



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

«Blockchain in logistics»

**Πτυχιακή εργασία για το Προπτυχιακό Πρόγραμμα
Σπουδών**

Κανάρη Μαρίνα-Μαρία

Σεπτέμβριος 2021

Χίος

Επιβλέπων Καθηγητής: Γαβαλάς Δημήτριος

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract	4
Εισαγωγή.....	5
1.1. Η έλευση της τεχνολογίας Blockchain	5
1.2. Τάσεις που ευδοκίμούν την τεχνολογία blockchain.....	8
1.3. Η ξεπερασμένη παγκόσμια διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού	10
Κεφάλαιο 1 ^ο : Τεχνολογία Blockchain	12
1.1. Τι είναι το Blockchain;.....	12
1.2. Τεχνολογία Blockchain: Έννοια Λειτουργιών.....	15
1.3. Αρχιτεκτονική πλατφόρμας blockchain και ροή λειτουργίας	20
1.4. Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας blockchain	21
1.5. Περιορισμοί της τεχνολογίας blockchain	24
Κεφάλαιο 2 ^ο : Το Blockchain στην Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	26
2.1. Βελτιώσεις ιχνηλασιμότητας και ορατότητας	29
2.2. Βελτιωμένη Πρόβλεψη Ζήτησης.....	33
2.3. Ανοιχτή πρόσβαση	36
2.4. Πρόληψη της απάτης	38
2.5. Αυτοματοποίηση συναλλαγών.....	40
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	42
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43

Περίληψη

Η τεχνολογία Blockchain είναι μια ομότιμη υποδομή που βασίζεται σε κατανεμημένες βάσεις δεδομένων και έξυπνα συμβόλαια ως επιχειρηματική λογική. Η τεχνολογία κατανεμημένων καθολικών εξαλείφει την ανάγκη μεσολαβητών που διαταράσσουν το μοντέλο ιδιοκτησίας. Μπορεί να έχει τεράστιο αντίκτυπο στον αυτοματισμό της διαδικασίας μεταξύ οργανώσεων όταν συνδυάζεται με άλλες καινοτόμες τεχνολογίες όπως η μηχανική εκμάθηση και η κατασκευή πρόσθετων.

Τα τελευταία χρόνια, καθώς η έννοια της τεχνολογίας Blockchain έχει προσελκύσει όλο και περισσότερες βιομηχανίες, η βιομηχανία διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού έχει επίσης πραγματοποιήσει τις πιθανές εφαρμογές της για τη διαφάνεια, την αποτελεσματική ανταλλαγή πληροφοριών και την ασφάλεια των τροφίμων. Αρκετές εταιρείες έχουν εντοπίσει πιθανές περιπτώσεις χρήσης που θα μπορούσαν να επωφεληθούν από το Blockchain σε σχέση με τις υπάρχουσες λύσεις πληροφορικής.

Η παρούσα εργασία παρέχει μια επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης υιοθέτησης του Blockchain, της τεχνολογικής αρχιτεκτονικής του, ανασκόπηση του τρόπου λειτουργίας της τεχνολογίας Blockchain, καθώς και τα οφέλη και τις προκλήσεις που εμπλέκονται.

Λέξεις – Κλειδιά: Blockchain, Logistics, Εφοδιαστική Αλυσίδα, Τεχνολογία.

Abstract

Blockchain technology is a peer-to-peer infrastructure based on distributed databases and smart contracts as the business logic. The distributed ledger technology eliminates the need for intermediaries disrupting the ownership model. It can have a tremendous impact on cross organizational process automation when combined with other innovative technologies such as machine learning and additive manufacturing.

Over the past few years as the blockchain technology concept has increasingly attracted many industries. The logistics and supply chain management industry have also realized its potential applications in enabling transparency, efficient information sharing, and food safety. Several companies have identified possible use cases that could benefit from blockchain over existing IT solutions.

This thesis provides an overview of current state of blockchain adoption, its technology architecture, review of how blockchain technology works, and the benefits and challenges involved.

Keywords: Blockchain, Logistics, Supply Chain, Technology.

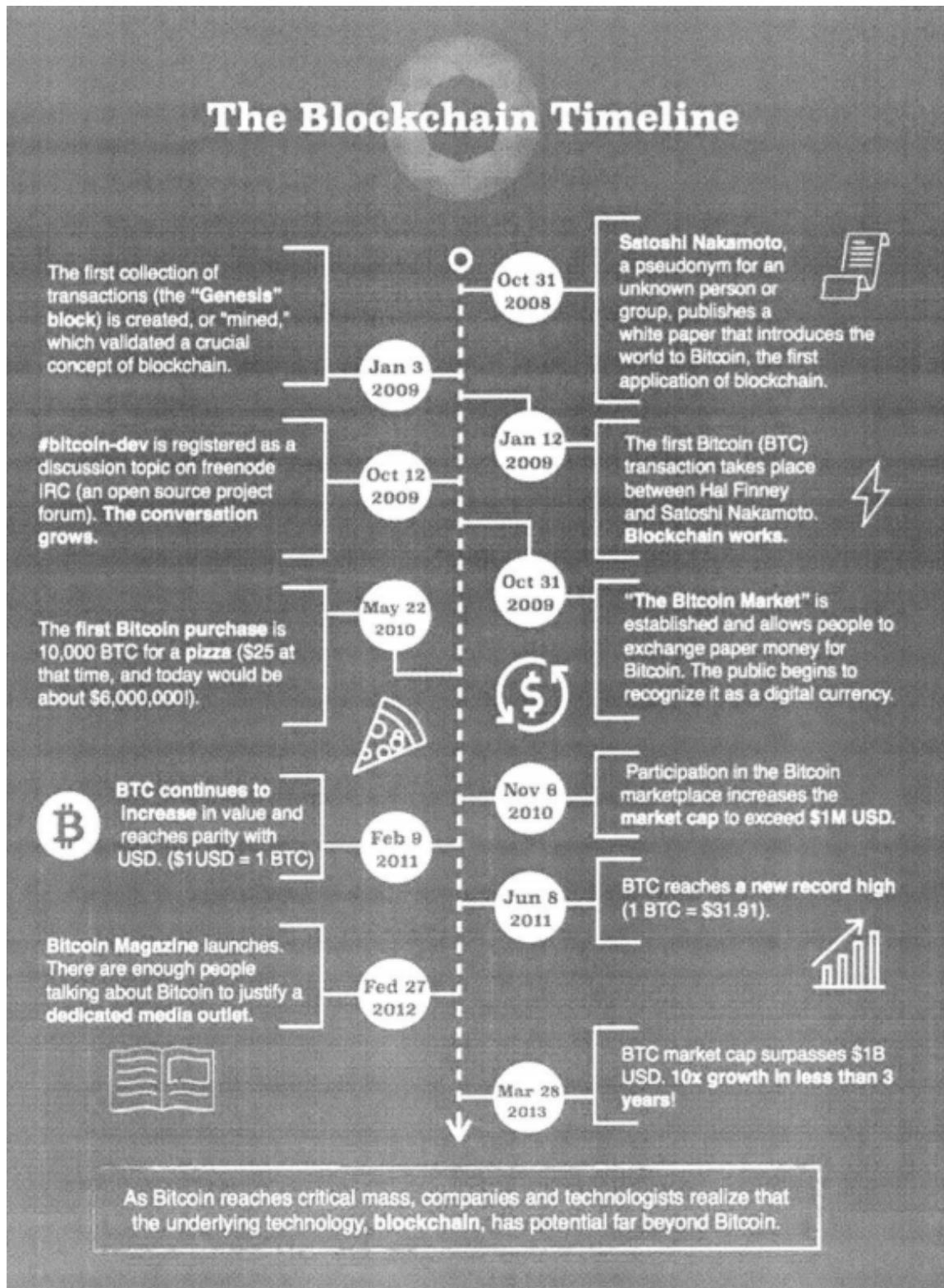
Εισαγωγή

1.1. Η έλευση της τεχνολογίας Blockchain

Η ιδέα της τεχνολογίας blockchain ξεκίνησε το 2008 όταν ένα ψευδώνυμο άτομο ή άτομα με το όνομα Satoshi Nakamoto δημοσίευσαν μια λευκή βίβλο για το Bitcoin. Από τις πρώτες μέρες, οι άνθρωποι εμπιστεύονται τις τράπεζες για να διατηρήσουν τα κατατεθειμένα τους χρήματα ασφαλή. Ωστόσο, η χρηματοπιστωτική κρίση του 2008 αποκάλυψε την παραβίαση της εμπιστοσύνης των πελατών όταν οι τράπεζες έχασαν τα χρήματα των πελατών τους δίνοντας επικίνδυνα δάνεια. Για να αντιμετωπίσει αυτό το πρόβλημα, η κυβέρνηση εξέδωσε περισσότερα χρήματα, αντικατοπτρίζοντας τον κακό προγραμματισμό. Οι άνθρωποι έχασαν την εμπιστοσύνη τους απαιτώντας ένα νόμισμα που δεν θα ελέγχεται από μια κεντρική αρχή. Σύμφωνα με τον Satoshi Nakamoto, το βασικό πρόβλημα με το συμβατικό νόμισμα είναι όλη η εμπιστοσύνη που απαιτείται για να λειτουργήσει. Η κεντρική τράπεζα πρέπει να εμπιστευθεί ότι δεν θα υποτιμήσει το νόμισμα, αλλά η ιστορία των νομισμάτων fiat είναι γεμάτη παραβιάσεις αυτής της εμπιστοσύνης. (Nakatomo, 2009)

Το Bitcoin είναι ένα πρωτόκολλο για ένα σύστημα ηλεκτρονικών πληρωμών βασισμένο σε κρυπτογραφική απόδειξη αντί για εμπιστοσύνη, επιτρέποντας σε δύο πρόθυμα μέρη να πραγματοποιούν συναλλαγές απευθείας μεταξύ τους χωρίς την ανάγκη ενός αξιόπιστου τρίτου μέρους. Η βασική τεχνολογία πίσω από το bitcoin ονομάζεται blockchain. Το blockchain είναι ένα ασφαλές, αξιόπιστο και διαθέσιμο στο κοινό καταχωρημένο βιβλίο που περιέχει το ιστορικό συναλλαγών κάθε bitcoin που κυκλοφορεί και αποθηκεύει την απόδειξη του ποιος κατέχει τι σε οποιαδήποτε δεδομένη χρονική στιγμή. Έχει τη δυνατότητα να εξαλείψει την ανάγκη για ένα αξιόπιστο τρίτο μέρος, όπως χρηματοπιστωτικά ιδρύματα ή παρόχους πληρωμών. (The Economist, 2015)

Το 2009, το bitcoin δεν είχε καμία κοινή χρήση κοινού. Δεν είχε καμία οικονομική αξία. Όταν δημιουργήθηκε το πρώτο μπλοκ του blockchain bitcoin, το «Genesis block», κανείς εκτός από λίγους λάτρεις της κρυπτογράφησης δεν γνώριζε το bitcoin. Σταδιακά, αφού δημιουργήθηκε η αγορά bitcoin, το bitcoin άρχισε να αποκτά την κρίσιμη μάζα των πρώτων υιοθετών (Εικόνα 1). Το bitcoin έχει τώρα ένα τεράστιο όριο αγοράς μεταξύ 100 - 120 δισεκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ και χρησιμοποιείται στην αναπτυσσόμενη αγορά πληρωμών.



Εικόνα 1: Το χρονοδιάγραμμα της τεχνολογίας Blockchain. (Gurta, 2017)

1.2. Τάσεις που ευδοκιμούν την τεχνολογία blockchain.

Μια ενιαία ιδέα δεν οδηγεί την τεχνολογία Blockchain. Η τεχνολογία Blockchain έχει εξελιχθεί σε έναν τρόπο σκέψης για το πώς να βελτιώσετε την εμπειρία των πελατών, να οδηγήσετε τα ταξίδια των πελατών ή την αξία από άκρο σε άκρο και να εξαλείψετε τις αναποτελεσματικές λειτουργίες. Υπάρχουν πολλοί ενεργοποιητές πίσω από την εξέλιξή του:

- **Αυξάνεται η δημοτικότητα της πλατφόρμας ανοιχτού κώδικα blockchain «Ethereum Smart Contract».**

Το 2015, η τεχνολογία blockchain συγκέντρωσε μεγαλύτερο ενδιαφέρον όταν ένας Ρώσος-Καναδός προγραμματιστής, ο Vitalik Buterin συνειδητοποίησε ένα νέο επίπεδο λειτουργικότητας για το blockchain εκτός από το bitcoin και δημιούργησε το blockchain Ethereum. Οι λάτρεις της τεχνολογίας είδαν τις δυνατότητες του blockchain ως ένα ανοιχτό λογισμικό που επιτρέπει την ασφαλή ανταλλαγή αξίας με τη δημιουργία αποκεντρωμένων εφαρμογών, όπως έξυπνα συμβόλαια. Η ικανότητα εκδημοκρατισμού της ιδιοκτησίας των αρχείων συναλλαγών χωρίς αποτυχία ενός σημείου καθιστά το blockchain Ethereum πιθανό να έχει εκτεταμένες οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Τα έξυπνα συμβόλαια είναι μικρά προγράμματα υπολογιστών ενσωματωμένα απευθείας σε blockchain που επιτρέπουν την εκπροσώπηση χρηματοοικονομικών μέσων, όπως δάνεια ή ομόλογα, και όχι μόνο τα μετρητά του bitcoin, οδηγώντας έτσι σε μεγαλύτερη αξία. (Gupta, 2017) Η πλατφόρμα έξυπνων συμβάσεων Ethereum έχει λάβει μεγάλη υιοθέτηση καθώς αρκετά νέα έργα τόσο από τους κατεστημένους φορείς όσο και από νέους παίκτες σε πολλούς κλάδους βρίσκονται υπό την απόδειξη της ιδέας. Η κεφαλαιαγορά της Ethereum είναι περίπου 31 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ.

- **Η μετάβαση από το Διαδίκτυο των πληροφοριών στο Διαδίκτυο της αξίας.**

Το Διαδίκτυο σχεδιάστηκε για να επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών. Ωστόσο, ο βασικός σχεδιασμός για την ανταλλαγή πληροφοριών εξαρτάται από τους μεσάζοντες. Το μεγαλύτερο μέρος της αξίας συλλαμβάνεται από μεγάλους παίκτες διαδικτύου, καθιστώντας δύσκολο για τους μικρούς παίκτες να αναπτυχθούν και να διατηρηθούν. Αντίθετα, το Blockchain είναι ένα δίκτυο εμπιστοσύνης που έχει σχεδιαστεί για την ανταλλαγή αξίας με αποκεντρωμένο τρόπο, όπου η δημιουργία

αξίας μπορεί να εντοπιστεί στον αρχικό δημιουργό αξίας. Σύμφωνα με τον ψηφιακό οραματιστή Don Tapscott, "το blockchain είναι πιθανό να μεταμορφώσει ορισμένες σημαντικές βιομηχανίες που βασίζονται στην εξασφάλιση τρίτων μερών, παρέχοντας έναν ασφαλές, άμεσο τρόπο ανταλλαγής χρημάτων, πνευματικής ιδιοκτησίας και άλλων δικαιωμάτων και περιουσιακών στοιχείων χωρίς τη συμμετοχή παραδοσιακών μεσαζόντων όπως οι τράπεζες," εταιρείες κοινής ωφέλειας και κυβερνήσεις. Η οικονομία κοινής χρήσης έχει δημιουργήσει ζήτηση στον κόσμο όπου κάθε συμμετέχων έχει ίσες ευκαιρίες να συμμετάσχει. Χαρακτηριστικά blockchain όπως η διαφάνεια και η αμετάβλητη μπορούν να αποτελέσουν ισχυρή δύναμη στην καταπολέμηση της δωροδοκίας και της διαφθοράς. Επιπλέον, το blockchain είναι πιθανό να διαταράξει τις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού, οι οποίες έχουν αρκετούς μεσαζόντες και να αλλάξει τον τρόπο που οι καταναλωτές αγοράζουν προϊόντα. Σύμφωνα με την έκθεση της έρευνας από την εταιρεία έρευνας και εκδηλώσεων Eyefortransport (EFT), περισσότερο από το 16 τοις εκατό από τις 300 εταιρείες που ερωτήθηκαν πιστεύουν ότι οι πιο σημαντικές περιπτώσεις χρήσης Η τεχνολογία blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού θα είναι η ανταλλαγή δεδομένων, η ορατότητα και η παρακολούθηση.

- **Σύγκλιση blockchain με αναδύμενες τεχνολογίες**

Ο αυτοματισμός και η κοινή οικονομία δημιούργησαν νέα επιχειρηματικά μοντέλα. Υπάρχει μια αλλαγή παραδείγματος από τα φυσικά συστήματα που διευκολύνονται από τον άνθρωπο σε διαδικτυακά και αυτοματοποιημένα δίκτυα. Η ομότιμη ομότιμη ή η κοινή οικονομία έχει δημιουργήσει ένα οικοσύστημα πλατφόρμας, το οποίο έχει οδηγήσει σε βελτιωμένη αποτελεσματικότητα και νέες ευκαιρίες. Αυτές οι τάσεις καθοδηγούνται από τα συνδυασμένα αποτελέσματα υφιστάμενων και αναδύμενων νέων τεχνολογιών. Αυτές οι τεχνολογίες είναι οι SMAC (Social, Mobile, Analytics, and Cloud), Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), Autonomous Vehicles, Drones, Robotics, Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) και 3D Printing. Καθώς οι βιομηχανίες όπως το λιανικό εμπόριο, η τραπεζική, η υγειονομική περίθαλψη, η υλικοτεχνική υποστήριξη και η γεωργία ψηφιοποιούνται, συλλέγεται και αναλύεται ένας τεράστιος όγκος δεδομένων και ως αποτέλεσμα, οι διαδικασίες αυτοματοποιούνται για να γίνουν πιο αποτελεσματικές. Το μελλοντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα θα ανήκει στους παίκτες που θα κατέχουν αυτά τα πολύτιμα δεδομένα και θα εφαρμόζουν τις ιδέες

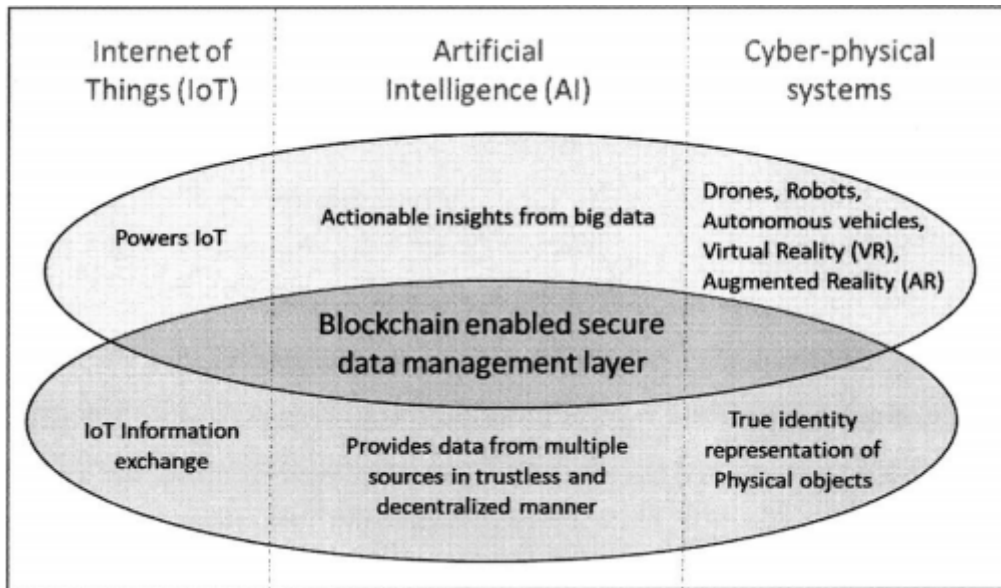
από αυτά τα δεδομένα για να δημιουργήσουν την καλύτερη εμπειρία πελάτη. Σύμφωνα με την έκθεση που δημοσιεύτηκε από την Outlier Ventures Research, "η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να αποτελέσει τη βάση για ένα κλιμακούμενο και ασφαλές επίπεδο διαχείρισης δεδομένων για νέα οικονομικά μοντέλα. Μπορεί να επιτρέψει αποκεντρωμένη συγκέντρωση τεράστιων όγκων δεδομένων από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και να διασφαλίσει τα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης μοιράζονται ευρέως σε όλη την κοινωνία» (Εικόνα 2). Αρκετές νέες νεοσύστατες εταιρείες AI, όπως η SingularityNET, έχουν ήδη υιοθετήσει ένα ανοιχτό, αποκεντρωμένο δίκτυο blockchain για να παρακινήσουν τους δημιουργούς αξίας να μοιράζονται τα δεδομένα και να επιβραβεύουν τους παίκτες.

1.3. Η ξεπερασμένη παγκόσμια διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού

Ο ψηφιακός κόσμος έχει αλλάξει τον τρόπο που οι άνθρωποι αγοράζουν και καταναλώνουν πράγματα. Οι καταναλωτές απαιτούν προσαρμοσμένα προϊόντα προσαρμοσμένα στις ανάγκες τους, απλοποιημένη εμπειρία αγοράς και διαφάνεια στην πραγματική αξία των αγαθών. Αυτές οι ανάγκες έχουν δημιουργήσει τόσο τις νέες ευκαιρίες όσο και τις προκλήσεις στις τρέχουσες αλυσίδες εφοδιασμού. Οι προκλήσεις έγκειται στην καλύτερη διαχείριση της ζήτησης, τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας, τη δημιουργία καλύτερου δικτύου προμηθευτών και την παρακολούθηση ή διερεύνηση της προέλευσης ενός προϊόντος στις γεωγραφικά διασκορπισμένες αλυσίδες εφοδιασμού που είναι εξαιρετικά κατακερματισμένες και πολύπλοκες. Σύμφωνα με τον Ben Dickson, οι πελάτες και οι αγοραστές δεν έχουν αξιόπιστο τρόπο να επαληθεύσουν και να επικυρώσουν την πραγματική αξία των προϊόντων και των υπηρεσιών που αγοράζουν λόγω της ενδημικής έλλειψης διαφάνειας στις αλυσίδες εφοδιασμού, πράγμα που σημαίνει ότι οι τιμές που πληρώνουμε είναι μια ανακριβής αντανάκλαση της πραγματικό κόστος παραγωγής.

Η παλιά τεχνολογία διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού, η οποία είναι βαθιά ριζωμένη στον φυσικό κόσμο, δεν μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τις μεταβαλλόμενες ανάγκες της αγοράς εγκαίρως και επίσης να διαχειριστεί τους κινδύνους και το κόστος των εργασιών. Η ευκινησία έχει γίνει εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό μιας αλυσίδας εφοδιασμού. Οι κατασκευαστές και οι προμηθευτές

της νέας εποχής πρέπει να επενδύσουν σε εργαλεία και υπηρεσίες πολλαπλών χρήσεων για τη διαχείριση του αποθέματος, την εκπλήρωση παραγγελιών και τη διανομή καναλιών. Η νέα τεχνολογία που υιοθετήθηκε πρέπει να έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί σε περιβάλλον χωρίς σιλό, έτσι ώστε οι επιχειρήσεις να μπορούν να παρακολουθούν το απόθεμά τους καθ' όλη τη διάρκεια - από πολλούς προμηθευτές ή εξωτερικούς συνεργάτες συσκευασιών έως πολλά σημεία πώλησης και να έχουν την ευελιξία της αλυσίδας εφοδιασμού για να καλύψουν τις απαιτήσεις.



Εικόνα 2: Δίκτυο βασισμένο σε blockchain για διαλειτουργικές τεχνολογίες

Κεφάλαιο 1^ο: Τεχνολογία Blockchain

1.1. Τι είναι το Blockchain;

Αρχικά αναπτύχθηκε για Bitcoin, το Blockchain είναι μια αποκεντρωμένη τεχνολογία συναλλαγών και διαχείρισης δεδομένων που επιτρέπει στους καταναλωτές και στις εταιρείες να αποθηκεύουν και να ανταλλάσσουν αξία χωρίς να χρειάζονται παραδοσιακούς μεσάζοντες. Είναι μια καινοτόμος τεχνολογία που έχει τη δυνατότητα να διαταράξει τα υπάρχοντα οικονομικά και κοινωνικά συστήματα και να δημιουργήσει πιο διαφανή, αποτελεσματικά και ασφαλή συστήματα. Η τεχνολογία Blockchain βασίζεται σε ένα παγκόσμια καταχωρημένο βιβλίο που αξιοποιεί τις ιδιότητες ενός μεγάλου δικτύου peer-to-peer για την επαλήθευση και την έγκριση συναλλαγών. Το κατανεμημένο βιβλίο περιλαμβάνει χρονολογικά ταξινομημένα, κρυπτογραφικά υπογεγραμμένα και αμετάβλητα αρχεία συναλλαγών, τα οποία είναι προσβάσιμα σε οποιονδήποτε συμμετέχοντα στο δίκτυο. Δεδομένου ότι αντίγραφα του blockchain διανέμονται παγκοσμίως σε όλο το δίκτυο, τα ιστορικά αρχεία δεν μπορούν να τροποποιηθούν χωρίς τη συναίνεση της πλειοψηφίας του δικτύου. Η αμετάβλητη διανομή αυξάνει την εμπιστοσύνη στο δίκτυο. Επιπλέον, η αποθήκευση αξίας στις συναλλαγές μπορεί να προβληθεί και να εντοπιστεί από συγκεκριμένους χρήστες καθώς και μεγαλύτερους συμμετέχοντες στο δίκτυο με δικαιώματα πρόσβασης, καθιστώντας την ανταλλαγή αξιών αποκεντρωμένη και διαφανή. Η κρυπτογραφική υπογραφή εγγραφών διασφαλίζει την ασφάλεια των δεδομένων των πληροφοριών των συναλλαγών που είναι αποθηκευμένες στο blockchain. (Tapscott, 2016)

Σύμφωνα με την έρευνά τους που δημοσιεύτηκε στο Gartner Research Journal, οι Valdes και Furlong έχουν καθορίσει τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας blockchain που είναι κοινά σε όλα τα blockchains: (Furlonger et. al., 2017)

α) Δυναμική και ρευστή ανταλλαγή αξίας

Το καθολικό του blockchain χρησιμεύει ως μόνιμο αρχείο συναλλαγών που πραγματοποιούνται από ομότιμους χρήστες ή μεταξύ καταναλωτών και ενός

οργανισμού. Ο τύπος των πληροφοριών που αποθηκεύονται ως συναλλαγές blockchain δεν περιορίζεται μόνο σε μια νομισματική αξία, όπως η ανταλλαγή νομισμάτων Bitcoin, αλλά μπορεί να εκτείνεται σε διάφορες περιπτώσεις χρήσης, όπως προέλευση αγαθών και υπηρεσιών, δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας, δεδομένα ταυτότητας χρήστη, πιστώσεις άνθρακα, ιδιοκτησία περιουσιακών στοιχείων δεδομένα, δεδομένα τοποθεσίας κ.λπ. Υπάρχουν αρκετές ποικίλες εφαρμογές blockchain που είναι ακόμα σε ιδέα. Πέρα από την καταγραφή δεδομένων συναλλαγών, η πλατφόρμα blockchain μπορεί προαιρετικά να καταγράψει πρόσθετες πληροφορίες κατάστασης, ουσιαστικά ζεύγη κλειδιών-τιμών που καθορίζουν συλλογικά την κατάσταση του συστήματος. Αυτό το χαρακτηριστικό του blockchain store store μπορεί να κάνει την τεχνολογία blockchain εξαιρετικά προσαρμόσιμη για διαφορετικές εφαρμογές σε πολλούς κλάδους. (Valdes et. al., 2017)

β) Κατανεμημένη ανθεκτικότητα και έλεγχος

Το καθολικό του blockchain δεν ελέγχεται από κανέναν οργανισμό ή οντότητα. Το Blockchain με τη διανεμημένη βάση δεδομένων εξαλείφει την ανάγκη εμπιστοσύνης τρίτων μερών για την επαλήθευση των συναλλαγών. Λειτουργεί ως κοινή βάση δεδομένων για να παρέχει μια ασφαλή, επαληθευμένη και ενιαία πηγή αλήθειας που είναι προσβάσιμη σε όλα τα μέλη του δικτύου. Ουσιαστικά δημιουργεί εμπιστοσύνη μεταξύ των μερών εξαλείφοντας την ανάγκη εμπιστοσύνης. Αυξάνει τη διαφάνεια και συνεπώς την εμπιστοσύνη στο σύστημα. Επιπλέον, η κατανεμημένη βάση δεδομένων αυξάνει την αποτελεσματικότητα δημιουργώντας τυποποιημένες μορφές δεδομένων, επιτρέποντας την απρόσκοπτη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ οργανισμών και την ακεραιότητα της διαδικασίας. Καθώς οι συναλλαγές επαληθεύονται σε πραγματικό χρόνο από τους συμμετέχοντες στο δίκτυο, βελτιώνει τη συμμόρφωση του ελέγχου και τον κίνδυνο σφάλματος ή απάτης. (Marshall et. al., 2016)

γ) Αποκεντρωμένο δίκτυο

Το καθολικό blockchain συνδέει άμεσα τους μεμονωμένους καταναλωτές με τους οργανισμούς χωρίς κεντρικό μεσάζοντα. Τα δεδομένα των ψηφιακών συναλλαγών μοιράζονται σε πραγματικό χρόνο στο δίκτυο ομότιμων συναλλαγών του blockchain. Όλα τα μέλη του δικτύου διατηρούν το τοπικό αντίγραφο του βιβλίου στους υπολογιστές τους και στέλνουν πληροφορίες σε άλλους κόμβους. Εξαλείφει

την ανάγκη για κεντρικές αρχές, όπως τράπεζες, καθώς και έμπιστους μεσάζοντες, όπως μεσιτικές εταιρείες για ανταλλαγή αξίας. Μειώνει επίσης τις τριβές στις τρέχουσες διαδικασίες συναλλαγών και καθιστά την ανταλλαγή αξίας γρηγορότερη σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, ενώ μειώνει το κόστος. Επιπλέον, λόγω της μαζικής αντιγραφής του βιβλίου σε πολλούς συμμετέχοντες κόμβους, καθιστά το σύστημα πιο ισχυρό καθώς εξαλείφει ένα μόνο σημείο βλάβης σε περίπτωση δυσλειτουργίας ή συμπαιγνίας. Βελτιώνει την ποιότητα, την αξιοπιστία και τη διαθεσιμότητα των υπηρεσιών. (Valdes et. al., 2017)

δ) Διαφάνεια με ψευδώνυμο

Το σύστημα συναλλαγών με δυνατότητα blockchain είναι εξαιρετικά διαφανές καθώς κάθε τιμή συναλλαγής είναι ορατή σε κάθε συμμετέχοντα στο δίκτυο με δικαιώματα πρόσβασης. Κάνει πολύ δύσκολη την εκτέλεση παράνομων συναλλαγών. Ωστόσο, ο συμμετέχων στο δίκτυο μπορεί να επιλέξει κατά την έναρξη μιας συναλλαγής ποιες πληροφορίες σχετίζονται με την ταυτότητά του, είναι πρόθυμοι να γνωστοποιήσουν στο υπόλοιπο δίκτυο παρέχοντας έτσι ψευδώνυμο. Για το σκοπό αυτό, σε κάθε συμμετέχοντα κόμβο στο δίκτυο παρέχεται μια ψηφιακή υπογραφή που ονομάζεται ιδιωτικό κλειδί και είναι απόδειξη της ταυτότητας του κόμβου και χρησιμοποιείται για την επαλήθευση της συναλλαγής. Το ιδιωτικό κλειδί δεν πρέπει να αποκαλύπτεται σε άλλους. Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία του δημόσιου κλειδιού, ο οποίος είναι ένας αλφαριθμητικός κώδικας που μοιράζεται με άλλους στο δίκτυο για συναλλαγές.

ε) Μη αναστρέψιμη εγγραφή

Το Blockchain χρησιμοποιεί αλγόριθμο συναίνεσης για να επαληθεύσει μια ομάδα συναλλαγών και να τις προσθέσει στο blockchain ως μπλοκ. Αξιοποιεί τη δύναμη του ομότιμου δικτύου για να επιτύχει συναίνεση. Μόνο, όταν η πλειοψηφία των συμμετεχόντων στο δίκτυο επικυρώσει ένα μπλοκ συναλλαγών, προστίθεται στο blockchain. Εάν οποιοδήποτε μέρος προσπαθήσει να αλλάξει το βιβλίο, είναι απίθανο να πετύχει καθώς η αλλαγή πρέπει να επαληθευτεί με συναίνεση. Επίσης, κάθε νέο μπλοκ συνδέεται με το προηγούμενο μπλοκ και μόλις ενημερωθεί ένα νέο μπλοκ, όλοι οι κόμβοι στο δίκτυο ενημερώνονται με το πιο πρόσφατο αντίγραφο του καθολικού. Έτσι, η αλλαγή του προηγούμενου μπλοκ θα ήταν δύσκολη και

δαπανηρή. Δυσκολεύεται να αλλάξει αρχεία στο blockchain, καθιστώντας το αμετάβλητο.

στ) Ασφάλεια και σύγχρονη κρυπτογραφία

Το Blockchain χρησιμοποιεί κρυπτογραφία δημόσιου κλειδιού και οι ψηφιακές υπογραφές προσεγγίζουν για να αποδείξουν την ταυτότητα κόμβου και να διασφαλίσουν την ασφάλεια των δεδομένων. Αυτή η προσέγγιση βοηθά στην προστασία των ταυτοτήτων και στην αποτροπή παραβίασης δεδομένων από χάκερ, μειώνοντας τον κίνδυνο απάτης ή κλοπής. Επίσης, με την εξάλειψη των συγκεντρωτικών τρίτων, η τεχνολογία δεν καταλήγει σε ένα μόνο σημείο αστοχίας σε περίπτωση συμβιβασμού. (Dickson, 2017)

ζ) Προγραμματιζόμενη λογική

Οι συναλλαγές Blockchain είναι ψηφιακές, γεγονός που επιτρέπει σε αυτές τις συναλλαγές να συνδέονται με συνθήκες γραμμένες σε κώδικα. Η λογική υπολογισμού μπορεί να δημιουργηθεί μόνο για να επιτρέψει την ανταλλαγή αξίας όταν πληρούνται ορισμένες προκαθορισμένες συνθήκες μεταξύ του πωλητή και του αγοραστή. Επιτρέπει τη συναλλαγή να αυτοματοποιηθεί, να τεκμηριωθεί και να ελεγχθεί. Είναι η βάση για έξυπνα συμβόλαια στην τεχνολογία blockchain. (Kersten et. al., 2017)

1.2. Τεχνολογία Blockchain: Έννοια Λειτουργιών

Καθώς η τεχνολογία blockchain βρίσκεται σε φάση απόδειξης της ιδέας σε πολλές βιομηχανίες, δεν έχει ακόμη καμία αποδεκτή αρχιτεκτονική προσέγγιση. Ωστόσο, ο στόχος σχεδιασμού για μια μεγάλη ποικιλία περιπτώσεων χρήσης τεχνολογίας blockchain βασίζεται στην πρόταση βασικής αξίας για την επίτευξη αναξιόπιστων, αμετάβλητων και αποτελεσματικών λειτουργιών. Μια επισκόπηση των υποκείμενων λειτουργικών στοιχείων και των παραμέτρων σχεδιασμού της τεχνολογίας blockchain είναι τα εξής:

1) Blockchain

Το Blockchain είναι μια αποκεντρωμένη δομή δεδομένων, η οποία αποθηκεύει μια ομάδα συναλλαγών και συναφών δεδομένων με διαφάνεια και ασφάλεια σε ένα κατανεμημένο δίκτυο. Οι συμμετέχοντες στο δίκτυο μπορούν να

έχουν πρόσβαση σε όλες τις ιστορικές συναλλαγές και στην αξία τους, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου δημιουργίας του μπλοκ ανά πάσα στιγμή. Το blockchain όπως υποδηλώνει το όνομα αποτελεί μια χρονολογική σειρά αλυσίδας μπλοκ. Κάθε νέο μπλοκ περιλαμβάνει πληροφορίες για διευθύνσεις που δικαιούνται να λάβουν την αξία ανταλλαγής και περιέχει επίσης την ψηφιακή διεύθυνση (κατακερματισμός) του προηγούμενου μπλοκ.

Εάν κάποιος προσπαθήσει να αλλάξει ή να παραβιάσει τις πληροφορίες συναλλαγής που έχουν καταγραφεί σε ένα μπλοκ, το hash για το συγκεκριμένο μπλοκ θα αλλάξει και δεν θα δείχνει πλέον τον κατακερματισμό του προηγουμένως επαληθευμένου μπλοκ. Έτσι, καθιστά το blockchain εύκολο να ελεγχθεί σε σχεδόν πραγματικό χρόνο και καθιστά δύσκολη την παραποίηση εγγραφών χωρίς επίτευξη συναίνεσης στο δίκτυο. (Catalini, 2017)

2) Δημόσια blockchains και ιδιωτικά blockchains

Το Bitcoin σχεδιάστηκε για να είναι εντελώς αποκεντρωμένο και χωρίς άδεια, επιτρέποντας σε οποιονδήποτε στο δίκτυο να συμμετέχει στην απόδειξη της διαδικασίας εξόρυξης εργασίας και να έχει πρόσβαση στο αντίγραφο του βιβλίου. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος διακυβέρνησης ήταν αναποτελεσματική καθώς δεν πληρούσε οικονομίες κλίμακας στη μεταποίηση. Ο υψηλός κίνδυνος να συγκεντρωθεί η πλειοψηφία των ορυχείων σε συναίνεση αποτελεί απειλή για την ακεραιότητα της διαδικασίας συναίνεσης χωρίς εμπιστοσύνη. Τα ιδιωτικά ή επιτρεπόμενα blockchains δημιουργούνται με διαφορετική πρόταση αξίας από το bitcoin ή το δημόσιο blockchain. Τα ιδιωτικά blockchains είναι χρήσιμα σε περιπτώσεις όπου η ακεραιότητα του μονοπατιού ελέγχου δεν είναι το πιο σημαντικό και υπάρχει ανάγκη τυποποίησης της ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ βιομηχανιών για αποδοτικές λειτουργίες και νέα δομή της αγοράς.

Σε δημόσιο ή χωρίς άδεια blockchain, οποιοσδήποτε μπορεί να συμμετάσχει με οποιαδήποτε ιδιότητα. Επιτρέπει σε οποιονδήποτε να εγκρίνει νέα μπλοκ κατά τη διαδικασία εξόρυξης, ενώ σε ιδιωτικό ή με άδεια blockchain, μόνο ορισμένα μέρη μπορούν να λάβουν μέρος στο δίκτυο. Περιορίζει την επεξεργασία ή την εξόρυξη μόνο σε επιλεγμένα μέλη ή οργανισμούς στο δίκτυο. Ενώ το μηδενικό κόστος επαλήθευσης το ωφελεί, το κόστος της δικτύωσης παραμένει σημαντικό καθώς το

ιδιωτικό blockchain εξακολουθεί να εξαρτάται από τα αξιόπιστα μέρη. (Catalini, 2017)

3) Αποκεντρωμένη βάση δεδομένων

Η αποκεντρωμένη και ασφαλής βάση δεδομένων της τεχνολογίας blockchain επηρεάζει τον τρόπο κοινής χρήσης των δεδομένων μέσω του Διαδικτύου. Η βάση δεδομένων blockchain επιτρέπει την κοινή χρήση δεδομένων απευθείας από μηχάνημα σε μηχάνημα σε αντίθεση με το τρέχον κεντρικό σύστημα μέσω του διαδικτύου όπως το Gmail ή το Dropbox κ.λπ. Τα κρυπτογραφημένα πρωτόκολλα επικοινωνίας επιτρέπουν την ανταλλαγή δεδομένων με πιο ασφαλή και καταναμημένο τρόπο χωρίς τον κίνδυνο παρέμβασης μεσάζοντες όπως η κυβέρνηση που δημιούργησε κανόνες για τη λογοκρισία δεδομένων. Πέρα από τη διαχείριση δεδομένων, μια άλλη περίπτωση χρήσης της αποκεντρωμένης βάσης δεδομένων είναι να επιτρέπεται σε άτομα σε όλο τον κόσμο να ψηφίζουν με ασφάλεια από τις κινητές συσκευές τους. Αυτές οι ψηφοί μπορούν να εντοπιστούν ή να ελεγχθούν με ασφάλεια. Η αποκεντρωμένη και ασφαλής βάση δεδομένων του Blockchain έχει τη δυνατότητα να γίνει το θεμέλιο για την ευρεία υιοθέτηση του Internet of Things. Η βάση δεδομένων blockchain μπορεί να είναι το κεντρικό αποθετήριο συναλλαγών ή ανταλλαγής αξίας μεταξύ δισεκατομμυρίων συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο, παρέχοντας έτσι έναν ιδιωτικό, ασφαλή και χωρίς εμπιστοσύνη συντονισμό από μηχανή σε μηχανή. (Wright, 2015)

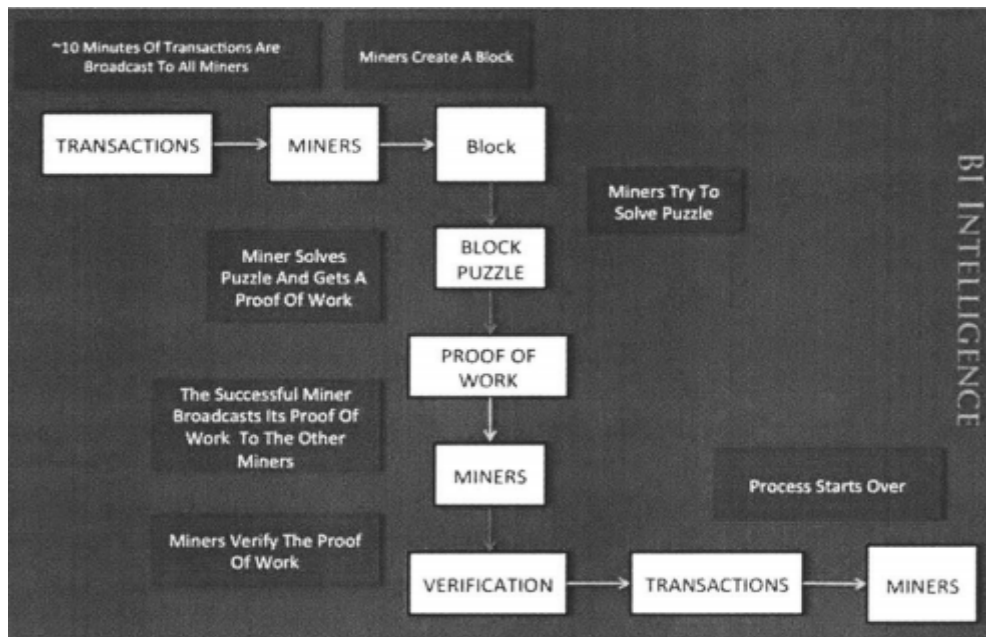
4) Απόδειξη εργασίας (PoW) και Mining

Το «απόδειξη της εργασίας» (PoW) είναι το πρωτόκολλο ασφαλείας δικτύου που χρησιμοποιείται ως μηχανισμός συναίνεσης για την επικύρωση συναλλαγών και την προσθήκη νέων μπλοκ. Βοηθά στη διασφάλιση της αξιοπιστίας του βιβλίου blockchain διατηρώντας την ακεραιότητα των δεδομένων με δυνατότητα συναίνεσης και καθιστώντας το blockchain ανθεκτικό σε παραβιάσεις.

Οι συμμετέχοντες στο δίκτυο βοηθούν στη μετάδοση και επαλήθευση 10 λεπτών συναλλαγών στο blockchain σε όλους τους ανθρακωρύχους. Οι ανθρακωρύχοι εκτελούν το υπολογιστικά εντατικό έργο της δημιουργίας ενός μπλοκ και, στη συνέχεια, τη συναρμολόγηση νέων, έγκυρων μπλοκ και τη δέσμευσή τους

στο κοινό βιβλίο λογισμικού blockchain. Οι ανθρακωρύχοι πρέπει να συμμετάσχουν σε μια κλήρωση με βάση την υπολογιστική τους ισχύ για να κερδίσουν το δικαίωμα να προσθέσουν το επόμενο μπλοκ στην αλυσίδα. Οι ανθρακωρύχοι προσπαθούν να λύσουν το περίπλοκο παζλ και ο ανθρακωρύχος που λύνει το παζλ μεταδίδει πρώτα την απόδειξη της εργασίας του σε άλλους ανθρακωρύχους. Το νέο μπλοκ επαληθεύεται και προστίθεται όταν επιτυγχάνεται συναίνεση πλειοψηφίας άνω του 50 τοις εκατό (Εικόνα 3). Σύμφωνα με τους Catalini και Gans, κάθε φορά που ένας ανθρακωρύχος δεσμεύει ένα νέο μπλοκ στην αλυσίδα, μπορεί να εκχωρήσει ένα προκαθορισμένο ποσό του κρυπτονομίσματος στον εαυτό του ως ανταμοιβή (συναλλαγή με βάση κέρμα). Αυτή η ανταμοιβή, σε συνδυασμό με τις αμοιβές συναλλαγών που μπορεί να έχουν συμπεριλάβει οι συμμετέχοντες στις μεμονωμένες συναλλαγές τους, για να δώσουν κίνητρα στους ανθρακωρύχους να τους δώσουν προτεραιότητα έναντι άλλων στην κατασκευή του επόμενου μπλοκ, χρησιμεύει ως κίνητρο για τους ανθρακωρύχους για το έργο που εκτελούν.

Οι συμμετέχοντες στο δίκτυο βοηθούν στη μετάδοση και επαλήθευση 10 λεπτών συναλλαγών στο blockchain σε όλους τους ανθρακωρύχους. Οι ανθρακωρύχοι εκτελούν το υπολογιστικά εντατικό έργο "δημιουργώντας ένα μπλοκ και στη συνέχεια συναρμολογώντας νέα, έγκυρα μπλοκ και δεσμευόντάς τα στο κοινό βιβλίο καθολικού blockchain." Οι ανθρακωρύχοι πρέπει να συμμετάσχουν σε μια κλήρωση με βάση την υπολογιστική τους ισχύ για να κερδίσουν το δικαίωμα να προσθέσουν το επόμενο μπλοκ στην αλυσίδα. Οι ανθρακωρύχοι προσπαθούν να λύσουν το περίπλοκο παζλ και ο ανθρακωρύχος που λύνει το παζλ μεταδίδει πρώτα την απόδειξη της εργασίας του σε άλλους ανθρακωρύχους. Το νέο μπλοκ επαληθεύεται και προστίθεται όταν επιτυγχάνεται συναίνεση πλειοψηφίας άνω του 50 τοις εκατό (Εικόνα 3). Σύμφωνα με τους Catalini και Gans, "Κάθε φορά που ένας ανθρακωρύχος δεσμεύει ένα νέο μπλοκ στην αλυσίδα μπορεί να εκχωρήσει ένα προκαθορισμένο ποσό του διακριτικού κρυπτογράφησης ως ανταμοιβή (συναλλαγή coinbase). Αυτή η ανταμοιβή, σε συνδυασμό με τα τέλη συναλλαγών που συμμετέχουν έχουν συμπεριλάβει στις μεμονωμένες συναλλαγές τους να δώσουν κίνητρα στους ανθρακωρύχους να τους δώσουν προτεραιότητα έναντι άλλων στην κατασκευή του επόμενου μπλοκ, χρησιμεύει ως κίνητρο για τους ανθρακωρύχους για το έργο που εκτελούν. (Catalini, 2017)



Εικόνα 3: Διαδικασία PoW Blockchain Mining. (Heggestuen, 2014)

5) Απόδειξη Πονταρίσματος

Απαιτείται εξαιρετική υπολογιστική ισχύς και σύστημα βασισμένο σε ανταμοιβές που απαιτείται στο πρωτόκολλο του δικτύου απόδειξης εργασίας το καθιστά πολύ δαπανηρό για τους ανθρακωρύχους. Για το λόγο αυτό, η κοινότητα blockchain μεταβαίνει από το πρωτόκολλο δικτύου Proof of Work σε Proof of Stake για εξόρυξη των συναλλαγών στο blockchain. Για την απόδειξη του πρωτοκόλλου δικτύου στοιχήματος, ο ανθρακωρύχος του νέου μπλοκ επιλέγεται με ντετερμινιστικό τρόπο με βάση το στοίχημα στο δίκτυο. Δεν υπάρχει σύστημα ανταμοιβής για την προσθήκη νέου μπλοκ. Αντ' αυτού, οι ανθρακωρύχοι παίρνουν τα τέλη συναλλαγής. Λιγότερο ποσό υπολογισμού που απαιτείται για τη μέθοδο απόδειξης του στοιχήματος είναι μια φθηνότερη μορφή επίτευξης καταναεμημένης συναίνεσης καθώς απαιτεί λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια. Μπορεί να υπάρξει μελλοντική δυνατότητα συνδυασμού και των δύο πρωτοκόλλων δικτύου για να σχηματίσουν ένα υβριδικό πρωτόκολλο Proof of Work και Proof of Stake για να αντιμετωπιστεί το ζήτημα της συγκέντρωσης, καθώς τα ενδιαφερόμενα μέρη με μεγάλες συμμετοχές (στο πρωτόκολλο Proof of Stake) θα μπορούσαν να προσπαθήσουν να εμφανίσουν ένα επίπεδο κυριαρχία στο δίκτυο. (Morabito, 2017)

6) Έξυπνα Συμβόλαια

Τα έξυπνα συμβόλαια είναι αποσπάσματα κώδικα που περιέχουν όρους συμβολαίου ή επιχειρησιακή λογική βάσει δεδομένων που μπορούν να προστεθούν σε ένα blockchain. Τα έξυπνα συμβόλαια λειτουργούν με τη λογική "αν-τότε-αλλιώς" και είναι σε θέση να επιβληθούν αυτόματα χωρίς τρίτο μέρος μεταξύ μεμονωμένων συμμετεχόντων στο δίκτυο ομότιμων. Σημαίνει ότι τα έξυπνα συμβόλαια είναι σημαντικά καθώς είναι αποκεντρωμένα και διανεμημένα και λειτουργούν χωρίς κανένα τρίτο μέρος. Επιπλέον, επιτρέπουν στο blockchain να επαληθεύει όχι μόνο τις οικονομικές συναλλαγές αλλά και τα ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία όλων των χρήσεων, όπως πιστώσεις άνθρακα, περιουσία, ενέργεια, προέλευση κλπ., Διευρύνοντας έτσι τη χρήση του blockchain σε πολλούς κλάδους. Επιπλέον, τα έξυπνα συμβόλαια αυξάνουν την εμπιστοσύνη στα μέρη που οι συμφωνηθέντες όροι εκτελούνται αυτόματα, μειώνοντας τον κίνδυνο σφάλματος και χειραγώγησης. (Schatsky, 2016)

1.3. Αρχιτεκτονική πλατφόρμας blockchain και ροή λειτουργίας

Η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας blockchain έχει πολλά στοιχεία. Η εφαρμογή και η αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των συστατικών αυξάνουν την πολυπλοκότητα της ροής των λειτουργιών. Τα κύρια συστατικά της αρχιτεκτονικής blockchain είναι τα εξής:

- **Το Πορτοφόλι (Wallet)** είναι το αποθετήριο χρήστη ενός δημόσιου κλειδιού και ενός ιδιωτικού κλειδιού. Είναι ένα εξωτερικό σύστημα που είναι η κύρια διεπαφή χρήστη στο σύστημα blockchain. Επιτρέπει στους χρήστες να προτείνουν και να αποδέχονται κρυπτογραφικές εγγραφές που αντιπροσωπεύουν συναλλαγές αξίας που πραγματοποιούνται στο δίκτυο.
- **Ο κόμβος δικτύου** αντιπροσωπεύει τον υπολογιστή-πελάτη στο δίκτυο blockchain ομότιμων σε ομότιμους. Συμμετέχει στις συναλλακτικές δραστηριότητες με δύο τρόπους. Πρώτον, περιέχει το αντίγραφο του κατανεμημένου βιβλίου μόνιμων αρχείων ιστορικών συναλλαγών. Η αλυσίδα συναλλαγών που ονομάζεται blockchain αναπαράγεται σε όλους τους κόμβους διασφαλίζοντας ότι οι εγγραφές είναι ασφαλείς. Δεύτερον, οι κόμβοι μεταδίδουν τη λίστα με όλες τις συναλλαγές που προτείνονται από

το πορτοφόλι μέσω του δικτύου για να επικυρώσουν και να προσθέσουν οι ανθρακωρύχοι ως νέο μπλοκ.

- **Οι ανθρακωρύχοι / επικυρωτές** - οι επικυρωτές στο δίκτυο δημιουργούν ένα νέο μπλοκ κάθε 10 λεπτά ομαδοποιώντας και επικυρώνοντας τις μεταδιδόμενες συναλλαγές. Οι ανθρακωρύχοι ανταγωνίζονται για να προσθέσουν το νέο μπλοκ στην αλυσίδα, γίνοντας ο πρώτος που θα λύσει ένα εξαιρετικά δύσκολο κρυπτογραφικό παζλ, γνωστό και ως απόδειξη του εργασιακού προβλήματος. Ο νικητής λαμβάνει την ανταμοιβή των 12,5 νέων bitcoins και μια μικρή χρέωση συναλλαγής για την προσθήκη ενός νέου μπλοκ. Αφού ένα μπλοκ έχει προστεθεί και δεσμευτεί από τον ανθρακωρύχο σε ένα αντίγραφο του καθολικού, αναπαράγεται σε όλο το δίκτυο. (Petek, 2017)

1.4. Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας blockchain

Τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας blockchain που προαναφέρθηκαν δημιουργούν αρκετές νέες εφαρμογές σε όλους τους κλάδους και έχουν τη δυνατότητα να διαταράξουν και να δημιουργήσουν νέα επιχειρηματικά μοντέλα. Η υιοθέτηση του blockchain αυξάνεται καθώς αρκετές εταιρείες και νεοσύστατες εταιρείες δημιουργούν και δοκιμάζουν απόδειξη της ιδέας για διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης. Ακολουθούν μερικά από τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας blockchain όπως αναφέρεται στην έρευνα της Gartner: (Furlonger et. al., 2017)

α) Μειωμένο κόστος συναλλαγής: Οι Catalini και Gans εξηγούν δύο βασικά κόστη στα τρέχοντα επιχειρηματικά μοντέλα που επηρεάζονται από την τεχνολογία blockchain - το κόστος επαλήθευσης των συναλλαγών και το κόστος δικτύωσης για ανταλλαγή αξίας αγαθών και υπηρεσιών στην αλλαγή της οικονομίας. Το Blockchain επιτρέπει την τακτοποίηση συναλλαγών με κατανεμημένο τρόπο χωρίς μεσάζοντες. Αυτοί οι μεσάζοντες, όπως χρηματοπιστωτικά ιδρύματα ή πλατφόρμα κοινής χρήσης όπως η Uber χρεώνουν τέλη συναλλαγής για την παροχή υπηρεσιών επαλήθευσης. Στην έκθεση που δημοσιεύτηκε από την AMC Wanhai Securities Ltd., Η εφαρμογή τεχνολογίας blockchain στον χώρο των διασυνοριακών πληρωμών θα αφαιρούσε τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα τρίτων, μειώνοντας έτσι το κόστος συναλλαγής που πραγματοποιούν οι τράπεζες. Η McKinsey εκτιμά ότι η εφαρμογή blockchain θα

μειώσει το κόστος κάθε διασυννοριακής επιχείρησης κατά περίπου 42%. Το κόστος της δικτύωσης μειώνεται με τον συνδυασμό του βιβλίου blockchain με τα μάρκες που επιτρέπουν την πλήρη ανάπτυξη μιας αποκεντρωμένης αγοράς. Οι μάρκες λειτουργούν ως κίνητρο για τους ανθρώπους να συνεισφέρουν πόρους για την ανάπτυξη της πλατφόρμας. Καταργεί την ανάγκη για τον δαπανηρό κεντρικό παράγοντα να κατασκευάσει και να διατηρήσει την πλατφόρμα.

β) Επιτάχυνση και αποδοτικότητα επιχειρησιακών διαδικασιών: Η τεχνολογία Blockchain επιτρέπει υψηλότερη αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και διαφάνεια σε πολυκομματικές επιχειρηματικές διαδικασίες, όπως η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, μέσω λεπτομερούς ελέγχου εμπιστοσύνης του κατανεμημένου βιβλίου. Επί του παρόντος, κάθε συμμετέχων διατηρεί την εκδοχή της αλήθειας για τους δίσκους στα σιλό. Συνήθως αυτά είναι περιττά και ασυνεπή με το πραγματικό περιβάλλον. Το καθολικό φέρνει αποδοτικότητα φέρνοντας τυποποιημένες μορφές δεδομένων, αυξάνει την ταχύτητα ανταλλαγής μεταξύ πολλών μερών μειώνοντας τις χρονικές καθυστερήσεις και την ευκολία ενσωμάτωσης και αυξάνει την αποτελεσματικότητα παρέχοντας ένα ίχνος ελέγχου σε πραγματικό χρόνο και υψηλότερη ποιότητα διαδικασίας. Το κόστος μειώνεται επίσης εξαλείφοντας τα καθολικά και καθήκοντα συμφιλίωσης. Όπως εξηγείται από τους Catalini και Gans, στη μουσική βιομηχανία οι καλλιτέχνες που παραχωρούν τη μουσική τους στην Apple ή το Spotify θα μπορούσαν να παρακολουθήσουν πόσες φορές παίζονται τα τραγούδια τους από καταναλωτές ή να λαμβάνουν απρόσκοπτα δικαιώματα από άλλους καλλιτέχνες για remix που περιλαμβάνουν μέρη που παρέχουν κοινή άποψη αλήθεια για τους συμμετέχοντες. (Catalini, 2017)

γ) Μείωση της απάτης: Η τεχνολογία blockchain επιτρέπει την ισχυρή επαλήθευση των συναλλαγών που ξεκίνησε ο χρήστης. Κάθε φορά που ξεκινά μια συναλλαγή, επαληθεύεται η ταυτότητα χρήστη, επιτρέποντας εάν ο χρήστης είναι κατάλληλος να ξεκινήσει τη συναλλαγή. Επιπλέον, η ταυτότητα επαληθεύεται μέσω αναγνώρισης δημόσιων κλειδιών με κρυπτογραφία αντί για αριθμό κοινωνικής ασφάλισης ή άλλα προσωπικά έγγραφα, τα οποία μπορούν να διαρρεύσουν ή να κλαπούν μέσω του ενδιάμεσου. Το Blockchain ενισχύει το απόρρητο και μειώνει τις πιθανότητες απάτης. Επιπλέον, λόγω της επαλήθευσης ψηφιακών συναλλαγών στο blockchain, είναι δυνατή η παρακολούθηση χαρακτηριστικών αγαθών και υπηρεσιών που προσφέρονται. Αυξάνει τη δυνατότητα επαλήθευσης ιδιοτήτων, προέλευσης,

ακεραιότητας ή κατάστασης οποιουδήποτε περιουσιακού στοιχείου κωδικοποιημένου σε blockchain ως ένδειξη, παρέχοντας αξιοπιστία, απόδειξη ιδιοκτησίας και ικανότητα εντοπισμού του. Με λίγα λόγια, η τεχνολογία blockchain λειτουργεί ως συμπλήρωμα των τρεχόντων ενδιάμεσων που παρέχουν υπηρεσίες επαλήθευσης για τη μείωση της απάτης.

δ) Μειωμένος συστημικός κίνδυνος: Στα τρέχοντα επιχειρηματικά μοντέλα που βασίζονται σε επαλήθευση από τρίτους, υπάρχουν κίνδυνοι ζητημάτων απορρήτου δεδομένων και ενδιάμεσων να αποτελέσουν ένα μόνο σημείο αποτυχίας. Όλα τα δεδομένα ανήκουν σε αυτά τα κεντρικά μέρη. Εάν είναι επιρρεπείς σε επιθέσεις, πλήττεται ολόκληρη η αλυσίδα αξίας των επιχειρήσεων. Το αποκεντρωμένο δίκτυο και το καταναμημένο καθολικό της τεχνολογίας blockchain μειώνουν αυτόν τον κίνδυνο και ενισχύουν την ανθεκτικότητα του συστήματος εξαλείφοντας ένα μόνο σημείο βλάβης. Δεύτερον, το blockchain μειώνει τον κίνδυνο αντισυμβαλλομένου σε πολλές συνεργαζόμενες επιχειρήσεις. Δημιουργεί ένα περιβάλλον χωρίς εμπιστοσύνη δημιουργώντας ένα αμετάβλητο, μόνιμο αρχείο αγαθών και υπηρεσιών που προσφέρονται και παραδίδονται. Η αποκεντρωμένη ταυτότητα μειώνει τη μεγάλη εξάρτηση από το κεντρικό τρίτο μέρος για την παροχή αξιολογήσεων υπηρεσιών ή τη δημιουργία φήμης για τους συμμετέχοντες, όπως οι πωλητές. Αντ' αυτού, οι αξιολογήσεις μπορούν να δημιουργηθούν χρησιμοποιώντας επαληθευμένες συναλλαγές που ολοκληρώθηκαν από τον πωλητή. Επιπλέον, αυτό μειώνει το εμπόδιο για την είσοδο των μικρών παικτών στην επιχείρηση και μειώνει τον κίνδυνο μονοπωλίου από τους μεγάλους παίκτες.

ε) Ενεργοποίηση νέου επιχειρηματικού μοντέλου: Η αποκέντρωση που ενεργοποιείται από το blockchain είναι ενοχλητική για πολλά επιχειρηματικά μοντέλα και το υποκείμενο κανονιστικό και λειτουργικό πλαίσιο. Πρώτον, η τεχνολογία Blockchain μπορεί να αφαιρέσει τις ανεπάρκειες στα τρέχοντα επιχειρηματικά μοντέλα σε όλους τους κλάδους, παρέχοντας τυποποιημένες, ταχύτερες και αυτοματοποιημένες ροές εργασιών, και επίσης να μειώσει το τρέχον κόστος και τα τέλη στις επιχειρήσεις. Δεύτερον, το blockchain μπορεί να δημιουργήσει αποκεντρωμένες αγορές που θα αφαιρέσουν την ικανότητα των διαμεσολαβητών να διατηρήσουν τον έλεγχο του τρέχοντος οικοσυστήματος. Οι συμμετέχοντες κόμβοι θα είναι σε θέση να δημιουργήσουν αγορές μέσω εκκίνησης μέσω crowdfunding. Ο ρόλος των ενδιάμεσων όπως η Uber ή η Airbnb είναι πιθανό να αλλάξει από

διακανονισμό και συμφιλίωση στην παροχή νέων τύπων εφαρμογών και υπηρεσιών. Αν και το πρώτο κύμα της αξιολόγησης του επιχειρηματικού μοντέλου επικεντρώθηκε στον χρηματοπιστωτικό τομέα και τις πληρωμές, επί του παρόντος υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τον εντοπισμό περιπτώσεων χρήσης blockchain σε διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού, νομικά, αρχεία υγειονομικής περίθαλψης, διαχείριση ταυτότητας, δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας, ασφάλιση κ.λπ.

στ) Εξορθολογισμός εφαρμογής και πλεονασμός: Η αποκεντρωμένη παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων παρέχει τη βάση για την ανταλλαγή πληροφοριών σε τυποποιημένη μορφή εντός και μεταξύ οργανισμών. Μπορεί να βοηθήσει στην κατάργηση των περιττών και μη αξίας προστιθέμενων εφαρμογών και συστημάτων πληροφορικής, απελευθερώνοντας έτσι τον μελλοντικό προϋπολογισμό διαφόρων τμημάτων σε έναν οργανισμό για τη δημιουργία νέων συστημάτων κρίσιμης σημασίας για τις επιχειρήσεις.

1.5. Περιορισμοί της τεχνολογίας blockchain

Παρόλο που η τεχνολογία blockchain έχει πολλά πλεονεκτήματα και δυνατότητες να διαταράξει τον τρόπο ανταλλαγής αξίας, υπάρχουν μερικές αδυναμίες και προκλήσεις που περιορίζουν την ευρεία υιοθέτησή της. Ακολουθούν μερικές από τις γενικές αδυναμίες της πλατφόρμας με τεχνολογία blockchain όπως εξηγείται από τον Farahmand στο Gartner Research: (AMC WanhaiSecur. Ltd., 2017)

α) Θέματα κλιμάκωσης, αποδοτικότητας και συντήρησης

Από σχεδίαση, το blockchain απαιτεί από τους συμμετέχοντες κόμβους στο δίκτυο να καταλήξουν σε συναίνεση για την επαλήθευση μιας συναλλαγής για την αποτροπή της απάτης. Οι συναινετικοί αλγόριθμοι όπως η απόδειξη εργασίας που χρησιμοποιούνται για την προσθήκη ενός νέου μπλοκ είναι υπολογιστικά σπάταλοι από το σχεδιασμό, καθώς κάθε κόμβος εκτελεί την ίδια εργασία και ένας τεράστιος αριθμός πόρων και ενέργειας σπαταλάται. Επίσης, μειώνει την απόδοση ως μέρος της τυχαίας επιλογής μειώνοντας έτσι την ικανότητα του συστήματος να επαληθεύει τον αριθμό των συναλλαγών ανά λεπτό. Κάνει το σύστημα με δυνατότητα blockchain

λιγότερο αποδοτικό από την τρέχουσα κεντρική επεξεργασία συναλλαγών. Επιπλέον, καθώς μεγαλώνει το μέγεθος του blockchain, ο χρόνος που απαιτείται για την επαλήθευση αυξάνεται και απαιτείται περισσότερη χωρητικότητα αποθήκευσης, απαιτώντας περισσότερη δέσμευση πόρων. Ανησυχεί τόσο από την άποψη της κίνησης του δικτύου όσο και από τη διαχείριση των δεδομένων. Αυτή η υπολογιστική επεκτασιμότητα, αποτελεσματικότητα, σύνθετη διαχείριση δεδομένων και ζητήματα συντήρησης blockchain πρέπει να ξεπεραστούν προτού το blockchain γίνει μια βασική τεχνολογία.

β) Κίνδυνος νέας τεχνολογίας: Blockchain

Το Blockchain είναι μια αρκετά νέα τεχνολογία, η οποία εισάγει τις προκλήσεις της έλλειψης κατανόησης του τρόπου λειτουργίας και των συστατικών του. Απαιτούνται περισσότερες επενδύσεις και εξερεύνηση για την ανάπτυξη ενός καλύτερου σχεδιασμού και εφαρμογής. Επίσης, δεδομένου ότι αυτή η τεχνολογία διανέμεται στη φύση, δημιουργεί τη μεγαλύτερη αξία όταν συνεργάζονται οργανισμοί σε όλες τις βιομηχανίες. Ωστόσο, οι περισσότεροι οργανισμοί εργάζονται σε σιλό για να εφαρμόσουν περιπτώσεις χρήσης blockchain. Η ατομική εργασία οδήγησε στη δημιουργία περισσότερων από 70 blockchains που οδήγησαν σε χαμένες προσπάθειες και καθυστέρηση στην υιοθεσία.

γ) Αβεβαιότητα ρύθμισης και διακυβέρνησης

Η τεχνολογία Blockchain είναι τόσο μεταμορφωτική που απαιτεί μια ολική στροφή από τους τρέχοντες τρόπους να κάνουμε πράγματα. Έχει καταστήσει δύσκολο για τις ρυθμιστικές αρχές να εισαγάγουν τυχόν πρότυπα που αντιμετωπίζουν τις προκλήσεις διακυβέρνησης ή τις ευκαιρίες συνεργασίας πολλών ενδιαφερομένων μερών. Ως αποτέλεσμα, οι οργανισμοί εκτίθενται σε συμμόρφωση, νομικές και κανονιστικές αβεβαιότητες κατά την εφαρμογή περιπτώσεων χρήσης με δυνατότητα blockchain. Θα οδηγήσει επίσης σε περισσότερα προβλήματα ολοκλήρωσης και διαλειτουργικότητας στη μελλοντική υιοθέτηση του blockchain.

δ) Ευπάθειες ασφαλείας και νέα διανύσματα επίθεσης

Η αξία της πλατφόρμας blockchain καθορίζεται επίσης από την ασφάλειά της. Η πλατφόρμα blockchain δεν είναι απόλυτα απρόσβλητη από ευπάθειες και παραβιάσεις ασφαλείας. Το δημόσιο blockchain όπως το Bitcoin επιτρέπει σε

οποιοδήποτε να διαβάζει ή να γράφει συναλλαγές που παρέχονται, δείχνουν επαρκή υπολογιστική ισχύ και επιτυγχάνουν συναίνεση. Σύμφωνα με τον Berke, "επειδή ο καθένας μπορεί να διαβάζει και να γράφει συναλλαγές, οι συναλλαγές με bitcoin τροφοδότησαν τις συναλλαγές στη μαύρη αγορά". Επιπλέον, η ανάγκη για επενδύσεις υψηλών πόρων κατέστησε την εξόρυξη βιώσιμη μόνο για έναν μικρό αριθμό παικτών. Ως αποτέλεσμα, "η πλειοψηφία των ανθρακωρύχων/επικυρωτών λειτουργούν σε χώρες με φθηνή ηλεκτρική ενέργεια, οδηγώντας σε συγκεντρωτισμό του δικτύου και πιθανότητα συμπαιγνίας". Επιπλέον, τα ιδιωτικά κλειδιά του χρήστη είναι ακριβώς όπως όλα τα δεδομένα που μπορούν να κλαπούν για να σιφονίσουν bitcoins από το πορτοφόλι. Επί του παρόντος, δεν υπάρχουν κανονισμοί για την ανάκτηση των κλεμμένων bitcoins ή τρόπος διάκρισης των κλεμμένων κλειδιών από τις νόμιμες συναλλαγές. (Berke, 2017)

Κεφάλαιο 2^ο: Το Blockchain στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

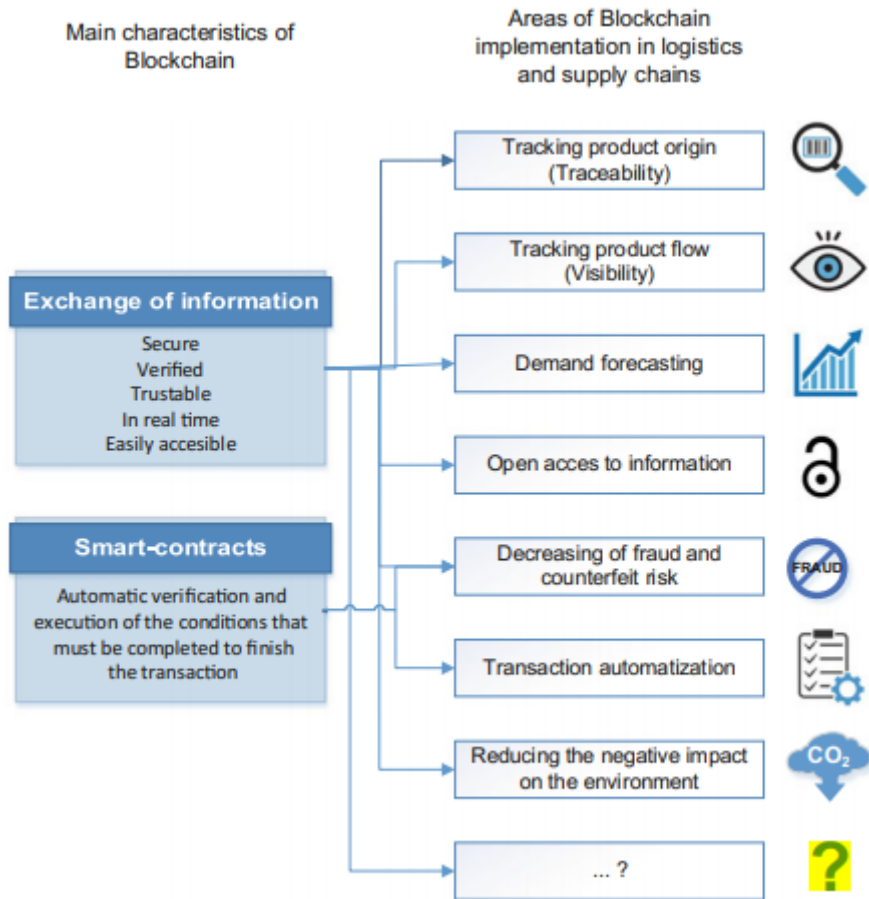
Η χρήση της τεχνολογίας blockchain στις αλυσίδες εφοδιασμού και τα δίκτυα εφοδιασμού είναι αρκετά νέα σε επιστημονικά ζητήματα, καθώς οι πρώτες ακαδημαϊκές επιστημονικές εργασίες με αυτό το θέμα εμφανίστηκαν στις βάσεις δεδομένων του Web of Science και του Scopus το 2016 (Neolu, 2017) και σημειώθηκε σημαντική ανάπτυξη κατά τη διάρκεια του έτους 2017. Με βάση τα αποτελέσματα αναζητήσεων σε τρεις ευρέως χρησιμοποιούμενες επιστημονικές βάσεις δεδομένων (Web of Science Core Collection, Scopus και EBSCOhost), καθώς και στο ελεύθερα προσβάσιμο Google Scholar μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι το blockchain καταλαμβάνει σημαντική προσοχή, ενώ η χρήση του σε συνδυασμό με την αλυσίδα εφοδιασμού διερευνάται σημαντικά λιγότερο.

Το blockchain ως τεχνολογία logistics και εφοδιαστικής αλυσίδας βρίσκεται σε φάση ανάπτυξης. Ακόμα και τώρα, είναι κυρίως υπό μορφή δοκιμών και πιλοτικών έργων σε πολλές ιδιωτικές και δημόσιες εταιρείες, βιομηχανικές ενώσεις (π.χ. The Blockchain in Trucking Alliance), ακολουθούμενη από ή σε συνεργασία με εργαστήρια blockchain σε όλα σχεδόν τα έγκριτα πανεπιστήμια του κόσμου (π. MIT, Columbia, Duke, Berkeley, Cambridge, Cornell, κ.λπ.). Σε μακροοικονομικό επίπεδο, οι τεχνολογίες κατανεμημένων βιβλίων και οι χρήσεις τους στην αλυσίδα εφοδιασμού κέρδισαν μεγάλη προσοχή. Η κυβέρνηση των ΗΠΑ πρόσφατα δημιούργησε ένα εργαλείο ανοιχτού κώδικα για την ανάπτυξη και τον έλεγχο τεχνολογικών υπηρεσιών

blockchain για την κυβέρνηση και για δημόσιους σκοπούς επίσης. Η China Federation of Logistics and Purchasing, η κορυφαία ένωση logistics στην Κίνα, δημιούργησε τη δική της υποεπιτροπή εφαρμογών Blockchain με κύριο στόχο την ανάπτυξη προτύπων για την τεχνολογία blockchain. Παρόμοιες οργανώσεις λειτουργούν στη Ρωσία (Κοινοπραξία Blockchain Russia), την Ολλανδία (Ολλανδικός Εθνικός Συνασπισμός Blockchain) και πολλές άλλες ανεπτυγμένες χώρες. (Schatsky, 2017)

Υπάρχουν δύο κύρια χαρακτηριστικά της τεχνολογίας blockchain που είναι σημαντικά για την εφαρμογή και τη σημαντική χρήση της σε logistics και αλυσίδες εφοδιασμού/δίκτυα εφοδιασμού (Εικόνα 4):

- ασφαλή, επαληθευμένη, αξιόπιστη ανταλλαγή πληροφοριών μέσω blockchain σε πραγματικό χρόνο που τις καθιστά προσβάσιμες σε όλα τα μέλη του δικτύου παροχής ή σε οποιονδήποτε άλλο (ανάλογα με τον τύπο του blockchain),
- δυνατότητα αυτόματης επαλήθευσης και εκτέλεσης συμφωνημένων συναλλαγών όταν πληρούνται ορισμένες απαιτήσεις μέσω έξυπνων συμβάσεων-εφαρμογών που ζουν σε blockchain. (O.V. Research, 2016)



Εικόνα 4: Χαρακτηριστικά και τομείς εφαρμογής του blockchain στην εφοδιαστική και την αλυσίδα εφοδιασμού.

Με βάση αυτά τα κύρια χαρακτηριστικά του blockchain, αναπτύσσονται περιοχές εφαρμογής για χρήση σε logistics και εφοδιαστική αλυσίδα σε διάφορες κατευθύνσεις. Μερικοί από τους σημαντικότερους τρέχοντες τομείς εφαρμογής του blockchain στην εφοδιαστική και την αλυσίδα εφοδιασμού είναι (Εικ. 2) η παρακολούθηση της προέλευσης του προϊόντος, καθώς και η παρακολούθηση της ροής του προϊόντος μέσω του δικτύου εφοδιασμού, η πρόβλεψη ζήτησης, η μείωση του κινδύνου παραποίησης και απάτης, η ανοικτή πρόσβαση σε πληροφορίες που παρέχονται αλυσίδα, μειώνοντας τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την αυτοματοποίηση συναλλαγών μέσω έξυπνων συμβάσεων. Σε πολλές περιπτώσεις, οι τομείς εφαρμογής του blockchain συνδυάζονται στη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού και το blockchain χρησιμοποιείται ταυτόχρονα για παράδειγμα για την παρακολούθηση της προέλευσης και της ροής του προϊόντος, αλλά και για τη μείωση του κινδύνου απάτης και την ακριβέστερη πρόβλεψη της ζήτησης.

Μια πρόσφατη μελέτη των Hackius και Petersen (Hackius, N., & Petersen, M., 2017) εξέτασε τη χρήση blockchain στη βιομηχανία logistics και διαχείρισης αλυσίδας εφοδιασμού σε δείγμα 152 εμπειρογνομόνων logistics (από συμβουλευτικές υπηρεσίες, υπηρεσίες logistics και επιστήμες, από τη Γερμανία, τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ελβετία και τη Γαλλία). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι εταιρείες εξακολουθούν να διστάζουν να διαθέσουν πόρους για πιθανές εφαρμογές blockchain. Για ερευνητικούς σκοπούς, η χρήση blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού χωρίστηκε σε τέσσερις τομείς (περιπτώσεις χρήσης): διευκόλυνση της επεξεργασίας γραφειοκρατίας, ταυτοποίηση πλαστών προϊόντων και προϊόντων, διευκόλυνση της παρακολούθησης προέλευσης και λειτουργία του Διαδικτύου των πραγμάτων. Ενώ σε όλους τους τομείς το blockchain εκτιμάται ότι προσφέρει σημαντικά οφέλη, η πιθανότητα υιοθέτησης λαμβάνει χαμηλότερες βαθμολογίες από τα οφέλη. Τα υψηλότερα οφέλη αναμένονται από τη διευκόλυνση της επεξεργασίας γραφειοκρατίας. Μια άλλη εστιασμένη έρευνα σε 42 επαγγελματίες της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού διαπίστωσε χαμηλό επίπεδο ευαισθητοποίησης σχετικά με το blockchain (αυτό με χαμηλό επίπεδο κατανόησης είναι επίσης το βασικό εμπόδιο για την εφαρμογή) και η παρακολούθηση της κίνησης του προϊόντος μέσω της αλυσίδας εφοδιασμού ως πιθανότερη χρήση για το 80% των τους. Ως κύριο πλεονέκτημα του blockchain αναγνωρίστηκε η βελτιωμένη ορατότητα και διαφάνεια της αλυσίδας εφοδιασμού. (DeConvy, 2017)

Οι ακόλουθες παράγραφοι περιγράφουν εξέχουσες εφαρμογές του blockchain στην εφοδιαστική και την αλυσίδα εφοδιασμού, καθώς και αξιοσημείωτα παραδείγματα πρακτικών σε όλο τον κόσμο.

2.1. Βελτιώσεις ιχνηλασιμότητας και ορατότητας

Μέχρι στιγμής, η πιο διαδεδομένη εφαρμογή του blockchain για σκοπούς αλυσίδας εφοδιασμού βρίσκεται στη διαδικασία επαλήθευσης της προέλευσης του προϊόντος (κυρίως τόπου, χρόνου και ποιος το έφτιαξε) και πληροφοριών σχετικά με τη διαδρομή που περνούν τα προϊόντα από τον τόπο προέλευσής τους μέχρι τον τελικό καταναλωτή (ή απλώς από οποιονδήποτε προμηθευτή σε οποιονδήποτε καταναλωτή). Τα ζητήματα ιχνηλασιμότητας και ορατότητας ήταν πάντα βασικά ζητήματα για την παροχή υψηλής υλικοτεχνικής εξυπηρέτησης στους πελάτες. Η

δυνατότητα παροχής πληροφοριών από πού προέρχεται πραγματικά το προϊόν, ποιος το έφτιαξε, πού μεταφέρθηκε, από ποιον και πώς, ή απλώς εκεί που είναι τώρα, έχει μεγάλη αξία για όλους τους πελάτες και πραγματικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για μια εταιρεία που παρέχει το. Από τη μία πλευρά, αυτές οι πληροφορίες επιτρέπουν καλύτερο σχεδιασμό και συγχρονισμό των διαδικασιών του πελάτη, οδηγώντας σε περαιτέρω βελτιστοποιήσεις με τρόπο λειτουργικό. Από την άλλη πλευρά, οι περισσότερες εταιρείες ή άτομα που ενεργούν ως πελάτες δεν γνωρίζουν πραγματικά τι συμβαίνει με τα προϊόντα ανάντη στην αλυσίδα εφοδιασμού και, λόγω έλλειψης διαφάνειας, στην πραγματικότητα κάνουν λιγότερο ακριβή εκτίμηση της αξίας του προϊόντος και εγείρουν ερωτήματα όπως: Είναι πραγματικά αυτά τα μήλα βιολογικά; Είναι αυτό το προϊόν κατασκευασμένο πραγματικά χωρίς παιδική εργασία; Ποιος είναι ο πραγματικός αριθμός πίσω από τα χαρακτηριστικά ρύπανσης αυτού του αυτοκινήτου; Το Blockchain έχει τη δυνατότητα να παρέχει αξιόπιστες πληροφορίες στους πελάτες σχετικά με την προέλευση του προϊόντος και τη διαδρομή εμπορευμάτων για βελτιωμένη αξιολόγηση του προϊόντος πριν λάβει μια απόφαση.

Για να αυξηθεί η παρακολούθηση της προέλευσης του προϊόντος και του τρόπου μέσω του δικτύου παροχής, η τεχνολογία blockchain χρησιμοποιείται συνήθως σε ζεύγη με τεχνολογία αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (RFID) - αναμεταδότες (ή ετικέτες) σε προϊόντα που φέρουν διαφορετικές πληροφορίες προϊόντων και διαβάζονται (ή γράφονται) σε ανέπαφα μέσω ραδιοκυμάτων που μιμούνται διαφορετικούς «σαρωτές». Η ανάγκη χρήσης RFID με τεχνολογία blockchain (ειδικά στην κατασκευαστική αλυσίδα εφοδιασμού) επισημαίνεται από τους Abeyratne και Monfared. (Abeyratne et. al., 2016) Το σύστημα RFID παρέχει τη γρηγορότερη μορφή μεταφοράς πληροφοριών προϊόντος χωρίς επαφή σε ψηφιακή μορφή-από προϊόν σε υπολογιστή ή από υπολογιστή σε προϊόν. Σας επιτρέπει να διαβάσετε πληροφορίες από μεγάλο αριθμό προϊόντων ταυτόχρονα και μπορεί να καταγράψει νέες πληροφορίες σε αυτά. Η χωρητικότητα των πληροφοριών προς εγγραφή (ανάλογα με το μέγεθος του τσιπ μνήμης στην ετικέτα προϊόντος) μπορεί να είναι σημαντικά υψηλότερη από την πιο διαδεδομένη σήμερα προσέγγιση επισήμανσης προϊόντων-τεχνολογία γραμμωτού κώδικα. Μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την προέλευση, τον τόπο προέλευσης, τα χρονικά γραμματόσημα, ποιος ήταν υπεύθυνος για ορισμένες δραστηριότητες κατά την παραγωγή και διανομή, τον τρόπο παραγωγής, τους τόπους, τη διαδρομή και τους

τρόπους μεταφοράς, τη θερμοκρασία μεταφοράς, τους χρονικούς περιορισμούς κάθε δραστηριότητας κ.λπ. Το RFID άρχισε να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με διαφορετικούς αισθητήρες σε προϊόντα (π.χ. για υγρασία, κίνηση, θερμοκρασία, ήχο, κραδασμούς, δύναμη, μαγνητικά, επιτάχυνση, οπτικά, χημικά/αέρια) και οι συλλεγμένες πληροφορίες ανταλλάχθηκαν μέσω Internet, Internet of Things (IoT) αναπτύχθηκε. Ωστόσο, το ζήτημα της γνησιότητας, της επαλήθευσης και της ασφάλειας των πληροφοριών που συλλέγονται και ανταλλάσσονται παραμένει ανεπαρκώς επιλυμένο και ρυθμισμένο. Και έρχεται το blockchain. Όταν οι πληροφορίες συλλέγονται και μεταφέρονται σε ψηφιακή μορφή, η τεχνολογία blockchain επιτρέπει την επαλήθευση αυτών των πληροφοριών και την εγγραφή σε ένα κοινό κατανεμημένο βιβλίο, το οποίο συμπληρώνεται και επαληθεύεται σε πραγματικό χρόνο. Το Blockchain παρέχει μια φόρμα για χαρτογράφηση της αλυσίδας εφοδιασμού (Duque, 2016) και μια ασφαλή πλατφόρμα ανταλλαγής πληροφοριών. Οι τύποι δεδομένων που εισάγονται στο blockchain μπορεί να είναι παρόμοιοι με αυτούς που συλλέγονται από την τεχνολογία RFID, καθώς και πρόσθετα δεδομένα όπως δεδομένα περιβαλλοντικών επιπτώσεων, πρόσθετα δεδομένα επεξεργασίας ή ανάλυση μέσω των οποίων έχει περάσει το προϊόν. Το πλεονέκτημα που επιτυγχάνεται με τη γραφή και την ανταλλαγή με τεχνολογία blockchain προέρχεται από την ίση προβολή της δραστηριότητας και των πληροφοριών θέσης του προϊόντος για όλα τα μέλη του δικτύου εφοδιασμού και το γεγονός ότι αυτές οι πληροφορίες είναι αξιόπιστες, ασφαλείς, αυθεντικές και επαληθεύονται μόνο από τα μέλη του δικτύου παροχής που είναι εξουσιοδοτημένοι να τα παρέχουν και κανείς άλλος δεν μπορεί στη συνέχεια να το αλλάξει. Μια άλλη επιλογή είναι να χρησιμοποιήσετε blockchain χωρίς άδεια, στην οποία περίπτωση αυτές οι πληροφορίες καθίστανται διαθέσιμες σε οποιοδήποτε ενδιαφερόμενο μέρος.

Η ασφαλής παρακολούθηση προέλευσης προϊόντων που συμπληρώνεται από τεχνολογία blockchain έχει βρει τις δυνατότητες εφαρμογής της σε πολλές βιομηχανίες και κυρίως σε αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων. Η παρακολούθηση τροφίμων προϊόντων και συστατικών έχει ιδιαίτερη σημασία όταν συμβαίνει τροφική δηλητηρίαση, ασθένειες ή άλλες μορφές μολύνσεων. Το Blockchain επιτρέπει πολύ πιο γρήγορο και ακριβή προσδιορισμό του σημείου προέλευσης του προβλήματος, ακολουθούμενο από ανακλήσεις και άλλα μέτρα. Είναι μια ιδιαίτερη πρόκληση για τους λιανοπωλητές τροφίμων και ταχείας κυκλοφορίας καταναλωτικών αγαθών

(FMCG) που πρέπει να παρέχουν στους πελάτες τους όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με την ιχνηλασιμότητα, αλλά σχεδόν ποτέ δεν έχουν πλήρη εικόνα για το τι συμβαίνει στο ανάντη τμήμα της αλυσίδας εφοδιασμού. Εταιρείες όπως η Walmart, η IBM και οι συνεργάτες της εργάζονται για την ανάπτυξη προτύπων και λύσεων για μεγαλύτερη ασφάλεια των τροφίμων σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων δοκιμάζοντας την παρακολούθηση και τον εντοπισμό τροφίμων όπως χοιρινό ή μάνγκο από την Κίνα στις Ηνωμένες Πολιτείες. Σύμφωνα με την Walmart, η παρακολούθηση της αλυσίδας εφοδιασμού μπλοκ αλυσίδας μάνγκο μείωσε το χρόνο που χρειάστηκε για να εντοπιστεί ένα πακέτο μάνγκο από το αγρόκτημα στο κατάστημα από ημέρες ή εβδομάδες σε δύο δευτερόλεπτα. (IBM, 2017) Αλλά ακόμα κι αν όλα λειτουργούν καλά, οι πληροφορίες σχετικά με το ταξίδι τροφίμων μπορούν να βοηθήσουν τα μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού να προετοιμαστούν καλύτερα για την παράδοση αποστολών με αποτέλεσμα ταχύτερες εργασίες και μικρότερο χρόνο παράδοσης στους καταναλωτές. Επιπλέον, οι καταναλωτές έχουν περισσότερο χρόνο για να απολαύσουν την κατανάλωση προϊόντων και αισθάνονται πιο σίγουροι για το προϊόν που τρώνε. Η Tian (Tian, 2016) έχει αναπτύξει ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας της αλυσίδας εφοδιασμού γεωργικών τροφίμων, βασισμένο στην τεχνολογία RFID & blockchain όπου το RFID χρησιμεύει για την απόκτηση, κυκλοφορία και κοινή χρήση δεδομένων, ενώ η τεχνολογία blockchain χρησιμοποιείται για να εγγυηθεί ότι οι κοινές και δημοσιευμένες πληροφορίες είναι αξιόπιστες και αυθεντικές.

Οι εταιρείες από την αυτοκινητοβιομηχανία (Toyota, Volkswagen, General Motors) εξετάζουν επίσης μια τεχνολογία blockchain σε διαφορετικούς τομείς εφοδιαστικής αλυσίδας, από την παραγωγή προσθέτων έως την παρακολούθηση ανταλλακτικών αυτοκινήτων από το σημείο κατασκευής έως τα εργοστάσια συναρμολόγησης, αλλά και στον τομέα των αυτόνομων αυτοκινήτων.

Η χρήση του blockchain δεν περιορίζεται μόνο σε μεγάλες εταιρείες και τη συνεργασία τους με κολοσσούς ΤΠΕ όπως η IBM. Ο αμερικανικός αγροτικός όμιλος Cargill δοκιμάζει την τεχνολογία blockchain για να παρέχει στους καταναλωτές τη δυνατότητα να εντοπίζουν την προέλευση της γαλοπούλας των Ευχαριστιών πίσω στο αγρόκτημα. (Shields & Camhi, 2017) Εταιρείες όπως η Provenance ειδικεύονται στην ανάπτυξη λύσεων λογισμικού που υποστηρίζονται από blockchain για ιχνηλασιμότητα και ορατότητα προϊόντων. Οι λύσεις προέλευσης επιτρέπουν σε κάθε φυσικό προϊόν να διαθέτει ψηφιακό «διαβατήριο» που αποδεικνύει την

αυθεντικότητα και την προέλευση (Herzberg, 2015) και το οποίο μπορεί να εντοπιστεί μέσω blockchain. Τέτοιες εφαρμογές επιτρέπουν σε όλα τα επαληθευμένα μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού να ανεβάζουν και να διαβάζουν πληροφορίες σχετικά με το blockchain καθώς και στους τελικούς καταναλωτές να διαβάζουν εύκολα όλες αυτές τις πληροφορίες σχετικά με το προϊόν στο διαδίκτυο, στο κατάστημα ή στη συσκευασία. Με τη χρήση αυτού του είδους της εφαρμογής, τα μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού εξασφαλίζουν την ανταγωνιστικότητα των προϊόντων τους μεταξύ των πελατών, αλλά και καλύτερο έλεγχο ολόκληρης της αλυσίδας εφοδιασμού τους. Ένας απλός κωδικός QR ή ετικέτα RFID (στην κύρια συσκευασία ενός προϊόντος) που διαβάζεται από απλή εφαρμογή στο smartphone μπορεί να παρέχει στους καταναλωτές πρόσβαση σε όλα τα πραγματικά σχετικά δεδομένα σχετικά με την προέλευση του προϊόντος, την επεξεργασία, τη μεταφορά, τη θερμοκρασία, την ασφάλεια ή την ποιότητα που εγγράφονται ανεπανόρθωτα σε blockchain. Με αυτόν τον τρόπο οι καταναλωτές έχουν εμπιστοσύνη σε αυτό που αγοράζουν και μπορούν να κάνουν πραγματική αξιολόγηση της ποιότητας και της αξίας των προϊόντων, γεγονός που τελικά συμβάλλει στην αύξηση της πίστης στο εμπορικό σήμα και την εταιρεία.

2.2. Βελτιωμένη Πρόβλεψη Ζήτησης

Η διαχείριση της ζήτησης είναι καθοριστικό στοιχείο της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας με βάση τις δυνατότητες συντονισμού και ολοκλήρωσης. Η διαχείριση της ζήτησης δεν είναι μόνο συνεργατική προσέγγιση για τον προγραμματισμό της ζήτησης στην αλυσίδα εφοδιασμού, αλλά περιλαμβάνει επίσης εργαλεία για να επηρεάσει τη ζήτηση και την προσφορά, με τα οποία η ζήτηση και η προσφορά στην αλυσίδα εφοδιασμού προσαρμόζονται για να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη ολόκληρης της αλυσίδας εφοδιασμού. Η διαχείριση της ζήτησης στο πλαίσιο της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί να οριστεί ως η προετοιμασία των μελών της αλυσίδας εφοδιασμού για μελλοντικά γεγονότα στην αλυσίδα εφοδιασμού μέσω συντονισμένων προσπαθειών για την πρόβλεψη της αναμενόμενης μελλοντικής ζήτησης, επηρεάζοντας από κοινού τη ζήτηση και συνεπώς δημιουργώντας την προσφορά τους. (Dujak et. al., 2017) Οι περισσότεροι συγγραφείς συμφωνούν ότι η διαχείριση της ζήτησης αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- πρόβλεψη και προγραμματισμός ζήτησης,
- προγραμματισμός της προσφοράς σύμφωνα με τη ζήτηση, και
- συνεργατική επιρροή στη ζήτηση και την προσφορά.

Η διαφάνεια και η ταυτόχρονη πλήρης ασφάλεια (παρέχεται από blockchain) είναι η βάση για την επιτυχή και μακροπρόθεσμη ανταλλαγή πληροφοριών απαραίτητη για τη διαχείριση της ζήτησης στο δίκτυο εφοδιασμού. Σε μη συνεργαζόμενες αλυσίδες εφοδιασμού υπάρχει ο κίνδυνος απώλειας πληροφοριών στην αλυσίδα εφοδιασμού - αν θα παρέχονται σε ανταγωνιστές ή θα αλλάζει το περιεχόμενο πληροφοριών; Επομένως, κάθε μέλος της αλυσίδας εφοδιασμού αντλεί τη δική του πρόβλεψη ζήτησης με βάση τις διαθέσιμες παραγγελίες από το προηγούμενο μέλος στην αλυσίδα εφοδιασμού (ο αγοραστής του) και αυτές οι απαιτήσεις ονομάζονται παράγωγες απαιτήσεις. Αυτό οδηγεί σε μεγάλο αριθμό αποθεμάτων ασφαλείας (αυξανόμενη ανοδική πορεία στην αλυσίδα εφοδιασμού), τα οποία πράγματι προστίθενται στα ήδη εξασφαλισμένα αποθέματα ασφαλείας σε προηγούμενο επίπεδο αλυσίδας εφοδιασμού. Αυτό δημιουργεί έναν άσκοπα μεγάλο αριθμό αποθεμάτων στην αλυσίδα εφοδιασμού που επιβαρύνει οικονομικά την αλυσίδα, επιβραδύνει τη ροή υλικών και απαιτεί δυσμενείς τρόπους αντιμετώπισης αυτών των υπερβολικών αποθεμάτων. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται Bullwhip effect και έγινε πιο δημοφιλές από τους Lee et al (2017).

Η θεωρία και η πρακτική της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού βασίζονται στη συλλογική διαχείριση της ζήτησης για την αποφυγή επιπτώσεων του bullwhip και τη βελτιστοποίηση των επιπέδων αποθέματος μέσω της αλυσίδας εφοδιασμού. Θεωρητικά όλα τα μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού (στην πράξη πιθανότατα 2 ή 3 συνδεδεμένα μέλη σε διαφορετικά επίπεδα ή επίπεδα αλυσίδας εφοδιασμού) παράγουν μία κοινή πρόβλεψη ζήτησης με βάση τα δεδομένα της ανεξάρτητης ζήτησης. Στις αλυσίδες εφοδιασμού υπάρχει μόνο ένα σημείο της λεγόμενης ανεξάρτητης ζήτησης-η ποσότητα του προϊόντος που ζητείται (ανά χρόνο και τοποθεσία) από τον τελικό πελάτη της αλυσίδας εφοδιασμού. Είτε αυτός ο πελάτης τελικής χρήσης είναι B2B αγοραστής είτε τελικός καταναλωτής που αγοράζει από λιανοπωλητή, είναι μόνο αυτός που δημιουργεί πραγματική ανεξάρτητη ζήτηση για ορισμένα προϊόντα. Όλα τα άλλα ανάντη μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού θα πρέπει να δημιουργήσουν τη δική τους ζήτηση βάσει αυτής της ανεξάρτητης ζήτησης και αυτό θα επιτρέψει την αποφυγή πολλαπλών πρόσθετων αποθεμάτων

ασφαλείας σε κάθε νέο ανάντη αλυσίδα εφοδιασμού. Κύρια προϋπόθεση για αυτήν την κοινή (συνεργατική) πρόβλεψη της ζήτησης είναι η ανταλλαγή δεδομένων σχετικά με την ανεξάρτητη ζήτηση μεταξύ όλων των μελών της αλυσίδας εφοδιασμού και κύριο εμπόδιο και κρίσιμο πρόβλημα των σύγχρονων δικτύων εφοδιασμού είναι η έλλειψη εμπιστοσύνης για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των μελών της αλυσίδας εφοδιασμού. Λόγω του υψηλότερου επιπέδου ασφάλειας του συστήματος (από το λανσάρισμά του το 2008, το blockchain του Bitcoin δεν «συντρίφηκε», δεν «παγιώθηκε», ούτε είχε πέσει «θύμα» χάκερ ποτέ) το blockchain δίνει άμεση λύση σε θεμελιώδη προβλήματα για την μη βέλτιστη επίτευξη του συντονισμού και της ενσωμάτωσης του δικτύου εφοδιασμού. Οι αποταμιεύσεις είναι δυνατές και μπορούν να πραγματοποιηθούν μόνο με βάση την πεποίθηση ότι οι πληροφορίες για την αρχική/ανεξάρτητη ζήτηση είναι αληθινές, διαθέσιμες σε πραγματικό χρόνο και δεν θα αλλάξουν ή θα παραδοθούν στον ανταγωνισμό. Ανάλογα με τον τύπο του blockchain, ορισμένες πληροφορίες σχετικά με την ανεξάρτητη ζήτηση θα είναι προσβάσιμες μόνο στα μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού με άδεια ή σε οποιοδήποτε μέλος της αλυσίδας εφοδιασμού (και κανένας άλλος δεν μπορεί να διαγράψει ή να αλλάξει εγγραφές χωρίς άδεια άλλου). Με αυτόν τον τρόπο το blockchain γίνεται ένα παγκόσμιο σύστημα για τη διαμεσολάβηση εμπιστοσύνης και επιλεκτικής διαφάνειας. (Casey et. al., 2017) Η χρήση blockchain αλλάζει τη φύση της εμπιστοσύνης. Σε αυτό το αξιόπιστο δίκτυο, η εμπιστοσύνη δεν συνδέεται με ένα άτομο ή μια εταιρεία, αλλά το βάρος της εμπιστοσύνης βρίσκεται μέσα στο σύστημα... η εμπιστοσύνη χιτίζεται σε blockchain. Έρχεται στη χρήση της ίδιας βάσης δεδομένων χωρίς την ανάγκη προσωπικής εμπιστοσύνης - επειδή ο καθένας έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί και να ελέγχει την αλυσίδα για τον εαυτό του. Αγορά αφήνοντας το πρόβλημα της εμπιστοσύνης από την άλλη πλευρά, υπάρχει ανοιχτός δρόμος για την αύξηση της ανταλλαγής πληροφοριών και το ίδιο το εμπόριο σε δίκτυα εφοδιασμού. Ταυτόχρονα, ακόμη και αυτή η νέα έννοια εμπιστοσύνης δεν θεωρείται δεδομένη και ως εκ τούτου αναπτύσσονται μοντέλα αξιολόγησης εμπιστοσύνης για την αξιολόγηση της κοινής αξιοπιστίας των επιχειρήσεων και της αξιοπιστίας της σύνδεσής τους σε περιβάλλον blockchain. (Xia et. al., 2017)

Επιπλέον, ο τελικός πελάτης (ή/και ο καταναλωτής) θα μπορούσε να συνδεθεί σε μια εφαρμογή που βασίζεται σε blockchain και έτσι να γίνει ένα «αληθινό» μέλος της αλυσίδας εφοδιασμού με δικαιώματα και δυνατότητες (τελικά) να εκφράσει

άμεσα τις απόψεις και τις ανάγκες του. Τα σχόλια από τους πελάτες θα μπορούσαν να έρχονται σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας πιο ακριβείς προβλέψεις και αλλάζοντας ριζικά το τοπίο παραγωγής και λιανικής.

2.3. Ανοιχτή πρόσβαση

Ανάλογα με τον τύπο του blockchain, οι πληροφορίες/οι εγγραφές στο blockchain θα είναι διαθέσιμες σε όλους ή σε περιορισμένο αριθμό συμμετεχόντων στο καταναμημένο βιβλίο. Αυτή η ανοιχτή πρόσβαση σε πληροφορίες στην αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να προσφέρει οφέλη όπως η ευκολία επεξεργασίας γραφειοκρατίας, η μείωση του αριθμού των απαιτούμενων άμεσων επικοινωνιών και η παροχή περισσότερων πληροφοριών στον τελικό πελάτη ή/και τον καταναλωτή.

Όσον αφορά την εφοδιαστική και την αλυσίδα εφοδιασμού, τα οφέλη ανοικτής πρόσβασης αναγνωρίζονται περισσότερο στους τομείς των μεταφορών. Η Maersk και η IBM αναπτύσσουν εδώ και καιρό εφαρμογές παρακολούθησης φορτίου (κυρίως για εμπορευματοκιβώτια), καθώς και εφαρμογές για την ψηφιοποίηση ολόκληρου του διεθνούς εμπορίου. Ξεκίνησαν ανοικτή ευρεία συνεργασία (με άλλους συμμετέχοντες όπως η Microsoft, η DuPont, η Dow Chemical, η Tetra Pak, το Port Houston, το Rotterdam Port Community System Portbase) από τον Ιούνιο του 2016, επιτρέποντας τη μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων και τα συνδεδεμένα δεδομένα σχετικά με το blockchain σε ενδιαφερόμενα μέρη, κυρίως σε ασφαλίσεις, εταιρείες και τράπεζες αλλά και σε όλα τα μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού, καθ' όλη τη διάρκεια των ταξιδιών αγαθών και μειώνοντας το κόστος ασφάλισης. Στις αρχές Ιανουαρίου 2018 ανακοίνωσαν την πρόθεσή τους για δημιουργία παγκόσμιας πλατφόρμας ψηφιοποίησης του εμπορίου, με αδιάβροχο χώρο αποθήκευσης και ασφαλείς συναλλαγές βασισμένες σε ανοικτά πρότυπα blockchain και σχεδιασμένες για χρήση από ολόκληρο το παγκόσμιο ναυτιλιακό οικοσύστημα. Το Maersk αναφέρει παράδειγμα όταν δοκίμασαν τη μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων με λουλούδια από την Κέννα στο λιμάνι του Ρότερνταμ, απαιτώντας περίπου 200 επικοινωνίες μεταξύ συνδεδεμένων οργανισμών κατά τη διάρκεια των οποίων συμβαίνουν πολλά απόβλητα, αλλοιώσεις και ελαττώματα. Δοκιμάζουν επίσης διεθνείς αποστολές πορτοκαλιών μανταρινιού από την Καλιφόρνια και ανανά από την Κολούμπια. Εκτιμάται ότι η επεξεργασία εγγράφων και πληροφοριών για αποστολές

εμπορευματοκιβωτίων μπορεί να κοστίζει όσο η ίδια η φυσική μεταφορά. (Van Kralingen, B., 2018) Με τη συμμετοχή όλων των συμμετεχόντων στη ροή πληροφοριών και υλικού σε εφαρμογή blockchain και με τη δημιουργία ροής εργασίας ψηφιοποιημένων εγγράφων κατάφεραν να διασφαλίσουν ότι όλα τα έγγραφα και οι δραστηριότητες της αλυσίδας εφοδιασμού θα είναι διαθέσιμα και ορατά σε κάθε συνεργάτη, με πληροφορίες για το ποιος, πού και πότε τα εξέδωσε ή μετακινήστε τα εμπορεύματα. Αυτό μειώνει την ανάγκη για άμεση εγχώρια και διεθνή επικοινωνία, αποφεύγει τα λάθη, την αναμονή και άλλες μορφές απορριμμάτων και διασφαλίζει σημαντικά ταχύτερες συναλλαγές πληροφοριών και έμμεσα ταχύτερες ροές υλικών στην αλυσίδα εφοδιασμού. Όλες οι πληροφορίες γίνονται αποκεντρωμένες διαθέσιμες μειώνοντας τις καθυστερήσεις και τις διάφορες μορφές απάτης. Το κύριο όφελος θα ήταν η ακριβής και σε πραγματικό χρόνο πληροφόρηση σχετικά με τη διάθεση των αποστολών σε λιμάνια, τερματικούς σταθμούς, θαλάσσιους μεταφορείς και διατροφικούς μεταφορείς, επιτρέποντάς τους αποτελεσματικότερη προετοιμασία και σχεδιασμό για τις δικές τους δραστηριότητες και από άκρο σε άκρη δραστηριότητα στις δραστηριότητες της αλυσίδας εφοδιασμού. Σύμφωνα με την εκτίμηση της Marine Transport International, το blockchain θα μπορούσε να εξοικονομήσει \$ 300 ανά μόνο ένα εμπορευματοκιβώτιο όσον αφορά την εργασία και την επεξεργασία εγγράφων. Καθώς περίπου 70 εκατομμύρια εμπορευματοκιβώτια αποστέλλονται στον κόσμο κάθε χρόνο, η εξοικονόμηση μπορεί να είναι σημαντική. Ο στόχος της IBM και της Maersk ήταν να ξεκινήσει η καταγραφή δεδομένων από 10 εκατομμύρια κοντέινερ μέχρι το τέλος του 2017. Επιπλέον, το blockchain θα μπορούσε να βοηθήσει στην καλύτερη βελτιστοποίηση της χρήσης των κενών κοντέινερ μέσω ευρύτερης πρόσβασης στη διαθεσιμότητά του σε κοντινά πλοία ή λιμάνια. Δύο μεγαλύτερα ευρωπαϊκά λιμάνια (Ρότερνταμ και Αμβέρσα) έχουν επίσης αναγνωρίσει τις δυνατότητες του blockchain. Στο μέλλον, το blockchain πιθανότατα θα επεκταθεί σημαντικά και σε άλλους τρόπους μεταφοράς, όπου μπορεί να συνδυαστεί με κάποιο είδος υπάρχουσας τεχνολογίας τηλεματικής για πιο ασφαλή και διαφανή ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τη διαχείριση του στόλου. (Feuchtwanger, 2017)

Η χρήση της τεχνολογίας Blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να συμβάλει στην πιο φιλική προς το περιβάλλον συμπεριφορά τόσο των εταιρειών όσο και των καταναλωτών. Το πιο προφανές πλεονέκτημα είναι η μείωση της ανάγκης για

τεκμηρίωση σε έντυπη μορφή μέσω ανοιχτής πρόσβασης και μειωμένου αριθμού διαδικτυακών επικοινωνιών και συναλλαγών. Επιπλέον, μετά τη διάρκεια ζωής του προϊόντος, οι άπιστες πληροφορίες σχετικά με τα στάδια παραγωγής και χρήσης του (αρχεία κύκλου ζωής) μπορούν να επιτρέψουν αποτελεσματικότερη ανακύκλωση, (εκ νέου) παραγωγή και μίσθωση υπαρχόντων προϊόντων. Τέλος, ανιχνεύοντας το αποτύπωμα άνθρακα ενός προϊόντος χρησιμοποιώντας blockchain είναι δυνατόν να εκτιμήσουμε τις οικολογικά επιτυχημένες εταιρείες και τα προϊόντα τους ή να τιμωρήσουμε τις αντίθετες. Αυτό θα μπορούσε να γίνει μέσω της χρέωσης υψηλότερου φόρου άνθρακα ή απλώς δίνοντας αξιόπιστες πληροφορίες που θα επιτρέψουν στους καταναλωτές να επιλέξουν να μην αγοράσουν προϊόντα με υψηλότερο αποτύπωμα άνθρακα. Η ανοικτή πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με προϊόντα μπορεί επίσης να αυξήσει σημαντικά την εμπιστοσύνη των καταναλωτών σε αυτά και, όπως προαναφέρθηκε, μπορεί να συνδυαστεί με χαρακτηριστικά ιχνηλασιμότητας του blockchain. (Herzberg, 2015)

2.4. Πρόληψη της απάτης

Η επαλήθευση της αυθεντικότητας και της προέλευσης, καθώς και η ανοικτή πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα μπορούν να αποτελέσουν ισχυρό όπλο για την καταπολέμηση της απάτης και των πλαστών προϊόντων. Αυτά τα χαρακτηριστικά blockchain χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα στη φαρμακευτική βιομηχανία και τη βιομηχανία κοσμημάτων πολυτελείας.

Στη φαρμακευτική αλυσίδα εφοδιασμού υπάρχουν πολλές περιπτώσεις από τις οποίες περνούν φάρμακα (προμηθευτές πρώτων υλών, ιατρικά ιδρύματα, κατασκευαστές, συσκευαστές, χονδρέμποροι, εταιρείες logistics, λιανοπωλητές και ασθενείς) και το blockchain θα μπορούσε να βοηθήσει στη διαχείριση μιας τέτοιας σύνθετης αλυσίδας εφοδιασμού εξασφαλίζοντας την ορατότητα των φαρμάκων και την κατάλληλη αντίδραση σε περίπτωση ανάγκης ανάκλησης φαρμάκων εάν προκύψει πρόβλημα. Ωστόσο, το μεγαλύτερο ζήτημα είναι τα πλαστά φάρμακα - η φαρμακευτική αγορά είναι η μεγαλύτερη αγορά απάτης στον κόσμο με πωλήσεις πλαστών φαρμάκων που κυμαίνονται από 163 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ έως 217 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως σύμφωνα με την PricewaterhouseCoopers (PwC) - αυτό συνδέεται ιδιαίτερα με την αγορά φαρμάκων μέσω διαδικτύου για τα

οποία ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας εκτιμά ότι το 50% των φαρμάκων στο Διαδίκτυο είναι ψεύτικα. Ως εκ τούτου, η φαρμακευτική σειριοποίηση (σύστημα επισήμανσης συνταγογραφούμενων φαρμάκων για έλεγχο ταυτότητας μέσω αλυσίδας εφοδιασμού από τον κατασκευαστή στον καταναλωτή) είναι πρακτική που καθίσταται υποχρεωτική σε όλες σχεδόν τις ανεπτυγμένες χώρες - από το 2019 θα είναι υποχρεωτική και στην Ευρωπαϊκή Ένωση (κανονισμός κατ'εξουσιοδότηση της Επιτροπής ΕΕ 2016/161). Η χρήση blockchain ως κατανεμημένου βιβλίου με αρχεία σχετικά με τα φάρμακα και την προέλευσή του απλοποιεί τη σειριοποίηση και έχει τη δυνατότητα να μειώσει σημαντικά αυτήν την απάτη. Θα μπορούσε να δοθεί η δυνατότητα στους καταναλωτές να επιλέγουν φάρμακα βάσει αληθινών και επαληθευμένων πληροφοριών από το blockchain και να αποφεύγουν τον άγνωστο κίνδυνο για την υγεία τους που προκύπτει από τη χρήση πλαστών φαρμάκων. (Behner et. al., 2017)

Παρόμοιος συνδυασμός χρήσης blockchain για ιχνηλασιμότητα και αποφυγή απάτης μπορεί να παρατηρηθεί στη βιομηχανία κοσμημάτων πολυτελείας. Η εταιρεία με το όνομα Everledger έχει αναγνωρίσει αυτή την ανάγκη και τις προθέσεις να καταστήσει την αλυσίδα εφοδιασμού διαμαντιών πιο διαφανή, και κατά συνέπεια να μειώσει την απάτη, τις μαύρες αγορές και τη διακίνηση. Παίρνουν 40 σημεία μεταδεδομένων που περιγράφουν ένα διαμάντι (π.χ. σειριακός αριθμός, χρώμα, καράτια, το κόψιμο, η διαύγεια, οι γωνίες) και εξασφαλίζουν ψηφιακά αρχεία σχετικά με αυτά στο blockchain με συνδέσεις με την επιγραφή λέιζερ στη ζώνη της πέτρας. Μέχρι στιγμής ανέβασαν 1,6 εκατομμύρια διαμάντια στην πλατφόρμα blockchain. Οι υπηρεσίες τους χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον από ασφαλιστικές εταιρείες, τράπεζες και ανοιχτές αγορές στη διαδικασία ελέγχου ταυτότητας συναλλαγών και άρχισαν να επεκτείνουν την επιχειρηματική τους ιδέα σε άλλα πολυτελή προϊόντα, όπως πολύτιμα κρασιά και έργα τέχνης. (Roberts, 2017)

Η αυξημένη διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών συνήθως αυξάνει επίσης την πιθανότητα απάτης. Αυτό ισχύει επίσης για διαφορετικούς τύπους τεχνολογιών κατασκευής προσθέτων που επιτρέπουν σε σχεδόν όλους να κατασκευάζουν μεμονωμένα εξαρτήματα αμφιβόλου ποιότητας. Kennedy et al. (2017) πρότεινε μια μέθοδο καταπολέμησης της παραχάραξης που συνδέει τις νανοϋλικές χημικές υπογραφές λανθανιδίου με τεχνολογία blockchain για τους παραγωγούς και τους τελικούς χρήστες για να επαληθεύσουν την αυθεντικότητα και την ποιότητα.

2.5. Αυτοματοποίηση συναλλαγών

Τα έξυπνα συμβόλαια (smart contracts) έχουν ήδη ενσωματωθεί σε όλους τους προαναφερθέντες τομείς χρήσης blockchain σε δίκτυα εφοδιασμού και logistics. Τα κύρια πλεονεκτήματα των αυτο-εκτελούμενων συναλλαγών σε blockchain (έξυπνα συμβόλαια) είναι ότι δεν υπάρχει ανάγκη τρίτων (π.χ. τράπεζα, δικηγόρος ή μεσίτης) να ενεργούν ως μεσάζοντες, και επομένως η ίδια η συναλλαγή είναι πολύ πιο γρήγορη (ιδιαίτερα σημαντική για την αλυσίδα εφοδιασμού και logistics) και φθηνότερα, με λιγότερες δυνατότητες για λάθη και διακοπή στην εκτέλεση. Η σύμβαση υπό μορφή κανόνων που πρέπει να τηρούνται είναι ενσωματωμένη στον ψηφιακό κώδικα, αποθηκεύεται και ασφαρίζεται. Για να δημιουργήσουν ένα τέτοιο έξυπνο συμβόλαιο, οι συμμετέχοντες στο blockchain πρέπει να συμφωνήσουν σχετικά με τους κανόνες, καθώς θα μπορούσαν αργότερα να αλλάξουν μόνο με βάση τη νέα συμφωνία όλων. Αν και εξακολουθεί να βρίσκεται κυρίως σε φάση δοκιμών, στην εφοδιαστική και στη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού αναμένεται ότι τα έξυπνα συμβόλαια με επιτρεπόμενο blockchain θα βρουν τη μακροπρόθεσμη θέση του στο εγγύς μέλλον. Παρακάτω θα εξηγηθούν μερικές πιο σύνθετες εφαρμογές έξυπνων συμβάσεων στην εφοδιαστική και την αλυσίδα εφοδιασμού που βρίσκονται κυρίως σε πειραματική φάση.

Στη Φινλανδία, ο οργανισμός Kouvola Innovation εργάζεται σε μια πειραματική προσέγγιση για τη σύνδεση παλετών με αποστολές και πρόθυμους μεταφορείς. Οι παλέτες είναι εφοδιασμένες με ετικέτες RFID και επικοινωνούν με την ανάγκη μεταφοράς τους σε πιθανούς μεταφορείς σε πλατφόρμα blockchain. Όταν η προσφορά του καλύτερου μεταφορέα για ζητούμενη μεταφορά (μέσω εφαρμογής εξόρυξης) ευθυγραμμίζεται με τους απαιτούμενους όρους (τιμή και υπηρεσία), οι συμβάσεις συνάπτονται αυτόματα και εκτελούνται σε blockchain. Έρχεται φορέας για παλέτες με φορτίο και κάθε κίνηση καταγράφεται επίσης. Αυτό είναι ένα παράδειγμα έξυπνης σύμβασης σε blockchain που φέρνει καθήκοντα έξυπνης υποβολής προσφορών και έξυπνων προμηθειών. (Banker, 2017)

Ο Deloitte υποστηρίζει ότι οι Blockchains μπορούν να κάνουν την τεκμηρίωση της αλυσίδας εφοδιασμού και της χρηματοδότησης του εμπορίου πιο αποτελεσματική. Παρέχοντας αδιαμφισβήτητο επίπεδο ασφάλειας για τα υπάρχοντα

ψηφιακά έγγραφα και γρήγορη πρόσβαση σε όλα τα μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού, το blockchain έχει τη δυνατότητα να τα πείσει να αφήσουν την εκτέλεση συναλλαγών σε έξυπνα συμβόλαια που δημιουργούνται βάσει κοινών συμφωνημένων κανόνων. (Ream et. al., 2016)

Το Watson IoT Center, το Car Gemini και η IBM εργάζονται σε ένα πρότυπο που ονομάζεται Smart Container Management - σύστημα που περιλαμβάνει δοχεία εξοπλισμένα με αισθητήρες που στέλνουν πληροφορίες σχετικά με το blockchain και είναι διαθέσιμα σε όλους τους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού. Μπορούν να ενεργοποιηθούν διαφορετικοί όροι έξυπνης σύμβασης-π.χ. εάν η ρυθμιζόμενη θερμοκρασία κατά τη μεταφορά μειωθεί κάτω από ένα δεδομένο όριο, μπορεί να ενεργοποιηθεί αποστολή προϊόντων αντικατάστασης σε πραγματικό χρόνο, καθώς και μια πρόταση ασφάλισης, μια συμβατική ποινή για τον μεταφορέα και μια αναδιάρθρωση στον προμηθευτή. (Narayanan et. al., 2016)

Η ένωση Blockchain in Trucking Alliance εξετάζει την εφαρμογή έξυπνης σύμβασης blockchain μεταξύ φορτηγατζήδων και χρηματιστών που θα μπορούσε να παρέχει αυτόματα επιστροφές καυσίμων όταν οι φορτηγατζήδες γεμίζουν τις δεξαμενές τους ή πληρώνουν τους οδηγούς μόλις παραδώσουν τα εμπορεύματά τους, ή να επιτρέψει μόνο σε πιστοποιημένους οδηγούς την παραλαβή αγαθών (ως τρόπος για να αποφευχθεί η απόπειρα απάτης των ψεύτικων οδηγών που έγινε συχνή στις Ηνωμένες Πολιτείες). (Aimes, 2017)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αν και δεν είναι σαφές (προς το παρόν) εάν το blockchain είναι μια υπερβολικά τονισμένη λύση που αναζητά τα προβλήματα που θα μπορούσε να επιλύσει-μια ακόμη τεχνολογική καινοτομία που ενθουσιάζει τους ανθρώπους αλλά στο τέλος υποφέρει-ή μια πραγματική διαταρακτική δύναμη που θα σαρώνει την οικονομία, οι δυνατότητές της είναι σίγουρα απεριόριστες.

Η ήπια στροφή της ορολογίας από το «blockchain» σε «τεχνολογίες κατακευματισμένων βιβλίων» υποδηλώνει επίσης αποστασιοποίηση και διαχωρισμό από την ιδεολογία των αρχικών σχεδιαστών blockchain, παρά το γεγονός ότι η συγκεκριμένη κοσμοθεωρία έφερε το blockchain στην επικρατούσα προσοχή. Ο έλεγχος και η εξημέρωση θα μπορούσε επίσης να φιλτράρει την κύρια πρόταση του - την αποκέντρωση.

Το Blockchain ως τεχνολογία δεν πρόκειται να αντικαταστήσει τις υπάρχουσες τεχνολογίες της αλυσίδας εφοδιασμού, αλλά τα χαρακτηριστικά μιας ασφαλούς αποθήκευσης και ανταλλαγής πληροφοριών, καθώς και η αυτοματοποίηση των συναλλαγών, θα μπορούσαν να εξασφαλίσουν τη θέση του ως σημαντική υποστήριξη και αναβάθμιση στα δίκτυα εφοδιασμού. Ανεξάρτητα από τις αδυναμίες και τις απειλές του, το Blockchain αλλάζει σημαντικά τις πληροφορίες και τις χρηματοοικονομικές ροές που υποστηρίζουν ροές υλικών και έτσι επιτρέπει τη βελτιστοποίηση των ίδιων των ροών υλικών (μέσω της μείωσης του κόστους και της αύξησης της ικανοποίησης των πελατών) καθώς και αύξηση της ανταλλαγής με βάση τη βελτίωση της εμπιστοσύνης στην προσφορά αλυσίδα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- "Coin Market Capitalizations I CoinMarketCap." [Online]. Available: <https://coinmarketcap.com/coins/>.
- Satoshi Nakamoto Institute, "Bitcoin open-source implementation of P2P currency," 2009. [Online]. Available: <http://satoshi.nakamotoinstitute.org/posts/p2pfoundation/1/#selection-2.11-33.223>.
- The Economist, 2015. "The great chain of being sure about things - Blockchains,"[Online]. Available: <https://www.economist.com/news/briefing/21677228-technologybehind-bitcoin-lets-people-who-do-not-know-or-trust-each-other-build-dependable>.
- V. Gupta, "A Brief History of Blockchain," 2017. [Online]. Available: <https://hbr.org/2017/02/a-brief-history-of-blockchain>.
- Abeyratne, S. A., & Monfared, R. P. (2016, 9). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. International Journal of Research in Engineering and Technology, 5, 1–10.
- Aimes, B. (2017). EDI vendor Kleinschmidt joins blockchain group. Retrieved from DC Velocity: <http://www.dcvelocity.com/articles/20170905-edi-vendorkleinschmidt-joins-blockchain-group/>.
- Allison, I. (2017). Maersk and IBM want 10 million shipping containers on the global supply blockchain by year-end. from International Business Time: <http://www.ibtimes.co.uk/maersk-ibm-aim-get-10-million-shipping-containers-onto-globalsupply-blockchain-by-year-end-1609778>.
- Antonopoulos, A. M. (2017, 6). Mastering Bitcoin: Programming the open blockchain (2nd ed.). O'Reilly Media, Inc.
- Banker, J. (2017). Blockchain in the supply chain: Too much hype. Retrieved from Forbes: <https://www.forbes.com/sites/stevebanker/2017/09/01/blockchain-in-the-supply-chain-too-much-hype/#6360b7e4198c>.
- Behner, P., Hecht, M.-L., & Wahl, F. (2017). Fighting counterfeit pharmaceuticals: New defenses for an underestimated—and growing—

menace. from strategy&.pwc.com:
<https://www.strategyand.pwc.com/reports/counterfeit-pharmaceuticals>.

- Bozarth, C. B., & Handfield, R. B. (2006). *Introduction to operations and supply chain management*. Pearson—Prentice Hall.
- Brandimarte, P., & Zotteri, G. (2007, 6). *Introduction to distribution logistics*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470170052>.
- Buxbaum, P. (2017, 1). *Chinese logistics industry enters blockchain era*. Retrieved from <http://www.globaltrademag.com/global-logistics/chinese-logistics-industry-entersblockchain-era>
- Casey, M. J., & Wong, P. (2017, 3). *Global supply chains are about to get better, thanks to blockchain*. *Harvard Business Review*. Retrieved from <https://hbr.org/2017/03/global-supplychains-are-about-to-get-better-thanks-to-blockchain>.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply chain management. Strategy, planning & operation. Das summa summarum des management*, pp. 265–275.
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). *Blockchains and smart contracts for the internet of things*. *IEEE Access*, 4, 2292–2303. <https://doi.org/10.1109/access.2016.2566339>.
- Cotrill, K. (2017). *The Benefits of blockchain: Fact or wishful thinking?* Retrieved from *chain business insights: Supply chain reimaged*: <https://www.chainbusinessinsights.com/scmreimagined.html>.
- DeCovny, S. (2017). *Blockchain in supply chain: Edging toward higher visibility*. from *Chain Business Insights*: <https://www.chainbusinessinsights.com/blockchain-in-supply-chain-edging-toward-higher-visibility-survey.html>.
- del Castillo, M. (2017). *The world's largest shipping firm now tracks cargo on blockchain*. from *Coindesk*: <https://www.coindesk.com/worlds-largestshipping-company-tracking-cargo-blockchain/>.
- Dujak, D., Segetlija, Z., & Mesarić, J. (2017). *Efficient demand management in retailing through category management*. In P. Golinska-Dawson & A. Kolinski (Eds.), *Efficiency in sustainable supply chains* (pp. 195–216). Berlin: Springer.

- Duque, A. (2016). Can blockchains drive supply chain transparency in 2016? Retrieved from LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/can-blockchains-drivesupply-chain-transparency-2016-andrea-duque>.
- Feuchtwanger, H. (2017). Logistics on the blockchain? It's happening from Sweetbridge: <https://blog.sweetbridge.com/logistics-on-the-blockchainconsider-this-319859d87089>.
- Frazelle, E. (2002). Supply chain strategy: The logistics of supply chain management. McGraw Hill. Retrieved from http://www.academia.edu/download/32893345/book-Supply_Chain_Strategy-The_Logistics_of_Supply_Chain_Management.pdf
- Gerard, D. (2017). Attack of the 50 foot blockchain: Bitcoin, blockchain, Ethereum & smart contracts. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Goetschalckx, M., & Fleischmann, B. (2005). Strategic network planning. In Supply chain management and advanced planning (pp. 117–137). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-24814-5_7.
- Grey, E. (2017). Could blockchain technology revolutionise shipping from Ship Technology: <https://www.ship-technology.com/features/featurecouldblockchain-technology-revolutionise-shipping-5920391/>.
- Hackius, N., & Petersen, M. (2017). Blockchain in logistics and supply chain: Trick or treat? Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)-Digitalization in Supply Chain Management and Logistics (pp. 3–18). Hamburg: epubli.
- Handfield, R. B., & Nichols, E. L. (2002). Supply chain redesign: Transforming supply chains into integrated value systems. Financial Times Press.
- Heinen, D. (2017). Blockchain in supply chain management—in the future, trust must be earned rather than paid. from Capgemini Consulting: https://www.capgemini.com/consulting/2017/07/blockchain-in-supply-chain-management-in-thefuture/#_ftn3.
- Herzberg, B. (2015). Blockchain: The solution for transparency in product supply chains. from Provenance: <https://www.provenance.org/whitepaper>.

- IBM. (2017). Walmart, JD.com, IBM and Tsinghua University launch a blockchain food safety alliance in China. from IBM.COM: <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/53487.wss>.
- IBM. (2018). Maersk and IBM to form joint venture applying blockchain to improve global trade and digitize supply chains. Retrieved January 20, 2018, from IBM.COM: <http://www03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/53602.wss>.
- Kalakota, R. (2012, 12 1). Multi-channel to omni-channel retail analytics: A big data use case, from Practical Analytics: <http://practicalanalytics.wordpress.com/2012/01/19/omni-channel-retail-analytics-a-big-data-use-case/>.
- Kennedy, Z., Stephenson, D. E., Christ, J., Pope, T. R., Arey, B., Barrett, C. A., et al. (2017). Enhanced anti-counterfeiting measures for additive manufacturing: Coupling lanthanide nanomaterial chemical signatures with blockchain technology. *Journal of Materials Chemistry*, 37(5), 9570–9578.
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect. *Management Science*, 43(4), 546–558.
- Mentzer, J. T., Moon, M. A., Estampe, D., & Margolis, G. (2007). Demand management. In *Handbook of global supply chain management* (pp. 65–86). SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412976169.n5>.
- Mesarić, J., & Dujak, D. (2013). Developing supply chain networks—status and trends. *Proceedings of International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management* (pp. 59–71). Osijek: Faculty of Economics in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Retrieved from <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and cryptocurrency technologies: A comprehensive introduction*. Princeton University Press. Retrieved from <https://lcn.loc.gov/2016014802>.
- Panetta, K. (2017, 10 3). Gartner Top 10 strategic technology trends for 2018., from Gartner: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/>.

- Peters, G., & Panayi, E. (2015, 11 18). *Understanding modern banking ledgers through blockchain technologies: Future of transaction processing and smart contracts on the internet of money.* SSRN. doi:<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2692487>.
- Ream, J., Chu, D., & Shatsky, D. (2016). *Upgrading blockchains: Smart contract use cases in industry., from Delloite insights:* <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/signals-for-strategists/using-blockchain-for-smart-contracts.html#endnote-21>.
- Roberts, J. J. (2017). *The diamond industry is obsessed with the blockchain., from Fortune:* <http://fortune.com/2017/09/12/diamond-blockchaineverledger/>.
- Segetlija, Z., Mesarić, J., & Dujak, D. (2011). *Importance of distribution channels— Marketing Channels—for National Economy, 22nd CROMAR congress: marketing challenges in new economy, (p. 785–809). Pula, Croatia, 6–8 November.*
- Shields, N., & Camhi, J. (2017). *Transportation and logistics briefing: Waymo, GM eye monetizing self-driving technologies—White House announces new commercial drone program—Blockchain’s place in agricultural supply chains., from Business Insider:* <http://wwwbusinessinsider.com/transportation-and-logistics-briefingwaymo-gm-eye-monetizing-self-driving-technologies-2017-10>.
- Supply Chain Resource Cooperative, North Carolina State University. (2017, April 02). *Supply chain resource cooperative., from What is Supply Chain Management (SCM)?* <https://scm.ncsu.edu/scm-articles/article/what-is-supply-chainmanagement>.
- Tian, F. (2016, 6). *An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. 2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM). IEEE.* <https://doi.org/10.1109/icsssm.2016.7538424>.
- US General Services Administration. (2017, 8 13). *GSA., from Blockchain:* <https://www.gsa.gov/technology/government-it-initiatives/emerging-citizenetchnology/blockchain>.

- Van Kralingen, B. (2018). IBM, Maersk joint blockchain venture to enhance global trade., from IBM.COM: <https://www.ibm.com/blogs/think/2018/01/maersk-blockchain/>.
- Vitasek, K., & CSCMP, (2013, August 15). Supply chain management terms and glossary. Retrieved February 22, 2018, from council of supply chain management professionals: [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM Definitions and Glossary of Terms/CS CMP/Educate/SCM Definitions and Glossary of Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b6878815ef921](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM%20Definitions%20and%20Glossary%20of%20Terms/CS%20CMP/Educate/SCM%20Definitions%20and%20Glossary%20of%20Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b6878815ef921).
- Waters, D. (2003). Logistics: An introduction to supply chain management. Palgrave Macmillan.
- Xia, J., & Yongjun, L. (2017). Trust evaluation model for supply chain enterprises under blockchain environment. Proceedings of the 2017 7th International Conference on Social Network, Communication and Education (SNCE 2017) (pp. 634–638). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/snec-17.2017.129>.