

ΠΑΝΕΜΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ
ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ
ΜΕΤΑΒΗΤΕΣ

ΡΟΥΣΣΑΚΗΣ ΜΑΝΩΛΗΣ

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως
μέρους των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Οικονομική και
Επιχειρησιακή Στρατηγική

Πειραιάς, Ιούνιος 2025

UNIVERSITY OF PIREAUS
DEPARTMENT OF ECONOMICS



MASTER PROGRAM IN
ECONOMIC AND BUSINESS STRATEGY

EMPIRICAL INVESTIGATION OF
POLYPROPYLENE PRICE BASED ON OTHER
ECONOMIC VARIABLES

ROUSSAKIS MANOLIS

Master Thesis submitted to the Department of Economics of the University of Piraeus in partial fulfillment
of the requirements for the degree of Master of Arts in Economic and Business Strategy

Piraeus, Greece, June 2025

Αφιερώνεται στη μητέρα μου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά τον καθηγητή και επιβλέπων κ. Χρήστο Αγιακλόγλου για τη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Οι συμβουλές και οι πληροφορίες που μου παρείχε με βοήθησαν να φέρω εις πέρας την ολοκλήρωση της διπλωματικής καθώς και μου προσέφεραν χρήσιμα εφόδια για την μετέπειτα εξέλιξή μου. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη κατανόηση και υποστήριξη που μου παρείχαν.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΗΤΕΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σημαντικοί όροι: Πολυπροπυλένιο, Αργό Πετρέλαιο, Χρυσός, S&P500, Συντελεστής
Συσχέτισης, Απλό Γραμμικό Υπόδειγμα

Ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η μελέτη της σχέσης της τιμής του πολυπροπυλενίου με επιλεγμένες οικονομικές μεταβλητές, συγκεκριμένα με την τιμή του αργού πετρελαίου, την τιμή του χρυσού και τον χρηματιστηριακό δείκτη S&P 500. Σκοπός της εργασίας είναι να εξεταστεί κατά πόσο οι παραπάνω μεταβλητές επηρεάζουν ή σχετίζονται με την εξέλιξη της τιμής του πολυπροπυλενίου, τόσο περιγραφικά όσο και προβλεπτικά, μέσα από την εφαρμογή βασικών οικονομετρικών εργαλείων. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε βασίζεται στη συλλογή εβδομαδιαίων δεδομένων για όλες τις υπό μελέτη μεταβλητές, για την χρονική περίοδο Ιανουάριος 2022 με Δεκέμβριος 2024. Εφαρμόστηκε ο συντελεστής συσχέτισης (r) για την εκτίμηση της έντασης και της κατεύθυνσης της γραμμικής σχέσης ανάμεσα στην τιμή του πολυπροπυλενίου και των υπόλοιπων μεταβλητών.

Για τη διερεύνηση των προβλεπτικών σχέσεων εφαρμόστηκε το απλό γραμμικό υπόδειγμα για το κάθε ζεύγος μεταβλητών. Σκοπός ήταν να εκτιμηθεί αν και κατά πόσο η ανεξάρτητη μεταβλητή μπορεί να προβλέψει την τιμή του πολυπροπυλενίου. Μέσω της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων (OLS), εκτιμήθηκαν οι συντελεστές κλίσης και σταθεράς για κάθε γραμμική σχέση. Η ποιότητα προσαρμογής των μοντέλων αξιολογήθηκε με τον συντελεστή προσδιορισμού (R^2), ο οποίος δείχνει το ποσοστό της διακύμανσης του πολυπροπυλενίου που εξηγείται από κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή. Συμπερασματικά, η εργασία επιβεβαιώνει την ισχυρή σχέση της τιμής του πολυπροπυλενίου με το πετρέλαιο, ενώ υποδεικνύει πως άλλοι οικονομικοί δείκτες δεν έχουν την ίδια επιρροή.

EMPIRICAL INVESTIGATION OF POLYPROPYLENE PRICE BASED ON OTHER ECONOMIC VARIABLES

ABSTRACT

Keywords: Polypropylene, Crude Oil, Gold, S&P 500, Correlation Coefficient, Simple Linear Regression Model

The aim of this study is to investigate the relationship between the price of polypropylene and selected economic variables, specifically the price of crude oil, the price of gold, and the S&P 500 stock market index. The objective is to assess the extent to which these variables influence or are associated with the evolution of polypropylene prices, both descriptively and predictively, through the application of fundamental econometric tools. The methodology followed is based on the collection of weekly data for all the variables under study, covering the period from January 2022 to December 2024. The Pearson correlation coefficient (r) was used to estimate the strength and direction of the linear relationship between the price of polypropylene and each of the other variables.

To explore predictive relationships, a simple linear regression model was applied to each pair of variables. The goal was to determine whether, and to what extent, each independent variable can predict the price of polypropylene. Using the Ordinary Least Squares (OLS) method, the slope and intercept coefficients of the regression line were estimated for each relationship. The goodness of fit of the models was evaluated using the coefficient of determination (R^2), which indicates the proportion of the variance in polypropylene prices explained by each independent variable. In conclusion, the study confirms a strong relationship between the price of polypropylene and crude oil, while suggesting that other economic indicators, such as gold and the S&P 500, do not exert a similarly significant influence.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	vii
Abstract.....	viii
Κατάσταση Πινάκων.....	xii
Κατάσταση Διαγραμμάτων.....	xiii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	
ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ ΚΑΙ ΠΛΑΣΤΙΚΟ.....	
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Διαχρονική Εξέλιξη του Κλάδου.....	3
1.3 Κατηγοριοποίηση των Πλαστικών.....	6
1.4 Πολυπροπυλένιο.....	9
1.5 Πλαστικό και Κυκλική Οικονομία.....	12
1.6 Σημαντικότερες Εταιρείες στον Κλάδο.....	15
1.7 Ανακεφαλαίωση.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	
ΠΕΤΡΑΛΑΙΟ-ΧΡΥΣΟΣ-ΔΕΙΚΤΗΣ S&P 500.....	
2.1 Εισαγωγή.....	20
2.2 Το πετρέλαιο.....	21
2.3 Ο Χρυσός.....	29
2.4 Ο δείκτης S&P500.....	36
2.5 Ανακεφαλαίωση.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	
3.1 Εισαγωγή.....	41
3.2 Αριθμητικά Δεδομένα.....	42

3.3 Συντελεστής Συσχέτισης.....	47
3.4 Απλό Γραμμικό Υπόδειγμα.....	56
3.5 Συμπεράσματα.....	68
3.6 Ανακεφαλαίωση.....	70
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	73

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Οι εταιρείες με τη μεγαλύτερη κεφαλαιοποίηση στις ΗΠΑ το 1ο τρίμηνο του 2025.....	38
Πίνακας 3.1: Συγκεντρωτικός Πίνακας Συντελεστών Συσχέτισης.....	55
Πίνακας 3.2: Συγκεντρωτικός Πίνακας Απλού Γραμμικού Υποδείγματος.....	68

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1: Παραγωγή πλαστικού ανά έτος σε εκατομμύρια Μετρικούς Τόνους.....	4
Διάγραμμα 1.2: Παγκόσμια Ετήσια κατανάλωση Πολυπροπυλενίου σε εκ. τόνους ανά έτος.....	10
Διάγραμμα 1.3: Τιμή Πολυπροπυλενίου Ευρώπης σε €/kg.....	11
Διάγραμμα 2.1: Διαχρονική Τιμή Πετρελαίου (crude oil) σε \$/βαρέλι.....	23
Διάγραμμα 2.2: Παγκόσμια Παραγωγή Πετρελαίου σε Εκ. Βαρέλια/ Παραγωγή OPEC και non-OPEC σε Εκ. Βαρέλια.....	26
Διάγραμμα 2.3: Τιμή Χρυσού ανά έτος 1971-2022 σε \$ ανά ουγγιά.....	32
Διάγραμμα 2.4: Μέση Τιμή S&P500 ανά έτος 1960-2025.....	37
Διάγραμμα 3.1: Τιμή Πολυπροπυλενίου σε \$/βαρέλι.....	43
Διάγραμμα 3.2: Τιμή Αργού Πετρελαίου σε \$/βαρέλι.....	44
Διάγραμμα 3.3: Τιμή Χρυσού σε \$/Ουγγιά.....	45
Διάγραμμα 3.4: Τιμή κλεισίματος Δείκτη S&P500.....	46
Διάγραμμα 3.5: Συγκριτική εξέλιξη μεταβλητών.....	47
Διάγραμμα 3.6: Συσχέτιση τιμών πολυπροπυλενίου με τιμές αργού πετρελαίου.....	52
Διάγραμμα 3.7: Συσχέτιση τιμών Πολυπροπυλενίου με τιμές Futures Χρυσού.....	53
Διάγραμμα 3.8: Συσχέτιση τιμών Πολυπροπυλενίου με τιμές κλεισίματος δείκτη S&P500.....	55
Διάγραμμα 3.9: Γραμμή Παλινδρόμησης για την Τιμή του πολυπροπυλενίου ως συνάρτηση της τιμής Αργού Πετρελαίου.....	63
Διάγραμμα 3.10: Γραμμή Παλινδρόμησης για την Τιμή του πολυπροπυλενίου ως συνάρτηση της τιμής του Χρυσού.....	65
Διάγραμμα 3.11: Γραμμή Παλινδρόμησης για την Τιμή του Πολυπροπυλενίου ως συνάρτηση της τιμής του Δείκτη S&P500.....	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΠΟΛΥΠΡΟΥΛΕΝΙΟ

1.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια το πλαστικό αποτελεί αναμφισβήτητα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας αφού συναντάται σχεδόν στο σύνολο των χρησιμοποιούμενων αντικειμένων έχοντας αντικαταστήσει άλλα υλικά όπως το μέταλλο, το γυαλί ή το ξύλο. Είναι αδύνατο να φανταστούμε τον κόσμο μας σήμερα χωρίς την παρουσία των πλαστικών. Είναι γεγονός ότι η ανακάλυψη και στη συνέχεια η ευρεία βιομηχανική χρήση των πλαστικών διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της ζωής των ανθρώπων. Από την αγροτική παραγωγή μέχρι τη βιομηχανία, την υψηλή τεχνολογία και τη συσκευασία τροφίμων και αγαθών το πλαστικό είναι πανταχού παρόν. Θεωρείται μία κατάκτηση του ανθρώπου, πολύτιμο κατά τη χρήση του σήμερα και με πολλές προοπτικές και πιθανές εφαρμογές για το μέλλον. Δεν είναι τυχαίο ότι η τεχνολογική έκρηξη που σημειώθηκε τον περασμένο αιώνα συνδυάστηκε με την ανακάλυψη και την ευρεία χρήση των πλαστικών υλών.

Σε ένα γενικό ορισμό, τα πλαστικά είναι ένα σύνολο υλικών, συνθετικών ή φυσικών, που έχουν την ιδιότητα να μορφοποιούνται όταν είναι μαλακά και στη συνέχεια να σκληραίνουν διατηρώντας το σχήμα που τους έχει δοθεί. Τα πλαστικά ανήκουν στην κατηγορία των πολυμερών, τα οποία ορίζονται ως χημικές ουσίες που αποτελούνται από επαναλαμβανόμενα μέρη. Τα πολυμερή νοούνται ως αλυσίδες των οποίων τα μέρη είναι τα αντίστοιχα μονομερή (π.χ. το πολυμερές πολυπροπυλένιο αποτελείται από επαναλαμβανόμενα μέρη του αντίστοιχου μονομερούς που είναι το προπυλένιο).

Παραδείγματα φυσικών πολυμερών είναι η κυτταρίνη (σελουλόζη), το λατέξ, το καουτσούκ κ.α. Αντιθέτως, τα συνθετικά πολυμερή είναι προϊόντα εργαστηριακής σύνθεσης και βιομηχανικής παραγωγής, όπως για παράδειγμα το πολυπροπυλένιο, το πολυαιθυλένιο κ.α. . Περισσότερα από το 99% των συνθετικών πλαστικών παράγεται από πετροχημικά. Τα αντίστοιχα μονομερή

(προπυλένιο, αιθυλένιο κτλ.) είναι παραπροϊόντα της πετροχημικής βιομηχανίας (στην Ελλάδα ο μεγαλύτερος παραγωγός πρώτης ύλης πολυμερών είναι τα Ελληνικά Πετρέλαια, πλέον Helleniq Energy) κάτι που δείχνει τη στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ της βιομηχανίας πλαστικού και ενέργειας.

Τα χαρακτηριστικά που καθιέρωσαν τα πλαστικά τόσο δημοφιλή τον προηγούμενο αιώνα είναι πολλά. Πρόκειται για υλικό σχετικά ελαφρύ, εύκολο στη μεταφορά, με μεγάλη διάρκεια ζωής, μηδενικής υδατοδιαπερατότητας (στις βασικές του μορφές). Επίσης με την προσθήκη διαφόρων χημικών τα πλαστικά είναι δυνατό να αποκτήσουν αξιοσημείωτες αντοχές στις ακραίες θερμοκρασίες (υψηλές και χαμηλές) και αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία. Οι περισσότερες πλαστικές ύλες είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας (εξασφαλίζουν δηλαδή θερμομόνωση) και είναι μονωτές της ενέργειας. Ανάλογα με την τεχνολογία και το υλικό το πλαστικό μπορεί να είναι διαπερατό από το οξυγόνο (breathable membranes) ή μη διαπερατό κάτι που το καθιστά ιδανικό στην τεχνολογία των τροφίμων και γενικότερα όταν η υγιεινή πρέπει να διασφαλιστεί.

Είναι δεδομένο ότι το σύνολο των ιδιοτήτων που αναφέρθηκε δεν μπορεί να αντικατασταθεί από κάποιο υλικό και ως εκ τούτου δεν πρέπει να προκαλεί εντύπωση ότι τα τελευταία 70 χρόνια (και παρά τις κατηγορίες που συχνά του προσάπτονται κυρίως για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχει η αλόγιστη χρήση του) έχει κυριαρχήσει. Τα πλαστικά μπορούν να πάρουν διάφορες μορφές (ίνες, φιλμ, ύφασμα, στερεό) και να έχει διαφορετικές εμφανίσεις και χρώματα. Με την υπάρχουσα τεχνολογία, δεν υπάρχει κάποιο άλλο προϊόν που να είναι δυνατό να αντικαταστήσει το πλαστικό και παράλληλα να είναι οικονομικό και σχετικά εύκολο να παραχθεί. Κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα η συγκεκριμένη βιομηχανία ήταν η ταχύτερα αναπτυσσόμενη (Chalmin, 2019) ενώ τις τελευταίες δεκαετίες η αύξηση παραγωγής και χρήσης πλαστικού είναι εκθετική με ρυθμό κοντά στο 10% ανά έτος .

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα αναλυθεί ο κλάδος του πλαστικού, η διαχρονική εξέλιξή του και θα κατηγοριοποιηθούν τα πλαστικά σύμφωνα με την εμπορική τους ονομασία. Επίσης θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά στο πολυπροπυλένιο, στην κυκλική οικονομία της συγκεκριμένης βιομηχανίας καθώς και στις βασικές εταιρείες που κυριαρχούν στον κλάδο.

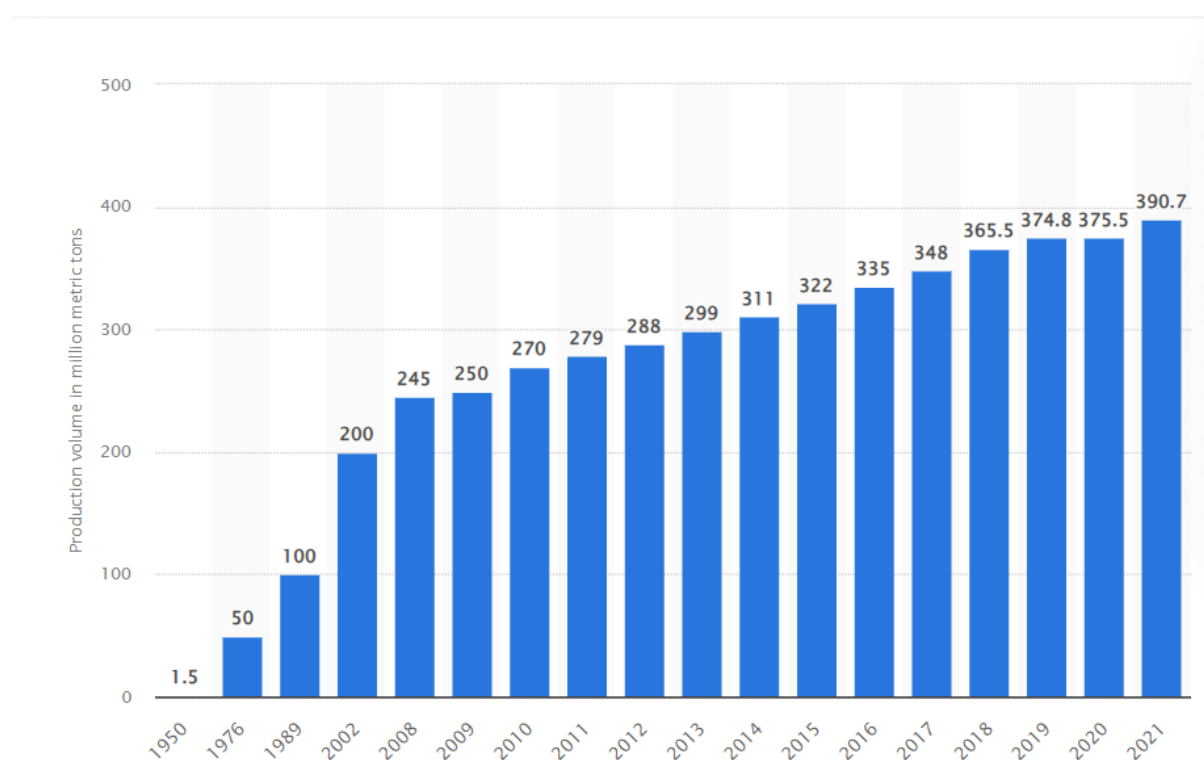
1.2 Διαχρονική Εξέλιξη του Κλάδου του Πλαστικού

Στον Βέλγο χημικό Leo Baekeland πιστώνεται η πρώτη παρασκευή συνθετικού πλαστικού, του βακελίτη το 1907. Παρά την πρόωπη αυτή ανακάλυψη, οι επόμενες 3 δεκαετίες δεν έφεραν ριζοσπαστικές ανακαλύψεις στον κλάδο μέχρι τη δεκαετία του 1930 όταν και ανακαλύφθηκαν το νάιλον, η πολυστερίνη και το πολυαιθυλένιο, υλικά που θα χρησιμοποιούνταν στη βιομηχανία σε μεγάλο βαθμό τα χρόνια που θα ακολουθούσαν.

Η μεγάλη έκρηξη στη χρήση του πλαστικού έγινε μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, τη δεκαετία του 1950 όταν και αναπτύχθηκε το πολυπροπυλένιο που έμελλε να γίνει πρώτη ύλη πολλών ευρέως χρησιμοποιούμενων αντικειμένων τα χρόνια που θα ακολουθούσαν. Παράλληλα το Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) ξεκίνησε να βρίσκει εφαρμογή τόσο στον κατασκευαστικό τομέα όσο και στην παρασκευή σωλήνων. Ήταν η περίοδος κατά την οποία τα πλαστικά θα έμπαιναν σε κάθε νοικοκυριό του δυτικού κόσμου και θα γίνονταν σύμβολο ανάπτυξης και εκσυγχρονισμού. Πλέον τα πλαστικά συναντώνται σε είδη συσκευασίας, στη μόδα, στην αυτοκινητοβιομηχανία και στα οικιακά είδη καθημερινής χρήσης. Τη δεκαετία του 1960 το κόστος παραγωγής πλαστικών μειώθηκε δραστικά και ως εκ τούτου η χρήση αυξήθηκε περαιτέρω, συνδυαστικά με την ανακάλυψη άλλων πολυμερών όπως η πολυουρεθάνη και ο πολυεστέρας.

Η ραγδαία ανάπτυξη του κλάδου του πλαστικού διακόπηκε για λίγο τη δεκαετία του 1970 λόγω της πρώτης πετρελαϊκής κρίσης που εκτόξευσε την τιμή των πετρελαιοειδών και κατά συνέπεια των παραγώγων του όπως είναι τα πολυμερή πλαστικά. Παρότι όμως το περιβάλλον δεν ήταν ευνοϊκό, η νέες ανακαλύψεις στη βιομηχανία του πλαστικού εκείνης της δεκαετίας που επέτρεψαν τη δημιουργία πιο ανθεκτικών και ελαφρύτερων υλικών με τη χρήση χημικών προσθέτων (όπως είναι UV και FR additives) έδωσαν νέα ώθηση στον κλάδο. Η δεκαετία του 1980 χαρακτηρίζεται από την περαιτέρω τεχνική βελτίωση των πλαστικών υλών τα οποία πλέον ανταγωνίζονται υλικά πολύ βαρύτερα και ακριβότερα στα φυσικά χαρακτηριστικά τους όπως για παράδειγμα στην αντοχή. Η νέα χιλιετία έφερε περιβαλλοντική επαγρύπνηση για τη χρήση των πλαστικών, ενώ οι νέες τεχνολογικές ανακαλύψεις ήταν κυρίως στο πεδίο των βιοδιασπώμενων πλαστικών και στη δημιουργία πλαστικών υλών φυτικής προέλευσης (PLA).

Ο ρυθμός αύξησης της παραγωγής πλαστικού παγκοσμίως είναι ενδεικτικό της σπουδαιότητας που διαδραματίζει η συγκεκριμένη ομάδα υλικών στην παγκόσμια οικονομία. Από την ανακάλυψη των υλικών τον προηγούμενο αιώνα, μέχρι την ευρεία βιομηχανική χρήση τη δεκαετία του '70 και την καθιέρωσή του ως ένα απαραίτητο υλικό του κόσμου όπως τον γνωρίζουμε, έχει μεσολαβήσει ή έκρηξη της παραγωγής και κατανάλωσης πολλών διαφορετικών ειδών πλαστικού, από 1.5 εκατομμύριο τόνους τη δεκαετία του 1950 μέχρι τους 390 εκατομμύρια τόνους τη δεκαετία του 2020 όπως φαίνεται και στον Διάγραμμα 1.1.



Πηγή: Statista.com

Διάγραμμα 1.1: Παραγωγή πλαστικού ανά έτος σε εκατομμύρια Μετρικούς Τόνους

Τα πιο πρόσφατα στοιχεία (Statista, 2021) δείχνουν ότι η παραγωγή πλαστικού αυξάνεται σταθερά από έτος σε έτος, ενώ από το 2002 μέχρι το 2019 η ποσότητα σχεδόν διπλασιάστηκε (200 εκ. τόνοι το 2002 έναντι 390 τόνων το 2019). Όλες οι προβολές από τους διεθνείς οργανισμούς φανερώνουν αυξητική τάση και προβλέπουν περαιτέρω διπλασιασμό της παραγόμενης ποσότητας μέχρι το

2050. Να σημειωθεί ότι το 2020 ο ρυθμός αύξησης της παραγωγής πλαστικού επηρεάστηκε από την πανδημία του Covid-19 όταν και εμφανίστηκαν δύο αντίρροπες δυνάμεις: από τη μία υπήρξε η επιβράδυνση του εμπορίου λόγω των περιορισμών που επέφερε η πανδημία, ενώ από την άλλη τα είδη προσωπικής υγιεινής και η συσκευασία στην εστίαση γνώρισε πρωτοφανή ανάπτυξη. Τέλος παρατηρήθηκε μία μικρή αύξηση η οποία πιστοποιήθηκε την επόμενη χρονιά.

Ενώ τα πλαστικά παράγονται και καταναλώνονται σχεδόν σε κάθε γωνία της Γης, υπάρχουν εντούτοις κάποιοι σημαντικοί γεωγραφικοί παράμετροι που καθορίζουν τη συνολική ζήτηση του προϊόντος. (GLOBAL PLASTICS OUTLOOK OECD, 2022) Περίπου τα δύο τρίτα των παραγόμενων πλαστικών κατευθύνονται στις αγορές των χωρών μελών του ΟΟΣΑ και της Λαϊκής Δημοκρατίας της Κίνας. Η Κίνα απορροφά περίπου το 20% του πλαστικού, ενώ οι ΗΠΑ περίπου το 18% και οι χώρες της Ευρώπης 20% ενώ τα υπόλοιπα μέλη του ΟΟΣΑ 9%. Βεβαίως η κατανάλωση πλαστικού ανά χώρα είναι ένας δείκτης που αλλάζει δραστικά από δεκαετία σε δεκαετία και σε ένα βαθμό αντανακλά την οικονομική ανάπτυξη της κάθε χώρας/περιοχής στον χρόνο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι χώρες μέλη του ΟΟΣΑ που από το 87% της κατανάλωσης τη δεκαετία του 80 έχουν πέσει στο 46% το 2019 (αποτέλεσμα της ανάπτυξης άλλων χωρών κατά την πάροδο των προηγούμενων δεκαετιών). Πέρα από την κατανάλωση ανά γεωγραφική περιοχή, ενδεικτική είναι και η παραγωγή πλαστικού ανά χώρα/ήπειρο. Με βάση στοιχεία του 2019, η πλειονότητα των πλαστικών με ποσοστό 51% παράγεται στην Ασία (όπου βεβαίως τη μερίδα του λέοντος κατέχει η Κίνα με 31%) ενώ ακολουθούν οι χώρες NAFTA (Canada, Mexico, United States of America) με 19%. Στην Ευρώπη γίνεται παράγεται το 16% του πλαστικού, στην Αφρική 7% και στην Λατινική Αμερική 4% (Στοιχεία από Plastic Europe Market Research Group, 2019).

Περαιτέρω κατηγοριοποίηση της κατανάλωσης πλαστικού μπορεί να γίνει με βάση τη χρήση του τελικού προϊόντος. Με στοιχεία του 2019 για την Ευρώπη των 27, το 39.6% των πλαστικού χρησιμοποιήθηκε για τον τομέα της συσκευασίας, το 20.4% στην κατασκευή, το 9.6% στην αυτοκινητοβιομηχανία, το 6.2% στις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, το 4.1% για είδη νοικοκυριού και χόμπι, το 3.4% στην αγροτική παραγωγή και ένα 16.7% σε διάφορες υποκατηγορίες (έπιπλα, είδη υγείας κ.α.).

Αναφορικά με τα είδη πλαστικού που χρησιμοποιούνται περισσότερο, σύμφωνα με την ίδια έρευνα (Plastics Europe Market Research Group, 2020) για την Ευρωπαϊκή Ένωση, το

Πολυπροπυλένιο ήταν η πρώτη ύλη που είχε τη μεγαλύτερη χρήση για το 2019 με ποσοστό 19.4% (χρησιμοποιήθηκε για συσκευασία τροφίμων, καπάκια, δοχεία, σωλήνες, ανταλλακτικά αυτοκινήτων κα.) ακολουθήσε το Χαμηλής Πυκνότητας Πολυαιθυλένιο ή LDPE με 17.4% (εεπαναχρησιμοποιούμενες σακούλες, καφάσια, αγροτικά φιλμ, φιλμ συσκευασίας τροφίμων), το Υψηλής Πυκνότητας Πολυαιθυλένιο ή HDPE με 12,4% (πλαστικά παιχνίδια, μπουκάλια σαμπουάν, σωλήνες, είδη σπιτιού) το Πολυβινυλοχλωρίδιο ή PVC με 10% (προϊόν που χρησιμοποιείται κυρίως για προφίλ παραθύρων και πορτών, μόνωση καλωδίων, σωλήνων κα.), η Πολυουρεθάνη ή PU (χρησιμοποιείται κυρίως σε μορφή αφρού για μόνωση κτιρίων) και σε μικρότερα ποσοστά ακολουθεί ο Πολυεστέρας, και οι Πολυστερίνες. Σε πολλές έρευνες έχει σημειωθεί η σύνδεση του κατά κεφαλήν εισοδήματος με την κατανάλωση πλαστικού και την παραγωγή πλαστικών απορριμμάτων (Jambeck et al. 2015), καταδεικνύοντας τη συσχέτιση πλούτου με χρήση πλαστικού. Η σημαντική επίδραση της βιομηχανίας του πλαστικού στην οικονομία της Ευρωπαϊκής Ένωσης γίνεται αντιληπτή και από το πλήθος θέσεων εργασίας που απασχολεί. Μόνο στην Ευρώπη, υπολογίζεται ότι 1.5 εκατομμύρια άνθρωποι απασχολούνται στη συγκεκριμένη βιομηχανία.

1.3 Κατηγοριοποίηση των Πλαστικών

Η κατηγοριοποίηση των συνθετικών πλαστικών υλικών μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Με βάση τη συμπεριφορά των πλαστικών στις μεταβολές της θερμοκρασίας αυτά κατατάσσονται σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες:

Θερμοπλαστικά: Τα πολυμερή τα οποία ρευστοποιούνται σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών και ανάλογα με τις ιδιότητες του καθενός και με την πτώση της θερμοκρασίας επέρχεται η σταθεροποίηση. Αυτή είναι μία διαδικασία που στα θερμοπλαστικά δύναται να επαναλαμβάνεται στο διηνεκές χωρίς να επηρεάζεται η χημική δομή των πολυμερών με την προϋπόθεση η θερμοκρασία να μην υπερβεί κάποιες κρίσιμες τιμές πάνω από τις οποίες το υλικό καταστρέφεται. Οι κυριότεροι τύποι θερμοπλαστικών είναι το Πολυπροπυλένιο, το Πολυαιθυλένιο κα. Οι βασικές χρήσεις των θερμοπλαστικών είναι στους τομείς της συσκευασίας, στα καταναλωτικά αγαθά και στην οικοδομή.

Θερμοσκληρούμενα: Τα θερμοσκληρούμενα (ή αλλιώς θερμοσταθερά) πλαστικά έρχονται σε στέρεα ή υγρή μορφή και είναι δυνατό να λιώσουν στις κατάλληλες θερμοκρασίες. Η βασική διαφορά με τα θερμοσταθερά είναι ότι η διαδικασία αυτή δε μπορεί να είναι αντιστρεπτή. Οι χημικές αντιδράσεις που έχουν προκληθεί μετά την ψύξη του προϊόντος δεν είναι δυνατό να επανέλθουν αν η θερμοκρασία ανεβεί. Σε περίπτωση θέρμανσης πέρα από κάποιο οριακό σημείο επέρχεται η χημική αποσύνθεση των πολυμερών. Κάποια βασικά είδη θερμοσκληρούμενων υλικών είναι οι πολυουρεθάνες (μονωτικοί αφροί), το καουτσούκ, ο βακελίτης κα.

Ελαστομερή: Η τρίτη κατηγορία πλαστικών και αυτή με τη μικρότερη οικονομική σημασία. Πολυμερή υλικά τα οποία βρίσκονται σε κολλώδη κατάσταση (ή αλλιώς κατάσταση πλαστικής κόμεως). Τα βασικά χαρακτηριστικά είναι η υψηλή ελαστικότητα και η αντοχή στις παραμορφώσεις. Οι βασικότερες χρήσεις ελαστομερών είναι για κόλλες, μονώσεις, αλλά και σε προϊόντα όπως τα ελαστικά αυτοκινήτων και οι σόλες παπουτσιών.

Πέρα από τη βασική κατηγοριοποίηση των πλαστικών που προηγήθηκε, αυτά μπορεί να χωριστούν και με βάση τον χημικό τους τύπο. Τα σημαντικότερα πλαστικά με βάση την εμπορική τους χρήση είναι τα παρακάτω:

Πολυαιθυλένιο : Θερμοπλαστικό, πολυμερές το οποίο παράγεται με πολυμερισμό του αιθυλενίου (αντίστοιχο μονομερές). Όταν συναντάται στη βασική του μορφή είναι διαφανές και άοσμο στερεό. Οι κυριότεροι εμπορικοί τύποι Πολυαιθυλενίου (PE) είναι το υψηλής πυκνότητας Πολυαιθυλένιο η HDPE και το χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο ή LDPE. Το HDPE χρησιμοποιείται για την παραγωγή φιλμ για εφαρμογές στα τρόφιμα (εγκεκριμένο από τον FDA αλλά και για την παραγωγή σωλήνων, πλαστικών παιχνιδιών, δοχείων κα (Καραβασίλη, 2013, Θεσσαλονίκη). Το LDPE χρησιμοποιείται κυρίως σε μεμβράνες συσκευασίας, φιλμ θερμοκηπίων κα.

Πολυστερίνη: Η πολυστερίνη (PS) είναι θερμοπλαστικό που παράγεται από το μονομερές στυρένιο, είναι στερεή όταν βρίσκεται σε θερμοκρασία δωματίου, αλλά λιώνει όταν θερμανθεί. Από την πολυστερίνη παράγεται η εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) ένα υλικό που είναι γνωστό για τις θερμομονωτικές του ιδιότητες (Καλαργάρης, 2013, Αθήνα).

Πολυ(τερεφθαλικός αιθυλενεστέρας): Είναι ένας γραμμικός θερμοπλαστικός πολυεστέρας (PET) και είναι από τα σημαντικότερα πολυμερή που χρησιμοποιούνται εξαιτίας της ευκολίας

μορφοποίησής του. Το PET αρχικά αντικατέστησε φυσικές ίνες που χρησιμοποιούνταν κυρίως στα είδη ένδυσης ενώ στη συνέχεια η χρήση του επεκτάθηκε και σε άλλους τομείς ινόμερφων προϊόντων (π.χ. γεωσυνθετικά υφάσματα). Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του PET είναι η ευκολία στην ανακύκλωσή του (κυρίως μηχανική ανακύκλωση) (Κοντός Γιάννης, Θεσσαλονίκη, 2017).

Πολυβινυλοχλωρίδιο: Θερμοπλαστικό το οποίο παράγεται από το πετρέλαιο και το χλώριο. Είναι ένα από τα κυριότερα χρησιμοποιούμενα πλαστικά κυρίως λόγω της εκτεταμένης χρήσης τους στη βιομηχανία δομικών (προφίλ παραθύρων και πορτών). Πέρα από τη δόμηση το Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) χρησιμοποιείται και στην παραγωγή καλωδίων.

Πολυαμίδια: Τα πολυαμίδια (γνωστά και ως νάιλον) εντάσσονται στην κατηγορία των θερμοπλαστικών και χρησιμοποιούνται στην κατασκευή χυτών προϊόντων και στη σύνθεση ινών. Αυτή η οικογένεια πολυμερών ανακαλύφθηκε τη δεκαετία του 1930 από τον W. Carothers στην προσπάθειά του να παράγει συνθετικές ίνες. Οι ίνες από νάιλον προσομοιάζουν με αυτές του μεταξιού όσον αφορά τις μηχανικές ιδιότητες, κάτι που οδήγησε στην εμπορική επιτυχία του προϊόντος (Πολέμης, 2016, Αθήνα). Πέρα από την παραγωγή ινών τα πολυαμίδια χρησιμοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία, στα ηλεκτρικά είδη, καταναλωτικά αγαθά κ.α.

Πολυπροπυλένιο: Από τα σπουδαιότερα θερμοπλαστικό αναφορικά με τους όγκους και τις χρήσεις. Το πολυπροπυλένιο (PP) παράγεται από το μονομερές προπυλένιο και χρησιμοποιείται κατά κόρον στη συσκευασία, στην παραγωγή τεχνικών υφασμάτων, στην αυτοκινητοβιομηχανία, ως δομικό υλικό κ.α.

Τέλος, πέρα από τα συμβατικά είδη πλαστικού που αναφέρθηκαν, υπάρχει και μία άλλη κατηγορία πλαστικών η οποία αναμένεται μελλοντικά να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στον κλάδο: τα βιοπλαστικά. Πρόκειται για υλικά νέας τεχνολογίας τα οποία θεωρούνται ως μία περιβαλλοντικά βιώσιμη εναλλακτική έναντι των παραδοσιακών πλαστικών υλών. Ένα βασικό ζητούμενο της βιομηχανίας των πλαστικών είναι η βιοαποδόμηση. Κάτω από τον όρο βιοπλαστικά υπάγεται μία ευρεία οικογένεια υλικών τα οποία προέρχονται από διαφορετικές πηγές και έχουν ευρύ πεδίο εφαρμογής και ποικίλες ιδιότητες. Με τον όρο βιοπλαστικά εννοούνται τα πλαστικά η παραγωγή των οποίων γίνεται από βιολογικές πρώτες ύλες όπως το ζαχαροκάλαμο, δημητριακά, φυτικά έλαια αλλά και τα πλαστικά που έχουν την ιδιότητα να βιοαποδομούνται από μικροοργανισμούς στις χημικές ενώσεις από τις οποίες αποτελούνται δηλαδή νερό, ανθρακικές ενώσεις και χημικές

ενώσεις. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό τα παραπάνω υλικά έχουν υψηλό κόστος παραγωγής, όσο όμως εντείνονται οι πιέσεις για τον περιορισμό των παραδοσιακών συνθετικών πλαστικών υλών (και ειδικότερα των πλαστικών μίας χρήσης) η ανάπτυξη και εφαρμογή των βιοπλαστικών θα κερδίζει έδαφος (Σιέττου, 2022, Πειραιάς).

1.4 Πολυπροπυλένιο

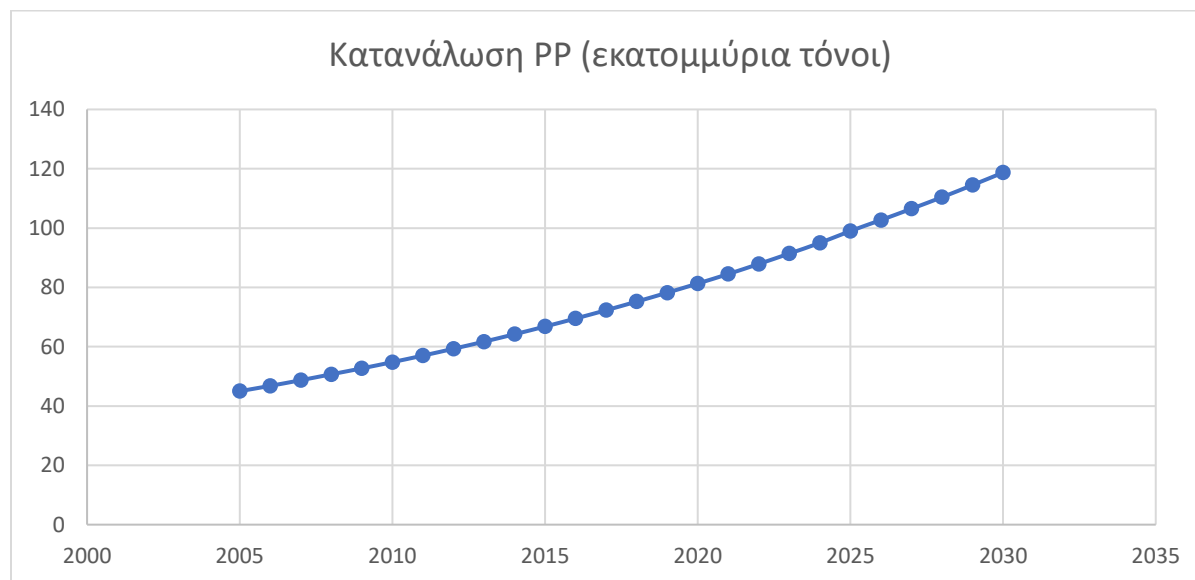
Το πολυπροπυλένιο είναι ένα πολυμερές θερμοπλαστικό το οποίο υπάγεται στην κατηγορία των πολυολεφίνων. Θεωρείται το δεύτερο σε σπουδαιότητα πλαστικό (αναφορικά με τις ποσότητες που χρησιμοποιούνται ετησίως μετά το πολυαιθυλένιο. Το μονομερές που είναι η βάση του είναι το προπυλένιο (χημικός τύπος C_3H_6) μονάδες του οποίου πολυμερίζονται με χρήση καταλυτών δίνοντας το τελικό πολυμερές. Ο Ιταλός χημικός Giulio Natta θεωρείται ο πατέρας του πολυπροπυλενίου με την ανακάλυψη του συγκεκριμένου πλαστικού να λαμβάνει χώρα το 1954, ενώ τρία χρόνια αργότερα το 197 ξεκίνησε η εμπορική παραγωγή.

Η παραγωγή πολυπροπυλενίου για το 2020 ξεπέρασε τους 75 εκατομμύρια τόνους (Plastic Europe, 2022) κρατώντας ένα μερίδιο στην παγκόσμια αγορά πλαστικού διαχρονικά στο 20-25% ανάλογα με τη χρονιά. Η ευκολία στη διαχείριση καθώς και η σχέση κόστος οφέλους είναι από τους βασικούς λόγους για την ευρεία χρήση του με τις διάφορες τεχνολογίες (injection molding, thermoforming κ.α.). η χρήση του πολυπροπυλενίου βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς τομείς όπως είναι η συσκευασία (φίλμ τροφίμων, πλαστικά δοχεία, καπάκια), αυτοκινητοβιομηχανία (πλαστικά μέρη του αυτοκινήτου όπως οι προφυλακτήρες ή τα ταμπλό), σε οικιακά είδη όπως στην επιπλοποιία σε μορφή τεχνικών υφασμάτων, στον ιατρικό και τον φαρμακευτικό κλάδο λόγω της ικανότητας να διατηρεί τα χαρακτηριστικά του σε υψηλές θερμοκρασίες και κατά συνέπεια να αποστειρώνεται και σε βιομηχανικές παραγωγές στη διαδικασία δημιουργίας άλλων προϊόντων. Να σημειωθεί ότι με την τεχνολογία παραγωγής συνεχόμενων ινών (continuous filament) είτε κομμένων ινών (staple fiber) δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας τεχνικών μη υφαντών υφασμάτων πολυπροπυλενίου υψηλής ποιότητας που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές εφαρμογές με κυριότερη αυτών την οδοποιία και τα έργα υποδομής.

Το πολυπροπυλένιο χαρακτηρίζεται από απουσία ηλεκτρικής αγωγιμότητας ενώ είναι και κακός αγωγός της θερμότητας. Το σημείο τήξης είναι λίγο πάνω από τους 160° C, και το ειδικό βάρος είναι 0,915 (κατά συνέπεια δεν επιπλέει στο νερό κάτι που είναι σημαντικό για τη ναυτιλιακή σχοινοποιία από νήμα πολυπροπυλενίου). Άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά του πολυπροπυλενίου είναι η υψηλή χημική αντοχή, η καλή ακαμψία και η αντίσταση σε κρούσεις. Με την ανάμειξή του με πρόσθετα, είναι δυνατό να αποκτήσει αντίσταση στην ηλιακή ακτινοβολία (UV additives), ανθεκτικότητα στην καύση (FR additives) ή ανθεκτικότητα στο ψύχος.

Το πολυπροπυλένιο είναι από τα ανακυκλώσιμα πολυμερή, με την κυριότερη αδυναμία να εντοπίζεται στην δυσκολία διαλογής, ανάκτησης και καθαρισμού του υλικού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μεγάλο μέρος να καταλήγει είτε στους χώρους υγειονομικής ταφής είτε για καύση με σκοπό την παραγωγή ενέργειας.

Αναφορικά με την κατανάλωση του πολυπροπυλενίου ανά έτος, αυτή παρουσιάζει σημαντική αύξηση ειδικά τις τελευταίες 2 δεκαετίες όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 1.2. Η πρόβλεψη για το 2030 είναι ότι το μέγεθος της αγοράς θα φτάσει τους 110 εκατομμύρια τόνους ετησίως από το αντίστοιχο των 45 εκατομμυρίων τόνων που ίσχυε το 2000 με τον ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης για αυτές τις δεκαετίες να είναι στο 3.7% (chemanalyst.com). Η αύξηση της συγκεκριμένης βιομηχανίας τροφοδοτείται από την ολοένα και ευρύτερη χρήση του στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων αφού αυτός αντιπροσωπεύει περίπου το 40-45% της συνολικής ζήτησης.



Διάγραμμα 1.2: Παγκόσμια Ετήσια κατανάλωση Πολυπροπυλενίου σε εκ. τόνους ανά έτος

Η τιμή του πολυπροπυλενίου είναι πολύ σημαντική για την παγκόσμια οικονομία αφού αποτελεί την πρώτη ύλη για πολλά αγαθά ευρείας κατανάλωσης και έτσι κάθε αύξηση γίνεται άμεσα αισθητή στον καταναλωτή. Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 1.3 η τιμή (εκφρασμένη σε €/κιλό) παρουσιάζει σχετική σταθερότητα, ενώ εμφανής είναι η επίδραση της πανδημίας Covid-19 και των πληθωριστικών πιέσεων που ακολούθησαν από τον Μάρτιο του 2021 μέχρι τον Μάρτιο του 2022 οπότε και ξεκινάει η αποκλιμάκωση της τιμής και η επιστροφή στα προ κρίσης επίπεδα. Η τιμή του πολυπροπυλενίου εξαρτάται κυρίως από το κόστος των πρώτων υλών και της ενέργειας.



Διάγραμμα 1.3: Τιμή Πολυπροπυλενίου Ευρώπης σε €/kg.

Η πρώτη ύλη του πολυπροπυλενίου είναι το αντίστοιχο μονομερές (προπυλένιο) το οποίο παράγεται από το πετρέλαιο. Είναι αυτονόητο ότι μία απότομη αύξηση της τιμής του πετρελαίου θα επηρεάσει αντίστοιχα και την τιμή του πλαστικού, ενώ θα συμπαρασύρει και το ενεργειακό κόστος που αποτελεί σημαντικό παράγοντα της τιμής αφού ο πολυμερισμός είναι μία ιδιαίτερα ενεργοβόρος διαδικασία. Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την τιμή του πολυπροπυλενίου (και της πλαστικής βιομηχανίας γενικότερα) είναι η προσφορά και η ζήτηση. Σε περιόδους

οικονομικής ανάπτυξης, η ζήτηση για αγαθά αυξάνεται και συμπαράσχει την τιμή των πρώτων υλών όπως το πολυπροπυλένιο. Αντίστοιχα σε περιόδους ύφεσης, η μειωμένη ζήτηση για αγαθά σπρώχνει την τιμή προς τα κάτω. Στο ίδιο πλαίσιο, διαταραχές είτε της εφοδιαστικής αλυσίδας (όπως αυτή που παρατηρήθηκε στα χρόνια της πανδημίας), είτε στην παραγωγή του πολυπροπυλενίου που μπορεί να οφείλεται σε κλείσιμο κάποιας παραγωγικής εγκατάστασης (force majeure) δύναται να επηρεάσει την τιμή.

1.5 Πλαστικό και Κυκλική Οικονομία

Τα πλαστικά ενώ έχουν κατηγορηθεί ως επιβλαβή για το περιβάλλον, στην πραγματικότητα αποτελούν βασικό συστατικό προς ένα ενεργειακά αποδοτικό και κλιματικά ουδέτερο μέλλον, αρκεί βεβαίως η χρήση να είναι ορθή και η απόρριψη σύμφωνα με τους κανόνες. Τα διάφορα πλαστικά προϊόντα που καταναλώνονται έχουν διαφορετικό χρόνο ζωής. Πολλά από αυτά χρησιμοποιούνται για χρόνια (για παράδειγμα καλώδια, πλαστικά μέρη αυτοκινήτου, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές) και κατά συνέπεια δεν καθίστανται απορρίμματα την ίδια περίοδο που αγοράζονται. Υπάρχει βεβαίως και ένα μεγάλο μέρος πλαστικών προϊόντων που είναι εξαιρετικά βραχύβιο, αυτό αφορά κυρίως τα πλαστικά προϊόντα συσκευασίας (σακούλες, κύπελλα, φιλμ) και άλλα πλαστικά μίας χρήσης (καλαμάκια, μάσκες μία χρήσης κτλ.). Σχεδόν τα δύο τρίτα των πλαστικών απορριμμάτων που παράγονται ετησίως αφορούν πλαστικά ο κύκλος ζωής των οποίων είναι μικρότερος από 5 έτη (συσκευασία, καταναλωτικά αγαθά, υφάσματα).

Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται και σε συνδυασμό με την αύξηση των εισοδημάτων στις υπό ανάπτυξη οικονομίες είχε ως αποτέλεσμα τον υπερδιπλασιασμό της παραγωγή πλαστικών απορριμμάτων από 156 εκ. τόνους το 2000 σε 353 εκ. τόνους το 2019 (Global Plastic Outlook, OECD, 2022). Υπολογίζεται ότι μόνο το ένα τρίτο από αυτήν την ποσότητα συλλέγεται για ανακύκλωση αλλά οι 22 από αυτούς χρειάζονται περαιτέρω επεξεργασία. Τελικά, το 9% των πλαστικών απορριμμάτων ανακυκλώνεται, το 19% αποτεφρώνεται, ενώ 50% καταλήγει στις χωματερές. Το υπόλοιπο 22% αποτίθεται σε μη ελεγχόμενες χωματερές, καίγεται στην ύπαιθρο ή με κάποιον άλλο τρόπο διαρρέει στο περιβάλλον (ξηρά ή θάλασσα) συμβάλλοντας στην μόλυνση του.

Πέρα από τους άμεσους κινδύνους που προκύπτουν στο περιβάλλον από τη διαρροή των πλαστικών απορριμμάτων, η πλαστική βιομηχανία είναι επίσης από τους βασικότερους συντελεστές εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου. Για το 2019 υπολογίζεται ότι 1.8 γιγατόνοι αερίων θερμοκηπίου εκλυθήκαν στην ατμόσφαιρα από τη συγκεκριμένη βιομηχανία, κάτι που αντιστοιχεί στο 3.4% των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών για το ίδιο έτος (OECD, Global Plastic Outlook Database). Η χρήση βιοπλαστικών παραγομένων από βιομάζα όπως το καλαμπόκι, το ζαχαροκάλαμο και η βρόμη είναι δυνατόν να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, παρόλα αυτά εγείρονται ερωτήματα αναφορικά με το έμμεσο περιβαλλοντικό αποτύπωμα από την παραγωγή των αντίστοιχων αγροτικών προϊόντων.

Ο αποτελεσματικότερος τρόπος διαχείρισης των πλαστικών απορριμμάτων είναι η ανακύκλωση τους. Η ανακύκλωση των πλαστικών απορριμμάτων μπορεί να διαχωριστεί στην (i) πρωτογενή ανακύκλωση, που αφορά πλαστικά παρόμοιου τύπου με αυτά από τα οποία προήλθαν (ii) μηχανική ή δευτερογενή ανακύκλωση, κατά την οποία τα πλαστικά εμφανίζουν διαφοροποιημένες θερμικές και μηχανικές ιδιότητες συγκρινόμενα με αυτά από τα οποία προήλθαν (iii) τριτογενή ή θερμική ανακύκλωση που περιλαμβάνει πυρόλυση, καταλυτική διάσπαση/θερμική διάσπαση και (iv) αποτέφρωση ή τεταρτογενή ανακύκλωση που αφορά την ανάκτηση ενέργειας μετά την καύση των πλαστικών απορριμμάτων (Μπόκαρης, 2012).

Η ανακύκλωση των πλαστικών απορριμμάτων είναι μία διαδικασία που έχει πολλές δυσκολίες. Το βασικότερο πρόβλημα είναι η διαλογή των πλαστικών (πολλά πλαστικά απορρίπτονται ενωμένα με άλλα υλικά όπως για παράδειγμα στις ηλεκτρικές συσκευές) αλλά και το ότι η κατάσταση στην οποία βρίσκονται μετά τη χρήση τους μπορεί να μην είναι κατάλληλη (π.χ. αγροτικά πλαστικά απορρίμματα μολυσμένα είτε με αγροχημικά είτε με υπολείμματα χόματος). Στην δεύτερη κατηγορία υπάγονται και οι μάσκες μίας χρήσης που χρησιμοποιήθηκαν κατά κόρον στην πανδημία και οι οποίες θεωρήθηκαν νοσοκομειακό απόβλητο με περιορισμούς στην ανακύκλωση.

Ειδική μνεία πρέπει να γίνει στην επίδραση του Covid-19 στη ρύπανση από τα πλαστικά αφού επικράτησαν δύο τάσεις (όπως προαναφέρθηκε): από τη μία μεριά η παγκόσμια ζήτηση για συγκεκριμένα πλαστικά αυξήθηκε σημαντικά. Αυτό πυροδοτήθηκε κυρίως από τον τομέα υγείας και πιο συγκεκριμένα από τη ζήτηση για είδη προσωπικής υγιεινής. Το πλαστικό που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή масκών μίας χρήσης (απλές χειρουργικές και τύπου FFP2)

υπολογίζεται για το 2020 στους 300.000 τόνους. Σε αυτήν την ποσότητα πρέπει να συνυπολογιστεί η αυξημένη χρήση πλαστικού λόγω της διόγκωσης του ηλεκτρονικού εμπορίου (υλικά συσκευασίας δεμάτων) και της αλλαγής των συνηθειών στην εστίαση (take out παραγγελίες) που προέκυψαν από τους υγειονομικούς περιορισμούς. Στον αντίποδα, σημαντική μείωση παρατηρήθηκε στη συνολική παγκόσμια οικονομική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της πανδημίας και κατά συνέπεια η γενικότερη ζήτηση και χρήση πλαστικού μειώθηκε (στάση εμπορίου, πάγωμα στον κατασκευαστικό τομέα, μείωση στην παραγωγή της βιομηχανίας αυτοκινήτου και προβλήματα στην εφοδιαστική αλυσίδα). Η μείωση της παραγωγής πλαστικού εξαιτίας των παραπάνω λόγων υπολογίζεται στους 3.2 εκ τόνους για το 2020. Η συνολική επίδραση της πανδημίας φαίνεται ότι οδήγησε στη μείωση της παραγωγής και χρήσης πλαστικού κατά 2.2%. Παρόλα αυτά, ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργήσε η πανδημία είναι η (κατ' εκτίμηση) απόρριψη 1.6 δις μασκών στους ωκεανούς (Bandaroff and Cooke, 2020).

Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλές κυβερνήσεις (συμπεριλαμβανομένης της Ευρωπαϊκής Ένωσης) στην προσπάθειά τους να ανακόψουν την αυξανόμενη ρύπανση που προέρχεται από τα πλαστικά έχουν θεσπίσει νόμους για τον περιορισμό των πλαστικών μίας χρήσης, συνήθως επιβάλλοντας κάποιου είδους περιβαλλοντικό τέλος. Στη βιομηχανία του πλαστικού έχει κυριαρχήσει η χρήση του όρου «κυκλική οικονομία». Με τον συγκεκριμένο όρο νοείται το οικονομικό μοντέλο το οποίο βασίζεται στη χρηματοδοτική μίσθωση, επαναχρησιμοποίηση, επισκευή και ανακύκλωση σε ένα κατά το δυνατόν κλειστό βρόγχο που έχει ως στόχο τη διατήρηση της χρησιμότητας και αξίας των προϊόντων και υλικών. Το εν λόγω μοντέλο έρχεται σε αντιδιαστολή με τη γραμμική οικονομία, που αντιπροσωπεύει τον παραδοσιακό (και πιο ρυπογόνο) τρόπο σκέψης και που βασίζεται στο τρίπτυχο παραγωγή-χρήση-απόρριψη. Η κυκλική οικονομία βασίζεται σε πέντε βασικές αρχές: τη μείωση, επιδιόρθωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακατασκευή και ανακύκλωση (5 Rs: Reduce, Repair, Reuse, Refurbish, Recycle). Δραστηριότητες που μπορούν να γίνουν στη βιομηχανία του πλαστικού στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας είναι η χρήση ανακυκλωμένων πλαστικών, η χρήση στη βιομηχανία πλαστικών που μπορούν να ανακυκλωθούν, η παραγωγή ελαφρύτερων προϊόντων (λιγότερο πλαστικό) κυρίως στους τομείς της συσκευασίας, η χρήση επιστρεφόμενων συσκευασιών, ο σχεδιασμός για μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, η αποφυγή παραγωγής προϊόντων μιας χρήσης και βεβαίως η χημική και μηχανική ανακύκλωση.

1.6 Σημαντικότερες Εταιρείες στον Κλάδο

Σύμφωνα με έρευνα της εταιρείας KPMG (2023) για τον κλάδο των πλαστικών, οι ασχολούμενοι οργανισμοί μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση τη θέση τους στην αλυσίδα αξίας της πλαστικής βιομηχανίας ως εξής: (α) Βιομηχανία παραγωγής πρώτων υλών (β) Βιομηχανία επεξεργασίας πρώτων υλών (γ) Οργανισμοί που χρησιμοποιούν πλαστικά προϊόντα στη βιομηχανική παραγωγή (δ) Εταιρείες επεξεργασίας και διανομής (ε) Εταιρείες ανακύκλωσης πλαστικών απορριμμάτων. Με βάση την παραπάνω κατηγοριοποίηση παρατίθενται οι σημαντικότερες εταιρείες παγκοσμίως ανά κλάδο, καθώς και η σημαντικότερη ελληνική.

Βιομηχανίες Παραγωγής Α΄ Υλών

Dow Chemicals

Πρόκειται για τον κορυφαίο ίσως παραγωγό χημικών και πλαστικών πρώτων υλών παγκοσμίως. Η βάση της εταιρείας είναι στο Midland του Michigan.

Η Dow ιδρύθηκε στα τέλη του 19^{ου} αιώνα με κύρια ασχολία την παραγωγή ασβεστίου και βρωμίου, ενώ στις μέρες μας απασχολεί δεκάδες χιλιάδες υπαλλήλους και είναι εμπορικά ενεργή σε περισσότερες από 150 χώρες. Τα έσοδα της εταιρείας για το 2022 έφτασαν τα 56.902 δις \$.

Lyondell Basel

Η Lyondell Basel είναι η μεγαλύτερη εταιρεία στον κόσμο στην παραγωγή πολυαιθυλενίου και πολυπροπυλενίου. Είναι εταιρεία διύλισης πετρελαίου και παραγωγής πετροχημικών. Εκτός από τα παραπάνω, παράγει επίσης αιθυλένιο, προπυλένιο, μεθανόλη κ.α.

Ο κύκλος της εταιρείας για το 2022 ανήλθε στα 50.45 δις \$.

Basf

Η BASF συγκαταλέγεται στις δέκα σπουδαιότερες εταιρείες παραγωγής πλαστικών. Το κύριο αντικείμενό της είναι η προμήθεια ποικίλων πλαστικών και ρητινών. Οι κύριες αγορές στις οποίες απευθύνεται η Basf είναι σχετικές με τις βαφές, φαρμακευτικά, γεωργικά προϊόντα κ.α.

Ο ετήσιος κύκλος του ομίλου για το 2022 έφτασε τα 92 δις \$, ενώ συνολικά στον όμιλο απασχολούνται περισσότεροι από 110.000 εργαζόμενοι.

Exxonmobil

Η Exxonmobil είναι μία πολυεθνική εταιρεία που έχει έδρα στην Αμερική στον τομέα κυρίως του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Προήλθε από τον αμερικάνικο κολοσσό Standard Oil και απέκτησε τη σημερινή μορφή μετά τη συγχώνευση της Exxon και της Mobil το 1999. Για να γίνει αντιληπτό το μέγεθος της εταιρείας που προέκυψε αρκεί να αναφερθεί ότι για το 2014 ήταν η δεύτερη εταιρεία με τα περισσότερα κέρδη στον Forbes Global 2.000.

Ο ετήσιος κύκλος της εταιρείας για το 2022 έφτασε στα 413.7 δις \$ εκ των οποίων περίπου το ένα δέκατο αφορά δραστηριότητες της εταιρείας σχετικά με το πλαστικό. Στον όμιλο απασχολούνται 62.000 άτομα ενώ οι δραστηριότητες εκτείνονται σε περισσότερες από 160 χώρες.

Ελληνικά Πετρέλαια

Τα Ελληνικά Πετρέλαια συγκαταλέγονται ανάμεσα στους κορυφαίους ενεργειακούς ομίλους της Νοτιοανατολικής Ευρώπης με δραστηριότητες σε έξι κράτη. Σε συνέχεια της βασικής δραστηριότητας του ομίλου που είναι η διύλιση και εμπορίου προϊόντων πετρελαίου, ο όμιλος είναι ο μοναδικός παραγωγός πετροχημικών προϊόντων στην Ελλάδα. Στις εγκαταστάσεις της εταιρείας στον Ασπρόπυργο παράγεται προπυλένιο το οποίο με τη σειρά του μεταφέρεται στη Θεσσαλονίκη για την παραγωγή πολυπροπυλενίου. Το 70% της παραγωγής εξάγεται σε γειτονικές χώρες (Τουρκία, Βαλκάνια) και στην Ιβηρική (Ισπανία) ενώ το υπόλοιπο 30% ικανοποιεί περίπου το 50% των αναγκών της Ελλάδας για τη συγκεκριμένη πρώτη ύλη.

Βιομηχανίες Επεξεργασίας Α΄ Υλών

Berry Global Inc.

Η εταιρεία ιδρύθηκε το 1967 από τον Robert Morris και 2 υπαλλήλους του στο Evansville της Indiana στις ΗΠΑ ξεκινώντας με μία μηχανή injection molding. Το 1987 μετονομάστηκε σε Berry, ενώ στις μέρες μας συμπεριλαμβάνεται στον δείκτη Forbes 300.

Η βασική δραστηριότητα της εταιρείας είναι η παραγωγή πλαστικών λύσεων συσκευασίας ενώ δραστηριοποιείται επίσης μέσω θυγατρικών της στους τομείς Health & Hygiene και βιομηχανικά υλικά.

Σημαντικοί πελάτες της Berry είναι η Gillette, Procter & Gamble, Pepsi, nestle κα., ενώ η εταιρεία απασχολεί περισσότερους από 46.000 εργαζομένους και έχει κύκλο εργασιών 14 δις. \$ για το 2022 (Berry.com)

Amcor

Η Amcor είναι μία εταιρεία επεξεργασίας πλαστικού που ιδρύθηκε στην Αυστραλία τον 19^ο αιώνα και είχε ως αρχικό αντικείμενο την επεξεργασία χαρτιού. Η βασική δραστηριότητα της εταιρείας είναι η παραγωγή εύκαμπτων υλικών συσκευασίας, και rigid πλαστικών.

Ο ετήσιος τζίρος της εταιρείας για το 2022 ήταν 14.7 δις. \$ ενώ απασχολεί περίπου 41.000 άτομα.

Sealed Air

Η Sealed Air είναι μία Αμερικάνικη πολυεθνική βιομηχανία με έδρα τη Charlotte στο North Carolina. Το πιο γνωστό brand της εταιρείας είναι το Bubble Wrap, το γνωστό υλικό συσκευασίας. Η εταιρεία παράγει επίσης και το Cryovac το οποίο είναι θερμοσυρρικνούμενο υλικό συσκευασίας. Για το 2022 η εταιρεία έκανε τζίρο 5.64 δις. \$.

Πλαστικά Θράκης

Ίσως η σημαντικότερη εταιρεία επεξεργασίας πλαστικού στην Ελλάδα. Ο όμιλος έχει εξαγωγική παρουσία σε περισσότερες από 80 χώρες ενώ επεξεργάζεται περισσότερους από 110.000 τόνους πλαστικών πρώτων υλών (κυρίως πολυπροπυλένιο) με κύριους τομείς τη δημιουργία τεχνικών υφασμάτων και τις λύσεις συσκευασίας μέσω των 2 μεγαλύτερων θυγατρικών (Thrace NG και Thrace Pack).

Η εταιρεία έχει μονάδες παραγωγής σε 8 χώρες ενώ ο κύκλος εργασιών για το 2022 ανήλθε στα 440 δις. €.

Οργανισμοί που χρησιμοποιούν πλαστικά προϊόντα στη βιομηχανική παραγωγή

Ravago

Ο όμιλος ιδρύθηκε τη δεκαετία του '60 και ασχολείται με την παραγωγή, διανομή και εμπόριο πλαστικών. Δραστηριοποιείται σε 50 χώρες σε όλον τον κόσμο ενώ απασχολεί περισσότερους από 4500 εργαζομένους.

Teknor Apex

Η Αμερικάνικη πολυεθνική εταιρεία ιδρύθηκε το 1924 και ασχολείται με μία ευρεία γκάμα πλαστικών κυρίως θερμοπλαστικών και βινυλίων. Οι αγορές στις οποίες απευθύνεται είναι των κατασκευών, καταναλωτικών αγαθών, βιομηχανικών προϊόντων κα. Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας είναι στα 1.2 δις \$ και απασχολεί 2.100 υπαλλήλους.

Εταιρείες επεξεργασίας και διανομής (τελικοί καταναλωτές/παραδείγματα)

Procter & Gamble

Πολυεθνική εταιρεία με έδρα το Cincinnati των ΗΠΑ καταναλωτικών αγαθών, χρησιμοποιεί πλαστικό τόσο στη συσκευασία των προϊόντων όσο και ως πρώτη ύλη των ίδιων των αγαθών

PepsiCo

Από τις σημαντικότερες πολυεθνικές εταιρείες στον τομέα των τροφίμων, σνακ και ποτών με έδρα τη Νέα Υόρκη των ΗΠΑ. Σύμφωνα με στοιχεία που έχει δώσει η εταιρεία στη δημοσιότητα η ετήσια κατανάλωση πλαστικού για τη συσκευασία των προϊόντων ήταν 2.350.000 μετρικοί τόνοι για το 2020.

Ford

Γνωστή αμερικάνικη πολυεθνική βιομηχανία που ιδρύθηκε το 1903 στο Detroit των ΗΠΑ. Είναι η δεύτερη μεγαλύτερη αυτοκινητοβιομηχανία μετά τη General Motors και η 5^η μεγαλύτερη στον κόσμο.

Η Ford χρησιμοποιεί πλαστικά σε πολλά μέρη των οχημάτων, ενώ για το 2022 μεγάλο μέρος του χρησιμοποιούμενου πλαστικού (πολυεστέρας) προήλθε από ανακύκλωση πλαστικών φιαλών.

Εταιρείες ανακύκλωσης πλαστικών απορριμμάτων

Veolia Environment S.A.

Γαλλική πολυεθνική εταιρεία με δραστηριότητες στους τομείς της διαχείρισης υδάτων, ενέργειας και απορριμμάτων.

Waste Management Inc.

Εταιρεία γνωστή και WM, είναι η σπουδαιότερη του είδους στη Νότια Αμερική όπου λειτουργεί με 346 σταθμούς μεταφοράς, 293 ΧΥΤΑ και 146 εργοστάσια ανακύκλωσης.

1.7 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύθηκαν οι λόγοι που καθιστούν τα πλαστικά αναπόσπαστο μέρος της σύγχρονης ζωής, η ιστορική τους εξέλιξη, η οικονομική τους συμβολή, η ταξινόμησή τους, οι προκλήσεις της κυκλικής οικονομίας και τα βασικά επιχειρηματικά σχήματα του κλάδου. Αρχικά παρουσιάστηκαν ο ορισμός των πολυμερών, οι σημαντικές ιδιότητες που καθιστούν τα πλαστικά τόσο σημαντικά όπως είναι η ελαφρότητα, η αντοχή, η θερμομόνωση και ευελιξία μορφοποίησης. Στη συνέχεια ακολούθησε χρονολογική ανασκόπηση από τον βακελίτη του 1907 έως τα βιοδιασπώμενα υλικά του 21ου αιώνα, με έμφαση στην εκρηκτική μεταπολεμική αύξηση, τις επιπτώσεις των πετρελαϊκών κρίσεων και τις πρόσφατες περιβαλλοντικές ανησυχίες.

Τεκμηριώθηκε η συμβολή του τομέα στην παγκόσμια οικονομία μέσω της συνεχούς αύξησης της παραγωγής και της δημιουργίας εκατομμυρίων θέσεων εργασίας. Παρουσιάστηκε η κατάταξη σε θερμοπλαστικά, θερμοσκληρυνόμενα και ελαστομερή, καθώς και σε κύρια εμπορικά είδη όπως PE, PVC, PET και PP. Επισημάνθηκαν οι αρχές της κυκλικής οικονομίας, οι προκλήσεις στον τομέα της ανακύκλωσης, οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι και οι μελλοντικές προκλήσεις όπως είναι η προοπτική των βιοπλαστικών. Το πολυπροπυλένιο αναλύθηκε περαιτέρω ως δεύτερο σε όγκο πλαστικό, με παραγωγή άνω των 75 Mt/έτος, ευρύ φάσμα χρήσεων και χαρακτηριστικές θερμομηχανικές ιδιότητες. Εξετάστηκαν επίσης οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του πολυπροπυλενίου ενώ τέλος καταγράφηκαν οι βασικές κατηγορίες επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στη βιομηχανία του πλαστικού και παρατέθηκαν κορυφαίες διεθνείς και ελληνικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε παραγωγή πρώτων υλών, μεταποίηση, τελική χρήση και ανακύκλωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΒΑΣΙΚΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί, θα παρουσιαστούν τρία από τα βασικότερα χρηματιστηριακά προϊόντα: το πετρέλαιο, ο χρυσός και ο χρηματιστηριακός δείκτης S&P 500. Η ανάλυση αυτών των στοιχείων έχει ουσιαστική σημασία τόσο για την κατανόηση των κινήσεων στην παγκόσμια οικονομία όσο και για τη λήψη επενδυτικών αποφάσεων. Το πετρέλαιο αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους πόρους της παγκόσμιας οικονομίας, είναι βασικό ενεργειακό προϊόν της παγκόσμιας βιομηχανίας και έχει χαρακτηριστεί συχνά ως ο «μαύρος χρυσός» λόγω της καθοριστικής του σημασίας στην ανάπτυξη, στην παραγωγή και στις μεταφορές. Οι τιμές του σχετίζονται με τις γεωπολιτικές εξελίξεις, τις αποφάσεις του ΟΠΕΚ (Οργανισμός Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών), την παγκόσμια ζήτηση και προσφορά καθώς και από οικονομικές κρίσεις ή περιβαλλοντικές πολιτικές. Η αστάθεια των τιμών του πετρελαίου προκαλεί αλυσιδωτές αντιδράσεις στις αγορές και επηρεάζει άμεσα τους ρυθμούς ανάπτυξης πολλών οικονομιών.

Αντίστοιχα, ο χρυσός αποτελεί ένα από τα παλαιότερα και πιο ασφαλή επενδυτικά προϊόντα. Είναι ένα χρηματοοικονομικό εργαλείο το οποίο ειδικά σε περιόδους κρίσεων και αβεβαιότητας αποτελεί μέσο διασφάλισης της αξίας των χρημάτων τους. Η αυξημένη ζήτηση χρυσού από κεντρικές τράπεζες και επενδυτές ενισχύει τη θέση του ως ένα σταθερό εργαλείο διαχείρισης του κινδύνου.

Ο δείκτης S&P 500, ένας από τους πιο γνωστούς χρηματιστηριακούς δείκτες παγκοσμίως, αντικατοπτρίζει την απόδοση των 500 μεγαλύτερων εταιρειών που διαπραγματεύονται στα χρηματιστήρια των ΗΠΑ. Ο δείκτης αυτός θεωρείται το «βαρόμετρο» της αμερικανικής οικονομίας και συχνά χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς για την απόδοση επενδύσεων σε μετοχές. Η πορεία του S&P 500 επηρεάζεται από πληθώρα παραγόντων, όπως τα εταιρικά κέρδη,

τα επιτόκια, οι πολιτικές εξελίξεις και η γενικότερη εμπιστοσύνη των επενδυτών στις προοπτικές της οικονομίας. Έτσι, αποτελεί έναν δείκτη που προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για την κατάσταση των χρηματοπιστωτικών αγορών.

Συνολικά, η ανάλυση του πετρελαίου, του χρυσού και του δείκτη S&P 500 παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα των δυναμικών που επηρεάζουν τις παγκόσμιες αγορές. Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να εξετάσει τη συμπεριφορά τους σε διαφορετικά οικονομικά περιβάλλοντα, να μελετήσει τη συσχέτισή τους και να διερευνήσει τον ρόλο τους ως επενδυτικά εργαλεία. Αυτή η διερεύνηση θα συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών που οδηγούν τις χρηματοοικονομικές αγορές και στην ερμηνεία των τάσεων που διαμορφώνονται στο διεθνές επενδυτικό τοπίο.

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν οι βασικές οικονομικές μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στην έρευνα, δηλαδή το πετρέλαιο, ο χρυσός και ο δείκτης S&P500. Για κάθε ένα από αυτά θα δοθεί ένα ιστορικό πλαίσιο, θα καταδειχτεί ο επενδυτικός τους ρόλος και με συνοπτικό τρόπο θα αναφερθούν μέθοδοι οι τρόποι επένδυσης και βασικές αρχές που έχει αποδειχτεί ότι επηρεάζουν είτε θετικά είτε αρνητικά την αξία τους.

2.2 Το πετρέλαιο

Η ετυμολογία της λέξης πετρέλαιο προέρχεται από την ελληνική λέξη πέτρα και τη λατινική *oleum*. Η προέλευση του ορυκτού αποδίδεται στην αποσύνθεση ζωικών και φυτικών υπολειμμάτων θαμμένα κάτω από στιβάδες εδάφους για εκατομμύρια χρόνια. Η καθυστερημένη αποσύνθεση λόγω περιορισμένης ποσότητας διαθέσιμου οξυγόνου είναι βασική προϋπόθεση για τη δημιουργία του πετρελαίου όπως και η παρουσία σε λάσπη και πηλό. Το πετρέλαιο αποτελείται από υδρογονάνθρακες 3 κατηγοριών: κεκορεσμένους, ναφθένες και αρωματικούς ακόρεστους. Σύμφωνα με αρχαιολογικές μελέτες, το πετρέλαιο χρησιμοποιείται από χιλιάδες χρόνια από διάφορους πολιτισμούς όπως οι Σουμέριοι, οι Βαβυλώνιοι και οι Ασσύριοι, από διαρροές στον Ευφράτη και σε μέρη της Μεσοποταμίας. Από εκείνη την περίοδο μέχρι και τις αρχές του 19^{ου} αιώνα η εξέλιξή του κλάδου δεν παρουσίασε σημαντικές διαφοροποιήσεις στην επεξεργασία ή στη χρήση του προϊόντος. Η έκρηξη της βιομηχανίας του πετρελαίου ξεκίνησε το 1859 όταν ο

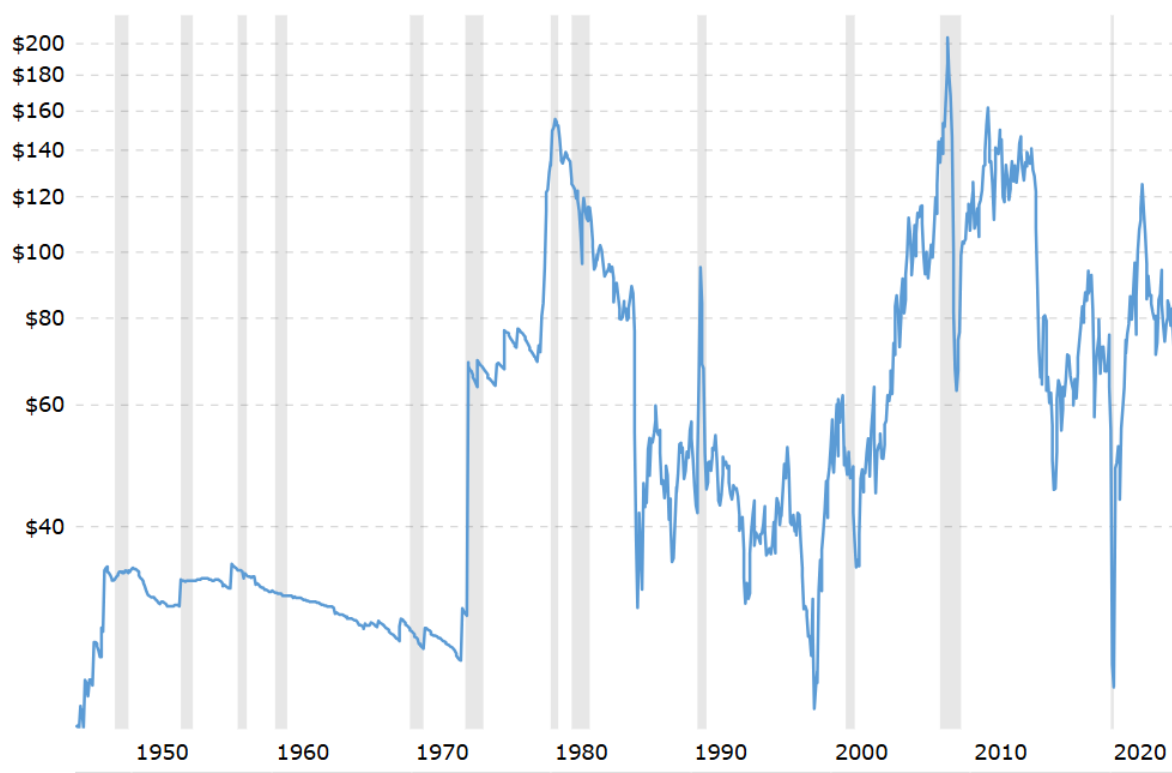
Edwin Drake έβαλε σε λειτουργία την πρώτη γεώτρηση στην Πενσυλβάνια των ΗΠΑ. Η ανακάλυψη του Drake ουσιαστικά αναδιαμόρφωσε την αγορά πετρελαίου, αφού πλέον το πολύτιμο έλαιο μπορούσε να ληφθεί σε πρακτικά ανεξάντλητες (για τα δεδομένα της εποχής) ποσότητες απλώς τρυπώντας τα βραχώδη εδάφη. Αυτό οδήγησε στο πρώτο κραχ της βιομηχανίας αφού η τιμή του προϊόντος κατρακύλησε από τα 20\$ το βαρέλι τον Αύγουστο του 1859 στα 10 cents το βαρέλι στο τέλος του 1861. Αποτέλεσμα της ραγδαίας πτώσης της τιμής ήταν η έξοδος πολλών νεόκοπων επιχειρηματιών από τη βιομηχανία του πετρελαίου.

Η εξέλιξη της αγοράς του πετρελαίου τον 19^ο και τον 20^ο αιώνα/πετρελαϊκά σοκ

Η πρώτη περίοδος της αγοράς του πετρελαίου χαρακτηρίζεται από πολλά σκαμπανεβάσματα, χαρακτηριστικό της ανωριμότητας του χώρου. Στο τέλος του 19^{ου} αιώνα η παραγωγή τόσο των Η.Π.Α. όσο και της Ρωσίας (που έχει επίσης εισέλθει στον στίβο εξόρυξης πετρελαίου) είναι περίπου 65 εκ. βαρέλια ανά έτος. Η μεγάλη αλλαγή στην αγορά πετρελαίου σηματοδοτείται από τη διεύρυνση της χρήσης του στη βιομηχανία, τη μετακίνηση και τη θέρμανση σε σχέση με την αντιμετώπιση ως ύλη φωτισμού που ίσχυε μέχρι τότε. Η εξάπλωση της αυτοκίνησης είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την εξέλιξη της αγοράς του πετρελαίου τις 2 πρώτες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα όταν η χρήση αυτοκινήτου εκτινάχτηκε από μόλις ένα όχημα ανά 10.000 κατοίκους σε 870 οχήματα ανά 10.000 κατοίκους. Αυτή η έντονη μεταβολή πυροδότησε τη ζήτηση πετρελαίου κατά 53% από το 1915 ως το 1919 και ένα επιπλέον 27% το 1920 κάτι που δημιούργησε συνθήκες έλλειψης. Οι νέες εξορύξεις που έγιναν για να αντιμετωπιστεί η έλλειψη οδήγησε σε σταδιακή αποκλιμάκωση της τιμής με αποκορύφωμα το κραχ του 1929.

Μετά το πέρας του Β' Παγκόσμιου Πολέμου η ζήτηση για πετρέλαιο αυξήθηκε όπως και αύξηση των οχημάτων μέχρι και την ύφεση του 1945-1947 που προκάλεσε και το πρώτο μεταπολεμικό πετρελαϊκό σοκ ζήτησης. Η πρώτη σοβαρή διεθνής κρίση ήρθε λίγα χρόνια αργότερα όταν το σύνολο της παραγωγής του Ιράν κοινωνικοποιήθηκε από τις αρχές τις χώρας, κάτι που οδήγησε σε μποϊκοτάζ σχεδόν 240 εκ. βαρελίων ιρανικού πετρελαίου τον χρόνο. Η Ταυτόχρονη μείωση άντλησης πετρελαίου στις Η.Π.Α. ως επακόλουθο της απεργίας των εργαζομένων στις πετρελαιοπηγές απέφερε το ισχυρό σοκ προσφοράς. Το επόμενο σοκ, πολλαπλά ισχυρότερο, ήρθε ως αποτέλεσμα της κοινωνικοποίησης της διώρυγας του Σουέζ και της επίθεσης του Ισραήλ που ακολούθησε. Η μείωση της παγκόσμιας παραγωγής κατά περίπου 10% έγινε κυρίως εμφανής στην Ευρώπη λόγω της εξάρτησής της από το πετρέλαιο της Μέσης Ανατολής.

Στην περίοδο του OPEC το πρώτο μεγάλο σοκ τοποθετείται το 1973 όπως φαίνεται ξεκάθαρα στο Διάγραμμα 2.1 με αιτία το εμπάργκο που έκαναν οι αραβικές χώρες στη διάρκεια του Αραβό-Ισραηλινού πολέμου με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής πετρελαίου από τις χώρες του OPEC κατά 4.5 εκ. βαρέλια ημερησίως (ή αλλιώς κατά 7.5% της παγκόσμιας παραγωγής) και τον διπλασιασμό της τιμής από τις χώρες του κόλπου. Η δεύτερη μεγάλη κρίση σχετιζόμενη με τον OPEC αφορά την Ιρανική επανάσταση το που οδήγησε σε μείωση της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου κατά 7%, κάτι που συνδυαστικά με την εισβολή της Σοβιετικής Ένωσης στο Αφγανιστάν εκτόξευσε σε επίπεδα ρεκόρ για την μεταπολεμική περίοδο την τιμή του πετρελαίου.



Πηγή: Macrotrends.com

Διάγραμμα 2.1: Διαχρονική Τιμή Πετρελαίου (crude oil) σε \$/βαρέλι

Τη δεκαετία του '80 και λόγω της παγκόσμιας ύφεσης εγκαταλείφθηκαν στρατηγικές αυξημένων τιμών ενώ η αύξηση παραγωγής τόνωσε την ασθενή ζήτηση. Η δεκαετία του '90 σημαδεύεται από την ένταση στη Μέση Ανατολή και την εισβολή Ιρακινών στο Κουβέιτ.

Η είσοδος στον 21ο αιώνα ήρθε με νηνεμία λόγω της επιβράδυνσης των οικονομιών της Νοτιοανατολικής Ασίας και τέλειωσε με τη μεγάλη χρηματοοικονομική κρίση του 2008 όπου οι τιμές του πετρελαίου υποχώρησαν από τα υψηλά των 134\$. Τη δεκαετία του 2010 οι τιμές κινήθηκαν σε σταθερά επίπεδα ενώ το 2020 σηματοδεύτηκε από την πτώση της ζήτησης που ήρθε ως επακόλουθο της πανδημίας Covid-19.

Παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του πετρελαίου. Σοκ προσφοράς/ζήτησης.

Ο καθορισμός της τιμής του πετρελαίου είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο ζήτημα που προκαλεί προβληματισμούς στους ερευνητές που ασχολούνται με την οικονομία της ενέργειας. Οι παράγοντες που δύναται να επηρεάσουν την τιμή του αγαθού είναι πολυάριθμοι, αν και η βασική κατηγοριοποίηση που προτείνεται αφορά την προσφορά πετρελαίου, τη ζήτηση και τους εξωγενείς (γεωπολιτικούς παράγοντες). Ο Lutz Kilian (Modeling Oil Prices and Their Effects, 2009) πρότεινε αντίστοιχα 6 παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του πετρελαίου στο ίδιο πνεύμα χωρίζοντας τους σε βασικούς και δευτερεύοντες παράγοντες. Στους βασικούς παράγοντες συμπεριέλαβε την παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου, την παγκόσμια οικονομική δραστηριότητα και την προσδοκία για αύξηση ή μείωση της τιμής ενώ στους δευτερεύοντες παράγοντες την ισοτιμία του δολαρίου, τα επιτόκια και τον πληθωρισμό. Ο Kilian κατηγοριοποίησε περαιτέρω τους παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του πετρελαίου σε ενδογενείς και εξωγενείς. Ως ενδογενείς θεώρησε τις επικρατούσες μακροοικονομικές συνθήκες, ακόμα και υπό το καθεστώς καρτέλ. Στους εξωγενείς παράγοντες υπάγονται οι πόλεμοι και οι γενικότεροι γεωπολιτικοί συσχετισμοί όπως και οι στρατηγικές του OPEC. Σε τελική ανάλυση, μεγάλες διακυμάνσεις στην τιμή του πετρελαίου παρουσιάζονται όταν παρατηρούνται σοκ προσφοράς (supply shocks) ή σοκ ζήτησης (demand shocks) και με βάση αυτά επιχειρήθηκε η δημιουργία μοντέλων.

Ο Hamilton (2003) πρότεινε ένα ποσοτικό μοντέλο με χρήση ψευδομεταβλητών βασιζόμενο στους Hoover και Perez (1994). Με βάση το μοντέλο του Hamilton βγήκε το συμπέρασμα ότι οι μεγάλες διακυμάνσεις στην τιμή του πετρελαίου που είχαν να κάνουν με την προσφορά βασίστηκαν σε εξωγενή κυρίως γεγονότα όπως ήταν ο πόλεμος του Κόλπου, η Ιρανική επανάσταση, η κρίση στο Σουέζ κ.α. Ο Lutz Kilian αντιθέτως ακολούθησε μία διαφορετική

προσέγγιση που τον οδήγησε σε διαφορετικά συμπεράσματα. Στο δικό του εναλλακτικό μοντέλο, υπολογίζεται το επίπεδο παραγωγής μιας χώρας που έχει εμπλακεί σε συμβάν ένα μήνα πριν το συμβάν, και το αντιπαραθέτει με την παραγωγή μιας χώρας που υπόκειται σε συναφή μακροοικονομικά δεδομένα και δεν έχει πάρει μέρος σε εξωγενή επεισόδια. Με βάση τη δική του μεθοδολογία, ο Killian αποδίδει στους εξωγενείς παράγοντες σχετικά περιορισμένη ισχύ στη διαμόρφωση των υψηλών τιμών (με εξαίρεση τον πόλεμο Ιράν-Ιράκ το 1981) εν αντιθέσει με την επίδραση ενδογενών παραγόντων όπως η πολιτικές του καρτέλ του OPEC τον οποίο θεωρεί θεμελιώδη παράγοντα.

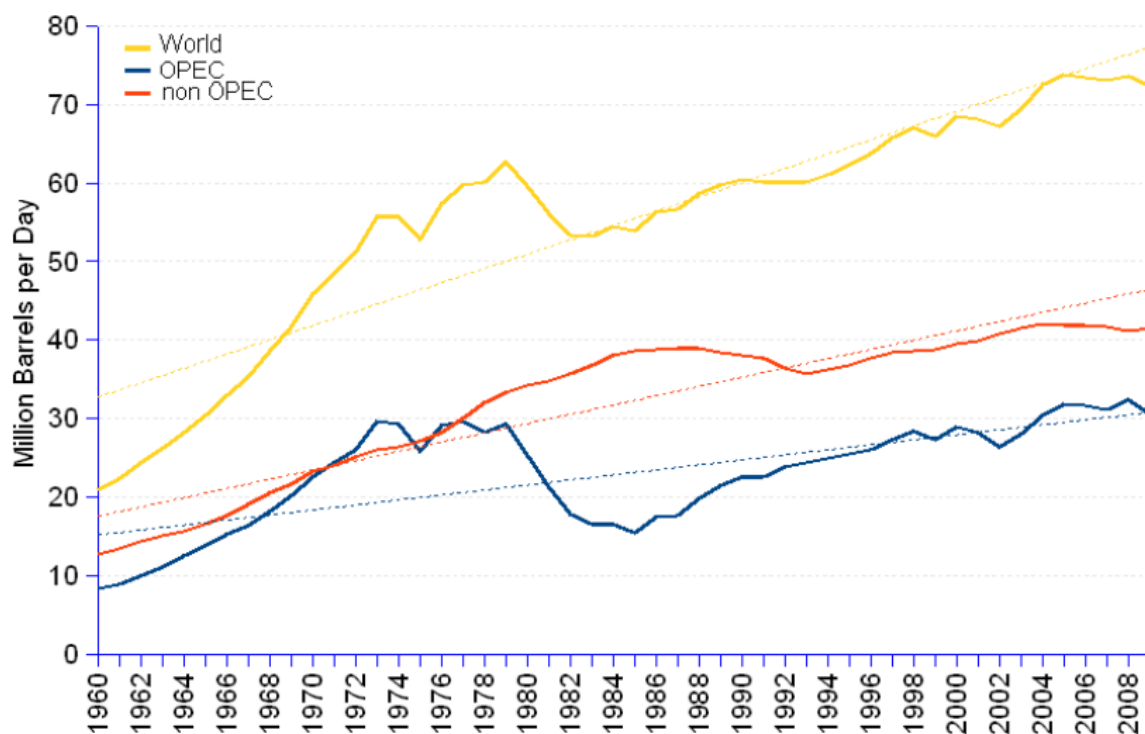
Στον αντίποδα και με βάση την εμπειρία, ενώ είναι φανερό ότι τα σοκ που προκύπτουν από τη ζήτηση παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της τιμής η πραγματική επίδραση που ασκεί η παγκόσμια οικονομική δραστηριότητα είναι δύσκολο να αποτυπωθεί και να ποσοτικοποιηθεί. Ένα μέτρο που χρησιμοποιήθηκε από τον Killian είναι ο μηνιαίος δείκτης ξηρού φορτίου (dry cargo bulk) και η επίδραση αυτού στην τιμή του πετρελαίου συνεπικουρούμενου και από άλλες μεταβλητές. Τα αποτελέσματα απέδειξαν τη συσχέτιση των σοκ ζήτησης με τις αυξημένες τιμές του πετρελαίου την περίοδο 2003-2012. Πιο συγκεκριμένα, η ραγδαία αύξηση της τιμής του πετρελαίου τη συγκεκριμένη δεκαετία αποδόθηκε κατά 60% στην αυξημένη ζήτηση, κατά 30% στη στρατηγική του OPEC και κατά 10% στην αβεβαιότητα μελλοντικής προσφοράς.

Σχηματισμός OPEC

Ο OPEC δημιουργήθηκε ως ένα διαχειριστικό όργανο για θέματα εξόρυξης αλλά και εκμετάλλευσης του πετρελαίου. Οι χώρες που πήραν την πρωτοβουλία το 1949 ήταν αρχικά το Ιράν και η Βενεζουέλα οι οποίες κάλεσαν άλλα κράτη με σημαντική παραγωγή πετρελαίου όπως το τη Σαουδική Αραβία, το Ιράκ και το Κουβέιτ να λάβουν μέρος σε αυτόν τον συνασπισμό. Κατά την περίοδο αυτή, ο μεγαλύτερος παραγωγός και καταναλωτής πετρελαίου παγκοσμίως ήταν οι ΗΠΑ καθιστώντας την αγορά εν πολλοίς Αμερικάνικη υπόθεση. Χρονιά ορόσημο για τη δημιουργία του οργανισμού ήταν το 1960 όταν και ανακοινώθηκε η ίδρυσή του, ακολουθώντας τη μονομερή μείωση τιμών που αποφάσισαν οι αμερικάνικες πετρελαϊκές εταιρείες στο αργό πετρέλαιο της Βενεζουέλας και της Μέσης Ανατολής. Το περιστατικό αυτό ουσιαστικά πυροδότησε τον συνασπισμό της Βενεζουέλας και του Ιράν που κατά την περίοδο εκείνη ήταν το τρίτο και το τέταρτο κράτος αντίστοιχα σε εξόρυξη πετρελαίου παγκοσμίως μετά τις ΗΠΑ και τη Σοβιετική Ένωση. Η επιθετικότητα των πετρελαϊκών εταιρειών συνεπικουρούμενων από την

κυβέρνηση των ΗΠΑ, Καναδά και Μεξικού κορυφώθηκε το 1960 όταν εκ νέου προχώρησαν σε μονομερή μείωση των τιμών του προερχόμενου από την Μέση Ανατολή πετρελαίου. Ως απάντηση τον Σεπτέμβριο του 1960 ήρθε η επίσημη ίδρυση του OPEC στη Βαγδάτη, σηματοδοτώντας μία νέα εποχή για τις χώρες μέλη του που πλέον αποκτούσαν ανεξαρτησία από τις πολυεθνικές τόσο σε παραγωγικό όσο και σε πολιτικό επίπεδο.

Τα ιδρυτικά κράτη μέλη του OPEC ήταν το Ιράν, το Ιράκ, η Βενεζουέλα, η Σαουδική Αραβία και το Κουβέιτ, ενώ σε σύντομο χρονικό διάστημα προστέθηκαν το Κατάρ, η Λιβύη η Ινδονησία και τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα. Με την πάροδο των ετών διάφορα κράτη-μέλη προσαρτήθηκαν στον OPEC ενώ άλλα αποσχίστηκαν.



Πηγή: stats.areppim.com

Διάγραμμα 2.2: Παγκόσμια Παραγωγή Πετρελαίου σε Εκ. Βαρέλια/ Παραγωγή OPEC και non-OPEC σε Εκ. Βαρέλια

Με όλες τις προσθαφαιρέσεις και αναλόγως της παραγωγής των κρατών-μελών, ο οργανισμός διακινεί περίπου το 60% της παγκόσμιας ποσότητας πετρελαίου κατά συνέπεια δε μπορεί να θεωρηθεί μονοπώλιο. Αρκετοί οικονομολόγοι θεωρούν τον OPEC ολιγοπώλιο, λιγότεροι

υποστηρίζουν ότι συμπεριφέρεται εντός των πλαισίου του τέλει ανταγωνισμού ενώ η πλειονότητα βλέπει στον OPEC ένα παντοδύναμο καρτέλ προσδίδοντας στον οργανισμό αρνητικά χαρακτηριστικά. Με βάση την τελευταία άποψη ο OPEC είναι ένα καρτέλ τα μέλη του οποίου έχοντας κοινούς στόχους και προοπτικές βασίζονται σε προκαθορισμένες τιμές. Ο στόχος του οργανισμού αναφορικά με τη διαμόρφωση της τιμής του πετρελαίου είναι το οριακό κέρδος του οργανισμού να ισούται με το οριακό κόστος των καταναλωτών. Στην πάροδο των ετών έχουν παρατηρηθεί βέβαια και περιπτώσεις κατά τις οποίες κράτη-μέλη αυτονομήθηκαν σπάζοντας την κοινή γραμμή του οργανισμού στοχεύοντας στο ατομικό συμφέρον εις βάρος του συλλογικού.

Η αγορά του πετρελαίου

Το πετρέλαιο υπάγεται στην αγορά των commodities (βασικά αγαθά/εμπορεύματα) ενώ θεωρείται σκληρό/από εμπόρευμα όπως άλλωστε και ο χρυσός. Το πετρέλαιο ξεκίνησε να διαπραγματεύεται χρηματιστηριακά το 1983 στο χρηματιστήριο εμπορευμάτων της Νέας Υόρκης στο οποίο διαπραγματεύονται και άλλα αγαθά όπως το φυσικό αέριο, πολύτιμα μέταλλα και χαλκός.

Ανάλογα με τη χημική του σύσταση το πετρέλαιο κατηγοριοποιείται σε διαφορετικούς τύπους όπως είναι το WTI (West Texas Intermediate), το Brent Crude, το Canadian και το Dubai Crude. Ο μεγαλύτερος όγκος συναλλαγών στα πετρελαιοειδή γίνεται παραδοσιακά στο WTI το οποίο κυρίως χρησιμοποιείται στις Η.Π.Α. και διαπραγματεύεται στο δείκτη NYMEX. Το Brent Crude από την άλλη χρησιμοποιείται κυρίως στην Ευρώπη, εξορύσσεται στη Βόρεια Θάλασσα και διαπραγματεύεται στο δείκτη Intercontinental Exchange. Συνήθως το Brent τιμολογείται λίγα δολάρια παραπάνω στην spot αγορά συγκριτικά με το WTI. Σε γενικές γραμμές οι τιμές του WTI και του Brent δίνουν τον τόνο στη χρηματιστηριακή αγορά των πετρελαιοειδών. Εκτός των προαναφερθέντων, άλλοι δημοφιλείς τύποι πετρελαίου είναι το Murban Crude, το Luisiana Ligth και το OPEC Basket.

Όπως συμβαίνει σε πολλά προϊόντα, έτσι και στο πετρέλαιο, οι τιμές καθορίζονται από τις τρέχουσες τιμές (spot prices) και από τις τιμές των παραγώγων (derivative prices). Οι συναλλαγές μπορούν να γίνουν εκτός χρηματιστηρίου (χαρακτηρίζονται ως over the counter) ή σε χρηματιστηριακό περιβάλλον. Οι spot markets ή τρέχουσες αγορές γίνονται εκτός χρηματιστηρίου και για αυτές χρησιμοποιούνται κέντρα διύλισης σαν σημεία παράδοσης και αναφοράς. Όπως προαναφέρθηκε, οι τιμές αναφοράς που χρησιμοποιούνται για τις spot αγορές όσο και για τα

συμβόλαια μελλοντική εκπλήρωσης (future) είναι βασικά οι τιμές του Brent Βόρειας Θάλασσας, το WTI, το Dubai Crude κ.α. Πέρα από τις προαναφερθείσες τιμές αναφοράς στις OTC συναλλαγές δύναται να χρησιμοποιηθούν και άλλοι δείκτες όπως ο IPE (International Petroleum Exchange), η τιμή του OPEC ή από οργανισμούς όπως ο Platt, ο London Oil Report κ.α. Στον αντίποδα των spot τιμών των πετρελαϊκών ειδών βρίσκονται τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης ή αλλιώς futures. Τα εν λόγω συμβόλαια δεσμεύουν τον αγοραστή και τον πωλητή για πώληση πετρελαίου συγκεκριμένης ποιότητας σε μέλλοντα χρόνο με την τιμή του εμπορεύματος να καθορίζεται στο αντίστοιχο χρηματιστήριο στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης.

Η επινόηση τέτοιων χρηματιστηριακών προϊόντων έγινε αρχικά για αντιστάθμιση κινδύνου (hedging) από τις απότομες μεταβολές της τιμής του υποκείμενου προϊόντος (στη συγκεκριμένη περίπτωση του πετρελαίου) διασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο σταθερό χρηματοοικονομικό περιβάλλον. Τα συμβόλαια μελλοντική εκπλήρωσης όμως χρησιμοποιούνται επίσης και με σκοπό την κερδοσκοπία λόγω της υψηλής μόχλευσης. Οι κερδοσκόποι κερδίζουν από τις διακυμάνσεις τις τιμές χωρίς να εμπλέκονται στην καθαυτή εμπορία του πετρελαίου, μάλιστα σύμφωνα με έρευνες (Tang, K., & Xiong, W., 2012) ο όγκος της αγοράς των futures κατά 70% προκύπτει από κερδοσκόπους και μόνο κατά 30% για αντιστάθμιση κινδύνου (ενδεικτικό ποσοστό).

Η επίδραση της τιμής πετρελαίου στην οικονομία

Η επίδραση των τιμών του πετρελαίου στην οικονομία είναι πολύ σημαντική και έχει γίνει αντικείμενο έρευνας σε πολλές περιπτώσεις. Υπάρχουν πολλά κανάλια μέσω των οποίων η τιμή του πετρελαίου επηρεάζει την οικονομική δραστηριότητα. Οι μεταβλητές που συνήθως χρησιμοποιούνται για να αναλυθεί η επίδραση των τιμών του πετρελαίου είναι το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν, ο Δείκτης Τιμών Καταναλωτή, η κατανάλωση των νοικοκυριών (Household Consumption), το ποσοστό ανεργίας κ.α. Για να έχουν νόημα οι οικονομικές αναλύσεις είναι δόκιμο να επικεντρώνονται σε συγκεκριμένες ομάδες χωρών. Η επίδραση ενός πετρελαϊκού σοκ είναι διαφορετική σε μία χώρα του ΟΠΕΚ ή σε μία άλλη παραγωγό χώρα και διαφορετική σε μία χώρα στην οποία γίνεται εισαγωγή πετρελαίου για ευνόητους λόγους. Η σύνδεση μεταξύ τιμών πετρελαίου και ΑΕΠ μπορεί να γίνει αντιληπτή ως μειωμένη διαθεσιμότητά ενός βασικού στοιχείου παραγωγής (ενέργεια) που οδηγεί στη δυνητική μείωση παραγωγής (Abel και Bernanke, 2001). Κατά συνέπεια υπάρχει αύξησης στο κόστος παραγωγής και επιβράδυνση της ανάπτυξης

και του συνολικά παραγόμενου προϊόντος. Γενικώς, παρότι πολλές μελέτες έχουν καταδείξει την αρνητική συσχέτιση μεταξύ της αύξησης τιμής του πετρελαίου και του ΑΕΠ (για παράδειγμα Brown και Yücel, 2002 και Hamilton, 2005) η επίδραση αυτή φαίνεται να εξασθενεί μετά τη δεκαετία του '90. Αναφορικά με τον δείκτη τιμών καταναλωτή (CPI) μία απότομη αύξηση της τιμής του πετρελαίου μπορεί να οδηγήσει σε πληθωριστικό σοκ (Hooker, 2002) το οποίο με τη σειρά του μπορεί μέσω της αλυσίδας αύξηση τιμών-αύξηση μισθών θα επιφέρει ένα δευτερογενές πληθωριστικό σπирάλ.

Η ανοδική πορεία των πετρελαιοειδών φαίνεται επίσης να έχει επίδραση τόσο στην κατανάλωση και τις επενδύσεις όσο και στην ανεργία. Η κατανάλωση επηρεάζεται στο βαθμό κατά τον οποίο πλήττεται το μέσο διαθέσιμο εισόδημα ενώ οι επενδύσεις από την αύξηση του κόστους και δυνητικά από την προκαλούμενη αβεβαιότητα. Από την πλευρά της ανεργίας, και εφόσον οι τιμές των πετρελαιοειδών διατηρούνται σε υψηλά επίπεδα επί μακρόν αυτή μπορεί να επηρεαστεί αν αλλάξει η παραγωγική δομή (Davis και Haltiwanger, 2001). Το παράδοξο είναι ότι έχει παρατηρηθεί αντιστροφή στην επίδραση των τιμών του πετρελαίου επί της ανεργίας μετά από κάποια χρονική περίοδο (μετά την αύξηση της ανεργίας επέρχεται σταθεροποίηση και στη συνέχεια μείωση) κάτι που πιθανώς οφείλεται στην προσαρμογή της οικονομίας και στην αλλαγή της αγοράς εργασίας. Τέλος έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ χρηματιστηριακών δεικτών και τιμών πετρελαίου μέσω κυρίως των αναμενόμενων μερισμάτων των μετοχών και ρευστότητας (El Sharif, 2005).

Καταλήγοντας, οι αυξήσεις της τιμής του πετρελαίου έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση του διαθέσιμου εισοδήματος των νοικοκυριών με αποτέλεσμα την αναβολή των δαπανών. Για τις επιχειρήσεις ισχύει ότι υπάρχει συρρίκνωση της κερδοφορίας τόσο λόγω της αύξησης του κόστους παραγωγής όσο και λόγω της εξασθένησης της ζήτησης προϊόντων και υπηρεσιών κάτι που οδηγεί στην αναβολή ή ακύρωση επενδύσεων αλλά και της περικοπής θέσεων εργασίας.

2.3 Χρυσός

Ο χρυσός διαχρονικά χρησιμοποιείται ως μέσο συναλλαγής αρχικά και αργότερα τόσο ως σημείο πλουτισμού αλλά και ως ένα επενδυτικό καταφύγιο σε περιόδους έντονης αβεβαιότητας είτε

χρηματοοικονομικής, είτε γεωπολιτικής. Αυτό που είναι χρήσιμο να σημειωθεί αναφορικά με τον χρυσό είναι η διαχρονικότητα της αξίας του τόσο σε επίπεδο κυβερνήσεων και κεντρικών τραπεζών όσο και από επενδυτές.

Η πρώτη χύτευση του χρυσού θεωρείται πως έγινε το 3.600 π.Χ. στην Αίγυπτο ενώ τα πρώτα χρυσά κοσμήματα εμφανίστηκαν χίλια χρόνια αργότερα στη Μεσοποταμία. Τον έβδομο αιώνα π.Χ. ο χρυσός χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία των πρώτων χρυσών νομισμάτων σε περιοχή της σημερινής Τουρκίας ενώ αργότερα ο Λύδος βασιλιάς Κροίσος δημιούργησε τα πρώτα τυποποιημένα χρυσά νομίσματα. Η χρήση του Χρυσού επεκτάθηκε αργότερα τόσο στη Ρώμη όσο και στη Βυζαντινή Αυτοκρατορία. Ενώ ο Χρυσός συνέχισε να είναι δημοφιλής τα χρόνια που ακολούθησαν (χρήση νομισμάτων στην Νότια και Κεντρική Ευρώπη) ξεκίνησε η εντατική εξόρυξη του πολύτιμου μετάλλου τόσο στην κεντρική Αφρική όσο και στη Νότια Αμερική και αργότερα τον 19^ο αιώνα στην Αυστραλία. Στις μέρες μας (2024) η ετήσια εξόρυξη χρυσού αγγίζει τους 3.300 τόνους τον χρόνο (statista.com).

Ο κανόνας του χρυσού

Ο χρυσός πέρα από τις χρήσεις που περιεγράφηκαν παραπάνω έχει επίσης χρησιμοποιηθεί και ως μέσο νομισματικής πολιτικής. Πιο συγκεκριμένα, από το 1870 έως το 1914 εφαρμόστηκε ο κανόνας του χρυσού σε μεγάλη κλίμακα χωρών, σύμφωνα με τον οποίον κάθε χώρα συνέδεε το εθνικό της νόμισμα με μία σταθερή τιμή με την οποία μπορούσα να αγοράσει ή να πουλήσει χρυσό. Με αυτόν τον τρόπο τα εθνικά νομίσματα αντανακλούσαν σταθερή ποσότητα χρυσού και κατά συνέπεια όλες οι χώρες διατηρούσαν σταθερές συναλλαγματικές ισοτιμίες. Οι κεντρικές τράπεζες των κρατών σε αυτό το σύστημα είναι υποχρεωμένες να καλύπτουν με χρυσό κάθε πιθανή έκδοση χαρτονομισμάτων, ενώ υπάρχει ελευθερία στις εξαγωγές και στις εισαγωγές χρυσού μεταξύ των κρατών. Σε θεωρητικό επίπεδο οι πολίτες μία χώρας που ακολουθεί τον κανόνα του χρυσού μπορούν να ανταλλάξουν τα χαρτονομίσματά τους με χρυσό σε μία σταθερή τιμή. Το συγκεκριμένο σύστημα βοήθησε την ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου και κατά συνέπεια χώρες που αρχικά δεν το είχαν υιοθετήσει με την πάροδο του χρόνου αναγκάστηκαν να το κάνουν. Βεβαίως το συγκεκριμένο σύστημα είχε και μειονεκτήματα, με κυριότερο τη δημιουργία προβλημάτων στις χώρες που είχαν εμπορικό έλλειμμα. Σε αυτήν την περίπτωση, το έλλειμα θα έπρεπε να πληρωθεί μέσω των αποθεμάτων χρυσού σε επίπεδο κεντρικών τραπεζών κάτι που δρούσε αποσταθεροποιητικά αφού οι κάτοικοι αυτών των χωρών έσπευδαν να ανταλλάξουν τα

χρήματα με χρυσό υπό τον φόβο ότι αυτός θα μεταφερθεί σε άλλη χώρα. Άλλα μειονεκτήματα του συγκεκριμένου κανόνα είναι έλλειψη ευελιξίας των κρατών που τον ακολουθούν καθώς και η περιορισμένη ευχέρεια στην αντιμετώπιση κρίσεων. Για την έλλειψη ευελιξίας, αφορά κυρίως περιπτώσεις κατά τις οποίες οι κυβερνήσεις επιθυμούν να τονώσουν την ανάπτυξη μέσω της αύξησης της ποσότητας χρήματος. Τα σημαντικότερα προβλήματα όμως (και ο βασικός λόγος που ο κανόνας του χρυσού εγκαταλείφτηκε) είναι η αδυναμία των χωρών στο να τυπώσουν χρήμα για την αντιμετώπιση μεγάλων κρίσεων ή και υφέσεων. Η μεγάλη Βρετανία εγκατέλειψε τον κανόνα του χρυσού το 1914 όταν ξέσπασε ο Α΄ Παγκόσμιος Πόλεμος.

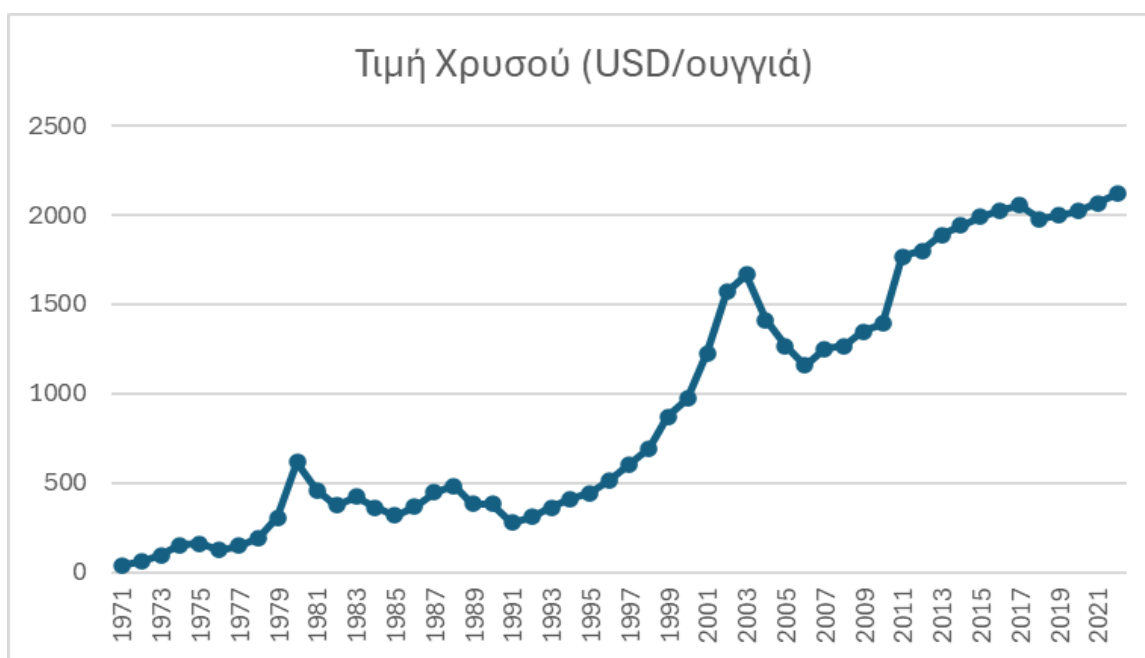
Σύστημα Bretton Woods

Το σύστημα Bretton Woods πήρε το όνομά του από την ομώνυμη πόλη του New Hampshire των ΗΠΑ όπου έλαβε χώρα μία διεθνής συνδιάσκεψη το 1944 που είχε ως στόχο τη θεμελίωση ενός σταθερού νομισματικού συστήματος μετά την περιπέτεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου αλλά και την παγκόσμια οικονομική αστάθεια του Μεσοπολέμου. Στη συνδιάσκεψη συμμετείχαν 44 χώρες οι οποίες συμφώνησαν τα επί μέρους νομίσματα να συνδεθούν με μια σταθερή τιμή με το δολάριο το οποίο με τη σειρά του θα είχε προκαθορισμένη και σταθερή ισοτιμία με τον χρυσό ως προς 35 δολάρια ανά ούγκια. Χαρακτηριστικό της αποδοχής του εν λόγω συστήματος είναι ότι μεταξύ των 44 κρατών που αρχικά συνυπέγραψαν, συμπεριλαμβάνονταν οι ΗΠΑ, η Γαλλία, η Σοβιετική Ένωση, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Κίνα και πολλές άλλες σημαίνουσες οικονομικές δυνάμεις (πλην των δυνάμεων του Άξονα). Σε συνέχεια της υιοθέτησης του συστήματος Bretton Woods, συμφωνήθηκε και η δημιουργία δύο σημαντικών θεσμών οι οποίοι θα λειτουργούσαν υποστηρικτικά για τη διατήρηση της νομισματικής σταθερότητας: το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο και η Παγκόσμια Τράπεζα (αρχικά ως Διεθνής Τράπεζα Ανασυγκρότησης και Ανάπτυξης). Το σύστημα Bretton Woods έβαλε το δολάριο στο επίκεντρο αλλά παρείχε μεγαλύτερη ευελιξία σε σχέση με τον Κανόνα του Χρυσού αφού οι κυβερνήσεις μπορούσαν να τονώσουν τις οικονομίες τους χωρίς να δέχονται κυρώσεις από την χρηματοπιστωτική αγορά. Το σύστημα σταμάτησε να χρησιμοποιείται το 1971 με πρωτοβουλία των ΗΠΑ κυρίως λόγω της εμπλοκής τους στον πόλεμο του Βιετνάμ και της ανάγκης χρηματοδότησής του. Έκτοτε, η τιμή του χρυσού διαπραγματεύεται στις αγορές ακολουθώντας τον κανόνα της προσφοράς και της ζήτησης, παρότι οι Κεντρικές Τράπεζες έχουν επέμβει με Ευρωπαϊκή πρωτοβουλία το 1999 με

σκοπό τον περιορισμό της πώλησης Χρυσού (από τις Κεντρικές Τράπεζες) σε 400 τόνους τον χρόνο και 2.000 τόνους για την προσεχή πενταετία.

Εξέλιξη της τιμής του χρυσού

Μετά την κατάργηση του συστήματος Bretton Woods το 1971 η τιμή του χρυσού γνώρισε σημαντικές μεταβολές τα χρόνια που ακολούθησαν αφού επηρεάστηκε από πολλούς γεωπολιτικούς, οικονομικούς και νομισματικούς παράγοντες. Όπως αναφέρθηκε, η ελεύθερη διακύμανση της τιμής του χρυσού άρχισε στα 35\$ η ουγγιά αλλά η αύξηση ήταν ραγδαία. Να σημειωθεί ότι η αξία του χρυσού είθισται να υπολογίζεται ως \$/ουγγιά, όπου η ουγγιά ισοδυναμεί με 31,1 γραμμάρια. Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 2.3 η αξία του χρυσού τη δεκαετία του 1970 σχεδόν διπλασιάστηκε αρχικά μετά την αποσύνδεση από το σύστημα Bretton Woods στα 63\$/ουγγιά.



Διάγραμμα 2.3: Τιμή Χρυσού ανά έτος 1971-2022 σε \$ ανά ουγγιά

Μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση και το εμπάργκο του ΟΠΕΚ οι τιμές της ενέργειας αυξήθηκαν παρασέρνοντας και τον πληθωρισμό. Η αβεβαιότητα που δημιουργήθηκε οδήγησε τους επενδυτές στον χρυσό και έτσι οι τιμές αυξήθηκαν περαιτέρω φτάνοντας αρχικά τα 73 (1973) και στη συνέχεια τα 180 \$/ουγγιά όπου και η τιμή σταθεροποιήθηκε για τα επόμενα 2 χρόνια (περίοδος

στασιμοπληθωρισμού στις ΗΠΑ). Με τη δεύτερη πετρελαϊκή κρίση (1979) η τιμή του χρυσού εκτοξεύεται και κορυφώνεται το 1980 στα ιστορικά για την εποχή υψηλά των 850\$/ουγγιά. Η αύξηση στην τιμή του χρυσού από την κατάργηση του Συστήματος Bretton Woods μέχρι το 1980, δηλαδή σε εννιά χρόνια είναι περισσότερο από 2.300%.

Τη δεκαετία του 1980 το ενδιαφέρον για τον χρυσό σταδιακά υποχώρησε ενώ επενδυτικά προτιμήθηκαν άλλα προϊόντα με υψηλότερες αποδόσεις. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 2.3, μετά την απότομη άνοδο της τιμής το 1980, επήλθε μία αποκλιμάκωση στα 460\$/ουγγιά, μία τιμή που με μικρές διακυμάνσεις διατηρήθηκε για αρκετά χρόνια. Παράγοντες που επηρέασαν την τιμή του χρυσού αυτά τα χρόνια ήταν η δραστική αύξηση των επιτοκίων από τη Fed τη δεκαετία του 1980 (ακόμα και πάνω από το 15%), η μείωση του πληθωρισμού, η χρηματιστηριακή αύξηση και οι αποθεματικές πωλήσεις κεντρικών τραπεζών που πίεσαν περαιτέρω τις τιμές.

Η περίοδος μετά το 2000 έως και το 2024 χαρακτηρίζεται από ισχυρές τάσεις ανόδου και έντονη μεταβλητότητα ως αποτέλεσμα γεωπολιτικών εντάσεων, οικονομικής αβεβαιότητας και άλλων παραγόντων. Σημαντικό ορόσημο ήταν η χρηματοπιστωτική κρίση του 2008 που προκάλεσε φυγή κεφαλαίου από άλλες χρηματοπιστωτικές αγορές που εκείνη την περίοδο βυθίστηκαν προς το ασφαλές καταφύγιο του χρυσού. Ως εκ τούτου η τιμή του χρυσού άγγιξε τα 1.000\$/ουγγιά το 2009 ενώ 2 χρόνια αργότερα έφτασε μέχρι τα 1.900\$/ουγγιά. Άλλα σημαντικά γεγονότα που επηρέασαν την τιμή του χρυσού το πρώτο τέταρτο του 21^{ου} αιώνα είναι οι γεωπολιτικές εντάσεις (κρίση στην Ουκρανία, ένταση στη Μέση Ανατολή), η πανδημία του COVID-19 η οποία σε συνδυασμό με τη δημοσιονομική επέκταση εκτόξευσε στις τιμές στα 2.100\$/ουγγιά αλλά και οι πληθωριστικές πιέσεις που ακολούθησαν.

Παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του Χρυσού

Οι τιμές του χρυσού όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες που είναι δυνατό να προκαλέσουν κυρίως εκρήξεις ανόδου. Η αβεβαιότητα είναι ίσως ο σημαντικότερος παράγοντας που μπορεί να οδηγήσει την τιμή του χρυσού. Με τον όρο αβεβαιότητα νοείται η αστάθεια που μπορεί να οφείλεται σε γεωπολιτικούς, νομισματικούς ή επιχειρηματικούς παράγοντες. Ενδεχόμενη μείωση της αξίας περιουσιακών στοιχείων, μετοχών, ομολόγων ή άλλων χρεογράφων ωθεί τους επενδυτές στην αγορά του χρυσού ως ασφαλές επενδυτικό καταφύγιο. Ιστορικά παραδείγματα ραγδαίας αύξησης της τιμής του χρυσού οφειλόμενη στην αβεβαιότητα είναι όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι πετρελαϊκές κρίσεις

(κυρίως του 1979), η κρίση της Lehman Brothers το 2008, κρίση χρέους χωρών της Ευρωζώνης το 2011 και βεβαίως η πανδημία COVID-19 που βύθισε τα χρηματιστήρια στις αρχές του 2020. Πολλοί επενδυτές εν μέσω αβεβαιότητας στράφηκαν στο καταφύγιο του χρυσού ως τρόπο αντιστάθμισης κινδύνου απέναντι στις εναλλακτικές και ευμετάβλητες σε τέτοιες περιόδους επιλογές. Προς απόδειξη του παραπάνω αξιώματος είναι η ταυτόχρονη αύξηση τιμών άλλων πολύτιμων μετάλλων όπως το ασήμι ή η πλατίνα στις ίδιες περιόδους.

Η συναλλαγματική ισοτιμία του δολαρίου επίσης είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του χρυσού. Αυτό συμβαίνει κυρίως γιατί η διεθνής μονάδα τιμολόγησης του χρυσού είναι το δολάριο ανά ουγγιά. Σε περιόδους που η τιμή του δολαρίου είναι σε χαμηλά επίπεδα, ο χρυσός γίνεται αυτόματα φθηνότερος για επενδυτές που έχουν άλλα νομίσματα και ως εκ τούτου γίνεται επενδυτικά ελκυστικός. Αναφορικά με μελέτες σχετικά με το συγκεκριμένο θέμα, οι Zhang και Wei το 2010 και αφού εξέτασαν την περίοδο 1985-2010 εντόπισαν αρνητική συσχέτιση επισημαίνοντας ότι η πτώση του δολαρίου ενίσχυε τη ζήτηση για χρυσό ως αποθεματικό εργαλείο. Οι Wang et al. το 2011 χρησιμοποιώντας μοντέλα VAR για την αιτιότητα συμπέραναν ότι οι μεταβολές στο δολάριο επηρεάζουν πρωταρχικά την τιμή στον χρυσό.

Η τιμή του χρυσού επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό και από τα επιτόκια και τις πληθωριστικές πιέσεις. Η αύξηση των επιτοκίων καθιστά τον χρυσό πιο ελκυστικό ενώ θεωρείται ότι λειτουργεί αντισταθμιστικά απέναντι στον πληθωρισμό. Οι επενδυτές στρέφονται στον χρυσό σε περιόδους αυξημένου πληθωρισμού επειδή διατηρεί διαχρονικά την αξία του όσο η αγοραστική δύναμη των νομισμάτων μειώνεται. Σύμφωνα με τους Gosh et al. (2004), οι οποίοι χρησιμοποίησαν δεδομένα από το 1976 έως το 1999, υπάρχει θετική σχέση μεταξύ πληθωρισμού και χρυσό ενώ επιβεβαιώνεται και ο αντισταθμιστικός του ρόλος έναντι του πληθωρισμού. Αναφορικά με τα πραγματικά επιτόκια (ονομαστικά επιτόκια μείον τον πληθωρισμό), η άνοδός τους ωθεί χαμηλότερα την τιμή του χρυσού καθώς άλλα χρηματοοικονομικά προϊόντα όπως τα ομόλογα αποφέρουν καλύτερες αποδόσεις. Η μελέτη του Blose (2010) που αναλύει τη σχέση της τιμής του χρυσού σε σχέση με τις μεταβολές στα επιτόκια επιβεβαιώνει την αρνητική συσχέτιση των δύο. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του χρυσού είναι οι αγορές και πωλήσεις που πραγματοποιούνται από τις κεντρικές τράπεζες (υπάρχουν περίοδοι που οι κεντρικές τράπεζες για μία σειρά λόγων αποφασίζουν να αυξήσουν τα αποθέματά τους σε χρυσό), η παγκόσμια ζήτηση για χρυσό ως προϊόν και όχι ως χρηματοοικονομικό προϊόν (για παράδειγμα περίοδοι αυξημένης

ζήτησης κοσμημάτων ή βιομηχανικής χρήσης) αλλά και η εμφάνιση χρηματοοικονομικών επενδυτικών προϊόντων που είναι δυνατόν να έχουν θέση στον χρυσό και ουσιαστικά διευρύνουν πολύ την επενδυτική βάση.

Επενδυτικά Προϊόντα στην αγορά του Χρυσού

Οι τρόποι με τους οποίους είναι πλέον δυνατόν κάποιος επενδυτής να έχει πρόσβαση στην αγορά του χρυσού έχει διαφοροποιηθεί πολύ τις τελευταίες δεκαετίες με τη δημιουργία νέων χρηματοοικονομικών προϊόντων που επιτρέπουν ευρεία πρόσβαση ακόμα και με μικρό σχετικά κεφάλαιο σε σχέση με το παρελθόν. Η φυσική κατοχή χρυσού είναι ο πλέον παραδοσιακός τρόπος επένδυσης και μπορεί να γίνει είτε σε μορφή νομισμάτων ή κοσμημάτων ή σε μορφή ράβδων. Ενώ αυτή η μέθοδος έχει ως πλεονέκτημα την άμεση πρόσβαση στο φυσικό προϊόν της επένδυσης, από την άλλη ενέχει κινδύνους απώλειας ή κλοπής καθώς απαιτούνται και υψηλά κόστη φύλαξης.

Πέρα από την κατοχή φυσικού χρυσού, είναι δυνατή η έμμεση ιδιοκτησία μέσω διαπραγματεύσιμων αμοιβαίων κεφαλαίων ή ETFs (Exchanged Traded Funds). Τα συγκεκριμένα προϊόντα προσφέρουν τη δυνατότητα στους επενδυτές να επενδύσουν στον χρυσό χωρίς την ανάγκη κατοχής του πολύτιμου μετάλλου. Η δημιουργία και διάδοση των συγκεκριμένων προϊόντων ειδικά τις τελευταίες 2 δεκαετίες θεωρείται ότι έχει δώσει ώθηση στην τιμή του χρυσού αφού διευκολύνει την τοποθέτηση επενδυτών όλων των διαμετρημάτων.

Σημαντικά επενδυτικά προϊόντα είναι και τα παράγωγα προϊόντα που έχουν ως υποκείμενο τον χρυσό και χρησιμοποιούνται (όπως και η πλειοψηφία των παράγωγων προϊόντων) για αντιστάθμιση κινδύνου αλλά και για κερδοσκοπία. Τα παράγωγα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (ή futures) τα οποία είναι δεσμευτικά συμβόλαια πώλησης χρυσού σε προκαθορισμένη τιμή και στα δικαιώματα προαίρεσης (ή options) τα οποία δίνουν δικαίωμα (όχι υποχρέωση) στον χρήστη να πουλήσει ή να αγοράσει χρυσό μέχρι μία προκαθορισμένη ημερομηνία. Η χρήση των παραγώγων γίνεται κυρίως από θεσμικούς επενδυτές (όπως είναι για παράδειγμα οι κεντρικές τράπεζες) ενώ διαπραγματεύονται σε εξειδικευμένα χρηματιστήρια εμπορευμάτων.

Εκτός από τα παραπάνω που αποτελούν τα βασικά εργαλεία επενδύσεων στον χρυσό, υπάρχουν και λιγότερο διαδεδομένοι τρόποι όπως είναι τραπεζικά προϊόντα καταθέσεων σε χρυσό (λογαριασμοί χρυσού στους οποίους ο επενδυτής αγοράζει ποσότητες που φυλάσσονται στο

όνομά του) η και αγορά μετοχών μεταλλευτικών εταιρειών (αν και εμφανίζουν μεγαλύτερη μεταβλητότητα σε σχέση με τον χρυσό). Σε γενικές γραμμές, ο φυσικός χρυσός παρουσιάζει το χαμηλότερο ρίσκο ως μέθοδος επένδυσης όπως και οι λογαριασμοί χρυσού ενώ τα παράγωγα προϊόντα και οι μετοχές εταιρειών εξόρυξης έχουν το μεγαλύτερο επενδυτικό ρίσκο.

2.4 Ο δείκτης S&P500

Ένας από τους πιο διαδεδομένους και ευρύτερα χρησιμοποιούμενους χρηματιστηριακούς δείκτες είναι ο S&P500 ο οποίος αντανακλά την πορεία των 500 μεγαλύτερων εταιρειών των Η.Π.Α. Ο δείκτης δημιουργήθηκε το 1957 από τον ομώνυμο οίκο αξιολόγησης και είχε στόχο τη δημιουργία της όσο το δυνατόν αντιπροσωπευτικότερης εικόνας των μετοχών του Αμερικάνικου χρηματιστηρίου. Επειδή στον δείκτη περιλαμβάνονται επιλεγμένες μετοχές εισαγμένων εταιρειών μεγάλης κεφαλαιοποίησης αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα μεγάλο μέρος της συνολικής κεφαλαιοποίησης του δείκτη να καλύπτεται, ενώ μέσω των επιλεγμένων μετοχών εκπροσωπούνται πλείστοι κλάδοι της αμερικανικής οικονομίας όπως η τεχνολογία, η βιομηχανία, η υγεία/περίθαλψη, ασφαλιστικός κλάδος κ.α. Η συνολική κεφαλαιοποίηση του δείκτη το 2025 ξεπερνάει τα 40 τρισεκατομμύρια δολάρια, έχει μέση απόδοση τις τελευταίες 2 δεκαετίες κοντά στο 14% και χρησιμοποιείται ευρέως σε για τη σύνθεση επενδυτικών χαρτοφυλακίων.

Γεγονότα που επηρέασαν την τιμή του δείκτη S&P500

Όπως αναφέρθηκε, ο δείκτης S&P500 προσφέρει τα τελευταία χρόνια εξαιρετικές αποδόσεις στους επενδυτές. Είναι όμως γεγονός ότι υπήρξαν γεγονότα κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών που προκάλεσαν έντονες διακυμάνσεις συνολικά στις χρηματιστηριακές αγορές και κατά συνέπεια στον δείκτη, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 2.4.

Τη δεκαετία του '70, η πετρελαϊκή κρίση που προέκυψε από την αύξηση τιμής του πετρελαίου προκάλεσε σοκ στις αγορές παγκοσμίως ωθώντας τον δείκτη σε πτώση μεγαλύτερη του 40%. Το τέλος της χιλιετίας συνοδεύτηκε από τη λεγόμενη φούσκα των Dot-com εταιριών που συμπάρευσαν τον δείκτη σε χαμηλά επίπεδα αφού εξανεμίστηκε το 50% της αξίας του μέχρι το

2002. Ένα ακόμα ισχυρό σοκ ακολούθησε το 2007 και μετά τη μεγάλη χρηματοπιστωτική κρίση που προεκλήθη από την κατάρρευση της Lehman Brothers ως αποτέλεσμα της κρίσης ενυπόθηκων δανείων και οδήγησε σε πτώση τον δείκτη άνω του 50%. Αντίστοιχα αποτελέσματα στον δείκτη είχε και η πανδημία COVID-19 το 2020 όταν οι επιπτώσεις των lockdown είχαν άμεση επίδραση στις αγορές και στον δείκτη ο οποίος υποχώρησε κατά 37% σε διάστημα μόλις ενός μήνα. Η έκρηξη της τεχνητής νοημοσύνης το 2023 δημιούργησε υψηλή ζήτηση για τις μετοχές των εταιρειών τεχνολογίας με αποτέλεσμα την άνοδο του δείκτη σε νέα υψηλά.



Πηγή: Macrotrends.net

Διάγραμμα 2.4: Μέση Τιμή S&P500 ανά έτος 1960-2025

Κριτήρια Επιλογής Εταιρειών-Σημαντικότερες εταιρείες του δείκτη

Η επιλογή των εταιρειών που απαρτίζουν τον δείκτη γίνεται από μία κοινοπραξία μεταξύ της S&P Global και του Ομίλου CME, την S&P DOW Jones Indices. Στον δείκτη βρίσκονται εταιρείες που εκπληρώνουν συγκεκριμένες προϋποθέσεις: πρέπει η έδρα τους να βρίσκεται στις Η.Π.Α. και να έχουν κάποια ελάχιστη κεφαλαιοποίηση (διαφέρει ανάλογα με την εποχή, για το 2025 η ελάχιστη κεφαλαιοποίηση για να υπαχθεί μία εταιρεία στον δείκτη είναι τα 14 δισεκατομμύρια \$).

Πίνακας 2.1: Οι εταιρείες με τη μεγαλύτερη κεφαλαιοποίηση στις ΗΠΑ κατά 1^ο τρίμηνο του 2025

Εταιρεία	Σύμβολο	Κλάδος	Κεφαλαιοποίηση (2025)	Σύντομη Περιγραφή
Apple Inc.	AAPL	Τεχνολογία	> \$2.7 τρισ.	Κατασκευή συσκευών και λογισμικού.
Microsoft Corp.	MSFT	Τεχνολογία	> \$2.5 τρισ.	Εταιρεία λογισμικού
Amazon.com Inc.	AMZN	Καταναλωτικό Εμπόριο	> \$1.8 τρισ.	Ηλεκτρονικό εμπόριο και τις cloud υπηρεσίες (AWS).
Nvidia Corp.	NVDA	Τεχνολογία	> \$1.6 τρισ.	Κάρτες γραφικών και τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης.
Alphabet Inc.	GOOGL / GOOG	Επικοινωνίες / Τεχνολογία	> \$2.0 τρισ.	Μητρική της Google, διαφήμιση, cloud και τεχνητή νοημοσύνη.
Berkshire Hathaway	BRK.B	Χρηματοοικονομικά	> \$850 δισ.	Επενδυτικός κολοσσός υπό την ηγεσία του Warren Buffett.
Tesla Inc.	TSLA	Αυτοκινητοβιομηχανία	> \$550 δισ.	Πρωτοπόρος στα ηλεκτρικά οχήματα και την ενεργειακή τεχνολογία.
Meta Platforms	META	Επικοινωνίες / Social Media	> \$1.2 τρισ.	Ιδιοκτήτης των Facebook, Instagram και WhatsApp.
UnitedHealth Group	UNH	Υγειονομική Περίθαλψη	> \$450 δισ.	Η μεγαλύτερη εταιρεία ιδιωτικής ασφάλισης υγείας στις ΗΠΑ.
Johnson & Johnson	JNJ	Υγειονομική Περίθαλψη	> \$400 δισ.	Πολυεθνική φαρμακοβιομηχανία και εταιρεία προϊόντων υγείας.

Επίσης πρέπει να είναι εισηγμένες σε κάποιο από τα σημαντικά χρηματιστήρια των Η.Π.Α. Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται οι σημαντικότερες εταιρείες που απαρτίζουν τον δείκτη από πλευράς κεφαλαιοποίησης. Οι σπουδαιότερες από αυτές ανήκουν στον τομέα της τεχνολογίας είτε παράγουν software (Microsoft, Alphabet, Meta) είτε hardware (Nvidia, Apple). Εταιρείες όπως η Nvidia, η Apple, η Tesla, εκτός από τα τεχνολογικά προϊόντα που παράγουν οφείλουν μέρος της κεφαλαιοποίησής τους στο software που παράγουν. Πέρα από τις εταιρείες τεχνολογίας, μεγάλη κεφαλαιοποίηση έχουν εταιρείες στον χώρο της υγείας (Johnson & Johnson και UnitedHealth Group) αλλά και η Berkshire Hathaway που δραστηριοποιείται στον χώρο των χρηματοοικονομικών υπό την καθοδήγηση του Warren Buffet.

2.5 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν τρία βασικά χρηματοοικονομικά προϊόντα με διαχρονικό επενδυτικό ενδιαφέρον: το πετρέλαιο, ο χρυσός και ο χρηματιστηριακός δείκτης S&P500. Πιο συγκεκριμένα, για το πετρέλαιο έγινε μία σύντομη ιστορική αναδρομή, με αναφορά σε σημαντικά γεγονότα που προκάλεσαν έντονες διακυμάνσεις στην τιμή του. Στη συνέχεια σημειώθηκαν κάποιοι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του συγκεκριμένου αγαθού και κατηγοριοποιήθηκαν στην προσφορά, τη ζήτηση και τους εξωγενείς παράγοντες οι οποίοι προκαλούν κατά περιόδους αναταράξεις στην αγορά του πετρελαίου. Επίσης παρουσιάστηκε συνοπτικά η δημιουργία του OPEC καθώς και ο ρόλος που διαδραματίζει ιστορικά στη διαμόρφωση της τιμής του πετρελαίου και σημειώθηκε και η αγορά του πετρελαίου με χρηματιστηριακούς όρους (είδη πετρελαίου που διαπραγματεύονται, δείκτες και σχετικά χρηματιστήρια). Τέλος, παρουσιάστηκε η επίδραση που έχει η αυξομείωση της τιμής του πετρελαίου στην οικονομική δραστηριότητα.

Με παρόμοιο τρόπο έγινε μία συνοπτική παρουσίαση της διαχρονικής σημασίας του χρυσού στην οικονομία από την περίοδο που χρησιμοποιήθηκε ως συναλλακτικό μέσο το 3.600 π.Χ. έως τη σύγχρονη εποχή. Έγινε ειδική αναφορά τόσο στον Κανόνα του Χρυσού (1870-1914) όσο και στο Σύστημα Bretton-Woods (1944-1971) δύο συστήματα που κατέστησαν τον χρυσό εργαλείο νομισματικής πολιτικής για αρκετές δεκαετίες συνολικά. Στη συνέχεια του κεφαλαίου,

παρουσιάστηκε η εξέλιξη της τιμής του χρυσού τις τελευταίες πέντε δεκαετίες και αναφέρθηκαν οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του (αβεβαιότητα, συναλλαγματική ισοτιμία, επιτόκια και πληθωρισμός). Κλείνοντας το υποκεφάλαιο του χρυσού σημειώθηκαν τα σχετικά επενδυτικά προϊόντα ή αλλιώς τους τρόπους με τους οποίους είναι δυνατόν ένας επενδυτής να τοποθετηθεί στον χρυσό . Για τον δείκτη S&P 500 δόθηκε ο ορισμός του, παρουσιάστηκε η διαγραμματική απεικόνισή του συνδυαστικά με κάποια σημαντικά γεγονότα που επηρέασαν την τιμή του και αναλύθηκε ο τρόπος επιλογής των εταιρειών που τον απαρτίζουν καθώς και σημειώθηκαν οι σημαντικότερες από αυτές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ

3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα εξεταστεί διεξοδικά η σχέση μεταξύ του Πολυπροπυλενίου και των 3 βασικών αγαθών-χρηματοοικονομικών προϊόντων που αναλύθηκαν (Πετρέλαιο, Χρυσό, Δείκτη S&P500) με σκοπό την ανάλυση της συσχέτισής τους και την πιθανή ύπαρξη γραμμικής συσχέτισης χρησιμοποιώντας την απλή γραμμική παλινδρόμηση. Προσδιορίζοντας του συντελεστή συσχέτισης θα γίνουν κατανοητές οι αλληλεπιδράσεις που πιθανώς υπάρχουν μεταξύ των μεταβλητών και έτσι να προσδιοριστεί αν υπάρχει σε κάποια ζεύγη σημαντική γραμμική συσχέτιση, δηλαδή κάποιου είδους αλληλεπίδραση σε οικονομικό πλαίσιο. Με τη χρήση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης για τα αντίστοιχα ζεύγη θα οριστεί η μία μεταβλητή ως εξαρτημένη και η άλλη ως ανεξάρτητη και η σχέση μεταξύ τους θα ποσοτικοποιηθεί και θα αποτυπωθεί διαγραμματικά μέσω μίας ευθείας γραμμής που ελαχιστοποιεί το άθροισμα των τετραγώνων των κατακόρυφων αποστάσεων των παρατηρήσεων από τη γραμμή. Με τη χρήση αυτού του μοντέλου προκύπτει ο ρυθμός μεταβολής της εξαρτημένης μεταβλητής προς την ανεξάρτητη (από την κλίση της ευθείας) αλλά και μίας σταθεράς που είναι η τιμή της εξαρτημένης όταν μηδενιστεί η ανεξάρτητη.

Με τη χρήση αυτών των εργαλείων είναι δυνατόν να υπάρξει μία στατιστική απεικόνιση των θεωρητικών συσχετίσεων που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ ενός commodity αγαθού σε μεγάλο βαθμό εξαρτημένου από την οικονομική ανάπτυξη όπως είναι το Πολυπροπυλένιο, με το βασικό αγαθό ενέργειας που αποτελεί και πρώτη ύλη του (Crude Oil), ένα κλασικό deposit αγαθό (Χρυσό) και ένα διαδεδομένο χρηματοοικονομικό δείκτη που αντανakλά την πορεία της παγκόσμιας οικονομίας. Για αυτόν τον σκοπό θα χρησιμοποιηθούν εβδομαδιαίες τιμές των τεσσάρων μεταβλητών για 3 έτη που θα δώσουν συνολικά 154 παρατηρήσεις.

Στο κεφάλαιο αυτό αρχικά θα παρουσιαστούν τα αριθμητικά δεδομένα με διαγράμματα, στη συνέχεια θα αναλυθεί ο συντελεστής συσχέτισης και θα αναφερθούν οι ιδιότητες του. Επίσης θα εξηγηθεί το απλό γραμμικό υπόδειγμα και θα αναφερθούν οι πληροφορίες που μπορεί να εξαχθούν. Τέλος θα βρεθεί ο συντελεστής συσχέτισης του Πολυπροπυλενίου με τις υπόλοιπες μεταβλητές και θα γίνει απλή γραμμική παλινδρόμηση. Στο τέλος του κεφαλαίου θα σχολιαστούν τα συμπεράσματα που βγήκαν.

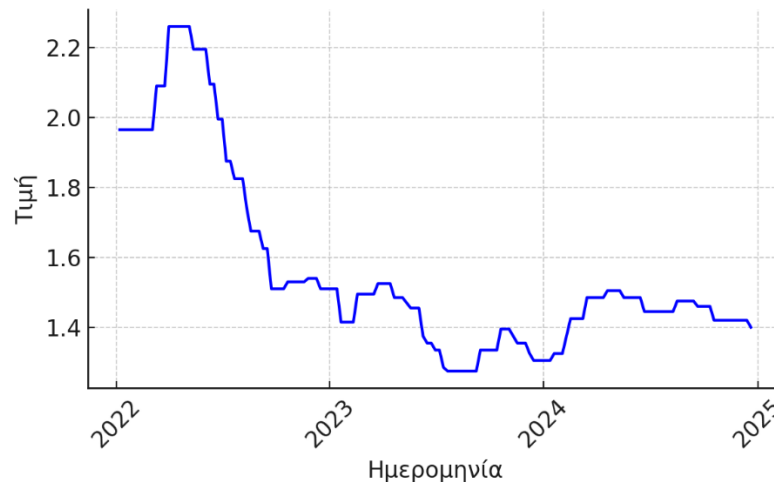
3.2 Δεδομένα και μεταβλητές της έρευνας

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η περιγραφική ανάλυση των εβδομαδιαίων χρονοσειρών για τέσσερις μεταβλητές. Συγκεκριμένα εξετάζονται: η τιμή του πολυπροπυλενίου, η τιμή του αργού πετρελαίου (συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης), η τιμή του χρυσού (συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης) και η τιμή κλεισίματος του δείκτη S&P 500. Τα δεδομένα είναι εβδομαδιαία και καλύπτουν την περίοδο από τον Ιανουάριο του 2022 έως τον Δεκέμβριο του 2024. Με την εξέταση της χρονικής εξέλιξης κάθε μεταβλητής μέσω διαγραμμάτων, αναδεικνύονται οι κύριες τάσεις και διακυμάνσεις, ενώ παράλληλα επιτρέπεται η σύγκριση της συμπεριφοράς μεταξύ των διαφορετικών αγορών. Τα δεδομένα για το πολυπροπυλένιο αντλήθηκαν από τον οργανισμό ICIS ο οποίος εξειδικεύεται στους δείκτες πετροχημικών ενώ για το πετρέλαιο, τον χρυσό και τον δείκτη S&P500 τα δεδομένα αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα [investing.com](https://www.investing.com).

Πολυπροπυλένιο

Στο Διάγραμμα 3.1 απεικονίζεται η εξέλιξη της τιμής του πολυπροπυλενίου. Παρατηρείται μια ξεκάθαρη πτωτική τάση κατά την εξεταζόμενη περίοδο. Συγκεκριμένα, η τιμή ξεκινά γύρω στα 2 δολάρια στις αρχές του 2022 και ύστερα από μια βραχεία άνοδο σε επίπεδα άνω των 2,2 δολαρίων (το πρώτο τρίμηνο του 2022), ακολουθεί παρατεταμένη πτώση. Μέχρι το τέλος του 2022 υποχωρεί περίπου στο 1,5 δολάριο, ενώ το χαμηλότερο επίπεδο καταγράφεται στα μέσα του 2023, κοντά στο 1,28 δολάρια. Στη συνέχεια παρατηρείται μικρή ανάκαμψη, με την τιμή να σταθεροποιείται στην περιοχή 1,3–1,4 δολαρίων προς το τέλος του 2024. Συνολικά, το πολυπροπυλένιο σημείωσε σημαντική μείωση άνω του 30% από τις αρχές του 2022 έως τα τέλη του 2024, με περιορισμένες μόνο βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις.

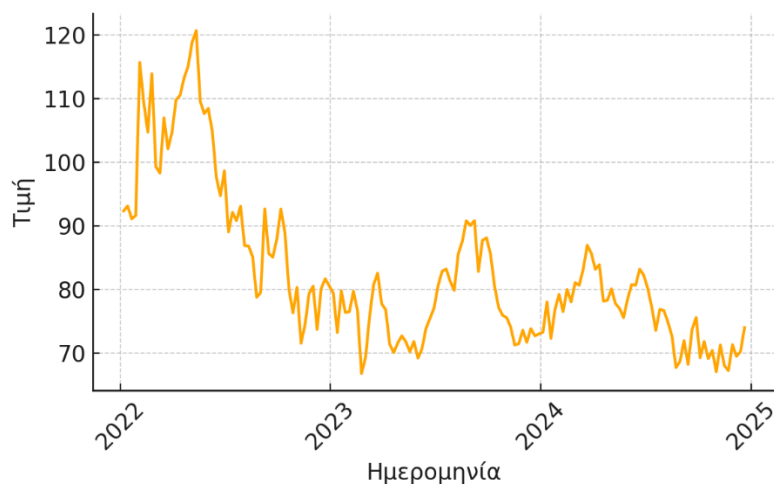
Στο Διάγραμμα 3.1 φαίνεται καθαρά η επίδραση τη πανδημίας στην τιμή του πολυπροπυλενίου, όπως άλλωστε και στην πλειονότητα των τιμών των πρώτων υλών. Αυτή η επίδραση σχετίζεται με τις δυσκολίες που είχαν δημιουργηθεί στην παραγωγή λόγω των συνεχών lock down παγκοσμίως αλλά και των προβλημάτων στην εφοδιαστική αλυσίδα που καθιστούσαν για μεγάλο χρονικό διάστημα τις μεταφορές χρονοβόρες και ακριβές. Μετά την πάροδο της επίδρασης της πανδημίας παρατηρείται σταδιακά η επαναφορά της τιμής στα συνήθη επίπεδα.



Διάγραμμα 3.1: Τιμή Πολυπροπυλενίου σε \$/βαρέλι

Αργό Πετρέλαιο

Το διάγραμμα για το αργό πετρέλαιο καταδεικνύει υψηλή μεταβλητότητα. Στις αρχές του 2022 η τιμή παρουσιάζει άνοδο, φτάνοντας σε επίπεδα της τάξης των 120 δολαρίων ανά βαρέλι (με μέγιστη τιμή το δεύτερο τρίμηνο του 2022). Στη συνέχεια ακολουθεί καθοδική πορεία: μέχρι τα τέλη του 2022 η τιμή υποχωρεί κάτω από τα 80 δολάρια. Στο πρώτο τρίμηνο του 2023 καταγράφεται χαμηλό περίπου στα 66 δολάρια, μετά το οποίο παρατηρείται ανάκαμψη προς τα 90 δολάρια μέχρι τα μέσα του 2023. Το 2024 η γενική τάση είναι πάλι πτωτική, με την τιμή να κυμαίνεται κυρίως μεταξύ 70 και 85 δολαρίων, καταλήγοντας προς τα τέλη του έτους γύρω στα 75 δολάρια. Η τιμή παραμένει έτσι σημαντικά χαμηλότερα από τα ανώτατα επίπεδα του 2022. Συνολικά, το αργό πετρέλαιο εμφανίζει μια αρχική έξαρση τιμών ακολουθούμενη από σαφή υποχώρηση, με ενδιάμεση ανάκαμψη και νέα πτώση, αντανακλώντας την επίδραση εξωγενών παραγόντων και τις ανάλογες προσαρμογές.



Διάγραμμα 3.2: Τιμή Αργού Πετρελαίου σε \$/βαρέλι

Χρυσός

Η πορεία της τιμής του χρυσού από την 1η Ιανουαρίου 2022 έως την 31η Δεκεμβρίου 2024 εμφανίζει έντονες διακυμάνσεις, με καθοδική τάση στην αρχή και στη συνέχεια ενίσχυση σε υψηλότερα επίπεδα. Το πρώτο μέρος του διαγράμματος, που καλύπτει περίπου το 2022, δείχνει πτώση της τιμής από περίπου 1.950 σε επίπεδα κάτω των 1.800 δολαρίων, αντανakλώντας ίσως την προσωρινή σταθερότητα των χρηματοοικονομικών αγορών ή την ενίσχυση του δολαρίου. Στο δεύτερο μισό του 2022 και κατά τη διάρκεια του 2023, παρατηρείται μια περιορισμένη ανάκαμψη με διακυμάνσεις, ενδεχομένως λόγω μικτών γεωπολιτικών και οικονομικών παραγόντων (όπως επιτόκια, πληθωρισμός ή ενεργειακή κρίση). Ο χρυσός, παραδοσιακά ασφαλές καταφύγιο, δεν ακολούθησε ισχυρή ανοδική πορεία σ' αυτή τη φάση, γεγονός που δείχνει ότι δεν υπήρχε έντονος επενδυτικός φόβος ή αβεβαιότητα μέχρι τα μέσα του 2023. Από τις αρχές του 2024 και κυρίως κατά το δεύτερο εξάμηνο του έτους, η τιμή του χρυσού σημειώνει έντονη ανοδική πορεία, φτάνοντας και ξεπερνώντας τα 2.700 δολάρια, με κορύφωση λίγο πριν το 2025. Αυτή η απότομη αύξηση μπορεί να υποδηλώνει ενίσχυση των ανησυχιών στις αγορές ή στροφή των επενδυτών σε "ασφαλή" περιουσιακά στοιχεία λόγω γεωπολιτικών εντάσεων, νομισματικής αστάθειας ή άλλων μακροοικονομικών παραγόντων όπως ύφεση ή αύξηση χρέους. Η τάση είναι σαφώς ανοδική, με διαδοχικά υψηλότερα χαμηλά και υψηλότερα υψηλά, κάτι που αποτελεί τεχνικό σήμα δυναμικής. Παρά τις επιμέρους διορθώσεις, το γενικό μοτίβο φανερώνει αυξανόμενη ζήτηση για χρυσό, ίσως

ως αντίδραση στις μεταβαλλόμενες νομισματικές πολιτικές (π.χ. μείωση επιτοκίων ή αυξημένες αγορές από κεντρικές τράπεζες). Το τέλος του 2024 δείχνει σταθεροποίηση, με την τιμή να παραμένει κοντά στα ιστορικά υψηλά.



Διάγραμμα 3.3: Τιμή Χρυσού σε \$/Ουγγιά

Δείκτης S&P 500

Η πορεία του δείκτη S&P 500 χαρακτηρίζεται από αρχική κάμψη και μεταγενέστερη έντονη άνοδο όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3.4. Κατά τη διάρκεια του 2022 σημειώνεται αισθητή υποχώρηση, με τον δείκτη να πέφτει από περίπου 4.500 μονάδες στις αρχές του έτους στις ~3.600 μονάδες τον Οκτώβριο (αντανακλώντας τις διορθώσεις της αγοράς εκείνης της περιόδου). Από το 2023 και έπειτα, ο S&P 500 ανακάμπτει έντονα. Το 2023–2024 ο δείκτης καταγράφει συνεχή άνοδο, ξεπερνώντας τα προ της πτώσης επίπεδα και προσεγγίζοντας τις 6.000 μονάδες προς τα τέλη του 2024. Συνολικά, παρατηρείται μια ισχυρή ανοδική μεταβολή της τάξης του 30% σε ορίζοντα τριετίας, που αντικατοπτρίζει την ανάκαμψη και ανάπτυξη της αγοράς μετοχών μετά το πτωτικό έτος 2022.



Διάγραμμα 3.4: Τιμή κλεισίματος Δείκτη S&P500

Συγκριτική Εξέλιξη των Μεταβλητών

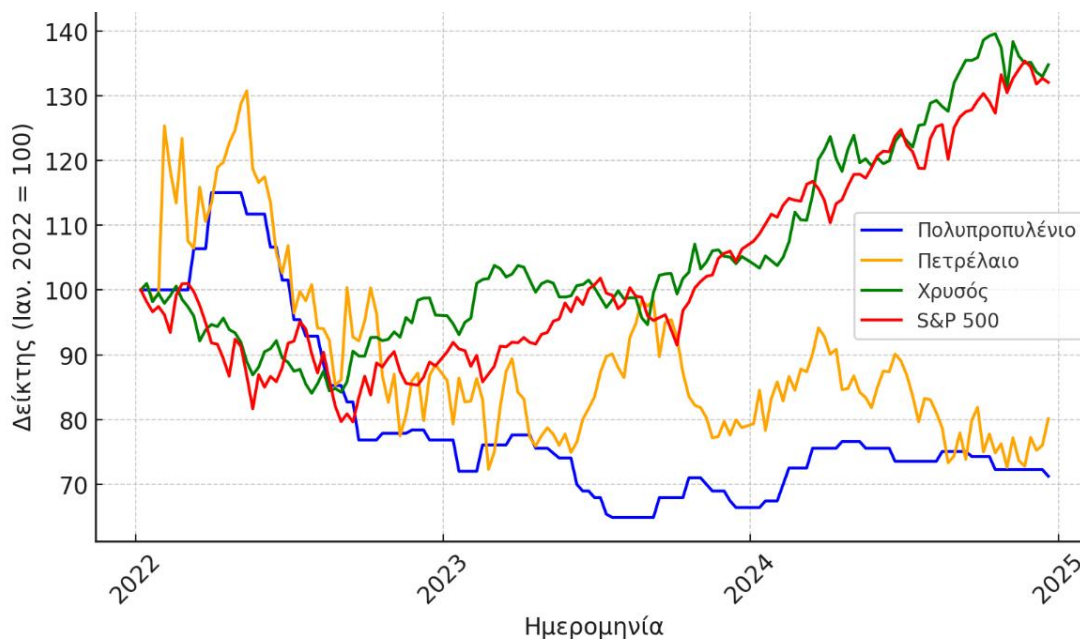
Στο συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.5, όπου οι σειρές έχουν μετασχηματιστεί σε δείκτες τιμών ως προς την αρχική τιμή (Ιαν. 2022 = 100), αναδεικνύονται ξεκάθαρα οι αποκλίσεις στην πορεία των μεταβλητών. Το πολυπροπυλένιο (μπλε γραμμή) και το πετρέλαιο (πορτοκαλί) κινούνται καθ' όλη σχεδόν τη διάρκεια κάτω από το αρχικό τους επίπεδο, ενώ αντίθετα ο χρυσός (πράσινη γραμμή) και ο δείκτης S&P 500 (κόκκινη) το υπερβαίνουν αισθητά μετά το 2022. Μέχρι τα τέλη του 2024, ο χρυσός και ο S&P 500 παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες σωρευτικές αυξήσεις, με τις καμπύλες τους να προσεγγίζουν τιμές γύρω στο 130–135 (δηλαδή περίπου +30–35% σε σχέση με την αρχή του 2022). Αντίθετα, το πετρέλαιο και το πολυπροπυλένιο παραμένουν σε χαμηλότερα επίπεδα, με τους σχετικούς δείκτες τους να διαμορφώνονται περίπου στο 80 και 70 έως το τέλος της περιόδου (μείωση κατά περίπου 20% και 30% αντίστοιχα).

Η μετατροπή που εφαρμόστηκε στη συγκριτική εξέλιξη των μεταβλητών έχει στόχο να απεικονίσει σε κοινή κλίμακα μεταβλητές που έχουν διαφορετικές μονάδες και επίπεδα τιμών. Έτσι μπορούμε να συγκρίνουμε την ποσοστιαία μεταβολή κάθε μεταβλητής στον χρόνο. Για κάθε μεταβλητή X_t εφαρμόζεται ο εξής τύπος:

$$X'_t = \frac{X_t}{X_0} \times 100$$

Όπου X_t είναι η τιμή της μεταβλητής σε χρονική στιγμή t , X_0 είναι η τιμή της μεταβλητής στην αρχική χρονική στιγμή (στη συγκεκριμένη περίπτωση πρώτη εβδομάδα Ιανουαρίου του 2022) και X_t' είναι η τιμή της μεταβλητής σε χρόνο t , με αφητηρία το 100. Η χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου έγινε διότι δίνεται η δυνατότητα να συγκριθούν άμεσα μεταβλητές με διαφορετική κλίμακα (π.χ. το πετρέλαιο σε δολ./βαρέλι ενώ ο δείκτης S&P500 σε μονάδες), επειδή δείχνει σχετικές μεταβολές (π.χ. ποια μεταβλητή αυξήθηκε περισσότερο σε ποσοστό επί %) και έτσι διευκολύνει την ανάγνωση και την οπτική σύγκριση όλων των μεταβλητών.

Συνολικά, διαφαίνεται ότι κάθε μεταβλητή ακολούθησε διακριτή πορεία υπό την επίδραση διαφορετικών συνθηκών της αγοράς. Το πολυπροπυλένιο και το αργό πετρέλαιο, που συνδέονται με τον κλάδο της ενέργειας και των πετροχημικών, κατέγραψαν σημαντικές πτωτικές μεταβολές. Αυτό πιθανώς αντανακλά την εξομάλυνση της προσφοράς και τη μειωμένη ζήτηση κατά τη συγκεκριμένη περίοδο. Αντίθετα, ο χρυσός σημείωσε αξιοσημείωτη άνοδο, υποδηλώνοντας ενισχυμένη επενδυτική στροφή προς «ασφαλή καταφύγια» και αντιστάθμιση έναντι του πληθωρισμού.



Διάγραμμα 3.5: Συγκριτική εξέλιξη μεταβλητών

Παράλληλα, η ισχυρή ανάκαμψη του δείκτη S&P 500 καταδεικνύει την επιστροφή της αισιοδοξίας και της ανάπτυξης στις αγορές μετοχών μετά την αρχική διόρθωση του 2022. Οι αποκλίνουσες αυτές τάσεις φανερώνουν ότι η πορεία των χρηματιστηριακών δεικτών μπορεί να διαφοροποιείται σημαντικά από εκείνη των τιμών των εμπορευμάτων, γεγονός που καθιστά αναγκαία την εξέταση των ιδιαίτερων παραγόντων που επηρεάζουν κάθε αγορά σε επόμενα στάδια της ανάλυσης. Με μία πρώτη ανάγνωση φαίνεται να υπάρχει θετική συσχέτιση της τιμής του πολυπροπυλενίου και του πετρελαίου ενώ αντίθετα ο Δείκτης S&P500 και ο Χρυσός φαίνεται να ακολουθούν αντίθετη κατεύθυνση.

3.3 Συντελεστής Συσχέτισης

Η έννοια της συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών αποτελεί θεμελιώδη λίθο της στατιστικής ανάλυσης, καθώς επιτρέπει την αξιολόγηση του βαθμού και της κατεύθυνσης της σχέσης που ενδέχεται να υπάρχει μεταξύ τους (Αγιακλόγλου και Οικονόμου, 2005). Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, η συσχέτιση αποτελεί το πρώτο βήμα για την εξερεύνηση πιθανών συνδέσεων ανάμεσα στην τιμή του πολυπροπυλενίου και άλλες βασικές μεταβλητές της παγκόσμιας οικονομίας, όπως η τιμή του πετρελαίου, του χρυσού και ο χρηματιστηριακός δείκτης S&P500.

Με τον όρο συσχέτιση δύο μεταβλητών X και Y εννοείται η εξάρτηση που υπάρχει μεταξύ αυτών των μεταβλητών. Για τη μέτρησή της χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης (correlation coefficient) ή συντελεστής απλής γραμμικής συσχέτισης με την προϋπόθεση ότι η σχέση των δύο μεταβλητών είναι γραμμική. Ο συντελεστής συσχέτισης δύο τυχαίων μεταβλητών μετρά την ένταση εξάρτησης μεταξύ τους ενώ είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο συντελεστής συσχέτισης δεν παρέχει πληροφορίες για τις αιτίες που δημιουργούν τη σχέση εξάρτησης απλά δηλώνει σχέση εξάρτησης μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Πληθυσμιακός Συντελεστής Συσχέτισης

Ο πληθυσμιακός συντελεστής συσχέτισης δύο τυχαίων μεταβλητών ο οποίος συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα ρ ή ως $\text{Corr}(X,Y)$ χρησιμοποιείται όταν το σύνολο των διαθέσιμων

παρατηρήσεων των τυχαίων μεταβλητών X και Y αναφέρεται στον πληθυσμό και ορίζεται ως εξής:

$$\text{Corr}(X, Y) = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{Var}(X)} \cdot \sqrt{\text{Var}(Y)}}$$

Οι πληθυσμιακές διακυμάνσεις $\text{Var}(X)$ και $\text{Var}(Y)$ υπολογίζονται ως εξής:

$$\text{Var}(X) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \mu_X)^2$$

και:

$$\text{Var}(Y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \mu_Y)^2$$

όπου N ο αριθμός των παρατηρήσεων στον πληθυσμό, και μ_X και μ_Y οι πληθυσμιακοί μέσοι όροι.

Το πρόσημο του πληθυσμιακού συντελεστή συσχέτισης (και αφού ο παρονομαστής είναι πάντα θετικός) καθορίζεται από τον αριθμητή, δηλαδή από τη συνδιακύμανση των μεταβλητών X και Y . Ο συντελεστής συσχέτισης ανεξαρτήτου των μονάδων των μεταβλητών λαμβάνει τιμές από -1 έως $+1$. Η τέλεια γραμμική συσχέτιση υπάρχει όταν $\rho=+1$ ενώ αντιθέτως αν $\rho=-1$ υπάρχει τέλεια αρνητική συσχέτιση. Στο ενδεχόμενο $\rho=0$ υποδηλώνεται ότι δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών, χωρίς όμως να αποκλείεται να υπάρχει άλλη μορφή συσχέτισης.

Δειγματικός Συντελεστής Συσχέτισης

Κατά την εμπειρική διερεύνηση επειδή τα δεδομένα του πληθυσμού των μεταβλητών δεν συνήθως διαθέσιμα, υπάρχει δυσκολία στον υπολογισμό του πληθυσμιακού συντελεστή. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπολογίζεται ο δειγματικός συντελεστής συσχέτισης ο οποίος συμβολίζεται με r και

προέρχεται από τα δεδομένα ενός δείγματος παρατηρήσεων. Η διαφορά με τον πληθυσμιακό συντελεστή συσχέτισης είναι ότι στον υπολογισμό των διακυμάνσεων των μεταβλητών και της συνδιακύμανσής τους χρησιμοποιούνται οι δειγματικές τους τιμές. Για ένα δείγμα παρατηρήσεων των μεταβλητών X και Y για $i=1, 2, \dots, N$, ο δειγματικός συντελεστής συσχέτισης υπολογίζεται ως εξής:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Όπου $\bar{X}$ και $\bar{Y}$ είναι οι δειγματικοί μέσοι όροι των X και Y αντίστοιχα. Οι ιδιότητες του δειγματικού συντελεστή συσχέτισης δεν είναι διαφορετικές από του πληθυσμιακού συντελεστή, δηλαδή το εύρος τιμών που λαμβάνει είναι από -1 έως +1 ενώ εκφράζει το βαθμό της σχέσης εξάρτησης μεταξύ των δύο μεταβλητών όπως καθορίζεται από τα δεδομένα του δείγματος.

Στατιστικός έλεγχος

Υπάρχουν περιπτώσεις (ιδιαίτερα όταν η τιμή του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης είναι μικρός) κατά τις οποίες ενδείκνυται ο έλεγχος της σημαντικότητας του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης. Αυτό γίνεται με τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης $\rho=0$, δηλαδή ότι δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση των δύο μεταβλητών. Πιο συγκεκριμένα, οι υποθέσεις του ελέγχου είναι:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

ενώ ο έλεγχος γίνεται με βάση τη στατιστική t , η οποία ορίζεται όπως:

$$t = \frac{r \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

και ακολουθεί την κατανομή t με $n-2$ βαθμούς ελευθερίας. Ο έλεγχος της σημαντικότητας γίνεται για ορισμένο διάστημα εμπιστοσύνης α . Για να γίνει δεκτή η υπόθεση H_0 (δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών) πρέπει να ικανοποιείται η παρακάτω σχέση:

$$|t| > |t_{n-2, \alpha/2}|$$

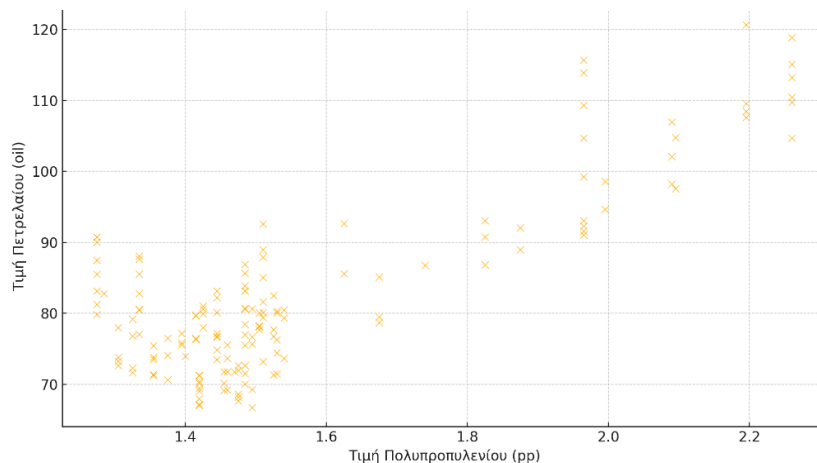
Αν δεν ισχύει το παραπάνω, απορρίπτεται η H_0 και ισχύει ότι υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Συντελεστής Συσχέτισης Πολυπροπυλενίου και Πετρελαίου.

Για να βρεθεί ο δειγματικός συντελεστής συσχέτισης των μεταβλητών των τιμών του πολυπροπυλενίου και του πετρελαίου και επειδή οι παρατηρήσεις του δείγματος προέρχονται από χρονοσειρές ο υπολογισμός θα γίνει με τον ακόλουθο τύπο:

$$r = \frac{n \sum_{t=1}^n X_t Y_t - (\sum_{t=1}^n X_t)(\sum_{t=1}^n Y_t)}{\sqrt{n \sum_{t=1}^n X_t^2 - (\sum_{t=1}^n X_t)^2} \cdot \sqrt{n \sum_{t=1}^n Y_t^2 - (\sum_{t=1}^n Y_t)^2}}$$

Ο συντελεστής συσχέτισης r μεταξύ της τιμής του πολυπροπυλενίου και της τιμής του πετρελαίου είναι περίπου 0.824, που υποδηλώνει μια ισχυρή θετική γραμμική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Η παρατηρούμενη τιμή του 0.824 δηλώνει ότι, όσο αυξάνεται η τιμή του πετρελαίου, τείνει να αυξάνεται και η τιμή του πολυπροπυλενίου. Το Διάγραμμα 3.6 ενισχύει αυτήν τη θέση καθώς παρατηρείται σαφής ανοδική τάση μεταξύ των δύο μεταβλητών.



Διάγραμμα 3.6: Συσχέτιση τιμών πολυπροπυλενίου με τιμές αργού πετρελαίου

Αυτή η σχέση έχει λογική βάση και στηρίζεται σε θεμελιώδεις οικονομικές και χημικές αρχές. Το πολυπροπυλένιο είναι ένα συνθετικό πολυμερές που παράγεται από την προπυλένιο, η οποία με τη σειρά της προέρχεται από προϊόντα της διύλισης πετρελαίου. Έτσι, όταν αυξάνεται η τιμή του πετρελαίου, αυξάνεται το κόστος παραγωγής του πολυπροπυλενίου, γεγονός που μετακυλιέται στην τελική του τιμή. Ένα συμπέρασμα που εξάγεται από τα παραπάνω είναι ότι οι περισσότερες παρατηρήσεις ακολουθούν ένα κοινό μοτίβο. Φυσικά, υπάρχουν κάποιες διακυμάνσεις που αποκλίνουν, υποδηλώνοντας ότι δεν είναι όλα τα στοιχεία απολύτως προβλέψιμα μέσω αυτής της σχέσης. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς άλλοι παράγοντες –όπως γεωπολιτικά γεγονότα, μεταφορικά κόστη ή πολιτικές εισαγωγών/εξαγωγών– μπορούν να επηρεάσουν είτε τις τιμές πετρελαίου είτε τις τιμές πολυπροπυλενίου ανεξάρτητα.

Για να ελεγχθεί η σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης του δείγματος, θα γίνει ο στατιστικός έλεγχος με τις παρακάτω υποθέσεις:

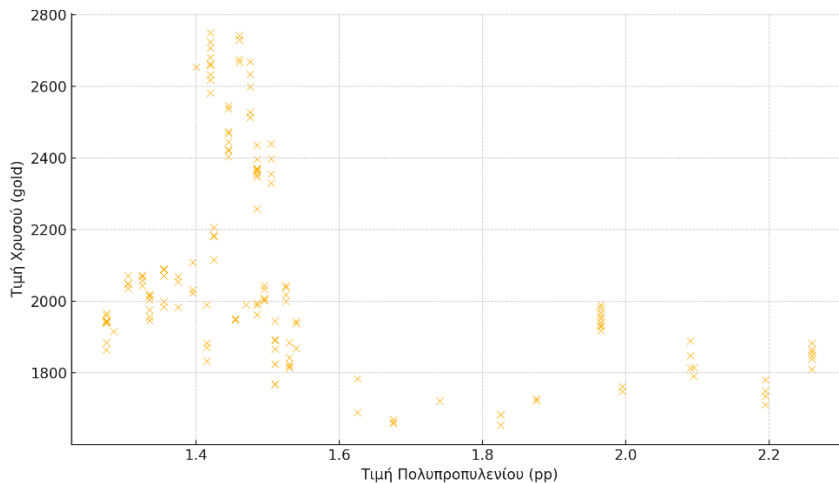
$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

Η τιμή της στατιστικής t είναι περίπου 17,86. Αυτό που προκύπτει είναι ότι για επίπεδο σημαντικότητας 5% οι κριτικές τιμές του ελέγχου είναι στο διάστημα -1,960 με +1,960. Επειδή η απόλυτη τιμή της στατικής t είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής, απορρίπτεται η υπόθεση H_0 κάτι που συνεπάγεται ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Συντελεστής Συσχέτισης Πολυπροπυλενίου και Χρυσού

Ακολουθώντας την ίδια μέθοδο προκύπτει ότι ο συντελεστής συσχέτισης των μεταβλητών των τιμών του πολυπροπυλενίου και του χρυσού r ισούται με -0.415 κάτι που δηλώνει ότι υπάρχει μέτρια αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην τιμή του πολυπροπυλενίου και την τιμή του χρυσού. Η αρνητική συσχέτιση σημαίνει πως, γενικά, όταν η τιμή της μίας μεταβλητής αυξάνεται, η άλλη τείνει να μειώνεται. Δεν πρόκειται για απόλυτο κανόνα, αλλά για μια γενική τάση που παρατηρείται στα δεδομένα. Αυτό είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον, γιατί ο χρυσός θεωρείται ασφαλές καταφύγιο, ενώ το πολυπροπυλένιο είναι περισσότερο συνδεδεμένο με τη βιομηχανική παραγωγή και τις πρώτες ύλες του πετρελαίου. Στο Διάγραμμα 3.7 που ακολουθεί εντοπίζεται η φυσική διασπορά των τιμών. Εμφανίζονται κάποια συγκεντρωμένα σημεία στην τιμή του πολυπροπυλενίου γύρω στο 1.42, τα οποία συνοδεύονται από μεταβολές στην τιμή του χρυσού που φαίνεται να κυμαίνονται με σχετική ανεξαρτησία, αλλά συνολικά υπάρχει μια φθίνουσα τάση.



Διάγραμμα 3.7: Συσχέτιση τιμών πολυπροπυλενίου με τιμές χρυσού

Για να ελεγχθεί η σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης του δείγματος, θα γίνει ο στατιστικός έλεγχος με τις παρακάτω υποθέσεις:

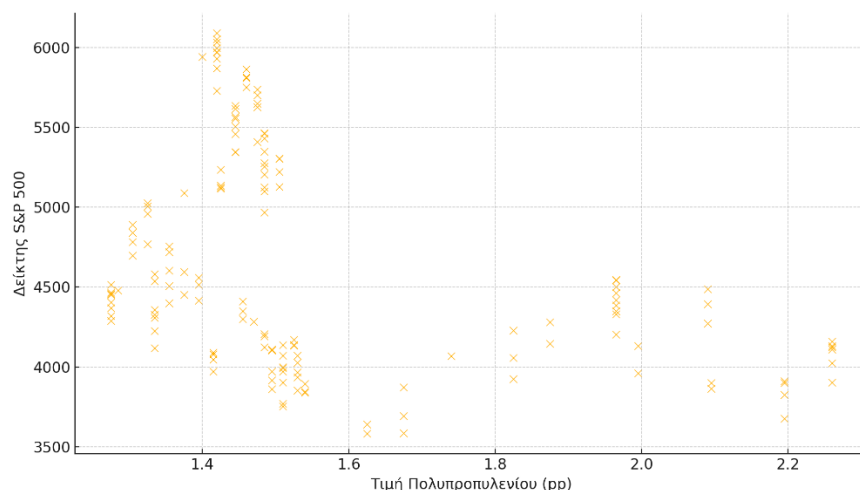
$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

Η τιμή της στατιστικής t είναι περίπου $-5,61$. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση προκύπτει ότι για επίπεδο σημαντικότητας 5% οι κριτικές τιμές του ελέγχου είναι στο διάστημα $-1,960$ με $+1,960$. Επειδή η απόλυτη τιμή της στατικής t είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής, απορρίπτεται η υπόθεση H_0 κάτι που συνεπάγεται ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Συντελεστής Συσχέτισης Πολυπροπυλενίου και Δείκτη S&P500

Ο συντελεστής συσχέτισης r μεταξύ της τιμής του πολυπροπυλενίου (PP) και της τιμής του Δείκτη S&P500 είναι -0.388 κάτι που υποδηλώνει ότι υπάρχει μέτρια αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην τιμή του πολυπροπυλενίου και του Δείκτη S&P500. Η μελέτη της συσχέτισης μεταξύ της τιμής μιας πρώτης ύλης –όπως το πολυπροπυλένιο– και ενός σημαντικού χρηματιστηριακού δείκτη όπως ο S&P 500, προσφέρει ενδιαφέροντα συμπεράσματα για τη σχέση ανάμεσα στη βιομηχανική δραστηριότητα και τις γενικότερες χρηματοοικονομικές συνθήκες. Ο δείκτης S&P 500 αντιπροσωπεύει τις 500 μεγαλύτερες εταιρείες στις Ηνωμένες Πολιτείες, αποτελώντας έναν από τους βασικότερους δείκτες για την πορεία της παγκόσμιας οικονομίας και των αγορών. Ο συντελεστής -0.388 που προκύπτει από την ανάλυση, φανερώνει μια μέτρια αρνητική συσχέτιση: δηλαδή, όταν οι τιμές του δείκτη S&P 500 αυξάνονται, η τιμή του πολυπροπυλενίου έχει την τάση να μειώνεται, και το αντίστροφο. Αυτό υποδηλώνει ότι υπάρχει μια τάση αντιστροφής της πορείας των δύο μεταβλητών σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Η αρνητική αυτή συσχέτιση μπορεί να έχει πολλές αιτίες. Αφενός, το πολυπροπυλένιο είναι μια βιομηχανική πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται ευρέως στην παραγωγή πλαστικών και προϊόντων καθημερινής χρήσης. Το Διάγραμμα 3.8 ενισχύει τη σημασία της οπτικής απεικόνισης των δεδομένων. Αν και οι τιμές του πολυπροπυλενίου παραμένουν σε περιορισμένο εύρος, ο δείκτης S&P 500 παρουσιάζει ευρύτερες διακυμάνσεις. Η διασπορά των σημείων δείχνει ότι, παρά τις διακυμάνσεις, δεν υπάρχει έντονα προφανής μοτίβο αύξησης και μείωσης, κάτι που επιβεβαιώνει ότι η συσχέτιση είναι μεν υπαρκτή αλλά όχι ισχυρή.



Διάγραμμα 3.8: Συσχέτιση τιμών πολυπροπυλενίου με Δείκτη S&P500

Ο στατιστικός έλεγχος θα γίνει με τις ίδιες υποθέσεις:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

Η τιμή της στατιστικής t σε αυτήν την περίπτωση είναι $-5,166$. Για επίπεδο σημαντικότητας 5% οι κριτικές τιμές του ελέγχου είναι στο διάστημα $-1,960$ με $+1,960$. Επειδή η απόλυτη τιμή της στατικής t είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής, και σε αυτήν την περίπτωση απορρίπτεται η υπόθεση H_0 κάτι που συνεπάγεται ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Αξίζει να τονιστεί πως ο συντελεστής συσχέτισης αφορά γραμμικές σχέσεις. Εάν υπήρχε μια μη γραμμική (π.χ. εκθετική ή κυκλική) σχέση, ο συντελεστής συσχέτισης δεν θα την κατέγραφε αποτελεσματικά. Επίσης, μεμονωμένα απομακρυσμένα σημεία μπορεί να αλλοιώνουν το αποτέλεσμα. Να σημειωθεί τέλος ότι η σχέση είναι αρκετά αδύναμη και δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για προβλέψεις.

Πίνακας 3.1 Συγκεντρωτικός Πίνακας Συντελεστών Συσχέτισης

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ
Πολυπροπυλένιο-Πετρέλαιο	0,824	ΙΣΧΥΡΗ ΘΕΤΙΚΗ	ΑΠΟΡΡΙΨΗ H_0
Πολυπροπυλένιο-Χρυσός	-0,415	ΜΕΤΡΙΑ ΑΡΝΗΤΙΚΗ	ΑΠΟΡΡΙΨΗ H_0
Πολυπροπυλένιο-S&P500	-0,388	ΜΕΤΡΙΑ ΑΡΝΗΤΙΚΗ	ΑΠΟΡΡΙΨΗ H_0

Τα αποτελέσματα, όπως φαίνεται και στον συγκεντρωτικό Πίνακα 3.1 ανέδειξαν διαφορετικού τύπου συσχετίσεις, αποκαλύπτοντας τη σύνθετη φύση των παραγόντων που επιδρούν στην τιμολόγηση του πολυπροπυλενίου. Η ισχυρή θετική συσχέτιση με το πετρέλαιο (συντελεστής 0.824) είναι αναμενόμενη και ενισχύει τη θεμελιώδη αντίληψη ότι η τιμή του πολυπροπυλενίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το κόστος των πρώτων υλών. Αντίθετα, η μέτρια αρνητική συσχέτιση με τον χρυσό (-0.415) και με τον S&P 500 (-0.388) δείχνει ότι το πολυπροπυλένιο δεν ακολουθεί πιστά τις τάσεις των χρηματιστηριακών ή επενδυτικών αγορών. Η συσχέτιση με τον χρυσό πιθανόν να αντανακλά την αντίθετη συμπεριφορά απέναντι στον οικονομικό κίνδυνο, ενώ η αρνητική σχέση με τον S&P 500 μπορεί να υποδηλώνει διαφοροποίηση με βάση την οικονομική συγκυρία και τις προσδοκίες ανάπτυξης.

3.4 Απλό Γραμμικό Υπόδειγμα

Η ανάλυση της γραμμικής σχέσης μεταξύ 2 μεταβλητών X και Y προσδιορίζοντας τη συμπεριφορά των τιμών της μεταβλητής Y με βάση τις τιμές μεταβλητής X επιτυγχάνεται μέσω της απλής γραμμικής παλινδρόμησης (ή simple liner regression). Σύμφωνα με αυτήν, προσδιορίζεται ποσοτικά η γραμμική σχέση που υπάρχει μεταξύ μίας εξαρτημένης μεταβλητής Y και μίας ανεξάρτητης μεταβλητής X όπου οι τιμές της δεύτερης επηρεάζουν τον τρόπο συμπεριφοράς των τιμών της πρώτης (Αγιακλόγλου και Οικονόμου, 2005). Το υπόδειγμα της απλής γραμμικής παλινδρόμησης δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \epsilon_t$$

στην οποία α είναι ο σταθερός όρος, β είναι η κλίση, και ϵ το τυχαίο σφάλμα (random error) της παλινδρόμησης για τις μεταβλητές X και Y . και για $t=1, 2, \dots, n$.

Το παραπάνω ονομάζεται απλό γραμμικό υπόδειγμα και εκφράζει την πληθυσμιακή σχέση που υπάρχει μεταξύ των μεταβλητών X και Y . Στο συγκεκριμένο υπόδειγμα τα α και β είναι οι άγνωστοι πληθυσμιακοί παράμετροι που ονομάζονται συντελεστές παλινδρόμησης (regression coefficients). Αυτές είναι οι τιμές που πρέπει να υπολογιστούν με βάση τις παρατηρήσεις

συγκεκριμένου δείγματος. Το παραπάνω υπόδειγμα δείχνει ότι οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής προσδιορίζονται από ένα συστηματικό μέρος (το $\alpha + \beta X_t$) και από ένα τυχαίο μέρος (το ϵ_t) το οποίο λαμβάνει υπόψιν τους παράγοντες που δεν περιλαμβάνονται στο υπόδειγμα (άλλες μεταβλητές, σφάλματα, απρόσμενοι παράγοντες κ.α.). Αν και στη σχέση χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης i που δηλώνει παρατηρήσεις μεταβλητών από διαστρωματικά στοιχεία, μπορεί να δοθεί και με δείκτη t για παρατηρήσεις που αφορούν χρονοσειρές (όπως στην παρούσα μελέτη).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για την εκτίμηση των συντελεστών α και β πρέπει να ισχύουν κάποιες υποθέσεις.:

- Ο μέσος όρος των τιμών του τυχαίου σφάλματος θα πρέπει να είναι μηδέν.
- Η διακύμανση των τιμών του τυχαίου σφάλματος πρέπει να είναι σταθερή και ίση με s^2
- Οι τιμές του τυχαίου σφάλματος δε συσχετίζονται μεταξύ τους. Η παραβίαση αυτής της υπόθεσης μπορεί να οδηγήσει σε φαινόμενα αυτοσυσχέτισης (autocorrelation)
- Οι τιμές του τυχαίου σφάλματος ακολουθούν κανονική κατανομή.
- Οι τιμές του τυχαίου σφάλματος δε συσχετίζονται με τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής X .

Παραβιάσεις των παραπάνω υποθέσεων πλήττουν την αξιοπιστία της ανάλυσης παλινδρόμησης και ως εκ τούτου σε αυτές θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή.

Εξαρτημένη μεταβλητή και εκτίμηση του υποδείγματος

Στο απλό γραμμικό υπόδειγμα εντοπίζονται συνολικά τρεις μεταβλητές, η εξαρτημένη X , η ανεξάρτητη Y και η ϵ . από αυτές όμως μόνο η εξαρτημένη Y και το τυχαίο σφάλμα ϵ θεωρούνται τυχαίες μεταβλητές, αφού οι τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής X θεωρούνται γνωστές και σταθερές (δηλαδή η X θεωρείται μη-στοχαστική μεταβλητή). Η αναμενομένη τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής Y για δεδομένη τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής X είναι ίση με το συστηματικό μέρος της παλινδρόμησης, δηλαδή ισχύει η παρακάτω σχέση:

$$E[Y_t | X_t] = \alpha + \beta X_t$$

Εφόσον $E(\epsilon_t) = 0$ για κάθε t .

Στην παραπάνω σχέση το α εκφράζει την τιμή της Y όταν η X είναι ίση με το μηδέν. Αντίστοιχα το β εκφράζει την κλίση της γραμμής του υποδείγματος και είναι περισσότερο σημαντικό αφού δείχνει την αναμενόμενη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής Y όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X μεταβληθεί κατά μία μονάδα. Το πρόσημο του β είναι επίσης κρίσιμο αφού προσδιορίζει τη θετική ή αρνητική εξάρτηση μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Η διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής Y για τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής X είναι ίση με τη διακύμανση των τιμών του τυχαίου σφάλματος του υποδείγματος, σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$\text{Var}[Y_t | X_t] = \sigma^2$$

Η εκτιμηθείσα μορφή του απλού γραμμικού υποδείγματος δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\hat{y}_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}t$$

Όπου $\hat{\alpha}$ και $\hat{\beta}$ οι εκτιμητές των συντελεστών α και β , και $\hat{Y}_t$ οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής που προκύπτουν από την εκτίμηση του υποδείγματος. Η εκτίμηση των συντελεστών α και β του απλού γραμμικού υποδείγματος γίνεται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων όπου οι τιμές $\hat{\alpha}$ και $\hat{\beta}$ προκύπτουν από την ελαχιστοποίηση του αθροίσματος των τετραγώνων των καταλοίπων. Οι αλγεβρικές σχέσεις των δύο εκτιμητών δίνονται από τους παρακάτω τύπους:

Για τον εκτιμητή της σταθεράς $\hat{\alpha}$ από τη σχέση:

$$\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta}\bar{x}$$

Για τον εκτιμητή της κλίσης $\hat{\beta}$ από τη σχέση:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})(y_t - \bar{y})}{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2}$$

Όπου $\bar{Y}$ και $\bar{X}$ οι δειγματικοί μέσοι όροι του Y και X αντίστοιχα.

Ερμηνευτική ικανότητα υποδείγματος

Η ικανοποιητική εφαρμογή του υποδείγματος σχετίζεται με την τιμή της διακύμανσης των τιμών των καταλοίπων. Όταν οι τιμές των καταλοίπων είναι μικρές, η εφαρμογή του υποδείγματος φαίνεται πιο ακριβής αφού και η διακύμανση των τιμών των καταλοίπων θα είναι αντιστοίχως μικρή. Σε περιπτώσεις που οι τιμές των καταλοίπων είναι μεγάλες το εκτιμηθέν υπόδειγμα δε θεωρείται ότι εκφράζει σε ικανοποιητικό βαθμό τη συμπεριφορά των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής. Η διακύμανση των τιμών των καταλοίπων s^2 δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$s^2 = \frac{1}{n-2} \sum_{t=1}^n e_t^2$$

ενώ το τυπικό σφάλμα της παλινδρόμησης s προκύπτει από τη θετική ρίζα της διακύμανσης:

$$s = \sqrt{s^2}$$

Ένας άλλος σημαντικός δείκτης που χρησιμοποιείται για να αξιολογήσει το γραμμικό υπόδειγμα είναι ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 . Ο συγκεκριμένος συντελεστής δείχνει το βαθμό στον οποίο ερμηνεύονται οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής από την ανεξάρτητη μεταβλητή μέσω της γραμμής παλινδρόμησης. Για την περίπτωση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης ο συντελεστής συσχέτισης R^2 ισούται με το τετράγωνο του δειγματικού συντελεστή γραμμικής συσχέτισης r των μεταβλητών, ενώ το πρόσημό του καθορίζεται από το πρόσημο του συντελεστή $\hat{\beta}$ του υποδείγματος. Είναι φανερό ότι ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 λαμβάνει επίσης τιμές μεταξύ 0 και 1 αφού ισούται άλλωστε με το τετράγωνο του δειγματικού συντελεστή συσχέτισης. Όταν η τιμή του R^2 προσεγγίζει τη μονάδα, υπάρχει αυξημένη γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών, ενώ αντιθέτως όταν το R^2 πλησιάζει το μηδέν, συμπεραίνεται ότι δεν υπάρχει σημαντική γραμμική σχέση.

Στατιστική Αναφορά

Η διακύμανση των εκτιμητών $\hat{\alpha}$ και $\hat{\beta}$ συμβάλει στον καθορισμό της στατιστικής σημαντικότητας των συντελεστών α και β . Κατά συνέπεια, για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας των συντελεστών α και β θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν και η διακύμανση των εκτιμητών. Ακολουθώντας τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (OLS), οι διακυμάνσεις των εκτιμητών $\hat{\alpha}$ και $\hat{\beta}$ δίνονται από τους παρακάτω τύπους:

$$\text{Var}(\hat{\alpha}) = \sigma^2 \left[\frac{1}{n} + \frac{\overline{X^2}}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2} \right]$$

Και

$$\text{Var}(\hat{\beta}) = \frac{\sigma^2}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}$$

Στατιστικοί έλεγχοι

Στον έλεγχο στατιστικής σημαντικότητας του συντελεστή, διερευνάται αν η τιμή του συντελεστή είναι ίση ή διάφορη του μηδενός. Το αποτέλεσμα του συγκεκριμένου ελέγχου μας δίνει εκτίμηση για την αξιοπιστία του υποδείγματος της παλινδρόμησης. Όπως και στην περίπτωση ελέγχου του συντελεστή συσχέτισης, έτσι και εδώ ο έλεγχος εφαρμόζεται στη βάση δύο υποθέσεων:

$$H_0: \alpha = 0$$

$$H_1: \alpha \neq 0$$

για τον συντελεστή α , και

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

για τον συντελεστή β .

Η τιμή της στατιστικής t υπολογίζεται και για τους 2 συντελεστές με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή:

$$t = \frac{\hat{\beta}}{\text{se}(\hat{\beta})}$$

και αντίστοιχα:

$$t = \frac{\hat{\alpha}}{\text{se}(\hat{\alpha})}$$

ενώ ακολουθεί την κατανομή t με $(n-2)$ βαθμούς ελευθερίας. Οι περιοχές αποδοχής της μηδενικής υπόθεσης H_0 βρίσκονται μεταξύ των κριτικών τιμών $t_{n-2, \alpha/2}$ ενώ αν η απόλυτη τιμή της στατιστικής t είναι μεγαλύτερη, απορρίπτουμε την H_0 .

Γραμμικό Υπόδειγμα για την τιμή Πολυπροπυλενίου ως συνάρτηση της τιμής του Αργού Πετρελαίου

Το απλό γραμμικό υπόδειγμα που εφαρμόστηκε για τη σχέση μεταξύ της τιμής του πετρελαίου (ανεξάρτητη μεταβλητή) και της τιμής του πολυπροπυλενίου (εξαρτημένη μεταβλητή) έδωσε τα εξής αποτελέσματα:

Μορφή του απλού γραμμικού υποδείγματος:

$$\widehat{pp}_t = 0.0795 + 0.0180 \cdot oil_t$$

$$(0.0841) \quad (0.0010)$$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.679

Για να ελεγχθεί η σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης του δείγματος, θα γίνει ο στατιστικός έλεγχος με τις παρακάτω υποθέσεις:

$$H_0: \alpha = 0$$

$$H_1: \alpha \neq 0$$

Η τιμή της στατιστικής t σε αυτήν την περίπτωση είναι περίπου 0,945. Για επίπεδο σημαντικότητας 5% οι κριτικές τιμές του ελέγχου είναι στο διάστημα -1,960 με +1,960. Επειδή η απόλυτη τιμή της στατικής t είναι μικρότερη από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής, σε αυτήν την περίπτωση δεν απορρίπτεται η υπόθεση H_0 κάτι που συνεπάγεται ότι ο συντελεστής α δεν είναι στατιστικά σημαντικός.

Αντίστοιχα για τον συντελεστή β έχουμε:

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

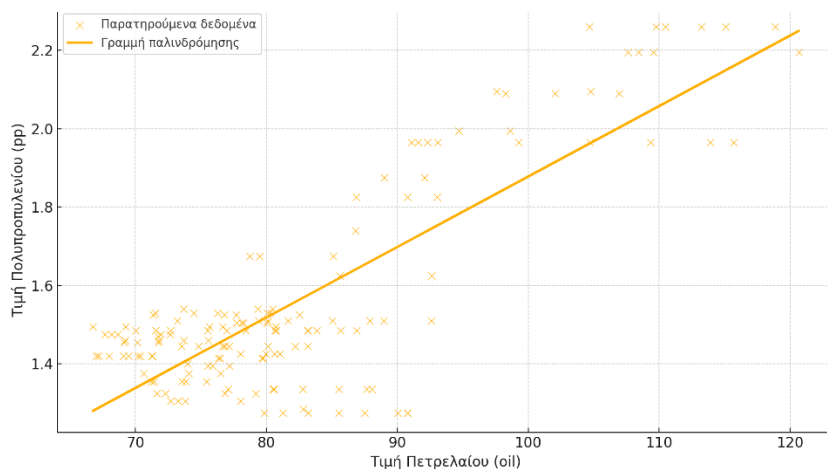
Η τιμή της στατιστικής t σε αυτήν την περίπτωση είναι περίπου 18. Για επίπεδο σημαντικότητας 5% οι κριτικές τιμές του ελέγχου είναι στο διάστημα $-1,960$ με $+1,960$. Επειδή η απόλυτη τιμή της στατικής t είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής, σε αυτήν την περίπτωση απορρίπτεται η υπόθεση H_0 κάτι που συνεπάγεται ότι ο συντελεστής β είναι στατιστικά σημαντικός.

Το γραμμικό υπόδειγμα που εκτιμήθηκε αποκαλύπτει μια θετική γραμμική σχέση μεταξύ της τιμής του πετρελαίου και της τιμής του πολυπροπυλενίου. Ο θετικός συντελεστής κλίσης, περίπου 0.018, δείχνει ότι για κάθε μία μονάδα αύξησης στην τιμή του πετρελαίου, η τιμή του πολυπροπυλενίου αυξάνεται κατά περίπου 0.018 μονάδες, υπό την υπόθεση ότι όλα τα άλλα παραμένουν σταθερά.

Η σταθερά της εξίσωσης (intercept = 0.0795) αν και μη στατιστικά σημαντική, δηλώνει τη θεωρητική τιμή του πολυπροπυλενίου όταν η τιμή του πετρελαίου είναι μηδέν. Αν και αυτό δεν έχει ρεαλιστική οικονομική ερμηνεία (καθώς η τιμή του πετρελαίου δεν πρόκειται να είναι ποτέ πραγματικά μηδέν), είναι απαραίτητο στοιχείο της εξίσωσης για τη μαθηματική περιγραφή της ευθείας.

Ο συντελεστής προσδιορισμού $R^2 = 0.679$ δείχνει ότι περίπου 68% της διακύμανσης στην τιμή του πολυπροπυλενίου εξηγείται από τη γραμμική σχέση με την τιμή του πετρελαίου. Αυτό είναι ένα αρκετά υψηλό ποσοστό, ειδικά για οικονομικά δεδομένα, και επιβεβαιώνει την ισχυρή συσχέτιση που ήδη διαπιστώθηκε με τον συντελεστή συσχέτισης (0.824). Δηλώνει ότι το μοντέλο έχει καλή προβλεπτική ικανότητα, αν και δεν εξηγεί όλη τη διακύμανση (το υπόλοιπο 32% οφείλεται σε άλλους παράγοντες ή σε στοχαστικότητα).

Το Διάγραμμα 3.9 δείχνει καθαρά ότι τα δεδομένα ακολουθούν μία ανοδική γραμμική τάση. Οι περισσότερες παρατηρήσεις είναι κοντά στη γραμμή παλινδρόμησης, υποστηρίζοντας την καλή εφαρμογή του υποδείγματος. Ωστόσο, παρατηρούνται και κάποιες αποκλίσεις, κάτι που είναι φυσιολογικό για οικονομικά μεγέθη που επηρεάζονται από πολλούς, συχνά μη μετρήσιμους, εξωτερικούς παράγοντες.



Διάγραμμα 3.9: Γραμμή Παλινδρόμησης για την Τιμή του πολυπροπυλενίου ως συνάρτηση της τιμής Αργού Πετρελαίου

Η ισχυρή γραμμική συσχέτιση και η επιτυχής προσαρμογή του γραμμικού υποδείγματος υποστηρίζουν τη θεμελιώδη οικονομική σχέση ανάμεσα στο πετρέλαιο και το πολυπροπυλένιο. Το πολυπροπυλένιο είναι πετροχημικό προϊόν, και η παραγωγή του βασίζεται άμεσα σε παράγωγα του πετρελαίου. Έτσι, το κόστος παραγωγής του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την τιμή της πρώτης ύλης. Η ισχυρή γραμμική συσχέτιση και η επιτυχής προσαρμογή του γραμμικού υποδείγματος υποστηρίζουν τη θεμελιώδη οικονομική σχέση ανάμεσα στο πετρέλαιο και το πολυπροπυλένιο.

Γραμμικό Υπόδειγμα για την τιμή Πολυπροπυλενίου ως συνάρτηση της τιμής του Χρυσού

Το απλό γραμμικό υπόδειγμα που εφαρμόστηκε για τη σχέση μεταξύ της τιμής του χρυσού (ανεξάρτητη μεταβλητή) και της τιμής του πολυπροπυλενίου (εξαρτημένη μεταβλητή) έδωσε τα εξής αποτελέσματα:

Μορφή του απλού γραμμικού υποδείγματος:

$$\widehat{pp}_t = 2.3522 - 0.00038 \cdot gold_t$$

(0.1416) (0.00007)

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.173

Για να ελεγχθεί η σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης του δείγματος, θα γίνει ο στατιστικός έλεγχος με τις παρακάτω υποθέσεις:

$$H_0: \alpha = 0$$

$$H_1: \alpha \neq 0$$

Η τιμή της στατιστικής t σε αυτήν την περίπτωση είναι περίπου 16,62. Για επίπεδο σημαντικότητας 5% οι κριτικές τιμές του ελέγχου είναι στο διάστημα -1,960 με +1,960. Επειδή η απόλυτη τιμή της στατικής t είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής, σε αυτήν την περίπτωση απορρίπτεται η υπόθεση H_0 κάτι που συνεπάγεται ότι ο συντελεστής α είναι στατιστικά σημαντικός.

Αντίστοιχα για τον συντελεστή β έχουμε:

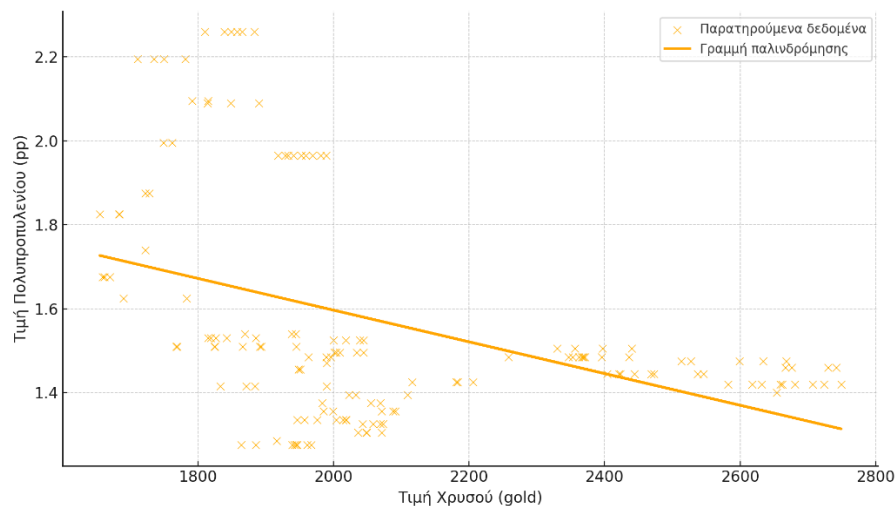
$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

Η τιμή της στατιστικής t σε αυτήν την περίπτωση είναι περίπου -5.61. Για επίπεδο σημαντικότητας 5% οι κριτικές τιμές του ελέγχου είναι στο διάστημα -1,960 με +1,960. Επειδή η απόλυτη τιμή της στατικής t είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής, σε αυτήν την περίπτωση απορρίπτεται η υπόθεση H_0 κάτι που συνεπάγεται ότι ο συντελεστής β είναι στατιστικά σημαντικός.

Το αποτέλεσμα του παραπάνω γραμμικού υποδείγματος αποτυπώνει τη γραμμική συσχέτιση μεταξύ της τιμής του χρυσού και της τιμής του πολυπροπυλενίου. Το αποτέλεσμα είναι μια ήπια αρνητική σχέση, όταν αυξάνεται η τιμή του χρυσού, η τιμή του πολυπροπυλενίου τείνει να μειώνεται. Ο συντελεστής κλίσης -0.00038 υποδηλώνει ότι για κάθε αύξηση κατά 1 μονάδα στην τιμή του χρυσού, η τιμή του πολυπροπυλενίου μειώνεται κατά 0.00038 μονάδες. Αν και αυτός ο αριθμός φαίνεται μικρός, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι τιμές του χρυσού κυμαίνονται σε χιλιάδες μονάδες, η μεταβολή στο πολυπροπυλένιο μπορεί να είναι αξιοσημείωτη. Ωστόσο, η επίδραση είναι μέτρια προς αδύναμη, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τον χαμηλό συντελεστή προσδιορισμού $R^2 = 0.173$. Αυτό σημαίνει ότι μόνο το 17.3% της μεταβλητότητας στην τιμή του πολυπροπυλενίου εξηγείται από την τιμή του χρυσού. Το υπόλοιπο 82.7% αποδίδεται είτε σε άλλους παράγοντες είτε σε στοχαστικές μεταβολές.

Το παραπάνω αποτυπώνεται και στο Διάγραμμα 3.10, όπου η γραμμή παλινδρόμησης δείχνει μεν μια καθοδική πορεία, αλλά τα σημεία είναι ευρέως διασκορπισμένα γύρω της, χωρίς να την ακολουθούν αυστηρά. Αυτό δείχνει ότι η συσχέτιση είναι ασθενής, και το υπόδειγμα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ακρίβεια για προβλέψεις.



Διάγραμμα 3.10: Γραμμή Παλινδρόμησης για την Τιμή του πολυπροπυλενίου ως συνάρτηση της τιμής του Χρυσού

Επειδή η τιμή του πολυπροπυλενίου επηρεάζεται από πολλούς άλλους παράγοντες — όπως το πετρέλαιο, η ενεργειακή πολιτική, οι εφοδιαστικές αλυσίδες και οι ρυθμοί παραγωγής — δεν μπορούμε να περιμένουμε από την τιμή του χρυσού να λειτουργήσει ως αξιόπιστος προγνωστικός παράγοντας.

Γραμμικό Υπόδειγμα για την τιμή Πολυπροπυλενίου ως συνάρτηση της τιμής του δείκτη S&P500.

Το απλό γραμμικό υπόδειγμα που εφαρμόστηκε για τη σχέση μεταξύ της τιμής του χρυσού (ανεξάρτητη μεταβλητή) και της τιμής του πολυπροπυλενίου (εξαρτημένη μεταβλητή) έδωσε τα εξής αποτελέσματα:

Μορφή του απλού γραμμικού υποδείγματος:

$$\widehat{p\bar{p}}_t = 2.2741 - 0.00015 \cdot S\&P500_i$$
$$(0.1386) \quad (0.00003)$$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.150

Για να ελεγχθεί η σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης του δείγματος, θα γίνει ο στατιστικός έλεγχος με τις παρακάτω υποθέσεις:

$H_0: \alpha = 0$

$H_1: \alpha \neq 0$

Η τιμή της στατιστικής t σε αυτήν την περίπτωση είναι περίπου 16.41. Για επίπεδο σημαντικότητας 5% οι κριτικές τιμές του ελέγχου είναι στο διάστημα -1,960 με +1,960. Επειδή η απόλυτη τιμή της στατικής t είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής, σε αυτήν την περίπτωση απορρίπτεται η υπόθεση H_0 κάτι που συνεπάγεται ότι ο συντελεστής α είναι στατιστικά σημαντικός.

Αντίστοιχα για τον συντελεστή β έχουμε:

$H_0: \beta = 0$

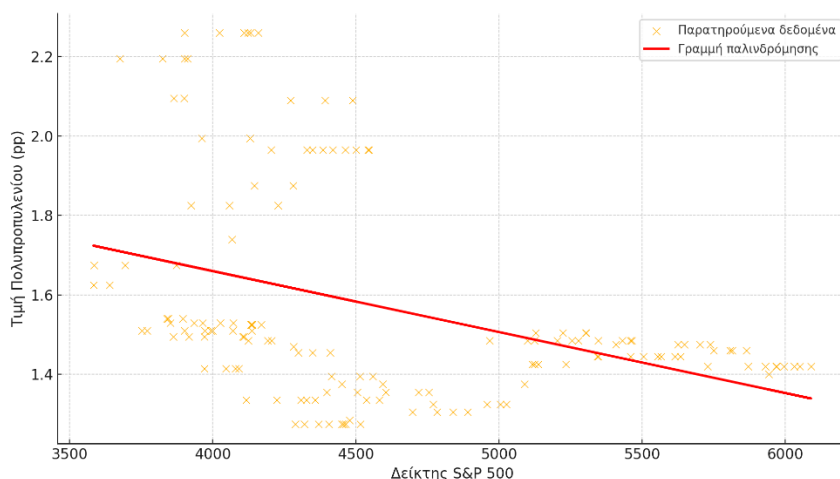
$H_1: \beta \neq 0$

Η τιμή της στατιστικής t σε αυτήν την περίπτωση είναι περίπου -5.17. Για επίπεδο σημαντικότητας 5% οι κριτικές τιμές του ελέγχου είναι στο διάστημα -1,960 με +1,960. Επειδή η απόλυτη τιμή της στατικής t είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής, σε αυτήν την περίπτωση απορρίπτεται η υπόθεση H_0 κάτι που συνεπάγεται ότι ο συντελεστής β είναι στατιστικά σημαντικός.

Το απλό γραμμικό υπόδειγμα που εφαρμόστηκε για να εξετάσει τη σχέση μεταξύ του δείκτη S&P 500 και της τιμής του πολυπροπυλενίου δείχνει μια ασθενή αρνητική γραμμική συσχέτιση. Ο αρνητικός συντελεστής κλίσης (-0.00015) σημαίνει ότι, καθώς αυξάνεται ο δείκτης S&P 500, η τιμή του πολυπροπυλενίου τείνει να μειώνεται — αν και η ένταση αυτής της σχέσης είναι μικρή. Ο

συντελεστής προσδιορισμού $R^2=0.150$ υποδηλώνει ότι μόλις το 15% της μεταβλητότητας της τιμής του πολυπροπυλενίου εξηγείται από τη μεταβλητότητα του δείκτη S&P 500. Το υπόλοιπο 85% οφείλεται σε άλλους, μη συμπεριλαμβανόμενους παράγοντες ή στην εγγενή στοχαστικότητα της αγοράς. Αυτό σημαίνει ότι η προβλεπτική ικανότητα του υποδείγματος είναι περιορισμένη.

Το αποτέλεσμα αυτό είναι εύλογο αφού το πολυπροπυλένιο είναι μία βιομηχανική πρώτη ύλη και η τιμή του επηρεάζεται κυρίως από το κόστος παραγωγής, τις τιμές ενέργειας τη βιομηχανική ζήτηση και τις διακυμάνσεις στις εφοδιαστικές αλυσίδες. Αντιθέτως, ο δείκτης S&P 500 αντικατοπτρίζει τη γενικότερη εμπιστοσύνη των επενδυτών και την οικονομική προοπτική. Στο Διάγραμμα 3.11 απεικονίζεται το γράφημα παλινδρόμησης το οποίο δείχνει μια γραμμή με ελαφρώς καθοδική κλίση, η οποία περιβάλλεται από σημεία με αρκετή διασπορά. Αυτό επιβεβαιώνει οπτικά την αδυναμία του μοντέλου να εξηγήσει ουσιαστικά τη συμπεριφορά της εξαρτημένης μεταβλητής (τιμής πολυπροπυλενίου).



Διάγραμμα 3.11: Γραμμή Παλινδρόμησης για την Τιμή του Πολυπροπυλενίου ως συνάρτηση της τιμής του Δείκτη S&P500

Συμπερασματικά, Το γραμμικό υπόδειγμα δείχνει μια ασθενή αρνητική γραμμική σχέση μεταξύ τιμών πολυπροπυλενίου και του δείκτη S&P 500, με περιορισμένη εξηγητική ισχύ. Αν και η θεωρητική βάση της αντίστροφης συσχέτισης μπορεί να υποστηριχθεί εν μέρει, τα δεδομένα υποδεικνύουν ότι δεν υπάρχει σταθερή ή ισχυρή γραμμική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του απλού γραμμικού υποδείγματος. Από τον πίνακα αυτό, προκύπτει ότι το πετρέλαιο

έχει τη μεγαλύτερη ερμηνευτική ικανότητα όπως καταδεικνύεται από τον συντελεστή προσδιορισμού R^2 , ο οποίος ανέρχεται στο 0,678. Το ποσοστό αυτό δείχνει ότι το 67,8% της διακύμανσης στην τιμή του πολυπροπυλενίου μπορεί να εξηγηθεί από τη μεταβολή στην τιμή του πετρελαίου. Επιπλέον, ο θετικός συντελεστής $\hat{\beta}=0,018$ καταδεικνύει θετική συσχέτιση: καθώς αυξάνεται η τιμή του πετρελαίου, αυξάνεται και η τιμή του πολυπροπυλενίου. Το αποτέλεσμα αυτό είναι πλήρως εναρμονισμένο με την οικονομική λογική, δεδομένου ότι το πετρέλαιο αποτελεί βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή πολυπροπυλενίου.

Αντίθετα, οι άλλες δύο μεταβλητές, ο χρυσός και ο S&P 500, παρουσιάζουν σαφώς μικρότερη εξηγητική δύναμη. Στην περίπτωση του χρυσού, ο συντελεστής R^2 είναι 0,173, ενώ για τον S&P500 είναι 0,15. Και στις δύο περιπτώσεις, οι τιμές αυτές υποδεικνύουν ότι λιγότερο από το 20% της διακύμανσης στην τιμή του πολυπροπυλενίου αποδίδεται σε αυτές τις μεταβλητές. Επιπλέον, οι αντίστοιχοι συντελεστές $\hat{\beta}$ είναι πολύ μικροί και αρνητικοί ($-0,00038$ και $-0,00015$), γεγονός που υποδηλώνει ότι δεν υπάρχει ουσιαστικά σημαντική ή πρακτικά ερμηνεύσιμη επίδραση από αυτές τις δύο μεταβλητές. Επομένως, η επίδρασή τους κρίνεται αμελητέα. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι με εξαίρεση τον συντελεστή $\hat{\alpha}$ στο γραμμικό υπόδειγμα του πετρελαίου, οι υπόλοιποι συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί.

Πίνακας 3.2: Συγκεντρωτικός Πίνακας Απλού Γραμμικού Υποδείγματος

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}$	R^2
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	0,0795*	0,018	0,679
ΧΡΥΣΟΣ	2,3522	-0,00038	0,173
S&P500	2,2741	-0,00015	0,15

*Ο συντελεστής δεν είναι σημαντικός

3.5 Συμπεράσματα

Στην παρούσα ενότητα επιχειρείται να συνοψιστούν τα ευρήματα της ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε για τρεις βασικές οικονομικές σχέσεις: μεταξύ του πολυπροπυλενίου του

πετρελαίου, του χρυσού και του δείκτη S&P 500. Στόχος ήταν να κατανοηθεί σε ποιον βαθμό το πολυπροπυλένιο, μια κρίσιμη βιομηχανική πρώτη ύλη, σχετίζεται με μεγέθη που είτε επηρεάζουν άμεσα το κόστος παραγωγής του είτε αντανakλούν ευρύτερες οικονομικές και επενδυτικές τάσεις.

Η σχέση μεταξύ πολυπροπυλενίου και πετρελαίου επιβεβαιώνει με σαφήνεια τη θεμελιώδη σύνδεση των δύο. Το πολυπροπυλένιο παράγεται από παράγωγα του πετρελαίου, και ως εκ τούτου, η τιμή του είναι αναμενόμενο να επηρεάζεται άμεσα από τις διακυμάνσεις της πετρελαϊκής αγοράς. Σε περιόδους αυξημένων τιμών πετρελαίου, αυξάνεται και το κόστος των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή του πολυπροπυλενίου, γεγονός που μετακυλίνεται στην τελική του τιμή. Η στατιστική ισχύς αυτής της σχέσης αποτυπώνει αυτήν την αιτιακή και παραγωγική συνάρτηση. Δεν πρόκειται απλώς για ταυτόχρονη μεταβολή δύο μεταβλητών, αλλά για μια σχέση ενσωματωμένη στη δομή του κόστους και των προμηθειών της πετροχημικής βιομηχανίας. Το πολυπροπυλένιο λειτουργεί σε αυτό το πλαίσιο περισσότερο ως παραγόμενο μέγεθος και λιγότερο ως ανεξάρτητο οικονομικό αγαθό.

Αντιθέτως, η σχέση του πολυπροπυλενίου με τον Χρυσό χαρακτηρίζεται από διαφορετική οικονομική λειτουργία και χρονισμό. Ο Χρυσός θεωρείται διεθνώς ένα ασφαλές καταφύγιο, ένα επενδυτικό εργαλείο στο οποίο στρέφονται οι επενδυτές σε περιόδους αβεβαιότητας, γεωπολιτικής αστάθειας ή χρηματοπιστωτικής πίεσης. Από την άλλη, το πολυπροπυλένιο αποτελεί αναλώσιμη πρώτη ύλη, συνδεδεμένη άμεσα με τη βιομηχανική παραγωγή και την οικονομική δραστηριότητα. Όταν η οικονομία αναπτύσσεται και η ζήτηση αυξάνεται, η χρήση του πολυπροπυλενίου αυξάνεται, ενδεχομένως οδηγώντας σε άνοδο της τιμής του. Την ίδια στιγμή, η τιμή του χρυσού μπορεί να παραμένει σταθερή ή ακόμη και να μειώνεται, καθώς μειώνεται η ανάγκη για προστατευτικά επενδυτικά εργαλεία. Αυτή η δυναμική οδηγεί συχνά σε αντίστροφη πορεία των δύο μεταβλητών, χωρίς όμως η σχέση να είναι ισχυρή. Αντανakλά περισσότερο τις αντικρουόμενες στρατηγικές χρήσης των δύο αγαθών.

Η σχέση του πολυπροπυλενίου με τον δείκτη S&P 500 παρουσιάζει εξίσου ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά, αλλά προκύπτει πιο έμμεση και αδύναμη. Ο δείκτης S&P 500 αποτελεί μια σύνθετη μέτρηση της επενδυτικής ψυχολογίας και της πορείας των μεγαλύτερων εταιρειών στις ΗΠΑ. Αντανakλά τις εκτιμήσεις για την κερδοφορία, την ανάπτυξη, και τη ρευστότητα στην αγορά κεφαλαίων. Σε αντίθεση, το πολυπροπυλένιο επηρεάζεται κυρίως από την παραγωγική και καταναλωτική δραστηριότητα, τις τιμές ενέργειας και τις συνθήκες προσφοράς και ζήτησης. Μια

ενδεχόμενη αρνητική συσχέτιση μπορεί να προκύπτει από μετατοπίσεις κεφαλαίων, όταν οι επενδυτές βλέπουν ευκαιρίες σε μετοχικές αξίες, στρέφονται λιγότερο σε εμπορεύματα ή πρώτες ύλες. Αντιστοίχως, σε περιόδους βιομηχανικής κάμψης, η ζήτηση για πολυπροπυλένιο μειώνεται, ανεξάρτητα από τη βραχυπρόθεσμη εικόνα των χρηματιστηριακών δεικτών. Έτσι, οι μεταβλητές συχνά κινούνται μερικώς ασύγχρονα, και η στατιστική τους συσχέτιση είναι πιο περιορισμένη.

Η συνολική ανάλυση ανέδειξε ότι το πολυπροπυλένιο είναι στενά συνδεδεμένο με τις αγορές ενέργειας, ιδιαίτερα με το πετρέλαιο, αλλά παρουσιάζει χαλαρότερες και περισσότερο αντιθετικές σχέσεις με επενδυτικά και χρηματοοικονομικά μεγέθη όπως ο χρυσός και ο δείκτης S&P 500. Οι σχέσεις αυτές δεν είναι τυχαίες. Αντανακλούν τη διαφορετική οικονομική λειτουργία, σκοπό και χρήση κάθε μεταβλητής στο ευρύτερο παραγωγικό και επενδυτικό περιβάλλον. Επομένως, ενώ η τιμή του πολυπροπυλενίου μπορεί να προβλεφθεί αρκετά ικανοποιητικά με βάση την τιμή του πετρελαίου, δεν ισχύει το ίδιο για τον Χρυσό και τον S&P 500. Αντίθετα, αυτοί οι δύο δείκτες μπορεί να λειτουργούν συμπληρωματικά, αντανακλώντας διαφορετικές συνθήκες του οικονομικού κύκλου. Αυτή η γνώση είναι πολύτιμη για επενδυτές, παραγωγούς, και στρατηγικούς αναλυτές που επιδιώκουν να κατανοήσουν ή να προβλέψουν τις κινήσεις στην αγορά πρώτων υλών.

3.6 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε η προσέγγιση και εφαρμογή στατιστικών εργαλείων για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της τιμής του πολυπροπυλενίου και τριών βασικών οικονομικών μεταβλητών: της τιμής του αργού πετρελαίου, της τιμής του χρυσού και του δείκτη S&P 500. Στόχος ήταν να εντοπιστούν πιθανά πρότυπα συσχέτισης και να εξεταστεί κατά πόσο αυτές οι σχέσεις μπορούν να περιγραφούν με γραμμικό τρόπο. Η επιλογή των συγκεκριμένων μεταβλητών βασίστηκε στην οικονομική τους φύση και στη θεωρητική σύνδεση που μπορεί να έχουν με την πορεία της τιμής του πολυπροπυλενίου.

Η ανάλυση ξεκίνησε με τη συγκέντρωση και οπτική παρουσίαση των αριθμητικών δεδομένων, τα οποία είχαν τη μορφή εβδομαδιαίων χρονοσειρών. Για κάθε μεταβλητή παρουσιάστηκε η χρονική της εξέλιξη μέσα από διαγράμματα, καθώς και η συνολική της πορεία στο διάστημα αναφοράς.

Στο τέλος, τα δεδομένα συγκρίθηκαν, προκειμένου να αναδειχθούν οι σχετικές μεταβολές τους σε κοινή κλίμακα. Η συγκεκριμένη απεικόνιση επέτρεψε την άμεση σύγκριση των τάσεων, ανεξαρτήτως του διαφορετικού εύρους τιμών των μεταβλητών.

Στη συνέχεια, αναλύθηκε η έννοια του Συντελεστή Συσχέτισης ως πρώτο μέτρο αξιολόγησης της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών. Μέσω αυτού ποσοτικοποιήθηκε η κατεύθυνση (θετική ή αρνητική) και η ένταση της γραμμικής συσχέτισης ανάμεσα στο πολυπροπυλένιο και κάθε μία από τις υπόλοιπες μεταβλητές. Παράλληλα, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στον θεωρητικό ορισμό και στα χαρακτηριστικά του συντελεστή συσχέτισης, ενώ επισημάνθηκαν και οι περιορισμοί του, όπως η ευαισθησία σε ακραίες τιμές και η αδυναμία του να αποτυπώσει μη γραμμικές σχέσεις ή να προσδιορίσει αιτιότητα.

Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε το εργαλείο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, με στόχο την περιγραφή της πιθανής σχέσης μέσα από μια μαθηματική εξίσωση. Η χρήση του υποδείγματος επέτρεψε να εξεταστεί αν μια μεταβλητή μπορεί να προβλεφθεί σε κάποιο βαθμό από την άλλη, αλλά και να ποσοτικοποιηθεί ο ρυθμός μεταβολής μεταξύ τους. Παρουσιάστηκε η μαθηματική δομή του υποδείγματος και υπολογίστηκαν βασικά μεγέθη αξιολόγησης όπως τα κατάλοιπα και ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 . Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε στηρίχθηκε τόσο σε ποσοτικές μετρήσεις όσο και σε οπτική επιβεβαίωση των σχέσεων μέσα από διαγράμματα διασποράς και γραμμές παλινδρόμησης. Η διαδικασία επέτρεψε όχι μόνο να διαπιστωθεί η ύπαρξη γραμμικής σχέσης μεταξύ των μεταβλητών, αλλά και να αξιολογηθεί η ποιότητα της και το κατά πόσο η κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή μπορεί να εξηγήσει την τιμή του πολυπροπυλενίου. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν αφορούν κυρίως τον βαθμό σύνδεσης του πολυπροπυλενίου με καθεμία από τις μεταβλητές και τον τύπο της σχέσης που εμφανίζεται: αν είναι στενή ή ασθενής, θετική ή αρνητική, άμεση ή έμμεση. Οι συσχετίσεις αναλύθηκαν σε οικονομικό πλαίσιο, εξετάζοντας τη φύση κάθε μεταβλητής και τη λογική βάση πίσω από την παρατηρούμενη συμπεριφορά της. Σε αρκετές περιπτώσεις αναδείχθηκε η σημασία της κατανόησης του ρόλου κάθε μεταβλητής στο οικονομικό σύστημα, ώστε να αξιολογηθεί σωστά η αλληλεπίδρασή της με το πολυπροπυλένιο.

Συνολικά, το κεφάλαιο ανέδειξε πώς η συνδυαστική χρήση στατιστικών δεικτών και οικονομικής ερμηνείας μπορεί να αποδώσει ουσιαστικά συμπεράσματα για τη συμπεριφορά μιας βιομηχανικής πρώτης ύλης. Ενώ ορισμένες μεταβλητές παρουσίασαν πιο έντονα γραμμικά χαρακτηριστικά στη

σχέση τους με το πολυπροπυλένιο, άλλες λειτούργησαν περισσότερο ως συμπληρωματικές ενδείξεις των οικονομικών συνθηκών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΝΟΓΛΩΣΣΗ

Abel A. & Bernake B. (2001). Macroeconomics, Addison-Wesley

Blose L. (2010). Gold prices, cost of carry, and expected inflation. *Journal of Economics and Business* Volume 62, Issue 1, January–February 2010, Pages 35-47

Bondaroff, T.P., Cooke, S. (2020) Masks on the beach: the impact of COVID-19 on marine plastic pollution, *OceanAsia*

Brown, S. & Yucel, M. (2002). Energy prices and aggregate economic activity: an interpretative survey, *The Quarterly Review of Economics and Finance* Volume 42, Issue 2, Summer 2002, Pages 193-208

Chalmin, P. (2019) The History of Plastic: From the Capitol to the Taepeian Rock. *Field Actions Science Reports*, Special Issue No. 19, 6-11.

Davis, S. & Haltiwanger J. (2001). Sectoral job creation and destruction responses to oil price changes, *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, vol. 48(3), pages 465-512

El-Sharif, I. & Brown d. & Burton, B. & Nixon, B. & Russell, A. (2005) Evidence on the nature and extent of the relationship between oil prices and equity values in the UK, *Energy Economics* Volume 27, Issue 6, November 2005, Pages 819-830

Dipak G. & Eric L. & Macmillan P. & Wright R. (2004). Gold As An Inflation Hedge? *Studies in Economics and Finance*, Emerald Group Publishing Limited, vol. 22(1), pages 1-25, January

Hamilton J. (2003). What is an oil shock?, *Journal of Econometrics*, Volume 113, Issue 2, April 2003, Pages 363-398

Hooker M. (2002). Are Oil Shocks Inflationary? - Asymmetric and Nonlinear Specifications versus Changes in Regime, *Journal of Money Credit and Banking* 34(2)

Hoover, D. & Perez, S. (1993). Post hoc ergo propter once more an evaluation of 'does monetary policy matter?' in the spirit of James Tobin, *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, vol. 34(1), pages 47-74, August

Jambeck J. & Geyer R. & Wilcox C. & Siegler T. (2015). Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean, *Science* Vol. 347(6223) pages 768-771

Kilian L. (2009). Oil Price Shocks, Monetary Policy and Stagflation, *RBA Annual Conference – 2009*

Kilian L. (2009) Not All Oil Price Shocks Are Alike: Disentangling Demand and Supply Shocks in the Crude Oil Market, The American Economic Review Vol. 99, No. 3 (Jun., 2009), pp. 1053-1069

OECD (2022). Global Plastics Outlook Economic Drivers, Environmental Impacts And Policy options

Plastics Europe Market Research Group (2019). The global plastics production

Tang, K., & Xiong, W. (2012). Index Investment and the Financialization of Commodities. Financial Analysts Journal, 68, 54-74

Wang L, Liu J, Li X, Shi J, Hu J, Cui R, Zhang ZL, Pang DW, Chen Y (2011). Growth propagation of yeast in linear arrays of microfluidic chambers over many generations, Biomicrofluidics

Zhang, Y.J. & Wei, Y.M. (2010). The crude oil market and the gold market: Evidence for cointegration, causality and price discovery, Resources Policy Volume 35, Issue 3, September 2010, Pages 168-177

ΕΛΛΗΝΟΝΟΓΛΩΣΣΗ

Αγιακλόγλου Χ. & Οικονόμου Γ. (2019). Μέθοδοι προβλέψεων και ανάλυσης αποφάσεων, Μπένου

Μπόκαρης Ε. (2012). Τεχνολογία Ανακύκλωσης Πλαστικών, ΖΗΤΗ

Πολέμη Α. (2016). Ανάπτυξη Πολυμερισμού Στερεάς Κατάστασης με Στόχο την Παραγωγή Αλειφαρωματικού Πολυαμιδίου, Πτυχιακή Εργασία, ΤΕΙ Αθήνας

Σιέττου Φ. (2022). Ανάλυση Κύκλου Ζωής Σε Βιοπλαστικά Προϊόντα, Πτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιά

