



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή Εργασία

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ
ΜΕ ΧΡΗΣΗ BLOCKCHAIN

Ιωάννα Κελεμάτη

Επιβλέποντες καθηγητές:
Γεώργιος Σταμούλης
Γεώργιος Σπαθούλας

Λαμία, Νοέμβριος 2018

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 2 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφορητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.
2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.
3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια
4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία:/...../20.....
Ο - Η Δηλ.

(Υπογραφή)

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή με θέμα «Παρακολούθηση εφοδιαστικής αλυσίδας με χρήση Blockchain» πραγματοποιήθηκε στο Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Έχοντας ολοκληρώσει την υλοποίηση της θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Γεώργιο Σπαθούλα Ε.ΔΙ.Π. του Τμήματος Πληροφορικής με Εφαρμογές στη Βιοϊατρική της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την ευκαιρία που μου έδωσε να αναπτύξω και να εφαρμόσω τις γνώσεις που απέκτησα κατά την περίοδο της συνεργασίας μας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γεώργιο Σταμούλη Καθηγητή του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τη συμμετοχή του στην διμελή επιτροπή της πτυχιακής.

Επίσης, το Τμήμα Πληροφορικής της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για το άριστο ακαδημαϊκό κλίμα που μου παρείχε κατά τα τέσσερα έτη των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου, οι οποίοι με βοήθησαν και με στήριξαν σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Ιωάννα Κελεμάτη

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Πώς δημιουργήθηκε η τεχνολογία Blockchain.....	5
2. Γιατί ονομάζεται “Blockchain” ;.....	6
3. Τι είναι η τεχνολογία Blockchain;	7
4. Πώς λειτουργεί η τεχνολογία Blockchain;	8
4.1. Cryptographic keys.....	8
4.2. System of record	9
4.3. Protocol.....	10
5. Blockchain Use Cases	11
5.1. Smart Contracts and Dapps	11
5.2. Decentralized Government.....	13
5.3. Blockchain in Banking	14
5.4. Blockchain in Healthcare.....	15
5.5. Blockchain Technology and Real Estate.....	17
5.6. Blockchain and IoT	18
5.7. Blockchain Data Storage	19
6. BigchainDB	20
6.1. Αρχές της τεχνολογίας	20
6.2. Βασικά στοιχεία	21
6.3. Χαρακτηριστικά	22
6.3.1 Αποκέντρωση.....	22
6.3.2. Αμεταβλητότητα	23
6.3.3. Owner-Controlled Assets.....	23
6.3.4. High Transaction Rate	24
6.3.5. Low Latency and Fast Finality	24
6.3.6. Indexing & Querying Structured Data.....	24
6.4. Αρχιτεκτονική.....	25
6.5. BigchainDB Consensus Algorithm (BCA)	27
6.6. BigchainDB Use Cases	31

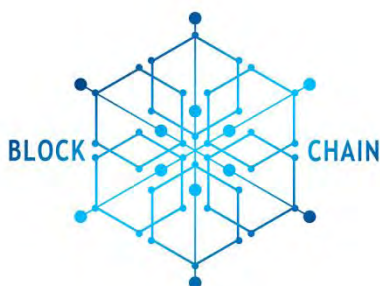
7. Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (ΔΕΑ)	32
7.1. Βασικές έννοιες.....	32
7.2. Μέλη εφοδιαστικής αλυσίδας.....	33
7.3. Γενικά προβλήματα που επιλύονται με τη διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας	35
7.4. Δραστηριότητες της Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	36
7.5. Ολοκλήρωση επιχειρηματικών διαδικασιών της ΔΕΑ.....	38
7.6. Χρησιμότητα	39
8. Παρακολούθηση εφοδιαστικής αλυσίδας	40
8.1. Ορισμός προβλήματος	40
8.2. Περιγραφή συστήματος	43
8.2.1. Χρήση Blockchain για την παρακολούθηση εφοδιαστικής αλυσίδας.....	43
8.2.2. Χρήση BigchainDB για την παρακολούθηση εφοδιαστικής αλυσίδας.....	45
9. Τεχνική υλοποίηση	46
9.1. Γλώσσα προγραμματισμού Python	46
9.1.1. Τι είναι;	46
9.1.2. Ιστορία	46
9.1.3. IDLE	47
9.1.4. Χαρακτηριστικά της γλώσσας.....	47
9.2. Quickstart / Installation	50
9.3. Εισαγωγή.....	51
9.4. Παραγωγός – Έμπορος	51
9.5. Τελικός καταναλωτής	55
9.5.1. RFID tags	55
9.5.2. Λειτουργία	55
9.5.3. Τα δεδομένα	56
9.5.4. Οι αναγνώστες	56
9.5.5. Πλεονεκτήματα	56
10. Bibliography	57

1. Πώς δημιουργήθηκε η τεχνολογία Blockchain

Η πρώτη καταγεγραμμένη αναφορά της τεχνολογίας Blockchain ήταν σε ένα έγγραφο, ή whitepaper, που δημοσιεύθηκε το 2008 από τον ιδρυτή ή τους ιδρυτές του Bitcoin, υπό το ψευδώνυμο Satoshi Nakamoto. Οι εικασίες σχετικά με την αληθινή ταυτότητα των δημιουργών συνεχίζονται μέχρι σήμερα, με τον Nakamoto να ισχυρίζεται ότι είναι ένας άνθρωπος που ζει στην Ιαπωνία, γεννημένος στις 5 Απριλίου 1975.

Υπάρχουν αρκετές θεωρίες σχετικά με το γιατί ο Satoshi Nakamoto αποφάσισε να παραμείνει ανώνυμος, ωστόσο η γενική γνώμη είναι ότι είναι ένας δεινός προγραμματιστής που απλά δεν επιθυμούσε την προσοχή που θα είχε αν ο κόσμος γνώριζε ποιός δημιούργησε μια τέτοιου είδους τεχνολογία.

Αξίζει να αναφερθεί ότι ο Satoshi Nakamoto δεν δημιούργησε κάθε πτυχή του Blockchain από το μηδέν. Στην πραγματικότητα, από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται καμία δεν είναι ιδιαίτερα νέα, αλλά όλες υπήρχαν ήδη αρκετά χρόνια. Ωστόσο, όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό μεταξύ τους, δημιουργούν την επαναστατική τεχνολογία που ονομάζεται Blockchain. (1)



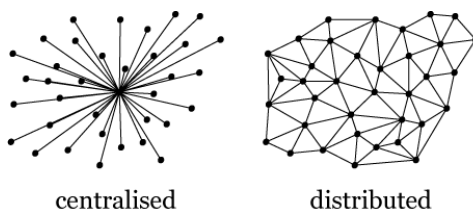
2. Γιατί ονομάζεται “Blockchain”;

Το Blockchain οφείλει το όνομά του στον τρόπο λειτουργίας του και τον τρόπο με τον οποίο αποθηκεύει τα δεδομένα. Οι αποθηκευόμενες πληροφορίες είναι διατεταγμένες σε blocks, τα οποίες συνδέονται για να σχηματίσουν μία αλυσίδα με άλλα blocks παρόμοιων πληροφοριών.

Η σύνδεση αυτή των blocks που δημιουργεί μια αλυσίδα καθιστά τις πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες σε ένα blockchain αξιόπιστες. Μόλις τα δεδομένα καταγραφούν σε ένα block, δεν είναι εφικτό να τροποποιηθούν αφού απαιτείται να αλλάξουν και όλα τα υπόλοιπα block που έχουν προστεθεί στην αλυσίδα μετά από το block που περιέχει τα συγκεκριμένα δεδομένα. Κάτι τέτοιο ενώ είναι εφικτό βάσει του πρωτοκόλλου, είναι αδύνατο να πραγματοποιηθεί καθώς θα απαιτούνταν τεράστια υπολογιστική ισχύ. Επίσης, κάτι τέτοιο είναι αδύνατο να συμβεί χωρίς να το συνειδητοποιήσουν οι υπόλοιποι συμμετέχοντες στο δίκτυο. (1)

Τα αποκεντρωμένοι βιβλία (distributed ledgers) έχουν 3 βασικά χαρακτηριστικά:

- Καταγραφή:
Αποθηκεύονται οι πληροφορίες με χρονοσήμανση.
- Διαφάνεια:
Ο καθένας μπορεί να δει το βιβλίο των συναλλαγών.
- Αποκέντρωση:
Τα βιβλία υπάρχουν σε πολλούς υπολογιστές, οι οποίοι συχνά αναφέρονται ως κόμβοι.



3. Τι είναι η τεχνολογία Blockchain;

Το blockchain είναι ένας δημόσιος κατάλογος με πληροφορίες που συλλέγονται μέσω ενός P2P δικτύου πολλαπλών κόμβων. Το δίκτυο αυτό λειτουργεί χρησιμοποιώντας ως μέσο μετάδοσης της πληροφορίας το διαδίκτυο.

Η τεχνολογία Blockchain δεν είναι εταιρεία, ούτε εφαρμογή, αλλά ένας εντελώς νέος τρόπος τεκμηρίωσης δεδομένων στο διαδίκτυο. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη εφαρμογών, όπως κοινωνικά δίκτυα, παιχνίδια, πλατφόρμες αποθήκευσης, συστήματα ψηφοφορίας, αγορές πρόβλεψης, ηλεκτρονικά καταστήματα και πολλά άλλα.

Οι πληροφορίες που καταγράφονται σε ένα σύστημα Blockchain, μπορούν να αφορούν δεδομένα σχετικά με μεταφορά χρημάτων, ιδιοκτησία, συναλλαγή, ταυτότητα, συμφωνία μεταξύ δύο μερών, ή ακόμα και πόση ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποίησε ένας λαμπτήρας.

Ωστόσο, για να γίνει αυτό, απαιτείται επιβεβαίωση από πολλές συσκευές στο δίκτυο, όπως υπολογιστές. Μόλις επιτευχθεί μια συμφωνία μεταξύ αυτών των συσκευών και αποθηκευτεί στη βάση του Blockchain, δεν μπορεί να αμφισβητηθεί, να αφαιρεθεί ή να μεταβληθεί χωρίς τη γνώση και την άδεια όσων συνέβαλαν στην καταγραφή αυτού του αρχείου, καθώς και της ευρύτερης κοινότητας.

Αντί να διατηρούνται οι πληροφορίες σε ένα κεντρικό σημείο, όπως συμβαίνει με τις παραδοσιακές μεθόδους εγγραφής, αποθηκεύονται πολλαπλά αντίγραφα των ίδιων δεδομένων σε διαφορετικές τοποθεσίες και σε διαφορετικές συσκευές στο δίκτυο, όπως υπολογιστές ή εκτυπωτές. Αυτό είναι γνωστό ως δίκτυο peer to peer (P2P). Αυτό σημαίνει ότι ακόμη και αν ένα σημείο αποθήκευσης είναι κατεστραμμένο ή χαθεί, πολλά αντίγραφα παραμένουν ασφαλή αλλού. (1)



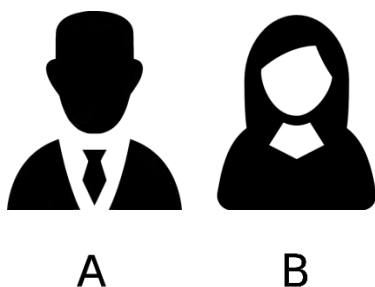
4. Πώς λειτουργεί η τεχνολογία Blockchain;

Υπάρχουν τρεις κύριες τεχνολογίες που συνδυάζονται για να δημιουργήσουν το Blockchain. (2)

1. Κρυπτογραφία δημόσιου κλειδιού (public key cryptography).
2. Κατανεμημένο δίκτυο με κοινό βιβλίο (ledger).
3. Συνδυασμός των συναλλαγών του δικτύου (network's transactions), της καταγραφής πληροφοριών σε αρχεία και της ασφάλειας.

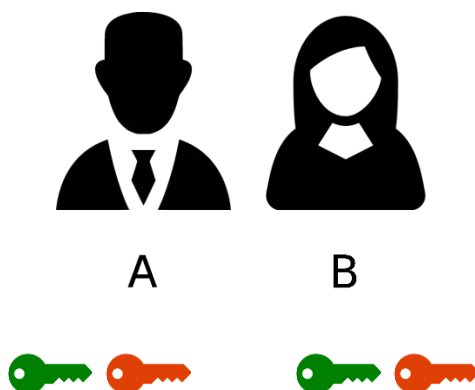
4.1. Cryptographic keys

Έστω ότι υπάρχουν δύο χρήστες που επιθυμούν να πραγματοποιήσουν κάποιες συναλλαγές μεταξύ τους.

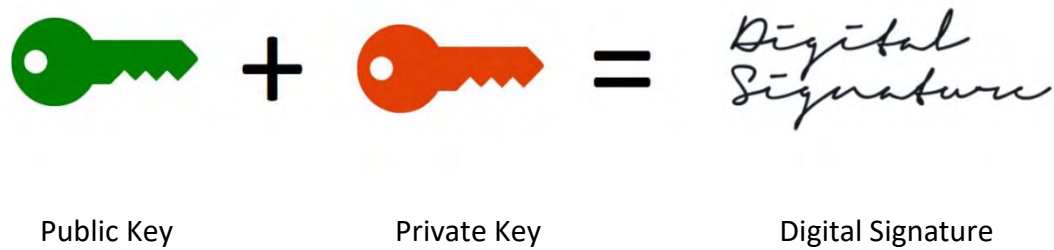


Ο καθένας τους έχει από ένα ζευγάρι κλειδιών, ένα δημόσιο κλειδί (public key) και ένα ιδιωτικό κλειδί (private key).

Με το πράσινο χρώμα είναι το Public Key και με το κόκκινο χρώμα είναι το Private Key.

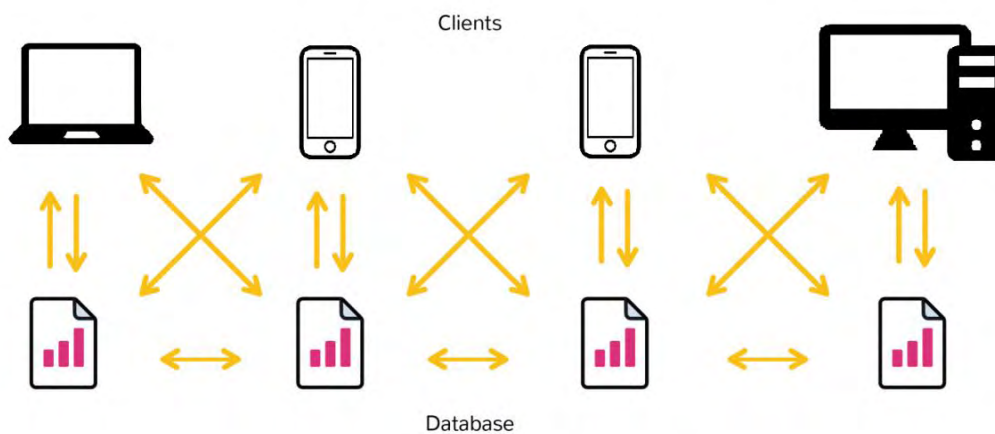


Ο συνδυασμός αυτών των κλειδιών μπορεί να θεωρηθεί ως μια μορφή συναίνεσης, δημιουργώντας μια πολύ σημαντική ψηφιακή υπογραφή. Αυτή η υπογραφή παρέχει στον ιδιοκτήτη ισχυρό έλεγχο της ταυτότητας του. (2)

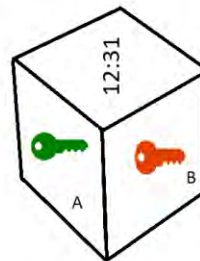
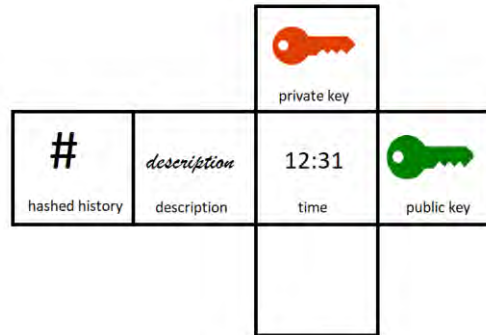


4.2. System of record

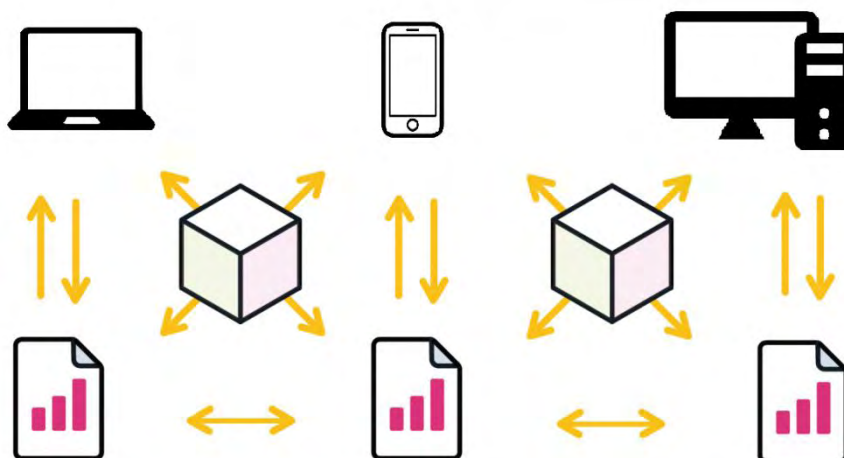
Όταν το ζεύγος κλειδιών συνδυάζεται με το δίκτυο, εμφανίζεται μια μορφή ψηφιακών αλληλεπιδράσεων.



4.3. Protocol



Ένα μπλοκ στο blockchain περιέχει μια σειρά από πληροφορίες οι οποίες είναι υπογεγραμμένες μέσω της ψηφιακής υπογραφής (digital signature) των αντίστοιχων χρηστών. Επιπλέον, περιέχει χρονική σήμανση (timestamp), καθώς και ένα μηχανισμό διασφάλισης της ακεραιότητας της πληροφορίας (consensus algorithm) που διαφέρει από υλοποίηση σε υλοποίηση. (2)



5. Blockchain Use Cases

5.1. Smart Contracts and Dapps

Τα «έξυπνα» συμβόλαια (smart contracts) είναι συμβόλαια γραμμένα σε κώδικα και είναι ενσωματωμένα σε ένα μπλοκ. Ο κώδικας αυτός περιέχει όλους τους κανόνες, τις προϋποθέσεις, τις ημερομηνίες λήξεις των συμβολαίων, καθώς και όλες τις υπόλοιπες σχετικές πληροφορίες που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της συνεργασίας των συμβαλλόμενων μερών.. Η χρήση «έξυπνων» συμβολαίων είναι δωρεάν. Είναι μια πτυχή της τεχνολογίας Blockchain, η οποία αυξάνει δραστικά τις περιπτώσεις χρήσης της.

Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά συμβόλαια, ένα «έξυπνο» συμβόλαιο περιλαμβάνει όρους προγραμμαμένους σε μια γλώσσα προγραμματισμού, η οποία είναι πολύ διαφορετική από εκείνες που ο άνθρωπος χρησιμοποιεί. Υπάρχουν προκαθορισμένοι έλεγχοι για την ασφάλεια και την πληρότητα των συμβολαίων, ο κώδικας έχει υλοποιηθεί κατάλληλα ώστε εάν συμβεί κάτι, να ακολουθήσει κάτι συγκεκριμένο. Έτσι, ελέγχεται και διατηρείται ασφαλής η διαδρομή των πληροφοριών και των αποτελεσμάτων.

Όταν υπογράφεται ένα smart contract, αποθηκεύεται σε ένα αποκεντρωμένο κρυπτογραφημένο βιβλίο (ledger), το οποίο δεν μπορεί να το επεξεργαστεί κανένας.

Για να αποτελέσει κάποιος απειλή πρέπει να έχει στην κατοχή του τεράστια ποσότητα υπολογιστικής ισχύος, κάτι που δεν είναι οικονομικά ή λογικά βιώσιμο. Εάν αποτύχει ένα συγκεκριμένο συμβόλαιο, αυτό δεν σημαίνει ούτε ότι θα επηρεαστούν τα υπόλοιπα, ούτε ότι η βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται, ούτε ότι η τεχνολογία Blockchain θα καταρρεύσει. Αυτό οφείλεται στο ότι υπάρχουν case-by-case σενάρια. Επομένως, δημιουργείται ένα μεγάλο και ασφαλές υπολογιστικό σύστημα, χωρίς να υπάρχουν οι κίνδυνοι, τα κόστη και τα προβλήματα εμπιστοσύνης που υπάρχουν στα περισσότερα υπολογιστικά συστήματα.

Οι περισσότερες επιχειρήσεις βασίζονται πάνω σε συμφωνίες που πραγματοποιούνται μέσω τρίτων. Για την διεξαγωγή των συμφωνιών αυτών χρησιμοποιούνται μεσάζοντες και ξοδεύονται πολύ μεγάλα ποσά για την επεξεργασία και την εξασφάλιση των συμφωνιών. Επιλέγοντας ένα smart contract βασισμένο στην τεχνολογία Blockchain, οι περισσότερες επιχειρήσεις μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο απάτης και το κόστος διεξαγωγής των συμβολαίων από μεσάζοντες. Όμως, το πιο σημαντικό είναι ότι τα «έξυπνα» συμβόλαια θα μπορούσαν να συμβάλλουν δραστικά στην εξοικονόμηση χρόνου, αφού σήμερα οι επιχειρήσεις χάνουν πολύ χρόνο στον χειρισμό των εγγράφων.

Επομένως, με την χρήση smart contract εξοικονομούνται αμέτρητες ανθρωπώρες που θα μπορούσαν ενδεχομένως να δαπανηθούν κάπου αλλού.

Τα «έξυπνα» συμβόλαια χρησιμοποιούνται σε καθημερινή βάση. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η εταιρεία Markeit που το 2016 επέλεξε να χρησιμοποιήσει smart contracts για να διαχειρίζεται ένα πλήρες λειτουργικό δίκτυο διαπραγμάτευσης ανταλλαγής πιστωτικών συναλλαγών. Ένα άλλο πιθανό μελλοντικό σενάριο είναι οι δικηγόροι να χρησιμοποιούν smart contracts πάνω στην τεχνολογία Blockchain αντί για τα παραδοσιακά συμβόλαια. (3)

5.2. Decentralized Government

Οι περισσότερες χώρες του κόσμου μπορούν να χαρακτηριστούν ως δημοκρατικές. Αυτό σημαίνει ότι εξαρτώνται από τη συναίνεση των ψηφοφόρων για να εκλέξουν αξιωματούχους και να αποφασίσουν για εθνικά δημοψηφίσματα. Όμως, τα σημερινά συστήματα ψηφοφορίας είναι ξεπερασμένα, αναποτελεσματικά και επιρρεπή σε χειραγώγηση. Η τεχνολογία Blockchain μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα τέτοιο σενάριο και να κρυπτογραφήσει τα δεδομένα ή να ανιχνεύσει εύκολα την εγκυρότητα των ψηφοδελτίων των πολιτών στις εκλογές. Ένα αποκεντρωμένο (decentralized) ledger θα μπορούσε να χειρίζεται τα δεδομένα ψηφοφορίας μέσω της τεχνολογίας Blockchain και να αποτρέπεται έτσι οποιαδήποτε αλλαγή των αποτελεσμάτων. Με αυτόν τον τρόπο εξαλείφεται ο κίνδυνος χειραγώγησης των αποτελεσμάτων των ψηφοφοριών σε διεφθαρμένες χώρες.

Ένα άλλο σενάριο είναι η χρήση «έξυπνων» συμβολαίων για γεγονότα όπως η γέννηση και ο θάνατος, καθώς και η λήψη εγγράφων ταυτότητας, πιστοποιητικών εκπαίδευσης ή λήψη εγγράφων ανταλλαγής τίτλων ιδιοκτησίας. Πολλές από αυτές τις διαδικασίες εξακολουθούν να γίνονται είτε μέσω μεμονωμένων βάσεων δεδομένων είτε μέσω γραφειοκρατίας. Και οι δύο αυτοί τρόποι είναι επιρρεπείς σε λάθη. Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Blockchain και smart contracts, λόγω της κρυπτογραφημένης φύσης των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα σε ένα blockchain, όλες αυτές οι εγγραφές θα είναι ασφαλείς και θα είναι ορατές μόνο στον ιδιοκτήτη ή στα επιτρεπόμενα μέλη.

Η χρήση smart contracts μέσω Blockchain αποτελεί μια κρυπτογραφημένη, αποκεντρωμένη και ευέλικτη μέθοδο αποθήκευσης πληροφοριών, η οποία είναι πιο φιλική προς το χρήστη. Αυτό που ονομάζεται από τους λάτρεις της τεχνολογίας ως «responsible open data (υπεύθυνα ανοιχτά δεδομένα)» θα επιτρέψει στους οργανισμούς που χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες της τεχνολογίας Blockchain, να επεξεργάζονται ταυτόχρονα συναλλαγές με πολλούς πολίτες, όπως η καταχώρηση οχήματος ή η επεξεργασία των εγγράφων κοινωνικής ασφάλισης από το σπίτι τους με την πλήρη βεβαιότητα ότι η ενέργεια τους πιστοποιήθηκε και φυλάχθηκε με ασφάλεια σε κρυπτογραφημένο ledger. (3)

5.3. Blockchain in Banking

Η τεχνολογία Blockchain εφαρμόστηκε αρχικά στον τομέα πληρωμών. Ο χρηματοπιστωτικός κλάδος έδειξε μεγάλο ενδιαφέρον για αυτή την εκκολαπτόμενη τεχνολογία και σήμερα πολλοί τραπεζικοί οργανισμοί επενδύουν στην τεχνολογία του blockchain banking.

Για παράδειγμα, η Barclays (βρετανική πολυεθνική τράπεζα) το 2017 χρησιμοποίησε υπηρεσίες ασφάλειας και διαφάνειας της τεχνολογίας blockchain στις διαδικασίες συναλλαγών. Η πρώτη συναλλαγή μέσω Blockchain πραγματοποιήθηκε μεταξύ των εταιρειών Ornuva και Seychelles Trading Company (STC). Για την αποθήκευση και την αποστολή των εγγράφων χρησιμοποιείται ένα decentralized (αποκεντρωμένο) ledger (βιβλίο), το οποίο εξοικονόμησε σημαντικά χρόνο και χρήμα στις διαδικασίες συναλλαγών στην τράπεζα. Η Accenture (συμβουλευτική παγκόσμια εταιρεία) εκτιμά ότι η παγκόσμια χρηματοπιστωτική βιομηχανία θα μπορούσε να εξοικονομήσει έως και 10 δισεκατομμύρια δολάρια χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Blockchain για την αποθήκευση και επεξεργασία συναλλαγών, εκκαθαρίσεων και διακανονισμών.

Οι τράπεζες θα μπορέσουν να επωφεληθούν από το Blockchain επειδή θα είναι σε θέση να παρακάμψουν τα αυξανόμενα κόστη της διατήρησης των υποδομών. Η αποδοχή και χρήση της τεχνολογίας Blockchain στον τραπεζικό τομέα και το ευρύτερο χρηματοπιστωτικό σύστημα θα μπορούσε να βελτιώσει τις βιομηχανίες ανοίγοντας το δρόμο για μια αρκετά ευέλικτη υποδομή. Η παγκοσμίως γνωστή τράπεζα Santander, η οποία έχει ως έδρα την Ισπανία και είναι η μεγαλύτερη τράπεζα της χώρας, εκτιμά ότι η εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain θα μπορούσε να εξοικονομήσει την χρηματοπιστωτική βιομηχανία έως και 20 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως.

Μελετώντας τις οικονομικές λύσεις με την χρήση Blockchain, μπορούν να ανοίξουν δρόμοι για νέα νομικά πλαίσια και ίσως ακόμη πιο αποδοτικά και φιλικά προς τον πελάτη επιχειρηματικά μοντέλα. (3)

5.4. Blockchain in Healthcare

Η χρήση της τεχνολογίας blockchain προτείνεται και για συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. Το μέλλον της υγειονομικής περίθαλψης θα σχετίζεται άμεσα με την αποτελεσματική επεξεργασία και ανταλλαγή δεδομένων, δημιουργώντας μια νέα εποχή για μία από τις αισιόδοξες εφαρμογές του Blockchain. Η επικεντρωμένη ψηφιοποίηση των αρχείων κατά την προηγούμενη δεκαετία έχει λύσει τα προβλήματα προσβασιμότητας, έχει προσφέρει την δυνατότητα για την ανάλυση των ιατρικών δεδομένων και έχει καταστήσει εφικτή την αξιολόγηση της ποιότητας της περίθαλψης. Η μετάβαση σε ένα σύστημα υγειονομικής περίθαλψης, βασισμένο σε blockchain, θα μπορούσε να μειώσει το κόστος και να βελτιώσει την ασφάλεια, την ιδιωτικότητα και τη διαλειτουργικότητα των δεδομένων για την υγεία, εισάγοντας ένα νέο μοντέλο ανταλλαγών πληροφοριών για την υγεία, ώστε να παράγονται σαφέστερες γνώσεις υγείας και να εξασφαλίζονται καλύτερα αποτελέσματα για τους ασθενείς.

Οι περιπτώσεις χρήσης του blockchain σχετικά με την υγειονομική περίθαλψη αυξάνονται ακόμη περισσότερο εάν χρησιμοποιήσουμε smart contracts. Για να γίνει αυτό χρησιμοποιείται ένα healthcare-focused ledger (επικεντρωμένο στην υγειονομική περίθαλψη βιβλίο), προκειμένου να είναι εύκολη η επεξεργασία των συναλλαγών μεταξύ του νοσοκομείου, του ασθενούς και του ασφαλιστή.

Αυτή η τεχνολογία θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ενσωμάτωση και κρυπτογράφηση ψηφιακών στοιχείων, όπως τα ιατρικά αρχεία που είναι αποθηκευμένα μέσω Blockchain ή την επεξεργασία των δεδομένων στο ledger. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν ευαίσθητα δεδομένα, ένα healthcare ledger θα ήταν η τέλεια λύση για την εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας των ασθενών, διασφαλίζοντας ότι τα σχετικά δεδομένα προστατεύονται και κρυπτογραφούνται με πολύ εξελιγμένο τρόπο.

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, παρατηρήσαμε την άνοδο του εξοπλισμού υγειονομικής περίθαλψης και πιο πρόσφατα την ενσωμάτωση φορητών οργάνων γυμναστικής. Συσκευές όπως οι βηματοδότες και οι συσκευές χορήγησης ινσουλίνης έχουν υποστηρίξει για χρόνια τον κόσμο από απειλητικές για τη ζωή ασθένειες. Εφευρέσεις όπως οι ιχνηλάτες δραστηριότητας μας βοηθούν να παρακολουθούμε τη σωματική μας ανάπτυξη και να διατηρούμε το σώμα μας σε φόρμα. Είτε πρόκειται για μηχανήμα υποστήριξης ζωής είτε για συσκευή καταγραφής της φυσικής κατάστασης.

Το σημαντικό είναι ότι όλα αυτά τα μηχανήματα ελέγχουν και συλλέγουν ένα αυξανόμενο μέγεθος, συχνά πολύ ευαίσθητων, δεδομένων. Όσο περνάνε τα χρόνια απαιτούνται νέες λύσεις για τη βελτιστοποίηση αυτών των συσκευών και δημιουργούνται νέα δίκτυα, ώστε να διασφαλιστούν οι πληροφορίες που παράγονται και να διατηρηθούν.

Στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης υπάρχει εξάρτηση λόγω της καθημερινής χρήσης. Ο εξοπλισμός γυμναστικής μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα σενάρια που βασίζεται το blockchain. Η πρόοδος στην υγειονομική περίθαλψη όπως και σε άλλους τομείς της επιστήμης, εξαρτάται από την καινοτόμο έρευνα που αναπτύσσει νέες κλινικές μελέτες, την πρόληψη ασθενειών ή την τεχνολογία που βοηθά στη θεραπεία των ασθενών. (3)

5.5. Blockchain Technology and Real Estate

Μια μελλοντική επιχείρηση αγοράς ακινήτων που θα χρησιμοποιεί την τεχνολογία Blockchain, θα μπορεί να συμβάλλει στη δημιουργία νέων επιχειρηματικών μοντέλων για τη σύνδεση πιθανών αγοραστών και πωλητών. Στην αγορά ακινήτων η μεταφορά δεδομένων και η οποιαδήποτε συναλλαγή, αντιπροσωπεύεται στον κόσμο του Blockchain με την δημιουργία tokens και την μεταφορά τους. Η υλοποίηση αυτή πραγματοποιείται με ιδιαίτερη ευκολία.

Με την χρήση αυτής της τεχνολογίας θα επηρεαστούν οι χρόνοι συναλλαγής. Για παράδειγμα, οι πωλητές ακινήτων μπορούν να βρουν πληροφορίες όπως στοιχεία για μια συγκεκριμένη ιδιοκτησία σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Επίσης, ολόκληρη η βιομηχανία ακινήτων θα επωφεληθεί από αυτή την εξέλιξη υπηρεσιών.

Ένα άλλο παράδειγμα χρήσης των υπηρεσιών της τεχνολογίας Blockchain είναι οι πληρωμές ενοικίων. Η αποδοτικότητα ως προς το κόστος και η καλύτερη λήψη αποφάσεων στις διαδικασίες χρηματοδότησης και μίσθωσης, μπορούν να υλοποιηθούν και να αποθηκευτούν σε μια κοινή βάση δεδομένων. Στην βάση αυτή θα αποθηκεύονται πληροφορίες όπως ονόματα ιδιοκτητών, ενοικιαστών και των υπηρεσιών.

Στο πλαίσιο των πληρωμών, η εισαγωγή «έξυπνων» συμβολαίων σε καταλόγους ακινήτων και συναλλαγών, μπορεί να επιφέρει την διευκόλυνση διάφορων διαδικασιών ακίνητης περιουσίας, όπως η απελευθέρωση ιδιοκτησίας διαμερισμάτων ή η εκμίσθωση εγγράφων μετά την ολοκλήρωση της μεταφοράς κρυπτογραφημένων δεδομένων. (3)

5.6. Blockchain and IoT

Το Blockchain θα βοηθήσει την ευρύτερη βιομηχανία των Internet of Things (IoT) να δημιουργήσει νέα, αποκεντρωμένα δίκτυα για να επεξεργάζεται μεγάλο όγκο πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, ένας μέσος άνθρωπος δημιουργεί σχεδόν ένα Gigabyte δεδομένων την μέρα. Το «Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)» έχει ως βασική ιδέα την χρήση «έξυπνων» συσκευών που αλληλεπιδρούν με τον άνθρωπο μέσω των καθημερινών του δραστηριοτήτων. Η χρήση των συσκευών αυτών, είτε είναι για προσωπικούς λόγους, είτε για βιομηχανικές εφαρμογές, θα απαιτήσει νέα, ασφαλή αποκεντρωμένα δίκτυα, προκειμένου να υποστηριχθούν οι τεράστιες ποσότητες δεδομένων που παράγουν οι συσκευές αυτές. Το «Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)» παρέχει μία από τις πιο συναρπαστικές περιπτώσεις χρήσης της τεχνολογίας Blockchain.

Τα τρέχοντα δίκτυα IoT βασίζονται σε συγκεντρωτικές διαδικασίες επικοινωνίας, γνωστές ως «Paradigm Server / Client». Αυτό σημαίνει ότι οποιαδήποτε αλληλεπίδραση μεταξύ των συσκευών χρειάζεται επεξεργασία από μια μονολιθική, κεντρική βάση δεδομένων, ακόμα και αν βρίσκονται δίπλα δίπλα. Οι επιπτώσεις του IoT είναι εξίσου σημαντικές για τον τελικό χρήστη όσο και για την παγκόσμια βιομηχανία. Αυτό το τεχνολογικό φαινόμενο θα βελτιώσει σημαντικά τη συλλογή δεδομένων και συγκεκριμένα το πώς, πότε, πού και γιατί συλλέγονται. Ωστόσο, υπάρχουν ανησυχίες για την ασφάλεια. Για την αποφυγή μεγάλων δυσλειτουργιών και αποτυχιών στο σύστημα, τα δίκτυα με IoT υπηρεσίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν ένα αποκεντρωμένο βιβλίο (ledger) για αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων, καθώς και διάφορα αιτήματα, όλα ταυτόχρονα.

Οι αποκεντρωμένες και κρυπτογραφημένες υπηρεσίες που παρέχει η τεχνολογία Blockchain συμβάλουν στη διασφάλιση των μελλοντικών micro-systems (μικροσυστημάτων) και στην δημιουργία νέων οδών επεξεργασίας δεδομένων.

Εκτιμάται ότι μέχρι το 2025 θα υπάρχουν πάνω από 80 δισεκατομμύρια διασυνδεδεμένες συσκευές ανά τον κόσμο. Η συλλογή και ο έλεγχος των δεδομένων από αυτά τα νεοσυσταθέντα δίκτυα θα βοηθήσουν ώστε να συγκεντρωθεί πληρέστερη γνώση. Έτσι, μπορούμε να κάνουμε καλύτερες επιλογές για το πώς να βελτιστοποιήσουμε την καθημερινή μας ζωή ή να αυξήσουμε την αποδοτικότητα κόστους μιας συγκεκριμένης διαδικασίας. Αυτά τα δίκτυα συνεχώς εξελίσσονται, με μεγάλο αριθμό παρόμοιων συσκευών να ενώνουν ένα συγκεκριμένο δίκτυο. Νέες μέθοδοι διαχείρισης δικτύου και επεκτασιμότητας θα διευκολύνουν την κυκλοφορία που θα προκύψει. (3)

5.7. Blockchain Data Storage

Η τεχνολογία Blockchain θα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία νέων, αποκεντρωμένων δικτύων αποθήκευσης δεδομένων, τα οποία θα επαναφέρουν τη δύναμη επιλογής στα χέρια του τελικού χρήστη.

Ένα από τα πιο γνωστά επιτεύγματα της εποχής του Διαδικτύου, τόσο για προσωπική όσο και για βιομηχανική χρήση, είναι η αποθήκευση δεδομένων σε cloud.

Οι μεγάλες εταιρείες εξαρτώνται από τη διάδοση διπλότυπων αρχείων σε διάφορα κέντρα δεδομένων. Προκειμένου να αποφευχθεί κάποια κακόβουλη εισβολή, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η αποκεντρωμένη τεχνολογία Blockchain, η οποία θα εξάλειφε λίγο ή πολύ τον κίνδυνο σοβαρών διαταραχών.

Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει στον χρήστη να εξοικονομήσει χρόνο και χώρο, καθώς τα αρχεία αποθηκεύονται και μεταφορτώνονται από πολλαπλούς κόμβους αντί για έναν μόνο διακομιστή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα δεδομένα αποθηκεύονται σε δεκάδες μεμονωμένους κόμβους, διανεμημένους σε όλο τον κόσμο, χωρίς να χρειάζεται κάποια κεντρική οντότητα η οποία θα ελέγχει την πρόσβαση στα αρχεία ενός χρήστη. Έτσι, αποθηκεύονται τα αποκεντρωμένα αρχεία και μειώνεται το κόστος.

Η τρέχουσα δυνατότητα κλιμάκωσης του δικτύου χρειάζεται να εξελιχθεί για να φιλοξενήσει υποδομές αποθήκευσης αρχείων μεγάλης κλίμακας. Μπορούμε εύκολα να οραματιστούμε μια βιομηχανία όπου τα κατακερματισμένα κρυπτογραφημένα δεδομένα υποστηρίζονται από ένα δίκτυο αποκεντρωμένων κόμβων σε ένα πολύ πιο φιλικό προς τον χρήστη και οικονομικό τρόπο από τις τρέχουσες λύσεις κεντρικής βάσης δεδομένων.

Ένας άλλος τρόπος χρήσης blockchain είναι το γνωστό «incentive layer» (στρώμα κινήτρων). Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα δεν αποθηκεύονται στην αποκεντρωμένη λίστα. Το αντίστοιχο δίκτυο αποθήκευσης χρησιμοποιείται για να επεξεργαστεί τις πληρωμές συνδρομής, να αποφύγει τις συναλλαγματικές ισοτιμίες και να αποθηκεύσει τις πληροφορίες πρόσβασης.

Η αλληλεπίδραση ενός project με Blockchain με το αντίστοιχο βιβλίο (ledger), θα επωφελήσει τον τελικό χρήστη βελτιώνοντας τους χρόνους διευθέτησης και αυξάνοντας την ιδιωτικότητα και την αξιοπιστία, λόγω του αποκεντρωμένου δικτύου και της διαφάνειας των αρχείων.

Με τη μετακίνηση των δεδομένων και την αποθήκευση τους στον χώρο του Blockchain, οι χρήστες θα μπορούν επίσης να επωφεληθούν από ένα πιο ευέλικτο προσαρμόσιμο σύστημα, έχοντας τη δυνατότητα να χειριστούν μετρήσεις όπως η ταχύτητα ανάκτησης. (3)

Το Blockchain μπορεί επίσης να επιτρέψει στους χρήστες να μεταφορτώσουν και να μοιράζονται εύκολα μεγάλο όγκο δεδομένων και να επεξεργάζονται το περιεχόμενό τους, μειώνοντας το κόστος.

6. BigchainDB

6.1. Αρχές της τεχνολογίας

Η τεχνολογία BigchainDB αποτελείται από μια «big data» κατανεμημένη βάση δεδομένων και στην οποία προσθέτει χαρακτηριστικά από την τεχνολογία Blockchain. Το σύστημα αυτό χαρακτηρίζεται από υψηλή απόδοση, υψηλή χωρητικότητα, NoSQL query γλώσσα, αποτελεσματικό έλεγχο προσπέλασης στη βάση. Εάν αυξηθούν οι κόμβοι που συμμετέχουν στο δίκτυο, αυξάνεται η απόδοση και η χωρητικότητα.

Υπάρχουν αλγόριθμοι που προβλέπουν και αντιμετωπίζουν άμεσα τυχόν απειλές ή προβλήματα. Οι ίδιοι είναι αυτοί που αποφασίζουν ποια transactions να γράψουν και ποια είναι η σειρά των blocks. Απαγορεύεται η επικοινωνία μεταξύ των κόμβων, επιτρέπεται μόνο η επικοινωνία τους μέσω της κατανεμημένης αυτής βάσης. Καθώς έτσι πραγματοποιείται μεγάλη εξοικονόμηση πολυπλοκότητας και ο κίνδυνος ασφάλειας είναι μειωμένος. Αυτό σημαίνει ότι οι κακόβουλοι κόμβοι δεν μπορούν να μεταδώσουν ένα μήνυμα σε κάποιον άλλον κόμβο του δικτύου.

6.2. Βασικά στοιχεία

Τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος είναι:

- Τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε ένα συγκεκριμένο transaction για να χρησιμοποιηθούν απαιτείται το public key.
- Μόλις τα δεδομένα αποθηκευτούν σε ένα δίκτυο BigchainDB, δεν μπορούν να τροποποιηθούν ούτε να διαγραφούν.
- Σε αυτό το δίκτυο, κάθε κόμβος έχει πλήρες αντίγραφα όλων των αποθηκευμένων δεδομένων.
- Κάθε κόμβος μπορεί να διαβάσει όλα τα αποθηκευμένα δεδομένα.
- Όλοι όσοι έχουν πλήρη πρόσβαση σε έναν κόμβο του BigchainDB, μπορούν να διαβάσουν όλα τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε αυτόν τον κόμβο.
- Ο καθένας που έχει παραχωρήσει πρόσβαση σε κάποιον κόμβο μέσω του BigchainDB HTTP API μπορεί να διαβάσει τα δεδομένα και τις πληροφορίες που βρίσκονται στο δίκτυο. Η λίστα των ατόμων αυτών που έχουν πρόσβαση ενδέχεται να είναι αρκετά μικρή.
- Εάν η σύνδεση μεταξύ ενός εξωτερικού χρήστη και ενός κόμβου του δικτύου BigchainDB δεν είναι κρυπτογραφημένη, τότε ένας wiretapper μπορεί να διαβάσει όλες τις HTTP αιτήσεις και τις απαντήσεις. (4)

6.3. Χαρακτηριστικά

Το BigchainDB είναι μια κατακεντρωμένη βάση δεδομένων που συνδυάζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά του blockchain και μιας απλής βάσης δεδομένων. Αναγγέλθηκε πρώτη φορά τον Φεβρουάριο του 2016. Μερικά από τα χαρακτηριστικά που αποκόμισε από το blockchain είναι η αποκέντρωση, η διαφάνεια και αμεταβλητότητα.

	Typical Blockchain	Typical Distributed Database	BigchainDB
Decentralization	✓		✓
Byzantine Fault Tolerance	✓		✓
Immutability	✓		✓
Owner-Controlled Assets	✓		✓
High Transaction Rate		✓	✓
Low Latency		✓	✓
Indexing & Querying of Structured Data		✓	✓

6.3.1. Αποκέντρωση (Full Decentralization and Byzantine Fault Tolerance)

Είναι ένα αποκεντρωμένο δίκτυο, κάθε άτομο ή οντότητα έχει ξεχωριστό κόμβο. Κάθε κόμβος έχει τη δική του τοπική βάση δεδομένων MongoDB. Αν κάποιος κακόβουλος χρήστης (χάκερ) επιχειρήσει να πάρει δικαιώματα διαχειριστή σε μια από τις τοπικές βάσεις MongoDB, το χειρότερο που μπορεί να καταφέρει είναι να διαγράψει τα δεδομένα που βρίσκονται μόνο σε αυτές, καθώς οι τοπικές αυτές βάσεις δεν επηρεάζουν τους υπόλοιπους κόμβους.

Στα αποκεντρωμένα δίκτυα όλοι οι κόμβοι είναι ίσοι, δεν υπάρχει ένας ιδιοκτήτης, οπότε και κανένα σημείο αποτυχίας. Ιδανικά, οι κόμβοι πρέπει να είναι σκορπισμένοι σε πολλές χώρες. Αν ένας κόμβος αποτύχει, οι υπόλοιποι συνεχίζουν κανονικά την σωστή λειτουργία τους. Στην πραγματικότητα, οι κόμβοι θα συνεχίσουν αν ο αριθμός αυτών που έχουν αποτύχει είναι το πολύ το 1/3 του συνολικού αριθμού των κόμβων που υπάρχουν στον κόσμο. (5)

6.3.2. Αμεταβλητότητα (Immutability)

Όπως προαναφέραμε, μόλις μια πληροφορία εισαχθεί στην αλυσίδα του blockchain, δεν μπορεί να διαγραφθεί ποτέ.

Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε ένα δίκτυο BigchainDB και δεν μπορούν να αλλαχθούν ή να διαγραφούν. Αν κάποια δεδομένα κατά κάποιο τρόπο καταφέρνουν να αλλαχθούν ή να διαγραφθούν, αυτό είναι ανιχνεύσιμο.

Το BigchainDB χρησιμοποιεί αρκετές στρατηγικές για την επίτευξη της αμεταβλητότητας. Ένα απλό παράδειγμα είναι ότι δεν υπάρχουν API που παρέχονται από το BigchainDB για να αλλάξουν ή να διαγράψουν αποθηκευμένα δεδομένα. Επίσης, κάθε κόμβος έχει ένα πλήρες αντίγραφο όλων των δεδομένων σε μια τοπική βάση δεδομένων MongoDB (δεν υπάρχει παγκόσμια βάση δεδομένων MongoDB). Ακόμα κι αν ένας κόμβος καταστραφεί, οι υπόλοιποι μένουν ακέραιοι.

Μια άλλη στρατηγική είναι ότι οι εγγραφές όλων των συναλλαγών υπογράφονται ψηφιακά. Η κάθε συναλλαγή αποθηκεύεται, αν για κάποιον λόγο αλλάξει το περιεχόμενο της, τότε θα αλλάξει και η υπογραφή και αυτό ανιχνεύεται. (5)

6.3.3. Owner-Controlled Assets

Το BigchainDB έχει ένα concept από owner-controlled assets. Αυτό σημαίνει ότι μόνο ο ιδιοκτήτης ή οι ιδιοκτήτες ενός asset έχουν την δυνατότητα να το μεταφέρουν. Οι ιδιοκτήτες αυτοί είναι ιδιοκτήτες ενός ζευγαριού κλειδιών, public και private. Στις περισσότερες περιπτώσεις στο blockchain υπάρχει μόνο ένα built-in asset (π.χ. Bitcoin, Ether), ενώ στο BigchainDB οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν όσα assets χρειάζονται. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο χρήστης δεν μπορεί να δημιουργήσει ένα asset και να φαίνεται ότι το έχει δημιουργήσει κάποιος άλλος. Για παράδειγμα ο John που είναι χρήστης του BigchainDB θέλει να δημιουργήσει 1000 tokens, πρέπει να εκτελέσει ένα CREATE transaction, υπογράφοντας την συναλλαγή με το ιδιωτικό του κλειδί και ύστερα να την στείλει στο δίκτυο του BigchainDB. Μετέπειτα μπορεί να μεταφέρει όλα ή μέρος από τα tokens του σε κάποιον άλλον χρήστη της υπηρεσίας. Η μεταφορά γίνεται μέσω της TRANSFER. Το BigchainDB διαβάζει όλα τα transactions που έχουν υλοποιηθεί, ώστε να ελέγξει αν υπάρχει κάποια συναλλαγή που έχει ξοδέψει το output αυτό. (5)

6.3.4. High Transaction Rate

Στόχος του BigchainDB είναι η δυνατότητα επεξεργασίας ενός μεγάλου αριθμού συναλλαγών ανά δευτερόλεπτο. Η απόδοση μένει σταθερή ακόμα και αν υλοποιηθούν πάνω από 1000 transactions ανά δευτερόλεπτο υπό κακόβουλες καταστάσεις. (5)

6.3.5. Low Latency and Fast Finality

Στα δίκτυα όπως αυτό του BigchainDB χρειάζονται μόνο μερικά δευτερόλεπτα ή λιγότερο για την εκτέλεση ενός transaction και την τοποθέτηση του σε ένα block. Αφού δεσμευτεί, δεν υπάρχει περίπτωση να αλλοιωθεί ή να σβηστεί αυτή η συναλλαγή. (5)

6.3.6. Indexing & Querying Structured Data

Κάθε χρήστης- κόμβος σε ένα δίκτυο BigchainDB έχει τη δική του τοπική βάση δεδομένων MongoDB. Αυτό σημαίνει ότι κάθε χρήστης μπορεί να κάνει πλήρη αναζήτηση των αποθηκευμένων δεδομένων (συναλλαγές, στοιχεία ενεργητικού και μεταδεδομένα, όλα τα οποία είναι συμβολοσειρές JSON). Κάθε κόμβος είναι ελεύθερος να αποφασίσει πόση εξουσία θα δώσει σε εξωτερικούς χρήστες. Από προεπιλογή, το BigchainDB δημιουργεί ορισμένα MongoDB indexes. Το BigchainDB HTTP API περιλαμβάνει ορισμένα βασικά σημεία για την πραγματοποίηση σημαντικών queries. Επομένως, κάθε χρήστης- κόμβος μπορεί να προσθέτει επιπλέον indexes και query APIs. (5)

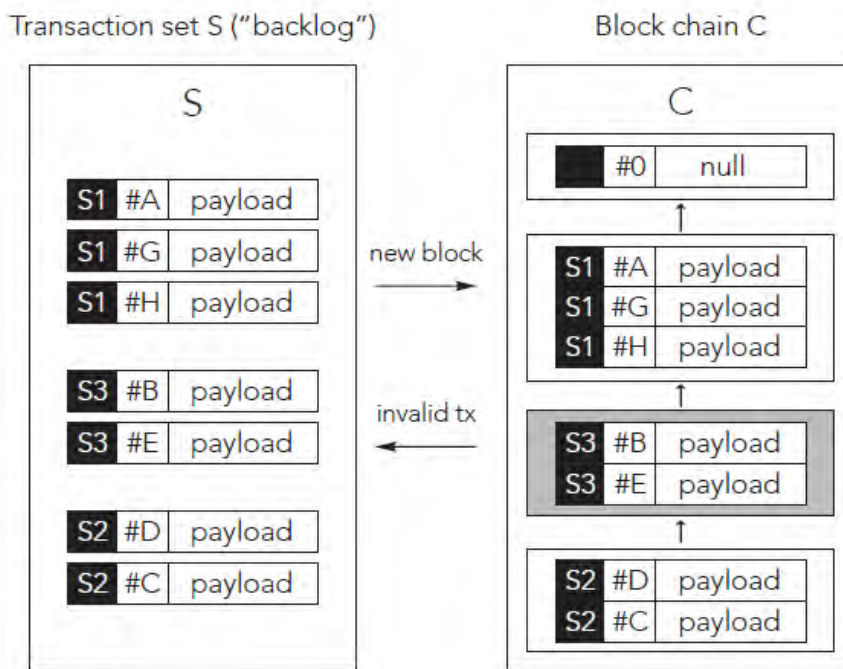
6.4. Αρχιτεκτονική

Το σύστημα BigchainDB προσφέρει το API του στους πελάτες (clients) ως μια blockchain βάση δεδομένων. Στην πραγματικότητα υπάρχουν δυο καταναμημένες βάσεις δεδομένων, οι οποίες συνδέονται με τον BigchainDB Consensus Algorithm (BCA). Όπως παρατηρούμε και στο παρακάτω διάγραμμα, αυτές οι δύο βάσεις είναι η S (transaction set ή «backlog») και η C (blockchain). Καθεμία από τις καταναμημένες βάσεις δεδομένων S και C περιέχουν μεγάλο όγκο δεδομένων. Ο αλγόριθμος BCA τρέχει πάνω σε κάθε κόμβο που έχει υπογράψει. Οι κόμβοι-πελάτες που δεν έχουν υπογράψει κάποιο transaction, έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν στην βάση δεδομένων BigchainDB, σύμφωνα όμως με τις άδειες που έχουν. Ανάλογα τις άδειες αυτές, οι κόμβοι μπορούν να διαβάσουν κάποιο asset, να το μεταφέρουν κ.λπ. (6)

Η βάση δεδομένων S κρατάει τα «backlog» transactions (συναλλαγές). Όταν ένα transaction εισέλθει στο σύστημα, γίνεται έγκριση από τον κόμβο που λαμβάνει δεδομένα. Εάν ο κόμβος αποφασίσει ότι είναι έγκυρο, τότε γίνεται καταχώρηση στην βάση S. Ύστερα, ο κόμβος αυτός εκχωρεί τυχαία το transaction στους υπόλοιπους κόμβους.

Υπάρχουν N κόμβοι που υπογράφουν και η έκφραση « $S_k = \{tk,1, tk,2, \dots\}$ » εκφράζει τα transactions που έχουν ανατεθεί στον κόμβο k.

Ο κόμβος k τρέχει τον αλγόριθμο BCA και τρέχει τα transactions ως εξής: Μεταφέρει τα transactions S_k που δεν βρίσκονται σε μια σειρά, σε μία ταξινομημένη λίστα. Δημιουργείται ένα block για το transaction και το block αυτό τοποθετείται στην δεύτερη βάση δεδομένων C. Η C αποτελείται από μια ταξινομημένη λίστα από blocks, όπου το κάθε block έχει αναφορά σε ένα υπάρχων block και των δεδομένων που περιέχει και αυτό αποτελεί το σύστημα blockchain.



Architecture of BigchainDB system. There are two big data distributed databases: a Transaction Set S (left) to take in and assign incoming transactions, and a Blockchain C (right) holding ordered transactions that are “etched into stone”. The signing nodes running the BigchainDB Consensus Algorithm update S, C, and the transactions (txs) between them.

Image from: (6)

Ένας κόμβος έχει την δυνατότητα να καθορίζει εάν ένα block είναι έγκυρο ή όχι. Για να αποφασίσει για την εγκυρότητα του block, ελέγχει την εγκυρότητα όλων των transactions του block. Εάν βρει κάποιο μη έγκυρο transaction, τότε ο κόμβος αποφασίζει πως το block είναι μη έγκυρο (invalid). Εάν βρει μόνο έγκυρα transactions, τότε ο κόμβος αποφασίζει πως το block είναι έγκυρο (valid).

Στην αρχή, το κάθε block ξεκινάει ως «undecided». Όταν προκύψει ένα πλήθος θετικών ψήφων (valid block) ή ένα πλήθος αρνητικών ψήφων (invalid block), τότε το block από «undecided» γίνεται αντίστοιχα «decided_valid» ή «decided_invalid».

Ένα block B στο blockchain δίκτυο περιέχει ένα ID, timestamp, τα transactions και vote information (valid ή invalid).

6.5. BigchainDB Consensus Algorithm (BCA)

Main Loop

Πριν ξεκινήσει το `mainLoop()` σε κάθε κόμβο, οι βάσεις δεδομένων `S` και `C` πρέπει να έχουν δημιουργηθεί και αρχικοποιηθεί. (6)

Listing 1:

BigchainDB Consensus Algorithm. This algorithm runs on every signing node.

```
1. def mainLoop (): # Pseudocode for signing node k
2.     # Assume S and C exist and are initialized ,
3.     # and C contains a genesis block.
4.     global S, C # tx set and blockchain globally visible
5.     while True:
6.         S = assignTransactions(S, k)
7.         Sk , C = addBlock (Sk , C, k)
8.         C = voteOnBlocks(C, k)
```

Listing 2:

Parallel version of BigchainDB Consensus Algorithm.

```
1. def mainLoopParallel ():
2.     start => 1 assignTransactionLoop () processes
3.     start => 1 addBlockLoop () processes
4.     start => 1 voteLoop () processes
5.
6. def assignTransactionLoop ():
7.     while True:
8.         S = assignTransactions(S, k)
9. def addBlockLoop ():
10.    while True:
11.        Sk , C = addBlock (Sk , C, k)
12. def voteLoop ():
13.    while True:
14.        C = voteOnBlocks(C, k)
```

Assigning Transactions

Listing 3:

Routines for accepting and assigning transactions.

```
1.   def assignTransactions(S, k):
2.       S = assignNewTransactions(S, k)
3.       S = reassignOldTransactions(S, k)
4.       return S
5.
6.   def assignNewTransactions(S, k):
7.       for each new tx , t from outside:
8.           if t is valid: # defined later
9.                $i \sim U(\{0, 1, \dots, k-1, k+1, \dots, N-1\})$ 
10.              # i is chosen randomly from all nodes but this one (k)
11.              t.assign_time = time()
12.               $S_i = S_i \cup t$ 
13.           else:
14.               # inform the sending -client why t is not valid
15.       return S
16.
17.  def reassignOldTransactions(S, k):
18.      for  $S_j$  in  $\{S_1, S_2, \dots\}$ :
19.          for each tx , t, in  $S_j$ :
20.              if  $(\text{time}() - t.\text{assign\_time}) > \text{old\_age\_thr}$ :
21.                   $i \sim U(\{0, 1, \dots, k-1, k+1, \dots, N-1\})$ 
22.                  t.assign_time = time()
23.                   $S_i = S_i \cup t$ 
24.                   $S_j = S_j - t$ 
25.      return S
```

Adding and Voting on Blocks

Listing 4:

Routine for adding normal blocks.

```
1.    def addBlock(Sk , C, k):
2.        Tpostpone = {}
3.        Bnew = ∅
4.        Btail = most recent block in C
5.        Tnew = []
6.        for t in Sk:
7.            if dependsOnUndecidedBlock(t, Btail):
8.                Tpostpone = Tpostpone U t
9.            elif transactionValid(t, Btail):
10.               Tnew.append(t)
11.        id = sha3 hash of {Tnew, other data}
12.        votes = []
13.        Bnew = Block(id, Tnew, votes, other data)
14.        add Bnew to C # Consensus algorithm will determine order
15.        Sk = ∅
16.        Sk = Sk U Tpostpone
17.        return Sk , C
```

Listing 5:

Routine for voting on blocks.

```
1.    def voteOnBlocks(C, k):
2.        B = oldest block in C that node k hasnt voted on
3.        while B:
4.            vote = transactionsValid(B)
5.            B.V[k] = vote
6.            if B is decided and invalid: copy txs from B back into S
7.            B = (child block of B) or ∅
8.        return C
```

Transaction Validity

Listing 6:

Routines for transaction validity.

```
1.    def transactionsValid(T, Bi):
2.        # are all txs valid?
3.        for t in T:
4.            if not transactionValid(t, Bi):
5.                return False
6.        return True
7.
8.    def transactionValid(t, Bi):
9.        # Is tx valid in all blocks up to and including Bi?
10.       # (Ignore Bi+1, Bi+2, . . .)
11.       if t is ill -formed , commits double -spend , etc.
12.           return False
13.       if dependsOnUndecidedBlock(t, Bi)
14.           return False
15.       return True
16.
17.    def dependsOnUndecidedBlock(t, Bi):
18.        # returns True if any of the inputs of t are in a block
19.        # that is not voted enough (enough x's or v's)
20.        # in [B0 , B1 , . . . , Bi]. Ignores [Bi+1, Bi+2, . . .]
```

6.6. BigchainDB Use Cases

- Tracking intellectual property (παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων): Για παράδειγμα, στην περίπτωση μιας μεσαίας μεγέθους φωτογραφίας εκτελούνται 100,000 transactions κάθε μέρα, σε αξία Bitcoin αυτό θα σήμαινε 10,000 \$ κάθε μέρα στο δίκτυο Bitcoin.
- Receipts and certification (αποδείξεις και πιστοποιήσεις): Το σύστημα BigchainDB μειώνει τις νομικές τριβές και παρέχει αποδεικτικά στοιχεία των ηλεκτρονικών δράσεων. Το δίκτυο είναι τόσο μεγάλο που υποστηρίζει διάφορες πληροφορίες όπως αποδεικτικά στοιχεία και πιστοποιήσεις που μπορούν να καταχωρηθούν στην βάση δεδομένων κατευθείαν.
- Legally-binding contracts (νομικά δεσμευτικά συμβόλαια): Τα συμβόλαια αυτά μπορούν να αποθηκευτούν απευθείας στην βάση BigchainDB δίπλα από την συναλλαγή, σε μορφή ευανάγνωστη από τους ανθρώπους και τους υπολογιστές.
- Creation and real-time movement of high-volume financial assets (δημιουργία και κίνηση σε πραγματικό χρόνο χρηματοοικονομικών στοιχείων): Μόνο ο κάτοχος του asset μπορεί να το μεταφέρει στο δίκτυο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστους και την ελαχιστοποίηση της καθυστέρησης της υλοποίησης των συναλλαγών.
- Supply chain management (παρακολούθηση εφοδιαστικής αλυσίδας): Το BigchainDB είναι η πιο ιδανική λύση για την παρακολούθηση ενός asset. Η τεχνολογία βοηθάει στην μείωση της απάτης και να παρέχει μεγάλη εξοικονόμηση κόστους.
- Smart contracts (έξυπνα συμβόλαια)
- Data science applications (εφαρμογές επιστημονικών δεδομένων): Το BigchainDB καταγράφει μαζικές ροές δεδομένων. Οι επιστήμονες μπορούν να τρέξουν queries στην βάση και να κάνουν εξόρυξη δεδομένων και διαδικασίες ανάλυσης. (6)

7. Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (ΔΕΑ)

7.1. Βασικές έννοιες

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας υλοποιείται θεωρητικά, όταν δύο ή περισσότερες επιχειρήσεις ή οργανισμοί συνδέονται μεταξύ τους και σχηματίζουν μια ολοκληρωμένη αλυσίδα. Η κάθε επιχείρηση ή ο κάθε οργανισμός προσθέτουν αξία στην υπηρεσία ή στο προϊόν, καθώς εκείνα μετακινούνται κατά το μήκος της αλυσίδας.

Σύμφωνα με τον ορισμό του Quinn (1997), η εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες και τις διαδικασίες που έχουν άμεση σχέση με το σχεδιασμό και την παραγωγή υπηρεσιών και προϊόντων, τη διανομή, καθώς και την εξυπηρέτηση των πελατών που εκτελούνται από δύο ή περισσότερες επιχειρήσεις ή οργανισμούς, με στόχο την ικανοποίηση των αναγκών του πελάτη.

Στην πραγματικότητα οι εφοδιαστικές αλυσίδες είναι δίκτυα, τα οποία αποτελούνται από συνδεδεμένες και αλληλοεξαρτούμενες επιχειρήσεις που λειτουργούν από κοινού σε ένα κλίμα άρτιας συνεργασίας, με σκοπό να ελέγξουν, να διευθύνουν και τέλος να βελτιώσουν την ροή των υλικών και των πληροφοριών από τον τομέα των προμηθευτών, μέχρι τους τελικούς χρήστες (καταναλωτές) (Aitken J.).

Σύμφωνα με τους Simchi - Levi και Shapiro, οι εφοδιαστικές αλυσίδες έχουν συνήθως έναν αυθαίρετο αριθμό επιπέδων και συμμετέχουν σε αυτές ένας ή περισσότεροι κόμβοι. Ο κάθε κόμβος αντιπροσωπεύει μια επιχείρηση ή έναν οργανισμό. Γενικά, ένα τέτοιο δίκτυο μπορεί να περιλαμβάνει προμηθευτές, μεσάζοντες, αποθήκες, εταιρείες παροχής υπηρεσιών Third Party Logistics (3PL), κέντρα διανομής και πελάτες.

Για παράδειγμα, στον κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας όταν γίνεται λόγος για την εφοδιαστική αλυσίδα, εννοείται η πορεία που ακολουθεί το αυτοκίνητο από τη στιγμή που καταγράφηκε η παραγγελία και βγήκε από την παραγωγή, μέχρι την στιγμή που θα φτάσει στον αντιπρόσωπο και από εκεί ύστερα στον τελικό πελάτη.

Το ταξίδι κατά μήκος της αλυσίδα περιλαμβάνει την μεταφορά των πρώτων υλών στο εργοστάσιο παραγωγής, την μεταφορά με το αντίστοιχο μέσο (τρένο ή φορτηγό) στο πιο κοντινό λιμάνι, την πορεία μέχρι την χώρα που έγινε η παραγγελία, την μεταφορά στις αποθήκες της κάθε εταιρείας και τέλος όλες τις διαδικασίες που χρειάζονται μέχρι να φτάσει στον καταναλωτή. (7)

7.2. Μέλη εφοδιαστικής αλυσίδας

Η εφοδιαστική αλυσίδα είναι ένα σύνολο επιχειρήσεων, οργανισμών, εταιρειών, ατόμων και υπηρεσιών, που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους μέχρι την παραλαβή του τελικού προϊόντος ή της υπηρεσίας από τον τελικό πελάτη (καταναλωτή).

Μια επιχείρηση μπορεί να ανήκει σε πολλά διαφορετικά δίκτυα έχοντας διαφορετικούς ρόλους. Για παράδειγμα, εάν μια επιχείρηση σε ένα δίκτυο έχει τον ρόλο του παραγωγού, μπορεί σε ένα άλλο να έχει τον ρόλο του ενδιάμεσου εμπόρου.

Εκτός από τα συνηθισμένα μέλη που είναι ο παραγωγός και ο καταναλωτής υπάρχουν και άλλα τα οποία βρίσκονται ανάμεσα τους στην εφοδιαστική αλυσίδα.

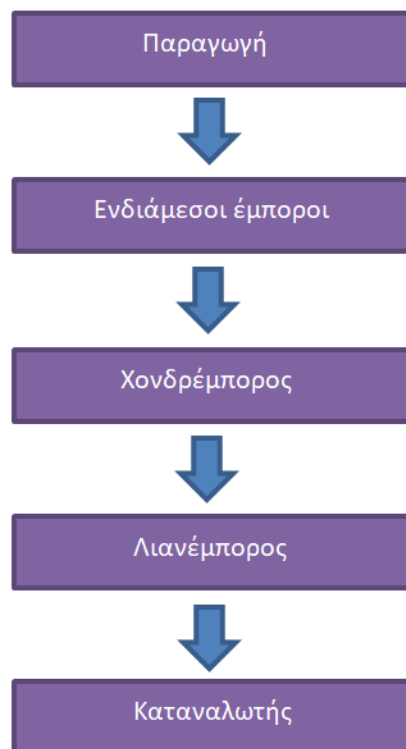
Όπως βλέπουμε και στην γραφική απεικόνιση των μελών μιας Εφοδιαστικής αλυσίδας στο παρακάτω σχήμα, η αλυσίδα ξεκινάει με την Παραγωγή, περνάει από διάφορους ενδιάμεσους εμπόρους, στην συνέχεια από κάποιον χονδρέμπορο και λιανέμπορο και στο τέλος καταλήγει στον τελικό καταναλωτή (νοικοκυριά). (7)

Στους ενδιάμεσους εμπόρους (μεσάζοντες) μπορούν να ανήκουν οι εξής:

- Αντιπρόσωποι:
Συμβάλλουν στην δημιουργία εμπορικών συναλλαγών, χωρίς να αποκτούν πρόσβαση στην κυριότητα των αγαθών.
- Έμποροι:
Αγοράζουν απευθείας τα προϊόντα και τις υπηρεσίες από την αντίστοιχη εταιρεία και μπορούν να τα πουλήσουν στον τελικό καταναλωτή.
- Ειδικός συνεργάτης:
Απευθύνονται σε συγκεκριμένους καταναλωτές και συνήθως σε μικρά σημεία πώλησης, για συγκεκριμένα προϊόντα.
- Αντιπρόσωπος Ποσοστών (Commission Agent):
Με την βοήθεια δειγμάτων, καταλόγων κ.λπ. πουλάει τα προϊόντα μιας εταιρείας παίρνοντας συγκεκριμένα ποσοστά που αντιστοιχούν στην επιτυχία των πωλήσεων. Ο Αντιπρόσωπος Ποσοστών ούτε αγοράζει, ούτε έχει κυριότητα των προϊόντων και υπηρεσιών.

Ύστερα υπάρχουν οι εξής:

- Χονδρέμπορος:
Προμηθεύεται τα προϊόντα από τον παραγωγό ή τον αντιπρόσωπο και τα πουλάει ο ίδιος στον λιανέμπορο.
- Λιανέμπορος:
Προμηθεύεται τα προϊόντα από τον χονδρέμπορο και τα πουλάει στους τελικούς καταναλωτές.



Γραφική απεικόνιση μελών μιας Εφοδιαστικής αλυσίδας.

7.3. Γενικά προβλήματα που επιλύονται με τη διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας

Η διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να επιλύει τα ακόλουθα προβλήματα (8) :

- Διαμόρφωση Δικτύου Διανομής:

Συμβάλλει όσον αφορά στον αριθμό, στην θέση και στο δίκτυο αποστολών των προμηθευτών, των εγκαταστάσεων παραγωγής, των κέντρων διανομής, των αποθηκών, των αποβάθρων και των πελατών.

- Στρατηγική Διανομής:

Συμβάλλει στον έλεγχο λειτουργιών, στα συστήματα διανομής, στα μέσα μεταφοράς, στην στρατηγική αναπλήρωσης, και τέλος τον έλεγχο των μεταφορών (π.χ. ιδιωτικός μεταφορέας).

- Συμφωνίες σε δραστηριότητες εφοδιαστικής:

Οι δραστηριότητες που συμβαίνουν στην πορεία της αλυσίδας πρέπει να είναι καλά συντονισμένες για να επιτευχθεί το χαμηλότερο συνολικό κόστος. Οι συμφωνίες μπορεί να αυξήσουν αυτό το κόστος, αν μία από τις δραστηριότητες, βελτιστοποιηθεί. Οι συμβιβασμοί είναι το κλειδί για την ανάπτυξη της βέλτιστης και πιο αποτελεσματικής στρατηγικής Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (ΔΕΑ).

- Πληροφορίες:

Αφορά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων και διαδικασιών της αλυσίδας εφοδιασμού, ώστε να μοιραστούν πολύτιμες πληροφορίες.

- Διαχείριση Αποθεμάτων:

Αφορά την ποσότητα και τον τόπο που βρίσκονται τα αποθέματα, καθώς και οι πρώτες ύλες και τα τελικά προϊόντα.

- Ροή μετρητών (Cash-Flow):

Αφορά την τακτοποίηση των όρων πληρωμής και των μεθοδολογιών για την ανταλλαγή κεφαλαίων μεταξύ των οντοτήτων - κόμβων της εφοδιαστικής αλυσίδας.

7.4. Δραστηριότητες της Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι μια προσέγγιση πολλών διαφορετικών λειτουργιών που περιλαμβάνει την διαχείριση και παρακολούθηση της πορείας των προϊόντων προς τον τελικό καταναλωτή, μεταξύ των εμπλεκόμενων στην διαδικασία.

Υπάρχουν κάποια μοντέλα που βοηθούν στην κατανόηση των δραστηριοτήτων που απαιτούνται για τη διαχείριση της κυκλοφορίας των προϊόντων ή υπηρεσιών σε όλα τα οργανωτικά και λειτουργικά όρια. Το SCOR είναι ένα από αυτά και προωθείται από το Συμβούλιο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας . Ένα άλλο μοντέλο είναι το SCM το οποίο προτείνει το Παγκόσμιο Φόρουμ Εφοδιαστικής Αλυσίδας (GSCF). (8)

Οι διαδικασίες και δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορούν να ομαδοποιηθούν σε Στρατηγικό επίπεδο, Επίπεδο τακτικής και Λειτουργικό επίπεδο:

- Στρατηγικό επίπεδο
 - Βελτιστοποίηση στρατηγικού δικτύου.
 - Δημιουργία καναλιών επικοινωνίας για κριτική πληροφόρηση και λειτουργικές βελτιώσεις. Στρατηγικές συμφωνίες με προμηθευτές, διανομείς και πελάτες.
 - Διαχείριση κυκλοφορίας προϊόντος ή υπηρεσίας, ώστε τα νέα αλλά και τα ήδη υπάρχοντα προϊόντα και υπηρεσίες να ενσωματωθούν άρτια με τον βέλτιστο τρόπο στην εφοδιαστική αλυσίδα.
 - Λειτουργίες τεχνολογίας πληροφόρησης της αλυσίδας.
 - Αποφάσεις για τον χώρο και τον τρόπο που γίνονται οι λειτουργίες.
 - Ευθυγράμμιση της ολοκληρωμένης και συνολικής οργανωτικής στρατηγικής με τη στρατηγική της προσφοράς.
 - Χρειάζεται δέσμευση πηγών, καθώς είναι μακροχρόνιο.

- Επίπεδο τακτικής
 - Συμφωνίες προμηθειών και διάφορες άλλες αποφάσεις συνδιαλλαγών.
 - Αποφάσεις που αφορούν την παραγωγή.
 - Αποφάσεις απογραφής (π.χ. ποσότητα, τοποθεσία).
 - Στρατηγική μεταφορών (π.χ. συχνότητα δρομολογίων).
 - Συγκριτική αξιολόγηση όλων των λειτουργιών σε σχέση με αυτές των ανταγωνιστών και εφαρμογή των βέλτιστων πρακτικών στην επιχείρηση.
 - Προκαθορισμένες πληρωμές.
 - Εστίαση στις συνήθειες και απαιτήσεις των πελατών.

- Λειτουργικό επίπεδο
 - Ημερήσια παραγωγή και προγραμματισμός της διανομής.
 - Προγραμματισμός παραγωγής για όλες τις μονάδες παραγωγής ξεχωριστά στην αλυσίδα εφοδιασμού.
 - Σχεδιασμός ζήτησης και πρόβλεψης, με σκοπό τον συντονισμό των προβλέψεων για τη ζήτηση όλων των πελατών, καθώς και την κοινή χρήση των αποτελεσμάτων με όλους τους προμηθευτές.
 - Σχεδιασμός προμηθειών (και των υφιστάμενων αποθεμάτων) και προβλέψεις για τη ζήτηση, σε επικοινωνία με όλους τους προμηθευτές.
 - Εσωτερικές λειτουργίες (π.χ. μεταφορά από τους προμηθευτές, λήψη απογραφής).
 - Δραστηριότητες παραγωγής (π.χ. κατανάλωση υλικών, ροή τελικού προϊόντος ή υπηρεσίας).

- Εξερχόμενες δραστηριότητες (π.χ. αποθήκευση δραστηριοτήτων, μεταφορά στους πελάτες).
- Συμφωνημένες καταγραφές παραγγελιών, τηρώντας όλους τους περιορισμούς στην εφοδιαστική αλυσίδα.

7.5. Ολοκλήρωση επιχειρηματικών διαδικασιών της ΔΕΑ

Μια επιτυχημένη Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (ΔΕΑ) προϋποθέτει την μετάβαση από την διαχείριση μεμονωμένων λειτουργιών, στην ενοποίηση όλων των δραστηριοτήτων των βασικών διαδικασιών της αλυσίδας.

Για παράδειγμα, το τμήμα αγοροπωλησιών ανακοινώνει ορισμένες απαιτήσεις και περιμένει μέχρι αυτές να ικανοποιηθούν. Για να ανταποκριθεί στη ζήτηση των πελατών, το τμήμα μάρκετινγκ επικοινωνεί με διάφορους διανομείς και λιανοπωλητές και επιχειρεί να βρει μέσα και τρόπους για να ικανοποιήσει αυτή τη αίτηση. Όλες οι πληροφορίες ανταλλάσσονται μεταξύ των κόμβων του δικτύου της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η διαδικασία ολοκλήρωσης της ΔΕΑ περιέχει την συλλογική επικοινωνία μεταξύ προμηθευτών και καταναλωτών, την ανάπτυξη προϊόντων και τέλος τα κοινά συστήματα και τις πληροφορίες. (8)

Οι βασικές διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας που δηλώνει ο Lambert (2004) είναι οι εξής:

- Διαχείριση των σχέσεων μεταξύ των χρηστών στις αλυσίδες.
- Διαχείριση εξυπηρέτησης πελατών.
- Τρόποι διαχείρισης της ζήτησης.
- Εκτέλεση παραγγελιών.
- Διαχείριση βιομηχανικής ροής.
- Διαχείριση των σχέσεων με προμηθευτές.
- Ανάπτυξη προϊόντος και εμπορευματοποίηση.
- Διαχείριση Επιστροφών.

7.6. Χρησιμότητα

Η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται μια ομάδα ανεξάρτητων οργανισμών που συνδέονται μεταξύ τους μέσω προϊόντων ή διαφόρων υπηρεσιών και προσθέτουν ξεχωριστά ή και από κοινού, τιμή για να τα παραδώσουν στον τελικό καταναλωτή. Πρόκειται για μια εκτεταμένη έννοια ενός ευρύτερου οργανισμού που προσθέτει αξία στα προϊόντα ή τις υπηρεσίες του και τα παραδίδει στους πελάτες του. Στη συνέχεια θα δούμε ποιο είναι το όφελος της καταβολής της προστιθέμενης αξίας από την πλευρά της εφοδιαστικής αλυσίδας και γιατί η διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού καθίσταται απαραίτητη και σημαντική για την επιχειρηματική επιτυχία σήμερα.

Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, η θεωρία και έννοια της διαχείρισης των επιχειρήσεων έχουν υποστεί βαθιές αλλαγές και ανάπτυξη. Υπήρχαν πολλοί παλιοί τρόποι επιχειρηματικής δραστηριότητας οι οποίοι αποτελούσαν πρόκληση, με αποτέλεσμα να έχουν δημιουργηθεί πολλές νέες ιδέες και προσεγγίσεις, μεταξύ των οποίων είναι η αναδιάταξη επιχειρησιακών διαδικασιών, η στρατηγική διαχείριση, η χαλαρή σκέψη, η ευέλικτη παραγωγή, η ισορροπημένη βαθμολογία, κ.λπ. Η διαχείριση και παρακολούθηση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι αναμφισβήτητα μία από αυτές τις νέες και καλώς αναπτυγμένες προσεγγίσεις διαχείρισης που προέκυψαν και αναπτύχθηκαν γρήγορα σε όλες τις βιομηχανίες σε όλο τον κόσμο.

Η παλαιότερη εμφάνιση του όρου «supply chain management» δημοσιεύτηκε σε μέσα ενημέρωσης αλλά και στην βιβλιογραφία στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκε για πρώτη φορά σε ένα άρθρο των Financial Times που συνέταξε ο Oliver και ο Webber το 1982, περιγράφοντας το φάσμα των δραστηριοτήτων που πραγματοποίησε ο οργανισμός για την προμήθεια και διαχείριση προμηθειών. Οι πρώτες δημοσιεύσεις της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού στη δεκαετία του 1980 επικεντρώνονταν κυρίως στις δραστηριότητες αγορών και τις δραστηριότητες μείωσης του κόστους. Η σημαντική εξέλιξη με το πέρασμα των χρόνων και οι σημαντικές αυξήσεις των δημοσιεύσεων στους τομείς της ολοκλήρωσης της αλυσίδας εφοδιασμού και της σχέσης προμηθευτή-καταναλωτή ήρθαν στη δεκαετία του 1990.

Σήμερα, η επιβίωση οποιασδήποτε επιχείρησης δεν εξαρτάται πλέον αποκλειστικά από την δική της ικανότητα ανταγωνισμού, αλλά και από την ικανότητα συνεργασίας με τις υπόλοιπες επιχειρήσεις εντός της αλυσίδας εφοδιασμού. Η διαχείριση και παρακολούθηση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ευρέως διαδεδομένη και πανταχού παρούσα.

Ο πιο πρακτικός και βέλτιστος τρόπος για την καλύτερη διαχείριση μιας επιχείρησης, είναι η διαχείριση της μαζί με την αλυσίδα εφοδιασμού, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη στρατηγική τοποθέτηση, την κατάλληλη δομική διαμόρφωση, την συνεργασία, την ολοκλήρωση και την ηγεσία. (9)

8. Παρακολούθηση εφοδιαστικής αλυσίδας

8.1. Ορισμός προβλήματος

Οι σημερινοί πελάτες δεν έχουν τις ίδιες απαιτήσεις με αυτές που είχαν πριν 10 χρόνια, είτε αναφερόμαστε στους καταναλωτές των αγαθών, είτε στους εμπόρους και στους προμηθευτές διαφόρων επιχειρήσεων. Επιθυμούν να σπαταλήσουν πολύ λιγότερο χρόνο για την απόφαση σχετικά με μία αγορά προϊόντος και ενδιαφέρονται πολύ περισσότερο να μάθουν πληροφορίες σχετικά με το προϊόν.

Στη σημερινή εποχή οι καταναλωτές αναμένουν να επιλέξουν προϊόντα και υπηρεσίες με χαμηλή τιμή, υψηλή ποιότητα, υψηλή εξυπηρέτηση, κ.λπ. Οι προσδοκίες τους είναι αυξανόμενες και αυτό οδηγεί τις εταιρείες στην δημιουργία και ενίσχυση των εφοδιαστικών αλυσίδων. Στον κόσμο του εμπορίου υπάρχει μεγάλος ανταγωνισμός, οι εταιρείες που επέλεξαν την χρήση αλυσίδων για την διαχείριση και παρακολούθηση προϊόντων ξεχώρισαν από τις υπόλοιπες, ανέδειξαν περισσότερο τα προϊόντα και τις υπηρεσίες τους, αύξησαν τις πωλήσεις τους και απέκτησαν μεγαλύτερη φήμη στην αγορά.

Οι εταιρίες συνηθίζουν να σχεδιάζουν προϊόντα σε ένα μέρος του κόσμου, να προμηθεύονται πρώτες ύλες από διαφορετικό μέρος, να κατασκευάζουν ή να συναρμολογούν τα τελικά προϊόντα κάπου αλλού και ύστερα να τα πωλούν σε πελάτες που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία ανά τον κόσμο. Για τον λόγο αυτό η χρήση εφοδιαστικών αλυσίδων αποτελεί την καλύτερη λύση. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι με την δημιουργία ενός τέτοιου συστήματος μειώνεται ο φόρτος εργασιών των εταιρειών ή ότι αυτές μπορούν να ξεκουραστούν. Πράγματι, η δημιουργία ενός τέτοιου δικτύου μπορεί να επιφέρει μεγάλα κέρδη, όμως δημιουργεί μια σοβαρή πρόκληση διαχείρισης και εκθέτει τις επιχειρήσεις σε οικονομικούς, πολιτικούς και φυσικούς κινδύνους . Με αυτά τα δεδομένα και τις εξελίξεις οι εταιρείες είναι πρόθυμες να προσλάβουν άτομα που καταλαβαίνουν αυτές τις πολυπλοκότητες. Επομένως προσφέρονται και καινούριες θέσεις εργασίας. (10)

Οι πελάτες αναμένουν την σωστή παραλαβή ποσότητας και ποιότητας των επιθυμητών προϊόντων, περιμένουν τα προϊόντα να είναι διαθέσιμα στη σωστή θέση, ο χρόνος παράδοσης να είναι σωστός και να υπάρχει γρήγορη εξυπηρέτηση. Λύση σε όλες αυτές τις απαιτήσεις αποτελεί η χρήση εφοδιαστικών αλυσίδων.

Όλες οι εταιρείες επιθυμούν να μειώσουν τα λειτουργικά τους έξοδα. Με το σύστημα αυτό μειώνεται αρχικά το κόστος αγοράς. Οι έμποροι λιανικής αγοράς εξαρτώνται από τις αλυσίδες εφοδιασμού και δεσμεύονται να παραδώσουν γρήγορα τα ακριβά προϊόντα για να αποφύγουν τις δαπάνες. Επίσης, μειώνεται το κόστος παραγωγής, καθώς οι κατασκευαστές των προϊόντων εξαρτώνται από τις εφοδιαστικές αλυσίδες για την αξιόπιστη παράδοση των υλικών στις μονάδες συναρμολόγησης, ώστε να αποφευχθούν ελλείψεις υλικών που θα είχαν ως αποτέλεσμα την παύση της παραγωγής. Τέλος, μειώνεται το συνολικό κόστος, οι κατασκευαστές και οι έμποροι λιανικής εξαρτώνται από τους διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας για να σχεδιάσουν τα δίκτυα που πληρούν τους στόχους εξυπηρέτησης πελατών με το ελάχιστο συνολικό κόστος. Οι αποτελεσματικές αλυσίδες εφοδιασμού καθιστούν μια επιχείρηση ανταγωνιστική στην αγορά.

Οι επιχειρήσεις απαιτούν βέλτιστη διαχείριση της αλυσίδας επειδή βοηθούν στον έλεγχο και στη μείωση του κόστους. Αυτό μπορεί να επιφέρει δραματικές αυξήσεις στα κέρδη της επιχείρησης. Για παράδειγμα, οι Αμερικάνοι καταναλωτές καταναλώνουν 2,7 δις πακέτα δημητριακών ετησίως, η πτώση του κόστους ανά κουτί μόνο ένα λεπτό μέσω της αλυσίδας θα είχε ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση 13 εκατομμυρίων δολαρίων. Επίσης, οι επιχειρήσεις εκτιμούν τους διαχειριστές της αλυσίδας εφοδιασμού επειδή επιταχύνουν τις ροές προϊόντων προς τους πελάτες. Για παράδειγμα, αν μια επιχείρηση καταφέρει να παραδώσει ένα προϊόν σε 10 αντί για 70 ημέρες, ο πελάτης θα εξυπηρετηθεί 60 ημέρες νωρίτερα. (11)

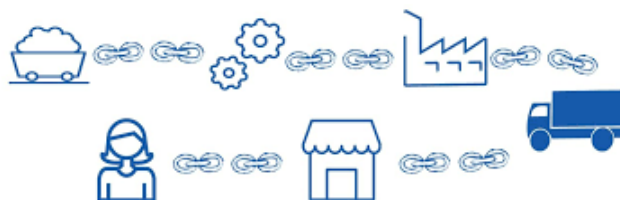
Ένα μεγάλο πρόβλημα στη σημερινή εποχή είναι ότι ο πελάτης δεν είναι σίγουρος για το προϊόν το οποίο προμηθεύεται. Υπάρχουν πολλοί απατεώνες στην αγορά οι οποίοι χρησιμοποιούν διαφορετικά υλικά και διαφορετικές ποιότητες και τα αναμιγνύουν και τα παρουσιάζουν σαν ένα τελικό προϊόν το οποίο ισχυρίζονται ότι είναι 100% ίδιας προέλευσης. Για παράδειγμα, υπάρχουν πολλοί έμποροι οι οποίοι προμηθεύονται μια ποσότητα ακριβού και καλού ελαιόλαδου και μια μικρή ποσότητα φθηνού και κακού ελαιόλαδου και τις αναμιγνύουν και παρουσιάζουν το τελικό προϊόν ως 100% αγνό καλό ελαιόλαδο. Τέτοιου είδους επιχειρήσεις παράγουν μεγάλες ποσότητες προϊόντων, επομένως μια τέτοια προσέγγιση τους επιφέρει σημαντικό κέρδος. Ο πελάτης όμως νομίζει ότι επιλέγει ένα ελαιόλαδο άριστης ποιότητας το οποίο στην πραγματικότητα μπορεί να είναι μίξη από ελαιόλαδα διαφορετικής ποιότητας και προέλευσης. Λύση σε αυτό το πρόβλημα αποτελεί η χρήση εφοδιαστικής αλυσίδας, εφόσον οι επιχειρήσεις και οι εταιρείες που συμμετέχουν σε αυτό το δίκτυο είναι αναγκασμένες να καταγράφουν όλα τα στάδια της παραγωγής και της μετακίνησης των αγαθών τους και επομένως ο τελικός καταναλωτής βλέπει μια πραγματική εικόνα για την πορεία του προϊόντος και είναι σίγουρος για την προέλευση του.

Ένα άλλο εξίσου σημαντικό πρόβλημα που λύνει η χρήση της αλυσίδας εφοδιασμού είναι η πιστοποίηση και η αυθεντικοποίηση. Πολλοί έμποροι κατασκευάζουν τα προϊόντα τους σε ένα μέρος της γης και η τελική ετικέτα στο προϊόν ισχυρίζεται ότι έχει κατασκευαστεί σε διαφορετικό μέρος. Για παράδειγμα, μπορεί ένα προϊόν να ισχυρίζεται ότι έχει παραχθεί στην Ελλάδα, αλλά στην πραγματικότητα να είναι κατασκευασμένο στην Ισπανία και να είναι διαφορετικής ακόμα και κατώτερης ποιότητας. Ο πελάτης θέλει πάντα να ξέρει την αλήθεια για το προϊόν το οποίο καταναλώνει. Με την χρήση της αλυσίδας χρησιμοποιώντας ειδικές τεχνολογίες καταχωρούνται πιστοποιήσεις και αυθεντικοποιήσεις, οι οποίες δεσμεύουν και διασφαλίζουν την καταγραφή της σωστής προέλευσης των προϊόντων και των πρώτων υλών.

8.2. Περιγραφή συστήματος

Στο σύστημα διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας, όλες οι εταιρείες και οι επιχειρήσεις που συμμετέχουν αποτελούν ξεχωριστούς κόμβους. Γενικά, ένα τέτοιο δίκτυο μπορεί να περιλαμβάνει προμηθευτές, μεσάζοντες, αποθήκες, εταιρείες παροχής υπηρεσιών Third Party Logistics (3PL), κέντρα διανομής και πελάτες. Όλοι αυτοί οι κόμβοι αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και ανταλλάσσουν πληροφορίες.

Η διαδικασία ξεκινάει από τον έμπορο που επιθυμεί να διακινήσει το προϊόν ή κάποια υπηρεσία. Το προϊόν αυτό σχηματίζει μια πορεία. Μετά το αρχικό στάδιο το προϊόν αυτό μπορεί να μην περάσει κατευθείαν στον τελικό καταναλωτή και να υπάρξουν και ενδιάμεσοι έμποροι. Οι διάφοροι ενδιάμεσοι έμποροι ή μεσάζοντες προμηθεύονται το προϊόν και το μετακινούν είτε σε άλλους εμπόρους είτε στον τελικό πελάτη. Έτσι, παρακολουθείται η πορεία ενός προϊόντος. Για παράδειγμα, εάν ένας έμπορος στην Λαμία παράγει 2.000 lt ελαιόλαδο και τα μεταφέρει σε έναν έμπορο/μεσάζοντα στην Αθήνα, ο οποίος με την σειρά του τα μεταφέρει σε έναν ενδιάμεσο έμπορο/μεσάζοντα στο Λονδίνο και αυτός τα διανέμει σε τοπικό σούπερ μάρκετ, ο πελάτης θα έχει την δυνατότητα να δει όλα αυτά τα ενδιάμεσα στάδια και να είναι σίγουρος για την πορεία του προϊόντος και την επιλογή του.



8.2.1. Χρήση Blockchain για την παρακολούθηση εφοδιαστικής αλυσίδας

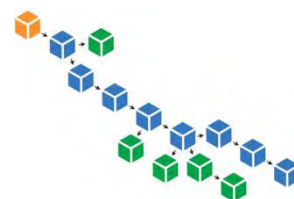
Σε ένα τυπικό σενάριο εφοδιαστικής αλυσίδας, υπάρχουν πολλά μέρη και οντότητες που συνεργάζονται και ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους. Κυρίως, αυτή η πληροφορία αφορά τις διαδικασίες ανίχνευσης των αγαθών που κατασκευάζονται μέχρι να φτάσουν στο λογικό τέλος του κύκλου της αλυσίδας εφοδιασμού, ξεκινώντας από τους παραγωγούς ή εμπόρους, καταλήγοντας στους τελικούς καταναλωτές.

Λόγω των πολλαπλών εμπλεκόμενων, η διαχείριση των δεδομένων αυτών είναι δύσκολη. Για αυτόν τον λόγο, η τεχνολογία blockchain που μπορεί να βοηθήσει στην οργάνωση αυτών των δεδομένων σε ένα κοινό σύστημα, είναι η βέλτιστη προσέγγιση έτσι ώστε η διαχείριση των πληροφοριών να γίνει εύκολη.

Η τεχνολογία blockchain λόγω διαφόρων χαρακτηριστικών, όπως η αμεταβλητότητα των δεδομένων, παρέχει ένα επίπεδο εμπιστοσύνης στα συνεργαζόμενα μέλη της αλυσίδας. Τα μέλη αυτά, αποκτούν εμπιστοσύνη προς τα δεδομένα και τις πληροφορίες που χειρίζεται η τεχνολογία, ακόμα και όταν δεν εμπιστεύονται ο ένας τον άλλον.

Για την παρακολούθηση μιας εφοδιαστικής αλυσίδας η τεχνολογία Blockchain μπορεί να προσφέρει τις εξής δυνατότητες (12) :

- Καταγραφή του τύπου και της ποσότητας των αγαθών που μεταφέρονται μεταξύ των χρηστών της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- Παρακολούθηση προϊόντων.
- Αυτοματοποίηση διαδικασιών, όπως αυτή των παραγγελιών.
- Εξυπηρέτηση παραγγελιών με προτεραιότητα.
- Παροχή πληροφοριών για την διαδικασία αποστολής των προϊόντων.
- Πρόληψη απατών.
- Αυξημένη ασφάλεια και εξασφάλιση διαφάνειας και εμπιστοσύνης.
- Πιστοποίηση αγαθών.



8.2.2. Χρήση BigchainDB για την παρακολούθηση εφοδιαστικής αλυσίδας

Ενώ πολλά αποκεντρωμένα συστήματα που βασίζονται σε blockchain βοηθούν στην οργάνωση δεδομένων σε ένα κοινόχρηστο σύστημα, δεν οδηγούν σε υψηλή απόδοση και δεν είναι αποτελούν το βέλτιστο σενάριο εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η πλατφόρμα BigchainDB, συνδυάζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά των κατακεντρωμένων βάσεων δεδομένων και της τεχνολογίας Blockchain, διαφοροποιείται όσον αφορά την ταχύτητα διεκπεραίωσης των συναλλαγών σε σχέση με άλλες λύσεις. Το BigchainDB οδηγεί σε υψηλή απόδοση και φροντίζει για την βέλτιστη οργάνωση των δεδομένων σε ένα αποκεντρωμένο σύστημα.

Χρησιμοποιώντας λοιπόν την τεχνολογία BigchainDB, η οποία βασίζεται στην τεχνολογία Blockchain, δημιουργείται μια βάση δεδομένων όπου καταγράφονται όλα τα προϊόντα, καθώς και το ιστορικό τους. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η εμπιστοσύνη και η ασφάλεια στο δίκτυο, καθώς στο ιστορικό αυτό αναγράφεται η προέλευση των προϊόντων, η αυθεντικότητα και η ιδιοκτησία. (13)

Για την παρακολούθηση μιας εφοδιαστικής αλυσίδας η τεχνολογία BigchainDB μπορεί να προσφέρει τις εξής δυνατότητες:

- Μια παγκοσμίως προσβάσιμη βάση δεδομένων για την αποθήκευση των προϊόντων και των ιστορικών τους.
- Υψηλή χωρητικότητα και απόδοση για εκατομμύρια χρήστες και προϊόντα.
- Αμεταβλητότητα δεδομένων.
- Χρήση τεχνολογίας που επιτρέπει την γρήγορη ανάκτηση ιστορικού των προϊόντων.
- Υποστήριξη καναλιών μικροπληρωμών.

9. Τεχνική υλοποίηση

9.1. Γλώσσα προγραμματισμού Python

9.1.1. Τι είναι;

Η **Python** είναι μια υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού. Δημιουργήθηκε από τον Ολλανδό Γκίντο βαν Ρόσσομ (Guido van Rossum) το 1990. Ο βασικός στόχος της είναι η αναγνωσιμότητα του κώδικά της, η ευκολία χρήσης της και το συντακτικό της. Επιτρέπει στους προγραμματιστές να εκφράσουν έννοιες σε λιγότερες γραμμές κώδικα απ'ότι θα ήταν δυνατόν σε γλώσσες όπως η C++ ή η Java. Μερικά χαρακτηριστικά της γλώσσας είναι οι πολλές βιβλιοθήκες που έχει και διευκολύνουν ιδιαίτερα αρκετές συνηθισμένες εργασίες και η ταχύτητα εκμάθησής της.

Οι διερμηνευτές της Python είναι διαθέσιμοι για εγκατάσταση σε πολλά λειτουργικά συστήματα. Ο κώδικας της Python μπορεί να πακεταριστεί σε αυτόνομα εκτελέσιμα προγράμματα για μερικά από τα πιο δημοφιλή λειτουργικά συστήματα, χρησιμοποιώντας εργαλεία, όπως το Py2exe ή το Pyinstaller.

Έτσι, επιτρέπεται η διανομή του βασισμένου σε Python λογισμικού για χρήση σε αυτά τα περιβάλλοντα χωρίς να απαιτείται εγκατάσταση του διερμηνευτή της Python.

Η Python αναπτύσσεται ως ανοιχτό λογισμικό (open source) και η διαχείρισή της γίνεται από τον μη κερδοσκοπικό οργανισμό Python Software Foundation. Ο κώδικας διανέμεται με την άδεια Python Software Foundation License η οποία είναι συμβατή με την GPL. Το όνομα της γλώσσας προέρχεται από την ομάδα άγγλων κωμικών Μόντυ Πάιθον (Monty Python).

9.1.2. Ιστορία

Η Python ήταν γλώσσα σεναρίων που χρησιμοποιούνταν στο λειτουργικό σύστημα Amoeba, ικανή και για κλήσεις συστήματος.

Η Python 2.0 κυκλοφόρησε στις 16 Οκτωβρίου του 2000. Στις 3 Δεκεμβρίου 2008 κυκλοφόρησε η έκδοση 3.0 (γνωστή και ως py3k ή python 3000). Πολλά από τα καινούργια χαρακτηριστικά αυτής της έκδοσης έχουν μεταφερθεί στις εκδόσεις 2.6 και 2.7 που είναι προς τα πίσω συμβατές.

Η Python 3.0 είναι ιστορικά η πρώτη γλώσσα προγραμματισμού που σπάει την προς τα πίσω συμβατότητα με προηγούμενες εκδόσεις ώστε να διορθωθούν κάποια λάθη που υπήρχαν σε προγενέστερες εκδόσεις και να καταστεί ακόμα πιο σαφής ο απλός τρόπος με τον οποίο μπορούν να γίνουν κάποια πράγματα. (14)

9.1.3. IDLE

Για τη συγγραφή των προγραμμάτων είναι απαραίτητος ένας κειμενογράφος ή ακόμα καλύτερα ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (Integrated Development Environment - IDE). Το οποίο είναι ένα ειδικό λογισμικό για την ανάπτυξη εφαρμογών. Η Python έρχεται μαζί με ένα εύκολο περιβάλλον ανάπτυξης με την ονομασία IDLE. Τα αρχικά βγαίνουν από τις λέξεις Interactive DeveLopment Environment και είναι γραμμένο σε Python από τον Guido van Rossum.

Χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη γραφικών Tkinter, οπότε μπορεί να εκτελεσθεί σε περιβάλλον Linux, Windows και Mac OS X. Το IDLE μας δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε διαδραστικά τον διερμηνευτή της γλώσσας, να γράψουμε και να επεξεργαστούμε προγράμματα, να τα αποθηκεύσουμε σε αρχεία, να τα εκτελέσουμε, να κάνουμε αποσφαλμάτωση. (14)

9.1.4. Χαρακτηριστικά της γλώσσας

- **Απλή**

Η Python είναι μια απλή και μινιμαλιστική γλώσσα. Η ομοιότητα της Python με ψευδοκώδικα είναι ένα από τα πιο ισχυρά σημεία της, καθώς επιτρέπει να συγκεντρώνεσαι στη λύση του προβλήματος αντί στην ίδια τη γλώσσα. (15)

- **Εύκολη στην εκμάθηση**

Η Python έχει μια ασυνήθιστα απλή και εύκολη σύνταξη. (15)

- **Ελεύθερη και Ανοικτού Κώδικα**

Η Python είναι ένα παράδειγμα ΕΛΛΑΚ (Ελεύθερο Λογισμικό και Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα). Δηλαδή, μπορείτε να διανείμετε αντίγραφα αυτού του λογισμικού, να διαβάσετε τον πηγαίο κώδικά του, να κάνετε αλλαγές σ' αυτό και να χρησιμοποιήσετε κομμάτια του σε νέα ελεύθερα προγράμματα. Το ΕΛΛΑΚ υποστηρίζει την ιδέα μιας κοινότητας που μοιράζεται τη γνώση. Αυτός είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους η Python είναι τόσο καλή. Δημιουργήθηκε και βελτιώνεται συνεχώς από αυτή την κοινότητα που το μόνο που θέλει είναι μια καλύτερη Python. (15)

- **Γλώσσα υψηλού επιπέδου**

Όσον αφορά τον προγραμματισμό, γράφοντας προγράμματα στην Python, δε χρειάζεται ποτέ να σκεφτεί κάποιος για τις χαμηλού επιπέδου λεπτομέρειες όπως η διαχείριση της μνήμης που χρησιμοποιείται από τα προγράμματά, κ.λπ. (15)

- **Φορητή**

Η Python λόγω του ανοικτού της κώδικα έχει υλοποιηθεί σε πολλές πλατφόρμες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο Linux, στα Windows, στο FreeBSD, , στο Solaris, σε Macintosh, στο OS/2, στην Amiga, στο AROS, στο AS/400, στο BeOS, στο OS/390, στο z/OS, στο Palm OS, στο VMS, στο Psion, στο QNX, στο Acorn RISC OS, στο VxWorks, σε PlayStation, στο Sharp Zaurus, σε PocketPC και στα Windows CE. (15)

- **Διερμηνευόμενη**

Ένα πρόγραμμα που γράφεται σε μια μεταγλωττιζόμενη γλώσσα όπως η C ή η C++ από την πηγαία γλώσσα μετατρέπεται σε μια γλώσσα που μιλάει ο υπολογιστής (δυναμικός κώδικας δηλαδή 0 και 1), χρησιμοποιώντας ένα μεταγλωττιστή με διάφορες σημαίες και επιλογές. Όταν το πρόγραμμα τρέχει, ο συνδέτης αντιγράφει το πρόγραμμα στη μνήμη και τότε αρχίζει να το τρέχει. Όμως, από την άλλη η Python δεν χρειάζεται μεταγλώττιση σε δυαδικό αρχείο. Απλά τρέχει απ' ευθείας από τον πηγαίο κώδικα. Συγκεκριμένα, η Python μετατρέπει τον πηγαίο κώδικα σε μια ενδιάμεση μορφή bytecode, ύστερα γίνεται μετάφραση στη γλώσσα του υπολογιστή και μετά τρέχει το πρόγραμμα. Όλο αυτό, κάνει τη χρήση της Python πολύ πιο εύκολη εφόσον δεν χρειάζεται ανησυχία για τη μεταγλώττιση του προγράμματος, τη σύνδεση με τις κατάλληλες βιβλιοθήκες, κ.λπ. Τα προγράμματα της Python είναι εξαιρετικά φορητά, καθώς υπάρχει η δυνατότητα για απλή αντιγραφή του προγράμματος σε έναν διαφορετικό υπολογιστή και να δουλέψει έτσι απλά. (15)

- **Αντικειμενοστρεφής**

Η Python υποστηρίζει τον διαδικασιοστρεφή προγραμματισμό (procedure-oriented) αλλά και τον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό (object-oriented). Στην περίπτωση του *διαδικασιοστρεφή προγραμματισμού*, το πρόγραμμα δομείται πάνω σε διαδικασίες ή συναρτήσεις. Στην περίπτωση των *αντικειμενοστρεφή γλωσσών*, τα προγράμματα δομούνται πάνω σε αντικείμενα που συνδυάζουν δεδομένα και λειτουργικότητα. Η Python σε σύγκριση με μεγάλες γλώσσες όπως η C++ ή η Java, έχει πολύ ισχυρό και απλό τρόπο για αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό. (15)

- **Επεκτάσιμη**

Εάν ένα κρίσιμο κομμάτι κώδικα χρειάζεται να τρέχει πολύ γρήγορα ή αν ένα κομμάτι ενός αλγόριθμου δεν είναι ανοικτό, τότε εκείνο το κομμάτι μπορεί να προγραμματιστεί σε C ή C++ και μετά να το χρησιμοποιηθεί από το Python πρόγραμμά σας. (15)

- **Ενσωματώσιμη**

Η Python μπορεί να ενσωματωθεί μέσα στα προγράμματα C/C++ και να δώσει δυνατότητες 'scripting' για τους χρήστες. (15)

- **Εκτεταμένες βιβλιοθήκες**

Η βασική βιβλιοθήκη της Python είναι πραγματικά τεράστια, προσφέρει δυνατότητες σχετικές με κανονικές εκφράσεις, νημάτωση, δημιουργία τεκμηρίωσης, δοκιμές μονάδων, περιηγητές ιστού, βάσεις δεδομένων, CGI, FTP, email, XML-RPC, XML, HTML, κρυπτογράφηση, αρχεία WAV, γραφικές διεπαφές χρήστη (GUI -graphical user interfaces), Tk, κ.λπ. Για την χρήση αυτών των δυνατοτήτων πρέπει να είναι εγκατεστημένη η Python. Επίσης, υπάρχουν διάφορες άλλες βιβλιοθήκες υψηλής ποιότητας όπως είναι η Twisted, η wxPython, η Python Imaging Library κ.λπ. (15)

9.2. Quickstart / Installation

Το BigchainDB βασίζεται στα εξής εργαλεία: (16)

1. Python 3.5+
2. Πρόσφατη έκδοση του **pip** της Python 3
3. Πρόσφατη έκδοση του **setuptools** της Python 3
4. Cryptography / Cryptoconditions

- Check your version of Python

```
$ python --version
```

OR

```
$ python3 --version
```

- Check your version of **pip**

```
$ pip --version
```

OR

```
$ pip3 --version
```

- Upgrade **setuptools**

```
$ pip install --upgrade setuptools
```

OR

```
$ pip3 install --upgrade setuptools
```

- Cryptography / Cryptoconditions

- On Ubuntu 14.04 and 16.04

```
$ sudo apt-get update
```

```
$ sudo apt-get install python3-dev libssl-dev libffi-dev
```

- On Fedora 23 and 24

```
$ sudo dnf update
```

```
$ sudo dnf install python-devel openssl-devel libffi-devel
```

- Install the BigchainDB Python Driver (**bigchaindb_driver**)

```
$ pip install bigchaindb_driver
```

OR

```
$ pip3 install bigchaindb_driver
```

9.3. Εισαγωγή

Για την παρακολούθηση εφοδιαστικής αλυσίδας χρειάστηκε να υλοποιηθεί ένα πρόγραμμα σε γλώσσα Python και να εκτελεστεί στο λειτουργικό σύστημα Linux. Για να τρέξει κάποιος αυτή την υλοποίηση, αρκεί να τρέξει το Docker και την βάση BigchainDB.

Η εκτέλεση ενός αρχείου 'example.py' στα Linux στο terminal γίνεται με την χρήση docker και τις εξής εντολές:

- `$ docker start bigchaindb`
- `$ python3 example.py`

Στην εφαρμογή υπάρχουν δύο είδη χρηστών, οι παραγωγοί - έμποροι και οι τελικοί καταναλωτές.

9.4. Παραγωγός – Έμπορος

Οι έμποροι έχουν την δυνατότητα μέσω ενός μενού που τους προβάλλεται είτε να δημιουργήσουν ένα αγαθό, είτε να το μεταφέρουν, είτε να δουν το ιστορικό του.

Αρχικά, έστω ότι δημιουργείται ένα Asset ελαιόλαδο με τα εξής στοιχεία:

```
oliveoil = {'data':{'ml':{'origin':'lamia','quality':'A'},},}
```

Όταν γίνει η εκτέλεση του αρχείου ελέγχεται εάν υπάρχει αποθηκευμένο το ζευγάρι κλειδιών του χρήστη, εάν δεν υπάρχει δημιουργείται εκείνη την στιγμή και αποθηκεύεται στον υπολογιστή με την εντολή «generate_keypair()».



Στην περίπτωση της δημιουργίας ενός αγαθού (Create Asset), ο χρήστης δίνει ως όρισμα το public key του και πόσα tokens θέλει να δημιουργήσει για το Asset αυτό. Η συνάρτηση create παίρνει το public key του εμπόρου και δημιουργεί ένα transaction με operation= **'CREATE'**. Χρησιμοποιείται το public key και όχι το private γιατί μόνο αυτό πρέπει να είναι φανερό στους υπόλοιπους χρήστες.

```
1.     def create(public_key,private_key,amount):
2.         prep_cr_tx =
bdb.transactions.prepare(operation='CREATE',signers=pr.public_key,recipients=[([public_ke
y],amount)],asset=oliveoil,)

3.         ful_cr_tx = bdb.transactions. fulfill(prepare_cr_tx,private_keys=private_key)
4.         sent_cr_tr = bdb.transactions.send(ful_cr_tx)
5.         asset_id = sent_cr_tr['id']
6.         time.sleep(3)
7.         print("\n\n Create transaction \n\n")
8.         pprint(sent_cr_tr)
9.         return asset_id
```

Στην περίπτωση της μεταφοράς ενός αγαθού (Transfer), ο χρήστης δίνει ως όρισμα το private key του, το public key του χρήστη που θέλει να του στείλει κάποια tokens και πόσα ακριβώς θέλει να στείλει. Η συνάρτηση transfer δημιουργεί ένα transaction με operation= 'TRANSFER'.

Σε αυτή την περίπτωση εμφανίζεται στον χρήστη μια λίστα με τα Assets που έχει στην κατοχή του. Ύστερα, του εμφανίζεται μια λίστα από τον φάκελο των επαφών που έχει αποθηκευμένο στον υπολογιστή του και του δίνεται η επιλογή να επιλέξει ποιο Asset θέλει και σε ποια επαφή του επιθυμεί να στείλει tokens από αυτό το Asset.

```
1. def transfer(sender_private_key, sender_public_key, receiver_public_key, asset_id,
value):
2.     r = find_outputs(sender_public_key, asset_id)
3.     flag=0
4.     value=int(value)
5.     for i in r:
6.         if i[2] >= value:
7.             tx_id=i[0]
8.             output_index=i[1]
9.             flag=1
10.    if (flag==1):
11.        output = bdb.transactions.retrieve(tx_id)['outputs'][output_index]
12.        tr_input = { 'fulfillment':output['condition']['details'],
'fulfills':{'output_index':output_index,'transaction_id':tx_id},'owners_before':output['public
_keys'],}
13.        dif = int(output['amount']) - value
14.        pr_tr_tx = bdb.transactions.prepare(operation='TRANSFER', asset =
{'id':asset_id},inputs=tr_input,recipients=([[receiver_public_key],value),([sender_public_key
],dif)])
15.        ful_tr_tx =
bdb.transactions.fulfill(pr_tr_tx,private_keys=sender_private_key)
16.        sent_tr_tx = bdb.transactions.send(ful_tr_tx)
17.        print("\n\n Transfer transaction \n\n")
18.        pprint(sent_tr_tx)
19.        time.sleep(3)
20.    if (flag == 0):
21.        print("\nNot enough tokens...\n")
22.        return 0
```

Στην περίπτωση της εύρεσης του ιστορικού ενός αγαθού (Find History), η συνάρτηση παίρνει ως όρισμα το id του τελευταίου transaction που έγινε με αυτό το Asset και ψάχνει ανάποδα ξεκινώντας από την τελευταία συναλλαγή την πορεία του αγαθού. Μόλις ολοκληρωθεί η αναζήτηση και δημιουργηθεί η λίστα με τις σωστές καταχωρήσεις ενδιαμέσων εμπόρων, εκτελείται η εντολή «pre_owners.reverse()» για την λίστα «pre_owners = []» ώστε στο τέλος να εμφανιστούν με την σειρά από τον παραγωγό μέχρι τους ενδιαμέσους εμπόρους και τον καταναλωτή.

```
1. def find_history(last_tr_id):
2.     t=bdb.transactions.retrieve(last_tr_id)
3.     pre_owners=[]
4.     while t['operation']=='TRANSFER':
5.         ob = t['inputs'][0]['owners_before'][0]
6.         pre_owners.append(ob)
7.         pre_tid = t['inputs'][0]['fulfills']['transaction_id']
8.         t=bdb.transactions.retrieve(pre_tid)
9.     pre_owners.reverse()
10.    return pre_owners
```

9.5. Τελικός καταναλωτής

9.5.1. RFID tags

Όπως αναφέραμε, στην εφαρμογή υπάρχουν δύο είδη χρηστών, οι έμποροι και οι τελικοί καταναλωτές. Μεγάλο ενδιαφέρον θα είχε οι καταναλωτές να είχαν μια εφαρμογή εγκατεστημένη στο κινητό τους τηλέφωνο με την οποία θα σκάναραν με NFC το RFID tag που θα βρισκόταν πάνω στο τελικό προϊόν. Μετά το σκανάρισμα η εφαρμογή θα εμφάνιζε μια λίστα με πληροφορίες σχετικά με τους παραγωγούς και τους ενδιάμεσους εμπόρους, όπως είναι ημερομηνίες των συναλλαγών, περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν οι συναλλαγές, πιστοποιημένες επωνυμίες και περιοχές, κ.λπ.

Επιλέξαμε να αναφέρουμε τα RFID tags, καθώς μπορούν να γίνουν unclonable, δηλαδή δεν μπορούν να κλωνοποιηθούν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ακόμα και αν υπάρχουν κακοί έμποροι και επιθυμούν για παράδειγμα να χρησιμοποιήσουν την ίδια ετικέτα (tag) για δύο ή περισσότερα προϊόντα στην γραμμή συσκευασίας σε μια εταιρεία τα οποία είναι διαφορετικής προέλευσης ή ποιότητας και να τα παρουσιάζουν ίδια, να αδυνατούν να το κάνουν γιατί το tag του RFID θα είναι μοναδικό. (17)



9.5.2. Λειτουργία

Η λειτουργία των συστημάτων RFID είναι πολύ απλή και βασίζεται στη δυναμική και αμφίδρομη επικοινωνία των ετικετών και των αναγνώστων. Όταν οι ετικέτες αυτές βρεθούν στην εμβέλεια της κεραίας του αναγνώστη, τότε η μονάδα ελέγχου έρχεται σε επικοινωνία με ραδιοκύματα με την κεραία των ετικετών. Οι ετικέτες RFID ενεργοποιούνται με τη σειρά τους και επιστρέφουν τα αντίστοιχα δεδομένα που έχουν αναζητηθεί στους αναγνώστες. Στη συνέχεια παρεμβαίνει ένα ενδιάμεσο λογισμικό που κατανοεί τις πληροφορίες που αποστέλλονται από τη μονάδα ελέγχου του αναγνώστη. Ύστερα, ο αναγνώστης τις μεταφέρει στο αντίστοιχο πληροφοριακό σύστημα. (17)

9.5.3. Τα δεδομένα

Τα δεδομένα που αποθηκεύονται στις ετικέτες RFID αποτελούνται από ένα μοναδικό αναγνωριστικό και μπορούν να περιλαμβάνουν ένα λειτουργικό σύστημα, μία αποθήκη δεδομένων και έναν ηλεκτρονικό κώδικα προϊόντων (Electronic Product Code - EPC). Το μέγεθος των δεδομένων ποικίλει, με ανώτερο όριο αποθήκευσης τα 2KB. Αυτή η χωρητικότητα είναι υπερ αρκετή για να αποθηκευτούν τα απαραίτητα δεδομένα του κάθε αντικειμένου. (17)

9.5.4. Οι αναγνώστες

Οι αναγνώστες RFID αποτελούνται από μία κεραία, η οποία αναλαμβάνει την επικοινωνία χρησιμοποιώντας ραδιοσυχνότητες, με τις ετικέτες. Επίσης, από μια μονάδα ελέγχου, από τον καθορισμό των διάφορων ενεργειών (αποστολή/ λήψη σημάτων, κ.λπ.) και από την ενέργεια που πραγματοποιείται μέσω του ενδιάμεσου λογισμικού. Και δευτερευόντως την επικοινωνία με το πληροφοριακό σύστημα. Οι αναγνώστες RFID μπορούν να διαχωριστούν σε κατηγορίες σχετικά με τις φυσικές τους διαστάσεις, την εφαρμογή τους και τις τεχνικές ιδιότητες σε "ολοκληρωμένους αναγνώστες", "σταθερούς αναγνώστες", "ενσωματωμένους αναγνώστες" και "αναγνώστες χειρός". (17)

9.5.5. Πλεονεκτήματα

Τα σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρει το RFID είναι :

- Η αναγνώριση η οποία μπορεί να γίνει από απόσταση μιας και υπάρχουν RFID tags τα οποία είναι σε θέση παίρνοντας ενέργεια από κάποια πηγή η οποία είναι συνήθως μια μπαταρία και να στείλουν τις πληροφορίες στον δέκτη.
- Δυνατότητα αποθήκευσης περισσότερων δεδομένων συγκριτικά με τα Bar Code.
- Τα RFID tags μπορούν να μην είναι ορατά στο ανθρώπινο μάτι, για την αναγνώριση τους δεν χρειάζεται οπτικό μέσο.
- Δυνατότητα προγραμματισμού εξ αποστάσεως.
- Επιπρόσθετες λειτουργίες (Για παράδειγμα, Παρακολούθηση και καταγραφή της θερμοκρασίας, παρακολούθηση εφοδιαστικής αλυσίδας) (17)

10. Bibliography

1. What is Blockchain? *Lisk*. [Online] <https://lisk.io/academy/blockchain-basics/what-is-blockchain>.
2. **Nolan Bauerle**. How Does Blockchain Technology Work? *coindesk*. [Online] <https://www.coindesk.com/information/how-does-blockchain-technology-work/>.
3. Blockchain Use Cases. *Lisk*. [Online] <https://lisk.io/academy/blockchain-basics/use-cases>.
4. BigchainDB Documentation. 2018.
5. BigchainDB 2.0, The Blockchain Database. [book auth.] Berlin, Germany BigchainDB GmbH. 2018.
6. **Trent McConaghy, Rodolphe Marques, Andreas Muller, Dimitri De Jonghe, Troy McConaghy, Greg McMullen, Ryan Henderson, Sylvain Bellemare, Alberto Granzotto**. *BigchainDB: A Scalable Blockchain Database*. Berlin, Germany : ascribe GmbH, 2016.
7. **Καλλιόπη, Σαρτζετάκη**. *Logistics και Εφοδιαστική Αλυσίδα σε μια επιχείρηση*. σ.λ. : ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ, 2013.
8. Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας. *wikipedia.org*. [Online] 10 25, 2017. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7_%CE%B5%CF%86%CE%BF%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82_%CE%B1%CE%BB%CF%85%CF%83%CE%AF%CE%B4%CE%B1%CF%82.
9. **Lu, Dr. Daweri**. *Fundamentals of Supply Chain Management*. σ.λ. : Dr. Dawei Lu & Ventus Publishing Aps, 2011.
10. **SANTA CLARA UNIVERSITY LEAVEY SCHOOL OF BUSINESS**. Top 5 Reasons Companies Need Supply Chain Expertise. [Online] 2016. <https://www.scu.edu/business/ms-supply-chain-management/blog/top-5-reasons-companies-need-supply-chain-expertis/>.
11. **cscm**. The Importance of Supply Chain Management. [Online] https://cscmp.org/CSCMP/Develop/Starting_Your_SCM_Career/Importance_of_SCM/CSCMP/Develop/Starting_Your_Career/Importance_of_Supply_Chain_Management.aspx?hkey=cf46c59c-d454-4bd5-8b06-4bf7a285fc65.
12. **Aran Davies**. Blockchain for Supply Chain Management. *DevTeam.Space*. [Online] <https://www.devteam.space/blog/blockchain-for-supply-chain-management/#4>.
13. **Dr. Carsten Stöcker**. “Every Product Has a Story” - innogy’s Digital Product Memory. *bigchaindb*. [Online] <https://www.bigchaindb.com/usecases/supplychain/innogy/>.
14. **wikipedia**. Python. [Online] 07 06, 2018. <https://el.wikipedia.org/wiki/Python>.

15. About Python. *Swaroopch*. [Online] https://python.swaroopch.com/about_python.html.
16. Quickstart / Installation. *bigchaindb*. [Online] <https://docs.bigchaindb.com/projects/py-driver/en/latest/quickstart.html>.
17. **wikipedia**. RFID. [Online] 2018. <https://el.wikipedia.org/wiki/RFID>.