



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Η τεχνολογία Blockchain και η εφαρμογή της στην εφοδιαστική αλυσίδα”

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ “ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ – ΟΛΙΚΗ

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΜΕ ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ”

Όνοματεπώνυμο: Ιωάννου Αυγουστίνος

Α.Μ.: ΜΔΕ-ΟΠ2020

Εξάμηνο: 3^ο

Επιβλέπων Καθηγητής: Φίλιππος Νικόλαος

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2022

Βεβαίωση Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων – Ολική Ποιότητα με διεθνή προσανατολισμό με τίτλο:

“Η τεχνολογία Blockchain και η εφαρμογή της στην εφοδιαστική αλυσίδα”

έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολο της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολο τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου.

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή: 

Ονοματεπώνυμο: **Αυγουστίνος Ιωάννου**

Ημερομηνία: **02/03/2022**

Στα αγαπημένα μου άτομα ,
που είναι δίπλα μου και
συνοδοιπόροι στη ζωή.

*"Ο άνθρωπος μπορεί να επιτύχει
σχεδόν οτιδήποτε του εμπνέει
απεριόριστο ενθουσιασμό."*

Charles Schwab

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	9 – 10
Abstract.....	11 – 12
1. Εισαγωγή.....	12
1.1. Σκοπός	13
1.2. Σημασία και Πρωτοτυπία Έρευνας	13 – 14
1.3. Δομή	15 – 16
2. Περιγραφή Blockchain	16
2.1. Ιστορική Ανασκόπηση	16 – 19
2.2. Δομή	19
2.3. Αρχιτεκτονική	20 – 21
2.4. Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα	21 – 23
2.5. Κύρια Χαρακτηριστικά	23 – 24
2.6. Τύποι blockchain	24 – 26
2.7. Bitcoin	26
2.8. Ethereum	27
2.9. Hyperledger Project	27
2.9.1. Hyperledger Fabric	28
2.9.2. Hyperledger Composer	28
2.10. Πρωτόκολλα συναίνεσης	29
2.10.1. Proof of Work	29 – 30
2.10.2. Proof of Stake	30
2.10.3. Proof of Elapsed Time	30 – 31
2.11. Smart Contracts	31
3. Περιγραφή Εφοδιαστικής Αλυσίδας	32
3.1. Διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας: Ορισμός και βασικά χαρακτηριστικά	32 – 34
3.2. Η ροή της Εφοδιαστικής Αλυσίδας	34
3.3. Απαιτήσεις αγοράς και καταναλωτών	34 – 36
3.4. Ιχνηλασιμότητα στη Διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας	36
3.4.1. Προϋποθέσεις για ένα σωστό παραδοσιακό μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας	36
3.4.2. Αδυναμίες του παραδοσιακού μοντέλου εφοδιαστικής αλυσίδας	36 – 37
3.4.3. Αντιμετώπιση των αδυναμιών μοντέλου εφοδιαστικής αλυσίδας	37
3.4.4. Σημασία της ιχνηλασιμότητας στη συμβατική εφοδιαστική	37
3.4.5. Σημασία της ιχνηλασιμότητας στην αντιστροφή εφοδιαστική	38 – 39

3.5.	Δραστηριότητες εφοδιαστικής αλυσίδας	39
3.5.1.	Εξυπηρέτηση πελατών	39 – 40
3.5.2.	Πρόβλεψη ζήτησης	41
3.5.3.	Διαχείριση αποθεμάτων	41 – 42
3.5.4.	Προμήθειες	43
3.5.5.	Αποθήκευση	43 – 44
3.5.6.	Μεταφορά / Διανομή εμπορευμάτων	44
4.	Εφαρμογή τεχνολογιών Blockchain στην Εφοδιαστική Αλυσίδα	44 – 46
4.1.	Swot Analysis	46
4.1.1.	Δυνάμεις (πλεονεκτήματα)	46 – 48
4.1.2.	Αδυναμίες (μειονεκτήματα)	48
4.1.3.	Ευκαιρίες	48
4.1.4.	Απειλές	48 – 49
4.2.	Οριζόντιες εφαρμογές blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα	49
4.2.1.	Ροή εργασίας – Διοίκηση Εφοδιαστικής Εργασίας	49 – 50
4.2.2.	Παραγωγή και Μεταποίηση	50 – 51
4.2.3.	Αποθήκευση και Διανομή	51 – 52
4.3.	Κάθετες εφαρμογές blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα	52
4.3.1.	Εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων	52 – 53
4.3.2.	Εφοδιαστική αλυσίδα ενέργειας	54
4.3.3.	Φαρμακοβιομηχανία	55
5.	Παραδείγματα εφαρμογών Blockchain στην Εφοδιαστική Αλυσίδα	55
5.1.	Εφαρμογές blockchain στη ναυτιλιακή βιομηχανία	55 – 58
5.2.	Εφαρμογές blockchain σε λιμένες	59
5.3.	Εφαρμογές blockchain στις μεταφορές	60 – 61
5.4.	Εφαρμογές blockchain στα αεροδρόμια	61 – 63
6.	Τεχνικό κομμάτι	63
6.1.	Solidity	63 – 64
6.2.	Παράδειγμα εφαρμογής εφοδιαστικής αλυσίδας των εξαρτημάτων ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή	64
6.2.1.	Κώδικας εφαρμογής σε Solidity	64 – 66
6.2.2.	Διεπαφή εφαρμογής	66
6.2.2.1.	Deploy Smart Contract	67
6.2.2.2.	Αλληλεπίδραση Smart Contract	67 – 70

7. Μελέτες περίπτωσης	71
7.1. 300Cubits	71
7.2. Kounola innovation	71 – 72
7.3. Bext360	72 – 73
7.4. De Beers	73 – 74
7.5. UPS & HerdX	74
7.6. Amazon	75 – 76
8. Ερωτηματολόγιο	76
8.1. Μεθοδολογία ερωτηματολογίου	76 – 77
8.2. Αποτελέσματα ερωτηματολογίου σε SPSS	77 – 85
9. Τελικά αποτελέσματα	85
9.1. Μελλοντικές προοπτικές	85 – 86
9.2. Σύνοψη	86 – 87
9.3. Συμπεράσματα	87 – 89
Βιβλιογραφία	90 – 97

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Επιλογές αρχιτεκτονικής BC (Carson et al., 2018) 25

Πίνακας 2: Μέσος όρος και τυπική απόκλιση ερωτημάτων και κατηγοριών 84

Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 1: Ιστορία της τεχνολογίας Blockchain (Accenture, 2018) 17

Σχήμα 2: Μορφή της αλυσίδας που δημιουργούν τα blocks 19

Σχήμα 3: Δέντρο Merkle στο Blockchain 20

Σχήμα 4: Μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας (Mentzer et al., 2001)] 32

Σχήμα 5: Εξυπηρέτηση πελατών (Ζεϊμπέκης, 2017) 39

Σχήμα 6: ABC Analysis (Ζεϊμπέκης, 2017) 41

Σχήμα 7: Τρέχουσα ροή πληροφοριών χωρίς την τεχνολογία blockchain (Weernink et al., 2017)
..... 57

Σχήμα 8: Ροή πληροφοριών με τεχνολογία blockchain (Weernink et al., 2017) 57

Σχήμα 9: Διαδικασία χωρίς την τεχνολογία blockchain (Leonard, 2017) 59

Σχήμα 10: Διαδικασία με την τεχνολογία blockchain (Leonard, 2017) 60

Σχήμα 11: Λειτουργία των αεροπορικών εταιρειών με blockchain (Akheemana, 2017) 62

Σχήμα 12: Διεπαφή εφαρμογής ID εξαρτήματος για δημιουργία έξυπνου συμβολαίου 66

Σχήμα 13: Διεπαφή εφαρμογής διεύθυνσης έξυπνου συμβολαίου 66

Σχήμα 14: Διεπαφή εφαρμογής πληροφοριών 67

Σχήμα 15: Διεπαφή εφαρμογής ιστορικού logs 67

Σχήμα 16: Διεπαφή εφαρμογής πωλητή εξαρτημάτων υπολογιστών 68

Σχήμα 17: Διεπαφή εφαρμογής μεταφορέα εξαρτημάτων υπολογιστών 69

Σχήμα 18: Διεπαφή εφαρμογής ελεγκτή εξαρτημάτων υπολογιστών 69

Κατάλογος εικόνων

<i>Εικόνα 1: Blockchain Frameworks και Εργαλεία του Hyperledger</i>	26
<i>Εικόνα 2: Διάγραμμα αρχιτεκτονικής ενός κόμβου που εξυπηρετεί διάφορες εφαρμογές blockchain (IBM, 2018)</i>	27
<i>Εικόνα 3: Διάρκεια ζωής του οχήματος μέσω Smart Contracts σε blockchain. Παραγωγός – Πελάτης – Απόσυρση</i>	30
<i>Εικόνα 4: Ροή της εφοδιαστικής αλυσίδας</i>	33
<i>Εικόνα 5: Διάγραμμα εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου – CLSC</i>	38
<i>Εικόνα 6: Ρομποτικό μηχάνημα κατηγοριοποίησης του καφέ (Bext360, 2018)</i>	72
<i>Εικόνα 7: Αποθήκη της Amazon</i>	74

Ιστογράμματα

<i>Ιστόγραμμα 1: Καταλληλότητα blockchain στην εταιρεία – Ερώτημα 1.1</i>	77
<i>Ιστόγραμμα 2: Καταλληλότητα blockchain στην εταιρεία – Ερώτημα 1.2</i>	77
<i>Ιστόγραμμα 3: Καταλληλότητα blockchain στην εταιρεία – Ερώτημα 1.3</i>	78
<i>Ιστόγραμμα 4: Καταλληλότητα blockchain στην εταιρεία – Ερώτημα 1.4</i>	79
<i>Ιστόγραμμα 5: Προσδοκίες γνώσης blockchain – Ερώτημα 2.1</i>	79
<i>Ιστόγραμμα 6: Προσδοκίες γνώσης blockchain – Ερώτημα 2.2</i>	80
<i>Ιστόγραμμα 7: Προσδοκίες γνώσης blockchain – Ερώτημα 2.3</i>	80
<i>Ιστόγραμμα 8: Προσδοκίες γνώσης blockchain – Ερώτημα 2.4</i>	81
<i>Ιστόγραμμα 9: Αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης blockchain – Ερώτημα 3.1</i>	81
<i>Ιστόγραμμα 10: Αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης blockchain – Ερώτημα 3.2</i>	82
<i>Ιστόγραμμα 11: Αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης blockchain – Ερώτημα 3.3</i>	83
<i>Ιστόγραμμα 12: Αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης blockchain – Ερώτημα 3.4</i>	83

Περίληψη

Ο γρήγορος ρυθμός με τον οποίο μπήκε στην ζωή του ανθρώπου η τεχνολογία και την ταχύτητα με την οποία εξελίσσεται, έφερε μία επανάσταση με τον τρόπο αντίληψης του κόσμου, που είναι ένα πολύ σημαντικό για την καθημερινότητα του. Επιχειρήσεις και οργανισμοί προσπαθούν να εξετάσουν αν η ήδη υπάρχουσα τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πιο βέλτιστο τρόπο ή οι καινούργιες τεχνολογίες μπορούν να προσφέρουν αξία για ένα διατηρήσιμο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Ολοένα και περισσότερες προκλήσεις όπως η αυτοματοποίηση και η ψηφιοποίηση των επιχειρήσεων καθώς και η ελαχιστοποίηση κόστους των προϊόντων παρακινούν τις εταιρείες σε καινοτόμες τεχνολογίες. Συγκεκριμένα, η πληροφορία είναι το αγαθό με τη μεγαλύτερη αξία που είναι πολύ γρήγορα διαθέσιμη.

Από τις προκλήσεις τα πληροφοριακά συστήματα σε δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας αντιμετωπίζουν αδυναμίες που είναι οι τεχνολογικές εξελίξεις, οι οργανωσιακές δομές, η παγκοσμιοποίηση, η πολυπλοκότητα των διαδικασιών, η ανάγκη για καινοτομία και για ψηφιακό μετασχηματισμό των επιχειρήσεων και η ανάγκη για προστασία από κακόβουλες ενέργειες, προτρέπουν για υιοθέτηση καινοτόμων ψηφιακών τεχνολογιών. Από τις αδυναμίες υπάρχουν ελλείψεις στις προμήθειες, στις μεταφορές, στην αποθήκευση και στην εξυπηρέτηση πελατών. Τα πληροφοριακά συστήματα που χρησιμοποιούνται σε πολλές επιχειρήσεις λειτουργούν σε ενδοεταιρικούς σκοπούς και λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας των εταιριών. Το πιο σοβαρό πρόβλημα είναι στην επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών με τους εμπλεκόμενους. Έτσι, πρέπει να δημιουργηθεί μία προσπάθεια για την κοινή χρήση ενός πληροφοριακού συστήματος για να αποφεύγει προβλήματα ιχνηλασιμότητας, εμπιστοσύνης, διαφάνειας και ασφάλειας.

Οι πολύπλοκες εφοδιαστικές αλυσίδες εμφανίζουν εμπόδια για την επίτευξη αποτελεσματικότητας και διαφάνειας σε αυτές. Επηρεάζεται η διαχείριση των εφοδιαστικών αλυσίδων με τις μεγάλες προκλήσεις που βιώνουν οι εταιρίες με την εξυπηρέτηση των πελατών. Οι εφοδιαστικές αλυσίδες στηρίζονται σε τεχνολογίες, οι οποίες έχουν αδυναμίες και δυσκολεύουν τον σκοπό τους.

Το blockchain μια νέα τεχνολογία είναι από τις πιο ραγδαία αναπτυσσόμενες τεχνολογίες με δυνατότητες ανάπτυξης. Ανάμεσα με τα τεχνολογικά φαινόμενα ξεχωρίζει η τεχνολογία blockchain. Έχει εφαρμογή σε πολλούς τομείς επιχειρήσεων που επιτρέπει την κρυπτογραφημένη και την ασφαλή καταγραφή ψηφιακών συναλλαγών.

Τα τελευταία χρόνια η επαναστατική τεχνολογία blockchain δίνει λύσεις σε προβλήματα οικονομικών συναλλαγών και διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το blockchain αποκτά όλο και πιο πολλές εφαρμογές μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και οι τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η εφοδιαστική αλυσίδα είναι κατάλληλη υποψήφια για την

συγκεκριμένη τεχνολογία, όπου περιλαμβάνουν συναλλαγές, εγγραφές, συστήματα και εμπλεκόμενα άτομα. Οι εφοδιαστικές αλυσίδες είναι μία σειρά από συναλλαγές-βήματα για την μεταφορά προϊόντων από το σημείο παραγωγής μέχρι το σημείο του τελικού προορισμού. Αφού τα προϊόντα αλλάζουν άτομα κατά την διάρκεια της διαδρομής, με το blockchain οι συναλλαγές καταχωρούνται σε ένα μόνιμο ιστορικό. Όλοι όσοι είναι ενεργοί στο δίκτυο blockchain παρακολουθούν σε χρόνο πραγματικό τις συναλλαγές με λεπτομέρεια και την τοποθεσία των προϊόντων της εταιρείας. Έτσι, έχει ανάπτυξη εμπιστοσύνης και διαφάνειας σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα.

Λέξεις – κλειδιά: blockchain, εφοδιαστική αλυσίδα, εφαρμογές, ιχνηλασιμότητα

Abstract

The rapid pace with which technology entered human life and the speed with which it is evolving, brought a revolution in the way of perceiving the world, which is a very important for his daily life. Businesses and organizations are trying to see if existing technology can be used more optimally or if new technologies can offer value for a sustainable competitive advantage. Increasing challenges such as business automation and digitization as well as product cost minimization are driving companies to innovate technologies. In particular, information is the most valuable asset that is available very quickly.

Of the challenges, information systems in supply chain activities face weaknesses such as technological developments, organizational structures, globalization, complexity of processes, the need for innovation and digital transformation of businesses and the need for protection against malicious actions. urge the adoption of innovative digital technologies. Weaknesses include deficiencies in procurement, transportation, storage and customer service. The information systems used in many companies operate for intra-corporate purposes and corporate supply chain operations. The most serious problem is in communicating and exchanging information with those involved. Thus, an effort must be made to share an information system to avoid problems of traceability, trust, transparency and security.

Complex supply chains present obstacles to achieving efficiency and transparency in them. The management of supply chains is affected by the great challenges that companies experience with customer service. Supply chains rely on technologies that have weaknesses and make their purpose difficult.

Blockchain is a new technology that is one of the fastest growing technologies in development. Blockchain technology stands out among the technological phenomena. It has application in many business sectors that allows encrypted and secure recording of digital transactions.

In recent years, revolutionary blockchain technology has provided solutions to financial transaction and supply chain management problems. The blockchain is gaining more and more applications, including the supply chain sectors. The supply chain is a suitable candidate for this technology, which includes transactions, registrations, systems and people involved. Supply chains are a series of transactional steps to transport products from the point of production to the point of final destination. After the products change people along the way, with blockchain the transactions are recorded in a permanent history. Everyone who is active in the blockchain network monitors in real time the transactions in detail and the location of the company's products. Thus, it has developed trust and transparency throughout the supply chain.

Keywords: blockchain, supply chain, applications, traceability

1. Εισαγωγή

Η τεχνολογία Blockchain εφευρέθηκε από τον Satoshi Nakamoto το 2008. Είναι ένας αυξανόμενος κατάλογος αρχείων συνδεδεμένων καινουργογραφημένων. (Nakamoto S. , 2008). Ο Satoshi Nakamoto το 2019 είδε ότι αυτή η τεχνολογία είναι ένα από τα σημαντικά συστατικά του κρυπτονομίσματος Bit Coin. Έχει επιτρέψει να γίνει το πρώτο ψηφιακό νόμισμα που θα ξεπεράσει το πρόβλημα των διπλών δαπανών. Το πρόβλημα των διπλών δαπανών είναι όπου μια μονάδα μπορεί να αλλοιωθεί ή να αντιγραφεί πάνω από μία φορά χωρίς παρέμβαση σε κεντρικό διακομιστή. Για χρόνια όταν εμφανίστηκε η τεχνολογία δεν είχε τραβήξει την προσοχή του κόσμου. Όμως, τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον του κόσμου για τα κρυπτονομίσματα, αυξήθηκε και το ενδιαφέρον της τεχνολογίας αφού, η τεχνολογία κρύβεται πίσω από τα κρυπτονομίσματα. Πολλά άτομα θεωρούσαν ότι η τεχνολογία αφορά τις πληρωμές δηλαδή ως ένα οικονομικό μέσο. Όμως, τώρα πολλές ερευνητικές ομάδες θα εξελίσουν και θα διερευνήσουν τις δυνατότητες της τεχνολογίας σε πιο πολλές εφαρμογές. Μια πολύ βασική εφαρμογή είναι η εφοδιαστική αλυσίδα.

Η εφοδιαστική αλυσίδα πρόκειται για μία σημαντική εκδοχή της που αφορά την παραγωγή που βασίζεται στην οργάνωση της παραγωγής και της διανομής πρώτων υλών. Δισεκατομμύρια προϊόντα και υπηρεσίες ανταλλάσσονται σε ολόκληρο τον πλανήτη πρώτον μεταξύ αποστολέων – παραληπτών και δεύτερον μεταξύ παραγωγών – καταναλωτών. Οι δύο μεριές δεν γνωρίζονται και κάθε είδος επικοινωνίας και συναλλαγής γίνεται μέσω κοινών μερών ή μέσω τηλεπικοινωνιών. Πρόκειται για εξ' αποστάσεως συνεργασίες, συμφωνίες, δοσοληψίες με χαρακτηριστικό την μη εστίαση των συναλλαγών. Στην εφοδιαστική αλυσίδα καλούνται για ανταπόκριση σε νέες απαιτήσεις και αντιμετώπιση προκλήσεων με συνδυασμό την ανάγκη για απρόσωπες συναλλαγές. Μέχρι τώρα οι μέθοδοι διαχείρισης εφοδιαστικών αλυσίδων υπέγραφαν ένα σύστημα λειτουργίας. Οι υπογραφές αυτές στο σύστημα λειτουργίας δυσκόλευε την επικοινωνία των συμμετεχόντων της αλυσίδας. Αυτή η έλλειψη επικοινωνίας δημιούργησε θέματα στην εμπιστοσύνη και μπορούσε να έχει επιθέσεις στην κυβερνοασφάλεια. Οι επιχειρήσεις πρέπει να παρακολουθούν ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα για επίτευξη της ευελιξίας και ανθεκτικότητας. Ακόμα πρέπει να παρακολουθούν τους κατάλληλους μηχανισμούς για την ανταπόκριση των διάφορων μεταβολών με ταχύτητα (M. Christofer and M. Holweg, 2011).

1.1. Σκοπός

Ο σκοπός είναι η εξέταση της εφαρμογής της τεχνολογίας blockchain σε συστήματα εφοδιαστικής αλυσίδας. Ακόμα είναι η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της τεχνολογίας blockchain στα δίκτυα εφοδιαστικής αλυσίδας και οι προκλήσεις που υπάρχουν. Επίσης πρέπει ο αναγνώστης να καταλάβει πως λειτουργεί η τεχνολογία blockchain στους κλάδους μιας εφοδιαστικής αλυσίδας. Ο στόχος είναι η κατανόηση της τεχνολογίας blockchain και η εφοδιαστική αλυσίδα καθώς και να ενσωματώσουν τη εφαρμογή της τεχνολογίας, στις καθημερινές λειτουργίες επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν εφοδιαστική αλυσίδα και να εξεταστούν τα εμπόδια και τα προβλήματα στην εφαρμογή αυτής της καινοτόμας τεχνολογίας.

1.2. Σημασία και Πρωτοτυπία Έρευνας

Η διαχείριση πληροφορίας και δεδομένων στην εφοδιαστική αλυσίδα γίνεται σε ένα κύκλωμα εφοδιασμού περιέχει δεδομένα και στοιχεία. Τα παραδοσιακά συστήματα εφοδιαστικής αλυσίδας δεν είναι προσαρμόσιμα ώστε να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις και ανάγκες του μέλλοντος που κατευθύνονται σε έξοδα όταν υπάρχει σφάλμα, αυξημένο κόστος και η απαίτηση περιστατικών εξαπάτησης. Οι διαδικασίες γίνονται πιο μπερδεμένες, δυσκολεύοντας στην αποθήκευση και στην μετάδοση των δεδομένων. Παρατηρούνται προβλήματα που αναδεικνύει τα πληροφοριακά συστήματα μη ασφαλή. Επιπλέον, παρατηρείται πρόβλημα με τα δεδομένα που μεταφέρονται, αφού δεν υπάρχει σε ικανοποιητικό βαθμό παρακολούθηση και έλεγχος και δεν μπορεί ο χρήστης να γνωρίζει με ορθότητα την θέση και την κατάσταση που είναι το προϊόν του. Η διαφάνεια δεν είναι τέλεια, αφού υπάρχουν διακομιστές που αποθηκεύονται δεδομένα και δεν υπάρχει μια εύκολη πρόσβαση από τους χρήστες. Οι χρόνοι διαπραγμάτευσης των πληροφοριών και των συναλλαγών υπάρχει πρόβλημα, που χρειάζεται να μετακινηθούν από το ένα διαπραγματευτικό μέρος στο άλλο, όπου είναι απαραίτητοι για το σύστημα συναλλαγών (Kim & Kang, 2017). Οι νέες τεχνολογίες δείχνουν ευκαιρίες βελτίωσης στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Η χρήση της τεχνολογίας Blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού έχει τη δυνατότητα να εξαλείψει τα προαναφερθέντα προβλήματα (Laaper et al., 2017). Οι επιχειρήσεις πρέπει να εφαρμόσουν νέες τεχνολογίες που υπάρχει μία αύξηση στην διαφάνεια και την ιχνηλασιμότητα των συναλλαγών και των διαδικασιών σε μια εφοδιαστική αλυσίδα. Η τεχνολογία Blockchain αποτελεί μια από τις πολυσυζητημένες τεχνολογίες με ενδιαφέρον και είναι θέμα χρόνου η αντικατάσταση της τεχνολογίας στην λειτουργία των επιχειρήσεων (Bourgi, 2018). Οι ειδικοί λένε ότι λιγότερο από 10 χρόνια οι εφαρμογές blockchain θα λειτουργούν σε πολλούς τομείς στην ζωή του ατόμου.

Για την καλύτερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας τοποθετούνται οι τεχνολογίες πληροφορικής. Οι τεχνολογίες πληροφορικής βοηθούν τις εφοδιαστικές αλυσίδες να

αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις του μεταβαλλόμενου περιβάλλοντος και έχουν επηρεάσει τη δομή των εφοδιαστικών αλυσίδων λόγω της ολοκλήρωσης και αυτοματοποίησης των διαδικασιών είτε είναι εσωτερικές διεργασίες, είτε είναι εξωτερικές συναλλαγές με πελάτες και προμηθευτές. Έγινε επιτυχής αυτό μέσω της συλλογής, της επικοινωνίας και της μετάδοσης δεδομένων για την καλύτερη λειτουργία και λήψη αποφάσεων της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το blockchain συνεισφέρει στην εξέλιξη της επικοινωνίας και την ένωση μεταξύ ψηφιακών και φυσικών αντικειμένων, επιχειρήσεων και ανθρώπων που δίνει τις δυνατότητες αυτόνομου και αυτόματου συντονισμού των παραγόντων της εφοδιαστικής αλυσίδας. Καθώς και η αποθήκευση των συλλεγόμενων πληροφοριών. Οι νέες δυνατότητες δίνουν ευκαιρίες για την αντιμετώπιση των προκλήσεων στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η τεχνολογία Blockchain είναι από τις πιο βασικές τεχνολογικές τάσεις που επηρεάζουν τον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων τα τελευταία χρόνια. Έχει δείξει σε τεχνολογία γενικής χρήσης για επιχειρήσεις με την μεταξύ τους αλληλεπίδραση που έχουν αυξήσει την εμπιστοσύνη (Yli – Huomo et al., 2016). Η τεχνολογία μπορεί να είναι σημαντική για εταιρείες που θέλουν να μάθουν νέα τεχνολογία που είναι σε θέση να αναλάβουν κινδύνους. Η τεχνολογία blockchain βελτιώνει την ιχνηλασιμότητα, τη διαφάνεια, την αποδοτικότητα, την εξοικονόμηση χρημάτων και τα προϊόντα να είναι πιο αποτελεσματικά και ποιοτικά. Ακόμα μπορούν να αφιερώσουν λιγότερο χρόνο στην ολοκλήρωση δραστηριοτήτων και εργασιών όπως η πρόσβαση, η παρακολούθηση, η αποθήκευση και η αποστολή. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να πληροφορούν άτομα εκτός της επιχείρησης για πιο εύκολη συνεργασία, μεγαλύτερη παραγωγικότητα και υψηλότερη ταμειακή ροή (Smith et al., 2020). Αυτό γίνεται με την παροχή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο με τις αποστολές και έχουν πρόσβαση σε έγγραφα που απαιτούνται στις φάσεις αλυσίδας εφοδιασμού (Smith et al., 2020).

Με την τεχνολογία τα προβλήματα εξαλείφονται και γίνεται μια δημιουργία νέων προοπτικών όπως την αξιοπιστία, ασφάλεια δεδομένων, την βελτιωμένη ιδιωτικότητα, τις ταχύτερες διαδικασίες και τα μειωμένα κόστη συναλλαγών.

1.3. Δομή

Η παρούσα διπλωματική εργασία απαρτίζεται από εννέα κεφάλαια. Πριν την αναφορά των κεφαλαίων καταγράφεται η περίληψη. Το πρώτο κεφάλαιο είναι εισαγωγικό και αφορά το σκοπό, την σημασία και πρωτοτυπία της έρευνας και τη δομή της εργασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά την περιγραφή της τεχνολογίας blockchain. Συγκεκριμένα, γίνεται μια ιστορική ανασκόπηση ώστε ο αναγνώστης να γνωρίσει τον τρόπο διάδοσης και εφαρμογής της σε διαφορετικούς κλάδους και να γνωρίσει τα στάδια της εφαρμογής της τεχνολογίας. Ακόμα, αποτυπώνεται η δομή της τεχνολογίας blockchain καθώς και η αρχιτεκτονική της. Παρατίθενται τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τα μειονεκτήματα της. Επίσης, παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά, οι τύποι blockchain καθώς το bitcoin, το ethereum και το hyperledger project. Στο hyperledger project αναλύεται το hyperledger fabric και το hyperledger composer. Συμπληρώνεται με τα πρωτόκολλα συναίνεσης που είναι το proof of work, proof of stake και το proof of elapsed time. Το πρώτο κεφάλαιο κλείνει με τα smart contracts.

Το τρίτο κεφάλαιο αφορά την περιγραφή της εφοδιαστικής αλυσίδας. Γίνεται αναφορά στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας στον ορισμό και στα βασικά χαρακτηριστικά. Παρουσιάζεται η ροή της εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και οι απαιτήσεις αγοράς και καταναλωτών. Αναπτύσσονται η ιχνηλασιμότητα στη διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας με τις προϋποθέσεις για ένα σωστό παραδοσιακό μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας, τις αδυναμίες του παραδοσιακού μοντέλου εφοδιαστικής αλυσίδας, την αντιμετώπιση των αδυναμιών μοντέλου εφοδιαστικής αλυσίδας, την σημασία της ιχνηλασιμότητας στη συμβατική εφοδιαστική και την σημασία της ιχνηλασιμότητας στην αντιστροφή εφοδιαστική. Αναλύονται οι δραστηριότητες εφοδιαστικής αλυσίδας με την εξυπηρέτηση πελατών, την πρόβλεψη ζήτησης, την διαχείριση αποθεμάτων, τις προμήθειες, την αποθήκευση και την μεταφορά / διανομή εμπορευμάτων.

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί την εφαρμογή τεχνολογιών blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα. Παρατίθενται στην Swot Analysis οι δυνάμεις (πλεονεκτήματα), οι αδυναμίες (μειονεκτήματα), οι ευκαιρίες και οι απειλές. Διατυπώνονται οι οριζόντιες εφαρμογές blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα επεκτείνοντας την ροή εργασίας – διοίκηση εφοδιαστικής εργασίας, την παραγωγή – μεταποίηση και αποθήκευση – διανομή. Περιγράφονται κάθετες εφαρμογές blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα δίνοντας επέκταση στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων, στην εφοδιαστική αλυσίδα ενέργειας και στην φαρμακοβιομηχανία.

Το πέμπτο κεφάλαιο δίνονται παραδείγματα εφαρμογών blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα για εφαρμογές blockchain στη ναυτιλιακή βιομηχανία, για εφαρμογές blockchain σε

λιμένες, για εφαρμογές blockchain στις μεταφορές και καθώς για εφαρμογές blockchain στα αεροδρόμια.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται εκτεταμένη αναφορά στο τεχνικό κομμάτι στην γλώσσα προγραμματισμού solidity. Αναλύεται το παράδειγμα εφοδιαστικής αλυσίδας των εξαρτημάτων ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή με κώδικα εφαρμογής σε solidity και διεπαφή εφαρμογής, όπου στην διεπαφή εφαρμογής περιλαμβάνει το deploy smart contract και την αλληλεπίδραση smart contract.

Στο έβδομο κεφάλαιο εφαρμόζονται οι μελέτες περίπτωσης της 300Cubits, της Kounola innovation, της Bext 360, της De Beers, της UPS & HerdX και της Amazon.

Στο όγδοο κεφάλαιο πραγματοποιείται ένα ερωτηματολόγιο με την μεθοδολογία ερωτηματολογίου και τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου σε SPSS.

Στο ένατο κεφάλαιο απαρτίζονται τα τελικά αποτελέσματα με τις μελλοντικές προοπτικές, την σύνοψη και τα συμπεράσματα. Τέλος, αναφέρεται η βιβλιογραφία.

2. Περιγραφή Blockchain

2.1. Ιστορική Ανασκόπηση

Η χρήση κρυπτογραφίας αφορούσε τον στρατό και τις μυστικές υπηρεσίες. Οι επιστήμονες αντιλήφθηκαν ότι η μεταφορά και η διαφύλαξη πληροφοριών δεν αποτελούσαν ασφαλείς διαδικασίες. Ο μαθηματικός David Chaum είχε ανησυχίες ότι οι υπολογιστές είχαν πληροφορίες προσωπικές χρηστών στις επιχειρήσεις και στην κυβέρνηση. Έτσι, πρότεινε κάποιες λύσεις για την προστασία των προσωπικών δεδομένων και της ιδιωτικότητας.

Το 1983 δημοσίευσε άρθρο με τίτλο «Οι αριθμοί μπορούν να γίνουν καλύτερο είδος χρημάτων από το χαρτί» όπου έχει προταθεί η χρήση ψηφιακού νομίσματος για πρώτη φορά (Chaum, 1985). Μετά, διαμόρφωσαν το κίνημα των cypherpunks που με την χρήση κρυπτογραφίας ο στόχος τους ήταν η προστασία των προσωπικών δεδομένων και η επίτευξη της ατομικής ελευθερίας (May, 1994).

Το 1991 οι Stuart Haber και W. Scott Stornetta προτείνουν μία μεθοδολογία χρονοσήμανσης των ψηφιακών εγγράφων που είναι ένα σετ πληροφοριών που αναγνωρίζουν την καταχώρηση του γεγονότος. Αυτό γίνεται για την προστασία πνευματικών δικαιωμάτων και την αδύνατη αλλοίωση τους. Η ιδέα για το blockchain είναι η χρήση ενός δικτύου που ο κάθε ένας χρήστης θα έχει ένα μοναδικό κωδικό. Ένας χρήστης αν θέλει την καταγραφή της ώρας και της ημερομηνίας για το έγγραφο που έχει λάβει, το στέλνει στην υπηρεσία χρονοσήμανσης και ακόμη διατηρεί αντίγραφο για περισσότερη ασφάλεια (Haber & Stornetta, 1991). Οι Haber και Stornetta χαρακτηρίζονται ως πατέρες του blockchain. Για την έλλειψη

εμπιστοσύνης, ιδιωτικότητας και χώρου αποθήκευσης προτείνουν την ψηφιακή υπογραφή και την κρυπτογραφική συνάρτηση κατακερματισμού hash. Δηλαδή, αντί να στέλνουν το ίδιο έγγραφο στην υπηρεσία χρονοσήμανσης, στέλνουν την αξία της συνάρτησης hash. Όταν η υπηρεσία χρονοσήμανσης λάβει την συνάρτηση hash, την υπογράφει και την στέλνει την ώρα και την ημερομηνία πίσω στον πελάτη. Ο πελάτης με την σειρά του κάνει επιβεβαίωση την ορθότητα της χρονοσήμανσης (Haber & Stornetta, 1991).

Το 1996 η δημοσιευμένη έρευνα ο Nick Szabo ο ένας από τους συνεργάτες του Chaum προτείνει τον αλγόριθμο που ενσωματώνει τις ρήτρες και τους όρους του συμβολαίου. Χρησιμοποιήθηκε ο όρος έξυπνα συμβόλαια που είναι τα πιο κυρίως χαρακτηριστικά του blockchain (Szabo, 1996).

Το 2008, ο Satoshi Nakamoto για πρώτη φορά χρησιμοποίησε τη τεχνολογία blockchain. Δημοσίευσαν άρθρο με τίτλο «Bitcoin: Ένα ηλεκτρονικό σύστημα συναλλαγών από χρήστη σε χρήστη» πρότεινε ένα πρωτόκολλο για συναλλαγές χωρίς την αποφυγή διπλών δαπανών και χωρίς την ύπαρξη ενδιάμεσων μερών, μέσω του κρυπτονομίσματος Bitcoin (Nakamoto, 2008).

Το 2009, ο Satoshi Nakamoto δημοσίευσε το λογισμικό ανοιχτού κώδικα και μαζί με τους προγραμματιστές χρησιμοποιήθηκε η εκπλήρωση της πρώτης συναλλαγής. Οι επιστήμονες και οι επενδυτές ανακάλυψαν τα οφέλη και η δυναμική περιορίζονται στην τεχνολογία blockchain και όχι στο bitcoin.

Το 2013, ο Vitalik Buterin δημιούργησε ένα νέο blockchain, το Ethereum. Το Ethereum είναι μία παγκόσμια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα για αποκεντρωμένες εφαρμογές δηλαδή, οι προγραμματιστές μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν και να φτιάξουν δικές τους εφαρμογές, χωρίς τη χρήση ενδιάμεσων μερών, αλλά πάνω σε ένα δίκτυο με υπολογιστές. Χρησιμοποίησε τα έξυπνα συμβόλαια όπως και ο Nick Szabo που συνεπάγεται με νομική συμφωνία. Μιμούνται τη λογική των επιχειρηματικών συμφωνιών και είναι κομμάτια κώδικα που αυτόματα τρέχουν και εκτελούνται πάνω στο blockchain.

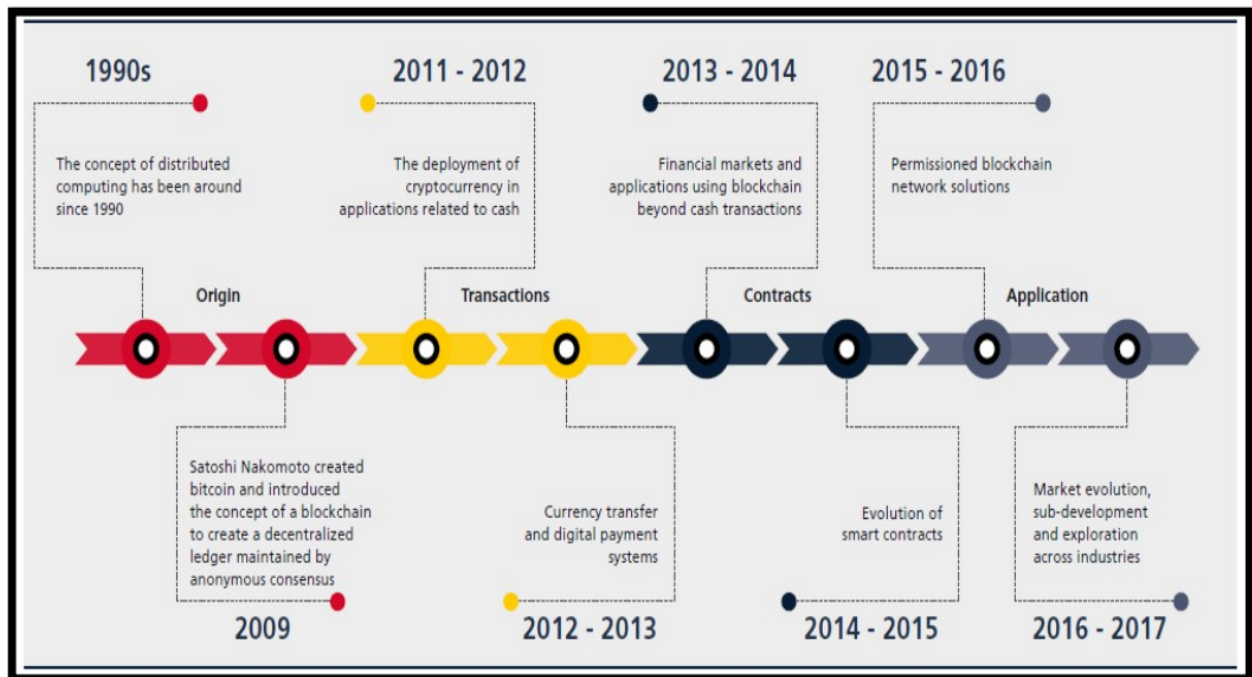
Η τελευταία επανάσταση είναι των ψηφιακών αγαθών. Τα αγαθά ανταλλάσσονται ψηφιακά πάνω στο δίκτυο blockchain, με διάφανο και ασφαλές τρόπο, χωρίς διαμάχες και ενδιάμεσους, δίνοντας μετάβαση από το διαδίκτυο των πληροφοριών στο διαδίκτυο των αξιών. Με τις νέες αγορές κεφαλαίου ψηφιοποιούνται αγαθά κάθε είδους όπως ομόλογα, μετοχές, ιδιοκτησίες και υποθήκες.

Το blockchain αποτελεί τεχνολογία αιχμής με έντονο χαρακτηριστικό το μοντέλο που εφαρμόζει και δεν είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός κεντρικού διαμεσολαβητή για την επικύρωση των συναλλαγών (Min, 2019). Οι συναλλαγές χρησιμοποιούν κρυπτογραφικές

τεχνικές που απαγορεύουν την τροποποίηση τους. Έτσι, θεωρείται ότι η τεχνολογία θα καταλήξει το επιχειρησιακό μοντέλο σε αλλαγή (Pazaitis et al., 2017).

Η παγκόσμια αγορά blockchain έχει εκτιμηθεί στα 1,590,9 εκατομμύρια δολάρια το 2018. Η αύξηση με συνολικό ρυθμό ανάπτυξης 69,4% αναμένεται το 2019 μέχρι το 2025 (Smith et al., 2020). Η Deloitte και η Microsoft Azure έχουν εστιάσει στην προσφορά του blockchain ως υπηρεσία. Οι επιχειρήσεις θα καταλήξουν στην εφαρμογή της τεχνολογίας στην καθημερινότητα τους. Έτσι, αυξάνεται η κεφαλαιοποίηση των κρυπτονομισμάτων και αυξάνονται οι συναλλαγές μεταξύ τραπεζικών και χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων (Smith et al., 2020).

Από το **Σχήμα 1** έχει 4 σταθμούς στην ιστορία του Blockchain (Origin – Transactions – Contracts – Application). Στο Origin δημιουργείται η ιδέα των υπολογιστών και η δημιουργία το bitcoin. Στο Transactions εμπεριέχονται οι συναλλαγές. Στο Contracts βρίσκονται τα συμβόλαια όπου πραγματοποιούνται περισσότερες συναλλαγές χρησιμοποιούνται Blockchain και η δημιουργία των έξυπνων συμβολαίων. Στο Application το εμπόριο και οι εφαρμογές εξελίσσονται με την βοήθεια της τεχνολογίας Blockchain (Accenture, 2018).



Σχήμα 1: Ιστορία της τεχνολογίας Blockchain (Accenture, 2018)

Η τεχνολογία Blockchain βελτιώνεται συνεχώς και υπάρχουν τα εξής στάδια της τεχνολογίας:

Blockchain 1.0: Το 2009 εμφανίστηκε το Bitcoin δίκτυο ως εικονικό σύστημα νομισμάτων και το συνολικό ποσό των κρυπτονομισμάτων αποφασιζόταν από το πρωτόκολλο συμφωνίας του δικτύου. Δεν μπορούσε κανείς με δική του πρωτοβουλία να κάνει αλλαγές στις συναλλαγές που είχαν αποθηκευτεί στο δίκτυο. Η τεχνολογία στηρίχθηκε στο Bitcoin όπου ονομάζεται Blockchain 1.0.

Blockchain 2.0: Οι προγραμματιστές αντιλήφθηκαν ότι πέρα από τα κρυπτονομίσματα η τεχνολογία είχε και εφαρμογές. Η ανάπτυξη της πλατφόρμας Ethereum επέτρεψε την ανάπτυξη αποκεντρωμένων εφαρμογών με την έξυπνη εκτέλεση των συμβάσεων, με την ανάπτυξη αποκεντρωμένων με κάθε κόμβο στο blockchain πρέπει να υπολογίζει τα έξυπνα συμβόλαια σε πραγματικό χρόνο, έτσι έχει ως αποτέλεσμα χαμηλές ταχύτητες συναλλαγών. Επίσης, αντιμετωπίζει την επεκτασιμότητα που είναι η υψηλή κατανάλωση ενέργειας για τη στήριξη του τρέχοντος δικτύου Bitcoin.

Blockchain 3.0: Οι πλατφόρμες που προσπαθούν να επιλύσουν τις αδυναμίες που έχουν συμβεί από πλατφόρμες που ανήκουν στο Blockchain 1.0 και Blockchain 2.0.

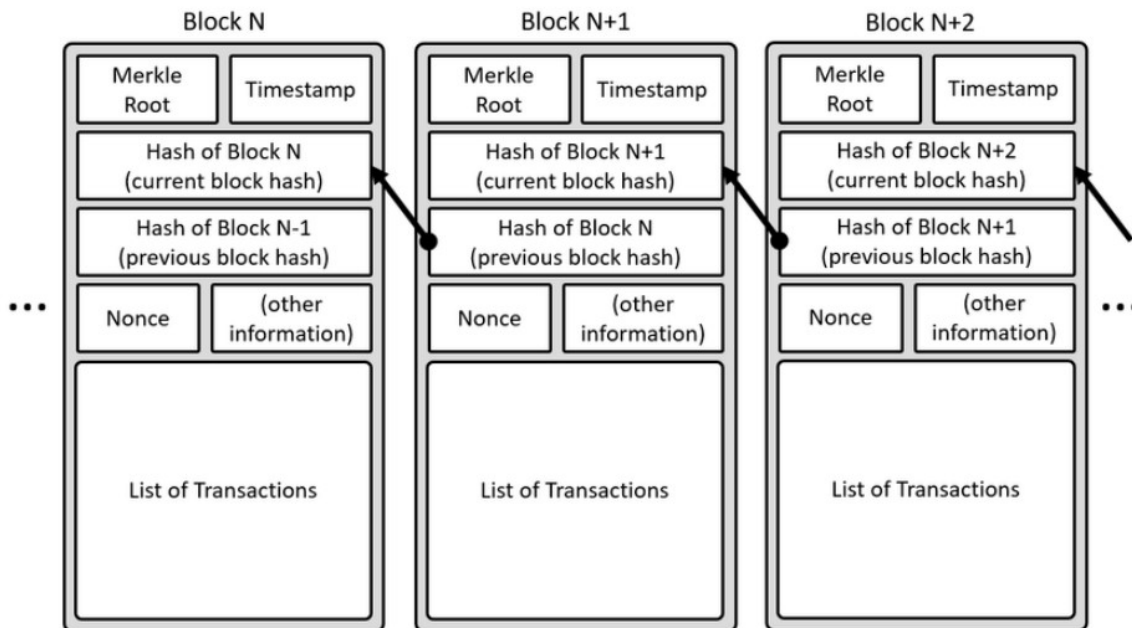
2.2. Δομή

Κάθε μπλοκ στο blockchain έχει πεπερασμένο αριθμό που δημιουργείται από αλγόριθμο με συναίνεση με τη δική του ταυτότητα. Η διαδικασία δημιουργεί μια ανεξάρτητη και ασφαλή αλυσίδα που τα μπλοκ συνδέονται μεταξύ τους με αναφορά στον πεπερασμένο αριθμό του προηγούμενου μπλοκ (Dutta et al., 2020). Το blockchain σχηματίζεται με μια σειρά συνδεδεμένων μπλοκ που το ιστορικό των συναλλαγών μπορεί να διακριθεί μέσω προηγούμενων μπλοκ. Κάθε μπλοκ έχει το αναγνωριστικό, μοναδικό και τις πληροφορίες του προηγούμενου μπλοκ. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η ασφάλεια των συναλλαγών. Οι συναλλαγές καταγράφονται και επικυρώνονται από τους χρήστες στο δίκτυο. Ακόμη οι συναλλαγές συνδέονται στο προηγούμενο μπλοκ, σφραγίζονται με την χρονολογική σειρά και δεν αντιστρέφεται η διαδικασία. Αν υπάρξει καταστροφή εντοπίζεται από το blockchain ως κακόβουλη, καταγράφεται και το σύστημα αμύνεται (Queiroz et al., 2019).

2.3. Αρχιτεκτονική

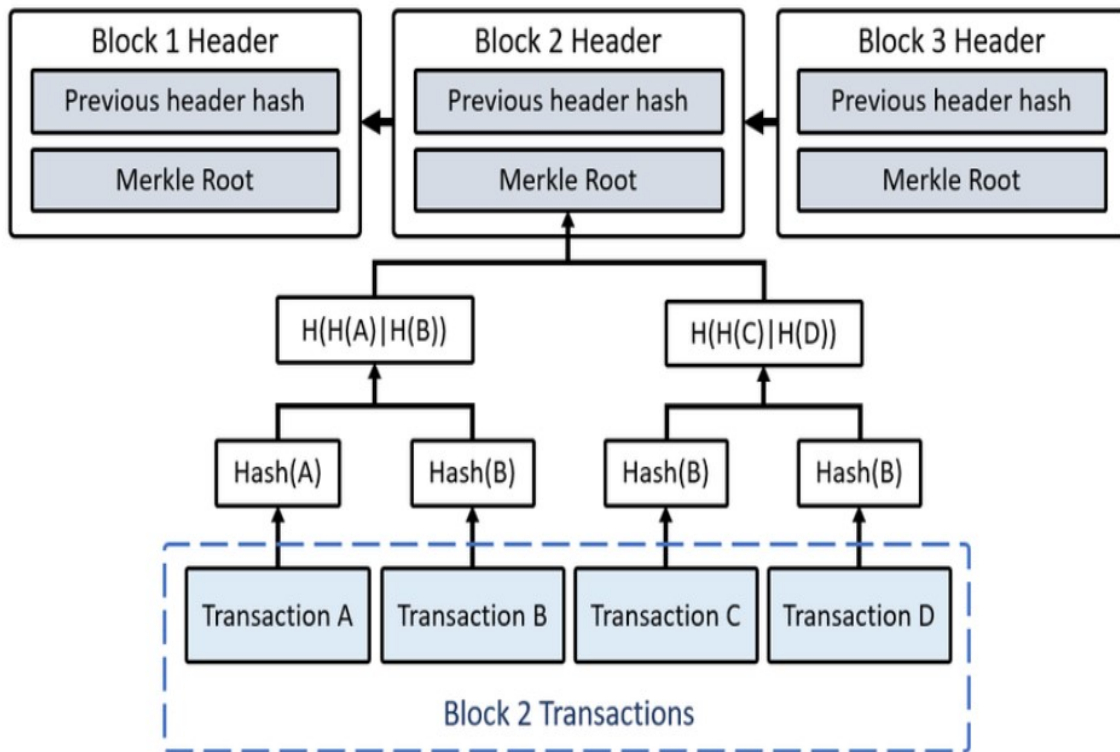
Οι όροι της συμφωνίας των χρηστών που συμμετέχουν στην αλυσίδα για την επαλήθευση μιας συναλλαγής ορίζονται από την αρχιτεκτονική της αλυσίδας και συγκεκριμένα από το πρωτόκολλο συμφωνίας. Όλοι οι χρήστες-κόμβοι ανά πάσα στιγμή, έχουν όλη την αλυσίδα και τις πληροφορίες που βρίσκονται επάνω της. Ο κάθε κόμβος ξέρει όλες τις συναλλαγές που έχουν συμβεί σε όλη την ιστορία της αλυσίδας και έχει το μητρώο συναλλαγών που ενημερώνεται και συγχρονίζεται ταυτόχρονα, έτσι ώστε να υπάρξει εξασφάλιση και διαφάνεια της εγκυρότητας της κάθε συναλλαγής.

Όπως φαίνεται και στο **Σχήμα 2** το blockchain πρόκειται για μια αλυσίδα που αποτελείται από αναγνωριστικά στοιχεία του κάθε block και blocks συναλλαγών που έχουν επικυρωθεί από τους κόμβους. Ακόμη, υπάρχουν διαφορές ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις του σχεδιαστή.



Σχήμα 2: Μορφή της αλυσίδας που δημιουργούν τα blocks

Όπως φαίνεται και στο **Σχήμα 3** κάθε block έχει ένα πεδίο που ονομάζεται Merkle Root και αποτελεί μια δικλείδα ασφαλείας για την διατήρηση της πληρότητας της αλυσίδας. Δημιουργείται εφαρμόζοντας hashing αλγορίθμους σε όλες τις συναλλαγές που έχουν συμβεί για το κάθε block. Ο κάθε κόμβος χρησιμοποιώντας ένα hash μπορεί να ελέγξει την εγκυρότητα όλων των blocks.



Σχήμα 3: Δέντρο Merkle στο Blockchain

2.4. Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Μερικά σημαντικά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Blockchain είναι (Geroni, 2021), (Hooper, 2018), (Koksai, 2019), (Tapscott and Tapscott, 2016):

1) Εμπιστοσύνη

Χρησιμοποιεί ένα κοινό ledger στο οποίο μπορούν να προστεθούν στοιχεία μόνο με την συναίνεση όλων των κόμβων. Θεωρείται άπιστο, διότι για την λειτουργία του δεν είναι αναγκαίο να υπάρχει εμπιστοσύνη μεταξύ των κόμβων του και δεν σημαίνει ότι οι κόμβοι δεν εμπιστεύονται τους υπόλοιπους κόμβους. Η εμπιστοσύνη φτιάχνεται στην ιχνηλασιμότητα, διαφάνεια, ασφάλεια που προσφέρει το δίκτυο.

2) Ασφάλεια

Οι συναρτήσεις hash και τα δημόσια-ιδιωτικά κλειδιά οδηγούν σε εγγραφές οι οποίες είναι αδύνατον να αλλοιωθούν. Οι συναλλαγές μεταξύ συμβαλλομένων μερών μπορούν να είναι κρυπτογραφημένες από άκρο σε άκρο. Δεν υπάρχει κεντρική αρχή να ρυθμίζει την λειτουργία του, που αυτό στηρίζεται η ασφάλεια όλων των κόμβων, που όταν κάποιος κακοήθεις στοιχείο θέλει να εισβάλει στο δίκτυο, θα πρέπει να εισβάλει σε όλους τους κόμβους του.

3) Ιχνηλασιμότητα

Οι εταιρείες μπορούν να φτιάξουν μια εφοδιαστική αλυσίδα στους προμηθευτές και στους πωλητές που η εφοδιαστική αλυσίδα γίνεται διαφανής. Ακόμη, μέσω του δικτύου μπορεί

να βρει τον προορισμό και την προέλευση οποιουδήποτε προϊόντος για να αποδείξουν στους πελάτες τους ότι το προϊόν έχει την κατάλληλη προέλευση και είναι γνήσιο. Πιο πολύ αυτό γίνεται σε πελάτες με εταιρείες που έχουν περιβαλλοντικό στόχο και σε εταιρείες που είναι σε παραποίηση.

4) Απόδοση και ταχύτητα

Βοηθάει στην απαλλαγή από τους μεσάζοντες και επίσης βοηθάει στην πιο αποτελεσματική και πιο γρήγορη ολοκλήρωση συναλλαγών και συμφωνιών. Οι λεπτομέρειες των συναλλαγών καταγράφονται στο distributed ledger και τα απαιτούμενα έγγραφα αποθηκεύονται στο δίκτυο του blockchain. Έτσι, η απώλεια των πληροφοριών είναι αδύνατη.

5) Αυτοματοποίηση

Οι συναλλαγές και τα συμβόλαια μπορούν να αυτοματοποιηθούν με τα smart contracts. Καθώς τα smart contracts μειώνουν τους μεσάζοντες και τον ανθρώπινο παράγοντα. Το επόμενο μέρος της συμφωνίας ξεκινά αυτόματα καθώς και η συναλλαγή ολοκληρώνεται αυτόματα, αφού πληρούνται οι απαιτούμενες προϋποθέσεις.

6) Εύκολη εποπτεία και υψηλή ποιότητα και ακεραιότητα στα δεδομένα

Έχει την ευχέρεια να παρακολουθεί το ιστορικό των συναλλαγών που έχουν γίνει και σε κάθε συναλλαγή αφήνει ένα στίγμα επειδή το καθολικό μπορεί να το πλησιάσουν όλοι μέσα στο δίκτυο. Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται σε ένα σύστημα εκπροσωπούνται στην πραγματικότητα και με την κοινή συναίνεση των χρηστών στην διαδικασία συναλλαγής πετυχαίνονται ποιοτικά και σωστά δεδομένα.

7) Μειωμένα κόστη και ανθρώπινα λάθη

Τα έξοδα επικύρωσης και διεξαγωγής της συναλλαγής έχουν την ευχέρεια να μειωθούν διότι δεν χρειάζεται ενδιάμεση ενέργεια από κάποιο άτομο. Η μείωση δημιουργίας σφαλμάτων από τον χρήστη στις αυτόματες συναλλαγές, στηρίζεται στους ελέγχους και στην απουσία των ενδιάμεσων ανθρώπινων ενεργειών.

Μερικά σημαντικά μειονεκτήματα της τεχνολογίας Blockchain είναι (Conway, 2020), (Iredale, 2020), (Narayanan A.B., 2016):

1) Έλλειψη τυποποίησης

Μεταξύ των δικτύων υπάρχει έλλειψη τυποποίησης και λειτουργικότητας. Τα πρωτόκολλα, ο κώδικας, οι μηχανισμοί συναίνεσης και τα μέτρα για την επίτευξη της ιδιωτικότητας ήταν φτιαγμένα να λειτουργούν για την ίδια πλατφόρμα. Η επικοινωνία μεταξύ των δικτύων είναι δύσκολη και την εμποδίζει την συνεργασία μεταξύ τους. Μια μελλοντική τυποποίηση στο blockchain θα βοηθήσει τις εταιρείες να αναπτύξουν πιο γρήγορες διαδικασίες, να συνεργαστούν μεταξύ τους και ακόμα στην πιο εύκολη συνεργασία των συστημάτων blockchain με τα υπάρχοντα υπολογιστικά συστήματα.

2) Έλλειψη επεκτασιμότητας

Στα παραδοσιακά συστήματα που γίνονται συναλλαγές κάνουν επεξεργασία περίπου 2000 λέξεις συναλλαγές ανά λεπτό. Στο δίκτυο του Bitcoin επεξεργάζονται 7 λέξεις ανά λεπτό και στο δίκτυο του Ethereum επεξεργάζονται 20 λέξεις ανά λεπτό. Αυτό το πρόβλημα γίνεται στα δημόσια blockchain, ενώ στα ιδιωτικά blockchain οι συναλλαγές είναι πιο γρήγορες.

3) Υψηλή κατανάλωση ενέργειας

Ο μηχανισμός συναίνεσης με την υψηλή κατανάλωση ενέργειας είναι το Proof of Work που όλο το δίκτυο δουλεύει για να ανακαλύψει το hash που έχει όλες τις προϋποθέσεις που θέτει όλο το δίκτυο. Ο κάθε κόμβος δοκιμάζει σε πολλές λύσεις ανά δευτερόλεπτο που αυτό καταναλώνει μεγάλη ενέργεια. Μια σωστή λύση είναι να βρεθούν μηχανισμοί συναίνεσης με τις πληροίς προϋποθέσεις του blockchain και να μην εμφανίζουν προβλήματα που έχουν τα υπάρχοντα μοντέλα.

4) Μεταβλητότητα

Προς το παρόν καθίσταται αδύνατη η λειτουργία των ψηφιακών νομισμάτων ως αξιόπιστου συναλλακτικού μέσου, δεδομένου της υψηλής μεταβλητότητας που παρουσιάζουν που έχει ως αποτέλεσμα δημιουργία ανασφάλειας στην αγορά.

5) Κοστοβόρα

Η εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain σε επιχειρήσεις, προϋποθέτει την δαπάνη ενός υψηλού χρηματικού κόστους και ως εκ τούτου πολλές επιχειρήσεις αδυνατούν την αντικατάσταση της προϋπάρχουσας τεχνολογίας.

2.5. Κύρια Χαρακτηριστικά

Η τεχνολογία Blockchain δημιουργεί ηλεκτρονικά αρχεία που δεν μπορούν να τροποποιηθούν και να αντιγραφούν. Ονομάζεται και Κατανεμημένη Τεχνολογία Καθολικού επειδή οι εγγραφές μπορούν να ενημερωθούν και να διορθωθούν νέες καταχωρήσεις. Επιπρόσθετα, είναι ένα σύστημα αυτοέλεγχου μιας ψηφιακής αξίας που το δίκτυο επικυρώνει κάθε συναλλαγή που υλοποιείται σε δέκα λεπτά δηλαδή, κάθε δέκα λεπτά τσεκάρεται αυτόματα μόνο του.

Μερικά σημαντικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Blockchain είναι (Dutta et al., 2020):

1) Διαφάνεια

Τα δεδομένα αποθηκεύονται και καταγράφονται στο δίκτυο με τη συναίνεση του δικτύου.

2) Αυτονομία

Κάθε κόμβος μπορεί να ενημερώνει, να αποθηκεύει, να μεταφέρει δεδομένα καθώς και να έχει πρόσβαση στα δεδομένα.

3) Ανωνυμία

Κατά την διάρκεια μεταφορά δεδομένων μεταξύ κόμβων μένει ανώνυμη η ταυτότητα του ατόμου.

4) Αποκέντρωση

Τα δεδομένα μπορούν να ενημερωθούν, να αποθηκευτούν, να εποπτευθούν και να προσπελαστούν σε πολλαπλά συστήματα.

5) Αμεταβλητότητα

Για την εξακρίβωση του αμετάβλητου παρέχει χρονικές σημάνσεις.

6) Αυτοματοποίηση συμβολαίων

Αποτελεί ένα μηχανογραφικό πρόγραμμα που εξυπηρετεί στην εκτέλεση της σύμβασης, που κωδικοποιούνται για να λάβουν όρους για ενέργειες, κανόνες και κυρώσεις.

7) Μοναδικότητα και ιδιοκτησία

Η ανταλλαγή κάθε έγγραφου στο blockchain αποθηκεύει αρχεία ιδιοκτησίας.

8) Μη αναστρέψιμη διαδικασία

Κάθε συναλλαγή διατηρείται επαληθεύσιμο αρχείο σε κάθε blockchain.

2.6. Τύποι blockchain

Ένα σύστημα blockchain έχει τρεις κατηγορίες τύπους:

1) Δημόσιο

Μια δημόσια αλυσίδα μπλοκ είναι μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που μπορεί κάθε άτομο να συμμετάσχει και μπορεί να πραγματοποιήσει λειτουργίες συναλλαγής ή εξόρυξης (Tschorsch & Scheuermann, 2016). Στην αλυσίδα μπλοκ κάθε μπλοκ που εντάσσεται μπορεί να πραγματοποιεί τη λειτουργία αναθεώρησης, ανάγνωσης, γραφής ή ελέγχου της αλυσίδας μπλοκ (Nakamoto, 2008). Είναι ένα διαφανές δίκτυο P2P που ο κάθε χρήστης μπορεί να κάνει διαδικασία εξόρυξης για να αποκτήσει την ανταμοιβή και να συγκεντρώσει πληροφορίες συναλλαγών. Οι κόμβοι miner ξεκινούν τη συναίνεση για την εξόρυξη και την ένωση της ανταμοιβής του μπλοκ στην υπάρχουσα αλυσίδα μπλοκ, συγκεντρώνουν τις πληροφορίες συναλλαγής σε μπλοκ και ελέγχουν την εγκυρότητα τους (Dinh et al., 2018). Οι συμμετέχοντες πριν την εξόρυξη είναι άγνωστοι και κάθε κόμβος δικαιούται να φτιάξει ένα μπλοκ (Hassan et al., 2019). Όσοι θέλουν μπορούν να μπουν στο δίκτυο μέσω ανοικτού λογισμικού, δηλαδή να γίνουν κόμβοι του δικτύου και να φτιάξουν καινούρια block (Lewis 2016: 16).

2) Ιδιωτικό

Μια ιδιωτική αλυσίδα μπλοκ είναι ένα συγκεντρωτικό δίκτυο. Διατηρείται η άδεια εγγραφής σε έναν οργανισμό καθώς και ελέγχεται από έναν οργανισμό. Η ανάγνωση μπορεί να είναι δημόσια ή να έχει περιορισμούς σε επιλεγμένους λίγους. Δημιουργεί συμμετέχοντες και ομάδες που μπορούν να κάνουν εσωτερική επαλήθευση. Σε ιδιωτική αλυσίδα μπλοκ γίνεται η ντετερμινιστική κατανομημένη συναίνεση για τη διασφάλιση ασφάλειας και διαφάνειας (Hassan et al., 2019). Οι εγγραφές είναι περιορισμένες και οι κόμβοι ελέγχου έχουν την άδεια να συναλλάσσονται ή να γράψουν στο δίκτυο. Ενώ στις δημόσιες αλυσίδες μπλοκ τα μέλη που κάνουν τον έλεγχο έχουν κίνδυνο για παραβίαση ασφάλειας, που μοιάζουν με αυτές του κεντρικού συστήματος (Olsen et al., 2019). Δεν μπορούν να μπουν στο δίκτυο και να συναλλαχθούν οποιοσδήποτε το επιθυμεί. Στο σύστημα είναι χρήστες γνωστοί και ορισμένοι, δηλαδή οι κόμβοι που θα μπορούν να έχουν πρόσβαση και να κάνουν συναλλαγές δημιουργώντας block.

3) Κοινοπραξία

Μια κοινοπραξία αλυσίδα μπλοκ είναι η ένωση της δημόσιας και της ιδιωτικής αλυσίδας μπλοκ. Μια ομάδα που αποτελείται από άτομα ή οργανισμούς έχουν ευθύνη για την λήψη αποφάσεων για την συναίνεση και επικύρωση μπλοκ. Καθώς ακόμη αυτή ομάδα παίρνει αποφάσεις για τους κόμβους εξόρυξης και συμμετοχής στο δίκτυο. Για τις πολλαπλές υπογραφές γίνεται εξόρυξη του μπλοκ στο δίκτυο και είναι έγκυρο όταν οι κόμβοι ελέγχου υπογράψουν και εγκρίνουν. Οι κόμβοι ελέγχου έχουν την ευχέρεια να πάρουν την απόφαση για την άδεια εγγραφής ή ανάγνωσης στο δίκτυο και την παρεμπόδιση ή έγκριση κάποιον να γράψει ή να διαβάσει στο δίκτυο. Η ομάδα κόμβων ελέγχει την αλυσίδα μπλοκ που μπορούν να παραποιήσουν ή να αντιστρέψουν μια συναλλαγή και καθώς να συνεργαστούν μεταξύ τους. Μια πετυχημένη κοινοπραξία αλυσίδα μπλοκ μπορεί να κάνουν την αντικατάσταση τα συστήματα παλιού τύπου, την απλοποίηση του χειρισμό εγγραφών, την μείωση κόστους συναλλαγών, την μείωση πλεονασμού δεδομένων και την δημιουργία μηχανισμών συμμόρφωσης (Olsen et al., 2019).

Στον **Πίνακα 1** γίνεται μία σύγκριση μεταξύ αρχιτεκτονικής βασισμένη στην ιδιοκτησία της υποδομής δεδομένων δημοσίων – ιδιωτικών blockchain και αρχιτεκτονικής που βασίζεται σε δικαιώματα ανάγνωσης, έγγραφης ή δέσμευσης που παρέχονται στους συμμετέχοντες χωρίς άδεια – με άδεια:

Αρχιτεκτονική που βασίζεται σε δικαιώματα ανάγνωσης, εγγραφής ή δέσμευσης που παρέχονται στους συμμετέχοντες

		Permissionless (χωρίς άδεια)	Permissioned (με άδεια)
Αρχιτεκτονική βασισμένη στην ιδιοκτησία της υποδομής δεδομένων	Δημόσιο (Public)	<ul style="list-style-type: none"> • Οποιοσδήποτε μπορεί να συμμετάσχει, να διαβάσει, να γράψει και να δεσμευτεί • Φιλοξενείται σε δημόσιους διακομιστές • Ανώνυμος, εξαιρετικά ανθεκτικός • Χαμηλή επεκτασιμότητα 	<ul style="list-style-type: none"> • Όλοι μπορούν να συμμετάσχουν και να διαβάσουν • Μόνο εξουσιοδοτημένοι και γνωστοί συμμετέχοντες μπορούν να γράψουν και να δεσμευτούν • Μεσαία επεκτασιμότητα
	Ιδιωτικό (Private)	<ul style="list-style-type: none"> • Μόνο εξουσιοδοτημένοι συμμετέχοντες μπορούν να συμμετάσχουν, να διαβάσουν και να γράψουν • Φιλοξενείται σε ιδιωτικούς διακομιστές • Υψηλή επεκτασιμότητα 	<ul style="list-style-type: none"> • Μόνο εξουσιοδοτημένοι συμμετέχοντες μπορούν να συμμετάσχουν και να διαβάσουν • Μόνο ο διαχειριστής δικτύου μπορεί να γράψει και να δεσμευτεί • Πολύ υψηλή επεκτασιμότητα

Πίνακας 1: Επιλογές αρχιτεκτονικής BC (Carson et al., 2018)

2.7. Bitcoin

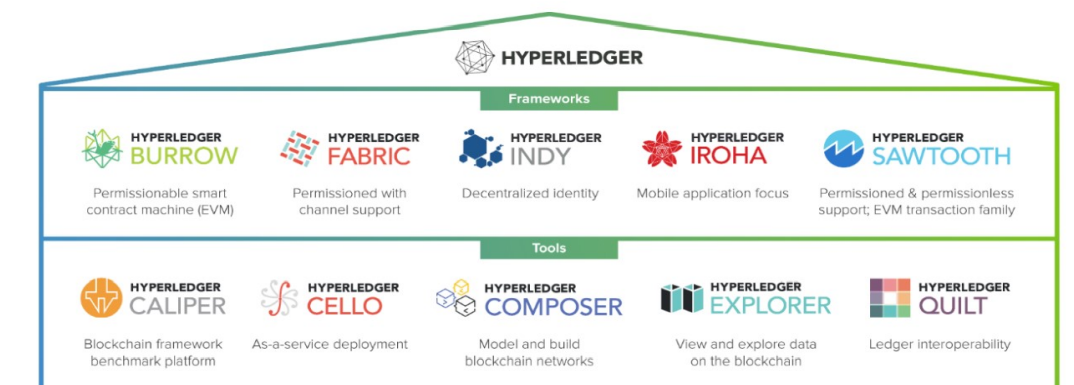
Είναι η πρώτη διαδεδομένη πλατφόρμα κρυπτονομισμάτων και είναι ένα δημόσιο δίκτυο blockchain. Είναι open-source με σκοπό την ανταλλαγή κρυπτονομισμάτων. Έχει χαμηλές προμήθειες επεξεργασίας των μεταφορών. Αυξάνεται και ολοένα η αξία του κρυπτονομίσματος αφού μεγάλοι οργανισμοί και μεγάλες εταιρείες το εγκρίνουν και το υιοθετούν σαν μέσο πληρωμής όπως τις Micro strategy, Microsoft, PayPal και Tesla. Ο αλγόριθμος συναίνεσης που χρησιμοποιεί είναι το Proof of Work. Αποτελεί το πρώτο κρυπτονόμισμα που έλυσε το πρόβλημα του double-spending. Αποτελεί διαχρονικά ένα αποκεντρωμένο και ανοιχτό νόμισμα. Έχει ισχυρή ασφάλεια αφού δεν κατάφεραν ποτέ μια επιτυχή επίθεση στο δίκτυο. Οι miners λύνουν ένα μαθηματικό μοντέλο που η δυσκολία του μοντέλου προσαρμόζεται με τον φόρτο εργασίας που ξοδεύουν και την απόδοση τους. Αυτό το μοντέλο γίνεται για την εξασφάλιση του μέσου χρόνου μεταξύ κάθε block που είναι περίπου 10 λεπτά, ώστε οι συναλλαγές στο δίκτυο να μην καθυστερούν πάνω από τα 10 λεπτά. Έτσι, περίπου κάθε 14 ημέρες είναι 2016 blocks που μεταξύ κάθε block είναι περίπου 10 λεπτά. Έχει γραφτεί σε C++ και υπάρχουν πελάτες που τρέχουν σε Python και Java. Αποτελεί το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς των κρυπτονομισμάτων στα 625 δισεκατομμύρια δολάρια.

2.8. Ethereum

Αποτελεί το πιο γνωστή πλατφόρμα κρυπτονομισμάτων και είναι ένα δημόσιο δίκτυο blockchain. Είναι open-source και αναπτύχθηκε μόνο για τα smart contracts. Το κρυπτονόμισμα του ονομάζεται Ether αναπτύχθηκε για την διευκόλυνση των διαδικασιών στο δίκτυο του Ethereum. Το δέχονται ως μέθοδο πληρωμής αρκετές εταιρείες. Ο αλγόριθμος συναίνεσης που χρησιμοποιεί είναι το Proof of Work. Οι προγραμματιστές του δικτύου αποφάσισαν ότι ο αλγόριθμος συναίνεσης θα αλλάξει και θα γίνει Proof of Stake το πρώτο μισό του 2022 που θα δίνει αύξηση στις συναλλαγές που μπορεί να κάνει επεξεργασία το δίκτυο ανά μονάδα χρόνου και θα δίνει πιο μέγιστη ταχύτητα συναλλαγών. Το gas προσκομίζει στο κόστος που υπάρχει ενός smart contract στο blockchain του Ethereum ή κατά την ολοκλήρωση μιας συναλλαγής. Το gas έχει τιμή μικρών ποσοτήτων either και αποκαλούνται nanoeth ή gwei. Το gas έχει ακριβής τιμή που ορίζεται από την προσφορά και την ζήτηση από τους miners του δικτύου που παίρνουν την τιμή του gas ως αντάλλαγμα για την δουλειά τους. Επίσης, οι miners μπορούν να κάνουν απόρριψη την επεξεργασία μιας συναλλαγής αν η τιμή του gas ξεπερνά το όριο που έχουν θέσει οι miners. Το gas limit είναι το όριο που έχει σε διαθεσιμότητα ένας χρήστης για να πληρώσει για την ολοκλήρωση της συναλλαγής του. Έχει γραφτεί σε Python, Go και C++. Για την ανάπτυξη του χρησιμοποιεί την γλώσσα Solidity. Το Ethereum είναι στην δεύτερη θέση στην αγορά των κρυπτονομισμάτων στα 247 δισεκατομμύρια δολάρια (Coinmarketcap.com).

2.9. Hyperledger Project

Έχει ξεκινήσει το 2015 από το Linux Foundation. Είναι ένα σύνολο από εργαλεία hyperledger και blockchains frameworks που δείχνει στην **Εικόνα 1** και έχουν ως στόχο την δημιουργία σε επιχειρηματικό επίπεδο για καταναμημένα καθολικά μια δομή ανοικτού κώδικα (Cachin, 2016). Οι μεγάλες εταιρείες SAP, Cisco, Intel και IBM είναι υποστηρικτές και μέλη.



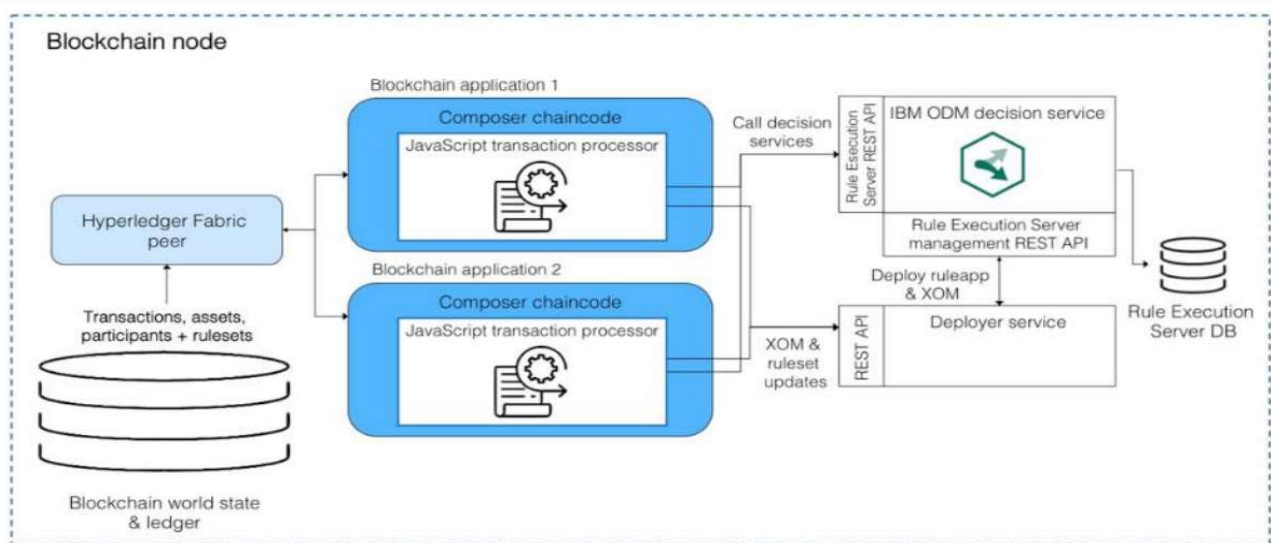
Εικόνα 1: Blockchain Frameworks και Εργαλεία του Hyperledger

2.9.1. Hyperledger Fabric

Είναι μια υλοποίηση πλατφόρμας καταναμημένου καθολικού που έχει μια αρχιτεκτονική που αφήνει την υλοποίηση άλλων λειτουργιών, αξιοποιεί αποδεδειγμένες λειτουργίες και τρέχει έξυπνα συμβόλαια. Έτσι είναι ευέλικτο για πολλές χρήσεις blockchain (Gaur, et al., 2018). Ο αλγόριθμος συναίνεσης που χρησιμοποιεί είναι το Byzantine Fault Tolerant (Rilee, 2018). Η υπηρεσία εντολών πρέπει να έχει ελέγχους από τα ίδια τα μέλη του δικτύου με τον αλγόριθμο Byzantine Fault Tolerant που αμύνεται σε κακόβουλες ενέργειες (Gau, et al., 2018).

2.9.2. Hyperledger Composer

Είναι μια ομάδα από εργαλεία για την πραγματοποίηση μιας επαγγελματικής λύσης blockchain σε πραγματικές περιπτώσεις. Δημιουργούνται έξυπνα συμβόλαια και εφαρμογές blockchain. Εκτελείται πάνω από το Hyperledger Fabric και σε εργαλείων JavaScript, node.js, API, CLI, Lookback, npm και γνωστά περιβάλλοντα ανάπτυξης κώδικα δίνει μια πολύ καλή διαχείριση των τριών στοιχείων τα περιουσιακά στοιχεία, τις συναλλαγές και τους συμμετέχοντες που αυτά τα στοιχεία ενδιαφέρουν μια επιχείρηση. Με αυτή την μοντελοποίηση ομαδοποιεί την διαχείριση των μελών του δικτύου, την διαχείριση δεδομένων και τις λογικές λειτουργίες (Hyperledger Foundation, 2019), (IBM, 2018). Μια τυπική λειτουργία ενός κόμβου blockchain που λειτουργεί μέσα σε docker containers δείχνει στην **Εικόνα 2**.



Εικόνα 2: Διάγραμμα αρχιτεκτονικής ενός κόμβου που εξυπηρετεί διάφορες εφαρμογές blockchain (IBM, 2018)

2.10. Πρωτόκολλα συναίνεσης

Τα διανεμημένα δίκτυα blockchain λειτουργούν βάσει την συναίνεση όλων των χρηστών, λόγω της απουσίας κεντρικής αρχής. Η συναίνεση πρέπει να καθορίσει ποια δεδομένα είναι έγκυρα και ποια δεδομένα δεν είναι έγκυρα για την επιτυχία. Ονομάζεται πρωτόκολλο συναίνεσης ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για τη διαδικασία. Κάθε blockchain δημιουργεί διαφορετικά είδη καταχωρήσεων, έτσι υπάρχουν αρκετά είδη αλγορίθμων συναίνεσης. Κάποια blockchain συνάπτουν συμβόλαια, κάποια άλλα αποθηκεύουν δεδομένα και άλλα ανταλλάσσουν αξία. Τα περισσότερα blockchain λειτουργούν επειδή θα δεχτούν επιθέσεις από χρήστες του συστήματος ή από εξωτερικές δυνάμεις. Ο καθορισμός για τον τύπο του αλγόριθμου συναίνεσης επηρεάζεται από την εμπιστοσύνη των κόμβων από το σύστημα και από την αναμενόμενη απειλή. Οι μηχανισμοί συναίνεσης κάνουν όλους τους κόμβους να συμφωνούν στο ίδιο μήνυμα. Το τελευταίο block δίνει εγγύηση ότι είναι το σωστό το μήνυμα αποθήκευσης από τον κόμβο και δίνει επιβεβαίωση ότι έχει προστεθεί σωστά. Επίσης, το τελευταίο block δίνει επιβεβαίωση ότι δεν θα συμβεί το πρόβλημα “Fork Attack”. Το “Fork Attack” γίνεται όταν ένα blockchain διαιρείται σε δύο ξεχωριστά blockchain που αυτό γίνεται όταν δύο blocks εγκυρθούν ταυτόχρονα. Η διαίρεση μπορεί να είναι προσωρινή ή μπορεί και μόνιμη (Lin & Liao, 2017).

2.10.1. Proof of Work

Είναι ο μηχανισμός συναίνεσης που χρησιμοποιείται στο δημόσιο blockchain bitcoin. Είναι υπεύθυνο για την διασφάλιση ότι έχει γίνει υπολογιστική εργασία για την αποδοχή προσθήκης νέου block στο blockchain και για την επικύρωση των συναλλαγών. Η υπολογιστική εργασία παρέχει την επίλυση ενός κρυπτογραφικού πάζλ που κάνει υπολογισμούς μια τιμή κατακερματισμού των συναλλαγών που αποτελούν ένα καινούργιο block. Για την επίλυση του κρυπτογραφικού πάζλ και για την αποφυγή κακόβουλων επιθέσεων θέλει χρόνο, κατανάλωση ενέργειας καθώς και υπολογιστική δύναμη. Οι miners είναι οι κόμβοι που κάνουν υπολογισμούς για τα κρυπτογραφικά πάζλ. Οι miners έχουν ευθύνη για την προσθήκη αυτών των block στην αλυσίδα των προηγούμενων block και για την δέσμευση συναλλαγών σε block. Οι miners έχουν ανταγωνισμό μεταξύ τους για να βρουν την λύση ενός ψευδό τυχαίου αριθμού, με συνδυασμό τα δεδομένα που είναι στα block και μιας συνάρτησης hash που πρέπει να προκύψει ένα αποτέλεσμα για τα δεδομένα των συγκεκριμένων συνθηκών. Στο ιδιωτικό blockchain ή σε μια κοινοπραξία δεν θέλουν να προσθέτονται μη έγκυρα block, καθώς και αν προστεθούν μη έγκυρα block δεν γίνεται η πρόσθεση γρήγορα αλλά σε πιο αργούς ρυθμούς (Olsen et al., 2019). Ένα άτομο κάνει μία συγκέντρωση μεγάλης υπολογιστικής ισχύς για να κάνει χειραγώγηση στο σύστημα για καταστροφή του δικτύου που αυτό δεν έχει

συμφέρον αφού βάζει σε κίνδυνο την επένδυση πόρων και για να παρέχει βοήθεια στην αλυσίδα για την λήψη μεγαλύτερης ανταμοιβής. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων του Proof of Work έχει αναπτυχθεί ένας άλλος μηχανισμός συναίνεσης το Proof of Stake (Academy Binance, 2020).

2.10.2. Proof of Stake

Είναι υπεύθυνο για την ανάγκη αγοράς ενός ισχυρού και ακριβού υπολογιστικού συστήματος για την λύση κρυπτογραφημένων παζλ σε σύντομο χρόνο. Η λέξη stake αφορά στην πράξη αυτών που επικυρώνουν για την δέσμευση δικών τους πόρων στο σύστημα για να μπορούν να είναι στην συμμετοχή της παραγωγής καινούργιων block. Το σύστημα αποφασίζει ποιος μπορεί να λύσει το πρόβλημα. Οι κόμβοι καταθέτουν στο δίκτυο νομίσματα ως εγγύηση για την επικύρωση συναλλαγών σε ένα block. Γίνεται επιλογή του κόμβου με το μεγαλύτερο ποσό κατάθεσης που όσο περισσότερα νομίσματα έχει στην διάθεση του ο miner τόσο περισσότερη δύναμη έχει. Γίνεται η απλοποίηση της διαδικασίας mining με αποτέλεσμα να έχει εξοικονόμηση ενέργειας και κόστους. Έτσι, οι miners ως επικυρωτές επενδύουν σε κέρματα του συστήματος. Έτσι, μόλις επιλεγθεί ένας επικυρωτής και το block επικυρωθεί οι άλλοι επικυρωτές στο δίκτυο θα κάνουν έλεγχο για την διασφάλιση ότι το block να ενσωματωθεί στο blockchain. Τα πιο γνωστά blockchain είναι το Waves, Neo και το Ethereum (Castor, 2017). Στην αρχή πολλά blockchain υιοθετούν Proof of Work και μετατρέπονται σταδιακά σε Proof of Stake, επειδή το Proof of Stake κάνει περισσότερη εξοικονόμηση ενέργειας και έχει καλύτερο αποτέλεσμα. Ένα παράδειγμα είναι ότι το Ethereum θα φύγει από τον Ethash που είναι ένα είδος Proof of Work στο Casper που είναι ένα είδος Proof of Stake (Zheng et al., 2017).

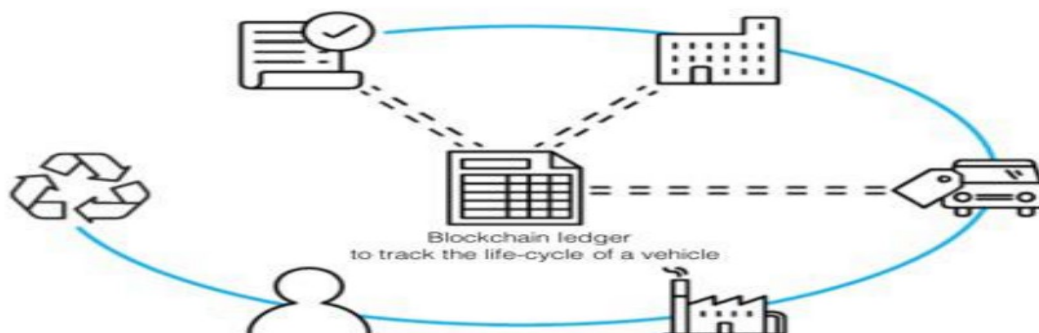
2.10.3. Proof of Elapsed Time

Εφαρμόζεται σε δημόσιες και εγκεκριμένες πλατφόρμες. Υποστηρίζεται από το Hyperledger Sawtooth που είναι μια πλατφόρμα στο blockchain. Επιτρέπει την επίτευξη της συναίνεσης ακόμα και όταν τα μέρη δεν γνωρίζουν ο ένας τον άλλο. Χρησιμοποιεί αξιόπιστους υπολογιστές σε ένα έμπιστο περιβάλλον εκτέλεσης (Trusted Execution Environment) που βάζουν τυχαίους χρόνους αναμονής για την προσθήκη - κατασκευή block. Κάθε κόμβος (συμμετέχων) στο δίκτυο μένει στην αναμονή για ένα τυχαίο χρονικό διάστημα για να επιλέξει τον κόμβο (συμμετέχων). Ο πρώτος κόμβος (συμμετέχων) που ολοκληρώνει την αναμονή στον καθορισμένο χρόνο παίρνει την πρώτη θέση για την προσθήκη ενός καινούργιο block. Αναπτύχθηκε από την Intel και έχει ένα σύνολο εντολών CPU με την ονομασία Intel Software Guard Extensions που δίνει την άδεια στις εφαρμογές να κάνουν εκτέλεση αξιόπιστου κώδικα

σε προστατευμένο περιβάλλον. Στην περίπτωση αυτή με αυτό τον μηχανισμό συναίνεσης ο αξιόπιστος κώδικας είναι αυτός που πληροί δύο προϋποθέσεις για την επιλογή τυχαίου χρονικού διαστήματος και για την ολοκλήρωση αναμονής στον καθορισμένο χρόνο (Yoon, 2018). Το Proof of Elapsed Time είναι παρόμοιο με το Proof of Work χωρίς την κατανάλωση πόρων και την κατανάλωση λιγότερου ηλεκτρισμού.

2.11. Smart Contracts

Ο όρος των έξυπνων συμβολαίων υιοθετήθηκε από τον κρυπτογράφο και επιστήμονα πληροφορικής Nick Szabo. Είναι ένα ηλεκτρονικό πρωτόκολλο συναλλαγών που εκτελεί τους όρους μιας σύμβασης (Szabo, 1997). Οι όροι δεν μπορούν να παραβιαστούν και δεν μπορούν να τροποποιηθούν, έτσι αποφεύγεται η απάτη μιας σύμβασης και είναι ασφαλές η σύμβαση. Είναι μία κωδικοποιημένη συμφωνία μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών. Ακόμη, είναι μικρά αυτόνομα προγράμματα που λαμβάνουν μια συναλλαγή ως είσοδο, παράγουν και επεξεργάζονται μια νέα έξοδο. Η εκτέλεση τους ξεκινάει αυτόματα και παράγει αποτέλεσμα που η επιχειρηματική λογική και οι προγραμματικές λειτουργίες που διασφαλίζουν μία περίπτωση χρήσης. Επίσης, είναι υποκατάστατα των νομικών συμβολαίων. Κάθε έξυπνο συμβόλαιο απαρτίζεται από κανονισμούς που ορίζουν τον τρόπο που θα πραγματοποιηθεί μία συναλλαγή. Η λογική και ο κώδικας διασκορπίζονται στο δίκτυο για την χρησιμοποίηση από τους συμμετέχοντες για την επεξεργασία και για την επικύρωση των συναλλαγών. Η λογική των επιχειρηματικών αποφάσεων που τρέχουν στο blockchain φαίνεται η διαφάνεια και η αξία. Στοχεύει στην πραγματοποίηση συναλλαγών, επαλήθευση και απλοποίηση. Αποθηκεύεται σε όλους τους υπολογιστές που συμμετέχουν στο δίκτυο blockchain. Οι όροι τους καταγράφονται σε προγραμματιστική γλώσσα για παράδειγμα Java, Python, C++, Solidity. Στην **Εικόνα 3** έχει ένα παράδειγμα της IBM με τον κύκλο ζωής οχημάτων (IBM, 2017). Τα μέρη που συμμετέχουν στον κύκλο ζωής οχημάτων είναι ο κατασκευαστής, ο αντιπρόσωπος οχήματος, η ρυθμιστική αρχή των οχημάτων, η ασφαλιστική εταιρεία, ο ιδιοκτήτης και ο αντιπρόσωπος απορριμμάτων.



Εικόνα 3: Διάρκεια ζωής του οχήματος μέσω Smart Contracts σε blockchain. Παραγωγός – Πελάτης – Απόσυρση

3. Περιγραφή Εφοδιαστικής Αλυσίδας

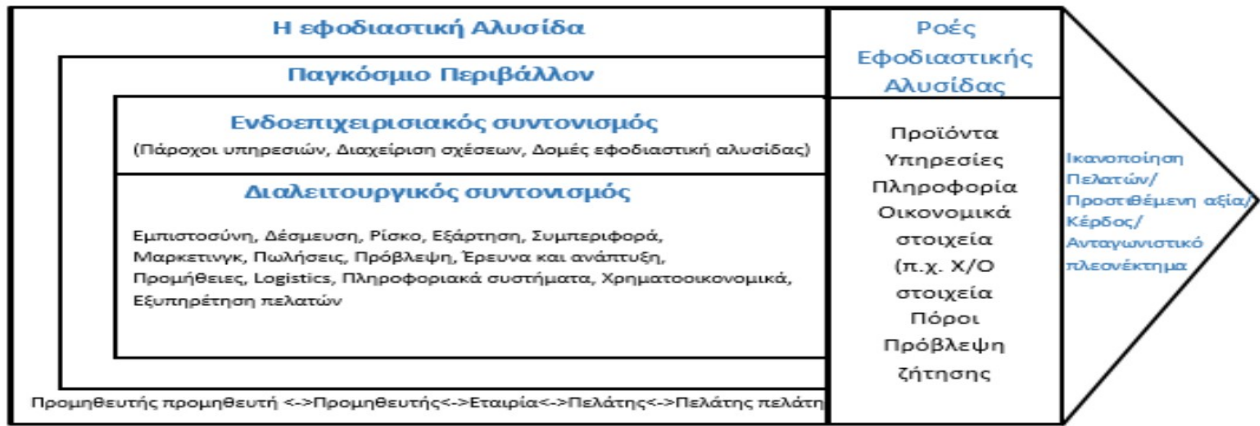
Η εφοδιαστική αλυσίδα είναι ένα σύνολο υλικών και ανθρωπίνων πόρων, πληροφοριών και δραστηριοτήτων. Έχει σκοπό να κινείται και να παράγεται μια υπηρεσία ή ένα προϊόν από τον πάροχο στον πελάτη. Στις δραστηριότητες μιας εφοδιαστικής αλυσίδας η μετατροπή των συστατικών, των πρώτων υλών και των φυσικών πόρων τους που αποτελούν ένα τελικό προϊόν που πηγαίνει στον τελικό πελάτη.

3.1. Διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί τον προγραμματισμό και την διαχείριση όλων των δραστηριοτήτων που αφορά την δύναμη, την μετατροπή και την προμήθεια. Ακόμη, προϋποθέτει την συνεργασία, τον συντονισμό μεταξύ πελατών, μεσαζόντων, προμηθευτών και παροχών υπηρεσιών. Επίσης, αποτελεί την διαχείριση προσφοράς και ζήτησης εντός μιας εταιρείας και μεταξύ των εταιρειών. Η πιο σημαντική ευθύνη είναι η σύνδεση επιχειρηματικών διαδικασιών και λειτουργιών εντός μιας εταιρείας και μεταξύ των εταιρειών. Οι δραστηριότητες περιλαμβάνονται από την διαχείριση διανομών, μεταφορών και κατασκευής. Η οργάνωση των δραστηριοτήτων και διαδικασιών γίνεται με βάση με την χρηματοδότηση, τις πωλήσεις, το μάρκετινγκ, την τεχνολογία των πληροφοριών και τον σχεδιασμό προϊόντων με αποτέλεσμα να υπάρχει μια διατήρηση ισορροπίας μεταξύ ζήτησης και προσφοράς.

Η αρχή με την πολιτική και βιολογική διαχείριση των φυσικών πόρων, η εξόρυξη πρώτων υλών και αποτελεί τις φάσεις παραγωγής που είναι η συναρμολόγηση, κατασκευή εξαρτημάτων και τελική υλοποίηση. Τα προϊόντα έρχονται από εγκαταστάσεις αποθήκευσης και πηγαίνουν σε γεωγραφικές τοποθεσίες που καταλήγουν στον καταναλωτή.

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας βελτιώνει τις διεπαφές και ολοκληρώνει τις δραστηριότητες τους για την επίτευξη βιώσιμου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος (Ballou, 2004). Ορίζεται ο συστηματικός συντονισμός των επιχειρηματικών λειτουργιών στην επιχείρηση και μεταξύ των επιχειρήσεων. Αυτό οφείλεται σε σκοπούς βελτίωσης της μακροπρόθεσμης απόδοσης σε επιχειρήσεις και της εφοδιαστικής αλυσίδας όπως φένεται και στο **Σχήμα 4**.



Σχήμα 4: Μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας (Mentzer et al., 2001)]

Αποτελεί ένα δίκτυο διαδικασιών και πόρων που αφορούν την προμήθεια των πρώτων υλών, τη μεταποίηση τους σε τελικά προϊόντα και την διανομή των τελικών προϊόντων στους τελικούς καταναλωτές. Οι κρίκοι της αλυσίδας εφοδιασμού αποτελούν οι μεταφορείς, οι διαμεταφορείς, οι χονδρέμποροι, οι παραγωγοί, οι προμηθευτές και οι πάροχοι υπηρεσιών logistics προς τρίτους (3PL) που συνδέονται μεταξύ τους με χρηματοοικονομικές ροές και ροές πληροφοριών και υλικών (Goetschalckx, 2011).

Ορισμοί που διατυπώθηκαν για την εφοδιαστική αλυσίδα:

- 1) “ Μια αλυσίδα εφοδιασμού είναι ένα δίκτυο εταιρών που συλλογικά μετασχηματίζουν ένα βασικό αγαθό σε ένα τελικό προϊόν στο οποίο δίδεται αξία από τους τελικούς πελάτες και οι οποίοι διαχειρίζονται τις επιστροφές σε κάθε στάδιο. ” (Harisson και Van Hoek, 2013:37).
- 2) “ Η διοίκηση της αλυσίδας εφοδιασμού περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και τον έλεγχο όλων των διαδικασιών που εμπλέκονται στην προμήθεια, τον μετασχηματισμό, τη μεταφορά και τη διανομή κατά μήκος μιας αλυσίδας εφοδιασμού. Η διοίκηση της αλυσίδας εφοδιασμού περιλαμβάνει τον συντονισμό και τη συνεργασία μεταξύ εταιρών, οι οποίοι μπορεί να είναι προμηθευτές, ενδιάμεσοι φορείς (μεσάζοντες), τρίτοι εξειδικευμένοι φορείς παροχής υπηρεσιών και πελάτες. ” (Harisson και Van Hoek, 2013:38).

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αποτελείται από χαρακτηριστικά και λειτουργίες:

- 1) Ενσωμάτωση
Είναι ο συντονισμός των επικοινωνιών ώστε να παράγει αποτέλεσμα. Ενσωματώνει τεχνολογικές διαδικασίες ή καινοτομίες λογισμικού.
- 2) Λειτουργίες
Είναι η διαχείριση των εργασιών στην επιχείρηση του ηλεκτρονικού εμπορίου που παρακολουθούν το μάρκετινγκ ή το απόθεμα.
- 3) Αγοραστική διαδικασία
Είναι οι αποφάσεις για την διαχείριση και την αγορά αρχικών υλικών, πρώτων υλών.

4) Διανομή

Είναι η διανομή σε πελάτες, λιανοπωλητές και χονδρέμπορους και η διαχείριση εφοδιασμού που παρακολουθούν την αποστολή.

Για την τέλεια απόδοση μιας επιχείρησης λιανικού εμπορίου πρέπει να έχει μια οργανωμένη εφοδιαστική αλυσίδα που έχει διασφάλιση στην διαφάνεια, στην συνέπεια, στην ποιότητα και στην ασφάλεια των προϊόντων.

3.2. Η ροή της εφοδιαστικής αλυσίδας

Ένα προϊόν για να φτάσει από την παραγωγή της πρώτης ύλης στον καταναλωτή υπάρχουν αρκετά βήματα στην αλυσίδα. Αρχικά οι παραγωγοί που είναι αγρότες εκτρέφουν ή καλλιεργούν πρώτες ύλες. Οι βιομηχανικοί παραγωγοί παίρνουν απευθείας τις ύλες ή από τους προμηθευτές και δημιουργούν συσκευασμένα μεταποιημένα προϊόντα. Οι διανομείς και οι χονδρέμποροι μεταφέρουν τα προϊόντα στους έμπορους για την πώληση των προϊόντων στους καταναλωτές (**Εικόνα 4**) (Fredriksson & Liljestrand, 2015).



Εικόνα 4: Ροή της εφοδιαστικής αλυσίδας

3.3. Απαιτήσεις αγοράς και καταναλωτών

Οι καταναλωτές και οι οργανισμοί κυρίως οι ευρωπαϊκοί οργανισμοί έχουν απαίτηση για υψηλή εμπιστοσύνη, ασφάλεια και ποιότητα σε προϊόντα καθώς και έχουν απαίτηση για αποτελεσματική μεταφορά πληροφορίας μεταξύ εφοδιαστικών αλυσίδων για επιτάχυνση μικρότερης κατανάλωση προϊόντων, πόρων και ενέργειας με μείωση της επαρκούς προσφοράς και κάλυψης της επαρκούς ζήτησης.

Ένα ισχυρό δίκτυο εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να έχει βέλτιστες ποσότητες προϊόντων για την μεταφορά τους στο δίκτυο. Ακόμη, ένα ισχυρό δίκτυο εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να έχει οικονομικά αποδοτικό σχεδιασμό για την λήψη τακτικών, στρατηγικών αποφάσεων με την κατανομή, την τοποθεσία εγκαταστάσεων στο δίκτυο. Ο καθορισμός ενός πλήρους επιπέδου δυνατοτήτων βοηθά στην ικανοποίηση της ζήτησης των πελατών της σωστής ποσότητας προϊόντων στον κατάλληλο χρόνο. Η μέγιστη αξιοποίηση της παραγωγικότητας των εγκαταστάσεων, αυξάνει την αποδοτικότητα του εφοδιαστικού δικτύου μειώνοντας το κόστος των εγκαταστάσεων.

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας γίνεται με κάποιους τρόπους:

1) Βελτίωση υπηρεσιών στον τελικό καταναλωτή

- Παρακολούθηση προϊόντων

Η παρακολούθηση υποστήριξης μετά από μια πώληση προϊόντων πρέπει να γίνεται άμεσα.

- Τήρηση προδιαγραφών

Η τήρηση προδιαγραφών ποιότητας δεν ακολουθείται από το τελικό προϊόν πρέπει να αντικατασταθεί το προϊόν.

- Διόρθωση ενεργειών

Οι διορθωτικές ενέργειες πρέπει να γίνονται όταν βρεθεί το σημείο ή τα σημεία με αστοχία στην εφοδιαστική αλυσίδα και να μην υπάρξει επανάληψη του συμβάντος.

2) Βελτίωση της οικονομικής θέσης

- Μείωση κόστους αγοράς

Τα προϊόντα πρέπει να μοιράζονται γρήγορα και να γίνεται η αποφυγή των προϊόντων στις αποθήκες.

- Μείωση κόστους παραγωγής

Η έγκαιρη και η σωστή παράδοση υλικών στις εγκαταστάσεις για την διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας γίνεται η αποφυγή καθυστερήσεων στην παραγωγή.

- Μείωση συνολικού κόστους της εφοδιαστικής αλυσίδας

Ο ορθός σχεδιασμός ενός δικτύου για την διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει ανταπόκριση στους στόχους εξυπηρέτησης πελατών.

3) Μείωση λειτουργικού κόστους

- Μόχλευση κέρδους

Οι διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας συμβάλουν στην μείωση και στον έλεγχο των δαπανών τους.

- Μείωση παγίων στοιχείων

Οι διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας μειώνουν την χρήση παγίων στοιχείων όπως οχήματα μεταφοράς, μηχανές και αποθήκες.

- Αύξηση ταμειακών ροών

Οι διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας εκτιμούνται και αναγνωρίζονται από την προστιθέμενη αξία τους από τις επιχειρήσεις. Έτσι, βοηθά στην ταχύτητα ροής προϊόντων προς τους πελάτες.

3.4. Ιχνηλασιμότητα στη διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας

3.4.1. Προϋποθέσεις για ένα σωστό παραδοσιακό μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας

Η αγορά ζητάει από τις εταιρείες να φανερώνουν τις πληροφορίες της εφοδιαστικής αλυσίδας και τις επιχειρηματικές βιώσιμες πρακτικές καθώς και να υπάρχει διαφάνεια. Αυτά πρέπει να γίνονται για υγιούς, οικολογική και κοινωνική επιχειρηματικότητα. Η επιτυχής διαδικασίες και η διαφάνεια στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι μια ανάγκη για τις επιχειρήσεις για τη διασφάλιση της ποιότητας των τελικών προϊόντων, για την κατανόηση πηγής προέλευσης τους και για τις ρυθμιστικές δυνάμεις και κανονισμούς στην μεταποίηση. Η διαφάνεια στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι μια χαρτογράφηση του δικτύου εφοδιασμού. Αυτή η χαρτογράφηση επιτρέπει στους ενδιαφερόμενους σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας να χαρτογραφούν καθώς και να εντοπίζουν για την εξασφάλιση της βιωσιμότητας, της συμμόρφωσης, της ασφάλειας, της ακρίβειας και τις απαιτήσεις της κοινωνικής ευθύνης. Η διαφάνεια και η ιχνηλασιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας λόγω της πολυπλοκότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας και των βιομηχανιών είναι πολύ βασική και ιδιαίτερη για τις βιομηχανίες μεταποίησης. Τα παραγόμενα προϊόντα με σαφής πνευματική ιδιοκτησία των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας θα μπορούσε να υπάρξει καλύτερη ασφάλεια και αξιόπιστα βιομηχανικά πρότυπα. Η εξακρίβωση της γνησιότητας με μια ιδανική μεθοδολογία των μεταποιήσεων και μετασχηματισμών της εφοδιαστικής αλυσίδας θα μπορούσε να υπάρξει καλύτερα αποτελέσματα. Τα πιστοποιητικά με το σύστημα τυπωμένη μορφής με την αντικατάσταση ενός συστήματος σε ψηφιακή μορφή θα είχε εξίσου καλύτερα αποτελέσματα.

3.4.2. Αδυναμίες του παραδοσιακού μοντέλου εφοδιαστικής αλυσίδας

Τα αδύναμα σημεία σε μια εφοδιαστική αλυσίδα:

- 1) Ανάλυση

Η ανάπτυξη της ανάλυσης δεν είναι αποτελεσματική σε όλη την αλυσίδα.

- 2) Προσαρμοστικότητα

Οι μεταβολές είναι απότομες στην διαχείριση στη ζήτηση.

3) Ορατότητα

Η απόκτηση είναι δύσκολη μιας ορθής προβολής των απαιτήσεων της αγοράς.

4) Ευκινησία

Η ανταπόκριση είναι μη επαρκές στις απαιτήσεις των πελατών.

3.4.3. Αντιμετώπιση των αδυναμιών μοντέλου εφοδιαστικής αλυσίδας

Για την αντιμετώπιση των πιο πάνω αδυναμιών της εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να υπάρξουν λύσεις στις προσκλήσεις μια παραδοσιακής εφοδιαστικής αλυσίδας. Για κατηγορίες πρώτων υλών ή προϊόντων που ανήκουν στην μεγάλη οικονομική αξία ή στις ευπαθείς κατηγορίες είναι δύσκολη για την βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Κάποιες λύσεις για την αντιμετώπιση αυτών των αδυναμιών:

- 1) Βελτίωση απόδοσης των συναλλαγών
- 2) Παρακολούθηση των προϊόντων

3.4.4. Σημασία της ιχνηλασιμότητας στη συμβατική εφοδιαστική

Ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας αφήνει την παρακολούθηση προϊόντων με τις σχετικές πληροφορίες των προϊόντων κατά την διάρκεια παραγωγής και διανομής που είναι οι τοποθεσίες, συστατικά, προέλευση. Οι έμποροι λιανικής και οι προμηθευτές προϊόντων έχουν απαίτηση από ανεξάρτητους παρόχους υπηρεσιών ιχνηλασιμότητας που αυτοί έχουν κρατική πιστοποίηση για την επιθεώρηση προϊόντων της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι φορείς παροχής υπηρεσιών ιχνηλασιμότητας κάνουν έκδοση πιστοποιητικά ελέγχου που κάνουν επαλήθευση την προέλευση και την ποιότητα προϊόντων, μόνο όταν πληρούνται οι αναγκαίες απαιτήσεις. Οι φορείς παροχής υπηρεσιών ιχνηλασιμότητας ελέγχουν τις πληροφορίες και χρησιμοποιούν σύστημα ιχνηλασιμότητας για την έκδοση πιστοποιητικών. Στις δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας οι απαιτήσεις των στοιχείων, των υλικών και των δεδομένων αυξήθηκαν λόγω μεγαλύτερης ιχνηλασιμότητας των πηγών και επιχειρηματικών πρακτικών. Η αγορά έχει απαίτηση από τις εταιρείες την παρουσίαση των βιώσιμων επιχειρηματικών για οικολογικές, κοινωνικές επιχειρήσεις και την παρουσίαση των πληροφοριών της εφοδιαστικής αλυσίδας με διαφάνεια. Οι μεγάλες εταιρείες έχουν πιο σύγχρονες τεχνολογίες για να ωφεληθούν από την εφοδιαστική αλυσίδα σε σύγκριση με την ανταγωνιστική αγορά.

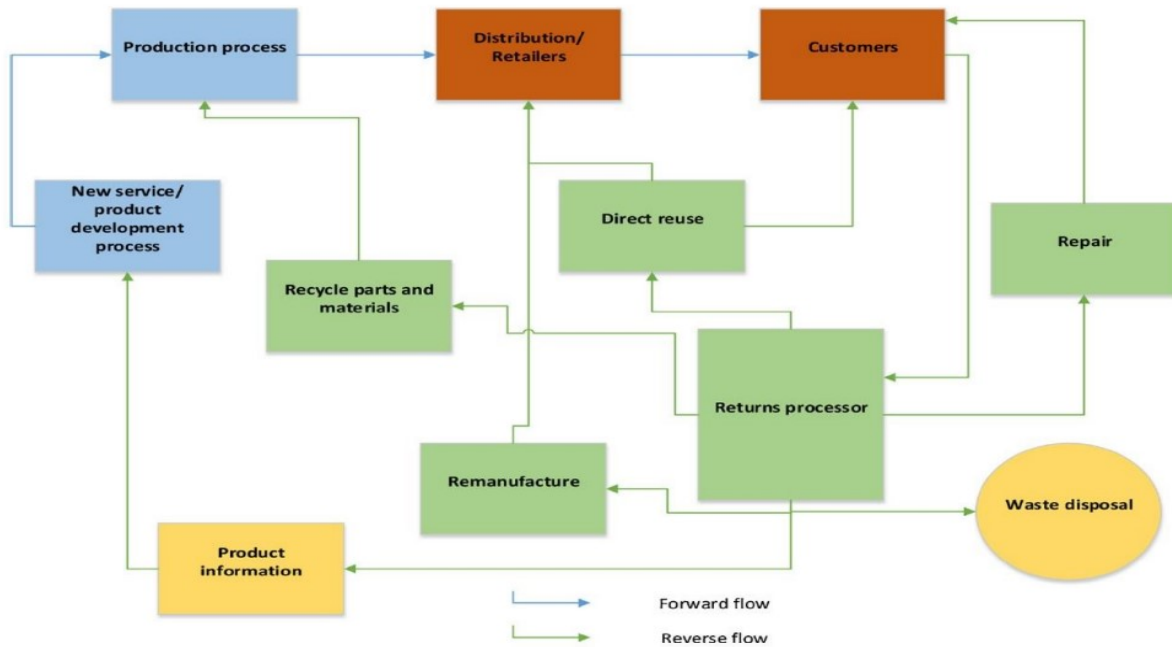
3.4.5. Σημασία της ιχνηλασιμότητας στην αντιστροφή εφοδιαστική

Η έννοια της αντίστροφης εφοδιαστικής αλυσίδας (Reverse Logistics - RL) που είναι σύστημα γίνεται η εφαρμογή στις βιομηχανίες και έχει γίνει αποδεκτή γιατί αυξήθηκαν οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί των υλικών πόρων για την δευτερογενή αγορά και των βιώσιμων επιχειρηματικών πρακτικών. Μια βιώσιμη αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα (Reverse Supply Chain - RSC) που είναι σύστημα πρέπει να αναπτυχθεί από τους κατασκευαστές. Η συμβατική εφοδιαστική αλυσίδα (Forward Supply Chain - FSC) είναι σύστημα που αποτελείται από υπηρεσίες πελατών, υπηρεσίες διανομής, εγκαταστάσεις παραγωγής, από προμηθευτές υλικών που όλα αυτά τα ενώνει η ροή πρώτων υλών τροφοδοσίας και η ροή πληροφοριών. Τα συστήματα (Reverse Supply Chain - RSC) και (Forward Supply Chain - FSC) μελετούνται με ενιαίο τρόπο γίνεται η εξέλιξη της εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου (Closed Loop Supply Chain - CLSC) όπως δείχνει η **Εικόνα 5**. Η έννοια εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου (Closed Loop Supply Chain - CLSC) προγραμματίζει δραστηριότητες ανάκτησης της αξίας των προϊόντων και διερευνά την διαχείριση επιστροφής προϊόντων. Έτσι, τα δευτερεύοντα υλικά να εφαρμοστούν για ένα νέο προϊόν για τον καταναλωτή.

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα στην έρευνα για τα (Reverse Logistics - RL) και για τα (Closed Loop Supply Chain – CLSC) έχουν χαρακτηριστικά τα οποία μετατρέπουν τα συστήματα αυτά σε πιο ειδικά. Τα ηλεκτρονικά απόβλητα είναι ταχέως αναπτυσσόμενες ροές επειδή υπάρχει ταχέως μεταβαλλόμενη στάση των πελατών στην απόρριψη τους και του βραχύτερου κύκλου ζωής προϊόντων.

Οι διαδικασίες για τα (Reverse Logistics - RL) και για τα (Closed Loop Supply Chain – CLSC) ξεκινούν με την απόρριψη του ηλεκτρονικού και ηλεκτρικού εξοπλισμού φτάνοντας στο τέλος του κύκλου ζωής του. Ο εξοπλισμός αυτός με την διαχείριση επιστροφής εμπλέκονται με αβεβαιότητα οι παράγοντες χρόνος, ποσότητα και ποιότητα. Αρχικά, η ποσότητα παραγωγής έρχεται από τις επιχειρήσεις, ιδρύματα, κυβερνητικούς οργανισμούς και νοικοκυριά. Η μέθοδος συλλογής αποβλήτων από τις επιχειρήσεις, ιδρύματα, κυβερνητικούς οργανισμούς και νοικοκυριά από την πλευρά σημείων συλλογής που είναι οι εταιρείες παροχής υπηρεσιών ανακύκλωσης, κατασκευαστές προϊόντων, οι δήμοι. Τέλος, οι συλλεγόμενες ποσότητες μεταφέρονται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας και εκεί γίνεται η κατηγοριοποίηση, οι επιθεωρήσεις και οι δοκιμές. Αυτός ο βέλτιστος σχεδιασμός του δικτύου παίζει σημαντικό ρόλο σε επιχειρηματικές διαδικασίες (Reverse Logistics - RL) που μπορεί να εισέλθει η ιχνηλασιμότητα για την διευκόλυνση της παρακολούθησης των σταδίων και των διαδικασιών των απορριπτέων υλικών για την παραγωγή ενός νέου τελικού προϊόντος.

Η απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να επηρεαστεί από τους αυστηρούς κανονισμούς οι οποίοι κανονισμοί δεν καλύπτουν την κάλυψη τη ζήτηση της αντίστροφης ή της συμβατικής εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι βιομηχανίες χρειάζονται την αλυσίδα εφοδιασμού για την λειτουργία συστημάτων με στόχο να υπάρχει μια διατηρήσιμη ανταγωνιστικότητα.



Εικόνα 5: Διάγραμμα εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου - CLSC

3.5. Δραστηριότητες εφοδιαστικής αλυσίδας

Η διαχείριση των δραστηριοτήτων καθορίζουν την εφοδιαστική αλυσίδα που υπάρχουν αρκετές εφοδιαστικές αλυσίδες στις επιχειρήσεις και κάθε επιχείρηση έχει την δική της οργανωτική δομή (Ballou, 2004). Οι δραστηριότητες μιας αλυσίδας εφοδιασμού είναι οι διανομές, η διαχείριση αποθεμάτων, η πρόβλεψη ζήτησης, η εξυπηρέτηση πελατών, η αποθήκευση και οι προμήθειες (Ballou, 2004).

3.5.1. Εξυπηρέτηση πελατών

Οι επιχειρήσεις έχουν στοχεύσει στον πελάτη ως το πιο βασικό παράγοντα επειδή, τα κέρδη εξαρτώνται από την αγορά του προϊόν ή της υπηρεσίας από τον πελάτη (Christopher, 2006). Η αξία του παράγοντα του καταναλωτή φαίνεται από μια αγορά δηλαδή το ποσοστό ικανοποίησης ανάγκης, την ποιότητα, την εξυπηρέτηση και την διαθεσιμότητα. Ακόμη, η αξία

του παράγοντα του καταναλωτή φαίνεται από το κόστος δηλαδή το κόστος κύκλου ζωής, το διάστημα παράδοσης και η τιμή (Christopher, 2006).

Η εξυπηρέτηση πελατών γίνεται από τον συνδυασμό τριών πραγμάτων (LaLonde και Zinser, 1976):

- 1) Η ικανότητα για την ικανοποίηση των αναγκών των πελατών
- 2) Η επιβεβαίωση μετρήσεων της απόδοσης για την ικανοποίηση των αναγκών των πελατών
- 3) Το δέσιμο εταιρείας με τον πελάτη

Η εξυπηρέτηση πελατών εξετάζεται από τον συνδυασμό τριών πραγμάτων (Christopher, 2006), όπως δείχνει το **Σχήμα 5**:

- 1) Τα στοιχεία πριν τη συναλλαγή εξυπηρέτησης πελατών αφορούν τα προγράμματα ή τις πολιτικές της εταιρείας.
- 2) Τα στοιχεία κατά τη συναλλαγή εξυπηρέτησης πελατών αφορούν άμεσα την εμπλοκή εκτέλεσης της φυσικής λειτουργίας διαμονής.
- 3) Τα στοιχεία μετά τη συναλλαγή εξυπηρέτησης πελατών αφορούν την πιο γενική υποστήριξη του προϊόντος κατά τη χρήση.



Σχήμα 5: Εξυπηρέτηση πελατών (Ζεϊμπέκης, 2017)

3.5.2. Πρόβλεψη ζήτησης

Η αναμενόμενη ζητούμενη ποσότητα προϊόντος και υπηρεσιών που οι πελάτες θα ζητήσουν σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είναι η αποτελεσματική αλυσίδα εφοδιασμού (Κονσόλας, 2014).

Η ακριβής πρόβλεψη της ποσότητας των προϊόντων τα οποία θα κινηθούν στην αλυσίδα εφοδιασμού είναι αναγκαίο για τον βέλτιστο σχεδιασμό και τον έλεγχο των δραστηριοτήτων logistics (Ballou, 2004).

Η μέθοδος πρόβλεψης ζήτησης είναι αναγκαία για τις μελλοντικές ανάγκες και τον έλεγχο του αποθέματος. Για θέματα προγραμματισμού που είναι ο προγραμματισμός των προμηθειών, ο έλεγχος του κόστους, ο έλεγχος του αποθέματος είναι απαραίτητη η γνώση των τάσεων, της εποχικότητας, της τιμής αγοράς και οι χρόνοι παραγγελιών (Ballou, 2004).

Τα θέματα που αφορούν τον χρόνο ή την εποχικότητα επηρεάζουν τις βραχυπρόθεσμες μεθόδους προβλέψεις με αποτέλεσμα η αύξηση ή η μείωση ρυθμών πωλήσεων. Οι τεχνικές πρόβλεψης είναι ανάλογα αν γίνεται ατομική ή πρόβλεψη ζήτησης ή αν γίνεται με το σύνολο η πρόβλεψη ζήτησης και μετά χωρίζεται σε γεωγραφικές περιοχές (Ballou, 2004).

3.5.3. Διαχείριση αποθεμάτων

Τα αποθέματα είναι μη παραγωγική αλλά αναγκαία δέσμευση πρώτων υλών, υλικών υπό κατεργασία, έτοιμων προϊόντων προς πώληση ή ημιέτοιμων προϊόντων (Κονσόλας, 2014).

Η διατήρηση των αποθεμάτων αποτελεί ένα κόστος αναγκαίο για την επιχείρηση. Η διατήρηση και η φύλαξη αποθέματος προϊόντων ή πρώτων υλών είναι σημαντική για κάθε επιχείρηση (Christopher, 2006).

Το κόστος διατήρησης αποθέματος των logistics σε μια επιχείρηση φτάνει στο 26% του συνολικού κόστους (Ballou, 2004).

Ενδεικτικοί τύποι αποθεμάτων:

1) Απόθεμα καθ' οδόν

Το απόθεμα βρίσκεται στο δρόμο του από το σημείο Α προς το σημείο Β.

2) Κυκλικό απόθεμα

Το απόθεμα απαιτείται για κάλυψη αναγκών παραγωγής και ζήτησης σε περιόδους αβεβαιότητας.

3) Απόθεμα ασφάλειας

Το απόθεμα απαιτείται για κάλυψη αναγκών παραγωγής και ζήτησης σε περιόδους αβεβαιότητας αλλά σε ποσότητες ανάλογες της παραγωγής.

4) Εποχιακό απόθεμα

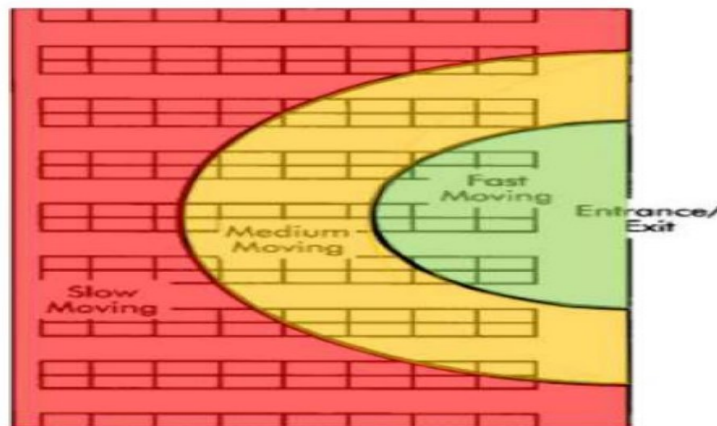
Το απόθεμα οδηγείται στην κάλυψη απαιτήσεων και εποχιακών αναγκών.

5) Νεκρό απόθεμα

Το απόθεμα δεν υπάρχει για αυτό δεν υπάρχει ζήτηση του προϊόν.

Η πιο απαραίτητη μέθοδος ομαδοποίησης και κατηγοριοποίησης του αποθέματος είναι η ABC ανάλυση. Η ανάλυση ABC είναι μια τεχνική ανάλυσης των αποθεμάτων που δείχνει σε ποια προϊόντα έχουν προτεραιότητα στην διαχείριση των αποθεμάτων. Αυτή η τεχνική εξαρτάται στον κανόνα Pareto που έχει εφαρμογή στο 80% των πωλήσεων γίνεται από το 20% των ειδών της τάξεως. Ακόμη, ο κανόνας Pareto έχει τον έλεγχο των αποθεμάτων που έχει την εφαρμογή στο 80% της αξίας των αποθεμάτων ή το 80% της αποθήκης γίνεται από το 20% των ειδών της τάξεως.

Στο **Σχήμα 6** με πράσινο χρώμα είναι η A κατηγορία, δηλαδή τα ταχυκίνητα προϊόντα που έχει την εφαρμογή με το 75% - 80% της συνολικής αξίας των αποθεμάτων γίνεται από 5% - 10% των ειδών της τάξεως. Το κίτρινο χρώμα είναι η B κατηγορία, δηλαδή τα μέσης ταχύτητα προϊόντα που έχει την εφαρμογή με το 15% - 20% της συνολικής αξίας των αποθεμάτων γίνεται από 15% - 20% των ειδών της τάξεως. Τα ο κόκκινο χρώμα είναι η C κατηγορία, δηλαδή τα βραδυκίνητα προϊόντα που έχει την εφαρμογή με το 10% - 15% της συνολικής αξίας των αποθεμάτων γίνεται από 70% - 80% των ειδών της τάξεως.



Σχήμα 6: ABC Analysis (Ζεϊμπέκης, 2017)

3.5.4. Προμήθειες

Η διαδικασία προμηθειών είναι από τις πιο κοστοβόρες ενέργειες. Δημιουργούνται διευθύνσεις προμηθειών ή ειδικά τμήματα, διαχείριση υλικών ή εφοδιαστικής και διαχείρισης προμηθευτών (Ballou, 2004).

Οι προμήθειες αποτελούν την παραλαβή υλικών, την αποθήκευση, την μετακίνηση και τις αγορές.

Οι έξι βασικές κατηγορίες προμηθειών είναι οι υπηρεσίες, τα ανταλλακτικά, τα εφόδια λειτουργίας, η πρώτη υλη, ο εξοπλισμός υποστήριξης και ο εξοπλισμός διαδικασιών.

Οι πέντε φάσεις για την επιλογή και αξιολόγηση προμηθευτών (Lambert et al., 1997):

1) Αναγνώριση προμηθευτών

Με κριτήρια επιλογής και κατηγοριοποίηση προμηθευτών.

2) Αξιολόγηση προμηθευτή

Γίνεται με μια σειρά από παράγοντες που είναι η τιμή, η ποιότητα, η αξιοπιστία του προϊόντος, η διαδικασία παραγγελίας και η ανταπόκριση σε ικανοποιητικό χρονικό διάστημα.

3) Επιλογή προμηθευτή

Η τελική επιλογή και η επικοινωνία με τους προμηθευτές.

4) Δημιουργία σχέσεων με τον προμηθευτή

Η προσφορά συμβολαίων με προϊόντα και υπηρεσίες καθώς και η ενημέρωση και η επικοινωνία με τους προμηθευτές.

5) Αξιολόγηση σχέσεων με τον προμηθευτή

Αξιολόγηση των ήδη κατοχυρωμένων προμηθευτών.

3.5.5. Αποθήκευση

Η διαδικασία αποθήκευσης είναι και αυτή η διαδικασία από τις πιο κοστοβόρες ενέργειες. Η αποθήκη είναι ο χώρος της επιχείρησης που φυλάσσονται προσωρινά τα προϊόντα που πουλάει η επιχείρηση ή τα προϊόντα που αποκτά η επιχείρηση. Οι εργασίες εκτέλεσης στην αποθήκη είναι η αποθήκευση, η παραλαβή και η αποστολή, στη σωστή κατάσταση και στο σωστό κόστος, για να φτάσει το προϊόν από την παραγωγή στην κατανάλωση (Σιφνιώτης, 1997).

Στην αρχή, η αποθήκη με εστίαση στην αποθήκη προϊόντων με στόχο την αξιοποίηση του διαθέσιμου αποθηκευτικού χώρου. Αργότερα, το κέντρο διανομής με εστίαση στη διακίνηση προϊόντων με στόχο την ικανότητα πραγματοποίησης. Τέλος, το κέντρο ικανοποίησης παραγγελιών με εστίαση στη διακίνηση προϊόντων με στόχο τις προσαρμοσμένες απαιτήσεις (Business Study Notes, 2015).

3.5.6. Μεταφορά / Διανομή εμπορευμάτων

Η διαδικασία μεταφοράς και διανομής εμπορευμάτων είναι η διαδικασία από τις πιο βασικές ενέργειες. Κοστολογείται το 1/3 με το 2/3 του συνολικού κόστους των logistics (Stock & Lambert, 2000). Τα κόστη ξοδεύονται σε διοικητικά κόστη, σε κόστη απώλειας, σε καταστροφές εμπορευμάτων, στα καύσιμα, στον οδηγό, στο κεφάλαιο του οχήματος, στον εξοπλισμό του οχήματος και στην συντήρηση του οχήματος (Stock & Lambert, 2000).

Το κόστος μεταφοράς έχει κρυφά κόστη που είναι η διασφάλιση ποιότητας, η διαχείριση, η συντήρηση, ανακύκλωση ή τα εξωτερικά κόστη όπως για παράδειγμα η ατμοσφαιρική ρύπανση (Ballou, 2004).

Υπάρχουν πέντε μέσα μεταφορών (Stock και Lambert, 2000):

- 1) Οδικές μεταφορές
Μικρές αποστάσεις για εγχώριων μικρών αποστολών.
- 2) Σιδηροδρομικές μεταφορές
Μεσαίες αποστάσεις για εγχώριες πόλεις για μεσαίου βάρους αποστολές για σταθερά δρομολόγια.
- 3) Θαλάσσιες μεταφορές
Μεγάλες αποστάσεις για εξωτερικές βαριές αποστολές.
- 4) Αεροπορικές μεταφορές
Μεγάλες αποστάσεις για εξωτερικές και μεσαίου βάρους αποστολές.
- 5) Μεταφορές με αγωγούς
Μεταφορά υλικών όπως πετρέλαιο, φυσικό αέριο και χημικά προϊόντα.

4. Εφαρμογή τεχνολογιών Blockchain στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

Η εφοδιαστική αλυσίδα δημιούργησε ανάγκες τεχνογνωσίας για την ανταπόκριση στις αυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών. Οι νέες τεχνολογίες είναι βασικό εργαλείο για την εξασφάλιση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος στο επιχειρηματικό περιβάλλον. Η χρήση

πληροφορικής και τεχνολογιών βελτιώνει τα συστήματα που είναι πιο περίπλοκα και οι εμπλεκόμενοι φορείς που είναι πιο πολλοί.

Οι εταιρείες ψηφιοποιούν τις διαδικασίες τους για να ανταπεξέλθουν στις αυξανόμενες απαιτήσεις. Οι προμηθευτές και οι πελάτες έχουν απαίτηση για άμεση πληροφόρηση και εξυπηρέτηση σε πραγματικό χρόνο για το προϊόν.

Οι εταιρείες δραστηριοποιούνται στη βιομηχανία της εφοδιαστικής αλυσίδας αντιμετωπίζουν προκλήσεις όπως κανονισμούς ασφάλειας, μειωμένη ζήτηση, διαχείριση αποθεμάτων, απροσδόκητα κόστη. Αναζητούν τρόπους για να κάνουν την παγκόσμια εφοδιαστική αλυσίδα πιο οικονομική, ευέλικτη και αξιόπιστη.

Οι εφαρμογές της τεχνολογίας πληροφοριών που είναι τα ευφυή συστήματα μεταφορών είναι ο σιδηρόδρομος, οι υποδομές, τα οχήματα, η εναέρια και η συνδυασμένη μεταφορά χρησιμοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα. Ένα από τα πιο σημαντικά συστήματα είναι τα συστήματα αυτόματης ανταλλαγής πληροφόρησης για ανταλλαγή προσωποποιημένων και δομημένων μηνυμάτων (Σαμπράκος, 2017). Υπάρχει μια ανάπτυξη αυτόματης αναγνώρισης εξοπλισμού για την κατάσταση, την παρακολούθηση και τον εντοπισμό του φορτίου με χρήση RFID, GPS και barcode.

Οι φορείς και οι επιχειρήσεις έχουν κάνει επένδυση σε ανεπτυγμένα πληροφοριακά συστήματα. Οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα το 2019, το 35% έχει συνεργασία με νεοεισερχόμενες επιχειρήσεις για την προώθηση της καινοτομίας, το 44% έχει ψηφιοποιήσει τις πιο πολλές διαδικασίες και το 64% μελλοντικά θέλει να επενδύσει.

Οι ελληνικές εταιρείες αντιλήφθηκαν την χρήση πληροφοριακών συστημάτων ώστε να υπάρξει μείωση στο λειτουργικό κόστος και αύξηση στο επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών και αύξηση στην παραγωγικότητα. Τα προβλήματα συμβατότητας προκαλούνται από τα πολλά εμπλεκόμενα μέρη στις μεταφορές.

Η εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα θα ενοποιεί τους χρήστες με ασφαλή και διαφανή τρόπο. Εφαρμόζεται τέλεια στην εφοδιαστική αλυσίδα που είναι και αυτή μια αλυσίδα. Σε ένα blockchain που είναι σχεδιασμένο για την εφοδιαστική αλυσίδα, οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν ένα κοινό σύστημα. Καταγράφονται οι πληροφορίες των εξαρτημάτων και των προϊόντων κατά την διάρκεια που περνάνε τα στάδια.

Όταν ένα προϊόν αλλάζει στάδιο στην εφοδιαστική αλυσίδα καταγράφεται στο blockchain. Έτσι δημιουργεί ένα μόνιμο ιστορικό από το στάδιο της παραγωγής μέχρι το

στάδιο του καταναλωτή. Οι πληροφορίες μοιράζονται μεταξύ των συμμετεχόντων της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Το blockchain θα παρέχει στις επιχειρήσεις και στους οργανισμούς την αξιοποίηση και την διαχείριση τεράστιων όγκων δεδομένων από όλα στάδια, δηλαδή από τον παραγωγό έως τον τελικό καταναλωτή. Το 2018 έως το 2025 θα υπάρξει ένα ετήσιο ποσοστό αύξησης 80.2%, στο μερίδιο αγοράς τεχνολογιών blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα (Allied Market Research, 2019).

Oracles ονομάζεται ο όρος που η τεχνολογία επικυρώνει την ποιότητα των προϊόντων που περνούν τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα έξυπνα συμβόλαια και οι βάσεις δεδομένων είναι σημαντικά για την συμπλήρωση των συμβολαίων που συνδέονται στα κατάλληλα oracles και καθώς δεν μπορούν να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα εκτός του blockchain.

Αυτά που επικυρώνουν και στέλνουν πληροφορίες που χρειάζονται τα έξυπνα συμβόλαια και ενημερώνουν το blockchain είναι το υλισμικό (hardware) όπως αισθητήρες, RFID, baracodes. Ακόμη είναι το λογισμικό (software) όπως τιμές των αγαθών, καθυστερήσεις τρένων και πτήσεων. Επόσης είναι ο άνθρωπος που ερευνά και επικυρώνει γεγονότα που χρειάζεται.

Το 16% των στελεχών του κλάδου στηρίζουν ότι έχουν κατανοήσει την τεχνολογία blockchain καθώς και τα οφέλη που θα έχει η χρήση της στον κλάδο. Το πρώτο βήμα είναι η ανάπτυξη ιδεών και η απόκτηση της στρατηγικής σχετικά με το blockchain. Το τελικό βήμα είναι η συμμετοχή ή να πρωτοπορεί στη δημιουργία του οικοσυστήματος blockchain.

4.1. Swot Analysis

4.1.1. Δυνάμεις (πλεονεκτήματα) (Deloitte, 2017), (Petersson & Baur, 2018), (Badoc, 2017)

1. Με την μη ευελιξία στην εφοδιαστική αλυσίδα υπάρχουν χειροκίνητες εργασίες με αργή προσαρμοστικότητα σε διάφορα γεγονότα με λειτουργικά έξοδα με την τεχνολογία blockchain γίνεται η ψηφιοποίηση και ο αυτοματισμός των εργασιών. Ακόμα με την τεχνολογία blockchain υπάρχει εξοικονόμηση, μείωση κόστους και μείωση χρόνου.
2. Με την κανονιστική συμμόρφωση στην εφοδιαστική αλυσίδα υπάρχει ανάγκη για πρότυπα και ελέγχους για την απόδειξη ότι πληρούνται κάποιοι κανονιστικοί όροι με την τεχνολογία blockchain τα δεδομένα είναι αμετάβλητα δηλαδή με ακέραια και απαραβίαστα δεδομένα

με συναλλαγές με χρονική σφραγίδα με πλήρη έλεγχο και εποπτεία των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο αποτελώντας εγγύηση για τη ποιότητα τους.

3. Με την μη διαχείριση των ενδιαφερόντων με πολλούς συμμετέχοντες με πρόβλημα αναποτελεσματικής επικοινωνίας με επιρροή σε κακόβουλες συμπεριφορές με αυξημένα ρίσκα απάτης και μη ικανοποιητική εμπιστοσύνη μεταξύ των εμπλεκόμενων λόγω αντικρουόμενων συμφερόντων με την τεχνολογία blockchain υπάρχει μια αμετάβλητη και διαμοιρασμένη βάση δεδομένων που απαιτείται συναίνεση των χρηστών για τυχών αλλαγές.
4. Με αφορμή την έλλειψη ιχνηλασιμότητας στην εφοδιαστική αλυσίδα η τεχνολογία blockchain έχει την δυνατότητα εύκολης παρακολούθησης γεγονότων και δεδομένων σε πραγματικό χρόνο με πλήρες ιστορικό των συναλλαγών και των προϊόντων σε όλα τα στάδια της αλυσίδας.
5. Με αφορμή την ασυμμετρία πληροφόρησης στην εφοδιαστική αλυσίδα η τεχνολογία blockchain έχει την δυνατότητα με τα εμπλεκόμενα μέρη να έχουν πρόσβαση σε ίδιες πληροφορίες.
6. Με αφορμή την διαμεσολάβηση μεσαζόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα η τεχνολογία blockchain έχει μια μη αποδιαμεσολάβηση εξάλειψη μεσαζόντων με λειτουργία διαδικασιών χωρίς μεσάζοντες.
7. Με αφορμή τις γραφειοκρατικές διαδικασίες στην εφοδιαστική αλυσίδα η τεχνολογία blockchain με τα έξυπνα συμβόλαια έχει μια ψηφιοποίηση των εγγράφων και διαδικασιών με ασφαλή αποθήκευση τους και μεταφορά με αυτόματες συναλλαγές με μείωση χρόνου συναλλαγών.
8. Με αφορμή τα κατακερματισμένα συστήματα στην εφοδιαστική αλυσίδα η τεχνολογία blockchain κάνει μια ενοποίηση συστημάτων και μια προώθηση διαλειτουργικότητας.
9. Με αφορμή την καθυστέρηση στην εφοδιαστική αλυσίδα η τεχνολογία blockchain κάνει ένα εντοπισμό σε πραγματικό χρόνο.
10. Με αφορμή την μη ανταγωνιστικότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα η τεχνολογία blockchain αυξάνει την ανταγωνιστικότητα.

11. Με αφορμή την έλλειψη εγκυρότητας στην εφοδιαστική αλυσίδα η τεχνολογία blockchain δείχνει την εγκυρότητα πληροφοριών που μοιράζονται μεταξύ συνεργατών αφού εξαλείφουν τη δημιουργία πολλών εκδόσεων ίδιου εγγράφου.

4.1.2. Αδυναμίες (μειονεκτήματα) (Taylor, 2017)

1. Η απόδοση της τεχνολογίας blockchain χρειάζεται αρκετή υπολογιστική και επεξεργαστική ισχύ για να δώσει πολύ καλή ποιότητα και απόδοση. Η ανάγκη για υπολογιστική ισχύ μετατρέπεται σε αργές ταχύτητες και σε υψηλό κόστος για τις συναλλαγές που αποτελούν μεγάλους φραγμούς με μεγάλη συμφόρηση. Ακόμη, υπάρχουν καθυστερήσεις στην απόδοση. Επιδιώκονται προσπάθειες για την αύξηση της απόδοσης που βρίσκεται πίσω σε σύγκριση με τις άλλες εναλλακτικές για την συνεργασία της εφοδιαστικής αλυσίδας.
2. Ο έλεγχος στη πρόσβαση δεδομένων της τεχνολογίας blockchain έχει να κάνει με τον τύπο blockchain, τι πρέπει να εξετάζεται το τι δίνει ο καθένας στους ελέγχους πρόσβασης. Όταν ενσωματώνονται χρήστες δημιουργείται πρόβλημα στο ποιο άτομο θα έχει την πλήρη πρόσβαση στα δεδομένα και θα έχει εγγύηση για αυτά αλλά, μπορεί να μην είναι ευέλικτοι οι μηχανισμοί για να δίνουν τις εγγυήσεις που χρειάζεται η εφοδιαστική αλυσίδα.

4.1.3. Ευκαιρίες

1. Ανάπτυξη λειτουργιών με συγκεκριμένες προγραμματικές λειτουργίες που εξυπηρετούν μια περίπτωση χρήσης και περισσότερες λειτουργίες υψηλής απόδοσης.
2. Νέα πρωτόκολλα πιστότητας που θα έχουν πιο ισχυρή κάλυψη δεδομένων ροής με υψηλή πιστότητα και καθώς κοινώς αποδεκτή εμπιστοσύνη που οι συναλλαγές είναι πλήρως διασφαλισμένες εντός της τεχνολογίας.
3. Ενοποίηση με Internet of Things που με τον συνδυασμό αυτής της τεχνολογίας δίνονται σημαντικές πληροφορίες στους μεταφορείς και στους προμηθευτές σε ασφαλείς συνθήκες και τα εξαρτήματα και ο εξοπλισμός μπορούν να επισκευαστούν πριν καταστραφούν.

4.1.4. Απειλές

1. Γενικός κανονισμός για την προστασία των δεδομένων είναι το πώς θα αντιδράσει η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το GDPR – General Data Protection Regulation. Το GDPR είναι ένας από τους κανονισμούς σε θέματα προσωπικών δεδομένων που έχουν νομοθετηθεί επηρεάζοντας χώρες και εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης που ασχολείται με προσωπικά δεδομένα των πολιτών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η ύπαρξη συμμόρφωσης στο

blockchain στην παραδοσιακή βάση δεδομένων τα δεδομένα είναι αμετάβλητα με συναλλαγές χωρίς την παραμικρή διαγραφή ή αλλαγή όπου τα προσωπικά δεδομένα είναι αναγκαία στην εφοδιαστική αλυσίδα.

4.2. Οριζόντιες εφαρμογές blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα

Οι διαδικασίες που περνάει ένα προϊόν κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας οι οποίες εφαρμόζονται σε όλα τα είδη των διαφόρων τομέων όπως εφοδιαστική φαγητού και φαρμάκων.

4.2.1. Ροή εργασίας – Διοίκηση Εφοδιαστικής Εργασίας

Η εφοδιαστική αλυσίδα τα έγγραφα και κάθε ενέργεια που εκτελείται ψηφιοποιούνται και καταχωρούνται στο blockchain. Μόλις γίνει μία καταχώρηση δεν μπορεί να αλλάξει και οι ενέργειες των εμπλεκόμενων μερών είναι ορατές στην υπόλοιπη εφοδιαστική αλυσίδα. Ακόμη όταν γίνει μία καταχώρηση και γίνει λάθος πρέπει να γίνει μια νέα καταχώρηση.

Ο εντοπισμός προϊόντων σε μία κατακερματισμένη βιομηχανία με τόσα διαφορετικά συστήματα και τόσα εμπλεκόμενα μέρη δεν είναι μια εύκολη διαδικασία. Τα μέρη είναι πολλά και τα συμφέροντα τους συγκρούονται. Οι πληροφορίες που παρέχουν συνήθως είναι μη έγκυρες. Τα προβλήματα στον εντοπισμό των προϊόντων προκαλούν σπατάλη καυσίμων, χαμένη αποδοτικότητα, απώλειες προϊόντων, αποτυχημένες παραδόσεις και σύγχυση ανάμεσα στους μεταφορείς. Το 2016, το κόστος από κλοπές φορτίου έφτασε τα 30 δις δολάρια όπου αυξάνεται συνεχώς (US Federal Bureau, 2016).

Σε αυτά τα πρόβλημα υπάρχουν λύση καθώς διατηρείται αρχείο μέσα από το οποίο καταναλωτές και προμηθευτές μπορούν να εντοπίσουν το φορτίο τους όποτε θέλουν και να ενημερωθούν με τις αλλαγές στην κατοχή, την μεταφορά του και την καταγωγή του.

Με την χρήση των δεδομένων που αποθηκεύονται στο σύστημα και η εκτέλεση μελλοντικών προβλέψεων διευκολύνεται η μέτρηση της απόδοσης των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μειώνονται τα κόστη τα κόστη διαχείρισης των εγγράφων που αυτά φθάνουν στο 20% του ολικού κόστους μεταφοράς (Maersk, 2019).

Τα συστήματα είναι κατακερματισμένα και τα εμπλεκόμενα που είναι οι μεταφορείς, οι πελάτες, οι παραγωγοί, οι προμηθευτές που αυτοί χρησιμοποιούν τρίτους που είναι οι μεσίτες, τραπεζίτες, οι δικηγόροι για την μεταξύ τους επικοινωνία. Τα συστήματα blockchain

αυτοματοποιούν τις συναλλαγές, ασφαλίζουν τα αρχεία παρακολουθούν τα συστήματα αποθεμάτων και δεδομένων καθώς και μειώνονται οι πιθανότητες ανθρώπινων λαθών.

Με τη χρήση των έξυπνων συμβολαίων οι συναλλαγές γίνονται γρήγορα και μειώνονται οι μεσάζοντες, οι διαμάχες, το κόστος, το ρίσκο εξαπάτησης, το πρόβλημα του double spending και εξοικονομούνται χρήματα. Οι πληρωμές μπορούν να γίνουν με τη χρήση κρυπτονομισμάτων. Τα έξυπνα συμβόλαια επιτρέπουν την αυτοματοποίηση των διαδικασιών. Με τον προγραμματισμό εκτελούνται αυτόματα οι διαδικασίες μόλις συμβεί κάποιο γεγονός.

Με την καταχώρηση των πληροφοριών εξασφαλίζεται ότι οι διαδικασίες και τα προϊόντα προσαρμόζονται με τους κανονισμούς. Κάθε προϊόν διατηρεί ιστορικό που αφήνει στα ρυθμιστικά όργανα και τις εταιρείες να αποφασίσουν αν χρησιμοποιήθηκε και κατασκευάστηκε με σύμφωνο τρόπο καθώς επιδεικνύουν την επιμέλεια αποφεύγοντας προβλήματα και πρόστιμα.

Παρέχεται καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών αφού καθιστούν πληροφορίες κατασκευής, παραγωγής, αποθήκευσης και μεταφοράς των προϊόντων. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το δίκτυο blockchain είναι ένα καλό εργαλείο για το marketing για τους καταναλωτές που δείχνουν σημασία στη βιωσιμότητα. Το 86% των καταναλωτών θέλουν να λαμβάνουν υπόψη τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα και το 66% των καταναλωτών θέλουν να πληρώνουν πιο πολλά χρήματα για ένα βιώσιμο προϊόν (CSR, 2017).

4.2.2. Παραγωγή και Μεταποίηση

Μέχρι το 2020, το 60% των κατασκευαστών θα βασίζεται σε ψηφιακές πλατφόρμες. Μέχρι το 2021, οι νέες τεχνολογίες θα περιλαμβάνονται στον τομέα της μεταποίησης (Mire, 2018).

Οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία για την καταγραφή της κατάστασης των προϊόντων σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα μέλη σε μια αλυσίδα εφοδιασμού επικαιροποιούν και αναφέρονται μόνο ένα αρχείο και τα αρχεία είναι μόνιμα αμετάβλητα. Καθώς κάθε εξάρτημα και κάθε προϊόν μπορεί να αναγνωριστεί σε όλα τα στάδια της αλυσίδας παραγωγής με σχετικές πληροφορίες της καταγωγής και της δημιουργίας του.

Με την ανάλυση των δεδομένων μειώνονται οι κίνδυνοι και έχει επιτυχία ο ρυθμός με τον οποίο οι κατασκευαστές εισάγουν προϊόντα στην αγορά, καταλήγοντας στην αύξηση των κερδών.

Ο κλάδος παραγωγής και της μεταποίησης είναι ευάλωτος στις παραβάσεις. Όμως το blockchain αποκρούει τις απάτες. Δηλαδή οποιαδήποτε ενέργεια έχει απαίτηση έγκρισης όλων των χρηστών. Έτσι σώζονται πολλά χρήματα.

Διατηρείται αρχείο απόδοσης και αρχείο συντήρησης των μηχανημάτων. Ο χρόνος που τα μηχανήματα είναι εκτός λειτουργίας είναι λόγω από τις ξαφνικές διακοπές, από τις προγραμματισμένες διακοπές, από θέματα συντηρήσεων και στα προβλήματα εξοπλισμού. Με τη σωστή συντήρηση, τη σωστή χρήση και την αξιοποίηση των πληροφοριών μπορεί να αυξηθεί ο κύκλος ζωής των μηχανημάτων και των οχημάτων. Το σύστημα παρακολουθεί και εντοπίζει την πρόοδο συντήρησης των μηχανημάτων και των οχημάτων. Ακόμη χρησιμοποιεί τα δεδομένα για να εντοπίσει αποτελεσματικές διαδικασίες. Η αλυσίδα παραγωγής και ο έλεγχος αποθεμάτων βελτιστοποιούνται και αυτοματοποιούνται με υψηλά επίπεδα ασφάλειας.

4.2.3. Αποθήκευση και Διανομή

Με την ενσωμάτωση αισθητήρων και με την ανάλυση δεδομένων τα εμπλεκόμενα μέρη μπορούν να κάνουν επιβεβαίωση ότι τα προϊόντα αποθηκεύονται σε ασφαλείς συνθήκες. Κατά την διάρκεια αποθήκευσης αντικειμένων οι αισθητήρες καταγράφουν δεδομένα και πληροφορίες σχετικά με την υγρασία και την θερμοκρασία. Οι πληροφορίες και τα δεδομένα καταγράφονται στο blockchain μόνιμα.

Η τεχνολογία blockchain είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την διαχείριση εμπορευμάτων. Το 2018, έφτασε το 5% αλλά προβλέπεται μια αύξηση στο 54% τα επόμενα πέντε χρόνια (MHI, 2019). Τα συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων βασίζονται στους νόμους προσφοράς και ζήτησης. Στις εφοδιαστικές αλυσίδες υπάρχει πολυπλοκότητα με κέντρα διανομής, προμηθευτές και συνεργάτες που εμποδίζουν στην αξιολόγηση της ζήτησης των πελατών με αποτέλεσμα να υπάρχουν ζημιές και καθυστερήσεις. Οι εταιρείες έχουν πιο ακριβής προβλέψεις στην ζήτηση της αγοράς αφού το δίκτυο blockchain ελαχιστοποιεί τις αποκλίσεις.

Οι αποθήκες και τα καταστήματα έχουν πρόσβαση στην κατάσταση και στην θέση των προϊόντων που είναι εξαρτήματα, αντικείμενα και προετοιμάζονται για την παραλαβή των παραγγελιών. Έτσι μειώνονται οι κλοπές και οι απώλειες και υπάρχει μια ασφαλής διαχείριση των προϊόντων.

Τα κέντρα διανομής των προϊόντων λειτουργούν ως διαμεσολαβητές μεταξύ κατασκευαστών και τελικών καταναλωτών. Αντιμετωπίζει προκλήσεις από την αύξηση του ανταγωνισμού και από τις προτιμήσεις των καταναλωτών.

Ακόμη, μπορούν να αποθηκεύονται πληροφορίες και δεδομένα τις συνθήκες μεταφοράς, της ημερομηνίας παράδοσης και της τοποθεσίας. Σε ευαίσθητα προϊόντα απαιτούν ιδιαίτερες συνθήκες μεταφοράς.

Περιλαμβάνει την πραγματοποίηση πληρωμών και αποτελούν τέλη τραπεζών ή προμηθειών. Σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος το κόστος του blockchain ελαχιστοποιείται και επίσης η εκκαθάριση των πληρωμών μεταξύ των χρηστών γίνεται εκείνη την ώρα. Οι συναλλαγές γίνονται σε πραγματικό χρόνο και γίνονται έλεγχοι.

Για τον τελικό καταναλωτή είναι πολύ βασικό κατά τη μεταφορά του προϊόντος να ενημερώνεται με τη κατάσταση του προϊόντος. Επίσης για τον τελικό καταναλωτή είναι πολύ σημαντικό να ενημερώνεται αν ένα προϊόν καθυστερήσει να φτάσει στον καταναλωτή.

4.3. Κάθετες εφαρμογές blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα

Δραστηριοποιούνται στον τομέα της εφοδιαστικής αλλά προμηθεύονται διαφορετικά προϊόντα. Αυτά τα αντιπροσωπευτικά για τις κάθετες εφαρμογές blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι η εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων, η εφοδιαστική αλυσίδα ενέργειας και η φαρμακοβιομηχανία.

4.3.1. Εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων

Οι εφοδιαστικές αλυσίδες τροφίμων είναι μεγάλες και πολύπλοκες καθώς περιέχουν πολλούς συνδετικούς κρίκους και αντιμετωπίζουν προκλήσεις. Ο κάθε χρήστης στην αλυσίδα έχει δικό του έγγραφο ιστορικό καθώς και το διατηρεί έτσι, όταν υπάρξει κάποιο πρόβλημα είναι δύσκολο να γίνει ο εντοπισμός της αιτίας του προβλήματος. Η αλλοίωση και η απάτη έχουν αυξηθεί λόγω της πολυπλοκότητας του συστήματος.

Ο εντοπισμός μολυσμένων τροφών οι οποίες τροφές συμπεριλαμβάνονται και οι ζημιές των εταιρειών και οι απώλειες πωλήσεων καθώς και η φήμη της εταιρείας, οι αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες προχωρούν στην ανάκληση των τροφίμων που κοστίζει πολύ για τη βιομηχανία. Έχουν υποστεί συνέπειες απώλειες από αποσυρση και ανάκληση από την αγορά

μεγάλες εταιρείες. Μερικές από αυτές τις εταιρείες είναι η Nestle, η Cadbury, η Coca-Cola, η Pepsi, η Kraft Foods (GMA, 2010).

Η μεταφορά των συναλλαγών και των πληροφοριών γίνεται σε λίγα λεπτά και μόνιμα καταγράφεται στο σύστημα, έτσι υπάρχει η ποιότητα και μειώνονται οι απάτες. Επιπρόσθετα, το σύστημα μπορεί να κάνει προβλέψεις για το πόσο μπορεί να διατηρηθεί φρέσκια κάποια τροφή για να προγραμματιστεί εγκαίρως η διανομή της τροφής.

Τα θαλασσινά είναι από τις κατηγορίες για παράνομη παραγωγή έτσι υπάρχουν μολυσματικές ασθένειες και οικονομικές απώλειες. Τα συστήματα για ένα βιώσιμο ψάρεμα βασίζεται σε έγγραφες αναφορές. Η επίβλεψη και ο έλεγχος των ψαράδων που προμηθεύουν την αλυσίδα αποτελεί μια πρόκληση.

Το 2016 η εταιρεία Provenance έχει εκκινήσει συνεργασία με τη βρετανική εταιρεία λιανικού εμπορίου Co-op. Ο κοινός του σκοπός είναι ο εντοπισμός του φρέσκου φαγητού που είναι τα γαλακτοκομικά, αυγά και ψάρια μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Οι πελάτες της Co-op από την εφαρμογή στο κινητό της εταιρείας έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες των προϊόντων.

Το 1911 ιδρύθηκε η International Business Machines Corporation (IBM) και το 2008 χρησιμοποιεί την τεχνολογία blockchain για την δημιουργία της πλατφόρμας IBM Food Trust για την διευκόλυνση στις λειτουργίες των εφοδιαστικών αλυσίδων τροφίμων. Αυτή η πλατφόρμα λειτουργεί ως ένα δίκτυο συνεργατών με ευθύνη σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας που είναι οι παραγωγοί, οι μεταποιητές, οι λιανέμποροι, οι χονδρέμποροι, οι διανομείς και οι τελικοί καταναλωτές. Η πλατφόρμα περιέχει πληροφορίες και δεδομένα όλης της εφοδιαστικής αλυσίδας τροφίμων από το πρώτο στάδιο στον αγρότη μέχρι το τελικό στάδιο στον τελικό καταναλωτή. Οι πληροφορίες και τα δεδομένα είναι το πλήρες ιστορικό, η τρέχουσα τοποθεσία και τα συνοδευτικά έγγραφα για παράδειγμα καταγραφές θερμοκρασιών, πιστοποιητικά των προϊόντων (IBM, 2018).

Η εταιρεία MyStory κάνει εντοπισμό για την προέλευση των κρασιών με την βοήθεια της τεχνολογίας blockchain. Χρησιμοποιεί μια εφαρμογή για κινητό που σκανάρει τον QR CODE που είναι στο κάθε κρασί στην ετικέτα του. Αυτή η εταιρεία χρησιμοποιεί τη πλατφόρμα VeChain που είναι βασισμένη στο Ethereum. Για όλη αυτή την διαδικασία υπάρχει μία ορατότητα από το αρχικό βήμα που είναι τα σταφύλια μέχρι το τελικό βήμα που είναι τα μπουκάλια. Με αυτό τον τρόπο πιστοποιείται η αυθεντικότητα, η ποιότητα, η καταγωγή και τέλος πιστοποιούνται τα υλικά.

4.3.2. Εφοδιαστική αλυσίδα ενέργειας

Οι εφοδιαστικές αλυσίδες ενέργειας χρησιμοποιούν βαρύ εξοπλισμό και βαριές εγκαταστάσεις και κυμαίνονται μεγάλα ποσά για τη μεταφορά ενέργειας, τη χρηματοδότηση, την παραγωγή και την εξόρυξη. Υπάρχουν πολλοί έλεγχοι και στα συστήματα γίνονται αναβαθμίσεις σε τακτά χρονικά διαστήματα για να έχουν ανταπόκριση στις αυξημένες απαιτήσεις.

Οι προμηθευτές καυσίμων μπορούν να βλέπουν την διαδρομή του καυσίμου από την εξόρυξη, διύλιση, επεξεργασία μέχρι τον τελικό καταναλωτή. Τα εμπλεκόμενα μέρη της εφοδιαστικής αλυσίδας του πετρελαίου χρησιμοποιούν μια κοινή πλατφόρμα για την εκτέλεση συναλλαγών και την αποθήκευση πληροφοριών. Γίνεται ελαχιστοποίηση της διακύμανσης των τιμών, η συμφόρηση, οι απώλειες και καθώς γίνεται η εξοικονόμηση των τεράστιων χρηματικών ποσών.

Για την εξέταση συμμόρφωσης με τους κανονισμούς και για την ανάλυση της ποιότητας οι ρυθμιστικές αρχές έχουν απαίτηση τεράστιο όγκο δεδομένων αφού χρησιμοποιούνται οι υπάρχουσες τεχνολογίες. Τα κατακερματισμένα συστήματα δεν είναι κατάλληλα για να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα καθώς και η επεξεργασία και η συλλογή των δεδομένων είναι ένα βάρος για τις εταιρείες αφού έχουν σε λειτουργία τις υπάρχουσες τεχνολογίες. Οι σημαντικές πληροφορίες μπορεί να πέσουν σε λάθος άτομα και έτσι αυτό το βασικό ζήτημα μειώνεται με την τεχνολογία blockchain. Με αποτέλεσμα οι ρυθμιστικές αρχές έχουν πρόσβαση μέσω της τεχνολογίας blockchain σε αξιόπιστες πληροφορίες.

Μια εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain είναι η ψηφιοποίηση της ενέργειας με την διαδικασία tokenization. Σε αυτή την διαδικασία δίνεται η ευχέρεια αγοράς ενός πραγματικού αγαθού με κρυπτονόμισμα. Αυτά τα αγαθά ισούνται με φυσικά αγαθά, δηλαδή με την ενέργεια. Οι καταναλωτές μπορούν να ανταλλάσουν ενέργεια από μπαταρίες και ηλιακά πάνελ μέσω τις διαδικτυακές πλατφόρμες. Η start-up Transactive grid μέσω της πλατφόρμας Ethereum οι χρήστες μπορούν να συναλλάσσονται σε ένα σύστημα παραγωγής ενέργειας και παράγουν, πωλούν και αγοράζουν ενέργεια. Επιπλέον, η εταιρεία χρησιμοποιά την υπερβολική θερμότητα που αποβάλλεται από τους υπολογιστές. Η ανταλλαγή ενέργειας από χρήστη σε χρήστη είναι πολύ βασική, όμως υπάρχει ανεπάρκεια και διακύμανση των τιμών του κλάδου.

4.3.3. Φαρμακοβιομηχανία

Πολλές φαρμακοβιομηχανίες χρησιμοποιούν blockchain για τον έλεγχο και τον εντοπισμό των φαρμακευτικών προϊόντων από τη παραγωγή μέχρι την παράδοση. Αυτή η βιομηχανία πρέπει να έχει προϊόντα ασφαλή και αυθεντικά. Οι ασθενείς κάνουν επιβεβαίωση με τις συνθήκες που δημιουργήθηκαν, διανεμήθηκαν και αποθηκεύτηκαν καθώς και με την αυθεντικότητα των φαρμάκων που προμηθεύτηκαν. Η επιβεβαίωση γίνεται με την ενσωμάτωση barcode και RFID.

Με την χρήση έξυπνων συμβολαίων μπορεί να υπάρξει απομακρυσμένος έλεγχος της θερμοκρασίας των πραγμάτων που είναι είτε σε διατήρηση είτε σε μεταφορά. Δηλαδή, μόλις φτάσει η θερμοκρασία σε ένα συγκεκριμένο σημείο χτυπάει συναγερμός με αποτέλεσμα να ρυθμιστεί ξανά στο σωστό επίπεδο.

Η εταιρεία modum.io παρακολουθεί την υγρασία και την θερμοκρασία που γίνεται η μεταφορά των φαρμακευτικών προϊόντων. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας γίνεται με τους κανονισμούς των smart contract αφού αποστέλλονται τα δεδομένα και οι πληροφορίες στο Ethereum blockchain.

5. Παραδείγματα εφαρμογών Blockchain στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

5.1. Εφαρμογές blockchain στη ναυτιλιακή βιομηχανία

Η βιομηχανία στην ναυτιλία τα εμπλεκόμενα μέρη είναι πολλά και ο όγκος των εγγραφών είναι τεράστιος καθώς η τεχνολογία blockchain είναι σημαντική. Όταν ο ιδιοκτήτης ενός φορτίου νοικιάσει χώρο σε ένα πλοίο για τη μεταφορά του τότε, ξεκινά ο όγκος των εγγράφων που χρησιμοποιείται στη ναυτιλία (Gregorio, 2017). Έχει την δυνατότητα να αντιμετωπίζει τις ανεπάρκειες που υπάρχουν, να οργανώνει τις διαδικασίες και τους ανθρώπους όπως τις επικοινωνίες και τις πληρωμές.

Λιμενικά έγγραφα, πιστοποιητικά, συμβόλαια αγοραπωλησιών, φορτωτικές και ναυλοσύμφωνα μπορούν να αντικατασταθούν από το blockchain. Με αποτέλεσμα η εξάλειψη των μεσαζόντων από ασφαλιστές, ναυλομεσίτες και τραπεζίτες, ακόμη θα μειωθούν οι περίπλοκες συναλλαγές και η γραφειοκρατία. Επίσης, θα μειωθεί το κόστος όσο αφορά τα ταμεία των επιχειρήσεων και το περιβάλλον. Πάρα πολλά αντικείμενα επιστρέφονται στην αλυσίδα εφοδιασμού, έτσι αυξάνονται οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Kshetri, 2018). Αξίζει να αναφερθεί ότι με τη ψηφιοποίηση των απαραίτητων πιστοποιητικών και εγγραφών υποστηρίζονται τα πράσινα συστήματα.

Οι μεγάλοι παίχτες του κλάδου όπως η Maersk και η IBM έχουν συνεργαστεί με τεχνολογικές εταιρείες για δοκιμή στα οφέλη της τεχνολογίας με σκοπό την ένταξη της στην βιομηχανία.

Οι ναυτιλιακές εταιρείες προτιμούν τον τύπο του blockchain να είναι ιδιωτικά και εξουσιοδοτημένα δίκτυα που αυτά λειτουργούν μεταξύ αναγνωρισμένων χρηστών. Η εφαρμογή Shipment Manager της πλατφόρμας TradeLens επιτρέπει στους χρήστες να παρακολουθούν τα έγγραφα και την αποστολή που έχουν σχέση με τα εμπορεύματα τους. Η πρόσβαση των χρηστών σε πληροφορίες έχει καθορισμό από τον ρόλο που διαδραματίζουν οι χρήστες στην αλυσίδα. Οι ευαίσθητες πληροφορίες μοιράζονται στους οργανισμούς που συμμετέχουν στο δίκτυο.

Στη ναυτιλία οι διαδικασίες είναι διαφοροποιημένες. Το κόστος ενσωμάτωσης της τεχνολογίας blockchain στη ναυτιλία είναι υψηλός. Οι εταιρείες Microsoft, Oracle, IBM προσφέρουν πλατφόρμες και υποδομές στην τεχνολογία blockchain. Η εταιρεία Oracle Cloud Blockchain Service παρέχει την πλατφόρμα της στις εταιρείες COSCO, CGM και CMA.

Το Hyperledger Fabric αποτελεί μια έμπιστη, αξιόλογη και αξιόπιστη επιλογή (Λάμπρου, 2019). Στο Hyperledger χτίζουν το βασικό πλαίσιο για την ανάπτυξη blockchain. Στην ουσία η τεχνολογία blockchain πρόκειται για ένα project που ξεκίνησε η Linux το Δεκέμβριο του 2015 με σκοπό να στηρίξουν τις επιχειρήσεις που επιθυμούν την ενσωμάτωση της τεχνολογίας.

Με την υιοθέτηση τεχνολογιών blockchain στις επιχειρήσεις αλλάζει η οργάνωση και τα συστήματα που αποτελεί μια διαδικασία με διαφορετικές στρατηγικές αλλαγές. Στη ναυτιλία τακτικών γραμμών η μετάβαση σε ένα ενιαίο ηλεκτρονικό σύστημα έχει προκλήσεις όπου τα φορτία πηγαίνουν σε εκατομμύρια πελάτες σε εκατοντάδες χώρες και τα εμπορευματοκιβώτια έχουν προϊόντα από διαφορετικούς προμηθευτές.

Υπάρχουν οι τυποποιημένες συμβάσεις για την διαμόρφωση από ένα διεθνή οργανισμό για παράδειγμα η BIMCO για κάποιον κλάδο μεταφοράς (Γκιζιάκης & Πλωμαρίτου, 2010).

Η εισαγωγή των απαραίτητων πληροφοριών στην βάση δεδομένων blockchain από τους ανάλογους αλγόριθμους και τα ενδιαφερόμενα μέρη, η βάση δεδομένων blockchain εμφανίζει μια λίστα από ζευγάρια. Το ναυλοσύμφωνο εκδίδεται από τον ναυλωτή ή τον πλοιοκτήτη καθώς και το αντισυμβαλλόμενο μέρος διαπραγματεύεται τον ναύλο μέσα από το

δίκτυο blockchain αφού συμφωνήσουν και τα δύο μέρη. Ναυλοσύμφωνο είναι το γνωστό ως smart contract, το συμβόλαιο μεταφοράς που οι όροι αποτελούν τις υποχρεώσεις και τα δικαιώματα των συμβαλλόμενων μερών. Το δίκτυο υπολογιστών εκτελεί το συμβόλαιο με τη χρήση των πρωτόκολλων συναίνεσης. Μια σειρά ενεργειών που γίνονται από τον κώδικα της σύμβασης εκτελούνται. Έτσι άλλες συναλλαγές, εγκρίσεις και οι υπολογισμοί αυτοματοποιούνται μειώνοντας την πιθανότητα σφαλμάτων. Ακόμη, οι πληρωμές επαληθεύονται και εκτελούνται σχεδόν αυτόματα.

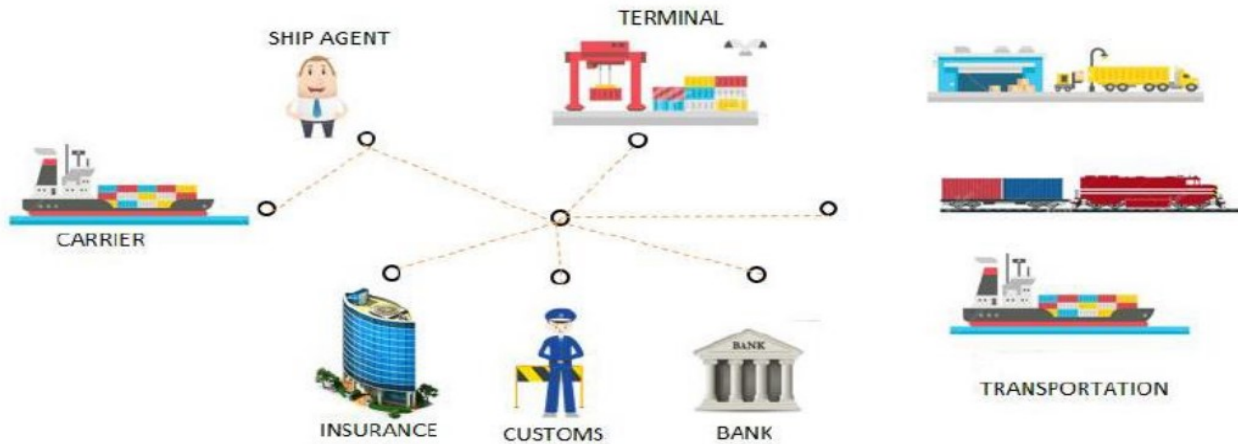
Το συμβόλαιο αυτό-εκτελείται αφού τα συμβαλλόμενα μέρη πληρούν τις απαιτήσεις και τις υποχρεώσεις που έχουν προκαθοριστεί. Έτσι μειώνεται το ανθρώπινο λάθος και ο αριθμός των συμμετεχόντων. Πολύ σημαντικό να αναφερθεί ότι οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες σε όσους έχουν κλειδί εισόδου. Οι πλοιοκτήτες ή οι ναυλωτές έχουν εγγύηση αφού έχουν τηρήσει τους όρους του ναυλοσυμφώνου για την πληρωμή του ναύλου. Οι όροι της συμφωνίας μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών δηλαδή ναυλωτή ή πλοιοκτήτη με τον εκναυλωτή αποτελούνται σε ένα πρόγραμμα. Σε αυτό το πρόγραμμα ο κώδικας εκτελείται αυτόματα και μόλις γίνει κάποια καθυστέρηση κάνει υπολογισμούς τις επισταλίες σύμφωνα με τους όρους.

Από πριν οι διαδικασίες είχαν απαίτηση από χρόνο και από ανθρώπινους πόρους αλλά πλέον γίνονται αυτόματα. Μπορούν όλοι να έχουν πρόσβαση στην τεχνολογία blockchain, θα είναι λιγότερα και η αγορά θα γίνει πιο ανταγωνιστική. Τα εμπλεκόμενα μέρη θα μπορούν να έχουν μια επικοινωνία χωρίς να χρειαστούν μεσάζοντες και θα μπορούν να συνεργαστούν πιο εύκολα μεταξύ τους. Ακόμη, μειώνονται οι πληρωμές, τα ασφαλιστικά και τα νομικά κόστη καθώς εξοικονομείται χρόνος. Έτσι, η συνολική αλυσίδα θα γίνει πιο ελαφρύτερη (Nach & Ghilal, 2017).

Υπάρχουν ναυλοσύμφωνα που είναι τα smart contracts με πολλών πολύπλοκων ορών, ρητρών και προϋποθέσεων. Οι ρήτρες χρήζουν ιδιαίτερης εξέτασης έτσι θα ήταν αναγκαίο η δημιουργία υβριδικών έξυπνων συμβολαίων. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο συνδυασμός παραδοσιακού νομοθετικού πλαισίου με τον ψηφιακό τρόπο των smart contracts είναι αδύνατον.

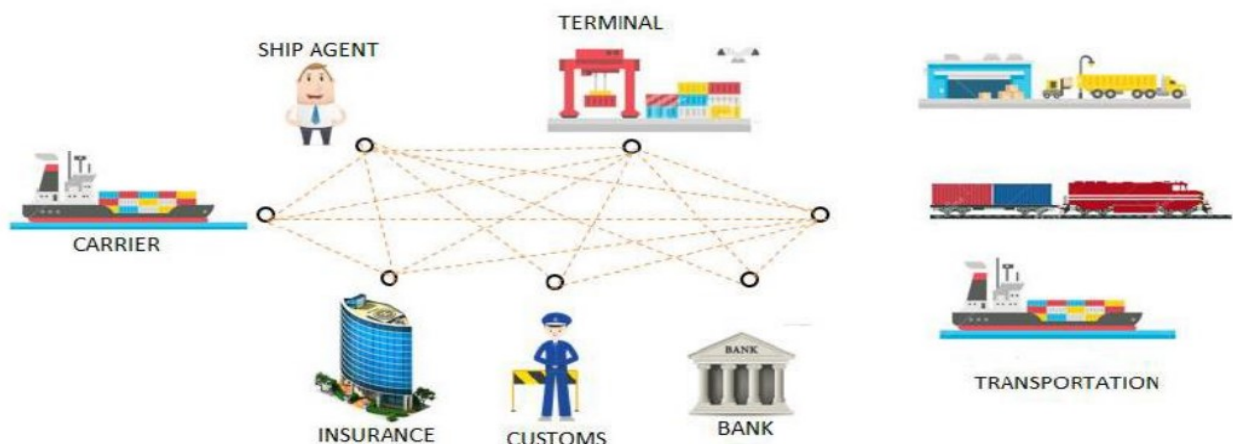
Στο **Σχήμα 7** δείχνει την τρέχουσα ροή πληροφοριών χωρίς την τεχνολογία blockchain όταν ένα εμπορικό πλοίο εισέρχεται στο λιμάνι με το φορτίο που είναι στο εμπορικό πλοίο. Το φορτίο το αναλαμβάνει ο πράκτορας του πλοίου και στέλνεται στο PCS (Port Community Systems). Το PCS αφήνει να γίνει η κατανομή των πληροφοριών μεταξύ των εμπλεκόμενων μελών στο δίκτυο. Με αυτό τον τρόπο γίνεται η διευκόλυνση της μεταφοράς των εμπορευματοκιβωτίων-φορτίων για όλη την διαδικασία. Τα βήματα της διαδικασίας δεν

συνδέονται όλα μεταξύ τους και καθώς ούτε τα εμπλεκόμενα μέρη δεν περιλαμβάνονται στο ίδιο δίκτυο.



Σχήμα 7: Τρέχουσα ροή πληροφοριών χωρίς την τεχνολογία blockchain (Weernink et al., 2017)

Στο **Σχήμα 8** δείχνει την ροή πληροφοριών με την τεχνολογία blockchain όταν ένα εμπορικό πλοίο εισέρχεται στο λιμάνι με το φορτίο που είναι στο εμπορικό πλοίο. Με την εφαρμογή αυτή της τεχνολογίας γίνεται πιο εύκολη η ανταλλαγή πληροφοριών των εμπλεκομένων. Η ανταλλαγή πληροφοριών των εμπλεκομένων γίνεται με την αποθήκευση των πληροφοριών σε ένα ψηφιακό μητρώο δηλαδή στο κοινό ledger που αυτό θα είναι προσβάσιμο και κοινόχρηστο σε πραγματικό χρόνο. Η διαδικασία γίνεται επιτυχής με την συμμετοχή όλων των μερών και συμπεριλαμβάνονται στο ίδιο δίκτυο όλα μεταξύ τους.



Σχήμα 8: Ροή πληροφοριών με τεχνολογία blockchain (Weernink et al., 2017)

5.2. Εφαρμογές blockchain σε λιμένες

Ένα λιμάνι έχει πολλούς ρόλους δηλαδή να είναι ενδιάμεσος ή τερματικός σταθμός, βάση για βιομηχανική ανάπτυξη, προστασία από φυσικά στοιχεία. Ακόμη μπορεί να είναι για επιβιβάσεις, αποβιβάσεις, αποθήκευση και τροφοδοσία. Τα λιμάνια μετατρέπονται σε συνδέσμους της μεταφορικής αλυσίδας που έχει παγκόσμιο προσανατολισμό.

Οι πολιτικές μεταρρυθμίσεις, η μοναδικότητα των φορτίων, η παγκοσμιοποίηση της παραγωγής και η αύξηση του εμπορίου βοήθησαν στον τρόπο οργάνωσης του λιμένα.

Η λειτουργία ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας και η κατανόηση του κόστους για να υπάρξει ένας σχεδιασμός σύστημα μεταφορών που να υπάρξει η προσφορά υπηρεσιών προστιθέμενης και μεγάλης αξίας. Έτσι θα επιζήσουν τα λιμάνια στο ανταγωνιστικό περιβάλλον.

Η εφαρμογή τεχνολογιών blockchain στο λιμενικό σύστημα είναι σημαντική και προκαλεί αποδόσεις ικανοποίησης. Τα λιμάνια που συμμετέχουν σε ένα δίκτυο blockchain έχουν μια ψηφιακή συνεργασία με τους πελάτες τους που αυτοί είναι εισαγωγείς, εξαγωγείς, ναυτιλιακές εταιρείες και κυβερνητικές υπηρεσίες.

Ο χώρος αποθήκευσης για τις πληροφορίες των φορτίων είναι στο ψηφιακό μητρώο που είναι ένα κοινό ledger και έχει πρόσβαση στα εμπλεκόμενα μέρη. Με αυτό τον τρόπο εξοικονομείται το κόστος, ο χρόνος των συναλλαγών και εξαλείφονται τα λάθη στην πληροφόρηση. Ακόμη, η λειτουργία του είναι διαφανές και έτσι υπάρχει μείωση στο double-spending και στις επιθεωρήσεις. Επίσης, υπάρχει μείωση χρόνου στην διαχείριση αποθεμάτων, φορτίων και στις διαδικασίες γραφειοκρατικών. Έτσι, η εφοδιαστική αλυσίδα είναι ορατή σε όλα τα στάδια και η πληροφόρηση είναι άμεση με αποτέλεσμα τα λιμάνια να έχουν συντονισμό και η λειτουργία τους να είναι αποδοτικότερη.

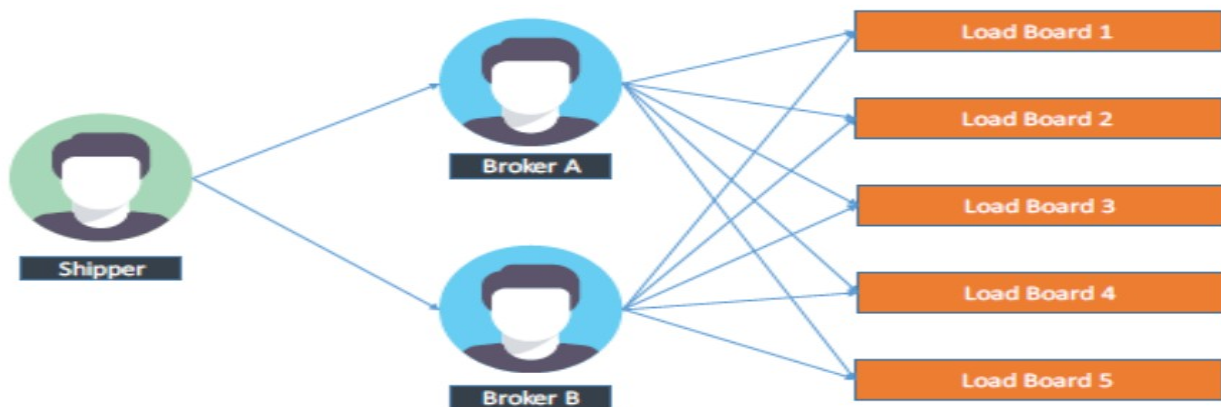
Κορυφαία λιμάνια εφαρμόζουν την τεχνολογία blockchain στις εταιρείες καθώς είναι χρήσιμες στις επιχειρηματικές δραστηριότητες. Για παράδειγμα το λιμάνι της Veracruz στο Μεξικό βελτιώνει την ασφάλεια των εμπορευματικών μεταφορών. Στην πλατφόρμα TradeLens υπάρχει συμμετοχή 50 λιμανιών για παράδειγμα του Ρότερνταμ, του Χόνγκ Κόνγκ, της Σιγκαπούρης και της Βαλένθιας.

5.3. Εφαρμογές blockchain στις μεταφορές

Έχει τη δυνατότητα της συμβολής στη δημιουργία αποκεντρωμένου, αξιόπιστου και ασφαλούς συστήματος μεταφορών (Yuan & Wong, 2016). Η παρακολούθηση της μεταφοράς των εμπορευμάτων είναι πολύ σημαντική. Η αυθεντικότητα των δεδομένων είναι απαραίτητη. Τα δεδομένα περνούν μέσα από διάφορα συστήματα που υπάρχουν πιθανότητες να τροποποιηθούν, να παρερμηνευτούν, να αλλοιωθούν. Αυτές οι πιθανότητες προκαλούν ανησυχίες σε μια παγκόσμια εφοδιαστική αλυσίδα. Όμως το blockchain συμβάλει στην επικύρωση των δεδομένων. Αφού όλα τα συστήματα συνδέονται σε έναν κόμβο και υπάρχει πρόσβαση σε αξιόπιστα δεδομένα έτσι η ενσωμάτωση των δεδομένων απλοποιείται και τα δεδομένα αποθηκεύονται με αποκεντρωμένο τρόπο. Έτσι, υπάρχει εμπιστοσύνη σε όλο το οικοσύστημα (Yuan & Wong, 2016).

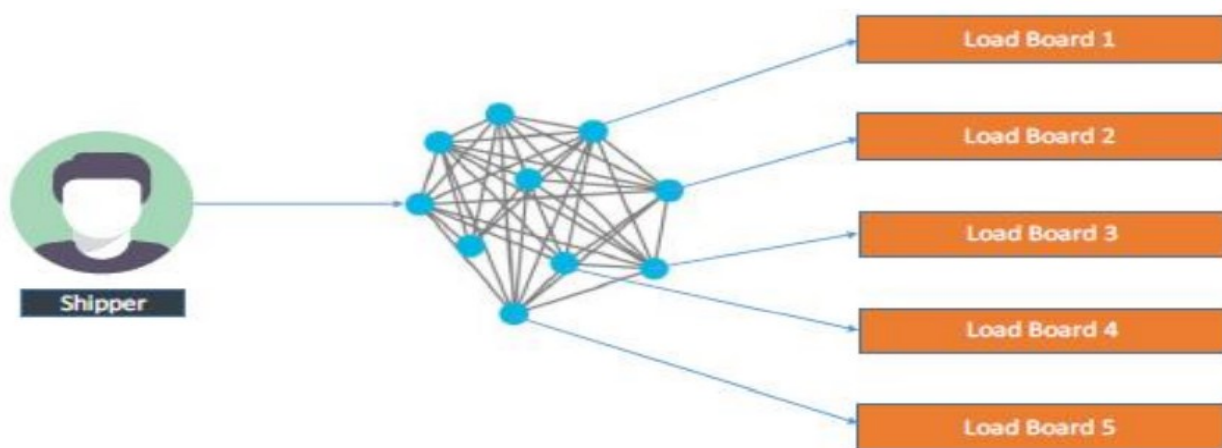
Η μεταφορά και η διαχείριση φορτίων αποτελεί μια διαδικασία περίπλοκη. Περιέχει την επικύρωση του ιστορικού κάθε μεταφορέα με σκοπό την επαλήθευση και την εξασφάλιση της ικανότητας του μεταφορέα ως προς τις υπηρεσίες που προσφέρει. Η τεχνολογία blockchain λύνει τα προβλήματα με την αποθήκευση, την επικύρωση των συναλλαγών και την κοινή χρήση των δεδομένων. Χρειάζεται να στηρίζονται σε ένα κοινό δίκτυο blockchain και δεν χρειάζεται να στηρίζονται στους εσωτερικούς πόρους. Είναι ένα δημόσιο βιβλίο που μπορούν οι άλλοι συμμετέχοντες να χρησιμοποιούν τα δεδομένα χωρίς κάποια χρέωση (Leonard, 2017).

Η αξιοπιστία των δεδομένων που συνοδεύουν το φορτίο προκαλεί μια ανησυχία. Στο **Σχήμα 9** δείχνει το πρόβλημα που ο μεταφορέας μεταφέρει τα στοιχεία του φορτίου του στους μεσολαβητές δηλαδή τον Broker A και τον Broker B που αυτοί μεταφέρουν αυτά τα στοιχεία στις λίστες προς μεταφορά. Σε αυτές τις λίστες τα δεδομένα που έχουν μεταφερθεί είναι αναξιόπιστα και πανομοιότυπα.



Σχήμα 9: Διαδικασία χωρίς την τεχνολογία blockchain (Leonard, 2017)

Στο **Σχήμα 10** δείχνει με την τεχνολογία blockchain την δυνατότητα μεταφοράς των δεδομένων που συνοδεύουν το φορτίο σε μια κοινή βάση δεδομένων που δεν υπάρχουν μεσάζοντες δηλαδή ο Broker A και ο Broker B. Όταν εισάγεται κάποιο δεδομένο στο δίκτυο με την χρονική σφραγίδα γίνεται έλεγχος από το ίδιο το σύστημα αν είδη υπάρχει το ίδιο δεδομένο. Όταν εισαχθεί στο σύστημα το ίδιο δεδομένο δύο φορές γίνεται αναγνώριση ως διπλότυπο στοιχείο και πηγαίνει ειδοποίηση στον μεταφορέα ότι υπάρχει σφάλμα. Έτσι, δεν θα υπάρχουν πανομοιότυπα και λανθασμένα δεδομένα στις ίδιες λίστες μεταφορών. Έχει συνεχή ενημέρωση σε κάθε λίστα μεταφορών (Winesota, 2018).



Σχήμα 10: Διαδικασία με την τεχνολογία blockchain (Leonard, 2017)

5.4. Εφαρμογές blockchain στα αεροδρόμια

Οι αεροπορικές εταιρείες από τις μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των αεροδρομίων και αναγκαίων ρυθμιστικών απαιτήσεων που υπάρχουν κάνουν τις δραστηριότητες και την λειτουργία τους πολύπλοκες. Οι φορείς κάνουν επίβλεψη και διασφάλιση της ασφάλεια. Οι φορείς μπορεί να είναι για παράδειγμα οι κυβερνητικοί νόμοι και η διεθνή ένωση αεροπορικών μεταφορών. Οι κρατήσεις γίνονται από διάφορες ταξιδιωτικές ιστοσελίδες μέσω του διαδικτύου. Έτσι, δημιουργείται μεγάλος όγκος δεδομένων αφού χρησιμοποιούν διαφορετικές βάσεις δεδομένων. Με αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος για κάθε εταιρεία. Ακόμη υπάρχουν αποστάσεις μεταξύ των αεροδρομίων και οι διασκέψεις που είναι αναγκαίες ανεβάζουν τα κόστη (Akmeemana, 2017).

Ένα πρόβλημα είναι η παραποίηση των αρχείων καταγραφής πτήσεων των πιλότων. Είναι αρκετοί αυτοί που έχουν βιογραφικό που δεν αντιπροσωπεύει την πραγματική τους εμπειρία με διάφορα ψευδή στοιχεία για παράδειγμα προστιθέμενες ώρες πτήσεων. Ακόμη

είναι η τροποποίηση και η στρέβλωση των δεδομένων κατά τη μεταφορά τους λόγω των συστημάτων που έχουν ρόλο στη λειτουργία αεροδρομίων δηλαδή από την εξυπηρέτηση πελατών ως την ανταλλαγή δεδομένων του πληρώματος. Επίσης, δεν υπάρχει εποπτεία και ασφάλεια των δεδομένων ή του φορτίου κατά την αερομεταφορά. Το blockchain είναι η τεχνολογία που εξαλείφει αυτά που αναφέρθηκαν αφού προσφέρει διαφάνεια, ασφάλεια και εύκολη διαχείριση των δεδομένων (Barkanova & Gertman, 2018).

Ένα άλλο πρόβλημα είναι τα προγράμματα συλλογής πόντων. Τα συστήματα συλλογής πόντων με τα ταξίδια που ταξιδεύει κάποιος, ανταμείβουν τον πελάτη ο οποίος ταξίδεψε με πόντους. Αυτοί οι πόντοι μπορούν να εξαργυρωθούν με κάποιες συνεργαζόμενες εταιρείες των αεροπορικών ταξιδιών. Αυτές οι συνεργαζόμενες εταιρείες μπορεί να λειναι εστιατόρια, ξενοδοχεία, ενοικιαζόμενα αυτοκίνητα και άλλα. Οι πόντοι αυτοί χάνονται λόγω λανθασμένων δεδομένων ή λόγω ημερομηνίας. Με το blockchain υπάρχει μια κοινή βάση δεδομένων για όλα τα συστήματα συλλογής πόντων. Έτσι, γίνεται η μεταφορά των πόντων πιο απλή, πιο ασφαλή και πιο γρηγορότερη (Grass, 2018).

Ένα θέμα είναι η βελτίωση της παρακολούθησης των αποσκευών. Η διαχείριση της μεταφορά μιας αποσκευής από το ένα αεροδρόμιο σε ένα άλλο αεροδρόμιο την αναλαμβάνουν αρκετοί φορείς των μεταφορέων δηλαδή των αεροπλάνων, των αεροδρομίων και της εξυπηρέτησης για ένα ταξίδι που έχει πάνω από ένα προορισμό. Στην κοινή βάση δεδομένων του blockchain έχουν όλοι οι φορείς για την αυτόματη σύνδεση κάθε αποσκευής. Έτσι, θα είχε όλα τα δεδομένα των αποσκευών με αποτέλεσμα να είναι πιο ευκολη η παρακολούθηση των αποσκευών (Grass, 2018).

Ένα άλλο θέμα είναι η βελτίωση των διακανονισμών σε μια ταξιδιωτική εφοδιαστική αλυσίδα. Οι διαδικασίες διακανονισμών βασίζονται σε τομείς της βιομηχανίας και στη συνεργασία. Στις διαδικασίες διακανονισμών υπάρχουν μεσάζοντες που με αυτό τον τρόπο οι διαδικασίες γίνονται πολύπλοκες. Στο blockchain με τα έξυπνα συμβόλαια αυτοματοποιεί τους διακανονισμούς και εξαλείφει τους μεσάζοντες. Έτσι, οι διαδικασίες θα είναι πιο γρήγορες με μειωμένα κόστη (Grass, 2018).

Ένα σημαντικό θέμα είναι η βελτίωση της διαχείρισης της ταυτότητας του πελάτη. Τα καταστήματα εντός του αεροδρομίου, την κάρτα επιβίβασης, την κράτηση, την αλλαγή μιας κράτησης και την ασφάλεια χρειάζεται την ταυτότητα του ταξιδιώτη. Στην κοινή βάση δεδομένων του blockchain οι ταξιδιώτες μοιράζονται και αποθηκεύονται τα στοιχεία τους. Έτσι, δεν χρειάζονται οι ταξιδιώτες να έχουν ταυτότητές και διαβατήρια. Με αποτέλεσμα να είναι αξιόπιστος και ιδανικός ο τρόπος που αντιμετωπίζουν οι ταξιδιώτες κατά την διάρκεια του ταξιδιού τους (Grass, 2018).

Στο **Σχήμα 11** δείχνει με βάση την τεχνολογία blockchain, όλες τις λειτουργίες και τις διεργασίες που έχουν μια πολύ καλή σχέση μεταξύ τους, εξαλείφοντας τους μεσάζοντες.



Σχήμα 11: Λειτουργία των αεροπορικών εταιρειών με blockchain (Akheemana, 2017)

6. Τεχνικό κομμάτι

6.1. Solidity

Η Solidity είναι γλώσσα προγραμματισμού για το δημόσιο δίκτυο blockchain του Ethereum για εφαρμογές στα smart contracts, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται και η Java. Βασίζεται σε JavaScript, Python και C++ και υποστηρίζει πολλές βιβλιοθήκες. Η Solidity προσφέρει καλύτερη απόδοση των smart contracts από τις υπόλοιπες γλώσσες προγραμματισμού που είναι η JavaScript και η Golang που χρησιμοποιούνται στο ιδιωτικό δίκτυο του Hyperledger.

Οι τύποι δεδομένων της γλώσσας προγραμματισμού Solidity:

1) String

Το δυναμικό μέγεθος πίνακα με UTF-8 κωδικοποίηση.

2) Booleans

Γράφεται με την λέξη bool και οι δυνατές τιμές είναι True ή False.

3) Integers

Γράφεται με την λέξη int ή uint και είναι αντίστοιχα για int8-int256 ή uint8-uint256. Είναι προσημασμένοι και μη προσημασμένοι ακέραιοι διαφόρων μεγεθών.

4) Address

Είναι τιμή μεγέθους 20-byte. Το “myAddress.balance” δείχνει το υπόλοιπο του ποσού του λογαριασμού που αντιστοιχείται στην διεύθυνση. Το “myAddress.send(10)” στέλνει το ποσό του λογαριασμού που αντιστοιχείται στην διεύθυνση.

5) Σταθερού μεγέθους πίνακας bytes

Η ονομασία byte χρησιμοποιείται byte1, byte2,...byte32. Όταν η ονομασία του πίνακα είναι z με n στοιχεία, τότε x[i] επιστρέφει το i-στο στοιχείο του πίνακα (i<n). Το array.length επιστρέφει το σταθερό μέγεθος του πίνακα.

Η γλώσσα προγραμματισμού Solidity υποστηρίζει τα events:

Αποτελούν μια βολική διεπαφή για τις λειτουργίες γεγονότων του Ethereum Virtual Machine (EVM). Όταν καλείται ένα event με τις μεταβλητές, οι τιμές των μεταβλητών αποθηκεύονται στο αρχείο καταγραφής του transaction. Τα αρχεία καταγραφής είναι μια ειδική δομή δεδομένων που ονομάζονται logs και σχετίζονται με τη διεύθυνση Contract. Τα αρχεία καταγραφής παραμένουν διαθέσιμα αφού το block είναι στο blockchain.

6.2. Παράδειγμα εφαρμογής εφοδιαστικής αλυσίδας των εξαρτημάτων ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή

6.2.1. Κώδικας εφαρμογής σε Solidity

```
1 pragma solidity 0.8.0;
2 contract Computer_Hardware
3
4 {
5     address public boss;
6
7     constructor() public
8     {
9         boss = msg.sender;
10    }
11
12    modifier onlyBoss()
13    {
14        transfer(msg.sender == boss);
15    }
16
17    modifier onlyBy(address newAccount)
18    {
19        transfer(msg.sender == boss);
20        transfer(msg.sender == newAccount);
21    }
22 }
23
24 contract Processor is Computer_Hardware
25 {
26     //Address
27     address public seller;
28     address public carrier;
29     address public tester;
```



```

30
31 //Uint
32 uint public blockNumber;
33 uint public quantity;
34 uint public startTransfer;
35 uint public endTransfer;
36
37 //1-Byte Variables
38 byte public CropID;
39 int8 public temperature;
40 bool public certified;
41
42 //Events
43 event RequireTransfer(byte32 newCropID, uint newQuantity, uint time);
44 event SetSellerLog(string log, uint time);
45 event SetCarrierLog(string log, uint time);
46 event SetTesterLog(string log, uint time);
47
48 constructor(byte newCrop) public
49 {
50     seller = msg.sender;
51     CropID = newCrop;
52     blockNumber = block.number;
53 }
54
55 //Set
56 function setSellerLog(string newLog) public onlyBy(seller)
57 {
58     emit SetSellerLog(newLog, now);
59 }
60
61 function setQuantity(uint newQuantity) public onlyBy(seller)
62 {
63     quantity = newQuantity;
64 }
65
66 function requireTransfer(uint newTime) public onlyBy(seller)
67 {
68     emit RequireTransfer(CropID, quantity, newTime);
69 }
70
71 function setCarrierLog(string newLog) public onlyBy(carrier)
72 {
73     emit SetCarrierLog(newLog, now);
74 }
75
76 function setTemperature(int8 newTemperature) public onlyBy(carrier)
77 {
78     temperature = newTemperature;
79 }

```

```

80
81     function setTesterLog(string newLog) public onlyBy(tester)
82     {
83         emit SetTesterLog(newLog, now);
84     }
85
86     function setCertified(bool newCertified) public onlyBy(tester)
87     {
88         certified = newCertified;
89     }
90
91     function transferToCarrier(address newAccount) public onlyBy(seller)
92     {
93         boss = newAccount;
94         carrier = newAccount;
95         start = now;
96     }
97
98     function transferToTester(address newAccount) public onlyBy(carrier)
99     {
100        boss = newAccount;
101        tester = newAccount;
102        end = now;
103    }
104 }

```

6.2.2. Διεπαφή εφαρμογής

Οι μελλοντικοί χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με την εφαρμογή το Smart Contract από το JSRE console του geth. Οι διεπαφές είναι γραμμένες στις γλώσσες προγραμματισμού HTML και JavaScript. Οι χρήστες χρησιμοποιούν την βιβλιοθήκη web3.js για την αλληλεπίδραση με το node που τρέχει στον υπολογιστή. Το node θα πρέπει να έχει ενεργοποιημένο το RPC interface. Μετά, ο χρήστης ξεκινάει το node με το API που είναι μία εντολή. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να έχει αλληλεπίδραση με την εφαρμογή από τις διεπαφές.

Η εφαρμογή αποτελείται από τρεις οντότητες που είναι ο πελάτης, ο μεταφορέας και ο ελεγκτής. Σκοπός της εφαρμογής είναι όταν υπάρξει βλάβη σ' ένα εξάρτημα στον ηλεκτρονικό υπολογιστή για παράδειγμα ο επεξεργαστής θα πρέπει ο πωλητής αφού το εντοπίσει το πρόβλημα να το δώσει στον μεταφορέα. Μετά, ο μεταφορέας θα το δώσει στον ελεγκτή για επισκευή. Αφού ο ελεγκτής το επισκευάσει, θα το πιστοποιήσει ότι είναι έτοιμο. Για τις οντότητες έχουν αναπτυχθεί διεπαφές. Μία διεπαφή είναι ο πωλητής για την δημιουργία του smart contract και οι τρεις διεπαφές που αλληλεπιδρούν με το smart contract είναι ο πωλητής, ο μεταφορέας και ο ελεγκτής.

6.2.2.1. Deploy Smart Contract

Η λειτουργικότητα στο **Σχήμα 12** είναι πως ο πωλητής θα κάνει deploy για να ανέβει το smart contract στο blockchain. Επικοινωνεί με το node που τρέχει και ανεβάζει το smart contract στο blockchain. Ο πωλητής πρέπει να εισάγει την τιμή της μεταβλητής το CropID που μπορεί να είναι ο επεξεργαστής και να πατήσει το κουμπί. Στο τέλος θα εμφανιστεί στον αγρότη η διεύθυνση του smart contract αφού, το smart contract ανέβει στο blockchain.



Σχήμα 12: Διεπαφή εφαρμογής ID εξαρτήματος για δημιουργία έξυπνου συμβολαίου

6.2.2.2. Αλληλεπίδραση Smart Contract

Η λειτουργικότητα στο **Σχήμα 13** είναι πως ο πωλητής πρέπει να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο την διεύθυνση από την εμφάνιση της προηγούμενης και να πατηθεί το κουμπί.



Σχήμα 13: Διεπαφή εφαρμογής διεύθυνσης έξυπνου συμβολαίου

Η λειτουργικότητα στο **Σχήμα 14** είναι η εμφάνιση των πληροφοριών. Οι πληροφορίες περιλαμβάνονται από βασικά στοιχεία για την διεύθυνση συμβολαίου, την διεύθυνση αφεντικού και ο αριθμός μπλοκ. Τα στοιχεία του πωλητή αποτελούνται από την διεύθυνση πωλητή, το αναγνωριστικό περικοπής, την ποσότητα, αν θα γίνει η μεταφορά και αν θα γίνει η μεταφορά αναγράφει την ημερομηνία μεταφοράς. Τα στοιχεία του μεταφορέα είναι η διεύθυνση μεταφορέα, η θερμοκρασία φορτηγού, η ώρα έναρξης μεταφοράς και η ώρα τέλους μεταφοράς. Τα στοιχεία του ελεγκτή είναι η διεύθυνση ελεγκτή και αν θα είναι πιστοποιημένο το εξάρτημα του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Information

Basically

Contract's address:

Boss's address:

Block number:

Seller

Seller's address

Crop ID:

Quantity:

Transfer?

Date transfer:

Carrier

Carrier's address:

Van's temperature:

Time to start transfer:

Time to end transfer:

Tester

Tester's address:

Certified?

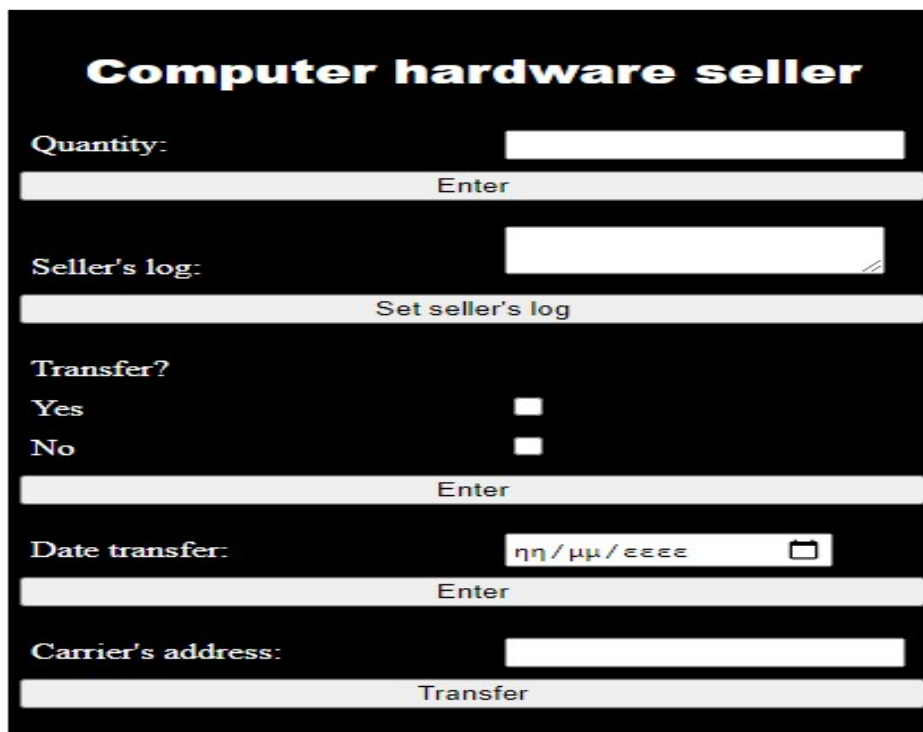
Σχήμα 14: Διεπαφή εφαρμογής πληροφοριών

Η λειτουργικότητα στο **Σχήμα 15** είναι η εμφάνιση του ιστορικού πληροφοριών των logs. Δηλαδή, όταν πατηθεί το κουμπί εμφανίζεται το ιστορικό πληροφοριών των logs πιο συγκεκριμένα εμφανίζονται οι ειδικές δομές δεδομένων.

Σχήμα 15: Διεπαφή ιστορικού logs

Οι τρεις διεπαφές αποτελούνται από τρία κοινά μέρη και διαφοροποιούνται σε ένα μέρος της διεπαφής που ο κάθε χρήστης καλεί τις συναρτήσεις που θέλει και τον αφορούν. Δηλαδή, στο **Σχήμα 13** υπάρχει ένα πεδίο που ο χρήστης εισάγει τη διεύθυνση του smart contact, στο **Σχήμα 14** υπάρχει ένα μέρος που εμφανίζονται όλα τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στο smart contract. Και στο **Σχήμα 15** υπάρχει ένα μέρος που εμφανίζονται όλα τα logs από τα events των συναρτήσεων.

Η λειτουργικότητα στο **Σχήμα 16** είναι πως ο πωλητής πρέπει να αναγράψει την ποσότητα των εξαρτημάτων και να πατηθεί το κουμπί. Μετά πρέπει να γράψει την ειδική δομή των δεδομένων και να πατηθεί το κουμπί. Ακολουθεί αν πρέπει να πατηθεί το κουμπί αν γίνει η μεταφορά και αν γίνει η μεταφορά πρέπει να αναγράψει την ημερομηνία της μεταφοράς και να πατηθεί το κουμπί. Τέλος, πρέπει να αναγράψει την διεύθυνση μεταφορέα και να πατηθεί το κουμπί.



The image shows a terminal window with a black background and white text. The title is "Computer hardware seller". The prompts and user input are as follows:

- Quantity: [input field]
- Enter
- Seller's log: [input field]
- Set seller's log
- Transfer?
- Yes
- No
- Enter
- Date transfer: ηη/μμ/εεεε
- Enter
- Carrier's address: [input field]
- Transfer

Σχήμα 16: Διεπαφή εφαρμογής πωλητή εξαρτημάτων υπολογιστών

Η λειτουργικότητα στο **Σχήμα 17** είναι πως ο μεταφορέας πρέπει να αναγράψει την θερμοκρασία φορτηγού. Ύστερα πρέπει να γράψει την ειδική δομή των δεδομένων και να πατηθεί το κουμπί. Ακολουθεί η αναγραφή της ώρας της εκκίνησης της μεταφοράς και η ώρα του τέλους της μεταφοράς και να πατηθούν τα κουμπιά για τις δύο διαφορετικές ώρες. Τέλος, πρέπει να αναγράψει την διεύθυνση ελεγκτή και να πατηθεί το κουμπί.

Computer hardware carrier

Temperature:

Enter

Carrier's log:

Set seller's log

Time to start transfer:

Enter

Time to end transfer:

Enter

Tester's address:

Transfer

Σχήμα 17: Διεπαφή εφαρμογής μεταφορέα εξαρτημάτων υπολογιστών

Η λειτουργικότητα στο **Σχήμα 18** είναι πως ο ελεγκτής πρέπει να αναγράψει την ειδική δομή των δεδομένων και να πατηθεί το κουμπί. Τέλος, ακολουθεί αν πρέπει να πατηθεί το κουμπί αν είναι πιστοποιημένο το εξάρτημα του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Computer hardware tester

Tester's log:

Set seller's log

Certified?

Yes

No

Enter

Σχήμα 18: Διεπαφή εφαρμογής ελεγκτή εξαρτημάτων υπολογιστών

7. Μελέτες περίπτωσης

7.1. 300Cubits

Η εταιρεία 300Cubits εδρεύει στην Κίνα. Είναι μια συμβουλευτική εταιρεία παροχής υπηρεσιών. Στοχεύοντας στην εξάλειψη των προβλημάτων της ναυτιλιακής βιομηχανίας (300Cubits, 2017).

Οι βιομηχανίες εμπορευματοκιβωτίων όσο αφορά τις επενδύσεις και τα οικονομικά βρίσκονται σε δύσκολη θέση λόγω των νομικών πλαισίων και των αναδιαρθρώσεων. Η ανικανότητα εκτέλεσης των συμφωνηθέντων όρων εντός των συμφωνιών και των συμβάσεων αλληλεπιδρούν μεταξύ των εταιρειών που έχουν σχέση με τα εμπορευματοκιβώτια λόγω των καιρικών συνθηκών. Ακόμα, πρέπει να γίνεται η αποφυγή της υπερπληρότητας θέσεων για τα εμπορευματοκιβώτια. Επίσης, πρέπει να γίνεται η αποφυγή της προπλήρωσης θέσεων στο φορτηγό πλοίο χωρίς τη μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων (300Cubits, 2017).

Αυτή η εταιρεία δημιούργησε μια εφαρμογή που είναι βασισμένη στο blockchain της Ethereum που χρησιμοποιεί τα έξυπνα συμβόλαια. Αλληλεπιδρά ανάμεσα σε τρεις οντότητες τον πελάτη Α που μπορεί να είναι ένα φορτηγό πλοίο, τον πελάτη Β που μπορεί ο πελάτης να έχει κάνει κράτηση για ένα εμπορευματοκιβώτιο και τον εγγυητή με το όνομα "Terminal EDI". Για την δημιουργία μιας συμφωνίας μεταξύ των πελατών Α και Β που πρέπει και οι δύο πλευρές να δώσουν ως εγγύηση ένα συγκεκριμένο ποσό κρυπτονομίσματος "TEU token" στον εγγυητή. Τα κρυπτονομίσματα επιστρέφονται στον προκάτοχο τους, αφού εκπληρωθεί η μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων. Ένας από τους δύο πελάτες της συμφωνίας δεν εκπληρώσει κάποιο τίμημα της σύμβασης για οποιονδήποτε λόγο τότε ο άλλος πελάτης λαμβάνει και τα δύο πόσα (300Cubits, 2018).

7.2. Kouvola Innovation

Η εταιρεία Kouvola Innovation εδρεύει στην πόλη Κούβολα της Φιλανδίας. Είναι μια εταιρεία Logistics που είναι η πιο μεγάλη εταιρεία της χώρας (Lammi, 2017).

Υπάρχει αναποτελεσματική μεταφορά των δεδομένων και των πληροφοριών με την κυκλοφορία των φορτίων και υποδομή επικοινωνίας της αλυσίδας εφοδιασμού και της βιομηχανίας της εφοδιαστικής. Με αποτέλεσμα τα δεδομένα και οι πληροφορίες που μεταφέρονται να είναι ανακριβής, να καθυστερούν και ο παραλήπτης να μην μπορεί να αναγνωρίσει ή να μην μπορεί να λαμβάνει όλα τα δεδομένα και όλες τις πληροφορίες (Verhoeven et al., 2018).

Παρουσιάστηκε μια λύση βασισμένη στο blockchain με μια κοινή βάση δεδομένων στην οποία θα αποθηκεύονται όλα τα δεδομένα και όλες οι πληροφορίες στην κυκλοφορία των φορτίων που μεταφέρονται για να υπάρχει μια ευκολία κοινής χρήσης σε πραγματικό χρόνο (Verhoeven et al., 2018).

Οι μελέτες για την λύση αυτή χωρίζονται σε τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι η πειραματική μέθοδος με εταιρείες εφοδιαστικής με την συνεργασία, την ανατροφοδότηση, την άμεση επαφή και την συνεχή υποστήριξη με τις πραγματικές εταιρείες που θα έχουν συμμετοχή σε αυτή την λύση. Το δεύτερο στάδιο είναι η λειτουργία της εφαρμογής για τη δημιουργία, τον τρόπο λειτουργίας και την ανάλυση δεδομένων. Το τρίτο στάδιο είναι η ανάπτυξη και η υλοποίηση της εφαρμογής για την ανάπτυξη του λογισμικού, την συλλογή και την παραγωγή των σχετικών δεδομένων και πληροφοριών (Lammi, 2017).

7.3. Bext360

Η εταιρεία Bext360 εδρεύει στο Ντένβερ του Κολοράντο. Είναι μια εταιρεία παροχής υπηρεσιών μέσω λογισμικού. Κάνει εστίαση σε εφοδιαστικές αλυσίδες οι οποίες έχουν προβλήματα ιχνηλασιμότητας. Στοχεύοντας την εξάλειψη προβλημάτων διαφόρων βιομηχανιών για παράδειγμα καφές, φουνικέλαιο και μέταλλα (Bext360, 2018).

Το πρόβλημα είναι η έλλειψη αξιοπιστίας στην εφοδιαστική αλυσίδα της βιομηχανίας καφέ. Ακόμα, οι μισθοί των αγροτών που συλλέγουν τους κόκκους είναι χαμηλοί, οι πληρωμές καθυστερούν ή δεν υπάρχουν πληρωμές για τους κόκκους που συλλέγουν. Επιπλέον, υπάρχουν διαμεσολαβητές και οι μεταπωλητές παίρνουν μεγαλύτερο μερίδιο που αυτό που τους αρμόζει έτσι, εξαπατούν τους αγρότες του καφέ. Επίσης, για τους καταναλωτές προσφέρεται ελάχιστη μέχρι καθόλου πληροφορία σχετικά με το προϊόν καθώς και οι πληροφορίες που υπάρχουν είναι αναξιόπιστες (Kolodny, 2017).

Γίνεται ανάπτυξη μιας ροής πληροφοριών που υπάρχει γνώση για αυτές τις πληροφορίες που υποστηρίζεται από την τεχνολογία blockchain με τη βοήθεια ρομποτικών αυτοματισμών όπως στην **Εικόνα 6**, γίνεται σωστή επιλογή για κάθε γκάμα καφέ αναθέτοντας αντικειμενικότερες και σωστότερες τιμές. Το blockchain δεσμεύει τις πληροφορίες στη κοινή βάση δεδομένων που αντλούνται από τα ρομποτικά συστήματα, προσφέροντας πρόσβαση, ασφάλεια και ιχνηλασιμότητα σε πραγματικό χρόνο από τη συλλογή καφέ μέχρι τον καταναλωτή. Έτσι υπάρχει γνώση για τις πληροφορίες σχετικά του καφέ (Verhoeven et al., 2018).



Εικόνα 6: Ρομποτικό μηχάνημα κατηγοριοποίησης του καφέ (Bext360, 2018)

Οι αγρότες πληρώνονται με βάση την κατηγοριοποίηση A, B και C που είναι ένας τρόπος φιλτραρίσματος των κόκκων καφέ. Οι αγρότες της κατηγορίας A πληρώνονται περισσότερο από την κατηγορία B και η κατηγορία B πληρώνονται περισσότερο από την κατηγορία C. Η κατηγοριοποίηση και η καταχώρηση των πληροφοριών γίνονται στην βάση δεδομένων. Έτσι, οι αγρότες πληρώνονται στην ώρα τους και λαμβάνουν τον σωστό μισθό με ψηφιακά νομίσματα (Bext360, 2018).

7.4. De Beers

Η εταιρεία De Beers εδρεύει στο Λονδίνο. Ο όμιλος εταιρειών ασχολείται με την εξόρυξη, την επεξεργασία, την εμπορία και την πώληση διαμαντιών. Είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός διαμαντιών του κόσμου.

Η εξόρυξη ενός διαμαντιού περνάει από πολλά χέρια μέχρι να φτάσει στον τελικό πελάτη, με αποτέλεσμα να μπορεί να έχει αμφιβολίες ένας πελάτης με την γνησιότητα του και την αξία του. Υπάρχουν διαμάντια που έχουν εξορυχτεί από περιοχές που έχουν διαταραχές και έτσι τα διαμάντια έχουν διαπραγματευτικό ρόλο.

Προχώρησε στην δημιουργία μιας πλατφόρμας που είναι βασισμένη στην τεχνολογία blockchain και ονομάζεται Tracr. Με την εξόρυξη του διαμαντιού δημιουργήθηκε μια ψηφιακή αξία που έχει σύνδεση με το φυσικό διαμάντι. Η ψηφιακή αξία και το φυσικό διαμάντι

μεταφέρονται στο επόμενο στάδιο της αλυσίδας αξίας. Είναι καταχωρημένα όλα τα στοιχεία και γίνεται ανανέωση καθώς περνάνε από το ένα στάδιο στο άλλο στάδιο δηλαδή, από τον παραγωγό στον λιανοπωλητή και τέλος στον τελικό πελάτη. Η πλατφόρμα στηρίζεται σε δύο σημεία ελέγχου. Το πρώτο είναι η μετατροπή του διαμαντιού από τραχύ σε λείο και γυαλιστερό και δεύτερο είναι η αλλαγή της κυριότητας. Έτσι, υπάρχει ιχνηλασιμότητα, αυθεντικότητα ενός αληθινού διαμαντιού. Ακόμη, πιστοποιείται η γνησιότητα του, η προέλευση του, η αξία του και η “καθαρότητα” του. Επιπλέον, υπάρχει έλεγχος ποιότητας και εξακρίβωση αν ένα διαμάντι είναι “ματωμένο” δηλαδή αν έχουν εξορυχτεί από περιοχές που έχουν διαταραχές.

7.5. UPS & HerdX

Η UPS (United Parcel Service) εδρεύει στο Σιάτλ Ουάσινγκτον και είναι η μεγαλύτερη εταιρεία παράδοσης δεμάτων αγαθών, εμπορευμάτων και προσφέρει υπηρεσίες σχετικές με την εφοδιαστική αλυσίδα, το διεθνές εμπόριο και τα χρηματοοικονομικά.

Η HerdX εδρεύει στην Boerne στην Αμερική και είναι μια τεχνολογική εταιρεία που παράγει ψηφιακά εργαλεία που ελέγχουν την υγεία των ζώων και δημιουργούν μια ψηφιακή ταυτότητα για το κάθε ένα ζώο.

Ο πελάτης ζητά να ξέρει όλα τα στάδια που ακολούθησε το προϊόν που έχει αγοράσει για να καταναλώσει. Το προϊόν είναι το μοσχαρίσιο κρέας ώστε να καθορίσει αν υπάρχει διατήρηση του κρέατος και τήρηση των κανόνων υγιεινής. Επίσης, το μοσχαρίσιο κρέας για να φτάσει από το παραγωγό μέχρι τον καταναλωτή περνά από πολλά στάδια και πολύ πιθανόν να μην είναι ποιοτικό.

Εφάρμοσαν την τεχνολογία blockchain η UPS με συνεργασία την HerdX ώστε να παρακολουθείται όλο το ταξίδι του μοσχαριού κρέας αναλλοίωτο για να μείνει αναλλοίωτη η ποιότητα του κρέατος. Στο δέμα υπάρχουν αισθητήρες που τοποθετείτε το κρέας για να ελέγχουν την θερμοκρασία. Οι έλεγχοι γίνονται από την UPS. Τα εστιατόρια γράφουν στο μενού τους QR codes που οι πελάτες έχουν την ευχέρεια να σκανάρουν και να πληροφορηθούν από την εφοδιαστική αλυσίδα που ακολούθησε το μοσχαρίσιο κρέας. Με αυτό τον τρόπο υπάρχει ιχνηλασιμότητα.

7.6. Amazon

Η Amazon εδρεύει στο Σιάτλ Ουάσινγκτον και είναι ένας τεράστιος διαδικτυακός λιανοπωλητής, ο μεγαλύτερος διαδικτυακός έμπορος ηλεκτρονικού εμπορίου. Επιτρέπει σε ιδιώτες και επιχειρήσεις να προβάλλουν και να πουλούν προϊόντα προς πώληση σε απευθείας σύνδεση. Το Amazon Kindle είναι ένα από τα πιο γνωστά προϊόντα και το κατάστημα εφαρμογών Amazon είναι εξίσου γνωστό. Προσφέρει λύσεις υποδομής και λογισμικού για επιχειρήσεις και ιδιώτες. Συμμετέχει στην αγορά cloud computing και στην αγορά βίντεο συνεχούς ροής. Μπήκε και σε τραπεζικές συναλλαγές.

Η απώλεια τεμαχίων ή αλλαγή θέσης τεμαχίων σ' ένα κέντρο logistics της Amazon που οι εγκαταστάσεις είναι τεράστιες όπως στην **Εικόνα 7** και επίσης είναι βασικό να ξέρουμε που στην αποθήκη και σε τι ποσότητα είναι κάθε εμπόρευμα. Για να παραδοθεί ένα αγαθό στον τελικό πελάτη γίνεται αλλάζει αποθήκη και περνά από μεταφορώσεις που αναδεικνύει την διαχείριση τους πρόκληση και κρίσιμη (Amazon, 2019).



Εικόνα 7: Αποθήκη της Amazon

Η Amazon θέτει σε λειτουργία την υπηρεσία Amazon Managed Blockchain που είναι μια εφαρμογή που αφορά την σύνδεση ενός δικτύου εφοδιαστικής αλυσίδας που εμφανίζεται στο διανεμημένο καθολικό. Ένα αγαθό ξεκινά από την πρώτη ύλη που περνά από γεωγραφικές περιοχές μέχρι να καταλήξει στο στάδιο της μεταποίησης κάτω από κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες μετά στον λιανοπωλητή και τέλος στον τελικό πελάτη. Οι συναλλαγές συνοδεύονται από την ώρα και την ημερομηνία έτσι θα εξαλειφτούν οι καθυστερήσεις των αγαθών. Οι συνεργαζόμενες εταιρείες θα έχουν την ευχέρεια να μοιραστούν με το πελάτη του πληροφορίες με τις ηθικές πρακτικές και την προέλευση που έχουν ακολουθήσει στην

εφοδιαστική αλυσίδα. Με αυτή την διαδικασία διατηρείται η αυθεντικότητα του αγαθού αναλλοίωτη και η ιχνηλασιμότητα. Με την ιχνηλασιμότητα ξέρουμε ποιος είναι υπεύθυνος για το αγαθό και επιπλέον ξέρουμε την προηγούμενη και την παρούσα τοποθεσία ενός αγαθού.

Η Amazon θέτει σε λειτουργία την υπηρεσία Amazon Managed Blockchain που είναι μια άλλη εφαρμογή η παροχή εγγυητικής αποστολής. Με την τεχνολογία blockchain τα εμπλεκόμενα μέρη έχουν πρόσβαση στην εγγυητική αποστολή σε πραγματικό χρόνο και καθώς γίνεται ενημέρωση και για τις αλλαγές. Η εγγυητική επιστολή βεβαιώνει ότι ο πωλητής θα πληρωθεί αφού πληρούνται οι προϋποθέσεις που έχουν συμφωνηθεί. Η εγγυητική επιστολή δίνει μια απλοποίηση των διαδικασιών που ένα μόνο έγγραφο πρέπει να γίνει η ανταλλαγή μεταξύ των εμπλεκόμενων. Ουσιαστικά είναι ένα έξυπνο συμβόλαιο που μειώνει το χρόνο ολοκλήρωσης των διαδικασιών από μέρες σε ώρες.

10. Ερωτηματολόγιο

11.1. Μεθοδολογία ερωτηματολογίου

Η συγκέντρωση δεδομένων του ερωτηματολογίου έγινε από το Google Forms . Η συμμετοχή του δείγματος στην έρευνα ήταν εθελοντική και ανώνυμη. Τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν από 16 άτομα δηλαδή, 10 αγόρια και 6 κορίτσια που προέρχονται από παρόμοιο κοινό δηλαδή, από άτομα που τελείωσαν πληροφορική, σε διάστημα ηλικίας 20-30 χρόνων και ασχολήθηκαν με την τεχνολογία blockchain σε εταιρείες που έχουν σχέση με την εφοδιαστική αλυσίδα.

Οι 3 κατηγορίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι η καταλληλότητας blockchain στην εταιρεία, οι προσδοκίες γνώσης blockchain και η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης blockchain. Υπάρχουν 12 ερωτήσεις που αντιστοιχούν 4 ερωτήσεις σε κάθε κατηγορία. Χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις διαβαθμισμένης κλίμακας με τη χρήση της πενταβάθμιας κλίμακας Likert, σύμφωνα με την οποία η χαμηλότερη βαθμολογία είναι 1 που αντιστοιχεί στην απάντηση «Διαφωνώ» και η μεγαλύτερη βαθμολογία είναι 5 που αντιστοιχεί στην απάντηση «Συμφωνώ».

Με την χρήση δεδομένων κατηγοριών και δομημένων ερωτημάτων και την κλίμακα Likert ικανοποιεί 4 παράγοντες. Αρχικά, υπάρχει πιστότητα επειδή, το υλικό μπορεί να ταξινομηθεί με το ίδιο τρόπο και από άλλους αναλυτές, Επιπλέον, υπάρχει αντικειμενικότητα και ποιότητα γιατί, έχει μια σύμβαση από συγκεκριμένα στάδια αντίληψης 1 έως 5 από την κλίμακα Likert. Επίσης, υπάρχει παραγωγικότητα δηλαδή, την ικανότητα των δεδομένων να παράγουν συμπεράσματα και να απαντήσουν σε υποθέσεις.

Το δείγμα είναι μικρό προκειμένου να μην κουράζει τους συμμετέχοντες και καθώς είναι σύντομο προκειμένου τα στοιχεία να είναι πιο αξιοποιήσιμα και πιο συγκρίσιμα για ανάλυση.

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με την χρήση του SPSS. Για την ανάλυση δεδομένων παρουσιάζονται με τη μορφή ιστογραμμάτων. Η περιγραφική στατιστική ανάλυση περιλαμβάνει μεθόδους από κάποια μέτρα που έχουν συσχέτιση με την οργάνωση και την παρουσίαση συγκρίσιμων δεδομένων. Τα μέτρα της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης που χρησιμοποιούνται για αυτό το δείγμα είναι ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση που υπολογίστηκαν σε κάθε ερώτημα ώστε να προκύψουν τα αντίστοιχα μεγέθη για τις 3 κατηγορίες. Ο μέσος όρος δηλώνει την κατεύθυνση στην οποία κινείται η μέση απάντηση των συμμετεχόντων και η τυπική απόκλιση υποδηλώνει την απόσταση κάθε στοιχείου από το μέσο όρο.

11.2. Αποτελέσματα ερωτηματολογίου σε SPSS

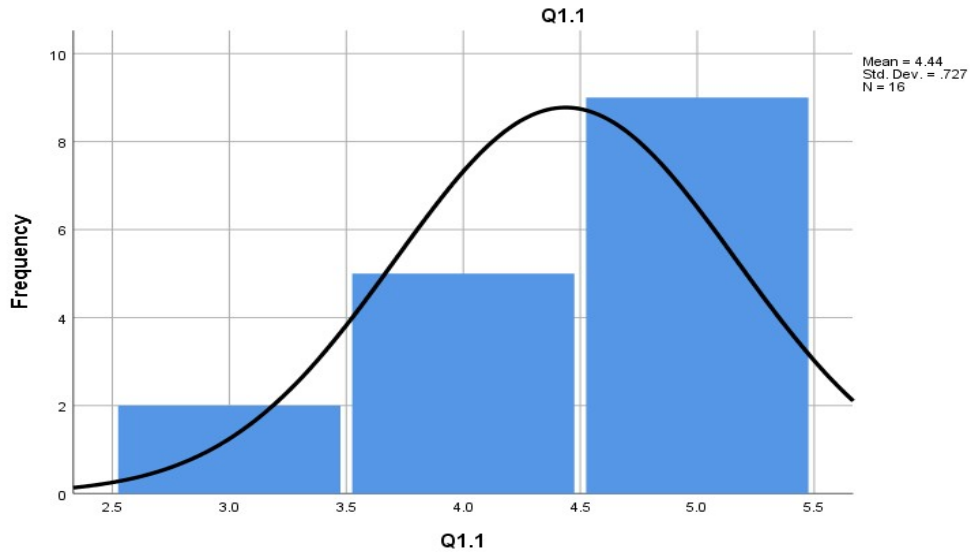
Μέτρηση αντίληψης της τεχνολογίας blockchain από άτομα που ασχολούνται με την τεχνολογία σε εταιρεία που έχουν σχέση με την εφοδιαστική αλυσίδα.

Οι παρακάτω ερωτήσεις σχετίζονται με την αντίληψη που αποκομίζει ένα άτομο από τη τεχνολογία blockchain αφού ασχολείται με την τεχνολογία σε εταιρεία που έχουν σχέση με την εφοδιαστική αλυσίδα. Ακολουθεί μία κλίμακα 1 έως 5 την για την μέτρηση αντίληψης του ατόμου για την τεχνολογία blockchain.

1. Καταλληλότητα blockchain στην εταιρεία

1.1 Η χρήση του blockchain στην εταιρεία θα μου επέτρεπε να ολοκληρώσω τις εργασίες μου πιο γρήγορα;

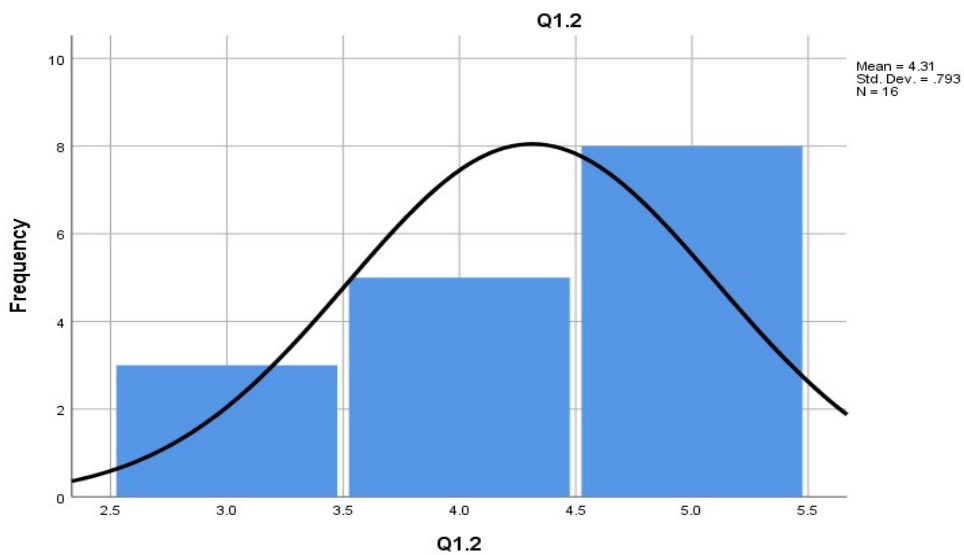
Στο **Ιστόγραμμα 1** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 4.44 με τυπική απόκλιση 0.727. Οδηγεί σε μεγαλύτερη ταχύτητα ολοκλήρωσης των διαδικασιών της εργασίας τους. Δίνεται μία βεβαίωση που λέει, ότι οι συναλλαγές μέσω blockchain γίνονται με μεγαλύτερη ασφάλεια και ταχύτητα (Dutta et al., 2020).



Ιστόγραμμα 1: Καταλληλότητα blockchain στην εταιρεία – Ερώτημα 1.1

1.2 Η χρήση του blockchain στην εταιρεία θα βελτίωνε την απόδοση και την εκτέλεση της εργασίας μου;

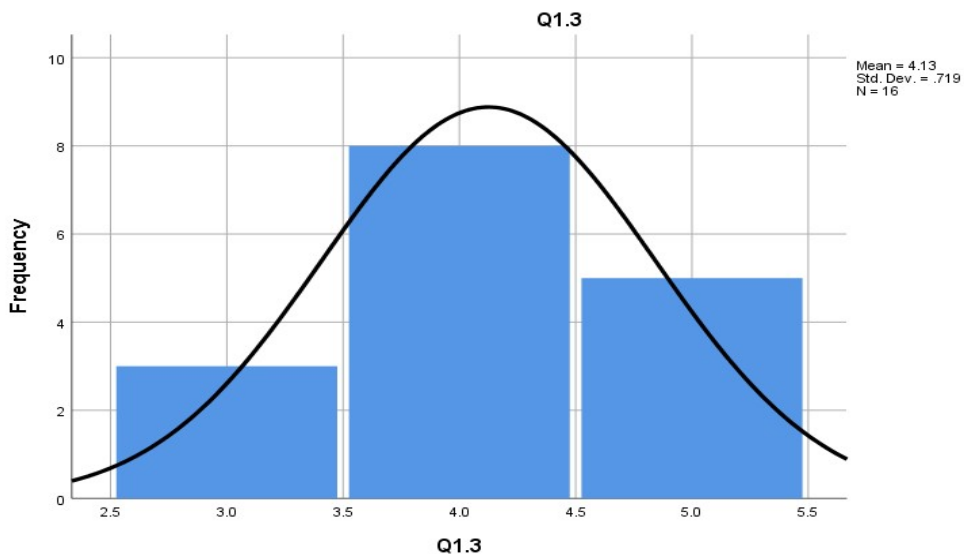
Στο **Ιστόγραμμα 2** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 4.31 με τυπική απόκλιση 0.793. Οδηγεί σε αύξηση της απόδοσης και εκτέλεσης της εργασίας τους. Δίνεται μία βεβαίωση που λέει, μεταξύ των οφελών της τεχνολογίας blockchain είναι της ιχνηλασιμότητας, της αποδοτικότητας και της βελτίωσης (Smith et al., 2020).



Ιστόγραμμα 2: Καταλληλότητα blockchain στην εταιρεία – Ερώτημα 1.2

1.3 Η χρήση του blockchain στην εταιρεία θα αύξανε την παραγωγικότητα μου;

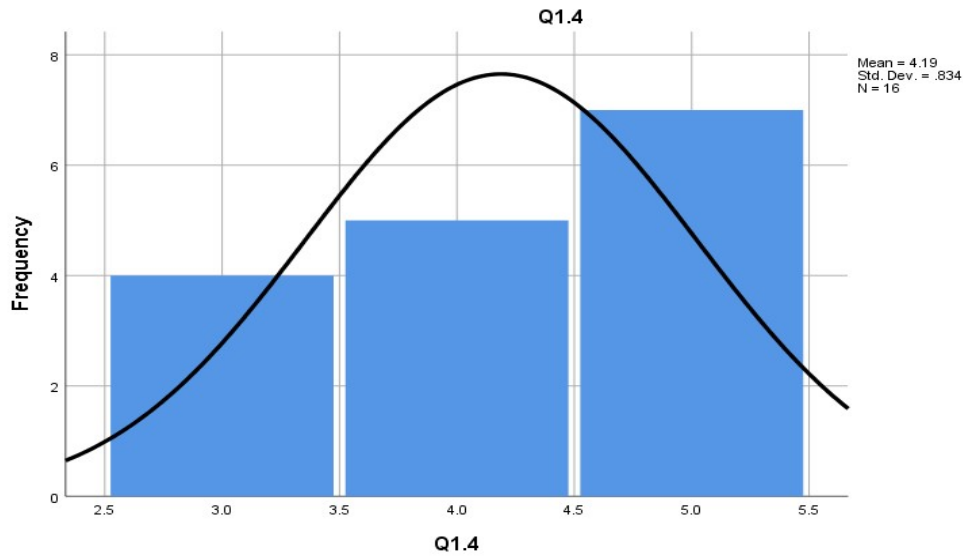
Στο **Ιστόγραμμα 3** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 4.13, με τυπική απόκλιση 0.719. Αναδεικνύοντας ένα ακόμη θετικό χαρακτηριστικό του blockchain. Επιβεβαιώνεται χαρακτηριστικό του blockchain να βελτιώνει τον κύκλο εργασιών και κατ' επέκταση την παραγωγικότητα των επιχειρήσεων στην διαχείριση προϊόντων και υπηρεσιών (Dutta et al., 2020).



Ιστόγραμμα 3: Καταλληλότητα blockchain στην εταιρεία – Ερώτηση 1.3

1.4 Η χρήση του blockchain στην εταιρεία θα ενίσχυε την αποτελεσματικότητα μου στην εργασία;

Στο **Ιστόγραμμα 4** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 4.19, με τυπική απόκλιση 0.834. Αναδεικνύοντας την προσφορά εργαλείων με αποτέλεσμα να γίνουν αποδοτικότεροι, ταχύτεροι και με καλύτερα αποτελέσματα στην επιχείρηση. Έτσι, προσφέρει στις επιχειρήσεις να αυξήσουν την οικονομική τους απόδοση από την χρήση πιο αποτελεσματικού συστήματος που παράλληλα δίνει μία αύξηση αποτελεσματικότητας στο ανθρώπινο δυναμικό.

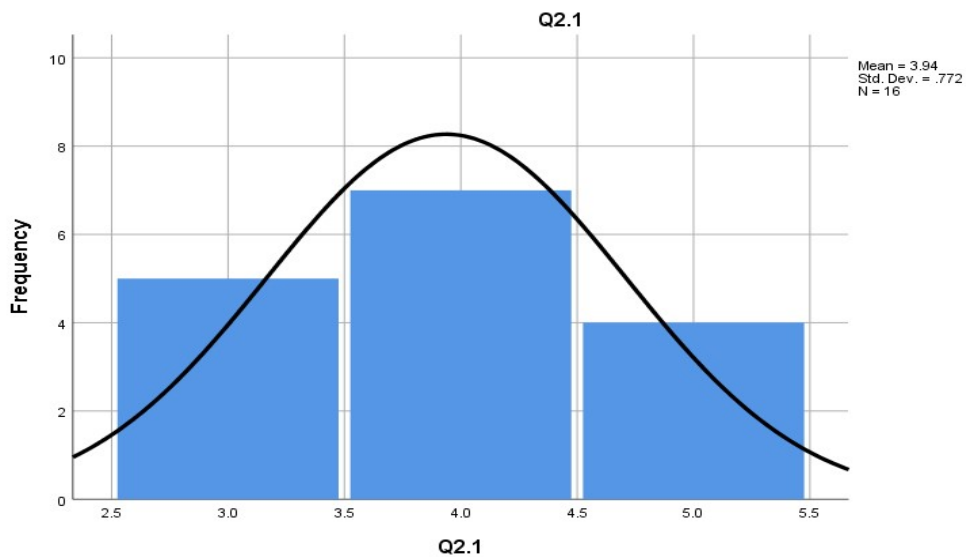


Ιστόγραμμα 4: Καταλληλότητας blockchain στην εταιρεία – Ερώτημα 1.4

2. Προσδοκίες γνώσης blockchain

2.1 Το αφεντικό μου θα με θεωρεί ένα σημαντικό εργαζόμενο;

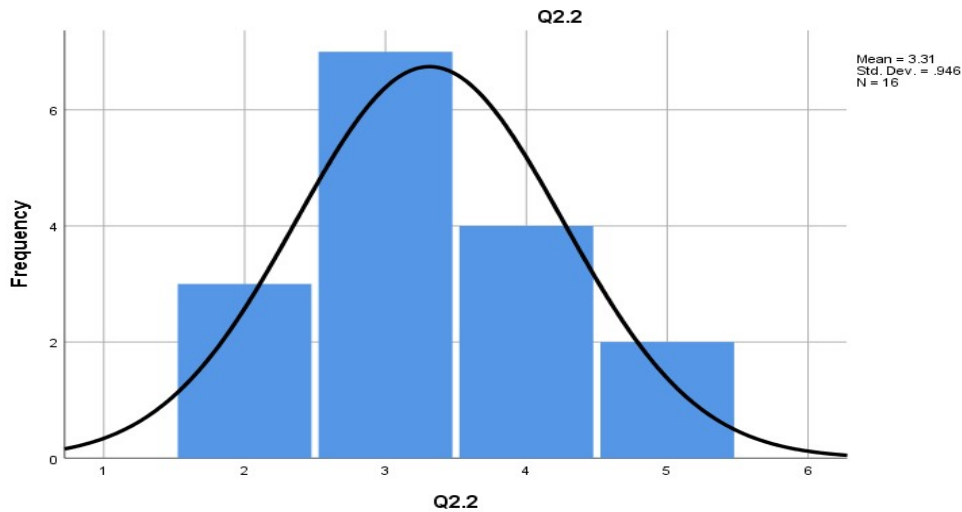
Στο **Ιστόγραμμα 5** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 3.94, με τυπική απόκλιση 0.772. Βρίσκεται σε μία σιγουριά και αισιοδοξία ότι με την γνώση της τεχνολογίας θεωρητικά και πρακτικά, θα βοηθήσει το αφεντικό τους να βγάλουν δουλειά από τις εργασίες σε ικανοποιητικό βαθμό.



Ιστόγραμμα 5: Προσδοκίες γνώσης blockchain – Ερώτημα 2.1

2.2 Οι συνεργάτες μου θα με θεωρούν ικανό;

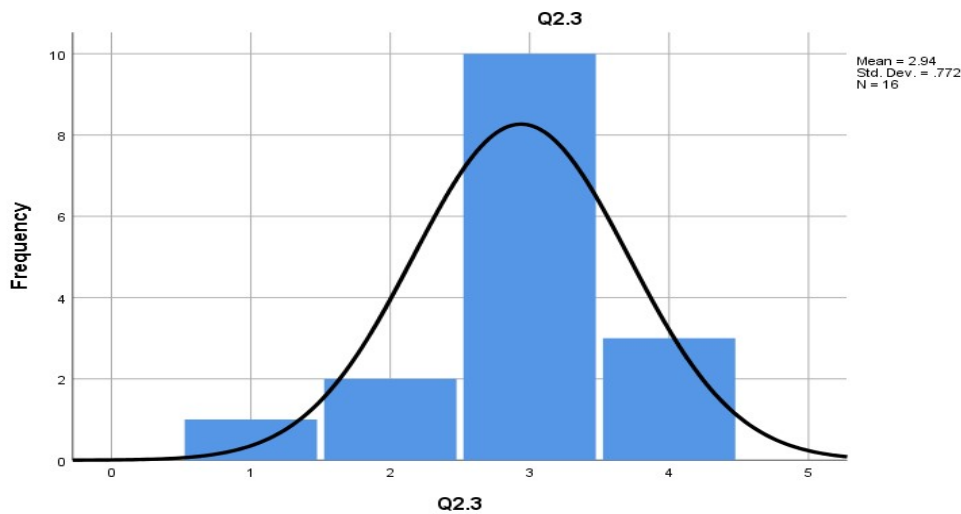
Στο **Ιστόγραμμα 6** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 3.31, με τυπική απόκλιση 0.946. Βρίσκεται σε μία αμφιβολία των συναδέλφων τους για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών και διαδικασιών που τους επηρεάζουν στην καθημερινή τους εργασία.



Ιστόγραμμα 6: Προσδοκίες γνώσης blockchain – Ερώτημα 2.2

2.3 Θα αυξήσω τις πιθανότητες μου να εξελιχτώ;

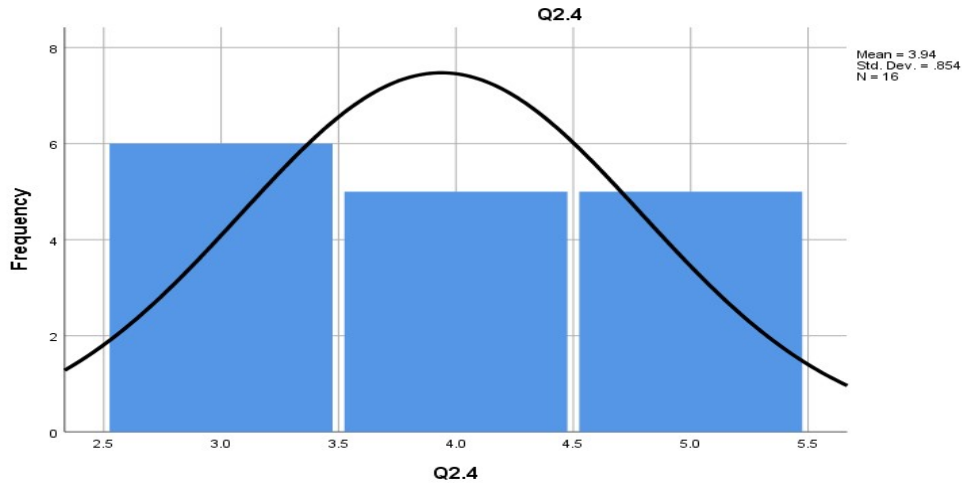
Στο **Ιστόγραμμα 7** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 2.94, με τυπική απόκλιση 0.772. Φαίνεται ότι δεν έχουν σύνδεση, αισιοδοξία της εξέλιξης τους σε ένα νέο τεχνολογικό σύστημα ή ακόμα μια καινούργια εφαρμογή και μια νέα διαδικασία ροής της εφοδιαστικής αλυσίδας στην λειτουργία της επιχείρησης.



Ιστόγραμμα 7: Προσδοκίες γνώσης blockchain – Ερώτημα 2.3

2.4 Θα αυξήσω τις πιθανότητες μου να λάβω αύξηση;

Στο **Ιστόγραμμα 8** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 3.94, με τυπική απόκλιση 0.854. Φαίνεται ότι η σύνδεση του blockchain με την επιθυμία της επιχείρησης αυξάνει τις οικονομικές απολαβές των εργαζόμενων. Αυτό οφείλεται στην εμπιστοσύνη ότι η μακροχρόνια υιοθέτηση της τεχνολογίας θα μειώσει το λειτουργικό κόστος και θα αυξήσει το κέρδος.

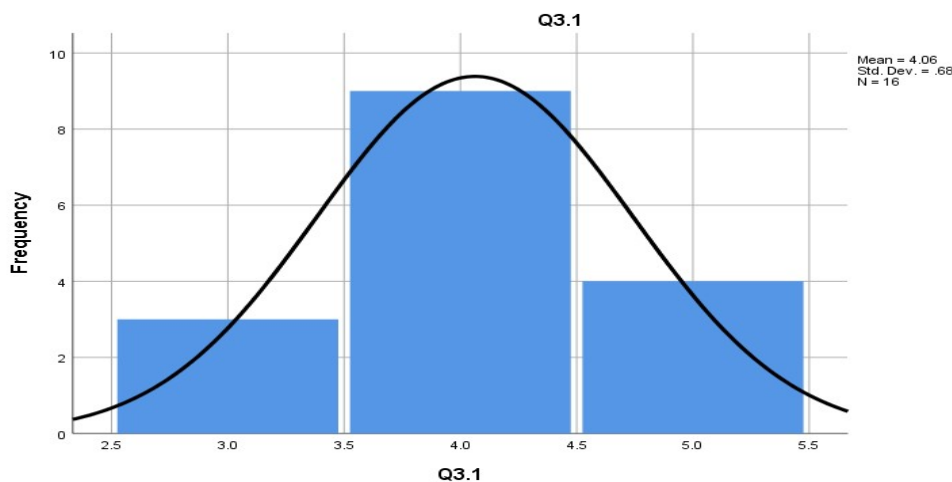


Ιστόγραμμα 8: Προσδοκίες γνώσης blockchain – Ερώτημα 2.4

3. Αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης blockchain

3.1 Η εκμάθηση του blockchain θα είναι εύκολη άλλων ατόμων στην εργασία;

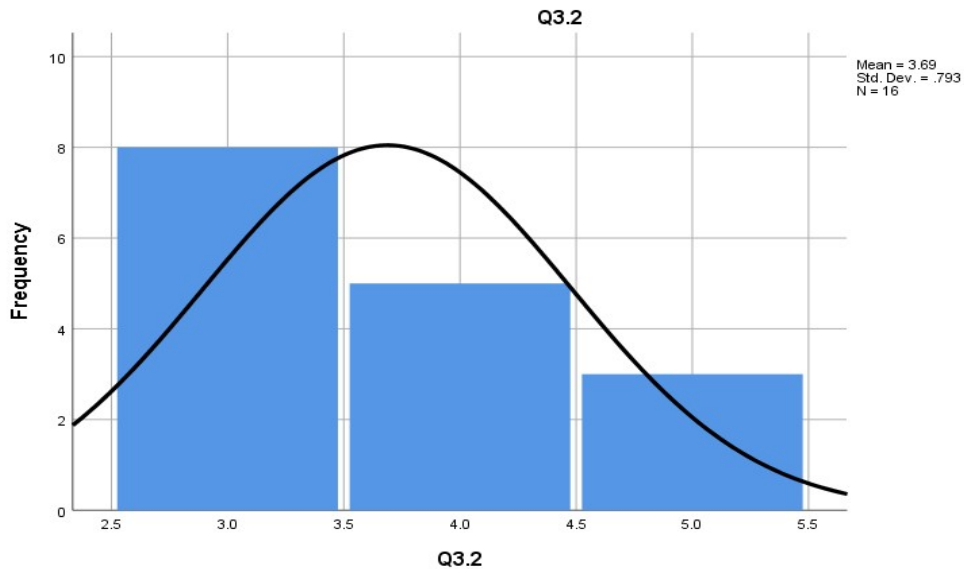
Στο **Ιστόγραμμα 9** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 4.06, με τυπική απόκλιση 0.680. Προκύπτει ότι η εκμάθηση του blockchain θα είναι εύκολη αφού υπάρχει υλικό κατανοητό στην θεωρία και μετά η θεωρία να γίνει πράξη στις εγκαταστάσεις της εταιρείας με θέληση και επιμονή.



Ιστόγραμμα 9: Αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης blockchain – Ερώτημα 3.1

3.2 Η απόκτηση ικανοτήτων στο blockchain θα είναι εύκολη άλλων ατόμων στην εργασία;

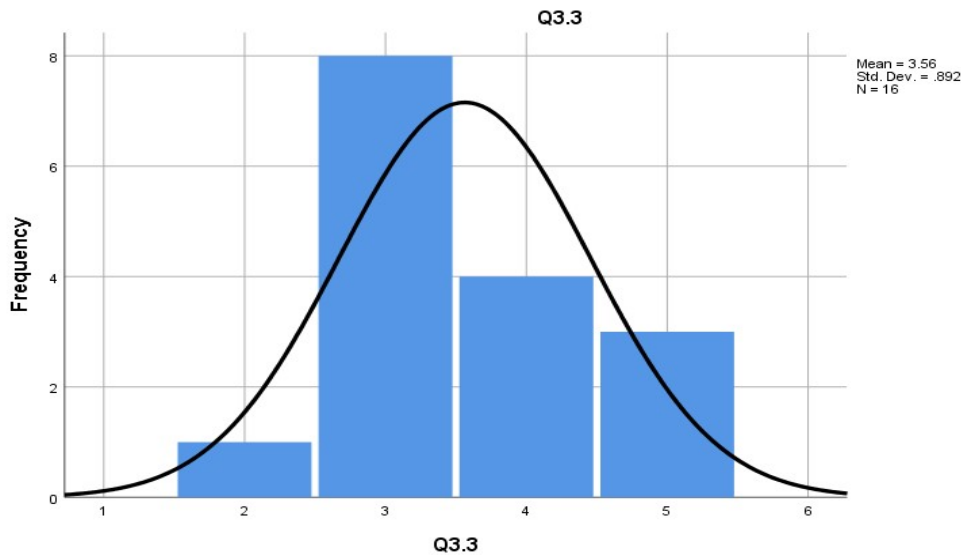
Στο **Ιστόγραμμα 10** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 3.69, με τυπική απόκλιση 0.793. Προκύπτει, ότι η απόκτηση ικανοτήτων δεν θα είναι τόσο εύκολη. Αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν όλα όσα χρειάζονται ώστε να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις χρήσης και γνώσης του blockchain, για να αντεπεξέλθουν στις εργασίες όμως, για την κατοχή ικανοτήτων θέλει χρόνο και αρκετή δουλειά.



Ιστόγραμμα 10: Αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης blockchain – Ερώτημα 3.2

3.3 Η προσαρμογή στο blockchain θα είναι εύκολη στις ανάγκες και επιθυμίες από το ανθρώπινο δυναμικό στην εργασία;

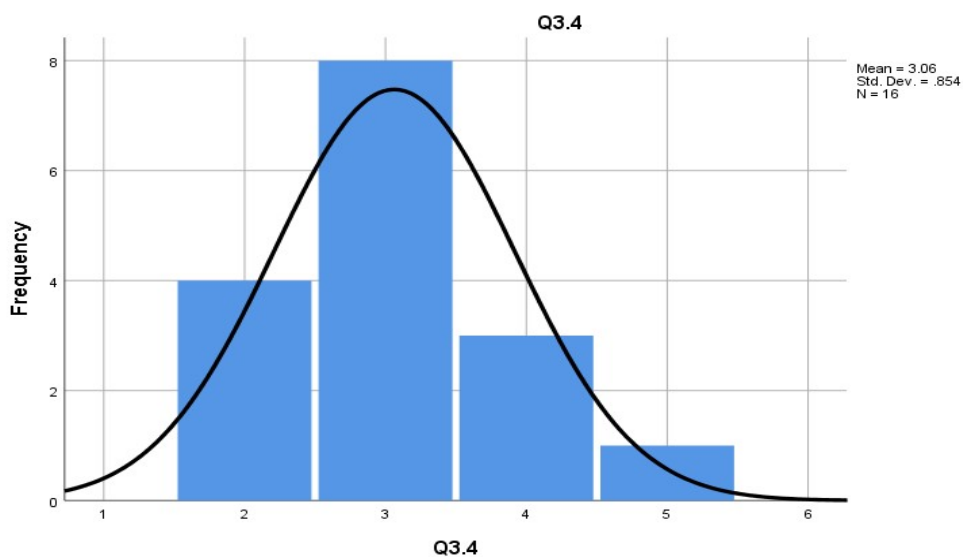
Στο **Ιστόγραμμα 11** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 3.56, με τυπική απόκλιση 0.892. Προκύπτει, ότι η απόκτηση ικανοτήτων δεν θα είναι τόσο εύκολη αφού πρόκειται για μια τεχνολογία με προσαρμοστικότητα και ευελιξία που γίνεται η εφαρμογή της σε διαφορετικούς κλάδους και επιχειρήσεις με διαφορετικό αντικείμενο παραγωγής, με αριθμό εργαζομένων και διαφορετικά μεγέθη.



Ιστόγραμμα 11: Αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης blockchain – Ερώτημα 3.3

3.4 Η αλληλεπίδραση με το blockchain θα είναι κατανοητή και σαφής από το ανθρώπινο δυναμικό στην εργασία;

Στο **Ιστόγραμμα 12** δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 3.06, με τυπική απόκλιση 0.854. Φαίνεται ότι η αλληλεπίδραση δεν θα είναι τόσο κατανοητή και σαφής. Αξίζει να αναφερθεί η επιβεβαίωση που λέει, ότι το εξυπηρετεί στην αύξηση της εμπιστοσύνης μεταξύ των τμημάτων των επιχειρήσεων και κατ' επέκταση διευκολύνει και αυξάνει την μεταξύ τους αλληλεπίδραση (Yli – Huomo et al., 2016). Αλλά το σύνολο του ανθρωπίνου δυναμικού σε μια επιχείρηση ανάλογα με τον κλάδο έχει διαφορετικές αντοχές, ικανότητες, γνώσεις και διαφορετική ευελιξία.



Ιστόγραμμα 12: Αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης blockchain – Ερώτημα 3.4

Στον **Πίνακα 2** από τις 3 κατηγορίες η κατηγορία καταλληλότητας blockchain στην εταιρεία δείχνει ότι ο μέσος όρος είναι 4.27 με τυπική απόκλιση 0.768. Είναι ο υψηλότερος μέσος όρος που δηλώνει ότι το δείγμα κατανόησε τα πλεονεκτήματα και τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει η τεχνολογία blockchain στις επιχειρήσεις. Έτσι δίνει στις επιχειρήσεις την απόκτηση ενός δυνατού και ισχυρού πλεονεκτήματος.

	Mean	Standard Deviation	N
Q1.1	4.44	.727	16
Q1.2	4.31	.793	16
Q1.3	4.13	.719	16
Q1.4	4.19	.834	16
C1.	4.27	.768	16
Q2.1	3.94	.772	16
Q2.2	3.31	.946	16
Q2.3	2.94	.772	16
Q2.4	3.94	.854	16
C2.	3.53	.836	16
Q3.1	4.06	.680	16
Q3.2	3.69	.793	16
Q3.3	3.56	.892	16
Q3.4	3.06	.854	16
C3.	3.59	.804	16

Πίνακας 2: Μέσος όρος και τυπική απόκλιση ερωτημάτων και κατηγοριών

9. Τελικά αποτελέσματα

9.1. Μελλοντικές προοπτικές

Η τεχνολογία blockchain που στηρίζεται πάνω σε εφαρμογές είναι νέα και αλλάζει ραγδαία, καθώς προτείνονται μελλοντικές προοπτικές της πλατφόρμας:

1. Οι συσκευές GPS να είναι τοποθετημένες πάνω στα εξαρτήματα που γίνεται η μεταφορά στην εφοδιαστική αλυσίδα μέσω του Rest API για να γίνεται η ενημέρωση σε τακτά χρονικά διαστήματα οι αλλαγές της τοποθεσίας των εξαρτημάτων.

2. Ο ορισμός ΚΡΙ's για την αξιολόγηση της πλατφόρμας blockchain που δίνει ένα πλεονέκτημα και αν γίνει υιοθέτηση σε πολλές επιχειρήσεις για τις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις τους θα δίνει μεγαλύτερο πλεονέκτημα.
3. Η ενσωμάτωση περισσότερων ποιοτικών στοιχείων στα έξυπνα συμβόλαια του blockchain για διενέργεια αυτοματοποιημένων ποιοτικών ελέγχων που θα είναι μια ποιοτική σφραγίδα του προϊόντος.
4. Η υλοποίηση εφαρμογής που δίνει λύση στο πρόβλημα της εφοδιαστικής αλυσίδας με τη χρήση της νέας τεχνολογίας Hyperledger Grid, που αυτή η τεχνολογία είναι η τελευταία για την υλοποίηση εφοδιαστικής αλυσίδας με blockchain.
5. Το blockchain όπως και σε κάθε άλλη τεχνολογία πρέπει να κατανοήσουμε τις δυνατότητες των τεχνολογιών για να εκμεταλλευτούμε κατάλληλα τον συνδυασμό blockchain με άλλες τεχνολογίες για να ενταχθεί στις τεχνολογικές λύσεις. Η σωστή ανάλυση δεδομένων που συγκεντρώνεται και από τον συνδυασμό του blockchain με IoT, AI, Big Data και Autonomous Robotics μπορεί να βελτιωθεί η ακρίβεια πρόβλεψης ζήτησης, η αυξημένη επίτευξη στόχων των πωλήσεων και η δημιουργία μαθηματικών μοντέλων που θα φέρουν περισσότερο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Επιβεβαιώνεται που λέει, η εξελισσόμενη πορεία προς την συνεχή υιοθέτηση τεχνολογιών όμως η Τεχνητή Νοημοσύνη και το Internet of Things σε σημείο που κάθε περιουσιακό στοιχείο, διαδικασία και συναλλαγή θα είναι πλήρως αυτοματοποιημένη σύμφωνα με τον Alan Turing.

9.2. Σύνοψη

Αρχικά αναλύθηκε η περιγραφή της τεχνολογίας blockchain δηλαδή οι βασικές λειτουργίες του blockchain, ο τρόπος που λειτουργεί, ο τρόπος διάδοσης, η γνώση των σταδίων μίας εφαρμογής, πως επικυρώνονται οι όροι, οι συμφωνίες, οι συναλλαγές και η ανάλυση διαφόρων πτυχών της τεχνολογίας. Οι αναγνώστες πληροφορηθήκαν από τα κύρια χαρακτηριστικά, τα βασικά οφέλη και τα μειονεκτήματα.

Αποτυπώθηκε η περιγραφή της εφοδιαστικής αλυσίδας δίνοντας έμφαση στην ροή της εφοδιαστικής αλυσίδας, στις απαιτήσεις αγοράς και καταναλωτών, στην ιχνηλασιμότητα της διοίκησης της εφοδιαστικής αλυσίδας με κάποιες προϋποθέσεις και καθώς στις δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι αναγνώστες ενημερώθηκαν από τα σημαντικά χαρακτηριστικά.

Παρουσιάστηκε η εφαρμογή τεχνολογιών blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα τόσο στις οριζόντιες εφαρμογές όσο και στις κάθετες εφαρμογές καθώς και μια swot analysis που είναι πολύ βασικό και αξιόπιστο εργαλείο.

Διατυπώθηκαν παραδείγματα εφαρμογών blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα που στην εποχή της ψηφιοποίησης γίνεται όλο και περισσότερο, η διάδοση να βελτιστοποιηθούν τα επιχειρηματικά μοντέλα και τα υπάρχοντα συστήματα .

Αναπτύχθηκε το παράδειγμα εφοδιαστικής αλυσίδας των εξαρτημάτων ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή με κώδικα εφαρμογής σε solidity, με μια ψηφιακή αναπαράσταση όλων των απαιτούμενων σταδίων και εργασιών για την επιτυχής ολοκλήρωση της εφαρμογής. Χρησιμοποιήθηκαν το blockchain και τα smart contracts ως τα δομικά στοιχεία της αρχιτεκτονικής. Το blockchain χρησιμοποιήθηκε ως ένα απαραβίαστο καταναμημένο μηχανισμό αλυσίδας καταγραφών και τα smart contracts χρησιμοποιήθηκαν ως ένα μηχανισμό αυτοματοποιημένης διαχείρισης των διαδικασιών και των εμπλεκομένων.

Εξετάστηκαν οι μελέτες περίπτωσης που γίνεται ανάλυση με λεπτομέρεια από αρκετές εφαρμογές blockchain από εταιρείες στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Αξιολογήθηκε ένα ερωτηματολόγιο με την χρήση SPSS που τις τρεις κατηγορίες η καταλληλότητα blockchain στην εταιρεία, οι προσδοκίες γνώσης blockchain και η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης blockchain ξεχώρισε από την περιγραφική στατιστική ανάλυση η κατηγορία καταλληλότητας blockchain. Έτσι δίνει στις επιχειρήσεις την απόκτηση ενός διατηρήσιμου πλεονεκτήματος.

9.3. Συμπεράσματα

Η τεχνολογία blockchain για να χαρακτηριστεί αυτό το σύστημα επιτυχημένο πρέπει να παρέχει τα εξής εξοικονόμηση χρόνου, μείωση κινδύνου, μείωση κόστους. Οι ενδιαφερόμενοι έχουν προθυμία για την υιοθέτηση αυτού του νέου τρόπου εργασίας αφού αυτή η μέθοδος φέρνει προστιθέμενη αξία, αυξάνει την παραγωγικότητα και είναι φιλική προς τον χρήστη.

Βελτιώνει και αυξάνει την αποδοτικότητα, την παραγωγικότητα, την εκτέλεση και την απόδοση των εργασιών του ανθρώπινου δυναμικού από την αύξηση της αλληλεπίδρασης, την εξοικονόμηση χρόνου και την εξάπλωση πληροφόρησης στην επιχείρηση. Έτσι, η βελτίωση της αποτελεσματικότητας του ανθρώπινου δυναμικού αυξάνει την οικονομική απόδοση των επιχειρήσεων.

Η σύγχρονη τεχνολογία έχει τα απαραίτητα εργαλεία για μετατροπή λειτουργιών, κάλυψη των τωρινών και των μελλοντικών αναγκών της ψηφιακής οικονομίας. Θα αλλάξει τον τρόπο που γινόταν η διαχείριση των εφοδιαστικών αλυσίδων μέχρι σήμερα δηλαδή αλλαγή από τις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων.

Είναι μια τεχνολογία με τεχνικές λειτουργίες που με την σωστή διαχείριση των δικαιωμάτων και με κρυπτογραφημένα δεδομένα συναλλαγών που ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο αποκάλυψης δεδομένων και οικονομικών απωλειών έτσι εξασφαλίζει μια ασφάλεια. Ο συνδυασμός υιοθέτησης του blockchain με την ανάπτυξη της επιχείρησης και την μεγαλύτερη εστίαση στην καινοτομία δίνει νέες ευκαιρίες στην επιχείρηση και στους εργαζομένους της.

Η αύξηση ποιότητας και όγκου των δεδομένων που παράγονται σε ένα συνδεδεμένο περιβάλλον, έχουν ως αποτέλεσμα να γίνει εξέλιξη οι δυνατότητες υπολογισμού και ανάλυσης για την κατανόηση δεδομένων. Η κάθε επιχείρηση επενδύει μέσω της εφαρμογής από την παροχή ποιοτικού προϊόντος και στην παροχή ποιοτικότερης συνολικής υπηρεσίας. Γίνεται ένας ποιοτικός έλεγχος από τον ίδιο τον καταναλωτή δίνοντας του την δυνατότητα να θέτει μόνος του τα κριτήρια επιλογής. Αποτελεί εγγύηση για την ποιότητα και έχει σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στις εταιρείες.

Είναι αναπτυσσόμενη και υποσχόμενη τεχνολογία η οποία έχει σημαντικά οφέλη που μπορεί να γίνει η εφαρμογή της και μπορεί να γίνει υιοθέτηση της σε αρκετούς κλάδους διότι, βλέπουν τις ευκαιρίες που μπορεί να τους προσφέρει.

Οι προκλήσεις που θα πρέπει να υπάρξει μια διερεύνηση και αντιμετώπιση όπως είναι η δυσκολία υλοποίησης μιας λύσης blockchain λόγω υψηλού κόστους εφαρμογής, ανάγκης για μεγάλη υπολογιστικής ισχύς, ανάγκης καλής επικοινωνίας, ανάγκης μαζικής συγκέντρωσης των εμπλεκόμενων και πολλαπλής νομοθεσίας για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις και ανάγκης βελτίωσης της τεχνολογίας.

Έχει τη δυνατότητα να δίνει τεράστιες ευκαιρίες για βελτιστοποίηση και μετασχηματισμό. Οι επιχειρηματίες για να χρησιμοποιήσουν αυτή την τεχνολογία θα πρέπει να κάνουν μια σοβαρή αξιολόγηση καθώς και μια κατάλληλη στρατηγική. Για την σωστή απόφαση της υιοθέτησης πρέπει να γίνει σχεδιασμός και μελέτη των οργανισμών και επιχειρήσεων που θα μπορεί να γίνει η αποδοχή και η ενσωμάτωση αυτής της τεχνολογίας. Μπορεί να προσφέρει λύσεις σε πολύπλοκες και προβληματικές διαδικασίες. Μπορεί να υπάρξουν βέλτιστες πρακτικές με την πάροδο του χρόνου για να εξαιρεθούν οι προκλήσεις.

Η ενοποίηση αυτή της νέας τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι μια πρόκληση που πρέπει να γίνει βήμα προς βήμα. Σύμφωνα με την Gartner, Anivah Litan θα έχει επιτευχθεί ως το 2023 που οι πλατφόρμες blockchain θα μπορούν να κλιμακώνονται να είναι διαλειτουργικές και να υποστηρίζουν την φορητότητα των smart contract.

Βιβλιογραφία

1. 300Cubits, (2017). 300Cubits Whitepaper TEU Token sale. <https://300cubits.tech/pdf/whitepaper.pdf> [accessed 27/11/2018].
2. 300Cubits, (2018). 300Cubits Whitepaper 2.0: Booking Deposit Module. https://300cubits.tech/pdf/whitepaper_2.0.pdf [accessed 27/11/2018].
3. Academy Binance. (2020) What Is a Blockchain Consensus Algorithm? [Online]. Available at: <https://academy.binance.com/en/articles/what-is-a-blockchain-consensus-algorithm> (Accessed at: 23 May 2021)
4. Accenture, (2018). A history of blockchain technology. <https://www.accenture.com/gr-en> [accessed 25/7/2018].
5. Air Transport Logistics (2003). Publisher: MarketResearch.com, March 1, 2003. Akmeemana, C. (2017), Blockchain takes off. How Distributed Ledger Technology will Transform Airlines. Blockchain Research Institute.
6. Akheemana, C. (2017). Blockchain takes off. How Distributed Ledger Technology Will Transform Airlines. Blockchain learning group.
7. Badoc, I. (2017). Supply chain: An in-depth look at Blockchain technology. Generix Group. <https://www.generixgroup.com/en/blog/blockchain-supply-chain> [accessed 10/10/2018].
8. Ballou, R.H. (2004). Business Logistics/Supply Chain Management, 5th Edition, Prentice Hall.
9. Barkanova, N. & Gertman, K. (2018). Aeron-the new standard of aviation safety powered by blockchain.
10. Bext360, (2018). Transparency that's good for everyone. <https://www.bext360.com/> [accessed 3/12/2018].
11. Business Study Notes (2015). <http://www.businessstudynotes.com/marketing/principle-of-marketing/major-logisticfunctions-in-detail/> [accessed 4/7/2018].
12. Buterin, V. (2014), Ethereum White Paper: A next generation smart contract & decentralized application platform.

13. Cachin, C., 2016. Architecture of the Hyperledger Blockchain Fabric. p.
https://www.zurich.ibm.com/dccl/papers/cachin_dccl.pdf.
14. Carson, B., Romanelli, G., Walsh, P., & Zhurbaev, A. (2018), Blockchain beyond the hype. What is the strategic business value. McKinsey & Company, 1-13.
15. Castor, A. (2017), A Short Guide to Blockchain Consensus Protocols.
16. Chaum, D. (1985), Numbers can be a better form of cash than paper, In: Preneel B., Govaerts R., Vandewalle J. (eds) Computer Security and Industrial Cryptography. Lecture Notes in Computer Science, vol 741. Springer, Berlin, Heidelberg.
17. Christopher, M. (2006). Logistics και διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας. Αθήνα: Κρητική.
18. Cone Communications (2017), CSR Study. Διαθέσιμο στο:
<https://www.conecomm.com/2017-cone-communications-csr-study-pdf>
19. Conway, Luke. (2020) Blockchain Explained [Online]. Available at:
<https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp> (Accessed: 23 May 2021)
20. Deloitte (2017). When two chains combine. Supply chain meets blockchain.
21. Dinh, T. T. A., Liu, R., Zhang, M., Chen, G., Uoi, B. C., & Wang, J. (2018). Untangling blockchain: A data processing view of blockchain systems. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 30(7), 1366-1385.
22. Dutta, P., Choi, T.-M., Somani, S., Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges, and research opportunities. Transportation Research Part E, 142, 1-33.
23. Fredriksson, A. & Liljestrand, K., 2015. Capturing food logistics: a literature review and research agenda. A Leading Journal of Supply Chain Management , 18(1), pp. 16-34.
24. Gaur, N. και συν., 2018. Hands-on blockchain with Hyperledger. s.l.:Packt.
25. Geroni, Diego. (2021) Top 5 Benefits Of Blockchain Technology [Online]. Available at:
<https://101blockchains.com/benefits-of-blockchain-technology/> (Accessed at: 24 May 2021)

26. Goetschalckx, M. (2011). Supply Chain Engineering, Springer, New York.
27. Grass, K. (2018). Blockchain: harnessing its potential in travel. An Amadeus innovation foresight paper. Amadeus.
28. Gregorio, D. and Nustad, R.S. (2017), "Blockchain adoption in the shipping industry: a study of adoption likelihood and scenario-based opportunities and risks for IT service providers", Doctoral dissertation, Master Thesis in International Business, doi: 10.13140/RG.2.2.21839.38561.
29. Haber, S. & Sornetta, W.S. (1991), How to time stamp a digital document. Journal of Cryptology, Vol 3 (No. 2), pp. 99-111.
30. Harisson, A. και Van Hoen, R. (2013) 'Logistics: Μάνατζμεντ και στρατηγική', Rosili.
31. Hassan, M. U., Rehmani, M. H ., & Chen, J (2019). Privacy preservation in blockchain based IoT systems: Integration issues, prospects, challenges, and future research directions. Future Generation Computer Systems, 97, 512-529.
32. Hooper, Matthew. (2018) Top five blockchain benefits transforming your industry [Online]. Available at: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/02/top-five-blockchain-benefitstransforming-your-industry/> (Accessed at: 24 May 2021)
33. Hyperledger Foundation, 2019. Hyperledger Composer Intro. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://hyperledger.github.io/composer/latest/introduction/introduction>
34. IBM, (2018) 'Improving Global Trade with Blockchain: Benefits Across the Supply Chain' Διαθέσιμο: https://www03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/53602.wss?mhsrc=ibmsearch_a&mhq=improving%20Global%20Trade%20with%20Blockchain%3A%20Bene%EF%AC%81ts%20Across%20the%20Supply%20Chain%20
35. IBM, 2017. Make your blockchain smart contracts smarter with business rules. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.ibm.com/developerworks/library/mw-1708-mery-blockchain/1708-mery.html>

36. IBM, 2018. Topology of a blockchain network with Hyperledger Fabric, Hyperledger Composer, and IBM ODM. [Ηλεκτρονικό] Available at:
<https://www.ibm.com/developerworks/library/mw-1708-mery-blockchain/1708-mery.html>
37. Iredale, Gwyneth. (2020) Top Disadvantages Of Blockchain Technology [Online]. Available at: <https://101blockchains.com/disadvantages-of-blockchain/> (Accessed at: 24 May 2021)
38. Koksai, Ilker. (2019) The Benefits of Applying Blockchain Technology In Any Industry [Online]. Available at: <https://www.forbes.com/sites/ilkerkoksai/2019/10/23/the-benefits-of-applying-blockchain-technology-in-any-industry/> (Accessed at: 24 May 2021)
39. Kolodny, L. (2017). Bext360 is using robots and the blockchain to pay coffee farmers fairly. TechCrunch.
40. Kshetri, N. (2018), “Blockchain’s roles in meeting key supply chain management objectives”, International Journal of Information Management, Vol. 39, pp. 80-89.
41. Lambert, D. Stock J. & Ellram L. (1997). Fundamentals of Logistics Management, England: Workingham.
42. Lammi, M. (2017). Smart Logistics With Blockchain. Kouvola Innovation Oy.
43. Leonard, T. (2017). Blockchain for Transportation: Where the future starts. TMW A Trimble Company. https://www.tmwsystems.com/sites/default/files/TMW_Blockchain-WhitePaper_9.12.17.pdf [accessed 7/1/2019].
44. Lewis, A. (2016) ‘Understanding Blockchain Technology and What It Means for Business’. DBS Asian Insights. Διαθέσιμο:
https://www.dbs.com.sg/treasures/aics/pdfController.page?pdfpath=/content/article/pdf/AIO/AIO_2016/SECTOR-19-001-blockchain-lowres.pdf [28/12/2019]
45. M. Christopher and M. Holweg, “‘Supply Chain 2.0’: Managing supply chains in the era of turbulence,” Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag., vol. 41, no. 1, pp. 63–82, Feb. 2011.
46. May, T. (1994), The Cyphernomicon: Cypherpunks FAQ and More.
47. Min, H. (2019). Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. Business Horizons, 62 (1), 35 – 45.

48. Nach H., Ghilal R. (2017), Blockchain and Smart Contracts in the Logistic and Transportation Industry: The Demurrage and Maritime Trade Use Case, The First Annual Toronto FinTech Conference, Toronto, Canada, pp. 1–7.
49. Nakamoto, S. (2008), Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic cash system paper. Διαθέσιμο στο: <https://nakamotoinstitute.org/bitcoin/>
50. Nakamoto, S. 2008. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. White Paper. Retrieved June 5, 2018 from: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
51. Nakamoto, S., & Bitcoin, A. (2008). A peer-to-peer electronic cash system. Bitcoin. – URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf,4>
52. Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A. and Goldfeder, S. (2016), Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction, Princeton University Press, Princeton.
53. Olsen, P., Borit, M., & Syed, S. (2019). Applications, limitations, costs, and benefits related to the use of blockchain technology in the food industry. Nofima rapportserie.
54. Pazaitis, A., De Filippi, P., Kostakis, V. (2017). Blockchain and value systems in the sharing economy: The illustrative case of Backfeed. Technological Forecasting and Social Change. Elsevier, 125 (3), 105 – 115.
55. Petersson, E. & Baur, K. (2018). Impact of Blockchain Technology on Supply Chain Collobration. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1215210/FULLTEXT01.pdf> [accessed 10/10/2018].
56. Queiroz, M.M., Telles, R., Bonilla, S.H. (2019). Blockchain and supply chain management integration: A systematic review of the literature. Supply Chain Management an International Journal, 25 (2), 241 – 254.
57. Queiroz, M.M., Wamba, F.S. (2019). Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA. International Journal of Information Management, 46, 70 – 82.

58. Rilee, K., 2018. Understanding Hyperledger Fabric — Byzantine Fault Tolerance. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://medium.com/kokster/understanding-hyperledger-fabric-byzantine-faulttolerance-cf106146ef43>
59. Smith, B., Xiong, J., Medlin, D. (2020). Case Study of Blockchain Applications in Supply Chain Management – Opportunities and Challenges. 2020 Proceedings of the Conference on Information Systems Applied Research Virtual Conference.
60. Stock, J.R., Lambert, D.M. (2000). Strategic Logistics Management. McGrawHill/Irwin.
61. Szabo, N. (1996), The Idea of Smart Contracts.
62. Szabo, N., 1997. Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. s.l.:s.n.
63. Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). The impact of Blockchain goes beyond financial services. Harvard Business Review.
64. Taylor, G. (2017). Three benefits of using blockchain in your supply chain (and three downsides). ChainPoint blog. <http://blog.chainpoint.com/blog/three-benefits-of-using-blockchain-in-your-supply-chain-and-three-downsides> [accessed 10/10/2018].
65. Tschorsch, F., & Scheuermann, B. (2016). Bitcoin and beyond: A technical survey on decentralized digital currencies. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 18(3), 2084-2123.
66. Verhoeven, P., Sinn, F. & Herden, T. T. (2018). Examples from Blockchain Implementations in Logistics and supply chain management: Exploring the mindfull use of a new technology.
67. Weernink, M. O., Engh, W., Francisconi, M. & Thorborg, F. (2017). The Blockchain Potential for Port Logistics.
68. Winesota. (2018). How Blockchain is Revolutionizing the world of transportation and logistics. Winnesota Regional Transportation.
69. Yli – Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., Smolander, K. (2016). Where is current research on Blockchain technology? A systematic review. PloS One, 11 (10), 1-27.

70. Yoon Hyeon-Ju(2018). A Survey on Consensus Mechanism for Blockchain. In International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 7, Issue 6.
71. Yuan, Y. & Wong, F.Y. (2016). Towards blockchain-based intelligent transportation systems.
72. Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. In 2017 IEEE international congress on big data (BigDataCongress) (pp. 557-564). IEEE.
73. Γκιζιάκης Κ, Παπαδόπουλος Α., Πλωμαρίτου Ε. (2010), Ναυλώσεις [3η έκδοση], Εκδόσεις Σταμούλη
74. Ζεϊμπέκης, Β. (2017). Διαχείριση Πληροφοριακών Συστημάτων (MIS). Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
75. Κονσόλας, Ν. (2014). Οργάνωση & Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων. Πειραιάς: Παν. Πειραιώς.
76. Σαμπράκος Ε. (2017), Οικονομική των Μεταφορών, Εκδόσεις Μ.Ι. Βαρβαρήγου, Πειραιάς ISBN:978-960-7996-67-1
77. Σιφνιώτης, Κ. (1997). Logistics Management Θεωρία και Πράξη. Εκδόσεις Παπαζήση. Αθήνα.
78. <https://www.aboutamazon.com/>
79. <https://www.aboutamazon.com/workplace/facilities>
80. <https://www.alliedmarketresearch.com/press-release/blockchain-supply-chain-market.html>
81. <https://www.debeersgroup.com/about-us/our-history>
82. <https://www.debeersgroup.com/sustainability-and-ethics/leading-ethical-practices-across-the-industry/trac>
83. <https://www.jckonline.com/editorial-article/de-beers-Blockchain-platform/>
84. <https://www.maersk.com/>

85. <https://www.reuters.com/article/us-anglo-debeers-Blockchain-idUSKBN1IB1CY>

86. <https://www.ups.com/gr/el/about.page>

87. <https://www.ups.com/us/es/services/knowledge-center/article.page?kid=cd1cd7d7&articlesource=longitudes>