

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ»  
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ LOGISTICS



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
«BLOCKCHAIN ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ»

DISSERTATION  
«BLOCKCHAIN IN SUPPLY CHAIN»

Βολίκα Νίκη, tml 2104

Επιβλέπων Καθηγητής: Μοσχούρης Σωκράτης

Πειραιάς, Μάρτιος 2024

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μεταπτυχιακής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Μοσχούρη Σωκράτη για την όλη επιστημονική του καθοδήγησή καθώς και τις υποδείξεις του.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου σε όλα τα δικά μου άτομα για την όλη στήριξη και συμπαράσταση τους καθ' όλη την διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος καθώς και κατά την διάρκεια της συγγραφής της διπλωματικής μου.

## Περίληψη

Η έννοια της τεχνολογίας blockchain έχει αποκτήσει τεράστια δημοτικότητα τα τελευταία χρόνια λόγω της αποκεντρωμένης φύσης, της διαφάνειας και της ασφάλειας. Η εφαρμογή του σε διάφορους τομείς έχει δείξει πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα και έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει τον τρόπο διεξαγωγής των επιχειρήσεων. Ένας τέτοιος τομέας είναι η βιομηχανία εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η τεχνολογία Blockchain μπορεί να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού παρέχοντας ένα ασφαλές, διαφανές και αμετάβλητο αρχείο όλων των συναλλαγών και των δεδομένων που σχετίζονται με την κυκλοφορία αγαθών και υπηρεσιών σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού.

Με το blockchain, οι συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού μπορούν να μοιράζονται με ασφάλεια δεδομένα και να παρακολουθούν την κίνηση των αγαθών σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας τον κίνδυνο απάτης, σφαλμάτων και καθυστερήσεων. Αυτό μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της αποτελεσματικότητας, στη μείωση του κόστους και στην ενίσχυση της συνολικής διαφάνειας και λογοδοσίας της αλυσίδας εφοδιασμού.

Συνολικά, η χρήση της τεχνολογίας blockchain στη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει τη βιομηχανία αυξάνοντας τη διαφάνεια, ενισχύοντας την ιχνηλασιμότητα, βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα και παρέχοντας μεγαλύτερη ασφάλεια.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο να διερευνήσει τις δυνατότητες της τεχνολογίας blockchain στον κλάδο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η βιομηχανία εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ένα πολύπλοκο δίκτυο προμηθευτών, κατασκευαστών, διανομέων και λιανοπωλητών που συνεργάζονται για την παραγωγή και την παράδοση προϊόντων σε τελικούς πελάτες. Η βιομηχανία αντιμετωπίζει διάφορες προκλήσεις, όπως η έλλειψη διαφάνειας, οι αναποτελεσματικές διαδικασίες και η παραχάραξη, οι οποίες επηρεάζουν τη συνολική αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητά της. Προσφέρει μια μοναδική λύση σε αυτές τις προκλήσεις παρέχοντας ένα αποκεντρωμένο και αμετάβλητο καθολικό που μπορεί να παρακολουθεί τα προϊόντα από την προέλευσή τους στον τελικό προορισμό τους.

Παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση των εννοιών της τεχνολογίας blockchain και της βιομηχανίας εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ανασκόπηση διερευνά τους διάφορους τύπους blockchain, όπως το δημόσιο, το ιδιωτικό και το υβριδικό, και την καταλληλότητά τους για διαφορετικές εφαρμογές αλυσίδας εφοδιασμού. Συζητά επίσης τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η βιομηχανία της αλυσίδας εφοδιασμού, όπως η έλλειψη διαφάνειας, οι αναποτελεσματικές διαδικασίες και η παραχάραξη, και πώς η τεχνολογία blockchain μπορεί να αντιμετωπίσει αυτές τις προκλήσεις.

Ακόμη περιγράφεται ένα εννοιολογικό πλαίσιο για την εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain στον κλάδο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το πλαίσιο περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των βασικών ενδιαφερομένων μερών, τη χαρτογράφηση της διαδικασίας της αλυσίδας εφοδιασμού και το σχεδιασμό ενός συστήματος που βασίζεται σε blockchain και μπορεί να παρέχει διαφάνεια, ασφάλεια και αποτελεσματικότητα στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Καθ' όλη την διάρκεια της διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται τα πιθανά οφέλη της τεχνολογίας blockchain στον κλάδο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτά τα οφέλη περιλαμβάνουν αυξημένη διαφάνεια, βελτιωμένη αποτελεσματικότητα, μειωμένο κόστος και

βελτιωμένη ασφάλεια. Η διατριβή υπογραμμίζει επίσης τις προκλήσεις και τους περιορισμούς της τεχνολογίας blockchain και παρέχει συστάσεις για μελλοντική έρευνα.

Συμπερασματικά, η συγκεκριμένη διπλωματική παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των δυνατοτήτων της τεχνολογίας blockchain στον κλάδο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Δείχνει πώς η τεχνολογία blockchain μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα, τη διαφάνεια και την ασφάλεια της αλυσίδας εφοδιασμού και παρέχει ένα πλαίσιο για την εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας στη βιομηχανία της αλυσίδας εφοδιασμού. Αναδεικνύει τα πιθανά οφέλη και τις προκλήσεις της τεχνολογίας αυτής και παρέχει συστάσεις για μελλοντική έρευνα.

## Abstract

The concept of blockchain technology has gained enormous popularity in recent years due to its decentralized nature, transparency and security. Its application in various fields has shown promising results and has the potential to transform the way business is conducted. One such sector is the supply chain industry.

Blockchain technology can play a critical role in supply chain management by providing a secure, transparent and unchanging record of all transactions and data related to the movement of goods and services across the supply chain.

With blockchain, participants in the supply chain can securely share data and track the movement of goods in real time, reducing the risk of fraud, errors and delays. This can help increase efficiency, reduce costs, and enhance overall transparency and accountability of the supply chain.

Overall, the use of blockchain technology in supply chain management has the potential to transform the industry by increasing transparency, enhancing traceability, improving efficiency, and providing greater security.

This thesis aims to explore the potential of blockchain technology in the supply chain industry. The supply chain industry is a complex network of suppliers, manufacturers, distributors and retailers that work together to produce and deliver products to end customers. The industry faces various challenges, such as lack of transparency, inefficient processes and counterfeiting, which affect its overall efficiency and effectiveness. It offers a unique solution to these challenges by providing a decentralized and unchanging ledger that can track products from their origin to their final destination.

A comprehensive literature review of the concepts of blockchain technology and the supply chain industry is presented. The review explores the different types of blockchain, such as public, private and hybrid, and their suitability for different supply chain applications. It also discusses the challenges facing the supply chain industry, such as lack of transparency, inefficient processes, and counterfeiting, and how blockchain technology can address these challenges.

A conceptual framework for the application of blockchain technology in the supply chain industry is also outlined. The framework includes identifying key stakeholders, mapping the supply chain process and designing a blockchain-based system that can provide transparency, security and efficiency in the supply chain.

Throughout the course of the thesis, the potential benefits of blockchain technology in the supply chain industry are presented. These benefits include increased transparency, improved efficiency, reduced costs and improved safety. The thesis also highlights the challenges and limitations of blockchain technology and provides recommendations for future research.

In conclusion, this thesis provides a comprehensive overview of the potential of blockchain technology in the supply chain industry. It shows how blockchain technology can improve efficiency, transparency and security of the supply chain and provides a framework for the application of this technology in the supply chain industry. It highlights the potential benefits and challenges of this technology and provides recommendations for future research.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	1
Περίληψη.....	2
Abstract .....	4
Πίνακας Εικόνων .....	6
Εισαγωγή.....	7
1.1. Σημασία της έρευνας .....	7
1.2. Σκοπός .....	8
1.3. Δομή .....	8
Κεφάλαιο 1: Ανάλυση Τεχνολογίας Blockchain .....	9
1.1 Ορισμός Blockchain.....	9
1.2 Ιστορική αναδρομή του Blockchain .....	10
1.3 Δομή και Αρχιτεκτονική Blockchain .....	13
1.4 Χαρακτηριστικά Blockchain.....	13
1.5 Τύποι Blockchain .....	14
Δημόσιο blockchain.....	14
Ιδιωτικό blockchain .....	14
Διαφορά δημόσιο από ιδιωτικό Blockchain .....	15
1.6 Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Blockchain .....	15
1.7 Προκλήσεις Blockchain.....	17
1.8 Το Blockchain ως μέσο προστασίας των προσωπικών δεδομένων .....	18
1.9 Πρωτόκολλα Συναίνεσης.....	19
Proof of Work (POW) – Ethereum (Homestead).....	20
Proof-of-Stake Model (PoS) – Ethereum (Serenity) .....	21
Proof of Elapsed Time.....	21
Κεφάλαιο 2: Ανάλυση της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	23
2.1 Ορισμός της εφοδιαστικής αλυσίδας .....	23
2.2 Βασικές Αρχές Διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	23
2.3 Περιγραφή της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	29
Κεφάλαιο 3: Ανάλυση τεχνολογίας Blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	32
3.1 Η τεχνολογία Blockchain στο Supply Chain.....	32
3.2 Swot Analysis.....	33
3.3 Βελτιωμένη πρόβλεψη ζήτησης.....	34
3.4 Ανοικτή πρόσβαση στα δεδομένα .....	35
3.5 Ανίχνευση της απάτης.....	36
3.6 Αναπτυγμένη Ιχνηλασιμότητα και Ορατότητα .....	37
3.6.1 Ανιχνευσιμότητα στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων/γεωργίας.....	37

3.6.2 Ανιχνευσιμότητα στη φαρμακευτική αλυσίδα εφοδιασμού .....	39
3.6.3 Ανιχνευσιμότητα στην κατασκευαστική αλυσίδα εφοδιασμού .....	40
3.6.4 Ανιχνευσιμότητα στην αλυσίδα εφοδιασμού επικίνδυνων εμπορευμάτων.....	40
Κεφάλαιο 4: Μελέτες Περίπτωσης .....	41
4.1 Walmart.....	41
4.2 300Cubits- Έξυπνα Συμβόλαια .....	42
4.3 Kouvola Innovation.....	44
Συμπεράσματα .....	46
Βιβλιογραφία .....	47

## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1:ΚΥΡΙΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΟΥ ΚΑΘΟΛΙΚΟΥ (DLT).....	10
Εικόνα 2: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΟΥ BLOCKCHAIN.....	11
Εικόνα 3:ΔΕΙΧΝΕΙ ΤΗ ΒΑΣΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ BLOCKCHAIN ( HALEEM, ET AL., 2021).....	14
Εικόνα 4: Διαγράμμα Venn για διαφορετικές κατηγορίες συναινεσης .....	22
Εικόνα 5: THE SEVEN PRINCIPLES OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT .....	24
Εικόνα 6: market signals .....	26
Εικόνα 7:KEY ASPECTS OF SUPPLY CHAIN TECHNOLOGY STRATEGY.....	28
<b>Εικόνα 8:Η ΡΟΗ ΜΙΑΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ</b> .....	29
Εικόνα 9: Το interface της πλατφορμας ιχνιλατησης της IBM .....	42
Εικόνα 10: Φορτωση λειτουργιων χωρις blockchain .....	43
Εικόνα 11:Φορτωση λειτουργιων χωρις blockchain .....	44

# Εισαγωγή

## 1.1. Σημασία της έρευνας

Το Blockchain είναι μία διανεμημένη βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται για την ασφαλή αποθήκευση και ανταλλαγή δεδομένων στο διαδίκτυο, χωρίς την ανάγκη κάποιου ενδιάμεσου. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση κρυπτογραφίας για την επαλήθευση και την επιβεβαίωση των δεδομένων.

Σε ένα blockchain σύστημα τα δεδομένα συλλέγονται μαζί σε ομάδες, γνωστές ως μπλοκ, που περιέχουν σύνολα πληροφοριών. Τα μπλοκ έχουν ορισμένες χωρητικότητες αποθήκευσης και όταν γεμίζονται, κλείνουν και συνδέονται με το μπλοκ που είχε γεμίσει προηγουμένως, σχηματίζοντας έτσι μια αλυσίδα δεδομένων γνωστή ως blockchain. Όλες οι νέες πληροφορίες που ακολουθούν αυτό το πρόσφατα προστιθέμενο μπλοκ συντάσσονται σε ένα νεοσχηματισμένο μπλοκ το οποίο στη συνέχεια θα προστεθεί επίσης στην αλυσίδα μόλις γεμίσει (Hayes, 2022).

Η τεχνολογία του blockchain μπορεί να εφαρμοστεί στην εφοδιαστική αλυσίδα με τη δημιουργία μιας ασφαλούς και διαφανούς βάσης δεδομένων, η οποία θα περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τα διάφορα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού, όπως η παραγωγή, η μεταφορά και η αποθήκευση. Κάθε στάδιο θα περιλαμβάνει πληροφορίες όπως η τοποθεσία, η ώρα και οι συναλλαγές που έχουν γίνει σε αυτό το στάδιο. Αυτό θα επιτρέψει στους εμπλεκόμενους στην αλυσίδα εφοδιασμού να παρακολουθούν την πορεία των προϊόντων, από την παραγωγή μέχρι την παράδοση στον τελικό καταναλωτή. Ακόμη μπορούν να αποθηκευτούν και πληροφορίες σχετικά με το ποιος παράγει το προϊόν, ποιος το μετέφερε και ποιος το παρέλαβε (Smith, B., Xiong, J., Medlin, D, 2020). Οι πληροφορίες αυτές που έχουν καταχωρηθεί στο blockchain είναι διαθέσιμες σε όλους τους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού, κάνοντας έτσι τη διαδικασία πιο διαφανή και ελαφρύτερη στη διαχείριση.

Για παράδειγμα, μία επιχείρηση μπορεί να δημιουργήσει μία βάση δεδομένων Blockchain που θα περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την παραγωγή προϊόντων, όπως τοποθεσίες και στοιχεία παραγωγής. Καθώς τα προϊόντα μεταφέρονται στην αλυσίδα εφοδιασμού, κάθε μετακίνηση μπορεί να καταγραφεί στο blockchain. Με αυτόν τον τρόπο, οι εταιρείες μπορούν να ακολουθούν τη διαδρομή των προϊόντων τους και να βεβαιώνονται ότι τα προϊόντα που πωλούν είναι γνήσια και δεν έχουν υποστεί παραποίηση. Επιπλέον, ακόμα και οι καταναλωτές έχουν την δυνατότητα να έχουν πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες μέσω εφαρμογών κινητών τηλεφώνων ή άλλων συσκευών, καθώς το blockchain είναι ανοιχτό στο κοινό και διαφανές (Radocchia, 2018).

Ακόμη ένα πλεονέκτημα που είναι σημαντικό να συζητηθεί είναι πως μέσω αυτής της βάσης δεδομένων οι συναλλαγές είναι αναστρέψιμες και ανεξάρτητες. Αυτό σημαίνει ότι αν υπάρξει σφάλμα σε μια συναλλαγή, αυτή μπορεί να αναιρεθεί χωρίς να επηρεάζεται η υπόλοιπη αλυσίδα.

Συνεπώς, η τεχνολογία αυτή διασφαλίζει ότι οι πληροφορίες που έχουν καταχωρηθεί στην βάση αυτή, είναι ασφαλείς και προστατευμένες από κάθε αλλοίωση και απώλεια καθώς χρησιμοποιεί όπως είπαμε και παραπάνω κρυπτογραφία, η οποία θα προστατεύει τα δεδομένα από εξωτερικές παρεμβάσεις ή επιθέσεις, κάνοντας έτσι την ασφαλή αποθήκευση των δεδομένων (Hayes, 2022).



Έτσι λοιπόν, θα αναλύσουμε πως η τεχνολογία αυτή, βοηθάει στην επίλυση των προβλημάτων που αντιμετωπίζει μία εφοδιαστική αλυσίδα αλλά και στην δημιουργία νέων προοπτικών όπως την αξιοπιστία, ασφάλεια δεδομένων, την βελτιωμένη ιδιωτικότητα τις ταχύτερες διαδικασίες και τα μειωμένα κόστη συναλλαγών.

## 1.2. Σκοπός

Ο σκοπός της διπλωματικής αυτής είναι να διερευνήσει τις δυνατότητες της τεχνολογίας blockchain στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, της διαφάνειας και της ασφάλειας της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Πιο συγκεκριμένα είναι να παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της τεχνολογίας blockchain και των πιθανών εφαρμογών της στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Διερευνώντας τις προκλήσεις και την αναποτελεσματικότητα του τρέχοντος συστήματος εφοδιαστικής αλυσίδας και παρέχοντας πρακτικά παραδείγματα για το πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία blockchain για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων. Στοχεύουμε να δείξουμε την αξία της εφαρμογής της τεχνολογίας blockchain στον κλάδο αυτό.

## 1.3. Δομή

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από επτά ενότητες. Πρώτα συναντάμε την περίληψη της διπλωματικής και στην συνέχεια αναγράφεται το εισαγωγικό κομμάτι όπου απαρτίζεται από την σημασία της έρευνας, τον σκοπό και την δομή της διπλωματικής. Πιο συγκεκριμένα αποσκοπεί να μας περιγράψει τι πρόκειται να αναλύσουμε στην εργασία αυτή.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται ολοκληρωμένα η τεχνολογία Blockchain, όπου καλύπτει το ιστορικό της υπόβαθρο, τη δομή και την αρχιτεκτονική της πλατφόρμας, τα κύρια χαρακτηριστικά, τους τύπους blockchain, το bitcoin, τα πλεονεκτήματα και τις προκλήσεις. Ακόμη παρατίθενται τα πρωτόκολλα συναινέσεις, όπου είναι το Proof of work, Proof of stake και Proof of elapsed time, περιγράφονται τα smart contracts και τέλος θα δούμε πως το Blockchain λειτουργεί ως μέσο με το οποίο προστατεύονται τα προσωπικά δεδομένα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η εφοδιαστική αλυσίδα, γίνεται πιο εκτενή περιγραφή στον ορισμό της και στα βασικά της χαρακτηριστικά. Παρέχεται μία επισκόπηση στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αλλά και των προκλήσεων που αντιμετωπίζει. Υπογραμμίζεται επίσης η σημασία της ιχνηλασιμότητας στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Το τρίτο κεφάλαιο αναλύει τα πιθανά οφέλη της τεχνολογίας blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένης της ενισχυμένης ιχνηλασιμότητας και ορατότητας, βελτιωμένης πρόβλεψης ζήτησης, ανοιχτής πρόσβασης σε δεδομένα, εντοπισμού και πρόληψης απάτης και αυτοματοποίησης συναλλαγών. Το κεφάλαιο εξετάζει επίσης τα μέτρα ασφαλείας που λαμβάνονται στο blockchain για την προστασία των δεδομένων στην αλυσίδα εφοδιασμού. Τέλος, παρατίθεται swot analysis όπου αναλύονται οι αδυναμίες, οι δυνάμεις, οι ευκαιρίες και οι απειλές του Blockchain στον κομμάτι της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Το κεφάλαιο τέσσερα εστιάζει σε εφαρμογές blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα, συμπεριλαμβανομένων των ναυτιλιακών, των μεταφορών, των αεροδρομίων και των λιμανιών. Παρέχονται παραδείγματα για το πώς έχει εφαρμοστεί η τεχνολογία blockchain σε αυτούς τους τομείς για τη βελτίωση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Στο κεφάλαιο πέντε παρουσιάζονται μελέτες περιπτώσεων διάφορων εταιρειών που έχουν εφαρμόσει τεχνολογία Blockchain ως προς τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Πιο συγκεκριμένα αναλύονται τα έξυπνα συμβόλαια της 300Cubits, η μεταφορά δεδομένων της

Κουνολα Innovation, η ιχνηλασιμότητα και η ασφάλεια της Bext360, η ιχνηλασιμότητα και η ποιότητα της UPS & HerdX, η ιχνηλασιμότητα και η εγγυητική αποστολή της Amazon, η ιχνηλασιμότητα εμπορευματοκιβωτίων και εξάλειψη γραφικής ύλης της Maersk, η ιχνηλασιμότητα και η γνησιότητα της De Beers και τέλος η ιχνηλασιμότητα και η αυθεντικότητα της Walmart.

Στο κεφάλαιο έξι πραγματοποιείται μία ανάλυση της εφαρμογής του Blockchain σε σχέση με άλλους τύπους τεχνολογιών στην εφοδιαστική αλυσίδα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση θα κάνουμε μία σύγκριση της εφαρμογής Blockchain με το Internet of Things (IoT). Ουσιαστικά θα αναλύσουμε τι παραπάνω πλεονεκτήματα μπορούμε να αποκτήσουμε ως προς την διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας με την ενσωμάτωση Things (IoT) στην τεχνολογία Blockchain.

Στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο της διπλωματικής αυτής, παραθέτουμε κάποιες προβλέψεις για το μέλλον του Blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα. Πιο αναλυτικά, περιγράφουμε τις τάσεις και τις εξελίξεις στον τομέα του Blockchain και προβλέψεις για το μέλλον της χρήσης του Blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα, όπως η ανάπτυξη νέων λύσεων και προτύπων και η εξάπλωση της τεχνολογίας σε νέους τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ακόμη καταλήγουμε τα γενικά συμπεράσματα της εργασίας και στο τέλος της διπλωματικής παρατίθεται η βιβλιογραφία.

## Κεφάλαιο 1: Ανάλυση Τεχνολογίας Blockchain

### 1.1 Ορισμός Blockchain

Πρόκειται για μια κατανεμημένη βάση δεδομένων εγγραφών συναλλαγών που ελέγχεται και ενημερώνεται από ένα παγκόσμιο δίκτυο υπολογιστών. Τα αρχεία διαχειρίζονται από μια ευρεία κοινότητα σε αντίθεση με μια ενιαία κεντρική αρχή, όπως μια τράπεζα, και κανένα άτομο δεν έχει εξουσία πάνω της. Κάνεις δεν μπορεί να επεξεργαστεί, να τροποποιήσει ή και ακόμα να διαγράψει ένα ιστορικό συναλλαγών που έχουν καταχωρηθεί στο συγκεκριμένο δίκτυο. Λόγω της κατανεμημένης φύσης της δομής του blockchain και των επιβεβαιωμένων εγγυήσεων από τους ομότιμους, οι πληροφορίες που καταχωρούνται δεν μπορούν να αλλάξουν όπως θα μπορούσε να συμβεί σε μια παραδοσιακή κεντρική βάση δεδομένων (Boucher, 2016). Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει σε οποιοδήποτε ανήκει στο δίκτυο να έχει πρόσβαση και να βλέπει τις καταχωρήσεις που γίνονται από άλλους του δικτύου, ωστόσο όμως δεν έχουν την δυνατότητα να τις χειριστούν. Κάθε φορά λοιπόν που πραγματοποιείται μια συναλλαγή, αποστέλλεται στο δίκτυο όπου αλγόριθμοι υπολογιστών αξιολογούν τη νομιμότητά της, δηλαδή επιβεβαιώνουν την αυθεντικότητα της συναλλαγής. Δημιουργείται μια αλυσίδα συναλλαγών συνδέοντας τη νέα συναλλαγή με την προηγούμενη μετά την επιβεβαίωση της συναλλαγής. Το δίκτυο που γίνονται όλες αυτές οι διαδικασίες ονομάζεται Blockchain. (Sarmah, 2018)

Η τεχνολογία blockchain λειτουργεί ως δίκτυο Peer-to-Peer, καθώς βασίζεται σε ένα αποκεντρωμένο δίκτυο. Το Bitcoin, ένα σύστημα blockchain που φιλοξενεί ένα ψηφιακό αρχείο, είναι ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα. Χρησιμοποιώντας έναν εξελιγμένο αλγόριθμο υπολογιστή συνδεδεμένο σε ένα κατανεμημένο δίκτυο, το Bitcoin προσφέρει μια πλατφόρμα για την εξόρυξη, αποθήκευση και εμπορία Bitcoin. Οι αλυσίδες μπλοκ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κάτι περισσότερο από απλές συναλλαγές. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως μητρώο περιουσιακών στοιχείων και απογραφή. (Sarmah, 2018)

Ένα Blockchain πιο συγκεκριμένα, είναι μια δημόσια, αποκεντρωμένη και κατακεντρωμένη βάση δεδομένων που διαχειρίζεται πολλοί συμμετέχοντες, σε πολλούς κόμβους που συνδέονται μέσω ενός δικτύου peer-to-peer (P2P) (Ammar , et al., 2022). Το Blockchain λειτουργεί ως τεχνολογία κατακεντρωμένου καθολικού (DLT) όπου οι χρήστες μπορούν να επαληθεύσουν ψηφιακά τις εκδοθείσες συναλλαγές χωρίς την ανάγκη για αξιόπιστη αρχή τρίτου μέρους (TTP) (Ammar , et al., 2022).

Κατά κανόνα, το blockchain αναφέρεται «σε ένα πλήρως κατακεντρωμένο σύστημα για την κρυπτογραφική σύλληψη και αποθήκευση ενός συνεπούς, αμετάβλητου, γραμμικού αρχείου καταγραφής συναλλαγών μεταξύ δικτυωμένων παραγόντων» ( Risius & Spohrer , 2017).

Συνήθως, το Blockchain παρουσιάζει μια ασφαλή και αυτόνομη συναινετική προσέγγιση για την επέκταση του DLT με την πάροδο του χρόνου, διατηρώντας παράλληλα τα δεδομένα αμετάβλητα και αδιάψευστα (Matthew , et al., n.d.). Τα κύρια χαρακτηριστικά του Blockchain-DLT καταδεικνύονται στην εικόνα 1.



ΕΙΚΟΝΑ 1:ΚΥΡΙΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΟΥ ΚΑΘΟΛΙΚΟΥ (DLT)

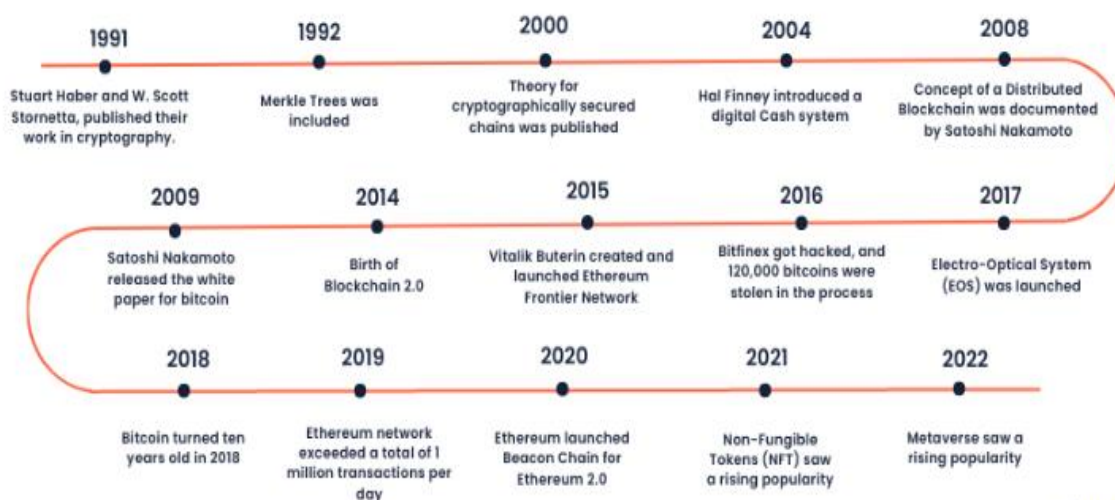
Το Blockchain-DLT στηρίζεται σε ένα αλγόριθμο όπως ενδεικτικά μπορούμε να πούμε π.χ. SHA 256 (Crosby, et al., 2016) και με την βοήθεια του αλγορίθμου καταγράφει συναλλαγές με κρυπτογραφική υπογραφή. Επίσης, είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί υποκλοπή δεδομένων από «χάκερ» γιατί κάθε κόμβος που περιγράφεται στην εικόνα 2 έχει ένα πλήρες αντίγραφο του καθολικού (μπλοκ) και το μπλοκ αποτελείται από πολλά δεδομένα (λίστα συναλλαγών, κλπ.). Τα μπλοκ ενσωματώνονται συνδέοντας κάθε μπλοκ με τον προκάτοχό του και στη συνέχεια μέσω μιας τιμής κατακερματισμού. Τα μπλοκ συνδέονται μεταξύ τους χρονολογικά και δεν μπορούν να τροποποιηθούν μετά την εγγραφή τους χωρίς να γράψουν ξανά ολόκληρο το ιστορικό του καθολικού (Crosby, et al., 2016). Οι κόμβοι χρησιμοποιούν έναν καθορισμένο αλγόριθμο για να καταλήξουν σε συναίνεση σχετικά με το ποια έκδοση του Καθολικού είναι αληθής και ακριβής (Abdellah & Abderrezak, 2020).

## 1.2 Ιστορική αναδρομή του Blockchain

Για πρώτη φορά το Blockchain προσέφερε ένα κατακεντρωμένο δημόσιο καθολικό για την υποστήριξη του κρυπτονομίσματος Bitcoin. Η τεχνολογία αυτή κατέστησε δυνατή την καταγραφή των συναλλαγών των Bitcoin χωρίς την ανάγκη μιας κεντρικής αρχής να δημιουργήσει εμπιστοσύνη σε ένα περιβάλλον χωρίς εμπιστοσύνη. Έτσι αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα των συναλλαγών ενώ παράλληλα εξάλειψε το κόστος της επαλήθευσης από τρίτους. Σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους

επεξεργασίας κατακευμαμένων συναλλαγών, το blockchain προσέφερε επίσης βελτιωμένη διαφάνεια, ιχνηλασιμότητα και ασφάλεια. Ωστόσο παρά την σχετικά πρόσφατη ιστορία του, ο αντίκτυπος του έχει γίνει παγκοσμίως ιδιαίτερα αισθητός. (Sheldon, 2021)

NO TABLE OF FIGURES ENTRIES FOUND.



theknowledgeacademy

ΕΙΚΟΝΑ 2: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΟΥ BLOCKCHAIN

Η ιδέα ενός κατακευμαμένου καθολικού καλύφθηκε σε ένα έγγραφο του 1976 με τίτλο "New Directions in Cryptography", το οποίο δημοσιεύτηκε. Με την ανάπτυξη της κρυπτογραφίας, οι Stuart Haber και Scott Stornetta δημοσίευσαν ένα έγγραφο με τίτλο "Hot to Time-Stamp a Digital Document" που περιέγραφε την ιδέα της χρονοσήμανσης των δεδομένων και όχι του μέσου. Μια άλλη κρίσιμη ιδέα γνωστή ως «ηλεκτρονικό χρήμα» ή «ψηφιακό νόμισμα», η οποία δημιουργήθηκε με βάση ένα μοντέλο που προτάθηκε από τον David Chaum, συνέβαλε επίσης στην ανάπτυξη της ιδέας του Blockchain. Πρωτόκολλα όπως τα συστήματα ηλεκτρονικών μετρητών, τα οποία εισήγαγαν την ανίχνευση διπλών δαπανών, ακολουθήθηκαν στη συνέχεια από αυτήν την ιδέα. Ακόμη μία ιδέα η οποία ανακαλύφθηκε από τον Adam Back

το 1997 γνωστή ως "hashcash" παρείχε ένα μέσο πρόληψης ανεπιθύμητων μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Ως αποτέλεσμα αυτού, ο Wei Dai ήρθε με την ιδέα της παραγωγής χρήματος με βάση ένα δίκτυο "Peer-to-Peer" το οποίο ονόμασε "b-money" (Sarmah, 2018).

Πριν ακόμα ανακαλυφθεί και έρθει στην επιφάνεια το Bitcoin, πολλές από τις τεχνολογίες στις οποίες βασίζεται το Blockchain ήταν ήδη υπό ανάπτυξη. Το δέντρο του Merkle, το οποίο φέρει το όνομα του επιστήμονα υπολογιστών Ralph Merkle, είναι μία από αυτές τις τεχνολογίες. Στη διδακτορική του διατριβή το 1979 για το Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ, ο Merkle επινόησε μια στρατηγική για τη διανομή δημόσιου κλειδιού και τις ψηφιακές υπογραφές γνωστή ως «έλεγχος ταυτότητας δέντρου». Τελικά κατέθεσε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για αυτήν την προσέγγιση δημιουργίας ψηφιακών υπογραφών. Μια δομή δεδομένων για τον έλεγχο μεμονωμένων εγγραφών προσφέρεται από το δέντρο Merkle (Sheldon, 2021).

Λίγο αργότερα εμφανίζεται στο προσκήνιο ο David Chaum ο οποίος παρουσίασε, στη διδακτορική του διατριβή το 1982 για το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας Berkeley, ένα σύστημα θησαυροφυλακίου για την κατασκευή, συντήρηση και εμπιστοσύνη συστημάτων

υπολογιστών από αμοιβαία ύποπτους οργανισμούς. Αυτό το σύστημα παρουσίασε πολλά από τα χαρακτηριστικά μιας αλυσίδας μπλοκ. Τα ψηφιακά μετρητά μερικές φορές πιστώνονται στον Chaum, ο οποίος ίδρυσε την εταιρεία DigiCash το 1989 (Chaum, 1985).

Ένα άρθρο σχετικά με τα ψηφιακά έγγραφα χρονοσήμανσης δημοσιεύθηκε το 1991 από τους Stuart Haber και W. Scott Stornetta. Η τεχνική για τη διακοπή των χρηστών από την αναδρομική χρονολόγηση ή την προώθηση ηλεκτρονικών εγγράφων προτάθηκε στο άρθρο. Η πρόθεση ήταν να διατηρηθεί το έγγραφο εντελώς ιδιωτικό, αποφεύγοντας παράλληλα την ανάγκη για μια υπηρεσία χρονοσήμανσης για την παρακολούθησή του. Τα δέντρα Merkle ενσωματώθηκαν στην αρχιτεκτονική από τους Haber και Stornetta το 1992, επιτρέποντας τη συνύπαρξη διαφορετικών πιστοποιητικών εγγράφων σε ένα ενιαίο μπλοκ (Sheldon, 2021).

Οι ιδέες που διέπουν το Bitcoin και το blockchain εισήχθησαν σε μια λευκή βίβλο που γράφτηκε από τον Satoshi Nakamoto το 2008. Το άτομο ή η ομάδα που πρότεινε την τεχνική θεωρείται ότι έχει πάρει το παρατσούκλι Nakamoto. Σύμφωνα με τη Λευκή Βίβλο, η υποδομή blockchain θα επιτρέψει ασφαλείς συναλλαγές Peer-to-Peer χωρίς την ανάγκη αξιόπιστων τρίτων όπως τράπεζες ή κυβερνήσεις. Αν και η ακριβής ταυτότητα του Nakamoto είναι ακόμα άγνωστη, υπάρχουν πολλές ιδέες. Η εισαγωγή του 2008 της αρχιτεκτονικής Bitcoin/Blockchain βασίστηκε σε ιδέες και τεχνολογίες των προηγούμενων τριών δεκαετιών. Επιπλέον, ο σχεδιασμός του Nakamoto εισήγαγε την ιδέα μιας «αλυσίδας μπλοκ». Ως αποτέλεσμα, τα μπλοκ μπορούν να προστεθούν χωρίς να χρειάζεται να υπογραφούν από αξιόπιστο τρίτο μέρος. Ο Nakamoto περιέγραψε στην πραγματικότητα ένα ηλεκτρονικό νόμισμα ως μια «αλυσίδα ψηφιακών υπογραφών», όπου κάθε ιδιοκτήτης μεταφέρει το νόμισμα στον ακόλουθο ιδιοκτήτη. Αυτό επιτυγχάνεται με την «ψηφιακή υπογραφή ενός κατακερματισμού της προηγούμενης συναλλαγής και την προσθήκη του δημόσιου κλειδιού του επόμενου κατόχου στο τέλος του νομίσματος», σύμφωνα με τη λευκή βίβλο του. Έτσι λοιπόν το 2009 ο Satoshi Nakamoto δημοσίευσε το λογισμικό ανοιχτού κώδικα και μαζί με την βοήθεια των προγραμματιστών χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά για την πρώτη συναλλαγή. Οι επιστήμονες και οι επενδυτές ανακάλυψαν τα οφέλη και η δυναμική περιορίζονται στην τεχνολογία blockchain και όχι στο Bitcoin (Lewis Popovski and George Soussou, Patterson Belknap Webb & Tyler, 2018).

Ο συνιδρυτής του Bitcoin Magazine, Vitalik Buterin παρουσίασε μια αποκεντρωμένη πλατφόρμα εφαρμογών σε μια λευκή βίβλο που δημοσιεύτηκε. Το Ίδρυμα Ethereum ιδρύθηκε ως αποτέλεσμα και έκανε το ντεμπούτο του το 2014. Χάρη στο Ethereum η τεχνολογία blockchain μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς πέρα από τα κρυπτονομίσματα. Εισήγαγε έξυπνα συμβόλαια και έδωσε στους προγραμματιστές ένα θεμέλιο πάνω στο οποίο μπορούν να δημιουργήσουν αποκεντρωμένες εφαρμογές. Καθώς τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και άλλες επιχειρήσεις άρχισαν να συνειδητοποιούν και να διερευνούν τις δυνατότητες του blockchain το 2014, έστρεψαν την προσοχή τους μακριά από την ανάπτυξη του ψηφιακού νομίσματος προς την πρόοδο των τεχνολογιών blockchain (Sheldon, 2021).

Σήμερα, ένας αυξανόμενος αριθμός βιομηχανιών βλέπουν το Blockchain ως πολύτιμη τεχνολογία, ένα εργαλείο ξεχωριστό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και πέρα από το Bitcoin ή άλλα κυβερνονομίσματα. Παρ' όλα αυτά, κάθε έτος από το 2016 μέχρι σήμερα είχε τα σκαμπανεβάσματά του. Κατά τη διάρκεια αυτών των πέντε ετών, το ενδιαφέρον για την υιοθέτηση του blockchain για σκοπούς άλλους από τα κρυπτονομίσματα έχει αυξηθεί. Καθώς οι κυβερνήσεις και οι επιχειρήσεις στρέφονται στο blockchain για να αντιμετωπίσουν μια σειρά περιπτώσεων χρήσης. Αυτό περιλαμβάνει το δικαίωμα ψήφου, την ακίνητη περιουσία, την παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης, τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας, το διαδίκτυο των πραγμάτων και την παροχή εμβολίων. Επιπλέον, ορισμένοι πάροχοι cloud

παρέχουν πλέον blockchain ως υπηρεσία και υπάρχει μεγαλύτερη από ποτέ ανάγκη για εξειδικευμένους προγραμματιστές blockchain.

### 1.3 Δομή και Αρχιτεκτονική Blockchain

Η τεχνολογία Blockchain είναι μια αποκεντρωμένη βάση δεδομένων που λειτουργεί με τρόπο ώστε αυτές οι βάσεις δεδομένων να υπάρχουν σε πληθώρα υπολογιστών και κάθε αντίγραφο αυτής της βάσης δεδομένων να είναι ίδιο. Αυτή η δομή δίνει στην τεχνολογία blockchain μια έννοια απόδειξης αυτού της ιδιοσυγκρασίας. Σε αντίθεση με τις κεντρικές βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιούνται συνήθως από τους οργανισμούς και είναι ευάλωτες σε επιθέσεις χάκερ, το blockchain αναπτύχθηκε για να είναι ασφαλές και ανθεκτικό. Το blockchain λειτουργεί ως ένα δίκτυο peer-to-peer που τρέχει κατά μήκος του Διαδικτύου.

Η αρχιτεκτονική του blockchain αποτελείται από τρία βασικά στρώματα. Το πρώτο είναι το επίπεδο εφαρμογών, όπου βρίσκεται το λογισμικό εφαρμογής του blockchain. Για παράδειγμα, το λογισμικό Bitcoin wallet επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν και να αποθηκεύουν τα ιδιωτικά και δημόσια κλειδιά τους για τον έλεγχο των bitcoins τους. (Sarmah, 2018)

Το δεύτερο στρώμα είναι το αποκεντρωμένο καθολικό, το οποίο είναι υπεύθυνο για την επιβεβαίωση των συναλλαγών και την οργάνωσή τους σε μπλοκ. Κάθε μπλοκ συνδέεται κρυπτογραφικά με το προηγούμενο, δημιουργώντας μια αλυσίδα από μπλοκ. Οι συναλλαγές πρέπει να περάσουν μια διαδικασία επικύρωσης πριν γίνουν αποδεκτές ως νόμιμες. Η εξόρυξη είναι η διαδικασία δημιουργίας νέων μπλοκ και προσθήκης τους στο τέλος του blockchain.

Το τρίτο στρώμα είναι το δίκτυο peer-to-peer, όπου οι κόμβοι του blockchain αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Οι κόμβοι παίζουν διάφορους ρόλους και ανταλλάσσουν μηνύματα μεταξύ τους. Το αποκεντρωμένο καθολικό επιτρέπει την επίτευξη συναίνεσης μεταξύ όλων των κόμβων για τον προσδιορισμό του νόμιμου blockchain.

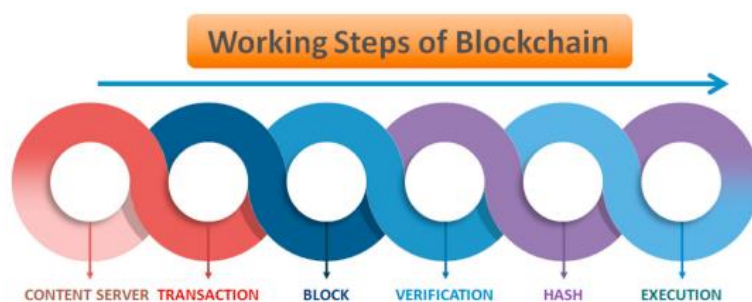
Το blockchain χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο απόδειξης εργασίας για να καθορίσει την αλυσίδα με τις περισσότερες προσπάθειες και να εξασφαλίσει τη συναίνεση. Αυτό το στρώμα εξασφαλίζει την ασφάλεια και την αντοχή του blockchain. Συνολικά, η τεχνολογία blockchain είναι μια εξαιρετικά ασφαλής και αποτελεσματική τεχνολογία αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων. Η αποκεντρωμένη της φύση την καθιστά ευάλωτη για απάτες και επιθέσεις χάκερ. Ωστόσο, με τη σωστή υλοποίηση και συνεχή εξέλιξη, το blockchain μπορεί να αναμένεται να επαναστατήσει τον τρόπο λειτουργίας των οργανισμών και την ασφάλεια των διαδικτυακών συναλλαγών. (Sarmah, 2018)

### 1.4 Χαρακτηριστικά Blockchain

Οι ερευνητές επιτρέπουν υπολογιστικές εκτιμήσεις για θεραπείες, φάρμακα (Kassab, et al., 2021) και θεραπείες διαφόρων ασθενειών και διαταραχών χρησιμοποιώντας τους πόρους που εξοικονομούνται από αυτές τις συσκευές (Shen, et al., 2017).

Το Blockchain μπορεί να περιγράψει ως αποκεντρωμένο peer-to-peer (P2P) δίκτυο προσωπικών υπολογιστών που ονομάζονται κόμβοι, το οποίο διατηρεί, αποθηκεύει, και

καταγράφει Ιστορικά δεδομένα ή δεδομένα συναλλαγών (Yue, et al., 2016). Στην εικόνα 3 παρατηρούνται τα βήματα της βασικής εργασίας που εκτελούνται σε ένα Blockchain: σύνδεση στο server, συναλλαγή, block (μπλοκ) , επαλήθευση, κατακερματισμός και τέλος εκτέλεση της καταχώρησης.



ΕΙΚΟΝΑ 3:ΔΕΙΧΝΕΙ ΤΗ ΒΑΣΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ BLOCKCHAIN ( HALEEM, ET AL., 2021)

## 1.5 Τύποι Blockchain

Υπάρχουν δύο τύποι Blockchain : δημόσιοι και ιδιωτικοί. Οι δημόσιες αλυσίδες μπλοκ είναι κρυπτονομίσματα, όπως το Bitcoin, που επιτρέπουν την ομότιμη λειτουργία-προς τής-συναλλαγές ομοτίμων. Τα ιδιωτικά Blockchain χρησιμοποιούν πλατφόρμες που βασίζονται σε Blockchain, όπως το Ethereum ή το Blockchain-as-a-service (BaaS) πλατφόρμες που λειτουργούν σε ιδιωτική υποδομή cloud ( Haleem, et al., 2021).

Τα BC (Blockchain) μπορεί να έχουν άδεια ή περιορισμένη άδεια. Σε ένα επιτρεπόμενο BC, κάθε συμμετέχων έχει μια μοναδική ταυτότητα. Π.Χ. χωρίς άδεια ασκούν έκκληση επειδή επιτρέπουν σε οποιονδήποτε να συμμετάσχει ή να αποχωρήσει από την εκτέλεση του πρωτοκόλλου χωρίς να ζητήσει άδεια από μια κεντρική ή κατακερματισμένη αρχή. Ωστόσο, οι BC χωρίς άδεια, όπως το Ethereum ή το Bitcoin, αντιμετωπίζουν όγκο συναλλαγών με περιορισμούς. Τόσο το επιτρεπόμενο όσο και το χωρίς άδεια μπορούν να εφαρμοστούν στην υγειονομική περίθαλψη ( Kassab, et al., 2021).

### Δημόσιο blockchain

Το public blockchain είναι μια πλατφόρμα ανοιχτή σε όλους τους χρήστες και γίνεται ελεύθερα η εγγραφή ( Tasca & Tessone, 2017). Περιέχει ευαίσθητα δεδομένα τα οποία είναι διαθέσιμα σε μια βάση η οποία διαχωρίζεται σε κυψέλες και η κάθε μια προηγούμενη έχει αποθηκευμένα αρχεία καινούργια και τα παλιά, αυτό εξασφαλίζει και αποτρέπει την κλοπή δεδομένων καθώς και αποτρέπει το λάθος να χαθούν αρχεία, διότι χρησιμοποιείται το back up. Το δημόσιο Blockchain είναι ο πρώτος τύπος τεχνολογίας Blockchain και είναι το Bitcoin και άλλες κρυπτονομίσματα σχεδιάστηκαν και βοήθησε στην προώθηση της τεχνολογίας distributed ledger (DLT). Εξαλείφει τα μειονεκτήματα του συγκεντρωτισμού, όπως η έλλειψη ασφάλειας και διαφάνειας. Το DLT διανέμει δεδομένα σε ένα δίκτυο P2P και όχι αποθήκευση σε μία μόνο θέση. Λόγω της Αποκεντρωμένης φύσης της, απαιτεί κάποια μέθοδο ελέγχου ταυτότητας δεδομένων. Επίσης όταν αναφέρεται η τεχνολογία P2P εννοείται ότι δεν χρησιμοποιεί εξυπηρετητή αλλά οι ίδιοι οι χρήστες που είναι στο σύστημα P2P δημιουργούν και επαληθεύουν μέσω κρυπτονομισμάτων που βασίζονται σε αλγόριθμο ( Haleem, et al., 2021).

### Ιδιωτικό blockchain

Ένα ιδιωτικό Blockchain είναι ένα δίκτυο Blockchain που λειτουργεί σε ένα περιορισμένο πλαίσιο, όπως ένα κλειστό δίκτυο, ή ελέγχεται από ενιαία οντότητα. Ενώ λειτουργεί παρόμοια με ένα δημόσιο blockchain (Wüst & Gervais, 2018). Το δίκτυο όσον αφορά τη συνδεσιμότητα P2P και την αποκέντρωση, είναι σημαντικά μικρότερο. Σε ένα ιδιωτικό Blockchain, ο εφευρέτης του δικτύου γνωρίζει ποιοι είναι οι συμμετέχοντες από την αρχή. Δεν μπορεί κανείς να

αναπτύξει / πράξει ενέργειες χωρίς να έχει έγκρισή από τον διαχειριστή (οργανισμό). Επίσης κάποια έγγραφα είναι δημόσια άλλα αυτό εξαρτάται από την φύση του ιδιωτικού Blockchain και που χρησιμοποιείται ( Haleem, et al., 2021).

#### Διαφορά δημόσιο από ιδιωτικό Blockchain

Σύμφωνα με ( Xu, et al., 2016) η διαφορά ανάμεσα στο ιδιωτικό και το δημόσιο Blockchain είναι στον τρόπο πρόσβαση και δικαιωμάτων των χρηστών, αλλά και στην υποδομή που διατίθεται από το Blockchain ανάλογα το σκοπό που τον καθορίζει αν είναι ιδιωτικό ο οργανισμός ενώ αν είναι δημόσιο δεν έχει περιορισμούς εγκρίσεις. Η servers με βάση την θεωρία είναι προσβάσιμη από πολλούς χρήστες γιατί είναι ανοιχτή/δημόσιοι η πληροφορίες που είναι μέσα σε αυτούς είναι διαθέσιμη άρα προκύπτει εν μέρη έλλειψη ιδιωτικότητας.

### 1.6 Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Blockchain

Με την εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain, μπορεί να δημιουργηθεί εμπιστοσύνη, φέρνοντας μια θεμελιώδη στροφή στο Διαδίκτυο της αξίας. Αυτό το απλό αλλά επαναστατικό όφελος πιθανότατα θα προκαλέσει κάποιες σημαντικές προσαρμογές. Τα περιουσιακά στοιχεία μπορούν να ανταλλάσσονται γρήγορα και αποτελεσματικά χωρίς την ανάγκη για μεσάζοντες όταν η εμπιστοσύνη είναι ριζωμένη στα συστήματα. Προβλέπεται ότι αυτό το όφελος θα οδηγήσει σε περαιτέρω σημαντικές βελτιώσεις. Με λίγα λόγια, τα οφέλη της τεχνολογίας blockchain είναι τα εξής: (Spyros Makridakis, Klitos Christodoulou, 2019)

- Ένα από τα κύρια οφέλη της τεχνολογίας blockchain είναι η διάδοση, η οποία καθιστά δυνατή την ανταλλαγή βάσεων δεδομένων χωρίς την ανάγκη κεντρικής οργάνωσης. Σε σύγκριση με μια παραδοσιακή βάση δεδομένων, η μετρίαση των δεδομένων είναι σχεδόν δύσκολη λόγω της αποκεντρωμένης δομής του blockchain. (Sarmah, 2018)
- Παρέχει ενισχυμένη ασφάλεια. Πιο συγκεκριμένα, οι πληροφορίες είναι ευαίσθητες και σημαντικές, και το blockchain έχει τη δύναμη να αλλάξει δραστικά τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι βλέπουν τα ζωτικής σημασίας δεδομένα. Το Blockchain συμβάλλει στην πρόληψη της απάτης και της παράνομης συμπεριφοράς παράγοντας ένα αρχείο που είναι αμετάβλητο και κρυπτογραφημένο από άκρο σε άκρο. Χρησιμοποιώντας άδειες για τον περιορισμό της πρόσβασης και την ανωνυμοποίηση των προσωπικών δεδομένων, η τεχνολογία blockchain μπορεί επίσης να βοηθήσει με ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής. Επειδή οι πληροφορίες φυλάσσονται σε ένα δίκτυο υπολογιστών και όχι σε έναν ενιαίο διακομιστή, οι χάκερ βρίσκουν πιο δύσκολο να έχουν πρόσβαση σε αυτά (IBM, 2020). Οι χρήστες λοιπόν έχουν την εξουσία να ελέγχουν τις πληροφορίες και τις συναλλαγές τους και δεδομένου ότι το blockchain δεν έχει κανένα κεντρικό σημείο αποτυχίας λόγω του αποκεντρωμένου δικτύου του, μπορεί να αντέξει οποιαδήποτε επίθεση ασφαλείας. Μόνο όταν η πλειοψηφία των χρηστών του δικτύου δώσει έγκριση, αφού πρώτα έχουν εξετάσει και λάβει ικανοποιητικά στοιχεία ότι οι πληροφορίες που μεταφέρονται κρυπτογραφικά είναι έγκυρες. Η διασταύρωση αυτή ολοκληρώνεται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα και έτσι οι ενημερωμένες πληροφορίες αποθηκεύονται στο μητρώο Blockchain, καθιστώντας το έτσι προσβάσιμο σε όλους τους ομόλογους του δικτύου (Spyros Makridakis, Klitos Christodoulou, 2019). Καταλήγουμε πως δεν απαιτείται κεντρική αρχή με τους χρήστες να μπορούν να είναι σίγουροι ότι μια συναλλαγή θα εκτελεστεί ως πρωτόκολλο και πως χρησιμοποιώντας το blockchain, τα ευαίσθητα επιχειρηματικά δεδομένα μπορούν να προστατευθούν χρησιμοποιώντας εντολές κρυπτογράφησης από άκρο σε άκρο. Πολλαπλά αντίγραφα των δεδομένων μπορούν να αποθηκευτούν στο blockchain και ως εκ τούτου οι χρήστες μπορούν να αποφύγουν την αποθήκευση ευαίσθητων δεδομένων σε ένα μέρος (Sarmah, 2018).



- Αυξάνει την αποτελεσματικότητα και την ταχύτητα της οποιασδήποτε εργασίας θέλουμε να ολοκληρωθεί. Αυτό το καταφέρνει καθώς τα έγγραφα αποθηκεύονται στο μητρώο μαζί με τα στοιχεία της συναλλαγής, εξαλείφοντας την ανάγκη ανταλλαγής χαρτιού. Δεν υπάρχει ανάγκη να συμβιβαστούν πολλαπλά βιβλία, έτσι ώστε η εκκαθάριση και ο διακανονισμός μπορεί να είναι πολύ ταχύτερος. Συνεπώς οι χρήστες σε ένα blockchain μπορούν εύκολα να παρακολουθήσουν το ιστορικό οποιασδήποτε συναλλαγής, καθώς όλες οι συναλλαγές στο blockchain είναι ψηφιακά σφραγισμένες (IBM, 2020).
- Από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρει η τεχνολογία αυτή θα μπορούσε κανείς να πει πως είναι το γεγονός ότι προσφέρει αμεταβλήτοτητα και διαφάνεια. Οι πληροφορίες με το που καταγράφουν στο μητρώο του Blockchain δεν μπορούν να τροποποιηθούν, σβηστούν ή χαθούν. Με αυτό τους παρέχει ένα αμετάβλητο και έγκυρο ιστορικό αρχείο δεδομένων το οποίο γίνεται μόνιμο στο σύστημα. Διασφαλίζεται λοιπόν ότι όλες οι πληροφορίες ανά πάσα στιγμή θα βρίσκονται στο λογιστικό μητρώο και μπορούν να ελέγχουν από οποιοδήποτε που είναι συμμετέχει στο συγκεκριμένο δίκτυο (Sarmah, 2018). Η βάση δεδομένων του blockchain δεν συντηρείται από οποιοδήποτε άτομο, εταιρεία ή κυβέρνηση, αλλά από όλους τους συμμετέχοντες υπολογιστές δικτύου που διανέμονται σε όλο τον κόσμο. Αυτό σημαίνει ότι δύο μέρη μπορούν να αλληλοεπιδρούν χωρίς να χρειάζεται κανένας κεντρικός ενδιαμέσος να επαληθεύει τις συναλλαγές ή να ελέγχει ότι τα αρχεία είναι αληθινά (Sarmah, 2018).
- Παρέχει άμεση ιχνηλασιμότητα. Το Blockchain δημιουργεί ένα διαφανές αρχείο που εντοπίζει την προέλευση ενός περιουσιακού στοιχείου σε κάθε στάδιο της εξέλιξής του. Σε τομείς όπου οι καταναλωτές εκφράζουν ανησυχίες σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή τις επιπτώσεις των ανθρωπίνων δικαιωμάτων που σχετίζονται με ένα προϊόν, ή σε βιομηχανίες που αγωνίζονται με προκλήσεις όπως η παραχάραξη και η απάτη δραστηριότητες, blockchain χρησιμεύει ως ένα αξιόπιστο μέσο επαλήθευσης. Αυτή η τεχνολογία διευκολύνει την ανταλλαγή πληροφοριών προέλευσης απευθείας με τους πελάτες, προσφέροντας απτές αποδείξεις. Επιπλέον, τα δεδομένα ιχνηλασιμότητας που παρέχει μπορούν να αποκαλύψουν τρωτά σημεία στην αλυσίδα εφοδιασμού, όπως ο εντοπισμός καθυστερήσεων στη διαμετακόμιση όταν τα εμπορεύματα περιμένουν να αποσταλούν σε φορτωτικό λιμένα (IBM, 2020).
- Οι λειτουργίες μπορούν να εξορθολογιστούν με τη χρήση "έξυπνων συμβάσεων", επιτρέποντας την αυτοματοποίηση που ενισχύει τόσο την αποδοτικότητα όσο και τις διαδικασίες. Αυτές οι συμβάσεις ξεκινούν αυτόματα την επόμενη φάση μιας συναλλαγής ή διαδικασίας μόλις εκπληρωθούν οι προκαθορισμένες προϋποθέσεις. Με αυτόν τον τρόπο, τα έξυπνα συμβόλαια ελαχιστοποιούν την ανάγκη για ανθρώπινη συμμετοχή και μειώνουν την εξάρτηση από εξωτερικές οντότητες για την επικύρωση της συμμόρφωσης με τις συμβάσεις. Για παράδειγμα, στον ασφαλιστικό τομέα, εάν ένας πελάτης υποβάλει όλα τα απαιτούμενα έγγραφα για μια αξίωση, ένα έξυπνο συμβόλαιο μπορεί να εκτελέσει αυτόματα τη διαδικασία διακανονισμού και πληρωμής.

## 1.7 Προκλήσεις Blockchain

Μέχρι τώρα, τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν είναι η προστασία δεδομένων, κοινή χρήση και διαλειτουργικότητα στη διαχείριση της υγείας του πληθυσμού (Dimitron, 2019). Η τεχνολογία ενισχύει την ασφάλεια, την ανταλλαγή δεδομένων, τη διαλειτουργικότητα, την ακεραιότητα και τον πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, αυτή η τεχνολογία έρχεται με το δικό της σύνολο προκλήσεων αυτό πρέπει να αντιμετωπιστεί. Μερικές από αυτές τις μεγάλες προκλήσεις είναι οι:

### ➤ Ασφάλεια και απόρρητο των δεδομένων ( Security and Privacy of Data)

Ο πιο κρίσιμος στόχος είναι ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων και μυστικότητα των στοιχείων που έχει ώστε να μην διαρρεύσουν. (Kuo & Ohno-Machado, 2016). Δεδομένου ότι ο μηχανισμός του blockchain επιτρέπει σε όλους εμπλεκόμενους (χρήστες) και όχι σε ένα μόνο αξιόπιστο τρίτο μέρος, να επαληθεύσει τα αρχεία σε μια αρχιτεκτονική blockchain ( Zheng, et al., 2017), τα στοιχεία έχουν υψηλή πιθανότητα να διαρρεύσουν. Όταν ο ασθενής δίνει την εξουσιοδότηση σε τρίτο άτομο να πάρει δεδομένα από την βάση τότε μπορεί να γίνει υποκλοπή καθώς το άτομο αυτό μπορεί να δώσει εξουσιοδότηση σε άλλα άτομα. Αν γίνει τοποθέτηση εφαρμογών υψηλής προστασίας για την διαφύλαξη των στοιχείων θα υπάρξει δυσκολία στην ανταλλαγή και μεταφορά δεδομένων ανάμεσα στα μπλοκ με αποτέλεσμα μερική πρόσβαση σε δεδομένα και καθυστέρησής ( Soyal, et al., 2019). Μια μεγάλη απειλή του δικτύου blockchain είναι η γνωστή επίθεση 51% ( FRANKENFIELD, et al., 2022). Αυτή η επίθεση αποτελείται από μια μεγάλη ομάδα ανθρακωρύχων οι οποίοι διαθέτουν σε ποσοστό 50 % τα μπλοκ του διαδικτύου και κάνουν παραβιάσεις. Οι ανθρακωρύχοι παίρνουν μια εξουσία του δικτύου και θα μπορούσαν να αποτρέψουν τυχόν νέες συναλλαγές που λαμβάνουν χώρα με το να μην τους παρέχουν τη συγκατάθεση. Σύμφωνα με το (Hertig, 2018), πέντε κρυπτοσυχνότητες έχουν πέσει θύμα κλοπής αρχείων. Επίσης, δεν είναι όλα τα δεδομένα να μπαίνουν σε αυτή την βάση διότι μπορεί να είναι άκρως ευαίσθητα και να επιβάλετε να μην διαρρεύσουν ( Linn & Koo, 2016).

### ➤ Διαχείριση Χωρητικότητας Αποθήκευσης (Managing Storage Capacity)

Το Blockchain σχεδιάστηκε για να καταγράφει και να επεξεργάζεται τα δεδομένα συναλλαγών, τα οποία έχουν περιορισμένο πεδίο εφαρμογής, οπότε δεν χρειάζεται βαριά αποθήκευση. Ο κλάδος της υγείας διαθέτει πολλά στοιχεία που πρέπει να υποβάλλονται σε έλεγχο και ανάλυση σε καθημερινή βάση (Bennett, 2017). Τα ιστορικά υγείας που περιέχουν όλες τις ιατρικές εξετάσεις από μηχανήματα, αιματολογικό, διαγνωστικό, εικόνες και έγγραφα βρίσκονται σε όλους τους κόμβους του Blockchain, οι οποίοι απαιτεί ένα τεράστιο αποθηκευτικό χώρο ( Pirtle & Ehrenfeld , 2018). Λόγο της επεκτασιμότητας των βάσεων απαιτείτε μεγαλύτερη ταχύτητα αναζήτησης και πρόσβασης σε αρχεία καθώς η ταχύτητα παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο όταν μιλάμε για υγεία. ( Soyal, et al., 2019).

### ➤ Θέματα Διαλειτουργικότητας (Interoperability Issues)

Το Blockchain πάσχει επίσης από το ζήτημα της διαλειτουργικότητας (Kuo & Ohno-Machado, 2016); δηλαδή, κάνοντας μπλοκ αλυσίδες από διάφορους παρόχους και υπηρεσίες επικοινωνίας να μιλούν μεταξύ τους απρόσκοπτα και κατάλληλα ( Bouilos, et al., 2018).

### ➤ Προκλήσεις Τυποποίησης (Standardization Challenges)

Η αυξανόμενες απαιτήσεις των οργανισμών πιστοποιήσεις έχει οδηγήσει τα έγγραφα/δεδομένα να είναι καλά επικυρωμένα και πιστοποιημένα όπως ορίζουν τα πρότυπα. Η παράμετροι που λαμβάνει υπόψιν είναι η φύση των δεδομένων, η μορφή πληροφοριών με στόχο την αξιολόγησή τους. Επίσης τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται έχουν την δυνατότητα να ελέγχουν και να είναι σαν ασφάλεια του συστήματος.

### ➤ Κοινωνικές Προκλήσεις (Social Challenges)

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται και οι ρυθμοί τρέχουν ραγδαία στην κοινωνία κάποια στάνταρ παραδοσιακά δεν έχουν αλλάξει και είναι δύσκολο η ενσωμάτωση της καινούργιας τεχνολογίας στα παραδοσιακές μεθόδους (Bernard, 2017). Ακόμα η βιομηχανία της υγείας δεν έχει επεκταθεί στην εφαρμογή του Blockchain διότι δεν έχει εφαρμοστή σε μεγάλο εύρος ώστε να θεωρείται αξιόπιστο. Για την αλλαγή και την ενσωμάτωση τεχνολογίας από το ιατρικό κλάδο απαιτεί χρόνο και συνεχόμενα προσπάθεια ώστε να αφήσουν τα παλιά πρότυπα και διαδικασίες καταχώρησης δεδομένων και να ενταχθούν σε ψηφιοποιημένη διαδικασία. (Bennett, 2017).

## 1.8 Το Blockchain ως μέσο προστασίας των προσωπικών δεδομένων

Τα δεδομένα αυξάνονται γρήγορα στην σημερινή εποχή. Μια πρόσφατη έκθεση εκτιμά ότι το 20% των παγκόσμιων δεδομένων συλλέχθηκε τα τελευταία δύο χρόνια. Η συλλογή και η ανάλυση δεδομένων ενισχύει την καινοτομία και την οικονομική ανάπτυξη. Οι εταιρείες χρησιμοποιούν δεδομένα για την εξατομίκευση των υπηρεσιών, τη βελτιστοποίηση της λήψης αποφάσεων, την πρόβλεψη τάσεων και πολλά άλλα κάνοντας τα δεδομένα να είναι εξαιρετικά πολύτιμα την σήμερα ημέρα για όλους τους κλάδους. Μια κοινωνία που βασίζεται σε δεδομένα μας ωφελεί όλους, αλλά οι ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής των χρηστών αυξάνονται. Οι συγκεντρωτικοί οργανισμοί, είτε δημόσιοι είτε ιδιωτικοί, συλλέγουν μεγάλες ποσότητες προσωπικών και ευαίσθητων δεδομένων. Τα δεδομένα σχετικά με τα άτομα αποθηκεύονται και χρησιμοποιούνται πάντα με τη συγκατάθεσή τους.

Από την πλευρά λοιπόν της ασφάλειας του απορρήτου, για να μπορέσουν να προστατεύσουν την ανωνυμία αλλά και τις πληροφορίες αυτές έχουν δημιουργηθεί κατά καιρούς αρκετές μέθοδοι διατήρησης. Πρόσφατα εμφανίστηκαν νέες τεχνολογίες το οποίο είναι το Blockchain, το οποίο έχει αποδειχθεί πως έχει πολλές δυνατότητες να αποτελεί αξιόπιστη και έμπιστη πλατφόρμα και καλείται να δώσει μία λύση στις υποκλοπές από τρίτους. Η εμπιστοσύνη σε αυτού του είδος πλατφόρμα έχει αυξηθεί. (Zyskind, Nathan, Pentland, 2015)

Εστιάζουμε λοιπόν σε πλατφόρμες για κινητά όπου οι υπηρεσίες εγκαθιστούν εφαρμογές για χρήστες. Πιο συγκεκριμένα το ίδιο σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για άλλες ανησυχίες σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων, όπως οι ασθενείς που μοιράζονται τα ιατρικά τους δεδομένα για επιστημονική έρευνα ή σε τα καταχωρούν σε βάσεις δεδομένων και τα αποθηκεύουν ηλεκτρονικά. Το σύστημά μας προστατεύει από τις παρακάτω περιπτώσεις απορρήτου:

### ➤ Ιδιοκτησία Δεδομένων:

Εστιάζει στην προτεραιότητα που δίνει η πλατφόρμα στον εκάστοτε χρήστη να έχει την δυνατότητα να καταχωρεί και να ελέγχει τα προσωπικά του δεδομένα. Δηλαδή το σύστημα αυτό θα πρέπει να αναγνωρίζει ότι ο χρήστης είναι όντως ο κάτοχος των δεδομένων αυτών ως επισκέπτες με εξουσιοδοτημένα δικαιώματα.

### ➤ Διαφάνεια Δεδομένων και Δυνατότητα Ελέγχου:

Ο εκάστοτε χρήστης θα πρέπει να είναι πλήρης γνώστης όλων των δεδομένων που συλλέγονται γι' αυτόν μέσα στην πλατφόρμα αλλά και το πως θα έχει πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες που έχει καταχωρήσει όταν το θελήσει.

## ➤ Λεπτός Έλεγχος Πρόσβασης:

ένα αρκετά σημαντικό ζήτημα με αυτά τα συστήματα είναι ότι κατά την εγγραφή τους οι χρήστες πρέπει να δίνουν και δέχονται ένα σύνολο από άδειες χρήσης, οι οποίες δίνονται επ' αόριστον. Στο σύστημα Blockchain, ο χρήστης έχει την δυνατότητα να μπορεί να αλλάξει τα δικαιώματα και τις άδειες που είχες συμφωνήσει κατά την εγγραφή αλλά και να ανακαλέσει την πρόσβαση δεδομένων ανά πάσα στιγμή. Με τον τρόπο αυτό οι πολιτικές ελέγχου πρόσβασης θα αποθηκεύονται με ασφάλεια στο Blockchain σύστημα και ο χρήστης θα είναι ο μόνος που θα έχει την δικαιοδοσία να τις τροποποιήσει. (Zyskind, Nathan, Pentland, 2015)

Καταλήγουμε λοιπόν πως μόνο καλή ιδέα δεν είναι να εμπιστευόμαστε τα ευαίσθητα προσωπικά μας δεδομένα, και κυρίως αυτά που αφορούν την υγεία, σε τρίτους να τα διαχειριστούν και πρέπει να είμαστε υπερβολικά προσεκτικοί τις άδειες που επιλέγουμε καθώς μπορούμε να πέσουμε θύματα σε επιθέσεις και κακή χρήση. Οι χρήστες θα πρέπει να έχουν την κυριότητα των δεδομένων τους και να επιλέγουν τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται, αλλά αυτό δεν πρέπει να είναι εις βάρος της ασφάλειας των δεδομένων ή της ικανότητας των επιχειρήσεων και των κυβερνητικών υπηρεσιών να παρέχουν εξατομικευμένες υπηρεσίες.

Η νέα τεχνολογία Blockchain το καθιστά δυνατό και αποτελεί λύση στην αυξανόμενη τάση υποκλοπών από τρίτους καθώς δίνει βαρύτητα και χρησιμοποιεί αξιόπιστους κόμβους και υπολογίζει τα blocks πιο αποτελεσματικά. Έτσι οι χρήστες δεν είναι ποτέ στο σκοτάδι όσο αφορά τις πληροφορίες που συλλέγονται σχετικά με αυτούς ή πώς χρησιμοποιούνται, και δεν αναγκάζονται ποτέ να τοποθετήσουν οποιοδήποτε επίπεδο εμπιστοσύνης σε τρίτους. Επιπλέον, το Blockchain αναγνωρίζει τους χρήστες του ως νόμιμους δικαιούχους οποιωνδήποτε προσωπικών δεδομένων που αποθηκεύουν. Σαν αποτέλεσμα αυτού βλέπουμε πως οι επιχειρήσεις δεν καταβάλλονται πλέον από το άγχος για την κατάτμηση των δεδομένων τους και για το αν οι πληροφορίες των χρηστών διαφυλάσσονται σωστά, επιτρέποντάς τους έτσι να επικεντρωθούν αντ' αυτού περισσότερο στη χρήση των πληροφοριών.

Η διαδικασία συλλογής, διατήρησης και ανταλλαγής ευαίσθητων δεδομένων θα πρέπει να απλοποιηθεί όταν χρησιμοποιείται μια αποκεντρωμένη πλατφόρμα, η οποία θα διευκολύνει τη συμμόρφωση με τις νομικές και κανονιστικές απαιτήσεις. Ακόμη, είναι δυνατή η κωδικοποίηση κανόνων και κανονισμών απευθείας στο ίδιο το Blockchain, καθιστώντας δυνατή την αυτόματη επιβολή τους (Zyskind, Nathan, Pentland, 2015).

## 1.9 Πρωτόκολλα Συναίνεσης

Πολλές ιδιότητες που είναι εγγενείς σε καταναμημένα συστήματα χρησιμεύουν ως το θεμελιώδες πλαίσιο για τα συστήματα διανεμημένου βιβλίου ή blockchain. Αυτά τα συστήματα συχνά αξιοποιούν τα παραδοσιακά καταναμημένα πρωτόκολλα που έχουν σχεδιαστεί για να διευκολύνουν τις συνεργατικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ πολλαπλών μερών σε ένα περιβάλλον peer-to-peer, χρησιμοποιώντας κρυπτογραφία και αναπαραγωγή υπηρεσιών. Δεδομένης της αναξιόπιστης φύσης των συμμετεχόντων ομολόγων σε τέτοια καταναμημένα περιβάλλοντα, τα συστήματα που βασίζονται στο blockchain ενσωματώνουν εξελιγμένους μηχανισμούς για τον εντοπισμό και την ανεκτικότητα των αποτυχιών υπηρεσιών.

Μια πρωταρχική πρόκληση σε αυτά τα συστήματα περιστρέφεται γύρω από τη διασφάλιση της επίμονης αποθήκευσης των δεδομένων μέσα στη δομή δεδομένων. Διάφορες διαδικασίες πρέπει να συντονίσουν τις δραστηριότητές τους για να καθορίσουν τη γενική σειρά των πληροφοριών που αποθηκεύονται σε κάθε μπλοκ. Στο πλαίσιο ενός συστήματος blockchain, ένα μπλοκ αναφέρεται σε μια συλλογή επικυρωμένων συναλλαγών, καθένα από τα οποία περιέχει κρυπτογραφικά επαληθευμένα δεδομένα μέσω της υπογραφής συναλλαγής.

Η πρόκληση μέσα σε ένα σύστημα που βασίζεται blockchain έγκειται στην επίτευξη συναίνεσης μεταξύ των διαδικασιών για τον καθορισμό του μπλοκ που θα προστεθεί στην αλυσίδα σε ένα συγκεκριμένο δείκτη. Κάθε μπλοκ είναι χρονικά σφραγισμένο, με αποτέλεσμα χρονολογική σειρά. Κατά συνέπεια, κάθε σύστημα blockchain ενσωματώνει ένα πρωτόκολλο συναίνεσης με στόχο να εγγυηθεί ορισμένες ιδιότητες για κάθε σωστή διαδικασία: (I) ομόφωνη συμφωνία μεταξύ όλων των σωστών διαδικασιών για το ίδιο μπλοκ (II) επικύρωση και πρόταση του επιλεγμένου μπλοκ από μια ενιαία διαδικασία και (III) διασφάλιση της προόδου προς τα εμπρός καθώς οι διαδικασίες τελικά συγκλίνουν σε μια κοινή κατανόηση της παγκόσμιας κατάστασης (Spyros Makridakis, Klitos Christodoulou, 2019).

Οι πλατφόρμες blockchain χρησιμοποιούν διάφορα μοντέλα συναίνεσης, συμπεριλαμβανομένων των αρχικών μορφών Proof-of-Work (PoW) και Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT) ή τροποποιημένες εκδόσεις που προσφέρουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με το παραδοσιακό μοντέλο. Καινοτομίες σε αυτόν τον χώρο εισάγουν καινούργια μοντέλα όπως Proof-of-Stake (PoS) και Proof-of-Elapsed-Time (PoET), ενώ παραλλαγές του PBFT εμφανίζονται ως αξιόπιστες εναλλακτικές λύσεις. Στην παρούσα διπλωματική θα διερευνήσουμε τις γενικές κατηγορίες των μοντέλων συναίνεσης που χρησιμοποιούνται από ευρέως υιοθετημένες πλατφόρμες blockchain.

#### Proof of Work (POW) – Ethereum (Homestead)

Το Ethereum λειτουργεί ως μια προσαρμόσιμη πλατφόρμα blockchain που διευκολύνει τις έξυπνες συμβάσεις μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Turing complete, Solidity. Η εικονική μηχανή Ethereum (EVM) χρησιμοποιείται για την εκτέλεση έξυπνου κώδικα συμβολαίου μεταξύ των κόμβων Ethereum. Όπως και με το Bitcoin, ο καθένας μπορεί να κατεβάσει τον πελάτη Ethereum για να δημιουργήσει έναν λογαριασμό και να συμμετάσχει στο δίκτυο, το οποίο λειτουργεί δημόσια χωρίς άδεια από την κυβέρνηση. Το δίκτυο χρησιμοποιεί το Ether, ένα εσωτερικό νόμισμα που χρησιμεύει ως εμπόδιο κατά των επιθέσεων DDoS και spam εκτός από τη διευκόλυνση των συναλλαγών.

Το Ethereum είναι σκόπιμα κατασκευασμένο για να είναι ευέλικτο και κατάλληλο για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών που χρειάζονται υποστήριξη για τεχνολογία blockchain. Κάθε συναλλαγή τεκμηριώνεται με ασφάλεια στο blockchain Ethereum και είναι επαληθεύσιμη από οποιονδήποτε οργανισμό δικτύου Ethereum.

Το Ethereum χρησιμοποιεί το μοντέλο συναίνεσης Ethhash Proof-of-Work (PoW) στην τελευταία του επανάληψη, Homestead. Λόγω της συγκέντρωσης της εξόρυξης, αυτή η αρχιτεκτονική εγγυάται γρήγορους χρόνους επιβεβαίωσης και ενισχύει την άμυνα ενάντια στις επιθέσεις που βασίζονται σε ASIC, οι οποίες είναι ελαττώματα που βρίσκονται στο Bitcoin. Ο EthHash χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο GHOST και τη σκληρότητα της μνήμης ως δύο στρατηγικές κατά της συγκέντρωσης των ορυχείων.

Ο χειρισμός δεδομένων έχει προτεραιότητα έναντι των υπολογισμών όσον αφορά τη σκληρότητα της μνήμης, γεγονός που καθιστά τα ASICs λιγότερο κατάλληλα για υλικό υπολογιστών γενικής χρήσης. Για να αποτρέψει τους κόμβους από την εξόρυξη σε προσωρινά πιρούνια, το Πρωτόκολλο Φάντασμα περιλαμβάνει κεφαλίδες πρόσφατα ορφανών μπλοκ. Παρόμοια με το Bitcoin, το EthHash απαιτεί τον εντοπισμό μιας εισόδου nonce για να παράγει ένα hash που είναι λιγότερο δύσκολο από ένα δεδομένο όριο. Για την εξόρυξη, ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί ένα κατευθυνόμενο ακυκλικό γράφημα (DAG), το οποίο είναι αποκλειστικό για κάθε εποχή.

Κάθε δεκαπέντε δευτερόλεπτα, το δίκτυο Ethereum τροποποιεί τον βαθμό δυσκολίας για να δημιουργήσει ένα νέο μπλοκ. Ο ανθεκτικός σε ASIC σχεδιασμός του Ethereum μειώνει σημαντικά την ευπάθεια σε τέτοιες επιθέσεις, παρόλο που μοιράζεται ανησυχίες με το Bitcoin σχετικά με την πιθανότητα επίθεσης 51%. Το Ethereum σχεδιάζει να μεταβεί σε έναν

μηχανισμό απόδειξης συμμετοχής σε μελλοντικές επαναλήψεις, όπως η επόμενη έκδοση Serenity, για να βελτιώσει περαιτέρω την ασφάλεια και την επεκτασιμότητα. (Baliga, 2017)

#### Proof-of-Stake Model (PoS) – Ethereum (Serenity)

Οι αλγόριθμοι Proof-of-Stake (PoS) στοχεύουν στην αντιμετώπιση των μειονεκτημάτων που σχετίζονται με τους αλγόριθμους Proof-of-Work (pow), ιδίως της σημαντικής κατανάλωσης ενέργειας που είναι εγγενής στις δραστηριότητες εξόρυξης. Το PoS εξαλείφει την ανάγκη για παραδοσιακές εξορυκτικές δραστηριότητες εισάγοντας μια εναλλακτική μέθοδο που βασίζεται στο μερίδιο ενός χρήστη ή στην ιδιοκτησία εικονικού νομίσματος εντός του οικοσυστήματος blockchain. Με απλούστερους όρους, αντί να επενδύει, ας πούμε, \$2000 σε εξοπλισμό εξόρυξης για συμμετοχή σε PoW και την ευκαιρία να κερδίσει μια ανταμοιβή εξόρυξης, το PoS επιτρέπει σε έναν χρήστη να επενδύσει το ίδιο ποσό σε κρυπτογράφηση και να το χρησιμοποιήσει ως ποντάρισμα για να αποκτήσει αναλογικές ευκαιρίες για δημιουργία μπλοκ στο blockchain ως επικυρωτής.

Στο PoS, οι επικυρωτές επιλέγονται ψευδο-τυχαία για τη δημιουργία μπλοκ, εξασφαλίζοντας ότι κανένας επικυρωτής δεν μπορεί να προβλέψει τη σειρά τους εκ των προτέρων. Ωστόσο, οι πρώτες υλοποιήσεις του PoS αντιμετώπισαν μια πρόκληση γνωστή ως το πρόβλημα του τίποτα σε κίνδυνο. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι επικυρωτές δεν είχαν κίνητρα να ψηφίσουν με ακρίβεια για το σωστό μπλοκ, οδηγώντας στη δυνατότητα ψηφοφορίας σε πολλαπλά μπλοκ για να μεγιστοποιήσουν τις πιθανές ανταμοιβές χωρίς να υποστούν κανένα κόστος, σε αντίθεση με τους αιχμαλώτους πολέμου όπου δαπανώνται πόροι. Αυτό το ζήτημα που δεν διακυβεύεται πρέπει να αντιμετωπιστεί για μια αποτελεσματική και αξιόπιστη εφαρμογή PoS.

Ο αλγόριθμος PoS του Ethereum, που ονομάζεται Casper, αντιπροσωπεύει μια σημαντική πρόοδο στην τεχνολογία PoS. Παρόλο που έχουν κυκλοφορήσει αρκετά proof-of-concepts (POC), ο Casper εξακολουθεί να δοκιμάζεται και αναμένεται να κάνει το ντεμπούτο του στην έκδοση Serenity της πλατφόρμας Ethereum. Ο Casper εισάγει την έννοια των καταθέσεων ασφαλείας και των στοιχημάτων για να επιτευχθεί συναίνεση. Οι επικυρωτές υποχρεούνται να συνδέονται με το σύστημα Ethereum κάνοντας σημαντικές καταθέσεις ασφαλείας που καθορίζονται από το πρωτόκολλο. Αυτοί οι δεσμευμένοι επικυρωτές αποδεικνύουν τη δέσμευσή τους και το ενδιαφέρον τους για την προώθηση του blockchain Ethereum στοιχηματίζοντας τις καταθέσεις ασφαλείας τους.

Αρχικά, η σύμβαση Casper παρακολουθεί τη λίστα των συνδεδεμένων επικυρωτών. Με την πάροδο του χρόνου, αυτή η λίστα εξελίσσεται καθώς νέοι κόμβοι εντάσσονται στο σύστημα και οι παλαιότεροι αναχωρούν. Οι επικυρωτές επιλέγονται ψευδο-τυχαία από το ενεργό σύνολο επικυρωτών για να παράγουν μπλοκ, με πιθανότητα επιλογής άμεσα ανάλογη με το ποσό της κατάθεσής τους. Εάν ένας επικυρωτής είναι εκτός σύνδεσης, επιλέγεται ένας άλλος επικυρωτής έως ότου ένας διαδικτυακός επικυρωτής δημιουργήσει με επιτυχία ένα μπλοκ. Οι επικυρωτές ανταμείβονται με ανταμοιβή μπλοκ ισοδύναμη με τον συνολικό αιθέρα εντός του ενεργού επικυρωτή που έχει οριστεί για μπλοκ που περιλαμβάνονται στην αλυσίδα. Ωστόσο, εάν ένας επικυρωτής παράγει ένα μπλοκ που δεν περιλαμβάνεται, χάνει την εγγύηση, ισοδύναμη με την ανταμοιβή μπλοκ. Αυτός ο μηχανισμός μετριάζει αποτελεσματικά το πρόβλημα του τίποτα που διακυβεύεται αποθαρρύνοντας τους επικυρωτές από τη δημιουργία μπλοκ που είναι απίθανο να συμπεριληφθούν στην κύρια αλυσίδα. (Baliga, 2017)

#### Proof of Elapsed Time

Το Intel ledger, γνωστό και ως Intel sawtooth Lake, είναι μια πλατφόρμα blockchain που σχεδιάστηκε αρχικά από την Intel και αργότερα έγινε διαθέσιμη στην ευρύτερη κοινότητα μέσω ανοικτής προμήθειας. Επί του παρόντος, το έργο εμπίπτει στην αιγίδα του έργου HyperLedger του Linux Foundation, που χρησιμεύει ως πρόταση για συνεχή βελτίωση και ανάπτυξη. Κεντρικό στοιχείο του Intel Ledger είναι η χρήση ενός αλγορίθμου συναίνεσης με

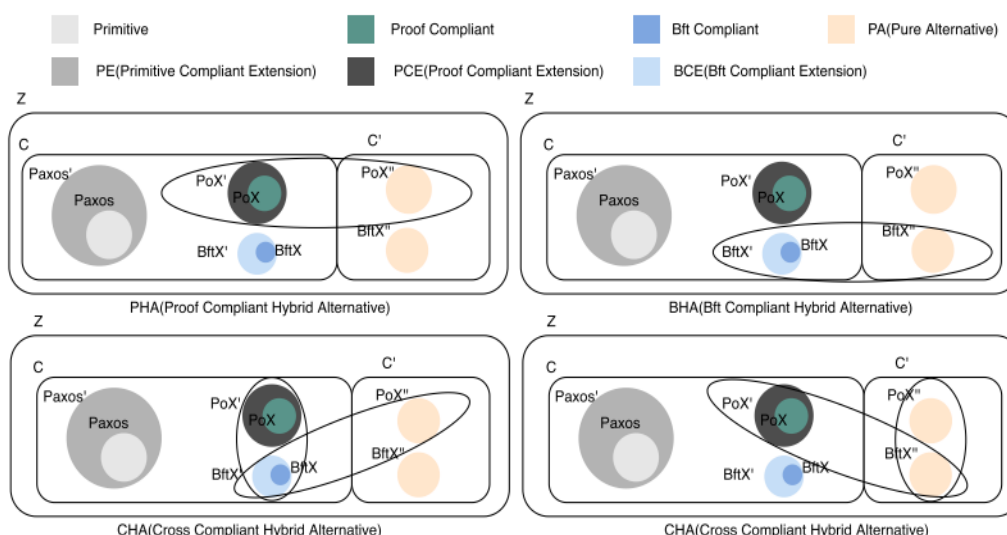
το όνομα Proof of Elapsed Time (PoET), ειδικά κατασκευασμένο από την Intel για να λειτουργεί σε ένα περιβάλλον αξιόπιστης εκτέλεσης (TEE), όπως οι επεκτάσεις Software Guard της Intel (SGX).

Το PoET υιοθετεί είτε ένα τυχαίο μοντέλο εκλογής ηγέτη είτε έναν μηχανισμό επιλογής με βάση το λαχείο που βασίζεται στο SGX. Μέσω αυτού του πρωτοκόλλου, ο επόμενος ηγέτης για την οριστικοποίηση μπλοκ επιλέγεται τυχαία. Αυτή η προσέγγιση τυχαίας επιλογής ηγέτη εξυπηρετεί τη συμμετοχή μη αξιόπιστων κόμβων και την ανοιχτή συμμετοχή κόμβων εντός του αλγόριθμου συναίνεσης. Η διασφάλιση της ακεραιότητας της διαδικασίας συναίνεσης απαιτεί τη δίκαιη και ασφαλή κατανομή της εκλογής των ηγετών σε όλους τους συμμετέχοντες κόμβους, παράλληλα με τη διασφάλιση ότι η επιλογή των ηγετών δεν μπορεί να χειραγωγηθεί. Το TEE παρέχει αυτή τη διαβεβαίωση διασφαλίζοντας την ασφάλεια και την απρόβλεπτη εκλογή αρχηγού.

Η διαδικασία εκλογής leader λειτουργεί ως εξής: Όλοι οι κόμβοι επικύρωσης ή εξόρυξης πρέπει να εκτελέσουν το TEE χρησιμοποιώντας το Intel SGX. Κάθε επικυρωτής ζητά χρόνο αναμονής από τον κώδικα που βασίζεται στο TEE. Ο επικυρωτής με τον μικρότερο χρόνο αναμονής κερδίζει το λαχείο και κερδίζει το προνόμιο να γίνει ο ηγέτης. Οι λειτουργίες που εκτελούνται εντός του TEE προστατεύονται από παραβίαση από εξωτερικό λογισμικό.

Μετά την αξίωση ηγεσίας και την εξόρυξη ενός μπλοκ, ο κόμβος επικύρωσης δημιουργεί επίσης απόδειξη εντός του TEE, η οποία μπορεί εύκολα να επαληθευτεί από άλλους κόμβους. Αυτή η απόδειξη επιβεβαιώνει ότι ο κόμβος είχε τον μικρότερο χρόνο αναμονής και τηρούσε την καθορισμένη διάρκεια αναμονής πριν ξεκινήσει την εξόρυξη μπλοκ.

Η εγγενής τυχαιότητα στη δημιουργία χρόνων αναμονής εξασφαλίζει την δίκαιη κατανομή του ρόλου του ηγέτη μεταξύ όλων των κόμβων επικύρωσης. Ωστόσο, ένα αξιοσημείωτο μειονέκτημα αυτού του αλγόριθμου έγκειται στην εξάρτησή του από εξειδικευμένο υλικό για σωστή λειτουργία. (Baliga, 2017)



ΕΙΚΟΝΑ 4: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ VENN ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗΣ

## Κεφάλαιο 2: Ανάλυση της εφοδιαστικής αλυσίδας

### 2.1 Ορισμός της εφοδιαστικής αλυσίδας

Μέσα από την παγκοσμιοποίηση του διεθνούς εμπορίου, το γεγονός πως πλέον οι παραγωγοί εμπορεύονται και προμηθεύονται όλα τα προϊόντα από διάφορους προορισμούς σε όλο το κόσμο αυξάνουν την εξάρτηση μεταξύ παραγωγών και χονδρεμπόρων στις διεθνείς αλυσίδες εφοδιασμού. Η διαδικασία αυτή θαλάσσιου εφοδιασμού έχει αποδειχτεί αρκετά αποτελεσματική και πως συμβάλει στην όλη αυτή λειτουργία, γι' αυτό έχει καταστεί ζωτικής σημασίας καθώς προάγει ευνοϊκό ανταγωνισμό στις διεθνείς αγορές που έχουν προκύψει μέσω της κατάρτησης του εμπορικού φραγμού και αυξάνει την οικονομική ανάπτυξη (Janvier-James, 2012).

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί στη βιβλιογραφία για τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, από τους οποίους μερικούς θα δούμε παρακάτω. Για αρχή το Συμβούλιο Επαγγελματιών Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (CSCMP) ορίζει τη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού ως όλα τα καθήκοντα που σχετίζονται με την μετατροπή, την προμήθεια και όλες τις δραστηριότητες διαχείρισης της εφοδιαστικής. Πολύ βασικό για το ορισμό αυτό είναι ότι ενσωματώνει μέσα και τη συνεργασία και το συντονισμό με τους εταίρους του καναλιού, οι οποίοι θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν πελάτες, προμηθευτές, μεσάζοντες και εξωτερικούς παρόχους υπηρεσιών. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Διαχείρισης Εφοδιασμού (ISM), η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ο σχεδιασμός και η διαχείριση ομαλών, προστιθέμενης αξίας λειτουργιών που διασχίζουν τα όρια του οργανισμού για να ικανοποιήσουν τις πραγματικές απαιτήσεις του τελικού χρήστη. Από την άλλη πλευρά η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, σύμφωνα με το λεξικό των επιχειρήσεων, είναι η διαδικασία ελέγχου της κίνησης των υλικών και των πληροφοριών μέσα σε μια αλυσίδα προμήθειας, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η ικανοποίηση των πελατών, ενώ ελαχιστοποιείται το κόστος. Για να διαχειριστείτε αποτελεσματικά την αλυσίδα εφοδιασμού, οι συνεργάτες πρέπει να είναι αφοσιωμένοι στη στενή συνεργασία για να συγχρονίσουν τη δημιουργία παραγγελιών, την αποδοχή παραγγελίας και την εκπλήρωση εντολών (Janvier-James, 2012).

### 2.2 Βασικές Αρχές Διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας

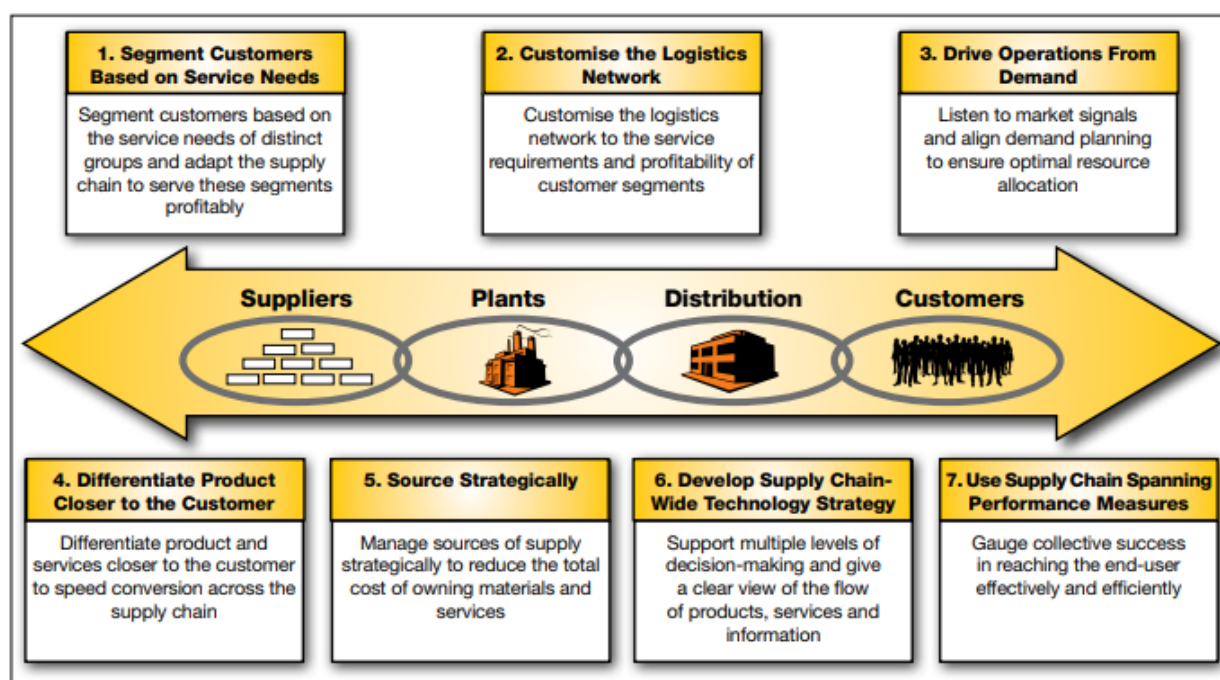
Όλο και περισσότερο, οι διαχειριστές αλυσίδας εφοδιασμού βρίσκονται αντιμέτωπη με την ανάγκη της εταιρείας για επέκταση και την κερδοφορία που τους τραβάει προς την άλλη κατεύθυνση από τις αυξανόμενες απαιτήσεις των πελατών. Πολλοί έχουν διαπιστώσει ότι θεωρώντας τη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού ως στρατηγικό στοιχείο, οι εταιρείες μπορούν πραγματικά να επιτύχουν κερδοφόρα επέκταση αποτρέποντας παράλληλα το σχοινί από το σπάσιμο. Λαμβάνουν υπόψιν δύο πολύ σημαντικούς παράγοντες, στην αρχή έχουν πλήρη επίγνωση της αλυσίδας εφοδιασμού, η οποία αποτελείται από όλους τους συνδέσμους που απαιτούνται για τη διαχείριση της ροής των προϊόντων, των υπηρεσιών και των πληροφοριών από τους προμηθευτές των προμηθειών τους στους πελάτες των πελατών τους και δεύτερον δίνουν επίσης έμφαση στο κόστος, τη χρήση των περιουσιακών στοιχείων, και την αύξηση των εσόδων καθώς ακόμη επιδιώκουν μετρήσιμα αποτελέσματα. Έτσι απορρίπτουν την συμβατική έννοια ενός οργανισμού και των συστατικών του στοιχείων ως ξεχωριστές λειτουργικές οντότητες και αντιλαμβάνονται ότι η ουσιαστική δοκιμασία της επιτυχίας είναι πόσο καλά οι δραστηριότητες συντονίζονται μεταξύ τους για να έχεις σαν αποτέλεσμα να αυξήσουν την κερδοφορία κάθε συνδέσμου στην αλυσίδα.



Συνεπώς, μια κερδοφορία σε εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται από πρωτοβουλίες μεγάλης κλίμακας που ενσωματώνουν τακτικούς και στρατηγικούς μετασχηματισμούς. Επιπλέον, παρουσιάζουν μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία, μελετώντας την αλυσίδα εφοδιασμού από την αρχή μέχρι το τέλος και συντονίζοντας πρωτοβουλίες για να διασφαλιστεί ότι η συνολική βελτίωση που επιτυγχάνεται σε ό,τι αφορά τα κέρδη, τις δαπάνες και τη χρήση των περιουσιακών στοιχείων να υπερβαίνει το άθροισμα των συνιστωσών της.

Ομοίως, οι αποτυχημένες προσπάθειες ακολουθούν επίσης ένα παρόμοιο μοτίβο. Κάθε τμήμα και λειτουργία βιώνει μη συντονισμένη δραστηριότητα αλλαγής, η οποία θέτει την επιχείρηση σε σοβαρό κίνδυνο να καταστρέψουν και να αποτύχουν όλες αυτές οι σωστές πρωτοβουλίες που είχαν παρθεί και έφτασαν την συγκεκριμένη αλυσίδα στο εκάστοτε επίπεδο. Η πρόκληση έγκειται στο σχεδιασμό και την εφαρμογή μιας στρατηγικής μετασχηματισμού της αλυσίδας εφοδιασμού που μπορεί να κατευθύνει αποτελεσματικά πολλές περίπλοκες επιχειρησιακές οντότητες, τόσο εσωτερικές όσο και εξωτερικές, προς την ίδια κατεύθυνση. (David L. Anderson, Frank F. Britt, and Donavon J. Favre , 2007)

Παρακάτω θα δούμε πως από τις πιο επιτυχημένες εταιρείες εξάχθηκαν με βάση την εμπειρίας του επτά βασικές αρχές διαχείρισης αλυσίδων εφοδιασμού ώστε να βοηθήσουν άλλους διαχειριστές εφοδιαστικής αλυσίδας να λαμβάνουν καλύτερη λήψη αποφάσεων:



ΕΙΚΟΝΑ 5: THE SEVEN PRINCIPLES OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

- Τμηματοποίηση πελατών ανάλογα τις ανάγκες εξυπηρέτησης:

Οι πελάτες διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά τις υπηρεσίες που απαιτούν και είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να εξεταστεί η αξία και η κερδοφορία τους προς τα εσάς και την εταιρεία σας πριν προβείτε σε οποιαδήποτε συνεργασία (Elliott, 2008). Παραδοσιακά, έχει υιοθετήσει μια προσέγγιση που ταιριάζει σε όλα τα μεγέθη για την εξυπηρέτηση των πελατών, ομαδοποιώντας τους ανά κανάλια εμπορίου, προϊόντα ή βιομηχανίες, και στη συνέχεια μέτρηση του κόστους και της κερδοφορίας εντός και εντός των τμημάτων. Ωστόσο, η διαίρεση μιας βάσης πελατών με βάση τις μοναδικές τους ανάγκες επιτρέπει σε μια επιχείρηση να δημιουργήσει ένα χαρτοφυλάκιο

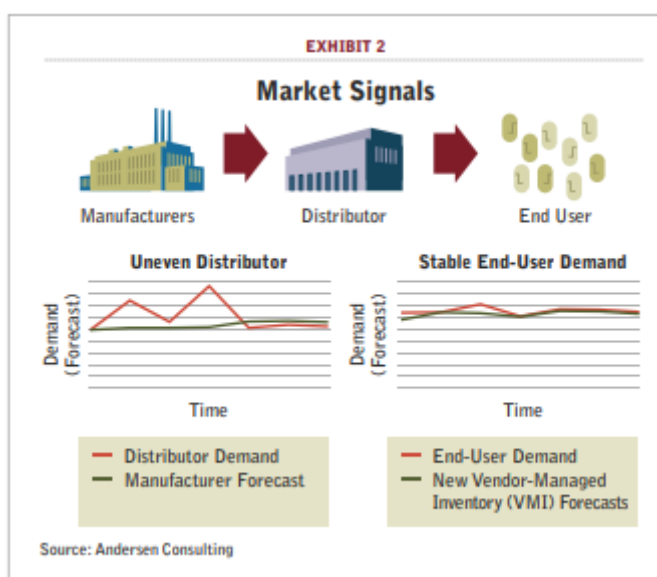
υπηρεσιών που εξυπηρετούν διαφορετικές θέσεις της αγοράς. Οι συμβατικές μέθοδοι για τον καθορισμό σημαντικών κριτηρίων κατακερματισμού είναι οι έρευνες, οι συνεντεύξεις και η βιομηχανική έρευνα. Η επιχείρηση θα πρέπει να χρησιμοποιήσει μια δομημένη, διαλειτουργική προσέγγιση για να σχεδιάσει ένα μενού προγραμμάτων αλυσίδας εφοδιασμού και πακέτα υπηρεσιών συγκεκριμένων τμημάτων που συνδυάζουν καθολικά διαθέσιμες βασικές υπηρεσίες με εκείνες από το μενού που θα απευθύνονται περισσότερο σε ορισμένα τμήματα της αγοράς. Αυτό αποκλείει την προσαρμογή αποκλειστικά για καλλιτεχνικούς σκοπούς. Ο καθορισμός του επιπέδου τμηματισμού και ποικιλίας που απαιτείται για τη μεγιστοποίηση της κερδοφορίας είναι ο στόχος. Η πλειοψηφία των επιχειρήσεων έχουν μια σημαντική ανεκμετάλλευτη δυναμική για την πιο αποτελεσματική αντιστοίχιση της επένδυσής τους σε μια δεδομένη σχέση πελατών με τα έσοδα που παράγει ο πελάτης. Για να εξασφαλιστεί μια κατάλληλη απόδοση της επένδυσής τους και η πιο κερδοφόρα κατανομή των πόρων, οι οργανισμοί πρέπει να αναλάβουν μια ανάλυση της κερδοφορίας κάθε τμήματος, καθώς και το κόστος και τα οφέλη των εναλλακτικών πακέτων υπηρεσιών. Οι περισσότερες επιχειρήσεις θα πρέπει να καθορίσουν προτεραιότητες προκειμένου να προγραμματίσουν την εφαρμογή προσαρμοσμένων προγραμμάτων με τρόπο που να βελτιστοποιεί τον αντίκτυπο των πελατών και να αξιοποιεί τις τρέχουσες δυνατότητες, προκειμένου να επιτευχθεί και να διατηρηθεί η σωστή ισορροπία μεταξύ υπηρεσιών και κερδοφορίας (David L. Anderson, Frank F. Britt, and Donavon J. Favre , 2007).

➤ Προσαρμόστε το δίκτυο εφοδιαστικής σας:

Θα πρέπει να προσαρμόσετε το δίκτυο εφοδιαστικής στις ανάγκες και την κερδοφορία του κάθε τμήματος των καταναλωτών σας, μόλις είστε ενήμεροι γι' αυτούς. Εδώ ο όρος "logistics" αναφέρεται σε ολόκληρη τη διαδικασία εκτέλεσης της παραγγελίας, από τη στιγμή που ένας καταναλωτής ζητάει το προϊόν μέχρι το σημείο στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η πληρωμή για την αγορά του (Elliott, 2008). Οι εταιρείες έχουν συνήθως οργανώσει τις δραστηριότητες απογραφής, αποθήκευσης και μεταφοράς τους για να εκπληρώσουν ένα ενιαίο πρότυπο χρησιμοποιώντας μια μονολιθική προσέγγιση στο σχεδιασμό δικτύου logistics. Μερικοί έχουν το δίκτυο εφοδιαστικής κατασκευασμένο για να εξυπηρετήσει τις πιο αυστηρές ανάγκες ενός συγκεκριμένου τμήματος πελατών, ενώ άλλοι έχουν κατασκευαστεί για να ταιριάζει με τις μέσες απαιτήσεις εξυπηρέτησης όλων των Πελατών. Ούτε η στρατηγική μπορεί να χειριστεί την ειδική για το τμήμα εφοδιαστική που απαιτείται για τη διαχείριση της αλυσίδας προμηθειών πρώτης κατηγορίας, ούτε μπορεί να μεγιστοποιήσει την αξιοποίηση των περιουσιακών στοιχείων. Η προσαρμογή των περιουσιακών στοιχείων διανομής για να ικανοποιήσουν συγκεκριμένες απαιτήσεις εφοδιαστικής είναι μια ισχυρότερη πηγή διάκρισης για έναν κατασκευαστή σε πολλές βιομηχανίες, ιδίως σε βιοτεχνίες πρώτων υλών όπως το

λεπτό χαρτί, από τα πραγματικά προϊόντα, τα οποία είναι συνήθως ομοιογενή (David L. Anderson, Frank F. Britt, and Donavon J. Favre , 2007).

EIKONA 6: MARKET SIGNALS



➤ Διαχείριση των λειτουργιών με βάση την ζήτηση:

Για την καλύτερη δυνατή κατανομή των πόρων, πρέπει να δοθεί προσοχή στα σήματα της αγοράς και να συντονίσουν τον προγραμματισμό της ζήτησης. Η κατάσταση μιας εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να επιδεινωθεί λόγω του λειτουργικού προσανατολισμού πολλών επιχειρήσεων, το οποίο επιτρέπει στις προβλέψεις πωλήσεων να προβλέπουν την αυξανόμενη ζήτηση ενώ παράγουν εικασίες για την πραγματική ποσότητα του προϊόντος που επιθυμεί η αγορά. Ένας προμηθευτής φωτογραφικής απεικόνισης ανακάλυψε ότι η ανώτερη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού δεν μπορεί να συνυπάρξει με μια τέτοια αυτόνομη, αυτοεξυπηρετούμενη πρόβλεψη. Στην πραγματικότητα, η αποτελεσματική διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού απαιτεί μια S&OP που μπορεί να συλλέξει πληροφορίες από κάθε σύνδεσμο της αλυσίδας εμπορίου, δηλαδή από τον προμηθευτή του προμηθέα μέχρι τον πελάτη του πελάτη, και στη συνέχεια να τα ενώσει και να βγάλει ορθά συμπεράσματα σχετικά με την ζήτηση της αγοράς στο εκάστοτε προϊόν. Η S&OP πιο συγκεκριμένα, σε όλο το κανάλι εξετάζει τις δυνατότητες, την ικανότητα και τα όρια των προμηθευτών και των μεταφορέων που μπορεί να κρύβονται σε προωθήσεις πελατών, τάσεις παραγγελιών και αλγόριθμους επαναφόρτισης (David L. Anderson, Frank F. Britt, and Donavon J. Favre , 2007).

➤ Διαφοροποίηση προϊόντος με βάση τον πελάτη:

Οι κατασκευαστές έχουν συνήθως θέσει στόχους παραγωγής με βάση την εκτιμώμενη ζήτηση για τα τελικά προϊόντα τους, συχνά διατηρώντας επιπλέον αποθέματα για να καλύψουν τυχόν λάθη πρόβλεψης (Elliott, 2008) . Συνήθως θεωρούν τους χρόνους παραγωγής ως σταθερούς, με περιορισμένο χρόνο για να μετατρέψουν τις πρώτες ύλες σε προϊόντα που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των πελατών. Ενώ μπορεί να επιτευχθεί κάποια πρόοδος στη μείωση του κόστους μέσω μεθόδων όπως η μείωση της ρύθμισης και οι τεχνικές just-in-time, εξακολουθούν να υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες σε νεότερες προσεγγίσεις όπως η μαζική προσαρμογή. Για παράδειγμα, οι εταιρείες που επιδιώκουν να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στις μοναδικές απαιτήσεις των πελατών μέσω της μαζικής προσαρμογής βρίσκουν αξία στην αναβολή. Αυτό σημαίνει καθυστέρηση της διαφοροποίησης των προϊόντων μέχρι την τελευταία δυνατή

στιγμή, ξεπερνώντας προβλήματα όπως η υπερβολική ποικιλία SKU που προκαλείται από τις ποικίλες απαιτήσεις συσκευασίας από τους λιανοπωλητές. Με τον προσδιορισμό του σημείου όπου τα τυποποιημένα προϊόντα μετατρέπονται σε πολλαπλές μονάδες και τα αντικείμενα συσκευασίας πιο κοντά στις παραγγελίες των πελατών, οι εταιρείες μπορούν να μειώσουν δραστικά τα επίπεδα αποθεμάτων και να βελτιώσουν την αξιοποίηση των περιουσιακών στοιχείων. Αναγνωρίζοντας τη σημασία του χρόνου και της ευελιξίας, πολλοί κατασκευαστές αμφισβητούν την ιδέα ότι οι χρόνοι προώθησης της αλυσίδας εφοδιασμού είναι σταθεροί. Συμπιέζουν τους χρόνους παραγωγής για να ανταποκριθούν γρήγορα στα σήματα της αγοράς, επιτρέποντας την ταχύτερη μετατροπή από πρώτες ύλες σε προσαρμοσμένα προϊόντα. Για να επιτύχουν τη διαφοροποίηση των προϊόντων ακριβώς στην ώρα τους, εντοπίζουν κρίσιμες στιγμές στη διαδικασία παραγωγής όπου τα προϊόντα καθορίζονται σε μια συγκεκριμένη απαίτηση και διερευνούν επιλογές όπως η αναβολή, ο αρθρωτός σχεδιασμός ή οι τροποποιήσεις της διαδικασίας για την ενίσχυση της ευελιξίας. Επιπλέον, αξιολογούν εάν το σημείο μόχλευσης μπορεί να μεταφερθεί πιο κοντά στην πραγματική ζήτηση για να προσαρμοστεί καλύτερα στις μεταβαλλόμενες ανάγκες των πελατών (David L. Anderson, Frank F. Britt, and Donavon J. Favre , 2007).

➤ Στρατηγική διαχείριση των πηγών εφοδιασμού

Για να μειώσετε το συνολικό κόστος αγοράς και ιδιοκτησίας αγαθών και υπηρεσιών, διαχειριστείτε προσεκτικά τις πηγές εφοδιασμού σας. Όταν οι επιχειρήσεις απλά λαμβάνουν μια νέα, στρατηγική ματιά στον τρόπο με τον οποίο αποκτούν αγαθά και υπηρεσίες, επιτυγχάνονται συνέχεια καταπληκτικά αποτελέσματα. Οι κατασκευαστές συνήθως δεν έχουν καλλιεργήσει φιλικούς δεσμούς με τους προμηθευτές, προτιμώντας να πληρώνουν όσο το δυνατόν λιγότερα για τα υλικά. Μερικές επιχειρήσεις στερούνται των βασικών προϋποθέσεων, επομένως δεν είναι ακόμη προετοιμασμένες για τέτοιες προοδευτικές ιδέες. Δηλαδή, έχοντας μια σταθερή κατανόηση όλων των δαπανών που σχετίζονται με τα εμπορεύματά τους, συμπεριλαμβανομένων των άμεσων κόστους υλικών, καθώς και τις δαπάνες για τα προμήθειες που απαιτούνται για τη συντήρηση, την επισκευή, και τη λειτουργία, εκτός από τα χρήματα που δαπανάται για τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας, τα ταξίδια, την εργασία, και σχεδόν όλα τα άλλα. Η βάση για την επιλογή της πιο οικονομικά αποδοτικής μεθόδου απόκτησης οποιασδήποτε μορφής προϊόντος ή υπηρεσίας που αγοράζει η επιχείρηση είναι αυτή η γνώση με βάση τα γεγονότα. Οι κατασκευαστές μπορούν στη συνέχεια να εξετάσουν τον τρόπο προσέγγισης των προμηθευτών, λαμβάνοντας υπόψη τη δομή του κλάδου και τη θέση τους στην αγορά. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την αίτηση για βραχυπρόθεσμες ανταγωνιστικές προσφορές, τη σύσταση μακροπρόθεσμων συμβάσεων και στρατηγικών εταιρικών σχέσεων προμηθευτών, την εξωτερική ανάθεση ή την κάθετη ολοκλήρωση. Για να διαχειριστείτε αποτελεσματικά μια αλυσίδα εφοδιασμού, πρέπει να είστε ευέλικτοι και δημιουργικοί (David L. Anderson, Frank F. Britt, and Donavon J. Favre , 2007).

➤ Ανάπτυξη στρατηγικής για την αλυσίδα εφοδιασμού - ευρεία τεχνολογία:

Σε αυτήν την αρχή υποστηρίζεται η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου σχεδίου τεχνολογίας αλυσίδας εφοδιασμού που διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων σε διάφορα επίπεδα και παρέχει μια σαφή εικόνα της κυκλοφορίας των αγαθών, των υπηρεσιών και των δεδομένων. Πολλές προοδευτικές επιχειρήσεις έχουν αντικαταστήσει συστήματα σε ολόκληρη την επιχείρηση με άκαμπτα, ανεπαρκώς ολοκληρωμένα συστήματα, προκειμένου να υποστηρίξουν επανασχεδιασμένες επιχειρηματικές διαδικασίες. Ωστόσο, παρά αυτές τις εξελίξεις, πολλά σύγχρονα συστήματα πληροφοριών είναι ικανά να συλλέγουν τεράστιες ποσότητες δεδομένων, αλλά δυσκολεύονται να τα μετατρέψουν σε χρήσιμες γνώσεις που θα μπορούσαν να βελτιώσουν τις λειτουργίες στον πραγματικό κόσμο. Οι βραχυπρόθεσμες απαιτήσεις για το σύστημα περιλαμβάνουν την ικανότητά του να διαχειρίζεται τις καθημερινές λειτουργίες και το ηλεκτρονικό εμπόριο σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, γεγονός που θα βοηθήσει στην εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης μέσω της ανταλλαγής δεδομένων σχετικά με τις παραγγελίες και τα ημερήσια χρονοδιαγράμματα. Προκειμένου να κατανεμηθούν αποτελεσματικά οι πόροι, το σύστημα πρέπει να υποστηρίζει τον πλήρη προγραμματισμό της παραγωγής, τον σχεδιασμό της ζήτησης και της ναυτιλίας, καθώς και τη λήψη αποφάσεων από μεσοπρόθεσμη άποψη. Προκειμένου να δημιουργηθεί διαρκής αξία, το σύστημα πρέπει να διευκολύνει τη στρατηγική ανάλυση προσφέροντας εργαλεία, όπως ένα ολοκληρωμένο μοντέλο δικτύου, που συνδυάζουν δεδομένα για να βοηθήσουν στον σχεδιασμό σεναρίων υψηλού επιπέδου όπως για παράδειγμα να δίνεις παραδοχές και εκείνο να δίνει λύσεις και απαντήσεις, το οποίο βοηθά τους διαχειριστές στην αξιολόγηση εγκαταστάσεων, προμηθευτών και εξωτερικών παροχών υπηρεσιών. Ακόμη και με τεράστιες επενδύσεις στην τεχνολογία, πολύ λίγες επιχειρήσεις αποκτούν πρόσβαση σε αυτό το σύνολο δυνατοτήτων. Οι ευκαιρίες για ριζική αλλαγή της αλυσίδας εφοδιασμού παρουσιάζονται από την ηλεκτρονική συνδεσιμότητα. Αυτές οι ευκαιρίες κυμαίνονται από τη μείωση του κόστους συναλλαγών

ΕΙΚΟΝΑ 7: KEY ASPECTS OF SUPPLY CHAIN TECHNOLOGY STRATEGY



μέσω της διαχείρισης των παραγγελιών, των τιμολογίων και των πληρωμών ηλεκτρονικά στη μείωση των αποθεμάτων μέσω των προγραμμάτων απογραφής που διαχειρίζονται οι προμηθευτές (Elliott, 2008).

- Χρησιμοποίηση μέτρων απόδοσης που καλύπτουν την αλυσίδα εφοδιασμού:

Χρησιμοποιήστε μετρήσεις απόδοσης που καλύπτουν κανάλια για να αξιολογήσετε πόσο καλά τα καταφέρνει ο καθένας στην αποτελεσματική και επιτυχημένη προσέγγιση του τελικού χρήστη. Οι έμπειροι διαχειριστές αλυσίδας εφοδιασμού χρησιμοποιούν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, ενσωματώνοντας οικονομικούς και υπηρεσιακούς δείκτες στα μέτρα τους που ισχύουν για κάθε σύνδεσμο στην αλυσίδα παροχής. Πρώτον, χρησιμοποιούν την τέλεια σειρά ως σημείο αναφοράς για τη μέτρηση της υπηρεσίας: μια παραγγελία που είναι πλήρης, παραδίδεται εγκαίρως, ακριβής τιμολόγηση και πληρωμή, και άθικτη. Και δεύτερον, πρέπει να οριστεί η πραγματική κερδοφορία των υπηρεσιών τους διαπιστώνοντας τις πραγματικές δαπάνες και τα έσοδα από τα καθήκοντα που χρειάζονται για την εξυπηρέτηση ενός πελάτη, ιδίως ενός κρίσιμου πελάτη. (David L. Anderson, Frank F. Britt, and Donavon J. Favre , 2007).

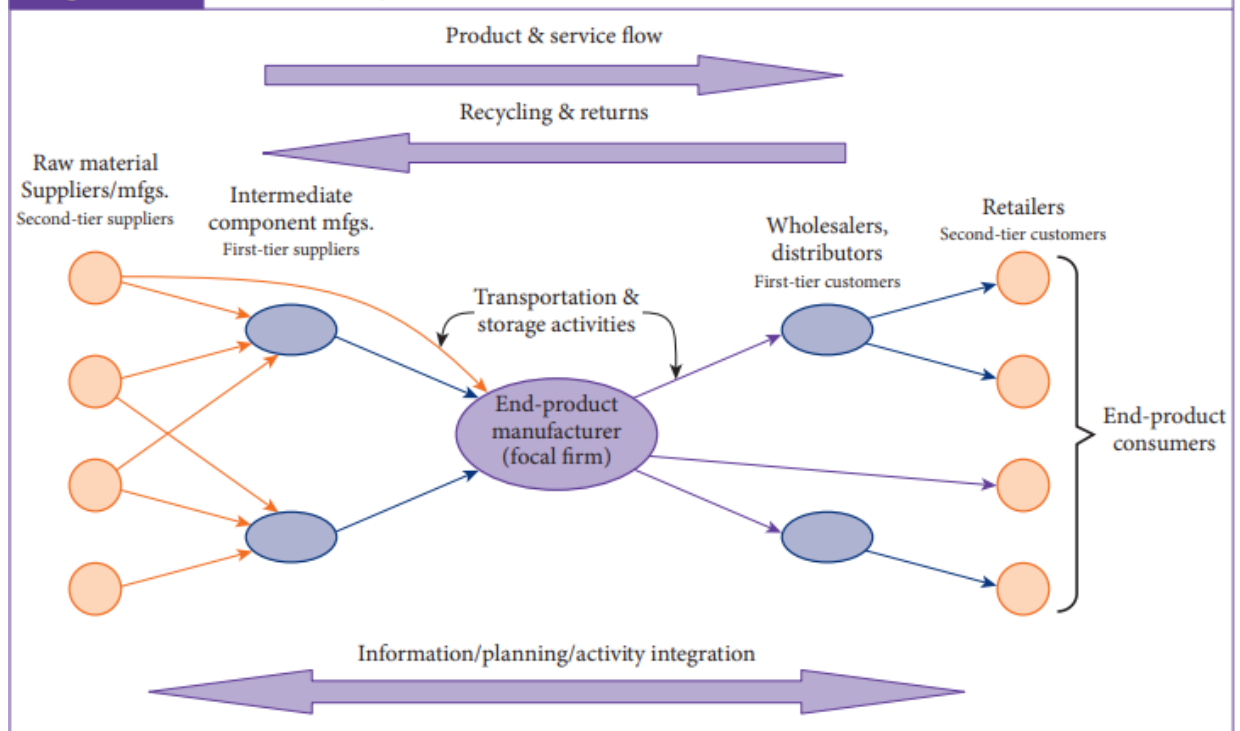
### 2.3 Περιγραφή της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας

Όπως απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα, η αλυσίδα εφοδιασμού ξεκινά με επιχειρήσεις που συλλέγουν πρώτες ύλες από το έδαφος, όπως ξύλο, σιδηρομεταλλεύματα, πετρέλαιο και προϊόντα διατροφής, και στη συνέχεια τις μεταπωλεί σε προμηθευτές πρώτων υλών, οι οποίες περιλαμβάνουν διανομείς πρώτων τροφίμων, χαλυβουργεία και ξυλουργικές εταιρείες. Αυτές οι εταιρείες μετατρέπουν τους πρώτους πόρους σε εμπορεύματα που μπορεί να χρησιμοποιούν οι πελάτες τους, όπως χαλύβδινο φύλλο, αλουμίνιο, χαλκό, ξύλο και ελεγχόμενα είδη τροφίμων. Δημιουργούν τα τελικά εμπορεύματα βασιζόμενη στις παραγγελίες αγοράς και τις προδιαγραφές που λαμβάνουν από τους κατασκευαστές εξαρτημάτων. Τα ενδιάμεσα εξαρτήματα όπως για παράδειγμα ηλεκτρικό καλώδιο, υφάσματα, υδραυλικά αντικείμενα, καρυκείμενα και βίδες, πλαστικά κατασκευαστικά μέρη, μέρη και συναρμολογήσεις και επεξεργασμένα τρόφιμα, κατασκευάζονται και πωλούνται από τους κατασκευαστές εξαρτημάτων σύμφωνα με τις παραγγελίες και τις προδιαγραφές των πελατών τους. Μετά τη συναρμολόγηση των τελικών αγαθών, οι κατασκευαστές τα πωλούν σε διανομείς ή χονδρέμπορους, οι οποίοι τα μεταπωλούν σε λιανοπωλητές. Το τελικό στάδιο είναι οι τελικοί πελάτες, όπου αγοράζουν αυτά τα αγαθά από λιανοπωλητές. (JOEL D. WISNER, KEAH-CHOON TAN, G. KEONG LEONG,, 2022)

Κατά την πραγματοποίηση μιας αγοράς, οι καταναλωτές λαμβάνουν υπόψη μια σειρά πτυχών, συμπεριλαμβανομένης της τιμής, της ποιότητας, της φήμης, της διαθεσιμότητας, της συντήρησης και της εξυπηρέτησης πελατών. Στη συνέχεια ελπίζουν ότι τα αντικείμενα που έχουν επιλέξει θα ικανοποιήσουν τις ανάγκες και τις προσδοκίες τους. Οι επιχειρήσεις μαζί όμως και τα δίκτυα εφοδιασμού που μπορούν να ικανοποιήσουν όλες αυτές τις ανάγκες, θα είναι εκείνοι οι οποίοι θα αντέξουν μακροπρόθεσμα και θα επιτύχουν. Οι μεσοπρόθεσμοι και οι τελικοί καταναλωτές μπορεί να χρειαστεί να επιστρέψουν αντικείμενα ή να λάβουν επισκευές εγγύησης σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, ή μπορεί να επιλέξουν να ανακυκλώσουν ή να απορρίψουν τα προϊόντα. (JOEL D. WISNER, KEAH-CHOON TAN, G. KEONG LEONG,, 2022).

Figure 1.1

A Generic Supply Chain



ΕΙΚΟΝΑ 8: Η ΡΟΗ ΜΙΑΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ

Για άλλη μια φορά χρησιμοποιώντας την Εικόνα 8 ως αναφορά, η επιχείρηση στο κέντρο του διαγράμματος ονομάζεται η ενοποιημένη εταιρεία δεδομένου ότι είναι η κεντρική εταιρεία που αναφέρεται. Ως αποτέλεσμα, οι άμεσοι προμηθευτές και οι πελάτες της ενοικιαζόμενης επιχείρησης είναι πρώτης κατηγορίας πάροχοι και πρώτης τάξεως πελάτη. Συνεπώς, οι προμηθευτές πρώτου επιπέδου είναι οι δεύτεροι προμηθευτές της ενοποιημένης επιχείρησης και οι πελάτες των πρώτων επιπέδων πελατών είναι οι δευτερεύοντες πελάτες της.

Ως αποτέλεσμα, μια αλυσίδα εφοδιασμού είναι η συλλογή των επιχειρήσεων που τελικά παρέχουν αγαθά και υπηρεσίες στους πελάτες, καθώς και όλες τις διαδικασίες που καθιστούν δυνατή την αγορά, την παραγωγή, την παράδοση και την ανακύκλωση πρώτων υλών, τελικών αγαθών και υπηρεσιών. Οι επιχειρήσεις που προσφέρουν μια ποικιλία των αντικειμένων πιθανότατα έχουν μια σειρά από δίκτυα εφοδιασμού. Υπάρχει μια αλυσίδα εφοδιασμού που εμπλέκεται στην παράδοση όλων των αντικειμένων στους καταναλωτές. Μερικές είναι συγκριτικά μεγαλύτερες και πιο περίπλοκες από άλλες. Μερικοί μπορεί επίσης να περιλαμβάνουν αγορές ή προμηθευτές στο εξωτερικό. (JOEL D. WISNER, KEAH-CHOON TAN, G. KEONG LEONG,, 2022)

Λαμβάνοντας υπόψη την έννοια της αλυσίδας εφοδιασμού, οι τελικοί καταναλωτές αποτελούν τη μοναδική και πραγματική πηγή εσόδων για κάθε επιχείρηση αλυσίδων εφοδίων. Εκτός από το ότι είναι ζωτικής σημασίας για την έγκαιρη παράδοση των αγαθών, οι οργανισμοί που λειτουργούν παγκοσμίως βασίζονται επίσης στις διαδικασίες της αλυσίδας εφοδιασμού τους για να αντιμετωπίσουν τις ποικίλες απαιτήσεις των πελατών τους και να διατηρήσουν ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Η διαδικασία είναι μια συλλογή ενεργειών που αποσκοπούν στη δημιουργία ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας για έναν πελάτη, είτε εσωτερική είτε εξωτερική. Οι αποφάσεις που λαμβάνονται από τις επιχειρήσεις, στις οποίες τα συμφέροντα του τελικού καταναλωτή και άλλων συμμετεχόντων στην αλυσίδα αγνοούνται, οδηγούν σε αυξημένους κινδύνους, έξοδα και χρόνους αναμονής σε ολόκληρη την Αλυσίδα Εφοδιασμού. Αυτοί οι παράγοντες οδηγούν τελικά σε υψηλότερες τιμές των τελικών προϊόντων,

χαμηλότερα επίπεδα υπηρεσιών στην αλυσίδα εφοδιασμού και τελικά σε μειωμένη ζήτηση από τους πελάτες (Power, 2005).

Πολλές άλλες επιχειρήσεις διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παράδοση αγαθών στους πελάτες και συμμετέχουν επίσης έμμεσα στις περισσότερες αλυσίδες εφοδιασμού. Αυτοί είναι μόνο μερικοί από τους πολλούς παρόχους υπηρεσιών που περιλαμβάνουν τις δημόσιες επιχειρήσεις αποθήκευσης, τους μεταφορείς εμπορευμάτων, τους πράκτορες, τους συμβούλους αλυσίδας εφοδιασμού, τις εταιρείες φορτηγών και αεροπορικών εμπορευματικών μεταφορών, καθώς και τους προμηθευτές πληροφοριακών συστημάτων. Αυτοί οι πάροχοι υπηρεσιών είναι απίστευτα χρήσιμοι για τις επιχειρήσεις στις περισσότερες αλυσίδες εφοδιασμού, επειδή μπορούν να βοηθήσουν να μετακινήσουν τα εμπορεύματα γρήγορα στις προορισμένες θέσεις τους, να διευκολύνουν την αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ αγοραστών και πωλητών, να επιτρέψουν στις επιχειρήσεις να εξυπηρετήσουν απομακρυσμένες αγορές, να βοηθούν τις εταιρείες να εξοικονομήσουν χρήματα τόσο στην εγχώρια όσο και στη διεθνή ναυτιλία, και γενικά να βοηθηθούν οι εταιρείες να παρέχουν στους πελάτες τους επαρκή υπηρεσία με το χαμηλότερο δυνατό κόστος.

Η κρύα αλυσίδα είναι ένας τύπος αλυσίδας εφοδιασμού που έχει συζητηθεί εκτενώς στην τηλεόραση και στις εφημερίδες σε όλη την πανδημία του 2020. Ο όρος "ψυχρή αλυσίδα" περιγράφει μια ομάδα επιχειρήσεων που συνεργάζονται για να παρακολουθούν και να διασφαλίζουν τη θερμοκρασία των εύθραυστων αγαθών από το σημείο προέλευσης μέχρι τη διανομή στον τελικό πελάτη. Αν και οι κρύες αλυσίδες έχουν χρησιμοποιηθεί για πολλά χρόνια για να διατηρήσουν τη φρεσκάδα των φρούτων, των θαλασσινών και άλλων αντικειμένων καθώς μεταφέρονται από αγρόκτημα σε αποθήκη, κέρδισαν την προσοχή το 2020 όταν η Pfizer και η Moderna άρχισαν να διανέμουν εμβόλια για τον COVID σε όλο τον κόσμο. Είναι απαραίτητο να διατηρηθούν και να μεταφερθούν οι δύο εμβολιασμοί σε θερμοκρασίες κάτω από την κατάψυξη. Για παράδειγμα, η Orbcomm, μια εταιρία δορυφορικού Διαδικτύου των Πραγμάτων, παρέχει λύσεις τηλεματικής ψυχρής αλυσίδας σε εταιρείες μεταφορών που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία μεταφοράς εμβολίων. Η Orbcomm παρέχει υλικό που συνδέεται σε ψυγείο και χρησιμοποιεί δορυφορική τεχνολογία για να στείλει δεδομένα στην εφαρμογή της Orbcomm. Οι διαχειριστές, οι αποστολείς και οι οδηγοί μπορούν να παρακολουθούν και να τροποποιούν τις θερμοκρασίες σε πραγματικό χρόνο μέσω της ενσωμάτωσης της εφαρμογής με τα συστήματα των πελατών. (JOEL D. WISNER, KEAH-CHOON TAN, G. KEONG LEONG,, 2022).



## Κεφάλαιο 3: Ανάλυση τεχνολογίας Blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα

### 3.1 Η τεχνολογία Blockchain στο Supply Chain

Κάθε βιομηχανία ανησυχεί για το κόστος των αποθεμάτων, καθώς πλέον η διαδικασία του εφοδιασμού περιλαμβάνει προμηθευτές, εγκαταστάσεις παραγωγής, κατασκευαστές συμβάσεων, αποθήκες διανομών, περιφερειακά, εθνικά και τοπικά κέντρα διανομής, καθώς και διασκορπισμένη αποθήκευση μεταξύ τρίτων παρόχων εφοδιαστικής (3PLs). Με την εισαγωγή της διανομής παντός καναλιού (omnichannel distribution), τις πωλήσεις, το μάρκετινγκ και τη διανομή προϊόντων, γίνονται όλο ένα και πιο περίπλοκα, απαιτώντας ένα μεγαλύτερο δίκτυο συνεργατών και επιχειρηματικών εταιρών. Ως αποτέλεσμα αυτού, η ορατότητα του εφοδιασμού διακυβεύεται. Η απογραφή πρέπει να διατηρείται στον απαραίτητο αριθμό ανά πάσα στιγμή, προκειμένου να εφαρμοστούν λεπτές έννοιες όπως η ροή ενός τεμαχίου, η Just-in-time (JIT) κατασκευή και η μηδενική αποθήκευση. Απαιτείται βαθιά εμπιστοσύνη μεταξύ των εταιρών, όπως και η εγγύηση της διαθεσιμότητας των προϊόντων στη σωστή ποσότητα και την κατάλληλη στιγμή. Η μη συμμόρφωση με αυτές τις απαιτήσεις μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες. Οι επιχειρήσεις μπορούν να προωθήσουν τη διαφάνεια της αλυσίδας εφοδιασμού και να μειώσουν τις διοικητικές προσπάθειες, το κόστος και τα παραπονημένα αγαθά, εγγυάται δεσμεύσεις προμήθειας και την προβολή της προμήθειας σε όλες τις τοποθεσίες παραγωγής και τους κατασκευαστές συμβάσεων (Banerjee, 2018).

Έτσι λοιπόν, Blockchains που είναι ανοιχτά, επιτρεπόμενα και προσβάσιμα μπορούν να παρέχουν αυτό το υψηλό βαθμό της προμήθειας γνώσης. Δεδομένου του μικρού αριθμού των παικτών που μοιράζονται τα δεδομένα εφοδιασμού, ένα επιτρεπόμενο blockchain θα ήταν πιο κατάλληλο. Όλα τα εμπλεκόμενα μέρη μπορούν να είναι μέρος του κόμβου σε ένα επιτρεπόμενο blockchain που μοιράζεται πληροφορίες όπως απαιτείται. Οι έξυπνες συμβάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία και τη διαχείριση αυτού του είδους της ανταλλαγής δεδομένων, στην οποία ο απαραίτητος κόμβος μοιράζεται τακτικά και κατάλληλα σχετικές πληροφορίες. Η σύνδεση του blockchain με το σύστημα ERP συναλλαγών είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος ανταλλαγής πληροφοριών. Η χρήση blockchain για την προβολή του εφοδιασμού μέσω του συνδεδεμένου συστήματος ERP παρέχει σημαντικά οφέλη όπως (Banerjee, 2018):

- Μείωση της παραποίησης/απομίμησης: Παρέχοντας στους συνεργάτες πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με την προέλευση των προϊόντων, μπορούν να εντοπίσουν τον αρχικό κατασκευαστή, τα συστατικά, τον ιδιοκτήτη και τις συνθήκες αποθήκευσης του προϊόντος, γεγονός που τους βοηθά να απαλλαγούν από τα πλαστά προϊόντα.
- Ψηφιακή δυνατότητα: Οι πληροφορίες για το προϊόν και ο κύκλος ζωής του καταγράφονται ψηφιακά στο σύστημα, εξαλείφοντας την αμφισημία του προϊόντος.
- Καλύτερη προμήθεια: Αν και η εφαρμογή του blockchain στην πράξη σε όλους τους εταίρους θα είναι δύσκολη, ειδικά για τους πολλαπλούς και στρωμένους προμηθευτές, θα οδηγήσει σε μακροπρόθεσμα πλεονεκτήματα όπως η διαφάνεια, η σταθερή ανάπτυξη και η υπεύθυνη και υπευθυνότητα προμήθειας.
- Ταχύτερες λειτουργίες: Ο ανοικτός έλεγχος ενισχύει τη συμμόρφωση με τις νομικές απαιτήσεις και επιταχύνει τη διαδικασία τελωνειακής αδειοδότησης. Το Blockchain θα καταστήσει περιττή την υποβολή αναφορών χώρας προέλευσης ή άλλων εγγράφων που απαιτούνται για τη διέλευση των συνόρων ή των τελωνείων. Οι κυβερνητικές

οργανώσεις θα έχουν γρήγορη πρόσβαση σε όλες αυτές τις πληροφορίες χάρη στην τεχνολογία blockchain. Η Αρχή Λιμένα του Ρότερνταμ στις Κάτω Χώρες είναι ένα παράδειγμα αυτού, δεδομένου ότι πρόσφατα ίδρυσε ένα εργαστήριο πεδίου για να ερευνήσει την τεχνολογία blockchain. Ο στόχος είναι να μειωθεί ο χρόνος που χρειάζονται τα πλοία για να γυρίσουν γύρω στο λιμάνι χρησιμοποιώντας blockchain για τελωνειακή σάρωση.

- Υψηλότερη ανάπτυξη: Με αμετάβλητη, ασφαλή και αμοιβαία ανταλλαγή δεδομένων, η διαφάνεια σε όλους τους εταίρους και τους ενδιαφερόμενους φορείς θα προωθήσει τη βιώσιμη ανάπτυξη.
- Ταχύτερη διαθεσιμότητα εφοδιασμού: Η διαθεσιμοποίηση δεδομένων γίνεται πιο πραγματικό χρόνο και διαφανής καθώς περισσότερες επιχειρήσεις και τα συστήματα που παράγουν την προσφορά, όπως ERP, MES, κ.λπ., συνδέονται με το blockchain. (Banerjee, 2018)

Ωστόσο στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθούν και κάποιες προκλήσεις που αντιμετωπίζει. Όπως τα ίδια παλιά προβλήματα με τις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας και τη διαχείριση της εξακολουθούν να υπάρχουν, όπως ζημιά σε προϊόντα και πρώτες ύλες, λανθασμένη εισαγωγή δεδομένων, κακοδιαχείριση παραγγελιών κ.λπ. Η σωστή συμμετοχή και συμμετοχή πολλών ενδιαφερομένων, συμπεριλαμβανομένων των παγκόσμιων εταίρων εφοδιαστικής, της λειτουργικής αποδοτικότητας, του κόστους συντήρησης, της διαχείρισης μεγάλων δεδομένων και της υποστήριξης πληροφορικής, θα είναι απαραίτητη για την επιτυχή υιοθέτηση και την ομαλή λειτουργία του blockchain στα συστήματα supply chain. Εκτός από αυτά, τα κύρια εμπόδια είναι οι κυβερνητικοί κανόνες για την αποθήκευση δεδομένων, την κλιμακωτότητα, την υψηλής ταχύτητας σύνδεση στο διαδίκτυο και τη μαζική ισχύ επεξεργασίας. Αυτό που ορίζει το blockchain είναι ότι κάθε κόμβος επεξεργάζεται και επικυρώνει κάθε συναλλαγή. Επιπλέον, η ανεπαρκής υποδομή και οι προαναφερθείσες περιορισμοί μπορεί να υπονομεύσουν τους στόχους της υιοθέτησης blockchain σε αναδυόμενες και υποανάπτυκτες χώρες. Πρόσθετα ζητήματα που απαιτούν έρευνα είναι η ευελιξία, η τυποποίηση, η επεκτασιμότητα και η συνέργεια μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών (Pankaj Dutta, Tsan-Ming Choi, Surabhi Somani, Richa Butala, 2020).

### 3.2 Swot Analysis

<u>Δυνάμεις:</u>	<u>Ευκαιρίες:</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Πλήρης διαφάνεια</li> <li>➤ Χωρίς εξάρτηση από τρίτους</li> <li>➤ Αποκεντρωμένη προσέγγιση</li> <li>➤ Χαμηλότερο κόστος</li> <li>➤ Λιγότερο ρίσκο</li> <li>➤ Μεγαλύτερη ασφάλεια</li> <li>➤ Ανθεκτικότητα</li> <li>➤ Ανοικτό απόρρητο</li> <li>➤ Ανώτερη αποτελεσματικότητα</li> <li>➤ Υψηλή ποιότητα</li> <li>➤ Αποδοτικότητα και παραγωγικότητα των επιχειρηματικών διαδικασιών</li> <li>➤ Καλύτερο tracking</li> <li>➤ Αμετάβλητο</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Αυτοματισμός</li> <li>➤ Βελτιστοποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών</li> <li>➤ Εξάλειψη της ανάγκης για εμπιστοσύνη</li> <li>➤ Ευκαιρίες για ενοποίηση με IoT (Internet of Things)</li> <li>➤ Νέα πρωτόκολλα πιστότητας</li> </ul>

➤ Ανωνυμία	
<b><u>Αδυναμίες:</u></b>	<b><u>Απειλές:</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Δυσκολία κατανόησης στο τρόπο λειτουργίας</li> <li>➤ Χαμηλή χωρητικότητα και ταχύτητα επεξεργασίας</li> <li>➤ Μερικές λειτουργίες είναι σε στάδιο ανάπτυξης</li> <li>➤ Μη φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον</li> <li>➤ Δυσκολία διαχείρισης αλλαγών</li> <li>➤ Πρόσφατη τεχνολογία (όχι 100% ανεπτυγμένη)</li> <li>➤ Έλλειψη προτύπων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Δεν έχουν ολοκληρωθεί όλες οι έρευνες</li> <li>➤ Αβεβαιότητα με τις επιπτώσεις</li> <li>➤ Δεν υπάρχουν ρυθμιστικοί κανόνες</li> </ul>

(M. Niranjanamurthy, B. N. Nithya, S. Jagannatha, 2018)

### 3.3 Βελτιωμένη πρόβλεψη ζήτησης

Οι σημερινές αλυσίδες εφοδιασμού είναι αλληλένδετες και συνδεδεμένες λόγω της ανάπτυξης του συνεργατικού σχεδιασμού, της πρόβλεψης και της ανανέωσης. Η πρόβλεψη διανέμεται σε ενδιαφερόμενους φορείς σε μια ολοκληρωμένη αλυσίδα εφοδιασμού για την ενίσχυση του προγραμματισμού εφοδίασης. Οι πλειοψηφία των κύριων πακέτων ERP συστημάτων παρέχει προγραμματισμός προμηθευτών όπου χρησιμοποιείται συχνά από τις επιχειρήσεις για την κατανομή της ζήτησης μεταξύ των εταιρών. Αυτή η ανταλλαγή της ζήτησης μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών στην εταιρεία γίνεται με τρεις κύριες τεχνικές. Η πρώτη είναι οι EDI συναλλαγές, όπου οι πελάτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη συναλλαγή χρονοδιαγράμματος αποστολής ή την πράξη προγραμματισμού. Τα χρονοδιαγράμματα αποστολής είναι τα ίδια με τις επιβεβαιωμένες παραγγελίες, ενώ οι συναλλαγές προγραμματισμού είναι παρόμοιες με τις προβλέψεις. Η δεύτερη τεχνική και πιο διαδομένη στις εταιρείες είναι μέσω κοινής χρήσης excel, όπου μέσα εκεί μοιράζονται οι γνώσεις των συνεργατών και των τμημάτων σχετικά με την ζήτηση που θα υπάρξει και έτσι έχουν όλοι πρόσβαση στο excel. Αυτό εγκυμονεί κινδύνους όπως είτε να αλλάξει κάποιος δεδομένα είτε ακόμα και να σβήσει. Τέλος η Τρίτη τεχνική είναι άμεση συντήρηση στο σύστημα πρόβλεψης σύμφωνα με τις προβλέψεις του πελάτη (χαρακτηριστικό ERP), καθώς πολλά συστήματα ERP δίνουν στους χρήστες ένα μοναδικό σύνδεσμο για να τους επιτρέψει να έχουν πρόσβαση στο σύστημα για να ανεβάζουν, να συντηρούν, να τροποποιούν και να επικυρώνουν αιτήματα. Η αλυσίδα εφοδιασμού ή MRP στη συνέχεια οδηγείται από αυτές τις απαιτήσεις. Δεν υπάρχει ενσωμάτωση σε πραγματικό χρόνο, επειδή η ανταλλαγή δεδομένων είναι δυνατή μόνο μέσω αυτών των τριών καναλιών. Οι πληροφορίες πρέπει να κοινοποιούνται πολλές φορές πριν εγκριθούν για χρήση στη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού. Αυτό οδηγεί σε παρεξηγήσεις σχετικά με τα τελικά δεδομένα που πρέπει να χρησιμοποιηθούν, απαιτώντας πρόσθετα βήματα όπως η έγκριση πρόβλεψης. Επιπλέον, αυτή η μέθοδος δεν παρέχει στους εταίρους της αλυσίδας εφοδιασμού εντός και μεταξύ των οργανισμών προβολή της ζήτησης. Προκειμένου να προσαρμοστούν στις αλλαγές και τις αιχμές της ζήτησης, οι εταιρείες πρέπει να συγχρονίζουν τα δεδομένα, τα σχέδια παραγωγής και τις απαιτήσεις ζήτησης μεταξύ όλων των εταιρών. Αλλά για να διευκολυνθούν αυτές οι συνδέσεις, απαιτείται ορατότητα δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, εμπιστοσύνη, κανόνες συμμετοχής και, πάνω απ' όλα, η κατάλληλη τεχνολογία.

Σε αυτή την περίπτωση, εξορθολογίζοντας την εκτέλεση αυτών των συναλλαγών, το blockchain μπορεί να φέρει μεγάλη βελτίωση στη διαδικασία αυτή της πρόβλεψης. Το ανοιχτό blockchain είναι ακατάλληλο σε αυτή την κατάσταση, καθώς τα δεδομένα ανταλλάσσονται με μια μικρή ομάδα αξιόπιστων συνεργατών. Ένα επιτρεπόμενο blockchain είναι επομένως μια προτιμώμενη επιλογή. Πριν οι συνεργάτες ενταχθούν στο επιτρεπόμενο blockchain, πρέπει να επιβεβαιωθούν. Τα έξυπνα συμβόλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανταλλαγή αξιόπιστων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και τον καθορισμό κανόνων δέσμευσης. Εκτός από τις στατιστικές προβλέψεις, αυτή η ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των εταίρων καθιστά δυνατή μια ισχυρή αιτιολογική πρόβλεψη που βασίζεται στη συναίνεση, γεγονός που αυξάνει την ακρίβεια των προβλέψεων. Ως αποτέλεσμα, οι επιχειρήσεις μπορεί να αντιδράσουν στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της αλυσίδας εφοδιασμού πιο γρήγορα και διαισθητικά, καθώς δεν θα χρειαστεί να εγκρίνουν ή να συμβιβάζουν τις προβλέψεις. (Banerjee, 2018)

### 3.4 Ανοικτή πρόσβαση στα δεδομένα

Το βασικό θετικό της τεχνολογίας blockchain είναι η δυνατότητα της να επιτρέψει την αποκεντρωμένη διακυβέρνηση εντός των συστημάτων αλυσίδας εφοδιασμού και να εξαλείψει την ανάγκη για μεσάζοντες, επιτρέποντας έτσι τις άμεσες συναλλαγές μεταξύ των συμμετεχόντων. Κάθε φορέας θα έχει πρόσβαση σε ένα ασφαλές ηλεκτρονικό βιβλίο, όπου κάθε συναλλαγή επαληθεύεται αυτόματα αρκετές φορές και δεν μπορεί να αλλάξει ή να διαγραφεί (Alexander Kharlamov and Glenn Parry, 2018).

Το φαινόμενο bullwhip, το οποίο υποστηρίζει ότι καθώς προχωράμε προς τα πάνω στην αλυσίδα εφοδιασμού, τα σήματα ζήτησης μεγεθύνονται σε όλο το λιανικό εμπόριο, τον κατασκευαστή, τον προμηθευτή και τους παρόχους εμπορευμάτων, προκαλείται από την ακανόνιστη ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των συμμετεχόντων στο οικοσύστημα. Ο βασικός λόγος για αυτό είναι ότι τα δεδομένα είναι σε ιδιωτικές βάσεις δεδομένων cloud που ανήκουν σε ιδιωτικές επιχειρήσεις. Οι επιχειρήσεις που κατέχουν τα δεδομένα τα προστατεύουν για λόγους ασφάλειας, προστασίας της ιδιωτικής ζωής και κανονιστικών σκοπών. Σύμφωνα με έρευνα του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ του 2012, οι εταιρείες είναι απρόθυμες να αποκαλύψουν δεδομένα επειδή διατρέχουν τον κίνδυνο να προδώσουν την εμπιστοσύνη και την ανωνυμία των καταναλωτών. Προτού τα προσωπικά δεδομένα μοιραστούν ευρύτερα, πρέπει να αντιμετωπιστούν οι ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και την ασφάλεια. Ωστόσο, οι επιχειρήσεις δεν έχουν ανοίξει τις πόρτες ακόμη και για μη προσωπικά δεδομένα. Είναι κοινό να βλέπουμε ότι οι κεντρικές πλατφόρμες μοιράζονται πρώτα δεδομένα με τους συνεργάτες, προκειμένου να αυξήσουν την αξία των υπηρεσιών τους, παρέχοντας στους συνεργάτες πρόσβαση στα δεδομένα.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ένας περιορισμένος αριθμός συμμετεχόντων στο δίκτυο ή και σε όλους μπορεί να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα που έχουν τοποθετηθεί σε ένα blockchain. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει μείωση στην ανταλλαγή εγγράφων και μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, γεγονός που καθιστά τις επιχειρήσεις πιο πράσινες. Τώρα, όταν πρόκειται για αλυσίδες εφοδιασμού και logistics, τα πλεονεκτήματα της χρήσης της τεχνολογίας blockchain γίνονται εμφανή κατά τη μετακίνηση των εμπορευμάτων. Η IBM και η γνωστή ναυτιλιακή επιχείρηση Maersk έχουν δημιουργήσει εφαρμογές για την ψηφιοποίηση του διεθνούς εμπορίου και για την παρακολούθηση των εμπορευματοκιβωτίων. Προκειμένου να μειώσουν το κόστος των ασφαλίσεων και των εγγυήσεων για τα αγαθά, έχουν επίσης καθιερώσει εκτεταμένη συνεργασία με άλλες επιχειρήσεις, παρέχοντας δεδομένα καταχωρημένα σε ένα blockchain και πληροφορίες σχετικά με τα εμπορευματοκιβώτια που

μεταφέρονται σε τράπεζες, ασφαλιστικές εταιρείες και άλλους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού (Sachdev, 2019).

### 3.5 Ανίχνευση της απάτης

Δύο διαφορετικοί τύποι αλληλεπιδράσεων εμπλέκονται σε μια τυπική εφαρμογή αλυσίδας εφοδιασμού. Το πρώτο είναι η επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων εσωτερικών μερών ή διαδικασιών, όπως η χρηματοδότηση, η αποθήκευση και η αποθεματοποίηση, όπου δεδομένου ότι αποτελούν μέρος της ίδιας οργάνωσης είναι αξιόπιστες επειδή είναι συνήθως πλήρως αυτοματοποιημένες και ψηφιοποιημένες. Από την άλλη πλευρά, έχουμε εξωτερικές οντότητες ή διαδικασίες όπως τράπεζες, προμηθευτές και πωλητές όπου στη συγκεκριμένη περίπτωση επειδή οι σχετικές αυτές διαδικασίες απαιτούν συνήθως ένα μείγμα αυτοματοποιημένης και χειροκίνητης εμπλοκής, δεν είναι αξιόπιστες. Παρομοίως, μια εφαρμογή αλυσίδας εφοδιασμού γνωστή ως BC-SCM χρειάζεται μια υποδομή για να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία blockchain. Ένα καταναμημένο βιβλίο που καταγράφει κάθε αλληλεπίδραση που λαμβάνει χώρα είναι μέρος της υποδομής, μαζί με έξυπνα συμβόλαια που συνήθως εγγυώνται την ασφαλή επικοινωνία μεταξύ των συμμετεχόντων.

Μπορούμε συνεπώς να ξεχωρίσουμε δύο ειδών επιθέσεις σε μία εφοδιαστική αλυσίδα. Η πρώτη είναι η «υπολογιστική επίθεση». Οι υπολογιστικές διεργασίες στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας εκτελούν διαδραστικούς υπολογισμούς, οι οποίοι συνήθως εκτελεί αλληλεπιδράσεις σε ένα έξυπνο συμβόλαιο, και επιχειρηματικούς υπολογισμούς, που συνήθιζαν να εφαρμόζουν επιχειρηματικές διαδικασίες σε μια εφαρμογή. Όταν μια υπολογιστική διαδικασία λαμβάνεται υπόψη, τόσο η υλοποίησή της όσο και η εκτέλεσή της είναι δύο διαστάσεων. Σε μία τέτοια επίθεση, ο αντίπαλος επιδιώκει να θέσει σε κίνδυνο τη λειτουργικότητα της ρύθμισης της αλυσίδας εφοδιασμού με διάφορα μέσα. Για παράδειγμα, ο αντίπαλος μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη λειτουργικότητα τροποποιώντας το έξυπνο συμβόλαιο και την εκτέλεσή του, ή εκμεταλλευόμενος οποιαδήποτε ευπάθεια ή σφάλμα στη σύμβαση ή τη μηχανή εκτελέσεώς της. Η δεύτερη είναι η λεγόμενη «επίθεση επικοινωνίας». Η αλληλεπίδραση δεδομένων μεταξύ διαφόρων συμμετεχόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού (διαδικασίες ή άτομα) διαχειρίζεται η διαδικασία επικοινωνίας. Ο στόχος μιας επίθεσης επικοινωνίας είναι να θέσει σε κίνδυνο τα δεδομένα που μοιράζονται μεταξύ διαφορετικών υπηρεσιών που είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους. Ο αντίπαλος θα μπορούσε, για παράδειγμα, να αλλάξει τις τιμές εισόδου σε έξυπνα συμβόλαια ή άλλα στοιχεία, να παραβιάσει την ακεραιότητα της επικοινωνίας χρησιμοποιώντας την επιλεκτική τακτική forward και drop, ή να εισαγάγει ψευδείς πληροφορίες (Sana Al-Farsi, Mazhar Rathore and Spiros Bakiras, 2021).

Πρωτίστως λοιπόν εξετάζουμε τις επιθέσεις που προέρχονται κυρίως λόγω του αδύναμου σχεδιασμού των έξυπνων συμβάσεων και εφαρμογών, του μη αξιόπιστου περιβάλλον μεταξύ των διασυνδεδεμένων υπηρεσιών αλυσίδας εφοδιασμού και το περιβάλλον εκτέλεσης blockchain. Ο σχεδιασμός έξυπνων συμβάσεων και εφαρμογών (DSC) είναι βασική πηγή διαφόρων επιθέσεων. Οι δυνατότητες των σημερινών έξυπνων συμβάσεων περιορίζονται σε συναλλακτικές λειτουργίες και δεν είναι σε θέση να ανταποκριθούν σε σημαντικές απαιτήσεις ασφάλειας της εφαρμογής. Από αυτό λοιπόν προκύπτει πως η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα των εφαρμογών που αλληλοεπιδρούν με έξυπνα συμβόλαια δεν ελήφθησαν υπόψη κατά την κατασκευή τους. Ακόμη, το περιβάλλον εκτέλεσης blockchain (BEE) είναι μια σημαντική πηγή διαφόρων επιθέσεων. Η ανάπτυξη λύσεων που βασίζονται στο blockchain συνήθως περιλαμβάνει δημόσια βιβλία και συμβόλαια, τα οποία είναι ορατά σε όλους. Ως αποτέλεσμα, οι αντίπαλοι μπορούν εύκολα να εντοπίσουν αυτές τις ευπάθειες και αδυναμίες και να τις χρησιμοποιήσουν για να ξεκινήσουν επιθέσεις. Τέλος, η εμπιστοσύνη μεταξύ των διασυνδεδεμένων υπηρεσιών αλυσίδας εφοδιασμού (TIS) αποτελεί κρίσιμη πηγή πολύ

κρίσιμων επιθέσεων. Δεδομένου ότι πολλές από τις υπό- διεργασίες της διαδικασίας εφοδιασμού δεν είναι ψηφιακές, η οικοδόμηση εμπιστοσύνης σε αυτές είναι δύσκολη. Κρίσιμα, η έλλειψη συνειδητών υπηρεσιών εφοδιασμού θέτει σε κίνδυνο την εμπιστοσύνη στις ψηφιοποιημένες και αυτοματοποιημένες υπό- διεργασίες. Ιδιαίτερα, η ασφαλή μετάδοση των δεδομένων μέσω των υποκείμενων καναλιών επικοινωνίας είναι επίσης ένα ζωτικό στοιχείο της εμπιστοσύνης των υπηρεσιών (Sana Al-Farsi, Mazhar Rathore and Spiros Bakiras, 2021).

### 3.6 Αναπτυγμένη Ιχνηλασιμότητα και Ορατότητα

Στη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού, οι όροι "διαφάνεια" και "ανιχνευσιμότητα" χρησιμοποιούνται λανθασμένα εναλλάξ. Αν και αυτές οι φράσεις σχετίζονται, οι έννοιες τους είναι αρκετά ξεχωριστές. Η λέξη "διαφάνεια" αναφέρεται στην ορατότητα ολόκληρης της αλυσίδας εφοδιασμού. Η ικανότητα απόκτησης λεπτομερών πληροφοριών για οποιοδήποτε στοιχείο της αλυσίδας εφοδιασμού που εξακολουθεί να υφίσταται είναι γνωστή ως ιχνηλασιμότητα. Μπορεί να αφορά ένα συγκεκριμένο απόθεμα, διαδικασία ή συμμετέχοντα στην αλυσίδα εφοδιασμού, όπως ένας λιανοπωλητής ή χονδρέμπορος. Οι μελετητές έχουν καθιερώσει μια σαφή σύνδεση μεταξύ της παρακολούθησης και της ανίχνευσης και του όρου ιχνηλασιμότητα. Ωστόσο, η παρακολούθηση ενός προϊόντος αρχίζει στον τόπο προέλευσης και τελειώνει στον προορισμό. Σε γενικές γραμμές, η ανίχνευση από το σημείο τερματισμού είναι προς την κατεύθυνση της προέλευσης. Υπάρχουν τρία είδη διαφάνειας, σύμφωνα με τον Hofstede (2007), και η διαφάνεια της ιστορίας είναι αυτή που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της παρακολούθησης και της ανίχνευσης. Εν ολίγοις, η ιχνηλασιμότητα επιτρέπει τη διαφάνεια μέσω της ανίχνευσης και της παρακολούθησης.

Πολλές αλυσίδες εφοδιασμού έχουν ήδη υιοθετήσει την τεχνολογία blockchain για την παροχή ανιχνευσιμότητας και, κατά συνέπεια, διαφάνειας. Παρακάτω θα περιγράψουμε διάφορες περιπτώσεις χρήσης λύσεων ανιχνευσιμότητας που βασίζονται σε blockchain. Κάθε περίπτωση χρήσης εξετάζεται για να κατανοήσει τον στόχο της ανιχνευσιμότητας blockchain σε διάφορα σενάρια, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της, και την προσέγγιση που λαμβάνεται στη δημιουργία της λύσης. Ακόμη, εξετάζονται προσεκτικά οι σχεδιασμοί δικτύου διανομής των σεναρίων αλυσίδας εφοδιασμού που λαμβάνονται υπόψη για λύσεις ανιχνευσιμότητας blockchain. Όπως αναφέρουν οι Meindel, Kalra, and Chopra (2016), υπάρχουν έξι κύριοι τύποι σχεδίων δικτύων διανομής. Μία από τις βασικές σκέψεις κατά το σχεδιασμό του δικτύου διανομής είναι ο βαθμός προβολής της παραγγελίας. Η ικανότητα ανταλλαγής ή πρόσβασης σε πληροφορίες σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού είναι γνωστή ως ορατότητα. Η αλυσίδα εφοδιασμού θεωρείται διαφανής εάν η ορατότητα είναι μεγάλη (Justin Sunny, Naveen Undralla, V. Madhusudanan Pillai, 2020).

#### 3.6.1 Ανιχνευσιμότητα στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων/γεωργίας

Οι λύσεις ιχνηλασιμότητας που βασίζονται σε blockchain είναι γνωστές στις αλυσίδες εφοδιασμού που σχετίζονται με τη γεωργία και τα τρόφιμα. Salah, Nizamuddin, Jayaraman, και Omar (2019) έχουν παρουσιάσει ένα νέο πρότυπο για την ιχνηλασιμότητα σόγιας. Ethereum χρησιμοποιήθηκε ως το δημόσιο blockchain για το πρωτότυπο του πλαισίου. Μια αλυσίδα εφοδιασμού που περιλαμβάνει έναν παραγωγό σπόρων, έναν γεωργό, έναν ανελκυστήρα σιτηρών, έναν επεξεργαστή, έναν διανομέα, έναν λιανοπωλητή και έναν πελάτη προορίζεται να γίνει πιο διαφανής μέσω της χρήσης αυτής της αρχιτεκτονικής. Όταν η προτεινόμενη δομή τεθεί σε εφαρμογή, οι σπόροι σόγιας μπορούν να εντοπιστούν και να ανιχνευθούν, και τυχόν προβλήματα ποιότητας μπορούν να διορθωθούν γρήγορα ανακαλύπτοντας από πού προήλθε

το εμπόρευμα. Οι έμποροι λιανικής πώλησης αγοράζουν προϊόντα σε παρτίδες, αλλά οι παράγοντες της αλυσίδας εφοδιασμού μπορούν να παρακολουθούν τα προϊόντα και τις συναλλαγές που σχετίζονται πιο αποτελεσματικά όταν χρησιμοποιούνται τυποποιημένα αναγνωριστικά. Οι συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού σόγιας πρέπει να αλληλοεπιδρούν με ένα έξυπνο συμβόλαιο που αναπτύσσεται στο blockchain για να προσθέσει τις πληροφορίες τότε και εκεί.

Η Tian (2017) πρότεινε ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων που βασίζεται στην Ανάλυση Κινδύνου και Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου (HACCP), blockchain, και IoT, προκειμένου να εγγυηθεί την ασφάλεια των τροφών. Εισήγαγε επίσης την ιδέα του BigchainDB. Τα προβλήματα ασφάλειας των τροφίμων μπορούν να προληφθούν συστηματικά με τη βοήθεια του HACCP (U. S. Food and Drug Administration, 2018). Παρόμοια, ο Rejeb (2018) περιέγραψε πώς να ενσωματωθεί το blockchain με το IoT και το HACCP για να υπάρξει διαφάνεια στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων Halal, επιλύοντας τα μειονεκτήματα των κεντρικών λύσεων ιχνηλασιμότητας. Η τεχνολογία blockchain μπορεί να συνδεθεί με το HACCP και τους ισλαμικούς κανονισμούς διατροφής. Αυτό μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο εισαγωγής στην αγορά προϊόντων που δεν περιέχουν αλκοόλ. Οι γεωργοί ή οι κτηνοτρόφοι, τα σφαγεία, οι μεταποιητές κρέατος, οι χονδρέμποροι, οι διανομείς, οι έμποροι λιανικής πώλησης και οι τελικοί καταναλωτές θεωρούνται όλοι συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού της αλυσίδας διατροφής που αποτελεί το αντικείμενο αυτής της εργασίας.

Επειδή η επιχείρηση του φοινικέλαιου έχει πληγεί από πυρκαγιά λόγω της αποψίλωσης των δασών, των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και των παραβιάσεων των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, οι αλυσίδες εφοδιασμού για το φοινικέλαιο πρέπει να είναι κοινωνικά και περιβαλλοντικά βιώσιμες. Η Hirbli (2018) πρότεινε μια αποκεντρωμένη λύση ανιχνευσιμότητας ως λύση συγχώνευσης της τεχνολογίας blockchain με τη μεθοδολογία Roundtable Sustainable Palm Oil (RSPO). Οι πελάτες είναι ουσιαστικά καθησυχασμένοι από την RSPO ότι η παραγωγή του φοινικέλαιου είναι βιώσιμη από την άποψη των κριτηρίων ποιότητας. Για να παράγουν πιστοποιημένο βιώσιμο φοινικέλαιο, οι επιχειρήσεις πρέπει να τηρούν τις κατευθυντήριες γραμμές του RSPO ή συγκρίσιμες πρακτικές. Το προτεινόμενο σύστημα ιχνηλασιμότητας έχει τη δυνατότητα να εντοπίζει μεγάλης κλίμακας προϊόντα φοινικέλαιου από τη φυτεία μέχρι τον πελάτη. Η τυπική αλυσίδα εφοδιασμού που αποτελείται από αγρότες, κατασκευαστές, φορείς εκμετάλλευσης εργοστασίων πετρελαίου, εμπόρους λιανικής πώλησης και πελάτες λαμβάνεται υπόψη σε αυτό το έγγραφο.

Μια λύση ανιχνευσιμότητας με βάση το blockchain τέθηκε από Tian (2016), ειδικά για να δημιουργήσει διαφάνεια στις κινεζικές αλυσίδες εφοδιασμού γεωργικών τροφίμων. Τα φρέσκα φρούτα, τα λαχανικά και τα κρέατα όπως το χοιρινό, τα πρόβατα, το κοτόπουλο και το βοδινό κρέας περιλαμβάνονται όλοι σε αυτόν τον ορισμό της "γεωργικής διατροφής". Η προτεινόμενη προσέγγιση συνδυάζει την τεχνολογία blockchain με συσκευές RFID (Radio-Frequency Identification). Η εννοιολογική αρχιτεκτονική της προτεινόμενης λύσης blockchain καθιστά ευκολότερη την ανίχνευση και την παρακολούθηση των αγροδιατροφικών προϊόντων σε πραγματικό χρόνο. Χρησιμοποιώντας RFID, GPS και άλλες τεχνολογίες ασύρματων δικτύων, τα σχετικά δεδομένα πρέπει να συλλέγονται από διάφορες φάσεις της αλυσίδας εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής, της επεξεργασίας, της αποθήκευσης, της διανομής και των πωλήσεων. Οι αρχές ασφάλειας τροφίμων μπορούν να ενταχθούν στο δίκτυο blockchain εκτός από τους συνήθεις συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού, εξασφαλίζοντας αυξημένη ασφάλεια και ποιότητα.

Ο κύριος στόχος των συστημάτων ανιχνευσιμότητας blockchain για τις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων και γεωργικών προϊόντων είναι η μείωση των κινδύνων για την ασφάλεια των

τροφών. Όταν συμβεί ένα από αυτά τα επικίνδυνα συμβάντα, είναι απλό να προσδιοριστεί η προέλευσή του και να σταματήσει η περαιτέρω εξάπλωσή του. Ως αποτέλεσμα, τα δίκτυα εφοδιασμού γίνονται πιο ισχυρά. Οι καταναλωτές ενδιαφέρονται πάντα περισσότερο για υψηλής ποιότητας τρόφιμα και γεωργικά προϊόντα, και οι τεχνολογίες blockchain στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων και αγροτικών προϊόντων μπορούν να βοηθήσουν να το εγγραφούν. Σε λίγα δευτερόλεπτα, οι καταναλωτές μπορούν να εντοπίσουν την προέλευση των τροφίμων. Για να παρακολουθούνται συνεχώς τα γεγονότα στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων και γεωργικών προϊόντων, ρυθμιστικές αρχές όπως η Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων μπορούν να συμμετέχουν σε συστήματα ανιχνευσιμότητας blockchain. Με τη βοήθεια των έξυπνων συμβάσεων, οι εταιρείες μπορούν να παρακολουθούν την απόδοση των μελών και να επιβάλλουν πρόστιμα για παραβίαση κανόνων, ελέγχοντας έτσι ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Εν ολίγοις, οι αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων και γεωργίας μπορεί να γίνουν πιο ανθεκτικές, αποδοτικές και βιώσιμες με τη βοήθεια τεχνολογιών ανιχνευσιμότητας blockchain (Justin Sunny, Naveen Undralla, V. Madhusudanan Pillai, 2020).

### 3.6.2 Ανιχνευσιμότητα στη φαρμακευτική αλυσίδα εφοδιασμού

Μια λύση ιχνηλασιμότητας με βάση το Ethereum αποδείχθηκε από τον Hasan, AlHadhrami, AlDhaheri, Salah, και Jayaraman (2019) για την παρακολούθηση και την ανίχνευση των γεγονότων σε μια φαρμακευτική αλυσίδα εφοδιασμού, η οποία περιλαμβάνει ένα μόνο αποστολέα, ένα μόνο δέκτη, και ένα εμπορευματοκιβώτιο που βασίζεται στο IoT ως παίκτης. Η θερμοκρασία, η πίεση, οι δονήσεις, η θέση, η υγρασία και άλλοι παράγοντες μπορούν να καταγραφούν από το εμπορευματοκιβώτιο του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Μόλις παραβιαστεί μια ρήτρα σύμβασης, η μονάδα επεξεργασίας θα καλέσει μια λειτουργία μέσα στο έξυπνο σύμβαση και οι αντίστοιχες πληροφορίες θα μεταδοθούν σε ολόκληρο το blockchain δίκτυο. Αυτή η ικανότητα καθιστά εφικτή την παρακολούθηση της τοποθεσίας μιας φαρμακευτικής ουσίας κατά τη μεταφορά της. Μια ανάλυση της εργασίας έλαβε υπόψη την αλυσίδα εφοδιασμού εμβολίων για να διαπιστώσει εάν το σύστημα ήταν εφικτό όπως προβλεπόταν.

Μια ελβετική startup εταιρεία που ονομάζεται Modum.io χρησιμοποίησε blockchain έξυπνα συμβόλαια στην αλυσίδα εφοδιασμού φαρμάκων για να ενσωματώσει αισθητήρες και smart συμβάσεις για τη συνεχή παρακολούθηση της θερμοκρασίας σε όλη τη μεταφορά (Bocek, Rodrigues, Strasser, & Stiller, 2017). Η θερμοκρασία μετράται κυρίως με αυτή τη μέθοδο και καταγράφεται σε ένα blockchain Ethereum. Απαιτείται ένα track and trace number για κάθε εμπορευματοκιβώτιο. Με ένα Android smartphone, ο αποστολέας μπορεί να αρχίσει τη μέτρηση της θερμοκρασίας. Με απλά σάρωση ενός κωδικού QR, ο παραλήπτης μπορεί να αποκτήσει το πλήρες ιστορικό του ταξιδιού εμπορευμάτων. Ο παραλήπτης μπορεί να επαληθεύσει αξιόπιστα εάν τα προϊόντα είναι σε καλή κατάσταση ή όχι, επειδή το βιβλίο καταγραφής blockchain είναι απόδειξη παραποίησης, πράγμα που σημαίνει ότι κανείς δεν μπορεί να αλλάξει τα δεδομένα. Στο πλαίσιο της εργασίας, δημιουργήθηκε ένα πρωτότυπο εφαρμογής, λαμβάνοντας υπόψη ένα δίκτυο διανομής που περιλαμβάνει έναν προμηθευτή, χονδρέμπορο και αποθήκη. Για την καταπολέμηση της απάτης στο στάδιο της διανομής της φαρμακευτικής αλυσίδας εφοδιασμού, οι Archa, Alangot και Achuthan (2018) πρότειναν μια λύση ιχνηλασιμότητας. Ο προτεινόμενος σχεδιασμός συνδυάζει την τεχνολογία blockchain με την πλατφόρμα Global Data Plane (GDP) IoT για να επιτρέψει την παρακολούθηση και την ανίχνευση. Κάθε προϊόν θα έχει ένα ξεχωριστό hash κατά τη διάρκεια της διανομής που θα υποδεικνύει μια ανιχνεύσιμη αλλά μη αναπαραγωγική κατάσταση του προϊόντος. Ο υπεύθυνος επεξεργασίας λαμβάνει δεδομένα συναλλαγών όταν ένα σύνολο φαρμάκων



μεταφέρεται από μία οντότητα σε άλλη. Οι πληροφορίες στη συνέχεια διατηρούνται σε ένα ιδιωτικό blockchain από τον ελεγκτή.

Αξιοσημείωτο είναι ότι οι λύσεις ανιχνευσιμότητας blockchain που προτείνονται για τις φαρμακευτικές αλυσίδες εφοδιασμού λειτουργούν σχεδόν πανομοιότυπα, με μόνο μικρές διαφορές στην τεχνολογία ή την προσέγγιση που χρησιμοποιείται. Παρακολουθούν όλες τις φυσικές κινήσεις των φαρμάκων και παρακολουθούν την ποιότητα και την αυθεντικότητα. Πέρα από αυτό, υπάρχουν πολλές εκπληκτικές χρήσεις για λύσεις ανιχνευσιμότητας blockchain σε αυτόν τον τομέα. Για παράδειγμα, οι συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού μπορούν να ενημερώνονται αυτόματα για την ημερομηνία λήξης κάθε παρτίδας και μάρκας φαρμάκων. Φαρμακευτικές αλυσίδες εφοδιασμού μπορεί να επωφεληθούν σε μεγάλο βαθμό από τεχνολογίες ανιχνευσιμότητας blockchain σε πανδημικά σενάρια. Κατά τη διάρκεια των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, τα νοσοκομεία, οι κατασκευαστές και οι κυβερνητικές υπηρεσίες μπορούν να παρακολουθούν τη διαθεσιμότητα και τη ζήτηση κρίσιμων φαρμάκων χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο blockchain κοινοπραξίας (Justin Sunny, Naveen Undralla, V. Madhusudanan Pillai, 2020).

### 3.6.3 Ανιχνευσιμότητα στην κατασκευαστική αλυσίδα εφοδιασμού

Οι Westerkamp, Victor, και Küpper (2019) εισήγαγαν μια προσέγγιση που βασίζεται στην blockchain για την παρακολούθηση των κατασκευασμένων αγαθών και των εξαρτημάτων/συστατικών τους για πρώτη φορά. Το σύστημα είχε την ικανότητα να παρακολουθεί και να εντοπίζει μια ποικιλία από εισερχόμενα αντικείμενα που ήταν θεμελιωδώς απαραίτητα για την κατασκευή ενός προϊόντος καθώς και πώς άλλαξαν κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Οι κύριοι παράγοντες στο σύστημα όπως έχει σχεδιαστεί είναι οι προμηθευτές, οι παραγωγοί, οι εταιρείες εφοδιαστικής, οι πιστοποιητές και οι καταναλωτές. Για να διατηρηθεί η σύνδεση μεταξύ ενός προϊόντος και του μέρους του, η ιδέα της απόδειξης εισιτηρίων ενσωματώνεται στο σύστημα. Η έννοια ήταν πρωτότυπη και εφαρμόστηκε χρησιμοποιώντας έξυπνα συμβόλαια στο δίκτυο Ethereum (Justin Sunny, Naveen Undralla, V. Madhusudanan Pillai, 2020).

### 3.6.4 Ανιχνευσιμότητα στην αλυσίδα εφοδιασμού επικίνδυνων εμπορευμάτων

Τα δίκτυα εφοδιασμού που περιέχουν επικίνδυνα υλικά (όπως εκρηκτικά) πρέπει να χειρίζονται με εξαιρετική προσοχή. Μια μοναδική μέθοδος blockchain-based για την παρακολούθηση και την ανίχνευση επικίνδυνων προϊόντων κατά τη διάρκεια της μεταφοράς παρουσιάστηκε από τους Imeri & Khadraoui (2018). Επιτρέπει σε όλα τα μέρη που εμπλέκονται στην αλυσίδα εφοδιασμού επικίνδυνων προϊόντων να λαμβάνουν σχετικές πληροφορίες. Μια έξυπνη σύμβαση που περιλαμβάνει όλες τις βασικές πληροφορίες σχετικά με τα εμπορεύματα που πρέπει να παραδοθούν δημιουργείται από τον κατασκευαστή των επικίνδυνων εμπορευμάτων. Οι ρυθμιστικοί οργανισμοί καθώς και όλοι οι συμμετέχοντες στο δίκτυο θα έχουν πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες. Όταν προκύψει μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης, οι αξιωματούχοι είναι σε θέση να διερευνήσουν το παρελθόν των γεγονότων για να καθορίσουν γρήγορα τα αίτια και να λάβουν τις κατάλληλες ενέργειες. Η διαχείριση των επικίνδυνων συνθηκών διευκολύνεται από τη διαφάνεια που φέρνει το blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού επιβλαβών αγαθών. Είναι επίσης δυνατό να πειραματιστούν με παρόμοια είδη εννοιών στην αλυσίδα εφοδιασμού όπλων. Αυτά τα είδη λύσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον στρατό για τη συνεχή παρακολούθηση της διαθεσιμότητας όπλων σε διάφορα σημεία (Justin Sunny, Naveen Undralla, V. Madhusudanan Pillai, 2020).

## Κεφάλαιο 4: Μελέτες Περίπτωσης

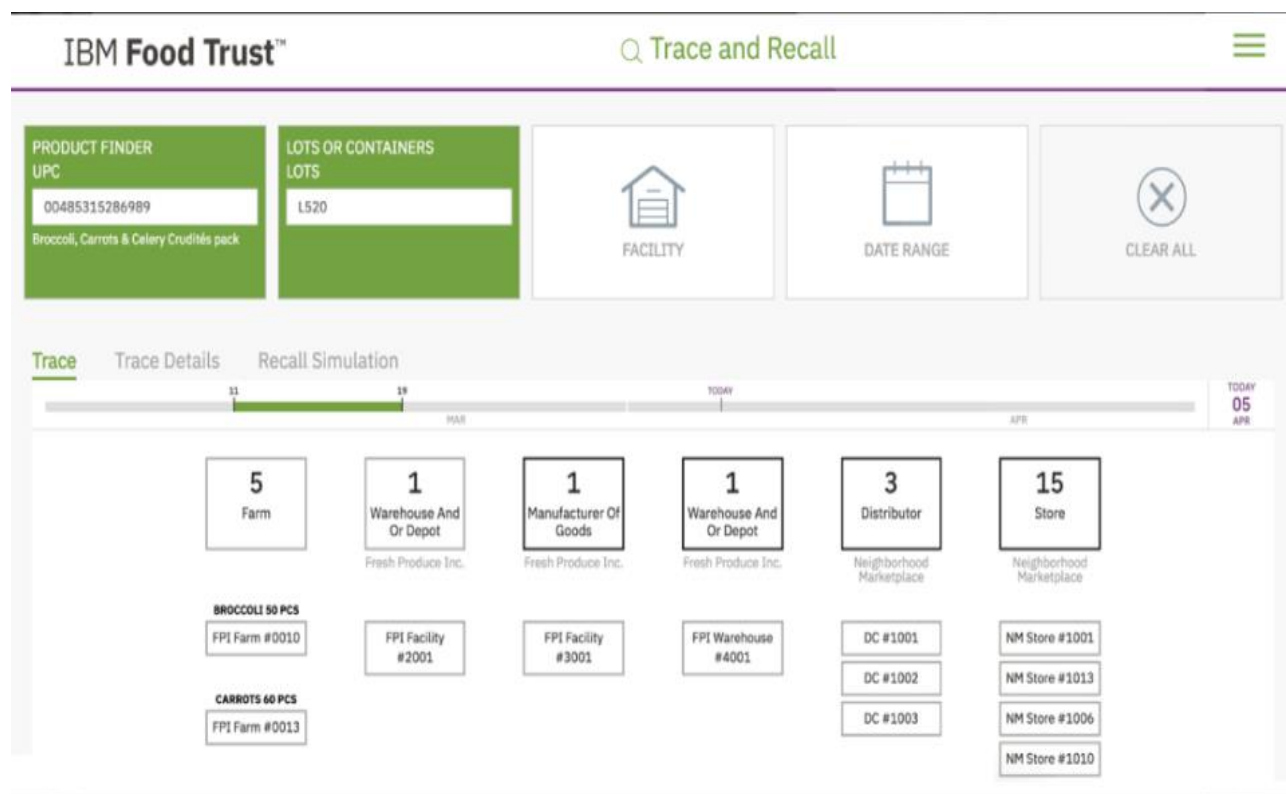
### 4.1 Walmart

Η Walmart Inc. είναι μια παγκόσμια εταιρεία λιανικής πώλησης με έδρα τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, η οποία λειτουργεί μια αλυσίδα υπερκαταστημάτων, συχνά γνωστή ως super market καθώς και φθηνά καταστήματα τμημάτων και καταστήματος τροφίμων. Ο Σαμ Γουόλτον ίδρυσε την επιχείρηση στη γειτονική πόλη Ρότζερς του Αρκάνσας το 1962. Στις 31 Οκτωβρίου 1969, η Delaware General Corporate Act αναγνώρισε επίσημα την επιχείρηση ως εταιρεία. Επιπλέον, κατέχει και επιβλέπει αποθήκες λιανικής πώλησης για το Sam's Club. Στις 31 Οκτωβρίου 2021, η Walmart λειτουργούσε 10.566 καταστήματα και ομίλους κάτω από 48 διαφορετικές μάρκες σε 24 χώρες. Η επιχείρηση είναι γνωστή ως Flipkart Wholesale στην Ινδία, Walmart de México y Centro América στο Μεξικό και την Κεντρική Αμερική, και το εμπορικό σήμα Walmarts στις Ηνωμένες Πολιτείες και τον Καναδά. Λειτουργεί αποκλειστικά στη Χιλή, τη Νότια Αφρική και τον Καναδά. Από τον Αύγουστο του 2018, η Walmart κατέχει μόνο το 20% της Βραζιλιάνικης εταιρείας, η οποία άλλαξε το όνομά της σε Grupo Big τον Αυγούστο του 2019. Η ιδιωτική εταιρεία Advent International κατείχε το υπόλοιπο 80% της εταιρείας. Σύμφωνα με τη λίστα Global 500 της Fortune για το 2020, η Walmart έχει έσοδα 548.743 δισεκατομμύρια δολάρια, καθιστώντας την τη μεγαλύτερη εταιρεία στον κόσμο. Με 2,2 εκατομμύρια εργαζόμενους, είναι επίσης ο μεγαλύτερος ιδιωτικός εργοδότης στον κόσμο. (Walmart, 2024)

Τα δύο κύρια προβλήματα που κλήθηκε να αντιμετωπίσει η εταιρεία και την οδήγησαν στο να βρει τρόπο να τα αντιμετωπίσει ήταν η παρακολούθηση της προέλευσης των μάνγκο που πωλούνται στα καταστήματα της Walmart στις ΗΠΑ και η παρακολούθηση της καταγωγή του χοιρινού κρέατος που πωλείται στα μαγαζιά της Walmart στην Κίνα. Για το πρόβλημα με την προέλευση του κρέατος στην Κίνα, είχε ξεσπάσει μεγάλο σκάνδαλο καθώς πωλούνταν μη βιολογικό προϊόν το οποίο πάνω του έφερε ετικέτες που έγραφαν ότι είναι βιολογικής καταγωγής. Όσο αφορά την παρακολούθηση της προέλευσης του μάνγκο, όλα ξεκίνησαν όταν ο διευθυντής της εταιρείας είχε αγοράσει ένα σακουλάκι με φέτες μάνγκο από ένα κοντινό Walmart και ζήτησε από την ομάδα του να μάθει από πού ήρθαν το συντομότερο δυνατόν. Οι υπάλληλοι επικοινωνήσαν με τους προμηθευτές και τους διανομείς μέσω τηλεφώνου και ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, και μετά από περίπου επτά ημέρες, έλαβαν μια απάντηση.

Έτσι λοιπόν, η Walmart και η IBM (International Business Machines Corporation) συνεργάστηκαν για να βρουν μια λύση blockchain για τα ζητήματα της Walmart το 2016. Οι δύο εταιρείες δημιούργησαν δύο Proof of Concepts (PoCs) που προσφέρουν μια λειτουργική, γρήγορη και ακριβή μέθοδο επαλήθευσης και ανιχνευσιμότητας τροφίμων. Οι PoCs επικεντρώθηκαν στην ιχνηλασιμότητα και την αυθεντικότητα, τα δύο συστατικά της τεχνολογίας blockchain. Εντάχθηκε στην διαδικασία το concept of GS1, όπου είναι η αρχή τυποποίησης του barcode και της ετικέτας, ώστε να καθοριστούν οι ιδιότητες των δεδομένων για τις αναρτήσεις στο Blockchain. Συνεπώς, οι προμηθευτές ανεβάζουν τα αποτελέσματά τους χρησιμοποιώντας μια διαδικτυακή διεπαφή και χρησιμοποιούν νέες ετικέτες. Το σύστημα ιχνηλασιμότητας τροφίμων με βάση την αλυσίδα Hyperledger Fabric μπλοκ ήταν επιτυχές για τα δύο προϊόντα. Είχε καταστήσει δυνατή την αποστολή πιστοποιητικών γνησιότητας για το χοιρινό κρέας στην Blockchain της Κίνας, ενισχύοντας τη συστημική εμπιστοσύνη σε έναν τομέα όπου προηγουμένως υπήρχε σοβαρή έλλειψη. Και για όλη αυτή τη διαδικασία χρειάστηκαν μόλις 2,2 δευτερόλεπτα αντί για 7 ημέρες για να εντοπιστεί η προέλευση των μάνγκο στις ΗΠΑ. (Minky Sharma, Pawan Kumar, 2021)

Η Walmart παρακολουθεί επίσης περισσότερα από 25 προϊόντα από πέντε διαφορετικούς προμηθευτές χρησιμοποιώντας την αλυσίδα IBM Block, η οποία είναι χτισμένη στο Hyperledger Fabric. Μεταξύ των προϊόντων στον κατάλογο περιλαμβάνονται φρούτα και λαχανικά όπως μάνγκο, μπανάνες και φυλλώδη πράσινα, κρέας και πουλερικά όπως κοτόπουλο και χοιρινό, γαλακτοκομικά προϊόντα όπως γιαούρτι και γάλα αμυγδάλου και ακόμη και προϊόντα πολλαπλών συστατικών όπως συσκευασμένες σαλάτες και παιδικά γεύματα. Ο διευθυντής ισχυρίζεται ότι μπορούν να δούνε την πλήρη αλυσίδα σε λίγα δευτερόλεπτα χάρη σε αυτή την τεχνολογία αλλά και εντοπίσουν την προέλευση ενός δοχείου παιδικής τροφής και τις εκμεταλλεύσεις που παρήγαγαν κάθε συστατικό. Ένα ακόμη πλεονέκτημα που παρατηρήθηκε είναι ότι έχει μειωθεί και το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την παρακολούθηση ενός προϊόντος τροφίμων από ένα κατάστημα Walmart πίσω στην πηγή. Στόχος της εταιρείας είναι να ξεκινήσουν να παρακολουθούν και την βιωσιμότητα των προϊόντων πέρα από την προέλευση. (YIANNAS, 2024)

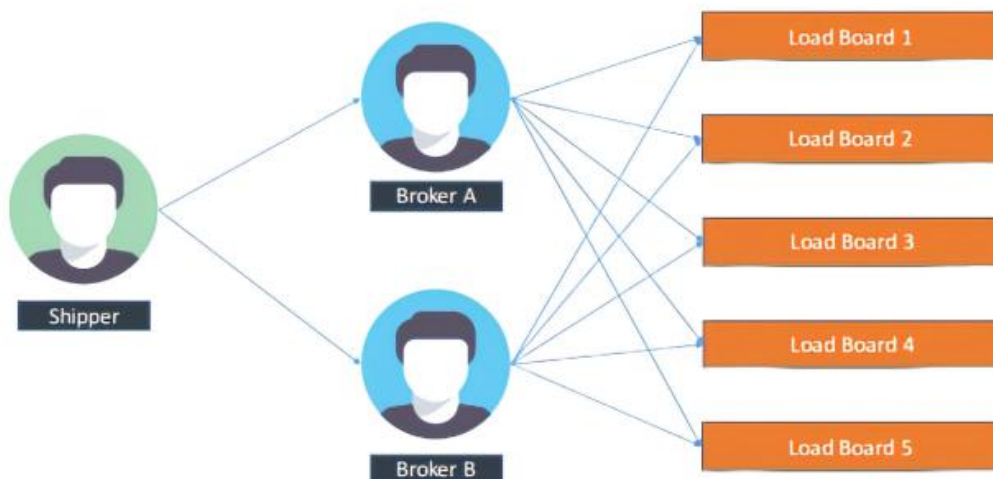


ΕΙΚΟΝΑ 9: ΤΟ INTERFACE ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΙΧΝΙΛΑΤΗΣΗΣ ΤΗΣ IBM

## 4.2 300Cubits- Έξυπνα Συμβόλαια

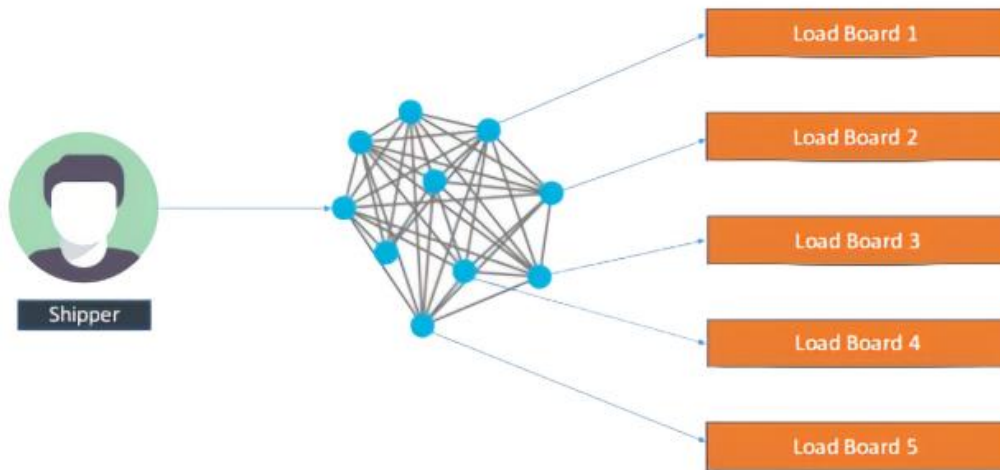
Ο στόχος της δημιουργίας της 300Cubits με έδρα το Χονγκ Κονγκ ήταν η αντιμετώπιση δύο δαπανηρών και επίμονων προβλημάτων που αντιμετωπίζει η ναυτιλιακή βιομηχανία εμπορευματοκιβωτίων το 2018. Την μετακίνηση, η οποία προκύπτει από την απόφαση των ναυπηγικών γραμμών να υπερχρεώσουν τα πλοία προκειμένου να προστατεύσουν τη χρήση των πλοίων, και η επικράτηση της μη εμφάνισης των μεταφορείς, το οποίο έχει παρατηρηθεί να συμβαίνει όταν οι μεταφορείς αποτυγχάνουν να παραδώσουν τα φορτία που έχουν προγραμματιστεί σε ένα πλοίο εμπορευμάτων (Sivaratri S. N. L. Priyanka, N. Lokeswari, K. Amaravathi, 2020). Οι πελάτες δεν χρειάζονταν να πληρώσουν εκ των προτέρων κατά την κράτηση ενός εμπορευματοκιβωτίου, επομένως δεν υπήρχαν επιπτώσεις εάν δεν παραδώσουν τα εμπορεύματά τους στο λιμενικό τερματικό εγκαίρως. Επειδή οι φορείς

εκμετάλλευσης εμπορευματοκιβωτίων μπορούν να προβλέψουν το 25-30 τοις εκατό των μη προβολών, αντιδρούν με υπερβολική κράτηση ώστε να είναι σίγουροι. Αυτές οι υπερβολικές κρατήσεις οδηγούν περαιτέρω στο συμπέρασμα ότι μια κράτηση που έγινε από έναν καταναλωτή ενδέχεται να μην μπορεί να αποσταλεί. Προηγούμενες προσπάθειες, όπως καταθέσεις ή τραπεζικές εγγυήσεις, απορρίφθηκαν από τα ενδιαφερόμενα μέρη (Peter Verhoeven, Florian Sinn, Tino T. Herden, 2018).



ΕΙΚΟΝΑ 10: ΦΟΡΤΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΧΩΡΙΣ BLOCKCHAIN

Για να αντιμετωπιστεί το προαναφερθέν ζήτημα, η 300Cubits δημιούργησε την κρυπτονομίσματα TEU και έδωσε μερικά από τα tokens στις ναυτιλιακές εταιρείες και τους μεταφορείς το 2018. Τα διάφορα μέρη που εμπλέκονται σε αυτό το σχέδιο τροφοδοτούν μια συναλλαγή αποστολής (το έξυπνο συμβόλαιο) χρησιμοποιώντας τα tokens για να κάνουν καταθέσεις χρησιμοποιώντας το σύστημα blockchain με βάση το Ethereum της 300Cubits (Sivaratri S. N. L. Priyanka, N. Lokeswari, K. Amaravathi, 2020). Πιο συγκεκριμένα, όταν ένας αποστολέας καταγράφει ότι έχει να παραδώσει φορτίο σε μια ναυσιπλοΐα, η ναυτιλιακή γραμμή και ο αποστολέας συνεισφέρουν και οι δύο ένα token στο blockchain. Τόσο ο αποστολέας όσο και η ναυτιλιακή εταιρεία πρέπει να σέβονται την κράτηση προκειμένου να πάρουν πίσω τα σφραγισμένα μάρκα τους. Η ναυτιλιακή γραμμή μπορεί να ανακτήσει τόσο το δικό της σήμα όσο και το σήμα του αποστολέα από το blockchain, εάν ο αποστολέας δεν παραδώσει το φορτίο εγκαίρως για να φορτωθεί το πλοίο. Ομοίως, ο αποστολέας θα λάβει και τα δύο κατατεθέντα σήματα σε περίπτωση που η ναυτιλιακή γραμμή δεν είναι σε θέση να παραδώσει το φορτίο όπως είχε προγραμματιστεί. Έτσι λοιπόν καταλήγουμε πως με αυτή τη λύση κανένα μέρος δεν χρειάζεται να εμπιστευτεί το άλλο ή έναν μεσάζοντα. Στα θετικά της είναι πως προσφέρει συνεπώς μεγαλύτερη ασφάλεια αλλά καταργεί την ευελιξία που είχαν οι αποστολείς να αλλάξουν την παράδοση (Peter Verhoeven, Florian Sinn, Tino T. Herden, 2018).



ΕΙΚΟΝΑ 11:ΦΟΡΤΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΧΩΡΙΣ BLOCKCHAIN

Με τη μέγιστη εγγύηση, η εταιρεία 300 Cubits παραδίδει κάθε φορτίο χωρίς κανένα πρόβλημα. Παρ'όλα αυτά, αν οι ναυτιλιακές εταιρείες συνεχίσουν κάθε φορά να μετακυλούν την αποστολή ενός πελάτη, θα χάσουν. Η παραπάνω διαδικασία εξασφαλίζει τα ποσοστά επιτυχίας (Sivaratri S. N. L. Priyanka, N. Lokeswari, K. Amaranathi, 2020). Με την πάροδο του χρόνου, υπάρχει η πιθανότητα ότι η λύση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακούσια, γεγονός που θα μπορούσε να οδηγήσει σε αλλαγές που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τον τρόπο που οι αποστολείς και οι μεταφορείς βλέπουν τη λύση. Αν και αυτό θα ισχύει και για μια κατάθεση που γίνεται σε δολάρια, υπάρχει πάντα ένας συναλλαγματικός κίνδυνος κατά την εργασία με τα tokens τρίτων, και η οργάνωση της υπόθεσης έχει λάβει αυτό το κίνδυνο υπόψη (Peter Verhoeven, Florian Sinn, Tino T. Herden, 2018).

### 4.3 Kouvola Innovation

Η Kouvola Innovation επιδιώκει να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία blockchain για να βελτιώσει τη ροή πληροφοριών εντός των αλυσίδων εφοδιασμού, να εξαλείψει τις αναποτελεσματικότητες, και τελικά να μειώσει το χρόνο που απαιτείται για τη μεταφορά φορτίου, ιδιαίτερα σε δια-οργανωτικές αλυσίδες παροχής. Η Kouvola επιδιώκει να αντιμετωπίσει την αναποτελεσματική μετακίνηση των μονάδων φορτίου μέσω διαοργανικών αλυσίδων εφοδιασμού και υποδομών διανομής και μεταφοράς ως θέμα LSCM. Οι μονάδες εμπορευματικών μεταφορών ταξιδεύουν όσο αποτελεσματικά επιτρέπει η διαθέσιμη υποδομή. Ένα εμπόδιο στις διασυνοριακές και διαοργανικές μεταφορές είναι η υποδομή επικοινωνιών της αλυσίδας εφοδιασμού. Σύμφωνα με την Kouvola Innovation, μια δομή επικοινωνίας που δεν είναι σε θέση να επιτρέψει τη μεταφορά δεδομένων κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού ως αποτέλεσμα της ανεπαρκούς συνδεσιμότητας, της ερμηνείας και των προτύπων δεδομένων οδηγεί σε υποδύναμη απόδοση. Στις αλυσίδες εφοδιασμού στις οποίες επικεντρώνεται η οργάνωση της υπόθεσης, τα δεδομένα συχνά μεταδίδονται αργά, μεταφέρονται ανακριβώς ή δεν λαμβάνονται από τον παραλήπτη με τρόπο που μπορούν να κατανοήσουν.

Φαίνεται ότι η προτεινόμενη λύση είναι σχετική με την αλυσίδα εφοδιασμού. Kounola Innovation έχει ως στόχο να δημιουργήσει και να εκτελέσει ένα blockchain-based πρότυπο για την επικοινωνία της εμπορευματικής βιομηχανίας. Επιθυμούν επίσης να δημιουργήσουν ένα πρότυπο για τα έργα blockchain στο σύνολό τους. Στόχος τους είναι η δημιουργία ενός δικτύου ανοικτής και αξιόπιστης επικοινωνίας. Ωστόσο, ένα ανοικτό δίκτυο δεν θα παρείχε οφέλη χωρίς πρότυπα που αφορούν, για παράδειγμα, τις μορφές και την ποιότητα των δεδομένων. Στόχος τους είναι η δημιουργία ενός κόμβου δεδομένων που θα εξυπηρετεί όλους τους παράγοντες της αλυσίδας εφοδιασμού, ανεξάρτητα από τις βασικές τεχνολογίες ή τις πηγές δεδομένων. Η Kounola Innovation επιδιώκει ουσιαστικά να αντικαταστήσει το σημερινό μοντέλο επικοινωνίας peer-to-peer με μια αρχιτεκτονική hub-and-spoke που συνδέεται με ένα κεντρικό κέντρο δεδομένων. Τα δεδομένα αποδεικνύουν τη συμμετοχή της ομάδας Kounola Innovation με την τεχνολογία blockchain. Η εταιρεία φαίνεται να έχει μια πλήρη επίγνωση τόσο blockchain και άλλες τεχνολογίες επικοινωνιών, καθώς και τις διάφορες δυσκολίες που σχετίζονται με τη συλλογή και την αποθήκευση δεδομένων. Το παράδειγμα οργάνωση τονίζει την έλλειψη των δυνατοτήτων συλλογής δεδομένων του blockchain και προτείνει τη χρήση αισθητήρων και άλλων μορφών τεχνολογίας για να καλύψει αυτό το κενό. Μερικά ερωτήματα σχετικά με το κόστος του συστήματος εξακολουθούν να παραμένουν αναπάντητα. Το είδος των πληροφοριών που τα μέλη θα έχουν πρόσβαση και πόσο συχνά τα δεδομένα θα αποστέλλονται στο κέντρο δεδομένων εξακολουθούν να είναι άγνωστα. Υπάρχει συνειδητοποίηση της τεράστιας ποσότητας δεδομένων στην περίπτωση, την οποία το blockchain μπορεί να μην είναι σε θέση να χειριστεί, αλλά ένα μεγάλο ποσό των δεδομένων δεν μεταφράζεται πάντα σε πιο χρήσιμες πληροφορίες για τους συμμετέχοντες. Η επίτευξη συναίνεσης σχετικά με το περιεχόμενο που πρέπει να κοινοποιηθεί δεν αποτελεί πρόκληση που μπορεί να επιλυθεί με ένα τεχνικό πρότυπο. Η ανάγκη για την πρωτοτυπία της τεχνολογίας ή τη νόμιμη χρήση της δεν αναφέρεται στην υπόθεση. Η υπόθεση επικεντρώνεται στη διαθεσιμότητα πληροφοριών και την παρακολούθηση των εμπορευμάτων. Η παρουσία ιστορικού δεδομένων και η δυνατότητα ταχύτερων ταχυτήτων μεταφοράς δεδομένων θα πρέπει να οδηγήσει σε αποτελεσματικότερη χρήση των πραγματικών δεδομένων.

Αν και το έργο επικεντρώνεται στη σκανδιναβική περιοχή, τα εμπορευματοκιβώτια εισέρχονται και φεύγουν συνεχώς από αυτήν την περιοχή. Ένα σημαντικό μέρος των μονάδων φορτίου πρέπει να έχει εγκατεστημένους αισθητήρες του Διαδικτύου των Πραγμάτων προκειμένου να συλλέξει έναν ουσιαστικό όγκο δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Για την προστασία των ευαίσθητων πληροφοριών, η διαφάνεια των δεδομένων πρέπει να περιορίζεται στα σχετικά άτομα και εξαρτάται από την επιθυμία τους να μοιραστούν. Η συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών είναι απαραίτητη για το έργο. Αλλά δεν υπάρχουν πληροφορίες για το πώς να καταστεί δυνατή μια τέτοια συμμετοχή. Μια πύλη για συγκεντρωτικά δεδομένα δεν θα απευθύνεται σε όλους. Οι ισχυροί παίκτες πιθανότατα θα θέλουν να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν τα δεδομένα και τα πλεονεκτήματα πληροφόρησης για το δικό τους (οικονομικό) κέρδος αντί να τα εγκαταλείψουν.

Η Kounola Innovation πρέπει να καταλάβει πώς να ενθαρρύνει τα μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού να μοιράζονται τις πληροφορίες τους πιο ελεύθερα, σε αντίθεση με τη χρήση του τρέχοντος μοντέλου peer-to-peer. Τέλος, και ίσως το πιο σημαντικό, το γεγονός ότι υπάρχει μια τεράστια βάση δεδομένων για τις αλυσίδες εφοδιασμού στη σκανδιναβική περιοχή δεν μεταφράζεται σε αύξηση της αποτελεσματικότητας των αλυσίδων αυτών. Για να προκύψουν πλεονεκτήματα, πρέπει να εξεταστούν τα δεδομένα και να ληφθούν οι απαραίτητες ενέργειες. Η εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών δεν καλύπτεται σε αυτή την περίπτωση. Το σενάριο δεν δείχνει γιατί η βάση δεδομένων πρέπει να αποκεντρωθεί. Η πλειοψηφία των πηγών δεδομένων αισθητήρων IoT δεν θα είχε αρκετό χώρο αποθήκευσης για να υποστηρίξει ένα τοπικό αντίγραφο ούτως ή άλλως. Όσο οι συμμετέχοντες πάροχοι εφοδιαστικής μπορούν να βασίζονται στην ακρίβεια των δεδομένων, πιθανότατα δεν ενδιαφέρονται για ένα τοπικό

αντίγραφο. Η οργάνωση της υπόθεσης δεν απαντά γιατί η πρόταση θα πρέπει να εφαρμοστεί σε ένα blockchain και όχι με τη μορφή μιας παραδοσιακής βάσης δεδομένων στα δημόσια προσβάσιμα έγγραφα. Το έργο χρηματοδοτείται από την ΕΕ, υποδεικνύοντας ότι η υποσχόμενη χρηματοδότηση είναι εγγυημένη. Απαιτείται πρόσθετη χρηματοδότηση πριν από την παράταση του ερευνητικού στόχου ή του χρονοδιαγράμματος. Δεν πρέπει να είναι πρόβλημα να μεταφέρετε δεδομένα χρησιμοποιώντας ένα διαφορετικό πρότυπο. Παρόλα αυτά, η εφαρμογή της Kounola Innovation παρέχει ευελιξία και προσαρμοστικότητα στις μεταβαλλόμενες πηγές δεδομένων (Peter Verhoeven, Florian Sinn, Tino T. Herden, 2018).

## Συμπεράσματα

Η τεχνολογία blockchain καλύφθηκε στα προαναφερθέντα κεφάλαια, μαζί με τα στοιχεία, τις εφαρμογές και τη σχέση της με την αλυσίδα εφοδιασμού. Οι πιθανές εφαρμογές αυτής της τεχνολογίας είναι τόσο μεγάλες που δεν μπορούν να περιοριστούν στον χώρο των κρυπτονομισμάτων. Αντίθετα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από έθνη που επιδιώκουν να βελτιώσουν τις κυβερνητικές τους υπηρεσίες μειώνοντας τη γραφειοκρατία. Συγκεκριμένα, οι αλυσίδες εφοδιασμού θα επωφεληθούν από την εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain με διάφορους τρόπους, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου ολοκλήρωσης των συναλλαγών, της ανταλλαγής συμβάσεων και της αποθήκευσης, της ασφάλειας της συναλλαγής και της ιχνηλασιμότητας των εμπορευμάτων και των πληροφοριών. Ωστόσο, η εφαρμογή μιας τέτοιας τεχνολογίας απαιτεί την ύπαρξη υψηλού χρηματοπιστωτικού κεφαλαίου, κατάλληλης νομοθεσίας, υψηλής υπολογιστικής ισχύος και συμφωνίας μεταξύ των μερών για τη βελτίωση της τεχνολογίας που χρησιμοποιούν. Ως αποτέλεσμα, οι εταιρείες που υιοθετούν πρώτη αυτή την τεχνολογία αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις. Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι πολλές από τις διαδικασίες που σχετίζονται με την τεχνολογία Blockchain μπορούν να βελτιωθούν εξετάζοντας τους οργανισμούς που έχουν αρχίσει να την εφαρμόζουν στην αλυσίδα εφοδιασμού επειδή οι πελάτες έχουν υψηλά πρότυπα για την ποιότητα των υπηρεσιών που λαμβάνουν, συμπεριλαμβανομένων υπηρεσιών οι οποίες μειώνουν το χρόνο που απαιτείται για την παράδοση των αντικειμένων, αποθηκεύουν τα προϊόντα (επιτρέποντας τη συνεχή παρακολούθηση της ποιότητας), και διευκολύνουν ταχύτερες και χωρίς επαφή συναλλαγές. Οι ηγέτες της αγοράς, οι εταιρείες που ερευνήθηκαν είναι δεσμευμένες. Οι ηγέτες των επιχειρήσεων αναγνωρίζουν τις ευκαιρίες που μπορεί να προσφέρει αυτή η τεχνολογία, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι είναι πολύ ελπιδοφόρα.

## Βιβλιογραφία

- Boulos, M. N. K., Wilson , J. T. & Clauson , K. A., 2018. Geospatial blockchain: promises, challenges, and scenarios in health and healthcare. *International Journal of Health Geographics volume*.
- FRANKENFIELD, . J., RASURE, E. & KVILHAUG, S., 2022. 51% Attack: Definition, Who Is At Risk, Example, and Cost. *Investopedia*.
- Haleem, A. και συν., 2021. An overview. *Journal*, pp. 130-139.
- Kassab, M. και συν., 2021. Exploring Research in Blockchain for Healthcare and a Roadmap for the Future. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, pp. 1835 - 1852.
- Linn, L. & Koo, M., 2016. Blockchain For Health Data and Health Care Related Research. *ONC/NIST*.
- Pirtle, C. & Ehrenfeld , J., 2018. Blockchain for Healthcare: The Next Generation of Medical Records?. *PubMED.gov*.
- Risius, M. & Spohrer , K., 2017. A blockchain research framework: What we (don't). *Business & Information Systems Engineering*, p. 385–409.
- Shen, B., Guo, J. & Yang, Y., 2017. MedChain. *Applied Sciences*.
- Siyal, A. A. και συν., 2019. *Applications of Blockchain Technology in Medicine and Healthcare: Challenges and Future Perspectives*. s.l.:s.n.
- Tasca, P. & Tessone, C. J., 2017. Taxonomy of Blockchain Technologies. Principles of Identification and Classification. *Cornell university*.
- Xu, X. και συν., 2016. The Blockchain as a Software Connector. *IEEE*, pp. 182-191.
- Zheng, Z. και συν., 2017. An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends. *IEEE*.
- Abdellah , k. & Abderrezak, R., 2020. Toward a Machine Learning and Software Defined Network Approaches to Manage Miners' Reputation in Blockchain. *Journal of Network and Systems Management volume*, April, Issue 28, p. 478–501.
- Alexander Kharlamov and Glenn Parry, 2018. Advanced Supply Chains: Visibility, Blockchain and Human Behaviour. *Springer International Publishing AG*.
- Ammar , O., Ismail , K. & Qasem , A. A.-H., 2022. Analysis of Blockchain in the Healthcare Sector: Application. *Symmetry*, Issue 74, pp. 1760-1782.
- Baliga, D. A., 2017. Understanding Blockchain Consensus Models. *Persistent Systems Ltd*.
- Banerjee, A., 2018. *Blockchain Technology: Supply Chain Insights from ERP*. s.l.:Elsevier Inc..
- Bennett, B., 2017. Blockchain HIE Overview: A Framework for Healthcare Interoperability. *Telehealth Med. Today*.
- Bernard, M., 2017. *This is why Blockchains will transform healthcare*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/11/29/this-is-why-blockchains-will-transform-healthcare/?sh=fe3c4a11ebe3>
- Boucher, P., 2016. What if blockchain technology revolutionised voting?. *European Parliamentary Research Service* .



- Chaum, D., 1985. Numbers Can Be a Better Form of Cash Than Paper. *Centre for Mathematics and Computer Science Kruislaan 413, NL-1098 SJ Amsterdam, The Netherlands.*
- Crosby, Pattanayak, Verma & Kalyanaraman, 2016. Blockchain technology: Beyond bitcoin.. *Applied Innovation Review*, Issue 2.
- David L. Anderson, Frank F. Britt, and Donavon J. Favre , 2007. The 7 principles of supply chain management. *Supply Chain Management Review*.
- Dimitrov, D. V., 2019. Blockchain Applications for Healthcare Data Management. *Healthcare informatics research* , pp. 51-56.
- Elliott, B., 2008. The seven principles of Supply Chain Management. *Supply Chain Asia*.
- Hayes, A., 2022. *Investopedia*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>
- Hertig, A., 2018. Blockchain's Once-Fearful 51 Percent Attack Is Now Becoming Regular. *Coindesk*.
- IBM, 2020. *IBM BLOCKCHAIN*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.ibm.com/topics/benefits-of-blockchain>
- Janvier-James, A. M., 2012. A New Introduction to Supply Chains and Supply Chain Management: Definitions and Theories Perspective. *International Business Research*.
- JOEL D. WISNER, KEAH-CHOON TAN, G. KEONG LEONG,, 2022. *Principles of Supply Chain Management 6th edition*. s.l.:s.n.
- Justin Sunny, Naveen Undralla, V. Madhusudanan Pillai, 2020. Supply Chain Transparency through Blockchain-Based Traceability: An Overview with Demonstration. *Journal Pre-proofs*.
- Kuo, T.-T. & Ohno-Machado, L., 2016. ModelChain. *arXiv*.
- Lewis Popovski and George Soussou, Patterson Belknap Webb & Tyler, 2018. A brief history of Blockchain. *LegalTech news*.
- M. Niranjanamurthy, B. N. Nithya, S. Jagannatha, 2018. Analysis of Blockchain technology: pros, cons and SWOT. *Cluster Computing*.
- Matthew , N., Sadiku, O., Kelechi, . G. E. & Sarhan , M. M., χ.χ. Block chain Technology in Healthcare. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering* , 4(5).
- Minky Sharma, Pawan Kumar, 2021. A Case Study of Walmart. *Adoption of Blockchain Technology*.
- Pankaj Duttaa,Tsan-Ming Choi, Surabhi Somani, Richa Butala, 2020. Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *ELSEVIER*.
- Peter Verhoeven, Florian Sinn, Tino T. Herden, 2018. Examples from Blockchain Implementations in Logistics and Supply Chain Management: Exploring the Mindful Use of a New Technology. *Logistics*.
- Power, D., 2005. Supply chain management integration and implementation: a literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Radocchia, S., 2018. *Forbes*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.forbes.com/sites/samantharadocchia/2018/04/26/3-innovative-ways-blockchain-will-build-trust-in-the-food-industry/?sh=63c5cdfd2afc>

Sachdev, D., 2019. ENABLING DATA DEMOCRACY IN SUPPLY CHAIN USING BLOCKCHAIN AND IOT. *Journal of Management (JOM)*.

Sana Al-Farsi, Mazhar Rathore and Spiros Bakiras, 2021. Security of Blockchain-Based Supply Chain Management Systems: Challenges and Opportunities. *applied sciences*.

Sarmah, S. S., 2018. Understanding Blockchain Technology. *Computer Science and Engineering*.

Sheldon, R., 2021. *TechTarget*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.techtarget.com/whatis/feature/A-timeline-and-history-of-blockchain-technology>

Sivaratri S. N. L. Priyanka, N. Lokeswari, K. Amaravathi, 2020. Blockchain - A Potential Solution for COVID-19 Pandemic Economical Crisis Environment. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*.

Smith, B., Xiong, J., Medlin, D, 2020. Case Study of Blockchain Applications in Supply Chain. *Journal of Information Systems Applied Research (JISAR)*.

Spyros Makridakis, Klitos Christodoulou, 2019. Blockchain: Current Challenges and Future Prospects/Applications. *future internet*.

Walmart, 2024. *Walmart History*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://corporate.walmart.com/about/history>

Williams, T., 2022. *theKnowledgeacademy*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.theknowledgeacademy.com/blog/history-of-blockchain/>

Wüst, K. & Gervais, A., 2018. Do you Need a Blockchain?. *IEEE*, pp. 45-54.

YIANNAS, F., 2024. A NEW ERA OF FOOD TRANSPARENCY POWERED BY BLOCKCHAIN. *innovations / Blockchain for Global Development*.

Yue, X., Boroyevich, D., Burgos, . R. & Zhuo, F., 2016. Modeling and analysis for input characteristics of line-frequency rectifiers. *IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*.

Zyskind, Nathan, Pentland, 2015. Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect. *IEEE CS Security and Privacy Workshops*, pp. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84945945234&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=714b7f8a3a8f274d3074c82f7480dfd5&sot=a&sdt=a&sl=47&s=TITLE+%28%27%27blockchain+to+protect+personal+data%27%27%29&relpos=2&citeCnt=1542&searchTerm>  
=.