

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
Σχολή Χρηματοοικονομικής και Στατιστικής



Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής
Επιστήμης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ
ΣΥΝΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ ΜΕ
ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΜΑΚΡΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Ζήσης Ρ. Γιω

Διπλωματική Εργασία
που υποβλήθηκε στο Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του
Πανεπιστημίου Πειραιά ως μέρος απαιτήσεων για την απόκτηση του
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευση στην Εφαρμοσμένη Στατιστική

Πειραιάς
Σεπτέμβριος 2021

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΓΣΕΣ του τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς στην υπ' αριθμ. συνεδρίασή του σύμφωνα με τον Εσωτερικό Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Εφαρμοσμένη Στατιστική

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Καθηγητής Αγιακλόγλου Χρήστος (Επιβλέπων)
- Ομότιμος Καθηγητής Μιλτιάδης Νεκτάριος
- Αναπληρωτής Καθηγητής Σεβρόγλου Βασίλειος

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

UNIVERSITY OF PIRAEUS
School of Finance and Statistics



**Department of Statistics and Insurance
Science**

**POSTGRADUATE PROGRAM IN
APPLIED STATISTICS**

**DETERMINING CASUAL AND
COINTEGRATION RELATIONS BETWEEN
CRYPTOCURRENCIES AND SELECTED
MACROECONOMIC AND FINANCIAL VARIABLES**

Zisi R. Jon

MSc Dissertation
submitted to the Department of Statistics and Insurance
Science of the University of Piraeus in partial fulfilment of
the requirements for the degree of Master of Science in
Applied Statistics

**Piraeus, Greece
September 2021**

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή μου, κ. Αγιακλόγλου Χρήστο, Καθηγητή του Τμήματος Οικονομικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς, για την συνεισφορά του, την επιμονή του και τις πολύτιμες συμβουλές του για την συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η επιμονή και η συμβολή του ήταν σημαντική για την εντός των χρονικών ορίων επιτυχή περάτωση την εργασίας αυτής.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Μιλτιάδη Νεκτάριο, Ομότιμο Καθηγητή του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς, και τον κ. Σεβρόγλου Βασίλειο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς, μέλη της τριμελούς επιτροπής, για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσαν, με σκοπό την μελέτη και την διόρθωση της διπλωματικής εργασίας. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ αξίζουν οι γονείς μου για όλη την δύναμη και την υποστήριξη που μου έδωσαν στην διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας.

Περίληψη

Το χρήμα είχε αποτελέσει ένα από τα μεγαλύτερα βήματα του ανθρώπου για την μετάβαση από το ανταλλακτικό εμπόριο στα σύγχρονα μέσα συναλλαγών. Κατά την διάρκεια αυτή, το χρήμα παρουσιάστηκε σε πολλές διαφορετικές μορφές, από διάφορα αντικείμενα και πολύτιμα μέταλλα μέχρι το τραπεζικό και το ψηφιακό χρήμα. Το ψηφιακό ή ηλεκτρονικό χρήμα, ήταν η αρχή για την δημιουργία των κρυπτονομισμάτων. Τα αμφιλεγόμενα αυτά περιουσιακά στοιχεία έχουν απασχολήσει τον επενδυτικό κόσμο με τις μεγάλες και αυξανόμενες αποδόσεις τους, αλλά και με τις μεγάλες διακυμάνσεις τους. Ένα ακόμα στοιχείο που απασχολεί τους αναλυτές είναι η εύρεση σχέσεων μεταξύ κρυπτονομισμάτων και άλλων μεταβλητών, με σκοπό να εξηγηθούν οι τιμές τους, καθώς και οι μεγάλες διακυμάνσεις αυτών.

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό την διερεύνηση των σχέσεων αιτιότητας και συνολοκλήρωσης μεταξύ των κρυπτονομισμάτων και μερικών επιλεγμένων μακροοικονομικών και χρηματοοικονομικών μεταβλητών. Τα κρυπτονομίσματα που επιλέχθηκαν είναι το Bitcoin, το Ethereum και το Cardano, ενώ οι υπόλοιπες μεταβλητές είναι το επιτόκιο Euribor ωρίμανσης μιας εβδομάδας, η τιμή του αργού πετρελαίου τύπου Brent ανά βαρέλι, η τιμή του χρυσού ανά ουγγιά (προκαθορισμένη τιμή στις 10.30, ώρα Λονδίνου), η τιμή του δείκτη Dow Jones Industrial Average και οι τιμές των μετοχών της Nvidia και της AMD. Το σύνολο των δεδομένων για κάθε μεταβλητή είναι 401 και κάθε μεταβλητή αποτελείται από ημερήσια δεδομένα από την 2/1/2020 έως την 26/7/2021 και οι μεταβλητές, εκτός του επιτοκίου Euribor, είναι εκφρασμένες σε αμερικανικά δολάρια.

Αρχικά, πραγματοποιείται ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας με τον έλεγχο Augmented Dickey – Fuller, με σκοπό να εξεταστεί η στασιμότητα των μεταβλητών. Ύστερα, πραγματοποιείται ο έλεγχος αιτιότητας κατά Granger ανά ζεύγος ενός κρυπτονομίσματος και μιας μακροοικονομικής ή χρηματοοικονομικής μεταβλητής, για την εύρεση πιθανών αιτιωδών σχέσεων. Τέλος πραγματοποιείται ο έλεγχος συνολοκλήρωσης Engle - Granger ανά ζεύγος ενός κρυπτονομίσματος και μιας μακροοικονομικής ή χρηματοοικονομικής μεταβλητής, με σκοπό την εύρεση πιθανών μακροχρόνιων σχέσεων ισορροπίας.

Abstract

Money was one of man's greatest steps in the transition from barter to modern means of trade. During this time, money came in many different forms, from various objects and precious metals to banking and digital money. Digital, or electronic money, was the beginning of the creation of cryptocurrencies. These controversial assets have engaged the investment world with their large and increasing returns, but also with their large fluctuations. Another element that has kept analysts busy is finding relationships between cryptocurrencies and other variables in order to explain their prices, as well as their large fluctuations.

This paper aims to investigate the causality and cointegration relationships between cryptocurrencies and some selected macroeconomic and financial variables. The selected cryptocurrencies are Bitcoin, Ethereum and Cardano, while the other variables are the one-week Euribor maturity rate, the price of Brent crude oil per barrel, the price of gold per ounce (fixed price at 10.30 am, London time), the price of the Dow Jones Industrial Average and the share prices of Nvidia and AMD. The selected cryptocurrencies are Bitcoin, Ethereum and Cardano, while the other variables are the one-week Euribor maturity rate, the price of Brent crude oil per barrel, the price of gold per ounce (fixed price at 10.30 am, London time), the price of the Dow Jones Industrial Average and the share prices of Nvidia and AMD. The data set for each variable is 401 and each variable consists of daily data from 2/1/2020 to 7/26/2021 and the variables, except for the Euribor rate, are expressed in US dollars.

Initially, the unit root test is performed using the Augmented Dickey - Fuller test to examine the stationarity of the variables. Then, a Granger causality test is carried out per pair of a cryptocurrency and a macroeconomic or financial variable, in order to find possible causal relationships. Finally, the Engle - Granger cointegration test is carried out per pair of a cryptocurrency and a macroeconomic or financial variable, in order to find possible long-run equilibrium relationships.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	ix
Abstract	xi
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	xiv
Κατάλογος Πινάκων.....	xv
Κεφάλαιο 1: Εξέλιξη του χρήματος	
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Ανταλλακτικό εμπόριο	2
1.3 Ιστορία, ορισμός και χαρακτηριστικά του σύγχρονου χρήματος.....	4
1.4 Οι χρηματοπιστωτικές αγορές.....	8
1.5 Είδη χρήματος	12
1.6 Ανακεφαλαίωση	19
Κεφάλαιο 2: Κρυπτονομίσματα	
2.1 Εισαγωγή.....	21
2.2 Ιστορική εξέλιξη κρυπτονομισμάτων.....	22
2.3 Αρχιτεκτονική των κρυπτονομισμάτων	24
2.4 Κρυπτονομίσματα και νομικό πλαίσιο.....	27
2.5 Τα πιο δημοφιλή κρυπτονομίσματα	31
2.6 Ανακεφαλαίωση	39
Κεφάλαιο 3: Αιτιότητα Granger και Συνολοκλήρωση	
3.1 Εισαγωγή.....	41
3.2 Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας.....	42
3.3 Αιτιότητα κατά Granger	46
3.4 Συνολοκλήρωση	49
3.5 Υπόδειγμα Διόρθωσης Λαθών	55
3.6 Ανακεφαλαίωση	57
Κεφάλαιο 4: Εμπειρική εφαρμογή	
4.1 Εισαγωγή.....	58
4.2 Παρουσίαση δεδομένων	59
4.3 Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας.....	69
4.4 Έλεγχος αιτιότητας κατά Granger.....	76
4.5 Έλεγχος συνολοκλήρωσης	80
4.6 Ανακεφαλαίωση	87
Βιβλιογραφία.....	89

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1.1: Ροές κεφαλαίων στο χρηματοοικονομικό σύστημα	9
Διάγραμμα 1.2: Σύνολο και αξία συναλλαγών με μετρητά, κάρτες και άλλους τρόπους πληρωμών στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2019.....	16
Διάγραμμα 1.3: Μέθοδοι πληρωμών 2000-2019	17
Διάγραμμα 2.1: Μέση μηνιαία κατανομή hashrate του Bitcoin ανά χώρα	30
Διάγραμμα 2.2: Τιμή Bitcoin ανά ημέρα (σε \$) (Ιανουάριος 2016 – Ιούνιος 2021).....	32
Διάγραμμα 2.3: Ημερήσιος αριθμός συναλλαγών με Bitcoin (2010-2021).....	32
Διάγραμμα 2.4: Τιμή Ethereum ανά ημέρα (σε \$) (2015 –2021).....	36
Διάγραμμα 2.5: Ημερήσιος αριθμός συναλλαγών με Ethereum (2015-2021)	36
Διάγραμμα 2.6: Τιμή Ada ανά ημέρα (σε \$) (Οκτώβριος 2017 – Ιούλιος 2021).....	38
Διάγραμμα 3.1: Γραφική απεικόνιση συνολοκληρωμένων και μη σειρών.....	52
Διάγραμμα 4.1: Ημερήσιες τιμές του Bitcoin σε δολάρια (2/1/2021 – 26/7/2021).....	60
Διάγραμμα 4.2: Εβδομαδιαίες τιμές του Ethereum σε δολάρια (2/1/2020 - 26/7/2021).....	61
Διάγραμμα 4.3: Εβδομαδιαίες τιμές του Cardano σε δολάρια (2/1/2020 - 19/7/2021).....	62
Διάγραμμα 4.4: Ημερήσιες τιμές του επιτοκίου Euribor ωρίμανσης μιας βδομάδας (2/1/2020 - 26/7/2021)	63
Διάγραμμα 4.5: Ημερήσιες τιμές του αργού πετρελαίου τύπου Brent ανά βαρέλι (2/1/2020 - 26/7/2021)	64
Διάγραμμα 4.6: Ημερήσια καθορισμένη τιμή του χρυσού, ώρα Λονδίνου 10.30 (2/1/2020 - 26/7/2021)	65
Διάγραμμα 4.7: Ημερήσια τιμή του δείκτη Dow Jones Industrial Average (2/1/2020 - 26/7/2021)	66
Διάγραμμα 4.8: Ημερήσια τιμή της μετοχής NVidia (2/1/2020 - 26/7/2021).....	67
Διάγραμμα 4.9: Ημερήσια τιμή της μετοχής AMD (2/1/2020 - 26/7/2021)	68

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 4.1: Συμβολισμός μεταβλητών	59
Πίνακας 4.2: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για το Bitcoin.....	60
Πίνακας 4.3: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για το Ethereum (Ether).....	61
Πίνακας 4.4: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για το Cardano (Ada).....	62
Πίνακας 4.5: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για το επιτόκιο Euribor ωρίμανσης μιας εβδομάδας.....	63
Πίνακας 4.6: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για την τιμή του αργού πετρελαίου τύπου Brent μιας εβδομάδας.....	64
Πίνακας 4.7: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για την καθορισμένη τιμή του χρυσού, ώρα 10.30 Λονδίνου.....	65
Πίνακας 4.8: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για την Ημερήσια τιμή του δείκτη Dow Jones Industrial Average	66
Πίνακας 4.9: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής της ημερήσιας τιμής της μετοχής Nvidia..	67
Πίνακας 4.10: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής της ημερήσιας τιμής της μετοχής AMD...	68
Πίνακας 4.11: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης Bitcoin ($d=0$, $d=1$)	69
Πίνακας 4.12: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης Ethereum ($d=0$, $d=1$).....	70
Πίνακας 4.13: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης Cardano ($d=0$, $d=1$).....	70
Πίνακας 4.14: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης Euribor 1 εβδομάδας ωρίμανσης ($d=0$, $d=1$).....	70
Πίνακας 4.15: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης αργού πετρελαίου τύπου Brent ($d=0$, $d=1$)	71
Πίνακας 4.16: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης χρυσού (προκαθορισμένη τιμή 10.30 π.μ. Λονδίνο) ($d=0$, $d=1$).....	71
Πίνακας 4.17: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης δείκτη Dow Jones Industrial Average ($d=0$, $d=1$)	71
Πίνακας 4.18: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης μετοχής NVidia ($d=0$, $d=1$)	72
Πίνακας 4.19: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης μετοχής AMD ($d=0$, $d=1$).....	72
Πίνακας 4.20: Τιμές κριτηρίου AIC για τις ημερήσιες παρατηρήσεις των μεταβλητών (επίπεδα).....	73
Πίνακας 4.21: Τιμές t – στατιστικής των χρονοσειρών (επίπεδα)	74
Πίνακας 4.22: Τιμές κριτηρίου AIC για τις ημερήσιες παρατηρήσεις των μεταβλητών (πρώτες διαφορές)	75
Πίνακας 4.23: Τιμές t – στατιστικής των χρονοσειρών (πρώτες διαφορές).....	76
Πίνακας 4.24: Τιμές AIC για την επιλογή χρονικών υστερήσεων (Bitcoin)	77
Πίνακας 4.25: Τιμές AIC για την επιλογή χρονικών υστερήσεων (Ethereum).....	77
Πίνακας 4.26: Τιμές AIC για την επιλογή χρονικών υστερήσεων (Cardano).....	78
Πίνακας 4.27: Αποτελέσματα ελέγχου αιτιότητας Granger (Bitcoin)	78
Πίνακας 4.28: Αποτελέσματα ελέγχου αιτιότητας Granger (Ethereum).....	79
Πίνακας 4.29: Αποτελέσματα ελέγχου αιτιότητας Granger (Cardano).....	79

Πίνακας 4.30: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Bitcoin)	81
Πίνακας 4.31: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Ethereum)	82
Πίνακας 4.32: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Cardano)	82
Πίνακας 4.33: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: επιτόκιο Euribor ωρίμανσης μιας εβδομάδας).....	82
Πίνακας 4.34: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή αργού πετρελαίου τύπου Brent)	83
Πίνακας 4.35: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: προκαθορισμένη τιμή χρυσού, 10.30 π.μ. Λονδίνο)	83
Πίνακας 4.36: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή δείκτη Dow Jones Industrial Average).....	83
Πίνακας 4.37: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή μετοχής NVidia).....	84
Πίνακας 4.38: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή μετοχής AMD)	84
Πίνακας 4.39: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Bitcoin)	85
Πίνακας 4.40: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Ethereum).....	85
Πίνακας 4.41: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Cardano)	85
Πίνακας 4.42: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: επιτόκιο Euribor ωρίμανσης μιας εβδομάδας).....	85
Πίνακας 4.43: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή αργού πετρελαίου τύπου Brent)	85
Πίνακας 4.44: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: προκαθορισμένη τιμή χρυσού, 10.30 π.μ. Λονδίνο)	85
Πίνακας 4.45: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή δείκτη Dow Jones Industrial Average)	86
Πίνακας 4.46: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή μετοχής NVidia).....	86
Πίνακας 4.47: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή μετοχής AMD)	86

Κεφάλαιο 1

Εξέλιξη του χρήματος

1.1 Εισαγωγή

Οι λατρείες σε θεούς και είδωλα κατά τα παρελθοντικά χρόνια, δεν άφησε ανεπηρέαστη και την προέλευση της λέξης χρήμα, η οποία είναι γνωστή από τα αρχαία χρόνια. Συγκεκριμένα, κατάγεται από τη λατινική λέξη *moneta*, που σημαίνει "νόμισμα", από την γαλλική λέξη *monnaie*. Πιστεύεται ότι η προέλευσή της οφείλεται στον ναό της Γιούνο (Juno), ο οποίος βρίσκεται στον Καπιτωλίνο λόφο στην Ρώμη, έναν από τους επτά λόφους της ιταλικής πρωτεύουσας, καθώς βάσει της μυθολογίας, το όνομα της αρχαίας Ρωμαϊκή θεότητα συνδεόταν άμεσα με το χρήμα (D' Errio & Pinkowish, 1998).

Με την πάροδο του χρόνου, η φύση του χρήματος έχει υποστεί ριζικές αλλαγές. Τα πρώτα χρήματα ήταν συνήθως αντικείμενα φτιαγμένα από κάτι που είχε αγοραία αξία, όπως ένα χρυσό νόμισμα. Ύστερα, τα αντιπροσωπευτικά χρήματα αποτελούσαν τραπεζογραμμάτια που μπορούσαν να ανταλλάσσονται έναντι ορισμένης ποσότητας χρυσού ή αργύρου. Οι σύγχρονες οικονομίες, συμπεριλαμβανομένης της ζώνης του ευρώ, βασίζονται στο fiat χρήμα και στις ηλεκτρονικές συναλλαγές.

Οι σημερινές μορφές fiat χρήματος δηλώνονται νόμιμα και εκδίδονται από μια κεντρική τράπεζα, αλλά, σε αντίθεση με τα αντιπροσωπευτικά χρήματα, δεν μπορούν να μετατραπούν, για παράδειγμα, σε σταθερό βάρος χρυσού. Δεν έχει εγγενή αξία - το χαρτί που χρησιμοποιείται για τα τραπεζογραμμάτια είναι κατ' αρχήν μηδαμινής αξίας ως υλικό - ωστόσο εξακολουθεί να είναι αποδεκτό ως αντάλλαγμα για αγαθά και υπηρεσίες, επειδή οι άνθρωποι εμπιστεύονται την κεντρική τράπεζα για να διατηρήσουν την αξία του χρήματος σταθερή με την πάροδο του χρόνου. Εάν οι κεντρικές τράπεζες αποτύχουν σε αυτήν την προσπάθεια, τα χρήματα θα χάσουν τη γενική αποδοχή τους ως μέσο ανταλλαγής και την ελκυστικότητά τους ως αποθήκη αξίας.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια αναδρομή για το πως η ανθρωπότητα κατέληξε από τον αντιπραγματισμό και την ανταλλαγή αγαθών στις σύγχρονες μορφές χρήματος, με αναφορά

στα κύρια χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες του χρήματος, εξετάζοντας μερικά από τα θετικά και αρνητικά, τα οποία το συνοδεύουν. Ακόμη, θα γίνει μια ανάλυση στο ρόλο των χρηματοπιστωτικών αγορών στην σύγχρονη οικονομία. Τέλος, θα αναλυθούν τα είδη του χρήματος σε συνάρτηση με την αύξηση της χρήσης του ηλεκτρονικού χρήματος.

1.2 Ανταλλακτικό εμπόριο

Πολλά χρόνια πριν την επικράτηση του σύγχρονου οικονομικού συστήματος και συνάμα της έννοιας του χρήματος όπως την ξέρουμε, λάμβανε χώρα το ανταλλακτικό εμπόριο ή ανταλλακτική οικονομία, δηλαδή η ανταλλαγή αγαθών ανάμεσα σε δύο ανθρώπους χωρίς τη διαμεσολάβηση του χρήματος, με απώτερο σκοπό την κάλυψη των βασικών τους αναγκών (Παπαδάκης, 1981). Η ιστορία του ανταλλακτικού εμπορίου είναι εξίσου παλιά, και μάλιστα από ορισμένες απόψεις πολύ πιο παλιά, από την καταγεγραμμένη ιστορία του ίδιου του ανθρώπου. Η άμεση ανταλλαγή υπηρεσιών και πόρων για αμοιβαίο όφελος είναι εγγενής στις συμβιωτικές σχέσεις μεταξύ φυτών, εντόμων και ζώων, οπότε δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η ανταλλαγή με τη μία ή την άλλη μορφή είναι τόσο παλιά όσο και ο ίδιος ο άνθρωπος. Αυτό που εκ πρώτης όψεως είναι ίσως πιο εκπληκτικό, είναι ότι μια τέτοια αρχέγονη μορφή άμεσης ανταλλαγής εξακολουθεί να υφίσταται μέχρι τις μέρες μας και εξακολουθεί να εκδηλώνεται έντονα, αν και κατ' εξαίρεση, με τόσες πολλές μορφές, ιδίως σε διεθνείς συμφωνίες μεγάλης κλίμακας μεταξύ του ανατολικού μπλοκ και της Δύσης (Davies, 2002).

Η λέξη αντιπραγματισμός, υπονοεί μια ανοιχτή, δυνητικά καινοτόμα, διαπραγματεύσιμη συναλλαγή, στην οποία η ανάγκη του ενός όχι μόνο απαντά στην ανάγκη του άλλου, αλλά μπορεί επίσης να δημιουργήσει μια νέα ζήτηση. Επιπλέον, η ανταλλαγή, η οποία από μόνη της αναφέρεται μόνο σε μια κοινωνική σχέση συναλλαγής και όχι σε οικονομικές αξίες, μπορεί να περιλαμβάνει την ιδέα μιας ανταλλαγής αγαθών που έχουν μια αξία για τη μια πλευρά και μια άλλη για την άλλη. Η χρήση της έννοιας "ανταλλαγή", στην περίπτωση αυτή, διαφοροποιείται από το "πρωτόγονο εμπόριο", στο οποίο όπως έδειξε ο Malinowski, οι κοινωνικά καθορισμένες τιμές ανταλλαγής υπερτερούν της διαπραγμάτευσης στη μεγάλη πλειονότητα των τύπων συναλλαγών (Humphrey, 1985).

Γενικώς, υπήρχε μια πληθώρα αγαθών, που οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν ως ανταλλάγματα στην καθημερινότητα τους για την ικανοποίηση των αναγκών τους. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα ζώα και δημητριακά, αγαθά δηλαδή, που διατίθενται για άμεση χρήση. Εκτός από αυτά, και ελκυστικά αντικείμενα όπως κοχύλια ή χάντρες ανταλλάσσονταν με πιο

χρήσιμα προϊόντα (Hoang & Ducie, 2018). Ορισμένα αγαθά επιλέχθηκαν ως προτιμώμενα ήδη ανταλλαγής επειδή ήταν βολικά και εύκολα αποθηκεύσιμα, άλλα επειδή είχαν μεγάλη εμπορευματική αξία και ήταν εύκολα μεταφέρσιμα και άλλα επειδή ήταν πιο ανθεκτικά ή λιγότερο αλλοιωσιμα. Όσο περισσότερες από αυτές τις ιδιότητες παρουσίαζε το προτιμώμενο αγαθό, τόσο υψηλότερος ήταν ο βαθμός προτίμησής του στην ανταλλαγή (Davies, 2002). Η παρασκευή αγαθών σημείωσε ραγδαία άνοδο με την εξειδίκευση που απέκτησαν οι άνθρωποι, χάρη στην τεχνική πρόοδο μέσα στο πέρασμα των αιώνων (Παπαδάκης, 1981).

Ένα από τα θετικά του αντιπραγματισμού είναι ότι επειδή η άμεση ανταλλαγή δεν απαιτεί πληρωμή σε χρήμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν τα χρήματα είναι σε έλλειψη, όταν υπάρχουν λίγες πληροφορίες σχετικά με την πιστοληπτική ικανότητα των εμπορικών εταίρων ή όταν υπάρχει έλλειψη εμπιστοσύνης μεταξύ των συναλλασσόμενων. Ακόμη, ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα του αντιπραγματισμού είναι ότι αποτελεί μια επιλογή για όσους δεν έχουν την πολυτέλεια να διατηρήσουν το μικρό απόθεμα του πλούτου τους σε χρήμα, ιδίως σε καταστάσεις υπερπληθωρισμού όπου το χρήμα υποτιμάται γρήγορα (Humphrey, 1985). Ένα τέτοιο περιστατικό συνέβη στην Βενεζουέλα, στην κρίση που ξεκίνησε το 2010, όπου οι πολίτες κατέφυγαν στον αντιπραγματισμό, λόγω του υπερπληθωρισμού που έπληξε την χώρα (Aronte, 2018).

Όμως, ο αντιπραγματισμός είχε αρνητικά. Καταρχάς, ένα σημαντικό μειονέκτημα αποτελεί η ανάγκη ενός ανθρώπου, που έχει στην κατοχή του ένα συγκεκριμένο αγαθό για ανταλλαγή, να βρει ένα άλλον ο οποίος να θέλει να το δεχτεί και ταυτόχρονα να μπορεί να προσφέρει ως αντάλλαγμα στον πρώτο εκείνο ακριβώς το αγαθό που χρειάζεται. Επίσης, ένα ακόμη πρόβλημα που προκύπτει από τον αντιπραγματισμό είναι η αναλογία με την οποία πρέπει να ανταλλάσσονται τα διάφορα αγαθά. Για παράδειγμα, εάν ένα άτομο δώσει μια συγκεκριμένη ποσότητα τυριού για αυγά, και παρομοίως μια συγκεκριμένη ποσότητα αυγών για ψάρια και ούτω καθεξής, θα αναρωτηθεί εν τέλει πόση ποσότητα πρέπει να προσφέρει από ένα αγαθό για να πάρει κάποια ποσότητα από ένα άλλο αγαθό. Ένα ακόμα αρνητικό του αντιπραγματισμού είναι η διαιρετότητα των προϊόντων που ανταλλάσσονται. Για παράδειγμα, κάποιος μπορεί να ήθελε αυγά, αλλά είχε να προσφέρει έναν δερμάτινο χιτώνα μόνο για αντάλλαγμα, που ξεπερνάει κατά πολύ σε αξία τα αυγά. Το πρόβλημα έγκειται στο γεγονός ότι ο χιτώνας δεν μπορεί να υποδιαιρεθεί σε κάτι που να έχει ίση αξία με τα αυγά (William, 1896). Τέλος, αρνητικό αποτελεί και η δυσκολία επίσπευσης ή αναβολής της αγοράς, ανάλογα με τη στιγμή στην οποία το πρόσωπο που θέλει να πραγματοποιήσει την ανταλλαγή για να αποκτήσει ένα ορισμένο αντικείμενο διαθέτει ένα άλλο αγαθό για να προσφέρει (Παπαδάκης, 1981).

Ίσως το πιο πολύτιμο βήμα προς τα εμπρός στο σύστημα ανταλλαγής έγινε όταν δημιουργήθηκαν καθιερωμένες αγορές σε εύκολα προσβάσιμες τοποθεσίες. Πολύ συχνά οι

αγορές αυτές είχαν δημιουργηθεί πολύ πριν από την έλευση του χρήματος, αλλά, φυσικά, ενισχύθηκαν και επιβεβαιώθηκαν καθώς το χρήμα άρχισε να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο - το χρήμα που σε πολλές περιπτώσεις είχε δημιουργηθεί από καιρό για άλλους λόγους εκτός από την εμπορική δραστηριότητα. Με την πάροδο του χρόνου διαπιστώθηκε ότι το χρήμα προσέφερε σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι του ανταλλακτικού εμπορίου και ανέλαβε σταδιακά όλο και μεγαλύτερο ρόλο στην ζωή των ανθρώπων, ενώ η χρήση του ανταλλακτικού εμπορίου μειώθηκε αντίστοιχα, ώσπου τελικά το απλώς επανεμφανίστηκε σε ειδικές περιστάσεις, συνήθως όταν το χρηματικό σύστημα, το οποίο ήταν λιγότερο στιβαρό από το ανταλλακτικό εμπόριο, κατέρρευε. Τέτοιες περιστάσεις συνεχίζουν να εμφανίζονται κατά καιρούς, όπως αναφέρθηκε και με το παράδειγμα της Βενεζουέλας, και εξακολουθούν να υφίστανται μέχρι σήμερα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι κοινότητες φαίνεται ότι πέρασαν κατευθείαν από την ανταλλαγή στο σύγχρονο χρήμα. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις η λογική ακολουθία ανταλλαγή, ανταλλαγή συν πρωτόγονο χρήμα, πρωτόγονο χρήμα, πρωτόγονο συν σύγχρονο χρήμα, και εν τέλει σχεδόν αποκλειστικά σύγχρονο χρήμα ήταν και η πραγματική πορεία που ακολουθήθηκε, αλλά με περιστασιακές αναδρομές σε προηγούμενα συστήματα (Davies, 2002).

1.3 Ιστορία, ορισμός και χαρακτηριστικά του σύγχρονου χρήματος

Το χρήμα παίζει τον πρωταρχικό ρόλο στη γένεση και την επιβίωση της σύγχρονης οικονομίας. Ωστόσο, στη θεωρητική οικονομία, το χρήμα υποβιβάζεται συχνά σε δευτερεύοντα ρόλο. Από την στιγμή που η αγορά αντιμετωπίζεται ως ένα μέρος ανταλλαγών που μοιάζει με τον αντιπραγματισμό, ο ρόλος του χρήματος γίνονται ασήμαντος. Οι διαφορετικές εξηγήσεις της σύγχρονης οικονομίας προέρχονται από δύο ανταγωνιστικές θεωρίες του χρήματος, που μπορεί να εντοπιστούν στους Έλληνες φιλόσοφους Πλάτωνα και Αριστοτέλη. Η μια θεωρία ονομάζεται «καταλυτική». Η θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι τα χρήματα είναι κυρίως ένα μέσο ανταλλαγής που εξελίχθηκε αυθόρμητα από τον αντιπραγματισμό με σκοπό την ελαχιστοποίηση του κόστους συναλλαγής. Ως εκ τούτου, η καταλυτική θεωρία αναφέρεται συχνά ως «μεταλλική» θεωρία (“metallist” theory). Επιπλέον, η αξία του μεταλλικού χρήματος υποτίθεται ότι βασίζεται στο εγγενές περιεχόμενο του μετάλλου. Επομένως, μεταλλικό είναι το χρήμα, το οποίο είναι ταυτόχρονα και χρήμα και εμπόρευμα ταυτόχρονα. Η άλλη μεγάλη σχολή μπορεί να ονομαστεί «χάρτινη» (“chartalist”

theory), η οποία στρέφει την προσοχή της στα μέσα πληρωμής και στις λειτουργίες της μονάδας λογαριασμού του χρήματος και όχι στην στο χρήμα ως μέσο ανταλλαγής. (Lau & Smithin, 2002).

Στην πραγματικότητα, η έννοια του χρήματος κατέχει θεμελιώδη θέση στον χώρο της οικονομίας. Το χρήμα είναι σίγουρα το κυριότερο μέσο συναλλαγής σε κάθε οικονομία του πλανήτη. Η σημασία του διαφαίνεται σε κάθε πτυχή της καθημερινής ζωής των ανθρώπων, από την πιο απλή τους ανάγκη μέχρι την πιο σύνθετη. Βέβαια, η φύση του χρήματος έχει εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου. Στην αρχή το χρήμα ήταν κατά βάση εμπορευματικό, δηλαδή ένα αντικείμενο κατασκευασμένο από κάποιο υλικό που είχε αγοραία αξία, όπως ένα χρυσό κέρμα. Αργότερα, το χρήμα ήταν αντιπροσωπευτικό, αποτελείτο δηλαδή από τραπεζογραμμάτια τα οποία μπορούσαν να ανταλλάσσονται έναντι συγκεκριμένης ποσότητας χρυσού ή αργύρου. Οι σύγχρονες οικονομίες, συμπεριλαμβανομένης της ζώνης του ευρώ, στηρίζονται στο υποχρεωτικό χρήμα. Πρόκειται για το χρήμα το οποίο ορίζεται ως νόμιμο και εκδίδεται από μια κεντρική τράπεζα αλλά, σε αντίθεση με το αντιπροσωπευτικό χρήμα, δεν μπορεί να μετατραπεί σε καθορισμένη ποσότητα χρυσού (Τράπεζα της Ελλάδος, 2017). Εν ολίγοις, ως χρήμα ορίζεται οτιδήποτε γίνεται αποδεκτό ως μέσο πληρωμής. Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, τα χρήματα είναι ό,τι δέχεται συλλογικά ο κόσμος. Οτιδήποτε μπορεί να καθιερωθεί ως χρήμα με μια γενική συναίνεση μεταξύ των ατόμων, ότι θα αποδεχτούν κάτι ως πληρωμή για τα αγαθά και τις υπηρεσίες που πωλούν (Greco Jr., 2001).

Το χρήμα επιτελεί τρεις βασικούς ρόλους για την ομαλή λειτουργία κάθε οικονομίας (McCallum, 1989):

- Μέσο διατήρησης αξίας, γιατί χρησιμοποιείται για τη διατήρηση πλούτου και για τη μεταφορά αγοραστικής δυνατότητας από το παρόν στο μέλλον, αφού αναμένεται να διατηρήσει την αξία του με έναν λογικά προβλέψιμο τρόπο στην πάροδο του χρόνου.
- Μέσο συναλλαγής, όπου θεωρείται οτιδήποτε γίνεται άμεσα αποδεκτό σαν πληρωμή και οι άνθρωποι κατέχουν, επειδή σχεδιάζουν να το ανταλλάξουν με κάτι άλλο, και όχι επειδή θέλουν να χρησιμοποιήσουν το ίδιο.
- Μέσο πληρωμών, αφού το χρήμα λειτουργεί ως μέσο μελλοντικών πληρωμών για διακανονισμούς που θα συμβούν στο μέλλον. Ένα άτομο δύναται να δανειστεί ένα χρηματικό ποσό σήμερα και να το αποπληρώσει έως μία προκαθορισμένη χρονική στιγμή στο μέλλον. Η αποδοχή τους σε κάθε χρονικό διάστημα, διασφαλίζει, ουσιαστικά, ότι και σε οποιαδήποτε μελλοντική συναλλαγή το χρήμα θα συνεχίσει να κατέχει τη θέση του ως μέσο πληρωμών.

Οι λειτουργίες του χρήματος δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Εξελίχθηκαν ταυτοχρόνως καθώς η εγχρήματα οικονομία αντικαθιστούσε την ανταλλακτική οικονομία και

η χρησιμοποίησή του διευρυνόταν. Και οι τρεις λειτουργίες, όμως, αποτελούν ένα μεγάλο πλεονέκτημα που έχει το χρήμα σε σύγκριση με τον αντιπραγματισμό. Η διευκόλυνση που έχει προσφέρει στις συναλλαγές είναι αν μη τι άλλο πολύτιμη και κομβικής σημασίας για την ιστορία της ανθρωπότητας. Όμως, το χρήμα δεν έχει μόνο θετικά, καθώς έχουν παρατηρηθεί δυσλειτουργίες αναφορικά με την χρήση του. Τρεις δημοφιλείς δυσλειτουργίες που τείνουν να παρατηρούνται είναι οι εξής (Greco Jr., 2001):

- Εκχωρείται εσφαλμένα στην πηγή του, δεν πηγαίνει σε εκείνους που έχουν τη μεγαλύτερη ανάγκη ή που θα το χρησιμοποιήσουν πιο αποτελεσματικά, αλλά σε πολιτικά κέντρα εξουσίας (ειδικά κυβερνήσεις), σε άτομα γνωστά στον κύκλο («εμπιστευτικούς») και σε εκείνους που κατέχουν μεγάλο πλούτο στα (όπως μεγάλες εταιρείες).
- Διατηρείται τεχνητά λιγιστό, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει ποτέ αρκετό για να εξυπηρετήσει τους σκοπούς για τους οποίους δημιουργείται.
- Μεταφέρει συστηματικά τον πλούτο από τους φτωχούς και τη μεσαία τάξη στους πλούσιους.

Οι άνθρωποι είναι διαφορετικοί και το γεγονός ότι ο καθένας δεν κατατάσσει τα αγαθά στον ίδιο βαθμό με βάση το πόσο σημαντικά είναι, κάνει περίπλοκο τον προσδιορισμό της αξίας τους. Αυτό σημαίνει ότι η πραγματική αξία και τα χαρακτηριστικά ενός αγαθού, μπορεί να είναι διαφορετικά στα μάτια ενός ανθρώπου που δεν το έχει ανάγκη, από ότι σε αυτά ενός άλλου που το θεωρεί απαραίτητο. Η αξιοπιστία των πληροφοριών που συλλέγει κάποιος για ένα προϊόν, μπορεί να επηρεάσει την απόφαση του για την αξία που έχει για αυτό. Συνεπώς, μπορεί να πει κανείς ότι (Alchian, 1977):

- Οι άνθρωποι που έχουν αναπτύξει ένα χαμηλότερο κόστος εντοπισμού χαρακτηριστικών των προϊόντων θα είναι ειδικοί στην πώληση, αγορά, καταγραφή, και στην διάδοση πληροφοριών για αυτό.
- Οι εμπορικές συναλλαγές μεταξύ ενός ειδικού και ενός αρχάριου θα συνεπάγεται χαμηλότερο κόστος συναλλαγών σε σύγκριση με τις εμπορικές συναλλαγές μεταξύ των δύο μη ειδικών.
- Οι άνθρωποι μπορούν να εξειδικεύονται σε ορισμένα αγαθά ώστε να παρέχουν καλύτερες και πιο ακριβείς πληροφορίες για αυτά επίδοξους αγοραστές.
- Οι ειδικοί προμηθευτές (ή αγοραστές) ενός αγαθού, θα θεωρούνται αξιόπιστες πηγές για την εκτίμηση της ποιότητας αυτού που αγοράζεται ή πωλείται σε αυτούς.
- Εάν κάποιο αγαθό υπήρχε σε επαρκή ποσότητα και ήταν πιο εύκολα αναγνωρίσιμο έτσι ώστε όλοι να ήταν σαν ειδικοί σε αυτό, με αποτέλεσμα το κόστος ανταλλαγής

αυτού του αγαθού με οποιοδήποτε άλλο αγαθό θα ήταν λιγότερο από το εάν προσφερόταν ένα πιο δυσεύρετο αγαθό, και θα γινόταν χρήμα.

Πολλοί υποστηρίζουν ότι αυτό που κάνει το χρήμα πολύτιμο και αξιόπιστο είναι η στενή σύνδεση του με ένα πολύτιμο μέταλλο, προκειμένου να διασφαλιστεί η αποδοχή η αποδοχή του στην πληρωμή των αγοραπωλησιών. Αυτό πιστεύεται γιατί κατά το παρελθόν, τα κράτη διατηρούσαν ένα απόθεμα χρυσού ή αργύρου (ή και τα δύο) έναντι των εγχώριων νομισμάτων. Υπήρχε η εντύπωση ότι αν οι άνθρωποι μπορούσαν να επιστρέψουν συνάλλαγμα, με αντάλλαγμα ένα πολύτιμο μέταλλο, αυτό θα γινόταν αποδεκτό, γιατί θα θεωρούταν «τόσο καλό όσο ο χρυσός». Υπήρχαν περιπτώσεις όπου το ίδιο το κέρμα περιείχε πολύτιμα μέταλλα, όπως για παράδειγμα στα χρυσά νομίσματα. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το Υπουργείο Οικονομικών διατηρούσε αποθέματα χρυσού σε ποσό ίσο με το 25 τοις εκατό της αξίας του εκδιδόμενου χρήματος έως τη δεκαετία του 1960 (Είναι ενδιαφέρον, ότι οι Αμερικανοί πολίτες δεν επιτρέπονταν να ανταλλάξουν χρήματα για χρυσό, παρά μόνο οι ξένοι κάτοχοι νομίσματος των ΗΠΑ) (Wray, 2015). Ένα τέτοιο σύστημα ήταν ο κανόνας του Bretton Woods, το οποίο τέθηκε σε εφαρμογή στις 18 Δεκεμβρίου του 1946 από 32 χώρες και κράτησε έως τις 15 Αυγούστου του 1971 (Bordo, 1993).

Το νομισματικό σύστημα διαχείρισης του Bretton Woods δημιούργησε τους κανόνες για τις εμπορικές και οικονομικές σχέσεις μεταξύ των Ηνωμένων Πολιτειών, του Καναδά, των δυτικοευρωπαϊκών χωρών, της Αυστραλίας και της Ιαπωνίας μετά τη Συμφωνία του Bretton Woods του 1944. Το σύστημα του Bretton Woods ήταν το πρώτο υπόδειγμα μιας πλήρως διαπραγματεύσιμης νομισματικής τάξης που αποσκοπούσε στη ρύθμιση των νομισματικών σχέσεων μεταξύ ανεξάρτητων κρατών. Τα κύρια χαρακτηριστικά του συστήματος του Bretton Woods ήταν η υποχρέωση κάθε χώρας να υιοθετεί νομισματική πολιτική που διατηρούσε τις εξωτερικές συναλλαγματικές ισοτιμίες της εντός του 1%, συνδέοντας το νόμισμά της με το χρυσό, και η δυνατότητα του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου (ΔΝΤ) να γεφυρώνει προσωρινές ανισορροπίες πληρωμών. Ακόμη, υπήρχε η ανάγκη να επιλυθεί η αδυναμία συνεργασίας μεταξύ των άλλων χωρών και να αποφευχθεί παράλληλα η ανταγωνιστική υποτίμηση των νομισμάτων (Cesarano, 2006).

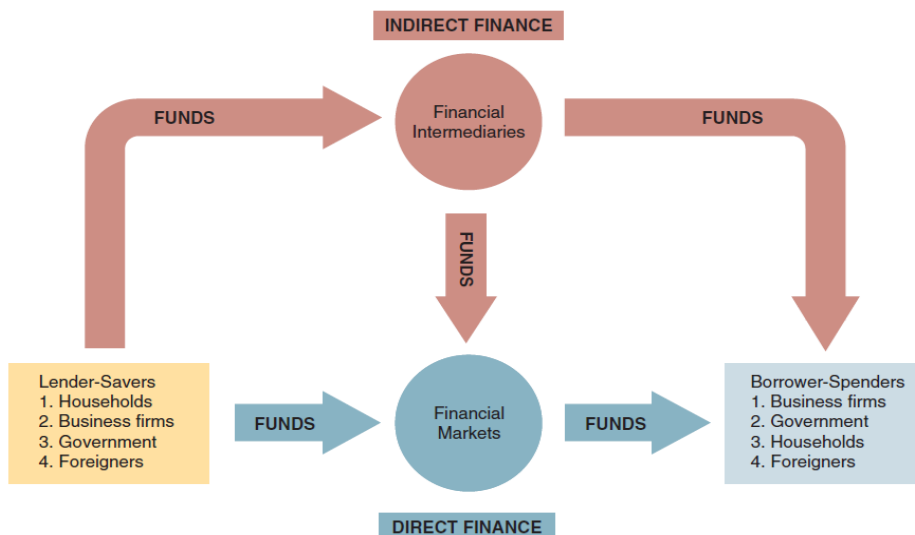
Πλέον, οι Ηνωμένες Πολιτείες και τα περισσότερα έθνη έχουν εγκαταλείψει αυτήν την πρακτική. Και ακόμη και χωρίς υποστήριξη χρυσού, η ζήτηση του συναλλάγματος των ΗΠΑ παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα σε όλο τον κόσμο. Έτσι, η άποψη ότι το χρήμα χρειάζεται back up από κάποιο ή κάποια πολύτιμα μέταλλα είναι εσφαλμένη. Με αυτόν τον τρόπο επήλθε το λεγόμενο fiat χρήμα. Το fiat χρήμα έχει την ιδιότητα της ανεξαρτησίας από αποθεματικά πολύτιμων μετάλλων. Ενώ ορισμένες χώρες υποστηρίζουν ρητά τα νομίσματά τους με αποθεματικά ξένου νομίσματος (υιοθετώντας π.χ. ένα καθεστώς επιτροπής συναλλάγματος

όπου το εγχώριο συνάλλαγμα μπορεί να μετατραπεί κατόπιν ζήτησης με καθορισμένη συναλλαγματική ισοτιμία σε Δολάρια ΗΠΑ ή σε κάποιο άλλο νόμισμα), τα περισσότερα κράτη των ανεπτυγμένων χωρών εκδίδουν χρήμα που δεν υποστηρίζεται από κάποια «ξένο συνάλλαγμα» (Wray, 2015).

Ακόμη, υπάρχουν συναλλάγματα που κυκλοφορούν εύκολα, χωρίς αυτό να είναι νόμιμο, καθώς και συναλλάγματα που αποφεύχθηκαν ακόμη και με νόμιμη κυκλοφορία. Επιπλέον, όπως είναι γνωστό, το δολάριο των ΗΠΑ κυκλοφορεί σε πολλές χώρες, στις οποίες δεν είναι νόμιμη η προσφορά του (και ακόμη και σε χώρες όπου γίνεται προσπάθεια να αποθαρρύνεται η χρήση του ή και να απαγορευτεί από τις αρχές). Έτσι, καταλήγει κανείς στο συμπέρασμα ότι οι νόμοι περί νόμιμων προσφορών δεν μπορούν να εξηγήσουν γιατί το νόμισμα γίνεται αποδεκτό. Αυτό που κάνει το «σύγχρονο χρήμα» αποδεκτό δεν είναι ούτε η στήριξη του από χρυσό ή ξένο νόμισμα, και ούτε η αποδοχή του βάσει του νόμου. Τις περισσότερες φορές, η απάντηση που δίνεται είναι ότι είναι αποδεκτό, διότι το δέχεται ο κόσμος.

1.4 Οι χρηματοπιστωτικές αγορές

Οι χρηματοπιστωτικές αγορές είναι αυτές που διοχετεύουν το πλεονάζον κεφάλαιο που έχουν εξοικονομήσει τα νοικοκυριά, οι επιχειρήσεις και οι κυβερνήσεις σε αυτούς που έχουν έλλειψη χρημάτων και επιθυμούν να ξοδέψουν περισσότερο από το εισόδημά τους. Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 1.1, οι κυριότεροι χρηματοδότες είναι οι επιχειρήσεις, η κυβέρνηση, τα νοικοκυριά. Μερικές φορές οι ξένοι και οι κυβερνήσεις τους έχουν πλεονάζοντα κεφάλαια, με αποτέλεσμα να προχωράνε σε δανεισμό. Οι πιο σημαντικοί δανειολήπτες είναι οι επιχειρήσεις και η κυβέρνηση, αλλά οι ξένοι και τα νοικοκυριά δανείζονται ώστε να χρηματοδοτήσουν τις αγορές αυτοκινήτων, επίπλων και σπιτιών. Υπάρχουν δύο ειδών χρηματοδοτήσεις, η άμεση και η έμμεση χρηματοδότηση. Στην άμεση χρηματοδότηση, οι δανειολήπτες δανείζονται κεφάλαια απευθείας από τους δανειστές στις χρηματοπιστωτικές αγορές, μέσω της πώλησης τίτλων (που ονομάζονται επίσης χρηματοοικονομικά μέσα), οι οποίοι είναι αξιώσεις για τα μελλοντικά έσοδα ή περιουσιακά στοιχεία του δανειολήπτη. Οι τίτλοι είναι περιουσιακά στοιχεία για το άτομο που τα αγοράζει, αλλά υποχρεώσεις (IOUs ή χρεώσεις) για το άτομο ή την εταιρεία που τα εκδίδει.



Πηγή: Mishkin, 2016

Διάγραμμα 1.1: Ροές κεφαλαίων στο χρηματοοικονομικό σύστημα

Η διοχέτευση κεφαλαίων από τους αποταμιευτές σε αυτούς που ξοδεύουν είναι πολύ σημαντική για την οικονομία επειδή, τις περισσότερες φορές, τα άτομα που αποταμιεύουν συχνά δεν είναι τα ίδια άτομα που έχουν στη διάθεσή τους επικερδείς επενδυτικές ευκαιρίες. Χωρίς χρηματοοικονομικές αγορές, είναι δύσκολο να μεταφερθούν χρήματα από ένα άτομο, που δεν έχει την επενδυτική ευκαιρία σε κάποιον που την έχει, με αποτέλεσμα να μείνουν και οι δύο σε αυτό το καθεστώς, που δεν συμφέρει κανένα. Οι χρηματοοικονομικές αγορές είναι επομένως απαραίτητες στην επίτευξη της οικονομικής αποτελεσματικότητας. Η ύπαρξη τους είναι επίσης ευεργετική ακόμη και αν κάποιος δανείζεται για διαφορετικό σκοπό από την αύξηση της παραγωγής σε μια επιχείρηση. Είναι κρίσιμες για την παραγωγή αποτελεσματικής κατανομής κεφαλαίου, η οποία συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής και αποτελεσματικότητα για τη οικονομία (Mishkin, 2014).

Η ύπαρξη χρηματοπιστωτικών αγορών είναι επίσης επωφελής ακόμη και αν κάποιος δανείζεται για άλλο σκοπό, εκτός από την αύξηση της παραγωγής σε μια επιχείρηση. Για παράδειγμα, όταν ένας άνθρωπος θέλει να αγοράσει ένα σπίτι και δεν έχει όλο το ποσό την χρονική στιγμή που θέλει να πραγματοποιήσει την αγορά. Αν αυτός εισπράττει έναν καλό μισθό και μπορεί να αποταμιεύσει με την πάροδο του χρόνου, ώστε αργότερα να αποπληρώσει το δάνειο, που πιθανό να πάρει για την αγορά του σπιτιού, τότε οι χρηματοπιστωτικές αγορές είναι αυτές που θα τον βοηθήσουν να επιτύχει τον στόχο του και να αποκτήσει το σπίτι νωρίτερα από ότι υπολόγιζε. Ακόμα και για τους δανειστές αποτελεί ένα μεγάλο θετικό η

ύπαρξη των χρηματοπιστωτικών αγορών, καθώς με τα δάνεια μπορούν να κερδίσουν τόκους, τους οποίους δεν θα εισέπρατταν σε διαφορετική περίπτωση (Mishkin, 2014).

Εν τέλει, οι χρηματοπιστωτικές αγορές έχουν πολύ σημαντική λειτουργία στην οικονομία. Επιτρέπουν τη μετακίνηση κεφαλαίων από άτομα που δεν έχουν παραγωγικές επενδυτικές ευκαιρίες σε άτομα που έχουν τέτοιες ευκαιρίες. Έτσι, οι χρηματοπιστωτικές αγορές είναι κρίσιμες για την παραγωγή μιας αποτελεσματικής κατανομής κεφαλαίων, η οποία συμβάλλει στην υψηλότερη παραγωγή και αποτελεσματικότητα για τη συνολική οικονομία. Όταν οι χρηματοπιστωτικές αγορές καταρρέουν κατά τη διάρκεια χρηματοπιστωτικών κρίσεων, όπως συνέβη στο Μεξικό, την Ανατολική Ασία και την Αργεντινή τα τελευταία χρόνια, προκύπτουν σοβαρές οικονομικές δυσχέρειες, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν ακόμη και σε επικίνδυνη πολιτική αστάθεια. Οι καλά λειτουργούσες χρηματοπιστωτικές αγορές βελτιώνουν επίσης άμεσα την ευημερία των καταναλωτών, επιτρέποντάς τους να προγραμματίζουν καλύτερα τις αγορές τους. Παρέχουν κεφάλαια στους επίδοξους αγοραστές για να αγοράσουν αυτό που χρειάζονται και μπορούν τελικά να αντέξουν οικονομικά, χωρίς να τους αναγκάζουν να περιμένουν μέχρι να μαζέψουν κεφάλαια ίσα με ολόκληρη την τιμή αγοράς του. Οι χρηματοπιστωτικές αγορές που λειτουργούν αποτελεσματικά, βελτιώνουν την οικονομική ευημερία όλων στην κοινωνία (Mishkin, 2014).

Οι χρηματοπιστωτικές αγορές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Στις πρωτογενείς και στις δευτερογενείς αγορές. Η πρωτογενής αγορά είναι μια χρηματοπιστωτική αγορά στην οποία οι νέες εκδόσεις ενός τίτλου, όπως ένα ομόλογο ή μετοχή, πωλούνται σε αρχικούς αγοραστές από την εταιρεία ή τον κυβερνητικό οργανισμό που δανείζεται τα κεφάλαια. Η δευτερογενής αγορά είναι μια χρηματοπιστωτική αγορά στην οποία οι τίτλοι που έχουν εκδοθεί προηγουμένως μπορούν να μεταπωληθούν. Οι πρωτογενείς αγορές τίτλων δεν είναι ευρέως γνωστές στο κοινό, επειδή η πώληση των τίτλων στους αρχικούς αγοραστές πραγματοποιείται συχνά εν κρυπτώ. Ένα σημαντικό χρηματοπιστωτικό ίδρυμα, που συνδράμει στην αρχική πώληση τίτλων στην πρωτογενή αγορά, είναι η επενδυτική τράπεζα. Αυτό γίνεται με την αναδοχή τίτλων, δηλαδή εγγυάται μια τιμή για τους τίτλους μιας εταιρείας και στη συνέχεια τους πουλάει στο κοινό (Mishkin, 2014).

Τα χρηματιστήρια της Νέας Υόρκης και της Αμερικής και το NASDAQ, είναι τα πιο γνωστά παραδείγματα δευτερογενών αγορών. Ωστόσο, οι αγορές ομολόγων, στις οποίες αγοράζονται και πωλούνται ομόλογα που έχουν εκδοθεί προηγουμένως από μεγάλες εταιρείες και την κυβέρνηση των ΗΠΑ, έχουν στην πραγματικότητα μεγαλύτερο όγκο συναλλαγών. Άλλα παραδείγματα δευτερογενών αγορών είναι οι αγορές συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, οι αγορές συναλλάγματος και οι αγορές δικαιωμάτων προαίρεσης. Οι μεσίτες και οι έμποροι τίτλων είναι ζωτικής σημασίας για την εύρυθμη λειτουργία της δευτερογενούς

αγοράς. Οι μεσίτες είναι αντιπρόσωποι των επενδυτών που φέρνουν σε επαφή αγοραστές και πωλητές τίτλων και οι έμποροι συνδέουν αγοραστές και πωλητές αγοράζοντας και πουλώντας τίτλους σε καθορισμένες τιμές (Mishkin, 2014).

Η διαδικασία την αγοραπωλησίας στην δευτερογενή αγορά είναι η εξής. Όταν ένα άτομο αγοράζει ένα αξιόγραφο στη δευτερογενή αγορά, το πρόσωπο που πουλάει το αξιόγραφο λαμβάνει χρήματα σε αντάλλαγμα για αυτό, αλλά η εταιρεία που το εξέδωσε δεν αποκτά νέα κεφάλαια. Μια εταιρεία αποκτά νέα κεφάλαια μόνο όταν οι τίτλοι της πωλούνται για πρώτη φορά στην πρωτογενή αγορά. Παρόλα αυτά, οι δευτερογενείς αγορές εξυπηρετούν δύο σημαντικές λειτουργίες. Πρώτον, καθιστούν ευκολότερη και ταχύτερη την πώληση αυτών των χρηματοπιστωτικών μέσων για την άντληση μετρητών. Αυτό σημαίνει πως καθιστούν τα χρηματοπιστωτικά μέσα πιο ρευστά. Η αυξημένη ρευστότητα αυτών των μέσων τα καθιστά στη συνέχεια πιο επιθυμητά και, συνεπώς, πιο εύκολο για την εκδότρια επιχείρηση να τα πουλήσει στην πρωτογενή αγορά. Δεύτερον, καθορίζουν την τιμή του τίτλου που πουλάει η εκδότρια εταιρεία στην πρωτογενή αγορά. Οι επενδυτές που αγοράζουν τίτλους στην πρωτογενή αγορά δεν θα πληρώσουν στην εκδότρια εταιρεία περισσότερο από την τιμή που πιστεύουν ότι θα καθορίσει η δευτερογενής αγορά για τον εν λόγω τίτλο. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή του τίτλου στη δευτερογενή αγορά, τόσο υψηλότερη θα είναι η τιμή που θα λάβει η εκδότρια εταιρεία για έναν νέο τίτλο στην πρωτογενή αγορά, και επομένως τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσό των χρηματοοικονομικών κεφαλαίων που μπορεί να αντλήσει. Εν κατακλείδι, οι συνθήκες στη δευτερογενή αγορά είναι οι πιο σημαντικές για τις επιχειρήσεις που εκδίδουν τίτλους (Mishkin, 2014).

Οι δευτερογενείς αγορές μπορούν να οργανωθούν με δύο τρόπους. Ο ένας είναι η εξωχρηματιστηριακή αγορά, στην οποία οι έμποροι σε διάφορες τοποθεσίες που διαθέτουν απόθεμα τίτλων είναι έτοιμοι να αγοράσουν και να πουλήσουν τίτλους μονομιάς σε όποιον προσέρχεται σε αυτούς και είναι πρόθυμος να δεχτεί τις τιμές τους. Επειδή οι εξωχρηματιστηριακοί έμποροι βρίσκονται σε επαφή και γνωρίζουν τις τιμές που καθορίζει ο ένας στον άλλον, η εξωχρηματιστηριακή αγορά είναι πολύ ανταγωνιστική και δεν διαφέρει πολύ από μια αγορά με οργανωμένο χρηματιστήριο. Η άλλη μέθοδος οργάνωσης είναι η γνωστή οργάνωση χρηματιστηρίων, όπου οι αγοραστές και οι πωλητές τίτλων συναντώνται σε μια κεντρική τοποθεσία για να πραγματοποιήσουν συναλλαγές. Τα χρηματιστήρια της Νέας Υόρκης και της Αμερικής για τις μετοχές και το Chicago Board of Trade για τα εμπορεύματα (σιτάρι, καλαμπόκι, ασήμι και άλλες πρώτες ύλες) είναι παραδείγματα οργανωμένων χρηματιστηρίων (Mishkin, 2014).

1.5 Είδη χρήματος

Στην πάροδο του χρόνου το χρήμα έχει υποστεί διάφορες αλλαγές στη μορφή του, από το είδος του αντικειμένου μέχρι και την «παραστατική» αξία του. Αυτό δεν σταμάτησε όμως τον κόσμο από το να υποστηρίζει την ύπαρξη του σαν ένα αξιόπιστο μέσο πληρωμών, αλλά και έμπιστο μέσω συναλλαγών. Τα είδη του χρήματος τα οποία έχουν περάσει στην ιστορία, από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα είναι τα εξής:

Περιεκτικό χρήμα

Ως περιεκτικό χρήμα ορίζεται εκείνο που στις λειτουργίες του ως μέσου συναλλαγών και ως μέτρου αξίας των εμπορευμάτων έχει ίση αξία με την εμπορευματική του αξία. Κατά την διάρκεια της ανθρωπότητας, πολλά αντικείμενα έχουν χρησιμοποιηθεί ως περιεκτικό χρήμα, μεταξύ αυτών πολύτιμα μέταλλα, πρώτες ύλες όπως το σιτάρι, αλλά και κοχύλια, αντικείμενα δηλαδή που θεωρούνταν υψηλής αξίας. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλα τα είδη και προϊόντα τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί ως χρήμα και που έχουν χρήσεις άλλες από εκείνες του χρήματος, όπως για παράδειγμα το χρυσάφι (O'Sullivan, & Sheffrin, 2007).

Πριν από το 3000 π.χ. εμφανίστηκαν οι πρώτες μορφές περιεκτικού χρήματος. Σε διάφορες περιοχές την Ινδίας, οι κάτοικοι χρησιμοποιούσαν τα αμύγδαλα ως ανταλλακτικό μέσο, οι Ασύριοι το κριθάρι, οι Μογγόλοι το τσάι, οι άνθρωποι στην Νότια Ασία το ρύζι, οι ιθαγενείς των Νήσων Νικομπάρ τις καρύδες και οι εγγενείς Αμερικανικές φυλές χάντρες. Γύρω στο 3000 π.Χ., η Μεσοποταμία είχε καθιερωθεί ως το κέντρο του Εμπορίου. Αντικείμενα όπως το κριθάρι και το ασήμι ήταν καθιερωμένα ως μέθοδοι πληρωμής (Dobek & Elliott, 2007). Εκτός από αυτά όμως, ο σίγλος ή σέκελ ήταν ένα διαδεδομένο αντικείμενο πληρωμής (Μαυρίδου, 2018).

Παραστατικό χρήμα

Είναι το χρήμα του οποίου η αναγραφόμενη αξία αντιστοιχεί σε αξία μεγαλύτερη από την αξία του υλικού που το αποτελεί. Αποτελεί το πρώιμο στάδιο για την μετάβαση στα κέρματα και τα χαρτονομίσματα (Παπαδάκης, 1981).

Κέρματα

Τα κέρματα είναι η πιο κοινή μορφή χρήματος και η πιο διαδεδομένη από την αρχαιότητα. Το μεταλλικό χρήμα αποτελείται από τα κέρματα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως μέσο ανταλλαγής για αγαθά και υπηρεσίες, με τα πρώτα νομίσματα να εμφανίζονται τον 6^ο αιώνα π.Χ., στην λεγόμενη «Αξονική Εποχή» (“Axial Age”) σύμφωνα με τον Γερμανό φιλόσοφο Karl Jaspers. Οι τρεις κύριοι λόγοι που έφεραν την αλλαγή στις συναλλαγές είναι οι εξής (Focardi, 2018):

- Αποτελούν εμπόρευμα περιζήτητο και σπάνιο.
- Αντιπροσωπεύουν μεγάλη αξία σε μικρό όγκο και βάρος.
- Δεν αλλοιώνονται, είναι ομοιογενή και διαιρετά.

Στην σύγχρονη κοινωνία, τα κέρματα εκδίδονται από την Κεντρική τράπεζα και αποτελούν μέρος του παραστατικού χρήματος, καθώς η αξία του υλικού τους δεν είναι η ίδια όπως στα παλιά χρόνια (Παπαδάκης, 1981).

Χαρτονομίσματα

Τα χαρτονομίσματα ή τα τραπεζογραμμάτια είναι ένα υποσχετικό σημείωμα, φτιαγμένο από μια αρμόδια ρυθμιστική αρχή, όπως είναι η τράπεζα, το οποίο είναι πληρωτέο στον κομιστή. Οι εμπορικές τράπεζες που εξέδιδαν τραπεζογραμμάτια, ήταν υποχρεωμένες από τον νόμο να τα εξαργυρώσουν με νόμιμο χρήμα (legal tender), όπως ο χρυσός, όταν κάποιος πήγαινε στον επικεφαλής ταμιά να το εξαργυρώσει. Μάλιστα, η ανταλλαγή ήταν εφικτή μόνο εάν η αγορά εξυπηρετούνταν από την εκδότρια τράπεζα (Atack, et al., 1994). Στα σύγχρονα χρόνια, τα χαρτονομίσματα αποτελούν νόμιμο χρήμα, χωρίς να χρειάζεται να μετατραπούν σε κάποιο πολύτιμο μέταλλο, όπως ο χρυσός ή το ασήμι και αποτελούν και αυτά κομμάτι του παραστατικού χρήματος.

Fiat χρήμα

Η εκάστοτε κυβέρνηση δηλώνει πως το fiat χρήμα (το οποίο εκδίδεται από κάποια κεντρική τράπεζα με την μορφή κερμάτων και χαρτονομισμάτων) είναι το νόμιμο μέσο πληρωμής, καθιστώντας παράνομη την μη αποδοχή του ως μέσο συναλλαγών και αποπληρωμής χρεών. Η αξία του fiat χρήματος (ή fiat νομίσματος) δεν προέρχεται από καμία εγγενή αξία και δεν εγγυάται κανείς ότι μπορεί να μετατραπεί σε πολύτιμο αγαθό, όπως είναι

ο χρυσός. Αντ' αυτού, η αξία του προέρχεται μόνο από το κυβερνητικό διάταγμα (από αυτό προκύπτει και ο όρος fiat) (Deardorff, 2016). Το κύριο αρνητικό του fiat χρήματος, είναι ότι μπορεί να υποστεί ζημιά, καθώς αποτελείται από κέρματα και χαρτονομίσματα. Όμως, το μεγάλο θετικό του είναι ότι όπως εφευρέθηκαν κανόνες που βοηθούν στην δημιουργία του, έτσι μπορούν να δημιουργηθούν κανόνες που να αφορούν την και αντικατάσταση των φθαρμένων ή κατεστραμμένων fiat χρημάτων, σε αντίθεση με άλλα είδη χρήματος (Internet Archive Wayback Machine & Bureau of Engraving and Printing, 2009).

Πιστωτικό χρήμα

Το πιστωτικό χρήμα μπορεί να έχει μια από τις παρακάτω μορφές (Ξυλογιάννης, 2019):

- ***Επιταγή:*** είναι μια εντολή προς την τράπεζα να εξαργυρώσει το αναφερόμενο ποσό στον κομιστή (δικαιούχο) της επιταγής. Το ποσό πρέπει να είναι ήδη κατατεθειμένο στο λογαριασμό του εκδότη της επιταγής στην τράπεζα, αλλιώς ο εκδότης της επιταγής θα αντιμετωπίσει κυρώσεις (ακάλυπτη επιταγή).
- ***Συναλλαγματική:*** είναι μια υπόσχεση πληρωμής στο μέλλον. Ο αγοραστής – οφειλέτης υπόσχεται ότι θα πληρώσει στον πωλητή – δικαιούχο το ποσό που αναγράφεται στη συναλλαγματική στην ημερομηνία που επίσης αναγράφεται στη συναλλαγματική.

Μια τρίτη μορφή που μπορεί να πάρει το πιστωτικό χρήμα, είναι μέσω των πιστωτικών καρτών, γνωστών και ως «πλαστικό χρήμα». Η ιδέα των πιστωτικών καρτών ξεκινάει με την έκθεση της Ευρωπαϊκής Κεντρικής τράπεζας το 1994, σύμφωνα με την οποία η ανάλυσή της εστιάστηκε στην προπληρωμένη κάρτα πολλαπλών χρήσεων ή στο «ηλεκτρονικό πορτοφόλι», που ορίστηκε ως πλαστική κάρτα που περιέχει πραγματική αγοραστική δύναμη, για την οποία ο πελάτης έχει πληρώσει εκ των προτέρων (προϊόντα βάσει κάρτας) (European Central Bank, 1998).

Οι πιστωτικές κάρτες εκδίδονται μέσω των εμπορικών τραπεζών και είναι ευρέως διαδεδομένες στις καθημερινές αγορές των πολιτών. Η αγορά με πιστωτική κάρτα επιτρέπει στον κάτοχό της να μην πληρώνει αμέσως σε μετρητά, αλλά να πληρώνει το ποσό αργότερα στην τράπεζά του, ενώ ο πωλητής εξοφλείται από την τράπεζα. Αυτό διασφαλίζει την αμεσότητα της συναλλαγής σε μικρό χρονικό διάστημα, αλλά δημιουργεί την υποχρέωση στον αγοραστή να πρέπει να έχει διαθέσιμο το ποσό εξόφλησης, μαζί με τους τόκους, στην καταλυτική ημερομηνία αποπληρωμής.

Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να δοθεί ο ορισμός της κάρτας σύμφωνα με την Υπουργικά Απόφαση Ζ1-178/2001, όπου ως «κάρτα» ορίζεται το πλαστικό δελτίο που

επιτρέπει στον κάτοχο του να πραγματοποιεί πληρωμή σε κάποιο σημείο πώλησης, ανάληψη ή κατάθεση χαρτονομισμάτων και συναφείς πράξεις σε μηχανές ανάληψης χρημάτων ή αυτόματες ταμειολογιστικές μηχανές. Ο ορισμός καλύπτει όλες τις κάρτες (πιστωτικές, χρεωστικές, κάρτες ανάληψης μετρητών, κάρτες περιοδικής χρέωσης ή επιβάρυνσης), με εξαίρεση τις κάρτες, στις οποίες η μοναδική λειτουργία τους είναι η εγγύηση των πληρωμών που γίνονται με επιταγές» (Ελληνική Δημοκρατία, 2001).

Τραπεζικοί λογαριασμοί

Οι τραπεζικοί λογαριασμοί είναι οι αξιώσεις που έχει ο καταθέτης έναντι χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών. Είναι ο λογαριασμός από τον οποίο ο δανειολήπτης μπορεί να «τραβήξει» τα κεφάλαια που χρειάζεται, με μορφή μετρητών ή επιταγής. Μάλιστα, οι τράπεζες είναι υποχρεωμένες να παρέχουν την απαιτούμενη ρευστότητα στους καταθέτες, όταν αυτή ζητηθεί. Οι αναλήψεις μπορούν να γίνουν προσωπικά, μέσω τραπεζικής επιταγής, από το αυτόματο μηχανήμα (ATM) ή μέσω online συναλλαγής (από το internet ή μέσω τραπεζικών εφαρμογών smartphone) (O'Sullivan, & Sheffrin, 2007).

Επιπροσθέτως, οι τραπεζικές καταθέσεις συμβάλουν στην δημιουργία του λεγόμενου τραπεζικού χρήματος. Σύμφωνα με την Τράπεζα της Αγγλίας, ο κύριος τρόπος με τον οποίον οι εμπορικές τράπεζες δημιουργούν χρήματα είναι με το να δίνουν νέα δάνεια, από τις τραπεζικές καταθέσεις των πελατών της. Όταν μια τράπεζα συμφωνεί για την χορήγηση ενός δανείου, όπως για παράδειγμα ένα στεγαστικό δάνειο, συνήθως δεν το κάνει δίνοντάς τραπεζογραμμάτια αξίας χιλιάδων λιρών. Αντί αυτού, πιστώνει τον τραπεζικό του λογαριασμό του δανειολήπτη με μια κατάθεση ίση με το ποσό του στεγαστικού δανείου. Εκείνη τη στιγμή, δημιουργείται νέο τραπεζικό χρήμα (McLeay, et al., 2014).

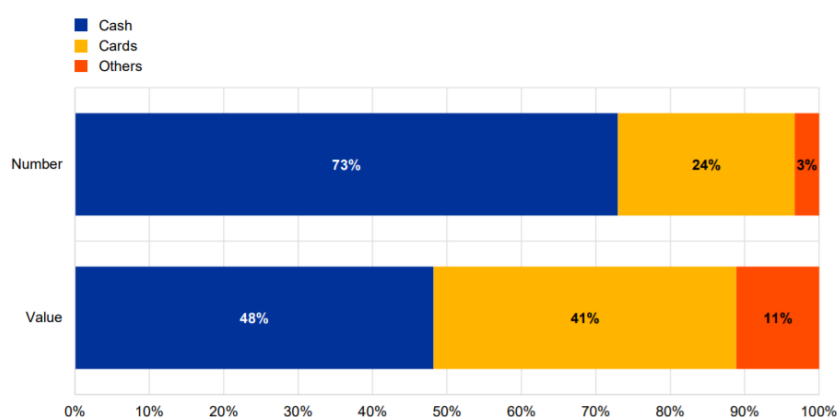
Η τακτική αυτή είναι γνωστή ως τραπεζικό σύστημα κλασματικών αποθεμάτων, μιας και η τράπεζα σε αυτήν την περίπτωση κρατάει μόνο ένα μέρος (δηλαδή ένα κλάσμα) από την κατάθεση ενός πελάτη και το υπόλοιπο ποσό το μοιράζει σε δάνεια άλλων πελατών, ενώ ταυτόχρονα έχει την υποχρέωση να πρέπει να εξυπηρετεί κάθε ανάληψη που μπορεί να ζητηθεί στους λογαριασμούς αυτούς (Golin & Delhaise, 2013). Ορισμένοι οικονομολόγοι έχουν αναφέρει τις τραπεζικές καταθέσεις ως «χρήματα προερχόμενα από πένα», καθώς δημιουργούνται με την υπογραφή του τραπεζίτη στο συμφωνηθέν συμβόλαιο (McLeay, et al., 2014).

Αυτός όμως δεν είναι ο μοναδικός τρόπος δημιουργίας του τραπεζικού χρήματος. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (ΕΚΤ), η ίδια ενεργεί ως τράπεζα για τις

υπόλοιπες εμπορικές τράπεζες και έτσι επηρεάζει τη ροή χρήματος και πίστωσης στην οικονομία για την επίτευξη σταθερών τιμών. Οι εμπορικές τράπεζες, με τη σειρά τους, μπορούν να δανειστούν χρήματα, δηλαδή αποθεματικά από την ΕΚΤ, για να καλύψουν βραχυπρόθεσμες ανάγκες ρευστότητας. Το κύριο εργαλείο της ΕΚΤ για τον έλεγχο της ποσότητας των «εξωτερικών» χρημάτων, και ως εκ τούτου η ζήτηση για αποθεματικά κεντρικών τραπεζών από τις εμπορικές τράπεζες, καθορίζει τα βραχυπρόθεσμα επιτόκια - το «κόστος χρήματος». Άλλοι τρόποι δημιουργίας χρημάτων από τις τράπεζες είναι μέσω της αγοραπωλησίας περιουσιακών στοιχείων από και προς τους καταναλωτές, τις επιχειρήσεις αλλά και το κράτος και μέσω της αγοραπωλησίας κρατικών ομολόγων. (European Central Bank, 2017)

Ψηφιακό Χρήμα

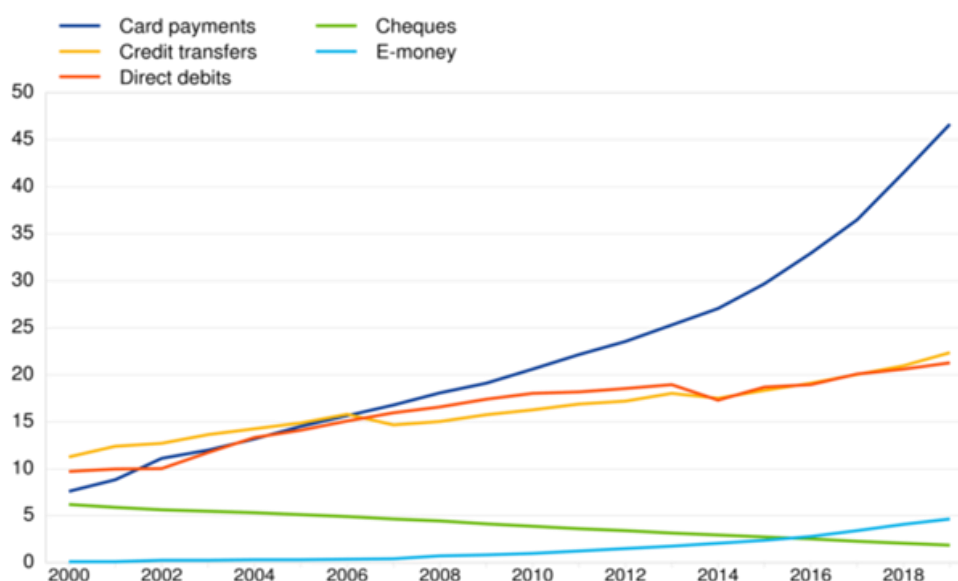
Οι ηλεκτρονικές συναλλαγές αποτελούν ένα μεγάλο μέρος του συνόλου των συναλλαγών, που πραγματοποιούνται σήμερα. Σύμφωνα με το δελτίο τύπου που εξέδωσε η Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (ΕΚΤ) τον Δεκέμβριο του 2020, οι συναλλαγές με κάρτες έχουν αυξηθεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Παρόλο που η πληρωμή με μετρητά παραμένει ο κύριος τρόπος συναλλαγών, το ποσοστό χρήσης μετρητών στις συναλλαγές εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει πέσει από το 79% (σύμφωνα με έκθεση της ΕΚΤ το 2016) στο 73% το 2019, όπως αποτυπώνεται και στο Διάγραμμα 1.2, ενώ το ποσοστό χρήσης καρτών αυξήθηκε από 19% σε 24%, με το ποσοστό των ηλεκτρονικών αγορών να φτάνει το 50%. Μάλιστα, σύμφωνα με νέα έρευνα, κατά την διάρκεια της πανδημίας Covid-19, 4 στους 10 ανθρώπους απάντησαν ότι χρησιμοποιούν λιγότερο τα μετρητά για τις συναλλαγές του, αλλά και ότι αναμένεται να επιμείνουν στις ηλεκτρονικές συναλλαγές και μετά το πέρας της Covid-19 (European Central Bank, 2020).



Πηγή: European Central Bank, 2020

Διάγραμμα 1.2: Σύνολο και αξία συναλλαγών με μετρητά, κάρτες και άλλους τρόπους πληρωμών στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2019

Ακόμη, η έρευνα την Mastercard το 2020 έδειξε πως η πανδημία προκάλεσε την άνοδο των ορίων των ανέπαφων συναλλαγών σε μια πληθώρα από χώρες, με σκοπό οι άνθρωποι να προστατευτούν από τον ιό, με τον περιορισμό στις ανταλλαγές νομισμάτων και χαρτονομισμάτων (Wisniewski, et al., 2021), δείχνοντας πως το μέλλον των συναλλαγών στρέφεται προς τις ανέπαφες και ηλεκτρονικές συναλλαγές. Επιπροσθέτως, το Διάγραμμα 1.3 μας δείχνει ότι οι πληρωμές με κάρτες έχουν σημειώσει ραγδαία άνοδο με το πέρασμα των χρόνων, αφήνοντας πίσω τις υπόλοιπες εναλλακτικές πληρωμές, εκτός του χρήματος. Ωστόσο, από το ίδιο Διάγραμμα, φαίνεται η αυξητική τάση την τελευταία δεκαετία, μιας σχετικά νέας εναλλακτικής μεθόδου πληρωμών, η οποία είναι το ψηφιακό χρήμα.



Πηγή: European Central Bank, 2020

Διάγραμμα 1.3: Μέθοδοι πληρωμών 2000-2019

Η έννοια του ψηφιακού ή ηλεκτρονικού χρήματος είναι μάλλον ασαφής. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Κεντρική τράπεζα, το ηλεκτρονικό χρήμα (e-money) ορίζεται γενικά ως μια ηλεκτρονική αποθήκη νομισματικής αξίας σε κάποια τεχνική συσκευή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευρέως για τη διενέργεια πληρωμών σε επιχειρήσεις εκτός από τον εκδότη του ηλεκτρονικού χρήματος, χωρίς απαραίτητα την ανάμειξη τραπεζικών λογαριασμών κατά τη συναλλαγή, αλλά να ενεργεί ως ένας προπληρωμένος τίτλος στον κομιστή (European Central Bank, 1998).

Το ηλεκτρονικό χρήμα διαφέρει αρκετά από άλλες υπάρχουσες μορφές χρήματος. Σε σύγκριση με τα μετρητά, τα οποία εμπεριέχουν μόνο χαρακτηριστικά φυσικής ασφάλειας, τα

προϊόντα ηλεκτρονικού χρήματος χρησιμοποιούν κρυπτογραφία για τον έλεγχο ταυτότητας συναλλαγών και για την προστασία της εμπιστευτικότητας και της ακεραιότητας των δεδομένων. Το ηλεκτρονικό χρήμα δεν χρειάζεται πλέον να ανταλλάσσεται φυσικά όπως τα τραπεζογραμμάτια και τα κέρματα, και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευκολότερα για απομακρυσμένες πληρωμές. Επιπλέον, σε αντίθεση με τα μετρητά, στα περισσότερα διαθέσιμα προγράμματα, το ηλεκτρονικό χρήμα που λαμβάνει ο δικαιούχος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά (European Central Bank, 1998).

Το γεγονός ότι το ηλεκτρονικό χρήμα δεν έχει φυσική μορφή, σε αντίθεση με τα νομίσματα και τα χαρτονομίσματα, κάνει εύκολες τις συναλλαγές, καθώς μπορούν να πραγματοποιηθούν σχεδόν στιγμιαία μέσω του Διαδικτύου. Παράλληλα, αφαιρεί το κόστος που σχετίζεται με τη διανομή των χρημάτων με φυσική μορφή. Τις περισσότερες φορές δεν εκδίδονται από κάποιον κυβερνητικό φορέα, όπως η Κεντρική Τράπεζα, δεν θεωρείται νόμιμη η προσφορά τους και επιτρέπει τη μεταβίβαση ιδιοκτησίας παγκοσμίως (Committee on Payments and Market Infrastructures, 2015).

Οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν φέρει στο προσκήνιο το ενδεχόμενο να εξετάσουν οι κεντρικές τράπεζες να εξετάσουν την δημιουργία ενός δικού τους ψηφιακού νομίσματος (Engert & Fung, 2017). Τον Οκτώβριο του 2020, η ΕΚΤ εξέδωσε μια ανακοίνωση αναφορικά με την δημιουργία ενός νέου ψηφιακού νομίσματος, του ψηφιακού Ευρώ. Σύμφωνα με την ίδια, το ψηφιακό Ευρώ θα είναι όπως το κανονικό Ευρώ, αλλά σε ηλεκτρονική μορφή, το οποίο θα εκδίδεται και αυτό μέσω της ΕΚΤ και των κεντρικών τραπεζών των χωρών της Ευρωζώνης. Αξίζει να σημειωθεί ότι σκοπός του ψηφιακού Ευρώ δεν είναι να αντικαταστήσει το κανονικό, αλλά να συνυπάρξει μαζί του, ώστε να παρέχεται σαν άλλη μια δυνατότητα πληρωμής, μαζί με τα υπόλοιπα είδη χρήματος (European Central Bank, 2021). Αξίζει να σημειωθεί, πως η Κίνα έγινε η πρώτη χώρα που εξέδωσε το δικό της ψηφιακό νόμισμα, το ψηφιακό Γουάν, το οποίο από τον Απρίλιο του 2021 βρίσκεται σε πιλοτικό στάδιο και είναι σε αξία ίδιο με τα νομίσματα και τα χαρτονομίσματα του Γουάν. Είναι φτιαγμένο με τρόπο που να μεταφέρεται άμεσα όταν γίνονται συναλλαγές με αυτό, σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, με στόχο να είναι πιο γρήγορο και πιο φθινό από τις υπάρχουσες συναλλαγές (Aredy, 2021).

Όμως, όλες οι ιδέες για την ψηφιοποίηση των ήδη γνωστών νομισμάτων ξεκίνησαν από τα ήδη υπάρχοντα ψηφιακά νομίσματα, που δεν είναι άλλα από τα κρυπτονομίσματα. Τα κρυπτονομίσματα έχουν κερδίσει το ενδιαφέρον του κόσμου από το 2009, την ημερομηνία όπου ιδρύθηκε το Bitcoin. Αντί να βασίζεται στην παραδοσιακή εμπιστοσύνη, το κρυπτονόμισμα βασίζεται σε κρυπτογραφική απόδειξη, που παρέχει πολλά πλεονεκτήματα έναντι των παραδοσιακών μεθόδων πληρωμής, όπως η υψηλή, αλλά δύσκολη στην πράξη, ρευστότητα, το χαμηλότερο κόστος συναλλαγής και η ανωνυμία που παρέχεται στις

συναλλαγές. Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται εκτενέστερη ανάλυση των κρυπτονομισμάτων και της επιρροής τους στον κόσμο της οικονομίας.

1.6 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε μια ιστορική αναδρομή στον αντιπραγματισμό και στο χρήμα. Παρουσιάστηκαν ο ορισμός και οι λειτουργίες του χρήματος, όπως και τα θετικά και αρνητικά που συνεπάγεται η χρήση του. Ακόμη, αναλύθηκε ο ρόλος του χρήματος στις χρηματοπιστωτικές αγορές, καθώς και τα ειδή χρήματος που παρατηρήθηκαν από τα πρώτα χρόνια χρήσης του έως και την σημερινή εποχή.

Ο αντιπραγματισμός ήταν το πρώτο βήμα, ώστε να υπάρχει μια καλύτερη κατανομή των πόρων από άνθρωπο σε άνθρωπο, ώστε να βελτιστοποιούνται οι ανάγκες τους. Οι δυσκολίες που παρουσίασε αυτή η μέθοδος, έφερε στο προσκήνιο την ιδέα για ένα κοινώς αποδεκτό μέσο ανταλλαγής ή πληρωμών, το χρήμα. Πολλά αντικείμενα αποτέλεσαν χρήμα, από φαγητά έως πολύτιμα μέταλλα, όμως η δυσκολία στην διαιρετότητα τους και ορισμένες φορές η σπανιότητα, οδήγησαν στην δημιουργία του «περικεκτικού» χρήματος, δημιουργημένο από μηδαμινής αξίας αντικείμενα.

Η διασφάλιση της αξίας του γινόταν μέσω πολύτιμων μετάλλων, όπως στο σύστημα Bretton Woods με τον χρυσό, όμως αυτό δεν συμβαίνει πια. Το χρήμα δεν εξαρτάται από άλλα αντικείμενα, ούτε από άλλα συναλλάγματα. Πλέον, η αποδοχή του χρήματος δεν σχετίζεται με κανένα άλλο αγαθό, παρά μόνο με την εμπιστοσύνη που δείχνει ο κόσμος σε αυτό. Η πιθανότητα το χρήμα να πάψει να γίνεται αποδεκτό είναι ελάχιστη, όμως ένα τέτοιο σενάριο δεν είναι καθόλου θεμιτό για την εξέλιξη της οικονομίας όπως γνωρίζεται σήμερα.

Μεγάλο ρόλο έχει η ύπαρξη του χρήματος και στις χρηματοπιστωτικές αγορές, που αποτελούν το βασικό εργαλείο για την ροή του χρήματος στην οικονομία. Η διοχέτευση του χρήματος στην αγορά από νοικοκυριά, επιχειρήσεις, αλλά και το κράτος βοηθάει στο να χρηματοδοτούνται οι δαπάνες αυτών που έχουν ανάγκη από κεφάλαια. Αυτό συντελεί στην αποτελεσματικότερη κατανομή του χρήματος, καθώς με την ορθή χρήση του, υπάρχει κέρδος από όλες τις πλευρές. Η ορθή χρήση του χρήματος, που επενδύεται στην αγορά, είναι ύψιστης σημασίας, καθώς μια λάθος κίνηση μπορεί να αποβεί μοιραία, όπως για παράδειγμα η αδυναμία αποπληρωμής ενός δανείου, ή ενός ομολόγου.

Με την άνοδο της τεχνολογίας, οι ψηφιακοί τρόποι πληρωμής έγιναν δημοφιλείς, καθώς προσφέρουν αμεσότητα στις πληρωμές καθώς και εύκολη ρευστοποίηση για αυτούς που το

επιθυμούν. Τραπεζικοί λογαριασμοί καθώς πιστωτικές και χρεωστικές κάρτες, τείνουν να αποτελέσουν το κύριο μέσο πληρωμών, αντικαθιστώντας το ρευστό χρήμα. Μια νέα μορφή χρήματος έχει κερδίσει το ενδιαφέρον του κόσμου, το ψηφιακό χρήμα. Το ψηφιακό χρήμα προσφέρει την δυνατότητα ασφαλέστερων συναλλαγών, μέσω της κρυπτογράφησης. Λόγω της συνεχής ανόδου των κρυπτονομισμάτων, οι κυβερνήσεις των κρατών σκέφτονται να συνυπάρξουν με την νέα τάση που παρατηρείται, με την έκδοση των δικών τους ψηφιακών νομισμάτων. Οι ίδιες φαίνονται να έχουν δεχθεί ότι τα ψηφιακά νομίσματα είναι το μέλλον, με την αυξημένη ασφάλεια, την μεγαλύτερη ταχύτητα συναλλαγών και την μείωση των κοστών να αποτελούν κομβικούς παράγοντες για την αλλαγή.

Κεφάλαιο 2

Κρυπτονομίσματα

2.1 Εισαγωγή

Τα κρυπτονομίσματα έχουν πολλές διαφορετικές πτυχές και, ως εκ τούτου, μπορούν να προβληθούν από διάφορες οπτικές γωνίες, όπως η οικονομική και η χρηματοοικονομική, η νομική, η πολιτική, η κοινωνιολογική, όπως και από αισθητική και κοινωνικοτεχνική οπτική (Judmayer, et al., 2017). Είναι ένα εικονικό συνάλλαγμα, βασισμένο στα μαθηματικά, στην ανωνυμία και είναι ανεξάρτητο από θεσμούς όπως οι Κεντρικές Τράπεζες (Gomachas , 2019). Τα κρυπτονομίσματα εφαρμόζουν με τον καλύτερο τρόπο το ένα από τα τρία χαρακτηριστικά του χρήματος, το οποίο είναι η χρήση τους ως μέσω συναλλαγών (Crivellaro & Spaans, 2019).

Μπορούν να αγοραστούν χρησιμοποιώντας πραγματικά χρήματα όπως και άλλα εικονικά νομίσματα και επίσης να πωληθούν για πραγματικά και άλλα νομίσματα σύμφωνα με συγκεκριμένες συναλλαγματικές ισοτιμίες. Ακόμη, υπάρχει μερικές φορές η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως μέσο για την αγορά εικονικών και πραγματικών προϊόντων και υπηρεσιών (Al Shehhi, et al., 2014). Πολλοί άνθρωποι διαφοροποιούνται στην προσέγγιση τους ως προς τα κρυπτονομίσματα. Από την μια πλευρά, υπάρχουν οι άνθρωποι που θεωρούν τα κρυπτονομίσματα ως αντικαταστάτη του χρήματος έτσι όπως το ξέρουμε σήμερα. Από την αντίθετη, βρίσκονται οι αρνητές αυτού, που θεωρούν ότι τα κρυπτονομίσματα είναι μια «φούσκα» και ότι δεν έχουν μέλλον στην σύγχρονη οικονομία, τουλάχιστον όχι με την υπάρχουσα μορφή και θεσμοθέτηση τους.

Το κεφάλαιο αυτό ξεκινάει αναλύοντας την ιδέα πίσω από την δημιουργία των κρυπτονομισμάτων. Στη συνέχεια, αναλύονται μερικά από τα βασικά γνωρίσματα των κρυπτονομισμάτων, τα οποία αποτελούν τα θεμέλια πάνω στα οποία βασίζονται, καθώς και τα θετικά και αρνητικά αυτών. Ύστερα, γίνεται αναφορά σε μερικά θεσμικά πλαίσια χωρών, αναφορικά με την ύπαρξη και χρήση των κρυπτονομισμάτων εντός αυτών. Τέλος, αναλύονται τρία από τα δημοφιλέστερα κρυπτονομίσματα, το Bitcoin, το Ethereum και το Cardano.

2.2 Ιστορική εξέλιξη κρυπτονομισμάτων

Η ιδέα του πρώτου λεγόμενου e-cash είχε αφετηρία τον Αμερικανό Ντέιβιντ Τσάουμ (David Chaum), ο οποίος ήταν κρυπτογράφος (Chaum, 1983). Το e-cash είναι το λεγόμενο ψηφιακό νόμισμα, το οποίο βασίζεται πάνω στις αρχές της κρυπτογραφίας. Ένα σύστημα κρυπτογραφίας, οφείλει να ικανοποιεί τις παρακάτω προϋποθέσεις (Κατωπόδης, 2020):

- **Ακεραιότητα Δεδομένων** (data integrity), δηλαδή να διασφαλίζει ότι δεν θα γίνεται τροποποίηση και αντιγραφή των δεδομένων, χωρίς την απαραίτητη εξουσιοδότηση.
- **Αυθεντικότητα** (authentication), δηλαδή να πιστοποιεί την ύπαρξη κάθε οντότητας και την ακρίβεια της προέλευσης των πληροφοριών, όπως τον χρόνο αποστολή τους, το περιεχόμενο αυτών και την ημερομηνία προέλευσης τους.
- **Εμπιστευτικότητα** (confidentiality), δηλαδή να μην επιτρέπει σε τρίτους (χωρίς εξουσιοδότηση) την ανάγνωση πληροφοριών.
- **Διαθεσιμότητα** (availability), δηλαδή να υπάρχει η σιγουριά πως τα αρμόδια άτομα θα έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες του δικτύου κάθε χρονική στιγμή που επιθυμούν.
- **Μη-απάρνηση** (non-repudiation), δηλαδή δεν θα επιτρέπει την άρνηση της επικοινωνίας ενός ατόμου, των υποχρεώσεων και των ενεργειών που ήταν αποτέλεσμα αυτού ή κατά την διάρκειά του.

Το 1995, ο Τσάουμ ιδρύει την εταιρεία ηλεκτρονικού χρήματος με το όνομα DigiCash, ώστε να κάνει πραγματικότητα τις ιδέες του (Greenberg, 2012). Το 1994 μπήκε στην ιστορία ως το έτος που πραγματοποιήθηκε η πρώτη πληρωμή με ηλεκτρονικό χρήμα, με τον δημιουργό να αναφέρει ότι, η ιδιότητα του χρήματος σε φυσική μορφή να εξασφαλίζει την μη διαρροή προσωπικών δεδομένων του πληρωτή, όχι μόνο διατηρείται με το ηλεκτρονικό χρήμα, αλλά και ενισχύεται, από το γεγονός ότι αυτής της μορφής συναλλαγές απαιτούν αποκλειστική και υψηλού επιπέδου κρυπτογραφία (Internet Archive Wayback Machine & Electronic Frontier Foundation, 1994). Η αποχώρηση του Τσάουμ από την DigiCash συνέβη το 1999, με σκοπό να επικεντρωθεί στην δημιουργία μιας πλατφόρμας που θα διασφαλίζει μεγαλύτερη ασφάλεια στις εκλογικές διαδικασίες (Internet Archive Wayback Machine, 2013).

Σύμφωνα με τον Γιαν Λάνσκι (Jan Lansky), που πραγματοποίησε το Διδακτορικό του στο τμήμα της Επιστήμης των Υπολογιστών και Μαθηματικών του Πανεπιστημίου Πράγας και της έρευνας του πάνω στα κρυπτονομίσματα (ResearchGate), αυτά αποτελούν ένα σύστημα, το οποίο πληροί τις εξής προϋποθέσεις (Lansky, 2018):

- Υπάρχει αρχείο των μονάδων των κρυπτονομισμάτων και της ιδιοκτησίας τους.
- Ορίζει πότε θα δημιουργηθεί ένα νέο κρυπτονόμισμα, και αν δύναται να δημιουργηθεί τότε το σύστημα ορίζει την προέλευση την νέας μονάδας και τον τρόπο προσδιορισμού της ιδιοκτησίας αυτών.
- Δεν υπάρχει η ανάγκη κεντρικής αρχής, καθώς η διανομή τους γίνεται με κοινή συναίνεση.
- Η περάτωση συναλλαγών επιτρέπεται μόνο όταν αλλάζει η ιδιοκτησία των κρυπτογραφικών μονάδων. Η δήλωση αυτής μπορεί να γίνει μόνο από μια οντότητα που έχει την δυνατότητα να αποδείξει την τρέχουσα ιδιοκτησία αυτών των μονάδων.
- Η ιδιοκτησία των κρυπτονομισμάτων, μπορεί να αποδειχθεί μόνο κρυπτογραφικά
- Σε περίπτωση όπου δοθούν ταυτόχρονα δύο διαφορετικές εντολές για την αλλαγή ιδιοκτησίας ίδιων κρυπτογραφικών μονάδων, το σύστημα οφείλει να εκτελέσει μόνο τη μια.

Τα κρυπτονομίσματα έχουν την δυνατότητα να προσφέρουν πολλές θετικές πτυχές τους στην σύγχρονη οικονομία. Παρακάτω, παρουσιάζονται μερικά από τα πλεονεκτήματα της χρήσης των κρυπτονομισμάτων (Aziz, 2019):

- Το γεγονός ότι τα κρυπτονομίσματα δεν είναι άπειρα σε ποσότητα, δίνει λύση στο πρόβλημα του πληθωρισμού.
- Οι συναλλαγές εκτελούνται γρήγορα και άμεσα όλο το 24ωρο.
- Η τεχνολογία του blockchain αποτρέπει την αντιγραφή και την πιθανότητα διπλής δαπάνης.
- Λόγω της απώλειας μεσαζόντων (π.χ. κράτος, τράπεζες), άρα και εξόδων προς αυτούς, οι συναλλαγές με κρυπτονομίσματα είναι πολύ πιο οικονομικές από τις συμβατικές συναλλαγές.

Η χρήση των κρυπτονομισμάτων, όμως, δεν συνοδεύεται μόνο με θετικά. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά από τα πιο αξιοσημείωτα αρνητικά που παρατηρήθηκαν από την χρήση των κρυπτονομισμάτων (Aziz, 2019):

- Ένα σημαντικό μειονέκτημα που παρουσιάζουν είναι η διακύμανση των τιμών τους, η οποία κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα και επηρεάζεται από το γεγονός ότι δεν υπάρχει ρυθμιστική αρχή και κρατική εγγύηση πίσω από αυτά
- Η απώλεια κανονισμών έχει ως αποτέλεσμα την σύνδεση των κρυπτονομισμάτων με διάφορων ειδών απάτες και κατά συνέπεια την απώλεια εμπιστοσύνης του κόσμου.

- Λογικό επόμενο του παραπάνω αρνητικού, είναι η χρήση των κρυπτονομισμάτων για ξέπλυμα χρήματος, το οποίο ίσως αποτελεί την μεγαλύτερη ανησυχία, αναφορικά με τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται.
- Το γεγονός ότι είναι επιρρεπή στο hacking είναι πολύ σημαντικό, καθώς αν αυτά «κλαπούν» τότε είναι σχεδόν αδύνατο το θύμα να τα βρει και να τα πάρει πίσω, λόγω της ανώνυμης φύσης των κρυπτονομισμάτων.

Όπως και το χρήμα, έτσι και τα κρυπτονομίσματα έχουν τα θετικά και τα αρνητικά τους. Η αβεβαιότητα όμως που παρουσιάζουν τα κρυπτονομίσματα σε αντίθεση με τον νόμιμο χρήμα καθώς και η μεγάλη διακύμανση και ο φόβος λόγω των hackers, είναι σοβαρές αιτίες αποθάρρυνσης του κόσμου να στραφεί προς αυτά. Από την άλλη, οι υψηλές αποδόσεις και η ανωνυμία, αποτελούν ισχυρό κίνητρο για τους επίδοξους αγοραστές κρυπτονομισμάτων και για τους υπέρμαχους της προστασίας και απόκρυψης προσωπικών δεδομένων.

2.3 Αρχιτεκτονική των κρυπτονομισμάτων

Η αρχιτεκτονική πάνω στην οποία βασίζεται ένα κρυπτονομίσμα είναι η πεμπτούσια του και ο λόγος της ύπαρξής του. Τα κρυπτονομίσματα δεν ελέγχονται από κάποια κεντρική αρχή, με αποτέλεσμα να μην ασκεί κάποιο κρατικό όργανο άμεσα έλεγχο πάνω στην προσφορά και την ζήτηση τους, όπως για παράδειγμα μια κεντρική τράπεζα, η οποία τυπώνει χρήμα όταν θέλει να αυξήσει την προσφορά του χρήματος. Παρακάτω, αναλύονται οι θεμελιώδεις αρχιτεκτονικές των κρυπτονομισμάτων.

Τεχνολογία Blockchain

Η τεχνολογία του blockchain, η οποία έχει φέρει την επανάσταση στα επιχειρηματικά και οικονομικά μοντέλα του σήμερα, είναι το αποτέλεσμα του ολοένα και αυξανόμενου επίπεδου παγκόσμιας διασύνδεσης, που έχει δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια και το οποίο έδωσε την δυνατότητα για την ανάπτυξη μιας τέτοιας τεχνολογίας. Είναι η τεχνολογία, που είναι θιασώτης στην εξέλιξη του Ίντερνετ της Ασίας και επιτρέπει την παράκαμψη κάποιας κεντρικής αρχής σε διαδικασίες που αυτή κρίνεται μέχρι σήμερα απαραίτητη, καθώς και στην δημιουργία peer-to-peer ανταλλακτικών μοντέλων (Abbatemarco, et al., 2018).

Ένα blockchain συνίσταται από κάποια σύνολα δεδομένων, τα οποία με την σειρά τους αποτελούνται από μια αλυσίδα πακέτων δεδομένων (block), όπου ένα block μπορεί να περιέχει

έναν μεγάλο αριθμό συναλλαγών. Κάθε επιπλέον block επεκτείνει την αλυσίδα, με αποτέλεσμα το blockchain να διατηρεί αυτομάτως ένα ιστορικό όλων των συναλλαγών, ενώ η επικύρωση αυτών γίνεται με μέσα κρυπτογραφίας. Εκτός αυτού, κάθε μπλοκ είναι «σημαδεμένο» με μια χρονική σήμανση, η οποία είναι η hash αξία του προηγούμενου block και ένα nonce, που είναι ένας τυχαίος αριθμός για την επαλήθευση του hash. Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζεται η ακεραιότητα του blockchain έως και το πρώτο block, από το οποίο ξεκίνησε (Nofer, et al., 2017).

Η ικανότητα που έχει το blockchain να αποδεικνύει την οποιαδήποτε συναλλαγή στο διαδίκτυο, το καθιστά ως μια τεχνολογική καινοτομία στον χώρο των κρυπτονομισμάτων. Σε αντίθεση με την εμπιστοσύνη που πρέπει να δημιουργηθεί και να συντηρηθεί με τα άλλα άτομα ή οργανισμούς, όπως οι τράπεζες, οι χρήστες της τεχνολογίας αυτής εμπιστεύονται τα καθολικά, στα οποία υπάρχει πρόσβαση από όλους, σε διάφορους κόμβους, χωρίς κάποια κεντρική αρχή, με την διατήρησή τους να γίνεται από τους “miners-accountants”. Με λίγα λόγια, το blockchain ενισχύει τις αποκεντρωμένες και χωρίς μεσάζοντες συναλλαγές όλων των ειδών και σε όλη την υφήλιο (Swan, 2015).

Κόμβοι

Ένα σημαντικό κομμάτι στο θέμα των κρυπτονομισμάτων είναι οι κόμβοι, καθώς αποτελούν την εξασφάλιση της λειτουργίας του blockchain. Ένας κόμβος έχει τον ρόλο του υποστηρικτή στο δίκτυο, κρατώντας ένα αντίγραφο ενός blockchain και ορισμένες φορές επεξεργάζεται τις συναλλαγές. Διευκρινίζεται πως οι κόμβοι διαφέρουν ανάμεσα στα είδη κρυπτονομισμάτων. Όσον αφορά τις συσκευές που αποτελούν κόμβο, πολλών ειδών ενεργές ηλεκτρονικές συσκευές μπορούν να έχουν αυτόν τον ρόλο, όπως για παράδειγμα ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής ή μια συσκευή τηλεφώνου. Η αποθήκευση και ύστερα η επιβεβαίωση των συναλλαγών τους, αποτελεί την κύρια προσφορά των κόμβων, ως ένα κομμάτι του blockchain, με την υπολογιστική δύναμη που είναι απαραίτητη για την διεκπεραίωση των συναλλαγών να φτάνει σε υψηλά επίπεδα (Τραχανάς & Βρεττού, 2019).

Mining

Στα δίκτυα κρυπτογράφησης, η εξόρυξη (mining) αποτελεί επικύρωση συναλλαγών (Taylor, 2017). Κάθε χρήστης έχει την δυνατότητα να επαληθεύσει και να «πακετάρει» νέες συναλλαγές στα blocks. Παρόλο που η επαλήθευση και το «πακετάρισμα» γίνονται από πολλούς χρήστες παράλληλα, μόνο το νεότερο έγκυρο block θα έχει την έγκριση όλων των

χρηστών και θα γίνει στο τελευταίο κομμάτι στην ακολουθία blockchain. Η ανταμοιβή του miner που το δημιούργησε, είναι κάποια ποσότητα του κρυπτονομίσματος που αφορά το block. Η επίτευξη αυτού γίνεται μέσω της εισαγωγής ένας μηχανισμού, που αποδεικνύει την διαδικασία που περιεγράφηκε. Ο μηχανισμός λειτουργεί με τον εξής τρόπο. Ένας miner, αφού εισάγει νέες συναλλαγές σε ένα block, δημιουργεί πρώτα μια ειδική συναλλαγή, που δείχνει ότι το δίκτυο στέλνει σε αυτήν την συναλλαγή την ανταμοιβή από την εργασία της εξόρυξης. Μαζί με όλες τις άλλες συναλλαγές, δημιουργεί επανειλημμένα έναν τυχαίο μοναδικό αριθμό (nonce), τους συγκεντρώνει και εκτελεί μια συνάρτηση hash. Εάν η τιμή hash είναι κάτω από μια τιμή στόχου, ο χρήστης ισχυρίζεται ότι δημιούργησε το block αυτό και το κοινοποιεί, όπως και τον nonce αριθμό. Οι υπόλοιποι χρήστες μπορούν εύκολα να εκτελέσουν την hash συνάρτηση με τον δημοσιοποιημένο αριθμό nonce, με σκοπό την επαλήθευση του block (Wang & Liu, 2015).

Αξίζει να σημειωθεί πως ο συνολικός αριθμός των κρυπτονομισμάτων, που μπορούν να εξορυχθούν διαφέρει ανά κρυπτονόμισμα. Για παράδειγμα, ο συνολικός αριθμός των Bitcoin που μπορούν να εξορυχθούν είναι 21 εκατομμύρια, με το τελευταίο Bitcoin που θα εξορυχθεί να βρίσκεται στο υπ' αριθμόν 6.929.999 block, με την εκτιμώμενη ημερομηνία του συμβάντος να είναι κοντά στο έτος 2140. Προσεγγιστικά, κάθε δέκα λεπτά δημιουργείται ένα νέο μπλοκ, ανεξάρτητα από το πόση ισχύς υπολογισμού είναι στο δίκτυο (Nakamoto, 2008). Είναι άγνωστο ακόμα, πως αυτό θα επηρεάσει την ζήτηση των κρυπτονομισμάτων με πεπερασμένο αριθμό μονάδων.

Πορτοφόλι κρυπτονομισμάτων

Ένα πορτοφόλι κρυπτονομισμάτων είναι το μέρος στο οποίο ο κάτοχος κρυπτονομισμάτων τα αποθηκεύει. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί επένδυση σε αυτά, επειδή τα χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία δεν έχουν φυσικά αντίστοιχα, δηλαδή είναι ψηφιακά. Και επειδή είναι ψηφιακά, έχουν την δυνατότητα να αποθηκευτούν μόνο μέσω μιας ψηφιακής αποθηκευτικής μονάδας, δηλαδή ενός πορτοφολιού κρυπτονομισμάτων (Frankenfield & Rasure, 2021).

Τα πορτοφόλια κρυπτονομισμάτων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στα λεγόμενα hot storage και cold storage πορτοφόλια. Τα hot storage είναι αυτά που λειτουργούν μέσω του διαδικτύου. Αντιθέτως, τα cold storage πορτοφόλια δεν απαιτούν από τον χρήστη τους να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο. Τα τελευταία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στα χάρτινα και στα hardware. Τα χάρτινα δεν είναι πραγματικά, αλλά περισσότερο ένα εναλλακτικό αντίγραφο ασφαλείας. Ουσιαστικά, η αναγραφή των ιδιωτικών κλειδιών σε ένα χαρτί και η αποθήκευση

τους σε ένα ασφαλές μέρος, όπως ένα χρηματοκιβώτιο, αποτελεί ένα χάρτινο cold storage πορτοφόλι. Από την άλλη μεριά, τα hardware πορτοφόλια είναι συσκευές τύπου USB στις οποίες αποθηκεύονται τα κρυπτονομίσματα και τα ιδιωτικά κλειδιά τους. Πρόκειται για συσκευές που έχουν ως μοναδικό σκοπό την φύλαξη των κρυπτονομισμάτων και ως εκ τούτου, είναι εκτός σύνδεσης τις περισσότερες φορές (Frankenfield & Rasure, 2021).

2.4 Κρυπτονομίσματα και νομικό πλαίσιο

Η υποδοχή των κρυπτονομισμάτων από τον κόσμο δεν ήταν παντού η ιδανική και αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την θέσπιση διαφόρων ρυθμιστικών και νομοθετικών πλαισίων ανάμεσα στα κράτη του κόσμου, με ορισμένες χώρες να βρίσκουν θετικές πτυχές στα κρυπτονομίσματα, όπως στην ευκολία των συναλλαγών με αυτά, και άλλες χώρες να προχωράνε μέχρι και στην απαγόρευση τους, επικαλούμενες λόγους ασφαλείας. Παρακάτω περιγράφονται μερικές από τις περιπτώσεις ανά ήπειρο (Chohan, 2017):

Ευρώπη

Στην γηραιά ήπειρο, η χρήση των κρυπτονομισμάτων είναι καθόλα νόμιμη, χωρίς όμως να είναι ξεκάθαρο αν αποτελεί νομοθετικά μια νομισματική μονάδα. Συγκεκριμένα, το θετικό για τους χρήστες του Bitcoin είναι ότι το συγκεκριμένο κρυπτονόμισμα δεν φορολογείται όταν γίνεται μετατροπή του σε κάποια επίσημη συναλλαγματική, αλλά φορολογούνται κανονικά οι υπόλοιπες συναλλαγές με αυτό, βάσει της απόφασης του Ευρωπαϊκού δικαστηρίου το 2015. Ακόμη, οι τράπεζες των χωρών της ευρωπαϊκής ηπείρου, δέχονται ισχυρές συστάσεις από την Ευρωπαϊκή Αρχή Τραπεζών να μην χρησιμοποιούν τα κρυπτονομίσματα για τις συναλλαγές τους μέχρις ότου τεθεί σε εφαρμογή ένα κανονιστικό πλαίσιο.

Γενικώς, πολλές ευρωπαϊκές χώρες αποδέχονται τα ψηφιακά νομίσματα, μεταξύ αυτών η Νορβηγία και η Εσθονία, όμως η αποδοχή αυτή δεν γίνεται με την μορφή τους ως χρήμα, αλλά ως περιουσιακό στοιχείο. Υπάρχουν όμως και χώρες που δεν έχουν κάποιο συγκεκριμένο ρυθμιστικό πλαίσιο για αυτά, μεταξύ αυτών και η Ελλάδα. Η πρώτη στιγμή που κάποιο κρυπτονόμισμα έφτασε κοντά στο να θεωρηθεί σαν χρήμα ήταν το 2020, με το Γαλλικό Δικαστήριο να αποφασίζει να θεωρήσει ένα δάνειο, που εμπεριέχει Bitcoin, «καταναλωτικό δάνειο», με την Γερμανία να ακολουθεί τον ίδιο δρόμο.

Βόρεια Αμερική

Τα κρυπτονομίσματα στις χώρες τις Βόρειας Αμερικής (Καναδάς, Ηνωμένες Πολιτείες (ΗΠΑ), Μεξικό) είναι νόμιμα. Συγκεκριμένα, στις ΗΠΑ το Bitcoin είναι αποδεκτό σαν ανταλλάξιμο αποκεντρωμένο ψηφιακό νόμισμα, σαν περιουσιακό στοιχείο και σαν εμπόρευμα. Στο Μεξικό το νομοθετικό πλαίσιο La Ley Fintech έχει τον ρόλο του επιβλέποντα, αναφορικά με την ιδιοκτησία, τις αγορές κρυπτονομισμάτων και τις συναλλαγές που πραγματοποιούνται με αυτά. Σε αντίθεση με τις ΗΠΑ και το Μεξικό, στον Καναδά είναι λίγο πιο αυστηροί οι κανόνες, καθώς οι εταιρείες, οι οποίες θέλουν να εμπλακούν στον χώρο των κρυπτονομισμάτων, έχουν την υποχρέωση της εγγραφής στο Κέντρο Ανάλυσης Χρηματοοικονομικών Συναλλαγών και Αναφορών του Καναδά (Fintrac) και να διασφαλίζουν ότι η χρήση τους γίνεται με βάση τους κανονισμούς. Μάλιστα, δεν δύναται η δυνατότητα στις τράπεζες να συνεργαστούν με επιχειρήσεις, οι οποίες δεν είναι καταχωρημένες στο Fintrac. Δεν είναι όμως όλοι αποδέκτες της νέας αυτής γενιάς χρήματος, καθώς κάποιες ιδιωτικές τράπεζες (π.χ. Toronto-Dominion (TD), Bank of Montreal (BMO)), έχουν απαγορεύσει την χρήση των καρτών τους για οποιαδήποτε δραστηριότητα εμπλέκεται με κρυπτονομίσματα.

Κεντρική και Νότια Αμερική

Στις χώρες του νότου την αμερικανικής ηπείρου, τα κρυπτονομίσματα δεν έχουν την καλύτερη αντιμετώπιση. Για παράδειγμα, η χρήση του Bitcoin θεωρείται παράνομη σε χώρες όπως το Εκουαδόρ και η Βολιβία, από το 2015 και 2014 αντίστοιχα, αλλά και σε χώρες της Καραϊβικής, όπως το Τρινιντάντ και Τομπάγκο. Παράλληλα, σε χώρες όπως η Βραζιλία και η Κολομβία δεν υπάρχει κάποιος ρυθμιστικός κανόνας όσον αφορά την χρήση αυτών. Χώρες που δεν είναι παράνομη η χρήση του Bitcoin είναι η Αργεντινή, όπου σύμφωνα με τον αστικό κώδικα αποτελεί αγαθό και όχι νόμιμο χρήμα και η Βενεζουέλα, η οποία ήταν η πιο προληπτική χώρα από αυτές, με την καθίδρυση του Petro, το οποίο είναι ένα κρυπτογραφικό μέσο. Η Νικαράγουα και η Κόστα Ρίκα είναι οι δύο χώρες της Κεντρικής Αμερικής που δεν κρίνουν παράνομη την χρήση του Bitcoin.

Ωκεανία

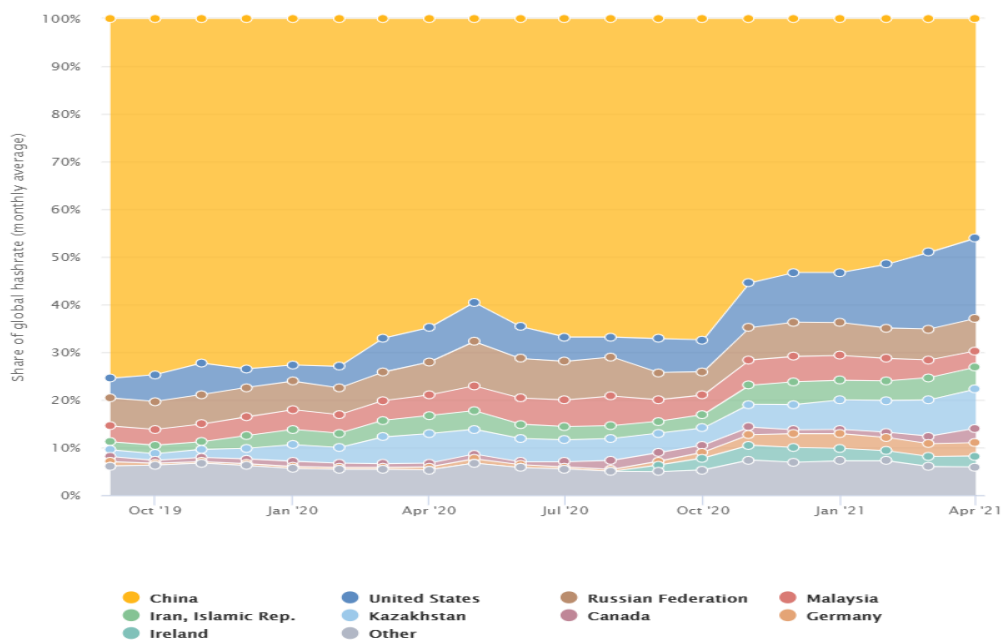
Οι δύο μεγάλες χώρες της ηπείρου, η Αυστραλία και η Νέα Ζηλανδία, έχουν αποδεχθεί την χρήση του Bitcoin, με την Αυστραλία να το τοποθετεί στην ίδια κατηγορία με το κανονικό χρήμα.

Αφρική

Η χρήση του Bitcoin δεν κρίνεται παράνομη σε δύο από τις μεγαλύτερες αφρικανικές οικονομίες, την Νότια Αφρική και την Νιγηρία, παρόλο που στην δεύτερη αρχικά είχε αποφασιστεί να θεωρηθεί παράνομο το Bitcoin, βάσει εγκυκλίου της Κεντρικής Τράπεζας της χώρας, που εκδόθηκε το 2017. Η απόφαση αυτή επανεξετάστηκε και τελικά αναιρέθηκε, με τον Αναπληρωτή Διευθυντή της Κεντρικής Τράπεζας να αναφέρει ότι ο οργανισμός δεν είχε την δικαιοδοσία να θέσει μια τέτοια απαγόρευση. Η Ζιμπάμπουε είναι η χώρα στην οποία έχει τεθεί υπό ανάπτυξη ένα ρυθμιστικό πλαίσιο για τα κρυπτονομίσματα.

Ανατολική Ασία

Στην πολυπληθέστερη χώρα του πλανήτη, την Κίνα, οι ιδιώτες έχουν την δυνατότητα να έχουν στην κατοχή τους Bitcoin, όμως δεν ισχύει το ίδιο και για τις εταιρείες. Η Λαϊκή Τράπεζα της Κίνας (PBOC) εξέδωσε αρκετές αποφάσεις τα τελευταία χρόνια αναφορικά με απαγορεύσεις και περιορισμούς των κρυπτονομισμάτων, των τρόπων δημιουργίας τους και των συναλλαγών με αυτών. Αρκετές από αυτές δεν έφτασαν να υλοποιηθούν, όμως τον Μάιο του 2021 η κυβέρνηση αποφάσισε να μειώσει δραστικά την εξόρυξη (mining) Bitcoin και την ανταλλαγή του, ξεκινώντας την επιχείρηση «Η Μεγάλη Μετανάστευση Εξόρυξης» (The Great Mining Migration), λόγω των υψηλών ποσοστών εξόρυξης που παρατηρούνται στην Κίνα, σύμφωνα με το Διάγραμμα 2.1 (China Government Network, 2021). Αντιθέτως, στο Χονγκ Κονγκ, είναι επιτρεπτή η χρήση του Bitcoin για συναλλαγές.



Πηγή: Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index, 2021

Διάγραμμα 2.1: Μέση μηνιαία κατανομή hashrate του Bitcoin ανά χώρα

Σε ότι αφορά την Νότια Κορέα, μπορούν να πραγματοποιούνται συναλλαγές με Bitcoin σε χρηματιστήρια στα οποία αυτά είναι καταχωρημένα, με την προϋπόθεση ότι οι συναλλασσόμενοι είναι ενήλικες και ότι διαθέτουν λογαριασμό σε τράπεζα όπου το χρηματιστήριο θα έχει επίσης λογαριασμό. Τόσο η τράπεζα όσο και το χρηματιστήριο έχουν ευθύνη, σύμφωνα με τα πρότυπα του "Γνωρίστε τον πελάτη σας" (Know Your Customer), να επαληθεύσουν την ταυτότητα του πελάτη και να εξετάσουν βάσει κανονισμών ότι το «ξέπλυμα» χρήματος» δεν είναι ο στόχος του συναλλασσόμενου. Στην Ταϊβάν, δεν απαγορεύεται η χρήση των κρυπτονομισμάτων, αλλά δεν επιτρέπεται η βοήθεια στην διευκόλυνση των συναλλαγών από τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα. Το γεγονός ότι δεν παρέχεται νομική προστασία στο Bitcoin, λόγω της μη έκδοσης του από κάποια αναγνωρισμένη ρυθμιστική αρχή και δεν δικαιούται νομικές αξιώσεις, δίνει ένα επιπλέον ρίσκο στους επίδοξους χρήστες του.

Η Ιαπωνία έχει επιχειρήσεις που ειδικεύονται στην ανταλλαγή κρυπτονομισμάτων, οι οποίες έχουν ρυθμιστεί από τον Νόμο περί Υπηρεσιών Πληρωμών (Payment Service Act). Για τις επιχειρήσεις αυτές είναι υποχρεωτική η εγγραφή τους, η διατήρηση αρχείων και η λήψη μέτρων προστασίας για τους πελάτες τους, μέτρα τα οποία λήφθηκαν μετά το περιστατικό με την πτώχευση και κατά συνέπεια της ρευστοποίησης της πλατφόρμας συναλλαγών Mt. Gox το 2014 (Mochizuki & Stech, 2014). Ο νόμος για τις συναλλαγές κρυπτονομισμάτων και ο νόμος

κατά της νομιμοποίησης εσόδων από παράνομες δραστηριότητες πρέπει να τηρούνται ταυτόχρονα. Τα κρυπτονομίσματα από τον Νόμο περί Υπηρεσιών Πληρωμών ορίζονται ως αξία ιδιοκτησίας (property value) και αναφέρει ότι η κρυπτογράφηση περιορίζεται μόνο στις αξίες που έχουν την δυνατότητα να αποθηκευτούν ηλεκτρονικά και όχι να είναι νόμιμο χρήμα.

2.5 Τα πιο δημοφιλή κρυπτονομίσματα

Παρακάτω γίνεται η μια περιγραφή των τριών από τα δημοφιλέστερα κρυπτονομίσματα, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στην έρευνα.

Bitcoin

Την 1η Νοεμβρίου 2008, ένας προγραμματιστής υπολογιστών με το ψευδώνυμο Satoshi Nakamoto ανακοίνωσε ότι είχε δημιουργήσει ένα «νέο ηλεκτρονικό σύστημα χρήματος που είναι πλήρως peer-to-peer, χωρίς την εμπλοκή τρίτου. Στην ουσία, το Bitcoin προσέφερε ένα δίκτυο πληρωμών με το δικό του συνάλλαγμα και χρησιμοποίησε μια εξελιγμένη μέθοδο για τα μέλη, ώστε να επαληθεύουν όλες τις συναλλαγές χωρίς να χρειάζεται να εμπιστεύονται κανένα απολύτως χρήστη του δικτύου. Το νόμισμα εκδόθηκε με τιμή προκαθορισμένη ως μια μορφή επιβράβευσης των ατόμων που χρησιμοποίησαν την επεξεργαστική τους δύναμη στην επαλήθευση των συναλλαγών, έχοντας ουσιαστικά τον ρόλο της ανταμοιβής της εργασίας τους. Το εντυπωσιακό ήταν ότι, σε αντίθεση με πολλές άλλες προηγούμενες προσπάθειες δημιουργίας ψηφιακών νομισμάτων, το Bitcoin λειτούργησε και στην πράξη (Ammous, 2018). Ο κύριος λόγος της δημιουργίας του Bitcoin από τον ίδιο τον Satoshi ήταν τα υψηλά κόστη που υπάρχουν στις συναλλαγές με τα συνηθισμένα μέσα, λόγω της μεσολάβησης τρίτων σε αυτές (Κλάγκος, 2018).

Τον Απρίλιο του 2011, Ο Satoshi Nakamoto αποφασίζει να αποσυρθεί από το κοινό, με ένα σύνολο δυνητικών εθελοντών να αναλαμβάνει την ευθύνη της ανάπτυξης του κώδικα και του δικτύου. Ακόμα και σήμερα, δεν είναι γνωστό ποιοι ακριβώς είναι πίσω από την ανάπτυξη του κρυπτονομίσματος. Παρόλα αυτά, ακόμα και οι εθελοντές δεν ασκούν έλεγχο στο σύστημα, το οποίο λειτουργεί βάσει διαφανών μαθηματικών αρχών και το καθιστά μια από τις πιο πρωτοποριακές εφευρέσεις στον χώρο της πληροφορικής, αλλά και των οικονομικών (Antonopoulos, 2014).

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 2.2, όσον αφορά την αξία του, το 2009 ήταν κοντά στο μηδέν και παρέμεινε έτσι για μερικά χρόνια. Οι πρώτες διακυμάνσεις ξεκίνησαν το 2013, όπου ήταν η χρονιά της «έκρηξης» του Bitcoin. Η τιμή του εκείνη την χρονιά έφτασε τα 1,151 αμερικανικά δολάρια. Τον Δεκέμβριο του 2017, το Bitcoin είχε γίνει αρκετά δημοφιλές στον κόσμο, με την τιμή του να εκτοξεύεται στα 19,499 αμερικανικά δολάρια. Στις 13 Απριλίου 2021, το Bitcoin έφτασε στην κορυφή του, με την τιμή του κρυπτονομίσματος να είναι κοντά 63,558.48 αμερικανικά δολάρια. Τον Ιούνιο του 2021, η τιμή του κυμαίνεται στα 34,736.83 αμερικανικά δολάρια, μία πτώση που πλησιάζει το 45.35%. Η υψηλή αστάθεια που παρουσιάζει η τιμή του Bitcoin, αποτελεί ένα σημαντικό μειονέκτημα που δημιουργεί περαιτέρω σκέψεις στους επίδοξους αγοραστές του.



Πηγή: Blockchain.com

Διάγραμμα 2.2: Τιμή Bitcoin ανά ημέρα (σε \$) (Ιανουάριος 2016 – Ιούνιος 2021)

Η αγορά ωστόσο δεν φαίνεται διστακτική στην χρήση του Bitcoin. Στο Διάγραμμα 2.3, φαίνεται πως οι συναλλαγές παρουσιάζουν αυξητική τάση, με τις υψηλές διακυμάνσεις να μην αποτελούν εξαίρεση και σε αυτό το στατιστικό. Στις 2 Μαΐου 2019 σημειώθηκαν 452.646 συναλλαγές με Bitcoin, όπου το νούμερο αυτό είναι το υψηλότερο μέχρι σήμερα.



Πηγή: Blockchain.com

Διάγραμμα 2.3: Ημερήσιος αριθμός συναλλαγών με Bitcoin (2010-2021)

Στα θετικά του Bitcoin συγκαταλέγονται τα παρακάτω (Franco, 2014):

- Η αυξημένη ανωνυμία, αποτρέπει σε επίδοξους παραβάτες να συλλέξουν τα προσωπικά στοιχεία των χρηστών.
- Αποφυγή κινδύνου παραβιάσεων ασφαλείας, σε ότι αφορά τα κεφάλαια του χρήστη, όχι όμως των κωδικών ασφαλείας του ηλεκτρονικού του πορτοφολιού.
- Δεν υπάρχουν βασικές χρεώσεις στις συναλλαγές με Bitcoin, σε αντίθεση με τις πιστωτικές κάρτες.
- Το Bitcoin, όπως και τα μετρητά, είναι ένα push σύστημα πληρωμών. Αυτό σημαίνει ότι ο χρήστης δημιουργεί αυτός της συναλλαγή εκ των προτέρων. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται οι πιθανότητες απάτης, καθώς και ανεπιθύμητων αγορών.
- Τα έξοδα συναλλαγών είναι χαμηλότερα από των πιστωτικών καρτών, με τους επικριτές, όμως, να τονίζουν ότι με την προσθήκη όλων των εξόδων, οι διαφορές δεν είναι σημαντικές.
- Το Bitcoin και η τεχνολογία του, εκτός των νομισμάτων, επιτρέπουν την μεταφορά οποιουδήποτε ψηφιακού περιουσιακού στοιχείου.
- Οι έμποροι, που χρησιμοποιούν το κρυπτονόμισμα, έχουν προστασία σε περίπτωση απάτης που αφορά επιστροφή χρημάτων από κάποιον πελάτη που ζητά ακύρωση της συναλλαγής αφού παραλάβει το προϊόν.
- Η μεταφορά των Bitcoin γίνεται στιγμιαία, σε αντίθεση με τις τραπεζικές συναλλαγές, που δύναται να καθυστερήσουν ακόμη και αρκετές μέρες.

Μερικά από τα αρνητικά του Bitcoin είναι τα εξής (Franco, 2014):

- Παρόλο που η μεταφορά των Bitcoin γίνεται αστραπιαία, η καταχώριση της συναλλαγής στο blockchain μπορεί να διαρκέσει αρκετά λεπτά. Αυτό σημαίνει πως όταν ένας χρήστης κάνει μια αγορά, θα πρέπει να περιμένει να επιβεβαιωθεί η συναλλαγή στο blockchain. Τα ηλεκτρονικά πορτοφόλια μπορούν να δώσουν λύσεις σε αυτό το πρόβλημα. Μια από αυτές είναι η διάσπαση μεγάλων συναλλαγών σε πολλές μικρές ποσότητες, ώστε να μπορούν να γίνονται οι καταχωρίσεις ευκολότερα.
- Πολλοί χρήστες, λόγω απειρίας ή φόβου, θα επιλέξουν να χρησιμοποιήσουν μεσάζοντες για τις συναλλαγές τους με Bitcoin, με αποτέλεσμα να μην υπάρξει σημαντική διαφορά (ή και καθόλου) σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους.
- Σε αντίθεση με πιστωτικές κάρτες, όπου είναι δεδομένη η πίστωση του ποσού, στις συναλλαγές με Bitcoin δεν υπάρχει αυτή η επιλογή. Ωστόσο, οι υποστηρικτές του

Bitcoin ισχυρίζονται ότι αυτή η δυνατότητα θα μπορούσε να προστεθεί μελλοντικά από τους παρόχους των ψηφιακών πορτοφολιών.

- Σε αντίθεση με το fiat χρήμα, το bitcoin είναι μη ρευστοποιήσιμο και αυτό επιβεβαιώνεται και από τον όγκο των συναλλαγών που γίνονται μεταξύ Ευρώ/Δολαρίου και Βρετανικής Λίρας/Δολαρίου, που είναι 3 φορές μεγαλύτερες σε μέγεθος από τον τζίρο του Bitcoin.
- Η τεχνολογία, στην οποία βασίζεται το Bitcoin θα μπορούσε να υιοθετηθεί από καθιερωμένες εταιρείες και κυβερνήσεις. Για παράδειγμα, μια κυβέρνηση θα μπορούσε να εκδώσει ένα κρυπτονόμισμα, που θα είναι πλήρως εξαργυρώσιμο σε fiat χρήμα. Ένα τέτοιο ενδεχόμενο μπορεί να στρέψει το ενδιαφέρον των χρηστών σε αυτή την νέα τεχνολογία, αφήνοντας το Bitcoin και άλλα κρυπτονομίσματα σε δεύτερη μοίρα.
- Ο κίνδυνος αποφάσεων που αυξάνουν τα κόστη του Bitcoin, όπως αυτή της Εσωτερικής Υπηρεσίας Εσόδων (Internal Revenue Service) των ΗΠΑ, βάσει της οποίας το Bitcoin αποτελεί περιουσιακό στοιχείο. Τέτοιοι κανονισμοί μπορούν να αυξήσουν τα κόστη σε σημείο που να αποτρέπει τους χρήστες από το να χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο κρυπτονόμισμα ως μέσο συναλλαγών.

Είναι εμφανές πως το Bitcoin έχει διχάσει τους ενασχολήσαντες με αυτό, καθώς η αβεβαιότητα που επικρατεί γύρω από το πασίγνωστο κρυπτονόμισμα, δεν βοηθάει στην υιοθέτηση του στην καθημερινότητα του κόσμου, ενώ η αποκετρωμένη του φύση αποτελεί πρόβλημα για πολλές κυβερνήσεις. Όμως, η προστασία των αγοραστών και η ασφάλεια που προσφέρει η τεχνολογία πίσω από το Bitcoin, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες πτυχές της οικονομίας. Εξάλλου, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, η δημιουργία των ψηφιακών νομισμάτων του Ευρώ, του αμερικανικού Δολαρίου και του Γουάν, θα ήταν ανέφικτη ή πιο δύσκολη, δίχως την συνδρομή του Bitcoin και των δημιουργών του.

Ethereum και Ether

Το Ethereum είναι ένα κρυπτονόμισμα, παρόμοιο με το Bitcoin, δηλαδή αγοράζεται και πουλιέται στο Internet, έχοντας τα κλασικά χαρακτηριστικά που συνοδεύουν ένα κρυπτονόμισμα, όπως (Ethereum.org):

- Βασίζεται στην κρυπτογραφία
- Συναλλαγές χωρίς την εμπλοκή τρίτων
- Ανεξάρτητο από κεντρικές αρχές

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του Ethereum είναι ότι δίνει την δυνατότητα στους επίδοξους αγοραστές να αγοράσουν λιγότερο από μια μονάδα του, με την δυνατή υποδιαίρεση να φτάνει έως και τα 18 δεκαδικά ψηφία. Σαν κρυπτονόμισμα είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς αποτελεί την «καρδιά» της πλατφόρμας του, με το Ether να αποτελεί το συνάλλαγμα όλων των εφαρμογών του. Παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 2013 από τον Ρωσοκαναδό προγραμματιστή Vitalik Buterin και δημιουργήθηκε για να επεκτείνει τη χρησιμότητα των κρυπτονομισμάτων, δίνοντας τη δυνατότητα στους προγραμματιστές να δημιουργούν τις δικές τους ειδικές εφαρμογές (Ethereum.org).

Ο στόχος του Ethereum είναι η δημιουργία ενός εναλλακτικού πρωτοκόλλου για τη δημιουργία των ειδικών αποκεντρωμένων εφαρμογών, με σκοπό να παρέχει ένα διαφορετικό σύνολο συμβιβασμών, για το οποίο υφίσταται η δυνατότητα να είναι πολύ χρήσιμο για μια ευρεία κατηγορία αποκεντρωμένων εφαρμογών, με ιδιαίτερη έμφαση στις περιπτώσεις όπου κρίνεται σημαντικός ο γρήγορος χρόνος ανάπτυξης, η ασφάλεια για μικρές και σπάνια χρησιμοποιούμενες εφαρμογές και η ικανότητα των διαφορετικών εφαρμογών να αλληλεπιδρούν πολύ αποτελεσματικά. Το Ethereum το καταφέρνει δημιουργώντας το απόλυτο αφηρημένο θεμελιώδες στρώμα: ένα blockchain με ενσωματωμένη γλώσσα προγραμματισμού με πληρότητα Turing, που επιτρέπει στον καθένα να γράφει έξυπνα συμβόλαια και αποκεντρωμένες εφαρμογές, όπου δύναται να δημιουργήσει τους δικούς του αυθαίρετους κανόνες για την ιδιοκτησία, τις μορφές συναλλαγών και τις λειτουργίες μετάβασης καταστάσεων. Μια βασική έκδοση του Namecoin (μια πειραματική τεχνολογία ανοιχτού κώδικα που συντελεί στη βελτίωση της αποκέντρωσης, της ασφάλειας, της προστασίας από τη λογοκρισία, της ιδιωτικότητας και της ταχύτητας κάποιων στοιχείων της διαδικτυακής υποδομής, όπως το σύστημα DNS και οι ταυτότητες) (Namecoin.org) μπορεί να γραφτεί σε δύο γραμμές κώδικα, ενώ άλλα πρωτόκολλα όπως τα συναλλάγματα και τα συστήματα φήμης μπορούν να κατασκευαστούν σε λιγότερο από είκοσι. Έξυπνα συμβόλαια, κρυπτογραφικά "κουτιά" που περιέχουν αξία και την ξεκλειδώνουν μόνο αν πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις, μπορούν επίσης να δημιουργηθούν πάνω στην πλατφόρμα, με πολύ μεγαλύτερη ισχύ από αυτή που προσφέρει το σενάριο του Bitcoin, λόγω των πρόσθετων δυνάμεων της πληρότητας Turing, της επίγνωσης της αξίας, της επίγνωσης της αλυσίδας μπλοκ και της κατάστασης (Ethereum.org).

Αξίζει να σημειωθεί πως το κοινό και οι πλατφόρμες που συναλλάσσονται με κρυπτονομίσματα, αναφέρουν το συγκεκριμένο κρυπτονόμισμα ως Ethereum, οπότε η αναφορά θα είναι η ίδια και στην παρούσα εργασία. Η αξία του Ethereum κυμαίνεται σε πιο χαμηλά επίπεδα από αυτά του Bitcoin, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 2.4, με την μέγιστη

τιμή του να φτάνει τα 4,382.73 αμερικανικά δολάρια τον Μάιο του 2021, διατηρώντας μια αυξητική τάση μέχρι πρότινος,



Πηγή: Coindesk.com

Διάγραμμα 2.4: Τιμή Ethereum ανά ημέρα (σε \$) (2015 –2021)

Σε αντίθεση με την τιμή του, το Ethereum εμφανίζει έναν αισθητά μεγαλύτερο αριθμό ημερήσιων συναλλαγών. Όπως παρατηρείται στο Διάγραμμα 2.5, στις 9 Μαΐου 2021, οι συναλλαγές με Ethereum έφτασαν τις 1,716,660 συναλλαγές, ένα νούμερο σχεδόν τέσσερις φορές μεγαλύτερο από τον μέγιστο αριθμό συναλλαγών Bitcoin σε μια μέρα.



Πηγή: Etherscan.io

Διάγραμμα 2.5: Ημερήσιος αριθμός συναλλαγών με Ethereum (2015-2021)

Το Ethereum συγκρίνεται πολύ συχνά με το Bitcoin, καθώς και τα δύο βασίζονται στην τεχνολογία blockchain. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ορισμένες θεμελιώδεις διαφορές που τα καθιστούν διαφορετικά. Η πρώτη είναι ο σκοπός τους. Ο κύριος σκοπός του Bitcoin είναι η αποκεντρωμένη αποθήκευση της αξίας για τις ασφαλείς ομότιμες συναλλαγές. Επομένως, το Bitcoin χρησιμεύει ως μέσο ανταλλαγής, όπως και το δολάριο. Από την άλλη πλευρά, όντας έξι χρόνια νεότερο από το Bitcoin, το Ethereum χρησιμοποιεί νεότερη και ασφαλέστερη τεχνολογία και πρωτόκολλα, τα οποία παρέχει νέες λειτουργίες. Εκτός από την αποθήκευση και τη μεταφορά αξίας, η πλατφόρμα Ethereum εισάγει έξυπνα συμβόλαια. Τα έξυπνα συμβόλαια καθιστούν δυνατή την ταχύτερη και ασφαλέστερη αυτόματη εκτέλεση συμβολαίων όταν πληρούνται ορισμένες προκαθορισμένες απαιτήσεις. Πρακτικά, το Ethereum παρέχει τη λειτουργικότητα για την ανάπτυξη εφαρμογών με ενσωματωμένα έξυπνα συμβόλαια που χρησιμοποιούν το συνάλλαγμα Ether, σε αντίθεση με το Bitcoin, το οποίο δεν παρέχει τέτοια λειτουργικότητα (Meshcheryakov & Ivanov, 2020).

Cardano και Ada

Το 2015, η τεχνολογία blockchain Cardano ιδρύθηκε από τους Charles Hoskinson και Jeremy Wood, ως ένα προϊόν της IOHK (Input Output Hong Kong), η οποία είναι μια εταιρεία έρευνας και ανάπτυξης. Αυτό που κάνει ξεχωριστή την Cardano είναι η "πρώτα η έρευνα" ("research-first") προσέγγιση στον σχεδιασμό της. Ειδικότερα, το πρότζεκτ δεν ενημερώνεται από ένα θεμελιώδες whitepaper, παρά από ένα σύνολο αρχών σχεδιασμού, μεταξύ των οποίων (Mione, et al., 2020):

- η υλοποίηση των βασικών στοιχείων σε εξαιρετικά αρθρωτό λειτουργικό κώδικα,
- οι μικρές ομάδες ακαδημαϊκών και προγραμματιστών που ανταγωνίζονται με έρευνα που αξιολογείται από ομότιμους
- η ανάπτυξη ενός αποκεντρωμένου μηχανισμού για τη χρηματοδότηση των μελλοντικών εργασιών
- η μακροπρόθεσμη θεώρηση της βελτιστοποίησης του σχεδιασμού των κρυπτονομισμάτων έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν σε κινητά με μια ικανοποιητική και ασφαλή εμπειρία χρήσης
- η αφαίρεση των συναλλαγών ώστε να περιλαμβάνουν προαιρετικά μεταδεδομένα για την καλύτερη προσαρμογή στις ανάγκες των παλαιότερων συστημάτων

- η εξεύρεση μιας υγιούς μέσης οδού για την αλληλεπίδραση των ρυθμιστικών αρχών με το εμπόριο χωρίς να διακυβεύονται ορισμένες βασικές αρχές που κληρονομήθηκαν από το Bitcoin.

Οι εμπνευστές της τεχνολογίας του Cardano, την χαρακτηρίζουν ως την τρίτη γενιά των blockchains, σε μια γενεαλογική γραμμή όπου η πρώτη γενιά ήταν αυτή του Bitcoin, η οποία εφάρμοσε τη μεταφορά αξίας χωρίς μεσάζοντες και η δεύτερη γενιά αντιπροσωπεύεται από το Ethereum, το οποίο εισήγαγε προηγμένη δυνατότητα προγραμματισμού, που όμως είχε τα προβλήματα της επεκτασιμότητας και της διακυβέρνησης. Η τεχνολογία του Cardano στοχεύει να δημιουργήσει μια γενιά, όπου οι μηχανισμοί συναίνεσης και η διακυβέρνηση είναι προσεκτικά σχεδιασμένοι και μελετημένοι, με μια πιο αργή αλλά πιο προσεκτική και συνετή προσέγγιση (Mione, et al., 2020).



Πηγή: Coinmarketcap.com

Διάγραμμα 2.6: Τιμή Ada ανά ημέρα (σε \$) (Οκτώβριος 2017 – Ιούλιος 2021)

Το συνάλλαγμα πίσω από το Cardano είναι το Ada. Έλαβε το όνομά του από την Ada Lovelace: μια μαθηματικό του 19ου αιώνα, η οποία αναγνωρίζεται ως η πρώτη προγραμματίστρια υπολογιστών και είναι κόρη του ποιητή Λόρδου Βύρωνα. Όπως και με τα δύο προηγούμενα κρυπτονομίσματα, οποιοσδήποτε χρήστης σε οποιαδήποτε περιοχή του κόσμου, μπορεί να χρησιμοποιήσει το Cardano ως ασφαλή ανταλλαγή αξίας, δίχως να απαιτείται η διαμεσολάβηση τρίτου και κάθε συναλλαγή καταγράφεται στο blockchain. Αξίζει να σημειωθεί πως κάθε κάτοχος ποσότητας Cardano, κατέχει επίσης ένα μερίδιο στο δίκτυο

του κρυπτονομίσματος. Μακροχρόνια, το Cardano θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια ποικιλία εφαρμογών και υπηρεσιών στην πλατφόρμα του (Cardano.org).

Η τιμή του Cardano είναι εξαιρετικά χαμηλότερη από τους δύο μεγάλους της αγοράς των κρυπτονομισμάτων, του Bitcoin και του Ether. Σύμφωνα με το Διάγραμμα 2.6, η μέγιστη τιμή του εμφανίζεται στις 16 Μαΐου του 2021, στα 2.3091 αμερικανικά δολάρια. Παρόλο που σαν απόλυτη τιμή δεν είναι μεγάλο ποσό, το ποσοστό αύξησης από την 23^η Σεπτεμβρίου του 2020, όταν η τιμή του ήταν περίπου 0.08 αμερικανικά δολάρια, είναι 2786.375%.

2.6 Ανακεφαλαίωση

Σε αυτό το κεφάλαιο έγινε η ανάλυση της ιστορίας των κρυπτονομισμάτων και της ιδέας πίσω από την οποία έγινε η αρχή τους, παραθέτοντας μερικά θετικά και αρνητικά τους. Ακόμη, αναλύθηκαν η αρχιτεκτονική πάνω στην οποία βασίζονται, το νομικό πλαίσιο διαφόρων χωρών απέναντί τους και μερικά από τα πιο δημοφιλή κρυπτονομίσματα.

Τα οφέλη τα οποία προσφέρει η κρυπτογραφία, οδήγησαν στην σκέψη για την δημιουργία των κρυπτονομισμάτων. Τα κρυπτονομίσματα αποτελούν πόλο έλξης για αρκετούς ανθρώπους, με την προοπτική να κερδίσουν χρήματα λόγω υψηλών αποδόσεων ή με την προοπτική την ανωνυμίας και των γρήγορων συναλλαγών που προσφέρεται από αυτά. Όμως η σύνδεση των κρυπτονομισμάτων με παράνομες δραστηριότητες, οι μεγάλες διακυμάνσεις των τιμών τους και ο κίνδυνος του hacking, έχουν την δυνατότητα να απωθήσουν τον κόσμο από την εμπλοκή τους με αυτά.

Αρκετές είναι και οι χώρες που έχουν εκφράσει την δυσαρέσκεια τους με τα κρυπτονομίσματα. Η ιδέα ενός ψηφιακού νομίσματος χωρίς κάποια κεντρική αρχή να το ρυθμίζει και η εμπλοκή του σε παράνομες δραστηριότητες διαφόρου τύπου, έχει κάνει αρκετά κράτη να καθιστούν απαγορευτική την χρήση τους. Ακόμα και στα κράτη που δεν απαγορεύονται οι συναλλαγές με κρυπτονομίσματα, αυτά δεν θεωρούνται ισάξια του χρήματος και έχουν περισσότερο τον ρόλο του περιουσιακού στοιχείου.

Το Bitcoin είναι το πρώτο κρυπτονόμισμα που βγήκε στην αγορά. Η μεγάλη άνοδος που παρουσίασε η τιμή του, ήταν κάτι που γοήτευσε τον κόσμο, με αποτέλεσμα να στραφεί να μάθει περισσότερο για αυτό. Μεγάλες διακυμάνσεις στην τιμή δεν εμπόδισαν το δημοφιλέστερο κρυπτονόμισμα να φτάσει σε μεγάλα ύψη τις τιμές του, αλλά και τον αριθμό των συναλλαγών που γινόντουσαν με αυτό. Το Ethereum και το Cardano, επωφελήθηκαν από το γεγονός ότι τα κρυπτονομίσματα άρχισαν να γίνονται δημοφιλή στους ανθρώπους, με αποτέλεσμα να κερδίζουν το ενδιαφέρον του κόσμου, ο οποίος στρέφεται σε αυτές τις

εναλλακτικές όταν η τιμή του Bitcoin φτάνει σε πολύ υψηλά επίπεδα, σε συνδυασμό με την κριτική που ασκούν πολλά κράτη σε αυτό.

Κεφάλαιο 3

Αιτιότητα Granger και Συνολοκλήρωση

3.1 Εισαγωγή

Η εύρεση ή αποσαφήνιση και η διατύπωση αιτιωδών σχέσεων αποτελεί τη βασική ουσία της οικονομικής θεωρίας. Μια στατιστική σχέση, ανεξάρτητα από το πόσο δυνατή είναι, δεν μπορεί να καθορίσει την αιτιώδη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων παραμέτρων. Επομένως, μολονότι η ανάλυση παλινδρόμησης είναι μια ανάλυση της αλληλεξάρτησης μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών, δεν συνεπάγεται αιτιώδη σχέση. Σε ένα οικονομετρικό υπόδειγμα, η αιτιότητα, δηλαδή η σχέση αιτίου-αποτελέσματος, είναι a priori (Χρήστου, 2007).

Στην πραγματικότητα, είναι δύσκολο κανείς να βρει δεδομένα που να είναι στάσιμα. Σε αυτό το στάδιο, οι μέθοδοι των χρονοσειρών και της οικονομετρίας, αποτελούν τα κατάλληλα εργαλεία, τα οποία προσφέρουν λύσεις στους αναλυτές. Η μέθοδος της αιτιότητας κατά Granger προσφέρει την δυνατότητα για την εύρεση πιθανής σχέσης μεταξύ αιτίου και αιτιατού, ανάμεσα σε δύο μεταβλητές. Επιπροσθέτως, η θεωρία της συνολοκλήρωσης προσφέρει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν οι μη στάσιμες χρονοσειρές σε μια έρευνα (Παλτόγλου, 2005).

Το πρόβλημα που προκύπτει λόγω της μη στασιμότητας των μεταβλητών, είναι πως κριτήρια όπως τα R^2 , t και F είναι αναξιόπιστα. Τα κριτήρια αυτά έχουν σαν προϋπόθεση ότι οι μεταβλητές είναι στάσιμες. Στην περίπτωση μη στασιμότητας και μη ύπαρξης συνολοκλήρωσης, ο εκτιμητής OLS είναι ασυνεπείς και οι στατιστικοί έλεγχοι αναξιόπιστοι. Αυτό μπορεί να απεικονιστεί με υψηλές στατιστικές τιμές, οι οποίες δεν θα έχουν σημασία, δηλαδή δεν υπάρχει πραγματική αιτιώδης σχέση ανάμεσα στις μεταβλητές. Το αποτέλεσμα αυτό περιγράφηκε από τους Granger και Newbold ως φαινομενική παλινδρόμηση (spurious regression) (Χρήστου, 2007).

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια ανάλυση του ελέγχου μοναδιαίας ρίζας για την διαπίστωση της στασιμότητας μιας χρονοσειράς, με τους ελέγχους Dickey – Fuller και Augmented Dickey – Fuller. Στην συνέχεια, θα παρουσιαστεί η διατύπωση της θεωρίας του Granger για τον έλεγχο αιτιωδών σχέσεων ανάμεσα σε δύο χρονοσειρές, με τον έλεγχο

αιτιότητας κατά Granger. Ύστερα, θα γίνει αναφορά στην συνολοκλήρωση και στην μεθοδολογία Engel – Granger για την εξέταση της μακροχρόνιας ισορροπίας ανάμεσα σε δύο χρονοσειρές και τέλος θα πραγματοποιηθεί η εισαγωγή στο Υπόδειγμα Διόρθωσης Λαθών.

3.2 Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας

Η στασιμότητα είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό σε μια χρονοσειρά, ώστε να μπορεί να γίνει στατιστική ανάλυση σε αυτή. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, είναι δύσκολο στην πραγματικότητα μια χρονοσειρά να είναι στάσιμη. Ένας συνήθης παράγοντας που καθιστά ολοκληρωμένες (μη στάσιμες) τις χρονοσειρές, είναι η τάση. Η τάση είναι η αύξηση ή μείωση των τιμών, η οποία γίνεται σε βάθος χρόνου σε μια χρονοσειρά. Αυτό που προκαλεί στην χρονοσειρά είναι μεταβολή στην μέση τιμή και στην διακύμανση της στο χρόνο, με αποτέλεσμα να την καθιστά μη στάσιμη (Χρήστου, 2007).

Ο Granger και ο Newbold ανέφεραν πως χαμηλές τιμές της στατιστικής Durbin – Watson (d) και υψηλές τιμές του συντελεστή προσδιορισμού R^2 (και ειδικά όταν $d < R^2$), δημιουργούν συνθήκες φαινομενικής παλινδρόμησης. Σε ένα τέτοιο ενδεχόμενο, είναι προτιμότερο να εκτιμάται η σχέση μεταξύ των πρώτων διαφορών των μεταβλητών, δηλαδή αντί να εκτιμηθεί το υπόδειγμα (Χρήστου, 2007):

$$Y_t = b_0 + b_1 X_t + u_t \quad (3.1)$$

να γίνεται εκτίμηση του υποδείγματος:

$$\Delta Y_t = b_0 + b_1 \Delta X_t + u_t^* \quad (3.2)$$

όπου
$$u_t^* = u_t - u_{t-1} \quad (3.3)$$

Οι χρονολογικές σειρές μεταβλητών που σχετίζονται με την οικονομία, έχουν συνήθως τα χαρακτηριστικά του τυχαίου περιπάτου (random walk). Μπορούμε να ορίσουμε τον τυχαίο περίπατο ως κάτωθι. Έστω ότι έχουμε ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα πρώτης τάξης (Χρήστου, 2007):

$$Y_t = a_1 Y_{t-1} + e_t \quad (3.4)$$

όπου το e_t είναι ένας λευκός θόρυβος (white noise). Τα χαρακτηριστικά ενός λευκού θορύβου είναι ότι η μέση του τιμή είναι 0 ($E(e_t)=0$) και η διακύμανση του είναι σταθερή ($V(e_t) = \sigma^2$). Ο συνδυασμός των προηγούμενων, μαζί με την υπόθεση ότι $\alpha_1 = 1$, δημιουργεί το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου (Χρήστου, 2007):

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + e_t \quad (3.5)$$

Όταν υπάρχει σταθερός όρος, το υπόδειγμα είναι γνωστό και ως υπόδειγμα τυχαίου περιπάτου με περιπλάνηση (random walk with drift) :

$$Y_t = \delta + \alpha_1 Y_{t-1} + e_t \quad (3.6)$$

Αντικαθιστώντας τους παρελθοντικούς όρους, βρίσκουμε ότι:

$$Y_t = Y_0 + e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_t = Y_0 + \sum_{i=1}^t e_i \quad (3.7)$$

όπου Y_0 είναι η τιμή της μεταβλητής Y στον χρόνο μηδέν. Με βάση την παραπάνω σχέση, προκύπτει πως:

$$E(Y_t) = Y_0 \quad (3.8)$$

$$V(Y_t) = t\sigma^2 \quad (3.9)$$

Σε αυτή τη περίπτωση, ο μέσος είναι σταθερός και η διακύμανση είναι συνάρτηση του χρόνου, επομένως η σειρά είναι μη στάσιμη. Συγκεκριμένα, αυτό το είδος ολοκλήρωσης ονομάζεται μη στάσιμη ως προς τη διακύμανση. Υπάρχει και η αντίστοιχη περίπτωση την μη στασιμότητας ως προς τον μέσο, αν για παράδειγμα ισχύει ότι $e_t \sim (\mu, \sigma^2)$. Χρησιμοποιώντας τις πρώτες διαφορές όμως, προκύπτει ότι η σειρά (Χρήστου, 2007):

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = e_t \quad (3.10)$$

είναι στάσιμη, καθώς τα σφάλματα e_t είναι και αυτά στάσιμα. Αυτό σημαίνει πως οι οικονομικές μεταβλητές που έχουν τα χαρακτηριστικά του τυχαίου περιπάτου είναι $I(1)$, δηλαδή έχουν πρώτες διαφορές που είναι στάσιμες. Ακόμα και έτσι, θα πρέπει να γίνει έλεγχος στασιμότητας των χρονολογικών σειρών.

Ένας τρόπος για τον έλεγχο στασιμότητας στις χρονοσειρές είναι οι έλεγχοι μοναδιαίας ρίζας (unit root test). Οι πιο δημοφιλείς είναι ο έλεγχος Dickey – Fuller και ο επαυξημένος (augmented) έλεγχος Dickey – Fuller, γνωστός και ως ADF test. Για την ανάλυση του ADF, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα p υστερήσεως AR(p) (Χρήστου, 2007):

$$Y_t = c + a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} + \dots + a_p Y_{t-p} + u_t \quad (3.11)$$

με τις πρώτες διαφορές του να είναι οι εξής:

$$\Delta Y_t = c + b Y_{t-1} + a_1^* \Delta Y_{t-1} + a_2^* \Delta Y_{t-2} + \dots + a_{p-1} Y_{t-p-1} + u_t \quad (3.12)$$

όπου

$$\Delta Y_{t-i} = Y_{t-i} - Y_{t-i-1},$$

για

$$i = 1, 2, \dots, p$$

και

$$b = (a_1 + a_2 + \dots + a_p - 1)$$

Ακόμη, οι τιμές a_i^* , για $i = 1, 2, \dots, p$ είναι συναρτήσεις των συντελεστών a_i για $i=1, 2, \dots, p$.

Ο έλεγχος της μοναδιαίας ρίζας, ισοδυναμεί με τον στατιστικό έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης $H_0: b = 0$ έναντι της $H_1: b < 0$. Για τον έλεγχο αυτόν, γίνεται η εκτίμηση του υποδείγματος (3.12) με την μέθοδο OLS. Σε περίπτωση όπου η απόλυτη τιμή της t στατιστικής είναι μεγαλύτερη της κρίσιμης τιμής ($|t| > t_1$), τότε απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και είναι αποδεκτό ότι η σειρά είναι στάσιμη. Η τάξη p του υποδείγματος καθορίζεται από έτσι ώστε τα κατάλοιπα που προκύπτουν από την μέθοδο OLS να μην αυτοσυσχετίζονται (Χρήστου, 2007).

Ένα ζήτημα που προκύπτει είναι η επιλογή του κατάλληλου αριθμού χρονικών υστερήσεων p . Σε γενικές γραμμές έχουν προταθεί δύο προσεγγίσεις. Στην πρώτη, η επιλογή βασίζεται μόνο στον αριθμό των παρατηρήσεων του δείγματος. Για παράδειγμα, από ασυμπτωτικές θεωρήσεις ο Schwert θεωρεί την αυτοπαλίνδρομη τάξη ανάλογη με την τέταρτη ρίζα του $n/100$, όπου n είναι το πλήθος των παρατηρήσεων. Εντούτοις, αυτό αφήνει ανοιχτό το κρίσιμο ζήτημα της επιλογής της σταθεράς αναλογικότητας, με τον Schwert να επιλέγει αυθαίρετα τις τιμές 4 και 12. Ως εκ τούτου, εάν επιλεγεί μια περιττά μεγάλη τάξη για την προσεγγιστική αυτοπαλινδρόμηση, μπορεί να αναμένεται κάποια απώλεια στην ισχύ του ελέγχου (Agiakloglou & Newbold, 1992).

Η δεύτερη προσέγγιση είναι να επιτραπεί η επιλογή του p να εξαρτάται από τα δεδομένα. Παραδείγματος χάριν, οι Said και Dickey πειραματίζονται με διάφορες δυνατότητες,

βασίζοντας την τελική επιλογή στα αποτελέσματα μιας ακολουθίας από F-tests. Δυστυχώς, η προσέγγιση αυτή είναι επίσης αρκετά διφορούμενη, καθώς η επιλογή του επιπέδου σημαντικότητας για τις δοκιμές αυτές είναι αυθαίρετη. Αυτές οι εκτιμήσεις υποδηλώνουν τη δυνατότητα επιλογής του p μέσω κάποιου κριτηρίου επιλογής σειράς. Στις προσομοιώσεις της παρακάτω έρευνας χρησιμοποιείται το κριτήριο πληροφοριών Akaike (AIC). Αυτό προτιμάται από τα εναλλακτικά κριτήρια συνεπούς εκτίμησης τάξης, καθώς η τάση του AIC να δίνει πιο βαριά παραμετροποιημένα μοντέλα φαίνεται κατάλληλη όταν μια διαδικασία με συνιστώσα κινήτου μέσου πρέπει να προσεγγιστεί από μια καθαρή αυτοπαλινδρόμηση (Agiakloglou & Newbold, 1992).

Υπάρχει περίπτωση το υπόδειγμα να περιέχει προσδιοριστικούς όρους, όπως η τάση και ο σταθερός όρος. Όταν συμβαίνει αυτό, οι τιμές της t στατιστικής αυξάνονται, με αποτέλεσμα να πρέπει να εξειδικευτούν οι εξισώσεις Dickey – Fuller, για να είναι σωστοί οι έλεγχοι. Για να συμβεί αυτό, ακολουθείται μια συγκεκριμένη διαδικασία, η οποία περιγράφεται στα επόμενα βήματα (Χρήστου, 2007):

1. Η εξίσωση που εκτιμάται είναι η $\Delta Y_t = c + bY_{t-1} + \gamma t + \sum_{i=1}^t \alpha_i^* \Delta Y_{t-i} + u_t$ και ελέγχεται η μηδενική υπόθεση $H_0: b = 0$ έναντι της $H_1: b < 0$. Στην περίπτωση που η μηδενική υπόθεση απορριφθεί, τότε γίνεται δεκτό ότι δεν υπάρχει μοναδιαία ρίζα. Στην αντίθετη περίπτωση, η διαδικασία συνεχίζεται στο δεύτερο βήμα.
2. Έχοντας δεδομένο ότι $b = 0$, θα πρέπει να ελεγχθεί αν η τάση είναι στατιστικά σημαντική, δηλαδή ελέγχεται η μηδενική υπόθεση $H_0: \gamma = 0$ έναντι της $H_1: \gamma < 0$. Επιπλέον, πρέπει να γίνει και ο έλεγχος ελέγχεται η μηδενική υπόθεση $H_0: b = \gamma = 0$ έναντι της $H_1: \text{έστω ένα από τα } b, \gamma \neq 0$, με την στατιστική F . Σε περίπτωση που απορριφθεί η τελευταία μηδενική υπόθεση ότι $\gamma = 0$, τότε γίνεται ξανά ο έλεγχος για $\beta = 0$, με την χρήση της τυποποιημένης κανονικής κατανομής, δεδομένου ότι έγινε δεκτό ότι η σειρά είναι στάσιμη. Σε αυτόν τον κόμβο, υπάρχουν 3 περιπτώσεις. Εάν απορριφθεί η μηδενική υπόθεση της $\beta = 0$ με την τυποποιημένη κανονική κατανομή, τότε δεν υπάρχει μοναδιαία ρίζα. Στην αντίθετη περίπτωση, συμπεραίνεται ότι υπάρχει μοναδιαία ρίζα. Αν έχει γίνει δεκτό ότι $\gamma = 0$, δεδομένου ότι $b = 0$, τότε η διαδικασία συνεχίζεται στο τρίτο βήμα.
3. Εφόσον δεχθήκαμε ότι ο χρόνος είναι μη στατιστικά σημαντική μεταβλητή, εκτιμάται η παλινδρόμηση $\Delta Y_t = c + bY_{t-1} + \sum_{i=1}^t \alpha_i^* \Delta Y_{t-i} + u_t$ και γίνεται ο έλεγχος της υπόθεσης $H_0: b = 0$ έναντι της $H_1: b < 0$. Στην περίπτωση όπου η μηδενική υπόθεση απορριφθεί, δεχόμαστε ότι δεν υπάρχει μοναδιαία ρίζα. Στην αντίθετη περίπτωση, η διαδικασία προχωράει στο τέταρτο βήμα.

4. Στο βήμα αυτό ελέγχεται αν ο σταθερός όρος είναι στατιστικά σημαντικός. Δηλαδή, δεδομένου ότι $b = 0$, γίνεται ο έλεγχος $H_0: c = 0$ έναντι της $H_1: c < 0$, βάσει της στατιστικής t . Επίσης, θα πρέπει να γίνεται και ο έλεγχος $H_0: b = c = 0$ έναντι της H_1 : έστω ένα από τα $b, c \neq 0$, με την χρήση της στατιστικής F . Αν απορριφθεί η μηδενική υπόθεση ότι $\delta = 0$, τότε γίνεται ξανά ο έλεγχος για $b = 0$, με την χρήση της τυποποιημένης κανονικής κατανομής. Σε περίπτωση που η μηδενική υπόθεση γίνει αποδεκτή, τότε γίνεται δεκτό ότι υπάρχει μοναδιαία ρίζα. Στην περίπτωση που γίνει δεκτό ότι ο σταθερός όρος είναι μηδέν, δεδομένου ότι είναι επίσης δεκτό ότι ο όρος b είναι στατιστικά μη σημαντικός, η διαδικασία συνεχίζεται στο πέμπτο και τελευταίο βήμα.
5. Σε αυτό το στάδιο, η εκτίμηση της παλινδρόμησης θα γίνει χωρίς την προσθήκη του σταθερού όρου. Δηλαδή, το υπόδειγμα που θα εκτιμηθεί θα είναι το $\Delta Y_t = bY_{t-1} + \sum_{i=1}^t a_i \Delta Y_{t-i} + u_t$ και θα γίνει έλεγχος της υπόθεσης $H_0: b = 0$ έναντι της $H_1: b < 0$. Αν η μηδενική υπόθεση γίνει δεκτή, τότε εξάγεται το συμπέρασμα ότι υπάρχει μοναδιαία ρίζα. Στην αντίθετη περίπτωση, δεν υπάρχει μοναδιαία ρίζα.

Η διαδικασία που περιγράφηκε, είναι πολύ σημαντική και ουσιώδης για να επαληθευτεί αν θα χρησιμοποιηθούν στο υπόδειγμα οι προσδιοριστικοί όροι της τάσης και του σταθερού όρου. Όμως η ορθή μορφή του μοντέλου δεν εξαρτάται μόνο από την εφαρμογή της παραπάνω διαδικασίας. Η θεωρία πίσω από τα δεδομένα, καθώς και η γραφική απεικόνιση τους, σε συνδυασμό με την παραπάνω διαδικασία, ενδέχεται να βοηθήσουν σημαντικά τον ερευνητή στην επιλογή των κατάλληλων μεταβλητών για το υπόδειγμα του (Χρήστου, 2007).

3.3 Αιτιότητα κατά Granger

Ο προσδιορισμός και ο χαρακτηρισμός των σχέσεων αιτιότητας είναι πολύ σημαντικός, καθώς αποτελεί την απαρχή της θεωρίας της οικονομίας. Όμως, σε αρκετές οικονομικές σχέσεις η αιτιώδης κατεύθυνση μεταξύ αιτίου και αιτιατού δεν είναι γνωστή *a priori*. Αν, για παράδειγμα, θεωρηθεί ότι η τιμή του Bitcoin και η τιμή του χρυσού επηρεάζονται αμοιβαία, τότε το αντικείμενο της έρευνας είναι να εξετάσει αν οι μεταβολές της τιμή του Bitcoin προηγούνται, έπονται ή είναι συνακόλουθες με τις μεταβολές του χρυσού (Παλτόγλου, 2005).

Είναι ευλόγως αποδεκτό πως το μέλλον δεν προκαλεί το παρελθόν ή το παρόν. Όταν ένα συμβάν X λαμβάνει χώρα μετά από ένα συμβάν Y , τότε το X δεν είναι αίτιο του Y . Όμως εάν το συμβάν X λαμβάνει χώρα πριν από το Y , τότε δεν συνεπάγεται ότι το X προκαλεί το Y .

Αυτό που γίνεται, είναι πως παρατηρούνται ως χρονοσειρές οι X και Y , με σκοπό να εξαχθεί το συμπέρασμα που διατυπώθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, δηλαδή αν υπάρχουν μεταβολές στην μια μεταβλητή που προηγούνται, έπονται ή είναι ταυτόχρονες της άλλης. Ο στόχος αυτός ονομάζεται αιτιότητα κατά Granger, όπου ο ίδιος ξεκίνησε το 1969 (Granger, 1969).

Με βάση το άρθρό του το 1988, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε αν η σειρά y_t αιτιάζει την σειρά x_t . Το ζήτημα της αιτιότητας προβάλλεται στο υπόδειγμα μέσω ενός διανύσματος w_t . Τα σύνολα πληροφορίας που είναι σχετικά είναι τα εξής (Granger, 1988):

$$J_t : x_{t-j}, y_{t-j}, w_{t-j}, \quad j \geq 0 \quad (3.13)$$

$$J'_t : x_{t-j}, w_{t-j}, \quad j \geq 0 \quad (3.14)$$

όπου το σύνολο J_t μεταχειρίζεται όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, με το σύνολο J'_t να μην συμπεριλαμβάνει τις πληροφορίες που αφορούν το παρόν και το παρελθόν της χρονοσειράς y_t . Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι η μεταβλητή y_t δεν δύναται να εκφραστεί συναρτήσει άλλων μεταβλητών του συνόλου J_t . Αυτό σημαίνει πως δεν υπάρχει συνάρτηση $f(\cdot)$, τέτοια που να ισχύει $y_t = f(w_{t-j}, j \geq 0)$. Για τον ορισμό της αιτιότητας και του αντιστρόφου, θα πρέπει να ορίσουμε ως $f(x|J)$ την υπό συνθήκη κατανομή της x δεδομένου του J . Οι ορισμοί είναι οι παρακάτω (Granger, 1988):

- Η y_t δεν αιτιάζει την x_{t+1} δεδομένου του J_t αν ισχύει:

$$f(x_{t+1}|J_t) = f(x_{t+1}|J'_t)$$

- Η y_t αιτιάζει την x_{t+1} δεδομένου του J_t αν ισχύει:

$$f(x_{t+1}|J_t) \neq f(x_{t+1}|J'_t)$$

Οι δύο βασικές αρχές, πάνω στις οποίες στηρίζονται οι παραπάνω ορισμοί είναι οι εξής:

- Η αιτία συμβαίνει πριν από το αποτέλεσμα
- Οι αιτιώδεις χρονοσειρές περιέχουν πληροφορίες για τις χρονοσειρές που αιτιάζονται, οι οποίες δεν συμπεριλαμβάνονται σε άλλες, όπως στην w_t .

Μάλιστα, προκύπτει πως από τον δεύτερο ορισμό πως η πρόβλεψη μιας τυχαίας συνάρτησης $g(x_{t+1})$ της χρονοσειράς x_{t+1} , θα είναι πιο ακριβής αν γίνει χρήση της πληροφορίας που εξασφαλίζει η y_{t-j} .

Για την διαπίστωση της αιτιότητας μεταξύ δύο μεταβλητών, ο έλεγχος Granger είναι αυτός που χρησιμοποιείται. Για τον έλεγχο, θα θεωρήσουμε δύο χρονοσειρές X_t και Y_t . Τα

υποδείγματα, τα οποία θα εμπεριέχουν τις δύο μεταβλητές είναι τα παρακάτω (Χρήστου, 2007):

$$Y_t = \sum_{i=1}^K \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^K b_i X_{t-i} + u_t \quad (3.15)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^K \gamma_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^K \delta_i X_{t-i} + e_t \quad (3.16)$$

με το K να είναι το μήκος της υστέρησης.

Στο υπόδειγμα (3.15) γίνεται η υπόθεση πως οι τρέχουσες τιμές της χρονοσειράς Y είναι συνάρτηση των παρελθοντικών τιμών της. Η ίδια υπόθεση γίνεται για την χρονοσειρά X στο υπόδειγμα (3.16). Θα πρέπει να σημειωθεί πως οι διαταρακτικοί όροι u_t και e_t δεν συσχετίζονται μεταξύ τους, και επίσης ισχύει ότι $E[u_t u_s] = E[e_t e_s] = 0$, για $s \neq t$. Έχοντας ως βάση τα υποδείγματα (3.15) και (3.16), διακρίνουμε τις παρακάτω τέσσερις περιπτώσεις (Χρήστου, 2007):

- Οι συντελεστές b_i των μεταβλητών X_{t-i} στο υπόδειγμα (3.15) είναι στατιστικά σημαντικοί, ενώ οι συντελεστές γ_i των μεταβλητών Y_{t-i} στο υπόδειγμα (3.16) είναι στατιστικά μη σημαντικοί. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει αιτιότητα κατά Granger από την X προς την Y .
- Οι συντελεστές b_i των μεταβλητών X_{t-i} στο υπόδειγμα (3.15) είναι στατιστικά μη σημαντικοί, ενώ οι συντελεστές γ_i των μεταβλητών Y_{t-i} στο υπόδειγμα (3.16) είναι στατιστικά σημαντικοί. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει αιτιότητα κατά Granger από την Y προς την X .
- Οι συντελεστές b_i των μεταβλητών X_{t-i} στο υπόδειγμα (3.15) και οι συντελεστές γ_i των μεταβλητών Y_{t-i} στο υπόδειγμα (3.16) είναι στατιστικά σημαντικοί. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει αιτιότητα κατά Granger και προς τις δύο κατευθύνσεις.
- Οι συντελεστές b_i των μεταβλητών X_{t-i} στο υπόδειγμα (3.15) και οι συντελεστές γ_i των μεταβλητών Y_{t-i} στο υπόδειγμα (3.16) είναι στατιστικά μη σημαντικοί. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει ανεξαρτησία.

Ο έλεγχος των παραπάνω υποθέσεων γίνεται μέσω της στατιστικής F (Χρήστου, 2007):

$$F = \frac{\frac{\sum \hat{u}_r^2 - \sum \hat{u}_u^2}{K}}{\frac{\sum \hat{u}_u^2}{T - m}}$$

όπου,

$\sum \hat{u}_r^2$ = το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων στην παλινδρόμηση χωρίς περιορισμό

$\sum \hat{u}_u^2$ = το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων στην αντίστοιχη παλινδρόμηση με περιορισμό, όταν δηλαδή δεν συμπεριλαμβάνονται οι m όροι X_{t-i} ή Y_{t-i} .

T = το μέγεθος του δείγματος

m = ο αριθμός των παραμέτρων στην παλινδρόμηση χωρίς περιορισμό.

K = ο αριθμός των χρονικών υστερήσεων

Να σημειωθεί πως η στατιστική F ακολουθεί την F -κατανομή με m και $(T-k)$ βαθμούς ελευθερίας:

$$F \sim F(m, T - m)$$

Στην περίπτωση που για το υπόδειγμα (3.15) βρεθεί ότι η στατιστική F είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή, τότε η X αιτιάζεται κατά Granger στην Y . Στην αντίθετη περίπτωση λέμε ότι δεν αιτιάζεται. Αξίζει να σημειωθεί πως ο αριθμός m των υστερήσεων μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την κατεύθυνση της αιτιότητας κατά Granger (Χρήστου, 2007).

3.4 Συνολοκλήρωση

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, η φαινομενική παλινδρόμηση είναι το αποτέλεσμα της ανάλυσης δεδομένων, τα οποία δεν προέρχονται από στάσιμες χρονοσειρές. Η λύση που προτείνεται σε μια τέτοια περίπτωση, είναι η χρήση των πρώτων διαφορών αντί των επιπέδων των μεταβλητών. Η ουσία που απασχολεί τους αναλυτές και οικονομολόγους είναι η μακροχρόνια σχέση ανάμεσα στις μεταβλητές, αλλά στα επίπεδα τους και όχι στις διαφορές τους (Χρήστου, 2007).

Έστω ότι δίνεται το παρακάτω υπόδειγμα με την μεταβλητή Y να εξαρτάται από την μεταβλητή X , την πρώτη χρονική της υστέρηση της X , καθώς και από την πρώτη δικιά της χρονική υστέρηση (Χρήστου, 2007):

$$Y_t = a_0 + a_1 X_t + a_2 X_{t-1} + b_1 Y_{t-1} + u_t \quad (3.17)$$

Στην οικονομική θεωρία, οι τιμές των μεταβλητών μακροχρόνια παραμένουν σταθερές, φτάνοντας στην επονομαζόμενη κατάσταση μακροχρόνιας ισορροπίας, όπου οι τιμές τους δεν αλλάζουν. Έστω, πως τα επίπεδα ισορροπίας των μεταβλητών X και Y είναι Y_L και X_L . Μακροχρόνια ισχύει πως $Y_t = Y_{t-1} = \dots = Y_L$ και $X_t = X_{t-1} = \dots = X_L$ και $u_t = 0$. Στην μακροχρόνια ισορροπία, το υπόδειγμα (3.17) παίρνει την παρακάτω μορφή:

$$Y_L = a_0 + a_1 X_L + a_2 X_L + b_1 Y_L + u_t \quad (3.18)$$

Μετά από πράξεις, το υπόδειγμα (3.18) παίρνει την παρακάτω μορφή:

$$Y_L = \frac{a_0}{1-b_1} + \frac{(a_1+a_2)}{1-b_1} X_L \quad (3.19)$$

Θέτοντας $\gamma_0 = \frac{a_0}{1-b_1}$ και $\gamma_1 = \frac{(a_1+a_2)}{1-b_1}$, προκύπτει το υπόδειγμα:

$$Y_L = \gamma_0 + \gamma_1 X_L \quad (3.20)$$

Παρακάτω, χρησιμοποιείται το υπόδειγμα (3.17) με τις πρώτες διαφορές:

$$\Delta Y_t = a_0 + a_1 \Delta X_t + a_2 \Delta X_{t-1} + b_1 \Delta Y_{t-1} + e_t \quad (3.21)$$

Όπως φαίνεται, η κατάσταση ισορροπίας που περιγράφηκε προηγουμένως, θα εκμηδενίσει όλες τις διαφορές, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για την μακροχρόνια σχέση των μεταβλητών X και Y . Το εμπόδιο αυτό μπορεί να ξεπεραστεί, μόνο στην περίπτωση όπου οι σειρές είναι συνολοκληρωμένες (Χρήστου, 2007).

Η συνολοκλήρωση σαν ιδέα ξεκίνησε από τους Granger και Engle και αναφέρεται στην σταθερή μακροχρόνια σχέση ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες μεταβλητές. Σύμφωνα με την ανάλυση τους, ένα σύνολο μεταβλητών φτάνει σε στην μακροχρόνια ισορροπία όταν ισχύει (Χρήστου, 2007) (Engle & Granger, 1987):

$$a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + \dots + a_n x_{nt} = 0 \quad (3.22)$$

Στην περίπτωση όπου συμβολίσουμε τις μήτρες:

$$A = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} \quad X_t = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$$

το υπόδειγμα (3.22) γράφεται ως εξής:

$$A'X_t = 0 \quad (3.23)$$

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η μακροχρόνια ισορροπία δεν επιτυγχάνεται, οπότε το υπόδειγμα (3.23) έχει την παρακάτω μορφή:

$$A'X_t = u_t \quad (3.24)$$

όπου το u_t είναι το σφάλμα ισορροπίας, η οποία έχει νόημα μόνο όταν η μεταβλητή u_t είναι στάσιμη.

Σύμφωνα με τον ορισμό από τους Engle και Granger, οι μεταβλητές που αποτελούν τα στοιχεία του διανύσματος X_t καλούνται συνολοκληρωμένες τάξεως d , b και συμβολίζονται ως $X_t \sim CI(d, b)$, στην περίπτωση όπου (Engle & Granger, 1987):

- όλες οι μεταβλητές είναι ολοκληρωμένες τάξεως d
- υπάρχει διάνυσμα $A' = (a_1 \ a_2 \ \dots \ a_n)$ έτσι ώστε ο γραμμικός $A'X_t = a_1x_{1t} + a_2x_{2t} + \dots + a_nx_{nt}$ είναι ολοκληρωμένος τάξεως $(d - b)$ όπου $b > 0$. Το διάνυσμα A ονομάζεται διάνυσμα συνολοκλήρωσεως.

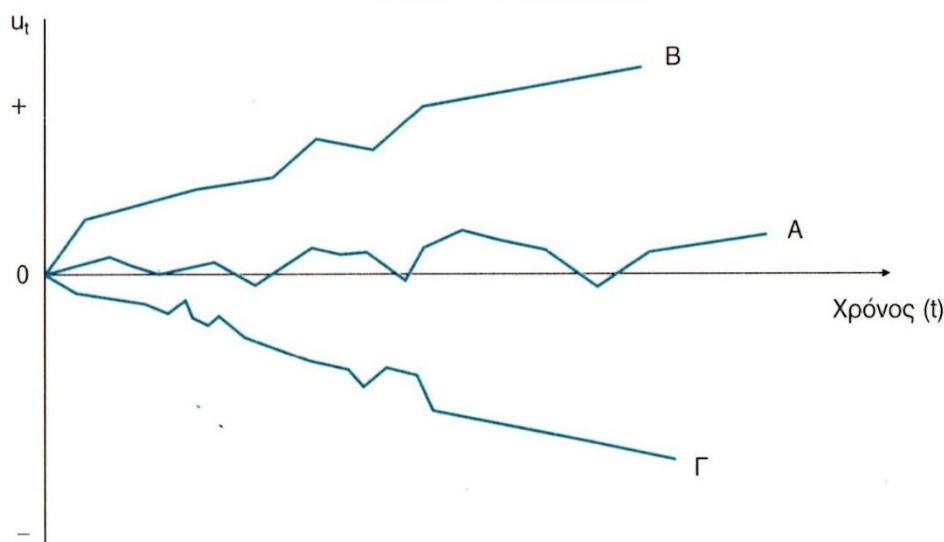
Αξίζουν να σημειωθούν μερικές παρατηρήσεις, αναφορικά με τον ορισμό της συνολοκλήρωσης (Παλτόγλου, 2005):

- Όλες οι μεταβλητές πρέπει να διαθέτουν τον ίδιο βαθμό συσχέτισης. Το γεγονός αυτό πρέπει να μην οδηγεί στο εσφαλμένο συμπέρασμα ότι το σύνολο των ολοκληρωμένων μεταβλητών είναι συνολοκληρωμένες. Αυτό που συμβαίνει συνήθως είναι ότι σε ένα σύνολο με $I(1)$ μεταβλητές να μην συνολοκληρώνονται, με αποτέλεσμα να μην υφίσταται μακροχρόνια σχέση ισορροπίας μεταξύ αυτών και η κάθε μεταβλητή να κινείται ανεξάρτητα από την άλλη.
- Εφόσον υπάρχουν n μεταβλητές, τότε είναι δυνατόν να προκύψουν το πολύ $n-1$ γραμμικά ανεξάρτητα διανύσματα συνολοκλήρωσης. Το πλήθος των διανυσμάτων συνολοκλήρωσης καλείται τάξη συνολοκλήρωσης των μεταβλητών. Συγκεκριμένα, αν λαμβάνονται υπόψη δύο μεταβλητές, προκύπτει

ένα διάλυμα συνολοκλήρωσης. Ο αριθμός των διανυσμάτων συνολοκλήρωσης καλείται τάξη συνολοκλήρωσης των μεταβλητών.

- Η συνολοκλήρωση αφορά τον γραμμικό συνδυασμό μη σταθερών μεταβλητών. Είναι δυνατόν, από πλευράς θεωρίας, να υφίσταται μη γραμμική μακροχρόνια σχέση ανάμεσα στις ολοκληρωμένες μεταβλητές. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι το διάλυμα συνολοκλήρωσης A ενδέχεται να μην είναι μοναδικό.

Μια οπτική αναπαράσταση μιας μακροχρόνιας σχέσης ισορροπίας μεταξύ των μεταβλητών X και Y εμφανίζεται στο Διάγραμμα 3.1. Στην περίπτωση που ισχύει η μακροχρόνια ισορροπία, θα πρέπει να παρατηρηθεί στα σφάλματα ισορροπίας μια συμπεριφορά όπως της γραμμής A. Οι γραμμές B και Γ δείχνουν μια αποστροφή των σφαλμάτων ισορροπίας από την μακροχρόνια ισορροπία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην συνολοκληρώνονται οι μεταβλητές X και Y και να βρίσκονται σε μια κατάσταση που είναι μακριά από την ζητούμενη μακροχρόνια ισορροπία (Χρήστου, 2007).



Πηγή: Χρήστου, 2007

Διάγραμμα 3.1: Γραφική απεικόνιση συνολοκληρωμένων και μη σειρών

Η θεωρία της συνολοκλήρωσης είναι εφαρμόσιμη μόνο όταν δύο χρονοσειρές που εξετάζονται, είναι στάσιμες στις πρώτες διαφορές και μη στάσιμες στα επίπεδα τους. Στην περίπτωση όπου μια από τις δύο χρονοσειρές είναι στάσιμη στα επίπεδα, δεν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ αυτών, άρα κατά συνέπεια θα παρατηρηθεί μακροχρόνια απόκλιση. Στην αντίθετη περίπτωση, όπου και οι δύο σειρές είναι $I(1)$, υπάρχει το ενδεχόμενο να συνολοκληρώνονται (Παλτόγλου, 2005).

Για να γίνει ο έλεγχος της μακροχρόνιας ισορροπίας ανάμεσα σε δύο χρονοσειρές, θα πρέπει πρώτα να ελεγχθεί αν αυτές είναι στάσιμες. Το κατάλληλο κριτήριο για αυτό είναι η μέθοδος Dickey – Fuller ή Augmented Dickey – Fuller (ADF), ανάλογα με τις υστερήσεις που έχει το υπόδειγμα. Στην περίπτωση που έχει πάνω από μια χρονικές υστερήσεις, θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος ADF, η οποία αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα, ειδικά θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Dickey – Fuller, που είναι μια πιο απλοποιημένη μέθοδος ADF, δεδομένου ότι χρησιμοποιείται για μοντέλο με μια υστέρηση (Παλτόγλου, 2005). Αξίζει να σημειωθεί πως όταν ο αριθμός των υστερήσεων είναι υψηλός, ο έλεγχος ADF παρουσιάζει προβλήματα συμπεριφορά (Agiakloglou & Newbold, 1992).

Ο λόγος που παρατηρείται μια τέτοια συμπεριφορά είναι η μείωση των βαθμών ελευθερίας, όταν αυξάνονται οι υστερήσεις. Ένας έμπιστος τρόπος για την επιλογή των κατάλληλων υστερήσεων είναι το κριτήριο Akaike (AIC). Στην περίπτωση που εφαρμοστεί ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας ADF και το αποτέλεσμα είναι ότι οι μεταβλητές είναι I(1), τότε το επόμενο βήμα είναι η πραγματοποίηση του ελέγχου της συνολοκλήρωσης. Ο έλεγχος αυτός δεν είναι αναγκαίος να γίνει όταν και οι δύο χρονοσειρές είναι στάσιμες και δεν δύναται να γίνει όταν μια μόνο από τις δύο χρονοσειρές είναι I(1), καθώς θα πρέπει και οι δύο να είναι I(1) (Παλτόγλου, 2005).

Στην περίπτωση που προκύψει πως οι δύο μεταβλητές είναι I(1), θα πρέπει να εκτιμηθεί η μακροχρόνια σχέση ισορροπίας που έχουν. Για την μακροχρόνια σχέση με τις μεταβλητές I(1) (Χρήστου, 2007):

$$Y_t = a_0 + a_1X_{1t} + a_2X_{2t} + \dots + a_kX_{kt} \quad (3.25)$$

αυτές είναι συνολοκληρωμένες όταν ο γραμμικός συνδυασμός:

$$u_t = Y_t - a_0 - a_1X_{1t} - a_2X_{2t} - \dots - a_kX_{kt} \quad (3.26)$$

είναι στάσιμος, δηλαδή όταν είναι I(0). Η εκτίμηση της εξίσωσης (3.25), πάνω στην οποία βασίζεται η όλη υπόθεση, μπορεί να γίνει με την μέθοδο OLS και ονομάζεται παλινδρόμηση συνολοκληρώσεως (cointegrated regression). Μετά την χρήση της μεθόδου OLS για την εκτίμηση της εξίσωσης (3.25), ο έλεγχος της συνολοκλήρωσης θα πρέπει να γίνει στα κατάλοιπα:

$$\hat{u}_t = Y_t - \hat{a}_0 - \hat{a}_1X_{1t} - \hat{a}_2X_{2t} - \dots - \hat{a}_kX_{kt} \quad (3.27)$$

ώστε να εξεταστεί η στασιμότητα τους.

Ένας συνηθισμένος έλεγχος για την στασιμότητα των καταλοίπων είναι ο έλεγχος Engle – Granger. Υποθέτοντας το κάτωθι αυτοπαλίνδρομο AR(1) υπόδειγμα των καταλοίπων:

$$\hat{u}_t = \rho \hat{u}_{t-1} + e_t \quad (3.28)$$

Η σειρά \hat{u}_t δεν είναι στάσιμη όταν $\rho = 1$, αλλά είναι στάσιμη όταν $|\rho| < 1$. Μια χρήσιμη εξίσωση είναι αυτή των πρώτων διαφορών των καταλοίπων:

$$\Delta \hat{u}_t = \rho^* \hat{u}_{t-1} + e_t \quad (3.29)$$

με $\rho^* = \rho - 1$. Λόγω της προηγούμενης ισότητας, αντί να πραγματοποιηθεί ο έλεγχος για $\rho=1$, πραγματοποιείται ο έλεγχος της $H_0: \rho^* = 0$ μέσω της σύγκρισης της στατιστικής t με τις κρίσιμες τιμές της Dickey – Fuller στατιστικής, οι οποίες έχουν τροποποιηθεί από τους Engle και Granger. Οι τιμές αυτές εξαρτώνται από το μέγεθος του δείγματος, το επίπεδο σημαντικότητας και από τον αριθμό των μεταβλητών που περιλαμβάνει η παλινδρόμηση συνολοκλήρωσης. Στην περίπτωση όπου στον έλεγχο $H_0: \rho^* = 0$ έναντι της $H_1: \rho^* < 0$ δεν απορριφθεί η μηδενική υπόθεση, η σειρά έχει μοναδιαία ρίζα, με αποτέλεσμα οι μεταβλητές να μην συνολοκληρώνονται. Από την άλλη πλευρά, αν απορριφθεί η μηδενική υπόθεση, γίνεται δεκτό ότι τα κατάλοιπα είναι στάσιμα, με αποτέλεσμα να γίνεται δεκτό ότι οι μεταβλητές συνολοκληρώνονται (Χρήστου, 2007).

Αξίζει να αναφερθεί πως αν οι μεταβλητές της παλινδρόμησης συνολοκληρώσεως είναι συνολοκληρωμένες, τότε οι OLS εκτιμητές των παραμέτρων του υποδείγματος παραμένουν συνεπείς και συγκλίνουν ασυμπτωματικά ταχύτερα προς τις πραγματικές τους τιμές, σε σύγκριση με την περίπτωση του να ήταν στάσιμες. Ο Stoch ονόμασε την ιδιότητα αυτή υπερσυνέπεια (superconsistency). Το αποτέλεσμα της υπερσυνέπειας είναι η πιθανή αποφυγή του προβλήματος της φαινομενικής παλινδρόμησης μεταξύ $I(1)$ μεταβλητών μόνο σε μεγάλα δείγματα, καθώς σε πιο μικρά δείγματα οι εκτιμητές OLS είναι μεροληπτικοί (Χρήστου, 2007).

3.5 Υπόδειγμα Διόρθωσης Λαθών

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των συνολοκληρωμένων μεταβλητών είναι ότι η χρονολογική τους πορεία επηρεάζεται από την απόκλιση από τη μακροχρόνια ισορροπία. Εξάλλου, αν το σύστημα πρόκειται να επιστρέψει στη μακροχρόνια ισορροπία, οι κινήσεις τουλάχιστον ορισμένων μεταβλητών πρέπει να ανταποκρίνονται στο μέγεθος της ανισορροπίας. Παραδείγματος χάριν, οι θεωρίες για τη διάρθρωση των επιτοκίων σε όρους υποδηλώνουν μια μακροχρόνια σχέση μεταξύ των μακροπρόθεσμων και των βραχυπρόθεσμων επιτοκίων (Enders, 1994).

Εάν το χάσμα μεταξύ του μακροπρόθεσμου και του βραχυπρόθεσμου επιτοκίου είναι "μεγάλο" σε σχέση με τη μακροχρόνια σχέση, το βραχυπρόθεσμο επιτόκιο πρέπει τελικά να αυξηθεί σε σχέση με το μακροπρόθεσμο επιτόκιο. Προφανώς, το χάσμα μπορεί να καλυφθεί με τρεις τρόπους. Ο πρώτος είναι η αύξηση του βραχυπρόθεσμου επιτοκίου ή/και μείωση του μακροπρόθεσμου επιτοκίου. Ο δεύτερος είναι η αύξηση του μακροπρόθεσμου επιτοκίου αλλά αναλογικά μεγαλύτερη αύξηση του βραχυπρόθεσμου επιτοκίου. Ο τρίτος τρόπος είναι με την μείωση του μακροπρόθεσμου επιτοκίου αλλά με μικρότερη πτώση του βραχυπρόθεσμου επιτοκίου. Χωρίς πλήρη δυναμικό προσδιορισμό του υποδείγματος, δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστεί ποια από τις δυνατότητες θα συμβεί. Παρ' όλα αυτά, η βραχυπρόθεσμη δυναμική πρέπει να επηρεάζεται από την απόκλιση από τη μακροπρόθεσμη σχέση. Το δυναμικό υπόδειγμα που προκύπτει από αυτή τη συζήτηση είναι το επονομαζόμενο υπόδειγμα διόρθωσης λαθών. Σε ένα μοντέλο διόρθωσης σφάλματος, η βραχυπρόθεσμη δυναμική των μεταβλητών του συστήματος επηρεάζεται από την απόκλιση από την ισορροπία (Enders, 1994).

Για την περαιτέρω ανάλυση, γίνεται η υπόθεση της μακροχρόνιας σχέσης ισορροπίας (Χρήστου, 2007):

$$Y_t = \gamma_0 + \gamma_1 X_t \quad (3.30)$$

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, οι μεταβλητές X και Y δεν βρίσκονται πάντα σε ισορροπία, με αποτέλεσμα να έχουμε την παρακάτω σχέση ανισορροπίας:

$$Y_t = a_0 + a_1 X_t + a_2 X_{t-1} + b_1 Y_{t-1} + u_t \quad (3.31)$$

όπου u_t είναι λευκός θόρυβος. Ακόμη, όπως έχει προαναφερθεί, ισχύει ότι:

$$\gamma_0 = \frac{a_0}{1-b_1} \quad \gamma_1 = \frac{(a_1+a_2)}{1-b_1} \quad (3.32)$$

Το επόμενο βήμα είναι να γίνει αφαίρεση της Y_{t-1} και από τα δύο μέλη της εξίσωσης (3.31), με συνέπεια να έχει την κάτωθι μορφή:

$$\Delta Y_t = a_0 + a_1 X_t + a_2 X_{t-1} - (1 - b_1) Y_{t-1} + u_t \quad (3.33)$$

Υστερα, προστίθεται και αφαιρείται στην δεξιά πλευρά του υποδείγματος (3.33) το $a_1 X_{t-1}$ και προκύπτει η σχέση:

$$\Delta Y_t = a_0 + a_1 \Delta X_t + (a_1 + a_2) X_{t-1} - (1 - b_1) Y_{t-1} + u_t \quad (3.34)$$

Με την αντικατάσταση των παραμέτρων a_0 και $(a_1 + a_2)$ με τα ίσα τους από τις σχέσεις (3.32), προκύπτει η τελική μορφή:

$$\Delta Y_t = a_1 \Delta X_t - (1 - b_1)(Y_{t-1} - \gamma_0 - \gamma_1 X_{t-1}) + u_t \quad (3.35)$$

όπου το υπόδειγμα (3.35) παριστάνει την εξίσωση ανισορροπίας (3.31) σε αυτή τη μορφή.

Στο υπόδειγμα (3.35) είναι εμφανές πως οι μεταβολές της Y εξαρτώνται από δύο παράγοντες. Από τις μεταβολές της X και από το λάθος ανισορροπίας της προηγούμενης περιόδου, το οποίο αναπαρίσταται από τον όρο $Y_{t-1} - \gamma_0 - \gamma_1 X_{t-1}$, ή αλλιώς η τιμή της μεταβλητής Y διορθώνεται για το λάθος ανισορροπίας της προηγούμενης περιόδου. Γενικώς, τα υποδείγματα όπως το (3.35), ονομάζονται Υποδείγματα Διόρθωσης Λαθών (Error Correction Models ή ECM). Να σημειωθεί πως το μέγεθος της διόρθωσης εξαρτάται από την παράμετρο b_1 , για την οποία γίνεται η υπόθεση πως είναι μεταξύ του 0 και του 1, με αποτέλεσμα η διόρθωση να είναι μερική (Χρήστου, 2007).

Για να γίνει έκφραση υποδειγμάτων διόρθωσης λαθών, θα πρέπει οι μεταβλητές να διέπονται από μια σχέση ισορροπίας μεταξύ τους, δηλαδή να είναι συνολοκληρωμένες (Χρήστου, 2007). Οι Engle και Granger απέδειξαν πως όταν δύο μεταβλητές είναι συνολοκληρωμένες, ένα ECM μπορεί να διατυπώσει την βραχυχρόνια σχέση ισορροπίας τους. Το θεώρημα αυτό ονομάζεται θεώρημα αντιπροσωπεύσεως του Granger (Granger representation theorem). Στην περίπτωση που προκύπτει αδυναμία εύρεσης μακροχρόνιας

σχέσης ισορροπίας μεταξύ των μεταβλητών, δεν συστήνεται η αναπαράσταση της βραχυχρόνιας συμπεριφοράς με μοντέλα ECM (Engle & Granger, 1987).

3.6 Ανακεφαλαίωση

Η αδυναμία να υπάρξει στασιμότητα σε χρονοσειρές μπορεί να δυσκολέψει το κομμάτι της έρευνας, καθώς η ανάλυση μοντέλων με μη στάσιμες μεταβλητές έχει ως συνέπεια την εξαγωγή εσφαλμένων συμπερασμάτων. Η φαινομενική παλινδρόμηση είναι το αποτέλεσμα μιας τέτοιας ανάλυσης. Εκτός αυτού, η είσοδος μεταβλητών στα οικονομετρικά μοντέλα, στις οποίες δεν παρατηρείται κάποια αιτιώδης σχέση μεταξύ τους, ενισχύει περισσότερο την πιθανότητα εξαγωγής εσφαλμένων συμπερασμάτων, όταν γίνεται η ανάλυση των μοντέλων αυτών.

Οι έλεγχοι Dickey – Fuller και Augmented Dickey – Fuller αποτελούν τους πιο συνήθεις ελέγχους μοναδιαίας ρίζας, προκειμένου να ελεγχθεί η στασιμότητα των χρονοσειρών στα επίπεδα, αλλά και στις πρώτες διαφορές. Στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου, αναπτύχθηκε η θεωρία και η εφαρμογή του επαυξημένου ελέγχου Dickey – Fuller σε ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα p υστερήσεων, με την μεθοδολογία του απλού ελέγχου Dickey – Fuller σε ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα πρώτης τάξης να είναι παρόμοια. Ακόμη, έγινε αναφορά στην χρήση των ελέγχων Dickey – Fuller στα μοντέλα με προσδιοριστικούς όρους.

Πολλές φορές οι χρονοσειρές δεν είναι στάσιμες στα επίπεδα και για αυτόν τον λόγο η αιτιότητα κατά Granger και η συνολοκλήρωση βοηθούν στην αντιμετώπιση του προβλήματος της φαινομενικής παλινδρόμησης. Η θεωρία και η πρακτική εφαρμογή του ελέγχου της αιτιότητας κατά Granger αναλύθηκαν σε προηγούμενη ενότητα αυτού του κεφαλαίου. Ο έλεγχος των αιτιωδών σχέσεων μεταξύ των χρονοσειρών, ο οποίος αναπτύχθηκε από τον ίδιο τον Granger έχει βοηθήσει ώστε να ελεγχθεί εάν αυτές υφίστανται ανάμεσα στις μεταβολές των δύο χρονοσειρών και σε ποια κατεύθυνση.

Τέλος, η εισαγωγή μη στάσιμων μεταβλητών σε ένα υπόδειγμα θα ήταν αδύνατη χωρίς την θεωρία της συνολοκλήρωσης, η οποία αναφέρεται στην μακροχρόνια ισορροπία δύο ή περισσότερων μεταβλητών. Στις τελευταίες ενότητες του κεφαλαίου, αναπτύχθηκαν η θεωρία της συνολοκλήρωσης των Engle και Granger, καθώς και η αναφορά στο Υπόδειγμα Διόρθωσης λαθών.

Κεφάλαιο 4

Εμπειρική εφαρμογή

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα δεδομένα των κρυπτονομισμάτων, καθώς και των υπόλοιπων μεταβλητών που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση. Τα δεδομένα αφορούν τις τιμές των κρυπτονομισμάτων Bitcoin, Ethereum (Ether) και Cardano (Ada), το επιτόκιο Euribor ωρίμανσης μιας εβδομάδας (Euribor 1-week maturity), των τιμών του αργού πετρελαίου τύπου Brent, του δείκτη Dow Jones Industrial, της προκαθορισμένης τιμής του χρυσού στις 10.30 ώρα Λονδίνου, καθώς και των τιμών των μετοχών των εταιριών NVIDIA και AMD. Τα δεδομένα που θα εξεταστούν έχουν ως ημερομηνία αφητηρίας την 2 Ιανουαρίου 2020 έως και 26 Ιουλίου 2021 και είναι ημερήσια.

Στην συνέχεια γίνεται ο έλεγχος για την μοναδιαία ρίζα, προκειμένου να προσδιοριστεί αν οι χρονοσειρές είναι στάσιμες ή όχι στα επίπεδα και στις πρώτες διαφορές. Το γεγονός ότι οι μεταβλητές που αναλύονται είναι μακροοικονομικές, τις κάνει να χαρακτηρίζονται από μη στασιμότητα. Ο έλεγχος για την στασιμότητα γίνεται με βάση το κριτήριο Augmented Dickey – Fuller, το οποίο περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, με τα αποτελέσματα να ελέγχονται σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Έπειτα, θα διεξαχθεί ο έλεγχος αιτιότητας κατά Granger ανάμεσα στα προαναφερθέντα κρυπτονομίσματα και χρηματοοικονομικές μεταβλητές. Ο έλεγχος θα βοηθήσει στο να εξεταστούν πιθανά ευρήματα σχέσεων αιτιότητας από τον έλεγχο αιτιότητας κατά Granger και θα γίνει η ερμηνεία αυτών των αποτελεσμάτων, βάσει πραγματικών γεγονότων που θα δικαιολογούν την ύπαρξη μιας τέτοιας σχέσης

Τέλος, θα διεξαχθούν οι έλεγχοι συνολοκλήρωσης. Οι έλεγχοι θα γίνουν ανάμεσα στις τιμές των τριών επιλεγμένων κρυπτονομισμάτων με τις τιμές των μετοχών των Nvidia και AMD και της συναλλαγματικής ισοτιμίας ευρώ και δολαρίου. Ο στόχος είναι να εξεταστεί εάν υπάρχει μακροχρόνια σχέση ισορροπίας ανάμεσα σε κάποιο από τα κρυπτονομίσματα και τις υπόλοιπες χρηματοοικονομικές μεταβλητές. Σε περίπτωση που προκύψουν σχέσεις μακροχρόνιας ισορροπίας, θα εφαρμοστεί το υπόδειγμα διόρθωσης λαθών.

4.2 Παρουσίαση δεδομένων

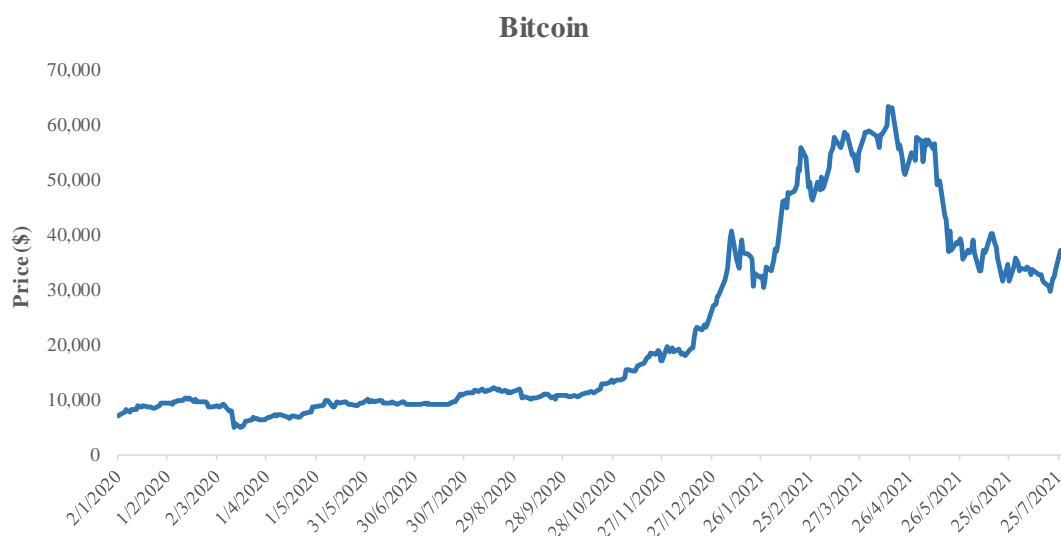
Για την ανάλυση θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές των κρυπτονομισμάτων Bitcoin, Ethereum (Ether) και Cardano (ADA), το επιτόκιο Euribor ωρίμανσης μιας εβδομάδας (Euribor 1-week maturity), οι τιμές του αργού πετρελαίου Brent, του χρυσού και του δείκτη Dow Jones Industrial, καθώς και των τιμών των μετοχών των εταιριών NVIDIA και AMD. Οι παρακάτω μεταβλητές παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1. Οι παρατηρήσεις στις μεταβλητές θα είναι ημερήσιες, από τις 2/1/2020 έως και την 26/7/2021, και οι τιμές τους αντιπροσωπεύονται σε αμερικανικά δολάρια. Η τιμή που χρησιμοποιείται στα δεδομένα των κρυπτονομισμάτων και των μετοχών των Nvidia και AMD είναι η τιμή κλεισίματος τους. Οι τιμές για το αργό πετρέλαιο Brent είναι σε δολάρια ανά βαρέλι και του χρυσού σε δολάρια ανά ουγγιά. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από τους ιστότοπους Yahoo Finance, FRED Economic Data και European Money Markets Institute (finance.yahoo.com) (The European Money Markets Institute) (Fred Economic Data). Εν συνεχεία, θα παρουσιαστούν διαγράμματα και στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για τις εξεταζόμενες μεταβλητές,. Μετά την περιγραφή μεταβλητών θα πραγματοποιηθούν οι έλεγχοι για τον προσδιορισμό του μοντέλου που θα χρησιμοποιηθεί για τους ελέγχους συνολοκλήρωσης και αιτιότητας.

Πίνακας 4.1: Συμβολισμός μεταβλητών

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΣΥΜΒΟΛΟ
Bitcoin	BTC
Ethereum	ETH
Cardano	ADA
Euribor 1-week maturity	EUR
Crude Oil - Brent	OIL
Gold	GLD
Dow Jones Industrial Average	DJI
Nvidia Stock	NVD
AMD Stock	AMD

Στο Διάγραμμα 4.1 απεικονίζονται την τιμή του κρυπτονομίσματος Bitcoin, ενώ στον Πίνακα 4.2 απεικονίζονται περιγραφικά στατιστικά του. Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια, αποτελεί το πιο δημοφιλές κρυπτόνομισμα. Είχε αναφερθεί πως οι τιμές των κρυπτονομισμάτων χαρακτηρίζονται από μεγάλες διακυμάνσεις και αυτό δεν αποτελεί εξαίρεση για το Bitcoin. Αυτό παρατηρείται ακόμα και στην μεγάλη άνοδο της τιμής του από τα μέσα του 2020. Για παράδειγμα, όταν η τιμή του έφτασε κοντά στα 38.500 δολάρια

την 4/1/2021, μέσα σε 14 μέρες η τιμή «έπεσε» κοντά στα 32.200 δολάρια και μέσα σε έναν μήνα «εκτοξεύθηκε» κοντά στα 57.500 δολάρια.

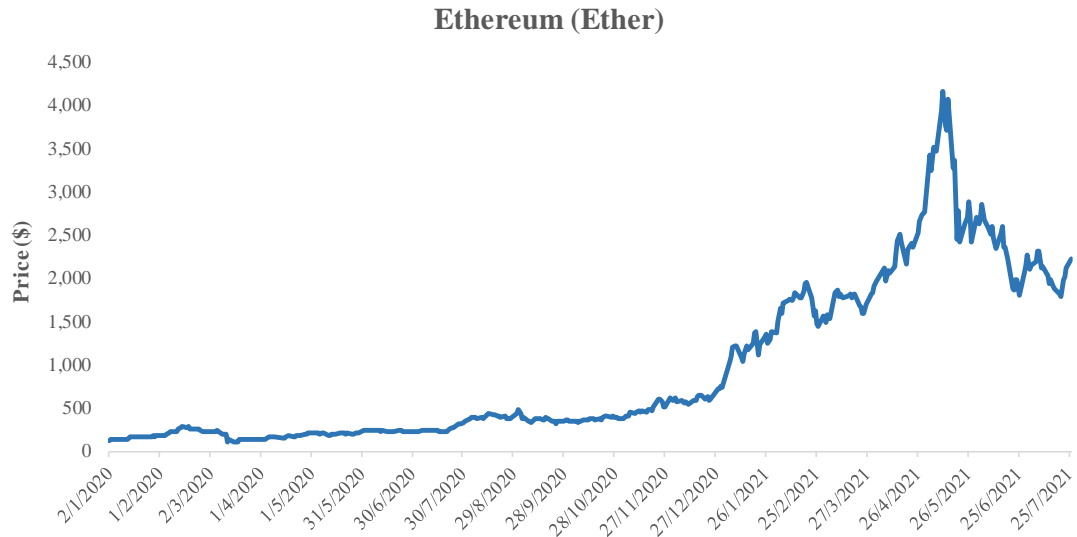


Διάγραμμα 4.1: Ημερήσιες τιμές του Bitcoin σε δολάρια (2/1/2021 – 26/7/2021)

Πίνακας 4.2: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για το Bitcoin

<i>Bitcoin</i>	
Mean	23053.33
Standard Error	866.68
Median	11878.11
Mode	#N/A
Standard Deviation	17355.24
Sample Variance	301204376.62
Kurtosis	-0.73
Skewness	0.85
Range	58532.67
Minimum	4970.79
Maximum	63503.46
Sum	9244385.68
Count	401
Confidence Level (95.0%)	1703.82

Στο Διάγραμμα 4.2 απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές του Ethereum, ενώ στον Πίνακα 4.3 απεικονίζονται περιγραφικά στατιστικά του. Οι τιμές του δεν είναι το ίδιο υψηλές όσο του ανταγωνιστή του, Bitcoin, αλλά το ενδιαφέρον του κόσμου για τα κρυπτονομίσματα έχει προκαλέσει μεγάλη άνοδο και στην τιμή του Ethereum. Όπως και στο Bitcoin, έτσι και στο Ethereum παρατηρούνται αρκετές διακυμάνσεις στην τιμή του. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η τιμή του στις 3/5/2021, όπου έφτασε στα 3.431 δολάρια, σημειώνοντας σταδιακά μεγάλη αύξηση από την τιμή των 2.116 δολαρίων στις 19/4/2021.



Διάγραμμα 4.2: Εβδομαδιαίες τιμές του Ethereum σε δολάρια (2/1/2020 - 26/7/2021)

Πίνακας 4.3: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για το Ethereum (Ether)

<i>Ethereum</i>	
Mean	949.32
Standard Error	47.38
Median	395.87
Mode	#N/A
Standard Deviation	948.74
Sample Variance	900108.53
Kurtosis	0.26
Skewness	1.13
Range	4058.10
Minimum	110.61
Maximum	4168.70
Sum	380678.42
Count	401
Confidence Level (95.0%)	93.14

Στο Διάγραμμα 4.3 απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές του Cardano, του πιο πρόσφατου κρυπτονομίσματος από τα τρία, ενώ στον Πίνακα 4.4 απεικονίζονται περιγραφικά στατιστικά του. Χαρακτηριστικό είναι πως η μέγιστη τιμή του ήταν στις 17/5/2021 περίπου στα 2,03 δολάρια. Η τιμή αυτή είναι συγκριτικά πολύ μικρή απέναντι στις τιμές των Bitcoin και Ethereum, όμως η τιμή του στις 21/12/2020 ήταν περίπου 0,15 δολάρια, δηλαδή αύξηση της τάξης του 1.253%. Η τιμή του Cardano από τότε έχει σημειώσει πτώση και στις 26/7/2021 βρίσκεται στα 1,12 δολάρια.

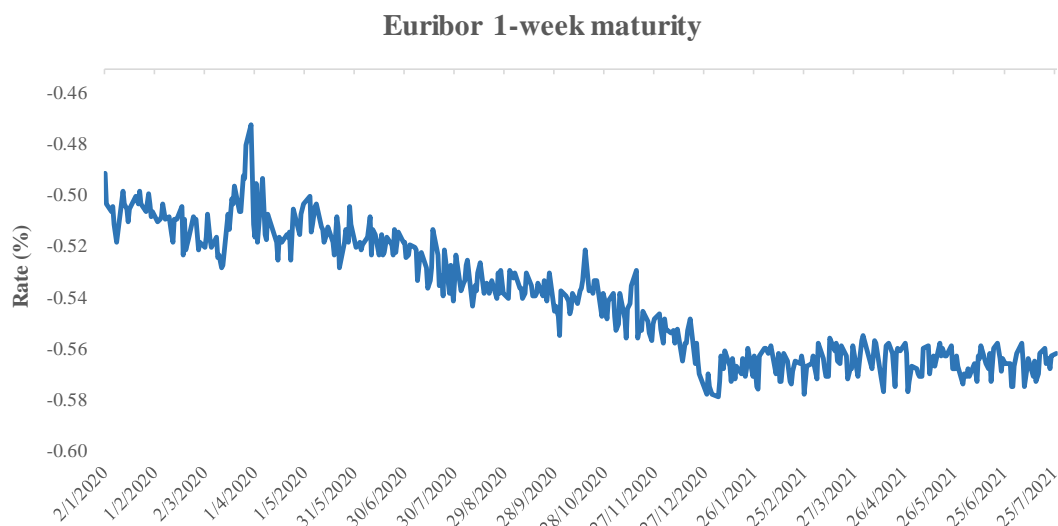


Διάγραμμα 4.3: Εβδομαδιαίες τιμές του Cardano σε δολάρια (2/1/2020 - 19/7/2021)

Πίνακας 4.4: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για το Cardano (Ada)

<i>Cardano</i>	
Mean	0.47
Standard Error	0.03
Median	0.12
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.58
Sample Variance	0.33
Kurtosis	-0.51
Skewness	1.06
Range	2.01
Minimum	0.02
Maximum	2.03
Sum	188.27
Count	401
Confidence Level (95.0%)	0.06

Στο Διάγραμμα 4.4 παρατηρείται το επιτόκιο Euribor ωρίμανσης μιας εβδομάδας σε καθημερινή βάση, ενώ στον Πίνακα 4.5 απεικονίζονται περιγραφικά στατιστικά του. Το Euribor είναι το επιτόκιο με το οποίο τα πιστωτικά ιδρύματα της ΕΕ και των χωρών της ΕΦΤΑ μπορούν να αντλήσουν κεφάλαια μεγάλης αξίας σε ευρώ στην αγορά μη εξασφαλισμένου χρήματος. Το Euribor είναι ένας κρίσιμος δείκτης αναφοράς επιτοκίων που έχει εγκριθεί βάσει του κανονισμού της ΕΕ για τους δείκτες αναφοράς (BMR) (The European Money Markets Institute). Παρατηρείται πως μετά την κορύφωση στις 30/3/2021, όπου το επιτόκιο ήταν -0,47, υπάρχει μια διαρκής πτώση του και στις 26/7/2021 η τιμή του βρίσκεται περίπου στο -0.56.



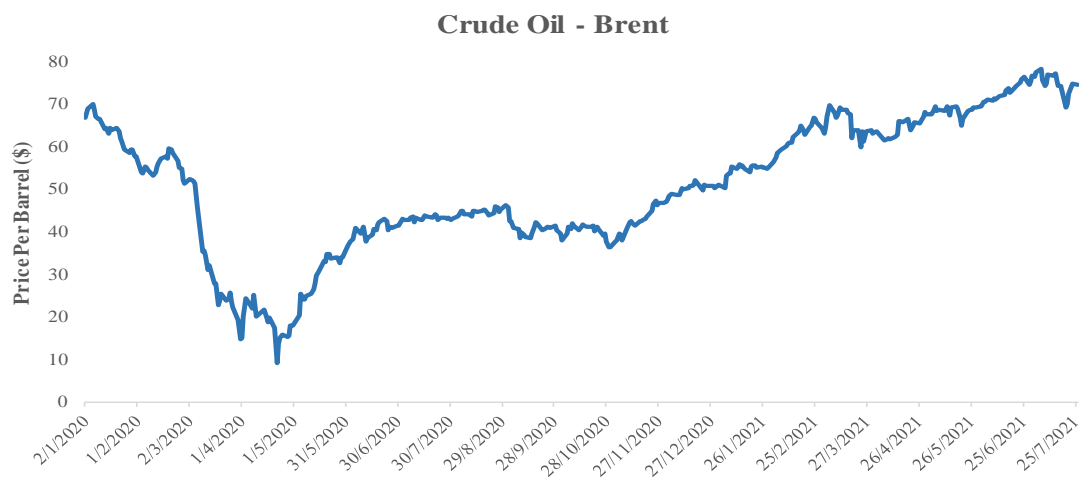
Διάγραμμα 4.4: Ημερήσιες τιμές του επιτοκίου Euribor ωρίμανσης μιας εβδομάδας (2/1/2020 - 26/7/2021)

Πίνακας 4.5: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για το επιτόκιο Euribor ωρίμανσης μιας εβδομάδας

<i>Euribor 1 week</i>	
Mean	-0.54
Standard Error	0.00
Median	-0.54
Mode	-0.56
Standard Deviation	0.02
Sample Variance	0.00
Kurtosis	-1.19
Skewness	0.23
Range	0.11
Minimum	-0.58
Maximum	-0.47
Sum	-216.74
Count	401
Confidence Level (95.0%)	0.00

Στο Διάγραμμα 4.5 παρατηρείται η ημερήσια τιμή του αργού πετρελαίου, τύπου Brent, ανά βαρέλι, ενώ στον Πίνακα 4.6 απεικονίζονται περιγραφικά στατιστικά της. Το αργό πετρέλαιο τύπου Brent - που αναφέρεται επίσης ως μείγμα Brent - είναι ένα από τα τρία κύρια σημεία αναφοράς πετρελαίου που χρησιμοποιούνται από όσους συναλλάσσονται με συμβόλαια, συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης και παράγωγα πετρελαίου. Τα άλλα δύο μεγάλα σημεία αναφοράς είναι το West Texas Intermediate (WTI) και το Dubai / Oman, αν και υπάρχουν επίσης πολλές μικρότερες ποικιλίες πετρελαίου που αποτελούν αντικείμενο διαπραγμάτευσης (ig.com). Από το ναδίρ της τιμής την 21/4/2020, όπου το βαρέλι κόστιζε

περίπου 9.1 δολάρια, η τιμή του αργού πετρελαίου ακολουθεί μια ανοδική τάση και στις 26/7/2021 διαμορφώνεται στα 74.79 δολάρια το βαρέλι.



Διάγραμμα 4.5: Ημερήσιες τιμές του αργού πετρελαίου τύπου Brent ανά βαρέλι (2/1/2020 - 26/7/2021)

Πίνακας 4.6: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για την τιμή του αργού πετρελαίου τύπου Brent μιας εβδομάδας

<i>Crude Oil - Brent</i>	
Mean	50.69
Standard Error	0.78
Median	50.37
Mode	64.63
Standard Deviation	15.58
Sample Variance	242.67
Kurtosis	-0.62
Skewness	-0.27
Range	69.22
Minimum	9.12
Maximum	78.34
Sum	20326.23
Count	401
Confidence Level (95.0%)	1.53

Στο Διάγραμμα 4.6 παρατηρείται η ημερήσια τιμή του χρυσού ανά ουγγιά στις 10.30 π.μ. σε ώρα Λονδίνου στην αγορά χρυσού της ομώνυμης πόλης, ενώ στον Πίνακα 4.7 απεικονίζονται περιγραφικά στατιστικά της. Η τιμή του χρυσού στην προκαθορισμένη ώρα δεν έχει σημειώσει σταδιακή πτώση από τις 7/8/2020, όπου η τιμή έφτασε τα 2061.5 δολάρια ανά ουγγιά, με κάποιες αυξήσεις της τιμής ενδιάμεσα. Στις 26/7/2021, η τιμή διαμορφώνεται στα 1808.15 δολάρια ανά ουγγιά.



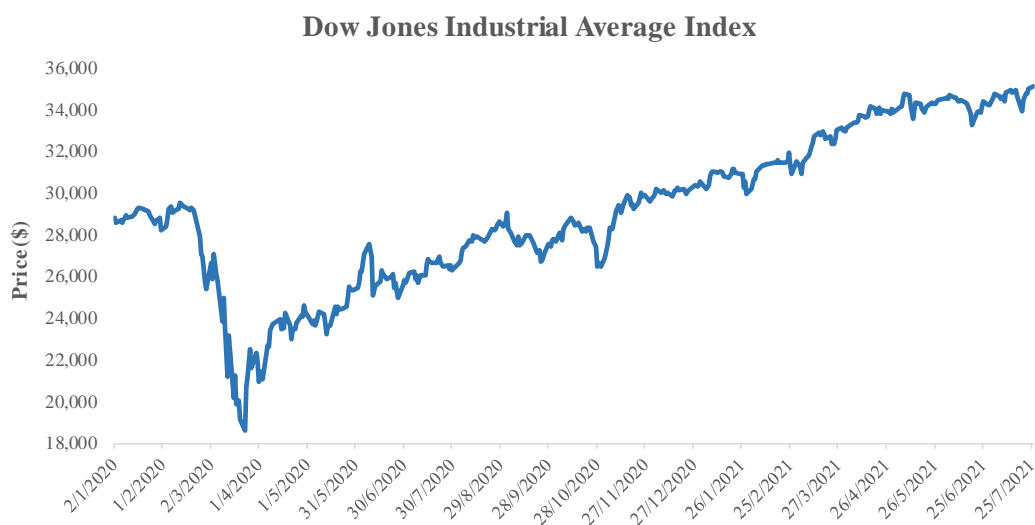
Διάγραμμα 4.6: Ημερήσια καθορισμένη τιμή του χρυσού, ώρα Λονδίνου 10.30 (2/1/2020 - 26/7/2021)

Πίνακας 4.7: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για την καθορισμένη τιμή του χρυσού, ώρα 10.30 Λονδίνου

<i>Gold Fixng Price - 10.30 a.m. London time</i>	
Mean	1784.44
Standard Error	5.98
Median	1799.35
Mode	1571.20
Standard Deviation	119.66
Sample Variance	14319.39
Kurtosis	-0.42
Skewness	-0.42
Range	589.15
Minimum	1472.35
Maximum	2061.50
Sum	715562.14
Count	401
Confidence Level (95.0%)	11.75

Στο Διάγραμμα 4.7, παρατηρείται η ημερήσια τιμή του δείκτη Dow Jones Industrial Average, ενώ στον Πίνακα 4.8 απεικονίζονται περιγραφικά στατιστικά της. Ο δείκτης Dow Jones Industrial Average (DJIA), γνωστός και ως Dow 30, είναι ένας δείκτης της χρηματιστηριακής αγοράς που παρακολουθεί 30 μεγάλες, δημόσιες blue-chip εταιρείες που διαπραγματεύονται στο Χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης και στο NASDAQ. Ο Dow Jones πήρε το όνομά του από τον Charles Dow, ο οποίος δημιούργησε τον δείκτη το 1896 μαζί με τον συνétaίρό του Edward Jones. Ο DJIA είναι ο δεύτερος παλαιότερος δείκτης της αμερικανικής αγοράς- ο πρώτος ήταν ο Dow Jones Transportation Average. Ο DJIA σχεδιάστηκε για να χρησιμεύσει ως υποκατάστατο για την υγεία της ευρύτερης οικονομίας των

ΗΠΑ (investopedia.com). Η πορεία του δείκτη είναι ανοδική από την 23/3/2020, όπου και υποχώρησε στα 18591.93 δολάρια. Στις 26/7/2021 η τιμή του δείκτη βρίσκεται στα 35144.31 δολάρια.



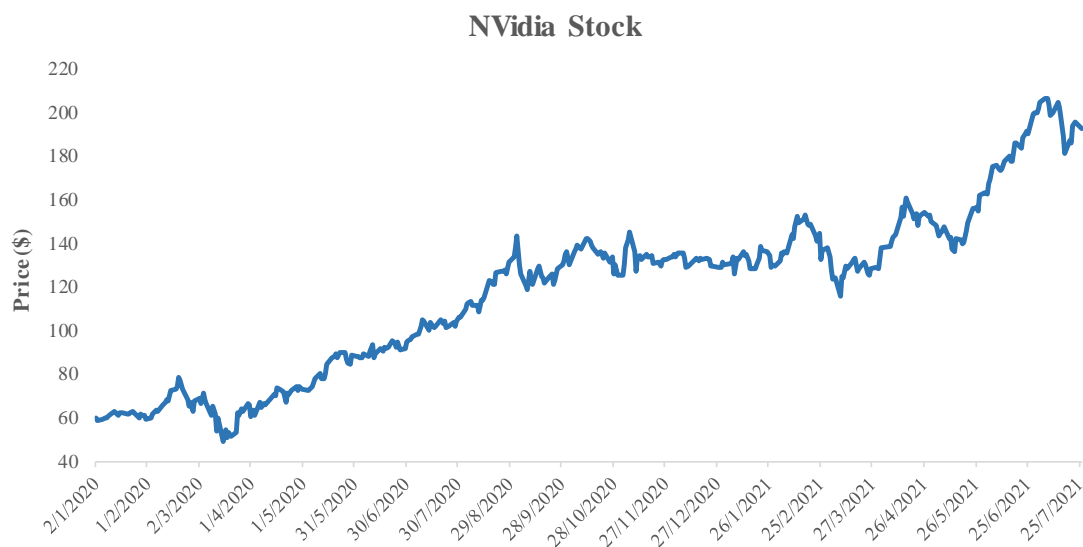
Διάγραμμα 4.7: Ημερήσια τιμή του δείκτη Dow Jones Industrial Average (2/1/2020 - 26/7/2021)

Πίνακας 4.8: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής για την Ημερήσια τιμή του δείκτη Dow Jones Industrial Average

<i>Dow Jones</i>	
Mean	29142.44
Standard Error	183.58
Median	29080.17
Mode	#N/A
Standard Deviation	3676.24
Sample Variance	13514753.09
Kurtosis	-0.51
Skewness	-0.23
Range	16552.38
Minimum	18591.93
Maximum	35144.31
Sum	11686119.49
Count	401
Confidence Level (95.0%)	360.91

Στο Διάγραμμα 4.8, παρατηρείται η ημερήσια τιμή κλεισίματος της μετοχής της εταιρείας NVidia, ενώ στον Πίνακα 4.9 απεικονίζονται περιγραφικά στατιστικά της. Η εταιρεία ειδικεύεται σε διάφορους τομείς στον χώρο της τεχνολογίας, όπως στην παραγωγή καρτών γραφικών και οθονών ειδικών για gaming, καθώς και στον χώρο του cloud gaming (nvidia.com). Η επιλογή της αφορά την περίπτωση των καρτών γραφικών, καθώς η χρήση τους είναι απαραίτητη για την «εξόρυξη» κρυπτονομισμάτων. Μάλιστα, οι κάρτες γραφικών της

Nvidia κρίνεται πολύ καλές για την εξόρυξη του κρυπτονομίσματος Ethereum (Kim, 2021). Παρατηρώντας την τιμή της μετοχής της εταιρείας, υπάρχει μια διαρκής αύξησή της, με την τιμή να πλησιάζει στα 207 δολάρια την 6/7/2021. Η σταδιακή αύξηση συνδέεται κατά πάσα πιθανότητα και με την ανακοίνωση της εταιρείας για την είσοδο της στην αγορά επεξεργαστών, όπου θα ανταγωνιστεί την Intel (Kim, 2021).



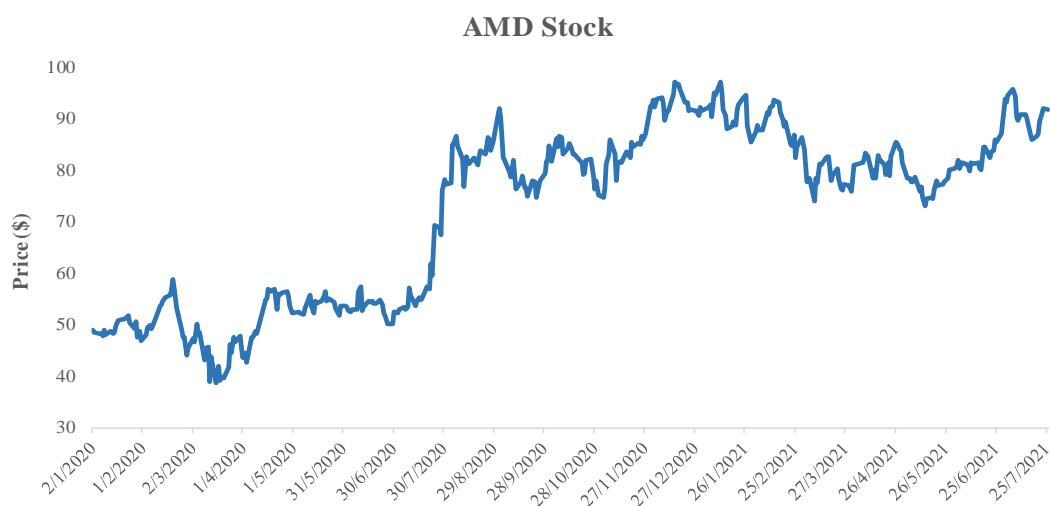
Διάγραμμα 4.8: Ημερήσια τιμή της μετοχής NVidia (2/1/2020 - 26/7/2021)

Πίνακας 4.9: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής της ημερήσιας τιμής της μετοχής Nvidia

<i>Nvidia</i>	
Mean	118.74
Standard Error	1.90
Median	128.72
Mode	135.30
Standard Deviation	38.11
Sample Variance	1452.59
Kurtosis	-0.58
Skewness	0.08
Range	157.89
Minimum	49.10
Maximum	206.99
Sum	47615.60
Count	401
Confidence Level (95.0%)	3.74

Στο Διάγραμμα 4.9, παρατηρείται η τιμή κλεισίματος την μετοχής της AMD, ενώ στον Πίνακα 4.10 απεικονίζονται περιγραφικά στατιστικά της. Η ίδια αποτελεί ένας από τους κύριους ανταγωνιστές της Nvidia στον τομέα των καρτών γραφικών, που όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, αποτελεί σημαντικό κομμάτι της εξόρυξης των κρυπτονομισμάτων. Το

εύρος δραστηριοτήτων της δεν περιορίζεται εκεί, καθώς η εταιρεία δραστηριοποιείται και στον χώρο των κεντρικών μονάδων επεξεργασίας, όπου η Nvidia σκοπεύει να εισέλθει (amd.com). Όπως και στην περίπτωση της Nvidia, έτσι και η τιμή της μετοχής της AMD παρουσιάζει μια αύξηση με το πέρασμα του χρόνου, όπου τον Αύγουστο του 2020 σημειώθηκε μια μεγάλη αύξηση της τιμής στα 86.71 δολάρια, την 6/8/2021, από τα 55 δολάρια την 17/7/2021. Από εκεί και ύστερα, η τιμή παρουσιάζει αυξήσεις και μειώσεις κατά καιρούς, με την τιμή την 26/7/2021 να βρίσκεται στα 91.82 δολάρια.



Διάγραμμα 4.9: Ημερήσια τιμή της μετοχής AMD (2/1/2020 - 26/7/2021)

Πίνακας 4.10: Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής της ημερήσιας τιμή της μετοχής AMD

AMD	
Mean	72.41
Standard Error	0.84
Median	78.69
Mode	53.80
Standard Deviation	16.73
Sample Variance	279.97
Kurtosis	-1.36
Skewness	-0.42
Range	58.54
Minimum	38.71
Maximum	97.25
Sum	29036.23
Count	401
Confidence Level (95.0%)	1.64

4.3 Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας

Στην ενότητα αυτή θα πραγματοποιηθεί ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας για κάθε μια από τις εννέα μεταβλητές που έγινε περιγραφή στην προηγούμενη ενότητα, ώστε να γίνει έλεγχος για την στασιμότητα τους. Για τον έλεγχο της μοναδιαίας ρίζας, θα γίνει χρήση του κριτηρίου Augmented Dickey – Fuller (ADF), το οποίο περιγράφηκε στο τρίτο κεφάλαιο. Η μορφή του μοντέλου πάνω στο οποίο θα βασιστούν οι έλεγχοι ADF είναι το εξής:

$$\Delta X_t = \alpha + \beta X_{t-1} + \sum_{i=1}^K \gamma_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

Η επιλογή του μοντέλου με τις κατάλληλες χρονικές υστερήσεις θα γίνει μέσω του κριτηρίου Akaike (AIC), το οποίο υπολογίζεται ως εξής (Παλτόγλου, 2005):

$$AIC = N \log(SSE) + 2k \quad (4.2)$$

όπου N είναι το πλήθος των παρατηρήσεων, k είναι ο αριθμός των παραμέτρων και $\log(SSE)$ είναι ο φυσικός λογάριθμος του αθροίσματος τετραγώνων των καταλοίπων. Πριν από τον έλεγχο, παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.11 έως 4.20 τα κορρελογράμματα για την αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των μεταβλητών στα επίπεδα και στις πρώτες διαφορές:

Πίνακας 4.11: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης Bitcoin (d=0, d=1)

Date: 08/04/21 Time: 23:22
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 401

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.994	0.994	399.53	0.000	
2	0.990	0.070	796.25	0.000	
3	0.985	0.008	1190.2	0.000	
4	0.980	-0.070	1580.8	0.000	
5	0.974	0.002	1968.2	0.000	
6	0.969	0.040	2352.7	0.000	
7	0.965	0.026	2734.5	0.000	
8	0.959	-0.111	3112.6	0.000	
9	0.954	0.020	3487.5	0.000	
10	0.948	-0.024	3858.9	0.000	
11	0.943	0.053	4227.3	0.000	
12	0.937	-0.030	4592.2	0.000	
13	0.933	0.050	4954.4	0.000	
14	0.928	0.040	5314.2	0.000	
15	0.923	-0.065	5670.8	0.000	
16	0.918	0.018	6024.6	0.000	
17	0.914	0.043	6376.0	0.000	
18	0.909	-0.004	6724.9	0.000	
19	0.903	-0.125	7070.1	0.000	
20	0.897	-0.066	7411.7	0.000	

Date: 08/04/21 Time: 23:17
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 400

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.045	-0.045	0.8287	0.363	
2	0.019	0.017	0.9687	0.616	
3	0.113	0.115	6.1155	0.106	
4	0.012	0.023	6.1753	0.186	
5	-0.086	-0.090	9.1516	0.103	
6	-0.033	-0.057	9.6068	0.142	
7	0.159	0.180	19.999	0.006	
8	-0.073	-0.037	22.211	0.005	
9	0.035	0.033	22.724	0.007	
10	-0.073	-0.117	24.924	0.005	
11	0.032	0.029	25.346	0.008	
12	-0.083	-0.058	28.182	0.005	
13	-0.083	-0.068	31.050	0.003	
14	0.118	0.092	36.837	0.001	
15	-0.064	-0.035	38.551	0.001	
16	-0.064	-0.076	40.240	0.001	
17	0.029	0.027	40.584	0.001	
18	0.172	0.166	53.023	0.000	
19	0.013	0.092	53.096	0.000	
20	0.060	0.052	54.641	0.000	

Πίνακας 4.12: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης Ethereum (d=0, d=1)

Date: 08/04/21 Time: 23:29
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 401

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.990	0.990	396.04	0.000	
2	0.984	0.171	787.94	0.000	
3	0.975	-0.079	1174.1	0.000	
4	0.967	0.003	1555.0	0.000	
5	0.959	-0.030	1930.2	0.000	
6	0.951	0.004	2300.0	0.000	
7	0.943	0.026	2664.7	0.000	
8	0.935	-0.023	3024.1	0.000	
9	0.927	0.024	3378.6	0.000	
10	0.919	-0.047	3727.5	0.000	
11	0.913	0.101	4072.6	0.000	
12	0.905	-0.054	4412.6	0.000	
13	0.899	0.067	4749.1	0.000	
14	0.892	0.006	5081.7	0.000	
15	0.885	-0.068	5409.8	0.000	
16	0.879	0.021	5733.9	0.000	
17	0.872	0.029	6054.2	0.000	
18	0.866	-0.033	6370.3	0.000	
19	0.857	-0.093	6681.1	0.000	
20	0.850	0.036	6987.7	0.000	

Date: 08/04/21 Time: 23:29
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 400

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.233	-0.233	21.798	0.000	
2	0.181	0.134	35.032	0.000	
3	-0.048	0.022	35.946	0.000	
4	0.111	0.087	40.918	0.000	
5	-0.042	-0.000	41.641	0.000	
6	-0.046	-0.089	42.496	0.000	
7	0.023	0.002	42.720	0.000	
8	-0.075	-0.063	45.057	0.000	
9	0.095	0.074	48.736	0.000	
10	-0.212	-0.162	67.300	0.000	
11	0.110	0.011	72.263	0.000	
12	-0.161	-0.089	82.950	0.000	
13	-0.002	-0.086	82.952	0.000	
14	0.046	0.107	83.824	0.000	
15	-0.011	0.019	83.873	0.000	
16	-0.015	-0.035	83.967	0.000	
17	0.047	0.059	84.890	0.000	
18	0.085	0.066	87.922	0.000	
19	-0.083	-0.049	90.835	0.000	
20	0.105	0.034	95.538	0.000	

Πίνακας 4.13: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης Cardano (d=0, d=1)

Date: 08/04/21 Time: 23:23
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 401

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.991	0.991	396.64	0.000	
2	0.985	0.158	789.31	0.000	
3	0.978	-0.001	1177.7	0.000	
4	0.972	0.013	1562.0	0.000	
5	0.967	0.089	1943.6	0.000	
6	0.962	0.005	2322.1	0.000	
7	0.957	0.035	2698.1	0.000	
8	0.950	-0.156	3069.3	0.000	
9	0.943	-0.016	3436.1	0.000	
10	0.938	0.079	3799.6	0.000	
11	0.932	-0.006	4159.4	0.000	
12	0.925	-0.082	4514.9	0.000	
13	0.919	-0.006	4866.4	0.000	
14	0.911	-0.046	5213.1	0.000	
15	0.903	-0.060	5554.2	0.000	
16	0.895	-0.004	5890.3	0.000	
17	0.889	0.104	6222.8	0.000	
18	0.881	-0.091	6550.5	0.000	
19	0.873	-0.026	6873.2	0.000	
20	0.866	0.026	7191.4	0.000	

Date: 08/04/21 Time: 23:23
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 400

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.219	-0.219	19.388	0.000	
2	0.044	-0.004	20.176	0.000	
3	-0.023	-0.014	20.383	0.000	
4	-0.074	-0.086	22.610	0.000	
5	-0.003	-0.040	22.615	0.000	
6	-0.087	-0.100	25.724	0.000	
7	0.221	0.189	45.647	0.000	
8	-0.068	0.015	47.548	0.000	
9	-0.111	-0.152	52.645	0.000	
10	0.011	-0.053	52.694	0.000	
11	0.042	0.080	53.419	0.000	
12	-0.007	0.020	53.438	0.000	
13	0.035	0.037	53.945	0.000	
14	0.078	0.040	56.464	0.000	
15	-0.039	-0.013	57.105	0.000	
16	-0.176	-0.152	70.144	0.000	
17	0.192	0.163	85.561	0.000	
18	-0.026	0.035	85.849	0.000	
19	-0.034	-0.066	86.334	0.000	
20	0.078	0.052	88.910	0.000	

Πίνακας 4.14: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης Euribor 1 εβδομάδας ωρίμανσης (d=0, d=1)

Date: 08/04/21 Time: 23:32
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 401

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.941	0.941	357.80	0.000	
2	0.925	0.341	704.05	0.000	
3	0.919	0.245	1047.0	0.000	
4	0.910	0.123	1384.3	0.000	
5	0.917	0.242	1727.7	0.000	
6	0.903	-0.018	2061.4	0.000	
7	0.892	-0.011	2387.4	0.000	
8	0.884	-0.004	2709.1	0.000	
9	0.878	0.028	3027.1	0.000	
10	0.874	0.006	3342.8	0.000	
11	0.858	-0.088	3647.9	0.000	
12	0.853	0.029	3950.1	0.000	
13	0.853	0.080	4252.8	0.000	
14	0.844	-0.002	4550.6	0.000	
15	0.845	0.071	4849.4	0.000	
16	0.833	-0.026	5140.6	0.000	
17	0.830	0.055	5430.7	0.000	
18	0.826	-0.015	5718.6	0.000	
19	0.816	-0.034	6000.6	0.000	
20	0.818	0.054	6284.4	0.000	

Date: 08/04/21 Time: 23:33
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 400

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.380	-0.380	58.166	0.000	
2	-0.103	-0.289	62.436	0.000	
3	0.031	-0.165	62.817	0.000	
4	-0.139	-0.292	70.642	0.000	
5	0.221	0.015	90.533	0.000	
6	-0.038	0.016	91.111	0.000	
7	-0.079	-0.033	93.647	0.000	
8	-0.003	-0.089	93.650	0.000	
9	-0.008	-0.036	93.676	0.000	
10	0.114	0.072	99.033	0.000	
11	-0.105	-0.060	103.56	0.000	
12	-0.059	-0.121	105.01	0.000	
13	0.067	-0.045	106.85	0.000	
14	-0.068	-0.119	108.77	0.000	
15	0.113	-0.027	114.14	0.000	
16	-0.082	-0.089	116.96	0.000	
17	0.015	0.006	117.06	0.000	
18	0.030	0.000	117.44	0.000	
19	-0.099	-0.104	121.61	0.000	
20	0.111	-0.017	126.83	0.000	

Πίνακας 4.15: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης αργού πετρελαίου τύπου Brent (d=0, d=1)

Date: 08/04/21 Time: 23:24
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 401

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.991	0.991	396.41	0.000	
2	0.980	-0.044	785.97	0.000	
3	0.970	-0.003	1167.9	0.000	
4	0.960	-0.021	1542.8	0.000	
5	0.950	0.065	1911.4	0.000	
6	0.941	-0.021	2273.8	0.000	
7	0.930	-0.110	2628.3	0.000	
8	0.918	-0.017	2974.9	0.000	
9	0.905	-0.070	3312.5	0.000	
10	0.892	-0.025	3641.0	0.000	
11	0.878	-0.035	3960.2	0.000	
12	0.864	-0.025	4270.1	0.000	
13	0.850	0.032	4571.0	0.000	
14	0.836	-0.065	4862.6	0.000	
15	0.820	-0.025	5144.4	0.000	
16	0.805	-0.023	5416.4	0.000	
17	0.789	-0.008	5678.5	0.000	
18	0.774	0.025	5931.3	0.000	
19	0.759	0.009	6175.2	0.000	
20	0.745	0.036	6410.8	0.000	

Date: 08/04/21 Time: 23:24
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 400

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.037	0.037	0.5519	0.458	
2	-0.005	-0.005	0.5617	0.755	
3	0.096	0.097	4.3217	0.229	
4	-0.043	0.051	5.0616	0.281	
5	0.049	0.055	6.0550	0.301	
6	0.068	0.054	7.9147	0.244	
7	0.073	0.080	10.122	0.182	
8	0.093	0.079	13.700	0.090	
9	0.022	0.012	13.902	0.126	
10	0.023	0.014	14.119	0.168	
11	0.039	0.025	14.752	0.194	
12	-0.024	-0.031	14.988	0.242	
13	0.135	0.124	22.599	0.047	
14	0.048	0.018	23.564	0.052	
15	-0.015	-0.020	23.655	0.071	
16	0.082	0.047	26.465	0.048	
17	-0.028	-0.033	26.787	0.061	
18	-0.069	-0.077	28.810	0.051	
19	-0.022	-0.052	29.015	0.066	
20	0.001	-0.006	29.015	0.087	

Πίνακας 4.16: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης χρυσού (προκαθορισμένη τιμή 10.30 π.μ. Λονδίνου) (d=0, d=1)

Date: 08/04/21 Time: 23:34
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 401

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.981	0.981	388.98	0.000	
2	0.961	-0.053	782.88	0.000	
3	0.941	0.000	1122.2	0.000	
4	0.922	0.022	1468.2	0.000	
5	0.906	0.057	1802.9	0.000	
6	0.890	-0.004	2126.9	0.000	
7	0.878	0.095	2442.9	0.000	
8	0.866	-0.006	2751.1	0.000	
9	0.854	0.017	3052.1	0.000	
10	0.841	-0.054	3344.6	0.000	
11	0.825	-0.064	3626.7	0.000	
12	0.809	-0.016	3898.4	0.000	
13	0.790	-0.049	4158.5	0.000	
14	0.772	-0.019	4407.3	0.000	
15	0.755	0.029	4646.0	0.000	
16	0.741	0.035	4876.2	0.000	
17	0.728	0.032	5099.4	0.000	
18	0.717	0.007	5316.2	0.000	
19	0.707	0.031	5527.3	0.000	
20	0.695	-0.021	5732.4	0.000	

Date: 08/04/21 Time: 23:34
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 400

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.113	0.113	5.1633	0.023	
2	0.040	0.028	5.8224	0.054	
3	-0.071	-0.079	7.8504	0.049	
4	-0.076	-0.061	10.174	0.038	
5	-0.078	-0.059	12.664	0.027	
6	-0.151	-0.141	22.025	0.001	
7	-0.007	0.018	22.047	0.002	
8	-0.032	-0.038	22.457	0.004	
9	0.090	0.070	25.766	0.002	
10	0.115	0.085	31.262	0.001	
11	0.021	-0.027	31.438	0.001	
12	0.073	0.058	33.625	0.001	
13	-0.002	0.007	33.627	0.001	
14	-0.064	-0.064	35.318	0.001	
15	-0.094	-0.044	39.046	0.001	
16	-0.075	-0.031	41.410	0.000	
17	0.013	0.029	41.483	0.001	
18	-0.060	-0.061	43.000	0.001	
19	0.020	-0.006	43.162	0.001	
20	-0.037	-0.066	43.751	0.002	

Πίνακας 4.17: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης δείκτη Dow Jones Industrial Average (d=0, d=1)

Date: 08/04/21 Time: 23:25
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 401

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.989	0.989	395.04	0.000	
2	0.982	0.168	785.24	0.000	
3	0.971	-0.128	1168.0	0.000	
4	0.961	-0.029	1543.7	0.000	
5	0.952	0.089	1913.7	0.000	
6	0.942	-0.038	2277.0	0.000	
7	0.935	0.086	2635.8	0.000	
8	0.924	-0.176	2986.5	0.000	
9	0.916	0.106	3332.3	0.000	
10	0.904	-0.116	3670.0	0.000	
11	0.894	0.017	4001.1	0.000	
12	0.883	-0.012	4325.2	0.000	
13	0.872	-0.010	4642.0	0.000	
14	0.863	0.047	4953.3	0.000	
15	0.852	-0.038	5257.1	0.000	
16	0.842	-0.052	5554.6	0.000	
17	0.830	0.011	5844.8	0.000	
18	0.820	0.017	6128.7	0.000	
19	0.811	0.070	6406.9	0.000	
20	0.801	-0.012	6679.2	0.000	

Date: 08/04/21 Time: 23:26
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 400

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.243	-0.243	23.834	0.000	
2	0.229	0.181	45.077	0.000	
3	-0.031	0.065	45.458	0.000	
4	-0.082	-0.129	48.172	0.000	
5	0.120	0.079	54.080	0.000	
6	-0.228	-0.160	75.321	0.000	
7	0.272	0.182	105.64	0.000	
8	-0.250	-0.124	131.22	0.000	
9	0.261	0.161	159.21	0.000	
10	-0.114	0.040	164.56	0.000	
11	0.031	0.011	164.96	0.000	
12	0.077	0.013	167.40	0.000	
13	-0.175	-0.056	180.10	0.000	
14	0.171	0.004	192.25	0.000	
15	-0.093	0.113	195.90	0.000	
16	0.087	-0.056	199.08	0.000	
17	-0.083	-0.023	201.96	0.000	
18	-0.043	-0.110	202.74	0.000	
19	0.032	0.020	203.17	0.000	
20	-0.031	0.068	203.58	0.000	

Πίνακας 4.18: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης μετοχής NVidia (d=0, d=1)

Date: 08/04/21 Time: 23:35
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 401

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.988	0.988	394.53	0.000	
2	0.977	0.014	781.03	0.000	
3	0.965	-0.025	1159.2	0.000	
4	0.953	-0.001	1529.2	0.000	
5	0.943	0.059	1892.3	0.000	
6	0.933	-0.009	2248.5	0.000	
7	0.923	0.020	2598.2	0.000	
8	0.912	-0.062	2940.4	0.000	
9	0.901	-0.038	3274.7	0.000	
10	0.887	-0.069	3600.1	0.000	
11	0.874	-0.009	3916.6	0.000	
12	0.861	0.024	4224.9	0.000	
13	0.849	-0.017	4524.9	0.000	
14	0.836	-0.009	4817.0	0.000	
15	0.823	-0.022	5100.8	0.000	
16	0.811	0.005	5376.8	0.000	
17	0.798	0.005	5644.9	0.000	
18	0.786	0.007	5905.5	0.000	
19	0.774	0.019	6159.0	0.000	
20	0.762	-0.010	6405.4	0.000	

Date: 08/04/21 Time: 23:35
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 400

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.121	-0.121	5.8596	0.015	
2	0.044	0.030	6.6398	0.036	
3	0.011	0.020	6.6907	0.082	
4	-0.067	-0.065	8.4967	0.075	
5	-0.009	-0.026	8.5319	0.129	
6	0.013	0.014	8.5975	0.198	
7	0.057	0.065	9.9431	0.192	
8	-0.067	-0.060	11.797	0.160	
9	0.101	0.081	15.982	0.067	
10	-0.031	-0.005	16.384	0.089	
11	-0.040	-0.043	17.056	0.106	
12	0.033	0.017	17.512	0.131	
13	-0.112	-0.098	22.758	0.045	
14	-0.006	-0.032	22.771	0.064	
15	-0.025	-0.026	23.041	0.083	
16	0.001	-0.012	23.041	0.113	
17	-0.020	-0.019	23.216	0.142	
18	-0.033	-0.051	23.676	0.166	
19	-0.007	-0.018	23.695	0.208	
20	-0.017	0.003	23.820	0.250	

Πίνακας 4.19: Τιμές συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης μετοχής AMD (d=0, d=1)

Date: 08/04/21 Time: 23:16
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 401

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.987	0.987	393.86	0.000	
2	0.977	0.066	780.09	0.000	
3	0.965	-0.039	1158.0	0.000	
4	0.953	0.000	1527.9	0.000	
5	0.942	0.009	1890.0	0.000	
6	0.932	0.041	2245.3	0.000	
7	0.922	0.023	2594.3	0.000	
8	0.912	-0.056	2936.1	0.000	
9	0.902	0.034	3271.5	0.000	
10	0.891	-0.041	3599.8	0.000	
11	0.881	0.007	3921.3	0.000	
12	0.871	0.014	4236.4	0.000	
13	0.861	0.004	4545.4	0.000	
14	0.852	0.007	4848.4	0.000	
15	0.842	-0.013	5145.3	0.000	
16	0.831	-0.069	5435.3	0.000	
17	0.820	-0.012	5718.2	0.000	
18	0.809	0.015	5994.4	0.000	
19	0.798	-0.037	6263.5	0.000	
20	0.786	-0.007	6525.6	0.000	

Date: 08/04/21 Time: 23:16
Sample: 1/02/2020 7/26/2021
Included observations: 400

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.119	-0.119	5.6624	0.017	
2	0.062	0.048	7.2079	0.027	
3	-0.002	0.011	7.2099	0.066	
4	-0.002	-0.004	7.2118	0.125	
5	-0.050	-0.052	8.2093	0.145	
6	-0.038	-0.050	8.8128	0.184	
7	0.070	0.067	10.842	0.146	
8	-0.100	-0.080	14.908	0.061	
9	0.058	0.031	16.290	0.061	
10	-0.021	-0.006	16.470	0.087	
11	-0.009	-0.020	16.501	0.124	
12	-0.005	-0.002	16.511	0.169	
13	-0.028	-0.033	16.840	0.207	
14	-0.024	-0.037	17.083	0.252	
15	0.070	0.083	19.149	0.207	
16	0.003	0.007	19.154	0.261	
17	-0.032	-0.033	19.583	0.296	
18	0.060	0.048	21.082	0.275	
19	-0.006	0.003	21.096	0.331	
20	-0.075	-0.073	23.479	0.266	

Από τους Πίνακες 4.11 έως 4.19, παρατηρείται ότι φαίνεται οι μεταβλητές να είναι όλες μη στάσιμες στα επίπεδα και στάσιμες στις πρώτες διαφορές. Για την ακριβέστερη εξαγωγή συμπερασμάτων, θα πραγματοποιηθούν οι έλεγχοι ADF σε κάθε μεταβλητή για τον έλεγχο της στασιμότητάς τους, αφού επιλεγθεί το κατάλληλο μοντέλο για κάθε μια από αυτές με βάση το κριτήριο AIC. Στον Πίνακα 4.20, παρουσιάζονται οι τιμές των κριτηρίων AIC για κάθε μεταβλητή βάσει του υποδείγματος (4.1):

Πίνακας 4.20: Τιμές κριτηρίου AIC για τις ημερήσιες παρατηρήσεις των μεταβλητών (επίπεδα)

Χρονικές Υστερήσεις K	Μεταβλητές								
	<u>BTC</u>	<u>ETH</u>	<u>ADA</u>	<u>EUR</u>	<u>OIL</u>	<u>GLD</u>	<u>DJI</u>	<u>NVD</u>	<u>AMD</u>
1	17.448	12.191	-2.703	-7.002	3.751	8.715	15.054	5.305	4.398
2	17.455	12.180	-2.695	-7.080	3.757	8.718	15.028	5.312	4.403
3	17.449	12.187	-2.688	-7.100	3.752	8.717	15.031	5.319	4.410
4	17.456	12.186	-2.687	-7.189	3.755	8.720	15.022	5.322	4.417
5	17.455	12.194	-2.681	-7.193	3.759	8.715	15.022	5.329	4.423
6	17.460	12.194	-2.683	-7.186	3.763	8.703	15.004	5.337	4.427
7	17.441	12.201	-2.713	-7.191	3.756	8.710	14.977	5.340	4.430
8	17.447	12.205	-2.706	-7.189	3.756	8.716	14.970	5.344	4.432
9	17.453	12.207	-2.721	-7.182	3.762	8.718	14.950	5.344	4.438
10	17.447	12.189	-2.716	-7.180	3.766	8.718	14.955	5.351	4.445

Οι τιμές με την έντονη σκιαγράμμιση στον Πίνακα 4.20 είναι οι ελάχιστες τιμές του κριτηρίου AIC για κάθε μεταβλητή. Συνεπώς θα εξεταστούν τα 9 κάτωθι μοντέλα για τον έλεγχο της στασιμότητας:

$$\Delta BTC_t = \alpha + \beta BTC_{t-1} + \sum_{i=1}^7 \gamma_i \Delta BTC_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.3)$$

$$\Delta ETH_t = \alpha + \beta ETH_{t-1} + \sum_{i=1}^2 \gamma_i \Delta ETH_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.4)$$

$$\Delta ADA_t = \alpha + \beta ADA_{t-1} + \sum_{i=1}^9 \gamma_i \Delta ADA_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.5)$$

$$\Delta EUR_t = \alpha + \beta EUR_{t-1} + \sum_{i=1}^5 \gamma_i \Delta EUR_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.6)$$

$$\Delta OIL_t = \alpha + \beta OIL_{t-1} + \gamma_1 \Delta OIL_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.7)$$

$$\Delta GLD_t = \alpha + \beta GLD_{t-1} + \sum_{i=1}^6 \gamma_i \Delta GLD_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.8)$$

$$\Delta DJI_t = \alpha + \beta DJI_{t-1} + \sum_{i=1}^9 \gamma_i \Delta DJI_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.9)$$

$$\Delta NVD_t = \alpha + \beta NVD_{t-1} + \gamma_1 \Delta NVD_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.9)$$

$$\Delta AMD_t = \alpha + \beta AMD_{t-1} + \gamma_1 \Delta AMD_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.10)$$

Μετά τον καθορισμό των εννέα εξισώσεων, θα πραγματοποιηθεί ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας, με την χρήση του ADF ελέγχου. Η μηδενική υπόθεση που εξετάζεται σε κάθε μια από τις εξισώσεις είναι η $H_0: \beta = 0$ έναντι της εναλλακτικής $H_1: \beta \neq 0$. Ο έλεγχος πραγματοποιείται με την εκτίμηση των υποδειγμάτων και την σύγκριση της t – στατιστικής $\hat{T} = \frac{\hat{\beta}}{s.e.(\hat{\beta})}$ με την κρίσιμη τιμή της στατιστικής του Dickey – Fuller από τους πίνακες του Fuller (Fuller, 1976). Στην περίπτωση όπου η t – στατιστική είναι μεγαλύτερη από αυτήν του Dickey – Fuller, τότε η μηδενική υπόθεση γίνεται δεκτή, όπως και η ύπαρξη στασιμότητας στην χρονοσειρά. Στην εναλλακτική περίπτωση, απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και δεν γίνεται δεκτό ότι η χρονοσειρά είναι στάσιμη. Στον Πίνακα 4.21 παρουσιάζονται οι τιμές των t – στατιστικών για κάθε μια από τις μεταβλητές:

Πίνακας 4.21: Τιμές t – στατιστικής των χρονοσειρών (επίπεδα)

Χρονοσειρά	BTC	ETH	ADA	EUR	OIL	GLD	DJI	NVD	AMD
Τιμή t - στατιστικής	-0.968	-0.777	-0.336	-1.156	-0.808	-2.123	-0.744	-0.374	-1.309

Η πλησιέστερη, με βάση το δείγμα 401 παρατηρήσεων, κρίσιμη τιμή της στατιστικής Dickey – Fuller σε επίπεδο σημαντικότητας 5% είναι -2.87 (Fuller, 1976). Βάσει και των τιμών των t – στατιστικών στον Πίνακα 4.21, οι οποίες είναι μεγαλύτερες από την τιμή -2.87, όλες οι μηδενικές υποθέσεις δεν μπορούν να απορριφθούν, με αποτέλεσμα να μπορεί να απορριφθεί ο ισχυρισμός ότι οι χρονοσειρές δεν είναι στάσιμες στα επίπεδα, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Επομένως, θα πρέπει να γίνει ξανά ο έλεγχος ADF, αυτή τη φορά στις πρώτες διαφορές με την μορφή του μοντέλου να είναι η εξής:

$$\Delta_2 X_t = \alpha + \beta \Delta X_{t-1} + \sum_{i=1}^K \gamma_i \Delta_2 X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.11)$$

Όπως και στα επίπεδα, η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου για κάθε μεταβλητή, θα γίνει με βάση το κριτήριο AIC. Στον Πίνακα 4.22, παρουσιάζονται οι τιμές του κριτηρίου Akaike για κάθε μια από τις μεταβλητές, με μέγιστο αριθμό χρονικών υστερήσεων τις 10:

Πίνακας 4.22: Τιμές κριτηρίου AIC για τις ημερήσιες παρατηρήσεις των μεταβλητών (πρώτες διαφορές)

Χρονικές Υστερήσεις K	Μεταβλητές								
	BTC	ETH	ADA	EUR	OIL	GLD	DJI	NVD	AMD
1	17.452	12.176	-2.699	-7.076	3.754	8.725	15.024	5.307	4.403
2	17.446	12.183	-2.692	-7.098	3.749	8.725	15.027	5.314	4.410
3	17.453	12.183	-2.692	-7.189	3.752	8.726	15.017	5.318	4.418
4	17.452	12.191	-2.686	-7.194	3.756	8.722	15.018	5.325	4.422
5	17.457	12.190	-2.688	-7.187	3.760	8.709	14.999	5.332	4.427
6	17.438	12.198	-2.718	-7.192	3.753	8.716	14.973	5.335	4.430
7	17.444	12.201	-2.710	-7.190	3.754	8.722	14.965	5.339	4.431
8	17.450	12.204	-2.726	-7.183	3.760	8.725	14.947	5.339	4.438
9	17.444	12.185	-2.721	-7.181	3.764	8.725	14.951	5.347	4.445
10	17.451	12.192	-2.720	-7.179	3.771	8.731	14.959	5.353	4.451

Οι τιμές με την έντονη σκιαγράμμιση στον Πίνακα 4.22 είναι οι ελάχιστες τιμές του κριτηρίου AIC για κάθε μεταβλητή. Συνεπώς θα εξεταστούν τα 9 κάτωθι μοντέλα για τον έλεγχο της στασιμότητας:

$$\Delta_2 BTC_t = \alpha + \beta \Delta BTC_{t-1} + \sum_{i=1}^6 \gamma_i \Delta_2 BTC_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.12)$$

$$\Delta_2 ETH_t = \alpha + \beta \Delta ETH_{t-1} + \gamma_1 \Delta_2 ETH_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.13)$$

$$\Delta_2 ADA_t = \alpha + \beta \Delta ADA_{t-1} + \sum_{i=1}^8 \gamma_i \Delta_2 ADA_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.14)$$

$$\Delta_2 EUR_t = \alpha + \beta \Delta EUR_{t-1} + \sum_{i=1}^4 \gamma_i \Delta_2 EUR_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.15)$$

$$\Delta_2 OIL_t = \alpha + \beta \Delta OIL_{t-1} + \sum_{i=1}^2 \gamma_i \Delta_2 OIL_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.16)$$

$$\Delta_2 GLD_t = \alpha + \beta \Delta GLD_{t-1} + \sum_{i=1}^5 \gamma_i \Delta_2 GLD_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.17)$$

$$\Delta_2 DJI_t = \alpha + \beta \Delta DJI_{t-1} + \sum_{i=1}^8 \gamma_i \Delta_2 DJI_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.18)$$

$$\Delta_2 NVD_t = \alpha + \beta \Delta NVD_{t-1} + \gamma_1 \Delta_2 NVD_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.19)$$

$$\Delta_2 AMD_t = \alpha + \beta \Delta AMD_{t-1} + \gamma_1 \Delta_2 AMD_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.20)$$

Όπως και προηγουμένως, η μηδενική υπόθεση που εξετάζεται σε κάθε μια από τις εξισώσεις είναι η $H_0: \beta = 0$ έναντι της εναλλακτικής $H_1: \beta \neq 0$. Ο έλεγχος πραγματοποιείται με την εκτίμηση των υποδειγμάτων και την σύγκριση της t – στατιστικής $\hat{T} = \frac{\hat{\beta}}{s.e.(\hat{\beta})}$ με την κρίσιμη τιμή της στατιστικής του Dickey – Fuller από τους πίνακες του Fuller (Fuller, 1976). Στον Πίνακα 4.23 παρουσιάζονται οι τιμές των t – στατιστικών για κάθε μια από τις μεταβλητές:

Πίνακας 4.23: Τιμές t – στατιστικής των χρονοσειρών (πρώτες διαφορές)

Χρονοσειρά	BTC	ETH	ADA	EUR	OIL	GLD	DJI	NVD	AMD
Τιμή t - στατιστικής	-6.497	-13.587	-7.409	-13.513	-10.272	-10.197	-5.776	-14.425	-14.161

Η πλησιέστερη, με βάση το δείγμα 401 παρατηρήσεων, κρίσιμη τιμή της στατιστικής Dickey – Fuller σε επίπεδο σημαντικότητας 5% είναι -2.87 (Fuller, 1976). Βάσει και των τιμών των t – στατιστικών στον Πίνακα 4.21, οι οποίες είναι μικρότερες από την τιμή -2.87, όλες οι μηδενικές υποθέσεις απορρίπτονται, με αποτέλεσμα να υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι οι χρονοσειρές είναι στάσιμες στις πρώτες διαφορές, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

4.4 Έλεγχος αιτιότητας κατά Granger

Στην ενότητα αυτή θα πραγματοποιηθεί ο έλεγχος αιτιότητας κατά Granger ανάμεσα στα κρυπτονομίσματα και στις υπόλοιπες μεταβλητές, ώστε να εξεταστεί το ενδεχόμενο να υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ αιτίου – αιτιατού μεταξύ των προαναφερθέντων. Όπως περιγράφηκε στο τρίτο κεφάλαιο, ο έλεγχος γίνεται στα υποδείγματα (3.15) και (3.16), προσαρμοσμένες ως προς τις πρώτες διαφορές, με την μηδενική υπόθεση $H_0: b_1 = b_2 = \dots = b_K = 0$ έναντι της εναλλακτικής H_1 : Έστω ένα $b_i \neq 0$ και συγκρίνεται η F – στατιστική:

$$F = \frac{\frac{\sum \hat{u}_r^2 - \sum \hat{u}_u^2}{K}}{\frac{\sum \hat{u}_u^2}{T - m}}$$

με την κρίσιμη τιμή της F κατανομής με K , $T - m$ βαθμούς ελευθερίας.

Πριν από τον έλεγχο, θα πρέπει να προσδιοριστεί ο αριθμός των χρονικών υστερήσεων K, για κάθε περίπτωση, με την επιλογή να γίνεται με βάση το κριτήριο AIC. Στους Πίνακες 4.24 έως 4.26, παρουσιάζονται οι τιμές του κριτηρίου AIC για κάθε ένα κρυπτονόμισμα:

Πίνακας 4.24: Τιμές AIC για την επιλογή χρονικών υστερήσεων (Bitcoin)

Bitcoin	Μεταβλητές					
Χρονικές Υστερήσεις K	<u>EUR</u>	<u>OIL</u>	<u>GLD</u>	<u>DJI</u>	<u>NVD</u>	<u>AMD</u>
1	10.478	21.219	26.199	32.523	22.752	21.880
2	10.405	21.225	26.217	32.507	22.760	21.892
3	10.380	21.224	26.211	32.510	22.768	21.898
4	10.296	21.240	26.228	32.513	22.783	21.918
5	10.308	21.244	26.231	32.517	22.789	21.915
6	10.323	21.253	26.226	32.500	22.794	21.926
7	10.316	21.231	26.219	32.462	22.783	21.917
8	10.329	21.239	26.230	32.465	22.789	21.927
9	10.345	21.255	26.242	32.451	22.799	21.946
10	10.341	21.261	26.239	32.455	22.795	21.948

Πίνακας 4.25: Τιμές AIC για την επιλογή χρονικών υστερήσεων (Ethereum)

Ethereum	Μεταβλητές					
Χρονικές Υστερήσεις K	<u>EUR</u>	<u>OIL</u>	<u>GLD</u>	<u>DJI</u>	<u>NVD</u>	<u>AMD</u>
1	5.219	15.962	20.944	27.279	17.530	16.637
2	5.129	15.956	20.943	27.248	17.529	16.635
3	5.118	15.965	20.954	27.264	17.548	16.655
4	5.023	15.975	20.961	27.258	17.552	16.666
5	5.041	15.988	20.976	27.271	17.560	16.677
6	5.051	15.995	20.965	27.256	17.570	16.685
7	5.070	16.006	20.983	27.240	17.584	16.698
8	5.078	16.009	20.996	27.240	17.590	16.699
9	5.087	16.023	21.000	27.228	17.596	16.711
10	5.073	16.017	20.983	27.218	17.570	16.700

Πίνακας 4.26: Τιμές AIC για την επιλογή χρονικών υστερήσεων (Cardano)

Cardano	Μεταβλητές					
Χρονικές Υστερήσεις K	<u>EUR</u>	<u>OIL</u>	<u>GLD</u>	<u>DJI</u>	<u>NVD</u>	<u>AMD</u>
1	-9.674	1.072	6.051	12.390	2.629	1.740
2	-9.759	1.083	6.071	12.376	2.648	1.758
3	-9.767	1.093	6.081	12.390	2.661	1.774
4	-9.855	1.101	6.086	12.383	2.666	1.785
5	-9.839	1.108	6.099	12.393	2.672	1.795
6	-9.829	1.115	6.088	12.373	2.677	1.794
7	-9.849	1.092	6.067	12.323	2.657	1.770
8	-9.841	1.102	6.083	12.327	2.661	1.779
9	-9.844	1.095	6.074	12.294	2.647	1.769
10	-9.834	1.112	6.082	12.310	2.649	1.779

Παρατηρούμε πως για το Bitcoin οι χρονικές υστερήσεις με το Euribor είναι 4, με τον δείκτη Dow Jones Industrial Average είναι 9 και με τις υπόλοιπες μεταβλητές είναι 1. Για το Ethereum, οι χρονικές υστερήσεις με το Euribor είναι 4, με τον δείκτη Dow Jones Industrial Average είναι 10 και με τις υπόλοιπες μεταβλητές είναι 2. Για το Cardano, οι χρονικές υστερήσεις με το Euribor είναι 4, με τον δείκτη Dow Jones Industrial Average είναι 9 και με τις υπόλοιπες μεταβλητές είναι 1. Αξίζει να σημειωθεί πως οι έλεγχοι έγιναν σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Στους Πίνακες 4.27 έως 4.29 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου αιτιότητας για τα τρία κρυπτονομίσματα:

Πίνακας 4.27: Αποτελέσματα ελέγχου αιτιότητας Granger (Bitcoin)

<u>Υπόθεση H₀</u>	<u>F - statistic</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
BTC δεν επηρεάζει κατά Granger την EUR	0.428	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
EUR δεν επηρεάζει κατά Granger την BTC	0.512	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
BTC δεν επηρεάζει κατά Granger την OIL	3.011	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
OIL δεν επηρεάζει κατά Granger την BTC	0.176	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
BTC δεν επηρεάζει κατά Granger την GLD	2.100	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
GLD δεν επηρεάζει κατά Granger την BTC	0.000	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
BTC δεν επηρεάζει κατά Granger την DJI	0.517	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
DJI δεν επηρεάζει κατά Granger την BTC	0.398	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
BTC δεν επηρεάζει κατά Granger την NVD	1.896	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
NVD δεν επηρεάζει κατά Granger την BTC	0.248	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
BTC δεν επηρεάζει κατά Granger την AMD	0.458	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
AMD δεν επηρεάζει κατά Granger την BTC	0.020	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση

Πίνακας 4.28: Αποτελέσματα ελέγχου αιτιότητας Granger (Ethereum)

<u>Υπόθεση H_0</u>	<u>F - statistic</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
ETH δεν επηρεάζει κατά Granger την EUR	0.293	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
EUR δεν επηρεάζει κατά Granger την ETH	0.600	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
ETH δεν επηρεάζει κατά Granger την OIL	2.017	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
OIL δεν επηρεάζει κατά Granger την ETH	1.326	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
ETH δεν επηρεάζει κατά Granger την GLD	0.407	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
GLD δεν επηρεάζει κατά Granger την ETH	0.522	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
ETH δεν επηρεάζει κατά Granger την DJI	0.221	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
DJI δεν επηρεάζει κατά Granger την ETH	0.299	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
ETH δεν επηρεάζει κατά Granger την NVD	1.301	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
NVD δεν επηρεάζει κατά Granger την ETH	0.228	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
ETH δεν επηρεάζει κατά Granger την AMD	0.060	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
AMD δεν επηρεάζει κατά Granger την ETH	0.185	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση

Πίνακας 4.29: Αποτελέσματα ελέγχου αιτιότητας Granger (Cardano)

<u>Υπόθεση H_0</u>	<u>F - statistic</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
ADA δεν επηρεάζει κατά Granger την EUR	0.806	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
EUR δεν επηρεάζει κατά Granger την ADA	0.315	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
ADA δεν επηρεάζει κατά Granger την OIL	2.137	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
OIL δεν επηρεάζει κατά Granger την ADA	0.158	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
ADA δεν επηρεάζει κατά Granger την GLD	1.072	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
GLD δεν επηρεάζει κατά Granger την ADA	0.029	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
ADA δεν επηρεάζει κατά Granger την DJI	0.493	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
DJI δεν επηρεάζει κατά Granger την ADA	0.200	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
ADA δεν επηρεάζει κατά Granger την NVD	1.106	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
NVD δεν επηρεάζει κατά Granger την ADA	0.032	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
ADA δεν επηρεάζει κατά Granger την AMD	0.054	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση
AMD δεν επηρεάζει κατά Granger την ADA	0.078	Δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση

Σημειώνεται πως χρησιμοποιήθηκαν οι στατιστικές;

- $F_{4,387} = 2.372$ για τους ελέγχους αιτιότητας του Bitcoin, του Ethereum και του Cardano με το επιτόκιο Euribor,
- $F_{1,396} = 3.842$ για τους ελέγχους του Bitcoin και του Cardano με το αργό πετρέλαιο, τον χρυσό και τις μετοχές των Nvidia και AMD,
- $F_{9,372} = 1.88$ για τους ελέγχους του Bitcoin και του Cardano με τον δείκτη Dow Jones Industrial Average,
- $F_{2,393} = 2.996$ για τους ελέγχους του Ethereum με το αργό πετρέλαιο, τον χρυσό και τις μετοχές των Nvidia και AMD και

- $F_{1,393} = 2.996$ τον έλεγχο του Ethereum με τον δείκτη Dow Jones Industrial Average.

Από τους Πίνακες 4.29 έως 4.31 διαπιστώνεται ότι καμία F – στατιστική δεν υπερβαίνει τις κρίσιμες τιμές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, με αποτέλεσμα να μην απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση σε καμία από τις περιπτώσεις. Αυτό σημαίνει πως δεν μπορεί να γίνει δεκτό ότι υφίστανται σχέσεις αιτιότητας, ανάμεσα στα κρυπτονομίσματα και στις εξεταζόμενες μεταβλητές το τελευταίο ενάμιση έτος. Φαίνεται πως παρόλο που οι κάρτες γραφικών αποτελούν σημαντικό κομμάτι για την εξόρυξη κρυπτονομισμάτων, αυτό δεν συνεπάγεται πως υπάρχει και αιτιότητα ανάμεσα στην τιμή των μετοχών των δύο μεγάλων εταιριών που κατασκευάζουν και πωλούν κάρτες γραφικών με την τιμή των κρυπτονομισμάτων.

Η μόνη περίπτωση που φαίνεται να υπάρχει μια αιτιότητα, είναι στην υπόθεση ότι το Bitcoin αιτιάζει την τιμή του αργού πετρελαίου ανά βαρέλι, σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Η τιμή της F – στατιστικής για την υπόθεση H_0 : BTC δεν επηρεάζει κατά Granger την OIL έναντι της εναλλακτικής H_1 : BTC επηρεάζει κατά Granger την OIL είναι 3.011, με την τιμή της κρίσιμης τιμής της F με 1, 396 βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 10% να είναι $F_{1,396} = 2.706$. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 5% και να υπάρχουν ενδείξεις ότι η τιμή του Bitcoin αιτιάζει την τιμή του αργού πετρελαίου ανά βαρέλι.

4.5 Έλεγχος συνολοκλήρωσης

Στην ενότητα αυτή θα γίνει ο έλεγχος της συνολοκλήρωσης ανάμεσα στα κρυπτονομίσματα και στις μακροοικονομικές μεταβλητές, ώστε να ελεγχθεί εάν κάποιο ή κάποια από τα κρυπτονομίσματα συνδέεται μακροχρόνια με κάποια ή κάποιες από τις μακροοικονομικές/χρηματοοικονομικές μεταβλητές. Στην προηγούμενη ενότητα, δεν βρέθηκε κάποια σχέση αιτιότητας, παρά μόνο μεταξύ της τιμής του Bitcoin και της τιμής του αργού πετρελαίου τύπου Brent ανά βαρέλι, σε επίπεδο σημαντικότητας 10%, όπου η τιμή του Bitcoin αιτιάται την τιμή του αργού πετρελαίου τύπου Brent ανά βαρέλι.

Ο έλεγχος της συνολοκλήρωσης θα πραγματοποιηθεί βάσει της Ενότητας 3.4 του τρίτου κεφαλαίου, όπου για κάθε μακροχρόνια εξίσωση:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t \quad (4.21)$$

θα γίνει έλεγχος στασιμότητας των σφαλμάτων στα επίπεδα, με τον έλεγχο ADF. Ο έλεγχος γίνεται στην εξίσωση:

$$\Delta \hat{u}_t = \rho^* \hat{u}_{t-1} + \sum_{i=1}^K \rho_i^* \Delta u_{t-i} + e_t \quad (4.22)$$

με την υπόθεση $H_0: \rho^* = 0$, έναντι της εναλλακτικής $H_0: \rho^* \neq 0$. Η τιμή της t – στατιστικής $\hat{T} = \frac{\hat{\rho}^*}{s.e.(\hat{\rho}^*)}$ συγκρίνεται με την τιμή -3.25, που είναι η πιο κοντινή για το δείγμα 400 παρατηρήσεων σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (Engle & Yoo, 1987). Η επιλογή των χρονικών υστερήσεων για κάθε μια περίπτωση του υποδείγματος (4.22), γίνεται μέσω του AIC. Στους Πίνακες 4.30 έως 4.38 παρουσιάζονται οι τιμές του AIC των περιπτώσεων του υποδείγματος (4.22), για κάθε μια μεταβλητή ως εξαρτημένη στο υπόδειγμα (4.21), με μέγιστο βαθμό χρονικών υστερήσεων τις 10. Οι βέλτιστες τιμές για τις χρονικές υστερήσεις διακρίνονται με έντονη γραμμογράφηση:

Πίνακας 4.30: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Bitcoin)

Residuals (BTC)	Μεταβλητές					
	EUR	OIL	GLD	DJI	NVD	AMD
Χρονικές Υστερήσεις K						
1	19.630	17.914	17.541	18.141	17.625	17.902
2	19.585	17.915	17.548	18.142	17.631	17.908
3	19.580	17.916	17.539	18.144	17.635	17.912
4	19.535	17.923	17.545	18.149	17.642	17.920
5	19.529	17.930	17.547	18.155	17.649	17.920
6	19.536	17.936	17.550	18.144	17.657	17.927
7	19.532	17.909	17.531	18.102	17.635	17.909
8	19.537	17.914	17.538	18.108	17.641	17.916
9	19.545	17.920	17.542	18.090	17.647	17.921
10	19.550	17.920	17.539	18.092	17.654	17.928

Πίνακας 4.31: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Ethereum)

Residuals (ETH)	Μεταβλητές					
Χρονικές Υστερήσεις K	<u>EUR</u>	<u>OIL</u>	<u>GLD</u>	<u>DJI</u>	<u>NVD</u>	<u>AMD</u>
1	13.779	12.507	12.268	12.683	12.402	12.470
2	13.755	12.511	12.262	12.668	12.391	12.458
3	13.754	12.516	12.268	12.674	12.398	12.465
4	13.732	12.520	12.272	12.681	12.402	12.472
5	13.721	12.527	12.278	12.687	12.407	12.479
6	13.727	12.534	12.276	12.683	12.414	12.485
7	13.723	12.539	12.283	12.675	12.419	12.488
8	13.730	12.545	12.290	12.679	12.427	12.493
9	13.737	12.549	12.289	12.669	12.428	12.492
10	13.744	12.540	12.275	12.674	12.430	12.494

Πίνακας 4.32: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Cardano)

Residuals (ADA)	Μεταβλητές					
Χρονικές Υστερήσεις K	<u>EUR</u>	<u>OIL</u>	<u>GLD</u>	<u>DJI</u>	<u>NVD</u>	<u>AMD</u>
1	-1.158	-2.332	-2.662	-2.169	-2.528	-2.497
2	-1.194	-2.327	-2.655	-2.165	-2.520	-2.490
3	-1.198	-2.321	-2.647	-2.161	-2.515	-2.484
4	-1.250	-2.319	-2.649	-2.157	-2.515	-2.482
5	-1.254	-2.312	-2.643	-2.150	-2.508	-2.475
6	-1.247	-2.305	-2.647	-2.165	-2.502	-2.468
7	-1.250	-2.331	-2.675	-2.196	-2.529	-2.502
8	-1.243	-2.324	-2.668	-2.189	-2.522	-2.494
9	-1.235	-2.327	-2.680	-2.182	-2.517	-2.492
10	-1.231	-2.321	-2.674	-2.175	-2.511	-2.485

Πίνακας 4.33: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: επιτόκιο Euribor ωρίμανσης μιας εβδομάδας)

Residuals (EUR)	Μεταβλητές		
Χρονικές Υστερήσεις K	<u>BTC</u>	<u>ETH</u>	<u>ADA</u>
1	-6.985	-6.974	-6.983
2	-7.038	-7.019	-7.039
3	-7.048	-7.027	-7.051
4	-7.112	-7.078	-7.127
5	-7.115	-7.083	-7.130
6	-7.108	-7.077	-7.123
7	-7.113	-7.083	-7.128
8	-7.109	-7.077	-7.123
9	-7.102	-7.070	-7.115
10	-7.098	-7.065	-7.114

Πίνακας 4.34: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή αργού πετρελαίου τύπου Brent)

Residuals (OIL)	Μεταβλητές		
Χρονικές Υστερήσεις K	BTC	ETH	ADA
1	4.001	4.234	4.229
2	4.003	4.239	4.233
3	4.003	4.240	4.236
4	4.008	4.247	4.239
5	4.013	4.253	4.244
6	4.015	4.258	4.251
7	3.993	4.257	4.231
8	3.991	4.256	4.238
9	3.996	4.261	4.242
10	3.999	4.262	4.245

Πίνακας 4.35: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: προκαθορισμένη τιμή χρυσού, 10.30 π.μ. Λονδίνο)

Residuals (GLD)	Μεταβλητές		
Χρονικές Υστερήσεις K	BTC	ETH	ADA
1	8.728	8.733	8.726
2	8.731	8.737	8.729
3	8.733	8.738	8.730
4	8.736	8.740	8.731
5	8.731	8.735	8.727
6	8.719	8.722	8.714
7	8.726	8.728	8.721
8	8.732	8.734	8.727
9	8.734	8.736	8.729
10	8.733	8.737	8.728

Πίνακας 4.36: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή δείκτη Dow Jones Industrial Average)

Residuals (DJI)	Μεταβλητές		
Χρονικές Υστερήσεις K	BTC	ETH	ADA
1	15.202	15.423	15.401
2	15.194	15.405	15.397
3	15.197	15.410	15.400
4	15.198	15.415	15.403
5	15.203	15.419	15.409
6	15.189	15.413	15.391
7	15.147	15.396	15.359
8	15.151	15.399	15.363
9	15.126	15.384	15.367
10	15.129	15.390	15.373

Πίνακας 4.37: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή μετοχής NVidia)

Residuals (NVD)	Μεταβλητές		
Χρονικές Υστερήσεις K	BTC	ETH	ADA
1	5.434	5.822	5.715
2	5.440	5.818	5.722
3	5.448	5.826	5.725
4	5.455	5.833	5.725
5	5.462	5.838	5.731
6	5.468	5.845	5.739
7	5.461	5.849	5.727
8	5.466	5.856	5.734
9	5.467	5.856	5.741
10	5.472	5.863	5.743

Πίνακας 4.38: Τιμές κριτηρίου Akaike για τα κατάλοιπα (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή μετοχής AMD)

Residuals (AMD)	Μεταβλητές		
Χρονικές Υστερήσεις K	BTC	ETH	ADA
1	4.453	4.5573	4.486
2	4.457	4.5569	4.491
3	4.464	4.564	4.497
4	4.472	4.572	4.503
5	4.476	4.577	4.509
6	4.482	4.584	4.516
7	4.479	4.583	4.514
8	4.483	4.586	4.518
9	4.489	4.589	4.525
10	4.495	4.596	4.531

Μετά τον καθορισμό των χρονικών υστερήσεων, πραγματοποιείται ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας ADF στα κατάλοιπα για κάθε ζεύγος κρυπτονομίσματος και μακροοικονομικής ή χρηματοοικονομικής μεταβλητής εκατέρωθεν. Στους Πίνακες 4.39 έως και 4.47 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου μοναδιαίας ρίζας ADF για τα κατάλοιπα των εξισώσεων μεταξύ ζευγών ενός κρυπτονομίσματος και μιας μακροοικονομικής ή χρηματοοικονομικής μεταβλητής:

Πίνακας 4.39: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Bitcoin)

	Residuals (BTC)					
Μεταβλητές	<u>EUR</u>	<u>OIL</u>	<u>GLD</u>	<u>DJI</u>	<u>NVD</u>	<u>AMD</u>
Τιμή t - στατιστικής	-1.961	-2.438	-0.922	-2.391	-1.102	-1.229

Πίνακας 4.40: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Ethereum)

	Residuals (ETH)					
Μεταβλητές	<u>EUR</u>	<u>OIL</u>	<u>GLD</u>	<u>DJI</u>	<u>NVD</u>	<u>AMD</u>
Τιμή t - στατιστικής	-1.985	-2.723	-0.749	-2.668	-1.779	-1.318

Πίνακας 4.41: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή Cardano)

	Residuals (ADA)					
Μεταβλητές	<u>EUR</u>	<u>OIL</u>	<u>GLD</u>	<u>DJI</u>	<u>NVD</u>	<u>AMD</u>
Τιμή t - στατιστικής	-1.362	-2.677	-0.266	-2.327	-1.624	-1.088

Πίνακας 4.42: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: επιτόκιο Euribor ωρίμανσης μιας εβδομάδας)

	Residuals (EUR)		
Μεταβλητές	<u>BTC</u>	<u>ETH</u>	<u>ADA</u>
Τιμή t - στατιστικής	-2.133	-2.162	-1.810

Πίνακας 4.43: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή αργού πετρελαίου τύπου Brent)

	Residuals (OIL)		
Μεταβλητές	<u>BTC</u>	<u>ETH</u>	<u>ADA</u>
Τιμή t - στατιστικής	-2.519	-2.758	-2.757

Πίνακας 4.44: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: προκαθορισμένη τιμή χρυσού, 10.30 π.μ. Λονδίνο)

	Residuals (GLD)		
Μεταβλητές	<u>BTC</u>	<u>ETH</u>	<u>ADA</u>
Τιμή t - στατιστικής	-2.051	-2.023	-2.060

Πίνακας 4.45: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή δείκτη Dow Jones Industrial Average)

	Residuals (DJI)		
Μεταβλητές	<u>BTC</u>	<u>ETH</u>	<u>ADA</u>
Τιμή t - στατιστικής	-2.274	-2.878	-2.346

Πίνακας 4.46: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή μετοχής NVidia)

	Residuals (NVD)		
Μεταβλητές	<u>BTC</u>	<u>ETH</u>	<u>ADA</u>
Τιμή t - στατιστικής	-0.762	-1.638	-1.416

Πίνακας 4.47: Τιμές t – στατιστικής των καταλοίπων (Εξαρτημένη μεταβλητή: τιμή μετοχής AMD)

	Residuals (AMD)		
Μεταβλητές	<u>BTC</u>	<u>ETH</u>	<u>ADA</u>
Τιμή t - στατιστικής	-1.571	-1.759	-1.562

Από τους Πίνακες 4.39 έως 4.47 παρατηρείται πως καμία t – στατιστική δεν είναι μικρότερη από την τιμή -3.25, με συνέπεια να μην μπορεί να απορριφθεί σε καμία από τις περιπτώσεις ότι τα κατάλοιπα δεν είναι στάσιμα σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Το ίδιο ισχύει και για την περίπτωση όπου το επίπεδο σημαντικότητας 10%, στο οποίο η κρίσιμη τιμή είναι -2.98. Το αποτέλεσμα είναι ότι δεν υπάρχουν ενδείξεις για την ύπαρξη αιτιότητας μεταξύ ενός εκ των τριών κρυπτονομισμάτων και μιας εκ των υπολοίπων μεταβλητών, με βάση ημερήσια δεδομένα από την 2/1/2020 έως και 26/7/2021.

Από την συγκεκριμένη ανάλυση προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα. Από τον έλεγχο μοναδιαίας ρίζας ADF, φαίνεται να υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις πως όλες οι μεταβλητές είναι μη στάσιμες στα επίπεδα, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Η επιλογή του κατάλληλου αριθμού χρονικών υστερήσεων έγινε μέσω του κριτηρίου Akaike. Αντιθέτως, με τον ίδιο έλεγχο στις πρώτες διαφορές, υπάρχει ισχυρή ένδειξη ότι οι χρονοσειρές είναι στάσιμες σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Σημειώνεται πως η ίδια μεθοδολογία ακολουθήθηκε και για την επιλογή των μέγιστων χρονικών υστερήσεων των πρώτων διαφορών.

Στην συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος αιτιότητα κατά Granger, με σκοπό τον έλεγχο ύπαρξης αιτιωδών σχέσεων μεταξύ κρυπτονομισμάτων και μακροοικονομικών, αλλά και χρηματοοικονομικών μεταβλητών. Η επιλογή των χρονικών υστερήσεων στους ελέγχους έγινε με βάση το κριτήριο Akaike. Το αποτέλεσμα ήταν ότι δεν υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις για

ύπαρξη αιτιωδών σχέσεων σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, παρά μόνο στην περίπτωση όπου η τιμή του Bitcoin αιτιάζει την τιμή του αργού πετρελαίου τύπου Brent σε επίπεδο σημαντικότητας 10%, χωρίς ωστόσο να είναι ισχυρή η σχέση αιτιότητας.

Κατόπιν, πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος συνολοκλήρωσης Engle - Granger μεταξύ των κρυπτονομισμάτων και των μακροοικονομικών, αλλά και χρηματοοικονομικών μεταβλητών, με σκοπό την πιθανή εύρεση μακροχρόνιας ισορροπίας. Η επιλογή των χρονικών υστερήσεων για τις εξισώσεις των καταλοίπων έγινε με βάση το κριτήριο Akaike. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, δεν φαίνεται να υπάρχουν ενδείξεις για μακροχρόνια ισορροπία σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, με αποτέλεσμα τα κρυπτονομίσματα και οι λοιπές μεταβλητές να αποκλίνουν μακροχρόνια.

Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν πρέπει να αποθαρρύνουν την περαιτέρω μελέτη και μελλοντική έρευνα πάνω στις μεταβλητές αυτές. Η επιλογή ενός διαφορετικού χρονικού ορίζοντα, ή διαφορετικής συχνότητας δεδομένων, όπως για παράδειγμα εβδομαδιαία ή μηνιαία δεδομένα, ενδέχεται να δώσει διαφορετικά αποτελέσματα στην έρευνα. Αξίζει να σημειωθεί πως και η επιλογή διαφορετικών μακροοικονομικών, αλλά και χρηματοοικονομικών μεταβλητών μπορεί να εξάγει μερικά χρήσιμα συμπεράσματα για την ερμηνεία της εξέλιξης της τιμής των κρυπτονομισμάτων.

4.6 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιήθηκαν η παρουσίαση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα. Στην συνέχεια έγιναν ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας, ο έλεγχος αιτιότητας κατά Granger και ο έλεγχος συνολοκλήρωσης μεταξύ των κρυπτονομισμάτων και των υπολοίπων μεταβλητών, με ημερήσια δεδομένα που ξεκινούν από τις 2 Ιανουαρίου 2020 έως και την 26η Ιουλίου 2021. Οι τιμές των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, είναι εκφρασμένες σε αμερικανικά δολάρια, με εξαίρεση το Euribor, το οποίο είναι εκφρασμένο σε ποσοστό.

Στην πρώτη ενότητα έγινε η παρουσίαση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην μετέπειτα έρευνα. Η παρουσίαση περιλάμβανε μια μικρή περιγραφή τους, διαγράμματα αυτών για την περίοδο που επιλέχθηκε να γίνει η έρευνα (2/1/2020 έως 26/7/2021) και μερικά στοιχεία περιγραφικής στατιστικής. Η οπτική απεικόνιση των μεταβλητών έχει ως σκοπό να δώσει μια πρόχειρη εικόνα για τα πιθανά αποτελέσματα που θα προκύψουν σε κάποια κομμάτια της έρευνας.

Στην συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση των κορρελογραμμάτων αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης των μεταβλητών, ως ένα πρώιμο στάδιο του ελέγχου στασιμότητας. Έπειτα, καθορίστηκε ο αριθμός των χρονικών υστερήσεων για κάθε μεταβλητή, που θα χρησιμοποιηθεί στο επαυξημένο έλεγχο Dickey – Fuller. Τα αποτελέσματα του ελέγχου έδειξαν ότι δεν μπορεί να απορριφθεί η υπόθεση της μη στασιμότητας στα επίπεδα σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Αντιθέτως είναι ισχυρές οι ενδείξεις για την στασιμότητα των μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 5% στις πρώτες διαφορές.

Κατόπιν, πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος αιτιότητας κατά Granger, με σκοπό την εύρεση σχέσεων αιτιότητας μεταξύ των κρυπτονομισμάτων και των υπολοίπων μακροοικονομικών και χρηματοοικονομικών μεταβλητών. Αφού επιλέχθηκε ο κατάλληλος αριθμός χρονικών υστερήσεων μέσω του AIC, για κάθε ζεύγος κρυπτονομίσματος και μακροοικονομικής ή χρηματοοικονομικής μεταβλητής, το αποτέλεσμα είναι πως δεν υπάρχουν ενδείξεις για κάποια αιτιώδη σχέση μεταξύ των παραπάνω σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Η μόνη ένδειξη για κάποια σχέση αιτιότητας είναι σε επίπεδο σημαντικότητας 10%, με την τιμή του Bitcoin να επηρεάζει κατά Granger τιμή του αργού πετρελαίου τύπου Brent ανά βαρέλι.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος συνολοκλήρωσης Engle – Granger μεταξύ κρυπτονομισμάτων και μακροοικονομικών και χρηματοοικονομικών μεταβλητών. Μετά την επιλογή του κατάλληλου αριθμού χρονικών υστερήσεων για τα τις εξισώσεις των καταλοίπων, το αποτέλεσμα του ελέγχου έδειξαν πως δεν υπάρχουν ενδείξεις μακροχρόνιας ισορροπίας μεταξύ κάποιου κρυπτονομίσματος με από τις μακροοικονομικές ή χρηματοοικονομικές μεταβλητές που επιλέχθηκαν, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Βιβλιογραφία

- Abbatemarco, N., De Rossi, L. M. & Salviotti, G., 2018. *An econometric model to estimate the value of a cryptocurrency network. The Bitcoin case.* [Online]
Available at: https://aisel.aisnet.org/ecis2018_rp/164/
- Agiakloglou, C. & Newbold, P., 1992. Empirical Evidence on Dickey – Fuller – Type Tests. *Journal Of time Series Analysis*, 13(6), pp. 471-483.
- Al Shehhi, A., Oudah, M. & Aung, Z., 2014. *Investigating factors behind choosing a cryptocurrency*, s.l.: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management.
- Alchian, A. A., 1977. 1. *Journal of Money, Credit and Banking*, 9(1), pp. 133-140.
- amd.com, n.d. *AMD.* [Online]
Available at: <https://www.amd.com/en>
- Ammous, S., 2018. *The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking.* s.l.:John Wiley & Sons.
- Antonopoulos, A. M., 2014. *Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies.* s.l.:O'Reilly Media, Inc.
- Aponte, A., 2018. *Reuters.com.* [Online]
Available at: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-barter/fish-for-flour-barter-is-the-new-currency-in-collapsing-venezuela-idUSKBN1JT1UM?il=0>
- Areddy, J. T., 2021. *The Wall Street Journal.* [Online]
Available at: <https://www.wsj.com/articles/china-creates-its-own-digital-currency-a-first-for-major-economy-11617634118>
- Atack, J., Passell, P. & Lee, S. P., 1994. *A New Economic View of American History: From Colonial Times to 1940.* s.l.:Norton.
- Aziz, A., 2019. Cryptocurrency: Evolution & Legal Dimension. *International Journal of Business, Economics and Law*, 18(4).
- Blockchain.com, 2021. *Confirmed Transactions Per Day.* [Online]
Available at: <https://www.blockchain.com/charts/n-transactions>
- Blockchain.com, 2021. *Crypto Prices, Bitcoin.* [Online]
Available at: <https://www.blockchain.com/prices/BTC?timeSpan=all&scale=0&style=line>
- Bordo, M. D., 1993. The Bretton Woods International Monetary System: An Historical Overview. In: M. D. Bordo & B. Eichengreen, eds. *A Retrospective on the Bretton Woods System: Lessons for International Monetary Reform.* s.l.:University of Chicago Press, pp. 3-108.
- Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index, 2021. *Bitcoin Mining Map.* [Online]
Available at: https://cbeci.org/mining_map

- Cardano.org, n.d. *What Is Ada?*. [Online]
Available at: <https://cardano.org/what-is-ada/>
- Cesarano, F., 2006. *Monetary Theory and Bretton Woods: The Construction of an International Monetary Order*. s.l.:Cambridge University Press.
- Chaum, D., 1983. Blind Signatures for Untraceable Payments. In: *Advances in Cryptology*. s.l.:Springer, pp. 199-203.
- China Government Network, 2021. *Liu He presided over the 51st meeting of the State Council Financial Stability and Development Committee*. [Online]
Available at: http://www.gov.cn/xinwen/2021-05/21/content_5610192.htm
- Chohan, U. W., 2017. *Assessing the Differences in Bitcoin & Other Cryptocurrency Legality Across National Jurisdictions*. [Online]
Available at: <https://ssrn.com/abstract=3042248>
- Coindesk.com, n.d. *Ethereum Price*. [Online]
Available at: <https://www.coindesk.com/price/ethereum>
- Coinmarketcap.com, n.d. *Cardano Price*. [Online]
Available at: <https://coinmarketcap.com/currencies/cardano/>
- Committee on Payments and Market Infrastructures, 2015. *Digital currencies*, s.l.: Bank for International Settlements.
- Crivellaro, F. & Spaans, J., 2019. *Bitcoin: A study on the determinants of the Bitcoin price development*. Bachelor Thesis, Linnaeus University, Växjö: s.n.
- D' Eprio, P. & Pinkowish, M. D., 1998. *What are the Seven Wonders of the World?: And 100 Other Great Cultural Lists--Fully Explicated*. s.l.:Anchor Books, A Division of Random House, Inc.
- Davies, G., 2002. *A history of money : from ancient times to the present day*. s.l.:University of Wales Press.
- Deardorff, A. V., 2016. *Deardorffs' Glossary of International Economics*. [Online]
Available at: <http://www-personal.umich.edu/~alandear/glossary/f.html>
- Dobeck, M. F. & Elliott, E., 2007. *Money*. s.l.:Greenwood Publishing Group.
- Enders, W., 1994. *Applied Econometric Times Series (Wiley Series in Probability and Statistics)*. 1st ed. s.l.:Wiley.
- Engert, W. & Fung, B. S. C., 2017. *Central Bank Digital Currency: Motivations and Implications*, s.l.: Bank of Canada.
- Engle, R. F. & Granger, C. W. J., 1987. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), pp. 251-276.
- Engle, R. F. & Yoo, B. S., 1987. Forecasting and testing in co-integrated systems. *Journal of Econometrics*, 35(1), pp. 143-159.
- Ethereum.org, n.d. *Ethereum Whitepaper*. [Online].

- Ethereum.org, n.d. *What Is Ether?*. [Online]
Available at: <https://ethereum.org/en/eth/>
- Etherscan.io, 2021. *Ethereum Daily Transactions Chart*. [Online]
Available at: <https://etherscan.io/chart/tx>
- European Central Bank, 1998. *Report on Electronic Money*, s.l.: European Central Bank.
- European Central Bank, 2017. *What is money?*. [Online]
Available at: https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me-more/html/what_is_money.en.html
- European Central Bank, 2020. *Gradual change seen in euro area payment behaviour*. [Online]
Available at:
<https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2020/html/ecb.pr201202~0645677cf6.en.html>
- European Central Bank, 2020. *Payments statistics: 2019*. [Online]
Available at:
<https://www.ecb.europa.eu/press/pr/stats/paysec/html/ecb.pis2019~71119b94d1.en.html>
- European Central Bank, 2020. *Study on the payment attitudes of consumers in the euro area (SPACE)*. [Online]
Available at:
<https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.spacereport202012~bb2038bbb6.en.pdf?05ce2c97d994fbcf1c93213ca04347dd>
- European Central Bank, 2021. *A digital euro*. [Online]
Available at: https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/html/index.en.html
- finance.yahoo.com, n.d. *Yahoo Finance*. [Online]
Available at: <https://finance.yahoo.com/>
- Focardi, S. M., 2018. *Money, what it is, how it's created, who gets it, and why it matters*. s.l.:Routledge.
- Franco, P., 2014. *Understanding Bitcoin: Cryptography, Engineering and Economics*. s.l.:John Wiley & Sons.
- Frankenfield, J. & Rasure, E., 2021. *Investopedia*. [Online]
Available at: <https://www.investopedia.com/terms/h/hot-wallet.asp>
- Fred Economic Data, n.d. *Fred Economic Data*. [Online]
Available at: <https://fred.stlouisfed.org/>
- Fuller, W. A., 1976. *Introduction to Statistical Time Series*. s.l.:John Wiley and Sons.
- Golin, J. & Delhaise, P., 2013. *The Bank Credit Analysis Handbook: A Guide for Analysts, Bankers and Investors*. 2nd ed. s.l.:John Wiley & Sons.
- Gomachas , R. M. M., 2019. *Cryptocurrency intermediation in Africa: towards a regulatory framework for cryptocurrency intermediaries*. Master Thesis, University of Western Cape, Cape Town: s.n.

Granger, C., 1969. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 37(3), pp. 424-438.

Granger, C., 1988. Some recent development in a concept of causality. *Journal of Econometrics*, 39(1-2), pp. 199-211.

Greco Jr., T., 2001. *Money: Understanding and Creating Alternatives to Legal Tender*. s.l.:Chelsea Green Publishing.

Greenberg, A., 2012. *This Machine Kills Secrets: How WikiLeaks, Cypherpunks and Hacktivists Aim to Free the World's Information*. s.l.:Virgin.

Hoang, P. & Ducie, M., 2018. *Cambridge IGCSE and O Level Economics 2nd edition*. 2nd ed. s.l.:Hodder Education.

Humphrey, C., 1985. Barter and Economic Disintegration. *Man New Series*, 20(1), pp. 48-72.

ig.com, n.d. *ig.com*. [Online]

Available at: <https://www.ig.com/en/glossary-trading-terms/brent-crude-definition>

Internet Archive Wayback Machine, 2013. *On the Identity Trail*. [Online]

Available at:

<https://web.archive.org/web/20131202223014/http://www.idtrail.org/content/view/28/>

Internet Archive Wayback Machine & Bureau of Engraving and Printing, 2009. *What is mutilated currency?*. [Online]

Available at:

<https://web.archive.org/web/20091018013943/http://www.bep.treas.gov/section.cfm/8/39>

Internet Archive Wayback Machine & Electronic Frontier Foundation, 1994. *Digicash Press Release*. [Online]

Available at:

https://web.archive.org/web/20150107040853/https://w2.eff.org/Privacy/Digital_money/?f=digicash.announce.txt

investopedia.com, n.d. *Investopedia*. [Online]

Available at: <https://www.investopedia.com/terms/d/djia.asp>

Judmayer, A., Stifter, N., Krombholz, K. & Weippl, E., 2017. *Blocks and Chains: Introduction to Bitcoin, Cryptocurrencies, and Their Consensus Mechanisms*. s.l.:Morgan & Claypool Publishers.

Kim, T., 2021. *Bloomberg*. [Online]

Available at: <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2021-04-14/nvidia-risks-a-reckoning-as-crypto-miners-deprive-gamers-of-graphics-cards>

Lansky, J., 2018. *Possible State Approaches to Cryptocurrencies*. [Online]

Available at:

https://www.researchgate.net/publication/322869220_Possible_State_Approaches_to_Cryptocurrencies

Lau, J. Y. F. & Smithin, J., 2002. The Role of Money in Capitalism. *Heterodox Perspectives on Money and the State*, Volume 32, pp. 5-22.

- McCallum, B. T., 1989. *Monetary Economics: Theory and Policy*. s.l.:Macmillan Pub. Co..
- McLeay, M., Radia, A. & Thomas, R., 2014. *Bank of England, Money creation in the modern economy, Quarterly Bulletin 2014 Q1*. [Online]
Available at: <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/quarterly-bulletin/2014/money%20creation-in-the-modern-economy.pdf?la=en&hash=9A8788FD44A62D8BB927123544205CE476E01654>
- Meshcheryakov, A. & Ivanov, S., 2020. Ethereum as a Hedge: The intraday analysis. *Economics Bulletin, AccessEcon*, 40(1), pp. 101-108.
- Mione, M. et al., 2020. *The Blockchain Galaxy*. [Online]
Available at: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/it/Documents/financial-services/Deloitte_Blockchain_galaxy.pdf
- Mishkin, F., 2014. *Economics of Money, Banking and Financial Markets, The (The Pearson Series in Economics)*. 11th ed. s.l.:Pearson.
- Mochizuki, T. & Stech, K., 2014. *Thw Wall Street Journal*. [Online]
Available at:
<https://www.wsj.com/articles/SB10001424052702303663604579504691512965308>
- Nakamoto, S., 2008. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. [Online]
Available at: <https://bitcoin.org/en/bitcoin-paper>
- Namecoin.org, n.d. *Namecoin*. [Online]
Available at: <https://www.namecoin.org/>
- Nofer, M., Gomber, P., Hinz, O. & Schiereck, D., 2017. Blockchain. *Business & Information Systems Engineering*, 59(3), pp. 183-187.
- nvidia.com, n.d. *Nvidia Web Page*. [Online]
Available at: <https://www.nvidia.com/en-gb/>
- O'Sullivan, A. & Sheffrin, S. M., 2007. *Economics: Principles in Action*. s.l.:Pearson/Prentice Hall.
- ResearchGate, n.d. *ResearchGate, Jan Lansky*. [Online]
Available at: <https://www.researchgate.net/profile/Jan-Lansky-2>
- Swan, M., 2015. *Blockchain: Blueprint for a new economy*. s.l.:O'Reilly Media, Inc.
- Taylor, M. B., 2017. The Evolution of Bitcoin Hardware. *Computer*, 50(9), pp. 58-66.
- The European Money Markets Institute, n.d. *Euribor*. [Online]
Available at: <https://www.emmi-benchmarks.eu/euribor-org/about-euribor.html>
- The European Money Markets Institute, χ.χ. *The European Money Markets Institute, Euribor*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.emmi-benchmarks.eu/euribor-org/euribor-rates.html>
- Wang, L. & Liu, Y., 2015. Exploring miner evolution in bitcoin network. *Passive and Active Measurement Conference (PAM)*, Volume 8995, pp. 290-302.

William, J. S., 1896. *Money and the mechanism of exchange*. s.l.:New York: D. Appleton and Company.

Wisniewski, T. P., Polasik, M., Kotkowski, R. & Moro, A., 2021. *Switching from Cash to Cashless Payments during the COVID-19 Pandemic and Beyond*. [Online]
Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3794790

Wray, L. R., 2015. *Modern Money Theory: A Primer on Macroeconomics for Sovereign Monetary Systems*. 2nd ed. s.l.:Palgrave Macmillan.

Ελληνική Δημοκρατία, 2001. *Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας. Τεύχος Δεύτερο, Άρθρο 2, Αρ. Φύλλου 255*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://www.et.gr/ids-nph/search/pdfViewerForm.html?args=5C7QrtC22wHgZlpqlooT4HdtvSoClrL8M3utSzAwPFh5MXD0LzQTLf7MGgcO23N88knBzLCmTXKaO6fpVZ6Lx3UnKl3nP8NxdnJ5r9cmWyJWelDvWS_18kAEhATUkJb0x1LIdQ163nV9K--td6SluRvl8fppFMDytQBjpfA64JS7IB_A9q040m7M2F4rQrQY

Κατωπόδης, Γ. Θ., 2020. *Σύγχρονα Συστήματα Κρυπτογράφησης με Εφαρμογή στα Κρυπτονομίσματα*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα: s.n.

Κλάγκος, Χ., 2018. *Η αλληλεπίδραση των κρυπτονομισμάτων και η σχέση τους με Ευρώ και χρυσό*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα: s.n.

Μαυρίδου, Π. -. Ι., 2018. *Κρυπτονομίσματα: Εισαγωγή και Ποιοτική Προσέγγιση*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη: s.n.

Ξυλογιάννης, Δ., 2019. *Ψηφιακά Νομίσματα και το μέλλον του χρήματος*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Πρέβεζα: s.n.

Παλτόγλου, Ε., 2005. *Αιτιότητα κατά Granger και συνολοκλήρωση μεταξύ συναλλαγματικής ισοτιμίας και δεικτών χρηματιστηρίων*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Πειραιάς: s.n.

Παπαδάκης, Ι. Μ., 1981. *Εισαγωγή στην Νομισματική θεωρία, Τόμος Α', Χρήμα και Οικονομική Πίστη*. s.l.:Εκδόσεις Αντ. Σάκκουλα.

Τράπεζα της Ελλάδος, 2017. *Τι είναι το χρήμα;*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.bankofgreece.gr/enimerosi/epeksigiseis/ti-einai-to-xrima>

Τραχανάς, Γ. Ι. & Βρεττού, Ι. Κ., 2019. *Κρυπτονομίσματα: Τεχνικά χαρακτηριστικά και συγκριτική μελέτη*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα: s.n.

Χρήστου, Γ. Κ., 2007. *Εισαγωγή στην Οικονομετρία (Δεύτερος Τόμος)*. 3η επιμ. s.l.:Gutenberg.