2 , 131) = 0.2134
* Wald Test = 3.3879      P-Value > Chi2(2) = 0.1838
-----

Sample Range = 5-145          Sample Size= 141
Lag Length = 3
* F-Test = 1.3401          P-Value > F(3 , 128) = 0.2643
* Wald Test = 4.4286      P-Value > Chi2(3) = 0.2187
-----

Sample Range = 6-145          Sample Size= 140
Lag Length = 4
* F-Test = 1.0020          P-Value > F(4 , 125) = 0.4092
* Wald Test = 4.4890      P-Value > Chi2(4) = 0.3439
-----

Sample Range = 7-145          Sample Size= 139
Lag Length = 5
* F-Test = 0.7456          P-Value > F(5 , 122) = 0.5909
* Wald Test = 4.2473      P-Value > Chi2(5) = 0.5144
-----

Sample Range = 8-145          Sample Size= 138
Lag Length = 6
* F-Test = 2.0436          P-Value > F(6 , 119) = 0.0651
* Wald Test = 14.2197     P-Value > Chi2(6) = 0.0273
-----
```

## Π4. Επιλογή πλήθους υστερήσεων μοντέλου VAR

```
. varsoc TOTALSALES dpopathens FUEL, maxlag(12) exog(CPI dgdp dun crisis TELI_TAXINOMISIS TEKMHRIO_1 DANEIA)
```

Selection-order criteria

Sample: 2001m10 - 2012m9

Number of obs = 132

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-1984.69				3.3e+09	30.4346	30.6476	30.9588
1	-1858.22	252.94	9	0.000	5.6e+08	28.6548	28.9476	29.3755*
2	-1840.52	35.386	9	0.000	4.9e+08	28.5231	28.8958*	29.4403
3	-1833.03	14.989	9	0.091	5.0e+08	28.5459	28.9985	29.6597
4	-1829.93	6.1893	9	0.721	5.5e+08	28.6354	29.1678	29.9457
5	-1820	19.87	9	0.019	5.5e+08	28.6212	29.2335	30.1281
6	-1804.22	31.551	9	0.000	5.0e+08	28.5185	29.2107	30.222
7	-1794.45	19.556	9	0.021	4.9e+08	28.5067	29.2788	30.4068
8	-1790.73	7.4214	9	0.593	5.4e+08	28.5869	29.4388	30.6835
9	-1787.53	6.4059	9	0.699	5.9e+08	28.6747	29.6065	30.9679
10	-1776.25	22.561	9	0.007	5.8e+08	28.6402	29.6519	31.1299
11	-1771.43	9.6425	9	0.380	6.3e+08	28.7035	29.795	31.3897
12	-1744.29	54.286*	9	0.000	4.8e+08*	28.4286*	29.6	31.3114

Endogenous: TOTALSALES dpopathens FUEL

Exogenous: CPI dgdp dun crisis TELI\_TAXINOMISIS TEKMHRIO\_1 DANEIA \_cons



## Π6. Έλεγχος Συνολοκλήρωσης.

Johansen tests for cointegration						
Trend: constant			Number of obs =		132	
Sample: 2001m10 - 2012m9			Lags =		12	
maximum					5%	
rank	parms	LL	eigenvalue	trace statistic	critical value	
0	102	-1818.5062	.	23.7943*	29.68	
1	107	-1809.222	0.13122	5.2259	15.41	
2	110	-1806.7767	0.03637	0.3353	3.76	
3	111	-1806.6091	0.00254			

## Π7. Έλεγχος ευστάθειας.

. varstable

Eigenvalue stability condition

Eigenvalue	Modulus
.3190286	.319029
-.07070719	.070707
.06450462	.064505

All the eigenvalues lie inside the unit circle.  
VAR satisfies stability condition.

## Π8. Συναρτήσεις απόκρισης GIRF.

step	(1)			(2)			(3)		
	oirf	Lower	Upper	oirf	Lower	Upper	oirf	Lower	Upper
0	0	0	0	-.005139	-.011413	.001135	0	0	0
1	35.187	-615.156	685.53	-.006506	-.01311	.000098	265.72	-352.852	884.292
2	-48.5294	-170.377	73.3179	-.001759	-.003969	.000451	97.4949	-137.579	332.568
3	-14.3674	-53.4079	24.673	-.000562	-.001419	.000295	30.9292	-48.4503	110.309
4	-4.66131	-17.6616	8.33895	-.000171	-.000513	.000171	9.5466	-17.259	36.3522
5	-1.4257	-5.77159	2.92019	-.000053	-.000184	.000079	2.93161	-6.24693	12.1102
6	-.438321	-1.91232	1.03568	-.000016	-.000065	.000033	.899261	-2.26391	4.06244
7	-.134395	-.63759	.3688	-4.9e-06	-.000023	.000013	.275787	-.813648	1.36522
8	-.041219	-.21306	.130622	-1.5e-06	-7.8e-06	4.7e-06	.084575	-.288881	.458032
9	-.01264	-.071124	.045843	-4.6e-07	-2.6e-06	1.7e-06	.025936	-.101267	.15314
10	-.003876	-.023678	.015925	-1.4e-07	-8.9e-07	6.1e-07	.007954	-.035078	.050986
11	-.001189	-.007855	.005477	-4.4e-08	-3.0e-07	2.1e-07	.002439	-.012022	.0169
12	-.000365	-.002596	.001867	-1.3e-08	-9.9e-08	7.2e-08	.000748	-.004082	.005578
13	-.000112	-.000854	.000631	-4.1e-09	-3.3e-08	2.4e-08	.000229	-.001375	.001833
14	-.000034	-.00028	.000212	-1.3e-09	-1.1e-08	8.2e-09	.00007	-.00046	.0006
15	-.000011	-.000092	.000071	-3.9e-10	-3.5e-09	2.7e-09	.000022	-.000153	.000196
16	-3.2e-06	-.00003	.000023	-1.2e-10	-1.1e-09	9.1e-10	6.6e-06	-.00005	.000064
17	-9.9e-07	-9.7e-06	7.7e-06	-3.6e-11	-3.7e-10	3.0e-10	2.0e-06	-.000017	.000021
18	-3.0e-07	-3.1e-06	2.5e-06	-1.1e-11	-1.2e-10	9.8e-11	6.2e-07	-5.4e-06	6.7e-06
19	-9.3e-08	-1.0e-06	8.3e-07	-3.4e-12	-3.9e-11	3.2e-11	1.9e-07	-1.8e-06	2.2e-06
20	-2.9e-08	-3.3e-07	2.7e-07	-1.0e-12	-1.3e-11	1.0e-11	5.9e-08	-5.8e-07	6.9e-07
21	-8.7e-09	-1.1e-07	8.8e-08	-3.2e-13	-4.0e-12	3.4e-12	1.8e-08	-1.9e-07	2.2e-07
22	-2.7e-09	-3.4e-08	2.8e-08	-9.9e-14	-1.3e-12	1.1e-12	5.5e-09	-6.0e-08	7.1e-08
23	-8.2e-10	-1.1e-08	9.2e-09	-3.0e-14	-4.1e-13	3.5e-13	1.7e-09	-1.9e-08	2.3e-08
24	-2.5e-10	-3.5e-09	3.0e-09	-9.3e-15	-1.3e-13	1.1e-13	5.2e-10	-6.3e-09	7.3e-09
25	-7.7e-11	-1.1e-09	9.5e-10	-2.8e-15	-4.2e-14	3.6e-14	1.6e-10	-2.0e-09	2.3e-09
26	-2.4e-11	-3.5e-10	3.0e-10	-8.7e-16	-1.3e-14	1.2e-14	4.9e-11	-6.4e-10	7.4e-10
27	-7.3e-12	-1.1e-10	9.7e-11	-2.7e-16	-4.3e-15	3.7e-15	1.5e-11	-2.1e-10	2.4e-10
28	-2.2e-12	-3.6e-11	3.1e-11	-8.2e-17	-1.4e-15	1.2e-15	4.6e-12	-6.6e-11	7.5e-11
29	-6.8e-13	-1.1e-11	9.9e-12	-2.5e-17	-4.3e-16	3.8e-16	1.4e-12	-2.1e-11	2.4e-11
30	-2.1e-13	-3.6e-12	3.2e-12	-7.7e-18	-1.4e-16	1.2e-16	4.3e-13	-6.7e-12	7.5e-12
31	-6.4e-14	-1.1e-12	1.0e-12	-2.4e-18	-4.3e-17	3.8e-17	1.3e-13	-2.1e-12	2.4e-12
32	-2.0e-14	-3.6e-13	3.2e-13	-7.3e-19	-1.4e-17	1.2e-17	4.0e-14	-6.7e-13	7.5e-13
33	-6.0e-15	-1.1e-13	1.0e-13	-2.2e-19	-4.3e-18	3.9e-18	1.2e-14	-2.1e-13	2.4e-13
34	-1.9e-15	-3.6e-14	3.2e-14	-6.8e-20	-1.4e-18	1.2e-18	3.8e-15	-6.8e-14	7.5e-14
35	-5.7e-16	-1.1e-14	1.0e-14	-2.1e-20	-4.3e-19	3.9e-19	1.2e-15	-2.1e-14	2.4e-14
36	-1.7e-16	-3.6e-15	3.2e-15	-6.4e-21	-1.4e-19	1.2e-19	3.6e-16	-6.8e-15	7.5e-15

step	(4)			(5)			(6)		
	oirf	Lower	Upper	oirf	Lower	Upper	oirf	Lower	Upper
0	0	0	0	3.59707	-18.6405	25.8347	.006908	.000554	.013261
1	-.507457	-21.1846	20.1697	-.402207	-23.2053	22.4009	.000196	-.006734	.007125
2	-.131561	-5.27302	5.0099	.020289	-.227484	.268063	-.00004	-.002816	.002736
3	-.04265	-1.72308	1.63778	-.001061	-.107839	.105717	-.00002	-.000905	.000866
4	-.012963	-.526795	.500869	.00033	-.013087	.013747	-6.5e-06	-.000281	.000268
5	-.003986	-.163093	.155122	.000066	-.00401	.004143	-2.0e-06	-.000086	.000082
6	-.001222	-.050334	.047891	.000023	-.001219	.001266	-6.2e-07	-.000026	.000025
7	-.000375	-.015546	.014796	7.0e-06	-.000374	.000388	-1.9e-07	-8.1e-06	7.7e-06
8	-.000115	-.004801	.004571	2.2e-06	-.000115	.000119	-5.8e-08	-2.5e-06	2.4e-06
9	-.000035	-.001483	.001412	6.6e-07	-.000035	.000037	-1.8e-08	-7.6e-07	7.2e-07
10	-.000011	-.000458	.000436	2.0e-07	-.000011	.000011	-5.5e-09	-2.3e-07	2.2e-07
11	-3.3e-06	-.000141	.000135	6.2e-08	-3.3e-06	3.5e-06	-1.7e-09	-7.1e-08	6.7e-08
12	-1.0e-06	-.000044	.000042	1.9e-08	-1.0e-06	1.1e-06	-5.2e-10	-2.2e-08	2.1e-08
13	-3.1e-07	-.000014	.000013	5.8e-09	-3.2e-07	3.3e-07	-1.6e-10	-6.6e-09	6.3e-09
14	-9.6e-08	-4.2e-06	4.0e-06	1.8e-09	-9.7e-08	1.0e-07	-4.8e-11	-2.0e-09	1.9e-09
15	-2.9e-08	-1.3e-06	1.2e-06	5.5e-10	-3.0e-08	3.1e-08	-1.5e-11	-6.2e-10	5.9e-10
16	-9.0e-09	-4.0e-07	3.8e-07	1.7e-10	-9.2e-09	9.5e-09	-4.6e-12	-1.9e-10	1.8e-10
17	-2.8e-09	-1.2e-07	1.2e-07	5.2e-11	-2.8e-09	2.9e-09	-1.4e-12	-5.8e-11	5.6e-11
18	-8.5e-10	-3.8e-08	3.6e-08	1.6e-11	-8.7e-10	9.0e-10	-4.3e-13	-1.8e-11	1.7e-11
19	-2.6e-10	-1.2e-08	1.1e-08	4.9e-12	-2.7e-10	2.8e-10	-1.3e-13	-5.5e-12	5.2e-12
20	-7.9e-11	-3.6e-09	3.5e-09	1.5e-12	-8.2e-11	8.5e-11	-4.0e-14	-1.7e-12	1.6e-12
21	-2.4e-11	-1.1e-09	1.1e-09	4.6e-13	-2.5e-11	2.6e-11	-1.2e-14	-5.2e-13	4.9e-13
22	-7.5e-12	-3.5e-10	3.3e-10	1.4e-13	-7.7e-12	8.0e-12	-3.8e-15	-1.6e-13	1.5e-13
23	-2.3e-12	-1.1e-10	1.0e-10	4.3e-14	-2.4e-12	2.5e-12	-1.2e-15	-4.9e-14	4.6e-14
24	-7.0e-13	-3.3e-11	3.2e-11	1.3e-14	-7.3e-13	7.6e-13	-3.6e-16	-1.5e-14	1.4e-14
25	-2.2e-13	-1.0e-11	9.8e-12	4.0e-15	-2.3e-13	2.3e-13	-1.1e-16	-4.6e-15	4.3e-15
26	-6.6e-14	-3.2e-12	3.0e-12	1.2e-15	-6.9e-14	7.2e-14	-3.4e-17	-1.4e-15	1.3e-15
27	-2.0e-14	-9.8e-13	9.4e-13	3.8e-16	-2.1e-14	2.2e-14	-1.0e-17	-4.3e-16	4.1e-16
28	-6.2e-15	-3.0e-13	2.9e-13	1.2e-16	-6.6e-15	6.8e-15	-3.2e-18	-1.3e-16	1.3e-16
29	-1.9e-15	-9.4e-14	9.0e-14	3.6e-17	-2.0e-15	2.1e-15	-9.7e-19	-4.1e-17	3.9e-17
30	-5.8e-16	-2.9e-14	2.8e-14	1.1e-17	-6.2e-16	6.5e-16	-3.0e-19	-1.2e-17	1.2e-17
31	-1.8e-16	-9.0e-15	8.6e-15	3.4e-18	-1.9e-16	2.0e-16	-9.1e-20	-3.8e-18	3.6e-18
32	-5.5e-17	-2.8e-15	2.7e-15	1.0e-18	-5.9e-17	6.1e-17	-2.8e-20	-1.2e-18	1.1e-18
33	-1.7e-17	-8.6e-16	8.2e-16	3.2e-19	-1.8e-17	1.9e-17	-8.6e-21	-3.6e-19	3.4e-19
34	-5.2e-18	-2.6e-16	2.5e-16	9.7e-20	-5.6e-18	5.8e-18	-2.6e-21	-1.1e-19	1.1e-19
35	-1.6e-18	-8.2e-17	7.9e-17	3.0e-20	-1.7e-18	1.8e-18	-8.0e-22	-3.4e-20	3.3e-20
36	-4.9e-19	-2.5e-17	2.4e-17	9.1e-21	-5.3e-19	5.5e-19	-2.5e-22	-1.1e-20	1.0e-20

95% lower and upper bounds reported

- (1) irfname = carsales, impulse = ddpopathens, and response = TOTALSALES
- (2) irfname = carsales, impulse = ddpopathens, and response = dfuel
- (3) irfname = carsales, impulse = dfuel, and response = TOTALSALES
- (4) irfname = carsales, impulse = dfuel, and response = ddpopathens
- (5) irfname = carsales, impulse = TOTALSALES, and response = ddpopathens
- (6) irfname = carsales, impulse = TOTALSALES, and response = dfuel