



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ
ΚΑΙ ΕΛΕΓΚΤΙΚΗ

Διπλωματική Εργασία

**ΟΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ BLOCKCHAIN**

της

ΡΑΦΑΗΛΙΑΣ ΚΕΛΕΠΙΡΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Ευστράτιος Λιβάνης

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος στην
Εφαρμοσμένη Λογιστική και Ελεγκτική

Θεσσαλονίκη 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ευστράτιο Λιβάνη για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου, την άψογη συνεργασία, και τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφερε για την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών, οι οποίοι συνέβαλαν τα μέγιστα στην απόκτηση των απαραίτητων εφοδίων για την επίτευξη των στόχων μου.

Ευχαριστώ επίσης την οικογένεια μου, που είναι δίπλα μου και με στηρίζει διαρκώς όλα αυτά τα χρόνια, τους γονείς μου Αναστάσιο και Ευαγγελία καθώς και την αδερφή μου Ζωή, στους οποίους και αφιερώνω την παρούσα εργασία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με την τεχνολογία Blockchain και τις εφαρμογές της στο χρηματοοικονομικό και στον ελεγκτικό τομέα. Το Blockchain αναπτύχθηκε πρόσφατα και έχει αρχίσει ήδη να διαδραματίζει καίριο ρόλο όχι μόνο στα πληροφοριακά συστήματα αλλά και στον οικονομικό κλάδο. Στον ελεγκτικό κλάδο, το Blockchain βρίσκει εφαρμογή αλλά ακόμη δεν έχει εδραιωθεί η χρήση του και υπάρχουν κίνδυνοι ασφαλείας. Βασική εφαρμογή του Blockchain είναι τα κρυπτονομίσματα, τα οποία είναι διαδικτυακά νομίσματα, που χρησιμοποιούνται κανονικά σε πληρωμές. Ταυτόχρονα, αρκετά από τα κρυπτονομίσματα έχουν εισαχθεί στο χρηματιστήριο, έχουν ανοδική πορεία και οι χρηματιστές προτιμούν σε μεγάλο βαθμό να επενδύουν σε αυτά. Στο πλαίσιο αυτό, θα αναλυθεί η πορεία δύο κύριων κρυπτονομισμάτων του Bitcoin και του Ethereum με βάση τα εργαλεία της τεχνικής ανάλυσης και τους αντίστοιχους δείκτες. Αναμφίβολα, η καινοτόμα αυτή τεχνολογία θα επηρεάσει την καθημερινότητα σε όλους τους τομείς και θα διευκολύνει τη δραστηριότητα των ανθρώπων.

Λέξεις – Κλειδιά: Blockchain, Κρυπτονομίσμα, Bitcoin, Ethereum, Τεχνική Ανάλυση, Ελεγκτική

ABSTRACT

This dissertation deals with Blockchain technology and its applications in the financial and auditing field. Blockchain was recently developed and has already begun to play a key role not only in the information systems but also in the financial industry. In the audit field, Blockchain is applicable but its use has not yet been established and there are security risks. The main application of Blockchain is cryptocurrencies, which are online currencies, which are normally used in payments. At the same time, several of the cryptocurrencies have been listed in the stock exchange, are on the rise and stockbrokers largely prefer to invest on them. In this context, the stock of the two main cryptocurrencies of Bitcoin and Ethereum will be analyzed based on the tools of technical analysis and the corresponding indicators. Undoubtedly, this innovative technology will affect everyday life and will facilitate all the activities.

Keywords: Blockchain, Cryptocurrency, Bitcoin, Ethereum, Technical Analysis, Audit

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ	1
1.1 Εισαγωγή - Σκοπός της Εργασίας	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	2
2.1 Ιστορικό Πλαίσιο	2
2.2 Τεχνολογία Κατανεμημένου Καθολικού (Distributed Ledger Technology)	4
2.3 Η τεχνολογία Blockchain	6
2.3.1 Ορισμός και Τρόπος Λειτουργίας της τεχνολογίας Blockchain	6
2.3.2 Κατανόηση των επιμέρους όρων της τεχνολογίας Blockchain	9
2.3.3 Κατηγορίες και τύποι της τεχνολογίας Blockchain	16
2.4 Αξιοποίηση της Τεχνολογίας Blockchain στην Ελεγκτική	20
2.4.1 Θεωρητικό πλαίσιο – Ελεγκτική	20
2.4.2 Μελέτη Περίπτωσης	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΑ	30
3.1 Κρυπτονομίσματα (Cryptocurrencies)	30
3.1.1 Ορισμός των κρυπτονομισμάτων	30
3.1.2 Λογιστική Αντιμετώπιση των κρυπτονομισμάτων	33
3.2 Κύρια Είδη Κρυπτονομισμάτων	36
3.2.1 Bitcoin (BTC)	36
3.2.2 Ethereum (ETH)	40
3.2.3 Ripple (XRP)	43
3.2.4 Litecoin (LTC)	45
3.2.5 Bitcoin Cash (BCH)	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ	48
4.1 Θεωρητικό Πλαίσιο	48
4.2 Διαγράμματα	49

4.3 Εργαλεία Τεχνικής Ανάλυσης.....	52
4.4 Διαγραμματική Ανάλυση.....	56
4.5 Τεχνικοί Δείκτες.....	62
4.6 Έρευνα.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	74
5.1 Συμπεράσματα – Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα.....	74
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	76
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	81

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.2.1.....	6
Πίνακας 2.3.2.1.....	16

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 4.1.2.1: Ημερήσιο Διάγραμμα Γραμμής.....	50
Διάγραμμα 4.1.2.2: Ημερήσιο Διάγραμμα Ράβδων.....	51
Διάγραμμα 4.1.2.3 Ημερήσιο Διάγραμμα Ιαπωνικών Ράβδων.....	52
Διάγραμμα 4.1.3.1: Ημερήσιος Όγκος Συναλλαγών.....	53
Διάγραμμα 4.1.3.2: Διαγραμματική Απεικόνιση Στήριξης και Αντίστασης.....	54
Διάγραμμα 4.1.3.3: Διαγραμματική Απεικόνιση Ανοδικής και Καθοδικής Γραμμής Τάσης...55	
Διάγραμμα 4.1.3.4: Διαγραμματική Απεικόνιση Ανοδικού και Καθοδικού Καναλιού.....	55
Διάγραμμα 4.1.4.1: Διαγραμματική Απεικόνιση Σχηματισμού Κεφάλι-Ωμοί.....	57
Διάγραμμα 4.1.4.2: Διαγραμματική Απεικόνιση Σχηματισμού Διπλής Κορυφής.....	58
Διάγραμμα 4.1.4.3: Διαγραμματική Απεικόνιση Σχηματισμού Διπλού Πυθμένα.....	59
Διάγραμμα 4.1.4.4: Διαγραμματική Απεικόνιση Σχηματισμού Συμμετρικού Τριγώνου.....	61
Διάγραμμα 4.1.6.1: Απεικόνιση της Πορείας του Bitcoin.....	68
Διάγραμμα 4.1.6.2: Απεικόνιση της Πορείας του Ethereum.....	70
Διάγραμμα 4.1.6.3: Απεικόνιση του Bitcoin σε σχέση με Γενικούς Δείκτες.....	73
Διάγραμμα 4.1.6.4: Απεικόνιση του Ethereum σε σχέση με Γενικούς Δείκτες.....	74

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

1.1 Εισαγωγή - Σκοπός της Εργασίας

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και η αυξανόμενη χρήση του διαδικτύου οδήγησε μια ομάδα προγραμματιστών υπό το ψευδώνυμο Satoshi Nakamoto να δημιουργήσει ένα διαδικτυακό πρωτόκολλο επικοινωνίας που ονομάζεται Bitcoin, το οποίο περιλαμβάνει κάποια μέσα για διαδικτυακές πληρωμές μέσω ενός συστήματος ηλεκτρονικών νομισμάτων. Με την επέκταση του Διαδικτύου και των εικονικών κοινοτήτων, τα διαδικτυακά νομίσματα απέκτησαν ευρεία απήχηση σύμφωνα και με τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας, καθώς είναι εικονικά και αποκεντρωμένα, δεν εκδίδονται δηλαδή από κάποια κυβέρνηση, τράπεζα ή άλλο οργανισμό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η χρήση του Bitcoin ως νόμισμα να αυξηθεί σημαντικά ως ένα τυπικό μέσο πληρωμής για τους παρόχους αγαθών στο διαδίκτυο.

Το Bitcoin στηρίζει τη λειτουργία του σε μια τεχνολογία που ονομάζεται Blockchain και ουσιαστικά πρόκειται για ένα κατακεντρωμένο καθολικό, όπου σε αυτό επιβεβαιώνονται, κατανέμονται και αποθηκεύονται οι συναλλαγές των συμμετεχόντων. Το πρωτόκολλο αυτό αποτελεί μια εφεύρεση που από τους περισσότερους θεωρείται τόσο σημαντική όσο ήταν και το διαδίκτυο και ενθαρρύνουν σε μεγάλο βαθμό την υιοθέτησή του. Παρόλο που υπάρχουν και οι κατακριτές της καινοτόμου αυτής τεχνολογίας, λόγω κυρίως των ζητημάτων ασφαλείας που προκύπτουν, είναι αδιαμφισβήτητη η μεγάλη απήχησης της και η σημασία της στο παγκόσμιο σύστημα και δίκτυο.

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τις εφαρμογές της τεχνολογίας Blockchain στο χρηματοοικονομικό αλλά και στον ελεγκτικό τομέα. Το Blockchain θα αποτελέσει στο μέλλον και σε πολλές περιπτώσεις αποτελεί ήδη το βασικό εργαλείο σε πληθώρα εργασιών και επαγγελμάτων. Όπως θα γίνει φανερό και μέσα από την εργασία, η καινοτόμα τεχνολογία του δίνει μια νέα διάσταση στην ποιότητα και στις υπηρεσίες που προσφέρουν οι επιχειρήσεις. Οι εργασίες επιτελούνται με μεγαλύτερη ακρίβεια και μπορούν να αποδώσουν πιο ουσιαστικά τα αποτελέσματα χωρίς αποκλίσεις και λάθη.

Στόχος της διπλωματικής είναι η κατανόηση της απήχησης που θα έχει η τεχνολογία του Blockchain στις οικονομικές υπηρεσίες τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Αρχικά, θα παρουσιαστεί μια ιστορική αναδρομή και στη συνέχεια θα γίνει ευρεία ανάλυση των συστατικών μερών του Blockchain. Ταυτόχρονα, θα γίνει μια αναφορά στις κατηγορίες και στους τύπους της τεχνολογίας, ώστε να γίνει διακριτός ο τρόπος λειτουργίας και ο ρόλος

που μπορεί να έχει. Στο ίδιο πλαίσιο, σημαντικό μέρος της εργασίας θα αποτελέσει και η ανάλυση των κρυπτονομίσματων, τα οποία αναπτύχθηκαν και λειτουργούν βάσει του πρωτοκόλλου του Blockchain και αποτελούν τη βασική εφαρμογή της τεχνολογίας στο χρηματοοικονομικό και επενδυτικό κλάδο. Θα υπάρξει επίσης μια ανάλυση σχετικά με την εφαρμογή της τεχνολογίας στον ελεγκτικό τομέα, ώστε μέσα από μια μελέτη περίπτωσης να γίνει κατανοητό πώς μπορούν να εκτελεστούν πιο γρήγορα και αποδοτικά οι ελεγκτικές διαδικασίες και να αποφευχθούν λάθη, με γνώμονα πάντα την κρίση και την αντίληψη του ελεγκτή.

Στη συνέχεια, θα αναλυθούν τα κύρια κρυπτονομίσματα, όπως για παράδειγμα το Bitcoin και το Ethereum, και θα δοθεί μια πρότυπη λογιστική αντιμετώπισή τους βάσει των ΔΛΠ και του γενικότερου λογιστικού πλαισίου. Όσον αφορά το ερευνητικό κομμάτι, θα γίνει μια προσέγγιση και προσπάθεια πρόβλεψης της μελλοντικής πορείας των κρυπτονομισμάτων Bitcoin και Ethereum, αρχικά με βάση τους τεχνικούς δείκτες και έπειτα σε σύγκριση με κάποιους δείκτες του χρηματιστηρίου.

Η ανάλυση που θα ακολουθήσει έγινε με σκοπό την εισαγωγή και την ενημέρωση των αναγνωστών σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας και την εδραίωση της τεχνολογίας του Blockchain, το οποίο έχει ήδη επηρεάσει την καθημερινότητα αρκετών ατόμων, κυρίως όσων ασχολούνται με αντίστοιχες δραστηριότητες. Πιο συγκεκριμένα, είναι αρκετά σημαντικό να υπάρξει πλήρης κατανόηση της μελλοντικής αλλά και της ήδη υπάρχουσας αλλαγής στον οικονομικό κλάδο και να μπορέσουν επενδυτές αλλά και ελεγκτές να ξεκινήσουν να το χρησιμοποιούν, ώστε να διευκολυνθούν στην εκτέλεση των εργασιών τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Ιστορικό Πλαίσιο

Ήδη από τις αρχές του 1981, υπήρξαν οι προσπάθειες να λυθούν τα προβλήματα που σχετίζονται με το διαδίκτυο, όπως αυτά της ιδιωτικότητας των προσωπικών δεδομένων και της ασφάλειας, με την ενσωμάτωση της κρυπτογραφίας. Ανεξαρτήτως από το πως σχεδιάστηκαν αυτές οι διαδικασίες, υπήρχαν πάντα προβλήματα λόγω του ότι εμπλέκονταν εξωτερικοί παράγοντες. Για παράδειγμα, η πληρωμή με πιστωτικές κάρτες μέσω του διαδικτύου ήταν μη

ασφαλής, επειδή οι χρήστες έπρεπε να γνωστοποιήσουν μεγάλο αριθμό των προσωπικών δεδομένων και τα έξοδα μεταφοράς ήταν υπερβολικά υψηλά ακόμη και για μικρές πληρωμές¹.

Το 1993 ο μαθηματικός David Chaum ανακάλυψε το «eCash», ένα ψηφιακό σύστημα πληρωμής, το οποίο κατέστησε δυνατή την πληρωμή μέσω διαδικτύου με ασφάλεια και ανωνυμία. Ήταν μια τόσο σημαντική ανακάλυψη που ακόμη και η Microsoft θέλησε να το συμπεριλάβει ως χαρακτηριστικό στο λογισμικό της². Το 1997 ο Nick Szabo έγραψε ένα άρθρο με όνομα «The God Protocols», όπου συλλογίστηκε τη δημιουργία του πιο σημαντικού πρωτοκόλλου, ενός που όρισε ο Θεός, ο οποίος αποτελεί και το τρίτο μέρος όλων των συναλλαγών. Η άποψή του ήταν ότι οι κάθε είδους συναλλαγές που γίνονται μέσω του διαδικτύου απαιτούν ένα άλμα πίστης (*leap of faith*), γιατί η υποδομή έχει έλλειψη της απαιτούμενης ασφάλειας και συχνά δεν έχει κάποιος άλλη επιλογή παρά να αντιμετωπίζει το μεσάζοντα σα να είναι θεότητα³.

Από την οικονομική κρίση του 2008 και τις εξελίξεις της παγκόσμιας χρηματοπιστωτικής βιομηχανίας, οργανισμοί, επιχειρήσεις και ιδρύματα βρίσκονταν σε κατάσταση αναταραχής. Προσπαθούσαν να μειώσουν τα λειτουργικά κόστη και να επιτύχουν αποτελεσματικότητα, λόγω του υψηλού κόστους συμμόρφωσης με τους κανονισμούς, καθώς και να αντιμετωπίσουν σκληρό ανταγωνισμό από τον τομέα της χρηματοοικονομικής τεχνολογίας. Τον Οκτώβριο του 2008 ένα άτομο ή πολλά άτομα μαζί με το ψευδώνυμο Satoshi Nakamoto σχεδίασαν ένα νέο πρωτόκολλο για ένα σύστημα ηλεκτρονικών μετρητών χρήστη με χρήστη (peer-to-peer), χρησιμοποιώντας το κρυπτονόμισμα Bitcoin. Αυτό το πρωτόκολλο εγκαθίδρυσε ένα σύνολο κανόνων με τη μορφή κατανεμημένων υπολογισμών, το οποίο διασφάλιζε την ακεραιότητα των δεδομένων που ανταλλάσσονταν, χωρίς να υπάρχει ένα αξιόπιστο τρίτο μέλος (μεσάζων). Η καινούρια αυτή καινοτομία προτάθηκε στο άρθρο του Nakamoto «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System»⁴. Το πρώτο Bitcoin «κόπηκε» στις 4 Ιανουαρίου 2009, η πρώτη πληρωμή πραγματοποιήθηκε στις 11 Ιανουαρίου και το λογισμικό κυκλοφόρησε ως ανοιχτού κώδικα στις 15, επιτρέποντας σε οποιονδήποτε με τις απαιτούμενες τεχνικές δεξιότητες να συμμετάσχει⁵. Αυτή η ανακάλυψη ενθουσίασε και εξέπληξε άπαντες και διαδόθηκε σε μικρό χρονικό διάστημα και ευρέως σε επιχειρήσεις,

¹ Tapscott και Tapscott (2016), *Blockchain Revolution*, 4.

² Van Wirdum (2018), «The Genesis Files: How David Chaum's eCash Spawned A Cypherpunk Dream».

³ Szabo (1997), «The God Protocols»: *All the parties would send their inputs to God. God would reliably determine the results and return the outputs. God being the ultimate in confessional discretion, no party would learn anything more about the other parties' inputs than they could learn from their own inputs and the output.*

⁴ Nakamoto (2008), «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System».

⁵ Evans-Greenwood, Hillard, Harper, Williams (2016), «Bitcoin, Blockchain & distributed ledgers», Deloitte, 5.

κυβερνήσεις, υπερασπιστές της προστασίας των προσωπικών δεδομένων και δημοσιογράφους.

Αυτό το πρωτόκολλο αποτελεί το θεμέλιο ενός αυξανόμενου αριθμού από παγκόσμια κατανεμημένα καθολικά (global distributed ledgers), που ονομάζονται αλυσίδες μπλοκ (blockchains), από τις οποίες το Bitcoin είναι η μεγαλύτερη⁶.

2.2 Τεχνολογία Κατανεμημένου Καθολικού (Distributed Ledger Technology)

Η τεχνολογία κατανεμημένου καθολικού, γνωστή ως Distributed Ledger Technology (DLT) τα τελευταία χρόνια είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και κυρίως χρησιμοποιείται για να περιγράψει την τεχνολογία Blockchain στη χρηματοοικονομική βιομηχανία. Αρχικά, είναι βασικό να αναφερθεί ότι το κατανεμημένο καθολικό (distributed ledger) αποτελεί έναν ευρύ όρο, ο οποίος αναφέρεται σε κοινόχρηστες βάσεις δεδομένων (shared databases) και επομένως τεχνικά όλα τα blockchains αποτελούν μέρος και υπάγονται σε αυτές τις κοινόχρηστες βάσεις. Παρότι τα blockchains αποτελούν κομμάτι των distributed ledgers δε συμβαίνει το αντίθετο, δηλαδή δεν είναι απαραίτητο τα distributed ledgers να αποτελούν blockchains - αυτό θα αναπτυχθεί περαιτέρω στη συνέχεια⁷.

Μια βασική διαφορά που θα βοηθήσει να κατανοήσει κάποιος τα distributed ledgers και τα blockchains είναι ότι ένα distributed ledger δεν αποτελείται απαραίτητα από ένα μπλοκ και μια οργανωμένη λίστα συναλλαγών, ώστε να συνεχίσει να αυξάνεται το καθολικό αλλά ένα blockchain είναι απαραίτητα ένα είδος κοινόχρηστης βάσης δεδομένων που αποτελείται από συναλλαγές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός distributed ledger είναι το R3's Corda, το οποίο δε χρησιμοποιεί μπλοκ συναλλαγών και σχεδιάστηκε για να καταγράφει και να διαχειρίζεται οικονομικές συμφωνίες και να τυποποιεί δεδομένα και επιχειρηματικές διαδικασίες, για χρηματοοικονομικές κυρίως περιπτώσεις⁸. Όσον αφορά το blockchain τα πιο χαρακτηριστικά και ευρέως γνωστά παραδείγματα είναι αυτά του Bitcoin και του Ethereum, που χρησιμοποιούν μπλοκ για να ενημερώσουν και να επικαιροποιήσουν την κοινόχρηστη βάση δεδομένων⁹.

⁶ Nakamoto (2008), «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System».

⁷ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 31.

⁸ Hearn και Brown (2019), «Corda: A distributed ledger».

⁹ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 31.

Το κατακευμαμένο καθολικό είναι ένα ψηφιακό αρχείο ιδιοκτησίας που διαφέρει από την παραδοσιακή τεχνολογία βάσης δεδομένων, καθώς δεν υπάρχει κεντρικός διαχειριστής ή κεντρική αποθήκη δεδομένων. Αντίθετα, το καθολικό αναπαράγεται μεταξύ πολλών διαφορετικών κόμβων σε ένα δίκτυο peer-to-peer, δηλαδή χρήστη με χρήστη, και κάθε συναλλαγή υπογράφεται μοναδικά με ένα ιδιωτικό κλειδί¹⁰. Ένα κατακευμαμένο καθολικό είναι ένας τύπος βάσης δεδομένων που εκτείνεται και κατακευματεί σε πάρα πολλούς ιστοτόπους. Οι εγγραφές/συναλλαγές που γίνονται αποθηκεύονται η μία μετά την άλλη και προστίθενται μόνο όταν όλοι οι συμμετέχοντες είναι σε απαρτία. Οι συνεπαγόμενες ιδιότητες που προκύπτουν από ένα κατακευμαμένο καθολικό είναι το γεγονός ότι δεν τροποποιούνται και δε διαγράφονται δεδομένα και ότι οι συμμετέχοντες δεν απαιτείται να εμπιστεύονται ο ένας τον άλλον¹¹.

Ένα σύστημα που υποστηρίζει κατακευμαμένα καθολικά μπορεί να χαρακτηριστεί σε τρεις διαστάσεις, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.2.1. Πρώτον, η εφαρμογή που χτίζεται πάνω στο καθολικό καθορίζει το μοντέλο δεδομένων και των στοιχείων που αποθηκεύονται σε αυτό. Το μοντέλο δεδομένων συλλαμβάνει, αποθηκεύει και υλοποιεί βασικές αφαιρέσεις δεδομένων, διευκολύνοντας την εφαρμογή να εκφράσει με λογική τα αποτελέσματά της. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή κρυπτογράφησης μπορεί να υιοθετήσει ένα μοντέλο λογαριασμού χρήστη που μοιάζει με τα παραδοσιακά τραπεζικά συστήματα. Δεύτερον, το σύστημα μπορεί να έχει ένα ή περισσότερα καθολικά που μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους. Μια μεγάλη επιχείρηση, για παράδειγμα, μπορεί να διαθέτει πολλαπλά καθολικά, ένα για κάθε τμήμα της, όπως για παράδειγμα στη μηχανική, στην εξυπηρέτηση πελατών, στην εφοδιαστική αλυσίδα, στη μισθοδοσία και σε άλλους κλάδους. Τρίτον, η ιδιοκτησία των καθολικών μπορεί να διαφέρει από εντελώς ανοιχτό στο κοινό έως αυστηρά ελεγχόμενο από ένα μόνο μέρος. Το Bitcoin, για παράδειγμα, είναι εντελώς ανοιχτό και, κατά συνέπεια, απαιτεί ακριβό πρωτόκολλο συναίνεσης για να προσδιορίσει ποιος μπορεί να ενημερώσει το καθολικό. Το Parity, από την άλλη πλευρά, προκαθορίζει ένα σύνολο ιδιοκτητών, οι οποίοι μπορούν να γράψουν στο καθολικό απλώς υπογράφοντας τα μπλοκ¹².

¹⁰ Seibold και Samman (2016), «Consensus Immutable agreement for the internet of value», 2.

¹¹ Kinkelin, Hauner, Niedermayer και Carle (2018), «Trustworthy Configuration Management for Networked Devices using Distributed Ledgers», 2.

¹² Dinh, Liu, Zhang, Chen, Ooi και Wang (2018), «Untangling Blockchain: A Data Processing View of Blockchain Systems», 1368.

Πίνακας 2.2.1

Μοντέλο Δεδομένων	Αριθμός Καθολικών	Ιδιοκτήτης	Παράδειγμα
Λογαριασμοί	Ένα	Διαχειριστής	Παραδοσιακά βιβλία που χρησιμοποιούνται σε χρηματοπιστωτικά ιδρύματα.
Περιουσιακά Στοιχεία	Πολλά	Ομάδα Χρηστών	Ιδιωτικό καθολικό που χρησιμοποιείται εντός ενός χρηματοπιστωτικού ιδρύματος ή μεταξύ μικρών ομάδων χρηματοπιστωτικών οργανισμών, όπως παγκόσμιων χρηματοοικονομικών υπηρεσιών.
Νομίσματα ή Λογαριασμοί	Ένα	Οποιοσδήποτε Χρήστης	Κρυπτονομίσματα, όπως το Bitcoin και το Ethereum.

2.3 Η τεχνολογία Blockchain

2.3.1 Ορισμός και Τρόπος Λειτουργίας της τεχνολογίας Blockchain

Το Blockchain, που αποδίδεται στα ελληνικά ως μπλοκ αλυσίδας ή αλυσίδα συστοιχιών ή τεχνολογία κατανεμημένης εγγραφής ή τεχνολογία κοινοποιήσεων, αποτελεί ένα συγκεκριμένο τύπο κατανεμημένου καθολικού (distributed ledger) κι έναν τρόπο παραγγελίας, εξακρίβωσης και επαλήθευσης συναλλαγών σε μπλοκ. Οι συναλλαγές γίνονται με ασφάλεια και προστατεύονται σε περίπτωση παραβίασης, αναθεώρησης ή επανάληψής τους. Με άλλα λόγια, είναι ένα κατανεμημένο ψηφιακό σύστημα που δίνει τη δυνατότητα να γίνονται διάφορες συναλλαγές, να καταγράφονται μόνιμα και να διανέμονται σε μια κοινότητα χωρίς να απαιτείται χειροκίνητη συμφωνία εγγραφής. Για την επίτευξη των παραπάνω, ένα δίκτυο υπολογιστών διατηρεί και επικυρώνει ένα αρχείο συναίνεσης αυτών των συναλλαγών με κρυπτογράφηση¹³. Μόλις πραγματοποιηθεί μια συναλλαγή, οι όροι της δεν μπορούν να ξαναγραφούν από κανένα συναλλασσόμενο μέρος.

Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία και τους διάφορους ορισμούς που έχουν κατά περιόδους εκφραστεί για το Blockchain παρατίθενται ενδεικτικά παρακάτω κάποιες διατυπώσεις. Με βάση την KPMG, το Blockchain είναι ένας τύπος κατανεμημένης βάσης δεδομένων καθολικών (distributed ledger database), που διατηρεί μια συνεχώς αναπτυσσόμενη και αυξανόμενη λίστα έγγραφων συναλλαγών ταξινομημένων σε μπλοκ, παρέχοντας προστασία έναντι παραβίασης και αναθεώρησής τους¹⁴. Βάσει της Deloitte, η τεχνολογία

¹³ Seibold και Samman (2016), «Consensus Immutable agreement for the internet of value», KPMG, 2.

¹⁴ Seibold και Samman (2016), «Consensus Immutable agreement for the internet of value», KPMG, 1.

Blockchain είναι το γενικό όνομα για την οικογένεια τεχνολογιών και λύσεων, που παρέχουν την ίδια λειτουργικότητα με το Bitcoin, αλλά χρησιμοποιούν διαφορετικές προσεγγίσεις για την εφαρμογή της λειτουργικότητας, για παράδειγμα μέσω εναλλακτικών αλγορίθμων¹⁵. Ένα blockchain είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει σε άτομα που δε γνωρίζουν το ένα το άλλο να εμπιστεύονται μια κοινόχρηστη καταχώρηση και εγγραφή γεγονότων. Αυτή η κοινόχρηστη εγγραφή, ή το καθολικό, διανέμεται σε ένα δίκτυο σε όλους τους συμμετέχοντες, οι οποίοι χρησιμοποιούν τους υπολογιστές τους για να επικυρώσουν τις συναλλαγές, και έτσι δεν υπάρχει η ανάγκη ενός εξωτερικού παράγοντα, που θα έχει το ρόλο του μεσάζοντα¹⁶. Με βάση τον ορισμό της PricewaterhouseCoopers (PwC), το Blockchain είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει την αποθήκευση και ανταλλαγή δεδομένων σε μία βάση peer-to-peer (P2P). Δομικά, τα δεδομένα του blockchain μπορούν να κοινοποιηθούν και είναι ασφαλή χάρη σε αλγόριθμους που βασίζονται στη συναίνεση των συμμετεχόντων. Χρησιμοποιείται με αποκεντρωμένο τρόπο και αφαιρεί την ανάγκη για μεσάζοντες ή αξιόπιστα τρίτα μέρη¹⁷.

Οι Tapscott και Tapscott στο βιβλίο τους *Blockchain Revolution* αναφέρουν ότι το Blockchain είναι ένα τεράστιο, παγκόσμιο κατακευματισμένο καθολικό ή μια βάση δεδομένων που λειτουργεί σε εκατομμύρια συσκευές και είναι ανοιχτό σε οποιονδήποτε, όπου όχι μόνο πληροφορίες αλλά και οτιδήποτε αξίζει μπορεί να μετακινηθεί και να αποθηκευτεί ιδιωτικά και με ασφάλεια¹⁸. Στο βιβλίο του *Mastering Blockchain* ο Bashir αναφέρει δύο ορισμούς σχετικά με το Blockchain, αρχικά έναν ορισμό, ώστε να γίνει κατανοητός από όλους, πιο ερασιτεχνικό (layman's definition), και στη συνέχεια έναν τεχνικό ορισμό, δηλαδή με συγκεκριμένη ορολογία (technical definition). Σύμφωνα με τον πρώτο, το Blockchain είναι ένα ολοένα αυξανόμενο και ασφαλές με κοινόχρηστες καταχωρήσεις σύστημα, στο οποίο κάθε χρήστης των δεδομένων κρατάει ένα αντίγραφο των εγγραφών, οι οποίες μπορούν να ενημερωθούν μόνο εάν όλοι οι συμμετέχοντες που συμμετείχαν σε μια συναλλαγή συμφωνήσουν να ανανεωθούν. Σύμφωνα με το δεύτερο ορισμό, το Blockchain είναι ένα peer-to-peer (χρήστη με χρήστη) distributed ledger (κατακευματισμένο καθολικό), το οποίο είναι κρυπτογραφικά ασφαλές, αμετάβλητο (είναι δύσκολο κάποιος να μπορέσει να το αλλάξει), τα δεδομένα προστίθενται σε αυτό με χρονολογική διαδοχική σειρά (append-only) και μπορεί να ανανεωθεί μόνο μέσω πρωτοκόλλου συναίνεσης μεταξύ των χρηστών¹⁹.

¹⁵ Evans-Greenwood, Hillard, Harper, Williams (2016), «Bitcoin, Blockchain & distributed ledgers», Deloitte, 9.

¹⁶ Grewal-Carr και Marshall (2016), «Blockchain: Enigma. Paradox. Opportunity», Deloitte, 5.

¹⁷ Adam-Kalfon και El Moutaouakil (2017), «Blockchain, a catalyst for new approaches in insurance», PwC, 6.

¹⁸ Tapscott και Tapscott (2016), *Blockchain Revolution*

¹⁹ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 16.

Το Blockchain είναι σχηματισμένο από ένα συνεχώς αυξανόμενο σύνολο μπλοκ δεδομένων και κάθε μπλοκ δεδομένων δημιουργείται από την επεξεργασία των πληροφοριών συναλλαγής με συγκεκριμένους αλγόριθμους κρυπτογράφησης. Οι συναλλαγές πραγματοποιούνται απευθείας μεταξύ των χρηστών και όχι μέσω ενός κεντρικού διακομιστή και κάθε πληροφορία συναλλαγών προωθείται σε όλους τους άλλους κόμβους (*nodes*). Κάθε κόμβος στο blockchain έχει δικαίωμα πρόσβασης σε ολόκληρη τη βάση δεδομένων και συμβάλλει στον υπολογισμό και στην επαλήθευση του νέου μπλοκ που δημιουργείται από τις συλλεγόμενες συναλλαγές. Διάφοροι αλγόριθμοι κρυπτογράφησης και μηχανισμοί συναίνεσης (*consensus mechanisms*) εφαρμόζονται για να εγγυηθούν τις εγγραφές στη βάση δεδομένων. Είναι εξαιρετικά δύσκολο για κάθε μεμονωμένο μέρος να παραβιάσει ή να διαγράψει τις εγγραφές, καθώς συσχετίζονται με κάθε έγγραφη συναλλαγή που έγινε πριν από αυτές. Το σύστημα είναι ασφαλές ενάντια στους επιτιθέμενους που προσπαθούν να το ελέγξουν διακυβεύοντας τον κεντρικό ελεγκτή. Επομένως, η τεχνική Blockchain επιτρέπει την πρόοδο και μια οικονομικά αποδοτική, εξαιρετικά ασφαλή και αξιόπιστη συναλλαγή, μεταξύ δύο έξυπνων συσκευών, χωρίς την ανάγκη κεντρικής αρχής, γεγονός που βελτιώνει το χρόνο διακανονισμού, από ημέρες σχεδόν στιγμιαία, με την ταυτόχρονη εξοικονόμηση των χρεώσεων ενός εκπροσώπου²⁰.

Το Blockchain είναι ένα πρωτόκολλο λογισμικού (*software protocol*) που δεν μπορεί να λειτουργήσει χωρίς το διαδίκτυο. Τα συστήματα που βασίζονται σε αλυσίδες blockchain αποτελούνται από πολλά κομμάτια, όπως εφαρμογές λογισμικού, βάσεις δεδομένων και πολλούς συνδεδεμένους υπολογιστές γνωστούς ως *lodgers* (φιλοξενούν δηλαδή τα παραπάνω). Παρόλο που το Blockchain θα μπορούσε να δημιουργηθεί με διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού, η Solidity, η οποία είναι μια αντικειμενοστρεφής γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, είναι η κύρια και πιο βασική γλώσσα προγραμματισμού για πολλούς προγραμματιστές blockchain²¹.

Η διαδικασία με την οποία λειτουργεί το blockchain ξεκινά από οποιονδήποτε χρήστη και πρόκειται για ένα αίτημα συναλλαγής αυτού, που μπορεί να αφορά κρυπτονομίσματα, συμβόλαια, εγγραφές ή άλλου είδους πληροφορίες. Στη συνέχεια, το αίτημα της συναλλαγής στέλνεται σε όλους τους χρήστες του δικτύου. Κατά τη διαδικασία επαλήθευσης που ακολουθεί, όλοι οι κόμβοι (*nodes*) επαληθεύουν τις συναλλαγές μέσω των κατακερματισμών

²⁰ Sun, Zhang, Feng, Yang, Cao και Imran (2019), «Blockchain-Enabled Wireless Internet of Things: Performance Analysis and Optimal Communication Node Deployment», 5792-5793.

²¹ Musleh, Yao και Muyeen (2019), «Blockchain Applications in Smart Grid-Review and Frameworks», 86748· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 23-25.

(hashes). Μόλις ολοκληρωθεί η επαλήθευση, η συναλλαγή περιέχεται σε ένα νέο μπλοκ που συνδέεται με το προηγούμενο blockchain και το καθιστά διαπερατό και αμετάβλητο. Η χρήση των hashes παρέχει μια αποτελεσματική μέθοδο για την ασφάλεια του blockchain. Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί ότι hackers έχουν καταφέρει να αλλάξουν πληροφορίες σε ένα μόνο μπλοκ και στη συνέχεια να υπολογίζουν εκ νέου τα hashes των μπλοκ που ακολουθούν στην αλυσίδα, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα. Για το λόγο αυτό, στη διαδικασία προστίθενται αρκετοί αλγόριθμοι που αποτελούν τους μηχανισμούς συναίνεσης (*consensus mechanisms*). Ουσιαστικά, γίνεται μια επαλήθευση των συναλλαγών πριν προστεθούν στα blockchain και έτσι αναπτύσσονται με ασφάλεια²².

2.3.2 Κατανόηση των επιμέρους όρων της τεχνολογίας Blockchain

Είναι σημαντικό να γίνουν κατανοητοί οι όροι που καλύπτουν την τεχνολογία Blockchain. Αρχικά, ένα μπλοκ (*block*) είναι απλώς μια επιλογή συναλλαγών ομαδοποιημένων και οργανωμένων λογικά. Μια συναλλαγή (*transaction*) είναι η καταγραφή ενός συμβάντος, για παράδειγμα, το γεγονός της μεταφοράς μετρητών από το λογαριασμό του αποστολέα στον λογαριασμό του δικαιούχου. Ένα μπλοκ αποτελείται από συναλλαγές και το μέγεθός του ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο και το σχεδιασμό του blockchain που χρησιμοποιείται. Μια αναφορά σε ένα προηγούμενο μπλοκ περιλαμβάνεται επίσης στο μπλοκ εκτός εάν είναι ένα μπλοκ γένεσης. Ένα μπλοκ γένεσης (*genesis block*) είναι το πρώτο μπλοκ στο blockchain που είναι κωδικοποιημένο ακριβώς τη στιγμή που ξεκίνησε το μπλοκ. Η δομή ενός μπλοκ εξαρτάται επίσης από τον τύπο και το σχεδιασμό ενός blockchain. Γενικά, υπάρχουν μόνο μερικά χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα για τη λειτουργικότητα ενός μπλοκ, η *block header* (κεφαλίδα του μπλοκ), η *timestamp* (χρονική στιγμή), το *nonce*, η *Merkle root* και το *block body* (σώμα μπλοκ), που περιέχει συναλλαγές²³.

Το *nonce* είναι ένα μοναδικό αναγνωριστικό/αριθμός που δημιουργείται και χρησιμοποιείται μόνο μία φορά στο δίκτυο²⁴. Το *nonce* χρησιμοποιείται εκτενώς σε πολλές κρυπτογραφικές λειτουργίες για να παρέχει προστασία επανάληψης, έλεγχο ταυτότητας και κρυπτογράφηση. Στο Blockchain, χρησιμοποιείται σε αλγόριθμους συναίνεσης PoW και για

²² Salman, Zolanvari, Erbad, Jain και Samaka (2019), «Security Services Using Blockchains: A State of the Art Survey», 860· και Musleh, Yao και Muyeen (2019), «Blockchain Applications in Smart Grid-Review and Frameworks», 86748.

²³ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 19.

²⁴ Seibold και Samman (2016), «Consensus Immutable agreement for the internet of value», KPMG, 18.

την προστασία επανάληψης συναλλαγών. Η *Merkle root* (ρίζα Merkle) είναι ο τεμαχισμός (*hash*) όλων των κόμβων ενός Merkle tree (δέντρου Merkle). Τα δέντρα Merkle χρησιμοποιούνται συνήθως για την επαλήθευση των συναλλαγών με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα. Η Merkle root σε ένα blockchain υπάρχει στην ενότητα κεφαλίδας μπλοκ. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται επαλήθευση μόνο της ρίζας Merkle για την επαλήθευση όλων των συναλλαγών που υπάρχουν στο δέντρο Merkle αντί για επαλήθευση όλων των συναλλαγών μία προς μία²⁵.

Με τον όρο *node* (κόμβος) σε ένα δίκτυο blockchain εκτελούνται διάφορες λειτουργίες ανάλογα με το ρόλο που αναλαμβάνει. Ένας κόμβος μπορεί να προτείνει και να επικυρώνει συναλλαγές για να διευκολύνει τη συναίνεση και να διασφαλίζει το blockchain. Αυτός ο στόχος επιτυγχάνεται ακολουθώντας ένα πρωτόκολλο συναίνεσης (πιο συχνά ακολουθείται το PoW). Οι κόμβοι μπορούν επίσης να εκτελέσουν κι άλλες λειτουργίες, όπως απλή επαλήθευση πληρωμής (*lightweight nodes*), επικύρωση και πολλές άλλες λειτουργίες ανάλογα με τον τύπο του blockchain που χρησιμοποιείται και τον ρόλο που έχει ανατεθεί στον κόμβο. Οι κόμβοι εκτελούν επίσης μια λειτουργία υπογραφής της συναλλαγής. Οι συναλλαγές δημιουργούνται αρχικά από τους κόμβους και στη συνέχεια υπογράφονται επίσης ψηφιακά από κόμβους χρησιμοποιώντας ιδιωτικά κλειδιά ως απόδειξη ότι είναι ο νόμιμος κάτοχος του στοιχείου που επιθυμούν να μεταφέρουν σε κάποιον άλλον στο δίκτυο blockchain. Αυτό το στοιχείο είναι συνήθως ένα σύμβολο ή ένα εικονικό νόμισμα, όπως το Bitcoin, αλλά μπορεί επίσης να είναι οποιοδήποτε πραγματικό στοιχείο²⁶.

Ο όρος *peer-to-peer*, δηλαδή χρήστης με χρήστη, εννοεί ότι δεν υπάρχει κάποιος κεντρικός ελεγκτής στο δίκτυο και ότι όλοι οι συμμετέχοντες επικοινωνούν μεταξύ τους άμεσα. Αυτή η ιδιότητα επιτρέπει στις συναλλαγές μετρητών να γίνονται απευθείας ανάμεσα στα μέλη χωρίς την παρεμβολή τρίτων, όπως μιας τράπεζας²⁷. Όπως περιγράφει και ο Nakamoto μια *peer-to-peer* έκδοση ηλεκτρονικών μετρητών θα επέτρεπε την αποστολή διαδικτυακών πληρωμών απευθείας από το ένα μέρος στο άλλο χωρίς να περάσει από κάποιο χρηματοοικονομικό ίδρυμα²⁸.

Στη συνέχεια, αξίζει να γίνει κατανοητός ο όρος *append-only*, που σημαίνει ότι τα δεδομένα μπορούν μόνο να προστίθενται στο blockchain με χρονολογική διαδοχική σειρά. Αυτή η ιδιότητα συνεπάγεται ότι εάν μια φορά τα δεδομένα προστεθούν στο blockchain, είναι

²⁵ Nakamoto (2008), «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System»· Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 19.

²⁶ Nakamoto (2008), «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System»· Swan (2015) *Blockchain: Blueprint for a New Economy*, Preface,x· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 22.

²⁷ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 16.

²⁸ Nakamoto (2008), «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System».

σχεδόν αδύνατο να τα αλλάξεις και μπορούν πρακτικά να θεωρηθούν αμετάβλητα. Παρόλα αυτά, μπορούν να αλλάξουν σε σπάνιες περιπτώσεις, εκεί όπου το σύνολο των ενεργειών εναντίον του δικτύου επιτύχουν να κερδίσουν πάνω από το 51 τις εκατό της ισχύος του²⁹. Μπορεί να υπάρξουν και κάποιοι νόμιμοι και έγκυροι λόγοι για να μεταβληθούν τα δεδομένα, αφού εκείνα έχουν προστεθεί, όπως το δικαίωμα να ξεχαστούν ή το δικαίωμα να διαγραφούν, όπως ορίζεται στο Γενικό Κανονισμό για την Προστασία των Δεδομένων (GDPR)³⁰. Ωστόσο, αυτές είναι κάποιες μεμονωμένες περιπτώσεις, που αντιμετωπίζονται ξεχωριστά και απαιτούν μια ιδιαίτερη τεχνική λύση.

Βασικό και αναπόσπαστο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας Blockchain είναι ο όρος *cryptography* (κρυπτογράφηση), που κυρίως χρησιμοποιείται για να προσφέρει υπηρεσίες εχεμύθειας κι εμπιστευτικότητας (*confidentiality*), οι οποίες προσφέρουν τη βεβαιότητα ότι οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες μόνο στις εξουσιοδοτημένες οντότητες. Ταυτόχρονα, προσφέρονται ακεραιότητα (*integrity*), καθώς οι πληροφορίες μπορούν να αλλάξουν μόνο από εξουσιοδοτημένες οντότητες και επιβεβαίωση της γνησιότητας (*authentication*), της ταυτότητας των οντοτήτων και της εγκυρότητας των μηνυμάτων. Υπάρχουν δύο είδη ελέγχου ταυτότητας, αυτός των οντοτήτων (συμμετεχόντων) και αυτός της προέλευσης των δεδομένων. Στο ίδιο πλαίσιο, οι συμμετέχοντες δεν έχουν το δικαίωμα να αρνηθούν μια προηγούμενη δέσμευση ή πράξη, εφόσον υπάρχουν αδιαμφισβήτητες ενδείξεις ότι συνέβη και μπορεί να επιβεβαιωθεί, καθώς αναλαμβάνουν τις ευθύνες τους, αφού οι πράξεις που επηρεάζουν την ασφάλεια του συστήματος μπορούν να αποδοθούν στα υπεύθυνα μέρη³¹.

Το Blockchain χρησιμοποιεί ασύμμετρη κρυπτογράφηση για να πιστοποιήσει τη γνησιότητα, να επαληθεύσει και να επικυρώσει τις συναλλαγές, χωρίς να αποκαλύψει τις ταυτότητες των χρηστών. Η ασύμμετρη κρυπτογράφηση εισήχθη αρχικά από τους Diffie και Hellman το 1975 και εξακολουθεί να υιοθετείται ευρέως. Η ασύμμετρη κρυπτογράφηση επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικά κλειδιά, ένα δημόσιο κι ένα ιδιωτικό. Κάθε χρήστης διατηρεί μυστικά ένα ιδιωτικό κλειδί και το δημόσιο κλειδί είναι διαθέσιμο στο δίκτυο του blockchain. Τα κλειδιά χρησιμοποιούνται για να λειτουργούν με τα μηνύματα που υποστηρίζουν τις λειτουργίες της κρυπτογράφησης και αποκρυπτογράφησης. Το δημόσιο κλειδί χρησιμοποιείται ως διεύθυνση του αποστολέα όταν ο αποστολέας ξεκινά και μεταδίδει ένα μήνυμα συναλλαγής. Το μήνυμα αποτελείται από δύο στοιχεία, πρώτον από το ίδιο το μήνυμα και δεύτερον από την κρυπτογραφημένη ψηφιακή υπογραφή του μηνύματος που

²⁹ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 17.

³⁰ «Γενικός Κανονισμός για την Προστασία των Δεδομένων», Άρθρα 16 και 17.

³¹ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 60-68.

αντιστοιχεί στην τιμή *hash*, η οποία υπογράφεται από το ιδιωτικό κλειδί. Ο παραλήπτης πρέπει να δημιουργήσει την τιμή *hash* του μηνύματος και έπειτα να αποκρυπτογραφήσει το μήνυμα χρησιμοποιώντας το δημόσιο κλειδί του αποστολέα. Όταν και οι δύο τιμές *hash* συγχρονιστούν, τότε η συναλλαγή εγκρίνεται. Για να αποφευχθούν οι διπλές δαπάνες στη συναλλαγή, το blockchain χρησιμοποιεί ένα ιστορικό συναλλαγών λογαριασμού χρηστών και μια διαδικασία κινήτρων. Η συναλλαγή αντιστοιχεί στην τιμή *hash*, που είναι ψηφιακά υπογεγραμμένη και έπειτα το δίκτυο μπορεί να διακρίνει ότι οι λογαριασμοί ανήκουν στο χρήστη, αφού το ιστορικό των συναλλαγών είναι διαθέσιμο στο κοινό³².

Με τον όρο *hash* εννοείται ουσιαστικά η ψηφιακή υπογραφή που συνδέεται με τη διεύθυνση του αποστολέα. Πρόκειται για ένα μαθηματικό μετασχηματισμό που μετατρέπει μεγάλα έγγραφα κειμένου και άλλους χαρακτήρες σε μια πολύ μικρότερη, σταθερή σειρά συμβολοσειράς κειμένου και αριθμών. Είναι μοναδικό για το πρωτότυπο έγγραφο και μπορεί να αποθηκευτεί στο blockchain σε πολύ λιγότερο χώρο³³. Οι αλγόριθμοι *hash* χρησιμοποιούνται για να βεβαιωθεί ότι όλα τα μπλοκ είναι καλά διαμορφωμένα και δεν παραβιάζονται, και έτσι το blockchain διατηρείται ασφαλές και ουσιαστικά άθραυστο³⁴. Ένα *hash* αντιπροσωπεύει το ακριβές περιεχόμενο του αρχικού αρχείου. Οποιαδήποτε στιγμή το περιεχόμενο πρέπει να επιβεβαιωθεί ξανά, ο ίδιος αλγόριθμος εκτελείται πάνω από το αρχείο και η υπογραφή *hash* θα είναι η ίδια εάν το αρχείο δεν έχει αλλάξει³⁵.

Μπορεί να γίνει μια μικρή αναφορά στους πιο γνωστούς αλγορίθμους *hash* (SHAs). Αρχικά, το SHA-0 πρόκειται για μια συνάρτηση 160-bit που εισήγαγε η NIST το 1993. Το SHA-1 εισήχθη το 1995 από τη NIST ως αντικατάσταση του SHA-0 και αποτελεί επίσης μια λειτουργία *hash* 160-bit. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το SHA-1 δε θεωρείται πλέον ασφαλές και καταργείται από τις αρχές έκδοσης πιστοποιητικών. Το SHA-2 περιλαμβάνει τέσσερις συναρτήσεις που καθορίζονται από τον αριθμό bits του *hash*: SHA-224, SHA-256, SHA-384 και SHA-512. Το SHA-3 αποτελείται από τα SHA-3-224, SHA-3-256, SHA-3-384 και SHA-3-512. Το SHA-3 είναι μια τυποποιημένη έκδοση NIST του Keccak. Η Keccak χρησιμοποιεί μια νέα προσέγγιση που ονομάζεται *sponge construction* (κατασκευή σφουγγαριών) αντί του μετασχηματισμού Merkle-Damgard που χρησιμοποιείται συνήθως³⁶.

³² Upadhyay Nitin (2019), *UnBlock the Blockchain*, 17.

³³ Grewal-Carr και Marshall (2016), «Blockchain: Enigma. Paradox. Opportunity», Deloitte, 23.

³⁴ Beck, Czepluch, Lollike, και Malone (2016), «Blockchain – The Gateway to Trustfree Cryptographic Transactions», 5.

³⁵ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 105· και Swan (2015), *Blockchain: Blueprint for a New Economy*, 37· και Salman, Zolanvari, Erbad, Jain και Samaka (2019), «Security Services Using Blockchains: A State of the Art Survey», 861.

³⁶ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 105

Το *mining* (εξόρυξη) είναι μια διαδικασία με την οποία προστίθενται νέα μπλοκ στο blockchain. Τα μπλοκ περιέχουν συναλλαγές που επικυρώνονται μέσω της διαδικασίας mining από τους κόμβους εξόρυξης στο δίκτυο. Τα μπλοκ, μετά την «εξόρυξη» και την επαλήθευση προστίθενται στο blockchain και έτσι εκείνο αναπτύσσεται. Σε ορισμένες από τις εφαρμογές blockchain, όπως στο Bitcoin, ο miner που δημιουργεί το πρώτο έγκυρο μπλοκ επιβραβεύεται. Αυτή η επιβράβευση δίνεται από το σύστημα και εντάσσεται γενικά στους όρους σχετικά με τα χρήματα για οικονομικές εφαρμογές. Το mining είναι μια από τις πιο βασικές έννοιες της τεχνολογίας Blockchain. Επιτρέπει στους κόμβους να δημιουργούν μπλοκ που θα επικυρωθούν και από άλλους. Εάν το νέο μπλοκ είναι έγκυρο, επισυνάπτεται στη βάση δεδομένων blockchain. Οι κόμβοι (nodes) που προσπαθούν να δημιουργήσουν μπλοκ ονομάζονται «κόμβοι εξόρυξης» (mining nodes). Οι κόμβοι εξόρυξης προσπαθούν να επικυρώσουν τις συναλλαγές και να δημιουργήσουν ένα νέο μπλοκ όσο πιο γρήγορα γίνεται για να κερδίσουν την ανταμοιβή³⁷.

Ο όρος *consensus mechanism* (μηχανισμός συναίνεσης) είναι μια μέθοδος ελέγχου ταυτότητας και επικύρωσης μιας αξίας ή συναλλαγής σε ένα blockchain ή ένα κατακεντρωμένο καθολικό χωρίς την ανάγκη να εμπιστεύεται κάποιος ή να βασίζεται σε μια κεντρική αρχή. Οι μηχανισμοί συναίνεσης είναι βασικοί στη λειτουργία οποιουδήποτε blockchain ή κατακεντρωμένου καθολικού³⁸. Ο Edward Shils, διακεκριμένος ακαδημαϊκός πάνω στην κοινωνιολογία και στην κοινωνική σκέψη, σε έκθεσή του «The Concept of Consensus» αναφέρει ότι χρειάζονται τα ακόλουθα τρία πράγματα, ώστε να λαμβάνονται αποφάσεις χωρίς συγκρούσεις: αρχικά, οι συμμετέχοντες θα πρέπει να ακολουθούν και να αποδέχονται τους συμφωνημένους κανόνες και κάθε είδους νόμους και κανονισμούς, δεύτερον να αποδέχονται τα ιδρύματα και τους οργανισμούς που εφαρμόζουν αυτούς τους νόμους και κανονισμούς και τρίτον να έχουν μια αίσθηση ταυτότητας και ενότητας, να αναγνωρίζουν και να σέβονται τα μέλη και να συμφωνούν στην ισότητά τους για να επιτευχθεί η συναίνεση³⁹. Η έννοια της συναίνεσης πλέον έχει μεταφερθεί και στην επιστήμη των υπολογιστών και κυρίως προσδιορίζει την τεχνολογία κατακεντρωμένου καθολικού.

Στα κατακεντρωμένα καθολικά, ένας μηχανισμός συναίνεσης είναι ο τρόπος με τον οποίο η πλειοψηφία των μελών του δικτύου συμφωνούν για την αξία των δεδομένων ή μιας

³⁷ Salman, Zolanvari, Erbad, Jain και Samaka (2019), «Security Services Using Blockchains: A State of the Art Survey», 860· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 167· και Christidis και Devetsikiotis (Μάιος 2016), «Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things», 2293-2295.

³⁸ Seibold και Samman (2016), «Consensus Immutable agreement for the internet of value», KPMG, 1.

³⁹ Salman, Zolanvari, Erbad, Jain και Samaka (2019), «Security Services Using Blockchains: A State of the Art Survey», 862-863· και Upadhyay Nitin (2019), *UnBlock the Blockchain*, 18.

προτεινόμενης συναλλαγής, η οποία στη συνέχεια ενημερώνει το καθολικό. Με άλλα λόγια, ένας μηχανισμός συναίνεσης είναι ένα σύνολο κανόνων και διαδικασιών που διατηρεί ένα λογικό και συνεκτικό σύνολο γεγονότων μεταξύ των συμμετεχόντων κόμβων. Οι αλγόριθμοι συναίνεσης επιτρέπουν στα συνδεδεμένα μηχανήματα να συνεργάζονται ως ομάδα που μπορεί να επιβιώσει ακόμη και αν κάποια από τα μέλη της αποτύχουν. Αυτή η ανοχή αποτυχίας είναι ένα άλλο μεγάλο πλεονέκτημα των blockchain και των κατανεμημένων καθολικών⁴⁰.

Οι αλγόριθμοι συναίνεσης έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί κατά κόρον στη βιομηχανία σήμερα. Οι τέσσερις πιο γνωστοί αλγόριθμοι συναίνεσης είναι αυτοί που παρατίθενται παρακάτω. Πρώτον, ο αλγόριθμος Proof of Work (PoW) είναι ο πιο γνωστός και ευρέως χρησιμοποιούμενος αλγόριθμος στις διάφορες εφαρμογές του blockchain. Με τον PoW, οι *miners* (δηλαδή άτομα που ασχολούνται και χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογικές μεθόδους για να εκδώσουν κάποιες εικονικές ποσότητες κρυπτονομισμάτων) αποφασίζουν την προσθήκη των νέων μπλοκ. Το Bitcoin και το Ethereum είναι οι δύο πιο δημοφιλείς χρήστες του αλγορίθμου συναίνεσης PoW. Δεύτερον, χρησιμοποιείται πολύ ο αλγόριθμος συναίνεσης Proof of Stake (PoS), στον οποίο δεν υπάρχουν *miners* κι επομένως η διαδικασία επικύρωσης γίνεται μέσω των *validator* (επικυρωτών) με βάση το μερίδιό τους στη δημιουργία μπλοκ. Έτσι, όποιος διαθέτει κάποιο αγαθό στις συναλλαγές θα μπορούσε να είναι *validator* αυτών. Σε αντίθεση με τον PoW, αυτός ο αλγόριθμος παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση της ενέργειας και του χρόνου που καταναλώνεται στη διαδικασία συναίνεσης. Παρ' όλα αυτά, ο PoS δεν είναι ακόμη αρκετά έτοιμος, ώστε να ασκηθεί στη βιομηχανία όπως ο PoW. Τρίτον, ο αλγόριθμος Proof of Authority (PoA) επιτρέπει μόνο εγκεκριμένους λογαριασμούς και χρήστες να μπορούν να τοποθετήσουν νέες συναλλαγές στα μπλοκ. Έτσι, αυτή η προσέγγιση θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένα πιο συγκεντρωτικό πρότυπο, το οποίο παρέχει μια ταχύτερη διαδικασία συναίνεσης. Τέταρτον, στον αλγόριθμο Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT) ένα πρωταρχικό και ένα δευτερεύον αντίγραφο χρησιμοποιούνται στη διαδικασία συναίνεσης. Το δευτερεύον αξιολογεί συνεχώς τις πρωταρχικές αποφάσεις στα μπλοκ και εκτελεί οποιεσδήποτε απαραίτητες ενέργειες εάν το πρωτογενές διακυβεύεται και τίθεται σε κίνδυνο⁴¹.

Τα *smart contracts* (έξυπνα συμβόλαια) ορίστηκαν από το Szabo ως ένα ηλεκτρονικό πρωτόκολλο συναλλαγών, που εκτελεί τους όρους μιας σύμβασης και αποτελούν βασικά

⁴⁰ Seibold και Samman (2016), «Consensus Immutable agreement for the internet of value», KPMG, 3.

⁴¹ Mingxiao, Xiaofeng, Zhe, Xiangwei και Qijun (2017), «A review on consensus algorithm of blockchain», 2567-2572· και Musleh, Yao και Muyeen (2019), «Blockchain Applications in Smart Grid-Review and Frameworks», 86749· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 37-39.

στοιχεία της τεχνολογίας Blockchain. Ουσιαστικά, πρόκειται για μια συλλογή εκτελέσιμων κωδικών που τρέχει στην πλατφόρμα τεχνολογίας καταμετρημένου καθολικού και ξεκλειδώνονται μόνο όταν πληρούνται προκαθορισμένες συνθήκες. Τα έξυπνα συμβόλαια είναι σε θέση να επεξεργάζονται δεδομένα, να διευθύνουν και να διαχειρίζονται συναλλαγές⁴². Ένα έξυπνο συμβόλαιο είναι ένα ασφαλές πρόγραμμα υπολογιστή, χωρίς τέλος, και αντιπροσωπεύει μια συμφωνία που είναι αυτόματα εκτελέσιμη και εκτελεστή. Επομένως, πρόκειται για ένα πρόγραμμα που είναι γραμμένο σε μια γλώσσα που μπορεί να κατανοήσει ένας υπολογιστής. Επίσης, περιλαμβάνει συμφωνίες μεταξύ των μερών με τη μορφή επιχειρηματικής λογικής και εκτελείται αυτόματα όταν πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Εφόσον είναι εκτελεστά προγράμματα σημαίνει ότι όλοι οι συμβατικοί όροι εκτελούνται, όπως ορίζεται και αναμένεται, ακόμη και παρουσία αντιπάλων⁴³.

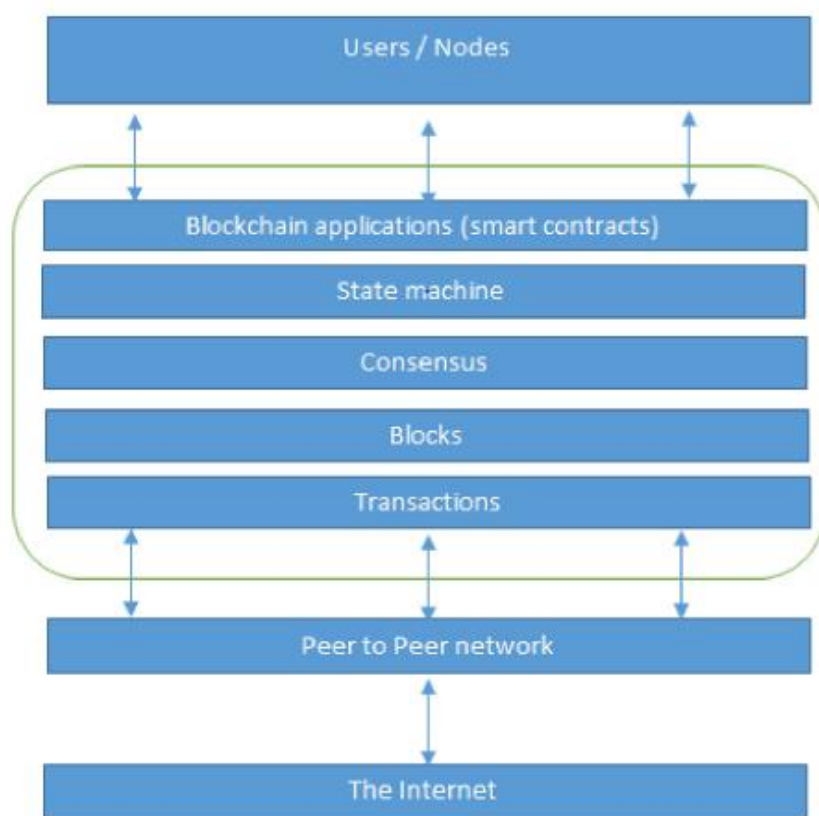
Για τη δημιουργία ενός έξυπνου συμβολαίου δε χρειάζονται ιδιαίτερα διαφορετικές διαδικασίες από εκείνες που γίνονται για τη δημιουργία ενός κανονικού συμβολαίου. Αρχικά, με τη βοήθεια δικηγόρων και εμπειρογνομόνων που σχετίζονται με επιχειρηματικές διαδικασίες συντάσσεται μια παραδοσιακή σύμβαση. Στη συνέχεια, ειδικοί στις επιχειρηματικές διαδικασίες αλλά και στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές μεταφράζουν τους όρους και τις βασικές ρήτρες της συμφωνίας σε μια σειρά δηλώσεων με «If και Then», ώστε να μπορούν να προγραμματιστούν στη γλώσσα του Blockchain. Έπειτα, επαγγελματίες που ειδικεύονται στα χρηματοοικονομικά εξετάζουν εάν τα συμβόλαια αντικατοπτρίζουν όντως τις ανάγκες της επιχείρησης και έχουν τη λεγόμενη επιχειρηματική λογική, γιατί αλλιώς δε θα αποφέρουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Μετά από όλα αυτά, είναι επίσης σημαντικό να ληφθεί υπόψη εάν η σύμβαση έχει την ευελιξία να ανταποκριθεί στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς. Με άλλα λόγια, στην ίδια τη σύμβαση θα πρέπει να υπάρχει κάποιο σημείο πρόσβασης, όπου ένας επαγγελματίας θα μπορεί να παρακάμψει ή να απενεργοποιήσει χειροκίνητα τη σύμβαση εάν το απαιτούν οι συνθήκες της αγοράς⁴⁴.

⁴² Szabo (1997), «The Idea of Smart Contracts»· και Liu, Wu, Chen, Wu και Li (2020) «Smart Contract-Based Long-Term Auction for Mobile Blockchain Computation Offloading», 36031-36034.

⁴³ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 262-265· και Swan (2015), *Blockchain: Blueprint for a New Economy*, 16-17.

⁴⁴ Smith Sean Stein (2020), «Blockchain, Smart Contracts and Financial Audit Implications», 10-11.

Πίνακας 2.3.2.1⁴⁵



The network view of a blockchain

2.3.3 Κατηγορίες και τύποι της τεχνολογίας Blockchain

Η τεχνολογία Blockchain μπορεί σε γενικές γραμμές να κατηγοριοποιηθεί σε τρεις κατηγορίες, δημόσια, ιδιωτική και κοινοπραξία. Τα διαφορετικά είδη των blockchain έχουν αρκετές ομοιότητες, οι διαφορές τους όμως διακρίνονται κυρίως στον τρόπο καθιέρωσης της συναίνεσης, στη διατήρηση του δικτύου blockchain και στη συμμετοχή που επιτρέπεται.

Ένα δημόσιο blockchain (*public/permission-less ledger*) είναι ένα ανοιχτό blockchain, όπου ο καθένας επιτρέπεται να συμμετάσχει, να ξεκινήσει ένα νέο μπλοκ και να είναι διαθέσιμος στη διαδικασία συναίνεσης⁴⁶. Επίσης, το καθολικό του blockchain είναι διαθέσιμο στους συμμετέχοντες δημόσια και σε όλους τους κόμβους που έχουν τις ίδιες πληροφορίες με τις συναλλαγές. Τα περισσότερα κρυπτονομίσματα έχουν ωφεληθεί από την αξία των συναλλαγών με την αφαίρεση των μεσαζόντων και τη μείωση του κόστους των συναλλαγών

⁴⁵ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*,

⁴⁶ Musleh, Yao και Muyeen (2019), «Blockchain Applications in Smart Grid-Review and Frameworks», 86749.

και λειτουργούν στη δημόσια αρχιτεκτονική του blockchain. Το δημόσιο καθολικό μπορεί να οριστεί επίσης ως «καθολικό χωρίς άδεια» στο σύστημα των συναλλαγών. Σε ένα τέτοιο σύστημα ο καθένας μπορεί ελεύθερα να «κατεβάσει» το κατανεμημένο καθολικό ως ανώνυμος *validator* και μπορεί να συμμετάσχει σε μια διαδικασία συναλλαγών για να πιστοποιήσει τη γνησιότητα, να επικυρώσει, να δημιουργήσει μπλοκ και να ανανεώσει την αλυσίδα μπλοκ. Το πιο χαρακτηριστικό και γνωστό παράδειγμα του δημοσίου blockchain είναι το Bitcoin⁴⁷.

Στο ιδιωτικό blockchain (*private/permissioned ledger*) οι κόμβοι έχουν ένα σίγουρο επίπεδο από ελέγχους στη διαδικασία επικύρωσης. Αυτοί οι κόμβοι είναι προεπιλεγμένοι για να εκτελούν ένα συγκεκριμένο επίπεδο από λειτουργίες και εργασίες. Ένα τέτοιο δίκτυο χρειάζεται την πρόσκληση και την επικύρωση των συμμετεχόντων για να τους κάνουν μέρος του δικτύου. Για παράδειγμα, ένα συγκεκριμένο χρηματοοικονομικό ίδρυμα πρέπει να συμφωνεί στις συναλλαγές που θεωρούνται έγκυρες. Παρόμοια, τα δικαιώματα πρόσβασης για να διαβάζουν το μπλοκ στο blockchain μπορούν να δοθούν μόνο σε επιλεγμένους συμμετέχοντες, για παράδειγμα στους κυβερνητικούς ελεγκτές. Η υιοθέτηση ενός ιδιωτικού blockchain επιτρέπει φθηνότερο κόστος συναλλαγών, αυξημένη ιδιωτικότητα και μια πιο γρήγορη διαδικασία επικύρωσης. Οι τράπεζες θεωρούν ότι το ιδιωτικό blockchain είναι μέρος των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων. Το δίκτυο έχει δύο τύπους κόμβων, ένα το οποίο είναι υπεύθυνο για την έναρξη, τη λήψη και την επικύρωση των συναλλαγών και το άλλο το οποίο μπορεί μόνο να ξεκινήσει και να λάβει τις συναλλαγές. Είναι στο πλαίσιο του οργανισμού να σχεδιάσει τους κανόνες για συμμετοχή, τη συναίνεση και τους περιορισμούς στο δίκτυο. Η έγγραφη άδεια στο καθολικό τυπικά ελέγχεται και δίνεται σε συγκεκριμένους ανθρώπους ή οργανισμούς και η άδεια ανάγνωσης γίνεται δημόσια⁴⁸.

Στην κοινοπραξία (*consortium*) επιτρέπεται σε μία μόνο ομάδα να προβάλλει, να επαληθεύει ή να προσθέτει στο blockchain και επομένως ελέγχεται μόνο από εξουσιοδοτημένους κόμβους⁴⁹. Υπάρχουν τρεις τρόποι για να αναπτυχθούν επιτυχημένα blockchain, Πρώτον, όταν ένας οργανισμός μόνος του χτίζει το δίκτυο και την εφαρμογή· δεύτερον, όταν ένας ρυθμιστικός φορέας ή ένα κυβερνητικό σώμα εισάγει και αναπτύσσει ένα ελεγχόμενο δίκτυο blockchain και μια εφαρμογή· και τρίτον όταν δημιουργείται μια κοινοπραξία. Σε μια κοινοπραξία δικτύου blockchain οι συμμετέχοντες από δημόσιους και

⁴⁷ Upadhyay Nitin (2019), *UnBlock the Blockchain*, 15· και Dinh, Liu, Zhang, Chen, Ooi και Wang (2018), «Untangling Blockchain: A Data Processing View of Blockchain Systems», 1367-1368.

⁴⁸ Upadhyay Nitin (2019), *UnBlock the Blockchain*, 16· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 37-39· και Dinh, Liu, Zhang, Chen, Ooi και Wang (2018), «Untangling Blockchain: A Data Processing View of Blockchain Systems», 1368.

⁴⁹ Musleh, Yao και Muyeen (2019), «Blockchain Applications in Smart Grid-Review and Frameworks», 86749.

ιδιωτικούς τομείς συνεργάζονται και προεπιλέγουν μία σειρά από κόμβους με τους οποίους μπορούν να ελέγξουν τη διαδικασία συναίνεσης και παρέχουν τα χαρακτηριστικά από δημόσια και ιδιωτικά blockchain. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα είδος υβριδικού μοντέλου⁵⁰.

Στο ίδιο πλαίσιο, η τεχνολογία blockchain εξελίσσεται σταθερά και μπορεί να κατηγοριοποιηθεί και βάσει των τύπων δραστηριοτήτων της. Πρόκειται ουσιαστικά για μια ανάπτυξη των δυνατοτήτων της τεχνολογίας και εντοπίζει τη διευρυμένη χρήση της, προκειμένου να περιλαμβάνονται διάφοροι τομείς γνώσης εκτός από οικονομικούς.

Αρχικά, το Blockchain 1.0 αφορά αποκλειστικά τα ψηφιακά νομίσματα και αποτελεί μια εισαγωγή των κρυπτονομισμάτων σε εφαρμογές που σχετίζονται με χρήματα, όπως μεταφορά χρημάτων, εμβάσματα και ψηφιακά συστήματα πληρωμών. Σε αυτήν την κατηγορία, εντάσσονται το Bitcoin και άλλα κρυπτονομίσματα όπως Litecoin, Dogecoin και ούτω καθεξής. Ο αλγόριθμος συναίνεσης χρησιμοποιεί το Proof of Work (PoW), το οποίο χρησιμοποιείται μόνο στη δημόσια αλυσίδα. Το Blockchain 1.0 εγγυάται κατανομημένο χώρο αποθήκευσης, επιτρέπει την κοινή χρήση δεδομένων μεταξύ κόμβων και επιτρέπει τη διαφάνεια στην επεξεργασία συναλλαγών. Αυτή η γενιά ξεκίνησε το 2009, όταν κυκλοφόρησε το Bitcoin, και έληξε στις αρχές του 2010⁵¹.

Στο Blockchain 2.0 προστέθηκαν ορισμένες νέες κρυπτογραφικές μέθοδοι στο επίπεδο των δεδομένων για την αποτελεσματικότερη διαχείριση των συναλλαγών. Εκτός από τα PoW και PoS, προτάθηκαν κι άλλοι αλγόριθμοι συναίνεσης που χρησιμοποιούνται σε δημόσιες αλυσίδες, ιδιωτικές αλυσίδες ή αλυσίδες κοινοπραξιών, όπως τα DPoS και PBFT, για τη μείωση του όγκου των συναλλαγών. Πρόκειται για όλες τις οικονομικές, χρηματιστηριακές και χρηματοοικονομικές εφαρμογές, που είναι πιο εκτεταμένες από τις απλές συναλλαγές σε μετρητά, για παράδειγμα μετοχές, ομόλογα, συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης, παράγωγα, δικαιώματα προαίρεσης, δάνεια, χρεόγραφα και έξυπνα συμβόλαια. Η πιο σημαντική βελτίωση αυτού του επιπέδου ήταν η χρήση του έξυπνου συμβολαίου, το οποίο εκτελεί αυτόματα μικρά προγράμματα υπολογιστών όταν πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Τα πιο σημαντικά συστήματα σε αυτήν την έκδοση του blockchain ήταν κυρίως το Ethereum, το οποίο προτάθηκε το 2013, αλλά και το Hyperledger. Η γενιά αυτή ξεκίνησε περίπου το 2010, όταν

⁵⁰ Upadhyay Nitin (2019), *UnBlock the Blockchain*, 17· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 37-39· και Dinh, Liu, Zhang, Chen, Ooi και Wang (2018), «Untangling Blockchain: A Data Processing View of Blockchain Systems», 1368· και Piscini Eric, Singhal Mayank, Andrzejewski Danielle και Cremins Sean (2017), «Taking blockchain live: The 20 questions that must be answered to move beyond proofs of concept», Deloitte, 3-4.

⁵¹ Swan (2015), *Blockchain: Blueprint for a New Economy*, 1-7· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 26· και Yang, Aghasian, Garg, Herbert, Disiuta και Kang (2019), «A Survey on Blockchain-Based Internet Service Architecture: Requirements, Challenges, Trends, and Future», 75867· Momo, Schiavi, Behr και Lucena (2018), «Business Models and Blockchain: What Can Change?», 233.

άρχισαν να εμφανίζονται καινούριες ιδέες που σχετίζονται με τη χρήση blockchain για άλλους σκοπούς. Υπάρχουν, ωστόσο, κάποιιοι περιορισμοί στις ανωτέρω κατηγορίες κυρίως σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας, τον όγκο συναλλαγών και το κόστος⁵².

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι περιορισμοί των Blockchain 1.0 και 2.0, προτάθηκε μια τρίτη γενιά πλατφορμών, το Blockchain 3.0, για να υποστηρίξει διαφορετικές δομές δεδομένων. Αυτή η τρίτη γενιά χρησιμοποιείται για την υλοποίηση εφαρμογών πέρα από τον κλάδο των χρηματοοικονομικών υπηρεσιών, για παράδειγμα στην κυβέρνηση, στην υγεία, στα μέσα ενημέρωσης, στην επιστήμη, στις τέχνες και στη δικαιοσύνη. Εμφανίστηκε γύρω στο 2012 όταν ερευνήθηκαν πολλές εφαρμογές τεχνολογίας Blockchain σε διαφορετικές βιομηχανίες. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί, όπως η αποτελεσματικότητα της συναίνεσης, η ασφάλεια της έξυπνης σύμβασης και η λειτουργικότητα μεταξύ των πολλαπλών αλυσίδων⁵³.

Το 2012, η Γερμανία σε εκδήλωση παρουσίασε το Industry 4.0, του οποίου οι πρωτοβουλίες θα οδηγήσουν σε κατανεμημένα, πολύ αυτοματοποιημένα και δυναμικά δίκτυα παραγωγής με δέκα βασικούς τεχνολογικούς υποκινητές που θα τα οδηγούν. Αυτοί είναι το Διαδίκτυο, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Industrial Internet of Things-ΠIoT), το blockchain, τα μεγάλα δεδομένα (big data), το edge και cloud computing, η ρομποτική (robotics), η αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής, η τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence) και το λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Οι οντότητες σε αυτό το εξαιρετικά ολοκληρωμένο δίκτυο πρέπει να επικοινωνούν και να συμπεριφέρονται ως έξυπνες συσκευές για να συνεργάζονται αυτόνομα μεταξύ τους και να επιτυγχάνουν τον κοινό στόχο. Οι τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) αναμένεται να διαδραματίσουν βασικούς ρόλους στη βιώσιμη εκβιομηχάνιση για την υποστήριξη της παγκόσμιας οικονομικής, κοινωνικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Το Blockchain σε αυτή τη γενιά αντιπροσωπεύει μια μέρα που θα υπάρξει διαθέσιμη μια δημόσια υπηρεσία blockchain που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο

⁵² Swan (2015), *Blockchain: Blueprint for a New Economy*, 9-21· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 26· και Yang, Aghasian, Garg, Herbert, Disiuta και Kang (2019), «A Survey on Blockchain-Based Internet Service Architecture: Requirements, Challenges, Trends, and Future», 75867· Momo, Schiavi, Behr και Lucena (2018), «Business Models and Blockchain: What Can Change?», 233.

⁵³ Swan (2015), *Blockchain: Blueprint for a New Economy*, 27-30, 53-55· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 26· και Yang, Aghasian, Garg, Herbert, Disiuta και Kang (2019), «A Survey on Blockchain-Based Internet Service Architecture: Requirements, Challenges, Trends, and Future», 75867· Momo, Schiavi, Behr και Lucena (2018), «Business Models and Blockchain: What Can Change?», 233.

καθένας ακριβώς όπως η μηχανή αναζήτησης Google. Θα παρέχει υπηρεσίες για όλους τους τομείς της κοινωνίας και θα είναι ένα δημόσιο και ανοιχτό καταναεμημένο καθολικό⁵⁴.

Η τεχνολογία Blockchain σύμφωνα με τους Tapscott και Tapscott (2016) θα έχει το μεγαλύτερο αντίκτυπο στο μέλλον της παγκόσμιας οικονομίας.

2.4 Αξιοποίηση της Τεχνολογίας Blockchain στην Ελεγκτική

2.4.1 Θεωρητικό πλαίσιο – Ελεγκτική

Η ελεγκτική είναι ένας κλάδος της λογιστικής επιστήμης που ασχολείται με το εάν έγιναν σωστά όλες οι διαδικασίες και εάν εφαρμόστηκαν ορθά οι ενδεδειγμένες μέθοδοι από τις επιχειρήσεις κατά τη διάρκεια του οικονομικού έτους με βάση τα Διεθνή Πρότυπα και τους νόμους. Ουσιαστικά εξετάζεται εάν έχουν εφαρμοστεί οι αρχές και οι κανόνες της λογιστικής, της φορολογίας και του δικαίου, ώστε να αποκαλυφθούν ή να κατασταλούν ακούσια ή εκούσια λογιστικά λάθη και στη συνέχεια καταρτίζεται η αντίστοιχη έκθεση. Οι διαδικασίες αυτές εξετάζονται από ειδικά καταρτισμένα άτομα τους ορκωτούς ελεγκτές – λογιστές, οι οποίοι πρέπει να δρουν με αντικειμενικότητα και αμεροληψία⁵⁵.

Κατά τη διενέργεια του ελέγχου των οικονομικών καταστάσεων, οι γενικοί στόχοι του ελεγκτή είναι η απόκτηση εύλογης διαβεβαίωσης σχετικά με το εάν οι οικονομικές καταστάσεις στο σύνολό τους είναι απαλλαγμένες από ουσιώδη ανακρίβεια, είτε λόγω απάτης είτε σφάλματος, κι έτσι να εκφράσει γνώμη με σχετική έκθεση για το κατά πόσον οι οικονομικές καταστάσεις καταρτίζονται σύμφωνα με το ισχύον πλαίσιο χρηματοοικονομικής αναφοράς. Σε όλες τις περιπτώσεις που δεν μπορεί να ληφθεί εύλογη βεβαιότητα και μια εξειδικευμένη γνώμη στην έκθεση, απαιτείται από τον ελεγκτή να αρνηθεί να εκφράσει γνώμη ή να αποσυρθεί ή να παραιτηθεί σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τον κανονισμό⁵⁶.

⁵⁴ Farcane και Deliu (2020), «Stakes and Challenges Regarding the Financial Auditor's Activity in the Blockchain Era», 158-159· και Alladi, Chamola, Parizi και Raymond Choo (2019), «Blockchain Applications for Industry 4.0 and Industrial IoT: A Review», 176936-176937· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 26.

⁵⁵ Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 18-22· και Λουμιώτης και Τζίφας (2018), *Βασικές Οδηγίες Εφαρμογής Διεθνών Προτύπων Ελέγχου*, 2η Έκδοση, ΔΠΕ 200, 35-46.

⁵⁶ Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 18-22· και Λουμιώτης και Τζίφας (2018), *Βασικές Οδηγίες Εφαρμογής Διεθνών Προτύπων Ελέγχου*, 2η Έκδοση, ΔΠΕ 240, 65-92, ΔΠΕ 250, 93-98.

Οι ελεγκτές δρουν πάντοτε με ακεραιότητα, αντικειμενικότητα κι εμπιστευτικότητα με βάση τον κώδικα επαγγελματικής δεοντολογίας. Θεμελιώδες και βασικό χαρακτηριστικό είναι η ανεξαρτησία του ελεγκτή, τόσο σκέψης και έκφρασης γνώμης χωρίς επιρροές όσο και ανεξαρτησία κατά την εφαρμογή των ελεγκτικών διαδικασιών. Στόχος του ελεγκτή είναι επίσης να ενημερώνει τους αρμόδιους και υπευθύνους στη διοίκηση για τυχόν λάθη ή απάτες και για ελλείψεις που μπορεί να υπάρχουν στις εσωτερικές δικλίδες πάντα με βάση την επαγγελματική του κρίση και άποψη. Εάν υπάρχουν ενδείξεις για απάτη οι ελεγκτές πρέπει να ελέγξουν πολύ πιο διεξοδικά τον τρόπο που αναγνωρίστηκαν και καταχωρήθηκαν τα έσοδα και τα έξοδα, να καταμετρήσουν σωστά τα αποθέματα με φυσική απογραφή και να δώσουν βαρύνουσα σημασία σε συναλλαγές και εγγραφές που δεν ανήκουν στη συνήθη δραστηριότητα της κάθε εταιρείας⁵⁷.

Για τη διενέργεια του ελέγχου πρέπει να εξετάζεται πληθώρα πληροφοριών και καθώς είναι πολύ δύσκολο να ελεγχθούν όλες απολύτως, τότε χρησιμοποιείται η στατιστική επιστήμη. Αυτό σημαίνει ότι δεν ελέγχονται όλα τα δεδομένα που έχει στη διάθεσή του ο ελεγκτής αλλά επιλέγεται ένα δείγμα, που να αντιπροσωπεύει τον πληθυσμό. Οι ελεγκτικές διαδικασίες εκτελούνται σε μικρότερο ποσοστό, αλλά τα στοιχεία που επιλέγονται παρέχουν στον ελεγκτή τη δυνατότητα να μπορέσει να εξάγει πορίσματα για τον έλεγχο και την πορεία της οντότητας. Η δειγματοληψία μπορεί να είναι τυχαία και μη τυχαία. Στην τυχαία δειγματοληψία κάθε στοιχείο ενός πληθυσμού έχει την ίδια πιθανότητα να επιλεγεί. Η μη τυχαία δειγματοληψία βασίζεται στην επαγγελματική κρίση και στην εμπειρία του ελεγκτή και δε χρησιμοποιούνται στατιστικά εργαλεία και μέθοδοι για την εξαγωγή του δείγματος εξέτασης⁵⁸.

Βασικό και αναπόσπαστο στοιχείο στη διαδικασία του ελέγχου είναι βάσει του προτύπου 315 ο «εντοπισμός και εκτίμηση των κινδύνων ουσιώδους σφάλματος μέσω κατανόησης της οντότητας και του περιβάλλοντός της». Ο ελεγκτής πρέπει να εντοπίσει κινδύνους που μπορεί να ενέχονται τόσο στις οικονομικές καταστάσεις όσο και στους ισχυρισμούς και τα έγγραφα της διοίκησης και των ανωτέρων στελεχών. Όταν και εάν εντοπιστούν κίνδυνοι πρέπει να αξιολογηθούν για το πόσο σημαντικοί είναι και εάν

⁵⁷ Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 52-76· και Λουμιώτης και Τζίφας (2018), *Βασικές Οδηγίες Εφαρμογής Διεθνών Προτύπων Ελέγχου*, 2η Έκδοση, ΔΠΕ 200, 35-46, ΔΠΕ 260, 99-105, ΔΠΕ 265, 107-109.

⁵⁸ Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 164-195· και Λουμιώτης και Τζίφας (2018), *Βασικές Οδηγίες Εφαρμογής Διεθνών Προτύπων Ελέγχου*, 2η Έκδοση, ΔΠΕ 530, 201-214.

επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις οικονομικές καταστάσεις⁵⁹. Στο πλαίσιο αυτό της αξιολόγησης, βάσει του ΔΠΕ 320, «Ουσιώδες μέγεθος στο σχεδιασμό και στην εκτέλεση ενός ελέγχου» πρέπει να υπολογίζεται και το ουσιώδες μέγεθος, το οποίο είναι το μέγιστο ποσό των μη διορθωμένων και μη εντοπισμένων λαθών, των οποίων η ύπαρξη δεν επηρεάζει τις οικονομικές καταστάσεις⁶⁰.

Οι ελεγκτικές διαδικασίες εφαρμόζονται για τον έλεγχο κάθε επιμέρους λογαριασμού αναλυτικά, ώστε να εξετάζονται όλα τα στοιχεία του ισολογισμού και οι ελεγκτές να καταλήξουν σε αντίστοιχα συμπεράσματα. Ο ελεγκτής πρέπει να κατανοήσει το αντικείμενο δραστηριότητας κάθε οντότητας, να την επισκεφτεί για να το διαπιστώσει από κοντά σε άμεση επικοινωνία με τους υπευθύνους, να ενημερωθεί και να μελετήσει τα λογιστικά βιβλία της και όλες του οι ενέργειες πρέπει να γίνονται βάσει του νομοθετικού πλαισίου και των προτύπων ελέγχου⁶¹.

Ο εξωτερικός έλεγχος των πάγιων περιουσιακών στοιχείων και των αποθεμάτων συνίσταται για να εξακριβωθεί η ύπαρξή τους και η κατοχή τους από τις οικονομικές οντότητες, εξετάζοντας νόμιμα παραστατικά. Πρέπει να αποτιμώνται και να απεικονίζονται ορθά στις χρηματοοικονομικές καταστάσεις, ώστε να παρακολουθούνται σωστά στα λογιστικά βιβλία. Για τα πάγια, πρέπει να γίνονται ελεγκτικές διαδικασίες, όσον αφορά τα υπόλοιπα λογαριασμών και ισοζυγίων και να υπολογίζονται σωστά οι αποσβέσεις από το μητρώο παγίων. Τα αποθέματα πρέπει να επιμετρούνται με φυσική απογραφή, να επαληθευτεί με αλληλογραφία η ποσότητα και τα είδη τους στο τέλος της οικονομικής χρήσης και να καταχωρούνται τα δεδομένα απογραφής⁶².

Στο ίδιο πλαίσιο, πρέπει να διενεργείται έλεγχος και στα χρεόγραφα αλλά και στις απαιτήσεις. Όσον αφορά τα χρεόγραφα, πρέπει να συμπληρωθεί ένα ερωτηματολόγιο εκτίμησης εσωτερικού ελέγχου και να ελεγχθούν οι αγορές και οι πωλήσεις των, ποιες επενδύσεις έχουν γίνει σε αυτά και ποια η λήξη τους. Για τις απαιτήσεις πρέπει να τηρούνται και να παρακολουθούνται οι λογαριασμοί των, να ελέγχονται τα υπόλοιπα προηγούμενων χρήσεων αλλά και των ανεξόφλητων ποσών⁶³. Βασικό στοιχείο στη διαδικασία του ελέγχου του ενεργητικού είναι ο έλεγχος των χρηματικών διαθεσίμων, με σκοπό να διασφαλιστεί η

⁵⁹ Λουμιώτης και Τζίφας (2018), *Βασικές Οδηγίες Εφαρμογής Διεθνών Προτύπων Ελέγχου*, 2η Έκδοση, ΔΠΕ 315, 119-133.

⁶⁰ Λουμιώτης και Τζίφας (2018), *Βασικές Οδηγίες Εφαρμογής Διεθνών Προτύπων Ελέγχου*, 2η Έκδοση, ΔΠΕ 320, 135-138.

⁶¹ Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 280-284· και Λουμιώτης και Τζίφας (2018), *Βασικές Οδηγίες Εφαρμογής Διεθνών Προτύπων Ελέγχου*, 2η Έκδοση, ΔΠΕ 210, 47-50.

⁶² Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 295-353.

⁶³ Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 360-377.

φυσική τους ύπαρξη και η σωστή χρήση των μεθόδων λογιστικής παρακολούθησης και απεικόνισης στις χρηματοοικονομικές καταστάσεις. Συνήθως επιλέγεται ένα δείγμα τυχαίο, διασταυρώνεται και επιβεβαιώνεται το υπόλοιπο του λογαριασμού με τα λογιστικά βιβλία αλλά και με την αποστολή επιβεβαιωτικών επιστολών σε τράπεζες⁶⁴.

Διενεργούνται έλεγχοι επίσης για το παθητικό και πολύ βασικός είναι αυτός της καθαρής θέσης. Επιλέγεται ένα τυχαίο δείγμα και επιβεβαιώνονται τα υπόλοιπα με τον τρόπο που γίνεται στα χρηματικά διαθέσιμα, με σκοπό να εξακριβωθεί η φυσική υπόσταση των μετοχών και η διαδικασία πληρωμής μερισμάτων. Στο ίδιο πλαίσιο, εκτελείται έλεγχος των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων υποχρεώσεων με επιβεβαίωση των υπολοίπων στα λογιστικά βιβλία αλλά και επιβεβαιωτικές επιστολές. Ενώ στον έλεγχο καθαρής θέσης η πιθανότητα απάτης είναι σχετικά μικρή, στις υποχρεώσεις είναι πολύ πιο εύκολο να υπάρξει υποεκτίμησή τους με την παράλειψη μιας εγγραφής ή με μια πλασματική⁶⁵.

Περισσότερο απαιτητικός χαρακτηρίζεται και ο έλεγχος των εσόδων και των εξόδων καθώς αποτελούν λογαριασμούς, που έχουν μια ιδιαίτερη φύση και πρέπει να παρακολουθούνται διαρκώς. Επαληθεύονται με τυχαίο δείγμα τα υπόλοιπα των λογαριασμών και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα δεδουλευμένα έσοδα και έξοδα. Τα έσοδα και τα έξοδα πρέπει να κατηγοριοποιούνται στις αντίστοιχες κατηγορίες και να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή σε τυχόν μη καταχωρημένα στο τέλος της οικονομικής χρήσης και στη σωστή λογιστικοποίησή τους⁶⁶.

Μετά το τέλος του ελέγχου των οικονομικών καταστάσεων ο ελεγκτής πρέπει να εκφράσει γνώμη και να αποτυπώσει τα συμπεράσματά του σχετικά με την πορεία της εταιρείας. Τα βασικά είδη γνώμης είναι η σύμφωνη γνώμη, η σύμφωνη γνώμη με έμφαση, η γνώμη με επιφύλαξη ή η εξαίρεση, η αρνητική γνώμη και η αδυναμία έκφρασης γνώμης. Η σύμφωνη γνώμη εκφράζεται όταν ο ελεγκτής έχει επαρκή και κατάλληλα ελεγκτικά τεκμήρια και όταν οι οικονομικές καταστάσεις έχουν καταρτιστεί βάσει του ισχύοντος νομοθετικού πλαισίου και των διεθνών προτύπων χρηματοοικονομικής αναφοράς. Η γνώμη με επιφύλαξη εκφράζεται όταν υπάρχουν παρατηρήσεις, οι οποίες όμως δεν έχουν τόσο σημαντική επιρροή στην τελική κατάρτιση των οικονομικών καταστάσεων. Αρνητική γνώμη εκφράζεται όταν τα σφάλματα είναι ουσιώδη και διάχυτα και επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις οικονομικές καταστάσεις, με αποτέλεσμα η εικόνα τους να καθίσταται παραπλανητική. Τέλος, όταν δεν υπάρχουν επαρκή και κατάλληλα ελεγκτικά τεκμήρια και οι επιπτώσεις στις οικονομικές

⁶⁴ Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 388-401.

⁶⁵ Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 408-440.

⁶⁶ Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 454-499.

καταστάσεις είναι ουσιώδεις και διάχυτες ο ελεγκτής αδυνατεί να εκφράσει γνώμη. Πρόκειται για περιπτώσεις που συναντώνται πιο σπάνια με πολλαπλές αβεβαιότητες⁶⁷.

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, ολοένα και περισσότερο χρησιμοποιούνται τα πληροφοριακά συστήματα στη διαδικασία του ελέγχου και βοηθούν στην εύρυθμη λειτουργία, στην αύξηση της ταχύτητας των διαδικασιών και της αποδοτικότητας. Ωστόσο, η χρήση των πληροφοριακών συστημάτων ενέχει ένα ποσοστό κινδύνου, καθώς μπορεί να προκύψουν προβλήματα που να επηρεάσουν αρνητικά την πορεία της εταιρείας. Πολλές φορές τα δεδομένα των συστημάτων μπορεί να παραποιηθούν ή να κλαπούν, με αποτέλεσμα να λείπουν βασικές πληροφορίες των οικονομικών καταστάσεων και να μην είναι στη διάθεση των ελεγκτών όλα τα στοιχεία προς εξέταση. Για το λόγο αυτό, έχουν αναπτυχθεί κάποιες δικλίδες ασφαλείας, δηλαδή ένα σύνολο αρχών, διαδικασιών και μέτρων για την προστασία των πληροφοριακών συστημάτων και για τη μείωση του κινδύνου. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο της τεχνολογικής αναγέννησης, η τεχνολογία Blockchain έχει αρχίσει τα τελευταία χρόνια να παίζει μεγαλύτερο ρόλο στον ελεγκτικό τομέα και πολλές μεγάλες ελεγκτικές εταιρείες υιοθετούν με σταθερά βήματα την πρωτοπορία των υπηρεσιών του. Με αυτόν τον τρόπο εξομαλύνεται ο κίνδυνος του σφάλματος ή της απάτης στις οικονομικές καταστάσεις και μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα με μεγαλύτερη βεβαιότητα⁶⁸.

2.4.2 Μελέτη Περίπτωσης

Στο συγκεκριμένο τμήμα της διπλωματικής θα παρουσιαστεί μια μελέτη περίπτωσης σχετικά με την εταιρεία Comroad, η οποία έχει ως στόχο να αναδείξει πως η τεχνολογία του Blockchain θα μπορούσε να παίζει ρόλο στην πρόληψη της απάτης και στην αποφυγή μιας τέτοιας περίπτωσης.

Η εταιρεία Comroad ήταν ένας πάροχος υπηρεσιών τηλεματικής στη Γερμανία, ο οποίος ανέπτυξε παγκόσμια συστήματα κίνησης με βάση τους διακομιστές. Αυτά τα συστήματα πωλήθηκαν σε εμπορικούς εταίρους, ενώ οι λιανοπωλητές προσέφεραν τα συστήματα καθώς και συμπληρωματικές υπηρεσίες στους τελικούς καταναλωτές. Η Comroad μπήκε στο πλαίσιο των διεθνών συναλλαγών στις αρχές του 1999, ενώ οι πωλήσεις της

⁶⁷ Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 542-601· και Λουμιώτης και Τζίφας (2018), *Βασικές Οδηγίες Εφαρμογής Διεθνών Προτύπων Ελέγχου*, 2η Έκδοση, ΔΠΕ 700, 313-332, ΔΠΕ 705, 339-350, ΔΠΕ 705, 351-356.

⁶⁸ Νεγκάκης και Ταχυνάκης (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές*, 622-639.

τετραπλασιάστηκαν στο τέλος του έτους, σε σύγκριση με το επίπεδο των προηγούμενων ετών. Στη συνέχεια, η εταιρεία παρουσίασε υπερβολικές προοπτικές ανάπτυξης, παρά τις συνολικές αρνητικές τάσεις στον κλάδο.

Αυτή η ιστορία επιτυχίας της Comroad, ωστόσο, αποδείχθηκε ένα από τα σημαντικότερα και πιο γνωστά λογιστικά σκάνδαλα εταιρειών στη Γερμανία. Οι άνοδοι στις πωλήσεις ήταν αποτέλεσμα πολυάριθμων πλαστών συναλλαγών, για τις οποίες η Comroad παρουσίασε εμπορικές σχέσεις με μη υπάρχοντες εμπορικούς εταίρους, όπως δηλώθηκε στην ετήσια οικονομική της έκθεση. Ένας από αυτούς τους εμπορικούς εταίρους ήταν μια εταιρεία με την επωνυμία VT Electronics, η οποία φέρεται να ήταν υπεύθυνη για την παραγωγή και παράδοση επιτραπέζιων υπολογιστών για λογαριασμό της Comroad. Ωστόσο, η VT Electronics μόνο συγκέντρωνε χρήματα από τελικούς πελάτες. Για σκοπούς απόκρυψης, η πληρωμή από τους τελικούς πελάτες εκκαθαρίστηκε με το κόστος παραγωγής εξοπλισμού της VT Electronics και με προκαταβολή για περαιτέρω υλικό και πιθανά παρακρατούμενα πλεονάσματα. Το μόνο «καθήκον» της Comroad ήταν να προετοιμάσει τιμολόγια και να προσποιείται ότι τα τιμολόγια στάλθηκαν στους τελικούς πελάτες. Παραδόξως, οι παράνομες πρακτικές της Comroad δεν εντοπίστηκαν για μια περίοδο τριών ετών και παρά τους διάφορους ελέγχους σύμφωνα με τις εθνικές και διεθνείς νομικές απαιτήσεις καθώς και τα πρότυπα λογιστικής. Έτσι, στη συνέχεια θα αναλυθούν οι τεχνικές χειραγώγησης και απόκρυψης που χρησιμοποίησε η Comroad.

Σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς, η εισηγμένη εταιρεία Comroad διευθύνεται από μια δομή διοικητικού συμβουλίου δύο επιπέδων που αποτελείται από τη διοίκηση, υπεύθυνη για την εποπτεία των καθημερινών επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, και το διοικητικό συμβούλιο, υπεύθυνο για την εποπτεία της διοίκησης και ενεργεί ως τελική αρχή όσον αφορά τη λήψη αποφάσεων. Εκτός από αυτήν την προσέγγιση ελέγχου από πάνω προς τα κάτω, απαιτούνται νομικά πρόσθετοι εσωτερικοί έλεγχοι. Οι εσωτερικοί έλεγχοι είναι μέτρα και μέθοδοι προσαρμοσμένες για τη διαφύλαξη των περιουσιακών στοιχείων της εταιρείας, καθώς και για τον έλεγχο της ακρίβειας της τήρησης βιβλίων. Ωστόσο, στη γερμανική νομοθεσία δεν υπάρχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για τον εταιρικό σχεδιασμό του συστήματος εσωτερικού ελέγχου. Γενικότερα, το διοικητικό συμβούλιο έχει νομική υποχρέωση να παρακολουθεί την εφαρμογή και την ανάπτυξη κατάλληλου συστήματος εσωτερικού ελέγχου, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει εσωτερικούς ελεγκτές ή ακόμη και επιτροπή ελέγχου.

Στην περίπτωση της Comroad, είναι προφανές ότι ούτε το διοικητικό συμβούλιο ούτε το σύστημα εσωτερικού ελέγχου ήταν επαρκή για να αποτρέψουν τη λογιστική απάτη.

Ειδικότερα, ο Διευθύνων Σύμβουλος της Comroad μπόρεσε να παρακάμψει και να αναστείλει το σύστημα εσωτερικού ελέγχου - μια πρακτική που ονομάζεται διαχειριστική παράκαμψη των εσωτερικών ελέγχων - στελεχώνοντας το διοικητικό συμβούλιο με τη σύζυγό του, η οποία συμμετείχε σε δόλιες δραστηριότητες, υπονομεύοντας έτσι την ανεξαρτησία του διοικητικού συμβουλίου. Κατά συνέπεια, το διοικητικό συμβούλιο ανεχόταν παράνομες πρακτικές και ο εσωτερικός ελεγκτής είχε λάβει χρηματική αμοιβή για μια διαρκή σιωπή. Με αυτόν τον τρόπο οι χρήστες των χρηματοοικονομικών καταστάσεων όπως οι επενδυτές, το χρηματιστήριο καθώς και οι εποπτικές αρχές, παραπλανήθηκαν και εξαπατήθηκαν καθώς στηρίχτηκαν σε μεγάλο βαθμό στις ελεγμένες και επικυρωμένες οικονομικές καταστάσεις.

Ειδικότερα, εάν το διοικητικό συμβούλιο εξαρτάται εν μέρει ή πλήρως από τη διοίκηση και εάν το σύστημα εσωτερικού ελέγχου καθορίζεται από τη διοίκηση, δεν υπάρχει κανένας εσωτερικός μηχανισμός που να εμποδίζει τη διοίκηση να διενεργεί λογιστική απάτη με την άσκηση αποτελεσματικών ελέγχων. Επιπλέον, εάν συμβεί παράκαμψη διαχείρισης ελέγχων, δεν υπάρχει προφανής λόγος για τους εξωτερικούς ελεγκτές να αναθεωρήσουν την αξιολόγησή τους σχετικά με την ακεραιότητα της διαχείρισης, οδηγώντας σε πρόσθετα αρνητικά αποτελέσματα για την αποτελεσματικότητα των ελέγχων. Επιπλέον, αυτές οι ανεπάρκειες ασκούν περαιτέρω αρνητικές επιπτώσεις στο σύστημα εξωτερικού ελέγχου, δηλαδή, κυρίως, στους εξωτερικούς ελεγκτές, καθώς και στην αγορά γενικότερα, που τυπικά εμπιστεύεται τον οικονομικό έλεγχο τρίτων.

Λαμβάνοντας υπόψη το παραπάνω περιστατικό, αρκετές ακαδημαϊκές εργασίες και βιομηχανικές ερευνητικές επιχειρήσεις προτείνουν τη χρήση του Blockchain για τη λογιστική και το θεωρούν κατάλληλο εργαλείο για την εκτέλεση και τη διευκόλυνση των εργασιών. Σίγουρα, το Blockchain σε συνδυασμό με την αποκεντρωμένη τεχνολογία και συναίνεση, προσφέρει μεγαλύτερη οργάνωση μέσω της αποκέντρωσης των επιχειρηματικών διαδικασιών και πιθανή αυξημένη συμμετοχή των εργαζομένων λόγω της υψηλής διαφάνειας. Για παράδειγμα, η αποκεντρωμένη συναίνεση θα μπορούσε ενδεχομένως να αυξήσει τη συμμετοχή των εργαζομένων σε λογιστικά θέματα και την επικύρωση των επιχειρηματικών συναλλαγών, οδηγώντας σε πιο διαφοροποιημένους ελέγχους μέσω της διαφάνειας που προκαλείται από το Blockchain.

Η οικονομική διαφάνεια είναι ένα σημαντικό ζήτημα στη λογιστική και στο σύστημα του εσωτερικού ελέγχου, το οποίο αντιμετωπίζει συχνά προβλήματα σχετικά με τη διαθεσιμότητα των πληροφοριών, οι οποίες θα μπορούσαν ενδεχομένως να ελεγχθούν από το Blockchain. Πολλοί ερευνητές θεωρούν ότι το Blockchain περιέχει όλα τα απαραίτητα εργαλεία για τη δημιουργία πρωτοφανών επιπέδων εμπιστοσύνης και διαφάνειας, καθώς

παρέχεται ασφάλεια, διαφάνεια και αμεταβλητότητα. Η τεχνολογία αυτήν επιτρέπει στις εταιρείες να γράφουν συναλλαγές στην αλυσίδα των μπλοκ, με το οποίο δημιουργούνται αμετάβλητες λογιστικές εγγραφές. Η χειραγώγηση ή η καταστροφή αυτών των καταχωρίσεων σε μια προσπάθεια παραποίησης ή εξάλειψής τους είναι πρακτικά αδύνατη επειδή σφραγίζονται και διανέμονται κρυπτογραφικά. Επιτρέπεται επομένως στους συμμετέχοντες να βλέπουν κρυπτογραφημένες συναλλαγές και διασφαλίζεται ότι αυτές ενημερώνονται και συγχρονίζονται. Κάθε εγγραφή αποθηκεύεται σε πολλές τοποθεσίες στο δίκτυο. Επομένως, κανένας χρήστης στο δίκτυο δεν μπορεί να τροποποιήσει μονομερώς την εγγραφή καθώς είναι αποθηκευμένη σε πολλαπλά αντίγραφα σε πολλούς ανεξάρτητους υπολογιστές σε ένα αποκεντρωμένο δίκτυο. Αυτό δημιουργεί κατακεντρωμένο έλεγχο στο δίκτυο, καθώς κανένα άτομο, ομάδα ή ίδρυμα δεν ελέγχει το καθολικό.

Ως αποτέλεσμα, η τεχνολογία Blockchain θεωρείται ότι βελτιώνει σημαντικά τη διακυβέρνηση και τη διαφάνεια παρέχοντας στους μετόχους και τα ενδιαφερόμενα μέρη άμεση πρόσβαση σε λογιστικά δεδομένα, ώστε να διαμορφώσουν μια αληθινή και δίκαιη εικόνα των δεδομένων που είναι εγγενώς αξιόπιστα. Δεδομένης της επεκτάσιμης και αρθρωτής δομής του, το Blockchain προσφέρει τη δυνατότητα δημιουργίας διαφοροποιημένης πρόσβασης σε πληροφορίες για τους ενδιαφερόμενους και τους μετόχους, οι οποίοι συνήθως έχουν διαφορετικές ανάγκες για λογιστικές πληροφορίες. Για παράδειγμα, οι CFOs και οι ελεγκτές απαιτούν πρόσβαση στο πλήρες φάσμα των λογιστικών δεδομένων, ενώ υπάλληλοι του λογιστηρίου για παράδειγμα χρειάζονται μόνο λογιστικές πληροφορίες που σχετίζονται με τις πληρωτές συναλλαγές λογαριασμών και οι επενδυτές μπορούν να κάνουν χρήση μόνο των συγκεντρωτικών λογιστικών πληροφοριών.

Τα αποθηκευμένα δεδομένα δεν τροποποιούνται εύκολα και μπορούν να χρησιμεύσουν ως ένα κατακεντρωμένο καθολικό που μπορεί να καταγράφει συναλλαγές μεταξύ δύο μερών αποτελεσματικά και με επαληθεύσιμο και μόνιμο τρόπο. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, το Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή επαλήθευσης για τις αναφερόμενες συναλλαγές. Ένα παράδειγμα χρήσης της τεχνολογίας μπορεί να είναι εκεί όπου, αντί να ζητούν από τους πελάτες τραπεζικές καταστάσεις και ή να στέλνουν αιτήματα επιβεβαίωσης σε τρίτους, οι ελεγκτές μπορούν εύκολα να επαληθεύσουν τις συναλλαγές σε διαθέσιμα στο κοινό βιβλία Blockchain. Η αυτοματοποίηση αυτής της διαδικασίας επαλήθευσης θα μπορούσε να οδηγήσει στην αποδοτικότητα κόστους στο περιβάλλον ελέγχου.

Το ενισχυμένο επίπεδο διαφάνειας σε συνδυασμό με τον επαληθεύσιμο χαρακτήρα της τεχνολογίας ενδέχεται να αυξήσει την εμπιστοσύνη των μετόχων και των συμμετεχόντων στο δίκτυο. Στο ίδιο πλαίσιο, παρέχεται η δυνατότητα να αποκαλυφθούν συναλλαγές εκτός του

ημερολογίου και κρυμμένοι λογαριασμοί, που έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη διαφάνεια καθώς και στην ανταγωνιστική στάση των εταιρειών και στη συμμόρφωση με τους κανόνες. Πρέπει να δοθεί προσοχή στο ζήτημα της επαλήθευσης των συναλλαγών, επειδή η απλή καταγραφή δεδομένων στο Blockchain δεν σημαίνει ότι η συναλλαγή έχει συμβεί στην πραγματικότητα και δεν έχει υπάρξει οποιαδήποτε αλλοίωση. Με άλλα λόγια, επειδή η μεταφορά των στοιχείων έχει καταγραφεί σε ένα Blockchain, δεν υπάρχει κάποια επιβεβαίωση ότι το στοιχείο έχει μεταφερθεί ή ανταλλαχθεί, έχουν πραγματοποιηθεί πληρωμές και έχουν καταγραφεί συναλλαγές στον πραγματικό κόσμο. Ως εκ τούτου, ορισμένοι μελετητές λογιστικής έχουν επικρίνει αυτές τις μεθόδους επαλήθευσης, λόγω του ότι δεν είναι σε θέση να επικυρώσουν επαρκώς τις συναλλαγές. Υποστηρίζοντας ότι το Blockchain δεν μπορεί να εντοπίσει συναλλαγές που ήταν ανύπαρκτες εξ αρχής, οι ερευνητές προειδοποιούν τους επαγγελματίες ότι η ικανότητα της τεχνολογίας να αποτρέπει την απάτη μπορεί να υπερεκτιμηθεί και να υπερτιμηθεί. Ωστόσο, παρόλο που η BT δεν μπορεί να εξαλείψει εντελώς την απάτη, μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό της απάτης σε πραγματικό χρόνο.

Στην αρχή κάθε ελέγχου οι ελεγκτές λαμβάνουν καταχωρήσεις που έγιναν στο ημερολόγιο, αρχεία υπολογιστικών φύλλων και άλλα έγγραφα, τόσο σε ηλεκτρονική όσο και σε γραπτή μορφή. Προτού ξεκινήσει η διαδικασία του ελέγχου, οι ελεγκτές πρέπει να επενδύσουν σημαντικό χρόνο στην προετοιμασία των δεδομένων και στον προγραμματισμό του ελέγχου. Οι σύγχρονοι έλεγχοι απαιτούν την έγκριση συναλλαγών και υπολοίπων στο τέλος των περιόδων αναφοράς και τα blockchains παρέχουν επικυρωμένα αρχεία συναλλαγών σχεδόν άμεσα. Μέσω της στιγμιαίας επιβεβαίωσης των συναλλαγών, η τεχνολογία Blockchain επιτρέπει τον συνεχή έλεγχο, που ονομάζεται επίσης «έλεγχος σε πραγματικό χρόνο». Επομένως ο εξωτερικός έλεγχος μεταβαίνει από περιοδική ή ετήσια άσκηση σε συνεχή μέτρηση. Ο συνεχής έλεγχος εξαλείφει την παραδοσιακή ιδέα του ελέγχου μέσω δειγματοληψίας, καθώς το Blockchain προσφέρει ένα ενημερωμένο, αμετάβλητο ιστορικό όλων των συναλλαγών. Ακριβώς, εξαλείφεται η ανάγκη εισαγωγής και συνδυασμού λογιστικών δεδομένων σε πολλές βάσεις δεδομένων, με την οποία εξοικονομείται χρόνος και ο κίνδυνος ανθρώπινου σφάλματος μειώνεται σημαντικά.

Αρκετές αναφορές δείχνουν ότι η αυξημένη δυνατότητα ελέγχου των λογιστικών πληροφοριών είναι ένα από τα σημαντικότερα οφέλη του Blockchain, καθώς παρέχεται η δυνατότητα ελέγχου σε πραγματικό χρόνο κι έτσι ο έλεγχος δεν γίνεται μόνο σημαντικά απλούστερος αλλά και πολύ φθηνότερος. Οι ελεγκτές μπορούν να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά λόγω του μειωμένου χρόνου που θα αφιερώνεται στην εξέταση των αρχείων των πελατών. Εκτός από αυτό όμως, θεωρείται ότι ο συνεχής έλεγχος καθιστά απλούστερο για

τους ελεγκτές να διερευνούν την απάτη, δεδομένου ότι τα συστήματα σε πραγματικό χρόνο επισημαίνουν προστριβές τη στιγμή της εμφάνισης επιτρέποντας έγκαιρες παρεμβάσεις.

Αναλύσεις ακαδημαϊκών μελετών και επαγγελματικών αναφορών παρουσιάζουν ότι το επάγγελμα των ελεγκτών ως συνέπεια της ανάπτυξης του Blockchain θα σημειώσει μεγάλη πτώση, καθώς το Blockchain λαμβάνει ισχυρή υποστήριξη και αυξανόμενη δημοτικότητα. Ένα σημαντικό σώμα ακαδημαϊκών έργων προβλέπει αρκετές αρνητικές επιπτώσεις στο λογιστικό και ελεγκτικό επάγγελμα. Το επιχείρημα ότι οι ελεγκτές καθίστανται παρωχημένοι καθώς μπορούν να αντικατασταθούν από blockchains βασίζεται στην υπόθεση ότι οι ίδιες οι συναλλαγές μπορούν να είναι αξιόπιστες. Ωστόσο, τα blockchain δεν παρέχουν πλήρη εγγύηση για συναλλαγές που πραγματοποιούνται εκτός του συστήματός του. Ακόμα κι αν καταγράφονται σε αυτό, οι συναλλαγές ενδέχεται να εξακολουθούν να είναι δόλιες, παράνομες ή μη εξουσιοδοτημένες. Ως εκ τούτου, δεδομένης της ανάγκης των ελεγκτών να εντοπίζουν και να διερευνούν σφάλματα συναλλαγών ή απάτες, είναι προφανές ότι οι ελεγκτές δε θα γίνουν παρωχημένοι, καθώς το Blockchain δεν μπορεί να αντικαταστήσει τις εκτεταμένες λογιστικές γνώσεις που απαιτούνται για να προσδιοριστούν εάν οι εγγραφές στα λογιστικά βιβλία έχουν γίνει σωστά.

Βάσει των όσων αναφέρθηκαν παραπάνω εάν τόσο η Comroad όσο και άλλες εταιρείες είχαν χρησιμοποιήσει ένα σύστημα καταγραφής των συναλλαγών Blockchain θα μπορούσαν να είχαν αποφύγει τις αρνητικές οικονομικές συνέπειες και το ενδεχόμενο της απάτης. Αξίζει να υπάρξει μια προσπάθεια εισαγωγής της τεχνολογίας στις εταιρείες καθώς εισάγονται αμετάβλητα τα δεδομένα, έτσι ώστε να δοκιμαστεί η χρησιμότητά της ακόμη και σε επίπεδο οργάνωσης. Τα χαρακτηριστικά που προσφέρει το Blockchain θα μπορούσαν να βελτιώσουν σημαντικά τη λογιστική και ελεγκτική πρακτική και να βοηθήσουν τους ελεγκτές και τους λογιστές σε μια πιο διαφανή και αμερόληπτη συμπεριφορά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΑ

3.1 Κρυπτονομίσματα (Cryptocurrencies)

3.1.1 Ορισμός των κρυπτονομισμάτων

Με τον όρο κρυπτονόμισμα (cryptocurrency) εννοείται ένα ψηφιακό νόμισμα, στο οποίο χρησιμοποιούνται τεχνικές κρυπτογράφησης για να ρυθμίσουν την παραγωγή μονάδων νομίσματος και για να επαληθεύσουν τη μεταφορά χρημάτων και λειτουργεί ανεξάρτητα από μια κεντρική τράπεζα⁶⁹. Η λέξη "crypto" αναφέρεται στην κρυπτογράφηση ή στην κρυπτογραφία, στην οποία βασίζεται το μέσο και το «currency» αναφέρεται στην αναγνώριση του μέσου ως μέσο ανταλλαγής μεταξύ των χρηστών του⁷⁰.

Η Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα σε δημοσιευμένο έγγραφό της εξηγεί το εικονικό νόμισμα ως μια ψηφιακή αναπαράσταση αξίας, που ούτε εκδίδεται από μια κεντρική τράπεζα ή μια δημόσια αρχή, ούτε συνδέεται απαραίτητα με χρήματα ή νομίσματα, αλλά γίνεται αποδεκτό από φυσικά ή νομικά πρόσωπα ως ένα μέσο πληρωμής και μπορεί να μεταφερθεί, να αποθηκευτεί ή να εμπορευτεί ηλεκτρονικά⁷¹. Παραδείγματα εικονικών νομισμάτων περιλαμβάνουν κρυπτονομίσματα όπως Bitcoin, Litecoin, Stellar και ούτω καθεξής, αλλά επίσης περιλαμβάνουν μη κρυπτονομίσματα όπως πιστώσεις εντός παιχνιδιού για μαζικά παιχνίδια για πολλούς παίκτες, εκδοθείσες πιστώσεις και διάφορα άλλα ψηφιακά συστήματα αποθηκευμένης αξίας⁷².

Η ιδέα των ψηφιακών νομισματικών συστημάτων χρονολογείται από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, όταν αρκετές εταιρείες και προγραμματιστές προσπάθησαν να δημιουργήσουν χρήματα που προορίζονται για ανταλλαγή ουσιαστικά. Λόγω των απαγορευτικών ρυθμίσεων, της ανεπαρκούς τεχνολογίας, των κακών χαρακτηριστικών ασφαλείας, της έλλειψης υιοθέτησης και πολλών άλλων θεμάτων, αυτά τα πρώτα νομίσματα δεν μπόρεσαν να βρουν τη θέση τους στην αγορά. Το 2009 με την εφεύρεση του Bitcoin εδραιώθηκε το ψηφιακό νόμισμα⁷³.

⁶⁹ *Oxford English Dictionary*

⁷⁰ Abu-Bakar (2018), «Shariah Analysis of Bitcoin, Cryptocurrency, and Blockchain», 6.

⁷¹ The European Central Bank (2015), «Virtual currency schemes – a further analysis», 4.

⁷² Abu-Bakar (2018), «Shariah Analysis of Bitcoin, Cryptocurrency, and Blockchain», 6-7.

⁷³ Abu-Bakar (2018), «Shariah Analysis of Bitcoin, Cryptocurrency, and Blockchain», 6-7.

Υπάρχουν δύο επιλογές για να δημιουργηθεί ένα εικονικό νόμισμα. Η πρώτη είναι η διαμόρφωση ενός ήδη υπάρχοντος πηγαίου κώδικα κρυπτογράφησης και η δεύτερη η σύνταξη ενός νέου από το μηδέν. Η τελευταία επιλογή είναι λιγότερο δημοφιλής, αλλά η πρώτη είναι ευκολότερη και επέτρεψε τη δημιουργία πολλών εικονικών νομισμάτων τα τελευταία χρόνια. Η ιδέα είναι ότι πρώτα ο πηγαίος κώδικας κρυπτογράφησης είναι χωρισμένος και στη συνέχεια γίνονται κατάλληλες αλλαγές σε διαφορετικές στρατηγικές τοποθεσίες στον πηγαίο κώδικα για τη δημιουργία ενός αποτελεσματικού νέου νομίσματος. Το νόμισμα NEM είναι ένα από τα πιο πρόσφατα δημιουργημένα νομίσματα που έχουν τον κώδικά τους γραμμένο εξ ολοκλήρου από το μηδέν⁷⁴.

Τα κρυπτονομίσματα αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα από τις τράπεζες για να διευκολύνουν τις συναλλαγές peer-to-peer, και περιλαμβάνουν κέρματα. Η διαφορά τους έγκειται στο ότι είναι ψηφιακά και όχι φυσικά νομίσματα. Δεν είναι δυνατό να αποσυρθεί ή να αρθεί η κρυπτογράφηση κατά τις συναλλαγές και μπορεί να μεταφερθεί μόνο ένα νόμισμα, ή ένα κλάσμα ενός νομίσματος, σε άλλο συναλλασσόμενο μέρος. Η μόνη απόδειξη για ένα κρυπτονόμισμα και την ιδιοκτησία του, είναι το αρχείο των συναλλαγών κρυπτογράφησης στην αλυσίδα μπλοκ του. Αυτή η εγγραφή είναι μια δημόσια εγγραφή (ή καθολικό) που υπάρχει σε ένα διανεμημένο και ανοιχτό blockchain κρυπτογράφησης. Ένα άτομο που έχει στην κατοχή του κάποια κρυπτονομίσματα μπορεί να αγοράσει ένα προϊόν από μια επιχείρηση που επιθυμεί να αποδεχτεί κρυπτονομίσματα ως πληρωμή. Αντί να υπάρξει διευκόλυνση μέσω μιας τράπεζας για τη μεταφορά χρημάτων, αυτή η μεταφορά πραγματοποιείται μέσω του συστήματος δημόσιων καθολικών⁷⁵.

Η έναρξη ενός νέου κρυπτονομίσματος συμβαίνει συνήθως όταν μια εταιρεία σχεδιάζει να ξεκινήσει ένα νέο προϊόν και ζητά χρηματοδότηση για την ανάπτυξή του. Η εταιρεία δημιουργεί το δικό της εικονικό νόμισμα και εκδίδει νομίσματα ή μάρκες (*tokens*), μέσω μιας αρχικής προσφοράς νομισμάτων (*Initial Coin Offering - ICO*). Παρόλο που ο όρος *Initial Coin Offering* υποδηλώνει την έναρξη μιας κρυπτογράφησης, έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται διαφορετικές ετικέτες για να περιγράψουν τους διαφορετικούς τύπους νομισμάτων που εκδίδονται. Μόλις κυκλοφορήσει ένα κρυπτονόμισμα, υπάρχουν πολλοί τρόποι για να το αποκτήσει κάποιος. Μπορούν να αγοραστούν μέσω ανταλλαγών ή σε ειδικά καθορισμένα ATM. Ορισμένα άτομα μπορούν να λάβουν κρυπτονομίσματα, επειδή οι εργοδότες τους δίνουν την επιλογή και τους επιτρέπουν να επιλέξουν να πληρώνονται με αυτά. Ορισμένοι

⁷⁴ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 232.

⁷⁵ Deloitte (2018), «Thinking Allowed Cryptocurrency: Financial reporting implications», 7.

λιανοπωλητές επίσης δέχονται κρυπτονομίσματα ως πληρωμή για τα αγαθά και τις υπηρεσίες τους⁷⁶.

Τα κρυπτονομίσματα είναι μια μορφή ψηφιακού νομίσματος που χρησιμοποιεί τεχνικές κρυπτογράφησης για την ασφάλεια των δεδομένων και των συναλλαγών. Χρησιμοποιεί αποκεντρωμένες τεχνικές για να κάνει τις πληρωμές ασφαλείς. Ουσιαστικά τρέχει σε μια αλυσίδα μπλοκ, η οποία είναι το αρχείο όλων των συναλλαγών που πραγματοποιούνται από κατόχους νομισμάτων⁷⁷.

Τα κρυπτονομίσματα είναι σχετικά μια νέα και ταχέως αναπτυσσόμενη περιοχή της σύγχρονης ψηφιακής οικονομίας. Αντιπροσωπεύουν ουσιαστικά ένα ψηφιακό νόμισμα με συνήθως αποκεντρωμένη λογιστική και αυστηρό έλεγχο για την προσφορά χρήματος και την ανταλλαγή νομισμάτων. Για τη διασφάλιση της κρυπτογράφησης, χρησιμοποιούνται διάφορες κρυπτογραφικές μέθοδοι⁷⁸.

Το κρυπτόνμισμα είναι ένα ψηφιακό περιουσιακό στοιχείο που υποστηρίζεται από την τεχνολογία Blockchain. Το 2008 σηματοδοτεί την αρχή της εποχής της κρυπτογράφησης με την κυκλοφορία ενός «white paper» υπό το ψευδώνυμο Satoshi Nakamoto. Ωστόσο, το πρώτο κρυπτόνμισμα που εισήχθη, το οποίο είναι το Bitcoin, άρχισε να λειτουργεί ως blockchain ανοιχτού κώδικα το 2009.

Στην έναρξη της παγκόσμιας χρηματοπιστωτικής κρίσης το 2008, το ενδιαφέρον για την κρυπτογράφηση αναβίωσε με πιο πρακτικό τρόπο. Τα κρυπτονομίσματα είχαν τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν μερικά προβλήματα που σχετίζονται με το κοινό σύστημα νομισμάτων, όπως υποστήριξε ο Szabo (2008) σε μια δημοσίευσή του ακριβώς στην αρχή της παγκόσμιας χρηματοπιστωτικής κρίσης. Τα κρυπτονομίσματα, τα οποία εφευρέθηκαν από τον Satoshi Nakamoto και τα ονόμασε bitcoins, εκτελούνται χρησιμοποιώντας λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Μπορούν να ληφθούν από οποιονδήποτε και όλο το σύστημα λειτουργεί σε αποκεντρωμένο δίκτυο peer-to-peer. Δεν είναι μόνο ένα αποκεντρωμένο σύστημα αλλά είναι και πλήρως διανεμημένο. Αυτό σημαίνει ότι οι κόμβοι είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους και κάθε κόμβος μπορεί να αποχωρήσει και να επανέλθει στο δίκτυο κατά βούληση⁷⁹.

Κανείς δεν ξέρει ωστόσο ποιος είναι πραγματικά πίσω από τα συστήματα κρυπτογράφησης. Σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να μην απαιτείται εμπιστοσύνη τρίτων και μερικές

⁷⁶ Deloitte (2018), «Thinking Allowed Cryptocurrency: Financial reporting implications», 8.

⁷⁷ Chauhan και Arora (2019), «A review paper on cryptocurrency & portfolio management», 1-2.

⁷⁸ Sukharev και Silnov (2018) «Asynchronous Mining of Ethereum Cryptocurrency», 1.

⁷⁹ Chuen (2015), *Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data*, 7-11· και Nakamoto (2008), «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System»· και Magizov, Kuznetsov, Kasatova, Gilmanov, Garipova και Kuznetsov (2019), «Problems of Criminal Responsibility for Illegal Circulation of Cryptocurrency», 1-3.

φορές δεν υπάρχει νομική οντότητα πίσω από αυτά, αλλά απλώς ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Η κρυπτογράφηση περιλαμβάνει εξόρυξη ή απόδειξη εργασίας. Υπάρχουν ανταμοιβές για την εξόρυξη και η ανταμοιβή δίνεται στον πρώτο που μπορεί να λύσει ένα πρόβλημα κρυπτογράφησης. Ο βαθμός δυσκολίας του προβλήματος θα διασφαλίσει ότι ο χρόνος επίλυσης του προβλήματος είναι περίπου 10 λεπτά για το Bitcoin. Τα κρυπτονομίσματα επιλύουν έξυπνα τα διάφορα προβλήματα. Είναι μια χρηματοοικονομική τεχνολογία και περιλαμβάνουν τη χρηματοοικονομική ρύθμιση, αλλά εκεί έγκειται η δυσκολία στην εκτέλεση και την κατανόηση ακόμη και για τους επαγγελματίες. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο είναι ένας τομέας μεγάλου ενδιαφέροντος για ερευνητές, ρυθμιστικές αρχές, επενδυτές και εμπόρους⁸⁰.

3.1.2 Λογιστική Αντιμετώπιση των κρυπτονομισμάτων

Μια οντότητα που κατέχει κρυπτονομίσματα κατά τη διάρκεια ή στο τέλος μιας περιόδου χρηματοοικονομικής αναφοράς θα πρέπει να αξιολογήσει τον τρόπο αναφοράς των σχετικών συναλλαγών και υπολοίπων στις οικονομικές καταστάσεις. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι τα κρυπτονομίσματα είναι ένα είδος περιουσιακού στοιχείου, όπως για παράδειγμα μετρητά ή ισοδύναμα μετρητών, κάποιο άλλο είδος χρηματοοικονομικού περιουσιακού στοιχείου, ένα άλλο περιουσιακό στοιχείο, εμπόρευμα ή κάτι άλλο.

Το πρώτο ερώτημα που τίθεται είναι εάν ένα κρυπτονόμισμα πληροί τον ορισμό των μετρητών στα Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς. Τα μετρητά ορίζονται στο Διεθνές Λογιστικό Πρότυπο 7 «Κατάσταση Ταμειακών Ροών» ως καταθέσεις μετρητών και καταθέσεις ζήτησης. Τα μετρητά είναι χαρτονομίσματα και κέρματα και περιλαμβάνουν το δικαίωμα απόκτησης χαρτονομισμάτων και κερμάτων. Ο κάτοχος κρυπτονομισμάτων δεν έχει χαρτονομίσματα ή κέρματα ή το δικαίωμα σε χαρτονομίσματα ή κέρματα. Έχει απλώς στη διάθεσή του ένα κλειδί για μια διεύθυνση σε ένα blockchain που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διευκολύνει τις συναλλαγές peer-to-peer. Παρόλο που είναι δυνατό να μετατραπεί ένα κρυπτονόμισμα σε μετρητά, ο κάτοχος δεν έχει δικαίωμα σε μετρητά. Τα κρυπτονομίσματα,

⁸⁰ Chuen (2015), *Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data*, 7-11· Magizov, Kuznetsov, Kasatova, Gilmanov, Garipova και Kuznetsov (2019), «Problems of Criminal Responsibility for Illegal Circulation of Cryptocurrency», 1-3.

επίσης, δεν πληρούν τον ορισμό των ισοδύναμων μετρητών και δεν μπορούν να μετατραπούν σε αυτά⁸¹.

Στο ίδιο πλαίσιο δεν μπορούν να θεωρηθούν τα κρυπτονομίσματα ως χρηματοοικονομικό μέσο με βάση το ΔΠΧΑ 9, καθώς θα πρέπει να αποτελούν απαίτηση για το ένα μέρος και υποχρέωση για το άλλο. Δεν αντιπροσωπεύουν μετρητά, συμμετοχικούς τίτλους σε οντότητα, είτε σύμβαση που καθιερώνει δικαίωμα ή υποχρέωση παράδοσης ή λήψης μετρητών ή άλλου χρηματοοικονομικού μέσου. Τα κρυπτονομίσματα δεν είναι χρεωστικοί ούτε συμμετοχικοί τίτλοι (αν και ένα ψηφιακό περιουσιακό στοιχείο θα μπορούσε να έχει τη μορφή συμμετοχικού τίτλου), επειδή δεν αντιπροσωπεύουν δικαίωμα ιδιοκτησίας σε μια οντότητα. Επομένως, φαίνεται ότι ένα κρυπτονόμισμα δεν πρέπει να λογίζεται ως χρηματοοικονομικό περιουσιακό στοιχείο⁸².

Με βάση το Διεθνές Λογιστικό Πρότυπο 38 «Άυλα Περιουσιακά Στοιχεία», ένα άυλο περιουσιακό στοιχείο είναι ένα αναγνωρίσιμο μη νομισματικό περιουσιακό στοιχείο χωρίς φυσική παρουσία. Ένα κρυπτονόμισμα δεν έχει φυσικά χαρακτηριστικά, επομένως θα λογίζεται ως άυλο περιουσιακό στοιχείο με απεριόριστη ζωή, και θα εμπίπτει στο πεδίο εφαρμογής του ΔΛΠ 38, εκτός εάν διατηρείται προς πώληση κατά τη συνήθη πορεία της επιχείρησης. Μια οντότητα θα πρέπει να αξιολογήσει εάν η ωφέλιμη ζωή του κρυπτονομίσματος είναι πεπερασμένη ή αόριστη. Μια αόριστη ωφέλιμη ζωή είναι όταν δεν υπάρχει προβλέψιμο όριο για την περίοδο κατά την οποία το περιουσιακό στοιχείο αναμένεται να δημιουργήσει καθαρές ταμειακές εισροές για την οικονομική οντότητα. Φαίνεται ότι τα κρυπτονομίσματα πρέπει να θεωρούνται ότι έχουν απεριόριστη ζωή για τους σκοπούς του ΔΛΠ 38. Ένα άυλο περιουσιακό στοιχείο με αόριστη ωφέλιμη ζωή δεν αποσβένεται, αλλά πρέπει να ελέγχεται ετησίως για απομείωση. Ένα άυλο περιουσιακό στοιχείο αποτιμάται αρχικά στο κόστος του. Όταν μια οικονομική οντότητα πληρώνει μετρητά ή ισοδύναμα μετρητών για την απόκτηση κρυπτονομισμάτων, η μέτρηση του κόστους είναι απλή⁸³.

Ωστόσο, συχνά το νόμισμα λαμβάνεται ως αντάλλαγμα αγαθών ή υπηρεσιών ή άλλου κρυπτονομίσματος. Όταν μια οντότητα αποδέχεται κρυπτονομίσματα ως αντάλλαγμα για αγαθά ή υπηρεσίες, τότε θα πρέπει να αξιολογήσει τις απαιτήσεις με βάση το σχετικό πρότυπο

⁸¹ Νεγκάκης (2015), *Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς Θεωρία και Εφαρμογές*, 80-92· και Deloitte (2018), «Thinking Allowed Cryptocurrency: Financial reporting implications», 12-15· και Association of Chartered Certified Accountants – ACCA, «Accounting for cryptocurrencies».

⁸² Deloitte (2018), «Thinking Allowed Cryptocurrency: Financial reporting implications», 12-15· και Association of Chartered Certified Accountants – ACCA, «Accounting for cryptocurrencies».

⁸³ Νεγκάκης (2015), *Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς Θεωρία και Εφαρμογές*, 251-274· και Deloitte (2018), «Thinking Allowed Cryptocurrency: Financial reporting implications», 12-15· και Association of Chartered Certified Accountants – ACCA, «Accounting for cryptocurrencies».

και πιο συγκεκριμένα το ΔΠΧΑ 15. Σύμφωνα με το ΔΠΧΑ 15 «Έσοδα από συμβάσεις με πελάτες», όταν ένας πελάτης υπόσχεται ανταμοιβή σε μορφή διαφορετική από τα μετρητά, η οικονομική οντότητα επιμετρά το αντάλλαγμα χωρίς μετρητά (δηλαδή εδώ το κρυπτονόμισμα) στην εύλογη αξία. Εάν μια οικονομική οντότητα δεν μπορεί να εκτιμήσει την εύλογη αξία του ανταλλάγματος χωρίς μετρητά, το αντάλλαγμα επιμετράται έμμεσα με αναφορά στην τιμή πώλησης των αγαθών ή των υπηρεσιών που παραδίδονται στον πελάτη. Εάν η εύλογη αξία ενός κρυπτονομίσματος είναι χαμηλότερη από τη λογιστική αξία της κατά την ημερομηνία αναφοράς, μια ζημία απομείωσης θα αναγνωρίζεται στα αποτελέσματα⁸⁴.

Όπου μπορεί να εφαρμοστεί η μέθοδος αναπροσαρμογής, το ΔΠΧΑ 13 «Επιμέτρηση της εύλογης αξίας» θα πρέπει να χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της εύλογης αξίας του κρυπτονομίσματος ως επιλογή λογιστικής πολιτικής, αλλά μόνο εάν υπάρχει ενεργός αγορά στο κρυπτονόμισμα. Μια ενεργός αγορά ορίζεται στο ΔΠΧΑ 13 ως η αγορά στην οποία πραγματοποιούνται συναλλαγές για το περιουσιακό στοιχείο ή την υποχρέωση με επαρκή συχνότητα και όγκο για την παροχή πληροφοριών τιμολόγησης σε συνεχή βάση. Πρέπει να εφαρμόζεται κριτική σκέψη για να προσδιοριστεί εάν υπάρχει ενεργός αγορά για συγκεκριμένα κρυπτονομίσματα. Καθώς υπάρχει καθημερινή διαπραγμάτευση Bitcoin για παράδειγμα, είναι εύκολο να αποδείξουμε ότι υπάρχει τέτοια αγορά. Μια χρηματιστηριακή τιμή σε μια ενεργή αγορά παρέχει τα πιο αξιόπιστα στοιχεία εύλογης αξίας και χρησιμοποιείται χωρίς προσαρμογή για τη μέτρηση της εύλογης αξίας όποτε είναι διαθέσιμη. Επιπλέον, η οντότητα θα πρέπει να καθορίσει την κύρια ή πιο συμφέρουσα αγορά για τα κρυπτονομίσματα. Οι αγορές κρυπτονομισμάτων εξακολουθούν να αναπτύσσονται και ορισμένα νομίσματα διαπραγματεύονται πιο ενεργά από άλλα. Η απλή ύπαρξη αγοράς ή ανταλλαγής δεν αρκεί για να ανταποκριθεί στον ορισμό μιας ενεργού αγοράς. Απαιτείται να αξιολογηθεί εάν η συχνότητα και ο όγκος των συναλλαγών αυτής της αγοράς επαρκούν για την παροχή πληροφοριών τιμολόγησης σε συνεχή βάση για ένα συγκεκριμένο κρυπτονόμισμα⁸⁵.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, και ανάλογα με το επιχειρηματικό μοντέλο μιας οντότητας, ενδείκνυται τα κρυπτονομίσματα να χειρίζονται λογιστικά σύμφωνα με το ΔΛΠ 2 «Αποθέματα», εφόσον το ΔΛΠ 2 εφαρμόζεται σε αποθέματα άυλων περιουσιακών στοιχείων. Το ΔΛΠ 2 ορίζει τα αποθέματα ως περιουσιακά στοιχεία που διατίθενται προς πώληση κατά τη συνήθη πορεία των εργασιών, στη διαδικασία παραγωγής για τέτοια πώληση ή με τη μορφή

⁸⁴ Deloitte (2018), «Thinking Allowed Cryptocurrency: Financial reporting implications», 12-15· και Association of Chartered Certified Accountants – ACCA, «Accounting for cryptocurrencies».

⁸⁵ Νεγκάκης (2015), *Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς Ειδικά Θέματα*, 195-218· και Deloitte (2018), «Thinking Allowed Cryptocurrency: Financial reporting implications», 12-15· και Association of Chartered Certified Accountants – ACCA, «Accounting for cryptocurrencies».

υλικών ή προμηθειών που θα καταναλωθούν κατά τη διαδικασία παραγωγής ή κατά την παροχή υπηρεσιών. Για παράδειγμα, μια οντότητα μπορεί να διατηρεί κρυπτονομίσματα προς πώληση κατά τη συνήθη πορεία της επιχείρησης και, αν συμβαίνει αυτό, τότε τα κρυπτονομίσματα θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως αποθέματα. Κανονικά, αυτό σημαίνει την αναγνώριση των αποθεμάτων στο χαμηλότερο κόστος και στην καθαρή ρευστοποιήσιμη αξία. Ωστόσο, εάν η οντότητα ενεργεί ως έμπορος κρυπτονομισμάτων, τότε το ΔΛΠ 2 δηλώνει ότι τα αποθέματά τους πρέπει να αποτιμώνται στην εύλογη αξία μείον το κόστος πώλησης. Αυτός ο τύπος αποθέματος αποκτάται κυρίως με σκοπό την πώληση στο εγγύς μέλλον και τη δημιουργία κέρδους από τις διακυμάνσεις των τιμών ή το περιθώριο των χρηματιστών (διαπραγματευτών/μεσολαβητών). Έτσι, αυτή η μέθοδος θα μπορούσε να εφαρμοστεί μόνο σε πολύ συγκεκριμένες περιπτώσεις, όπου το επιχειρηματικό μοντέλο είναι η πώληση κρυπτονομισμάτων στο εγγύς μέλλον με σκοπό τη δημιουργία κέρδους από τις διακυμάνσεις των τιμών⁸⁶.

Επομένως, ο λογιστικός χειρισμός των κρυπτονομισμάτων δεν είναι τόσο απλός όσο μπορεί να φανεί αρχικά. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει επί του παρόντος ένα συγκεκριμένο Διεθνές Λογιστικό Πρότυπο ή ένα Διεθνές Πρότυπο Χρηματοοικονομικής Αναφοράς, πρέπει να γίνει αναφορά στα υπάρχοντα λογιστικά πρότυπα (και ίσως ακόμη και στο γενικό εννοιολογικό πλαίσιο της Χρηματοοικονομικής Αναφοράς) για να εξαχθούν αντίστοιχα συμπεράσματα και να ληφθούν αποφάσεις όσον αφορά τις χρηματοοικονομικές καταστάσεις.

3.2 Κύρια Είδη Κρυπτονομισμάτων

3.2.1 Bitcoin (BTC)

Το Bitcoin είναι η πρώτη εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain. Από την εισαγωγή του το 2008 το Bitcoin έχει αποκτήσει τεράστια δημοτικότητα και είναι σήμερα το πιο επιτυχημένο ψηφιακό νόμισμα στον κόσμο με επενδύσεις δισεκατομμυρίων δολαρίων. Η δημοτικότητά του είναι επίσης εμφανής από τον υψηλό αριθμό χρηστών και επενδυτών, την αύξηση της τιμής

⁸⁶ Νεγκάκης (2015), *Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς Θεωρία και Εφαρμογές*, 127-149· και Deloitte (2018), «Thinking Allowed Cryptocurrency: Financial reporting implications», 12-15· και Association of Chartered Certified Accountants – ACCA, «Accounting for cryptocurrencies».

του σε προηγούμενες περιόδους και τον αριθμό νεοσύστατων εταιρειών που προσφέρουν διαδικτυακά χρηματιστήρια που βασίζονται σε Bitcoin⁸⁷.

Το Bitcoin είναι ένα ψηφιακό εικονικό νόμισμα, που βασίζεται στην κρυπτογραφία, είναι αποκεντρωμένο και χρησιμοποιείται στο παγκόσμιο σύστημα χρημάτων. Η ανώνυμη ανταλλαγή μετρητών μέσω του διαδικτύου έγινε δυνατή με την εφεύρεση αυτών των κρυπτονομισμάτων. Η ανωνυμία είναι ένας σημαντικός παράγοντας που κάνει το Bitcoin ενδιαφέρον ακόμη και μετά από χρόνια. Το Bitcoin μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς να συνδέεται με την πραγματική ταυτότητα του χρήστη, γεγονός που το καθιστά διαφορετικό από το κανονικό διαδικτυακό νόμισμα. Δεν είναι προφανής ο κάτοχός του και δύσκολα μπορεί να βρεθεί, εκτός αν έχει συνδεθεί με το όνομα του κατόχου στη διεύθυνση Bitcoin. Το Bitcoin δεν εποπτεύει και δεν παρακολουθεί τους πελάτες-χρήστες αλλά παρακολουθεί τις διευθύνσεις όπου βρίσκονται τα μετρητά και διατηρεί ένα δημόσιο καθολικό για όλες τις επεξεργασμένες συναλλαγές. Τα προηγμένα νομίσματα, για παράδειγμα το δολάριο και το ευρώ, ελέγχονται από κυβερνήσεις και νομισματικές μεταβλητές που αποφασίζουν την ποιότητά τους και τη λειτουργία τους. Το Bitcoin είναι δύο πράγματα ταυτόχρονα. Πρώτον, είναι ένα ψηφιακό νόμισμα, που σημαίνει ότι ο λογαριασμός που χρησιμοποιείται δεν έχει φυσικό αντιστάθμισμα με νόμιμο χρήμα. Δεύτερον, το Bitcoin είναι αυτό που ο Friedrich A. Hayek περιγράφει ως «νόμισμα ιδιωτικού τομέα», δηλαδή ένα νόμισμα που παρέχεται από ιδιωτικές επιχειρήσεις με στόχο την καταπολέμηση των κρατικών μονοπωλίων σχετικά με την προσφορά χρήματος⁸⁸.

Η εικονική κρυπτογράφηση του Bitcoin παρουσιάστηκε το 2008 και το λογισμικό κυκλοφόρησε το 2009 από τον Satoshi Nakamoto. Η βασική ιδέα του συστήματος βασίζεται σε ένα σύστημα peer-to-peer, όπου η συναλλαγή γίνεται απευθείας χωρίς κάποιον μεσάζοντα. Οι συναλλαγές επιβεβαιώνονται από κόμβους δικτύου που αποθηκεύονται σε δημόσιο καθολικό. Αυτό το δημόσιο κατανεμημένο καθολικό ονομάζεται blockchain και χρησιμοποιεί το Bitcoin ως μονάδα. Η εξόρυξη (*mining*) των Bitcoin είναι μια δραστηριότητα κατά την οποία τα νομίσματα είναι η ανταμοιβή για τη διαδικασία διαχείρισης συναλλαγών. Το δίκτυο λειτουργεί χωρίς κεντρικό έλεγχο και το Bitcoin ορίζεται ως αποκεντρωμένο εικονικό νόμισμα. Οι χρήστες ή οι πελάτες που χρησιμοποιούν το Bitcoin χρησιμοποιούν την παγκόσμια βάση δεδομένων που ονομάζεται blockchain, η οποία καταγράφει όλες τις συναλλαγές που έχουν πραγματοποιηθεί στο δίκτυο και παρακολουθεί επίσης τα νέα

⁸⁷ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 277· και

⁸⁸ Shanmugam, Azam, Cher, Jose και Kannoorpatti (2017), «A critical review of Bitcoins usage by cybercriminals», 1-2· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 277· και Ruslina (2019), «Legal Protection for Bitcoin Users in E-commerce Transactions», 1-2.

νομίσματα που δημιουργούνται στο σύστημα. Έτσι, η αλυσίδα μπλοκ μπορεί να παρακολουθεί κάθε ένα χρήστη και το αντίστοιχο ποσό μετρητών που έχει ανά πάσα στιγμή⁸⁹.

Κάθε φορά που ξεκινάει μια ανταλλαγή στο δίκτυο Bitcoin, θα πρέπει να ελέγχεται από τους πελάτες στο σύστημα συνολικά. Οι miners συγκεντρώνουν τις ανταλλαγές σε ένα μπλοκ, μόλις μεταφερθούν οι συναλλαγές στο σύστημα Bitcoin. Η δομή του δικτύου Bitcoin περιγράφεται από τον Satoshi Nakamoto στο πρώτο έγγραφο που δημοσίευσε. Σύμφωνα με αυτό, οι ανταλλαγές και οι συναλλαγές μεταδίδονται σε όλους τους κόμβους του συστήματος και στη συνέχεια συγκεντρώνονται και ενώνονται για να διαμορφώσουν και να δημιουργήσουν μια δομή μπλοκ. Όταν γίνεται γνωστή μια απόδειξη συναλλαγής σε ένα μπλοκ, αυτή μεταδίδεται σε όλους τους κόμβους στο δίκτυο Bitcoin. Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα όλες οι ανταλλαγές σε ένα μπλοκ να είναι έγκυρες στο σύστημα δικτύου και τα Bitcoin που περιλαμβάνονται να μην έχουν ξοδευτεί. Εάν συμβαίνει αυτό, τότε το μπλοκ αναγνωρίζεται. Το αναγνωρισμένο μπλοκ προσαρτάται στην αλυσίδα μπλοκ των συναλλαγών και ο κατακερματισμός του χρησιμοποιείται ως πληροφορία για τον κατακερματισμό εισόδου για το επόμενο μπλοκ. Ως εκ τούτου, όλοι οι κόμβοι στο σύστημα δικτύου λαμβάνουν υπόψη τους νέες και επιβεβαιωμένες ανταλλαγές και συναλλαγές και αναγνωρισμένα μπλοκ. Σε αυτές τις γραμμές η εγγραφή ανταλλαγής ή το δημόσιο καθολικό (blockchain) μοιράζεται μεταξύ όλων των κόμβων στο σύστημα δικτύου Bitcoin. Τα δεδομένα σχετικά με τις συναλλαγές ή τις ανταλλαγές του Bitcoin αποθηκεύονται για πάντα στα μπλοκ⁹⁰.

Πιο συνοπτικά τα βήματα μπορούν να παρουσιαστούν παρακάτω με τον εξής τρόπο. Νέες συναλλαγές μεταδίδονται σε όλους τους κόμβους. Κάθε κόμβος συλλέγει νέες συναλλαγές σε ένα μπλοκ και προσπαθεί να βρει μια δύσκολη απόδειξη εργασίας για το μπλοκ του. Όταν ένας κόμβος βρίσκει μια απόδειξη εργασίας, μεταδίδει το μπλοκ σε όλους τους κόμβους. Οι κόμβοι δέχονται το μπλοκ μόνο εάν όλες οι συναλλαγές σε αυτό είναι έγκυρες και δεν έχουν ήδη δαπανηθεί. Οι κόμβοι εκφράζουν την αποδοχή του μπλοκ δουλεύοντας στη δημιουργία του επόμενου μπλοκ στην αλυσίδα, χρησιμοποιώντας τον κατακερματισμό του αποδεκτού μπλοκ ως τον προηγούμενο κατακερματισμό⁹¹.

Τα Bitcoin μεταφέρονται από άτομο σε άτομο απευθείας μέσω του Διαδικτύου χωρίς τη συμμετοχή κεντρικού τρίτου μέρους, όπως το τραπεζικό σύστημα. Συγκεκριμένα, ένας

⁸⁹ Shanmugam, Azam, Cher, Jose και Kannoopatti (2017), «A critical review of Bitcoins usage by cybercriminals», 1-2· και Nakamoto (2008), «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System»· και Erfani και Ahmadi (2019), «Bitcoin Security Reference Model: An Implementation Platform», 1-2.

⁹⁰ Shanmugam, Azam, Cher, Jose και Kannoopatti (2017), «A critical review of Bitcoins usage by cybercriminals», 1-2· και Nakamoto (2008), «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System»· και Erfani και Ahmadi (2019), «Bitcoin Security Reference Model: An Implementation Platform», 1-2.

⁹¹ Tomov (2019), «Bitcoin: Evolution of Blockchain Technology», 1-3.

κάτοχος έχει τον πλήρη έλεγχο του Bitcoin και μπορεί να ξοδέψει τα νομίσματα οποτεδήποτε και οπουδήποτε. Η κατάργηση του τρίτου μέρους από αυτό το σύστημα εξαλείφει επίσης τις περιττές χρεώσεις που απαιτούνται για την καταβολή σε τρίτο. Το Bitcoin μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αντικατάσταση φυσικών χρημάτων όσον αφορά την αγορά και πώληση αγαθών. Μπορεί να αγοραστεί, να πωληθεί και ακόμη να ανταλλαχθεί με άλλα φυσικά νομίσματα. Το Bitcoin αναπτύσσεται σε διάφορες επιχειρηματικές πλατφόρμες ως εναλλακτική λύση έναντι των υπολοίπων νομισμάτων αυτές τις μέρες. Αρκετές χώρες, συμπεριλαμβανομένων των ΗΠΑ, της Ιαπωνίας και του Καναδά, άρχισαν να αναγνωρίζουν το Bitcoin ως μέθοδο πληρωμής. Πολλά εστιατόρια στη Νέα Υόρκη άρχισαν επίσης να χρησιμοποιούν το Bitcoin ως εναλλακτική πηγή νομίσματος. Κάθε χρήστης Bitcoin έχει μια διεύθυνση που λειτουργεί ως αριθμός λογαριασμού στο τραπεζικό σύστημα. Ακριβώς όπως χρησιμοποιούμε τον αριθμό λογαριασμού για να μεταφέρουμε ένα συγκεκριμένο ποσό σε άλλο λογαριασμό, με τον ίδιο τρόπο χρησιμοποιούμε τη διεύθυνση Bitcoin για να μεταφέρουμε το Bitcoin από ένα άτομο σε ένα άλλο άτομο⁹².

Το Bitcoin έχει υποστεί πολλές αλλαγές και εξακολουθεί να εξελίσσεται σε ένα όλο και πιο ισχυρό και καλύτερο σύστημα αντιμετώπιζοντας τις διάφορες αδυναμίες του. Ειδικά η απόδοση αποτελεί θέμα συζήτησης μεταξύ εμπειρογνομόνων και υπερμάχων του Bitcoin για πολλά χρόνια. Ως εκ τούτου, έχουν γίνει διάφορες προτάσεις τα τελευταία χρόνια για τη βελτίωση της απόδοσης του Bitcoin, με αποτέλεσμα να έχει αυξηθεί αρκετά η ταχύτητα συναλλαγής, η ασφάλεια, η τυποποίηση πληρωμών και βελτιώθηκε συνολικά η απόδοση σε επίπεδο πρωτοκόλλου. Αυτές οι προτάσεις βελτίωσης γίνονται συνήθως με τη μορφή BIP (*Bitcoin Improvement Proposals*), ουσιαστικά νέων εκδόσεων πρωτοκόλλων Bitcoin με αποτέλεσμα ένα νέο συνολικά δίκτυο. Αυτά τα έγγραφα χρησιμοποιούνται για να προτείνουν ή για να ενημερώνουν την κοινότητα του Bitcoin για τις προτεινόμενες βελτιώσεις, τα θέματα σχεδιασμού ή τις πληροφορίες σχετικά με ορισμένες πτυχές του Bitcoin. Υπάρχουν τρεις τύποι προτάσεων βελτίωσης Bitcoin, το τυπικό BIP, η διαδικασία BIP και το ενημερωτικό BIP. Το τυπικό BIP (*Standard BIP*) χρησιμοποιείται για την περιγραφή αλλαγών που έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο σύστημα Bitcoin, για παράδειγμα, αλλαγές μεγέθους μπλοκ, αλλαγές πρωτοκόλλου δικτύου ή αλλαγές επαλήθευσης συναλλαγής. Μια σημαντική διαφορά μεταξύ των τυπικών και των διεργασιών BIP (*Process BIP*) είναι ότι τα τυπικά BIP καλύπτουν τις αλλαγές στο πρωτόκολλο, ενώ οι διαδικασίες BIP συνήθως ασχολούνται με την πρόταση

⁹² Shanmugam, Azam, Cher, Jose και Kannoorpatti (2017), «A critical review of Bitcoins usage by cybercriminals», 1-2· και Ghimire και Selvaraj (2018), «A Survey on Bitcoin Cryptocurrency and its Mining», 1-2.

αλλαγής σε μια διαδικασία που βρίσκεται εκτός του βασικού πρωτοκόλλου Bitcoin. Αυτά εφαρμόζονται μόνο μετά από συναίνεση μεταξύ χρηστών bitcoin. Τέλος, τα ενημερωτικά BIP (*Informational BIP*) συνήθως χρησιμοποιούνται για απλή ενημέρωση ή καταγραφή ορισμένων πληροφοριών σχετικά με το σύστημα Bitcoin, όπως θέματα σχεδιασμού. Έχουν αναπτυχθεί και διάφορα προηγμένα πρωτόκολλα που έχουν προταθεί ή εφαρμοστεί για τη βελτίωση του πρωτοκόλλου Bitcoin⁹³.

3.2.2 Ethereum (ETH)

Το Ethereum είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πλατφόρμα κρυπτονομισμάτων μετά το Bitcoin. Κατέχει την πρώτη θέση ως το πρώτο blockchain που εισήγαγε τη γλώσσα Turing και την έννοια μιας εικονικής μηχανής. Αυτό έρχεται σε πλήρη αντίθεση με την περιορισμένη γλώσσα στο Bitcoin και σε πολλά άλλα κρυπτονομίσματα. Με τη διαθεσιμότητα της πλήρους γλώσσας Turing που ονομάζεται Solidity, υπάρχουν πάρα πολλές δυνατότητες για την ανάπτυξη αποκεντρωμένων εφαρμογών. Το Ethereum προτάθηκε για πρώτη φορά το Νοέμβριο 2013 από τον Vitalik Buterin, ερευνητή και προγραμματιστή κρυπτονομισμάτων, και παρέχει ένα δημόσιο blockchain για την ανάπτυξη έξυπνων συμβάσεων και αποκεντρωμένων εφαρμογών. Τα νομίσματα στο Ethereum ονομάζονται Ethers (αιθέρες). Η κριτική ιδέα που προτάθηκε από τον Buterin ήταν η ανάπτυξη μιας γλώσσας complete-Turing που επιτρέπει την ανάπτυξη αυθαίρετων προγραμμάτων (έξυπνες συμβάσεις) για blockchain και αποκεντρωμένες εφαρμογές. Αυτή η ιδέα έρχεται σε αντίθεση με το Bitcoin, όπου η γλώσσα δέσμης ενεργειών είναι περιορισμένης φύσης και επιτρέπει μόνο τις απαραίτητες λειτουργίες⁹⁴.

Έχουν κυκλοφορήσει πολλές ενημερώσεις του κρυπτονομίσματος Ethereum για τη βελτίωση και την ενίσχυση των δυνατοτήτων του. Η πρώτη έκδοση του Ethereum, που ονομάζεται Olympic, κυκλοφόρησε τον Μάιο του 2015. Δύο μήνες αργότερα όμως, τον Ιούλιο του 2015, κυκλοφόρησε μια άλλη έκδοση, που ονομάζεται Frontier. Αρχικά, το Ethereum σχεδιάστηκε μόνο για προγραμματιστές και όχι για απλούς χρήστες, καθώς η πλατφόρμα περιείχε πολύπλοκες γραμμές εντολών. Μετά από περίπου ένα έτος, το Μάρτιο του 2016, κυκλοφόρησε μια νέα έκδοση με τρεις καίριες βελτιώσεις με όνομα Homestead. Η πρώτη αφορούσε τη μεγαλύτερη αυτονομία της πλατφόρμας με λήξη ορισμένων δραστηριοτήτων

⁹³ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 196.

⁹⁴ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 277· και Antonopoulos και Dr. Wood (2018), *Mastering Ethereum*, 1-12.

εντός του δικτύου. Η δεύτερη ενημέρωση περιλάμβανε ένα νέο πορτοφόλι ETH που ονομάζεται Mist, μια εφαρμογή δηλαδή για την αποθήκευση και την κατοχή αποκλειστικά των Ether, αλλά και τη σύνταξη έξυπνων συμβολαίων. Τέλος, εισήχθησαν νέοι κωδικοί για τη γλώσσα προγραμματισμού Solidity, που χρησιμοποιείται στην πλατφόρμα⁹⁵.

Τον Οκτώβριο του 2017 ξεκινάει μια φάση ανάπτυξης που ονομάζεται Metropolis, η οποία διαρκεί μέχρι και σήμερα και έχει αρχικά ως κύριο σκοπό τη μετάβαση από τον τρέχοντα μηχανισμό συναίνεσης Proof of Work (POW) σε μια πιο συμφέρουσα μέθοδο Proof of Stake (POS). Το πρώτο μέρος αυτής της φάσης ανάπτυξης ονομάζεται Byzantium και εισήγαγε εννέα νέες ενημερώσεις στο σύστημα με την πιο βασική την αναδιάρθρωση του συστήματος ανταμοιβής για τους miners του blockchain. Το δεύτερο μέρος αυτής της φάσης ονομάζεται Constantinople και τοποθετείται στις αρχές του 2019. Παρέχει πέντε βασικές βελτιώσεις στο σύστημα Ethereum που επικεντρώνονται κυρίως στην παροχή πιο αποτελεσματικών εναλλακτικών λύσεων για ορισμένες από τις λειτουργίες του blockchain. Το τελευταίο μέρος ονομάζεται Istanbul και εισήγαγε έξι επιπλέον βελτιώσεις στην πλατφόρμα. Αν και δεν έχουν συμπεριληφθεί πρωτοποριακές προσαρμογές, στην ενημέρωση παρουσιάστηκαν πιο αποτελεσματικά μοντέλα χρήσης καθώς και μερικά νέα χαρακτηριστικά στο δίκτυο. Οι ιδρυτές του Ethereum προσπαθούν συνεχώς να το βελτιώσουν, παρέχοντας εναλλακτικές λύσεις και ενημερώσεις. Η τελική προγραμματισμένη κυκλοφορία του Ethereum ονομάζεται Serenity και προβλέπεται να εισαγάγει την τελική έκδοση του blockchain με βάση το Proof of Stake αντί του Proof of Work. Όπως υποδηλώνει και η σημασία της λέξης, είναι η κατάσταση της ηρεμίας, της ειρήνης και της αδιαλλαξίας. Σε αυτό το σημείο, η πλατφόρμα Ethereum θα πρέπει να έχει αξιοποιήσει πλήρως τις δυνατότητές της⁹⁶.

Κάποιες βασικές έννοιες σχετικά με το Ethereum που πρέπει να αναλυθούν είναι οι λογαριασμοί (*accounts*), οι συναλλαγές (*transactions*) και οι πελάτες (*clients*). Κάθε χρήστης που θέλει να συμμετέχει σε μια συναλλαγή πρέπει να έχει ένα λογαριασμό. Υπάρχουν δύο είδη λογαριασμών στο Ethereum, πρώτον οι Externally Owned Accounts-EOA (λογαριασμοί εξωτερικής ιδιοκτησίας), κατά τους οποίους οι χρήστες στέλνουν απευθείας συναλλαγές μέσω αυτών και δεύτερον οι Contract Accounts (λογαριασμοί συμβολαίου), που βασίζονται στον κώδικα ενός συμβολαίου και στέλνουν εσωτερικές συναλλαγές. Κάθε λογαριασμός προσδιορίζεται από δύο κλειδιά, ένα ιδιωτικό κι ένα δημόσιο. Η ουσιαστική διαφορά μεταξύ

⁹⁵ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 277· και Antonopoulos και Dr. Wood (2018), *Mastering Ethereum*, Preface, 1-12, 334-338· και Bankera (2019), «A Short History of Ethereum Updates».

⁹⁶ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 277· και Antonopoulos και Dr. Wood (2018), *Mastering Ethereum*, Preface, 1-12, 334-338· και Bankera (2019), «A Short History of Ethereum Updates».

των συναλλαγών και των εσωτερικών συναλλαγών είναι ότι στις εσωτερικές συναλλαγές δεν υπάρχει πεδίο υπογραφής και δε χρειάζεται επιβεβαίωση με επιστροφή των hash τιμών όπως στις υπόλοιπες. Μια συναλλαγή είναι ένας μεμονωμένος κώδικας εντολών που στέλνει μηνύματα στους χρήστες και δε διαφέρει από τις παραδοσιακές συναλλαγές. Το blockchain του Ethereum ξεκινά με ένα μπλοκ γένεσης και στη συνέχεια προστίθενται συναλλαγές, επεξεργάζονται και δημιουργούν νέα μπλοκ. Κάθε συναλλαγή περιλαμβάνει αρκετά πεδία και ο miner στο δίκτυο δίνει προτεραιότητα σε κάποιες από αυτές, συνήθως βασισμένος στην τιμή του αερίου. Το πρώτο βήμα για να δημιουργηθεί ένα node (κόμβος) στην αλυσίδα μπλοκ του Ethereum είναι να τρέξει έναν *client*, έναν κώδικα για να αναλύει και να επαληθεύει το blockchain. Οι πελάτες Ethereum κάνουν λήψεις ολόκληρης της αλυσίδας μπλοκ και επαληθεύουν συναλλαγές. Υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί πελάτες για το Ethereum και έχουν προκύψει από τις διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού, με αποτέλεσμα να προκύπτουν πολλά πλεονεκτήματα. Οι δύο κύριοι πελάτες είναι οι Geth και Parity⁹⁷.

Το Ethereum παρέχει μερικές παραπάνω δυνατότητες σε σχέση με εκείνες που προσφέρει το Bitcoin. Πρώτον, η εφαρμογή Ethereum Virtual Machine (EVM) παρέχει ένα περιβάλλον χρόνου εκτέλεσης για τα έξυπνα συμβόλαια. Δεύτερον, τα έξυπνα συμβόλαια λειτουργούν ως κρατικές αποκεντρωμένες εφαρμογές που εκτελούνται σε εφαρμογές EVM για την επιβολή των οδηγιών μιας σύμβασης. Τρίτον, τα ψηφιακά νομίσματα-μάρκες (*tokens*) αντιπροσωπεύουν ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία, των οποίων η έκδοσή διέπεται από έξυπνα συμβόλαια. Τα ψηφιακά νομίσματα-μάρκες μπορούν να αντιμετωπίζονται ως νομίσματα όπως το ETH και το BTC και μπορούν να εκδοθούν μέσω αρχικών προσφορών νομισμάτων (ICOs)⁹⁸.

Οι περισσότεροι χρήστες που επιλέγουν το Ethereum έχουν κάποια προηγούμενη εμπειρία με τα κρυπτονομίσματα, ειδικά με το Bitcoin. Το Ethereum έχει πολλά κοινά στοιχεία με άλλες ανοιχτού κώδικα αλυσίδες blockchain, όπως ένα δίκτυο peer-to-peer που συνδέει τους συμμετέχοντες, έναν αλγόριθμο συναίνεσης αντοχής σε σφάλματα για το συγχρονισμό ενημερώσεων (PoW Blockchain), τη χρήση κρυπτογραφικών μεθόδων όπως οι ψηφιακές υπογραφές και οι κατακερματισμοί, και ένα ψηφιακό νόμισμα. Ωστόσο, τόσο ο σκοπός όσο και η κατασκευή του Ethereum διαφέρουν εντυπωσιακά σε σχέση με εκείνα των υπολοίπων αλυσίδων blockchain που προηγήθηκαν αυτού, συμπεριλαμβανομένου του Bitcoin. Ο σκοπός του Ethereum δεν είναι πρωτίστως να είναι ένα δίκτυο πληρωμών σε ψηφιακό νόμισμα. Ενώ

⁹⁷ Rouhani και Deters (2017) « Performance Analysis of Ethereum Transactions in Private Blockchain », 1-3.

⁹⁸ Chan και Olmsted (2017), «Ethereum transaction graph analysis», 1.

ο αιθέρας (*ether*) του ψηφιακού νομίσματος είναι αναπόσπαστο και απαραίτητο στοιχείο για τη λειτουργία του Ethereum, ο αιθέρας προορίζεται ως νόμισμα χρησιμότητας για την πληρωμή της χρήσης της πλατφόρμας Ethereum ως παγκόσμιου υπολογιστή. Σε αντίθεση με το Bitcoin, το οποίο έχει πολύ περιορισμένη γλώσσα δέσμης ενεργειών, το Ethereum έχει σχεδιαστεί για να είναι ένα προγραμματιζόμενο blockchain γενικής χρήσης, που εκτελεί μια εικονική μηχανή ικανή να εκτελεί κώδικα αυθαίρετης και απεριόριστης πολυπλοκότητας. Η γλώσσα δέσμης ενεργειών του Bitcoin, σκόπιμα, περιορίζεται σε αληθινή ή ψευδή αξιολόγηση των συνθηκών, ενώ αντίθετα η γλώσσα του Ethereum είναι complete-Turing, πράγμα που σημαίνει ότι το Ethereum μπορεί άμεσα να λειτουργεί ως υπολογιστής γενικής χρήσης⁹⁹.

3.2.3 Ripple (XRP)

Το Ripple δημιουργήθηκε από τους Arthur Britto, Ryan Fugger και David Schwartz το 2012. Ήδη από το 2004 όμως είχαν αναπτυχθεί οι αρχές αυτής της πλατφόρμας από τον Fugger μέσω ενός πρωτοκόλλου πληρωμής, που ήταν γνωστό ως Ripplepay. Η ιδέα του ήταν να αναπτύξει μια τοπική πλατφόρμα συναλλαγών για την περιοχή όπου κατοικούσε και να σχεδιάσει ένα εικονικό νομισματικό σύστημα με αποκεντρωμένα χαρακτηριστικά και με το δικό του νόμισμα, ώστε με αυτό να γίνονται οι συναλλαγές. Εντός του δικτύου Ripple, τα νομίσματα αναπαρίστανται ως χρέος και οι συναλλαγές συντίθενται από ισοζύγια που κινούνται στα πιστωτικά όρια (*credit lines*) από τον αποστολέα στο δέκτη. Το βασικό θεμέλιο του Ripple είναι η ίδρυση ενός αξιόπιστου δικτύου ή μιας σχέσης εμπιστοσύνης, που αλλιώς ονομάζεται πιστωτική γραμμή-όριο μεταξύ των χρηστών¹⁰⁰.

Το Ripple έχει αποκλίνει σημαντικά από την αρχική ιδέα ενός αποκεντρωμένου δικτύου που καταγράφει τη μεταφορά χρημάτων ρητά ως σχέσεις χρέους μεταξύ των μερών. Ενώ η έννοια της σχέσης χρέους εξακολουθεί να υπάρχει με τη μορφή γραμμών εμπιστοσύνης μεταξύ των συμμετεχόντων, το μεγαλύτερο μέρος της βάσης κώδικα και των τεκμηρίων του προγραμματιστή επικεντρώνεται τώρα στη χρήση και στη συντήρηση ενός παγκοσμίου καθολικού συναλλαγών και υπολοίπων λογαριασμών. Επιπλέον, έχει προστεθεί ένα νόμισμα,

⁹⁹ Antonopoulos και Dr. Wood (2018), *Mastering Ethereum*, 1-7.

¹⁰⁰ Takashima (2018), *Ripple: The Ultimate Guide to the World of Ripple*, 1-4.

το XRP, το οποίο χρησιμοποιείται για τα τέλη συναλλαγών κατά των ανεπιθύμητων μηνυμάτων και χρησιμεύει ως καθολικό νόμισμα¹⁰¹.

Όπως και με το Bitcoin, το Ripple αποτελείται από ένα σύνολο αλυσίδων μπλοκ και το καθένα αποτελείται από μια κεφαλίδα μπλοκ που δεσμεύεται σε ένα προηγούμενο μπλοκ και ένα σύνολο νέων συναλλαγών για αυτό το μπλοκ (μέσω ενός δέντρου merkle). Η μπλοκ αλυσίδα δεν έχει άμεση σχέση με το πρωτόκολλο συναίνεσης. Μάλλον οι επικυρωτές υπογράφουν μηνύματα ως μέρος του πρωτοκόλλου συναίνεσης και η γνώση αυτών των μηνυμάτων επιτρέπει στους κόμβους Ripple να καθορίσουν τη σωστή αλυσίδα. Το δίκτυο Ripple αποτελείται από διάφορους κόμβους που μπορούν να εκτελούν διαφορετικές λειτουργίες ανάλογα με τον τύπο τους. Διακρίνονται στους κόμβους χρήστη (*user nodes*), που χρησιμοποιούνται σε συναλλαγές πληρωμής και μπορούν να πληρώσουν ή να λάβουν πληρωμές και στους κόμβους επικύρωσης (*validator nodes*), οι οποίοι συμμετέχουν στο μηχανισμό συναίνεσης. Κάθε διακομιστής διατηρεί ένα σύνολο μοναδικών κόμβων, οι οποίοι πρέπει να υποβάλουν ερωτήματα ενώ επιτυγχάνεται η συναίνεση. Το Ripple μερικές φορές θεωρείται ένα πραγματικά αποκεντρωμένο δίκτυο, καθώς εμπλέκονται φορείς του δικτύου και ρυθμιστές (*network operators and regulators*). Ωστόσο, μπορεί να θεωρηθεί αποκεντρωμένη λόγω του γεγονότος ότι ο καθένας μπορεί να γίνει μέρος του δικτύου εκτελώντας έναν κόμβο επικύρωσης. Επιπλέον, η διαδικασία συναίνεσης είναι επίσης αποκεντρωμένη, διότι τυχόν αλλαγές που προτείνονται να πραγματοποιηθούν στο καθολικό πρέπει να αποφασίζονται ακολουθώντας ένα σχέδιο αρκετά μεγάλης πλειοψηφίας. Ωστόσο, αυτό είναι ένα θέμα μεταξύ ερευνητών και υπάρχουν επιχειρήματα κατά και υπέρ κάθε σχολής σκέψης¹⁰².

Η βάση κώδικα του Ripple βασίζεται στο blockchain Bitcoin αλλά δεν χρησιμοποιεί συναίνεση Proof-of-Work. Αντ' αυτού, το δίκτυο χρησιμοποιεί ένα καθολικό συναίνεσης το οποίο έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά. Το καθολικό ορίζεται από τους συμμετέχοντες και όχι από την υποκείμενη τεχνολογία του και μεταδίδει μηνύματα με ανοιχτές συνδέσεις peer-to-peer. Αντί να βασίζεται στο mining (εξόρυξη), χρησιμοποιεί ένα σύστημα από tokens που ονομάζονται XRP και χρησιμοποιούνται ως νόμισμα. Τα συναφή κοινά μικρότερα δίκτυα συλλογικής εμπιστοσύνης, που ονομάζονται «λίστες μοναδικών κόμβων» (*Unique Node Lists-UNL*), υφίστανται και στο μεγαλύτερο δίκτυο, επομένως το σύστημα είναι ένα είδος ομοσπονδίας. Κάθε συμμετέχων διακομιστής διατηρεί το δικό του UNL με βάση τον τρόπο

¹⁰¹ Todd (2015), «Ripple Protocol Consensus Algorithm Review», 1-2· και Schwartz, Fugger και Britto (2018), «The Ripple Protocol Consensus Algorithm», 1-2.

¹⁰² Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 507-511· και Todd (2015), «Ripple Protocol Consensus Algorithm Review», 4-6· και Schwartz, Fugger και Britto (2018), «The Ripple Protocol Consensus Algorithm», 1-4.

που τον διαμόρφωσε ο χειριστής του. Ένας διακομιστής μπορεί να διαμορφωθεί είτε ως κόμβος που συμμετέχει στην επικύρωση προτεινόμενων συναλλαγών είτε ως κόμβος ακολούθου (*as a node that participates in validating proposed transactions or as a follower node*), οπότε οι συμμετέχοντες τον χρησιμοποιούν μόνο για να υποβάλουν πληρωμές ή για να κάνουν ερωτήσεις. Ο μηχανισμός συναίνεσης του Ripple απαιτεί μια υπερμεγέθυνση του 80% των κόμβων στο υποδίκτυο UNL (όχι στο μεγαλύτερο σύστημα), για να συμφωνήσει να επικυρωθεί μια συναλλαγή. Αυτό σημαίνει ότι οι συναλλαγές μπορούν να πραγματοποιηθούν σε δευτερόλεπτα, αντί για τα 10 λεπτά ή περισσότερο που απαιτούνται στα συστήματα Proof-of-Work. Αυτή ήταν μια σημαντική ανακάλυψη όσον αφορά τα καταναμημένα καθολικά. Αντί για mining (εξόρυξη), ένα token (μάρκα) χρησιμοποιείται κυρίως για να επιταχύνει τις συναλλαγές που μοιάζουν με ανεπιθύμητες. Η εξέλιξη του Ripple οδήγησε στην εξέλιξη του πρωτοκόλλου Inter Ledger, το οποίο στην ουσία παρέχει έναν τρόπο σύνδεσης των καθολικών του παρελθόντος με τα καταναμημένα καθολικά του μέλλοντος¹⁰³.

3.2.4 Litecoin (LTC)

Το Litecoin κυκλοφόρησε για πρώτη φορά στις 7 Οκτωβρίου 2011, δύο χρόνια μετά από την κυκλοφορία του Bitcoin. Δημιουργήθηκε από έναν πρώην προγραμματιστή της Google, γνωστό ως Charles Lee, με σκοπό να διορθώσει μερικά ελαττώματα και προκλήσεις που εντόπισε στο Bitcoin. Το Litecoin δημιουργήθηκε από τον πηγαίο κώδικα του Bitcoin, γεγονός που δηλώνει ότι υπάρχουν αρκετές ομοιότητες μεταξύ αυτών των δύο. Επομένως, για να το κατανοήσει κάποιος καλύτερα πρέπει να συγκρίνει αυτά τα δύο κρυπτονομίσματα και να βγάλει τα αντίστοιχα συμπεράσματα. Εάν το Bitcoin μπορεί να χαρακτηριστεί ως ψηφιακός χρυσός (*digital gold*), το Litecoin έχει σκοπό να γίνει το ψηφιακό ασήμι (*digital silver*), που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καθημερινές συναλλαγές. Το Litecoin παράγεται από χρήστες υπολογιστών σε όλο τον κόσμο, χρησιμοποιώντας λογισμικό που επιλύει μαθηματικά προβλήματα. Δεν ελέγχεται ούτε το διαχειρίζεται κάποια κεντρική αρχή και είναι μεταβιβάσιμο ηλεκτρονικά σχετικά άμεσα, με πολύ χαμηλά τέλη συναλλαγής. Είναι ένα peer-

¹⁰³ Seibold και Samman (2016), «Consensus Immutable agreement for the internet of value», 6-8· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 509-512· και Schwartz, Fugger και Britto (2018), «The Ripple Protocol Consensus Algorithm», 4-5.

to-peer κρυπτονόμισμα και έχει ένα πρόγραμμα λογισμικού ανοιχτού κώδικα που κυκλοφόρησε υπό τις άδειες MIT/X11¹⁰⁴.

Μόλις κυκλοφόρησε το Bitcoin, η υιοθέτησή του είχε κάποια προβλήματα και αμφισβητήσεις. Οι συναλλαγές κρατούσαν για μεγάλο χρονικό διάστημα και η διαδικασία mining δε θεωρούνταν δίκαιη, δηλαδή αφορούσε κυρίως πιο προχωρημένους χρήστες και δεν μπορούσαν απλοί χρήστες να κάνουν mining μόνο με τους υπολογιστές τους. Εφόσον το λογισμικό ήταν ανοιχτού κώδικα, ο Lee μπορούσε να το αλλάξει, διορθώνοντας τα προβλήματα και δημιούργησε ένα νέο νόμισμα. Το πρώτο πράγμα που έκανε ήταν να βελτιώσει την ταχύτητα των συναλλαγών. Τεχνικά, οι συναλλαγές είναι στιγμιαίες αλλά απαιτείται αρκετός χρόνος για τους άλλους υπολογιστές στην αλυσίδα μπλοκ, ώστε να επικυρωθεί μια συναλλαγή. Στην αρχή, μια συναλλαγή στο Bitcoin χρειαζόταν 10 λεπτά και ο Lee τη βελτίωσε στα 2,5 λεπτά, τέσσερις φορές πιο γρήγορα. Μια γρηγορότερη ταχύτητα είχε ως αποτέλεσμα το δίκτυο να ανταπεξέρχεται σε αυξανόμενους όγκους συναλλαγών, καθώς όλο και περισσότεροι χρήστες συμμετείχαν σε αυτό και έτσι το Litecoin έγινε πιο ελκυστικό στους εμπόρους, εφόσον μπορούσαν να επικυρώσουν τέσσερις συναλλαγές στον ίδιο χρόνο που στο Bitcoin εκτελούνταν μία¹⁰⁵.

Στη συνέχεια, η πιο θεμελιώδης αλλαγή που έγινε είναι η αλλαγή του αλγορίθμου Proof-of-Work που χρησιμοποιείται από το Litecoin. Το Bitcoin χρησιμοποιεί ένα σύστημα mining που βασίζεται στον αλγόριθμο SHA-256, το οποίο όμως μπορούσε να επιταχυνθεί σημαντικά με παράλληλη επεξεργασία. Το Litecoin χρησιμοποιεί το Scrypt ως Proof-of-Work, που αρχικά εισήχθη στο νόμισμα Tenebrix. Το Scrypt είναι διαδοχικά μια λειτουργία μνήμης και είναι η πρώτη εναλλακτική λύση στον αλγόριθμο SHA-256. Αρχικά, προτάθηκε ως λειτουργία παράδοσης κλειδιού βάσει κωδικού πρόσβασης (*Password-Based Key Derivation Function-PBKDF*). Ο αλγόριθμος Scrypt απαιτεί να διατηρείται στη μνήμη μια μεγάλη σειρά ψευδοτυχαίων bit και ένα κλειδί πρέπει να προέρχεται από αυτό με ψευδοτυχαίο τρόπο. Ο αλγόριθμος βασίζεται σε ένα φαινόμενο που ονομάζεται *Time-Memory Trade-Off* (TMTO). Το TMTO ουσιαστικά μειώνει τον χρόνο εκτέλεσης ενός προγράμματος εάν του δοθεί περισσότερη μνήμη. Αυτή η αντιστάθμιση καθιστά ανέφικτο για έναν εισβολέα να αποκτήσει περισσότερη μνήμη, επειδή είναι ακριβό και δύσκολο να εφαρμοστεί σε λειτουργικό ή εάν ο

¹⁰⁴ Reed Jeff (2018), *Litecoin: An Introduction to Litecoin Cryptocurrency and Litecoin Mining*, 3-4· και Gibbs και Yordchim (2014), «Thai Perception on Litecoin Value», 1-2· και Bhosale και Mavale (2018), «Volatility of select Crypto-currencies: A comparison of Bitcoin, Ethereum and Litecoin», 3.

¹⁰⁵ Takashima (2018), *Litecoin: The Ultimate Guide to the World of Litcoin*, 3-5· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 240-244· και Bhosale και Mavale (2018), «Volatility of select Crypto-currencies: A comparison of Bitcoin, Ethereum and Litecoin», 3· και Gibbs και Yordchim (2014), «Thai Perception on Litecoin Value», 1-2.

εισβολέας επιλέξει να μην αυξήσει τη μνήμη, αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα ο αλγόριθμος να λειτουργεί αργά λόγω υψηλών απαιτήσεων επεξεργασίας¹⁰⁶.

3.2.5 Bitcoin Cash (BCH)

Το Bitcoin Cash είναι ένα αποκεντρωμένο ψηφιακό νόμισμα, με το οποίο ένα άτομο μπορεί να στείλει χρήματα σε ένα άλλο άμεσα, χωρίς τη συγκατάθεση μιας τράπεζας ή μιας κεντρικής αρχής. Πρόκειται επομένως για ένα peer-to-peer σύστημα. Λειτουργεί σχεδόν με τον ίδιο τρόπο όπως το Bitcoin αλλά έχει μερικές ουσιώδεις διαφορές, που κίνησαν την προσοχή και την περιέργεια των ανθρώπων και ακόμη και η Coinbase, η μεγαλύτερη πλατφόρμα ανταλλαγής κρυπτονομισμάτων παγκοσμίως το συμπεριέλαβε στο χαρτοφυλάκιό της. Το Bitcoin Cash αυξάνει το όριο του μπλοκ στα 8 MB. Αυτό αυξάνει αμέσως τον αριθμό των συναλλαγών, που μπορούν να υποβληθούν και να επεξεργαστούν σε ένα μπλοκ, σε ένα πολύ μεγαλύτερο αριθμό σε σύγκριση με το όριο του 1 MB που ισχύει στο αρχικό πρωτόκολλο Bitcoin. Το Bitcoin Cash χρησιμοποιεί ως αλγόριθμο συναίνεσης το Proof-of-Work και το διάστημα των μπλοκ αλλάζει από 10 λεπτά σε 10 δευτερόλεπτα και έως 2 ώρες και παρέχει επίσης προστασία επανάληψης¹⁰⁷.

Καθώς το Bitcoin έχει αποκτήσει μεγάλη δημοτικότητα, το ζήτημα της επεκτασιμότητας συναλλαγών έχει αυξηθεί και έχουν προταθεί αρκετές λύσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Ωστόσο, υπήρξαν επίσης πολλές συγκρούσεις σχετικά με αυτές τις λύσεις. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, τον Αύγουστο του 2017, το σύστημα Bitcoin χωρίστηκε στο αρχικό Bitcoin (BTC) και στο Bitcoin Cash (BCH). Η βασική ιδέα του Bitcoin Cash είναι η αύξηση του μέγιστου μεγέθους μπλοκ για την επεξεργασία περισσότερων συναλλαγών από το Bitcoin. Ωστόσο, ακόμη και με διαφορετικά όρια μεγέθους μπλοκ, έχουν συμβατούς μηχανισμούς Proof-of-Work μεταξύ τους. Επομένως, οι miners μπορούν ελεύθερα να εναλλάσσονται μεταξύ Bitcoin και Bitcoin Cash για να αυξήσουν τα κέρδη τους. Η κερδοφορία αλλάζει όταν αλλάζει η δυσκολία του mining και η τιμή του νομίσματος, αλλά ορισμένοι miners μπορεί να ενδιαφέρονται μόνο για τη μεταβολή του πρώτου, επειδή είναι σχετικά ευκολότερο να προβλεφθεί το πρώτο από το δεύτερο. Πιο συγκεκριμένα, οι

¹⁰⁶ Takashima (2018), *Litecoin: The Ultimate Guide to the World of Litecoin*, 3-5· και Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 240-244· και Gibbs και Yordchim (2014), «Thai Perception on Litecoin Value», 1-2.

¹⁰⁷ Bashir (2018), *Mastering Blockchain*, 198· και Alexander Osorio Munera (2017), *Bitcoin Cash: What You Need to Know about BCH*, 5.

ορθολογικοί miners μπορούν να αποφασίσουν ποια κρυπτονομίσματα είναι καλύτερο να επιλέγονται ανάλογα με τη δυσκολία εξόρυξης των νομισμάτων. Η εξόρυξη Bitcoin Cash θα πραγματοποιείται μόνο εάν η δυσκολία της είναι χαμηλή σε σύγκριση με τη δυσκολία εξόρυξης Bitcoin. Διαφορετικά, ο ανθρακωρύχος κάνει εξόρυξη Bitcoin και όχι εξόρυξη Bitcoin Cash¹⁰⁸.

Όπως έγινε φανερό τα κρυπτονομίσματα και η τεχνολογία Blockchain πάνω στην οποία βασίζονται παίζουν καίριο ρόλο στη σημερινή οικονομία και θεωρούνται ότι είναι η καλύτερη εφεύρεση αυτού του αιώνα. Ο αριθμός των κρυπτονομισμάτων που διατίθενται μέσω του Διαδικτύου από τις 19 Αυγούστου 2018 είναι πάνω από 1600 και συνεχώς αυξάνεται. Το Bitcoin είναι το μεγαλύτερο δίκτυο Blockchain και ακολουθείται από άλλα κρυπτονομίσματα όπως το Ethereum, το Ripple και το Bitcoin Cash. Δεδομένου ότι το Bitcoin είναι αποδεκτό σε πολλές χώρες, η αγορά του αναμένεται να αυξηθεί με υψηλό ρυθμό. Η εξόρυξη Bitcoin είναι μια ανταγωνιστική αγορά. Με την πάροδο των ετών αυξάνεται η δυσκολία εξόρυξης και μειώνεται ο αριθμός των Bitcoin που απομένουν να εξορύσσονται. Χρησιμοποιώντας αυτοσχέδιο αλγόριθμο και καλύτερο υλικό, οι miners μπορούν να μεγιστοποιήσουν την πιθανότητα εξόρυξης Bitcoin γρηγορότερα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ

4.1 Θεωρητικό Πλαίσιο

Η τεχνική ανάλυση (technical analysis) έχει ως στόχο την πρόβλεψη των τιμών των μετοχών με όσο το δυνατόν πιο ακριβή και ασφαλή συμπεράσματα. Ουσιαστικά μελετώνται τα διαγράμματα και οι πορεία των τιμών των μετοχών, ώστε να μπορέσει ο αναλυτής να κατανοήσει τη δεδομένη χρονική στιγμή πώς έχει διαμορφωθεί η τιμή της μετοχής σύμφωνα με το πλαίσιο της προσφοράς και της ζήτησης αλλά και πώς θα προσδιοριστεί μελλοντικά η

¹⁰⁸ Webb (2018), «A Fork in the Blockchain: Income Tax and the Bitcoin/Bitcoin Cash Hard Fork», 4-8· και Yujin, Hyoungshick, Jinwoo και Yongdae (2019), «Bitcoin vs. Bitcoin Cash: Coexistence or Downfall of Bitcoin Cash?», 1-2.

πορεία της με βάση διάφορους παράγοντες και τις κινήσεις της αγοράς. Υπάρχουν τρία βασικά στοιχεία πάνω στα οποία βασίζεται η τεχνική ανάλυση και αυτά είναι πρώτον ότι η αγορά και οι δείκτες προεξοφλούν τα πάντα, δεύτερον ότι οι τιμές κινούνται με τάσεις και τρίτον ότι η ιστορία επαναλαμβάνεται¹⁰⁹.

Ο Dow διατύπωσε τη θεωρία του όσον αφορά την τεχνική ανάλυση και θεωρείται από τους περισσότερους ότι είναι ο θεμελιωτής της. Εισήγαγε τον πρώτο δείκτη του χρηματιστηρίου, ο οποίος συγκροτήθηκε από 11 μετοχές. Η θεωρία του απαρτίζεται από 6 χαρακτηριστικά – υποθέσεις. Το πρώτο αξίωμα, που βασίζεται η θεωρία, είναι ότι οι δείκτες προεξοφλούν όλα τα δεδομένα και το δεύτερο είναι ότι η αγορά έχει τρεις τάσεις, την κύρια ή πρωτογενή, την ενδιάμεση ή δευτερογενή και τη βραχυχρόνια. Στη συνέχεια, το τρίτο στοιχείο της θεωρίας είναι ότι η κύρια τάση έχει τρεις επιμέρους φάσεις, οι οποίες είναι η φάση της συσσώρευσης, η φάση της γενικής συμμετοχής και η φάση της διανομής. Τέταρτον, οι κλαδικοί δείκτες πρέπει να επιβεβαιώνονται μεταξύ τους, δηλαδή να επαληθεύουν ο ένας τον άλλον και να κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση. Πέμπτο, ο όγκος των συναλλαγών επιβεβαιώνει την τάση, δηλαδή αυξάνεται ή μειώνεται ανάλογα με την κύρια τάση των τιμών και τέλος η τάση αυτή συνεχίζει μέχρι να δοθούν σήματα αντιστροφής¹¹⁰.

4.2 Διαγράμματα

Για την εξαγωγή συμπερασμάτων εξετάζονται και αναλύονται τα διαγράμματα των τιμών των μετοχών και οι σχηματισμοί που δημιουργούνται χρησιμοποιούνται, ώστε να γίνουν οι μελλοντικές προβλέψεις. Τα διαγράμματα των μετοχών δημιουργούν τις γραμμές τάσης, οι οποίες δηλώνουν την κατεύθυνση που ακολουθεί η αγορά. Υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί τύποι διαγραμμάτων, οι οποίοι θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

Αρχικά, τα Διαγράμματα Γραμμής (Line Charts) αποτελούν τον πιο απλό τρόπο αναπαράστασης των κινήσεων των τιμών και σε αυτά απεικονίζονται οι τιμές κλεισίματος κάθε ημέρας ξεχωριστά. Οι τιμές κλεισίματος στο πλαίσιο της ανάλυσης των μετοχών θεωρούνται ως οι πιο σημαντικές κατά τη διάρκεια μιας ημέρας. Η ένωση όλων των τιμών

¹⁰⁹ Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 30-35· και Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών*.

¹¹⁰ Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 35-44.

κλεισίματος που παρουσιάζονται σαν σημεία πάνω στο διάγραμμα δίνει και την πορεία της μετοχής, για το χρονικό διάστημα το οποίο εξετάζουμε¹¹¹.



Διάγραμμα 4.1.2.1: Ημερήσιο Διάγραμμα Γραμμής

Τα Διαγράμματα Ράβδων (Bar Charts) είναι τα πιο δημοφιλή διαγράμματα, αφού αναπαρίστανται σε αυτά η τιμή ανοίγματος, η τιμή κλεισίματος, η ανώτατη τιμή και η κατώτατη τιμή που παίρνει η μετοχή κατά τη διάρκεια της ημέρας. Στον τύπο αυτού του διαγράμματος η τιμές απεικονίζονται ως κάθετες ευθείες γραμμές, στις οποίες το πιο κάτω σημείο αποτελεί την κατώτατη ημερήσια τιμή διαπραγμάτευσης ενώ το πιο πάνω σημείο την ανώτατη ημερήσια τιμή διαπραγμάτευσης. Δεξιά των κάθετων γραμμών υπάρχει μια μικρή οριζόντια γραμμή που αναπαριστά την τιμή κλεισίματος και αριστερά την τιμή ανοίγματος. Ο όγκος των συναλλαγών παρουσιάζεται στο κάτω μέρος του ραβδογράμματος, έτσι ώστε να μπορεί να παρατηρεί ο αναλυτής και τις τιμές αλλά και τον όγκο¹¹².

¹¹¹ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών*.

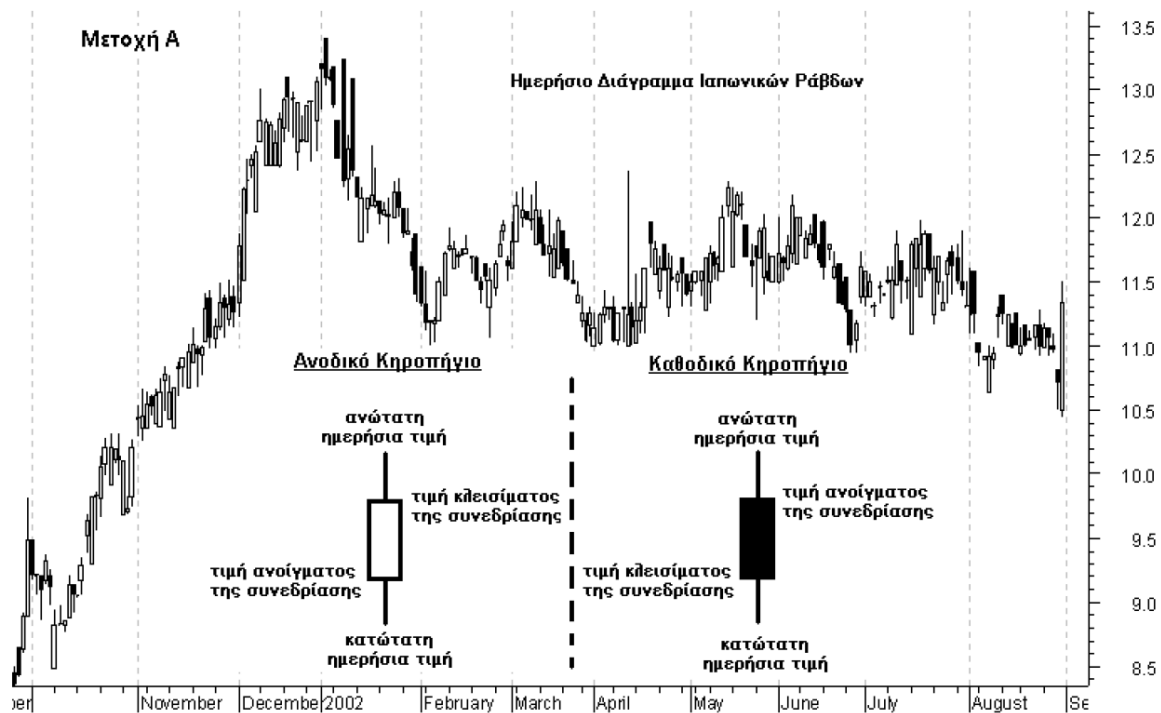
¹¹² Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών*.



Διάγραμμα 4.1.2.2: Ημερήσιο Διάγραμμα Ράβδων

Τα Διαγράμματα των Ιαπωνέζικων Ράβδων ή Κηροπηγίων (Japanese Candlesticks) μοιάζουν σε μεγάλο βαθμό με αυτά των ραβδογραμμάτων, καθώς απεικονίζονται τα ίδια στοιχεία, η τιμή ανοίγματος, η τιμή κλεισίματος, η ανώτατη τιμή και η κατώτατη τιμή της μετοχής. Όπως γίνεται φανερό και από το διάγραμμα 4.1.2.3 παρακάτω, η απεικόνιση γίνεται με παραλληλόγραμμα που μοιάζουν με κεριά και αναπαριστούν τη διαφορά μεταξύ της τιμής ανοίγματος και της τιμής κλεισίματος, δηλαδή τις μεταβολές των τιμών. Όταν το σώμα του παραλληλογράμμου είναι λευκό η τιμή ανοίγματος είναι χαμηλότερη από την τιμή κλεισίματος ενώ όταν το σώμα είναι μαύρο συμβαίνει το αντίθετο, δηλαδή η τιμή ανοίγματος είναι υψηλότερη από την τιμή κλεισίματος. Η ευθεία κάθετη γραμμή πάνω από το παραλληλόγραμμο απεικονίζει την ανώτατη τιμή κάθε ημέρας και η ευθεία κάθετη γραμμή στο κάτω μέρος την κατώτατη τιμή. Σε αυτόν τον τύπο διαγραμμάτων παρουσιάζονται σημαντικές μεταβολές των τιμών των μετοχών και μπορούν να καθοριστούν εναλλαγές των τάσεων, είτε ανοδικές είτε καθοδικές¹¹³.

¹¹³ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών*.

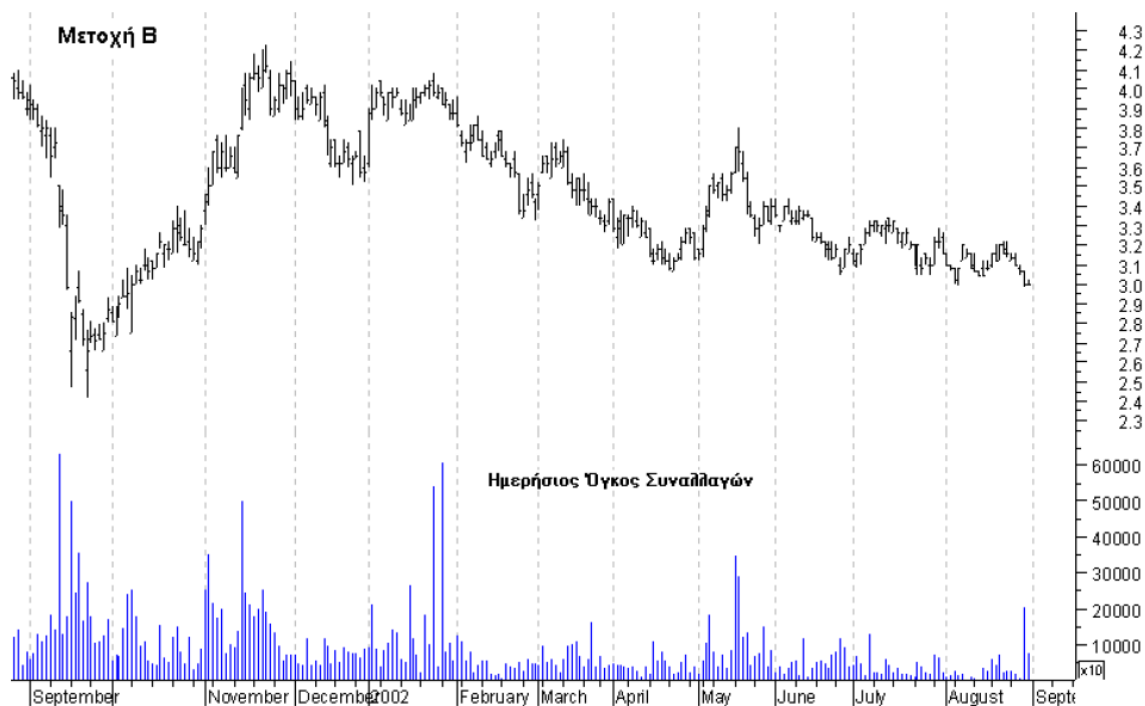


Διάγραμμα 4.1.2.3: Ημερήσιο Διάγραμμα Ιαπωνικών Ράβδων

4.3 Εργαλεία Τεχνικής Ανάλυσης

Ο όγκος των συναλλαγών είναι βασικό να λαμβάνεται υπόψιν στην ανάλυση της πορείας μιας μετοχής, καθώς παρουσιάζει όλες τις συναλλαγές που έγιναν κατά τη διάρκεια μιας ημέρας. Συνήθως αποτυπώνεται στο κάτω μέρος του διαγράμματος της μετοχής και ανάλογα με την τιμή που παίρνει, οι κάθετες γραμμές είναι υψηλές ή χαμηλές. Ο όγκος των συναλλαγών αποτελεί βασικό κομμάτι στην πρόβλεψη της μελλοντικής πορείας των μετοχών και χρησιμοποιείται από πληθώρα αναλυτών. Αυτό συμβαίνει, επειδή δείχνει τι επιθυμούν να αγοράσουν ή να πουλήσουν οι επενδυτές, δηλαδή την αντίληψή τους για την αγορά. Εάν οι συναλλαγές είναι μικρές σε αριθμό τότε οι επενδυτές δεν προτιμούν να αγοράσουν τη συγκεκριμένη μετοχή και είναι αβέβαιοι σχετικά με το μέλλον της αγοράς, ενώ εάν ο όγκος είναι μεγάλος, τότε συμβαίνει το αντίθετο. Εάν η τιμή είναι ανοδική και ο όγκος συναλλαγών ανοδικός, τότε ο αναλυτής έχει ανοδικές προσδοκίες για την κίνηση των τιμών, ενώ εάν ο όγκος είναι πτωτικός τότε οι προσδοκίες είναι κι εκείνες πτωτικές. Στο ίδιο πλαίσιο, εάν η τιμή

είναι πτωτική και ο όγκος ανοδικός, τότε οι προσδοκίες του αναλυτή είναι ανοδικές, και εάν ο όγκος είναι πτωτικός, οι προσδοκίες είναι πτωτικές¹¹⁴.

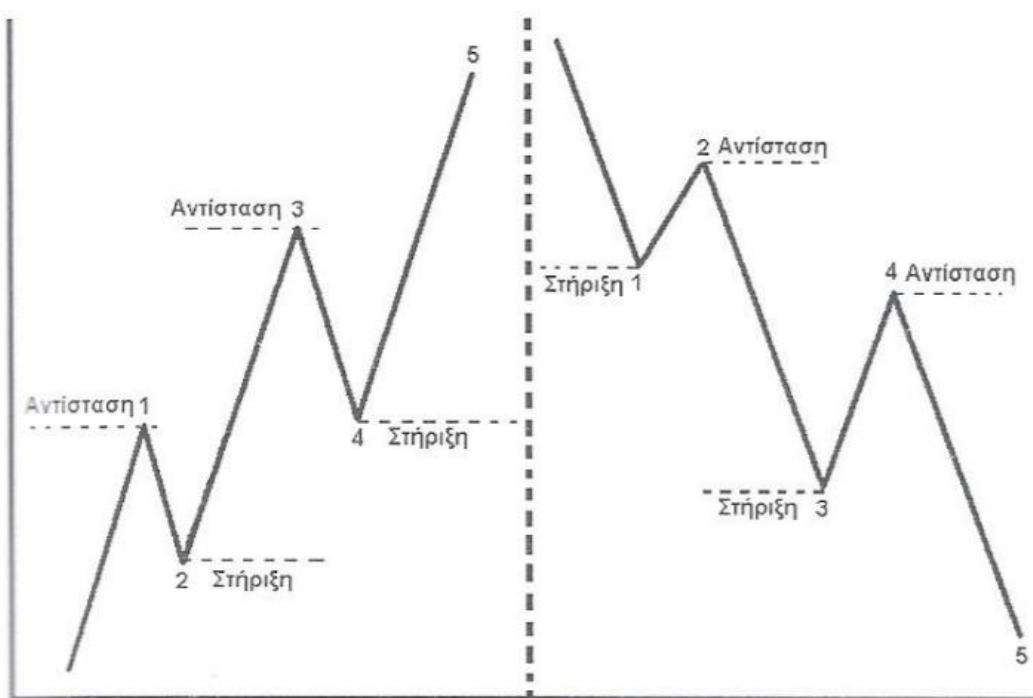


Διάγραμμα 4.1.3.1: Ημερήσιος Όγκος Συναλλαγών

Η στήριξη και η αντίσταση είναι δύο σημαντικά εργαλεία για τους αναλυτές, καθώς μπορούν να χαρακτηριστούν ως αντίστοιχα της προσφοράς και της ζήτησης. Το επίπεδο τιμών όπου υπάρχει επαρκής ζήτηση για το χρηματοοικονομικό προϊόν αποτελεί την στήριξη. Ουσιαστικά η στήριξη είναι το σημείο εκείνο, στο οποίο μπορεί να αναχαιτιστεί μια καθοδική κίνηση των τιμών και να κυμανθούν ανοδικά. Για το λόγο αυτό, διαγραμματικά πριν από την στήριξη προηγείται ένας σχηματισμός πυθμένα. Το επίπεδο τιμών όπου υπάρχει επαρκής προσφορά για το χρηματοοικονομικό προϊόν αποτελεί την αντίσταση. Η αντίσταση δρα με αντίθετο τρόπο από τη στήριξη, δηλαδή διακόπτει την ανοδική κίνηση των τιμών και τις ωθεί προς τα κάτω. Πριν από την αντίσταση προηγείται ένας σχηματισμός κορυφής. Τα επίπεδα της αντίστασης, όταν η αγορά κινείται ανοδικά, αναπαριστούν μικρές παύσεις στην ανοδική πορεία των τιμών των μετοχών και αρκετές φορές την ανατρέπουν σε ένα μικρό ποσοστό. Τα επίπεδα στήριξης σε αγορές που κινούνται καθοδικά πιο σπάνια ανατρέπουν μόνιμα την πτωτική πορεία των τιμών παρά μόνο παροδικά¹¹⁵.

¹¹⁴ Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 94-98· και Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών*.

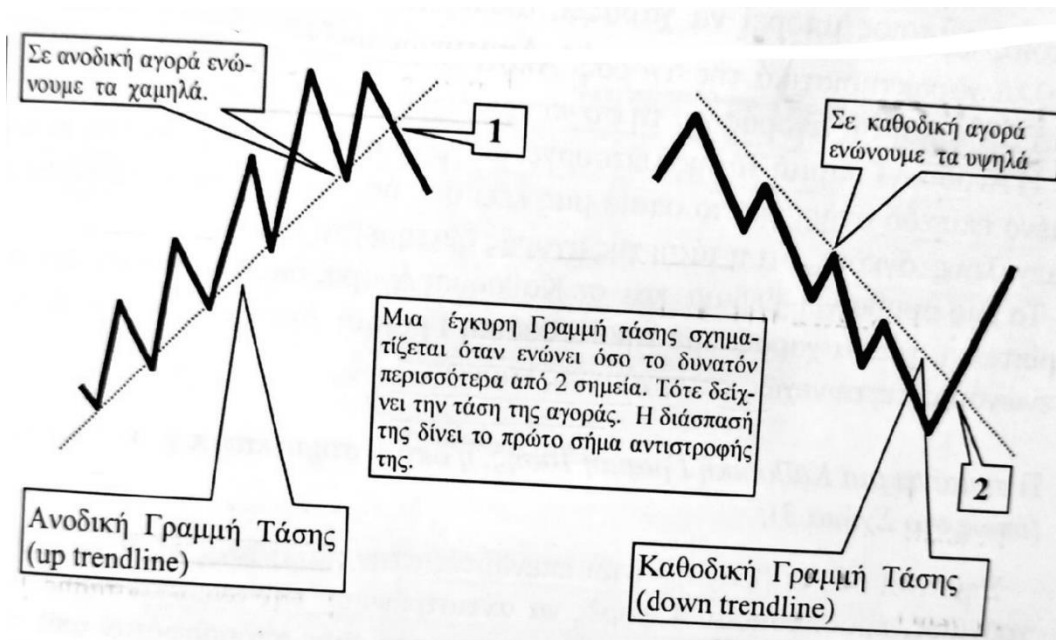
¹¹⁵ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών*.



Διάγραμμα 4.1.3.2: Διαγραμματική Απεικόνιση Στήριξης και Αντίστασης

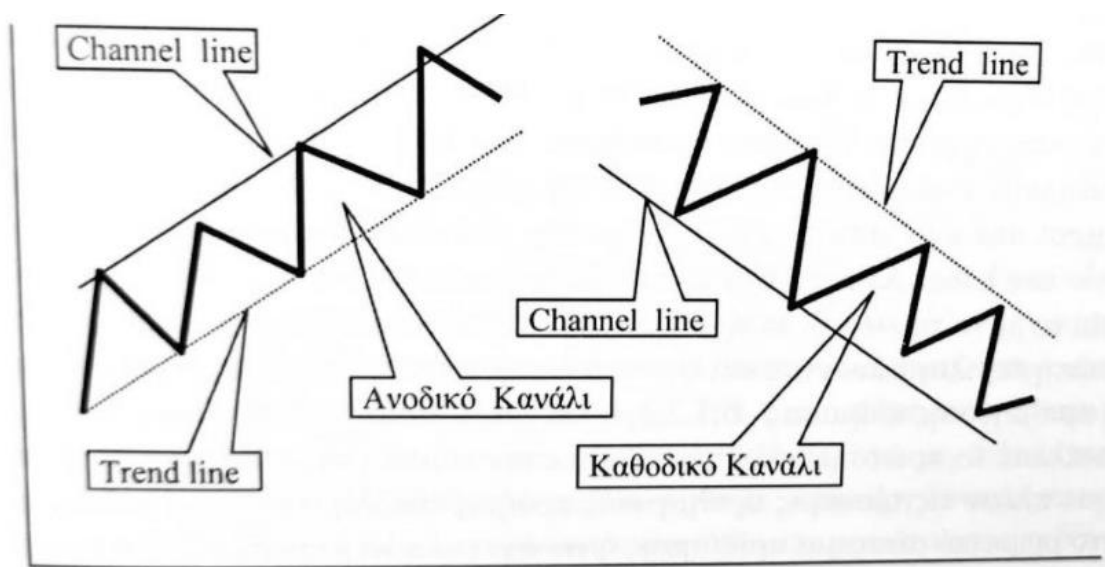
Βασικό εργαλείο ανάλυσης είναι η ευθεία τάσης, η οποία υποδηλώνει την τάση που κινούνται οι μετοχές. Πρόκειται για μια γραμμή που σχεδιάζεται, ενώνοντας δύο τουλάχιστον πυθμένες εάν αυτή είναι ανοδική και δύο τουλάχιστον κορυφές εάν είναι καθοδική. Στην ανοδική γραμμή τάσης ο δεύτερος πυθμένας πρέπει να βρίσκεται σε υψηλότερο σημείο από τον πρώτο και στην καθοδική η δεύτερη κορυφή σε χαμηλότερη θέση από την πρώτη. Μια ευθεία τάσης θεωρείται ότι είναι πιο έγκυρη όταν εφάπτεται όσο το δυνατόν περισσότερο στο διάγραμμα της μετοχής και δε διασπάται ανοδικά ή καθοδικά από την πορεία των μετοχών. Όταν διασπάται μια ευθεία τάσης δίνεται σήμα στους αναλυτές για πιθανή αντιστροφή της. Με άλλα λόγια, όταν η γραμμή τάσης είναι ανοδική και διασπαστεί καθοδικά, τότε είναι πιθανό να κινηθεί καθοδικά η πορεία της μετοχής και το αντίθετο. Η γραμμή τάσης πρέπει να αποδίδει με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια γίνεται την πορεία των τιμών και γι' αυτό σχεδιάζεται αρκετές φορές από τους τεχνικούς αναλυτές. Επομένως είναι ένα εργαλείο που ενέχει υποκειμενικότητα και την προσωπική οπτική του καθενός¹¹⁶.

¹¹⁶ Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 46-52· και Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών*.



Διάγραμμα 4.1.3.3: Διαγραμματική Απεικόνιση Ανοδικής και Καθοδικής Γραμμής Τάσης

Στο ίδιο πλαίσιο, ένα ακόμη εργαλείο των αναλυτών είναι τα κανάλια τιμών, τα οποία είναι δύο παράλληλες γραμμές εντός των οποίων κινούνται οι τιμές. Πρόκειται πιο συγκεκριμένα για την ευθεία τάσης και μια γραμμή παράλληλη στην ευθεία τάσης, η οποία ξεκινά από το πρώτο σημαντικό υψηλό σημείο. Η γραμμή τάσης σε ένα κανάλι τιμών χρησιμοποιείται συχνά για το άνοιγμα θέσεων των επενδυτών στην αγορά και η γραμμή καναλιού για το κλείσιμο των θέσεων, με στόχο το κέρδος¹¹⁷.



Διάγραμμα 4.1.3.4: Διαγραμματική Απεικόνιση Ανοδικού και Καθοδικού Καναλιού

¹¹⁷ Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 53· και Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών*.

4.4 Διαγραμματική Ανάλυση

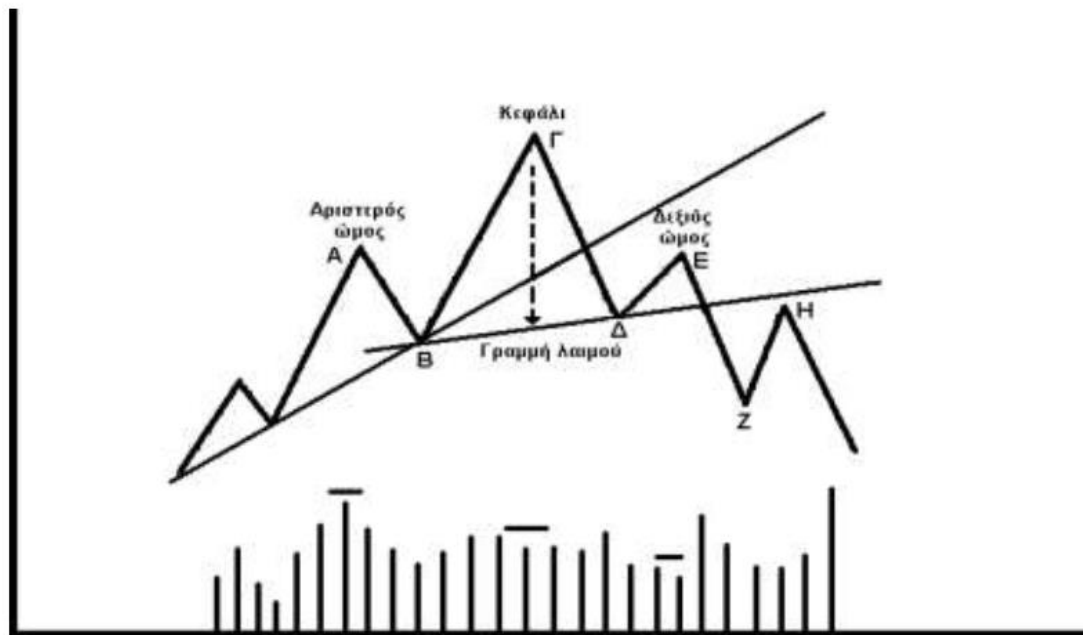
Οι τάσεις όπως αναφέρθηκε ανωτέρω μπορεί να είναι ανοδικές ή καθοδικές, ωστόσο κατά περιόδους αντιστρέφονται. Η αντιστροφή αυτή δε συμβαίνει κατευθείαν αλλά παρατηρούνται μεταβατικές περιόδους. Στις περιόδους αυτές οι τάση μπορεί να κινηθεί χωρίς ανοδική ή καθοδική πορεία αλλά πλευρικά. Το δύσκολο για τον αναλυτή είναι η ερμηνεία και η εξαγωγή συμπερασμάτων για την πορεία των μετοχών σε πλευρικές τάσεις, γιατί μπορεί να υπάρξει αντιστροφή της υπάρχουσας τάσης αλλά και συνέχισή της. Έχει παρατηρηθεί πληθώρα σχηματισμών, βάσει των οποίων οι αναλυτές μπορούν να εξάγουν ασφαλή συμπεράσματα για την πορεία των τιμών αλλά πάντα υπάρχει και το στοιχείο της αβεβαιότητας. Οι σχηματισμοί αντιστροφής μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο μέρη, στους σχηματισμούς βάσης και στους σχηματισμούς κορυφής. Οι σχηματισμοί βάσης διακρίνονται όταν τελειώνει μια καθοδική τάση και υποδηλώνουν άνοδο των τιμών των μετοχών. Το αντίθετο συμβαίνει με τους σχηματισμούς κορυφής, παρατηρούνται δηλαδή στο τέλος μιας ανοδικής τάσης και στη συνέχεια ακολουθεί πτώση των τιμών. Στη συνέχεια, θα αναλυθούν κάποιοι κύριοι σχηματισμοί αντιστροφής που έχουν ερμηνευθεί και μελετηθεί από τους αναλυτές¹¹⁸.

Αρχικά, ένας γνωστός σχηματισμός είναι το «κεφάλι και ώμοι», που αποτελείται από τρία μέρη. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 4.1.4.1 υπάρχουν τρεις κορυφές, από τις οποίες η μεσαία είναι υψηλότερη από τις άλλες δύο (κεφάλι) και οι δυο κορυφές που βρίσκονται δεξιά και αριστερά του κεφαλιού είναι οι ώμοι. Η πορεία είναι ανοδική μέχρι το Α, σημείο όπου ξεκινά η πτώση των τιμών μέχρι το σημείο Β, για να ξεκινήσει και πάλι μεγαλύτερη άνοδος από πριν μέχρι το σημείο Γ, που είναι το κεφάλι του σχηματισμού. Το σημείο Γ είναι πολύ πιο υψηλά σε σχέση με τον αριστερό ώμο που σχηματίστηκε πρωτύτερα. Στη συνέχεια, η πτώση είναι αρκετά μεγάλη και φτάνει στο σημείο Δ, ακολουθώντας μια άνοδο μέχρι το σημείο Ε, το οποίο είναι χαμηλότερο από το κεφάλι και στο ίδιο περίπου ύψος με τον αριστερό ώμο και αποτελεί το δεξιό ώμο. Στη συνέχεια η πορεία είναι καθοδική και δηλώνεται η αντιστροφή της τάσης. Στο διάγραμμα έχει σχεδιαστεί η ανοδική γραμμή τάσης που περνάει από δύο πυθμένες και συγκεκριμένα από το σημείο Β. Ταυτόχρονα, έχει σχεδιαστεί η γραμμή λαιμού που ενώνει τα χαμηλά Β και Δ, η οποία για να θεωρείται ολοκληρωμένος ο σχηματισμός θα πρέπει να διασπαστεί από την καθοδική πορεία της μετοχής. Η πρώτη ένδειξη αντιστροφής της ανοδικής τάσης είναι η αδυναμία του αριστερού ώμου να φτάσει σε υψηλότερο σημείο από το κεφάλι

¹¹⁸ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 66-68.

και στη συνέχεια η διάσπαση της γραμμής λαιμού επιβεβαιώνει την αντιστροφή. Συχνό φαινόμενο στο σχηματισμό αυτό είναι η πορεία της μετοχής να παίρνει και πάλι μια μικρή ανοδική πορεία και τέλος να κινείται καθοδικά¹¹⁹.

Κατά την ανοδική πορεία στον αριστερό ώμο αυξάνεται ο όγκος συναλλαγών, ενώ στο κεφάλι οι συναλλαγές είναι σταθερές ή μειώνονται σε μικρό βαθμό. Στο δεξιό ώμο οι συναλλαγές μειώνονται περισσότερο και αυξάνονται εκ νέου όταν διασπάται η γραμμή λαιμού, με αποτέλεσμα να αντιστρέφεται η τάση. Όταν η γραμμή λαιμού διασπαστεί και ο όγκος συναλλαγών δεν είναι αρκετά υψηλός, τότε ενδέχεται η τάση να μην αντιστραφεί και ουσιαστικά πρόκειται για μια περίοδο πλευρικής τάσης, μια ανάπαυλα δηλαδή, και στη συνέχεια θα συνεχιστεί η προηγούμενη τάση. Συχνά συναντούμε το συγκεκριμένο σχηματισμό ανάποδα και ονομάζεται «ανάποδο κεφάλι και ώμοι», στον οποίο το μεσαίο χαμηλό είναι πιο κάτω από τα άλλα δύο και ονομάζεται κεφάλι και τα αριστερά και δεξιά χαμηλά είναι οι ώμοι.

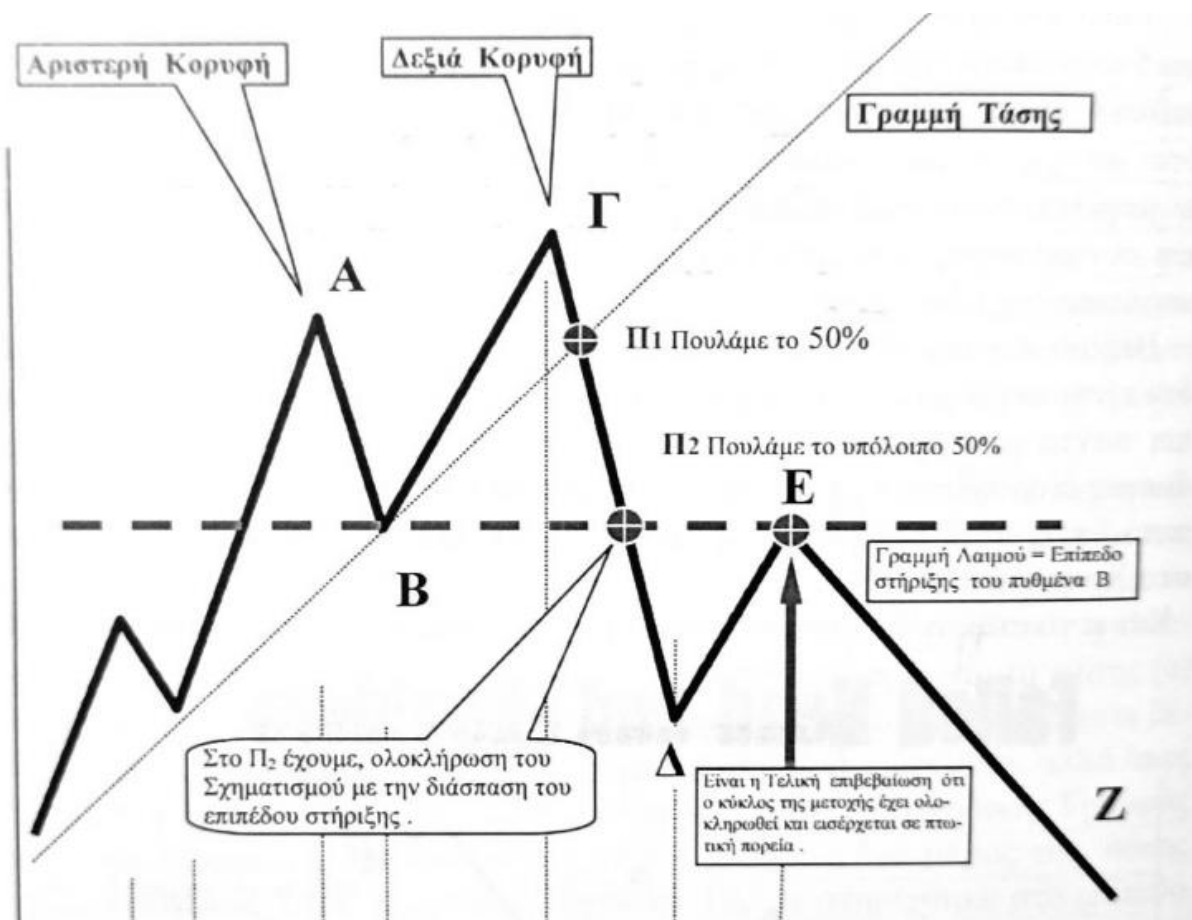


Διάγραμμα 4.1.4.1: Διαγραμματική Απεικόνιση Σχηματισμού Κεφάλι-Ωμοι

Ένας γνωστός σχηματισμός που επίσης συναντάται πολύ είναι αυτός της διπλής κορυφής και θεωρείται μια παραλλαγή του σχηματισμού «κεφάλι και ώμοι». Μετά από αυτόν το σχηματισμό η ανοδική τάση τελειώνει και οι τιμές συνήθως κινούνται πτωτικά, οπότε πρόκειται για ανατροπή. Οι τιμές αρχικά κινούνται ανοδικά μέχρι την πρώτη κορυφή, η οποία δημιουργείται καθώς οι τιμές παίρνουν πτωτική πορεία στη συνέχεια. Έπειτα, κινούνται και

¹¹⁹ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 68-71.

πάλι ανοδικά μέχρι το ίδιο περίπου επίπεδο που βρίσκονταν οι τιμές προηγουμένως και δημιουργείται η δεύτερη κορυφή. Μετά από τη δεύτερη κορυφή οι τιμές πιέζονται προς τα κάτω και ο σχηματισμός θεωρείται ολοκληρωμένος, όταν η πτώση της τιμής είναι χαμηλότερη από την κοιλότητα μεταξύ των δύο κορυφών. Με άλλα λόγια η οριζόντια γραμμή στήριξης – λαιμού πρέπει να διασπαστεί καθοδικά και λειτουργεί ως αντίσταση. Ο όγκος των συναλλαγών στο συγκεκριμένο σχηματισμό είναι πιο υψηλός στην πρώτη κορυφή και χαμηλότερος στη δεύτερη. Είναι πολύ σημαντικό να διασπαστεί η γραμμή στήριξης για να θεωρηθεί έγκυρος ο σχηματισμός και η διάσπαση αυτή να συνδυάζεται με υψηλό όγκο συναλλαγών. Όσο περισσότερο διαρκούν η άνοδος και η πτώση των τιμών χρονικά κατά τη δημιουργία των δύο κορυφών, είναι περισσότερο έγκυρος και ο σχηματισμός¹²⁰.

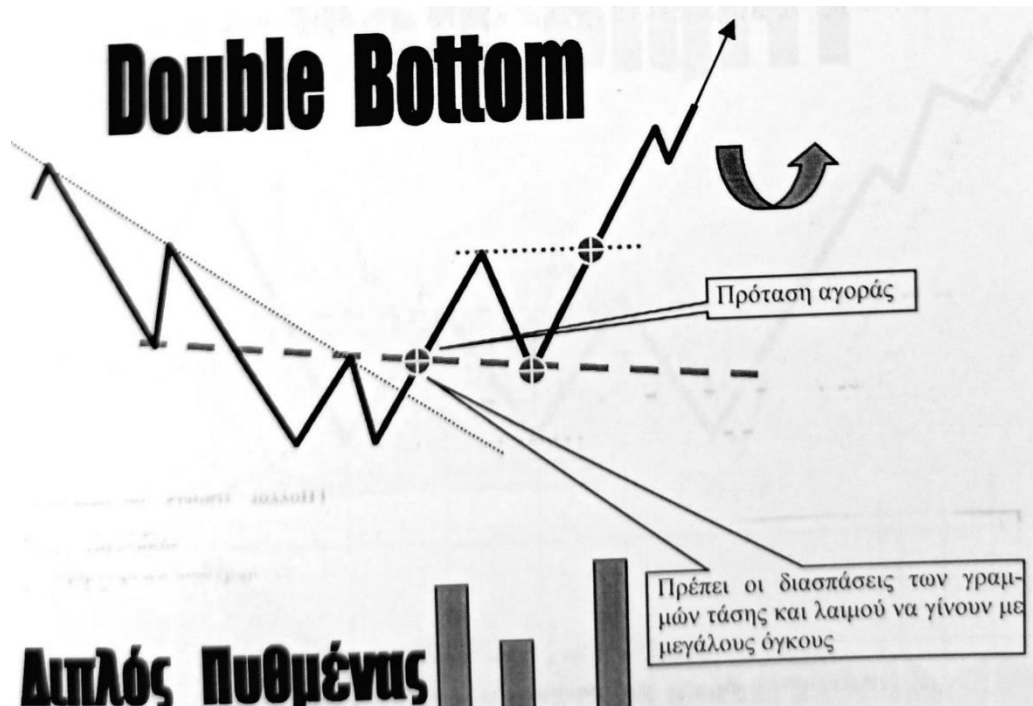


Διάγραμμα 4.1.4.2: Διαγραμματική Απεικόνιση Σχηματισμού Διπλής Κορυφής

Ο αντίστροφος σχηματισμός της διπλής κορυφής είναι ο διπλός πυθμένας, ο οποίος παρατηρείται στο τέλος μιας πτωτικής τάσης και σηματοδοτεί την αλλαγή της σε ανοδική. Η

¹²⁰ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 72.

πορεία της μετοχής αρχικά είναι πτωτική και στη συνέχεια ανοδική με αποτέλεσμα να δημιουργείται ο πρώτος πυθμένας και πάλι το ίδιο με αποτέλεσμα να εμφανιστεί και ο δεύτερος πυθμένας, ο οποίος είναι στο ίδιο επίπεδο με τον πρώτο. Ο όγκος συναλλαγών στον πρώτο πυθμένα είναι αρκετά υψηλότερος σε σχέση με το δεύτερο. Ο σχηματισμός θεωρείται ολοκληρωμένος όταν η πορεία των τιμών κινηθεί σε υψηλότερο επίπεδο από την κορυφή μεταξύ των δύο πυθμένων. Ο σχηματισμός είναι πιο αξιόπιστος όταν κατά την άνοδο των τιμών μετά το δεύτερο πυθμένα ο όγκος συναλλαγών είναι μεγαλύτερος¹²¹.



Διάγραμμα 4.1.4.3: Διαγραμματική Απεικόνιση Σχηματισμού Διπλού Πυθμένα

Η ημέρα αναστροφής είναι ένας ημερήσιος σχηματισμός αντιστροφής της τρέχουσας τάσης. Όταν η αγορά κινείται ανοδικά η πορεία των τιμών φτάνει στην υψηλότερη ημερήσια τιμή και στο κλείσιμο της συνεδρίασης πέφτει στην κατώτατη τιμή, κατώτερη και από την τιμή κλεισίματος και πρόκειται για την ημέρα αναστροφής κορυφής. Η ημέρα αντιστροφής της βάσης είναι η αντίθετη περίπτωση με αυτή που περιεγράφηκε παραπάνω. Μια ημέρα αναστροφής έχει κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως μεγάλο ημερήσιο εύρος τιμών και πολύ υψηλό όγκο συναλλαγών. Όταν πρόκειται για ημέρα αναστροφής κορυφής το μέγιστο είναι υψηλότερο και το κλείσιμο χαμηλότερο σε σχέση με αυτό της προηγούμενης συνεδρίασης. Το αντίθετο συμβαίνει για την ημέρα αναστροφής βάσης, κατά την οποία το ελάχιστο είναι χαμηλότερο και το κλείσιμο υψηλότερο σε σχέση με την προηγούμενη

¹²¹ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 77.

συνεδρίαση. Όταν τα δύο πρώτα στοιχεία είναι μεγαλύτερα, τότε ο σχηματισμός είναι πιο έγκυρος. Υπάρχει η περίπτωση η ημέρα αναστροφής να μη δηλώσει αντιστροφή της κύριας τάσης και να πρόκειται για μια περίοδο μικρής παύσης¹²².

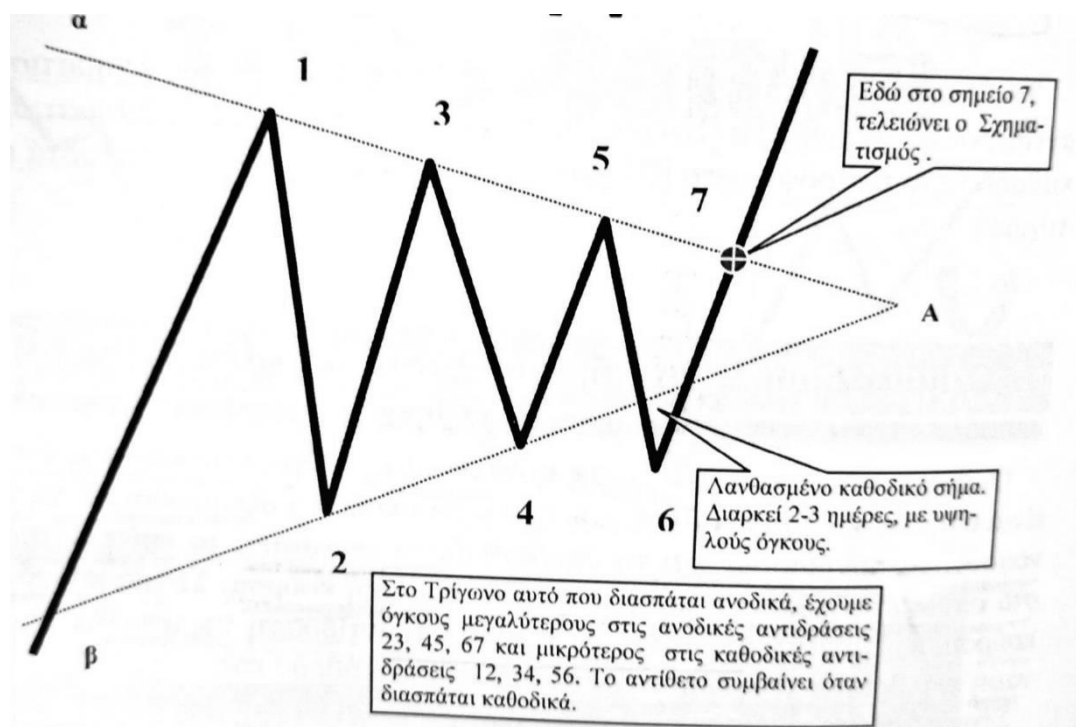
Στο ίδιο πλαίσιο με τους σχηματισμούς αντιστροφής της τάσης είναι οι σχηματισμοί συνέχισης, οι οποίοι παρατηρούνται σε ένα σημείο όπου η ζήτηση και η προσφορά απορροφάται τελείως. Στο σημείο αυτό, η υπάρχουσα τάση μπορεί να ανατραπεί και να δημιουργηθεί ένας σχηματισμός αντιστροφής, μπορεί οι τιμές να μειωθούν για κάποιο χρονικό διάστημα, να φτάσουν ένα επίπεδο στήριξης και μετά να ξεκινήσουν την ανοδική τους πορεία ή μπορεί οι τιμές να ακολουθήσουν μια πλευρική κίνηση και να δημιουργηθεί ένας σχηματισμός συνέχισης της τάσης. Ουσιαστικά οι τιμές σε αυτό το σημείο κινούνται πλευρικά και για μικρό χρονικό διάστημα η τάση σταματά να είναι ανοδική η πτωτική. Οι πιο βασικοί σχηματισμοί συνέχισης της τάσης θα αναφερθούν παρακάτω¹²³.

Το συμμετρικό τρίγωνο είναι ένας σχηματισμός που δημιουργείται όταν αυξάνονται και μειώνονται οι τιμές. Για τη δημιουργία ενός συμμετρικού τριγώνου είναι απαραίτητες τουλάχιστον δύο κορυφές και η δεύτερη πρέπει να είναι σε χαμηλότερο σημείο από την πρώτη. Σχεδιάζοντας όπως στο διάγραμμα 4.1.4.4 δύο γραμμές που περνούν από τις κορυφές και τους πυθμένες της πορείας των μετοχών δημιουργείται ένα τρίγωνο με κορυφή το σημείο Α στα δεξιά. Βάση του τριγώνου μπορεί να θεωρηθεί η κατακόρυφη πλευρά στα αριστερά. Σύνηθες είναι το φαινόμενο οι κορυφές να είναι περισσότερες από δύο όπως φαίνεται και παρακάτω. Το συμμετρικό τρίγωνο ολοκληρώνεται όταν διασπώνται ανοδικά η καθοδικά η μία από τις δύο γραμμές τάσης που έχουν σχεδιαστεί. Το χρονικό διάστημα που αυξομειώνεται η τιμή και καθώς πλησιάζει την κορυφή του τριγώνου, ο όγκος των συναλλαγών μειώνεται. Παρόλα αυτά, στη διάσπαση της γραμμής της τάσης ο όγκος συναλλαγών πρέπει να είναι αρκετά υψηλός. Στην ανοδική τάση ο στόχος των τιμών υπολογίζεται ως η τιμή κλεισίματος την ημέρα της διάσπασης προσθέτοντας το ύψος της κάθετης βάσης του τριγώνου και στην καθοδική τάση ως η τιμή κλεισίματος την ημέρα της διάσπασης αφαιρώντας το ύψος της κάθετης βάσης του τριγώνου¹²⁴.

¹²² Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών*.

¹²³ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 79.

¹²⁴ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 80-85.



Διάγραμμα 4.1.4.4: Διαγραμματική Απεικόνιση Σχηματισμού Συμμετρικού Τριγώνου

Το ανοδικό τρίγωνο είναι παρόμοιο με το συμμετρικό αλλά η πορεία του είναι ελαφρώς ανοδική και πιο συγκεκριμένα η άνω πλευρά του τριγώνου είναι οριζόντια και η κάτω πλευρά έχει μια αυξανόμενη, δηλαδή θετική κλίση. Η άνω οριζόντια γραμμή, που έχει σχεδιαστεί, διασπάται από την πορεία των τιμών προς τα πάνω και ο όγκος των συναλλαγών είναι αυξημένος για να θεωρείται ολοκληρωμένος ο σχηματισμός, ενώ κατά την υπόλοιπη διάρκεια και μέχρι εκείνο το σημείο διάσπασης, ο όγκος είναι φθίνων. Με βάση τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι το ανοδικό τρίγωνο συνήθως συναντάται σε ανοδικές τάσεις¹²⁵.

Το καθοδικό τρίγωνο είναι το αντίστροφο του ανοδικού και συναντάται σε πτωτικές τάσεις. Η άνω πλευρά του στη συγκεκριμένη περίπτωση έχει μειούμενη, δηλαδή αρνητική κλίση, ενώ η κάτω ευθεία είναι σε οριζόντιο επίπεδο. Η κάτω ευθεία – πλευρά διασπάται από πάνω προς τα κάτω από την πορεία των τιμών με αυξανόμενο όγκο συναλλαγών, ενώ για την υπόλοιπη διάρκεια ο όγκος είναι φθίνων. Ισχύουν, επομένως, τα ίδια πράγματα με το ανοδικό τρίγωνο απλώς με αντίθετη τάση¹²⁶.

¹²⁵ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 80-85.

¹²⁶ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 80-85.

Το παραλληλόγραμμο είναι ένας σχηματισμός που δηλώνει κυρίως πλευρική τάση των τιμών, οι οποίες κινούνται ουσιαστικά ανάμεσα σε δύο παράλληλες οριζόντιες ευθείες, χωρίς συγκεκριμένη κατεύθυνση. Δεν μπορεί να προσδιοριστεί ξεκάθαρα εάν η τάση είναι ανοδική ή καθοδική. Ένα δείγμα «εξόδου» από το παραλληλόγραμμο και δημιουργίας τάσης μπορεί να είναι η διάσπαση ανοδικά ή καθοδικά των δύο οριζόντιων ευθειών¹²⁷.

4.5 Τεχνικοί Δείκτες

Για την πλήρη και τη σωστή εξαγωγή συμπερασμάτων δεν πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μόνο η πορεία των μετοχών και τα διαγράμματα αλλά και διάφοροι τεχνικοί δείκτες, όπως ο κινητοί μέσοι όροι, ο δείκτης MACD και οι ταλαντωτές.

Οι κινητοί μέσοι όροι χρησιμοποιούνται ευρέως γιατί μπορούν να αποδώσουν αντικειμενικά τα σήματα αγοράς ή πώλησης. Ωστόσο, τα σήματα αυτά δε δίνονται εγκαίρως και δεν παρέχουν κάποιο είδος πρόβλεψης για το μέλλον. Υπάρχουν οι απλοί κινητοί μέσοι όροι, οι σταθμικοί και οι εκθετικοί¹²⁸.

Ο απλός κινητός μέσος όρος (Moving Average) είναι ο αριθμητικός μέσος όρος των τιμών κλεισίματος n ημερών της προηγούμενης x ημέρας. Ο υπολογισμός του είναι εύκολος και οι περισσότεροι αναλυτές τον χρησιμοποιούν γιατί είναι πολύ αποτελεσματικός. Όπως και στις περισσότερες αναλύσεις χρησιμοποιούνται συνήθως οι τιμές κλεισίματος, όμως μπορούν να χρησιμοποιηθούν τιμές ανοίγματος, ανώτατες και κατώτατες τιμές. Για παράδειγμα, για να υπολογιστεί ο μέσος όρος 100 ημερών ο τύπος που χρησιμοποιείται είναι ο εξής:

$$\text{Κ.Μ.Ο. 100 ημερών} = \frac{C1+C2+C3+ \dots +C99+C100}{100},$$

όπου $C1, C2, C3, \dots, C99, C100$ είναι οι τιμές κλεισίματος κάθε μέρας.

Βάσει του Κ.Μ.Ο. εξάγονται συμπεράσματα και υπάρχουν ενδείξεις σχετικά με την αλλαγή της τάσης και αγοράς ή πώλησης των μετοχών. Όταν ο Κ.Μ.Ο. διασπάται ανοδικά από την πορεία των τιμών, τότε η τάση ενδέχεται να γίνει ανοδική και προτείνεται η αγορά του

¹²⁷ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 86.

¹²⁸ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 110.

χρηματοοικονομικού προϊόντος. Το αντίθετο συμβαίνει όταν ο Κ.Μ.Ο. διασπάται καθοδικά και υπάρχει υποψία για αλλαγή τάσης σε καθοδική και πώληση του χρηματοοικονομικού προϊόντος. Εάν η κλίση του Κ.Μ.Ο. αντιστραφεί για παράδειγμα από ανοδική σε καθοδική, τότε ενδέχεται να αλλάξει και η τάση αντίστοιχα και να επικρατήσει η πώληση των προϊόντων¹²⁹.

Ο σταθμικός κινητός μέσος όρος (Weighted Moving Average) δίνει μεγαλύτερο βάρος στις πιο πρόσφατες τιμές και όχι σε όλες το ίδιο όπως ο απλός Κ.Μ.Ο. Αρκετοί αναλυτές επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν αυτόν και πολλαπλασιάζουν κάθε τιμή με διαφορετικό συντελεστή στάθμισης, στη συνέχεια αθροίζονται όλα τα αποτελέσματα και το άθροισμα διαιρείται με το άθροισμα όλων των συντελεστών στάθμισης. Πιο συγκεκριμένα, ο τύπος υπολογισμού ενός σταθμικού κινητού μέσου όρου είναι¹³⁰:

$$\text{WMA } 100 \text{ ημερών} = \frac{C1x1+C2x2+C3x3+ \dots +C99x99+C100x100}{1+2+3+ \dots +99+100}$$

Ο εκθετικός κινητός μέσος (Exponential Moving Average) όρος αποδίδει την πορεία των μετοχών λαμβάνοντας υπόψη και τις τιμές των προηγούμενων ημερών και του προηγούμενου χρονικού διαστήματος, καθώς θεωρείται ότι παίζουν ρόλο στη μετέπειτα πορεία των τιμών. Ο τύπος υπολογισμού ενός εκθετικού κινητού μέσου όρου είναι¹³¹:

$$\text{EMA } 100 \text{ ημερών} = \text{EMA}_{99} + \text{WF} \times (\text{C}_{100} - \text{EMA}_{99}), \text{ όπου WF είναι ο συντελεστής εξομάλυνσης, δηλαδή το ποσοστό που εφαρμόζεται στη διαφορά } \Delta = (\text{C}_{100} - \text{EMA}_{99})$$

Ένας πολύ βασικός τεχνικός δείκτης που χρησιμοποιείται από τους περισσότερους αναλυτές είναι ο Δείκτης Σύγκλισης – Απόκλισης $\text{MACD}_{12-26/9}$ (Moving Average Convergence / Divergence). Πρόκειται για τη διαφορά δύο εκθετικών κινητών μέσων όρων, αυτών των 12 και των 26 ημερών. Ο υπολογισμός του $\text{MACD}_{12-26/9}$ είναι:

$$\text{MACD}_{12-26/9} = \text{E.K.M.O.}_{12} - \text{E.K.M.O.}_{26}$$

¹²⁹ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 111-113.

¹³⁰ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 113-114.

¹³¹ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 114-115.

Ο δείκτης αποτελείται από δύο καμπύλες την MACD-line και την trigger line, η οποία είναι ο εκθετικός κινητός μέσος όρος των 9 ημερών. Όταν η MACD-line διασπάσει ανοδικά την trigger line δίνεται σήμα αγοράς, ενώ όταν τη διασπά καθοδικά, δίνεται σήμα πώλησης. Ιδανικά σήμα αγοράς θα δοθεί εάν η διάσπαση της trigger line από MACD-line σημειωθεί σε χώρο κάτω από η γραμμή μηδέν και το αντίθετο θα συμβεί για σήμα πώλησης. Ο δείκτης MACD έχει και ρόλο ταλαντωτή, καθώς ταλαντώνεται πάνω και κάτω από τη γραμμή μηδέν. Οι MACD-line και η trigger line υπάρχει η δυνατότητα να απεικονιστούν διαγραμματικά και με τη μορφή ιστογράμματος, δηλαδή με κάθετες ράβδους που αντιπροσωπεύουν τη διαφορά αυτών των δύο¹³².

Ο Ταλαντωτής Τιμών (Price Oscillator) έχει πολλές ομοιότητες με τον MACD αλλά η κύρια διαφορά τους είναι ότι δεν υπολογίζεται εκ των προτέρων με καθορισμένους χρονικούς ορίζοντες, αλλά προσδιορίζονται κάθε φορά εκ νέου και είναι μεταβλητοί. Για τον υπολογισμό του ταλαντωτή τιμών χρησιμοποιούνται ο απλός κινητός μέσος όρος των 5 και των 60 ημερών με τον εξής τύπο:

$$\text{Pr.Osc}_{5-60} = \frac{K.M.O._5 - K.M.O._60}{K.M.O._60} \times 100$$

Όταν η καμπύλη του Pr.Osc διασπάσει ανοδικά την trigger line του ή τον κινητό μέσο όρο των 45 ημερών στην υπερπωλημένη περιοχή του, τότε θα δοθεί σήμα αγοράς. Το αντίθετο θα συμβεί εάν διασπαστεί καθοδικά η trigger line ή ο κινητός μέσος όρος των 45 ημερών στην υπεραγορασμένη περιοχή και τότε θα δοθεί σήμα πώλησης¹³³.

Οι λωρίδες Bollinger (Bollinger Bands) εισήχθησαν από τον John Bollinger και ο υπολογισμός τους βασίζεται στον κινητό μέσο όρο των 20 ημερών, προσθέτοντας και αφαιρώντας τυπικές αποκλίσεις. Οι δύο λωρίδες λειτουργούν σε δυναμικές καμπύλες στήριξης (η κάτω) και αντίστασης (η πάνω) και υπολογίζονται ως εξής:

$$\text{Άνω Λωρίδα Bollinger} = K.M.O._{20} + 2 \times \text{Τυπική Απόκλιση}$$

$$\text{Κάτω Λωρίδα Bollinger} = K.M.O._{20} - 2 \times \text{Τυπική Απόκλιση}$$

Οι λωρίδες Bollinger μπορούν να δώσουν ενδείξεις για τη μελλοντική πορεία των τιμών των μετοχών. Εάν η καμπύλη των τιμών δε διασπάσει ανοδικά την άνω λωρίδα, τότε

¹³² Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 128-134.

¹³³ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 134-140.

υπάρχει μεγάλη πιθανότητα η πορεία των τιμών να είναι πτωτική μέχρι τουλάχιστον την κάτω λωρίδα και το γεγονός αυτό μπορεί να επιβεβαιωθεί περισσότερο με την καθοδική διάσπαση του K.M.O.₂₀ ημερών από την καμπύλη των τιμών. Καθοδική τάση θα υπάρξει και εάν διασπαστεί καθοδικά η κάτω λωρίδα από το διάγραμμα. Το αντίθετο συμβαίνει εάν η καμπύλη των τιμών δε διασπάσει καθοδικά την κάτω λωρίδα. Σε αυτήν την περίπτωση, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα η πορεία των τιμών να είναι αυξανόμενη μέχρι τουλάχιστον την άνω λωρίδα και το γεγονός αυτό μπορεί να επιβεβαιωθεί περισσότερο με την ανοδική διάσπαση του K.M.O.₂₀ ημερών από την καμπύλη των τιμών. Ανοδική τάση θα υπάρξει και εάν διασπαστεί ανοδικά η άνω λωρίδα από το διάγραμμα. Από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι όταν η τιμή μιας μετοχής διασπάσει μια λωρίδα, τότε η τάση που ακολουθείται αντιστρέφεται. Ο ίδιος ο Bollinger πρότεινε σε συνδυασμό με τις λωρίδες να λαμβάνεται υπόψιν και ο Δείκτης Σχετικής Ισχύος – RSI, που αποδίδει τις επιταχύνσεις και τις επιβραδύνσεις των τιμών των μετοχών¹³⁴.

Οι ταλαντωτές είναι μια κατηγορία τεχνικών δεκτών που ουσιαστικά εξομαλύνουν την τάση, προσπαθώντας να μετρήσουν το ρυθμό μεταβολής και την επιτάχυνσή της. Κυρίως χρησιμοποιούνται για να δοθούν αποτελέσματα όταν οι τιμές κινούνται πλευρικά και είναι πιο στατικοί, καθώς κυμαίνονται μέσα σε μια ζώνη τιμών. Οι παραπάνω δείκτες που αναφέρθηκαν δεν μπορούν ξεκάθαρα να απεικονίσουν τις εναλλαγές της τάσης. Αποδίδουν ακραίες περιοχές και καθορίζουν υπεραγορασμένες και υπερπωλημένες περιοχές καθώς και τα αντίστοιχα επίπεδα τιμών σε αυτές τις περιοχές. Εάν οι ταλαντωτές έχουν υψηλές τιμές, τότε κυμαίνονται σε υπεραγορασμένες περιοχές, όπου ο ρυθμός που μεταβάλλονται οι τιμές είναι αρκετά μεγάλος. Το αντίθετο συμβαίνει εάν οι ταλαντωτές έχουν χαμηλές τιμές, γεγονός που σημαίνει ότι κυμαίνονται σε υπερπωλημένες περιοχές, όπου ο ρυθμός που μεταβάλλονται οι τιμές είναι μικρός. Το σημαντικό με τους ταλαντωτές είναι ότι αποτυπώνουν τη χρονική στιγμή κατά την οποία μια ανοδική ή μια καθοδική αγορά θα χάσει την ορμή της και ίσως θα αναστραφεί¹³⁵.

Ο ταλαντωτής Momentum (Ορμή) μετρά το ρυθμό και την ταχύτητα που μεταβάλλονται οι άνοδοι και οι κάθοδοι των τιμών, δηλαδή την ορμή τους σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Ο υπολογισμός του είναι αρκετά απλός και συνήθως χρησιμοποιείται ο Momentum 7 ή 14 ημερών ως εξής:

¹³⁴ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 142-156.

¹³⁵ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 158-159.

$$\text{Momentum}_{14} = \frac{C}{C_{14}} \times 100, \text{ όπου } C \text{ είναι η σημερινή τιμή κλεισίματος και } C_{14} \text{ η τιμή}$$

κλεισίματος πριν από 14 ημέρες.

Εάν η πορεία των τιμών είναι ανοδική και η γραμμή του Momentum διακρίνεται πάνω από τη γραμμή μηδέν, η κίνηση των τιμών όχι μόνο είναι ανοδική και επιταχυνόμενη αλλά και ισχυρή. Εάν ωστόσο οι πορεία των τιμών είναι καθοδική και γραμμή του Momentum βρίσκεται κάτω από τη γραμμή του μηδενός σημαίνει ότι η κίνηση θα συνεχιστεί πτωτικά και η αγορά αποδυναμώνεται¹³⁶.

Ο ταλαντωτής ROC (Rate Of Change Oscillator) είναι αντίστοιχος του Momentum και μετρά τη μεταβολή της ανόδου και καθόδου των τιμών ποσοστιαία. Ο τύπος υπολογισμού είναι:

$$\text{ROC} = \frac{C}{C_{t-n}} \times 100, \text{ όπου } C \text{ είναι η σημερινή τιμή κλεισίματος και } C_{t-n} \text{ η τιμή κλεισίματος πριν}$$

από n ημέρες πριν τη σημερινή.

Όταν η ανερχόμενη καμπύλη του ROC διασπάσει τη γραμμή 100, τότε η καθοδική κίνηση των τιμών αλλάζει σε ανοδική και όταν διασπαστεί καθοδικά μεταβάλλεται η κίνηση από ανοδική και καθοδική. Στην περίπτωση αυτή, όσο περισσότερο αυξάνονται οι τιμές αυξάνεται και ο δείκτης και το αντίθετο, δηλαδή όσο μειώνονται οι τιμές μειώνεται και ο δείκτης. Αυτό συνεπάγεται ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης η μετοχή είναι περισσότερο υπεραγορασμένη και όσο μικρότερος η μετοχή είναι υπερπωλημένη και στη συνέχεια θα αντιστραφεί και η πορεία των τιμών¹³⁷.

Ο J. Welles Wilder το 1978 επινόησε το δείκτη RSI (Relative Strength Index - Δείκτης Σχετικής Ισχύος), ώστε να μετριάσει τα προβλήματα με τις μεγάλες μεταβολές, που δεν μπορούν να προσδιορίσουν οι δείκτες ταλάντωσης Momentum και ROC. Ο ταλαντωτής RSI είναι ο πιο διαδεδομένος μεταξύ των επενδυτών και χρησιμοποιείται περισσότερο σε σχέση με τους υπόλοιπους δείκτες. Μπορεί να αποδώσει με μεγαλύτερη ακρίβεια τις ακραίες περιοχές

¹³⁶ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 165-167.

¹³⁷ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 168-170.

που μπορεί να πάρει η πορεία και η τιμή μιας μετοχής και καθορίζει υπεραγορασμένες ή υπερπωλημένες περιοχές.

Ο τύπος υπολογισμού του RSI παρουσιάζεται παρακάτω και ουσιαστικά υπολογίζεται ποιο είναι το ποσοστό των συνολικά διακινηθέντων μονάδων που αντιπροσωπεύουν οι κερδισμένες μονάδες:

$$RSI = 100 - \frac{100}{(1 + RS)}$$

$$\text{όπου } RS = \frac{\text{Σύνολο Μονάδων που κερδήθηκαν σε } n \text{ ανοδικές ημέρες}}{\text{Σύνολο Μονάδων που χάθηκαν σε } n \text{ ανοδικές ημέρες}}$$

Ο δείκτης RSI κινείται μεταξύ του 0 και του 100. Όταν διασπάται η γραμμή 30 από το δείκτη ανοδικά, δίνεται σήμα αγοράς, ενώ όταν διασπαστεί η γραμμή 70 καθοδικά από το δείκτη, δίνεται σήμα πώλησης. Όταν ο δείκτης βρίσκεται στην περιοχή 0 έως 30 θεωρείται ότι είναι υπερπωλημένος ενώ στην περιοχή 70 με 100 υπεραγορασμένος¹³⁸.

4.6 Έρευνα

Η έρευνα που ακολουθεί βασίζεται στην πρόβλεψη της πορείας του Bitcoin και του Ethereum με βάση την τεχνική ανάλυση των μετοχών. Η περίοδος που θα χρησιμοποιηθεί είναι μία περίοδος πέντε ετών από την 1^η Ιουνίου 2015 έως την 31^η Μαΐου 2020. Τα διαγράμματα που θα εξεταστούν με τους αντίστοιχους τεχνικούς δείκτες είναι του Bitcoin σε USD και του Ethereum σε USD. Τα διαγράμματα που ακολουθούν απεικονίζουν την πορεία των κρυπτονομισμάτων και αντλήθηκαν από το Yahoo Finance.

Στο διάγραμμα 4.1.6.1 απεικονίζονται με μπλε χρώμα η πορεία της τιμής του Bitcoin, ο Κινητός Μέσος Όρος των 20 ημερών και οι λωρίδες Bollinger με πορτοκαλί πλαίσιο. Ακριβώς κάτω από το διάγραμμα παρουσιάζεται ο δείκτης RSI 14 ημερών, ο δείκτης MACD 12-26 ημερών με την αντίστοιχη trigger-line του.

¹³⁸ Γεωργιάδης και Λιβάνης (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών* και Πιτσέλης (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management*, 171-173.



Διάγραμμα 4.1.6.1¹³⁹: Απεικόνιση της Πορείας του Bitcoin

Η τιμή του Bitcoin την 1η του Ιουνίου 2015 ήταν 230,19 και την 31η του Μαΐου 2020 ήταν 9.461,06 χωρίς απολύτως σταθερή πορεία με ραγδαία αυξανόμενες αλλά και μειούμενες κινήσεις κατά τη διάρκεια αυτού του διαστήματος. Στην αρχή της περιόδου που εξετάζεται μέχρι και περίπου τον Ιούνιο του 2017, υπάρχει μια σταδιακή αύξηση στην τιμή. Στη συνέχεια, η αύξηση της τιμής είναι ραγδαία και φτάνει στο απόγειό της στις 16/12/2017 με τιμή 19.497,4. Έπειτα, η πορεία του κρυπτονομίσματος είναι καθοδική με μικρές αυξήσεις ανά περιόδους και φτάνει σε ένα σημείο σχετικά χαμηλό γύρω στα 3.500, όπου αρχίζει να αυξάνεται και πάλι έως τον Ιούνιο του 2019 και φτάνει γύρω στα 11.800. Στο υπόλοιπο χρονικό διάστημα η τάση δεν έχει μεγάλες διακυμάνσεις και από το Μάρτιο του 2020 ξεκινάει μια ανοδική ξεκάθαρα πορεία.

Οι λωρίδες Bollinger στο διάγραμμα παίζουν ρόλο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πρόβλεψη της πορείας των τιμών. Από την αρχή που διασπάται η άνω λωρίδα δίνεται σήμα ότι η τάση θα είναι ανοδική για το υπόλοιπο χρονικό διάστημα. Στις αρχές του 2018 όταν διασπάται καθοδικά η άνω λωρίδα από την καμπύλη των τιμών γίνεται κατανοητό ότι η πορεία θα αντιστραφεί και θα κινηθεί καθοδικά και το γεγονός αυτό ισχυροποιείται με την καθοδική διάσπαση του κινητού μέσου όρου. Όταν στα μέσα του Απριλίου 2019 η καμπύλη των τιμών διασπά και πάλι ανοδικά τον Κ.Μ.Ο. τότε και πάλι η πορεία συνεχίζει ανοδικά και κινείται με μικρές αποκλίσεις πάνω από τον Κ.Μ.Ο. και κάτω από την άνω λωρίδα Bollinger. Στις αρχές του 2020 υπάρχει μια καθοδική και αμέσως ανοδική διάσπαση του Κ.Μ.Ο. και δίνεται ξεκάθαρα σήμα αντιστροφής της τάσης και ανοδική πορεία. Η τάση αυτή φαίνεται ότι θα είναι αυξανόμενη για αρκετό χρονικό διάστημα καθώς η ανοδική διάσπαση ήταν άμεση και το

¹³⁹ www.finance.yahoo.com, [ανάκτηση στις 10/06/2020].

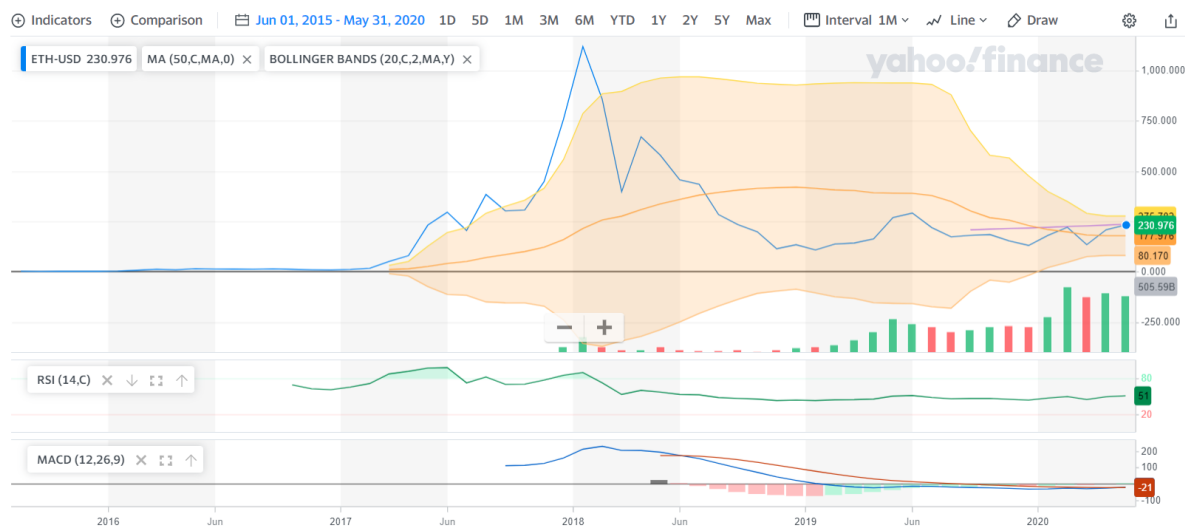
τελευταίο χρονικό διάστημα από τον Ιούνιο του 2019 και μετά το Bitcoin κινείται σχεδόν πλευρικά.

Ο δείκτης RSI απεικονίζεται κάτω από το διάγραμμα με πράσινο χρώμα και κινείται για όλο το χρονικό διάστημα που εξετάζεται πάνω από τη γραμμή των 30. Το Μάρτιο του 2017 η γραμμή των 70 διασπάται ανοδικά από την καμπύλη του RSI και ισχυροποιείται το σήμα αγοράς, το οποίο παραμένει μέχρι και τις αρχές του 2018. Για το διάστημα αυτό το κρυπτονόμισμα, όπως φαίνεται και από την πράσινη επιφάνεια, θεωρείται υπεραγορασμένο και την περίοδο αυτή η καμπύλη του Bitcoin κινείται με μεγάλη ταχύτητα ανοδικά. Στη συνέχεια, ο δείκτης RSI κινείται θα λέγαμε στα ίδια επίπεδα σχεδόν πλευρικά κι εκείνος, ενώ το τελευταίο χρονικό διάστημα η πορεία είναι και σε αυτήν την περίπτωση ανοδική, γεγονός που προδιαθέτει και τον αναλυτή για ανοδική πορεία της καμπύλης του Bitcoin.

Η MACD-Line, η οποία απεικονίζεται με μπλε χρώμα, διασπά ανοδικά την trigger line της που απεικονίζεται με κόκκινο χρώμα, το Μάιο του 2017, όπου και ξεκινά η ανοδική πορεία του Bitcoin. Τον Ιούνιο του 2018 η καμπύλη του MACD διασπά καθοδικά την trigger line και δίνεται σήμα πώλησης, πράγμα που πιστοποιείται και από την μειούμενη πορεία το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Τον Ιούνιο του 2019 διασπάται ανοδικά η trigger line και το κρυπτονόμισμα μετά από εκεί κινείται πλευρικά με μικρές μειώσεις. Τον Ιούνιο του 2020 και μετά με βάση την πορεία του δείκτη MACD η πορεία θα είναι αυξανόμενη και θα δοθούν σήματα αγοράς.

Επομένως, από τα παραπάνω συνάγεται με επιφυλακτικότητα το συμπέρασμα ότι η μελλοντική πορεία του Bitcoin θα συνεχίσει να είναι ανοδική. Οι τιμές έχουν αρχίσει να αυξάνονται αισθητά μετά από ένα διάστημα πλευρικής θα λέγαμε περιόδου και για το λόγο αυτό προτείνεται στους επενδυτές να αγοράσουν το Bitcoin σε σωστή χρονική στιγμή όσο γίνεται νωρίτερα, ώστε να έχουν όσο το δυνατόν γίνεται περισσότερα κέρδη μελλοντικά.

Στο Διάγραμμα 4.1.6.2 απεικονίζονται με μπλε χρώμα η πορεία της τιμής του Ethereum, ο Κινητός Μέσος Όρος των 20 ημερών και οι λωρίδες Bollinger με πορτοκαλί πλαίσιο. Ακριβώς κάτω από το διάγραμμα παρουσιάζεται ο δείκτης RSI 14 ημερών, ο δείκτης MACD 12-26 ημερών με την αντίστοιχη trigger-line του. Η περίοδος που εξετάζεται στο παρόν διάγραμμα είναι μικρότερη και καλύπτει την περίοδο από την 7η του Αυγούστου 2015 και μέχρι την 31η Μαΐου 2020. Αυτό συμβαίνει γιατί το Ethereum εισήχθη στο χρηματιστήριο τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.



Διάγραμμα 4.1.6.2¹⁴⁰: Απεικόνιση της Πορείας του Ethereum

Η τιμή του Ethereum την 7η του Αυγούστου 2015 ήταν 2,77 και την 31η Μαΐου 2020 ήταν 230,98 με ραγδαία αυξανόμενες αλλά και μειούμενες κινήσεις και κατά το τελευταίο χρονικό διάστημα κινείται σχεδόν πλευρικά πάνω κάτω στις ίδιες τιμές. Στην αρχή της περιόδου που εξετάζεται μέχρι και περίπου τον Οκτώβριο του 2017, υπάρχει μια σταδιακή αύξηση στην τιμή του κρυπτονομίσματος. Στη συνέχεια, η αύξηση της τιμής είναι ραγδαία και φτάνει στο απόγειό της στις 09/01/2018 με τιμή 1.299,74. Έπειτα, η πορεία του Ethereum είναι καθοδική και φτάνει τον Ιανουάριο του 2019 σε μια τιμή γύρω στα 100, ώσπου αρχίζει να αυξάνεται και πάλι έως τον Ιούνιο του 2019. Στο υπόλοιπο χρονικό διάστημα η τάση μπορεί να χαρακτηριστεί κυρίως πλευρική και από το Μάρτιο του 2020 ξεκινάει μια ανοδική ξεκάθαρα πορεία.

Οι λωρίδες Bollinger στο διάγραμμα παίζουν ρόλο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πρόβλεψη της πορείας των τιμών. Από την αρχή, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, η άνω λωρίδα διασπάται ανοδικά και δίνεται σήμα ότι η τάση θα είναι ανοδική για το υπόλοιπο χρονικό διάστημα. Στις αρχές του 2018, η άνω λωρίδα διασπάται καθοδικά από την καμπύλη των τιμών και η πορεία θα αντιστραφεί και θα κινηθεί καθοδικά. Το γεγονός αυτό ισχυροποιείται με την καθοδική διάσπαση του κινητού μέσου όρου στα μέσα του Ιουλίου 2018. Από τη στιγμή αυτή και μετά η καμπύλη των τιμών κινείται με μικρές αυξομειώσεις, σχεδόν πλευρικά και κάτω από τον Κ.Μ.Ο. μέχρι και τις αρχές του 2020. Στα μέσα του Ιανουαρίου 2020 η καμπύλη των τιμών διασπά ανοδικά τον Κ.Μ.Ο., όμως πάλι κινείται καθοδικά και τον διασπά προς τα κάτω. Η καθοδική τάση δε διαρκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα και πάλι η καμπύλη των τιμών παίρνει θετική κλίση, διασπά ανοδικά τον Κ.Μ.Ο. και μετά από αυτήν την

¹⁴⁰ www.finance.yahoo.com, [ανάκτηση στις 10/06/2020].

κίνηση, η τάση φαίνεται ότι θα είναι αυξανόμενη. Βάσει της σχετικά σταθερής πορείας των τιμών, μπορεί κάποιος να θεωρήσει και να προβλέψει μελλοντική ανοδική διάσπαση και της άνω λωρίδας του Bollinger, οπότε και δίνεται σήμα αγοράς για τους επενδυτές.

Ο δείκτης RSI απεικονίζεται κάτω από το διάγραμμα της πορείας του κρυπτονομίσματος με πράσινο χρώμα και κινείται για όλο το χρονικό διάστημα που εξετάζεται πάνω από τη γραμμή των 30. Το Μάρτιο του 2017 η γραμμή των 70 διασπάται ανοδικά από την καμπύλη του RSI και ισχυροποιείται το σήμα αγοράς, το οποίο παραμένει μέχρι και τον Ιούλιο του 2017. Για το διάστημα αυτό το Ethereum, όπως φαίνεται και από την πράσινη επιφάνεια, θεωρείται υπεραγορασμένη και την περίοδο αυτή η καμπύλη του κινείται με μεγάλη ταχύτητα ανοδικά. Υπεραγορασμένη είναι και η περιοχή από το Νοέμβριο του 2017 μέχρι και το Φεβρουάριο του 2018. Από τη στιγμή αυτή και έπειτα η καμπύλη κινείται γύρω στο 50 αρκετά σταθερά και το τελευταίο χρονικό διάστημα από το Μάρτιο του 2020 είναι φανερό η αύξησή του, κάτι που δίνει τη δυνατότητα στους επενδυτές να υποθέσουν ότι θα αποκτήσει θετική και ανοδική πορεία του Ethereum.

Η MACD-Line, η οποία απεικονίζεται με μπλε χρώμα, διασπά καθοδικά την trigger line της που απεικονίζεται με κόκκινο χρώμα, το Μάιο του 2018. Η κίνηση αυτή επιβεβαιώνει στους επενδυτές το γεγονός ότι το Ethereum θα συνεχίσει την καθοδική πορεία του. Η καθοδική πορεία του Ethereum είχε αρχίσει πολύ νωρίτερα από τον Ιανουάριο του 2018, όμως στο διάγραμμα η trigger line δεν απεικονίζεται, ώστε να μπορέσουν οι επενδυτές να κάνουν τις αντίστοιχες επενδυτικές τους κινήσεις. Στις αρχές του 2020 διασπάται ανοδικά η trigger line και η πορεία μετά από αυτό το σημείο κινείται πλευρικά με μικρές μειώσεις. Από το Μάρτιο και έπειτα η καμπύλη του MACD έχει αρχίσει να κινείται ανοδικά μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα και αυτό μπορεί να δώσει από τον Ιούνιο του 2020 και μετά ότι η πορεία του κρυπτονομίσματος θα είναι αυξανόμενη και θα δοθούν σήματα αγοράς.

Με βάση την προσέγγιση που προηγήθηκε μπορεί κάποιος να συμπεράνει ότι η μελλοντική πορεία του Ethereum θα συνεχίσει να είναι ανοδική. Οι τιμές το τελευταίο χρονικό διάστημα ακολουθούν ανοδική πορεία και καλό είναι οι επενδυτές να σκεφτούν την αγορά του κρυπτονομίσματος για την αποκόμιση των αντίστοιχων κερδών.

Μπορεί να γίνει μια σύγκριση μεταξύ των δύο κρυπτονομισμάτων, όσον αφορά την πορεία τους και τις τιμές που παίρνουν καθ' όλη την περίοδο που εξετάζεται. Λόγω της μεγάλης απήχησης του Bitcoin είναι προφανές και κατανοητό το γεγονός ότι φτάνει σε ένα σημείο που η τιμή του κινείται σε πολύ υψηλά δεδομένα και δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να συγκριθεί το Ethereum. Πρόκειται για ένα κρυπτονομίσμα που εισήχθη πολύ αργότερα στη

χρηματιστηριακή αγορά και δεν μπορεί να φτάσει στα επίπεδα του Bitcoin, εφόσον δε χρησιμοποιείται τόσο πολύ στις συναλλαγές. Παρόλα αυτά ασχέτως των διαφορετικών τιμών που έχουν αυτά τα δύο κρυπτονομίσματα έχουν ένα μεγάλο κοινό. Μπορούμε να πούμε ότι η πορεία τους είναι ανοδική και καθοδική σε παρόμοιες σχετικά χρονικές στιγμές και αυτό δείχνει την κοινή άποψη και συνέχεια που ακολουθεί η αγορά και οι επενδυτές. Αυτό μπορεί να χαρακτηριστεί φυσιολογικό καθώς πρόκειται για δύο κρυπτονομίσματα, ανήκουν δηλαδή στον ίδιο κλάδο και συνήθως επηρεάζεται το ένα από το άλλο.

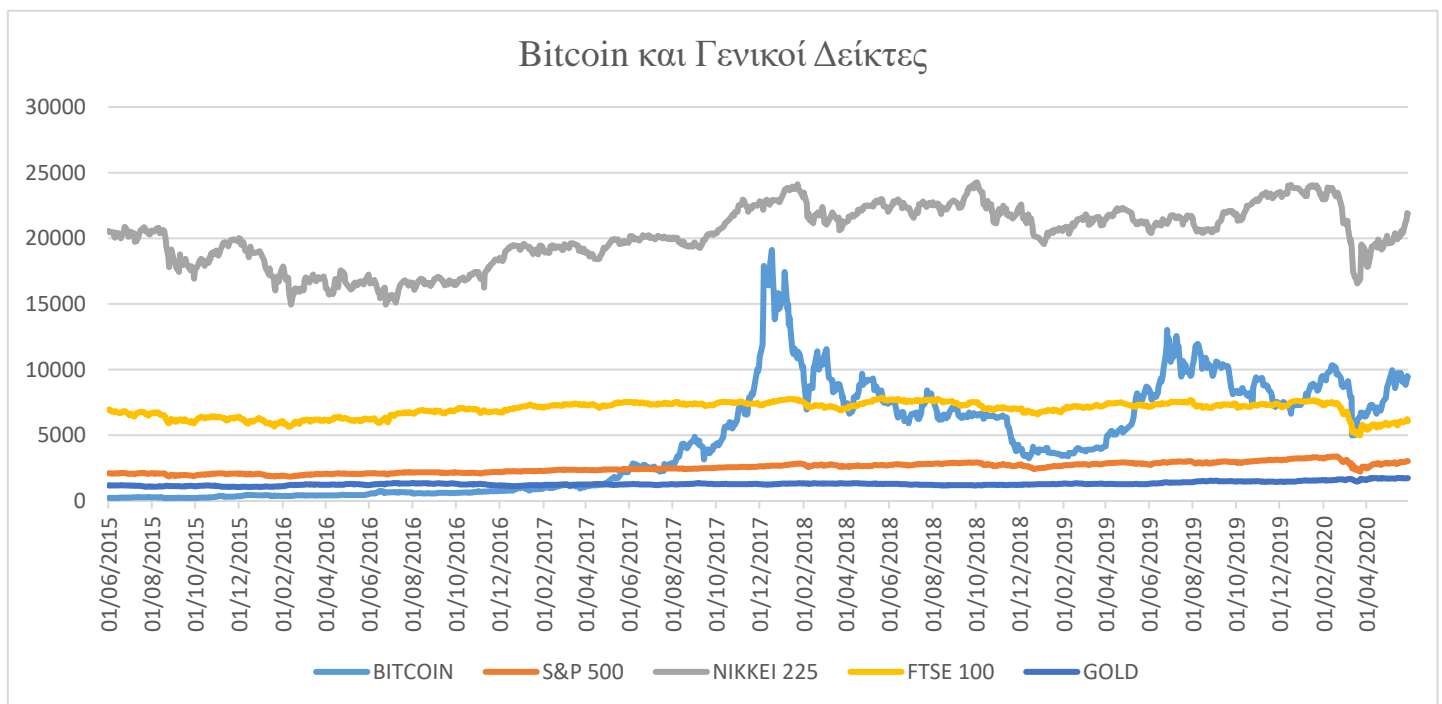
Στο ίδιο πλαίσιο της εξέτασης των δύο αυτών κρυπτονομισμάτων, θα γίνει μια σύγκριση της πορείας τους με κάποιους γενικούς δείκτες για το ίδιο χρονικό διάστημα. Οι δείκτες αυτοί θα είναι ο S&P 500, ο NIKKEI 225, ο FTSE 100 και η τιμή του χρυσού. Όλες οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι τιμές κλεισίματος της κάθε μετοχής και τα δεδομένα για τη δημιουργία των διαγραμμάτων αντλήθηκαν από το Yahoo Finance.

Ο δείκτης S&P 500 και στα δύο διαγράμματα απεικονίζεται με πορτοκαλί χρώμα και όπως φανερώνει και η ονομασία του περιλαμβάνει 500 μετοχές κορυφαίων εταιρειών, από τις οποίες οι πιο βασικές είναι η Apple και η Microsoft. Ο δείκτης κατηγοριοποιεί τις εταιρείες βάσει του τομέα των δραστηριοτήτων τους. Ο NIKKEI 225 είναι ένας δείκτης που λειτουργεί σε ιαπωνικά γεν και μετρά την απόδοση 225 μεγάλων εταιρειών στην Ιαπωνία σε πληθώρα τομέων και στα διαγράμματα παρουσιάζεται με γκρι χρώμα. Στη συνέχεια, ο FTSE 100 είναι ένας δείκτης 100 εταιρειών εισηγμένων στο χρηματιστήριο του Λονδίνου και αποτελεί ένα δείκτη ευημερίας για τις επιχειρήσεις. Τέλος, επιλέχθηκε η τιμή του χρυσού για σύγκριση με τα άλλα δύο κρυπτονομίσματα.

Η τιμή του χρυσού παίρνει τις χαμηλότερες τιμές σε σχέση με τους υπόλοιπους δείκτες και κυμαίνεται με μικρές αυξήσεις και μειώσεις μεταξύ του 1.050 και του 1.755 στο εξεταζόμενο χρονικό διάστημα. Σε μεγαλύτερο επίπεδο κινείται ο δείκτης S&P 500, με τιμές ανάμεσα σε 1.870 και 3.386 και περισσότερες διακυμάνσεις. Ο FTSE 100 παρουσιάζει πιο υψηλές τιμές και μεγαλύτερες αυξομειώσεις μεταξύ αυτού του χρονικού διαστήματος από 4.994 έως 7.878. Τέλος, ο NIKKEI 225 όπως απεικονίζεται υπερβαίνει τους υπόλοιπους δείκτες πάρα πολύ αφού οι τιμές του κυμαίνονται μεταξύ των 14.952 και των 24.271. Το Μάρτιο του 2020 και οι τέσσερις δείκτες παρουσιάζουν μεγάλη μείωση αντίστοιχη των τιμών του καθενός και στη συνέχεια παρουσιάζουν και πάλι θετική πορεία.

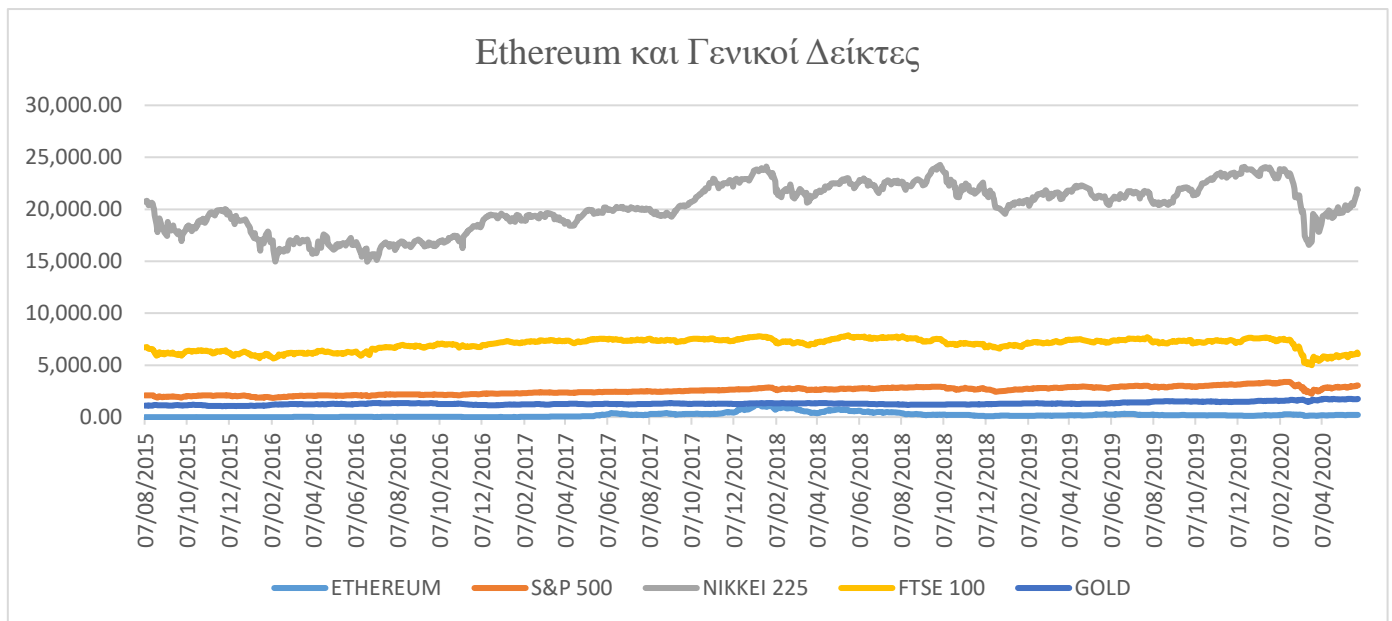
Το διάγραμμα 4.1.6.3 παρουσιάζει την πορεία του Bitcoin σε σχέση με τους υπόλοιπους δείκτες και φαίνεται ότι ξεκίνησε σε χαμηλότερα επίπεδα. Το Μάρτιο του 2017 αρχίζει να ξεπερνάει την τιμή του χρυσού, τον Ιούνιο του 2017 τον S&P 500 και το Δεκέμβριο

του 2017 τον FTSE. Στις αρχές του 2018 η πορεία αυξάνεται τόσο πολύ που πλησιάζει μέχρι και το NIKKEI, γεγονός πολύ σημαντικό καθώς κινείται σε πολύ υψηλά επίπεδα. Στη συνέχεια, η καμπύλη του Bitcoin δεν είναι τόσο σταθερή και οι τιμές μειώνονται σε μεγάλο βαθμό αλλά από τον Ιούνιο του 2019 και μετά κινούνται με αυξομειώσεις πάνω από τον FTSE. Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι το Bitcoin έχει τόσο ανοδική πορεία και κινείται τα τελευταία χρόνια πάνω από τους αναγνωρισμένους δείκτες του χρηματιστηρίου, γιατί αποδεικνύεται η εδραίωσή του στην αγορά και η εμπιστοσύνη που έδειξαν οι επενδυτές για την αγορά του κρυπτονομίσματος.



Διάγραμμα 4.1.6.3: Απεικόνιση του Bitcoin σε σχέση με Γενικούς Δείκτες

Στο διάγραμμα 4.1.6.4 παρουσιάζεται η πορεία του Ethereum σε σχέση με τους υπόλοιπους εξεταζόμενους δείκτες. Καθ' όλη την περίοδο το Ethereum παρουσιάζει μια πιο σταθερή πορεία σε σχέση με το Bitcoin και κινείται σε χαμηλότερο επίπεδο από όλους τους υπόλοιπους δείκτες. Το διάστημα αυτό έχει λάβει τιμές από 0,43 έως περίπου 1.300, γεγονός που δηλώνει ότι υπάρχουν αυξήσεις και μειώσεις στην πορεία του και προτιμάται από τους επενδυτές αλλά δεν μπορεί να ακολουθήσει το Bitcoin. Παρόλο που τα δύο κρυπτονομίσματα ανήκουν στον ίδιο κλάδο δεν είναι απαραίτητο ότι θα λάβουν παρόμοιες τιμές, καθώς μεγάλο ρόλο παίζουν οι υπηρεσίες που προάγει το καθένα και η αναγνωρισιμότητά τους.



Διάγραμμα 4.1.6.4: Απεικόνιση του Ethereum σε σχέση με Γενικούς Δείκτες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Συμπεράσματα – Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Η ανωτέρω διπλωματική είχε ως στόχο την εξοικείωση των αναγνωστών τόσο με την τεχνολογία του Blockchain, όσο και με την ευρεία χρήση που αυτό έχει όχι μόνο στους προγραμματιστές αλλά και στους οικονομολόγους. Βασικό παράδειγμα είναι η χρήση του Blockchain στα κρυπτονομίσματα. Τα κρυπτονομίσματα, όπως το Bitcoin και το Ethereum έχουν εισαχθεί τα τελευταία χρόνια στο χρηματιστήριο έχοντας ανοδική πορεία. Στο ίδιο πλαίσιο όμως, οι μεγάλες ελεγκτικές εταιρείες έχουν αρχίσει να εισαγάγουν αυτήν την καινοτόμο τεχνολογία στις διαδικασίες του ελέγχου, με στόχο να αποφευχθούν λάθη και να εξαχθούν πιο ορθά συμπεράσματα για την πορεία μιας οντότητας. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο τρόπος με τον οποίο έχει δομηθεί και λειτουργεί η τεχνολογία και οι καινοτόμες λύσεις που προσφέρει σε πληθώρα τομέων, πράγμα που υποδηλώνει την ευρεία χρήση που θα έχει στο μέλλον, καθώς πολλοί ήδη το χαρακτηρίζουν ως το νέο διαδίκτυο.

Στο πλαίσιο του ελέγχου, ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Blockchain είναι ότι αυξάνει την αποτελεσματικότητα της καταγραφής, του συνδυασμού και

του ελέγχου των λογιστικών δεδομένων. Ταυτόχρονα, επιτρέπει στους λογιστές και στους ελεγκτές να εξοικονομούν κόστος και χρόνο εκτέλεσης αυτών των εργασιών και μειώνει τον κίνδυνο ανθρωπίνου σφάλματος. Ωστόσο, σε αντίθεση με αυτά τα οφέλη, έχουν εντοπιστεί και κάποιοι περιορισμοί. Παρόλο που είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την αύξηση της αξιοπιστίας μεταξύ των συναλλασσόμενων μερών, η ικανότητά της να εντοπίζει δόλιες συναλλαγές είναι περιορισμένη. Εάν οι εταιρείες δεν καταγράψουν όλες τις συναλλαγές σε Blockchain, η τεχνολογία θα προσφέρει μόνο περιορισμένα οφέλη. Η μελλοντική πορεία και ανάπτυξη της τεχνολογίας θα αποδείξει εν τέλει τη χρηστικότητα και τη δυνατότητα να εφαρμοστεί στο ελεγκτικό και λογιστικό επάγγελμα, έχοντας τα αντίστοιχα αποτελέσματα.

Βασικό κομμάτι της εφαρμογής του Blockchain είναι τα κρυπτονομίσματα, τα οποία βασίζονται στη λειτουργία τους στην τεχνολογία του. Πολλά από τα κρυπτονομίσματα έχουν εισαχθεί στο χρηματιστήριο και αποτελούν αντικείμενο μελέτης των επενδυτών. Η πορεία τους είναι αυξανόμενη και πληθώρα ατόμων - όχι αποκλειστικά επενδυτές - τα χρησιμοποιούν για τις διαδικτυακές τους συναλλαγές. Το Bitcoin, πιο συγκεκριμένα, έχει μια τεράστια άνοδο από τη στιγμή που ξεκίνησε, όπως φάνηκε και από την παραπάνω μελέτη, κι έχει ξεπεράσει πλέον σε τιμή πολλούς από τους κύριους δείκτες του χρηματιστηρίου. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η αγορά δείχνει εμπιστοσύνη στο διαδικτυακό νόμισμα και οι επενδυτές θεωρούν ότι αξίζει να διαθέσουν ένα σημαντικό ποσό για την απόκτησή του. Το τελευταίο χρονικό διάστημα η πορεία του Bitcoin είναι ανοδική, εάν και σε προηγούμενο χρόνο είχε σημειωθεί μείωση στην τιμή του. Με βάση την τεχνική ανάλυση και τους γενικά αποδεκτούς τεχνικούς δείκτες προβλέπεται με επιφύλαξη ότι η πορεία του Bitcoin θα είναι ανοδική στο επόμενο χρονικό διάστημα. Αντίστοιχη ανοδική πορεία προβλέπεται ότι θα ακολουθήσει και το Ethereum, επίσης θετικό σημάδι για την αγορά.

Από την παρούσα διπλωματική εργασία, είναι προφανές ότι η τεχνολογία του Blockchain θα παίξει σπουδαίο ρόλο στην εξέλιξη πολλών επαγγελματιών και προτείνεται η υιοθέτησή του από εργοδότες και εργαζομένους. Πρώτος στόχος είναι η κατανόηση της τεχνολογίας σε συνεργασία με μελετητές και επαγγελματίες από κλάδους της πληροφορικής και στη συνέχεια η εφαρμογή της. Αναμφίβολα, η επιρροή του Blockchain έχει ήδη αρχίσει να γίνεται διακριτή σε όλους τους τομείς και θα συνεχιστεί βάσει εκτιμήσεων λόγω της ασφάλειας και των καινοτόμων δραστηριοτήτων που προσφέρει. Ο χρόνος θα δείξει και θα εξακριβώσει πλήρως τη σπουδαιότητα αυτού του μεγάλου εγχειρήματος και τον τρόπο που θα επηρεάσει όχι μόνο την επαγγελματική ζωή αλλά και την καθημερινότητα.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abu-Bakar Mufti Muhammad (Μάιος 2018), «Shariah Analysis of Bitcoin, Cryptocurrency, and Blockchain», στο Blossom Labs, Inc.

Adam-Kalfon Pauline και El Moutaouakil Selsabila (2017), «Blockchain, a catalyst for new approaches in insurance», PwC, στο www.pwc.com [ανάκτηση στις 25/04/2020].

Alexander Osorio Munera (Δεκέμβριος 2017), *Bitcoin Cash: What You Need to Know about BCH*.

Alladi Tejasvi, Chamola Vinay, Parizi Reza M. και Raymond Choo Kim-Kwang (Νοέμβριος 2019), «Blockchain Applications for Industry 4.0 and Industrial IoT: A Review», *IEEE Access*, Τόμος 7, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 02/05/2020].

Antonopoulos Andreas M. και Dr. Wood Gavin (Νοέμβριος 2018), *Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and Dapps*.

Association of Chartered Certified Accountants – ACCA, «Accounting for cryptocurrencies», συντάχθηκε από μέλος της εξεταστικής ομάδας Strategic Business Reporting, στο www.accaglobal.com [ανάκτηση στις 16/05/2020].

Bankera (Φεβρουάριος 2019), «A Short History of Ethereum Updates», στο www.ecosystem.bankera.com, [ανάκτηση στις 24/05/2020].

Bashir Imran (Μάρτιος 2018), *Mastering Blockchain: Distributed ledger technology, decentralization, and smart contracts explained, 2nd Edition*.

Beck Roman, Czepluch Jacob Stenum, Lollike Nikolaj και Malone Simon (2016), «Blockchain – The Gateway to Trustfree Cryptographic Transactions», *Research Papers ECIS 2016 Proceedings*, 153, IT University of Copenhagen, στο www.aisel.aisnet.org [ανάκτηση στις 27/04/2020].

Bhosale Jaysing και Mavale Sushil (Μάρτιος 2018), «Volatility of select Crypto-currencies: A comparison of Bitcoin, Ethereum and Litecoin», *Annual Research Journal of Symbiosis Centre for Management Studies, Pune*, Τόμος 6, *Symbiosis Centre for Management Studies, Pune*, στο www.scmspune.ac.in, [ανάκτηση στις 27/05/2020].

Chan Wren και Olmsted Aspen (Δεκέμβριος 2017), «Ethereum transaction graph analysis», conference paper, δημοσιεύτηκε στο *12th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 25/05/2020].

Chauhan Varun και Arora Ginni (Οκτώβριος 2019), «A review paper on cryptocurrency & portfolio management», conference paper, δημοσιεύτηκε στο *2nd International Conference on Power Energy, Environment and Intelligent Control (PEEIC)*, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 20/05/2020].

Christidis Konstantinos και Devetsikiotis Michael (Μάιος 2016) «Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things», *IEEE Access*, Τόμος 4, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 28/04/2020].

Chuen David Lee Kuo (2015), *Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data*.

Deloitte (Ιούλιος 2018), «Thinking Allowed Cryptocurrency: Financial reporting implications», στο www.deloitte.com [ανάκτηση στις 16/05/2020].

Dinh Tien Tuan Anh, Liu Rui, Zhang Meihui, Chen Gang, Ooi Beng Chin και Wang Ji (Ιούλιος 2018), «Untangling Blockchain: A Data Processing View of Blockchain Systems», *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Τόμος 30, Τεύχος 7, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 24/04/2020].

Erfani Shervin και Ahmadi Majid (Ιούλιος 2019), «Bitcoin Security Reference Model: An Implementation Platform», conference paper, δημοσιεύτηκε στο *International Symposium on Signals, Circuits and Systems (ISSCS)*, www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 01/06/2020].

Evans-Greenwood Peter, Hillard Robert, Harper Ian και Williams Peter (2016), «Bitcoin, Blockchain & distributed ledgers: Caught between promise and reality», Deloitte, στο www.deloitte.com [ανάκτηση στις 25/04/2020].

Farcane Nicoleta και Deliu Delia (2020), «Stakes and Challenges Regarding the Financial Auditor's Activity in the Blockchain Era», *Audit financiar*, Τόμος 18, Τεύχος 1.

Ghimire Suman και Selvaraj Henry (Δεκέμβριος 2018), «A Survey on Bitcoin Cryptocurrency and its Mining», conference paper, δημοσιεύτηκε στο *26th International Conference on Systems Engineering (ICSEng)*, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 29/05/2020].

Gibbs Toby και Yordchim Suwaree (2014), «Thai Perception on Litecoin Value», *International Journal of Social, Education, Economics and Management Engineering*, Τόμος 8, Τεύχος 8, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, στο www.ssru.ac.th, [ανάκτηση στις 27/05/2020].

Grewal-Carr Vimi και Marshall Stephen (2016), «Blockchain: Enigma. Paradox. Opportunity», Deloitte, στο www.deloitte.com [ανάκτηση στις 25/04/2020].

Hearn Mike και Brown Richard Gendal (20 Αυγούστου 2019), «Corda: A distributed ledger», στο www.r3.com, [ανάκτηση στις 24/04/2020].

Kinkelin Holger, Hauner Valentin, Niedermayer Heiko και Carle Georg (2018), «Trustworthy Configuration Management for Networked Devices using Distributed Ledgers», conference paper, δημοσιεύτηκε στο *NOMS 2018 - 2018 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium*, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 24/04/2020].

Liu Tonglai, Wu Jigang, Chen Long, Wu Yalan και Li Yinan (Φεβρουάριος 2020), «Smart Contract-Based Long-Term Auction for Mobile Blockchain Computation Offloading», *IEEE Access*, Τόμος 8, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 29/04/2020].

Magizov Rustem, Kuznetsov Sergey, Kasatova Anastasia, Gilmanov Muhamat, Garipova Venera και Kuznetsov Aleksey (Οκτώβριος 2019), «Problems of Criminal Responsibility for Illegal Circulation of Cryptocurrency», conference paper, δημοσιεύτηκε στο *12th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE)*, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 22/05/2020].

Mingxiao Du, Xiaofeng Ma, Zhe Zhang, Xiangwei Wang και Qijun Chen (Οκτώβριος 2017), «A review on consensus algorithm of blockchain», conference paper, δημοσιεύτηκε στο *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 26/04/2020].

Momo Fernanda da Silva, Schiavi Giovana Sordi, Behr Ariel και Lucena Percival (Ιούλιος 2018), «Business Models and Blockchain: What Can Change? », *RAC, Maringá*, Τόμος 23, Τεύχος 2, άρθρο 4.

Musleh Ahmed S., Yao Gang και Muyeen S. M. (Ιούνιος 2019), «Blockchain Applications in Smart Grid-Review and Frameworks», *IEEE Access*, Τόμος 7, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 26/04/2020].

Nakamoto Satoshi (31 Οκτωβρίου 2008), «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System», στο www.bitcoin.org και στο www.nakamotoinstitute.org [ανάκτηση στις 21/04/2020].

Oxford English Dictionary, διαθέσιμο στο www.lexico.com, [ανάκτηση στις 16/05/2020].

Piscini Eric, Singhal Mayank, Andrzejewski Danielle και Cremins Sean (2017), «Taking blockchain live: The 20 questions that must be answered to move beyond proofs of concept», Deloitte, στο www.deloitte.com [ανάκτηση στις 25/04/2020].

Reed Jeff (Αύγουστος 2018), *Litecoin: An Introduction to Litecoin Cryptocurrency and Litecoin Mining*.

Rouhani Sara και Deters Ralph (Νοέμβριος 2017) «Performance Analysis of Ethereum Transactions in Private Blockchain», conference paper, δημοσιεύτηκε στο *8th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)* στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 26/05/2020].

Ruslina Elli (Οκτώβριος 2019), «Legal Protection for Bitcoin Users in E-commerce Transactions», *Journal of Internet Law*.

Salman Tara, Zolanvari Maede, Erbad Aiman, Jain Raj και Samaka Mohammed (Αύγουστος 2019), «Security Services Using Blockchains: A State of the Art Survey», *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Τόμος 21, Τεύχος 1, Firstquarter 2019, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 26/04/2020].

Schwartz David, Fugger Ryan και Britto Arthur (Φεβρουάριος 2018), «The Ripple Protocol Consensus Algorithm», στο www.ripple.com, [ανάκτηση στις 26/05/2020].

Seibold Sigrid και Samman George (2016), «Consensus Immutable agreement for the internet of value», KPMG, στο www.kpmg.com [ανάκτηση στις 21/04/2020].

Shanmugam Bharanidharan, Azam Sami, Cher Yeo Kheng, Jose Jithin και Kannoorpatti Krishnan (Ιανουάριος 2017), «A critical review of Bitcoins usage by cybercriminals», conference paper, δημοσιεύτηκε στο *International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 28/05/2020].

Smith Sean Stein (2020), «Blockchain, Smart Contracts and Financial Audit Implications», *The IUP Journal of Accounting Research & Audit Practices*, Τόμος 19, Τεύχος 1.

Sukharev Pavel V. και Silnov Dmitry S. (Νοέμβριος 2018), «Asynchronous Mining of Ethereum Cryptocurrency», conference paper, δημοσιεύτηκε στο *IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS)*, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 20/05/2020].

Sun Yao, Zhang Lei, Feng Gang, Yang Bowen, Cao Bin και Imran Muhammad Ali (Ιούνιος 2019), «Blockchain- Enabled Wireless Internet of Things: Performance Analysis and Optimal Communication Node Deployment», *IEEE Internet of Things Journal*, Τόμος 6, Τεύχος 3, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 25/04/2020].

Swan Melanie (2015), *Blockchain: Blueprint for a New Economy*.

Szabo Nick (1997), «The God Protocols», στο www.nakamotoinstitute.org [ανάκτηση στις 21/04/2020].

Szabo Nick (1997), «The Idea of Smart Contracts», στο www.nakamotoinstitute.org [ανάκτηση στις 29/04/2020].

Takashima Ikuya (Μάρτιος 2018), *Litecoin: The Ultimate Guide to the World of Litecoin*.

Takashima Ikuya (Μάρτιος 2018), *Ripple: The Ultimate Guide to the World of Ripple*.

Tapscott Don και Tapscott Alex (2016), *Blockchain Revolution*.

The European Central Bank (Φεβρουάριος 2015), «Virtual currency schemes – a further analysis», στο www.ecb.europa.eu [ανάκτηση στις 16/05/2020].

Todd Peter (Μάιος 2015), «Ripple Protocol Consensus Algorithm Review», στο www.githubusercontent.com, [ανάκτηση στις 26/05/2020].

Tomov Yavor Krumov (Σεπτέμβριος 2019), «Bitcoin: Evolution of Blockchain Technology», conference paper, δημοσιεύτηκε στο *IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET)*, www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 01/06/2020].

Upadhyay Nitin (2019), *UnBlock the Blockchain*.

Van Wirdum Aaron (24 Απριλίου 2018), «The Genesis Files: How David Chaum’s ECash Spawned A Cypherpunk Dream», *Bitcoin Magazine*.

Webb Nick (Ιανουάριος 2018), «A Fork in the Blockchain: Income Tax and the Bitcoin/Bitcoin Cash Hard Fork», *North Carolina Journal of Law & Technology*, Τόμος 39, Τεύχος 4, Άρθρο 10, στο www.law.unc.edu, [ανάκτηση στις 27/05/2020].

Yahoo Finance, www.finance.yahoo.com, [ανάκτηση στις 10/06/2020].

Yang Wenli, Aghasian Erfan, Garg Saurabh, Herbert David, Disiuta Leandro και Kang Byeong (Απρίλιος 2019), «A Survey on Blockchain-Based Internet Service Architecture: Requirements, Challenges, Trends, and Future», *IEEE Access*, Τόμος 7, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 30/04/2020].

Yujin Kwon, Hyounghick Kim, Jinwoo Shin και Yongdae Kim (Μάιος 2019), «Bitcoin vs. Bitcoin Cash: Coexistence or Downfall of Bitcoin Cash? », conference paper, δημοσιεύτηκε στο *IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)*, στο www.ieeexplore.ieee.org, [ανάκτηση στις 27/05/2020].

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γεωργιάδης Νικόλαος Η. και Λιβάνης Ευστράτιος Σ. (2003), *Μέθοδοι ανάλυσης αγοράς και μετοχών*.

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, «Γενικός Κανονισμός για την Προστασία των Δεδομένων», Κανονισμός (ΕΕ) 2016/679 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Απριλίου 2016 για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών και την κατάργηση της οδηγίας 95/46/ΕΚ.

Λουμιώτης Βασίλειος Ι. και Τζίφας Βασίλειος Ν. (2018), *Βασικές Οδηγίες Εφαρμογής Διεθνών Προτύπων Ελέγχου (ΔΠΕ), 2^η Έκδοση.*

Νεγκάκης Χρήστος Ι. (2015), *Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς Θεωρία και Εφαρμογές.*

Νεγκάκης Χρήστος Ι. (2015), *Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς Ειδικά Θέματα.*

Νεγκάκης Χρήστος Ι. και Ταχυνάκης Παναγιώτης Δ. (2017), *Ελεγκτική Εσωτερικός Έλεγχος – Θεωρία και Εφαρμογές.*

Πιτσέλης Ζήσης Ε. (2016), *Τεχνική Ανάλυση & Risk Management.*