

ΠΑΝΤΕΙΟΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

PANTEION UNIVERSITY OF SOCIAL AND POLITICAL SCIENCES



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»
(APPLIED ECONOMICS AND REGIONAL DEVELOPMENT)

**Καταγραφή και Ανάλυση των Προσδιοριστικών Παραγόντων της Ζήτησης
Πετρελαίου στην Ελλάδα**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σεβασλίδης Σάββας

Αθήνα, 2024

Τριμελής Επιτροπή

Χρυσόστομος Στοφόρος, Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου (Επιβλέπων)

Σιουρούνης Γρηγόριος, Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου

Παλάσκας Θεοδόσιος Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου

Copyright © Σεβασλίδης Σάββας, 2024

All rights reserved. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας εξ 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 διπλωματικής εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Πάντειον Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών δεν δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίδα
1. Εισαγωγή	
Περίληψη.....	4
Abstract.....	5
Δομή Εργασίας.....	6
2. Το πετρέλαιο	
2.1 Εισαγωγή.....	7
2.2 Ιστορική Αναδρομή.....	7
2.3 Ιδιότητες του πετρελαίου.....	9
2.3.1 Προέλευση Πετρελαίου.....	9
2.3.2 Χημική Σύσταση.....	10
2.3.3 Φυσικές χαρακτηριστικά.....	11
2.3.4 Εξόρυξη πετρελαίου.....	12
2.3.5 Μεταφορά Πετρελαίου.....	13
2.4 Παράγωγα πετρελαίου.....	14
2.5 Ο ρόλος του πετρελαίου στην οικονομία.....	15
2.5.1 Γεωπολιτική και πετρέλαιο.....	17
2.5.2 Συνέπειες των Υψηλών Τιμών του Πετρελαίου.....	17
2.5.3 Εξέλιξη των αποθεμάτων.....	19
2.5.3.1 Καμπύλη Hubbert.....	20
2.6 Υποκατάστατα.....	22
2.6.1 Οφέλη και πλεονεκτήματα από τη χρήση του έναντι των υποκατάστατων.....	22
2.6.2 Μειονεκτήματα έναντι των υποκατάστατων.....	23
2.7 Η αγορά πετρελαίου στην Ελλάδα.....	24
2.7.1 Στατιστική ανάλυση.....	25
2.7.2 Τιμολόγηση.....	28
2.7.3 Η εξάρτηση από εισαγωγές.....	29
3. Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....	31
3.1 Η περίπτωση της Ελλάδας.....	39
3.2 Προσδιοριστικοί Παράγοντες της Ζήτησης.....	40
3.3 Προσδιοριστικοί Παράγοντες της Ζήτησης της Βενζίνης.....	41

3.3.1	Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ).....	42
3.3.1.1	Ανεργία και Πληθωρισμός.....	45
3.3.2	Η Τιμή της Βενζίνης.....	47
3.3.3	Επιβολή Φόρων από την Κυβέρνηση.....	48
3.3.4	Στόλος Οχημάτων.....	49
4.	Μεθοδολογία έρευνας.....	50
4.1	Περιγραφή Δεδομένων.....	51
4.1.1	Ανάλυση δεδομένων.....	51
4.2	Περιγραφή Μεταβλητών.....	52
4.3	Περιγραφή - Επισκόπηση Μεθόδων.....	53
4.3.1	Γραμμική Παλινδρόμηση και Συσχέτιση.....	53
4.3.2	Ανάλυση Χρονοσειρών.....	56
4.3.2.1	Στασιμότητα.....	57
4.3.2.2	Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση.....	59
4.3.2.3	Έλεγχοι Υποθέσεων.....	60
4.3.2.4	Επάρκεια Μοντέλου.....	62
5.	Αποτελέσματα.....	66
6.	Συμπεράσματα.....	77
6.1	Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	78
7.	Βιβλιογραφία.....	80
8.	Παράρτημα Πινάκων Αποτελεσμάτων.....	84

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την καταγραφή και την ανάλυση των προσδιοριστικών παραγόντων της ζήτησης πετρελαίου στην Ελλάδα. Για τον σκοπό αυτό, αρχικά, παρατίθενται χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την προέλευση, την εξόρυξη και την μεταφορά του πετρελαίου αλλά και αναλύεται η χημική του σύσταση, οι ιδιότητες, τα υποκατάστατα και τα φυσικά χαρακτηριστικά του πετρελαίου ως προϊόν. Ακόμη, εξετάζεται ο ρόλος του πετρελαίου στην οικονομία και η αγορά πετρελαίου στην Ελλάδα σήμερα. Στη συνέχεια, γίνεται βιβλιογραφική επισκόπηση αντίστοιχων μελετών για χώρες του εξωτερικού αλλά και την Ελλάδα, βάση των οποίων επιλέγεται ότι θα αναλυθεί η ζήτηση της βενζίνης με προσδιοριστικούς παράγοντες, την τιμή της βενζίνης, το κατά κεφαλήν εισόδημα, τον αριθμό των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν στην χώρα και την φορολογία που επιβάλλει το κράτος στα καύσιμα. Χρησιμοποιώντας αναλύσεις πολλαπλής παλινδρόμησης και τεχνικές συνολοκλήρωσης, για την περίοδο 1990 έως 2022, συμπεράναμε, αρχικά, ότι η ζήτηση της βενζίνης είναι βραχυπρόθεσμα ανελαστική ως προς την τιμή, αλλά στατιστικά μη σημαντική, ενώ ως προς το κατά κεφαλήν εισόδημα βρέθηκε βραχυπρόθεσμα ελαστική. Από τους λοιπούς προσδιοριστικούς παράγοντες, ο αριθμός των αυτοκινήτων και ο Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης (ΕΦΚ) βρέθηκαν να επηρεάζουν την κατανάλωση της βενζίνης, σε αντίθεση με τον Φόρο Προστιθέμενης Αξίας (ΦΠΑ). Επίσης, με την ανάλυση ενός μοντέλου VECM, διαπιστώθηκε ότι οι διαφορές των τιμών κατά τις προηγούμενες χρονικές περιόδους είχαν στατιστικά σημαντική επίδραση στην κατανάλωση βενζίνης. Τέλος, προκύπτει ότι και η ίδια η τιμή της βενζίνης δέχεται βραχυπρόθεσμες επιδράσεις τόσο από τις προηγούμενες τιμές της κατανάλωσης όσο και από τις προηγούμενες τιμές της ίδιας της μεταβλητής.

ABSTRACT

The present diploma thesis deals with the recording and analysis of the determinants factors of oil demand in Greece. For this purpose, useful information regarding the origin, the extraction, and the transportation of oil is initially provided, along with an analysis of its chemical composition, properties, substitutes, and physical characteristics as a product. Furthermore, the role of oil in the economy and the oil market in Greece is examined. Subsequently, a literature review of relevant studies for foreign countries as well as Greece is conducted, based on which it is decided to analyze the demand for gasoline with determinants such as gasoline price, per capita income, the number of circulating cars in the country and the taxation imposed by the government on fuels. Using multiple regression analyses and cointegration techniques for the period from 1990 to 2022, we initially conclude that gasoline demand is inelastic in the short – run, but statistically insignificant, while it was found to be elastic with respect to per capita income in the short – run. Among the other determinants, the number of cars and the Special Consumption Tax (SCT) were found to influence gasoline consumption, unlike the Value Added Tax (VAT). Furthermore, with the analysis of a VECM model, it was found that price differences in previous time periods had a statistically significant impact on gasoline consumption. Finally, it is evident that the gasoline price itself undergoes short – run impact from both the previous consumption prices and the previous prices of the variable itself.

Η εργασία αποτελείται από έξι κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται μια συνοπτική περίληψη και περιγραφή της δομής της εργασίας. Το δεύτερο κεφάλαιο περιέχει την αναλυτική περιγραφή του πετρελαίου ως προϊόν. Στο κεφάλαιο αυτό, αρχικά, γίνεται μια ιστορική αναδρομή για την προέλευση και τις χρήσεις του πετρελαίου από την αρχαιότητα και περιγράφεται η διαδικασία εξόρυξης και μεταφοράς του. Επίσης, παρατίθενται πληροφορίες για την χημική σύσταση, τα φυσικά χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του πετρελαίου. Το δεύτερο κεφάλαιο συμπληρώνει μια ανάλυση για τα παράγωγα και τα υποκατάστατα του πετρελαίου, καθώς και για τον ρόλο που έχει στην παγκόσμια πολιτική και οικονομία. Στο τέλος του κεφαλαίου περιγράφεται η κατάσταση της αγοράς πετρελαίου στην Ελλάδα, η εξάρτηση της χώρας από εισαγωγές και η πολιτική τιμολόγησης των παραγώγων του πετρελαίου που ακολουθεί. Το τρίτο κεφάλαιο αποτελείται από την βιβλιογραφική επισκόπηση των αντίστοιχων ερευνών που έχουν γίνει, αρχικά, για χώρες του εξωτερικού, και στην συνέχεια για την Ελλάδα. Ακόμη, στο τρίτο κεφάλαιο παρατίθεται η ανάλυση των προσδιοριστικών παραγόντων που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία. Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται τα δεδομένα, οι μεταβλητές, οι μέθοδοι και οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή της οικονομετρικής μελέτης. Το πέμπτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα αποτελέσματα τις έρευνας και το έκτο κεφάλαιο τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Το έκτο κεφάλαιο συμπληρώνουν και οι προτάσεις για μελλοντική έρευνα. Τέλος, η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με τα κεφάλαια επτά και οχτώ, στα οποία παρατίθενται η βιβλιογραφία και οι πίνακες, αντίστοιχα, που χρησιμοποιήθηκαν. Για την διενέργεια της μελέτης και την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα STATA.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

2.1 Εισαγωγή

Η ιστορία του πετρελαίου είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την πορεία του ίδιου του ανθρώπινου πολιτισμού, της εξέλιξης και της ανάπτυξης του ανθρώπινου είδους και της οικονομίας γενικότερα. Ήδη από την αρχαιότητα ο Ηρόδοτος και ο Διόδωρος ο Σικελός, καταγράφουν και συγκροτούν τις πρώιμες χρήσεις ενός προϊόντος που μοιάζει πολύ με το πετρέλαιο, ενώ από ιστορικές πηγές φαίνεται ότι στην αρχαία Βαβυλώνα, την Κίνα και την Περσία χρησιμοποιούσαν ένα προϊόν που εκτοξευόταν από φυσικές πηγές. Σήμερα, οι περισσότεροι άνθρωποι χρησιμοποιούν καθημερινά το πετρέλαιο στην ζωή τους, πολλές φορές χωρίς καν να το συνειδητοποιήσουνε. Η χρησιμότητά του ποικίλει από την θέρμανση της κατοικίας και την μετακίνηση με το αυτοκίνητο, έως την αξιοποίηση δεκάδων προϊόντων τα οποία κατασκευάζονται με βασική ή δευτερεύουσα ύλη το αργό πετρέλαιο. Πότε καμία άλλη πρώτη ύλη στον ιστορία δεν είχε τέτοια επίδραση στην διαμόρφωση της οικονομίας και του πολιτισμού όπως τον ξέρουμε σήμερα. Το πετρέλαιο έχει παίξει, όχι μόνο τον πιο καθοριστικό ρόλο στο χτίσιμο τεράστιων οικονομιών, αλλά και στην διαμόρφωση και την καθιέρωση του γεωγραφικού χάρτη. Πλέον, περισσότερο από ποτέ, η τιμή του πετρελαίου, τα αποθέματα, οι εισαγωγές και οι εξαγωγές, αλλά και η πληθώρα των παραγώγων του, το καθιστούν ως έναν πανίσχυρο παράγοντα άντλησης πολιτικής και στρατηγικής, που μπορεί να επηρεάσει από την καθημερινότητα και την ζωή ενός απλού πολίτη μέχρι την ανέγερση και την πτώση ολόκληρων κρατών. Οι μεταβολές των τιμών του αργού πετρελαίου έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζουν σημαντικά την παγκόσμια οικονομία σε διάφορα επίπεδα , από τους οικογενειακούς προϋπολογισμούς έως τα εταιρικά κέρδη και την εθνική οικονομία (Eika και Magnussen, 2000, Kilian, 2009).

2.2 Ιστορική Αναδρομή

Η λέξη πετρέλαιο εμφανίστηκε για πρώτη φορά περί τα μέσα του 16^{ου} αιώνα από τον Γερμανό ορυκτολόγο Agricola και ο όρος προέρχεται από την ελληνική λέξη πέτρα και την λατινική «oleum» που σημαίνει λάδι. Η χρήση, όμως, αυτής της πρώτης ύλης εντοπίζεται τουλάχιστον 5000 χρόνια πριν όταν οι Σουμέριοι, οι Βαβυλώνιοι και οι Ασσύριοι χρησιμοποιούσαν επιφανειακές διαρροές πετρελαίου στον Ευφράτη, ενώ αντίστοιχες διαρροές εντοπίζονταν στην Μεσοποταμία και σε γειτονικές περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου. Οι χρήσεις του εκτεινόταν από την κατασκευή αρδευτικών

τάφρων, αναχωμάτων, δρόμων, εργαλείων, το καλαφάτισμα των πλοίων έως και την ανάμιξη του για την παραγωγή χρωμάτων, κόλλας, καλαθιών και πολλών άλλων προϊόντων. Οι Αρχαίοι Έλληνες υπήρξαν επίσης πολύ καλοί γνώστες των χρήσεων του πετρελαίου ενώ και οι Ρωμαίοι το χρησιμοποίησαν παρά την προτίμηση τους σε άλλα ήδη πίσσας και κονιαμάτων από διαφορετικές πηγές. Τον 13^ο αιώνα ο εξερευνητής Μάρκο Πόλο θα μιλήσει για πετρελαϊκά χωράφια και για προϊόντα από πετρέλαιο που κατασκεύαζαν Πέρσες και Άραβες αλχημιστές. Ωστόσο, η βιομηχανία πετρελαίου όπως την ξέρουμε σήμερα θα ξεκινήσει τον 19^ο αιώνα από τους Αμερικάνους, παρά τις πρώιμες προσπάθειες διαφόρων λαών και κρατών. Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα η χρήση του φωτιστικού πετρελαίου παραμένει στο επίπεδο που το είχαν αφήσει οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι. Οι ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες που επικράτησαν στον αστικό ιστό θα οδηγήσουν στην έρευνα, στην επεξεργασία και στην καλύτερη αξιοποίηση των παραγώγων του πετρελαίου. Η εποχή αυτή ήταν άλλωστε μια περίοδος τεράστιων αλλαγών και απότομης εκβιομηχάνισης, με τις βιομηχανίες του χάλυβα και του σιδήρου να αλλάζουν ριζικά τον επιχειρηματικό κλάδο ταυτόχρονα με την επέκταση του σιδηρόδρομου. Με την βιομηχανική επανάσταση να μαίνεται και τη τιμή του λαδιού φάλαινας να εκτοξεύεται λόγω της σπανιότητας πλέον, των φαλαινών, οδηγούνται όλο και περισσότερο προς το πετρέλαιο. Μέσα στο πλαίσιο αυτό, η εστίαση στο πετρέλαιο μπορούσε να οδηγήσει σε μια καινούρια πηγή καυσίμου όπου σύντομα θα επικρατούσε όλων ως η κυρίαρχη πηγή ενέργειας. Ήδη από τις πρώτες χαρτογραφημένες απόπειρες εξερεύνησης της νέας ηπείρου συναντάμε επιγραφές για την ανακάλυψη κοιτασμάτων πετρελαίου στις ακτές της Καλιφόρνια. Μάλιστα οι πρωτοπόροι εξερευνητές προχώρησαν μέχρι και στην καταγραφή και στην σχεδίαση αυτών των κοιτασμάτων και πετρελαιοκηλίδων σε διάφορους χάρτες, ενώ οι πρώτοι άποικοι ήταν γνωστό ότι χρησιμοποιούσαν το πετρέλαιο ως φωτιστικό μέσο. Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα ιδρύεται η πρώτη πετρελαϊκή εταιρία στις ΗΠΑ και ανοίγει ο δρόμος για την εξόρυξη πετρελαίου. Η Pennsylvania Rock Oil Company όπως ονομάστηκε (αργότερα Seneca Oil Company) ιδρύθηκε προκειμένου να εκμεταλλευτεί το πετρέλαιο που έβγαινε στην επιφάνεια στα νερά της Πενσιλβάνια. Προσέλαβαν τον Edwin L. Drake και αγόρασαν μια έκταση στο Titusville της Πενσιλβάνια. Το πρώτο πηγάδι που διανοίχθηκε από τον E. Drake αποπερατώθηκε το 1859 με την βοήθεια γεωτρήπανου που χρησιμοποιούσε ατμό. Στις 27 Αυγούστου του ίδιου έτους γράφεται ιστορία καθώς για πρώτη φορά εντοπίστηκαν, σε βάθος 21 μέτρων, κοιτάσματα πετρελαίου. Ήταν η πρώτη φορά που το πετρέλαιο αντλήθηκε απευθείας από την πηγή του. Σύντομα,

ξεκίνησε η επεξεργασία των αντλούμενων αποθεμάτων σε φθινό πετρέλαιο, από τα αποστακτήρα γαιανθράκων που υπήρχαν ακόμα. Στην συνέχεια νέα πετρελαϊκά κοιτάσματα ανακαλύφθηκαν σε 14 πολιτείες των ΗΠΑ ενώ την ίδια περίοδο κοιτάσματα εντοπίστηκαν και στην Άπω Ανατολή και την Ευρώπη. Με την κορύφωση της τεχνολογικής εξέλιξης και την αυξανόμενη χρήση μηχανών εσωτερικής καύσης, οι ανάγκες για πετρέλαιο αυξήθηκαν κατακόρυφα και η βιομηχανία πετρελαίου εκτινάχθηκε, με αποτέλεσμα στις αρχές του 20^{ου} αιώνα να είναι η πρώτη πηγή ενέργειας στον κόσμο. Έτσι, ενώ η παραγωγή το 1860 ήταν 1000 τόνοι, εκατό χρόνια μετά έφτασε να ξεπερνάει τους 3 δις. τόνους τον χρόνο. Σήμερα το πετρέλαιο αν και βρίσκει πολλές χρήσεις στην βιομηχανία πετροχημικών, σημαντικότερη εφαρμογή έχει στην παραγωγή ενέργειας από την οποία εξαρτάται το παρόν και το μέλλον της παγκόσμιας οικονομίας.

2.3 Ιδιότητες του πετρελαίου

2.3.1 Προέλευση Πετρελαίου

Παρά τις έρευνες που έχουν γίνει κατά καιρούς από διάφορους επιστήμονες, υπάρχουν ακόμα ερωτηματικά σχετικά με την δημιουργία και την προέλευση του πετρελαίου. Ωστόσο, από όλους αναγνωρίζεται ότι ο άνθρακας και το υδρογόνο πηγάζουν από τα πρωτογενή υλικά της αρχέγονης Γης και πρέπει να περάσουν από μια οργανική πολύχρονη επεξεργασία προκειμένου να δημιουργηθούν τα σύνθετα μόρια που εντοπίζονται στους υδρογονάνθρακες του πετρελαίου. Για το πώς δημιουργήθηκε και από πού προέρχεται το πετρέλαιο υπάρχουν πολλές και μάλιστα αλληλοσυγκρουόμενες θεωρίες. Αρχικά, γεωλόγοι και χημικοί ερευνητές πίστευαν ότι το πετρέλαιο προέρχεται από την σχηματισμό ανθρακομεταλλικών ενώσεων, τα λεγόμενα Καρβίδια. Η συγκεκριμένη θεωρία της δημιουργίας του πετρελαίου από ανόργανες πρώτες ύλες, παρότι ευφυής, εγκαταλείφθηκε γρήγορα. Από την άλλη πλευρά, η σύγχρονη θεωρία που είναι και η γενικότερα αποδεκτή υποστηρίζει ότι το πετρέλαιο δημιουργείται από φυτικές και ζωικές πρώτες ύλες, βασιζόμενη σε ισχυρά επιχειρήματα. Δύο από τους πιο επίμαχους και σοβαρούς λόγους υπέρ της σύγχρονης θεωρίας είναι η ύπαρξη αζωτούχων ενώσεων αφενός, και η παρουσία οπτικής στροφικής ικανότητας του πετρελαίου αφετέρου.

Ως κύριος υποστηρικτής, ο βιολόγος και γεωλόγος H. Potonie (1857) υποστήριξε ότι το πετρέλαιο είναι προϊόν που προέρχεται από την αποσύνθεση ζωικών και φυτικών οργανισμών που εγκλείστηκαν εντός πετρωμάτων σε πολύ μεγάλο βάθος. Τα λείψανα αυτών των οργανισμών συγκεντρώνονταν σε μεγάλες ποσότητες σε θαλάσσιες απολήξεις παρασυρόμενα από ανέμους και θαλάσσια ρεύματα. Οι απολήξεις αυτές στην συνέχεια λόγω της αναστάτωσης του πυθμένα και της επιφάνειας της Γης καταχώνονταν και αποκλείονταν από εξωτερικές επιδράσεις. Έτσι, από τον αποκλεισμό του οργανικού υλικού και την αποσύνθεση με την επίδραση αναερόβιων βακτηριών κατά το πέρασμα των χρόνων, δημιουργήθηκε το πετρέλαιο. Η θεωρία αυτή ενισχύεται από το γεγονός ότι στο πετρέλαιο συνήθως βρίσκονται ίχνη χλωροφύλλης και αιμίνης τα οποία υποδηλώνουν την ζωική και φυτική προέλευση υπό ήπια βιολογική δράση. Ακόμη, συνηθίζεται στην βάση των κοιτασμάτων να εντοπίζεται αλμυρό νερό, ενώ και τα κοιτάσματα αυτά βρίσκονται πάντα σε ιζηματογενή πετρώματα.

2.3.2 Χημική Σύσταση

Το αργό πετρέλαιο είναι υγρό πέτρωμα και συνίσταται ως μείγμα υδρογονανθράκων, κατά το μεγαλύτερο μέρος της σειράς των αλκανίων, το οποίο όμως περιέχει και πολλούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, όπως και άλλες οργανικές ενώσεις του αζώτου, του οξυγόνου και του θείου. Αποτελείται κυρίως από υγρούς υδρογονάνθρακες, στους οποίους είναι διαλυμένοι τόσο αέριοι όσο και στερεοί υδρογονάνθρακες. Μολονότι συνίσταται από χημικές ενώσεις δύο μόνο στοιχείων, άνθρακα και υδρογόνου, δημιουργείται μεγάλη ποικιλία σύνθετων μοριακών δομών. Ανεξάρτητα από τις χημικές και φυσικές μεταβολές, το αργό πετρέλαιο σε οποιαδήποτε μορφή περιέχει 82% - 87% άνθρακα και 12% - 15% υδρογόνο, ενώ οι ιζώδεις άσφαλτοι αποτελούνται από 80% - 85% άνθρακα και 8% - 11% υδρογόνο. Οι πιο συνηθισμένοι υδρογονάνθρακες είναι οι παραφίνες, τόσο στο αργό πετρέλαιο όσο και στο φυσικό αέριο. Πρόκειται για κορεσμένους υδρογονάνθρακες της μορφής C_nH_{2n+2} με δομή απλής αλυσίδας. Οι διάφοροι τύποι αργού πετρελαίου, λαμβάνοντας υπόψη τη σύνθεση τους, μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις κατηγορίες. Τα παραφινικά πετρελαιο που περιέχουν στερεή παραφίνη και όταν γίνεται η απόσταξη τους δίνουν αναλογία ελαφρών κλασμάτων που αποτελούνται αποκλειστικά από κεκορεσμένους υδρογονάνθρακες της αλειφατικής σειράς. Επίσης έχουμε τα ασφαλτικά πετρελαιο, τα οποία δίνουν κατά κύριο λόγο βαρέα κλάσματα όπως το μαζούτ και τα ορυκτέλαιο.

Τέλος υπάρχουν τα ασφαλτοπαραφινικά πετρέλαια ως μίξη των δύο άλλων κατηγοριών.

2.3.3 Φυσικά Χαρακτηριστικά

Το πετρέλαιο είναι υγρό, παχύρευστο έως ελαιώδες με χρυσοκάστανο χρώμα. Έχει χαρακτηριστική δυσάρεστη οσμή και είναι αδιάλυτο στο νερό καθώς και ελαφρύτερο από αυτό. Συνήθως ως πετρέλαιο εννοούνται υγρά αποθέματα που περιλαμβάνουν τόσο το αργό πετρέλαιο όσο και στερεά (πχ πίσσα ή άσφαλτο) και αέρια. Η πυκνότητα του κυμαίνεται μεταξύ $0,73 \text{ gr/cm}^3$ και $1,04 \text{ gr/cm}^3$ ενώ έχει θερμαντική ικανότητα που μπορεί να φτάσει και τα 11000 Kcal/gr . Τα χαρακτηριστικά του πετρελαίου διαφοροποιούνται ανάλογα με τα διαφορετικά μίγματα τα οποία το συνθέτουν και διαχωρίζονται κατόπιν κλασματικής απόσταξης σε αυξανόμενες θερμοκρασίες. Επειδή η χημική του σύσταση ποικίλει, ιδιότητες όπως το βάρος, το χρώμα και το ιξώδες κυμαίνονται αναλογικά με σημαντικές διαφορές. Παρόλο που το πετρέλαιο είναι λιπαρό συνήθως στην αφή του, η συνοχή του μπορεί να ποικίλει από την ρευστή βενζίνη έως την παχύρευστη άσφαλτο και πίσσα. Αντίστοιχα το πετρέλαιο περνάει από όλους του βαθμούς αδιαφάνειας με αποτέλεσμα να παρουσιάζει κίτρινα, πράσινα, κόκκινα, καστανά έως και μαύρα χρώματα.

2.3.4 Εξόρυξη Πετρελαίου

Η εξόρυξη πετρελαίου είναι ένα σύνθετο έργο με καθορισμένες διαδικασίες και διάφορες φάσεις. Η πρώτη φάση ξεκινάει με τον εντοπισμό των πετρελαιοφόρων κοιτασμάτων και συνεχίζεται με την εξαγωγή και την μεταφορά του πετρελαίου. Λόγω των ζητημάτων περιβαλλοντολογικής και κοινωνικής βιωσιμότητας τα οποία εγείρει συχνά η συγκεκριμένη δραστηριότητα, γίνονται προσπάθειες τις τελευταίες δεκαετίες να εξελιχθούν οι τεχνολογίες και τα μέσα που χρησιμοποιούνται κατά την εξόρυξη προκειμένου να μειωθούν οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και να αναπτυχθεί ο σεβασμός προς τα τοπικά, κοινωνικά, πολιτιστικά και περιβαλλοντολογικά χαρακτηριστικά των πετρελαιοφόρων περιοχών. Η προσπάθεια για την ανάπτυξη αποτελεσματικών και καθαρών μεθόδων δεν έγκειται μόνο στους περιβαλλοντολογικούς κινδύνους, αλλά και στις επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων και των εργαζομένων καθώς και στα ατυχήματα που συχνά συμβαίνουν στους, σχετικούς με την εξόρυξη, χώρους εργασίας.

Η διαδικασία της εξόρυξης ξεκινά με την αναζήτηση και τον εντοπισμό των πετρελαϊκών κοιτασμάτων. Η αναζήτηση απαιτεί την διενέργεια γεωλογικών και

γεωφυσικών μελετών αρχικά, και στη συνέχεια πολλαπλών ερευνητικών γεωτρήσεων. Οι γεωλογικές έρευνες αποσκοπούν στην χαρτογράφηση της περιοχής και οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι είναι οι σεισμική, η μαγνητική και σταθμική. Συνήθως με την σεισμική μέθοδο προκαλούνται μικροεκρήξεις στην επιφάνεια του εδάφους και στέλνονται κύματα στο υπέδαφος που βρίσκονται τα πετρώματα. Με σεισμόμετρα καταγράφονται τα κύματα που επιστρέφουν με ανάκλαση και σύμφωνα με την ταχύτητα που επιστρέφουν μπορούν να υπολογιστούν τα στρώματα τους εδάφους με διαφορετική πυκνότητα. Έπειτα, γίνεται ερευνητική γεώτρηση στο σημείο που εντοπίζεται πιθανότητα ύπαρξης κοιτασμάτων. Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι πληρούνται όλα τα κριτήρια, η πιθανότητα να βρεθεί πετρέλαιο κατά την ερευνητική γεώτρηση είναι μόλις 10%.

Όταν η ερευνητική γεώτρηση είναι επιτυχής και ανακαλύψει παραγωγικό κοίτασμα ξεκινάει η διαδικασία στησίματος της εξέδρας. Αρχικά το φρεάτιο ενισχύεται με την τοποθέτηση υποστηρίγματος από τσιμεντοκονίαμα και στο εσωτερικό του τοποθετείται ένας στενός σωλήνας από τον οποίο θα περνάει το πετρέλαιο. Αν τελικά το κοίτασμα αποδειχθεί ικανοποιητικό, ανοίγονται και άλλα γειτονικά φρεάτια με σκοπό να επιτευχθεί και να αυξηθεί η άντληση του πετρελαίου. Στη συνέχεια τοποθετούνται βάνες στην κεφαλή κάθε φρεατίου προκειμένου να ξεκινήσει η ελεγχόμενη άντληση του. Όταν πρόκειται για υποθαλάσσια εξόρυξη όλα τα παραπάνω μαζί με τον υπόλοιπο απαιτούμενο εξοπλισμό, τις δεξαμενές και τους κοιτώνες στήνονται σε τεράστιες πλωτές εξέδρες από χάλυβα ή οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι γιγαντιαίες αυτές εξέδρες μπορούν να φτάσουν ορισμένες φορές και τα 200 μέτρα σε ύψος.

Αφού στηθεί η εξέδρα, σε πρώτη φάση έχουμε την πρωτογενή άντληση των κοιτασμάτων. Με αυτόν τον όρο εννοείται η απλή αποσυμπίεση των κοιτασμάτων και η άντληση τους με φυσικό τρόπο. Φυσικά με αυτόν τον τρόπο αντλείται πολύ μικρή ποσότητα και η πίεση δεν μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Υπάρχουν τεχνητοί τρόποι αύξησης της άντλησης κατά την πρωτογενή φάση, όπως για παράδειγμα η οξίνωση, η κλασματοποίηση και η τεχνική της εμβολής μέσω φυσαλίδας αερίου. Βέβαια ακόμα και στην περίπτωση αυτή, η ενέργεια και η πίεση εντός των κοιτασμάτων φθίνει αναλογικά μέχρι το σημείο όπου και πλέον απαιτείται η τεχνητή συντήρηση της πίεσης με μεθόδους όπως η έγχυση νερού και η υποβοηθούμενη απόληψη. Αξίζει να αναφερθεί ότι ακόμα και με αυτές τις μεθόδους δεν δύναται να

αντληθεί ολόκληρη η ποσότητα που περιέχεται εντός των κοιτασμάτων. Συνεπώς κρίνεται απαραίτητη, και εξαιρετικά σημαντική, η μελέτη και η ανάπτυξη νέων μεθόδων που θα οδηγήσουν στην καλύτερη εκμετάλλευση των κοιτασμάτων πετρελαίου. Τέλος, το προϊόν της εξόρυξης στη συνέχεια μεταφέρεται από τον τόπο άντλησης στις μονάδες επεξεργασίας.

2.3.5 Μεταφορά του Πετρελαίου

Η εξόρυξη του πετρελαίου συνήθως γίνεται είτε μακριά από τον αστικό ιστό, είτε υποθαλάσσια. Το γεγονός ότι παράγεται σε περιοχές μακριά από το σημείο που θα επεξεργαστεί ή θα καταναλωθεί, οδήγησε στην ανάγκη εύρεσης μεθόδων και μέσων για την μεταφορά του. Οι κυριότερες και πιο δαπανηρές φάσεις μεταφοράς του είναι δύο. Η μεταφορά από την γεώτρηση στο διυλιστήριο, όπου θα γίνει η επεξεργασία του, και η μεταφορά των διάφορων παραγώγων του πετρελαίου από τα διυλιστήρια κατευθείαν στον καταναλωτή. Για τον σκοπό αυτό και προκειμένου να καλυφθούν οι μεγάλες ανάγκες τις πετρελαϊκής βιομηχανίας και η αυξημένη ζήτηση από τους καταναλωτές αναπτυχθήκαν τέσσερις βασικοί τρόποι μεταφοράς πετρελαίου.

Ο πρώτος και σημαντικότερος τρόπος μεταφοράς πετρελαίου είναι μέσω αγωγών. Ο αγωγός αποτελεί τον πιο συνηθισμένο τρόπο μεταφοράς από το φρεάτιο απευθείας στο διυλιστήριο. Οι αγωγοί έχουν σημαντικά μικρότερο κόστος αλλά απαιτείται περισσότερος χρόνος για την μελέτη, την σχεδίαση και την κατασκευή τους. Σημαντικό τους μειονέκτημα είναι ότι εξυπηρετούν μια συγκεκριμένη γραμμή και σε περίπτωση που σταματήσει να αντλείται πετρέλαιο από αυτή τη γραμμή δεν μπορούν να αξιοποιηθούν χωρίς να τροποποιηθούν. Η αύξηση της ζήτησης οδηγεί συνεχώς στην κατασκευή νέων αγωγών, ενώ σήμερα όλες οι ανεπτυγμένες χώρες διατρέχονται από αγωγούς πετρελαίου.

Ένα παρόμοιο μέσο με τους αγωγούς είναι και ο σιδηρόδρομος. Συνηθίζεται να χρησιμοποιείται όταν υπάρχει αδυναμία να κατασκευαστεί αγωγός ή όταν υπάρχει υφιστάμενη γραμμή που μπορεί να εξυπηρετήσει. Οι σιδηροδρομικές μεταφορές πλεονεκτούν ως προς τους αγωγούς στο μικρότερο κόστος μεταφοράς και κατασκευής αλλά έχουν ως μειονέκτημα την μικρότερη ταχύτητα μεταφοράς, την περιβαλλοντολογική επιβάρυνση και την μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος.

Το πιο περιορισμένο μέσο μεταφοράς πετρελαίου αποτελούν τα φορτηγά. Έχουν μικρή χωρητικότητα και χρησιμοποιούνται συνήθως ως τελικό μέσο στην διαδικασία

μεταφοράς, όταν απαιτείται η ευελιξία τους για την μεταφορά σε συγκεκριμένους προορισμούς και σημεία διάθεσης ή αποθήκευσης.

Ο πιο διαδεδομένος τρόπος μεταφοράς κυρίως όταν δεν είναι η εφικτή ή κατάλληλη η μεταφορά μέσω ξηράς είναι τα δεξαμενόπλοια. Τα τάνκερ μπορούν να μεταφέρουν πολύ μεγάλο όγκο με σημαντικά μικρότερο κόστος από τον αγωγό. Το βασικό μειονέκτημα τους είναι η ταχύτητα μεταφοράς και η περιβαλλοντολογική επίπτωση. Τα τελευταία 50 χρόνια ο κλάδος γνωρίζει τεράστια ανάπτυξη, ενώ ιστορικά έχουν κατασκευαστεί όχι μόνο τεράστια δεξαμενόπλοια συγκεκριμένα για την μεταφορά πετρελαίου αλλά και λιμάνια τα οποία να μπορούν να τα υποδεχτούν λόγω του όγκου τους.

2.4 Παράγωγα Πετρελαίου

Το αργό πετρέλαιο είναι ένα προϊόν το οποίο όταν αντλείται από τα υπόγεια ή υποθαλάσσια κοιτάσματα είναι πρακτικά άχρηστο, καθώς εκτός από τους τέσσερις τύπους υδρογονανθράκων περιέχει και πληθώρα άλλων ουσιών όπως θείο, αζωτούχες και οξυγονούχες ενώσεις και αλμυρό νερό. Προκειμένου να μετασχηματιστεί και να καταστεί χρήσιμο απαιτούνται διάφορες βιομηχανικές εργασίες και μέθοδοι. Το σύνολο αυτών των εργασιών που εφαρμόζονται στο αργό πετρέλαιο ονομάζεται διύλιση. Η διύλιση του πετρελαίου γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις που ονομάζονται διωλιστήρια και περιλαμβάνει κυρίως δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι η απομάκρυνση από τους υδρογονάνθρακες των ξένων ουσιών που προαναφέρθηκαν. Το επόμενο στάδιο είναι μια διεργασία που ονομάζεται κλασματική απόσταξη και κατά την οποία το πετρέλαιο διαχωρίζεται σε κλάσματα ανάλογα το σημείο ζέσεως κάθε συστατικού του. Τα εκλεπτυσμένα προϊόντα που προέρχονται από την διύλιση διακρίνονται σε ενεργειακά και μη ενεργειακά. Το πιο σημαντικό κλάσμα της διύλισης του πετρελαίου είναι η βενζίνη. Η βενζίνη χρησιμοποιείται από τις μηχανές αυτοκινήτων και φορτηγών και είναι το πιο κοντινό κλάσμα στον καταναλωτή λόγω της άμεσης διάθεσης από τα πρατήρια υγρών καυσίμων. Η βενζίνη επηρεάζει άμεσα την καθημερινότητα των καταναλωτών καθώς η έλλειψη της ή μια αύξηση στην τιμή της μπορεί να δημιουργήσει άμεσα και ορατά προβλήματα. Τα αμέσως επόμενο σημαντικό προϊόν είναι το πετρέλαιο κίνησης και θέρμανσης. Τα δύο αυτά κλάσματα είναι πρακτικά τα ίδια με πολύ μικρές διαφορές που αποσκοπούν στις διαφορετικές χρήσεις τους. Το πετρέλαιο θέρμανσης χρησιμοποιείται ως προς τις θερμαντικές του

ιδιότητες, σε καυστήρες διαφόρων ειδών, με σκοπό την θέρμανση των καταναλωτών. Αντίθετα το πετρέλαιο κίνησης χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης. Είναι φθηνότερο προϊόν από την βενζίνη και η διαφορά του είναι ότι χρησιμοποιείται σε μηχανές είτε μεγαλύτερου κυβισμού είτε μικρότερων απαιτήσεων ως προς την απόδοση τους. Πιο συγκεκριμένα το πετρέλαιο κίνησης χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε κινητήρες φορτηγών, λεωφορείων, τρένων, πλοίων αλλά και αυτοκινήτων. Το πετρέλαιο κίνησης αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κλάσματα καθώς είναι η πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται για την μεταφορά προϊόντων και γενικότερα για το εμπόριο παγκοσμίως. Το αργό πετρέλαιο είναι επίσης η πηγή από την οποία προέρχονται η κηροζίνη και καύσιμα τύπου Jet που χρησιμοποιούνται στους κινητήρες των αεροπλάνων. Ένα ακόμα παράγωγο προϊόν είναι το μαζούτ. Το μαζούτ χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε λέβητες και σε πλοία καθώς και για να τροφοδοτήσει βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Τέλος παράγονται και αέρια όπως προπάνιο, βουτάνιο και υγραέριο. Τα προαναφερόμενα κλάσματα αφορούν τα ενεργειακά προϊόντα. Όπως προαναφέρθηκε όμως υπάρχουν και κλάσματα που δεν έχουν ενεργειακό αποτύπωμα αλλά χρησιμοποιούνται καθημερινά και είναι απολύτως απαραίτητα για διάφορες εργασίες. Πιο συγκεκριμένα, από την διύλιση του αργού πετρελαίου παράγονται ελαφρά και βαρέα λιπαντικά και έλαια με διάφορες βιομηχανικές, μηχανολογικές και όχι μόνο χρήσεις. Επίσης υπάρχουν προϊόντα όπως η άσφαλτος, η παραφίνη και ο χάλυβας, το βενζόλιο, διάφορα πλαστικά, ακόμα και γεωργικά, φαρμακευτικά ή καλλυντικά χημικά.

2.5 Ο ρόλος του πετρελαίου στην οικονομία

Το πετρέλαιο έχει έναν καταλυτικό ρόλο στην παγκόσμια οικονομία, καθώς αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα σε πάρα πολλούς τομείς της οικονομίας. Αρχικά ως το σημαντικότερο καύσιμο στις μεταφορές, η λειτουργικότητα και η σταθερότητα των μεταφορικών συστημάτων σε παγκόσμια κλίμακα βασίζεται εξ' ολοκλήρου στο πετρέλαιο. Τα μέσα μεταφοράς ανθρώπων όπως το αυτοκίνητο, το αεροπλάνο, το πλοίο αλλά και μέσα μεταφοράς υλικών όπως τα φορτηγά και τα φορτηγά πλοία χρησιμοποιούν ως καύσιμο διάφορα παράγωγα του πετρελαίου και συνεπώς στηρίζονται και επηρεάζονται από αυτό. Ακόμη το πετρέλαιο αποτελεί την βασική πρώτη ύλη στην βιομηχανία για την παραγωγή διάφορων πλαστικών, φαρμάκων και άλλων χημικών προϊόντων. Αντίστοιχα, το πετρέλαιο χρησιμοποιείται τόσο για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω γεννητριών, όσο και για θέρμανση μέσω

θερμικών εγκαταστάσεων ή σωμάτων. Μάλιστα, σε πολλές περιοχές στον κόσμο το πετρέλαιο αποτελεί το μοναδικό διαθέσιμο μέσο θέρμανσης κατοικιών και επιχειρήσεων. Επίσης, το πετρέλαιο αποτελεί σημαντικό μέρος του εμπορικού ισοζυγίου πολλών χωρών καθώς οι εισαγωγές και οι εξαγωγές πετρελαίου συγκροτούν μεγάλο τμήμα του παγκόσμιου εμπορίου. Αντίστοιχα οι εισαγωγές και οι εξαγωγές πετρελαίου καθορίζουν την θέση ισχύος που έχουν διάφορες χώρες αφού για παράδειγμα οι χώρες που παράγουν και εξάγουν πετρέλαιο έχουν σημαντική γεωπολιτική και οικονομική επιρροή. Ενώ οι χώρες που κατά κανόνα μόνο εισάγουν το πετρέλαιο δεν έχουν τόσο μεγάλη ισχύ πάνω στην παγκόσμια οικονομία, ενώ αντίθετα εξαρτώνται και από τις χώρες παραγωγούς. Οι πολιτικές αποφάσεις σε αυτές τις χώρες δύναται να επηρεάσουν την διαθεσιμότητα του πετρελαίου και συνεπώς και την παγκόσμια τιμή του.

Ο σημαντικός ρόλος του πετρελαίου στην οικονομία γίνεται ακόμα περισσότερο αντιληπτός αν αναλυθούν οι ευρείες επιπτώσεις που προκαλούνται σε διάφορους τομείς της οικονομίας από αλλαγές σε κάποιον τομέα του πετρελαίου. Πιο συγκεκριμένα, το κόστος ενέργειας για πολλές επιχειρήσεις και νοικοκυριά είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την τιμή του πετρελαίου. Μια μικρή άνοδος στο κόστος του πετρελαίου μπορεί να επηρεάσει την καθημερινότητα της ζωής των ανθρώπων αλλά και την βιωσιμότητα των επιχειρήσεων. Αντίστοιχα, τα κράτη που εξαρτώνται από εισαγωγές θα δουν ανισορροπίες στο εμπορικό ισοζύγιο καθώς οι πιο ακριβές εισαγωγές οδηγούν σε μεγαλύτερο εμπορικό έλλειμμα. Ακόμη, μια μεταβολή όπως η άνοδος της τιμής ή η περιορισμένη διαθεσιμότητα θα οδηγήσουν απευθείας τους καταναλωτές αλλά και τα ίδια τα κράτη στην αναζήτηση και στην ανάπτυξη εναλλακτικών μέσων ενέργειας. Η αναζήτηση αυτή θα οδηγήσει σε επενδύσεις και ανάπτυξη των κεφαλαίων που διατίθενται για εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Η αγορά έτσι θα γίνει πιο ανταγωνιστική και οι χρηματοοικονομικές αγορές θα επηρεαστούν σε βαθμό και συνθήκες που δεν δύναται να προβλεφθούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί τα τελευταία χρόνια η αλλαγή των συστημάτων θέρμανσης που έχουν ως καύσιμο το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο με μέσα θέρμανσης που βασίζονται κυρίως στην ηλεκτρική ενέργεια, λόγω της συνεχόμενης αύξησης των τιμών του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Τέλος, συνέπειες θα εντοπιζόταν και στην βιομηχανία λόγω του αυξημένου κόστους παραγωγής και μεταφοράς προϊόντων στον καταναλωτή, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση των τιμών πολλών προϊόντων. Γενικότερα, λόγω της

κεντρικής του θέσης στην παραγωγή ενέργειας, την κίνηση, την μεταφορά και την βιομηχανία, το πετρέλαιο επηρεάζει άμεσα και έμμεσα με ποικίλους τρόπους τόσο την παγκόσμια οικονομία όσο και την οικονομία της κάθε χώρας μεμονωμένα.

2.5.1. Γεωπολιτική και πετρέλαιο

Την εποχή που διανύουμε το πετρέλαιο αποτελεί το πιο σημαντικό γεωπολιτικό εμπόρευμα στον κόσμο. Συνολικά, το πετρέλαιο και η γεωπολιτική αλληλοεπιδρούν με έναν πολύπλοκο και πολυδιάστατο τρόπο, διαμορφώνοντας την παγκόσμια πολιτική και κοινωνική πολιτική αλλά και την οικονομική και ενεργειακή τάξη. Οι χώρες οι οποίες χαρακτηρίζονται ως παγκόσμιες δυνάμεις είναι χαρακτηριστικό είτε ότι έχουν πετρέλαιο είτε έχουν το χρήμα που απαιτείται για να καλύπτουν τις ανάγκες τους σε πετρέλαιο. Οι χώρες οι οποίες ελέγχουν την ενέργεια έχουν και την δυνατότητα να χαράζουν την παγκόσμια πολιτική και στρατηγική που επιθυμούν. Η ιδιότητα τους ως χώρες που αντλούν και εξάγουν πετρέλαιο και η δυνατότητα τους να ελέγχουν την παροχή πετρελαίου, τους δίνει μεγάλη γεωπολιτική διαπραγματευτική δύναμη. Από την μια πλευρά, ως πετρελαιοπαραγωγοί ασκούν τεράστια επιρροή στις γεωπολιτικές αποφάσεις αλλά από την άλλη πολλές φορές οι αποφάσεις, οι συμφωνίες και η στρατηγική τους αποτελούν αντικείμενο πολιτικών, και όχι μόνο, συγκρούσεων. Αντίθετα οι χώρες που βασίζονται σε εισαγωγές αναγκάζονται να ακολουθούν την πολιτική που άλλοι χαράζουν, λειτουργώντας σε μια συνθήκη αστάθειας και αβεβαιότητας, καθώς επιδιώκουν ενεργειακή ασφάλεια, δηλαδή την εξασφάλιση μιας σταθερής, χωρίς κινδύνους και διακυμάνσεις, προσφοράς ενέργειας. Αυτή η ενεργειακή εξάρτηση καθιστά ευάλωτες μεγάλες οικονομίες που έχουν διευρυμένες ανάγκες για πετρέλαιο. Συχνά, γεωπολιτικές εξελίξεις, όπως για παράδειγμα συγκρούσεις ή οικονομικές διαφωνίες μπορούν να επηρεάσουν αυτή την ενεργειακή ασφάλεια. Πλέον όλες οι κυβερνήσεις παρακολουθούν στενά όλες τις εξελίξεις γύρω από την αγορά του πετρελαίου καθώς οι διακυμάνσεις στην τιμή επηρεάζουν άμεσα την χάραξη σταθερής πολιτικής. Τέλος χαρακτηριστικό παράδειγμα της εξουσίας του πετρελαίου στην διεθνή σκηνή, αποτελεί η μεταφορά του πλούτου και της ισχύος από την Δύση προς την Μέση Ανατολή τα τελευταία 50 χρόνια λόγω της ανόδου της οικονομίας του πετρελαίου.

2.5.2. Συνέπειες των Υψηλών Τιμών του Πετρελαίου

Η σχέση του πετρελαίου με την παγκόσμια οικονομία είναι μια σχέση εξάρτησης σε τέτοιο βαθμό που αν τιμή του πετρελαίου αυξανόταν πάρα πολύ για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα θα οδηγούσε την παγκόσμια οικονομία και πολλές χώρες σε αδιέξοδο. Γενικότερα είναι αποδεκτή από πολλούς οικονομολόγους μια αρνητική σχέση μεταξύ των τιμών του πετρελαίου και του ΑΕΠ αλλά και των αποδόσεων των μετοχών.

Η ύπαρξη πολύ υψηλών τιμών στο πετρέλαιο οδηγεί σε μείωση της ζήτησης για διάφορα αγαθά και υπηρεσίες, ενισχύοντας την ανεργία και τον πληθωρισμό. Πιο συγκεκριμένα, το αυξημένο κόστος του καυσίμου ή της ενέργειας αυξάνει τα κόστος παραγωγής των προσφερόμενων αγαθών και υπηρεσιών, το οποίο με την σειρά του οδηγεί σε μείωση της αγοραστικής δύναμης του καταναλωτή. Εκτός από το αυξημένο κόστος παραγωγής, αυξημένο θα παρουσιάζεται και το κόστος μεταφοράς είτε των υλικών για την παρασκευή αγαθών, είτε των ίδιων των αγαθών από την επιχείρηση στον καταναλωτή. Λόγω του αυξημένου κόστους, τα περιθώρια κέρδους των επιχειρήσεων μειώνονται σημαντικά οδηγώντας πολλές φορές, εκτός από την αύξηση των τιμών, και σε εξ' ολοκλήρου αλλαγή στρατηγικής και πολιτικής από τις επιχειρήσεις. Από την άλλη πλευρά, το αυξημένο κόστος καυσίμου για την μεταφορά και την θέρμανση των καταναλωτών αυξάνει τα έξοδα του νοικοκυριού, γέρνει το ισοζύγιο και συνεπώς προκαλεί μείωση στο μέρος του εισοδήματος που διατίθεται στην αγορά, περιορίζοντας την κυκλοφορία του χρήματος στην οικονομία.

Ακόμη, μειώνεται η εμπιστοσύνη των καταναλωτών και των επιχειρήσεων και ελαττώνονται οι επενδύσεις. Συνεπώς τα φορολογικά έσοδα μειώνονται και οι κυβερνήσεις λόγω του ελλείματος που δημιουργείται αναγκάζονται να εφαρμόσουν περιοριστικές δημοσιονομικές και νομισματικές πολιτικές αυξάνοντας τους φόρους και μειώνοντας τις κρατικές δαπάνες. Ακόμη προβλήματα δημιουργούνται και στο χρηματιστήριο αφού η ελκυστικότητα της αγοράς μετοχών πέφτει λόγω της υφεσιακής κρίσης της αγοράς και του αυξημένου επιπέδου κινδύνου. Οι περισσότεροι επενδυτές αναγκάζονται να στραφούν σε επενδύσεις με χαμηλότερο επίπεδο ρίσκου.

Γενικότερα, σε περιόδους όπου η τιμή του πετρελαίου είναι πολύ υψηλή, παρατηρείται μια επιβράδυνση της παγκόσμιας οικονομίας, κυρίως λόγω της αβεβαιότητας και της αστάθειας που επικρατεί. Την μεγαλύτερη πίεση σε αυτές τις περιόδους την δέχονται οι οικονομίες που βρίσκονται σε ανάπτυξη και βασίζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε

εισαγωγές πετρελαίου. Σε αυτές τις οικονομίες είναι πολύ πιθανό να συναντήσουμε σοβαρότερες συνέπειες όπως περιορισμούς στον προϋπολογισμό, υποτίμηση του νομίσματος αλλά και εκτόξευση του χρέους.

2.5.3. Η Εξέλιξη των Αποθεμάτων Πετρελαίου

Το αργό πετρέλαιο βρίσκεται στο επίκεντρο της οικονομίας εδώ και αρκετά χρόνια. Πλέον αποτελεί την πιο σημαντική πηγή ενέργειας και έχει κυριαρχήσει ως καύσιμο μεταφοράς. Κάθε χρόνο παρατηρείται ότι οι απαιτήσεις σε πετρέλαιο αλλά και η κατανάλωση του αυξάνονται. Τα τελευταία χρόνια όμως, έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται ανησυχίες σχετικά με το κατά πόσο τα αποθέματα πετρελαίου θα μπορούν να εξυπηρετούν την αυξανόμενη ζήτηση που υπάρχει (Alekkett, 2007). Παρά τις προσπάθειες που γίνονται την τελευταία δεκαετία, κυρίως, για μετάβαση σε μια πράσινη εποχή και σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας, η ζήτηση για πετρέλαιο δεν φαίνεται να περιορίζεται σημαντικά. Βέβαια εφόσον το πετρέλαιο αποτελεί έναν πεπερασμένο και μη ανανεώσιμο πόρο, εξ' ορισμού κάποια στιγμή δεν θα μπορεί η προσφορά του να αντιστοιχήσει την ζήτηση και τα αποθέματα θα αρχίσουν να μειώνονται μέχρι να τελειώσουν. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η στιγμή κατά την οποία η παραγωγή περιορίζεται από την τεχνολογική ικανότητα εξαγωγής, δημιουργώντας παρεκκλίσεις στις καμπύλες προσφοράς και ζήτησης.

Φυσικά, για να προσδιοριστεί το πώς και το πότε θα επέλθει τεχνολογικός περιορισμός ή πλήρη ανάλωση των αποθεμάτων πετρελαίου απαιτείται ανάλυση διαφόρων αμφιλεγόμενων και αβέβαιων συνόλων δεδομένων. Μέχρι και σήμερα κανένας δεν μπορεί να εκτιμήσει πότε θα εξαντληθούν τα παγκόσμια αποθέματα κυρίως επειδή πρόκειται για μια δύσκολη και αβέβαιη εκτίμηση που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας είναι, όπως ειπώθηκε παραπάνω, η αβεβαιότητα των δεδομένων καθώς έχουν παρατηρηθεί παραλείψεις υποβολής εκθέσεων ή και εκ προθέσεως ψευδείς αναφορές σχετικά με το καθεστώς των αποθεμάτων πετρελαίου και την ζήτηση που υπάρχει για αυτό. Ένα ακόμα πρόβλημα που ενισχύει των παραπάνω προβληματισμό είναι ότι σε πολλές από τις παραπάνω αναφορές και δηλώσεις στοιχείων δεν υφίσταται έλεγχος από ανεξάρτητη αρχή και συνεπώς θεωρούνται ευρέως ανακριβή. Γενικότερα οι δημοσιευμένες απόψεις, αναφορές και στοιχεία σχετικά με το ζήτημα δίστανται καθώς πολλοί θεωρούν ότι η προσφορά δεν μπορεί να καλύψει την ζήτηση και η υπερβάλλουσα ζήτηση θα πρέπει

να καλύπτεται από μη συμβατικές πηγές. (IEA,2008) Αντίθετα, άλλες απόψεις αναφέρουν ότι ο κόσμος απέχει πολύ από το να εξαντληθεί το πετρέλαιο. (WEO, 2008). Ένας άλλος πολύ σημαντικός παράγοντας είναι η τεχνολογική ανάπτυξη καθώς κανένας δεν μπορεί να εκτιμήσει και να συνυπολογίσει τις νέες τεχνολογίες που ενδέχεται να ανακαλυφθούν και χρησιμοποιηθούν σε διαδικασίες όπως η εξόρυξη του πετρελαίου από τα κοιτάσματα. Τα νέα τεχνολογικά μέσα μπορεί να επιτρέψουν την πλήρη εκμετάλλευση των κοιτασμάτων ή την ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων. Γενικότερα, η αύξηση της αποδοτικότητας της εξόρυξης είναι ένας τεχνολογικός στόχος που έχει τεθεί εδώ και πολλά χρόνια. Κάτι ακόμα το οποίο δεν δύναται να προβλεφθεί είναι η εξέλιξη και η χρήση καινοτόμων και εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν στο μέλλον να οδηγήσουν σε απεξάρτηση από το πετρέλαιο ή τουλάχιστον σε μείωση της ζήτησης του. Η ζήτηση για πετρέλαιο είναι ένας ευρύτερος παράγοντας ο οποίος δεν μπορεί να εκτιμηθεί πώς θα κινηθεί στο μέλλον και μια μεταβολή του επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό το πότε θα εξαντληθούν τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου.

Πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι κάποτε η παραγωγή πετρελαίου θα φτάσει στο σημείο κορεσμού της και έπειτα θα αρχίσει να μειώνεται. Αξίζει να αναφέρουμε ότι ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA) το 2010 δήλωσε ότι η παραγωγή συμβατικού πετρελαίου κορυφώθηκε το 2006, κάτι το οποίο όμως αμφισβητείται. Γενικότερα, η πρόβλεψη του πότε θα γίνει αυτό παραμένει δύσκολη λόγω των παραπάνω παραγόντων. Ωστόσο, η προοπτική εξάντλησης των αποθεμάτων δεν είναι κάτι που αναμένεται να γίνει σύντομα, αλλά η σταδιακή μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η απεξάρτηση από το πετρέλαιο κρίνονται ως ενέργειες απαραίτητες και κρίσιμες για τη μακροπρόθεσμη ενεργειακή βιωσιμότητα.

2.5.3.1. Καμπύλη Hubbert

Κατά καιρούς έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες να προβλεφθεί το τέλος της εποχής του πετρελαίου. Η μόνη μέθοδος έως σήμερα ή οποία αποδείχθηκε ακριβής και αξιόπιστη, είναι η θεωρία της πετρελαιοπαραγωγικής κορύφωσης (peak oil), την οποία διατύπωσε με επιτυχία το 1956 ο γεωλόγος King Hubbert. Η θεωρία του κατάφερε να προβλέψει ότι η παραγωγή πετρελαίου στις ΗΠΑ θα κορυφωνόταν το 1970 και στην συνέχεια θα ξεκινούσε να μειώνεται. Η μέθοδος του ονομάστηκε καμπύλη Hubbert και παρόλο που αντιμετωπίστηκε ως και σήμερα με χλευασμό και δυσπιστία λόγω κυρίως

της πολύ απλής μορφής της, συνεχίζει να μελετάται προσεκτικά και να χρησιμοποιείται για προβλέψεις σε διάφορες χώρες.

Η καμπύλη του Hubbert, στην πιο απλή της μορφή, αποτελείται από δύο διαδοχικές καμπάνες και στηρίχθηκε σε μια πολύ απλή λογική. Η καμπύλη των ανακαλύψεων κοιτασμάτων (αριστερή καμπάνα) οφείλει να καλύπτει το ίδιο εμβαδόν με την καμπύλη της παραγωγής (δεξιά καμπάνα), αφού γίνεται να παράγουμε μόνο τις ποσότητες τις οποίες έχουμε ανακαλύψει. Εφόσον το πετρέλαιο αποτελεί έναν πεπερασμένο πόρο, ακολουθεί μια συγκεκριμένη πορεία μέχρι να εξαντληθεί. Ακριβώς στο μέσο αυτής της πορείας επέρχεται η κορύφωση ή αλλιώς το μέγιστο της παραγωγής. Η στιγμή της κορύφωσης έρχεται όταν έχει εξορυχθεί το μισό διαθέσιμο απόθεμα και έχει απομείνει το υπόλοιπο μισό προς εξόρυξη. Όπως είναι λογικό υπάρχει και ένα νεκρό διάστημα μεταξύ της ανακάλυψης των κοιτασμάτων και της έναρξης αξιοποίησης τους. Επομένως η μέγιστη παραγωγή θα επέρχεται κάποια χρόνια μετά την κορύφωση των ανακαλύψεων (time gap). Από το σημείο αυτό και έπειτα, η καμπύλη ακολουθεί μια πτωτική πορεία.

Ο Hubbert είχε υπολογίσει ότι το διάστημα μεταξύ των δύο μεγίστων είναι 30 χρόνια. Οι υπολογισμοί του επιβεβαιώθηκαν με ακρίβεια αφού το 1940 ήταν η χρονιά που επιτεύχθηκε το μέγιστο των ανακαλύψεων στις ΗΠΑ και το 1970 η χρονιά που επιτεύχθηκε η κορύφωση της παραγωγής. Σήμερα το διάστημα μεταξύ των δύο μεγίστων έχει διευρυνθεί και υπολογίζεται σε 40 με 45 χρόνια περίπου, κυρίως λόγω της βελτίωσης των τεχνολογικών μέσων που χρησιμοποιούνται κατά την εξόρυξη. Η χρησιμότητα της μεθόδου αυτής σήμερα, έγκειται στο γεγονός ότι γνωρίζοντας το πότε έχουν ανακαλυφθεί τα περισσότερα κοιτάσματα, δύναται να προσεγγιστεί η περίοδος στην οποία θα επέλθει κορύφωση της παραγωγής. Βέβαια στην πραγματικότητα, παρόλο που στην καμπύλη των ανακαλύψεων επιβεβαιώνεται η μορφή καμπάνας, κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει και με την καμπύλη της παραγωγής. Αν η καμπύλη της παραγωγής έχει την θεωρητική μορφή καμπάνας, το μέγιστο της παραγωγής θα έπρεπε ήδη να είχε επιτευχθεί κάπου μεταξύ το 2010 και του 2015. Αντίθετα η καμπύλη της παραγωγής έχει μελετηθεί ότι παρουσιάζει διακυμάνσεις, πρόσθετες κορυφές και οριζόντια διαστήματα. Αυτό συμβαίνει διότι αν και το μοντέλο του Hubbert θεωρείται εν γένει αξιόπιστο, δεν συμπεριλαμβάνει διάφορες παραμέτρους και απρόβλεπτους παράγοντες (πχ. πετρελαϊκές κρίσεις) που επηρεάζουν την παραγωγή πετρελαίου.

2.6. Υποκατάστατα

Η ανάγκη για απεξάρτηση από το πετρέλαιο και για μετάβαση σε μια μακροπρόθεσμη ενεργειακή βιωσιμότητα περνάει από το στάδιο της ανάπτυξης και της χρήσης εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Ειδικά τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλά υποκατάστατα του πετρελαίου, κάποια εκ των οποίων χρησιμοποιούνται πλέον ευρέως. Το πιο σημαντικό υποκατάστατο είναι το φυσικό αέριο. Παρά το γεγονός ότι όπως και το πετρέλαιο και αυτό είναι ένας ορυκτός πόρος θεωρείται πιο «πράσινο» καύσιμο και μια καλύτερη εναλλακτική. Χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή ενέργειας, την θερμότητα, σε βιομηχανικές χρήσεις αλλά και ως καύσιμο για οχήματα. Ένα άλλο υποκατάστατο του πετρελαίου είναι τα βιοκαύσιμα, τα οποία προέρχονται από βιολογικά υλικά όπως έλαια, αγροκαύσιμα και λίπη. Τα βιοκαύσιμα δεν έχουν τοξικότητα, δεν περιλαμβάνουν ούτε αρωματικές ενώσεις και είναι βιοδιασπώμενα. Χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ενέργειας αλλά και ως καύσιμα για οχήματα. Το πιο συνηθισμένο υποκατάστατο του πετρελαίου είναι η ηλεκτρική ενέργεια. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την θέρμανση όσο και για την κίνηση των οχημάτων αλλά και για βιομηχανικές χρήσεις. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί πολύ η κίνηση οχημάτων που λειτουργούν είτε υβριδικά είτε εξ ολοκλήρου με ηλεκτρική ενέργεια. Μάλιστα γίνεται συντονισμένη προσπάθεια οι ηλεκτρικοί κινητήρες να αντικαταστήσουν τους κινητήρες πετρελαίου και βενζίνης τα επόμενα χρόνια. Το υδρογόνο είναι ένα ακόμα υποκατάστατο, η χρήση όμως του οποίου ακόμα δεν έχει εδραιωθεί όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας. Για την παραγωγή του υδρογόνου απαιτείται ενέργεια η οποία συνήθως προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές. Το υδρογόνο μπορεί να συμβάλει σε ένα πρασινότερο μέλλον όταν βρεθούν οι κατάλληλες φόρμες και διαδικασίες για την πλήρη αξιοποίηση του. Τέλος το μεγαλύτερο στοίχημα για την επόμενη δεκαετία είναι η καλύτερη αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως υποκατάστατο του πετρελαίου. Η ηλιακή, η αιολική και η γεωθερμική ενέργεια μπορούν να αντικαταστήσουν σε πολύ μεγάλο βαθμό την χρήση του πετρελαίου ως πηγή ενέργειας.

2.6.1 Οφέλη και πλεονεκτήματα από τη χρήση του έναντι των υποκατάστατων

Η χρήση του πετρελαίου έχει διάφορα πλεονεκτήματα, τα οποία όμως θα πρέπει πάντα να αξιολογούνται λαμβάνοντας υπόψη και τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα που προκύπτουν από την χρήση του πετρελαίου. Το πιο σημαντικό και ίσως

αναντικατάστατο πλεονέκτημα του πετρελαίου είναι ότι έχει υψηλή ενεργειακή πυκνότητα. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται μικρότερη ποσότητα πετρελαίου για να παραχθεί ενέργεια σε σχέση με την ποσότητα που θα απαιτηθεί από μια άλλη πηγή όπως για παράδειγμα το φυσικό αέριο. Το πετρέλαιο προσφέρει πολύ υψηλή ενέργεια ανά μονάδα όγκου κάτι που το κάνει μοναδικά αποτελεσματικό και αποδοτικό. Για παράδειγμα κανένας κινητήρας που χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια ή αέριο δεν μπορεί να φτάσει την επίδοση ενός βενζινοκινητήρα. Ένα ακόμα πλεονέκτημα που προσφέρει το πετρέλαιο είναι η ευελιξία χρήσης. Με την άντληση μόνο ενός ορυκτού πόρου και την διύλιση του δημιουργούνται τόσα παράγωγα που είναι αρκετά και μπορούν καλύψουν τις ανάγκες για διάφορες χρήσεις, όπως η θέρμανση, η μεταφορά, η μετακίνηση αλλά και πολλές βιομηχανικές, φαρμακευτικές και πετροχημικές χρήσεις. Καμία άλλη πηγή ενέργειας δεν μπορεί να καλύψει όλες τις παραπάνω χρήσεις μόνη της και απαιτείται συνδυασμός διαφόρων πηγών ενέργειας για να γίνει πλήρη απεξάρτηση από το πετρέλαιο σε όλες του τις χρήσεις. Για παράδειγμα, είναι δυνατόν να καλυφθούν οι ανάγκες για θέρμανση με την χρήση του φυσικού αερίου, αλλά δεν γίνεται να υποκαταστήσει τις πετροχημικές του χρήσεις. Ακόμα, το πετρέλαιο παρέχει σταθερή και αξιόπιστη προμήθεια. Μπορεί με ευκολία να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί, είτε ως υγρό είτε ως αέριο, καθώς υπάρχει ήδη παγκόσμια υποδομή για την εξόρυξη, την επεξεργασία και την μεταφορά του από το σημείο εξόρυξης ως την πόρτα του καταναλωτή. Η παροχή ενέργειας είναι σταθερή κάτι που δεν μπορεί να είναι σίγουρο με άλλες πηγές ενέργειας όπως η αιολική ή η ηλιακή. Τέλος η προσφορά του πετρελαίου στην παγκόσμια οικονομία είναι τεράστια. Η πετρελαϊκή βιομηχανία προσφέρει εκατομμύρια θέσεις εργασίας παγκοσμίως, και αποτελεί σημαντικό μέρος του ΑΕΠ και των οικονομιών πολλών χωρών.

2.6.2 Μειονεκτήματα έναντι των υποκατάστατων

Δυστυχώς παρά τα πολλά του πλεονεκτήματα, το πετρέλαιο συνδέεται και με διάφορα μειονεκτήματα και δυσάρεστες συνέπειες από την χρήση του. Ένα αρχικό μειονέκτημα είναι η τιμή του, η οποία συνήθως είναι υψηλότερη από τα υποκατάστατα του, καθιστώντας το μια ακριβή πηγή ενέργειας. Επίσης, η τιμή του χαρακτηρίζεται και από αστάθεια και επηρεάζεται εύκολα από γεωπολιτικές εξελίξεις, φυσικές καταστροφές, οικονομικές και πολιτικές συγκρούσεις. Αυτό έχει ως συνέπεια όλες τις αρνητικές επιδράσεις των υψηλών τιμών και τις γενικότερης αστάθειας των τιμών που

αναλύθηκαν παραπάνω. Βέβαια, το μεγαλύτερο μειονέκτημα του πετρελαίου, κυρίως σε σχέση με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, είναι οι εκπομπές αερίων και η ρύπανση του αέρα και του νερού. Κάθε ενέργεια σχετική με το πετρέλαιο όπως, η εξόρυξη, η μεταφορά, η επεξεργασία, η καύση και η χρήση του πετρελαίου έχουν αρνητικές περιβαλλοντολογικές συνέπειες. Η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου είναι οι μεγαλύτεροι πρωταγωνιστές της κλιματικής αλλαγής και της ρύπανσης του αέρα. Ακόμα και το φυσικό αέριο που αποτελεί και αυτό έναν ορυκτό πόρο, είναι καθαρότερο και δεν έχει τόσο μεγάλες περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις όσο το πετρέλαιο. Ακόμη το πετρέλαιο έχει αυξημένους κινδύνους ασφαλείας και εκτεθειμένες κοινότητες. Κατά καιρούς έχουν υπάρξει πολλά εργατικά ατυχήματα που έχουν οδηγήσει στον θάνατο εργάτες ή και ατυχήματα που έχουν ως συνέπεια την μόλυνση του περιβάλλοντος (πχ. ατύχημα στην εξέδρα της BP στον Κόλπο του Μεξικού) και σοβαρούς κινδύνους για την υγεία και την ασφάλεια των ανθρώπων. Τέλος, το πετρέλαιο αποτελεί έναν πεπερασμένο ορυκτό πόρο, και αυτό έχει ως συνέπεια την μακροπρόθεσμη εξάντληση του. Σε αντίθεση με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το πετρέλαιο κάποτε θα τελειώσει και επομένως μειονεκτεί σε σχέση με υποκατάστατα του στο γεγονός ότι η χρήση του πρέπει να αρχίσει να μειώνεται, και τα κράτη πρέπει να απεξαρτηθούν από το πετρέλαιο. Αυτή η εξάρτηση εξάλλου προκαλεί κοινωνικές και γεωπολιτικές διαμάχες και συγκρούσεις.

2.7 Η αγορά πετρελαίου στην Ελλάδα

Η αγορά πετρελαίου στην Ελλάδα διακρίνεται σε 3 υποαγορές. Αρχικά έχουμε την αγορά διύλισης όπου τα διυλιστήρια αγοράζουν τα αργό πετρέλαιο και πωλούν τα παράγωγα του στις πετρελαϊκές εταιρίες χονδρικής εμπορίας. Στην συνέχεια, έχουμε την αγορά χονδρικής, όπου οι εταιρίες πωλούν τα παράγωγα στους πρατηριούχους. Τέλος στην αγορά λιανικής, οι πρατηριούχοι διαθέτουν τα παράγωγα προς πώληση στους καταναλωτές. Στην αγορά διύλισης υπάρχουν δύο βασικές εταιρίες στις οποίες ανήκουν και τα τέσσερα διυλιστήρια τα οποία δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα. Οι εταιρίες αυτές είναι τα Ελληνικά Πετρέλαια (ΕΛΠΕ) και η Motor Oil. Τα ΕΛΠΕ διαθέτουν το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς (περίπου 60%) και επικρατούν στην αγορά διύλισης. Γενικότερα στην Ελλάδα η αγορά διύλισης είναι αγορά ολιγοπωλίου καθώς υπάρχουν σημαντικά εμπόδια εισόδου νεών εταιριών, ενώ σαν χώρα έχει σημαντική κατανάλωση πετρελαίου, τόσο για την κίνηση οχημάτων όσο και για

οικιακή ή βιομηχανική χρήση. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα τα τελευταία χρόνια έχει επενδύσει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και κυρίως στην αιολική και την ηλιακή με επιδοτήσεις προς ιδιώτες ή κρατικές επενδύσεις, με σκοπό την μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου. Επίσης, την τελευταία δεκαετία πολύ μεγάλο μέρος των Ελλήνων καταναλωτών έχουν επιλέξει την μετάβαση σε φυσικό αέριο, σε όποιες περιοχές είναι αυτό δυνατό, για τις ανάγκες της θέρμανσης, κυρίως λόγω του μικρότερου κόστους. Οι παραπάνω δράσεις έχουν μειώσει την ζήτηση και έχουν επηρεάσει την αγορά πετρελαίου στην Ελλάδα.

2.7.1 Στατιστική Ανάλυση

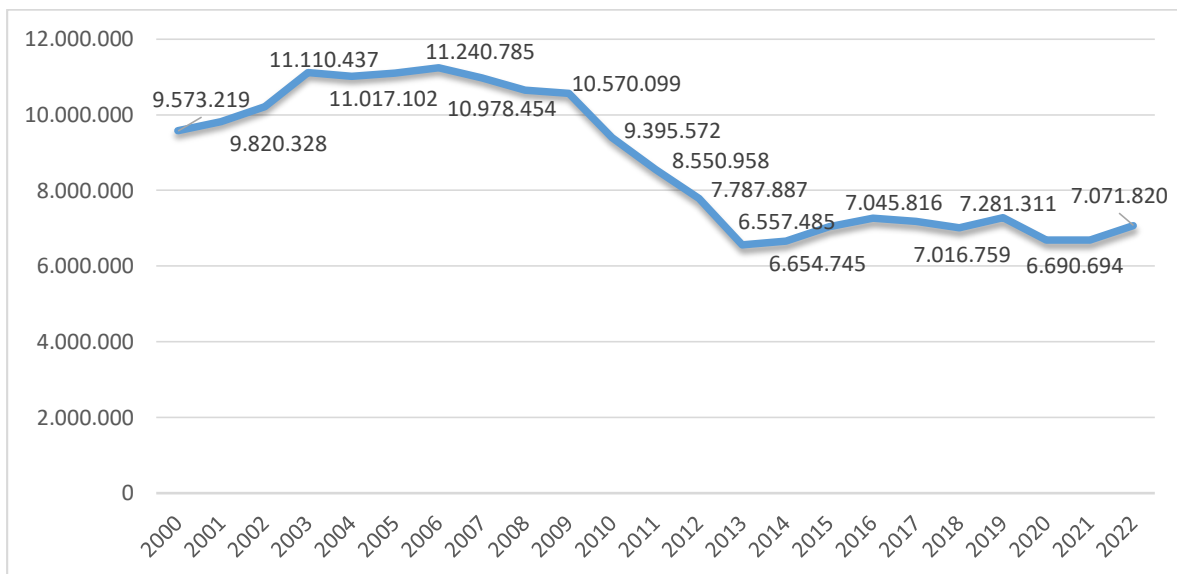
Στην ελληνική αγορά πετρελαίου υπάρχουν και δραστηριοποιούνται:

- 2 εταιρίες διύλισης και 4 διυλιστήρια
- 25 εταιρίες με άδεια Α, δηλαδή άδεια για αποθήκευση και διακίνηση στην Ελλάδα
- 22 εταιρίες συνολικά που έχουν άδεια να διακινούν ναυτιλιακά ή και αεροπορικά καύσιμα για τον ανεφοδιασμό πλοίων σε λιμάνια και αεροσκαφών με σταθμούς σε αεροδρόμια. Από αυτές, οι 12 διαθέτουν και άδεια τύπου Α.
- 19 εταιρίες με άδεια εμπορίας υγραερίου με εγκαταστάσεις και εμφιαλωτήρια υγραερίων. Από αυτές, οι 2 έχουν και άδεια τύπου Α.
- 10 εταιρίες με άδεια εμπορίας ασφάλτου. Οι 7 από αυτές έχουν και άδεια τύπου Α.
- 1 εταιρία με άδεια να μεταφέρει Jet Fuels με αγωγό απευθείας από τα διυλιστήρια στο Αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος.
- 5900 πρατήρια με άδεια και πλήρως λειτουργικά. Αξίζει να αναφερθεί ότι στην Ελλάδα αντιστοιχεί ένα πρατήριο ανά 1770 κατοίκους, όταν ο μέσος όρος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι ένα πρατήριο ανά 3250 κατοίκους
- 250 πωλητές πετρελαίου θέρμανσης με εγκαταστάσεις και ένας ακόμα πολύ μικρός αριθμός χωρίς εγκαταστάσεις

Για την διακίνηση των παραγώγων του αργού πετρελαίου στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται:

- 1200 περίπου βυτιοφόρα Δημόσιας Χρήσης
- 200 περίπου βυτιοφόρα Ιδιωτικής Χρήσης
- 8000 περίπου βυτιοφόρα Ιδιωτικής Χρήσης για την διανομή πετρελαίου θέρμανσης
- Δίκτυο σωληναγωγών (pipelines)

Για την καλύτερη ανάγνωση της ελληνικής αγοράς πετρελαίου παρατίθενται στοιχεία από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) σχετικά με τον όγκο των πετρελαιοειδών που καταναλώνονται ετησίως στην Ελλάδα και για τις χρονιές από το 2000 έως το 2022 (Γράφημα 1), καθώς και για την κατανάλωση ανά κατηγορία πετρελαιοειδούς (Γράφημα 2). Παρατηρείται ότι η ελληνική αγορά πετρελαίου κυμαίνεται, σήμερα, κοντά στα 7 εκατομμύρια μετρικούς τόνους. Από το 2000 έως και το 2006 σημειώνεται μια ανοδική τάση στην κατανάλωση πετρελαιοειδών. Από το 2006 ξεκινάει μια πτώση στην συνολική κατανάλωση η οποία κορυφώνεται την περίοδο της οικονομικής κρίσης, καταλήγοντας το 2014 η συνολική κατανάλωση να είναι περίπου η μισή σε σχέση με το 2006. Στη συνέχεια, από το 2014 έως και σήμερα, η κατανάλωση παραμένει σχετικά σταθερή με μικρές αυξομειώσεις. Το 2020 και 2021 η κατανάλωση φαίνεται να μειώνεται σημαντικά, όμως αυτό είναι πιθανότερο να οφείλεται στο ξέσπασμα της πανδημίας και στον περιορισμό των μετακινήσεων των πολιτών. Βέβαια, η γενικότερη ανάγνωση δείχνει ότι με εξαίρεση το έτος 2019 υπάρχει διαχρονικά μια καθοδική πορεία στην κατανάλωση των πετρελαιοειδών. Τα στοιχεία αυτά είναι πολύ ενθαρρυντικά αν αναλογιστεί κανείς ότι το 2006 η συνολική κατανάλωση της Ελλάδας ανερχόταν σε 11,2 εκατομμύρια μετρικούς τόνους περίπου.

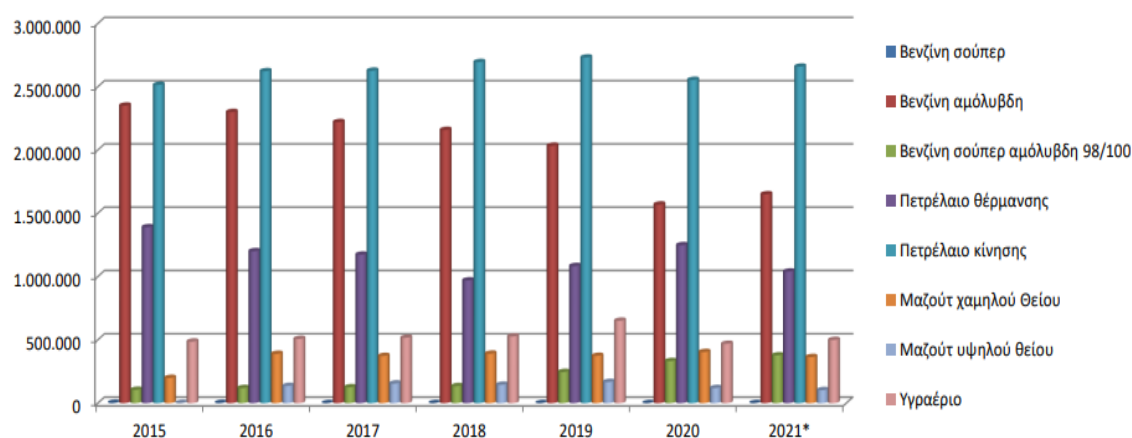


Γράφημα 1: Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Πετρελαιοειδών, *Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, αυτή η σημαντική μείωση στην συνολική κατανάλωση από το 2000 έως σήμερα, οφείλεται κυρίως στην μείωση της κατανάλωσης του πετρελαίου θέρμανσης. Πιο συγκεκριμένα,

την τριετία 2003 έως 2005 η κατανάλωση του πετρελαίου θέρμανσης ανερχόταν κοντά στους 4 εκατομμύρια μετρικούς τόνους, ενώ την τελευταία δεκαετία κυμαίνεται κοντά στον 1 εκατομμύριο μετρικούς τόνους.

Προκειμένου να προσδιοριστεί το μερίδιο της αγοράς που διατηρεί κάθε πετρελαϊκό παράγωγο σχηματίστηκε το παρακάτω γράφημα. Στο γράφημα 2 παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό πετρελαιοειδών που καταναλώνεται στην Ελλάδα αποτελεί με διαφορά το πετρέλαιο κίνησης. Περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης αφορά πετρέλαιο κίνησης, ενώ στην συνέχεια ακολουθεί η αμόλυβδη βενζίνη και το πετρέλαιο θέρμανσης. Επίσης, στο διάγραμμα διακρίνεται ότι από το 2015 και έπειτα μειώνεται συνεχώς η κατανάλωση της αμόλυβδης βενζίνης και αυξάνεται η κατανάλωση του πετρελαίου κίνησης. Το στοιχείο αυτό δείχνει ότι οι Έλληνες καταναλωτές έχουν προχωρήσει σε αντικατάσταση των αυτοκινήτων τους, δείχνοντας πλέον προτίμηση στους πετρελαιοκινητήρες. Ένα παράδοξο που προκύπτει από τα στοιχεία που παρατίθενται είναι ότι το 2020, όπου η κατανάλωση έχει μειωθεί κατά πολύ σε όλες τις κατηγορίες, κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει με το πετρέλαιο θέρμανσης που αντιθέτως έχει αυξηθεί. Η εξήγηση πιθανότατα μπορεί να βρίσκεται στο γεγονός ότι λόγω του περιορισμού μετακινήσεων που είχε επιβληθεί με το ξέσπασμα της πανδημίας, οι καταναλωτές περνούσαν περισσότερη ώρα στην κατοικία τους και επομένως είχαν αυξημένες ανάγκες για θέρμανση.



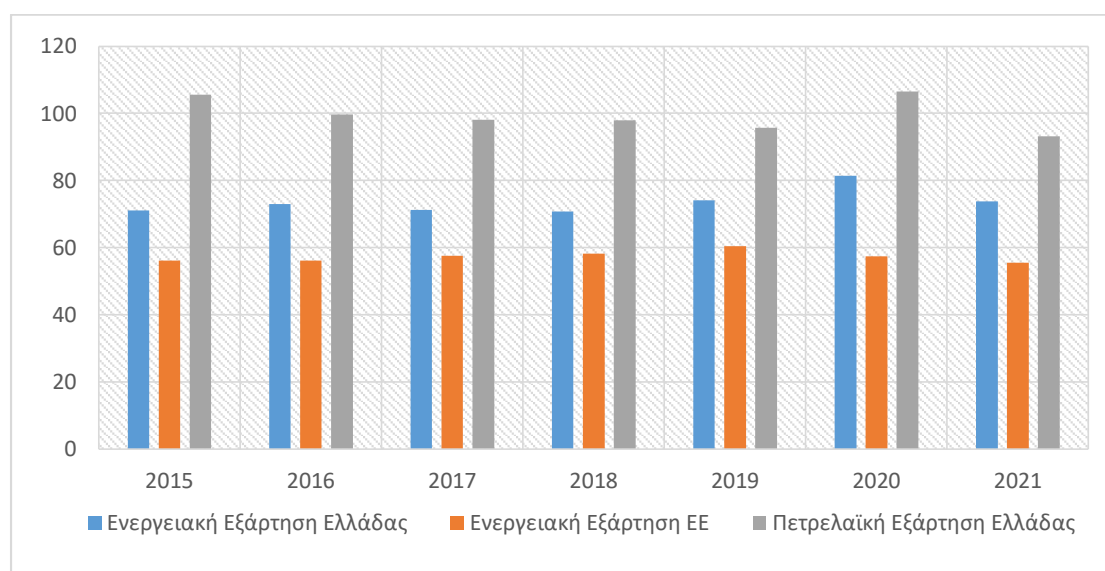
Γράφημα 2: Κατανάλωση Πετρελαιοειδών ανά Κατηγορία, *Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ

2.7.2 Τιμολόγηση

Στην ελληνική αγορά η τιμή του αργού πετρελαίου διαμορφώνεται από την διεθνή αγορά, βάση των εξελίξεων στην παγκόσμια προσφορά και ζήτηση του πετρελαίου. Σαφώς η τιμή επηρεάζεται και από τις κερδοσκοπικές πιέσεις των πετρελαιοπαραγωγών. Οι διεθνείς τιμές αποτελούν συνήθως και σημείο αναφοράς στα συμβόλαια αγοράς πετρελαιοειδών μεταξύ των διυλιστηρίων και των πελατών τους. Πάντοτε οι τιμές πώλησης του διυλιστηρίου βασίζονται στις τιμές Platts της Μεσογείου. Οι τιμές αυτές με κάποιες προσαρμογές (λόγω μεταφορικού κόστους) είναι ίδιες για όλα τα διυλιστήρια της Μεσογείου. Στην Ελλάδα για την τελική διαμόρφωση τιμής που πωλείται το πετρέλαιο από τα διυλιστήρια χρησιμοποιείται μια εξίσωση που λαμβάνει υπόψιν της τις 4 τελευταίες τιμές Platts, μετατρέπει τα δολάρια σε ευρώ και περιλαμβάνει μια προσαύξηση που τα διυλιστήρια αιτιολογούν ως κόστος αποθήκευσης και τήρησης αποθεμάτων ασφαλείας. Στην συνέχεια, η τιμή αυξάνεται λόγω των μικτών περιθωρίων κέρδους των εταιριών χονδρικής εμπορίας και των πρατηριούχων, λόγω παραγόντων όπως η κατοχή δεξαμενών, η απόσβεση των πάγιων επενδύσεων των πρατηρίων, τα κόστη μεταφοράς και διανομής, τα διαχειριστικά έξοδα αλλά και των συνθηκών της εγχώριας αγοράς, όπως η δομή της, η κάθετη εμπορία σε διάφορα στάδια και η γεωγραφική απόσταση από τα διυλιστήρια. Τέλος για να υπολογιστεί η τιμή στην αντλία απαιτείται να συμπεριληφθούν και οι φόροι και οι δασμοί που επιβάλλει το ελληνικό κράτος. Στην Ελλάδα οι φόροι και οι δασμοί αυτοί είναι πολύ υψηλοί σε σημείο που μπορούν να φτάσουν μέχρι και το 60% της τιμής που διατίθεται το πετρέλαιο. Ένα ακόμα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό της ελληνικής αγοράς πετρελαιοειδών είναι ότι υπάρχει γεωγραφική κατάτμηση της αγοράς και ο ανταγωνισμός, οπότε και οι τιμές, επηρεάζονται από τον αριθμό των πρατηρίων ανά γεωγραφική περιοχή. Αυτό έχει ως συνέπεια να παρατηρούνται διάφορα παράδοξα όπως για παράδειγμα να διατίθεται το πετρέλαιο σε υψηλότερη τιμή στον Πειραιά, δηλαδή δίπλα στα διυλιστήρια, σε σχέση με την Αργολίδα. Αυτό συμβαίνει διότι παρόλο που υπάρχει μεταφορικό κόστος για να διατεθεί το πετρέλαιο στην Αργολίδα, η σχέση πρατήριο ανά κάτοικο είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τον Πειραιά. Γενικότερα, οι τιμές που χρεώνονται ανά διαφορετική γεωγραφική περιφέρεια ποικίλουν, χωρίς να είναι ακριβώς ξεκάθαρος ο τρόπος που αυτό συμβαίνει, καθώς και η αγορά που διαμορφώνει το κόστος μεταφοράς ούτε είναι πλήρως ανταγωνιστική αλλά ούτε και ξεκάθαρη.

2.7.3 Η Εξάρτηση από Εισαγωγές

Η Ελλάδα είναι πάρα πολύ εκτεθειμένη σε εισαγωγές για να καλύψει τις ανάγκες της σε ενέργεια. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat (Γράφημα 3), η Ελλάδα τα τελευταία 7 χρόνια, για τα οποία έχουν δημοσιευτεί τα στατιστικά, βασίζεται στην εισαγωγή του 70-75% της συνολικής ενέργειας που χρειάζεται. Συγκεκριμένα, το έτος 2020 έφτασε να εισάγει το 82% περίπου της ενέργειας που χρειάζεται. Τα νούμερα αυτά είναι ιδιαίτερα υψηλά, αν συγκριθούν με τον μέσο όρο της Ε.Ε ο οποίος κινείται μεταξύ του 55-60%. Στην περίπτωση του πετρελαίου ειδικά, τα στοιχεία είναι ακόμα περισσότερο απαισιόδοξα. Η Ελλάδα εισάγει σχεδόν το 100% του πετρελαίου που χρειάζεται. Μάλιστα ορισμένα χρόνια το ποσοστό αυτό ξεπερνάει ακόμα και το 100%. Βέβαια, το 2021 το ποσοστό έπεσε στο 93%, κάτι το οποίο θα ήταν ενθαρρυντικό όμως δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα από τα στοιχεία μόνο μίας χρονιάς. Φυσικά, όλη η Ευρωπαϊκή Ένωση εξαρτάται σε πάρα πολύ μεγάλο βαθμό από την εισαγωγή πετρελαίου, αλλά η σημαντική διαφορά για την Ελλάδα είναι ότι το πετρέλαιο καταλαμβάνει πολύ μεγάλο ποσοστό από το συνολικό ενεργειακό της μείγμα, κάτι που δεν συνηθίζεται στις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες.



Γράφημα 3: Ενεργειακή εξάρτηση βάσει εισαγόμενων ενεργειακών προϊόντων, *Πηγή: Eurostat

Βασικοί προμηθευτές πετρελαίου για την Ελλάδα είναι η Ρωσία, το Καζακστάν, το Ιράκ, η Αίγυπτος και η Λιβύη. Το 2014 η Ελλάδα έφτασε στο σημείο να εισάγει το 70% του πετρελαίου της από την Ρωσία. Λόγω της γενικής κατεύθυνσης ενεργειακής

απεξάρτησης από τις Ρωσικές εισαγωγές που ακολούθησε η Ευρωπαϊκή Ένωση, η Ελλάδα σταδιακά κατάφερε να μειώσει στο ελάχιστο τις εισαγωγές πετρελαίου από την Ρωσία. Σήμερα, το πετρέλαιο που εισάγεται από την Ρωσία είναι μηδαμινό και αντικαταστάθηκε με εισαγωγές από την Σαουδική Αραβία, την Λιβύη και την Αλγερία. Με αυτόν τον τρόπο, επιτεύχθηκε και η αποφυγή δυσάρεστων συνεπειών για την Ελληνική αγορά, από τις κυρώσεις και το εμπάργκο που αποφάσισε το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο κατά της Ρωσίας, καθώς τα ελληνικά διυλιστήρια λειτουργούσαν χωρίς Ρωσικό πετρέλαιο ήδη πριν από την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία.

Ο λόγος που η ελληνική αγορά πετρελαίου βασίζεται σχεδόν εξ ολοκλήρου σε εισαγωγές, είναι ότι δεν γίνεται εξόρυξη πετρελαίου, εκτός από την μικρή παραγωγή του Πρίνου. Ο Πρίνος είναι ένα κοιτάσμα που ανακαλύφθηκε στα ανοιχτά του κόλπου της Καβάλας το 1971. Το 1974 έγινε η πρώτη πετυχημένη γεώτρηση και μέχρι το 2016 παρήγαγε 1500 βαρέλια πετρελαίου ημερησίως. Από το 2016 η παραγωγή διπλασιάστηκε και παράγει περίπου 3000 βαρέλια ημερησίως. Τις τελευταίες χρονιές η παραγωγή του έχει μείνει σε χαμηλότερα επίπεδα καθώς αναμένεται η ανάπτυξη του, και η τοποθέτηση εξέδρας σε δορυφορικό κοιτάσμα. Η επένδυση αυτή έχει σχεδόν ολοκληρωθεί και αναμένεται να ξεκινήσει η εξόρυξη στα τέλη του 2024. Ο Πρίνος καλύπτει το μόνο πετρέλαιο που δεν εισάγεται στην χώρα μας, όμως η παραγωγή του παραμένει χαμηλή. Βέβαια υπάρχουν ενδείξεις και για άλλα κοιτάσματα υδρογονανθράκων εδώ και πολλά χρόνια. Έχουν γίνει έρευνες και πιστεύεται ότι υπάρχουν κοιτάσματα πετρελαίου στο Αιγαίο Πέλαγος, στην Ζάκυνθο, στην Δυτική Πελοπόννησο και στην πεδιάδα Θεσσαλονίκης - Γιαννιτών. Μάλιστα οι ενδείξεις είναι τόσο υψηλές που πιστεύεται ότι θα μπορούσαν να καλύψουν τις ανάγκες ολόκληρης της Ευρώπης για μια δεκαετία. Τα στοιχεία για το μέλλον είναι πολύ ενθαρρυντικά και στα επόμενα χρόνια θα υπάρξουν σημαντικές εξελίξεις πάνω στην ανάπτυξη της εξόρυξης υδρογονανθράκων στην Ελλάδα.

Γενικότερα, η ανάπτυξη της εξόρυξης πετρελαίου στην Ελλάδα αποτελεί ένα έργο ιδιαίτερα σημαντικό, προκειμένου να μειωθεί η ιδιαίτερη μεγάλη εξάρτηση από εισαγωγές. Λόγω αυτής της υψηλής εξάρτησης, καθώς και των συνεχόμενων μεταβολών στην τιμή του πετρελαίου, υπάρχει μεγάλη αστάθεια και αβεβαιότητα για τον ενεργειακό εφοδιασμό της χώρας. Επομένως, η ανάπτυξη της εξόρυξης, σε συνδυασμό, με δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας και ανάπτυξη των ανανεώσιμων ή άλλων πηγών ενέργειας, αποτελεί ένα στοίχημα για τα επόμενα χρόνια που μπορεί

εκτός από το να εξασφαλίσει ενεργειακή βιωσιμότητα, να συγκλίνει και σε πολύ μεγάλο βαθμό το εμπορικό ισοζύγιο της χώρας και να ωθήσει την ανάπτυξη του ΑΕΠ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Σε ένα κόσμο που η συζήτηση γύρω από την ενέργεια είναι ένα πολύ σημαντικό θέμα τόσο από πολιτική άποψη όσο και από περιβαλλοντολογική και οικονομική, η ζήτηση για πετρέλαιο έλαβε μεγάλη σημασία ως ερευνητικό θέμα. Το ενδιαφέρον για την ανάλυση και τη μοντελοποίηση της ζήτησης για τα πετρελαιοειδή είναι υπαρκτό πολύ πριν από την στιγμή που αυτά αποτέλεσαν την κορυφαία πηγή ενέργειας. Η ζήτηση των παραγώγων του πετρελαίου, όπως η βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης, αποτελεί αντικείμενο με έντονο ενδιαφέρον όχι μόνο για τις χώρες που το παράγουν αλλά και για τις χώρες που το εισάγουν και το καταναλώνουν, καθώς επηρεάζει άμεσα την σταθερότητα τους, την εξάρτηση που έχουν για το πετρέλαιο και τις κυβερνητικές αποφάσεις που λαμβάνονται. Συνεπώς, η σπουδαιότητα ανάλυσής της οδήγησε πολλούς ακαδημαϊκούς στην μελέτη και την εκπόνηση ερευνών σχετικά με την μοντελοποίηση της ζήτησης για πετρελαιοειδή και τον προσδιορισμό των παραγόντων που την επηρεάζουν.

Η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνών εστιάζουν στην ανάλυση της ζήτησης για την βενζίνη και αφορούν διάφορα κράτη και χρονικές περιόδους. Οι περισσότερες μελέτες εστιάζουν στην σχέση της ζήτησης της βενζίνης με την τιμή και το εισόδημα και επιχειρούν να εξάγουν αποτελέσματα πάνω στις ελαστικότητες της ζήτησης. Τα αποτελέσματα τα οποία υπάρχουν στην βιβλιογραφία σχετικά με την ελαστικότητα της ζήτησης της βενζίνης ως προς την τιμή και το εισόδημα δεν είναι ξεκάθαρα και διαφέρουν. Αυτό είναι φυσικό και αναμενόμενο, καθώς κατά περίπτωση εξετάζονται διαφορετικές αγορές σε κάθε κράτος, σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και με ποικίλες οικονομετρικές μεθόδους.

Από την ανάλυση της βιβλιογραφίας διαπιστώνονται διαφορές τόσο στους χρονικούς ορίζοντες των μελετών (βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα), στην κατάσταση των κρατών (αναπτυσσόμενα και μη) όσο και στο επίπεδο και την σκοπιά της ανάλυσης. Είναι γενικότερα αποδεκτό ότι οι δύο μεταβλητές που επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό την ζήτηση της βενζίνης είναι η τιμή της βενζίνης και το εισόδημα των

καταναλωτών. Στις περισσότερες μελέτες ως εισόδημα νοείται τον κατά κεφαλήν ΑΕΠ, αλλά υπάρχουν και μελέτες που εξετάζουν απευθείας το ΑΕΠ ως μεταβλητή.

Πιο συγκεκριμένα, αναλύοντας τα αποτελέσματα που εντοπίστηκαν στην βιβλιογραφία, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει μια πληθώρα μελετών που υποστηρίζουν ότι η ζήτηση πετρελαιοειδών, όπως της βενζίνης και του πετρελαίου κίνησης, είναι ελαστική ως προς την τιμή. Οι Park και Zhao (2010) μελέτησαν την ζήτηση της βενζίνης στις ΗΠΑ για το διάστημα από το 1976 έως το 2018. Χρησιμοποίησαν τεχνικές συνολοκλήρωσης και κατέληξαν ότι η τιμή της βενζίνης είναι αυτή η οποία επηρεάζει περισσότερο την ζήτηση. Ανακάλυψαν ότι η ελαστικότητα της ζήτησης ως προς την τιμή αυξήθηκε κατακόρυφα μέχρι το 1980 και μετά μειώθηκε ως το 1987, διατηρώντας μια σχετική σταθερότητα έως το 2000 και μετά αυξήθηκε πάλι ως το 2008.

Οι C. Lin και L. Prince (2013) χρησιμοποίησαν μηνιαία δεδομένα για την περίοδο 1990 έως 2012 στις ΗΠΑ, προκειμένου να εξετάσουν πως η αστάθεια και οι μεταβολές της τιμής της βενζίνης επηρεάζουν την ελαστικότητα της ζήτησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αστάθεια των τιμών μειώνει την ζήτηση των καταναλωτών μεσοπρόθεσμα. Επίσης ανακάλυψαν ότι οι καταναλωτές ανταποκρίνονται λιγότερο ελαστικά στην μεταβλητότητα των τιμών όταν αυτή είναι μεσαία ή μεγάλη σε σχέση με το όταν είναι χαμηλή.

Οι Kyoung-Min Lim και S. Yoo (2016) ερεύνουν την συνάρτηση της ζήτησης της βενζίνης για την Κορέα, χρησιμοποιώντας τετραμηνιαία δεδομένα για την περίοδο 1991 έως 2010. Εξέτασαν τις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες ελαστικότητες της ζήτησης ως προς την τιμή και το εισόδημα με συνολοκλήρωση και μοντέλα ECM (Error Correction models). Η έρευνα που πραγματοποίησαν έδειξε ότι η ζήτηση της βενζίνης είναι σχετικά ελαστική προς την τιμή και το εισόδημα τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα, με τις μεγαλύτερες τιμές ελαστικότητας να εντοπίζονται μακροπρόθεσμα. Κατέληξαν ότι ο περιορισμός στην διακύμανση των τιμών της βενζίνης στην Κορέα είναι απαραίτητος για την σταθεροποίηση της ζήτησης.

Φυσικά, υπάρχουν πάρα πολλές μελέτες που υποστηρίζουν το αντίθετο συμπέρασμα και εκφράζουν ότι η ζήτηση είναι ανελαστική ως προς την τιμή. Ακόμη, παρατηρείται

ότι υπάρχει διακύμανση και στα συμπεράσματα που προκύπτουν σχετικά με την εισοδηματική ελαστικότητα. Για παράδειγμα, ο R. Ramanathan (1999) επιχείρησε να μελετήσει την συσχέτιση μεταξύ της ζήτησης της βενζίνης, της τιμής και του πραγματικού ΑΕΠ της αναπτυσσόμενης Ινδίας. Χρησιμοποιώντας τεχνικές συνολοκλήρωσης και διόρθωσης λάθους (Error Correction models), με δεδομένα από το 1972 έως το 1994 κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ζήτηση είναι ανελαστική ως προς την τιμή της τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Ακόμη συμπέρανε ότι η ζήτηση της βενζίνης στην Ινδία αυξάνεται σημαντικά με την ανάπτυξη του ΑΕΠ μακροπρόθεσμα (2.682) και λιγότερο βραχυπρόθεσμα (1.178).

Οι M. Brons, P. Nijkamp, E. Pels και P. Rietveld (2008) ανέπτυξαν μια μετα-αναλυτική προσεγγιστική εκτίμηση της ελαστικότητας της ζήτησης ως προς την τιμή, βασισμένη σε ένα μοντέλο SUR. Βρήκαν ότι βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα η τιμή της ελαστικότητας είναι -0,34 και -0,84 αντίστοιχα και οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι η ζήτηση της βενζίνης δεν είναι πολύ ευαίσθητη ως προς την τιμή της.

Επιπρόσθετα, οι B. Ewing, M. A. Thompson (2018), και οι D. Dash, N. Sethi και D. P. Bal (2018), χρησιμοποιώντας διαφορετικές προσεγγίσεις, τεχνικές και μεθόδους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ζήτηση παραγώνων πετρελαίου είναι ανελαστική ως προς την τιμή. Ακόμη οι R. Ramanathan και G. Subramanian, (2003) εξέτασαν την ζήτηση της βενζίνης στο Σουλτανάτο του Ομάν για τα έτη από το 1978 έως το 2000. Διαπίστωσαν ότι η ζήτηση της βενζίνης είναι ανελαστική ως προς την τιμή τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα.

Οι A. Baranzini και S. Weber (2013) ασχολήθηκαν με την διερεύνηση των προσδιοριστικών παραγόντων της ζήτησης της βενζίνης στην Ελβετία για την περίοδο 1970 με 2008. Συμπέραναν ότι η ζήτηση ήταν ανελαστική ως προς την τιμή, βρίσκοντας πολύ χαμηλές τιμές βραχυπρόθεσμα (-0,09) και μακροπρόθεσμα (-0,34). Αντίθετα, χρησιμοποίησαν και βρήκαν σημαντικούς προσδιοριστικούς παράγοντες όπως, ο στόλος των οχημάτων, την τιμή σε γειτονικές χώρες, τις πετρελαϊκές κρίσεις και τους φόρους στα καύσιμα.

Οι Ibrahim M. Algunaibet και W. Matar (2018) ερεύνησαν την ζήτηση της βενζίνης και του πετρελαίου στην Σαουδική Αραβία. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ζήτηση

είναι ανελαστική ως προς τις τιμές της βενζίνης και του πετρελαίου αλλά και στο γεγονός ότι η ζήτηση του πετρελαίου αυξάνεται αν αυξηθεί η τιμή της βενζίνης.

Οι B. H. Baltagi και J. M. Griffin (1983), εξέτασαν την ζήτηση της βενζίνης για τις χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD). Διαπίστωσαν ότι η ζήτηση της βενζίνης είναι ανελαστική ως προς την τιμή της, με την ελαστικότητα να κυμαίνεται μεταξύ -0,55 και -0,90.

Οι K. Cheung και E. Thomson (2004) εξέτασαν την ζήτηση της βενζίνης στην Κίνα για τα έτη 1980 έως 1999. Χρησιμοποιώντας τεχνικές συνολοκλήρωσης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ζήτηση της βενζίνης είναι ανελαστική ως προς την τιμή τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Ακόμη, ανακάλυψαν ότι η ελαστικότητα ως προς το εισόδημα ήταν 0,97 και επομένως συμπέραναν ότι η μελλοντική αύξηση της ζήτησης για βενζίνη αναμένεται να είναι ανάλογη του ρυθμού ανάπτυξης της οικονομίας της Κίνας και κοντά στο 7% για την επόμενη πενταετία.

Οι M. N. Eltony και N. Al-Mutairi (1995) διερεύνησαν την ζήτηση της βενζίνης στο Κουβέιτ για την περίοδο 1970 έως 1989. Χρησιμοποίησαν τεχνικές συνολοκλήρωσης και error correction models (ECM) και συμπέραναν ότι η ζήτηση της βενζίνης είναι ανελαστική ως προς την τιμή της τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Ακόμη εξετάζοντας και την ελαστικότητα ως προς το εισόδημα, ανακάλυψαν ότι η ζήτηση είναι ανελαστική βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, αλλά με μεγαλύτερη επιρροή από τις αλλαγές στο εισόδημα μακροπρόθεσμα.

Οι J. E. Hughes, C. R. Knittel και D. Sperling (2008) εξέτασαν την ζήτηση της βενζίνης στις ΗΠΑ για δυο ξεχωριστές χρονικές περιόδους στις οποίες οι τιμές ήταν υψηλές, με σκοπό να εντοπίσουν διαφορές. Η πρώτη περίοδος ήταν τα έτη 1975 έως 1980 και η δεύτερη τα έτη 2001 έως 2006. Όσο αναφορά την ελαστικότητα ως προς την τιμή ανακάλυψαν ότι η ζήτηση είναι ανελαστική και στις δύο περιόδους τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Η σημαντική διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι ενώ την πρώτη περίοδο η ελαστικότητες ήταν αντίστοιχα -0,034 και -0,077, 20 χρόνια αργότερα, και στην δεύτερη περίοδο είχαν αυξηθεί στο -0,21 και -0,34 αντίστοιχα. Έτσι διαπιστώθηκε ότι σε βάθος δύο δεκαετιών, οι καταναλωτές έγιναν περισσότερο ευαίσθητοι στις αλλαγές των τιμών της βενζίνης, παρά το γεγονός ότι

ζήτηση παρέμεινε σημαντικά ανελαστική. Ακόμα, εντόπισαν ότι ως προς το εισόδημα η ζήτηση της βενζίνης ήταν ανελαστική και συγκεκριμένα 0,21 και 0,75 αντίστοιχα. Μάλιστα, στην περίπτωση της εισοδηματικής ελαστικότητας δεν υπήρξε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο περιόδων.

Οι G. T. H. Nguyen και T. Vo (2020) επικεντρώθηκαν στην εξέταση της ελαστικότητας της ζήτησης ως προς την τιμή και το εισόδημα στην Αυστραλία. Χρησιμοποίησαν δεδομένα από επτά μεγάλες πόλεις της Αυστραλίας για το χρονικό διάστημα 2010 έως 2017. Τα αποτελέσματα της έρευνας υπέδειξαν ότι η ζήτηση της βενζίνης στην Αυστραλία ως προς την τιμή είναι ανελαστική, και συγκεκριμένα -0,11 και -0,16 βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, αντίστοιχα. Αντίθετα, με ελαστικότητα 1,35 βραχυπρόθεσμα, η ζήτηση είναι ελαστική ως προς το εισόδημα.

Οι M. Arzaghi και J. Squalli (2015) διεξήγαγαν μια έρευνα πάνω στην ελαστικότητα της ζήτησης της βενζίνης ως προς την τιμή και το εισόδημα. Χρησιμοποίησαν δεδομένα από 32 χώρες και για την περίοδο 1998 έως 2010. Χρησιμοποίησαν χώρες στις οποίες υπάρχει κυβερνητική επιδότηση στην τιμή της βενζίνης. Βρήκαν ότι για αυτές τις χώρες η ζήτηση είναι ανελαστική ως προς την τιμή και το εισόδημα τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι εφόσον η ζήτηση είναι ανελαστική, ίσως οι κυβερνήσεις θα έπρεπε να εξετάσουν το ενδεχόμενο να μειώσουν την επιδότηση στις τιμές και να διαθέσουν αυτούς του πόρους σε άλλους τομείς όπως η υγεία και η παιδεία.

Οι Z. Wadud, R.B Noland και D.J.Graham, (2010) ερεύνησαν τι επηρέαζε την ζήτηση της βενζίνης στις Η.Π.Α. Η έρευνα έγινε σε έναν πολύ μεγάλο αριθμό ανθρώπων και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όσο το εισόδημα των καταναλωτών αυξανόταν, τόσο αυξανόταν και η ζήτηση για βενζίνη.

Οι K. Kanjilal και S. Ghosh (2018) εξέτασαν εάν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της ζήτησης της βενζίνης, της τιμής και του πραγματικού ΑΕΠ στην Ινδία για τα έτη 1971 έως 2013. Ανακάλυψαν ότι αρχικά υπάρχει αυτοσυσχέτιση μεταξύ των τριών αυτών μεταβλητών και ότι η ζήτηση είναι ελαστική ως προς το εισόδημα τόσο βραχυχρόνια όσο και μακροχρόνια. Αντίθετα η ζήτηση ως προς την τιμή βρέθηκε ανελαστική βραχυχρόνια.

Οι J. Mensah, G. Marbuah, A. Amoah (2016) ερευνήσαν την γενικότερη ζήτηση της ενέργειας στην Γκάνα, εκτιμώντας τις συναρτήσεις της ζήτησης για πολλά ενεργειακά παράγωγα όπως η βενζίνη, το πετρέλαιο, το LPG, την κηροζίνη, την βιομάζα και άλλα. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ανεξάρτητα του είδους της ενέργειας, η τιμή και το εισόδημα αποτελούν οδηγοί της ζήτησης και την επηρεάζουν άμεσα.

Οι Saelim, S. (2019) και Liu, W. (2019) είναι επίσης ερευνητές που υποστήριξαν μέσω των δημοσιεύσεων τους ότι το εισόδημα αποτελεί έναν σημαντικό προσδιοριστικό παράγοντα της ζήτησης για παράγωγα του πετρελαίου.

Ωστόσο, υπάρχουν και πολλές έρευνες οι οποίες υποστηρίζουν ότι η σχέση μεταξύ της ζήτησης της βενζίνης και του εισοδήματος δεν είναι τόσο ισχυρή. Οι T. Havráněk και O. Kokeš (2015) διεξήγαγαν μια έρευνα στις χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD) στην οποία συνέθεσαν και χρησιμοποίησαν ως δεδομένα δημοσιευμένες εκτιμήσεις της εισοδηματικής ελαστικότητας της ζήτησης της βενζίνης από προηγούμενες έρευνες. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι εισοδηματική ελαστικότητα είναι στην πραγματικότητα πολύ μικρότερη από αυτήν που υποστήριζαν προηγούμενες έρευνες και μάλιστα κυμαίνεται μόλις στο 0,1 βραχυχρόνια και 0,23 μακροχρόνια.

Οι O. A. Akinboade, E. Ziramba και W. L. Kumo (2008) ανέλυσαν την σχέση μεταξύ των μεταβλητών της συνάρτησης της ζήτησης της βενζίνης για την Νότια Αφρική με δεδομένα από το 1978 έως το 2005. Διαπίστωσαν ότι η ζήτηση είναι ανελαστική τόσο ως προς την τιμή, όσο και προς το εισόδημα, με εκτιμώμενες τιμές μακροχρόνια -0,47 και 0,36 αντίστοιχα. Επίσης, οι Chunbo Ma και Hua Liao (2018) ερευνήσαν την ζήτηση των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για μαγειρική στα νοικοκυριά της Κίνας, προκειμένου να διαπιστώσουν ποια θα ήταν η καλύτερη κυβερνητική πολιτική για την μετάβαση σε καθαρότερα καύσιμα για μαγειρική. Εξέτασαν δεδομένα από το 2000 έως το 2010 και κατέληξαν ότι η υιοθέτηση καθαρότερων πηγών ενέργειας είναι εισοδηματικά ανελαστική.

Επιπρόσθετα υπάρχουν και πολλές έρευνες που χρησιμοποιούν ως μεταβλητή το ΑΕΠ και εστιάζουν στο πως επηρεάζει την ζήτηση της βενζίνης η οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας. Φυσικά το κατά κεφαλήν εισόδημα που χρησιμοποιείται στις περισσότερες

έρευνες προκύπτει από το ΑΕΠ και δεν αποτελεί ουσιαστικό διαφορετικό μέγεθος. Πιο συγκεκριμένα οι Z. Li, R. Sun, K. Dong και K. Chung (2019) εξέτασαν τους παράγοντες που επηρεάζουν την ζήτηση της βενζίνης στην Κίνα. Στην έρευνα τους αναφέρουν ότι η ζήτηση επηρεάζεται ξεκάθαρα από την οικονομική απόδοση της χώρας. Επίσης οι R. Ramanathan και G. Subramanian, (2003) εξέτασαν την ζήτηση της βενζίνης στο Σουλτανάτο του Ομάν για τα έτη από το 1978 έως το 2000. Διαπίστωσαν ότι η ζήτηση της βενζίνης μακροπρόθεσμα αυξάνεται περίπου στον ίδιο βαθμό με το ΑΕΠ της χώρας. Ο R. Ramanathan (1999) επιχείρησε να μελετήσει την συσχέτιση μεταξύ της ζήτησης της βενζίνης και του πραγματικού ΑΕΠ για την Ινδία διαπιστώνοντας και αυτός την ισχυρή σχέση μεταξύ του ΑΕΠ και της ζήτησης τόσο μακροπρόθεσμα όσο και βραχυπρόθεσμα. Ο Z. Wadud (2016) επίσης προσπάθησε να αναλύσει τους παράγοντες που επηρεάζουν την ζήτηση του πετρελαίου στο Ηνωμένο Βασίλειο, καταλήγοντας σε παρόμοια συμπεράσματα. Ακόμη, οι B. Liddle και S. Lung (2015) διαπίστωσαν την ύπαρξη ισχυρής σχέσης μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της κατανάλωσης βενζίνης.

Ενδιαφέρον προκάλεσε σε πολλούς ερευνητές και η σχέση που έχει η ζήτηση της βενζίνης με την φορολογία στα καύσιμα που επιβάλλεται από την κυβέρνηση. Πιο συγκεκριμένα, κάποιοι ερευνητές υποστήριξαν μέχρι και ότι η φορολογία είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ζήτηση της βενζίνης.

Οι A. Baranzini και S. Weber (2013) ασχολήθηκαν με την διερεύνηση των προσδιοριστικών παραγόντων της ζήτησης της βενζίνης στην Ελβετία για την περίοδο 1970 με 2008, διαπιστώνοντας ότι ένας από τους προσδιοριστικούς παράγοντες είναι η φορολογία που επιβάλλεται στα καύσιμα.

Οι S. Tiezzi και S. F. Verde (2016), εξέτασαν την επίδραση που έχει η φορολογία στην ζήτηση για βενζίνη στις Η.Π.Α, χρησιμοποιώντας μικροδεδομένα από το 2007 έως το 2009. Διαπίστωσαν ότι οι αυξήσεις στην φορολογία της βενζίνης οδηγούσαν σε μακροπρόθεσμη μείωση της ζήτησης.

Οι J. Coglianese, L. Davis, L. Kilian και J. H. Stock (2017) εξετάζοντας την ανταπόκριση της ζήτησης της βενζίνης, κατέληξαν ότι η επιβολή φόρων επηρεάζει την κατανάλωση βενζίνης με μειώσεις ή αυξήσεις ανάλογα το μέγεθος των φόρων.

Ακόμη, οι N. Rivers και B. Schaufele (2015) παρουσίασαν στην έρευνα τους ότι οι φόροι που επιβλήθηκαν στην Βρετανική Κολούμπια του Καναδά, οδήγησαν σε μια

αξιόλογη μείωση της ζήτησης της βενζίνης. Μάλιστα, υποστήριξαν ότι η μείωση που προήλθε από τους φόρους ήταν μεγαλύτερη αναλογικά από την μείωση που προκαλεί μια αντίστοιχη απλή αύξηση της τιμής της βενζίνης.

Οι M. Filippini και F. Heimsch (2016) ερεύνησαν την επίδραση των φόρων στην βενζίνη στην Ελβετία. Προκειμένου να εκτιμήσουν την ζήτηση την βενζίνης, χρησιμοποίησαν δεδομένα από 547 Ελβετικούς δήμους για τα έτη 2001 έως 2008. Αρχικά συμπέραναν ότι το φορολογικό βάρος είναι μεγαλύτερο στις αγροτικές περιοχές από τις αστικές και συνεπώς, διαπίστωσαν ότι για τον λόγο αυτό η μείωση της κατανάλωσης είναι πολύ μεγαλύτερη στις αγροτικές περιοχές.

Οι Y. Kim, H. Han, και Y. Moon, (2011) αφού ανέλυσαν την επίδραση ενός φόρου στην βενζίνη για την Κορέα, ανακάλυψαν ότι η φορολόγηση είναι ικανή να προκαλέσει μείωση της τάξης του 5% στην συνολική κατανάλωση βενζίνης.

Οι A. Bento, L. Goulder, M. Jacobsen και R. Haefen, (2009) υπολόγισαν μια αντίστοιχη μείωση για τις Η.Π.Α κοντά στο 2% της συνολικής κατανάλωσης βενζίνης.

Αντίθετα, άλλοι, όπως ο H. A. Kayser (2000), που ερεύνησε την υπόθεση των Η.Π.Α, υποστήριξαν ότι η φορολογία στην βενζίνη δεν είναι πολύ πιθανό να οδηγήσει σε σημαντική μείωση της κατανάλωσης.

Εκτός από τους βασικούς παράγοντες που αναλύθηκαν παραπάνω, ορισμένοι ερευνητές επέλεξαν να συμπεριλάβουν και άλλους παράγοντες στα μοντέλα τους. Ένας τέτοιος παράγοντας που μελετήθηκε αρκετά είναι ο αριθμός των οχημάτων που κυκλοφορούν. Αναλόγως τον ερευνητή, ο παράγοντας αυτός εντοπίζεται υπό διάφορες μορφές και παραλλαγές όπως, ο αριθμός των αυτοκινήτων ανά κάτοικο, ο αριθμός των βενζινοκίνητων ή πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων, ο αριθμός των επιβατικών ή δημόσιων αυτοκινήτων, ο αριθμός των οχημάτων ανάλογα τον τύπο του (πχ φορτηγά λεωφορεία, βαν) και άλλα. Η μορφή με την οποία εντοπίζεται ο παράγοντας αυτός βασίζεται κυρίως στα διαθέσιμα δεδομένα κάθε χώρας ή περιοχής που εξετάζεται. Οι An-loh Lin, E. N. Botsas και S. A. Monroe (1985) εξέτασαν τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση βενζίνης ανά νοικοκυριό στις ΗΠΑ για το διάστημα 1966 έως 1980. Μεταξύ άλλων, συμπέραναν ότι ο αριθμός των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν επηρεάζει την κατανάλωση βενζίνης. Ακόμη, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι A. Baranzini και S. Weber (2013) οι οποίοι ασχολήθηκαν με την διερεύνηση των προσδιοριστικών παραγόντων της ζήτησης της βενζίνης στην Ελβετία

για την περίοδο 1970 με 2008, διαπίστωσαν ότι ο στόλος των οχημάτων που κυκλοφορούν είναι ένας σημαντικός προσδιοριστικός παράγοντας της ζήτησης. Τέλος, οι J.I. Mikayilov, S.Mukhtarov, H. Dinçer, S. Yüksel και R. Aydin (2020) ασχολήθηκαν με τους βασικούς οδηγούς της ζήτησης της βενζίνης στην Τουρκία. Εξέτασαν δεδομένα από το 2000 έως το 2019 και διαπίστωσαν ότι εκτός από το εισόδημα και την τιμή, ο στόλος των οχημάτων επηρεάζει σημαντικά την ζήτηση.

3.1 Η περίπτωση της Ελλάδας

Παρά την μεγάλη σημασία της ανάλυσης της ζήτησης για καύσιμα όπως το πετρέλαιο κίνησης και η βενζίνη, το αντικείμενο αυτό δεν έχει μελετηθεί επαρκώς για την Ελλάδα. Η έρευνα έχει εστιάσει στην μελέτη άλλων πηγών ενέργειας, όπως το φυσικό αέριο, η βιομηχανική και οικιακή ηλεκτρική ενέργεια και η βιομηχανική χρήση πετρελαιοειδών. Αντίθετα, ο τομέας της ζήτησης της ενέργειας που απαιτείται στον οδικό δίκτυο αποτελεί ένα σημαντικό κενό στην βιβλιογραφία.

Το κενό αυτό προσπάθησε να καλύψει ο M. Polemis (2006), προσπαθώντας να ρίξει φως στους παράγοντες που επηρεάζουν την ζήτηση της βενζίνης και του πετρελαίου κίνησης στην Ελλάδα. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποίησε τεχνικές συνολοκλήρωσης και ανάλυση VAR (Vector Autoregression), προκειμένου να εξετάσει τις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες ελαστικότητες της ζήτησης ως προς την τιμή και το εισόδημα. Χρησιμοποίησε δεδομένα από το 1978 έως το 2003 και δημιούργησε δυο ξεχωριστά μοντέλα για τα δύο είδη καυσίμου που ανέλυσε. Στο πρώτο μοντέλο εκτός από το κατά κεφαλήν εισόδημα και την τιμή της βενζίνης χρησιμοποίησε και μια μεταβλητή χρονικής τάσης (time trend variable) με σκοπό να καλύψει τις τεχνολογικές εξελίξεις λόγω της εισόδου της αμόλυβδης βενζίνης στην αγορά, στο μεσοδιάστημα της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μακροπρόθεσμα και βραχυπρόθεσμα η ζήτηση για βενζίνη στην Ελλάδα είναι ανελαστική τόσο ως προς το εισόδημα όσο και ως προς την τιμή της βενζίνης.

Στο μοντέλο της ζήτησης πετρελαίου κίνησης, εκτός από το κατά κεφαλήν εισόδημα και την τιμή χρησιμοποίησε και μια μεταβλητή η οποία εκφράζει τον κατά κεφαλήν στόλο πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων. Από την εξέταση του μοντέλου, διαπιστώθηκε ότι μακροπρόθεσμα η ζήτηση για πετρέλαιο κίνησης είναι ανελαστική ως προς την τιμή

αλλά ελαστική ως προς το εισόδημα. Αντίθετα, βραχυπρόθεσμα η ζήτηση είναι ανελαστική τόσο ως προς την τιμή όσο και ως προς το εισόδημα.

Τέλος, από την μελέτη διαπιστώθηκε η μη ύπαρξη στενών υποκατάστατων στον οδικό τομέα για την βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης.

Επίσης, οι D. Broadstock, E. Papathanasopoulou (2015), εξέτασαν πως επηρεάζεται η ζήτηση της βενζίνης στην Ελλάδα από την τιμή, το εισόδημα και άλλους σημαντικούς παράγοντες. Χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο STSM (Structural Time Series Model) και δεδομένα από το 1978 έως το 2008. Τα αποτελέσματα τους είχαν σημαντική απόκλιση από αυτά του M. Polemis (2006) καθώς, παρόλο που διαπίστωσαν και αυτοί ότι η ζήτηση της βενζίνης είναι ανελαστική ως προς την τιμή και το εισόδημα, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα, οι τιμές κάθε ελαστικότητας που εξετάστηκε βρέθηκαν κατά πολύ μικρότερες από αυτές που επισημαίνονται στην έρευνα του M. Polemis. Πιο συγκεκριμένα, η εισοδηματική ελαστικότητα βραχυπρόθεσμα εκτιμήθηκε στο 0,01 έναντι του 0,38 της προηγούμενης έρευνας. Επίσης, μακροπρόθεσμα, η εισοδηματική ελαστικότητα υπολογίστηκε στο 0,46, που είναι σημαντικά μικρότερο από το 0,79 του M. Polemis. Αντίστοιχα, συμπεράσματα βρέθηκαν και κατά την ανάλυση της ελαστικότητας της ζήτησης ως προς την τιμή. Η έρευνα των D. Broadstock και E. Papathanasopoulou κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ζήτηση της βενζίνης στην Ελλάδα δεν επηρεάζεται από τιμή και το εισόδημα, αλλά υπάρχουν άλλοι παράγοντες που σχετίζονται με την καθημερινότητα και τον πιο ενεργειακά απαιτητικό τρόπο ζωής και έχουν ισχυρή επιρροή πάνω στην ζήτηση. Τέτοιοι παράγοντες, για παράδειγμα, μπορεί να είναι η αναβάθμιση και η ανανέωση του στόλου των οχημάτων, η παροχή ποδηλατοδρόμων, τα «πράσινα» μέσα μαζικής μεταφοράς και άλλοι.

3.2 Προσδιοριστικοί Παράγοντες της Ζήτησης

Η βιβλιογραφία περιλαμβάνει ένα αρκετά διευρυμένο φάσμα ποικίλων παραγόντων που επηρεάζουν την ζήτηση για ένα προϊόν ενέργειας. Κάποιοι από αυτούς επηρεάζουν κυρίως βραχυπρόθεσμα την ζήτηση, ενώ κάποιοι άλλοι έχουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις. Η πλειοψηφία των μοντέλων ενέργειας θεωρούν ως σημαντικότερη ερμηνευτική μεταβλητή το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ), διότι υποδεικνύει την οικονομική δραστηριότητα, κατά συνέπεια και την βιομηχανική δραστηριότητα, την

ανάπτυξη αλλά και το εισόδημα των καταναλωτών υπό προϋποθέσεις. Επίσης πολύ σημαντικό ρόλο στην ζήτηση της ενέργειας παίζει και η τιμή καθώς και η τιμή των υποκατάστατων και συμπληρωματικών προϊόντων. Τα τελευταία χρόνια έμφαση έχει δοθεί και σε λοιπούς παράγοντες όπως η τεχνολογία και οι παγκόσμιες και κρατικές πολιτικές σχετικά με την ενέργεια. Οι πολιτικές αυτές έχουν επηρεάσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας καθώς υπάρχει, όπως ήδη ειπώθηκε παραπάνω, μια στόχευση προς την μείωση της κατανάλωσης πετρελαιοειδών με σκοπό την ενεργειακή ανεξάρτηση των κρατών και την μετάβαση προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στο ίδιο πλαίσιο κινείται και η ανάπτυξη της τεχνολογίας γενικότερα και των τεχνολογικών συστημάτων και μέσων ειδικότερα, με σκοπό την αξιοποίηση άλλων πηγών ενέργειας, κάτι που σαφώς επηρεάζει την ζήτηση για ενεργειακά προϊόντα. Ένας ακόμα πολύ σημαντικός παράγοντας είναι ο γεωγραφικός, καθώς αποδεδειγμένα η θερμοκρασία, οι καιρικές συνθήκες και η γεωγραφική τοποθεσία επηρεάζουν την κατανάλωση σε συγκεκριμένους τομείς. Ακόμη η ζήτηση ενός προϊόντος εξαρτάται από τις προτιμήσεις και τις προσδοκίες των καταναλωτών. Πιο συγκεκριμένα, η διαφήμιση, το περιβάλλον στο οποίο ζουν οι καταναλωτές, οι ιδιαιτερότητές τους, τα χαρακτηριστικά του προϊόντος, η ευκολία προμήθειας του και η ποιότητα είναι παράγοντες που διαμορφώνουν τις προτιμήσεις των καταναλωτών για ένα προϊόν και σαφώς επηρεάζουν την ζήτηση. Αντίστοιχα, οι προβλέψεις για το μελλοντικό εισόδημα, για τις μελλοντικές τιμές των προϊόντων και των συνθηκών τις αγοράς διαμορφώνουν τις προσδοκίες των καταναλωτών και επιδρούν στην ζήτηση. Τέλος, ένας ακόμα παράγοντας είναι ο αριθμός των καταναλωτών. Αποδεδειγμένα αν αυξηθεί ο αριθμός των καταναλωτών ενός προϊόντος αυξάνεται και η ζήτηση του.

3.3 Προσδιοριστικοί Παράγοντες της Ζήτησης της Βενζίνης

Η ζήτηση πετρελαίου αποτελείται από επιμέρους αγορές οι οποίες, όπως είναι φυσικό δεν επηρεάζονται με τον ίδιο τρόπο και στον ίδιο βαθμό από όλους τους προσδιοριστικούς παράγοντες. Η ζήτηση πετρελαίου για οικιακή χρήση (θέρμανση), για βιομηχανική χρήση, για μεταφορά πολιτών και προϊόντων, αποτελούν επιμέρους αγορές και η ζήτηση τους επηρεάζεται διαφορετικά. Για παράδειγμα, οι καιρικές συνθήκες και η θερμοκρασία ενδέχεται να επηρεάσουν την οικιακή χρήση του πετρελαίου αλλά όχι την βιομηχανική χρήση, τουλάχιστον όχι στον ίδιο βαθμό. Ακόμη,

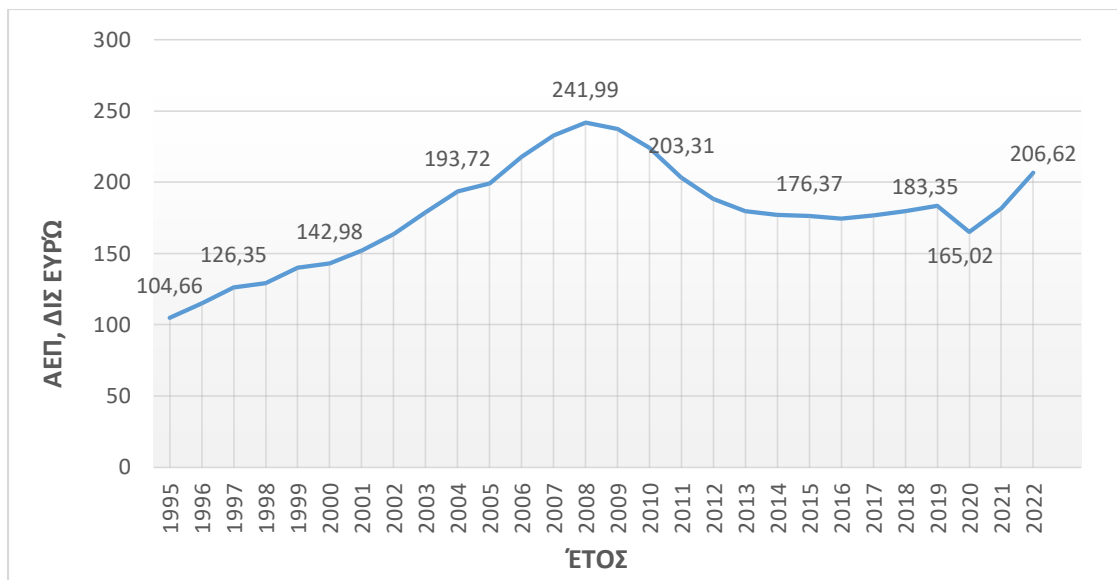
η βενζίνη είναι ένα προϊόν το οποίο σύμφωνα με την βιβλιογραφία δεν έχει άμεσο υποκατάστατο, καθώς δεν είναι εύκολη η μετάβαση και η εναλλαγή μεταξύ των τύπων ενέργειας που χρησιμοποιούνται στον τομέα του οδικού δικτύου. Συνεπώς, δεν προκύπτει κάποια άμεση συσχέτιση με τις τιμές των υποκατάστατων προϊόντων. Επίσης, παράγοντες όπως η κυβερνητική και Ευρωπαϊκή πολιτική σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και η εξέλιξη της τεχνολογίας, αν και σαφώς επηρεάζουν την ζήτηση για πετρέλαιο αποφεύγονται να εξεταστούν ακόμη, καθώς η επίδραση τους θα αργήσει αρκετά χρόνια να μεταφραστεί σε δεδομένα τα οποία θα μπορούν να αναλυθούν επαρκώς και να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Από την άλλη, όπως αποδεικνύεται από την βιβλιογραφία, το ΑΕΠ ή το κατά κεφαλήν εισόδημα αποτελεί σημαντικό προσδιοριστικό παράγοντα της ζήτησης της βενζίνης. Ο δεύτερος πιο σημαντικός παράγοντας είναι η τιμή της βενζίνης, η οποία έχει απασχολήσει και τους περισσότερους ερευνητές που ασχολήθηκαν με την εξέταση της ελαστικότητας της ζήτησης ως προς την τιμή. Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι δύο αυτοί παράγοντες, παρά την πληθώρα των αντικρουόμενων αποτελεσμάτων που εντοπίζονται στην βιβλιογραφία σχετικά με την ελαστικότητα της ζήτησης, επηρεάζουν περισσότερο από κάθε άλλον παράγοντα την ζήτηση της βενζίνης. Ένας ακόμα παράγοντας που εμφανίζεται στην βιβλιογραφία να επηρεάζει αρκετά την ζήτηση είναι η επιβολή φόρων από την κυβέρνηση. Πιο συγκεκριμένα, η κρατική παρέμβαση με την φορολόγηση των καυσίμων είναι ένας βασικός παράγοντας σε πολλές μελέτες για διάφορες χώρες, κυρίως της Ευρωπαϊκής Ένωσης και από την εξέταση του προκύπτουν ενδιαφέροντα συμπεράσματα όχι μόνο για την επίδραση στην ζήτηση του πετρελαίου, αλλά και για την κυβερνητική πολιτική και στρατηγική. Τέλος, μια ακόμα μεταβλητή που εμφανίζεται συχνά στα μοντέλα τα οποία εξετάζουν την ζήτηση των πετρελαιοειδών, είναι ο αριθμός των οχημάτων που κυκλοφορούν στο οδικό δίκτυο. Ο στόλος των οχημάτων αποδεικνύεται ότι επηρεάζει την ζήτηση, είτε πρόκειται για αυτοκίνητα ιδιωτικής ή δημόσιας χρήσης, είτε πρόκειται για επιβατικά οχήματα, φορτηγά ή λεωφορεία.

3.3.1 Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ)

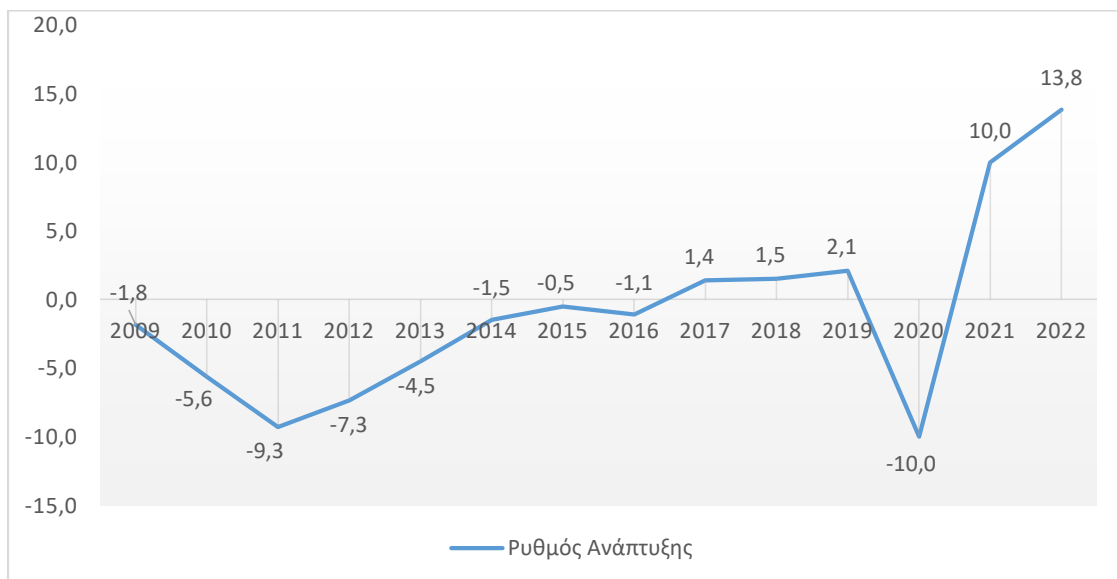
Το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) αναφέρεται στην αξία όλων των τελικών αγαθών και υπηρεσιών τα οποία παράγονται σε μία συγκεκριμένη χώρα ή μικρότερη

γεωγραφική περιοχή για μια χρονική περίοδο. Το ΑΕΠ θεωρείται ως το καλύτερο πρότυπο για τη μέτρηση των εθνικών οικονομικών συνθηκών (Mankiw and Taylor, 2007). Από το ΑΕΠ προκύπτει και το κατά κεφαλήν ΑΕΠ αν διαιρέσουμε το πρώτο με τον συνολικό πληθυσμό της χώρας. Το κατά κεφαλήν ΑΕΠ είναι ένας ακόμα πολύ σημαντικός μακροοικονομικός δείκτης που χρησιμοποιείται ως μέγεθος οικονομικής ανάπτυξης και αποτελεί πολύ χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της μακροοικονομικής κατάστασης μιας χώρας. Το κατά κεφαλήν ΑΕΠ μπορεί να αξιολογηθεί και να χρησιμοποιηθεί και ως μέσος όρος εισοδήματος.

Συνεπώς, το ΑΕΠ αποτελεί έναν προσδιοριστικό παράγοντα της ζήτησης που εκφράζει συνολικά τόσο την επίδραση που έχει στην ζήτηση η οικονομική ανάπτυξη της χώρας όσο και το εισόδημα των καταναλωτών ως παράγοντας. Για τον λόγο αυτό θα αποτελέσει στην συνέχεια την βασική μακροοικονομική μεταβλητή στον έλεγχο της συσχέτισης με την ζήτηση για βενζίνη. Φυσικά, σε σχέση με άλλες μεταβλητές και άλλους προσδιοριστικούς παράγοντες της ζήτησης, η συσχέτιση μεταξύ του ΑΕΠ και της κατανάλωσης πετρελαιοειδών γενικότερα, είναι αρκετά προφανής, καθώς το μεγαλύτερο ΑΕΠ υποδεικνύει μεγαλύτερη βιομηχανική δραστηριότητα, μεγαλύτερη άνεση μετακινήσεων, μεγέθυνση του τομέα των μεταφορών άρα και μεγαλύτερη κατανάλωση πετρελαιοειδών, με σταθερούς τους άλλους παράγοντες. Σε περίοδο οικονομικής επέκτασης και ανάπτυξης, ο βιομηχανικός τομέας παρουσιάζει αυξήσεις στην παραγωγή και επομένως ανάγκες για περισσότερη ενέργεια τόσο στην παραγωγή όσο και στην μεταφορά και την επεξεργασία των αγαθών. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο κατά κεφαλήν εισόδημα υποδεικνύει μεγαλύτερη ενεργειακή οικιακή απαίτηση και μεγαλύτερη οικονομική ευχέρεια για μετακινήσεις και μεταφορές, άρα περισσότερη κατανάλωση βενζίνης. Αντίθετα, αν και όχι απαραίτητα, η σμίκρυνση του κατά κεφαλήν εισοδήματος μπορεί να οδηγήσει σε ανάγκη ελαχιστοποίησης δαπανών και εξοικονόμησης ενέργειας. Προκειμένου να αποσαφηνιστεί καλύτερα η χρηματοοικονομική κατάσταση της Ελλάδας, στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται αναλυτικά η εξέλιξη του ΑΕΠ της χώρας από το 1995 έως σήμερα, καθώς και ο ρυθμός ανάπτυξης από το ξέσπασμα της οικονομικής κρίσης το 2008 έως και σήμερα.



Γράφημα 4: Εξέλιξη ΑΕΠ Ελλάδος 1995 – 2022, *Πηγή: Eurostat



Γράφημα 5: Ρυθμός Ανάπτυξης Ελλάδος 2008 – 2022, *Πηγή: Eurostat

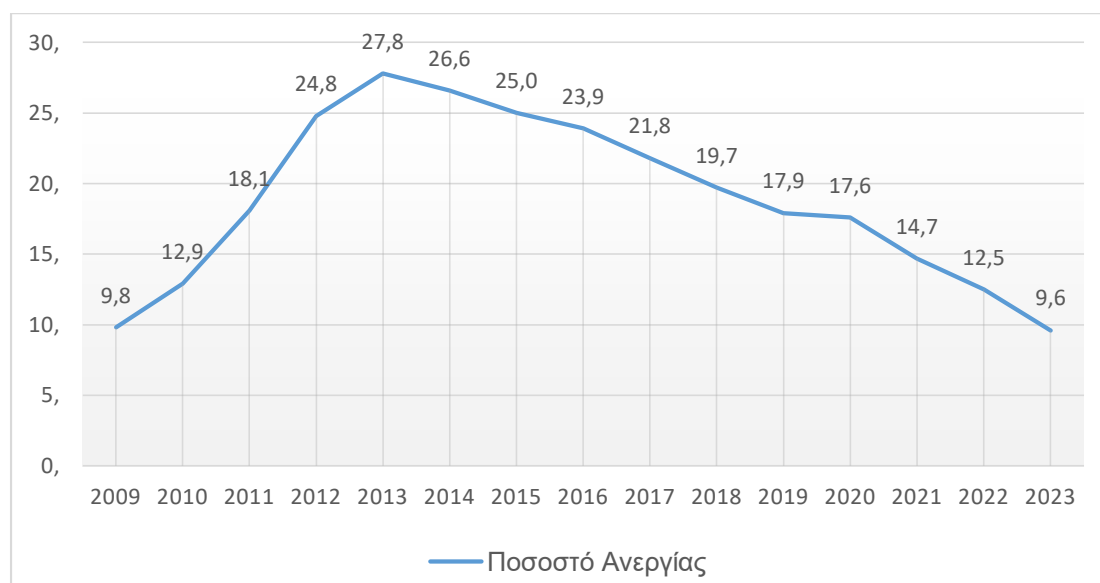
Παρατηρείται ότι από το 1995 έως και το 2008 το ΑΕΠ είχε αυξανόμενη πορεία. Για την Ελλάδα οι δυσκολίες ξεκίνησαν αμέσως μετά το 2008 και εκτινάχθηκαν το 2010. Ήδη το 2008 εμφάνισε αρνητικό ρυθμό ανάπτυξης όπως φαίνεται στο Γράφημα 5. Αυτό που ακολούθησε όμως ήταν αρκετά χειρότερο καθώς ο ρυθμός ανάπτυξης ξεκίνησε μια κατακόρυφη πτώση, με αποτέλεσμα το 2011 να φτάσει το ακραίο – 9,3% ως απόρροια της οικονομικής κρίσης. Μετά τη χρεοκοπία του 2010 η Ελλάδα υπέστη μια οικονομική καθίζηση της τάξης του μεγάλου κραχ του '29 με το ΑΕΠ να συρρικνώνεται περίπου κατά 25%. Έως και το 2011 όπου εμφανίστηκε ο μεγαλύτερος

αρνητικός ρυθμός ανάπτυξης το ονομαστικό ΑΕΠ της Ελλάδας είχε ήδη μειωθεί από 242 δισ. Ευρώ σε 203 δισ. Ευρώ (Γράφημα 4). Αυτή την καθοδική πορεία ακολούθησε το ΑΕΠ έως και το 2015 όπου για πρώτη φορά μετά το 2008 παρουσιάστηκε ρυθμός ανάπτυξης κοντά στο μηδέν. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το 2014 το ΑΕΠ να συρρικνωθεί στα 177 δισ. Ευρώ περίπου. Στα χρόνια που ακολούθησαν, έως και το 2017, παρατηρούμε τον ρυθμό ανάπτυξης να κυμαίνεται κοντά στο μηδέν, άλλοτε αρνητικά και άλλοτε θετικά. Έτσι, το ΑΕΠ την περίοδο αυτή παραμένει κοντά στα 176 δισ. Ευρώ, με εξαίρεση τα έτη 2018 και 2019 όπου μετά από πολλά χρόνια παρατηρούμε ανάπτυξη της τάξης περίπου του 2%, οδηγώντας το ΑΕΠ σε αύξηση στο τέλος του 2019, κοντά στα 184 δισ. Ευρώ. Το 2020 ήταν ένα έτος που χαρακτηρίστηκε από το ξέσπασμα του Covid-19, όπου πολλές επιχειρήσεις έκλεισαν και η παραγωγή της χώρας, όπως ήταν λογικό να συμβεί μειώθηκε δραματικά. Το αποτέλεσμα ήταν το 2020 η Ελλάδα να παρουσιάσει ρυθμό ανάπτυξης -10% και το ΑΕΠ να μειωθεί στο συνταρακτικό νούμερο των 165 δισ. Ευρώ περίπου. Η χώρα κατάφερε να ξεπεράσει το τεράστιο πισωγύρισμα του 2020 και ακολουθώντας την πορεία που είχε ήδη χαράξει από το 2017, επανήλθε με ρυθμό ανάπτυξης της τάξης του 10% για το 2021, επαναφέροντας το ΑΕΠ στα επίπεδα το 2019. Το 2022 σημειώθηκε η μεγαλύτερη αύξηση από το 2008 και μετά με το ΑΕΠ να φτάνει τα 206 δισ. ευρώ.

3.3.1.1 Ανεργία και Πληθωρισμός

Η ανεργία και ο πληθωρισμός είναι δύο σοβαρά οικονομικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν σχεδόν όλες οι οικονομίες (Kooros et.al 2006). Παρά τις σοβαρές επιπτώσεις του πληθωρισμού, δεν αποτελεί μέγεθος που επηρεάζει την ζήτηση. Αντίθετα η ανεργία αποτελεί έναν παράγοντα με άμεσες κοινωνικές και πολιτικές συνέπειες και οδηγεί στην επιδείνωση των κοινωνικών δεινών (Chukuezi, 2009). Ωστόσο, ακόμα και αν τα δύο αυτά μεγέθη δεν εντοπίζονται να προσδιορίζουν την ζήτηση για βενζίνη, παρουσιάζει ενδιαφέρον η διαγραμματική τους απεικόνιση, προκειμένου να αποτυπωθεί καλύτερα η οικονομική και δημοσιονομική κατάσταση, σε σχέση με την εξέλιξη του ΑΕΠ, στην οποία βρίσκεται η Ελλάδα κατά την εξεταζόμενη περίοδο. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η εξέλιξη της ανεργίας στην Ελλάδα από το 2009 έως και σήμερα. Η μέτρηση για το 2023 αφορά την πιο πιθανή εκτίμηση, καθώς δεν έχει οριστικοποιηθεί ακόμα. Ωστόσο, συμπεριλαμβάνεται στο διάγραμμα καθώς έχει εξαιρετικό ενδιαφέρον η τιμή της. Για πρώτη φορά το ποσοστό της ανεργίας είναι χαμηλότερο των προ οικονομικής κρίσης επιπέδων.

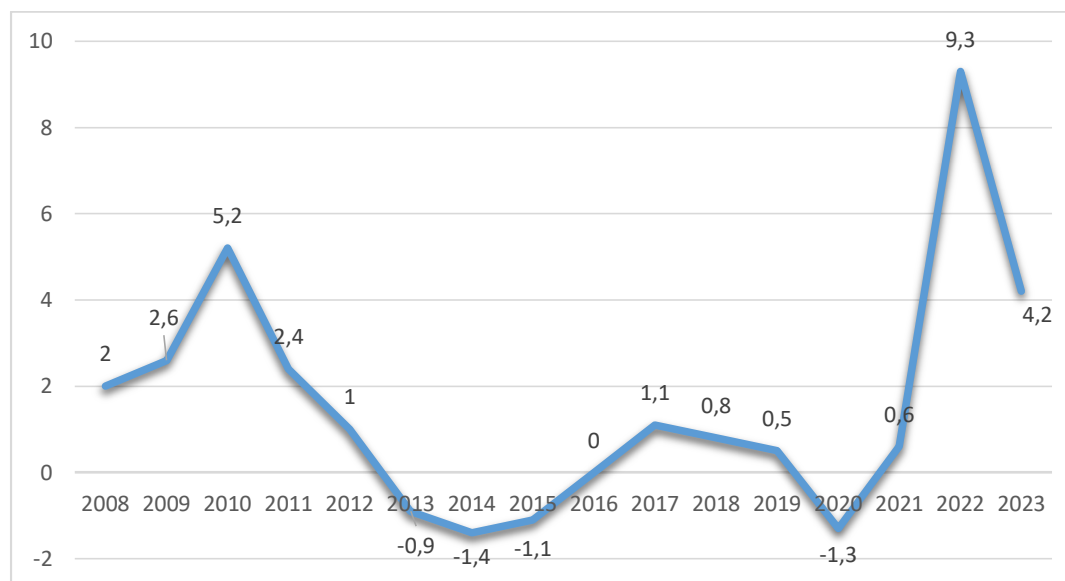
Συγκεκριμένα βρίσκεται στο 9,6% ενώ το 2009 βρισκόταν στο 9,8%. Γενικότερα η ανεργία στην Ελλάδα παρουσίασε πολύ μεγάλη αύξηση από το 2009 έως και το 2013 όπου έφτασε το ασύλληπτο 27,8%. Από το 2013 έως και σήμερα έχει καθοδική πορεία και μειώνεται συνεχώς.



Γράφημα 6: Εξέλιξη Ανεργίας στην Ελλάδα 2009 – 2023, *Πηγή: Eurostat

Στο Γράφημα 7 εμφανίζεται η εξέλιξη διαχρονικά του πληθωρισμού στην Ελλάδα. Ως απαραίτητη προϋπόθεση για την ένταξη της Ελλάδας στην ΟΝΕ ήταν η τήρηση των κριτηρίων του Μάαστριχτ. Η συνθήκη του Μάαστριχτ προέβλεπε ότι όλες οι χώρες θα πρέπει να τηρούν τον πληθωρισμό κάτω του 1,5%. Στο πλαίσιο από το 2001 που η Ελλάδα εισήχθη στην ΟΝΕ έως και το 2008 όπου ξέσπασε η οικονομική κρίση, ο πληθωρισμός ήταν όντως κοντά στο 2%. Το 2009 και το 2011 αυξήθηκε οριακά πάνω από το 2%, ενώ το 2010 ως αποτέλεσμα της γενικευμένης οικονομικής κρίσης έφτασε το 5,2%. Στη συνέχεια από το 2012 έως και το 2020 ο πληθωρισμός κινήθηκε σε πολύ χαμηλά επίπεδα, αγγίζοντας το μηδέν. Μάλιστα, τα έτη 2013 έως 2015 αλλά και 2020 βλέπουμε ότι έχουμε αποπληθωρισμό έως και 1,4%. Η μεγάλη πτώση του μέσου ετήσιου πληθωρισμού το 2020 σχετίζεται με την πανδημία COVID-19 και με τα μέτρα που ελήφθησαν για τον περιορισμό της εξάπλωσής της (Τράπεζα της Ελλάδος, 2020). Τέλος, το 2021 και 2022 στο πλαίσιο του πολέμου και της ενεργειακής κρίσης ο πληθωρισμός αυξήθηκε αρχικά και στην συνέχεια εκτοξεύθηκε κοντά στο 10% για το 2022. Το 2023 παρατηρείται μια αποκλιμάκωση και μια πτώση στον πληθωρισμό κοντά στο 4%, νούμερο που παραμένει υψηλό. Γενικότερα για την πορεία του

πληθωρισμού από τα έτη 2008 έως 2023 παρατηρούμε ότι έχει μικρές διακυμάνσεις και δεν υπέστη μεγάλες μεταβολές, παρά μόνο όταν το επέβαλαν οι συγκυρίες, δηλαδή τα έτη 2010 και 2021 έως 2023.

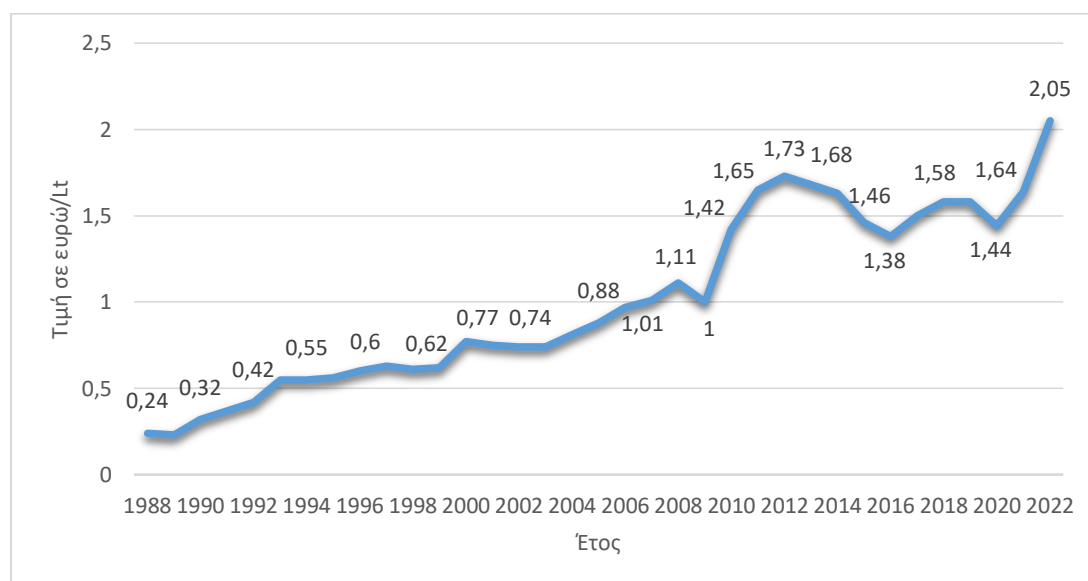


Γράφημα 7: Εξέλιξη Πληθωρισμού στην Ελλάδα 2008 – 2023, *Πηγή: Eurostat, ΕΛΣΤΑΤ

3.3.2 Η Τιμή της Βενζίνης

Η τιμή της βενζίνης, όπως ήδη αναφέρθηκε, αποτελεί ίσως τον πιο σημαντικό προσδιοριστικό παράγοντα της ζήτησης της βενζίνης. Παρά την πληθώρα των διαφορετικών αποτελεσμάτων σχετικά με την ελαστικότητα της ζήτησης ως προς την τιμή, που αποτυπώνονται στην βιβλιογραφία, η επιρροή της τιμής πάνω στην ζήτηση είναι υπαρκτή. Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζεται η διαχρονική εξέλιξη της τιμής της βενζίνης στην Ελλάδα από το 1988 έως και το 2022. Η κάθε μέτρηση αποτελεί ετήσιο μέσο όρο των τιμών της βενζίνης για κάθε χρονιά και εκφράζεται σε ευρώ ανά λίτρο βενζίνης. Αρχικά, παρατηρείτε ότι η τιμή της βενζίνης στο διάστημα το οποίο εξετάζεται έχει δεκαπλασιαστεί. Από το 1988 έως και το 2012 παρουσιάζεται συνεχόμενη και σταθερή ετήσια αύξηση της τιμής, με εξαίρεση το έτος 2009 που μειώνεται ελάχιστα και στην συνέχεια εκτοξεύεται με αύξηση κοντά στο 50%. Στην συνέχεια ακολουθεί μια μεταβλητότητα της τάξης των 20 λεπτών του ευρώ, άλλοτε καθοδική και άλλοτε ανοδική. Το 2020 λόγω της πανδημίας εντοπίζεται μια αρκετά μεγάλη μείωση της τιμής στα 1,44 λεπτά του ευρώ. Τέλος από το 2021 έως και σήμερα η τιμή έχει αυξηθεί κατακόρυφα, φτάνοντας τα 2,05 λεπτά του ευρώ. Γενικότερα, στο

διάστημα των 34 ετών, η τιμή έχει μια ξεκάθαρη ανοδική τάση με εξαίρεση κάποια μικρά διαστήματα στα οποία ή μένει σταθερή ή μειώνεται προσωρινά.



Γράφημα 8: Τιμή Βενζίνης στην Ελλάδα 1988 – 2022, *Πηγή: International Energy Agency (IEA)

3.3.3 Επιβολή Φόρων από την Κυβέρνηση

Η κρατική παρέμβαση μέσω φορολογίας είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται από τις κυβερνήσεις προκειμένου να επηρεάσουν την οικονομία και την συμπεριφορά των πολιτών και των επιχειρήσεων. Ταυτόχρονα, αποτελεί και το πιο σημαντικό έσοδο στον ισολογισμό του κράτους. Στη βενζίνη και στην ενέργεια γενικότερα, η φορολογία μπορεί να αποσκοπεί και στον έλεγχο της κατανάλωσης. Γενικότερα, οι φόροι επί της κατανάλωσης όπως ο Φόρος Προστιθέμενης Αξίας (ΦΠΑ) και ο Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης (ΕΦΚ) ρυθμίζουν την καταναλωτική συμπεριφορά. Οι υψηλοί φόροι σε ορισμένα αγαθά μπορούν να μειώσουν την ζήτηση, ενώ η χαμηλοί να την τονώσουν. Κατά αυτό τον τρόπο, η φορολογία στη βενζίνη μπορεί να αποσκοπεί και στην προστασία του περιβάλλοντος, μειώνοντας την συνολική κατανάλωση ή οδηγώντας τον καταναλωτή σε φθηνότερες και πιο «πράσινες» λύσεις. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, η επιβολή φόρων από την κυβέρνηση αποτελεί προσδιοριστικό παράγοντα της ζήτησης και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την κατανάλωση βενζίνης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι αλλαγές που έχουν γίνει στο υφιστάμενο φορολογικό πλαίσιο της βενζίνης. Συγκεκριμένα, αναλύεται η διαχρονική εξέλιξη του

ΦΠΑ και του ΕΦΚ στην βενζίνη από το 1991 έως και σήμερα. Στον ΦΠΑ εντοπίζονται τέσσερις αυξήσεις στο συνολικό διάστημα. Το 1991 ο ΦΠΑ ήταν 18% και το 2005 αυξήθηκε στο 19%. Στη συνέχεια ακολούθησαν δύο αυξήσεις μέσα στο 2010, σε 21% και 23% αντίστοιχα. Τέλος, το 2016 ο ΦΠΑ ανέβηκε στο 24%, το οποίο συνεχίζει να ισχύει έως και σήμερα. Αντίθετα με τον ΦΠΑ, ο ΕΦΚ έχει υποστεί περισσότερες αλλαγές μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα. Πιο συγκεκριμένα, έχει μεταβληθεί 18 φορές εκ των οποίων οι 15 αφορούν αυξήσεις. Εξάιρεση αποτελεί το διάστημα μεταξύ του 1996 και του 1999 όπου ο ΕΦΚ υπέστη 3 διαδοχικές μειώσεις φτάνοντας εν τέλει τα 296,40 ευρώ ανά 1000 λίτρα βενζίνης. Από το 2000 και μετά ακολουθεί μια συνεχόμενη και σταθερά αυξητική πορεία με αποτέλεσμα το 2017 να φτάσει τα 0,7 ευρώ ανά λίτρο βενζίνης. Η τιμή αυτή του ΕΦΚ συνεχίζει να ισχύει έως και σήμερα. Συνολικά, καταγράφεται αύξηση ύψους 532% περίπου, τα τελευταία 26 χρόνια.

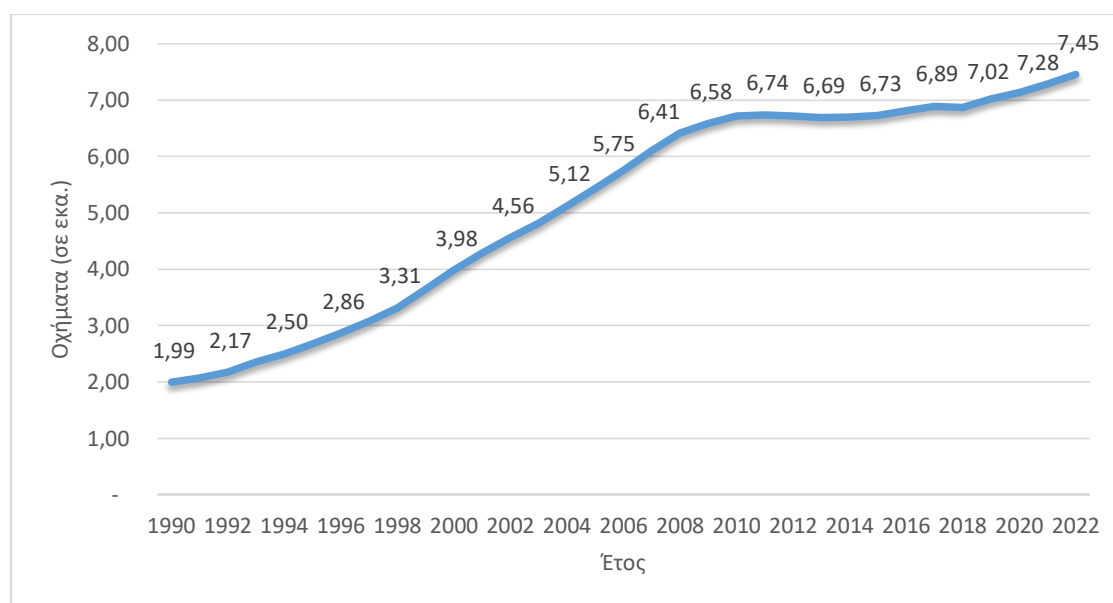
Πίνακας 3.1 : Αλλαγές στον ΕΦΚ και στο ΦΠΑ στην βενζίνη 1991 – 2023, *Πηγή: European Commission, Energy Department

ΕΤΟΣ	25/12/91	10/2/92	5/3/92	8/8/92	1/1/96	18/4/96	24/9/98	5/8/99	7/11/00	1/1/02	20/4/05
Ε.Φ.Κ.	131,53	129,52	139,40	305,21	325,75	314,01	302,27	287,60	296,40	296,0	296,00
Φ.Π.Α.	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	19%
ΕΤΟΣ	1/7/06	1/1/08	1/1/09	26/6/09	9/2/10	4/3/10	15/3/10	3/5/10	1/7/10	1/6/16	1/1/17
Ε.Φ.Κ.	313,00	350,00	359,00	410,00	530,00	610,00	610,00	670,00	670,00	670,00	700,00
Φ.Π.Α.	19%	19%	19%	19%	19%	19%	21%	21%	23%	24%	24%

3.3.4 Στόλος Οχημάτων

Ο αριθμός των οχημάτων που κυκλοφορούν στην Ελλάδα δείχνει το μέγεθος της αγοράς καυσίμων. Στην βιβλιογραφία, ο στόλος των οχημάτων εντοπίζεται ως ένας παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά την ζήτηση της βενζίνης. Ο αριθμός των οχημάτων αντικατοπτρίζει και των αριθμό των αγοραστών που ζητάνε και καταναλώνουν την βενζίνη στον τομέα του οδικού δικτύου και της μεταφοράς. Δεδομένα, με όλους τους άλλους παράγοντες σταθερούς, η αύξηση των οχημάτων που κυκλοφορούν στο οδικό δίκτυο οδηγεί και σε αύξηση της ζητούμενης ποσότητας σε βενζίνη, ενώ η μείωση των οχημάτων οδηγεί αντίστοιχα σε μείωση της ζήτησης. Στο παρακάτω γράφημα, παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των οχημάτων που

κυκλοφορούν στην Ελλάδα από το 1990 έως και το 2022. Οι τιμές που παρουσιάζονται αφορούν αυτοκίνητα και μηχανές ιδιωτικής και δημόσιας χρήσης. Από τον συνολικό αριθμό των οχημάτων αποφασίστηκε να αφαιρεθούν τα λεωφορεία και τα φορτηγά, καθώς επί το πλείστον χρησιμοποιούν ως καύσιμο το πετρέλαιο κίνησης και όχι την βενζίνη. Αντίθετα, από τα αυτοκίνητα που κυκλοφορούν στην Ελλάδα, υπολογίζεται ότι μόλις το 8,6% περίπου χρησιμοποιεί πετρέλαιο κίνησης ως καύσιμο (European Automobile Manufacturers Association, 2021). Αρχικά, παρατηρείτε ότι ο αριθμός των οχημάτων έχει αυξηθεί από το 1990 έως σήμερα κατά 375% περίπου. Πιο συγκεκριμένα, ενώ το 1990 στην Ελλάδα κυκλοφορούσαν 1,99 εκατ. οχήματα, το 2022 ο αριθμός αυτός έφτασε τα 7,45 εκατ. οχήματα. Γενικότερα, διαχρονικά καταγράφεται μια σταθερά ανοδική πορεία στον αριθμό των οχημάτων, με εξαίρεση μια μικρή στασιμότητα από το 2011 έως το 2015. Στα 4 αυτά χρόνια, υπάρχει μια ελαφριά πτώση στον αριθμό των οχημάτων και οι επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης όχι μόνο στην αγορά και την κυκλοφορία νέων οχημάτων αλλά και στην απόσυρση οχημάτων είναι εμφανής.



Γράφημα 9: Αριθμός οχημάτων που κυκλοφορούν στην Ελλάδα 1990 – 2022, *Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η ζήτηση του πετρελαίου είναι σύνθετη, καθώς το αργό πετρέλαιο είναι ένα προϊόν με πολλά παράγωγα, το καθένα εκ των οποίων επηρεάζεται διαφορετικά από τις συνθήκες της οικονομίας και τους διάφορους προσδιοριστικούς παράγοντες. Για τον λόγο αυτό,

στην παρούσα διπλωματική εργασία αποφασίστηκε να εξεταστεί η ζήτηση της βενζίνης ως ένα προϊόν εκ των παραγώγων του πετρελαίου και πως αυτή επηρεάζεται από τέσσερις προσδιοριστικούς παράγοντες. Οι παράγοντες που επιλέχθηκαν να εξεταστούν, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, είναι η τιμή της βενζίνης, το κατά κεφαλήν εισόδημα, ο αριθμός των κυκλοφορούντων αυτοκινήτων και η φορολογία που επιβάλλει το κράτος.

4.1 Περιγραφή Δεδομένων

Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν ετήσια δεδομένα και αφορούν την χρονική περίοδο από το 1990 έως το 2022. Ο βασικός λόγος για τον οποίο επιλέχθηκαν ετήσια δεδομένα και όχι κάποιας μικρότερης συχνότητας, είναι ότι για τις περισσότερες μεταβλητές υπάρχουν δημοσιευμένα μόνο ετήσια δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός των κυκλοφορούντων αυτοκινήτων και η κατανάλωση της βενζίνης δημοσιεύονται μόνο ως ετήσια δεδομένα. Επίσης, για την τιμή της βενζίνης αν και υπάρχουν μέχρι και ημερήσια δεδομένα από το Ελληνικό Υπουργείο Μεταφορών, τα δεδομένα αυτά καλύπτουν μόνο το διάστημα από το 2017 και έπειτα, ενώ τα εβδομαδιαία από το 2012 έως σήμερα. Επομένως, το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 33 παρατηρήσεις.

4.1.1 Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα για την κατανάλωση της βενζίνης εξήχθησαν από την Eurostat και αφορούν την ετήσια κατανάλωση στον τομέα του οδικού δικτύου για μεταφορά, σε χιλιάδες τόνους. Σημειώνεται ότι, η βενζίνη μπορεί να καταναλώνεται και για διάφορες άλλες εργασίες, αλλά η συγκεκριμένη μέτρηση που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα αφορά μόνο τον τομέα της μεταφοράς πάνω στο οδικό δίκτυο. Σχετικά με την τιμή της βενζίνης, τα δεδομένα συλλέχθηκαν από την Διεθνή Οργάνωση Ενέργειας (International Energy Agency – IEA) και αφορούν την μέση ετήσια τιμή στο σύνολο της ελληνικής επικράτειας, εκφραζόμενη σε ευρώ ανά λίτρο βενζίνης. Επιπρόσθετα, για το καθαρό κατά κεφαλήν εισόδημα (σε σταθερές τιμές), τα δεδομένα βρέθηκαν στην Παγκόσμια Τράπεζα δεδομένων (The World Bank data) και αφορούν το ετήσιο κατά κεφαλήν εισόδημα των Ελλήνων κατοίκων μετρημένο σε ευρώ. Ο αριθμός των κυκλοφορούντων οχημάτων δημοσιεύεται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) και αφορά τον αριθμό των οχημάτων που κυκλοφορούν κάθε χρόνο στην

Ελλάδα. Σημειώνεται ότι για την Ελλάδα, σε αντίθεση με την πλειοψηφία των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δεν διαχωρίζεται ο αριθμός των οχημάτων ανάλογα το καύσιμο το οποίο χρησιμοποιούν. Προκειμένου, λοιπόν, να υπάρξει μεγαλύτερη ακρίβεια στα δεδομένα, από τον συνολικό αριθμό των οχημάτων αφαιρέθηκε ο αριθμός των φορτηγών και των λεωφορείων, τα οποία κατά συντριπτική πλειοψηφία χρησιμοποιούν ως καύσιμο το πετρέλαιο κίνησης. Επίσης, αναφέρεται ότι, σύμφωνα με την Ένωση Ευρωπαϊκών Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (European Automobile Manufacturers Association – ACEA) από το σύνολο των αυτοκινήτων στην Ελλάδα μόνο το 8,6% περίπου χρησιμοποιεί για καύσιμο το πετρέλαιο κίνησης. Συνεπώς, ο συνολικός αριθμός των κυκλοφορούντων οχημάτων αφορά σε πολύ μεγάλο ποσοστό τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν ως καύσιμο την βενζίνη. Άρα, παρόλο που δεν υπάρχει δημοσιευμένος ο ακριβής αριθμός των οχημάτων που χρησιμοποιούν ως καύσιμο αποκλειστικά την βενζίνη, ο αριθμός αυτός προσεγγίζεται στον μέγιστο βαθμό χωρίς να υπάρχει μεγάλη απόκλιση από την πραγματικότητα και χωρίς να επηρεάζεται η τάση της χρονοσειράς. Τέλος, όσον αφορά την φορολογία που επιβάλει το κράτος, συλλέχθηκαν δεδομένα για τους δύο βασικούς τύπους φορολογίας που επιβάλλονται στην βενζίνη ως καύσιμο, δηλαδή του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης (ΕΦΚ) και του Φόρου Προστιθέμενης Αξίας (ΦΠΑ). Τα δεδομένα είναι από το Ενεργειακό Τμήμα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission, Energy Department) και αφορούν ετήσιες τιμές. Στην περίπτωση που ο ΕΦΚ έχει μεταβληθεί παραπάνω από μια φορά μέσα στο ίδιο έτος, τότε ως τιμή εκφράζεται η μέση ετήσια τιμή. Στα δεδομένα ο ΦΠΑ εκφράζεται ως ποσοστό, ενώ ο ΕΦΚ σε λεπτά του ευρώ ανά λίτρο.

Το σύνολο των δεδομένων έχει εξαχθεί μόνο από επίσημες ελληνικές, ευρωπαϊκές και παγκόσμιες βάσεις δεδομένων. Στις περιπτώσεις που τα δεδομένα υπήρχαν, έστω και για μικρότερα χρονικά διαστήματα, σε περισσότερες από μία πηγές, τότε γινόταν αντιπαραβολή προκειμένου να ελεγχθεί σε μεγαλύτερο βαθμό η εγκυρότητά τους. Επίσης, στην περίπτωση του αριθμού των οχημάτων επιδιώχθηκε η μεγαλύτερη ακρίβεια μέσω της προσαρμογής των δεδομένων, όπως αναλύθηκε. Συνεπώς, το σύνολο των δεδομένων εκφράζεται από εγκυρότητα, αξιοπιστία και ακρίβεια.

4.2 Περιγραφή Μεταβλητών

Οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στην έρευνα για την εύρεση κατάλληλου μοντέλου της ζήτησης της βενζίνης περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.2.1 : Κωδικοποίηση Μεταβλητών

Κωδικοποίηση	Περιγραφή
Year	Έτος
Cons	Κατανάλωση Βενζίνης
Price	Τιμή Βενζίνης
GDP	Κατά κεφαλήν εισόδημα
N_cars	Αριθμός κυκλοφορούντων οχημάτων
VAT	Φόρος Προστιθέμενης Αξίας
SCT	Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης

4.3 Περιγραφή - Επισκόπηση Μεθόδων

Η μεθοδολογία στην οποία βασίστηκε η έρευνα περιλαμβάνει μεθόδους περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής, εκτέλεση πολλαπλών παλινδρομήσεων και ανάλυση χρονοσειρών. Στις επόμενες παραγράφους ακολουθεί επισκόπηση και ανάλυση των μεθόδων που εφαρμόστηκαν.

4.3.1 Γραμμική Παλινδρόμηση και Συσχέτιση

Η γραμμική παλινδρόμηση είναι μία από τις σημαντικότερες και ευρύτερα γνωστές μεθόδους οικονομετρικής ανάλυσης με σκοπό την εύρεση της επίδρασης μιας μεταβλητής (ή περισσότερων μεταβλητών) πάνω σε μια άλλη μεταβλητή. Σημειώνεται, ότι η διερεύνηση της συμμεταβολής, δηλαδή της γραμμικής σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών χωρίς αναφορά στην αιτιότητα, γίνεται με το συντελεστή συσχέτισης. Ο συντελεστής συσχέτισης εξετάζει τις δύο μεταβλητές X και Y συμμετρικά, χωρίς να μπορεί να αποφανθεί για το ποια από τις δύο έχει ρόλο αιτίας ή αποτελέσματος, αλλά μόνο για το είδος και το μέγεθος της γραμμικής σχέσης μεταξύ των δύο μεταβλητών. Είναι χρήσιμο να εξετάζεται ο συντελεστής συσχέτισης πριν γίνει η ανάλυση παλινδρόμησης και συνήθως παρουσιάζεται ως μέρος της προκαταρκτικής στατιστικής ανάλυσης των υπό εξέταση μεταβλητών, μαζί με διάφορα στατιστικά μέτρα και άλλα

στοιχεία περιγραφικής στατιστικής (Κ. Κατρακυλίδης, Γ. Κοντέος, Ν. Σαριαννίδης, 2017).

Το πρώτο βήμα είναι η παράσταση των σημείων (x_i, y_i) σε ένα σύστημα συντεταγμένων X και Y . Το σύνολο των σημείων (x_i, y_i) δημιουργεί ένα νέφος σημείων που ονομάζεται διάγραμμα διασποράς (scatter plot), το οποίο μπορεί να δώσει μια ένδειξη σχετικά με το είδος της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών X και Y .

Στο απλό γραμμικό υπόδειγμα έχουμε μόνο δύο μεταβλητές τις Y και X , και για αυτό καλείται και διμεταβλητό υπόδειγμα. Η μεταβλητή Y καλείται εξαρτημένη και είναι τυχαία ή στοχαστική στο χαρακτήρα της, καθώς για κάθε τιμή X_i της μεταβλητής X αντιστοιχεί μία κατανομή της μεταβλητής Y . Η μεταβλητή Y στη διεθνή βιβλιογραφία καλείται και ερμηνευόμενη, επεξηγημένη και παλινδρομούμενη. Η μεταβλητή X καλείται ανεξάρτητη, καθώς είναι ελεγχόμενη από τον ερευνητή. Η μεταβλητή X στη διεθνή βιβλιογραφία καλείται, επίσης, επεξηγηματική και παλινδρομούσα.

➤ *Η εξίσωση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης*

Το πιο απλό μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης εκφράζεται ως γραμμική συνάρτηση της εξαρτημένης μεταβλητής Y σε όρους της ανεξάρτητης X . Το μοντέλο έχει την μορφή:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_i + u_i \quad \text{όπου,}$$

- b_0 : ο σταθερός όρος
- b_1 : ο συντελεστής παλινδρόμησης ή αλλιώς η κλίση της γραμμής παλινδρόμησης
- Y_i : οι παρατηρήσεις της μεταβλητής Y
- X_i : οι παρατηρήσεις της μεταβλητής X
- u_i : ο διαταρακτικός όρος ο οποίος περιλαμβάνει ερμηνευτικές μεταβλητές που για διάφορους λόγους δεν συμπεριλήφθηκαν στο μοντέλο, σφάλματα μέτρησης των υπό εξέταση μεταβλητών και σφάλματα εξειδίκευσης του μοντέλου

Το ενδιαφέρον στην ανάλυση επικεντρώνεται κυρίως στο συντελεστή b_1 , ο οποίος προσδιορίζει την σχέση μεταξύ των μεταβλητών X και Y όχι μόνο ποιοτικά, αλλά και ποσοτικά.

➤ *Οι βασικές υποθέσεις του υποδείγματος*

Η αξιόπιστη εκτίμηση και ερμηνεία των συντελεστών παλινδρόμησης στηρίζεται στην υιοθέτηση των βασικών υποθέσεων που ορίζουν το κλασσικό γραμμικό υπόδειγμα. Οι υποθέσεις αυτές, συνοπτικά, είναι:

- Η σχέση των μεταβλητών X και Y να είναι γραμμική.
- Ο διαταρακτικός όρος u να είναι τυχαία μεταβλητή με τις εξής ιδιότητες:
 - Μέση τιμή ίση με το μηδέν.
 - Σταθερή διακύμανση (ομοσκεδαστικότητα)
 - Συνδιακύμανση ίση με το μηδέν, δηλαδή απουσία αυτοσυσχέτισης
 - Κανονική κατανομή
- Οι τιμές της μεταβλητής X να είναι καθορισμένες και ελεγχόμενες από τον ερευνητή

➤ *Πολλαπλή παλινδρόμηση*

Στις περισσότερες εμπειρικές εφαρμογές οι προσδιοριστικές μεταβλητές X είναι περισσότερες από μία. Σε αυτήν την περίπτωση, που οι ερμηνευτικές μεταβλητές είναι περισσότερες από μία, αναφερόμαστε στο υπόδειγμα της πολλαπλής παλινδρόμησης. Για k ανεξάρτητες μεταβλητές, το υπόδειγμα έχει την εξής μορφή:

$$Y_i = b_0 + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + \dots + b_kX_{ki} + u_i \text{ όπου, } i=1,2, \dots, n \text{ παρατηρήσεις}$$

Στην περίπτωση του πολυμεταβλητού μοντέλου, οι συντελεστές $b_1, b_2, \dots, b_k$ ποσοτικοποιούν τις επιδράσεις των αντίστοιχων μεταβλητών $X_1, X_2, \dots, X_k$. Η ερμηνεία των συντελεστών διαφοροποιείται σε σχέση με την ερμηνεία του συντελεστή b_1 στο απλό γραμμικό υπόδειγμα, καθώς κάθε συντελεστής μετρά την επίδραση την αντίστοιχης μεταβλητής πάνω στην Y , διατηρώντας σταθερές τις επιδράσεις των υπολοίπων μεταβλητών X .

➤ *Επιλογή καλύτερης εξίσωσης*

Ι) **Τυπικό σφάλμα της εκτίμησης**

Η διασπορά των δεδομένων γύρω από τη γραμμή παλινδρόμησης μετράται με το τυπικό σφάλμα της εκτίμησης S_E . Το μέτρο αυτό εκφράζει την μέση απόκλιση των σημείων που εκτιμήθηκαν και βρίσκονται στην ευθεία ελαχίστων τετραγώνων, από τις παρατηρήσεις του δείγματος. Η καλύτερη εξίσωση επιλέγεται βάση μικρότερης τιμής που υπολογίζεται από τον τύπο:

$$S_E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-p}}, \text{ όπου:}$$

- Y_i : οι παρατηρηθείσες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής
- $\hat{Y}_i$: οι εκτιμηθείσες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής
- n : ο αριθμός των παρατηρήσεων
- p : ο αριθμός των συντελεστών παλινδρόμησης

Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για σύγκριση θα πρέπει οι εξισώσεις να έχουν στην ίδια μορφή την εξαρτημένη μεταβλητή. Ιδανική τιμή του στατιστικού είναι η ελάχιστη.

II) Συντελεστής Προσδιορισμού

Ένα ακόμα κριτήριο που χρησιμοποιείται για την σύγκριση εξισώσεων είναι και οι συντελεστές προσδιορισμού. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 και ο διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού R_{adj}^2 . Ιδανική τιμή του είναι η μονάδα, ενώ στη βιβλιογραφία υπάρχουν διάφοροι τρόποι και τύποι υπολογισμού των συντελεστών προσδιορισμού. Από τους πιο συνηθισμένους τύπους είναι οι παρακάτω:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

και

$$R_{adj}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-k} (1 - R^2) \quad , \text{ όπου:}$$

- $\hat{Y}_i$: οι εκτιμηθείσες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής
- $\bar{Y}$: ο αριθμητικός μέσος των παρατηρηθείσων τιμών
- Y_i : οι παρατηρηθείσες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής
- n : ο αριθμός των παρατηρήσεων
- k : ο αριθμός των παραμέτρων

Οι συντελεστές εκφράζουν το ποσοστό της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής το οποίο ερμηνεύεται από το σύνολο των ανεξάρτητων μεταβλητών που υπάρχουν στο μοντέλο. Φυσικά, όσο η τιμή πλησιάζει στην μονάδα τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό που ερμηνεύεται. Η αδυναμία του συντελεστή R^2 είναι ότι αυξάνεται

με την προσθήκη περισσότερων μεταβλητών στο μοντέλο. Για τον λόγο αυτό, συνήθως, προτιμάται ο προσαρμοσμένος συντελεστής, ο οποίος δεν παρουσιάζει την αδυναμία αυτή και δεν επηρεάζεται με την προσθήκη περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

4.3.2 Ανάλυση Χρονοσειρών

➤ *Εισαγωγή*

Μια χρονοσειρά είναι μια στοχαστική διαδικασία η οποία μεταβάλλεται διαχρονικά, ή με άλλα λόγια χρονοσειρά είναι μια πεπερασμένη ακολουθία χρονικά διατεταγμένων τιμών μιας μεταβλητής. Το σύνολο των διαδοχικών δεδομένων αποτελεί την σειρά. Τα δεδομένα τα οποία σχηματίζουν σειρές δημιουργούνται από την καταγραφή των τιμών μιας μεταβλητής καθώς αυτή εξελίσσεται. Όταν η καταγραφή είναι συνεχόμενη τότε προκύπτει συνεχής χρονοσειρά, ενώ όταν η καταγραφή γίνεται σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, η χρονοσειρά ονομάζεται διακριτή. Γενικότερα, η μεγαλύτερη δυσκολία που εντοπίζεται κατά την ανάλυση χρονοσειρών είναι η επιλογή του καταλληλότερου υποδείγματος για την περιγραφή της σειράς (Κ. Κατρακυλίδης, Γ. Κοντέος, Ν. Σαριαννίδης, 2017). Η υιοθέτηση του πιο κατάλληλου υποδείγματος, ώστε να εξεταστεί η συμπεριφορά και να γίνει όσο το δυνατόν εγκυρότερη πρόβλεψη του υπό εξέταση φαινομένου σχετίζεται:

- Με το είδος και τη συχνότητα των δεδομένων
- Τον χρονικό ορίζοντα της πρόβλεψης
- Την απλότητα και την ακρίβεια που απαιτείται
- Το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα

Τα υποδείγματα πρόβλεψης διακρίνονται αρχικά σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- **Τα ποιοτικά υποδείγματα**, όπου οι μέθοδοι πρόβλεψης βασίζονται στη διαίσθηση και την εμπειρία. Χρησιμοποιούνται συνήθως όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα ιστορικά δεδομένα ή η ανεύρεση τους είναι δύσκολη και κοστοβόρα.
- **Τα ποσοτικά υποδείγματα**, τα οποία στη φύση τους είναι αντικειμενικά και στηρίζονται είτε στη μοντελοποίηση του παρελθόντος, είτε στη διατύπωση στατιστικών σχέσεων. Διακρίνονται στα αιτιοκρατικά υποδείγματα και στα υποδείγματα μονομεταβλητών χρονοσειρών (Box-Jenkins models, Vector Autoregression κ.ά.)

4.3.2.1 Στασιμότητα

Ως στασιμότητα ορίζεται η απουσία συστηματικής μεταβολής της μέσης τιμής ή της διακύμανσης διαχρονικά. Οι χρονοσειρές διακρίνονται σε στάσιμες και μη στάσιμες. Η μελέτη της στασιμότητας της χρονοσειράς είναι απαραίτητη, καθώς καθορίζει συνήθως και το μοντέλο ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθεί. Όταν παρουσιάζεται διαχρονική μεταβολή των χαρακτηριστικών της στοχαστικής διαδικασίας, η χρονοσειρά είναι μη στάσιμη και είναι δύσκολο να αναλυθεί με αλγεβρικό μοντέλο. Αντίθετα όταν παρουσιάζεται ισορροπία γύρω από την μέση τιμή, η χρονοσειρά είναι στάσιμη και μπορεί να εξεταστεί μέσω της εκτίμησης των συντελεστών ενός υποδείγματος με βάση τα δεδομένα. Γενικότερα, όσον αφορά την στασιμότητα των χρονολογικών σειρών, συνήθως είναι πολύ δύσκολο να εξεταστεί η ύπαρξη στασιμότητα σε ένα τυχαίο δείγμα. Για τον λόγο αυτό επιλέγεται να εξεταστεί η ύπαρξη της μη στασιμότητας, σχετικά εύκολα, από τις ιδιότητες της στοχαστικής διαδικασίας.

Μια μονομεταβλητή διαδικασία X_t ονομάζεται αυστηρώς στάσιμη, όταν οι ιδιότητες της δεν επηρεάζονται από μια αλλαγή στην αρχή μέτρησης του χρόνου, δηλαδή, όταν κάθε συνδυασμένη κατανομή πιθανότητας N όρων της δεν αλλάζει με την μεταβολή του χρόνου. Ο αυστηρός ορισμός αναφέρεται στην παρουσία όλων των χαρακτηριστικών της στοχαστικής διαδικασίας. Από την άλλη πλευρά ασθενώς στάσιμη είναι η χρονοσειρά στην οποία εντοπίζονται μόνο τα βασικά χαρακτηριστικά μιας χρονοσειράς, δηλαδή η σταθερότητα του μέσου, της διακύμανσης και η συσχέτιση στο χρόνο.

Τις περισσότερες φορές για να προχωρήσει η ανάλυση αρκεί η χρονοσειρά να είναι ασθενώς στάσιμη, δηλαδή να ισχύει ότι:

- Η μέση τιμή είναι σταθερή, δηλαδή, $E(X_t) = \mu$
- Η διακύμανση είναι σταθερή, δηλαδή, $\text{Cov}(X_t, X_t) = \sigma^2 < \infty$
- Η συνάρτηση αυτοσυνδιακύμανσης εξαρτάται μόνο από την απόσταση χρονικής υστέρησης, δηλαδή, $\text{Cov}(X_t, X_{t+k}) = \gamma_k$

Ωστόσο, τις περισσότερες φορές και κυρίως στα οικονομικά μεγέθη, οι χρονοσειρές είναι μη στάσιμες, καθώς μπορεί να επηρεάζονται από την τάση και την εποχικότητα. Συνήθως όταν εντοπίζονται μη στάσιμες χρονοσειρές, είναι προτιμότερο να

μετατραπούν πρώτα σε στάσιμες και στη συνέχεια να μελετηθούν με μεθόδους των στάσιμων χρονοσειρών, οι οποίες είναι πιο απλές. Υπάρχουν αρκετές τεχνικές για την μετατροπή των μη στάσιμων χρονοσειρών σε στάσιμες, αλλά η πιο διαδεδομένη είναι αυτή των πρώτων διαφορών.

➤ *Μοναδιαία Ρίζα*

Ο έλεγχος για την ύπαρξη στασιμότητας γίνεται μέσω της εξέτασης για μοναδιαία ρίζα. Η εξέταση για μοναδιαία ρίζα μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Μια απλή και εύκολη μέθοδος είναι μέσω της εξέτασης της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης. Όμως τις περισσότερες φορές αυτή η μέθοδος είναι ανεπαρκής. Για τον λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι, και οι πιο συνηθισμένες είναι οι έλεγχοι Dickey Fuller (Απλός έλεγχος των Dickey-Fuller και επαυξημένος έλεγχος των Dickey-Fuller). Πέρα από αυτούς τους ελέγχους μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλοι όπως ο έλεγχος Phillips-Perron (PP), και ο έλεγχος Dickey-Fuller Generalized Least-Squares Regression (DF-GLS), ο οποίος αποτελεί μια επέκταση του ελέγχου ADF (D. N. Gujarati, 2008).

4.3.2.2 Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση

Η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης και συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης αποτελούν κύρια εργαλεία για την επιλογή αλλά και την προσαρμογή του καταλληλότερου υποδείγματος. Τα υποδείγματα ανάλυσης μονομεταβλητών χρονοσειρών στηρίζονται στην θεωρία ότι η διαχρονική εξέλιξη της χρονοσειράς επηρεάζεται από τις συσχετίσεις τις μεταβλητής με τις υστερήσεις της.

➤ *Η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης r_k* μιας στάσιμης στοχαστικής διαδικασίας υπολογίζεται από τον τύπο:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})(X_{t-k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}$$

Η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης (autocorrelation function – ACF) απεικονίζεται σε ένα διάγραμμα που ονομάζεται κορρελόγραμμα (correlogram) από την εξέταση του οποίου προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τη στοχαστική διαδικασία που είναι η πηγή της χρονοσειράς. Στο κορρελόγραμμα οι τιμές των αυτοσυσχετίσεων βρίσκονται στον κατακόρυφο άξονα, ενώ οι τιμές των υστερήσεων για $k = 1, 2, 3, \dots$, στον οριζόντιο

άξονα. Ο συντελεστής συνήθως χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της τυχαιότητας ή μη της χρονοσειράς.

➤ **Η συνάρτηση της μερικής αυτοσυσχέτισης** (partial autocorrelation function – ACF) προκύπτει με την μέθοδο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης της X_t στις $X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-k}$. Ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης εκφράζει την γραμμική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών X_t και X_{t-k} αφού έχει προηγηθεί απαλοιφή της επίδρασης των $X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-k+1}$ που παρεμβάλλονται γραμμικά μεταξύ των X_t και X_{t-k} . Ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης συμβολίζεται με π_k και η εκτίμηση του δίνεται με την παλινδρόμηση της εξής συνάρτησης:

$$X_t = b_0 + b_1X_{t-1} + b_2X_{t-2} + \dots + b_{k-1}X_{t-(k-1)} + \pi_kX_{t-k} + u_t$$

Ο πρώτος συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης π_1 είναι πάντα ίσως με τον πρώτο συντελεστή συσχέτισης r_1 .

Τα διαγράμματα ACF και PACF αποτελούν κύρια εργαλεία αναζήτησης του καταλληλότερου υποδείγματος καθώς μέσω αυτών εντοπίζονται πρότυπα όπως η εποχικότητα και οι οικονομικοί κύκλοι.

4.3.2.3 Έλεγχοι Υποθέσεων

Η εκτίμηση ενός μοντέλου παλινδρόμησης συνοδεύεται πάντα και από τον έλεγχο της σημαντικότητας των εκτιμηθέντων συντελεστών b_i . Δηλαδή, προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι αξιόλογα θα πρέπει να είναι και στατιστικά σημαντικά. Γενικότερα, κάθε έλεγχος υποθέσεων ξεκινάει με την μηδενική υπόθεση H_0 , η οποία υποστηρίζει ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και η εναλλακτική υπόθεση H_1 αφορά τον ισχυρισμό του ερευνητή. Συνήθως, ανάλογα την φύση της υπόθεσης που εξετάζεται, χρησιμοποιούνται δύο κριτήρια, ο έλεγχος t και ο έλεγχος F . Η βασική τους διαφορά είναι ότι ο έλεγχος t αφορά τον μεμονωμένο έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας της τιμής κάθε συντελεστή παλινδρόμησης, ενώ με τον έλεγχο F εξετάζεται ταυτόχρονα η στατιστική σημαντικότητα όλων των συντελεστών παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών. Φυσικά, όταν το μοντέλο είναι απλό γραμμικό, τότε αποτελείται μόνο από μία ανεξάρτητη μεταβλητή, ο έλεγχος F δεν είναι απαραίτητος καθώς συμπίπτει με τον έλεγχο t . Αντίθετα σε ένα

πολλαπλό μοντέλο η χρήση των δύο ελέγχων διαφοροποιείται και συνηθώς απαιτούνται και οι δύο.

➤ *t – Έλεγχος*

Για τον έλεγχο της υπόθεσης συγκρίνεται η κριτική τιμή της στατιστικής ελέγχου από τον πίνακα της t κατανομής, για επίπεδο σημαντικότητας α , με την τιμή της στατιστικής t από το δείγμα. Προκειμένου να ελεγχθεί η σημαντικότητα οποιουδήποτε συντελεστή b_1 , η τιμή της στατιστικής t υπολογίζεται ως το πηλίκο της απόκλισης του εκτιμηθέντα συντελεστή από την υποθετική του τιμή προς την τυπική απόκλιση του εκτιμηθέντα συντελεστή, δηλαδή:

$$t = \frac{\hat{b}_1 - b_1}{S_{\hat{b}_1}}$$

Η μηδενική υπόθεση είναι $H_0 : b_1 = 0$

Η εναλλακτική υπόθεση είναι $H_1 : b_1 \neq 0$

Προκειμένου ο συντελεστής b_1 να είναι στατιστικά σημαντικός, θα πρέπει να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση.

➤ *F – Έλεγχος*

Το κριτήριο F έχει πολλές εφαρμογές, όμως αυτή η οποία χρησιμοποιείται ευρύτατα σε οικονομετρικές αναλύσεις, είναι αυτή του ελέγχου της στατιστικής σημαντικότητας των συντελεστών των ανεξάρτητων μεταβλητών. Στην περίπτωση αυτή, για το σύνολο των συντελεστών $b_1, b_2, \dots, b_k$ των αντίστοιχων μεταβλητών $X_1, X_2, \dots, X_k$ διατυπώνεται ο έλεγχος της υπόθεσης:

Μηδενική υπόθεση: $H_0 : b_1 = b_2 = \dots = b_k = 0$

Εναλλακτική Υπόθεση $H_1 : \text{τουλάχιστον ένας συντελεστής } b_i \neq 0$

Για την υπόθεση αυτή, η τιμή της στατιστικής F υπολογίζεται ως εξής:

$$F = \frac{\frac{SSR}{k}}{\frac{SSE}{n-k-1}} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{k}}{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-k-1}} \quad \text{όπου,}$$

- SSR : Η ερμηνεύσιμη μεταβλητότητα, δηλαδή η μεταβλητότητα που οφείλεται στην παλινδρόμηση

- SSE : Η ανεξαρτητική μεταβλητότητα, δηλαδή η μεταβλητότητα που οφείλεται σε τυχαίους παράγοντες
- k : οι βαθμοί ελευθερίας του αριθμητή, δηλαδή ο αριθμός των μεταβλητών που εξετάζονται
- n – k – 1 : οι βαθμοί ελευθερίας του παρονομαστή

Αν $F < F(\alpha, k, k-1)$ δεχόμαστε την μηδενική υπόθεση και συνεπώς καμία μεταβλητή δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Αν $F > F(\alpha, k, k-1)$ απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση, άρα υπάρχει τουλάχιστον μια ανεξάρτητη μεταβλητή η οποία να προσδιορίζει την εξαρτημένη μεταβλητή.

4.3.2.4 Επάρκεια Μοντέλου

Ακόμα και στην περίπτωση που οι παραπάνω στατιστικοί έλεγχοι δώσουν τα επιθυμητά αποτελέσματα δεν είναι ακόμα σίγουρο ότι αυτά είναι αξιόπιστα. Υπάρχει περίπτωση να μην πληρούνται υποθέσεις οι οποίες δεν εντοπίζονται με τους ελέγχους που έχουν ήδη αναφερθεί. Προκειμένου να εξεταστεί αν το μοντέλο είναι κατάλληλο και επαρκές, απαιτείται να γίνουν περαιτέρω έλεγχοι για την πιθανότητα ύπαρξης βασικών παραβάσεων όπως η ετεροσκεδαστικότητα, η πολυσυγγραμμικότητα, η αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων κ.ά.

➤ **Ομοσκεδαστικότητα**

Η υπόθεση της σταθερής διακύμανσης θεωρεί ότι επιθυμητό είναι η υπό συνθήκη διακύμανση της μεταβλητής u να είναι σταθερή σε κάθε επίπεδο της μεταβλητής X , δηλαδή:

$$var\left(\frac{u_i}{X_i}\right) = \sigma^2$$

Η εξέταση της υπόθεσης της ομοσκεδαστικότητας, δηλαδή της σταθερής διακύμανσης, απαιτείται κατά την ανάλυση, καθώς η απουσία της έχει σοβαρές συνέπειες. Όταν η διασπορά των τιμών του διαταρακτικού όρου u γύρω από την μέση τιμή του εξαρτάται από τιμές ανεξάρτητων μεταβλητών, υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα. Συνέπειες τις ετεροσκεδαστικότητας είναι ο αναξιόπιστος υπολογισμός του συντελεστή R^2 , η αδυναμία εκτέλεσης αξιόπιστων ελέγχων t και F , η εκτίμηση αναξιόπιστων διαστημάτων εμπιστοσύνης κ.ά.

Η διάγνωση της ετεροσκεδαστικότητας γίνεται με διάφορους τρόπους, αλγεβρικούς (κριτήρια BPG, WHITE, ARCH) και γραφικούς. Κάθε μεθοδολογία εντοπισμού της ετεροσκεδαστικότητας έχει πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα σε σχέση με τις άλλες, οπότε δεν υπάρχει μέθοδος που είναι συγκριτικά καλύτερη. Ωστόσο, η πιο διαδεδομένη αλγεβρική μέθοδος είναι αυτή του κριτηρίου Breusch – Pagan – Godfrey (BPG).

- *Κριτήριο Breusch – Pagan – Godfrey (BPG)*

Το κριτήριο βασίζεται στην υπόθεση ότι η υπό συνθήκη διακύμανση της μεταβλητής u είναι σταθερή σε κάθε επίπεδο της μεταβλητής X . Έστω, ότι η ετεροσκεδαστικότητα οφείλεται στο γραμμικό συνδυασμό των ανεξάρτητων μεταβλητών:

$$\sigma_i^2 = \delta_0 + \alpha_1 X_{1i} + \alpha_2 X_{2i} + \dots + \alpha_k X_{ki}$$

Οι υποθέσεις του ελέγχου BPG διατυπώνονται ως εξής:

$H_0 : \alpha_1 = 0, \alpha_2 = 0, \dots, \alpha_k = 0$, η οποία συνεπάγεται $\sigma_i^2 = \delta_0$, άρα σταθερή διακύμανση

H_1 : τουλάχιστον ένας συντελεστής α_i είναι διάφορος του μηδενός

Αν απορριφθεί η μηδενική υπόθεση, τότε έχουμε ετεροσκεδαστικότητα η οποία πρέπει να αντιμετωπιστεί.

➤ *Αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων*

Αυτοσυσχέτιση καλείται η συσχέτιση η οποία αφορά στις τιμές της ίδιας μεταβλητής. Η εξέταση της αυτοσυσχέτισης αποτελεί βασικό έλεγχο ενός μοντέλου, καθώς η ύπαρξή της στις τιμές του διαταρακτικού όρου u συνιστά παραβίαση της υπόθεσης ανεξαρτησίας τους. Η αυτοσυσχέτιση μπορεί να είναι είτε θετική είτε αρνητική και συνήθως εντοπίζεται περισσότερο σε χρονολογικές σειρές. Οι συνέπειες από την παρουσία της είναι παρόμοιες με αυτές της ετεροσκεδαστικότητας και οδηγεί στην αναξιόπιστη εκτίμηση του τυπικού σφάλματος του διαταρακτικού όρου, κάτι που προκαλεί περαιτέρω ανεπιθύμητες συνέπειες. Βασικές αιτίες που προκαλούν αυτοσυσχέτιση είναι:

- Η παράλειψη μεταβλητών στο υπόδειγμα
- Η λανθασμένη μορφή του υποδείγματος
- Η παράλειψη μεταβλητών με υστέρηση

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι εντοπισμού της αυτοσυσχέτισης είτε γραφικοί είτε αλγεβρικοί. Η πιο διαδεδομένη και αξιόπιστη μέθοδος είναι ο έλεγχος Durbin – Watson (DW).

- *Έλεγχος Durbin – Watson*

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη σχέση του τρέχοντος καταλοίπου $\hat{u}_i$ με το κατάλοιπο μιας υστέρησης $\hat{u}_{i-1}$. Η σχέση αυτή ονομάζεται αυτοσυσχέτιση πρώτης τάξης και δίνεται από την εξίσωση:

$$u_i = \rho u_{i-1} + v_i ,$$

όπου v_i οι ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές οι οποίες ακολουθούν την κανονική κατανομή με μέση τιμή μηδέν και διακύμανση σταθερή. Όταν το ρ είναι διαφορετικό του μηδενός τότε υπάρχει σχέση μεταξύ των u_i και u_{i-1} . Η στατιστική ελέγχου Durbin – Watson δίνεται από τον τύπο:

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (\hat{u}_i - \hat{u}_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2}$$

Επίσης αποδεικνύεται ότι : $DW \approx 2 (1 - r)$, συνεπώς η στατιστική DW ερμηνεύεται με βάση τον συντελεστή r , ο οποίος παίρνει τιμές από -1 έως 1. Επομένως:

- Αν η αυτοσυσχέτιση πρώτης τάξης είναι μηδενική, δηλαδή $r = 0$, τότε $DW = 2 (1 - 0) = 2$
- Αν η αυτοσυσχέτιση είναι άκρως θετική, δηλαδή $r = 1$, τότε $DW = 0$
- Αν η αυτοσυσχέτιση είναι άκρως αρνητική, δηλαδή $r = -1$, τότε $DW = 4$

Άρα, συμπερασματικά, όταν η τιμή του DW προσεγγίζει το μηδέν προκύπτει θετική αυτοσυσχέτιση και όταν πλησιάζει το 4 αρνητική αυτοσυσχέτιση. Αντίθετα, όταν η τιμή του DW είναι ίσος με το δύο προκύπτει απουσία αυτοσυσχέτισης.

➤ **Πολυσυγγραμμικότητα**

Στην πολλαπλή παλινδρόμηση, σε σχέση με την απλή, εκτός από τις βασικές υποθέσεις που ειπώθηκαν, υπάρχει και η υπόθεση της ανεξαρτησίας μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών X_i . Η ύπαρξη, λοιπόν, γραμμικής εξάρτησης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών, ονομάζεται πολυσυγγραμμικότητα. Στην περίπτωση που η γραμμική εξάρτηση είναι τέλεια, τότε είναι αδύνατος ο υπολογισμός των συντελεστών

παλινδρόμησης. Στην πραγματικότητα, όμως, είναι αδύνατη η τέλεια εξάρτηση μεταξύ δύο μεταβλητών, εκτός και αν η μια μεταβλητή είναι πολλαπλάσια της άλλης. Αν η εξάρτηση είναι όχι τέλεια αλλά ισχυρή, μπορούν να υπολογιστούν οι συντελεστές παλινδρόμησης, όμως με μεγάλη πιθανότητα να παρουσιαστούν τα εξής προβλήματα:

- Πολύ υψηλή τιμή του συντελεστή R^2
- Η εξειδίκευση ενός μοντέλου είναι πολύ ευαίσθητη, ακόμα και σε μικρές αλλαγές
- Μεγάλη πιθανότητα παραπλανητικών συμπερασμάτων ως προς τους συντελεστές, κυρίως λόγω μεγάλων διαστημάτων εμπιστοσύνης

Συνεπώς, η μέτρηση της πολυσυγγραμμικότητας απασχολεί τους ερευνητές και αποτελεί βασικό μέτρο ελέγχου σε κάθε οικονομετρική ανάλυση. Για την διάγνωσή της, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο συντελεστής συσχέτισης r , μόνο στην περίπτωση που υπάρχουν δύο ανεξάρτητες μεταβλητές. Ωστόσο, το συνηθέστερο μέτρο ελέγχου της πολυσυγγραμμικότητας είναι ο συντελεστής διόγκωσης της διακύμανσης (Variance Inflation Ratio – VIF).

- Το κριτήριο *Variance Inflation Ratio - VIF*

Ο συντελεστής διόγκωσης διακύμανσης είναι ένας δείκτης που προσδιορίζει την σοβαρότητα της πολυσυγγραμμικότητας στην πολλαπλή παλινδρόμηση και ουσιαστικά μετράει την αύξηση της διακύμανσης ενός συντελεστή b_j λόγω ύπαρξης πολυσυγγραμμικότητας. Ο συντελεστής ισούται με:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

Ισχύει ότι όσο υψηλότερος είναι ο συντελεστής VIF τόσο πιο σοβαρό είναι το πρόβλημα της πολυσυγγραμμικότητας. Γενικότερα, δεν υπάρχει αποδεκτή τιμή του συντελεστή, ωστόσο είναι επιθυμητό να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερος και ιδανικά κάτω του 10.

➤ **Συνολοκλήρωση (Cointegration)**

Στις χρονοσειρές που αφορούν οικονομετρικά μοντέλα είναι πολύ συνηθισμένο δύο μη στάσιμες μεταβλητές να παρουσιάζουν έντονη συσχέτιση, αλλά στην πραγματικότητα να μην έχουν καμία σχέση μεταξύ τους. Το φαινόμενο αυτό οι Granger και Newbold (1973) το ονόμασαν πλασματική παλινδρόμηση. Υποστηρίχθηκε ότι αυτό οφείλεται

στην ύπαρξη χρονικών τάσεων και στις δύο χρονοσειρές. Σε περίπτωση που οι χρονοσειρές παρουσιάζουν ίδια τάση, τότε υπάρχει περίπτωση τα αποτελέσματα που προκύπτουν να μην είναι πλασματικά. Σε αυτόν ακριβώς τον συγχρονισμό μεταξύ των τάσεων των χρονοσειρών στηρίζεται και η έννοια της συνολοκλήρωσης. Γενικότερα, η συνολοκλήρωση αναφέρεται στην πιθανότητα δύο μεταβλητών να μην σχετίζονται βραχυπρόθεσμα, αλλά μακροχρόνια να υπάρχει κάποιο σημείο ισορροπίας. Η βραχυχρόνια σχέση ανισορροπίας δύναται να διατυπωθεί με ένα υπόδειγμα διόρθωσης λαθών, ενώ το σφάλμα της ισορροπίας χρησιμοποιείται για να συνδέσει την βραχυχρόνια με την μακροχρόνια περίοδο. Η μέθοδος για να γίνει αυτή η σύνδεση ονομάζεται μηχανισμός διόρθωσης σφαλμάτων (Error Correction Mechanism – ECM).

Στην βιβλιογραφία υπάρχει πληθώρα μεθόδων για την διερεύνηση της συνολοκλήρωσης. Γενικότερα, υπάρχουν μέθοδοι που εξυπηρετούν μόνο διμεταβλητά υποδείγματα και μέθοδοι που μπορούν να ερευνήσουν και τα υποδείγματα πέραν των δύο μεταβλητών. Πολλές φορές κάποιες μεθοδολογίες προκαλούν προβλήματα όταν εξετάζονται παραπάνω από δύο μεταβλητές. Στην περίπτωση αυτή υποστηρίζεται ότι είναι χρησιμότερο να χρησιμοποιούνται υποδείγματα που βασίζονται σε σύστημα εξισώσεων όπως τα υποδείγματα διανυσματικών αυτοπαλινδρομήσεων (Vector Autoregressive Models – VAR Models). Μια τέτοια μέθοδος είναι η μέθοδος Johansen, η οποία στηρίζεται σε μοντέλο VAR και προκειμένου να εξεταστεί η συνολοκλήρωση μετατρέπεται στη μορφή ενός διανυσματικού υποδείγματος διόρθωσης λαθών (Vector Error Correction model – VEC model)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στη τρέχουσα μελέτη, οι μεταβλητές υπό εξέταση είναι: η τιμή της βενζίνης (Price), το πλήθος των κυκλοφορούντων οχημάτων (Cars), το καθαρό κατά κεφαλήν εισόδημα (GDP), η κατανάλωση της βενζίνης (Cons), ο φόρος προστιθέμενης αξίας – ΦΠΑ (VAT), και ο Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης (SCT). Για να μειωθεί η διακύμανση των μεταβλητών, χρησιμοποιήθηκε ο λογαριθμικός μετασχηματισμός. Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά μέτρα των τιμών των έξι μεταβλητών σύμφωνα με τις αρχικές τιμές και μετά τον μετασχηματισμό τους με χρήση λογαρίθμου.

Πίνακας 5.1 Περιγραφικά στατιστικά μέτρα

	Price	Cars	GDP	Cons	VAT	SCT
Median	0.970	5.749×10 ⁺⁶	16497.607	2888.000	0.190	319.883
Mean	1.053	5.133×10 ⁺⁶	17048.741	2959.128	0.203	423.440
Std. Deviation	0.487	1.878×10 ⁺⁶	2283.938	658.617	0.026	202.777
Minimum	0.320	1.992×10 ⁺⁶	13935.379	1886.670	0.180	131.528
Maximum	2.050	7.450×10 ⁺⁶	21696.721	4108.000	0.240	700.000
	LOGPRICE	LOGCARS	LOGGDP	LOGCONS	LOGVAT	LOGSCT
Median	-0.030	15.565	9.711	7.968	-1.661	5.768
Mean	-0.064	15.369	9.735	7.969	-1.604	5.924
Std. Deviation	0.507	0.438	0.131	0.223	0.126	0.523
Minimum	-1.139	14.505	9.542	7.543	-1.715	4.879
Maximum	0.718	15.824	9.985	8.321	-1.427	6.551

➤ Συσχέτιση κατά Pearson

Αναφορικά με τη συσχέτιση των μεταβλητών, οι εκτιμώμενοι συντελεστές συσχέτισης κατά Pearson παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.2. Η τιμή της βενζίνης εμφάνισε θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το πλήθος των οχημάτων, το κατά κεφαλήν εισόδημα, και τον ΕΦΚ, ενώ η κατανάλωση βενζίνης εμφάνισε θετική και στατιστικά σημαντική σχέση με το κατά κεφαλήν εισόδημα, και αρνητική και στατιστικά σημαντική σχέση με το ΦΠΑ. Αντίθετα, η κατανάλωση φαίνεται να μην έχει μεγάλη συσχέτιση με την τιμή, τον αριθμό των οχημάτων και τον ΕΦΚ.

Πίνακας 5.2. Συσχέτιση κατά Pearson

Variable		LOGPRICE	LOGCARS	LOGGDP	LOGCONS	LOGVAT	LOGSCT
1. LOGPRICE	Pearson's r	—					
	p-value	—					
2. LOGCARS	Pearson's r	0.949 ***	—				
	p-value	< .001	—				
3. LOGGDP	Pearson's r	0.433 *	0.651 ***	—			
	p-value	0.012	< .001	—			
4. LOGCONS	Pearson's r	-0.184	0.025	0.671 ***	—		
	p-value	0.305	0.891	< .001	—		
5. LOGVAT	Pearson's r	0.884 ***	0.767 ***	0.065	-0.567 ***	—	
	p-value	< .001	< .001	0.720	< .001	—	
6. LOGSCT	Pearson's r	0.959 ***	0.899 ***	0.304	-0.288	0.902 ***	—
	p-value	< .001	< .001	0.085	0.104	< .001	—

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

➤ *Εξέταση στασιμότητας χρονοσειρών*

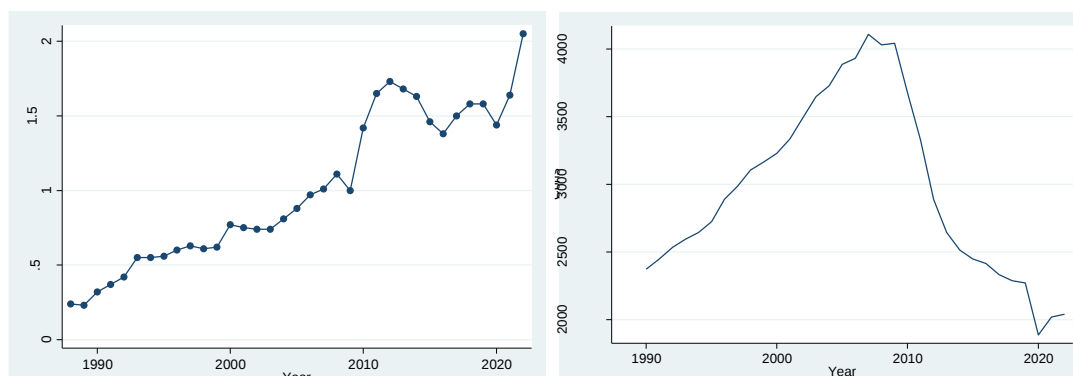
Για τον έλεγχο ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας εφαρμόστηκαν τρεις έλεγχοι υποθέσεων, ο έλεγχος Augmented Dickey-Fuller (ADF), ο έλεγχος Phillips-Perron (PP), και ο έλεγχος Dickey-Fuller Generalized Least-Squares Regression (DF-GLS), ο οποίος αποτελεί μια επέκταση του ελέγχου ADF. Η επιλογή της υστέρησης τ για τους τρεις ελέγχους έγινε με χρήση του κριτηρίου Root Mean Squared Error (RMSE), δηλαδή επιλέχθηκε η υστέρηση, η οποία ελαχιστοποιεί το RMSE. Συμπερασματικά, και οι έξι χρονοσειρές παρουσίασαν μοναδιαία ρίζα, ήταν δηλαδή μη στάσιμες χρονοσειρές.

Τα αποτελέσματα των τριών ελέγχων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.3. Σύμφωνα με τον έλεγχο ADF, όπου η μηδενική υπόθεση είναι ότι υπάρχει μοναδιαία ρίζα, η υπόθεση αυτή δεν απορρίφθηκε για τις 6 χρονοσειρές στο επίπεδο σημαντικότητας 5%. Σύμφωνα με τον έλεγχο PP, η χρονοσειρά του πλήθους των οχημάτων δεν είναι στάσιμη σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (κρίσιμη τιμή = -2.980), όμως είναι στάσιμη σε επίπεδο 1% (κρίσιμη τιμή = -3.702). Επίσης, όμοια αποτελέσματα υπέδειξε και ο έλεγχος DF-GLS, όπου οι τιμές των στατιστικών δεν ήταν μικρότερες από τις κρίσιμες τιμές και η μηδενική υπόθεση δεν απορρίφθηκε. Επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν τρεις έλεγχοι, καθώς από τους δύο πρώτους τα αποτελέσματα σχετικά με την στασιμότητα της χρονοσειράς του πλήθους των οχημάτων ήταν αντικρουόμενα.

Πίνακας 5.3: Έλεγχοι μοναδιαίας ρίζας

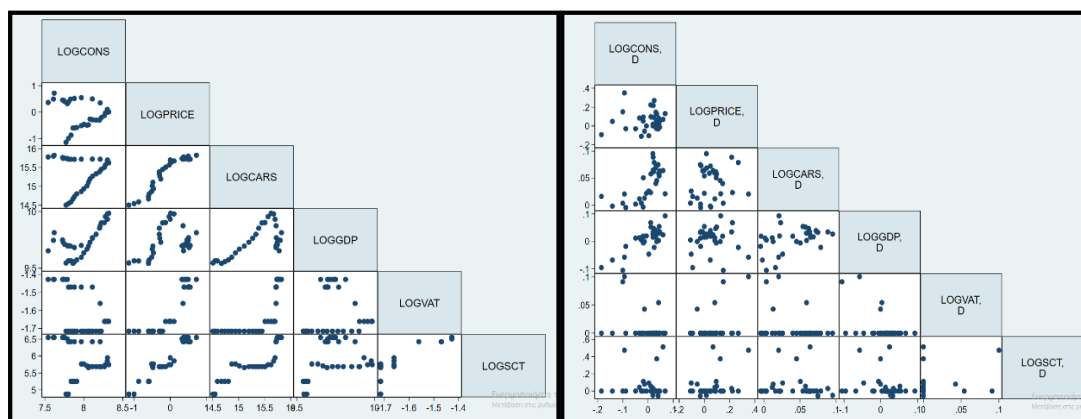
	ADF		PP		DF-GLS	
	Στατιστικό	p-value	Τιμή Z(t)	p-value	Στατιστικό	Κρίσιμη τιμή
Price	-0.704	0.8457	-1.629	0.4678	-1.968	-3.414
Cons	-1.582	0.4924	-0.770	0.8277	-1.506	-3.313
Cars	-2.359	0.1537	-3.452	0.0093	-2.432	-3.414
GDP	-2.364	0.1521	-1.626	0.4697	-1.425	-3.414
VAT	-0.050	0.9542	-0.165	0.9426	-1.899	-2.967
SCT	-1.391	0.5866	-1.755	0.4033	-1.899	-3.414

Από το Γράφημα 10, φαίνεται πως η κατανάλωση βενζίνης παρουσιάζει αύξηση μέχρι και το έτος 2009, ενώ από το έτος 2010 και έπειτα επέρχεται μείωση της. Αντίθετα, η τιμή της βενζίνης παρουσιάζει αύξηση σε όλο το μήκος των δεδομένων. Είναι σαφές ότι λόγω της αυξομειώσεως της κατανάλωσης, αυτή δεν παρουσιάζει γραμμικές σχέσεις με τις υπόλοιπες μεταβλητές. Πιο συγκεκριμένα, και όπως αποτυπώνεται στο Γράφημα 11, η κατανάλωση έχει μη γραμμική σχέση με τις προβλεπτικές μεταβλητές, εκτός από το GDP, με το οποίο παρουσιάζει σχεδόν γραμμική θετική σχέση.

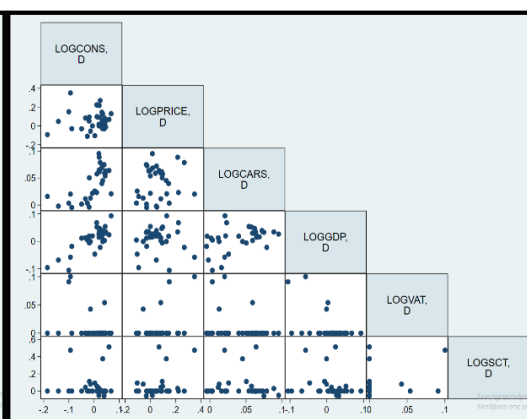


Γράφημα 10: Παρουσίαση της τιμής και της κατανάλωσης της βενζίνης

Επομένως, λόγω της μη στασιμότητας των χρονοσειρών επιλέχθηκε η χρήση των πρώτων διαφορών. Έτσι, πέρα από το γεγονός ότι οι χρονοσειρές γίνονται στάσιμες, αποκτούν και καλύτερες γραμμικές σχέσεις μεταξύ τους (Γράφημα 12).



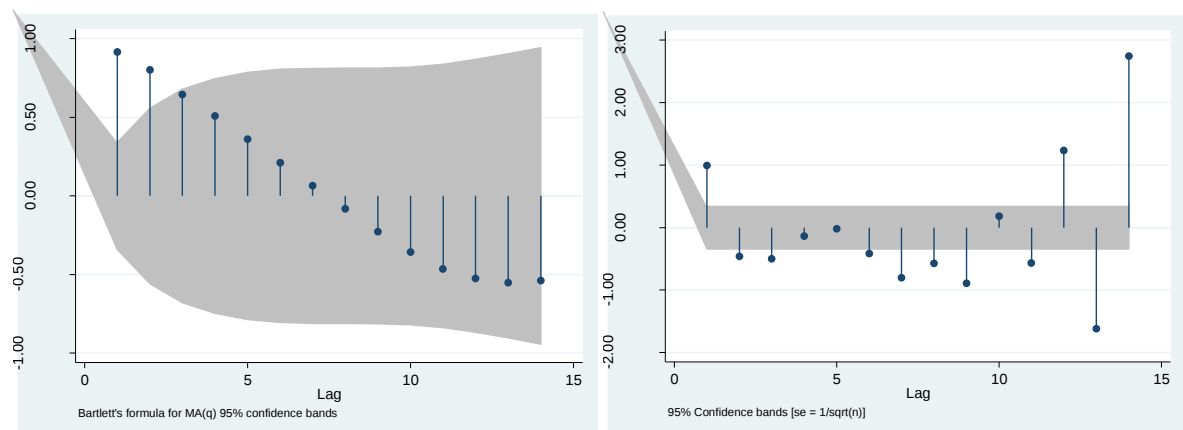
Γράφημα 11: Διαγράμματα διασποράς



Γράφημα 12: Διαγράμματα διασποράς πρώτων διαφορών

➤ Αυτοσυσχέτιση – Μερική Αυτοσυσχέτιση

Η μεταβλητή της κατανάλωσης παρουσίασε και στατιστικά σημαντικές αυτοσυσχετίσεις και μερικές αυτοσυσχετίσεις, όπως φαίνεται στο Γράφημα 13. Πιο συγκεκριμένα, η συνάρτηση της αυτοσυσχέτισης μηδενίζει μετά από την υστέρηση $\tau = 3$, ενώ η μερική αυτοσυσχέτιση φαίνεται να μην μηδενίζεται ακόμα και μετά από $\tau = 14$ υστερήσεις.



Γράφημα 13: Συνάρτηση αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης της ζήτησης

➤ Μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης

Εφόσον οι χρονοσειρές αποδείχθηκαν μη στάσιμες, το πρώτο μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης αφορά τις πρώτες διαφορές των μη στάσιμων χρονοσειρών. Στο μοντέλο η εξαρτημένη μεταβλητή είναι οι πρώτες διαφορές της κατανάλωσης και οι προβλεπτικοί παράγοντες είναι οι πρώτες διαφορές της τιμής, του πλήθους των οχημάτων, του κατά κεφαλήν εισοδήματος, του ΦΠΑ, και του ΕΦΚ. Η εξίσωση του μοντέλου είναι:

$$\begin{aligned} \Delta \log(\text{consumption}) &= \beta_0 + \beta_1 \Delta \log(\text{price}) + \beta_2 \Delta \log(\text{cars}) + \beta_3 \Delta \log(\text{GDP}) \\ &+ \beta_4 \Delta \log(\text{VAT}) + \beta_5 \Delta \log(\text{SCT}). \end{aligned} \quad (1)$$

Το μοντέλο αποδείχθηκε στατιστικά σημαντικό, καθώς $F(5, 26) = 20.67$, $p < 0.0001$. Το R^2_{adj} βρέθηκε 76,03%, άρα το μοντέλο ερμηνεύει το 76.03% της μεταβλητότητας της κατανάλωσης.

Από τους προβλεπτικούς παράγοντες, μόνο οι δυο εμφάνισαν στατιστική σημαντικότητα. Πιο συγκεκριμένα, το πλήθος των οχημάτων ($\beta = 0.803$, $TA = 0.197$) και το εισόδημα ($\beta = 0.982$, $TA = 0.152$) είχαν θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την κατανάλωση, ενώ η τιμή, το ΦΠΑ και ο ΕΦΚ δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική σχέση με την κατανάλωση.

Πίνακας 5.4 : Αποτελέσματα παλινδρόμησης εξίσωσης (1)

Μεταβλητές	D.Κατανάλωση
D.logprice	-0.0564 (0.0595)
D.logcars	0.803*** (0.197)
D.loggdp	0.982*** (0.152)
D.logvat	0.308 (0.274)
D.logsct	0.0573 (0.0424)
Constant	-0.0485*** (0.00968)
Observations	32
R-squared	79.90%
Adjusted R-squared	76.03%
Durbin-Watson	2.31
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$	

Η εξίσωση (1) του μοντέλου αναπτύσσεται ως εξής:

$$\begin{aligned}
 \Delta \log(\text{consumption}) &= -0.0485 - 0.0564\Delta \log(\text{price}) + 0.803\Delta \log(\text{cars}) \\
 &+ 0.982\Delta \log(\text{GDP}) + 0.308\Delta \log(\text{VAT}) \\
 &+ 0.0573\Delta \log(\text{SCT}).
 \end{aligned} \tag{2}$$

➤ Έλεγχος Ετεροσκεδαστικότητας

Παρατηρούμε ότι με το συγκεκριμένο μοντέλο, δεν επιτυγχάνεται ομοσκεδαστικότητα, καθώς σύμφωνα με τον έλεγχο Breusch-Pagan ($\chi^2(1) = 7.02$, $p = 0.0081$) απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση.

➤ Έλεγχος Πολυσυγγραμμικότητας

Ωστόσο, δεν έχουμε πολυσυγγραμμικές μεταβλητές καθώς όλες οι τιμές του κριτηρίου VIF είναι χαμηλές (Πίνακας 5.5)

Πίνακας 5.5 : Τιμές κριτηρίου VIF

Variable	VIF
logvat	1.80
loggdp	1.63
logprice	1.46
logcars	1.27
logsct	1.22
Mean VIF	1.48

➤ Αυτοσυσχέτιση καταλοίπων

Τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχετίσεις με το στατιστικό Durbin Watson να λαμβάνει τιμή 2,31.

➤ Βελτίωση Μοντέλου

Μπορούμε να βελτιώσουμε το πρώτο μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης [εξίσωση (2)], αρχικά κατασκευάζοντας ένα δεύτερο μοντέλο, αν εισάγουμε ως ανεξάρτητη μεταβλητή τη διαφορά της κατανάλωσης κατά την προηγούμενη περίοδο. Από τον Πίνακα 5.6, παρατηρούμε ότι με την εισαγωγή της νέας μεταβλητής, δεν παρουσιάζεται καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα. Επομένως, στο τρίτο μοντέλο προσθέτουμε μαζί με τις πρώτες διαφορές της κατανάλωσης και τις πρώτες διαφορές της τιμής κατά την προηγούμενη χρονική περίοδο. Στο τρίτο μοντέλο πετυχαίνουμε αύξηση του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού, όπου γίνεται ίσος με 79.06%. Επίσης, ο συντελεστής της διαφοράς των τιμών κατά την προηγούμενη περίοδο είναι στατιστικά σημαντικός ($\beta = 0.104$, $TA = 0.0541$). Ακόμη, παρατηρούμε ότι ο συντελεστής της πρώτης διαφοράς της τιμής δεν είναι στατιστικά σημαντικός ($TA = 0,0541$). Αντίθετα οι συντελεστές των πρώτων διαφορών των μεταβλητών Cars, GDP, SCT είναι στατιστικά σημαντικοί. Τέλος, στατιστικά μη σημαντικός είναι και ο συντελεστής της πρώτης διαφοράς του ΦΠΑ ($TA = 0,262$).

Πίνακας 5.6 : Αποτελέσματα Παλινδρομήσεων μοντέλων

VARIABLES	Μοντέλο 1	Μοντέλο 2	Μοντέλο 3
LD.logcons	-	-0.0800 (0.128)	-0.0952 (0.122)
LD.logprice	-	-	0.104* (0.0541)
D.logprice	-0.0564 (0.0595)	-0.0749 (0.0609)	-0.0950 (0.0586)
D.logcars	0.803*** (0.197)	0.936*** (0.269)	0.884*** (0.256)
D.loggdp	0.982*** (0.152)	0.984*** (0.152)	1.098*** (0.156)
D.logvat	0.308 (0.274)	0.349 (0.276)	0.388 (0.262)
D.logsct	0.0573 (0.0424)	0.0695 (0.0435)	0.0923** (0.0429)
Constant	-0.0485*** (0.00968)	-0.0557*** (0.0130)	-0.0605*** (0.0125)
Observations	32	31	31
R-squared	79.90%	81.35%	83.95%
Adj. R-squared	76.03%	76.69%	79.06%
Durbin-Watson	2.31	2.28	2.29

Η εξίσωση του δεύτερου μοντέλου είναι:

$$\begin{aligned} \Delta_t \log(\text{consumption}) &= -0.0557 - 0.08\Delta_{t-1}\log(\text{consumption}) - 0.0749\Delta_t\log(\text{price}) \\ &+ 0.936\Delta_t\log(\text{cars}) + 0.984\Delta_t\log(\text{GDP}) + 0.349\Delta_t\log(\text{VAT}) \\ &+ 0.0695\Delta_t\log(\text{SCT}). \end{aligned} \quad (3)$$

και η εξίσωση του τρίτου μοντέλου είναι:

$$\begin{aligned} \Delta_t \log(\text{consumption}) &= -0.0605 - 0.0952\Delta_{t-1}\log(\text{consumption}) \\ &+ 0.104\Delta_{t-1}\log(\text{price}) - 0.0950\Delta_t\log(\text{price}) \\ &+ 0.884\Delta_t\log(\text{cars}) + 1.098\Delta_t\log(\text{GDP}) + 0.388\Delta_t\log(\text{VAT}) \\ &+ 0.0923\Delta_t\log(\text{SCT}). \end{aligned} \quad (4)$$

Για το τρίτο μοντέλο, τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχετίσεις, αφού το στατιστικό Durbin – Watson έχει την τιμή 2,29. Επίσης, το τρίτο μοντέλο επιτυγχάνει ομοσκεδαστικότητα, και σύμφωνα με τον έλεγχο Breusch-Pagan ($\chi^2(1) = 3.31$, $p = 0.0690$) δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση. Οι προβλεπτικοί παράγοντες δεν παρουσιάζουν πολυσυγγραμμικότητα και όλες οι τιμές του κριτηρίου VIF είναι χαμηλές (Πίνακας 5.7).

Πίνακας 5.7 : Τιμές κριτηρίου VIF για το τρίτο μοντέλο

Variable	VIF
Logcars.D	2.41
Logcons.LD	2.14
Loggdp.D	1.90
Logvat.D	1.83
Logprice.D	1.56
Logscct.D	1.39
Logprice.LD	1.25
Mean VIF	1.78

D: Τελεστής πρώτων διαφορών, LD: τελεστής πρώτων διαφορών της προηγούμενης περιόδου

➤ Συνολοκλήρωση

Για να εξεταστεί η πιθανή ύπαρξη συνολοκληρωμένων εξισώσεων μεταξύ της κατανάλωσης και της τιμής, εφαρμόστηκε η μεθοδολογία Johansen και εκτιμήθηκε το μοντέλο Vector Error Correction Model (VECM). Για την εξέταση ύπαρξης αυτοσυσχέτισης στα κατάλοιπα του μοντέλου VECM, εφαρμόστηκε ο έλεγχος Lagrange-multiplier test. Τα αποτελέσματα του ελέγχου έδειξαν ότι δεν υπάρχει αυτοσυσχέτιση στις τιμές των καταλοίπων ($p > 0.05$). Επίσης, πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος Jarque-Bera, ο οποίος εξετάζει αν τα κατάλοιπα του μοντέλου VECM ακολουθούν την κανονική κατανομή. Για τον έλεγχο αυτό, δεν απορρίφθηκε η μηδενική υπόθεση που δηλώνει κανονική κατανομή, τόσο για τα κατάλοιπα που προκύπτουν από την κατανάλωση, όσο και για τα κατάλοιπα που προκύπτουν από την εξίσωση της τιμής ($p > 0.05$). Ο όρος διόρθωσης είναι στατιστικά σημαντικός μόνο στην περίπτωση της κατανάλωσης και έχει αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει πως υπάρχει βραχυχρόνια ισορροπία μεταξύ των μεταβλητών συνολοκλήρωσης, καθώς με το πέρασμα του χρόνου, μειώνεται η απόσταση από το σημείο ισορροπίας. Τα αποτελέσματα του μοντέλου VECM έδειξαν ότι η κατανάλωση βενζίνης σε κάθε ετήσια μέτρηση επιδέχεται διόρθωση περίπου 0.07% από το σημείο ισορροπίας έχοντας τον όρο διόρθωσης ως αρνητικό και στατιστικά σημαντικό ($L_ce1 = -0.000761$, $p < 0.001$). Επίσης οι διαφορές των τιμών κατά τις προηγούμενες χρονικές

περιόδους υστέρηση $\tau = 2$ είχαν στατιστικά σημαντική επίδραση στην κατανάλωση βενζίνης. Αντίθετα, η τιμή της βενζίνης φαίνεται να δέχεται βραχυπρόθεσμες επιδράσεις από τις προηγούμενες τιμές της κατανάλωσης αλλά και της ίδιας της μεταβλητής.

Πίνακας 5.8 : Μοντέλα συνολοκλήρωσης

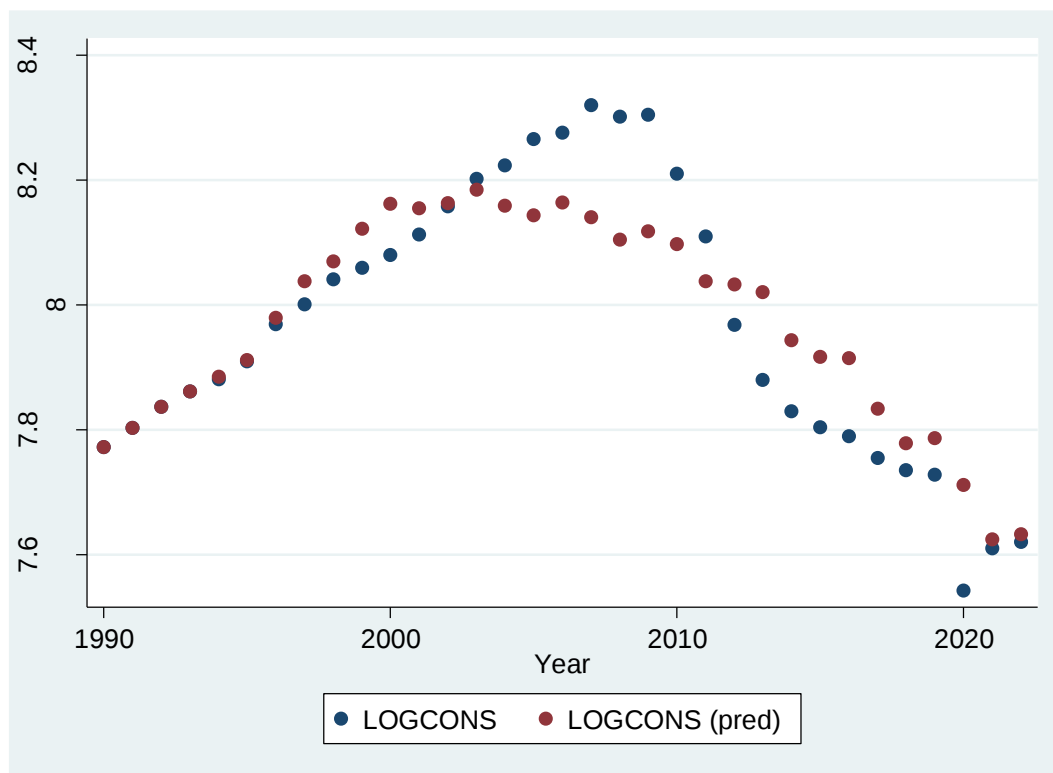
VARIABLES	D_logcons	D_logprice
L._ce1	-0.000761*** (0.000292)	-0.000232 (0.000431)
LD.logcons	-0.194 (0.248)	-0.826** (0.366)
L2D.logcons	-0.152 (0.277)	-1.343*** (0.409)
L3D.logcons	0.0250 (0.350)	2.580*** (0.518)
LD.logprice	-0.0783 (0.0952)	-0.209 (0.141)
L2D.logprice	-0.185* (0.102)	-0.498*** (0.151)
L3D.logprice	-0.0833 (0.107)	-0.0638 (0.159)
Constant	-0.0183 (0.0149)	0.0602*** (0.0220)

Τα μοντέλα συνολοκλήρωσης δίνονται από τις ακόλουθες εξισώσεις:

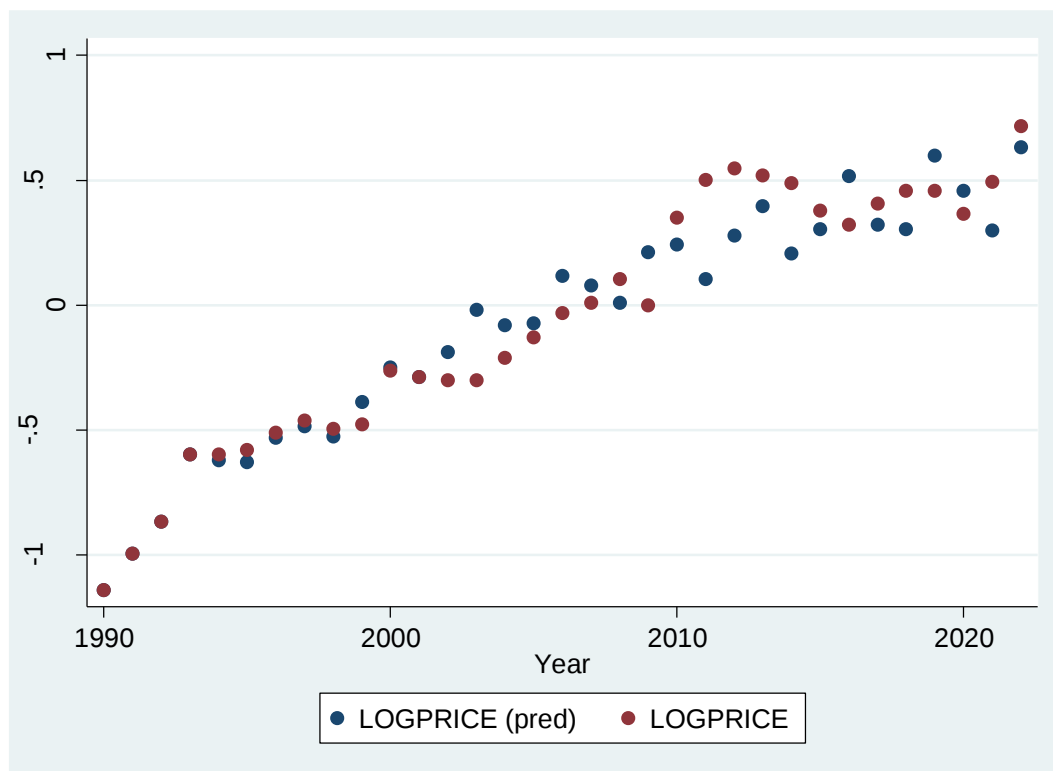
$$\begin{aligned}
 \Delta_t \log(\text{consumption}) &= 0.000761 + 0.194\Delta_{t-1}\log(\text{consumption}) \\
 &+ 0.152\Delta_{t-2}\log(\text{consumption}) - 0.025\Delta_{t-3}\log(\text{consumption}) \\
 &+ 0.0783\Delta_{t-1}\log(\text{price}) + 0.185\Delta_{t-2}\log(\text{price}) \\
 &+ 0.0833\Delta_{t-3}\log(\text{price}) + 0.0183.
 \end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta_t \log(\text{price}) &= 0.000232 + 0.826\Delta_{t-1}\log(\text{consumption}) \\
 &+ 1.343\Delta_{t-2}\log(\text{consumption}) - 2.58\Delta_{t-3}\log(\text{consumption}) \\
 &+ 0.209\Delta_{t-1}\log(\text{price}) + 0.498\Delta_{t-2}\log(\text{price}) \\
 &+ 0.0638\Delta_{t-3}\log(\text{price}) + 0.0602.
 \end{aligned} \tag{6}$$

Οι προβλέψεις του μοντέλου VECM για την τιμή και την κατανάλωση παρουσιάζονται στα ακόλουθα γραφήματα.



Γράφημα 14: Απεικόνιση των πραγματικών και προβλεπόμενων τιμών του μοντέλου συνολοκλήρωσης για την κατανάλωση



Γράφημα 15: Απεικόνιση των πραγματικών και προβλεπόμενων τιμών του μοντέλου συνολοκλήρωσης για την τιμή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πετρέλαιο και τα παράγωγα του αποτελούν σημαντικό σημείο για την οικονομία κάθε χώρας, ωστόσο για τους λόγους που αναλύθηκαν, είναι επιτακτική η ανάγκη για μείωση της κατανάλωσης του. Αρχικά, παρατηρήθηκε ότι στην Ελλάδα η συνολική κατανάλωση πετρελαιοειδών αυξανόταν μέχρι και το 2006, όπου έφτασε περίπου τους 11,2 εκατομμύρια μετρικούς τόνους. Από το 2006 έως και σήμερα η κατανάλωση έχει καθοδική πορεία, καταλήγοντας το 2022 στους 7 περίπου εκατομμύρια μετρικούς τόνους. Η πολύ σημαντική αυτή μείωση στην συνολική κατανάλωση μπορεί να οφείλεται σε παράγοντες όπως η οικονομική κρίση, ο προσανατολισμός σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η στροφή των καταναλωτών σε φθηνότερες πηγές ενέργειας κ.ά. Παρά το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της μείωσης οφείλεται στο πετρέλαιο θέρμανσης, τα στοιχεία είναι πολύ ενθαρρυντικά και δείχνουν ότι η Ελλάδα κινείται στην κατεύθυνση της απεξάρτησης από το πετρέλαιο. Όσον αφορά, την κατανάλωση μεμονωμένων πετρελαϊκών παραγώγων, παρατηρείται ότι διαχρονικά η κατανάλωση της βενζίνης από το 2015 και έπειτα μειώνεται ενώ για την αντίστοιχη χρονική περίοδο η κατανάλωση του πετρελαίου κίνησης αυξάνεται. Έτσι, φαίνεται ότι στην ελληνική αγορά ένα μεγάλο μέρος των καταναλωτών έχουν επιλέξει να αλλάξουν το καύσιμο που χρησιμοποιούν στα οχήματα τους, αντικαθιστώντας την βενζίνη με πετρέλαιο κίνησης. Στη συνέχεια, επισημάνθηκε ότι η Ελλάδα βασίζεται σχεδόν εξ ολοκλήρου στην εισαγωγή πετρελαίου για την προμήθεια των καταναλωτών, και ότι η υψηλή τιμή των καυσίμων στην Ελλάδα οφείλεται σε πολύ μεγάλο βαθμό στην υψηλή φορολογία που επιβάλλεται από το κράτος μέσω του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης και το Φόρου Προστιθέμενης Αξίας.

Στη συνέχεια, επιλέχθηκε να εξεταστεί η ζήτηση της βενζίνης και οι παράγοντες που την προσδιορίζουν. Αποφασίστηκε, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, οι παράγοντες που εξετάστηκαν να είναι η τιμή της βενζίνης, το καθαρό κατά κεφαλήν εισόδημα, ο αριθμός των κυκλοφορούντων οχημάτων, και η φορολογία που επιβάλλεται (μέσω του ΕΦΚ και του ΦΠΑ). Από την οικονομετρική μελέτη που έγινε, συμπεραίνουμε ότι η βραχυπρόθεσμη ελαστικότητα της ζήτησης της βενζίνης ως προς την τιμή της είναι πολύ χαμηλή (-0,095) και στατιστικά μη σημαντική. Αντίθετα, ο συντελεστής του εισοδήματος βρέθηκε στατιστικά σημαντικός και συνεπώς η σχέση της ζήτησης της βενζίνης με το εισόδημα, βραχυχρόνια, είναι ελαστική. Η εισοδηματική ελαστικότητα

έχει θετική τιμή 1,098 κάτι που σημαίνει ότι αν αυξηθεί το κατά κεφαλήν εισόδημα κατά μία μονάδα, τότε η ζήτηση της βενζίνης θα αυξηθεί σε μεγαλύτερο ρυθμό και συγκεκριμένα κατά 1,098 μονάδες. Το αποτέλεσμα που βρέθηκε για την ελαστικότητα ως προς την τιμή, αν και στατιστικά μη σημαντικό, έρχεται σε πλήρη συμφωνία με την ελαστικότητα που υπολογίζεται βραχυπρόθεσμα (-0,1) από το M. Polemis (2006). Αντίθετα, η εισοδηματική ελαστικότητα βρέθηκε οριακά ελαστική, η οποία στην έρευνα του M. Polemis (2006) υπολογίζεται ανελαστική και με τιμή 0,38. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι τις τελευταίες δεκαετίες η κατανάλωση βενζίνης από τους κατοίκους της Ελλάδας δείχνει να επηρεάζεται περισσότερο από τις αλλαγές στο εισόδημα τους σε σχέση με παλιότερα.

Αντίστοιχα, στατιστικά σημαντικοί βρέθηκαν και οι συντελεστές του αριθμού των οχημάτων και του ΕΦΚ. Ο αριθμός των οχημάτων εμφανίζεται να επηρεάζει σημαντικά και θετικά την ζήτηση της βενζίνης βραχυπρόθεσμα, αφού για κάθε μία μονάδα που αυξάνονται τα οχήματα, η ζήτηση αυξάνεται κατά 0,884 μονάδες. Από την άλλη πλευρά, παρά το γεγονός ότι η μεταβλητή ΕΦΚ βρέθηκε στατιστικά σημαντική, ο συντελεστής της υπολογίστηκε στο 0,09 περίπου, κάτι που σημαίνει ότι ο ΕΦΚ βραχυπρόθεσμα έχει θετική επίδραση στην ζήτηση αλλά όχι πολύ ισχυρή. Τέλος, ο ΦΠΑ βρέθηκε στατιστικά μη σημαντικός.

Με την προσθήκη στο τρίτο μοντέλο της διαφοράς των τιμών της βενζίνης της προηγούμενης περιόδου, διαπιστώθηκε ότι παρά το γεγονός ότι οι πρώτες διαφορές της τιμής της βενζίνης δεν συγκροτούν στατιστικά σημαντικό εύρημα για την τρέχουσα περίοδο, ο συντελεστής της προηγούμενης περιόδου είναι στατιστικά σημαντικός, θετικός και με τιμή 0,1 περίπου. Αν και το αποτέλεσμα αυτό δεν μπορεί να ερμηνευτεί εύκολα, φαίνεται ότι αν η διαφορά των τιμών κατά την προηγούμενη περίοδο αυξηθεί κατά μία μονάδα, τότε η κατανάλωση ναι μεν αυξάνεται αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό. Έτσι φαίνεται πως η επίδραση της τιμής πάνω στη ζήτηση δεν παρουσιάζεται άμεσα και κατά την επόμενη χρονική περίοδο, αλλά μπορεί να παρουσιαστεί σε αργότερο χρόνο και μετά τα δυο έτη. Αυτή η χαμηλή αντίδραση των καταναλωτών στην αύξηση της τιμής της βενζίνης είναι μια ένδειξη του πόσο δύσκολα μπορεί να υποκατασταθεί η βενζίνη ως καύσιμο. Αυτό το συμπέρασμα επιβεβαιώνεται και από το μοντέλο VECM, καθώς διαπιστώθηκε ότι οι διαφορές των τιμών κατά τις προηγούμενες χρονικές περιόδους (με υστέρηση $\tau = 2$) είχαν στατιστικά σημαντική επίδραση στην κατανάλωση βενζίνης. Φαίνεται, δηλαδή, ότι στην πραγματικότητα η

διακύμανση της τιμής της βενζίνης επηρεάζει την κατανάλωση μετά από δύο χρόνια και στην συνέχεια σταθεροποιείται. Επίσης από το μοντέλο VECM φαίνεται ότι και η ίδια η τιμή της βενζίνης δέχεται βραχυπρόθεσμες επιδράσεις τόσο από τις προηγούμενες τιμές της κατανάλωσης όσο και από της προηγούμενες τιμές της ίδιας της μεταβλητής.

6.1 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα έρευνα καλύπτει ένα πολύ μεγάλο μέρος των προσδιοριστικών παραγόντων της ζήτησης της βενζίνης που εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία. Ωστόσο, υπάρχουν και παράγοντες που δεν εξετάστηκαν είτε διότι δεν υπήρχαν διαθέσιμα σήμερα τα απαραίτητα δεδομένα, είτε διότι δεν ήταν δυνατόν να ερευνηθούν ταυτόχρονα. Εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελλοντική εξέταση της τεχνολογίας ως προσδιοριστικό παράγοντα της ζήτησης της βενζίνης. Η τεχνολογία εξελίσσεται συνεχώς και η σχέση της με την κατανάλωση της βενζίνης είναι ισχυρή. Ο παράγοντας αυτός θα μπορούσε να εξεταστεί με την δημιουργία μιας χρονολογικής σειράς η οποία να εκφράζει την μέση κατανάλωση όλων των βενζινοκίνητων αυτοκινήτων που κυκλοφορούν στην χώρα κάθε χρόνο. Για να υπολογιστεί η μέση κατανάλωση θα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμα διάφορα δεδομένα, όπως ο αριθμός των οχημάτων βάση μοντέλου και καυσίμου, η μέση κατανάλωση κάθε οχήματος, η χρονολογία του στόλου κ.ά. Φυσικά, ενώ για άλλες χώρες (π.χ. ΗΠΑ) τα δεδομένα αυτά υπάρχουν, για την χώρα μας δεν είναι προς το παρόν διαθέσιμα. Επίσης, σε μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να εξεταστεί και η σχέση της ζήτησης της βενζίνης με τη τιμή του πετρελαίου ως «τυπικά» υποκατάστατο προϊόν της βενζίνης ή τον αριθμό των ηλεκτρικών αυτοκινήτων που κυκλοφορούν στην χώρα και ο οποίος αυξάνεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Έκθεση Διοικητή Τράπεζας της Ελλάδος, 2020
2. Mankiw G. N., Taylor M. P., (2007). *Macroeconomics*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
3. Kooros, S.K., Sussan, A.P. and Semetesy, M., (2006). The Impact of Oil Prices on Employment, *International Research Journal of Finance and Economics*, 5: 136- 154.
4. Chukuezi, C.O., (2009). Poverty and Youth Restiveness in Nigeria: Implications for National. *Ozean, Journal of Social Sciences*, 2(2): 97 – 103.
5. Ramanathan, R. (1999). Short- and long-run elasticities of gasoline demand in India: An empirical analysis using cointegration techniques. *Energy Economics*, 21, 321-330.
6. Park S.Y., Zhao G., (2010). An estimation of US gasoline demand: A smooth time-varying cointegration approach. *Energy Econ.*, 32, 110–120.
7. Baranzini A., Weber S., (2013). Elasticities of gasoline demand in Switzerland. *Energy Policy*, 63, 674–680.
8. Brons M., Nijkamp P., Pels E., Rietveld P., (2008). A meta-analysis of the price elasticity of gasoline demand. A SUR approach. *Energy Econ.*, 30, 2105–2122
9. Lin C.Y.C., Prince L., (2013). Gasoline price volatility and the elasticity of demand for gasoline. *Energy Econ.*, 38, 111–117.
10. Lim K.M., Yoo S.H., (2016). Short-run and long-run elasticities of gasoline demand: The case of Korea. *Energy Sour. Part B Econ. Plan. Policy*, 11, 391–395.
11. Algunaibet I.M., Matar W., (2018). The responsiveness of fuel demand to gasoline price change in passenger transport: A case study of Saudi Arabia. *Energy Effic.*, 11, 1341–1358
12. Cheung K.Y., Thomson E., (2004). The demand for gasoline in China: A cointegration analysis. *J. Appl. Stat.*, 31, 533–544.
13. Eltony, M.N., Al-Mutairi, N.H., (1995). Demand for gasoline in Kuwait: An empirical analysis using cointegration techniques. *Energy Econ.*, 17, 249–253.

14. Hughes, J.E., Knittel, C.R., Sperling, D., (2008). Evidence of a shift in the short-run price elasticity of gasoline demand. *Natl. Bur. Econ. Res.*, 29, 113–134.
15. Nguyen, G., Vo, T., (2020). Short-run and Long-run Gasoline Demand Elasticities: A Case Study of Australia. *International Energy Journal*, 20.
16. Arzaghi, M., Squalli, J., (2015). How price inelastic is demand for gasoline in fuel-subsidizing economies? *Energy Econ.*, 50, 117–124.
17. Ewing, B.T., Thompson, M.A., (2018). Modeling the Response of Gasoline-Crude Oil Price Crack Spread Macroeconomic Shocks. *Atl. Econ. J.*, 46, 203–213.
18. Dash, D.P., Sethi, N., Bal, D.P., (2018). Is the demand for crude oil inelastic for India? Evidence from structural VAR analysis. *Energy Policy*, 118, 552–558.
19. Wadud, Z., Noland, R.B., Graham, D.J., (2010). A semiparametric model of household gasoline demand. *Energy Econ.*, 32, 93–101.
20. Kanjilal, K., Ghosh, S., (2018). Revisiting income and price elasticity of gasoline demand in India: New evidence from cointegration tests. *Empir. Econ.*, 55, 1869–1888.
21. Mensah, J.T., Marbuah, G., Amoah, A., (2016). Energy demand in Ghana: A disaggregated analysis. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 53, 924–935.
22. Saelim, S., (2019). Carbon Tax Incidence on Household Demand: Effects on Welfare, Income Inequality and Poverty Incidence in Thailand. *J. Clean. Prod.*, 234, 521–533
23. Liu, W., (2019). Asymmetric price effects on gasoline consumption: Evidence and Implications. *Appl. Econ. Lett.*, 1–4.
24. Havranek, T., Kokes, O., (2015). Income elasticity of gasoline demand: A meta-analysis. *Energy Econ.*, 47, 77–86.
25. Akinboade, O.A., Ziramba, E., Kumo, W.L., (2008). The demand for gasoline in South Africa: An empirical analysis using co-integration techniques. *Energy Econ.*, 30, 3222–3229.
26. Li, Z., Sun, R., Dong, K., Chung, K.H., (2019). Increasing stringent regional environmental regulations impact gasoline demand in China. *Energy Procedia*, 158, 3572–3575.

27. Ramanathan, R., Subramanian, G., (2003). Elasticities of gasoline demand in the Sultanate of Oman. *Pacific and Asian. J. Energy*, 13, 105.
28. Wadud, Z., (2016). Diesel demand in the road freight sector in the UK: Estimates for different vehicle types. *Appl. Energy*, 165, 849–857.
29. Liddle, B., Lung, S., (2015). Revisiting energy consumption and GDP causality: Importance of a priori hypothesis testing, disaggregated data, and heterogeneous panels. *Appl. Energy*, 142, 44–55.
30. Kayser, H.A., (2000). Gasoline demand and car choice: Estimating gasoline demand using household information. *Energy Econ.*, 22, 331–348.
31. Tiezzi, S., Verde, S.F., (2016). Differential demand response to gasoline taxes and gasoline prices in the US. *Resour. Energy Econ.*, 44, 71–91
32. Coglianese, J., Davis, L.W., Kilian, L., Stock, J.H., (2017). Anticipation, tax avoidance, and the price elasticity of gasoline demand. *J. Appl. Econom.*, 32, 1–15.
33. Rivers, N., Schaufele, B., (2015). Salience of carbon taxes in the gasoline market. *J. Environ. Econ. Manag.*, 74, 23–36.
34. Filippini, M., Heimsch, F., (2016). The regional impact of a CO₂ tax on gasoline demand: A spatial econometric approach. *Resour. Energy Econ.*, 46, 85–100.
35. Kim, Y., Han, H., Moon, Y., (2011). The empirical effects of a gasoline tax on CO₂ emissions reductions from transportation sector in Korea. *Energy Policy*, 39, 981–989.
36. Bento, A., Goulder, L., Jacobsen, M., Haefen, R., (2009). Distributional and Efficiency Impacts of Increased US Gasoline Taxes. *The American Economic Review*, 99, 667–699.
37. Baltagi, B., Griffin, M., (1983). Gasoline demand in the OECD an application of pooling and testing procedures. *Eur Econ Rev* 22, 117137.
38. Polemis, M. (2006). Empirical assessment of the determinants of road energy demand in Greece. *Energy Economics*, 28, 385–403.
39. Broadstock, D., Papathanasopoulou, E. (2015). Gasoline Demand in Greece: The Importance of Shifts in the Underlying Energy Demand Trend. *International Journal of Sustainable Transportation*, 9, 310 - 319.

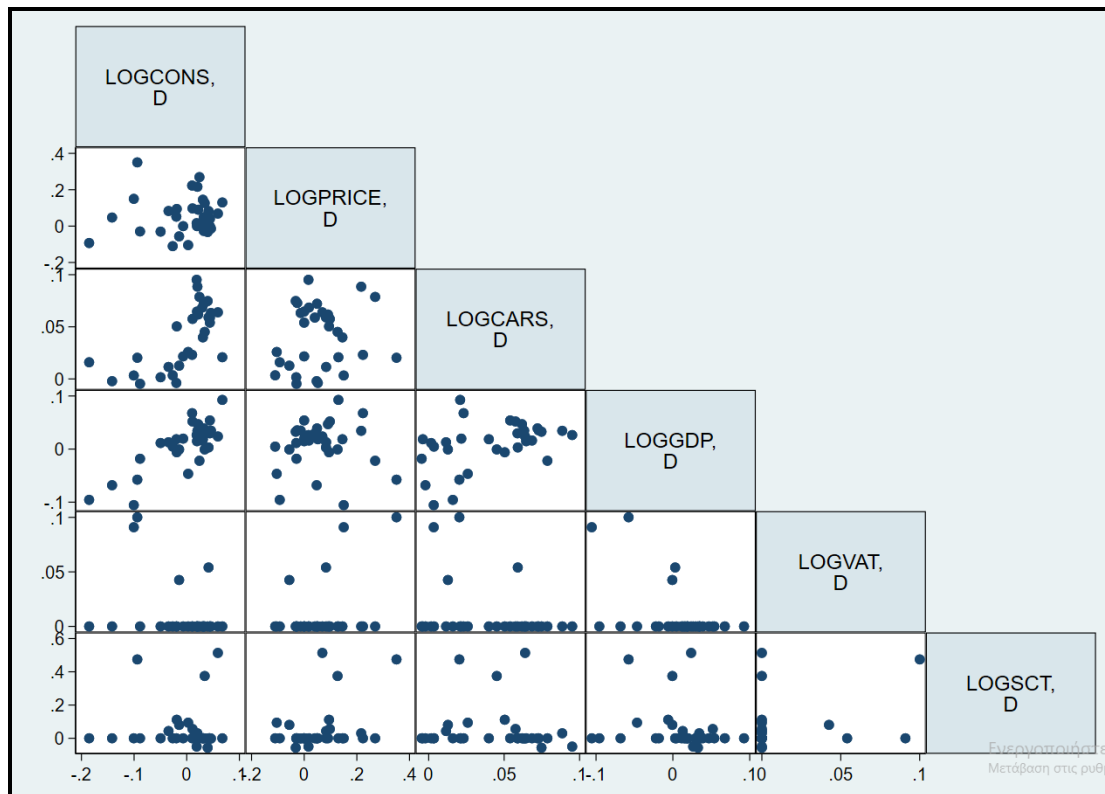
40. Wasserfallen, W., Guntensperger, H., (1988). Gasoline consumption and the stock of motor vehicles: An empirical analysis for the Swiss economy. *Energy Econ* 10, 276282
41. Lin, A., Botsas, E., Monroe, S., (1985). State gasoline consumption in the USA: An econometric analysis. *Energy Economics*, 7, 29-36.
42. Eika, Torbjorn & Magnussen, Knut A., (2000). Did Norway gain from the 1979-1985 oil price shock? *Economic Modelling*, Elsevier, vol. 17(1), pages 107-137, January.
43. Lutz, K., (2009). Not All Oil Price Shocks Are Alike: Disentangling Demand and Supply Shocks in the Crude Oil Market. *American Economic Review*, 99 (3): 1053-69.
44. Alekkett, K., (2007). Reserve Driven Forecasts for Oil, Gas & Coal and Limits in Carbon Dioxide Emissions: Peak Oil, Peak Gas, Peak Coal and Peak CO₂. OECD/ITF Joint Transport Research Centre Discussion Papers 2007/18, OECD Publishing.
45. Κατρακυλίδης, Κ., Κοντέος, Γ., Σαριαννίδης, Ν., (2017). Εισαγωγή στην Σύγχρονη Οικονομετρία. Εκδόσεις Αλέξανδρος ΙΚΕ, Θεσσαλονίκη
46. Gujarati, D. N., Porter, D. C., (2008). *Basic Econometrics*. McGraw – Hill Education, United States
47. Χρήστου, Γ. (2008), Εισαγωγή στην Οικονομετρία (Τόμοι Α&Β), Gutenberg, Αθήνα
48. Ντεγιαννάκης, Σ. (2014), Εφαρμογές Οικονομετρίας με τη Χρήση του Πακέτου EVIEWS, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πάντειον Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Αθήνα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8:

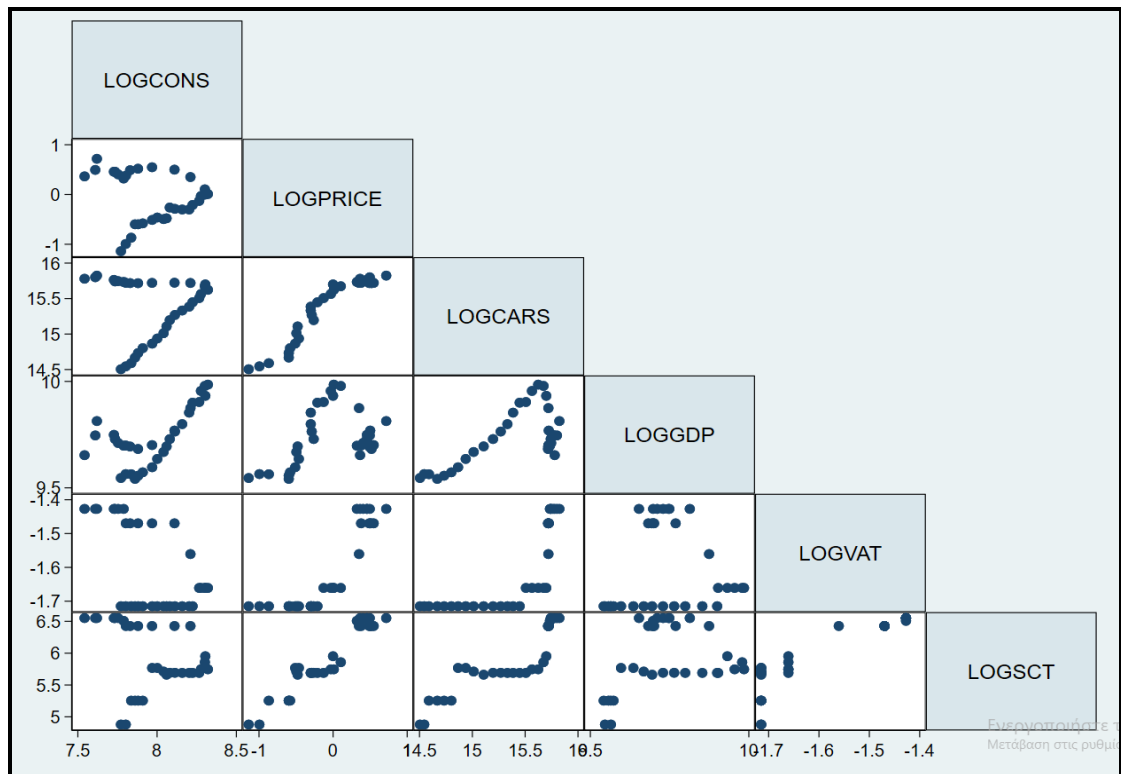
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ STATA

. pwcorr LOGPRICE LOGCARS LOGGDP LOGCONS LOGVAT LOGSCT, sig star(.05)							
	LOGPRICE	LOGCARS	LOGGDP	LOGCONS	LOGVAT	LOGSCT	
LOGPRICE	1.0000						
LOGCARS	0.9485*	1.0000					
	0.0000						
LOGGDP	0.4335*	0.6508*	1.0000				
	0.0117	0.0000					
LOGCONS	-0.1841	0.0249	0.6710*	1.0000			
	0.3052	0.8906	0.0000				
LOGVAT	0.8835*	0.7673*	0.0648	-0.5666*	1.0000		
	0.0000	0.0000	0.7200	0.0006			
LOGSCT	0.9593*	0.8986*	0.3040	-0.2879	0.9022*	1.0000	
	0.0000	0.0000	0.0854	0.1043	0.0000		

Πίνακας 8.1: Συνσχέτιση κατά Pearson



Πίνακας 8.2: Διαγράμματα Διασπορών μεταβλητών μετά την εφαρμογή πρώτων διαφορών



Πίνακας 8.3: Διαγράμματα Διασπορών μεταβλητών πριν την εφαρμογή πρώτων διαφορών

➤ Έλεγχοι Στασιμότητας

```
. dfuller LOGCONS, lags(4)
```

Augmented Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 28	
Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-1.582	-3.730	-2.992
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.4924			

Πίνακας 8.3: Έλεγχος Augmented Dickey-Fuller (ADF) για την χρονοσειρά LOGCONS

```
. dfuller LOGCARS, lags(4)
```

Augmented Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 28	
Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-2.359	-3.730	-2.992
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.1537			

Πίνακας 8.4: Έλεγχος Augmented Dickey-Fuller (ADF) για την χρονοσειρά LOGCARS

. dfuller LOGPRICE, lags(4)				
Augmented Dickey-Fuller test for unit root			Number of obs	= 28
		Interpolated Dickey-Fuller		
Test		1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic		Value	Value	Value
Z (t)	-0.704	-3.730	-2.992	-2.626
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.8457				

Πίνακας 8.5: Έλεγχος Augmented Dickey-Fuller (ADF) για την χρονοσειρά LOGPRICE

. dfuller LOGVAT, lags(4)				
Augmented Dickey-Fuller test for unit root			Number of obs	= 28
		Interpolated Dickey-Fuller		
Test		1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic		Value	Value	Value
Z (t)	-0.050	-3.730	-2.992	-2.626
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9542				

Πίνακας 8.6: Έλεγχος Augmented Dickey-Fuller (ADF) για την χρονοσειρά LOGVAT

. dfuller LOGGDP, lags(4)				
Augmented Dickey-Fuller test for unit root			Number of obs	= 28
		Interpolated Dickey-Fuller		
Test		1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic		Value	Value	Value
Z (t)	-2.364	-3.730	-2.992	-2.626
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.1521				

Πίνακας 8.7: Έλεγχος Augmented Dickey-Fuller (ADF) για την χρονοσειρά LOGGDP

. dfuller LOGSCT, lags(4)				
Augmented Dickey-Fuller test for unit root			Number of obs	= 28
		Interpolated Dickey-Fuller		
Test		1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic		Value	Value	Value
Z (t)	-1.391	-3.730	-2.992	-2.626
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.5866				

Πίνακας 8.8: Έλεγχος Augmented Dickey-Fuller (ADF) για την χρονοσειρά LOGSCT

. pperron LOGCONS				
Phillips-Perron test for unit root		Number of obs =		32
		Newey-West lags =		3
		Interpolated Dickey-Fuller		
	Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical
	Statistic	Value	Value	Value
Z (rho)	-1.810	-17.676	-12.724	-10.340
Z (t)	-0.770	-3.702	-2.980	-2.622
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.8277				

Πίνακας 8.9: Έλεγχος Phillips-Perron (PP) για την χρονοσειρά LOGCONS

. pperron LOGPRICE				
Phillips-Perron test for unit root		Number of obs =		32
		Newey-West lags =		3
		Interpolated Dickey-Fuller		
	Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical
	Statistic	Value	Value	Value
Z (rho)	-1.835	-17.676	-12.724	-10.340
Z (t)	-1.629	-3.702	-2.980	-2.622
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.4678				

Πίνακας 8.10: Έλεγχος Phillips-Perron (PP) για την χρονοσειρά LOGPRICE

. pperron LOGCARS				
Phillips-Perron test for unit root		Number of obs =		32
		Newey-West lags =		3
		Interpolated Dickey-Fuller		
	Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical
	Statistic	Value	Value	Value
Z (rho)	-1.652	-17.676	-12.724	-10.340
Z (t)	-3.452	-3.702	-2.980	-2.622
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0093				

Πίνακας 8.11: Έλεγχος Phillips-Perron (PP) για την χρονοσειρά LOGCARS

. pperron LOGGDP				
Phillips-Perron test for unit root				
			Number of obs =	32
			Newey-West lags =	3
		Interpolated Dickey-Fuller		
Test		1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic		Value	Value	Value
Z (rho)	-4.179	-17.676	-12.724	-10.340
Z (t)	-1.626	-3.702	-2.980	-2.622
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.4697				

Πίνακας 8.12: Έλεγχος Phillips-Perron (PP) για την χρονοσειρά LOGGDP

. pperron LOGVAT				
Phillips-Perron test for unit root				
			Number of obs =	32
			Newey-West lags =	3
		Interpolated Dickey-Fuller		
Test		1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic		Value	Value	Value
Z (rho)	-0.218	-17.676	-12.724	-10.340
Z (t)	-0.165	-3.702	-2.980	-2.622
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9426				

Πίνακας 8.13: Έλεγχος Phillips-Perron (PP) για την χρονοσειρά LOGVAT

. pperron LOGSCT				
Phillips-Perron test for unit root				
			Number of obs =	32
			Newey-West lags =	3
		Interpolated Dickey-Fuller		
Test		1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic		Value	Value	Value
Z (rho)	-2.237	-17.676	-12.724	-10.340
Z (t)	-1.755	-3.702	-2.980	-2.622
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.4033				

Πίνακας 8.14: Έλεγχος Phillips-Perron (PP) για την χρονοσειρά LOGSCT

DF-GLS for LOGPRICE				Number of obs = 23
Maxlag = 9 chosen by Schwert criterion				
[lags]	DF-GLS tau Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
9	-1.083	-3.770	-2.853	-2.405
8	-1.775	-3.770	-2.808	-2.407
7	-2.174	-3.770	-2.820	-2.453
6	-1.774	-3.770	-2.877	-2.531
5	-1.682	-3.770	-2.967	-2.632
4	-1.800	-3.770	-3.078	-2.747
3	-1.547	-3.770	-3.197	-2.864
2	-1.780	-3.770	-3.313	-2.974
1	-1.968	-3.770	-3.414	-3.067
Opt Lag (Ng-Perron seq t) = 0 [use maxlag(0)]				
Min SC = -4.301114 at lag 1 with RMSE .1015826				
Min MAIC = -4.048235 at lag 1 with RMSE .1015826				

Πίνακας 8.15: Έλεγχος Dickey-Fuller Generalized Least-Squares Regression (DF-GLS)) για την χρονοσειρά LOGPRICE

DF-GLS for LOGCONS				Number of obs = 23
Maxlag = 9 chosen by Schwert criterion				
[lags]	DF-GLS tau Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
9	-1.474	-3.770	-2.853	-2.405
8	-2.213	-3.770	-2.808	-2.407
7	-2.117	-3.770	-2.820	-2.453
6	-1.973	-3.770	-2.877	-2.531
5	-1.470	-3.770	-2.967	-2.632
4	-1.351	-3.770	-3.078	-2.747
3	-1.527	-3.770	-3.197	-2.864
2	-1.506	-3.770	-3.313	-2.974
1	-0.769	-3.770	-3.414	-3.067
Opt Lag (Ng-Perron seq t) = 2 with RMSE .0539427				
Min SC = -5.430689 at lag 2 with RMSE .0539427				
Min MAIC = -5.488641 at lag 1 with RMSE .0597513				

Πίνακας 8.16: Έλεγχος Dickey-Fuller Generalized Least-Squares Regression (DF-GLS)) για την χρονοσειρά LOGCONS

DF-GLS for LOGCARS				Number of obs =	23
Maxlag = 9 chosen by Schwert criterion					
[lags]	DF-GLS tau Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
9	-2.813	-3.770	-2.853	-2.405	
8	-2.677	-3.770	-2.808	-2.407	
7	-3.026	-3.770	-2.820	-2.453	
6	-2.893	-3.770	-2.877	-2.531	
5	-2.773	-3.770	-2.967	-2.632	
4	-2.170	-3.770	-3.078	-2.747	
3	-2.218	-3.770	-3.197	-2.864	
2	-2.490	-3.770	-3.313	-2.974	
1	-2.431	-3.770	-3.414	-3.067	
Opt Lag (Ng-Perron seq t) = 1 with RMSE .008999					
Min SC = -9.148636 at lag 1 with RMSE .008999					
Min MAIC = -8.728807 at lag 1 with RMSE .008999					

Πίνακας 8.17: Έλεγχος Dickey-Fuller Generalized Least-Squares Regression (DF-GLS)) για την χρονοσειρά LOGCARS

DF-GLS for LOGVAT				Number of obs =	23
Maxlag = 9 chosen by Schwert criterion					
[lags]	DF-GLS tau Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
9	-1.979	-3.770	-2.853	-2.405	
8	-1.942	-3.770	-2.808	-2.407	
7	-1.639	-3.770	-2.820	-2.453	
6	-1.888	-3.770	-2.877	-2.531	
5	-1.899	-3.770	-2.967	-2.632	
4	-1.082	-3.770	-3.078	-2.747	
3	-1.297	-3.770	-3.197	-2.864	
2	-1.328	-3.770	-3.313	-2.974	
1	-1.730	-3.770	-3.414	-3.067	
Opt Lag (Ng-Perron seq t) = 5 with RMSE .0214233					
Min SC = -7.018919 at lag 1 with RMSE .0261009					
Min MAIC = -6.941723 at lag 2 with RMSE .0256266					

Πίνακας 8.18: Έλεγχος Dickey-Fuller Generalized Least-Squares Regression (DF-GLS)) για την χρονοσειρά LOGVAT

DF-GLS for LOGGDP				Number of obs =	23
Maxlag = 9 chosen by Schwert criterion					
[lags]	DF-GLS tau Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
9	-2.071	-3.770	-2.853	-2.405	
8	-2.040	-3.770	-2.808	-2.407	
7	-1.888	-3.770	-2.820	-2.453	
6	-1.719	-3.770	-2.877	-2.531	
5	-1.576	-3.770	-2.967	-2.632	
4	-1.875	-3.770	-3.078	-2.747	
3	-1.926	-3.770	-3.197	-2.864	
2	-1.711	-3.770	-3.313	-2.974	
1	-1.425	-3.770	-3.414	-3.067	
Opt Lag (Ng-Perron seq t) = 1 with RMSE .0432747					
Min SC = -6.007722 at lag 1 with RMSE .0432747					
Min MAIC = -5.991927 at lag 1 with RMSE .0432747					

Πίνακας 8.19: Έλεγχος Dickey-Fuller Generalized Least-Squares Regression (DF-GLS)) για την χρονοσειρά LOGGDP

DF-GLS for LOGSCT				Number of obs =	23
Maxlag = 9 chosen by Schwert criterion					
[lags]	DF-GLS tau Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
9	-2.386	-3.770	-2.853	-2.405	
8	-2.460	-3.770	-2.808	-2.407	
7	-2.508	-3.770	-2.820	-2.453	
6	-2.356	-3.770	-2.877	-2.531	
5	-2.223	-3.770	-2.967	-2.632	
4	-2.327	-3.770	-3.078	-2.747	
3	-2.043	-3.770	-3.197	-2.864	
2	-2.179	-3.770	-3.313	-2.974	
1	-1.899	-3.770	-3.414	-3.067	
Opt Lag (Ng-Perron seq t) = 0 [use maxlag(0)]					
Min SC = -4.510879 at lag 1 with RMSE .0914681					
Min MAIC = -4.272512 at lag 1 with RMSE .0914681					

Πίνακας 8.20: Έλεγχος Dickey-Fuller Generalized Least-Squares Regression (DF-GLS)) για την χρονοσειρά LOGSCT

➤ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΠΡΩΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	32
Model	.088486763	5	.017697353	F(5, 26)	=	20.67
Residual	.022265757	26	.000856375	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.7990
				Adj R-squared	=	0.7603
Total	.11075252	31	.003572662	Root MSE	=	.02926

D.LOGCONS	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LOGPRICE D1.	-.0564192	.0594609	-0.95	0.351	-.1786429	.0658045
LOGCARS D1.	.8033823	.1970314	4.08	0.000	.3983784	1.208386
LOGGDP D1.	.9817508	.1521512	6.45	0.000	.6689995	1.294502
LOGVAT D1.	.3077036	.2742393	1.12	0.272	-.2560033	.8714106
LOGSCT D1.	.0572716	.0423845	1.35	0.188	-.029851	.1443942
_cons	-.0485406	.0096771	-5.02	0.000	-.0684322	-.028649

Πίνακας 8.21: Αποτελέσματα παλινδρόμησης πρώτου μοντέλου

➤ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ ΠΡΩΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

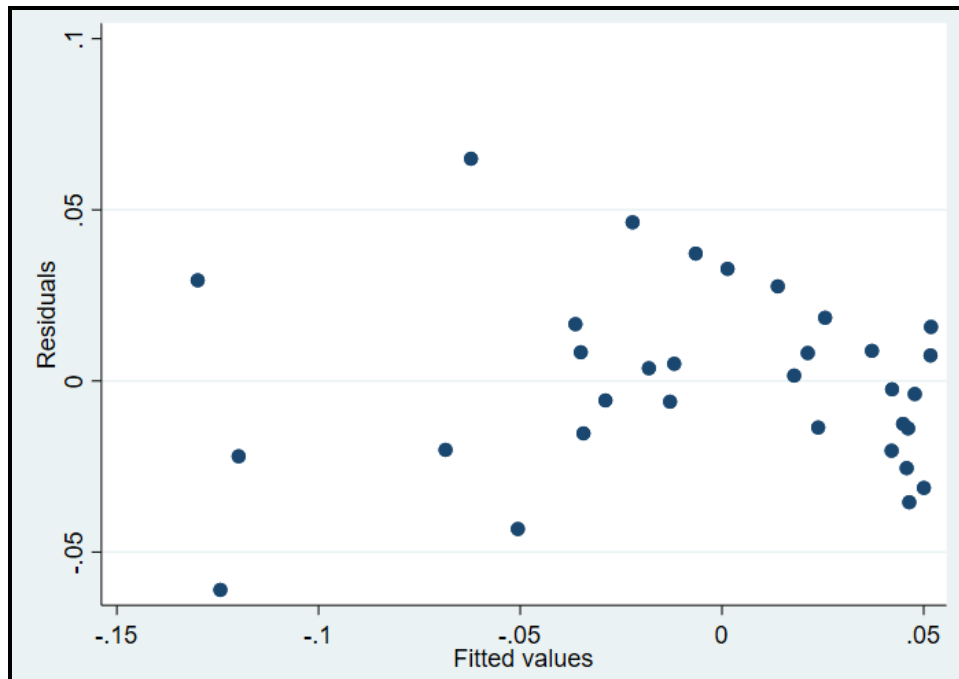
. estat vif		
Variable	VIF	1/VIF
LOGVAT D1.	1.80	0.557064
LOGGDP D1.	1.63	0.614029
LOGPRICE D1.	1.46	0.683451
LOGCARS D1.	1.27	0.785999
LOGSCT D1.	1.22	0.819267
Mean VIF	1.48	

Πίνακας 8.22: Έλεγχος Πολυσυγγραμμικότητας πρώτου μοντέλου

```
. estat dwatson

Durbin-Watson d-statistic( 6, 32) = 2.318037
```

Πίνακας 8.23: Έλεγχος Αυτοσυσχέτισης καταλοίπων πρώτου μοντέλου



Πίνακας 8.24: Κατάλοιπα πρώτου μοντέλου

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of D.LOGCONS

chi2(1)      =    7.02
Prob > chi2  =    0.0081
```

Πίνακας 8.25: Έλεγχος Ετεροσκεδαστικότητας πρώτου μοντέλου

➤ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

. regress d.LOGCONS l.d.LOGCONS d.LOGPRICE d.LOGCARS d.LOGGDP d.LOGVAT d.LOGSCT						
Source	SS	df	MS	Number of obs	=	31
Model	.089042452	6	.014840409	F(6, 24)	=	17.45
Residual	.020413462	24	.000850561	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.8135
				Adj R-squared	=	0.7669
Total	.109455914	30	.00364853	Root MSE	=	.02916
D.LOGCONS	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LOGCONS LD.	-.0800169	.1280301	-0.62	0.538	-.3442579	.1842242
LOGPRICE D1.	-.0749176	.0608701	-1.23	0.230	-.2005473	.050712
LOGCARS D1.	.9360863	.2686213	3.48	0.002	.3816791	1.490494
LOGGDP D1.	.9844414	.1518597	6.48	0.000	.6710185	1.297864
LOGVAT D1.	.3488272	.2760118	1.26	0.218	-.2208332	.9184875
LOGSCT D1.	.0695039	.0435182	1.60	0.123	-.0203133	.1593211

Πίνακας 8.26: Αποτελέσματα παλινδρόμησης δεύτερου μοντέλου

➤ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

. estat hettest	
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity	
Ho: Constant variance	
Variables: fitted values of D.LOGCONS	
chi2(1)	= 7.65
Prob > chi2	= 0.0057

Πίνακας 8.27: Έλεγχος ετεροσκεδαστικότητας δεύτερου μοντέλου

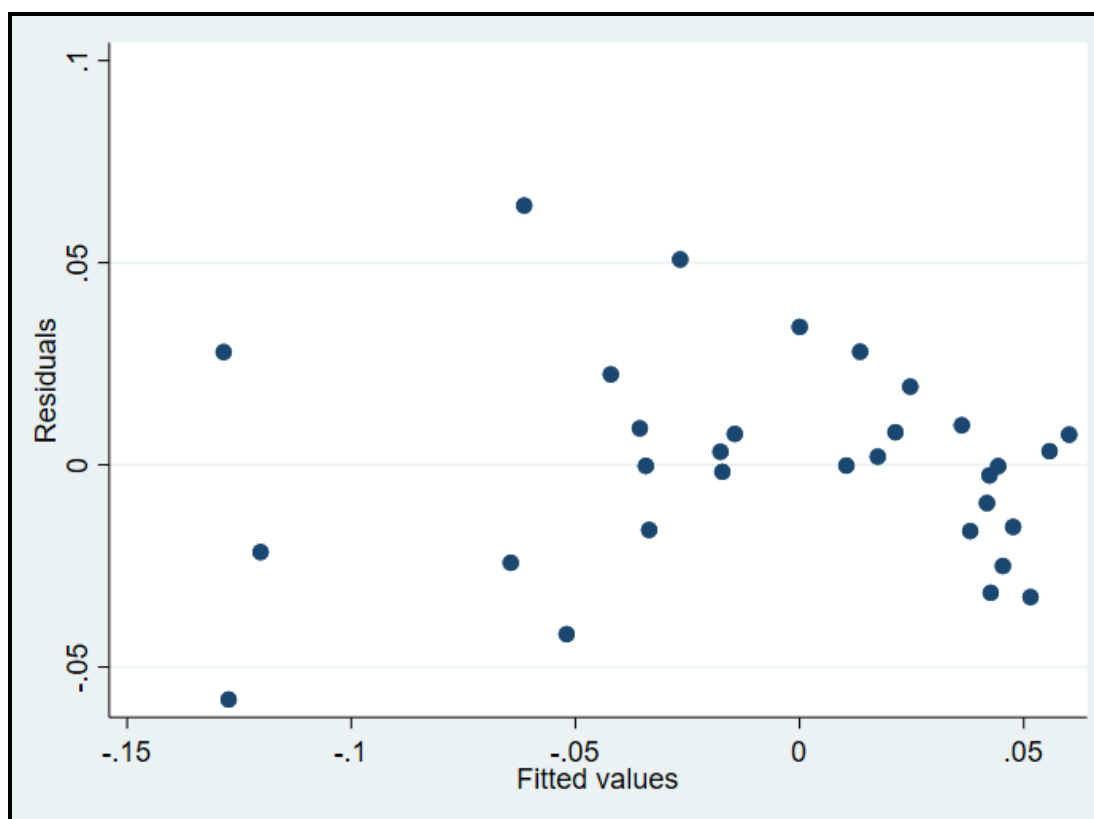
. estat vif		
Variable	VIF	1/VIF
LOGCARS		
D1.	2.38	0.420032
LOGCONS		
LD.	2.13	0.469503
LOGVAT		
D1.	1.82	0.548437
LOGGDP		
D1.	1.63	0.613290
LOGPRICE		
D1.	1.51	0.662396
LOGSCT		
D1.	1.29	0.775617
Mean VIF	1.79	

Πίνακας 8.28: Έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας δεύτερου μοντέλου

```
. estat dwatson
```

Durbin-Watson d-statistic(7, 31) = 2.282011

Πίνακας 8.29: Έλεγχος αυτοσυσχέτισης των καταλοίπων δεύτερου μοντέλου



Πίνακας 8.30: Κατάλοιπα δεύτερου μοντέλου

➤ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΤΡΙΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	31
				F(7, 23)	=	17.18
Model	.091885073	7	.013126439	Prob > F	=	0.0000
Residual	.017570841	23	.00076395	R-squared	=	0.8395
				Adj R-squared	=	0.7906
Total	.109455914	30	.00364853	Root MSE	=	.02764

D.LOGCONS	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LOGCONS						
LD.	-.0951747	.1215907	-0.78	0.442	-.3467043	.1563548
LOGPRICE						
D1.	-.0950135	.0586209	-1.62	0.119	-.2162801	.026253
LD.	.104338	.0540898	1.93	0.066	-.0075553	.2162312
LOGCARS						
D1.	.8836154	.2560267	3.45	0.002	.3539838	1.413247
LOGGDP						
D1.	1.098028	.1555005	7.06	0.000	.7763505	1.419705
LOGVAT						
D1.	.3884	.2623849	1.48	0.152	-.1543845	.9311844
LOGSCT						
D1.	.0922744	.0428991	2.15	0.042	.0035308	.181018
_cons	-.0604875	.0125335	-4.83	0.000	-.0864149	-.03456

Πίνακας 8.31: Αποτελέσματα παλινδρόμησης τρίτου μοντέλου

➤ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ ΤΡΙΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity		
Ho: Constant variance		
Variables: fitted values of D.LOGCONS		
chi2(1)	=	3.31
Prob > chi2	=	0.0690

Πίνακας 8.32: Έλεγχος ετεροσκεδαστικότητας τρίτου μοντέλου

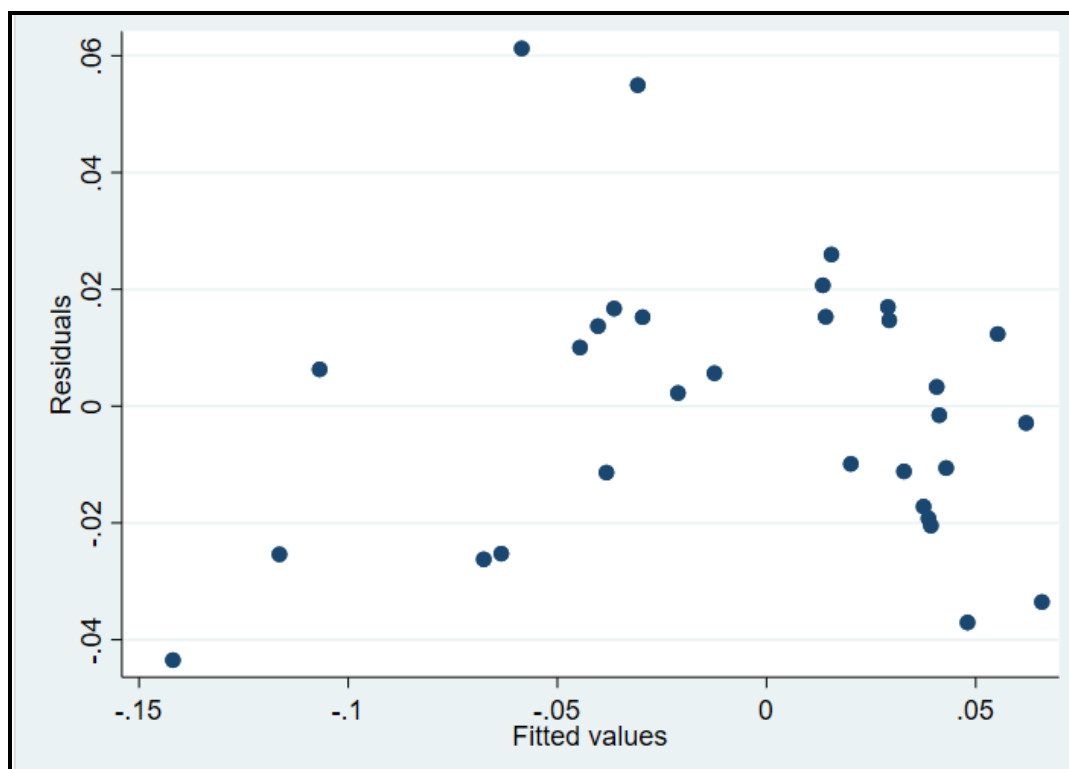
Variable	VIF	1/VIF
LOGCARS		
D1.	2.41	0.415290
LOGCONS		
LD.	2.14	0.467542
LOGGDP		
D1.	1.90	0.525347
LOGVAT		
D1.	1.83	0.545085
LOGPRICE		
D1.	1.56	0.641476
LOGSCT		
D1.	1.39	0.716890
LOGPRICE		
LD.	1.25	0.800330
Mean VIF	1.78	

Πίνακας 8.33: Έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας τρίτου μοντέλου

```
. estat dwatson
```

Durbin-Watson d-statistic(8, 31) = 2.296067

Πίνακας 8.34: Έλεγχος αυτοσυσχέτισης των καταλοίπων τρίτου μοντέλου



Πίνακας 8.35: Κατάλοιπα τρίτου μοντέλου

➤ MONTEAO VECM

Vector error-correction model						
Sample: 1994 - 2022			Number of obs		= 29	
			AIC		= -5.067045	
Log likelihood = 90.47215			HQIC		= -4.816019	
Det(Sigma_ml) = 6.69e-06			SBIC		= -4.265527	
Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2	
D_LOGCONS	8	.050414	0.5093	21.79829	0.0053	
D_LOGPRICE	8	.074457	0.6696	42.55395	0.0000	
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
D_LOGCONS						
_cel						
L1.	-.000761	.0002916	-2.61	0.009	-.0013326	-.0001894
LOGCONS						
LD.	-.1939759	.2480361	-0.78	0.434	-.6801177	.292166
L2D.	-.1520494	.2771875	-0.55	0.583	-.695327	.3912282
L3D.	.0250007	.3504368	0.07	0.943	-.6618429	.7118442
LOGPRICE						
LD.	-.0782643	.0952485	-0.82	0.411	-.2649479	.1084192
L2D.	-.1847973	.1023191	-1.81	0.071	-.3853391	.0157445
L3D.	-.0832582	.1073594	-0.78	0.438	-.2936788	.1271625
_cons	-.018305	.0149152	-1.23	0.220	-.0475382	.0109283
D_LOGPRICE						
_cel						
L1.	-.0002316	.0004307	-0.54	0.591	-.0010758	.0006126
LOGCONS						
LD.	-.8259712	.3663266	-2.25	0.024	-1.543958	-.1079842
L2D.	-1.342574	.4093806	-3.28	0.001	-2.144945	-.5402026
L3D.	2.580478	.5175631	4.99	0.000	1.566073	3.594883
LOGPRICE						
LD.	-.2094348	.1406733	-1.49	0.137	-.4851494	.0662797
L2D.	-.498193	.151116	-3.30	0.001	-.7943749	-.2020112
L3D.	-.0637727	.1585601	-0.40	0.688	-.3745447	.2469993
_cons	.0601499	.0220284	2.73	0.006	.016975	.1033247

Πίνακας 8.36: Αποτελέσματα παλινδρόμησης μοντέλου VECM

Cointegrating equations						
Equation	Parms	chi2	P>chi2			
_cel	1	8.762475	0.0031			
Identification: beta is exactly identified						
Johansen normalization restriction imposed						
beta	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
_cel						
LOGCONS	1	.	.	.	.	.
LOGPRICE	182.1336	61.52854	2.96	0.003	61.53985	302.7273
_cons	-40.66153	.	.	.	.	.

Πίνακας 8.37: Συνέχεια του Πίνακα 8.36

➤ ΕΛΕΓΧΟΙ ΜΟΝΤΕΛΟΥ VECM

Lagrange-multiplier test			
lag	chi2	df	Prob > chi2
1	2.4624	4	0.65139
2	1.6735	4	0.79552
3	1.9575	4	0.74357
4	6.7656	4	0.14881
5	2.3355	4	0.67431
H0: no autocorrelation at lag order			

Πίνακας 8.38: Έλεγχος Lagrange-multiplier

Jarque-Bera test				
Equation	chi2	df	Prob > chi2	
D_LOGCONS	2.492	2	0.28769	
D_LOGPRICE	0.604	2	0.73951	
ALL	3.095	4	0.54201	

Skewness test				
Equation	Skewness	chi2	df	Prob > chi2
D_LOGCONS	-.6668	2.149	1	0.14266
D_LOGPRICE	-.34928	0.590	1	0.44255
ALL		2.739	2	0.25428

Kurtosis test				
Equation	Kurtosis	chi2	df	Prob > chi2
D_LOGCONS	3.5326	0.343	1	0.55824
D_LOGPRICE	3.1071	0.014	1	0.90627
ALL		0.357	2	0.83668

Πίνακας 8.39: Έλεγχος κανονικής κατανομής