



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ**

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ BLOCKCHAIN ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΚΑΠΠΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΑΓΓΕΛΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**12/8/2022**

**ΧΙΟΣ**



## Ευχαριστίες

Για την επίτευξη αυτής της πτυχιακής θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και συμφοιτητές μου Γιάννη Κωνσταντινίδη, Χρήστο Σωτηρίου και Μιχάλη Σάββα, οι οποίοι με βοήθησαν στο να κατανοήσω την δομή μιας πτυχιακής εργασίας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον καθηγητή Raja Jayaraman του Khalifa University, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, ο οποίος απάντησε γρήγορα σε αίτημα μου για πρόσβαση σε ένα εμπλουτισμένο άρθρο του σχετικά με τις εφαρμογές της τεχνολογίας Blockchain στους λιμένες.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή της πτυχιακής μου, κ.Βαγγέλα Γεώργιο ο οποίος μου έδωσε την ευκαιρία να πραγματοποιήσω την πτυχιακή αυτή.

Την πτυχιακή αφιερώνω στους ανωτέρω καθώς και στην οικογένεια μου που στάθηκε δίπλα μου στην διετία της πανδημίας του Covid-19.

## Περίληψη

Η τεχνολογία Blockchain είναι μια ακμάζουσα και σχετικά νέα τεχνολογία στον παγκόσμιο κλάδο του εμπορίου, πόσο δε μάλλον στον ναυτιλιακό κλάδο. Αυτό το καιρό, αποτελεί μια πολυσυζητημένη και ενδιαφέρουσα τεχνολογία σε θέματα χρηματοπιστωτικού περιεχομένου. Δύναται να παράσχει πολλές δυνατότητες και πλεονεκτήματα στους χρήστες. Ενδεικτικά, η τεχνολογία Blockchain φέρνει επαναστατικές νέες μεθόδους στις συναλλαγές πελατών και εταιρειών, αντίστοιχες με εκείνες του διαδικτύου. Στην έναρξη της πορείας της, δεν υπήρξε αρκετά δημοφιλής τεχνολογία, αλλά μετέπειτα, κέντρισε το ενδιαφέρον αρκετών επιστημόνων και ερευνητών. Μέχρις ότου, η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στον χώρο των ψηφιακών νομισμάτων και αυτή ήταν η περίπτωση του Bitcoin, το 2008, από κάποιον/ους με το ψευδώνυμο "Satoshi Nakamoto". Ανεξάρτητα από διάφορες απόψεις, το bitcoin βοήθησε αρκετά στην εδραίωση των συναλλαγών χωρίς μεσάζοντα.

Δεκατέσσερα χρόνια μετά, το 2022, η τεχνολογία Blockchain αποκτά όλο και περισσότερες εφαρμογές. Εκτός από τον χρηματοοικονομικό τομέα, ειδική μνεία γίνεται και για τις εφαρμογές της Blockchain τεχνολογίας στους κλάδους της ναυτιλίας και της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και οι δύο κλάδοι περιλαμβάνουν πλήθος συναλλαγών, εμπλεκόμενων μερών και εγγράφων που τείνουν να δυσχεραίνουν το έργο μιας ναυτιλιακής εταιρείας.

Παρόλα αυτά, η ανάπτυξη εφαρμογών Blockchain συναντά πολλούς περιορισμούς κυρίως σε μηχανολογικές καινοτομίες, οι οποίες αφορούν κυρίως τα πλοία, αλλά και πολλές προκλήσεις κυρίως στο κομμάτι των νομοθετικών περιορισμών. Ο τομέας των Logistics και των λειτουργικών διαδικασιών στα λιμάνια δεν είναι όσο εξελιγμένος όσο θα μπορούσε να είναι.

Στην παρούσα πτυχιακή, θα γίνει λόγος για την τεχνολογία Blockchain, τις εφαρμογές της συγκεκριμένης τεχνολογίας γενικά αλλά και στα λιμάνια, με συγκεκριμένα παραδείγματα, αναφορές σε εγχειρήματα που είναι σε τροχιά ανάπτυξης ειδικά στο πεδίο εφαρμογών στα λιμάνια, καθώς και αναφορά σε πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, εφόσον διαπιστωθούν, αυτών των εγχειρημάτων.

**Λέξεις κλειδιά:** Blockchain, αποκέντρωση, block, καθολικό, αυτοματοποίηση

## Περιεχόμενα

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ BLOCKCHAIN ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ .....	1
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	3
2.1 Ορισμός της τεχνολογίας Blockchain .....	7
2.2 Ιστορική ανασκόπηση .....	7
2.3 Κατηγορίες Blockchain .....	11
2.3.1 Δημόσιο (Public) Blockchain .....	11
2.3.2 Πλεονεκτήματα Δημόσιων Blockchain .....	12
2.3.3 Μειονεκτήματα Δημόσιων Blockchain .....	13
2.3.4 Ιδιωτικό (Private) Blockchain .....	14
2.3.5 Πλεονεκτήματα ιδιωτικού Blockchain .....	14
2.3.6 Μειονεκτήματα ιδιωτικού Blockchain .....	15
2.3.7 Ιδιωτικό εναντίον Δημόσιο Blockchain .....	16
2.3.8 Consortium Blockchain .....	16
2.3.9 Πλεονεκτήματα του Consortium Blockchain .....	17
2.3.10 Μειονεκτήματα του Consortium Blockchain .....	18
2.3.11 Παραδείγματα εφαρμογής και εν εξελίξει κοινοπραξίες .....	19
2.4 Βασικά Χαρακτηριστικά του Blockchain .....	19
2.4.1 Block .....	19
2.4.2 Αλυσίδα .....	21
2.4.3 Ψηφιακή Υπογραφή (Digital Signing) .....	22
2.5 Δίκτυα ομότιμων κόμβων .....	23
2.6 Ο αποκεντρωμένος ιστός .....	25
2.7 “Εξόρυξη” (Mining) .....	26
2.8 Πρωτόκολλο συναίνεσης (Consensus Protocols) .....	27

2.9	Proof of Work (PoW) .....	27
2.10	Proof of Stake (PoS) .....	28
2.11	Πεδία εφαρμογής στην Ναυτιλία .....	29
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Αξιολόγηση της τεχνολογίας Blockchain .....	31
3.1	Οφέλη τεχνολογίας Blockchain .....	31
3.2	Προκλήσεις για την τεχνολογία Blockchain .....	33
3.3	Γενικές εφαρμογές της τεχνολογίας Blockchain .....	35
3.3.1	Δημόσιος Τομέας .....	35
3.3.2	Ασφαλιστικός Τομέας .....	37
3.3.3	Χρηματοοικονομικός Τομέας .....	38
3.3.4	Έξυπνα Συμβόλαια (Smart Contracts) .....	39
3.3.5	Έξυπνη φορτωτική (Smart Bill of Lading) .....	41
3.3.6	Ενιαία Βάση Δεδομένων .....	43
3.3.7	Εφαρμογή σε λιμένες και τερματικούς σταθμούς .....	44
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Εφαρμογές της τεχνολογίας Blockchain στους λιμένες .....	45
4.1	Blockchain smart port case: Μια start-up εταιρεία με έδρα την Αμβέρσα ...	46
4.2	Η τεχνολογία Blockchain ως μέσο αποθήκευσης πληροφοριών .....	54
4.3	Εφαρμογή τεχνολογίας Blockchain στα λιμάνια ελευθέρου εμπορίου της Χαϊναν .....	55
4.3.1	Σχετικά με τη Ζώνη Ελεύθερου Εμπορίου της Χαϊναν .....	55
4.3.2	Σχετικά με τα λιμάνια της ZEE της Χαϊναν .....	56
4.3.3	Μελέτη περίπτωσης βασισμένη σε λιμενικούς κόμβους στην ZEE της Χαϊναν .....	57
4.3.4	Ανίχνευση προϊόντων .....	57
4.3.5	Χρήση στη ναυτιλία .....	58
4.3.6	Χρήση στην αποθήκευση (warehousing) .....	59
4.3.7	Χρήση στη χρηματοδότηση της εφοδιαστικής .....	60

4.4 Χρήση Blockchain για τα έξυπνα λιμάνια ( Smart Ports) .....	61
4.5 Αδυναμίες στην εφαρμογή Blockchain .....	65
4.6 Κόστος ανάπτυξης Blockchain και οργανωτική προσαρμοστικότητα .....	67
4.7 Λοιπές Περιπτώσεις Εφαρμογές Blockchain .....	69
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ .....	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	74
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....	80

## **2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ BLOCKCHAIN**

### **2.1 Ορισμός της τεχνολογίας Blockchain**

Η τεχνολογία Blockchain είναι επί της ουσίας ένα κοινόχρηστο, αμετάβλητο μητρώο/καθολικό (ledger) στο οποίο αποθηκεύονται και επαληθεύονται πληροφορίες και δεδομένα, τα οποία εντάσσονται σε blocks με τη χρήση κρυπτογραφικών μεθόδων. Διευκολύνει τη διαδικασία καταγραφής των εκάστοτε συναλλαγών και παρακολούθησης περιουσιακών στοιχείων σε ένα επιχειρηματικό δίκτυο. Ένα περιουσιακό στοιχείο μπορεί να είναι υλικό (ένα σπίτι, ένα πλοίο, μετρητά, γη) ή άυλο (πνευματική ιδιοκτησία, διπλώματα). Ουσιαστικά οτιδήποτε έχει αξία μπορεί να παρακολουθηθεί και να διαπραγματευτεί σε ένα δίκτυο Blockchain, μειώνοντας τον κίνδυνο και μειώνοντας το κόστος για όλους τους εμπλεκόμενους. Μια πλατφόρμα blockchain μπορεί να είναι είτε δημόσια (ανοιχτή) είτε ιδιωτική (κλειστή), κατ' αντιστοιχία με τα δημόσια δίκτυα (όπως το internet) και τα εσωτερικά δίκτυα.

### **2.2 Ιστορική Ανασκόπηση**

Τα πρώτα χρόνια της λειτουργίας του διαδικτύου, η χρήση της κρυπτογράφησης αφορούσε κυρίως σε στρατιωτικές μονάδες και στις μυστικές υπηρεσίες. Με την εξάπλωση της χρήσης του όμως, η κρυπτογραφία άρχισε να ελκύει το ενδιαφέρον όλο και περισσότερων επιστημόνων, οι οποίοι συνειδητοποίησαν ότι η διαφύλαξη αλλά και η μεταφορά πληροφοριών δεν αποτελούσαν ασφαλείς διαδικασίες κατά τις πρώτες περιόδους χρήσης του διαδικτύου. Ένας από αυτούς ήταν ο Αμερικάνος επιστήμονας υπολογιστών David Chaum, ο οποίος ανησυχούσε ότι οι υπολογιστές περιείχαν ευαίσθητες προσωπικές πληροφορίες των χρηστών, οι οποίες ήταν εύκολα προσβάσιμες στις εκάστοτε κυβερνήσεις αλλά και στις επιχειρήσεις. Στην προσπάθειά του να προστατεύσει την ιδιωτικότητα και τα προσωπικά δεδομένα των ατόμων, ο Chaum πρότεινε κάποιες συγκεκριμένες λύσεις, οι οποίες ήταν αρκετά προηγμένες για την εποχή τους. Το 1983 δημοσίευσε άρθρο με τίτλο «Οι αριθμοί μπορούν να γίνουν καλύτερο είδος χρημάτων από το χαρτί» (Numbers can be a better form of cash than paper) όπου υπέδειξε για πρώτη φορά τη χρήση ψηφιακού νομίσματος, «άνωνυμο όπως το χάρτινο, και ευέλικτο όπως μία πιστωτική κάρτα», καθώς και την χρήση έξυπνων καρτών, δηλαδή πλαστικές κάρτες που θα περιέχουν τσιπ μικροϋπολογιστών. Η τεχνολογία που απαιτούταν για την δημιουργία ενός ψηφιακού νομίσματος, δεν υπήρχε τότε και συνεπώς δεν υλοποιήθηκε αυτό το όραμα. Παρόλα αυτά, μέσα στο ίδιο έτος, ο Chaum δημοσιοποίησε ένα ακόμα άρθρο με τίτλο «"Τυφλές" υπογραφές για μη ανιχνεύσιμες πληρωμές». Με αυτό το άρθρο, ο Chaum έκανε λόγο για μια μορφή ψηφιακής υπογραφής στην οποία το περιεχόμενο ενός μηνύματος «μεταμφιέζεται»



(«τυφλώνεται») πριν την υπογραφή. Έτσι, η τυφλή υπογραφή θα μπορούσε να επαληθευτεί δημόσια έναντι του αρχικού, μη-τυφλού μηνύματος με τον τρόπο μιας κανονικής ψηφιακής υπογραφής. Μια τέτοια υπογραφή θα χρησιμοποιηθεί συνήθως σε πρωτόκολλα που σχετίζονται με την προστασία της ιδιωτικής ζωής, όπου και ο υπογραφών και ο αποστολέας μηνυμάτων αποτελούν ξεχωριστά μέρη. Οι «τυφλές» υπογραφές χρησιμοποιήθηκαν αργότερα, για τη δημιουργία του e-cash, ενός ψηφιακού συστήματος πληρωμής που επέτρεπε ασφαλείς και ανώνυμες πληρωμές μέσω διαδικτύου.

Μέσα, στα επόμενα χρόνια οι πρωτότυπες ιδέες του Chaum διαδόθηκαν και στη συνέχεια, κατά την διάρκεια της δεκαετίας του '90, ιδρύθηκε το κίνημα των cypherpunks, τα μέλη του οποίου προσπάθησαν να κάνουν τις ιδέες του Chaum πραγματικότητα και έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη μετέπειτα διαμόρφωση της τεχνολογίας. Στόχος τους ήταν η εξασφάλιση της ατομικής ελευθερίας και η προστασία των προσωπικών δεδομένων με τη χρήση κρυπτογραφίας. (May, 1994)

Τα θεμέλια για την τεχνολογία Blockchain όμως δημιουργήθηκαν από τους Stuart Haber και W. Scott Stornetta. Δουλεύοντας στην AT&T Bell Labs, μια εταιρεία η οποία ξεχώρισε κατά τις αρχές δεκαετίας του '90 στον χώρο των τηλεπικοινωνιών, ο Haber και Stornetta είχαν την άδεια να δουλέψουν σε δικά τους ερευνητικά projects. Ένα από αυτά ήταν μία μεθοδολογία χρονοσήμανσης (timestamp) των ψηφιακών εγγράφων που θα μπορούσε να καθιστά αδύνατη την αλλοίωσή τους και συνεπώς να προστατεύει τα πνευματικά δικαιώματα των δημιουργών τους. Με τον όρο χρονοσήμανση εννοείται ένα σύνολο πληροφοριών που καθιστούν δυνατή την αναγνώριση τη στιγμή που καταχωρείται ένα συγκεκριμένο γεγονός. Στην έρευνα τους είναι φανερά τόσο τα χαρακτηριστικά όσο και η ιδέα πίσω από το Blockchain. Μέσα από το έργο τους, προτείνουν τη χρήση ενός διανεμημένου δικτύου χρηστών, όπου κάθε ένας από τους χρήστες θα έχει ένα μοναδικό κωδικό. Όποτε ένας χρήστης θέλει να χρονοσημάνει κάποιο έγγραφο, το προωθεί σε μία αρμόδια υπηρεσία (Time-Stamping Service), η οποία καταγράφει την ώρα και την ημερομηνία που έλαβε το έγγραφο και διατηρεί ένα αντίγραφο του για επιπλέον ασφάλεια.

Για την αντιμετώπιση προβλημάτων όπως έλλειψη ιδιωτικότητας, χώρου αποθήκευσης και εμπιστοσύνης, οι Haber και Stornetta προτείνουν τη χρήση της κρυπτογραφικής συνάρτησης κατακερματισμού hash4 και της ψηφιακής υπογραφής. Με την χρήση των δύο τεχνολογιών, οι χρήστες, αντί να στέλνουν το ίδιο το έγγραφο στην υπηρεσία χρονοσήμανσης, μπορούν να στέλνουν την αξία της συνάρτησης hash. Όταν παραληφθεί από την υπηρεσία, προσθέτει την ημερομηνία και την ώρα, διενεργεί την διαδικασία της υπογραφής και τη στέλνει πίσω στον πελάτη, ο οποίος επιβεβαιώνει την ορθότητα της χρονοσήμανσης.

Παράλληλα πολλοί επιστήμονες και μέλη του κινήματος των cypherpunks εμπνευσμένοι από τον David Chaum, επιχείρησαν να εξελίξουν την ιδέα του ψηφιακού χρήματος. Ένας από τους συνεργάτες του Chaum, ο Nick Szabo, δημοσίευσε μια έρευνα το 1996 στην οποία τόνισε το σημαντικότερο ρόλο που κατέχουν τα συμβόλαια στην καθημερινότητά των ατόμων και προτείνει την χρήση ενός αλγόριθμου που να ενσωματώνει τους όρους και τις ρήτρες του εκάστοτε συμβολαίου. Αυτή είναι η πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκε ο όρος των έξυπνων συμβολαίων (smart contracts) τα οποία πλέον είναι από τα πιο υποσχόμενα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας του Blockchain. Η ονομασία τους οφείλεται στη λειτουργικότητα που προσφέρουν σε σχέση με την παραδοσιακή μορφή των συμβολαίων.

Μόλις μια δεκαετία αργότερα, το 2008, η διεθνής χρηματοοικονομική αγορά μετατράπηκε σε θύμα μιας ακόμα παγκόσμιας κρίσης οικονομικού χαρακτήρα. Τότε, ένα άτομο ή ομάδα ατόμων, του οποίου ή των οποίων η ταυτότητα παραμένει άγνωστη ακόμα και σήμερα, υπό το ψευδώνυμο Satoshi Nakamoto, χρησιμοποίησε/-αν για πρώτη φορά τη τεχνολογία του Blockchain. Δημοσίευσαν το άρθρο με τίτλο: «Bitcoin: Ένα ηλεκτρονικό σύστημα συναλλαγών από χρήστη σε χρήστη» (Bitcoin: A Peer to Peer electronic Cash System) και μέσα από αυτό πρότειναν ένα πρωτόκολλο για συναλλαγές χρηματοοικονομικού τύπου χωρίς την ύπαρξη τρίτων μερών και επίτευξη της αποφυγή των διπλών δαπανών (double spending) , μέσω του κρυπτονομίσματος Bitcoin.

Το άρθρο αυτό αποτελεί την αφετηρία των κρυπτονομισμάτων, πάνω στην οποία στηρίχθηκε ολόκληρο το οικοσύστημα των κρυπτονομισμάτων. Τα κρυπτονομίσματα, ή ψηφιακά νομίσματα, διαφέρουν από τα παραδοσιακά διότι δεν δημιουργούνται ή δεν ελέγχονται από κυβερνήσεις και χρηματοοικονομικούς οργανισμούς και για πρώτη φορά στην ιστορία του χρηματοπιστωτικού συστήματος επέτρεψαν τις συναλλαγές χωρίς μεσάζοντα.

Ο/οι Nakamoto στο άρθρο του/τους τονίζει/τονίζουν αρχικά τις αδυναμίες των ηλεκτρονικών συστημάτων για συναλλαγές. Το εμπόριο στο διαδίκτυο, μέχρι το 2008, βασιζόταν αποκλειστικά σε χρηματοοικονομικά ιδρύματα τα οποία λειτουργούσαν ως μεσάζοντες για την επεξεργασία και εκπλήρωση των διαδικτυακών πληρωμών. Το πρωτόκολλο που προτείνουν είναι ένα πλήρως αποκεντρωμένο ηλεκτρονικό σύστημα κρυπτονομισμάτων χωρίς κάποια κεντρική αρχή έτσι ώστε να επιτευχθεί η επικύρωση των συναλλαγών. Έτσι, η εμπιστοσύνη αντικαθίσταται με τη χρήση κρυπτογραφίας και μαθηματικών και οι ίδιοι οι χρήστες του δικτύου επικυρώνουν τις συναλλαγές. Στο άρθρο του/των Nakamoto, το ψηφιακό νόμισμα Bitcoin ορίζεται ως αλυσίδα από ψηφιακές υπογραφές. Για την αποφυγή των διπλών δαπανών χρησιμοποιείται η μέθοδος χρονικής σήμανσης των δεδομένων των Haber και Stornetta. Για την επίτευξη της εμπιστοσύνης μεταξύ των χρηστών στο διανεμημένο σύστημα, ο/οι Nakamoto δημιούργησαν τον αλγόριθμο «απόδειξη της εργασίας» (Proof of Work- PoW) που αναλύεται στη συνέχεια.

Το 2009, ο/οι Satoshi Nakamoto δημοσίευσαν το λογισμικό ανοιχτού κώδικα και σε συνεργασία με προγραμματιστές χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά η τεχνολογία με την πραγματοποίηση της πρώτης διαδικτυακής συναλλαγής. Ενώ στην αρχή αλλά και μετέπειτα αντιμετωπίστηκε με δυσπιστία από μεγάλους χρηματοπιστωτικές φορείς όπως την Goldman Sachs και η JP Morgan, επενδυτές και επιστήμονες αναγνώρισαν πως η δυναμική και τα οφέλη δεν περιορίζονται στο Bitcoin, αλλά στην ευρύτερη τεχνολογία του Blockchain.

Σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της τεχνολογίας διαδραμάτισε και ο Καναδός Vitalik Buterin, ο οποίος το 2013, σε ηλικία μόλις 19 ετών, έφτιαξε ένα καινούριο Blockchain, το Ethereum, μία παγκόσμια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα για αποκεντρωμένες εφαρμογές η οποία χρησιμοποιεί το Ether σαν ψηφιακό νόμισμα. Ο Buterin εμπνεύστηκε από τις ιδέες του Szabo και την τεχνολογία Blockchain και επηρεασμένος από την τεχνολογία που μόλις είχε αρχίσει να αναγνωρίζεται διεθνώς, εξέλιξε τις δυνατότητές της με τη δημιουργία των έξυπνων συμβολαίων (smart contracts): ενώ η έννοια παραπέμπει σε νομική συμφωνία, δεν είναι παρά κομμάτια κώδικα που τρέχουν και εκτελούνται αυτόματα πάνω στο Blockchain και μιμούνται τη λογική των επιχειρηματικών συμφωνιών. Οι προγραμματιστές μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν για να χτίσουν αλλά και να φιλοξενούν μέσω του κώδικα τις δικές τους εφαρμογές. Αυτές αποκαλούνται αποκεντρωμένες εφαρμογές (decentralized applications) και λειτουργούν χωρίς τη χρήση ενδιάμεσων μερών, αλλά πάνω σε ένα δίκτυο το οποίο λειτουργεί από υπολογιστές.

Τελευταία και πρόσφατη επανάσταση στο χώρο του Blockchain είναι αυτή των ψηφιακών αγαθών (digital tokens). Πλέον τα αγαθά ανταλλάσσονται ψηφιακά πάνω στο δίκτυο Blockchain, χωρίς ενδιάμεσους, με ασφαλές και διάφανο τρόπο, δίνοντας έτσι το έναυσμα στη μετάβαση από το διαδίκτυο των πληροφοριών (Internet of Information), στο διαδίκτυο των αξιών (Internet of Value). Είναι προσβάσιμες στο ευρύ κοινό, νέες αγορές κεφαλαίου καθώς ψηφιοποιούνται αγαθά κάθε είδους. Από μετοχές και ομόλογα, έως υποθήκες, ιδιοκτησίες, αντικείμενα και πολλά ακόμη. Πάνω σε αυτό το κομμάτι αξίζει να αναφερθεί και το NFT. Τα Non-Fungible Tokens (Μη-ανταλλάξιμο διακριτικό) είναι κρυπτογραφημένα στοιχεία βασισμένα σε δίκτυο Blockchain, με μοναδικούς κωδικούς αναγνώρισης. Έχουν την δυνατότητα να συνδέονται με φυσικά ή ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία. Μπορεί να είναι ένα ψηφιακό έργο τέχνης, ένα δημοσιευμένο άρθρο, ακόμη και ένα περιουσιακό στοιχείο το οποίο πωλείται ως NFT και περιέχει κάποιες πληροφορίες, όσον αφορά την ιδιοκτησία του. Με αυτή τη διαδικασία η ιδιοκτησία δεν μπορεί να αντιγραφεί, να αλλάξει, να διαγραφεί και οι κάτοχοι ενός NFT είναι και οι μοναδικοί κύριοι του τίτλου ιδιοκτησίας αυτού του ψηφιακού περιουσιακά στοιχεία.

## 2.3 Κατηγορίες Blockchain

Η τεχνολογία Blockchain είναι το επίκεντρο της Web3 εποχής. Κάθε μπλοκ (block) αποτελεί μέρος μιας βάσης δεδομένων που απλουστεύει τους τρόπους καταγραφής διαφόρων πληροφοριών. Το Blockchain χωρίζεται σε δύο τύπους: Δημόσιο (Public) και Ιδιωτικό (Private). Ενώ τα δημόσια Blockchains είναι αποκεντρωμένα δίκτυα P2P (Peer-to-peer), το καθολικό ελέγχεται από μια κεντρική αρχή σε ιδιωτικές αλυσίδες block. Αυτό σημαίνει ότι η κύρια διαφορά έγκειται στο επίπεδο πρόσβασης που παρέχεται στους χρήστες.

### 2.3.1 Δημόσιο (Public) Blockchain

Γνωστές και ως Blockchain χωρίς άδεια, μια δημόσια Blockchain είναι εντελώς ανοιχτή στο ευρύ κοινό και ακολουθεί την ιδέα της αποκέντρωσης ως κεντρική φιλοσοφία. Το Bitcoin αλλά και το Ethereum είναι φαινομενικά παραδείγματα δημοσίων Blockchain. Οποιοσδήποτε στο δίκτυο μπορεί να έχει πρόσβαση στην αλυσίδα και να προσθέτει blocks. Τα δημόσια Blockchain είναι σε μεγάλο βαθμό ανώνυμα, σε αντίθεση με τα ιδιωτικά, όπου η ταυτότητα των ατόμων που εμπλέκονται στη συναλλαγή δεν παραμένει κρυφή.

### 2.3.2 Πλεονεκτήματα Δημοσίων Blockchain

- i. Ασφάλεια: το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των δημοσίων μπλοκ αλυσίδων είναι η ασφάλεια που παρέχουν στους χρήστες και στις συναλλαγές. Μια συναλλαγή που καταγράφεται σε μια αλυσίδα είναι αμετάβλητη επειδή δεν μπορεί να τροποποιηθεί ή να αφαιρεθεί, παρά μόνο να προστεθεί. Επιπροσθέτως, η εγκυρότητα μιας συναλλαγής αναγνωρίζεται όταν η πλειοψηφία συμφωνεί ότι η συναλλαγή είναι έγκυρη, καθιστώντας το Blockchain απρόσβλητο από εξωτερικές παραβιάσεις. Όσο πιο αποκεντρωμένο είναι ένα Blockchain, τόσο πιο ασφαλές θεωρείται ότι είναι. Ένας μεγαλύτερος αριθμός χρηστών καθιστά πιο δύσκολο για τους επιτήδειους hackers να συνενωθούν και να παραβιάσουν το δίκτυο.
- ii. Διαφάνεια: δεδομένου ότι οι δημόσιες Blockchain κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας κωδικούς υπολογιστών ανοιχτού κώδικα, οι συναλλαγές είναι απολύτως διαφανείς και επαληθεύσιμες. Το δημόσιο Blockchain μπορεί να δώσει τεράστια ώθηση για ένα φουτουριστικό σύστημα αποκεντρωμένων ταυτοτήτων (DIDs). Σύμφωνα με την ίδια τη Microsoft, μια αποκεντρωμένη ταυτότητα

είναι ένα πλαίσιο εμπιστοσύνης στο οποίο τα αναγνωριστικά, όπως τα ονόματα χρήστη, μπορούν να αντικατασταθούν με αναγνωριστικά που είναι ιδιόκτητα, και επιτρέπουν την ανταλλαγή δεδομένων χρησιμοποιώντας Blockchain για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και των ασφαλών συναλλαγών. Κανονικά, οι χρήστες πρέπει να εγγραφούν ξεχωριστά και να περάσουν από μια μακρά διαδικασία επαλήθευσης ταυτότητας για πρόσβαση σε τραπεζικούς λογαριασμούς, λογαριασμούς που διατηρούν σε διάφορες πλατφόρμες ψυχαγωγίας (πχ. Netflix) ή ακόμη και να αποκτήσουν άδεια οδήγησης.

- iii. **Ανωνυμία:** η ανωνυμία είναι ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα ενός δημόσιου Blockchain. Η συναλλαγή διαδίδεται σε ολόκληρο το δημόσιο καθολικό ως κομμάτια δεδομένων και δεν μπορεί να εντοπιστεί στην αρχική διεύθυνση των χρηστών.

### **2.3.3 Μειονεκτήματα Δημόσιων Blockchain**

- i. **Κατανάλωση ενέργειας:** τα δημόσια blockchains όπως το Bitcoin έχουν αλγόριθμους που λειτουργούν στην απόδειξη της εργασίας (Proof of Work). Ειδικοί κόμβοι που ονομάζονται miners ανταγωνίζονται μεταξύ τους για να ολοκληρώσουν μια συναλλαγή στο δίκτυο έναντι ανταμοιβής. Ωστόσο, αυτές οι συναλλαγές είναι εξαιρετικά απαιτητικές σε θέματα κατανάλωσης ενέργειας και χρειάζονται πολύ χρόνο για να ολοκληρωθούν. Για παράδειγμα, το Bitcoin καταφέρνει να ολοκληρώσει επτά συναλλαγές κάθε δευτερόλεπτο σε σύγκριση με τη Visa, η οποία μπορεί να ολοκληρώσει 24.000 συναλλαγές σε ένα δευτερόλεπτο. Ενώ, σύμφωνα με το Forbes, το Bitcoin χρησιμοποιεί 707 κιλοβατώρες (kWh) ηλεκτρικής ενέργειας ανά συναλλαγή. Τα μεγέθη block που προσφέρονται σε δημόσιες αλυσίδες μπλοκ είναι επίσης περιορισμένα λόγω του πόσο απαιτητικά τείνουν να είναι στους πόρους.

- ii. Επεκτασιμότητα: η ταχύτητα συναλλαγής συνδυάζει τα ζητήματα επεκτασιμότητας με τις δημόσιες Blockchain. Όσο περισσότεροι χρήστες βρίσκονται σε ένα δημόσιο blockchain, τόσο περισσότερο επιβαρύνεται το δίκτυο με περισσότερες συναλλαγές.
- iii. Ασφάλεια: υπάρχει μια εξαίρεση στον κανόνα σχετικά με την ασφάλεια στις δημόσιες Blockchain. Οι συναλλαγές πραγματοποιούνται όταν η πλειοψηφία των Miners έρχονται σε συμφωνία γι' αυτό. Σε αυτό το πρωτόκολλο απόδειξης εργασίας (Proof of Work), επιτήδειοι hackers μπορούν να αποτρέψουν τη δημιουργία νέων μπλοκ αλυσίδων κερδίζοντας ποσοστό κατακερματισμού 51%.

#### **2.3.4 Ιδιωτικό (Private) Blockchain**

Σε αντίθεση με το δημόσιο Blockchain, στο ιδιωτικό Blockchain ισχύει ότι οι συμμετέχοντες μπορούν να συμμετάσχουν σε αυτό μόνο μέσω πρόσκλησης όπου η ταυτότητά τους ή άλλες απαιτούμενες πληροφορίες είναι αυθεντικές και επαληθευμένες. Η επικύρωση γίνεται από τον διαχειριστή δικτύου ή από ένα σαφώς καθορισμένο πρωτόκολλο που εφαρμόζεται από το δίκτυο μέσω έξυπνων συμβάσεων ή άλλων αυτοματοποιημένων μεθόδων έγκρισης.

Οι ιδιωτικές Blockchain ελέγχουν το ποιος επιτρέπεται να συμμετέχει στο δίκτυο. Εάν το δίκτυο είναι ικανό για εξόρυξη, η ιδιωτική του φύση θα μπορούσε να ελέγξει ποιοι χρήστες μπορούν να εκτελέσουν το πρωτόκολλο συναίνεσης που αποφασίζει τα δικαιώματα εξόρυξης και τις ανταμοιβές. Επιπλέον, μόνο επιλεγμένοι χρήστες ενδέχεται να διατηρήσουν το κοινόχρηστο καθολικό. Ο ιδιοκτήτης ή ο χειριστής έχει το δικαίωμα να παρακάμψει, να επεξεργαστεί ή να διαγράψει τις απαραίτητες καταχωρήσεις στο Blockchain όπως απαιτείται ή όπως κρίνουν κατάλληλο.

#### **2.3.5 Πλεονεκτήματα ιδιωτικού Blockchain**

Η οντότητα που λειτουργεί ως πύλη Blockchain ελέγχει την πρόσβαση στο δίκτυο καθώς και την προβολή των συμμετεχόντων. Αυτή η μορφή ελέγχου σημαίνει ταχύτερες συναλλαγές. Οι ιδιωτικές Blockchain έχουν πολύ λιγότερους κόμβους από τις δημόσιες Blockchain, επομένως η απόδοση είναι ταχύτερη. Η τελευταία μορφή ελέγχου επιτρέπει στους συμμετέχοντες να πραγματοποιούν συναλλαγές απρόσκοπτα, χωρίς να διατρέχουν τον κίνδυνο να δώσουν ακούσια πρόσβαση στον ανταγωνιστή στο να κατανοούν τα δεδομένα τους. Οι

συμμετέχοντες έχουν άδεια πρόσβασης σε συγκεκριμένους τύπους δεδομένων και ολοκληρώνουν συγκεκριμένες λειτουργίες, γεγονός που σίγουρα προσθέτει ένα επιπλέον επίπεδο ασφάλειας.

Γενικά, τα ιδιωτικά δίκτυα Blockchain ξεκινούν σε μικρή κλίμακα, με λίγους μόνο συμμετέχοντες. Φυσικά, ο στόχος είναι να επεκταθεί το οικοσύστημα συμπεριλαμβάνοντας περισσότερους εμπορικούς ή επιχειρηματικούς εταίρους και τον αντίστοιχο κόμβο τους με την πάροδο του χρόνου. Το μικρότερο μέγεθος ενός ιδιωτικού Blockchain σε σύγκριση με ένα δημόσιο δίκτυο Blockchain προσφέρει δύο βασικά πλεονεκτήματα όσον αφορά τη διαχειριστικότητα της εκάστοτε πλατφόρμας. Οι χρόνοι διακοπής μειώνονται ενώ οι χρόνοι λειτουργίας μεγιστοποιούνται και διευκολύνεται η επεκτασιμότητα. Είναι σχεδόν απίθανο να συμπεριληφθούν ταυτόχρονα μεγάλες ομάδες συμμετεχόντων.

Τέλος, σε κάθε βιομηχανία η συμμόρφωση είναι υψίστης σημασίας. Για το σκοπό αυτό, η ανάπτυξη μιας τεχνολογίας θεωρείται ότι αποτυγχάνει, εάν δεν ακολουθεί αυστηρές οδηγίες συμμόρφωσης που ισχύουν για τη βιομηχανία στην οποία εξελίσσονται οι συμμετέχοντες στο δίκτυο Blockchain. Έχοντας τον έλεγχο της υποδομής, ο πάροχος τεχνολογίας είναι σε θέση να ακολουθήσει και να ενσωματώσει αυτές τις απαιτήσεις πιο απρόσκοπτα.

### **2.3.6 Μειονεκτήματα ιδιωτικού Blockchain**

Ενώ έχουν σχεδιαστεί σκόπιμα για επιχειρηματικές εφαρμογές, οι ιδιωτικές Blockchain χάνουν πολλά από τα πολύτιμα χαρακτηριστικά των συστημάτων χωρίς άδεια απλώς και μόνο επειδή δεν είναι ευρέως εφαρμόσιμα. Αντίθετα, κατασκευάζονται για να εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες και λειτουργίες.

Από αυτή την άποψη, οι ιδιωτικές Blockchain είναι ευαίσθητες σε παραβιάσεις δεδομένων και άλλες απειλές για την ασφάλεια. Αυτό συμβαίνει επειδή υπάρχει γενικά ένας περιορισμένος αριθμός ατόμων που γίνεται να επαληθεύσουν και που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη συναίνεσης σχετικά με τις συναλλαγές και τα δεδομένα εάν υπάρχει μηχανισμός συναίνεσης.

Σε ένα ιδιωτικό blockchain, μπορεί να μην υπάρχει συναίνεση, αλλά μόνο η αμετάβλητη εισαγωγή δεδομένων, εκτός εάν ένας χειριστής ή διαχειριστής μπορεί να κάνει αλλαγές.

### **2.3.7 Ιδιωτικό εναντίον Δημόσιο Blockchain**

Τα ιδιωτικά Blockchain όπως το Ripple και το Hyperledger έχουν το πλεονέκτημα της ταχύτητας επειδή ένα μικρότερο σύνολο χρηστών σημαίνει και λιγότερο χρόνο για να επιτευχθεί συναίνεση για την επικύρωση μιας συναλλαγής. Οι ιδιωτικές Blockchain μπορούν να επεξεργάζονται χιλιάδες συναλλαγές κάθε δευτερόλεπτο και είναι εύκολα επεκτάσιμες.

Ένα ιδιωτικό Blockchain διαθέτει ένα κεντρικό δίκτυο που επιταχύνει τη διαδικασία συναλλαγής. Η ύπαρξη ενός κεντρικού δικτύου θέτει επίσης το ζήτημα της εμπιστοσύνης, το οποίο επιλύεται σε ένα δημόσιο Blockchain. Η εγκυρότητα μιας συναλλαγής δεν μπορεί να επαληθευτεί σε ιδιωτικά δίκτυα και βασίζεται στην αξιοπιστία των εξουσιοδοτημένων κόμβων. Επιπλέον, λιγότεροι κόμβοι καθιστούν το δίκτυο πιο ευαίσθητο σε κακόβουλες επιθέσεις.

Η ανωνυμία των δημόσιων Blockchain έχει επίσης καταστεί ως μια σημαντική μέθοδο συναλλαγής για παράνομες δραστηριότητες στο διαδίκτυο, καθώς είναι δύσκολο να εντοπιστούν τα εμπλεκόμενα μέρη.

### **2.3.8 Consortium Blockchain**

Τα δημόσια Blockchain (Public Blockchain) είναι προσβάσιμα σε οποιονδήποτε έχει σύνδεση στο Διαδίκτυο. Τα ιδιωτικά Blockchain (Private Blockchain) εξυπηρετούν γενικά μια επιχείρηση για εταιρικές λύσεις λογισμικού και επιλύουν επιχειρηματικές υποθέσεις.

Υπάρχει όμως και μια παραλλαγή των δύο. Τα Blockchain κοινοπραξίας (Consortium Blockchain) είναι ένας περισσότερο ιδιωτικός τύπος καταμεμημένου καθολικού. Ο πρωταρχικός στόχος μιας κοινοπραξίας Blockchain αποσκοπεί στο να αυξήσει τα αποτελέσματα συνεργασίας για να αντιμετωπιστούν έτσι οι συνεχείς προκλήσεις μιας συγκεκριμένης βιομηχανίας. Οι οργανισμοί με κοινούς στόχους μπορούν να επιλέξουν την Blockchain κοινοπραξίας για την ανανέωση της διαφάνειας, της λογοδοσίας και της ροής εργασίας. Μια σχετική έρευνα της πολυεθνικής Αμερικάνικης εταιρείας Deloitte, δείχνει ότι περίπου το 74% των οργανισμών που έλαβαν μέρος στην έρευνα προτιμούν κοινοπραξίες Blockchain. Πολλές πλατφόρμες Blockchain προσφέρονται ως ραχοκοκαλιά για διάφορες οργανωτικές λύσεις. Το Blockchain κοινοπραξίας προσφέρει την ένταξη μιας καθιερωμένης δομής και τον διαμοιρασμό πληροφοριών. Αυτή η τεχνολογία βοηθά τους οργανισμούς να βρουν λύσεις μαζί και να εξοικονομήσουν χρόνο και κόστος ανάπτυξης.



### 2.3.9 Πλεονεκτήματα του Consortium Blockchain

**Επικύρωση:** Ο αριθμός των συμμετεχόντων στην Blockchain κοινοπραξίας είναι γνωστός και επαληθευμένος. Ο έλεγχος ταυτότητας που διεξάγεται από τους ίδιους μειώνει τον κίνδυνο απειλών για τα δεδομένα. Οι κόμβοι που παραβιάζουν τα καθορισμένα πρωτόκολλα εντοπίζονται αμέσως και υφίστανται τις συνέπειες της παραβίασης αυτής. Οι άλλες απειλές όπως το SQL injection ή το DDoS (επίθεση άρνησης υπηρεσιών) είναι ασήμαντες στο blockchain της κοινοπραξίας.

**Έλεγχος:** Αντί για μια μοναδική οντότητα, μια συγκεκριμένη ομάδα αυθεντικών συμμετεχόντων ελέγχει το Blockchain. Αυτού του τύπου ο έλεγχος βοηθά στον καθορισμό κανόνων, στην τροποποίηση υπολοίπων, στην επεξεργασία ή στην ακύρωση λανθασμένης συναλλαγής και στην ενθάρρυνση της πλήρους συνεργασίας για εταιρείες με κοινούς στόχους μετά την επιβεβαίωση από κάθε συμμετέχοντα.

**Ασφάλεια:** Οι πληροφορίες σχετικά με τα αυθεντικά block δεν επιτρέπονται για πρόσβαση στο κοινό. Ωστόσο, οι συμμετέχοντες στην κοινοπραξία μπορούν να έχουν γρήγορη πρόσβαση στις πληροφορίες, εξασφαλίζοντας ασφάλεια υψηλού επιπέδου. Δημιουργεί υψηλά επίπεδα εμπιστοσύνης για τους πελάτες της πλατφόρμας.

**Οικονομικό:** Σε σύγκριση με άλλους τύπους Blockchain, το Consortium Blockchain δεν χρεώνει καμία υπηρεσία και δεν εμπεριέχει τέλος συναλλαγής στη ρύθμιση της κοινοπραξίας.

**Συμφωνία:** Σύμφωνα με το σύστημα διακυβέρνησης, μια σύμβαση συνάπτεται από σχετικά μικρότερο αριθμό κόμβων. Αυτός ο τύπος συναίνεσης είναι ευκολότερος καθώς είναι λιγότερο απαιτητικός. Αυτές οι πτυχές επηρεάζουν άμεσα τις εξόδους συναλλαγών που οδηγούν σε αυξημένα γρήγορες λειτουργίες και βελτιωμένη επεκτασιμότητα.

**Ευελιξία:** Η συμμετοχή πολλών ατόμων που έχουν την δυνατότητα για επικύρωση σε άλλους τύπους Blockchain οδηγεί σε αμοιβαία συναίνεση και ζητήματα συγχρονισμού. Ωστόσο, τέτοια ζητήματα μπορούν να αποφευχθούν στο Consortium Blockchain λόγω του περιορισμένου αριθμού συμμετεχόντων.

### **2.3.10 Μειονεκτήματα του Consortium Blockchain**

Η κεντρική δομή δικτύου καθιστά την Blockchain κοινοπραξίας ευάλωτη σε κακόβουλους παίκτες. Ο περιορισμένος αριθμός συμμετεχόντων οδηγεί στην υπόθεση ότι ένας ή περισσότεροι συμμετέχοντες μπορεί να είναι διεφθαρμένοι. Ο σχεδιασμός μιας κοινής υποδομής εγγυάται περισσότερη ασφάλεια από μια ενιαία επιχείρηση.

Ευαίσθητη διαδικασία ξεκινήματος: Λόγω της μικρότερης ευελιξίας που έχει το Blockchain κοινοπραξίας, ο καθορισμός ενός τυπικού δικτύου μεταξύ πολλών επιχειρήσεων είναι υποτονικός. Δεδομένου ότι όλοι οι συμμετέχοντες πρέπει να αναγνωρίσουν τα πρωτόκολλα, η εισαγωγή ενός νέου Blockchain δεν είναι μια εύκολη διαδικασία.

Έλλειψη συνεργασίας: μερικές φορές, οι συμμετέχοντες δεν μπορούν να συνεργαστούν και να καταλήξουν σε συμφωνία, η οποία παρεμποδίζει την ταχύτητα με την οποία μπορεί να παρθεί μια απόφαση μέσα στην αλυσίδα.

Πλαίσιο: το Blockchain κοινοπραξίας στερείται του χαρακτηριστικού ενός ενοποιημένου πλαισίου. Λύσεις όπως το Corda της R3, απαρτία της JP Morgan, Hyperledger παρέχουν τα βιομηχανικά πρότυπα που απαιτούνται από τα ιδιωτικά Blockchain.

### **2.3.11 Παραδείγματα εφαρμογής και εν εξελίξει κοινοπραξίες**

Αναμφισβήτητα, το Blockchain κοινοπραξίας είναι μια σημαντική καινοτομία που προωθεί την υιοθέτηση του Blockchain στις βιομηχανίες. Μερικοί από τους τομείς όπου η τεχνολογία της κοινοπραξίας θα μπορούσε να προσφέρει πολλές δυνατότητες είναι :

- Εφοδιαστική αλυσίδα
- Ασφάλιση και υγειονομική περίθαλψη
- Τράπεζες και Χρηματοοικονομικά

Ήδη αναπτύσσονται πολλά projects που έχουν ως βάσει τους το Blockchain κοινοπραξίας. Ένα από αυτά είναι και το Voltron project. Το έργο αυτό ξεκίνησε το 2018 από τους CryptoBLK και R3. Ο στόχος αυτής της κοινοπραξίας είναι η ψηφιοποίηση εγγράφων. Περιλαμβάνει μια ομάδα δώδεκα τραπεζών, συγκεκριμένα τις BBVA, SEB, Scotiabank, ING, Mizuho, Intesa Sanpaolo, CTBC Bank, U.S. Bank, Bangkok Bank, Natwest, BNP Paribas και HSBC. Οι ζητούμενες συναλλαγές είναι γρήγορες και συνήθως χρειάζονται λιγότερο από 24 ώρες για επεξεργασία.

Ένα ακόμη project που λανσαρίστηκε από την IBM το 2016 είναι το Batavia. Το έργο αυτό αποτελείται από μια ομάδα πέντε τραπεζών: Bank of Montreal, UBS, Erste Group, Commerzbank, CaixaBank. Αυτή η κοινοπραξία επιτρέπει την εμπορία σε όλο τον κόσμο δημιουργώντας ένα συνεργατικό δίκτυο. Μέσα σε αυτό πραγματοποιούνται ανταλλαγές πληροφοριών και συναλλαγές με ψηφιακό και αυτοματοποιημένο τρόπο χρησιμοποιώντας το καθολικό του Blockchain. Αυτή η κοινοπραξία μπόρεσε να πραγματοποιήσει πέντε επιτυχημένες συναλλαγές σε πραγματικό χρόνο μεταξύ διαφορετικών εμπορικών μερών και χωρών.

## **2.4 Βασικά Χαρακτηριστικά του Blockchain**

Το Blockchain δεν αποτελείται από ένα και μόνο μοντέλο σχεδιασμού, αλλά είναι αποτέλεσμα πολλών διαφορετικών αρχιτεκτονικών που συνδυάζονται και εναρμονίζονται σε μια πλατφόρμα έτσι ώστε να λειτουργήσει το δίκτυο Blockchain.

### **2.4.1 Block**

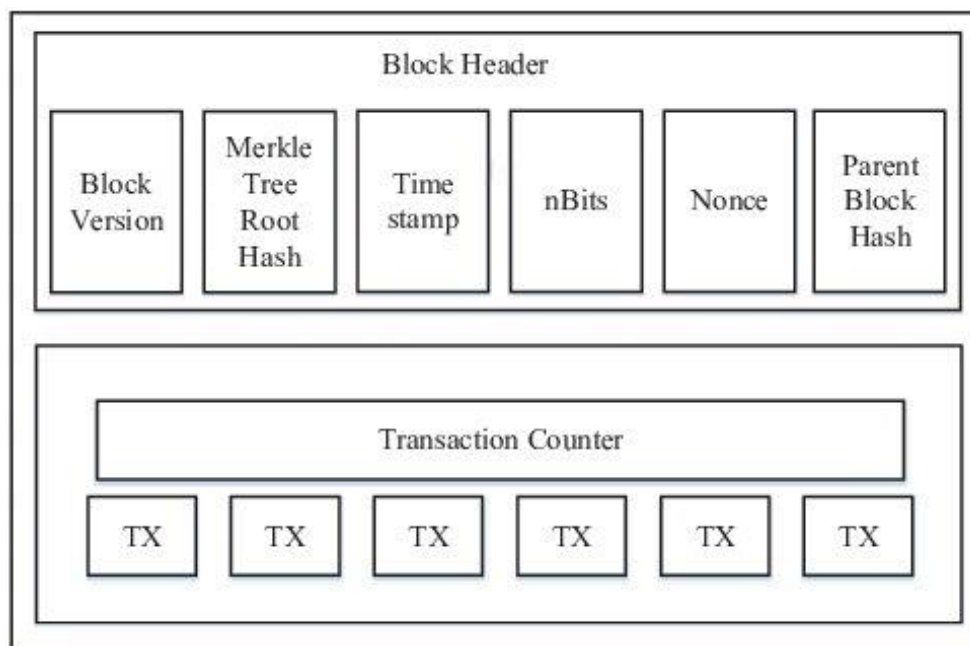
Τα blocks στην τεχνολογία Blockchain είναι δομές δεδομένων εντός της βάσης δεδομένων μιας Blockchain, όπου τα δεδομένα συναλλαγών σε μια αλυσίδα κρυπτογράφησης καταγράφονται μόνιμα. Ένα block καταγράφει ορισμένες ή όλες τις πρόσφατες συναλλαγές που δεν έχουν ακόμη επικυρωθεί από το δίκτυο. Μόλις επικυρωθούν τα δεδομένα, το block τερματίζεται και κλείνει. Στη συνέχεια, δημιουργείται ένα νέο block για να εισαχθούν και να επικυρωθούν νέες συναλλαγές.

Επομένως, ένα μπλοκ είναι μια μόνιμη βάση δεδομένων όπου καταχωρούνται διάφορα αρχεία που, μόλις γραφτούν, δεν μπορούν να τροποποιηθούν ή να αφαιρεθούν. Η ακριβής δομή των block μπορεί να διαφέρει από Blockchain σε

Blockchain. Αυτή είναι η βάση πάνω στην οποία διαμορφώθηκαν οι περισσότερες άλλες αλυσίδες μπλοκ.

Στην περίπτωση ενός block, η κρυπτογραφική αρχή που χρησιμοποιείται ονομάζεται συνάρτηση κατακερματισμού (hash function). Μια σειρά συμβόλων, που ονομάζεται κατακερματισμός, προσδιορίζεται μέσω ενός αλγορίθμου κατακερματισμού. Το Bitcoin χρησιμοποιεί SHA-256, αλλά δεν χρησιμοποιούν όλες τα κρυπτονομίσματα τον ίδιο αλγόριθμο. Αυτός ο αλγόριθμος παίρνει όλα τα δεδομένα σε ένα block και το μετατρέπει σε μια μοναδική σειρά συμβόλων που χρησιμεύουν ως αναγνωριστικό του block. Ο κατακερματισμός του block (block header) σχηματίζεται από έξι στοιχεία:

- Ο αριθμός έκδοσης του block
- Ο κατακερματισμός του προηγούμενου block στην αλυσίδα
- Ένας κώδικας που παράγεται από δεδομένα συναλλαγών
- Μια χρονική σήμανση του πότε δημιουργήθηκε το μπλοκ
- Ο στόχος δυσκολίας που προσαρμόζει τη δυσκολία εξόρυξης
- Και μια τυχαία σειρά χαρακτήρων που ονομάζεται nonce



Σχήμα 2: Η δομή ενός Block

Το πρώτο block του Blockchain ονομάζεται Genesis Block και δημιουργήθηκε το 2009, από τον/τους δημιουργούς του Bitcoin, Satoshi Nakamoto. Αν πάρουμε σαν παράδειγμα ένα οποιοδήποτε block και ακολουθήσουμε την αλυσίδα πίσω στο χρόνο, τελικά θα καταλήξουμε στο Genesis Block. Κάθε κόμβος γνωρίζει το hash, τη δομή του, τη χρονική στιγμή που δημιουργήθηκε, ακόμη και κάθε συναλλαγή του.

#### 2.4.2 Αλυσίδα

Είναι η κρυπτογραφική συνάρτηση SHA256 Hash, ή αλλιώς το ψηφιακό αποτύπωμα που ενώνει τα blocks μεταξύ τους. Αναπτύχθηκε το 2001 από την αμερικάνικη Υπηρεσία Εθνικής Ασφάλειας (NSA) και ανήκει σε μια σειρά από συναρτήσεις κατακερματισμού. Η συνάρτηση hash δημιουργεί έναν μαθηματικό αλγόριθμο, που χαρτογραφεί δεδομένα κάθε μεγέθους, σε μία αλυσίδα από 256 bit. Αυτή η αλυσίδα είναι το ψηφιακό αποτύπωμα το οποίο, όπως και το ανθρώπινο αποτύπωμα, είναι μοναδικό για κάθε block. Πρόκειται για συναρτήσεις μιας κατεύθυνσης (one-way functions), οι οποίες είναι εύκολες ως προς τον υπολογισμό, και δύσκολες στο να αντιστραφούν, αποτελώντας έναν από τους μηχανισμούς ασφαλείας του οικοσυστήματος Blockchain. (Nakamoto, 2008)

Η συνάρτηση κατακερματισμού SHA256 Hash, είναι ένας ανοιχτός αλγόριθμος ο οποίος αποτελείται από 64 διαφορετικούς χαρακτήρες. Ο αριθμός 256 στο όνομα του αλγορίθμου προκύπτει από τον χώρο που καταλαμβάνει συνολικά ( $64 \times 4 = 256$  bytes). Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του είναι ότι δουλεύει για οποιοδήποτε ψηφιακό αρχείο από κείμενο και βίντεο, έως ολόκληρο λειτουργικό σύστημα. Οποιαδήποτε αλλαγή γίνει στο αρχείο, το ψηφιακό αποτύπωμα αλλάζει ολοκληρωτικά.

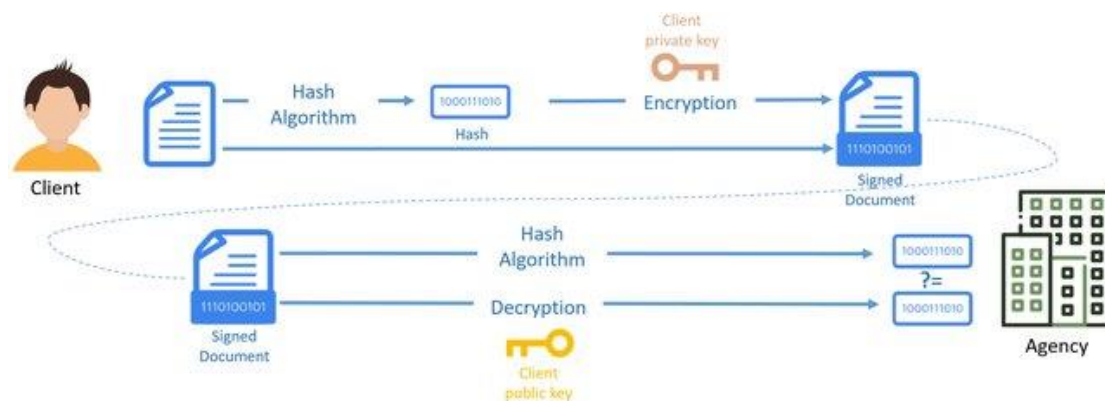
Η συνάρτηση κατακερματισμού SHA256 εφαρμόζεται σε ευρέως χρησιμοποιούμενες εφαρμογές και πρωτόκολλα ασφαλείας, συμπεριλαμβανομένων των TLS και SSL, PGP, SSH, S/MIME και IPsec. Αρκετά από τα κρυπτονομίσματα, συμπεριλαμβανομένου του Bitcoin, χρησιμοποιούν το SHA-256 για την επαλήθευση των συναλλαγών και τον υπολογισμό της απόδειξης εργασίας ή απόδειξη συμμετοχής.

### 2.4.3 Ψηφιακή Υπογραφή (Digital Signing)

Η ψηφιακή υπογραφή στην τεχνολογία Blockchain είναι μια διαδικασία η οποία σχετίζεται με την επαλήθευση των εντυπώσεων των χρηστών από τη συναλλαγή. Μέσω της διαδικασίας αυτής, γίνεται χρήση ενός ιδιωτικού κλειδιού για την υπογραφή της ψηφιακής συναλλαγής καθώς και αντίστοιχου δημόσιου κλειδιού το οποίο θα βοηθήσει στην εξουσιοδότηση του αποστολέα.

Το ιδιωτικό κλειδί του αποστολέα κρυπτογραφεί το μήνυμα. Και το αντίστοιχο δημόσιο κλειδί του αποστολέα, που μοιράστηκε νωρίτερα με τον παραλήπτη, μπορεί να αποκρυπτογραφήσει το μήνυμα. Προκειμένου να δημιουργηθεί ένα σύστημα ψηφιακής υπογραφής, ο αποστολέας δημιουργεί μια κατακερματισμένη έκδοση του εγγράφου που πρόκειται να υπογραφεί. Στη συνέχεια, ο αποστολέας το κρυπτογραφεί με το δικό του ιδιωτικό κλειδί και το αποστέλλει στον εκάστοτε παραλήπτη. Ο παραλήπτης αποκρυπτογραφεί το έγγραφο χρησιμοποιώντας το δημόσιο κλειδί του αποστολέα. Αυτό εξασφαλίζει ότι ο αναμενόμενος αποστολέας το στέλνει.

Η ψηφιακή υπογραφή στο Blockchain είναι μια διαδικασία επαλήθευσης των εμφανίσεων του χρήστη σχετικά με τη συναλλαγή. Χρησιμοποιεί το ιδιωτικό κλειδί για να υπογράψει την ψηφιακή συναλλαγή και το αντίστοιχο δημόσιο κλειδί θα βοηθήσει στην εξουσιοδότηση του αποστολέα.



Σχήμα 2.4: Χρήση ψηφιακής υπογραφής στο Blockchain

Ωστόσο, με αυτόν τον τρόπο, οποιοσδήποτε με το δημόσιο κλειδί του αποστολέα μπορεί εύκολα να αποκρυπτογραφήσει το έγγραφο. Η ψηφιακή υπογραφή στοχεύει στην αυθεντικότητα και όχι στην ασφάλεια του εγγράφου. Είναι ένας τρόπος να διασφαλιστεί η πηγή της συναλλαγής μηνυμάτων.

Η ψηφιακή υπογραφή στην τεχνολογία Blockchain στοχεύει στον έλεγχο ταυτότητας των συναλλαγών. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει έλεγχος αν ο αποστολέας είναι εξουσιοδοτημένος να πραγματοποιεί τις συναλλαγές ή όχι. Ο χρήστης πρέπει να αποδείξει στο δίκτυο ότι είναι εξουσιοδοτημένος να δαπανήσει το υπόλοιπό του.

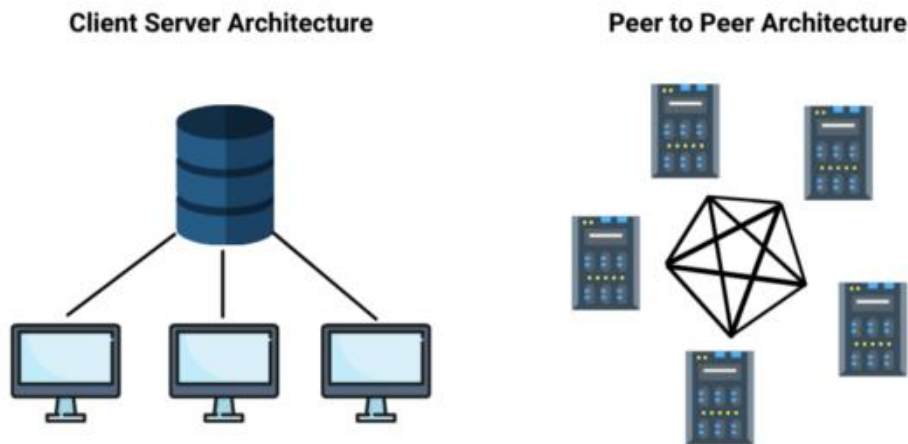
Το υπόλοιπο επαληθεύεται επίσης ελέγχοντας τις συναλλαγές που έγιναν στο λογαριασμό.

Κάθε κόμβος στο δίκτυο επαληθεύει την υποβληθείσα συναλλαγή και στη συνέχεια λαμβάνει τεκμηριωμένη απόφαση ζητώντας από ολόκληρο το δίκτυο να πραγματοποιήσει την καταχώρηση της συγκεκριμένης απόφασης. Έτσι, η χρήση των συμμετεχόντων στο δίκτυο ψηφιακής υπογραφής μπορεί να εξουσιοδοτήσει τη συναλλαγή και το λογαριασμό.

## 2.5 Δίκτυα ομότιμων κόμβων

Υπάρχουν δύο κύρια μοντέλα δικτυακών εφαρμογών στο διαδίκτυο σήμερα: η αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετητή (client-server) και η αρχιτεκτονική ομότιμων κόμβων (peer-to-peer). Γενικά, η αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετητή βασίζεται στον χρήστη. Υπάρχει πάντως ένας ενεργός υπολογιστής, ο εξυπηρετητής (server), ο οποίος εξυπηρετεί αιτήσεις για υπηρεσίες από άλλους υπολογιστές δηλαδή τους πελάτες. Έτσι, ο client θέτει μια αίτηση και ο server με την σειρά του επιστρέφει μια ανταπόκριση ή διενεργεί μια αλυσίδα από ενέργειας. Ο server μπορεί να ενεργοποιείται άμεσα για την αίτηση αυτή ή να προσθέτει την αίτηση σε μια ουρά εργασιών. Επομένως, ο ρόλος του εξυπηρετητή (server) είναι καθοριστικός για την λειτουργία στα περισσότερα δίκτυα. Αντίθετα, στην αρχιτεκτονική ομότιμων κόμβων δεν απαιτείται η ύπαρξη εξυπηρετητή και κέντρων δεδομένων.

Η αρχή λειτουργίας των δικτύων ομότιμων κόμβων είναι η αμοιβαία επικοινωνία ανάμεσα σε ζεύγη συνδεδεμένων υπολογιστών, που καλούνται ομότιμοι (peers) και μπορεί να είναι και πελάτες αλλά και εξυπηρετητές. Οι ομότιμοι κόμβοι δεν ανήκουν σε κάποιον οργανισμό, αλλά είναι κατά κανόνα υπολογιστές που ελέγχονται από χρήστες, έχουν τα ίδια προνόμια και τις ίδιες δυνατότητες στο δίκτυο. Οι κόμβοι λοιπόν διαθέτουν ένα μέρος των υπολογιστικών τους πόρων για την λειτουργία του δικτύου, εξαλείφοντας έτσι την ανάγκη ύπαρξης μιας κεντρικής αρχής υπεύθυνης για τον συντονισμό και λειτουργία του. Συνεπώς, έχουν διπλή λειτουργία, αυτό του πελάτη (που προσφέρει πόρους) και αυτό του εξυπηρετητή (που καταναλώνει πόρους).



**Σχήμα 2.5: Μοντέλα Client-server - Μοντέλα Peer-to-Peer**

Κάποιες από τις εφαρμογές που βασίζονται σε αρχιτεκτονικές ομότιμων κόμβων είναι η διανομή αρχείων και η τηλεφωνία διαδικτύου (πχ. Skype). Όταν το άτομο (ή η ομάδα) που είναι γνωστό ως Satoshi Nakamoto ανέπτυξε το Bitcoin το 2008, οραματίστηκαν τη δημιουργία ενός "peer-to-peer ηλεκτρονικού συστήματος μετρητών". Τα δίκτυα ομότιμων κόμβων (P2P) αποτελούν καίριο συστατικό της τεχνολογίας Blockchain επειδή υποστηρίζουν ένα αποκεντρωμένο καθολικό συναλλαγών. Το σύστημα είναι "αξιόπιστο", καθώς η αρχιτεκτονική του δικτύου από μόνη της εγγυάται την ακεραιότητα των συναλλαγών, την ανθεκτικότητα στην αποτυχία, καθώς η απώλεια ενός μόνο κόμβου δεν γίνεται να παραλύσει ολόκληρο το δίκτυο και το βασικότερο χαρακτηριστικό που υπόσχεται το σύστημα είναι το ενισχυμένο απόρρητο των χρηστών. Αυτό διότι τα δίκτυα ομότιμων κόμβων θεωρούνται πιο φιλικά ως προς το στοιχείο του απορρήτου, καθώς δεν υπάρχει ανάγκη για μια κεντρική αρχή για να αποθηκεύει ή να έχει πρόσβαση στα δεδομένα των χρηστών. Στον αντίποδα, η διαχείριση των δικτύων ομότιμων κόμβων τείνει να είναι πιο δύσκολη από τα κεντρικά δίκτυα, λόγω της έλλειψης κεντρικής αρχής που θα ήταν υπεύθυνη για τις λειτουργίες του δικτύου. Έτσι, γενικά τα δίκτυα ομότιμων κόμβων θα μπορούσαν να γίνουν ευάλωτα σε επιθέσεις κακόβουλου λογισμικού εάν οι εκάστοτε ιοί διαπερνούν το σύστημα από πολλαπλούς κόμβους. Επιπλέον, το αποκεντρωμένο πλαίσιο καθιστά δυσχερέστερη την παρακολούθηση τυχόν παράνομων συναλλαγών.



## 2.6 Ο αποκεντρωμένος ιστός

Ο παγκόσμιος ιστός ύστερα από την εμφάνιση του το 1990, εδραιώθηκε και εξελίχθηκε αστραπιαία. Η εξέλιξη του οδήγησε στο Web2, πάνω στο οποίο αναπτύχθηκαν εφαρμογές όπως το ηλεκτρονικό εμπόριο και τα κοινωνικά δίκτυα (Facebook, Twitter, LinkedIn). Το βασικά χαρακτηριστικό του Web2 είναι πως σε κάθε εφαρμογή του υπάρχει ένας κεντρικός φορέας, που μπορεί να είναι μια εταιρεία, ένας οργανισμός, ακόμα και μια κρατική υπηρεσία, η οποία συνήθως έχει τον πλήρη έλεγχο της λειτουργίας της εφαρμογής αυτής. Αυτός ο τρόπος λειτουργίας προϋποθέτει την ύπαρξη εμπιστοσύνης από τους χρήστες προς τον φορέα αυτό.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, διαμορφώθηκε μια νέα τάση η οποία επιβάλλει την δραστική μείωση της χρήσης εξυπηρετητών (servers) σε μια προσπάθεια αντικατάστασης από ένα αποκεντρωμένο μοντέλο δικτύου. Πρωταρχικός στόχος αποτελεί η ασφάλεια των δεδομένων και η αντιμετώπιση των σχετικών μειονεκτημάτων του υπάρχοντος μοντέλου πελάτη-εξυπηρετητή (client-server), όπως η δυνατότητα κατάχρησης αυτών από τους φορείς που τα έχουν αποθηκευμένα, της υποκλοπής αυτών ή απώλειας τους και συνεπώς της αποκάλυψης ευαίσθητων δεδομένων.

Το Blockchain αποτελεί τον κύριο οδηγό της νέας γενιάς του διαδικτύου, του αποκεντρωμένου ιστού (Decentralized Web) ή Web3, ο οποίος παρέχει την δυνατότητα Peer-to-Peer συναλλαγών με πλήρη εξάλειψη των ενδιαμέσων μερών. Το Blockchain έγινε κυρίως γνωστό από την εφαρμογή του Bitcoin από το 2008 και μετέπειτα, όμως πλέον έχει εξελιχθεί και έχει επεκταθεί σε πολλούς τομείς όπου αντικαθιστά τα παραδοσιακά δίκτυα. Επιπλέον, το καθολικό σε μια πλατφόρμα Blockchain δεν είναι απλά αποκεντρωμένο αλλά και διανεμημένο με την έννοια ότι ολόκληρο το μητρώο συναλλαγών τηρείται από όλους τους κόμβους και συγχρονίζεται ταυτόχρονα, έτσι ώστε όλοι οι κόμβοι να έχουν το ίδιο ενημερωμένο καθολικό.

Με την επίτευξη συμφωνίας (consensus) ανάμεσα στους κόμβους δημιουργείται εμπιστοσύνη αναφορικά με την ορθότητα των στοιχείων που καταχωρούνται στο μητρώο/καθολικό. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κόμβων που υπάρχουν και συμμετέχουν στο μητρώο, τόσο μεγαλύτερος βαθμός εμπιστοσύνης και ουδετερότητας επιτυγχάνεται στο σύστημα. Επιπροσθέτως, προκειμένου να είναι λειτουργική μια δημόσια/ανοιχτή βάση δεδομένων blockchain, το δίκτυο των κόμβων πρέπει να έχει ένα επιπλέον κίνητρο για την επίτευξη συμφωνίας στη λειτουργία σύμφωνα με δεοντολογικούς κανόνες.

Έτσι, το Blockchain αποτελεί το βασικότερο πυλώνα του Web3 χωρίς να είναι μοναδική τεχνολογία στην οποία θα βασιστεί, καθώς δεν είναι μια κατάλληλη τεχνολογία για την αποθήκευση μεγάλων πακέτων δεδομένων λόγω προβλημάτων στην επεκτασιμότητα και την ιδιωτικότητα. Η εφαρμογή της έχει δείξει ότι το Blockchain είναι αρκετά αργό και δύσκολα επεκτάσιμο ενώ τα αποθηκευμένα δεδομένα είναι ορατά.

## 2.7 “Εξόρυξη” (Mining)

Επειδή δεν υπάρχει κάποια κεντρική αρχή που να διενεργεί τον έλεγχο και να καταχωρεί τις συναλλαγές στην αλυσίδα, οι χρήστες (nodes) του κάθε δικτύου Blockchain αποφασίζουν μεταξύ τους ποιος μπορεί να προσθέσει ένα νέο block. Η διαδικασία επικύρωσης των δεδομένων σε ένα δίκτυο από χρήστη σε χρήστη (peer-to-peer) και η προσθήκη των επικυρωμένων μπλοκ από συναλλαγές στην αλυσίδα ονομάζεται εξόρυξη (mining).

Είναι μία διαδικασία έντασης πόρων (resource intensive). Οι miners ξοδεύουν υπολογιστική ενέργεια προσπαθώντας να λύσουν ένα πολύπλοκο κρυπτογραφικό παζλ, το οποίο όταν επιλυθεί αποδεικνύει με μαθηματική ακρίβεια ότι ένα σύνολο συναλλαγών είναι έγκυρο. Οι miners προσπαθούν να βρουν έναν αριθμό που θα δημιουργήσει το hash που στοχεύουν, για τη δημιουργία του επόμενου block. Ο αριθμός που ψάχνουν ονομάζεται nonce (number used only once) και είναι ένας αυθαίρετος τυχαίος αριθμός που επιτρέπει τη χειραγώγηση του hash. Για την εύρεση του αριθμού αυτού χρησιμοποιείται κάποιο πρωτόκολλο συναίνεσης. Ο χρήστης που θα βρει πρώτος σωστό nonce, είναι εκείνος που θα μπορέσει να προσθέσει ένα καινούριο block στην αλυσίδα, το οποίο με τη σειρά του αναμεταδίδεται σε όλους τους υπόλοιπους κόμβους (nodes). Οι κόμβοι δηλώνουν την αποδοχή τους σε ένα block συνεχίζοντας αυτή τη διαδικασία και δουλεύοντας πάνω σε αυτό για να φτιάξουν το επόμενο. (Nakamoto, 2008)

## 2.8 Πρωτόκολλο συναίνεσης (Consensus Protocols)

Η συναίνεση του Blockchain σημαίνει ότι όλοι οι κόμβοι διατηρούν το ίδιο καταναμημένο καθολικό. Στο παραδοσιακό λογισμικό μοντέλο, η συναίνεση δεν αποτελεί πρόβλημα λόγω της ύπαρξης του κεντρικού διακομιστή, εξ ου και οι άλλοι κόμβοι μόνο πρέπει να ευθυγραμμιστούν με το διακομιστή. Ωστόσο, σε ένα καταναμημένο δίκτυο όπως το Blockchain, κάθε κόμβος είναι και κεντρικός υπολογιστής και πρέπει να ανταλλάσσει πληροφορίες με άλλους κόμβους, καθώς και να αποφασίζει ποια δεδομένα είναι έγκυρα και ποια δεν είναι για την επίτευξη συναίνεσης. Μερικές φορές, ορισμένοι κόμβοι θα βρίσκονται εκτός σύνδεσης, και θα υπάρχουν επίσης κάποιοι κακόβουλοι κόμβοι, που θα επηρεάσουν σοβαρά ή θα καταστρέψουν τη διαδικασία συναίνεσης. Ως εκ τούτου, ένα πρωτόκολλο συναίνεσης μπορεί να ελαχιστοποιήσει την βλάβη με αποτέλεσμα να μην επηρεαστεί το τελικό αποτέλεσμα συναίνεσης. Επιπλέον, το πρωτόκολλο συναίνεσης που υιοθετείται από το σύστημα πρέπει να είναι κατάλληλο για τον εκάστοτε τύπο Blockchain που χρησιμοποιείται από το σύστημα. Κάποια ανταλλάσσουν αξία, άλλα αποθηκεύουν δεδομένα και άλλα συνάπτουν συμβόλαια. Κάθε τύπος Blockchain έχει διαφορετικά σενάρια εφαρμογής. Επομένως, το πρωτόκολλο πρέπει να ταιριάζει στις απαιτήσεις συγκεκριμένης εφαρμογής σενάρια.

## 2.9 Proof of Work (PoW)

Η Απόδειξη της Εργασίας (Proof of Work – PoW), το οποίο υιοθετείται από το Bitcoin, Ethereum, κλπ. Η Απόδειξη της εργασίας είναι μια μορφή κρυπτογραφικής απόδειξης στην οποία ένα μέρος αποδεικνύει σε άλλους (τους επαληθευτές) ότι έχει δαπανηθεί ένα ορισμένο ποσό συγκεκριμένης υπολογιστικής προσπάθειας. Οι ελεγκτές μπορούν στη συνέχεια να επιβεβαιώσουν αυτές τις δαπάνες με ελάχιστη προσπάθεια εκ μέρους τους. Η ιδέα της Απόδειξης της εργασίας εφευρέθηκε από τους Moni Naor και Cynthia Dwork το 1993 ως τρόπος αποτροπής επιθέσεων άρνησης υπηρεσίας και άλλων καταχρήσεων υπηρεσιών, όπως το spamming σε ένα δίκτυο, απαιτώντας κάποια εργασία από έναν αιτούντα υπηρεσίας, που συνήθως σημαίνει χρόνο επεξεργασίας από έναν υπολογιστή. Ένα βασικό χαρακτηριστικό των συστημάτων απόδειξης εργασίας είναι η ασυμμετρία τους: η εργασία – ο υπολογισμός – πρέπει να είναι μέτρια σκληρή (αλλά εφικτή) από την πλευρά του στόφα ή του αιτούντος, αλλά εύκολο να ελεγχθεί για τον επαληθευτή ή τον πάροχο υπηρεσιών. Αυτή η ιδέα είναι επίσης γνωστή ως λειτουργία κόστους CPU, παζλ πελάτη, υπολογιστικό παζλ ή λειτουργία τιμολόγησης CPU. Ένα άλλο κοινό χαρακτηριστικό είναι οι ενσωματωμένες δομές κινήτρων που ανταμείβουν την κατανομή της υπολογιστικής ικανότητας στο δίκτυο με αξία με τη μορφή χρήματος.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των συστημάτων απόδειξης εργασίας είναι η ασυμμετρία τους: η εργασία (ο υπολογισμός) πρέπει να είναι σχετικά δύσκολη (αλλά εφικτή) από την πλευρά του αιτούντος, αλλά είναι εύκολο να ελεγχθεί για τον επαληθευτή ή τον πάροχο υπηρεσιών. Αυτή η ιδέα είναι επίσης γνωστή ως υπολογιστικό παζλ. Ένα άλλο κοινό χαρακτηριστικό είναι οι ενσωματωμένες δομές κινήτρων που ανταμείβουν την κατανομή της υπολογιστικής ικανότητας στο δίκτυο με αξία με τη μορφή χρήματος.

Ο σκοπός των αλγορίθμων απόδειξης εργασίας δεν είναι να αποδείξει ότι πραγματοποιήθηκε συγκεκριμένη εργασία ή ότι ένα υπολογιστικό παζλ "λύθηκε", αλλά να αποτρέψει τη χειραγώγηση των δεδομένων με τη θέσπιση μεγάλων απαιτήσεων ελέγχου ενέργειας και υλικού έτσι ώστε αυτό να καταστεί εφικτό. Ως αποτέλεσμα αυτών των απαιτήσεων, τα συστήματα απόδειξης εργασίας έχουν επικριθεί από περιβαλλοντολόγους για την κατανάλωση ενέργειας.

## 2.10 Proof of Stake (PoS)

Αντίθετα, η Απόδειξη της Συμμετοχής (Proof of Stake), αποτελεί την συνηθέστερη εναλλακτική στο Proof of Work. Η Απόδειξη συμμετοχής (PoS) είναι ένας τύπος μηχανισμού συναίνεσης που χρησιμοποιείται από τις Blockchain πλατφόρμες για την επίτευξη κατανομημένης συναίνεσης. Στην απόδειξη συμμετοχής, τα άτομα που επικυρώνουν δηλώνουν ρητά το κεφάλαιο με τη μορφή ether σε μια έξυπνη σύμβαση (smart contract) για το Ethereum. Αυτό το στοιχισμένος ether στη συνέχεια λειτουργεί ως εγγύηση που μπορεί να καταστραφεί εάν το άτομο που επικυρώνει συμπεριφέρεται ανέντιμα ή νωχελικά. Το ίδιο άτομο είναι τότε υπεύθυνο για τον έλεγχο ότι τα νέα block που διαδίδονται μέσω του δικτύου είναι έγκυρα και περιστασιακά δημιουργούν και διαδίδουν τα ίδια τα νέα block. Χρησιμοποιείται από αρκετά Blockchain με δημοφιλέστερα τα Ethereum, Neo και Waves.

Διαφορετικοί μηχανισμοί απόδειξης συμμετοχής ενδέχεται να χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους για την επικύρωση των blocks. Λόγου χάριν, όταν το Ethereum μεταβαίνει σε PoS, θα χρησιμοποιήσει κομμάτια των blocks για υποβολές συναλλαγών. Δηλαδή, ένας επικυρωτής θα επαληθεύσει τις συναλλαγές και θα τις προσθέσει σε κομμάτια των blocks, το οποίο απαιτεί τουλάχιστον 128 επικυρωτές για να βεβαιωθεί.

Μόλις επικυρωθούν τα κομμάτια του block και δημιουργηθεί έτσι το block, τα δύο τρίτα των ατόμων που διενεργούν τις επικυρώσεις πρέπει να συμφωνήσουν ότι η συναλλαγή είναι έγκυρη, και αν είναι, τότε το block τερματίζεται.

## 2.11 Πεδία εφαρμογής στην Ναυτιλία

Η ναυτιλία έχει καθιερωθεί ως βασικός φορέας της αλυσίδας εφοδιασμού, αποτελώντας, δικαίως, συντελεστή αναβάθμισης των επιχειρήσεων και πλεονέκτημα για τη διεύρυνση της εμβέλειας της αγοράς τους. Ωστόσο, η βιομηχανία αντιμετώπιζε σε όλη την ιστορία της πολλά εμπόδια, όπως τους ναυτιλιακούς κύκλους, μαζί με προκλήσεις διεθνούς κλίμακας και επιλογές που μπορούν να επηρεάσουν την επιβίωση μιας εταιρείας στον κλάδο.

Η ναυτιλιακή βιομηχανία είναι από τις πλέον πιο επηρεαζόμενες βιομηχανίες από τους νέους αυστηρότερους κανόνες και νομοθεσίες που επιβάλλονται κυρίως από τον Διεθνή Οργανισμό Ναυτιλίας (IMO) και την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), καθώς και από άλλες παγκόσμιες συνθήκες. Η αντιμετώπιση τέτοιων προκλήσεων απαιτεί καινοτόμες λύσεις και μπορεί να είναι μια καλή ευκαιρία για πρωτότυπες τεχνολογίες. Η βιομηχανία έχει ήδη πραγματοποιήσει αρκετές μελέτες και πρωτότυπες εφαρμογές όπως αυτών των μη-επανδρωμένων πλοίων, εφαρμογές που κάνουν χρήση τεχνητής νοημοσύνης για μάθηση και εκπαίδευση, «πράσινα» καύσιμα και μπαταρίες ως υποκατάστατο στην χρήση παραδοσιακών καυσίμων. Ένας στόλος εναρμονισμένος με την περιβαλλοντική νομοθεσία, η οποία ανανεώνεται διαρκώς με νέους και αυστηρότερους κανόνες, είναι μία από της μεγαλύτερες προκλήσεις. Ειδικά αυτή τη περίοδο μετά την πανδημία του Covid-19, εν μέσου κλιμάκωσης του Ρώσου-Ουκρανικού πολέμου αλλά και γιγάντωσης των φαινομένων των αυξήσεων στις τιμές προϊόντων και πρώτων υλών παγκοσμίως.

Τα δεδομένα είναι το επίκεντρο της ψηφιοποίησης της ναυτιλίας, κυρίως λόγω της υπεράκτιας ναυτιλίας και της μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, καθώς η κακή διαχείριση πληροφοριών όπου μπορεί να αντιπροσωπεύει έως και το 20% του επιχειρησιακού προϋπολογισμού (Det Norske Veritas—DNV GL). Μια τυπική αλυσίδα εφοδιασμού διαχειρίζεται μια εισροή δεδομένων μεγαλύτερη των δυνατοτήτων της.

Γενικά, η ναυτιλιακή βιομηχανία παραμένει παραδοσιακή, με πολλές από τις διαδικασίες που απαιτούνται να είναι χρονοβόρες και γραφειοκρατικές και η χρήση έντυπων εγγράφων να εξακολουθεί να κυριαρχεί π.χ. στις συμφωνίες για την πώληση και την αγορά πλοίων, στα ναυλοσύμφωνα, στις φορτωτικές, στα λιμενικά έγγραφα, στις πιστωτικές επιστολές και σε άλλα έγγραφα για τη μεταφορά φορτίου. Το γεγονός ότι αυτές οι διαδικασίες περιλαμβάνουν μια εκτεταμένη αλυσίδα συμβαλλομένων μερών, αυξάνει τον κίνδυνο για ανθρώπινο λάθος ακόμη και για περιστατικά απάτης.

Μεγάλοι φορείς της ναυτιλιακής βιομηχανίας συνεργάζονται ήδη με εταιρείες τεχνολογίας για να εκτιμήσουν πώς η τεχνολογία Blockchain μπορεί να τους βοηθήσει στο μέλλον. Για παράδειγμα, η Maersk βρίσκεται σε συνεργασία με την αμερικάνικη IBM για να δημιουργήσει μια ανοιχτή πλατφόρμα Blockchain η οποία επενδύει στον ψηφιακό μετασχηματισμό εταιρειών στον κλάδο της εφοδιαστικής εμπορευματοκιβωτίων και συνεπώς σε μια καλύτερη ανταλλαγή των δεδομένων, στην ορατότητα αυτών από το ευρύ κοινό και σε μια πιο λειτουργική συνεργασία μεταξύ των εταιριών που κάνουν χρήση της πλατφόρμας.

Η προσδοκία είναι ότι η τεχνολογία Blockchain θα δημιουργήσει μια πλατφόρμα που δεν θα είναι καθηλωμένη εξαιτίας της ατελείωτης γραφειοκρατίας και των πολύπλοκων συναλλαγών, αλλά αντίθετα θα είναι πλήρως ψηφιοποιημένη, επιτρέποντας έτσι μεγαλύτερη ροή εμπορευματικών μεταφορών και μειωμένο κόστος και σπατάλη πόρων. Η συν-ιδρύτρια της εταιρείας BunkerTrace, Deanna MacDonald, πιστεύει ότι μέσω της τεχνολογίας Blockchain, δύναται να βρεθούν εύκολη και φθηνή τρόποι μείωσης και ιχνηλατικής των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η BunkerTrace ήδη παρέχει υπηρεσίες ανίχνευσης των καυσίμων που εκπέμπουν τα πλοία, το οποίο είναι και το πρώτο βήμα για την απαλλαγή εκπομπών και την από-ανθρακοποίηση των θαλάσσιων μεταφορών, υπόσχοντας έως 100% ακρίβεια στα αποτελέσματα ανίχνευσης.

Σε μια συνέντευξη του τον Ιανουάριο του 2020, ο Martin Stopford θέτει τέσσερις συγκεκριμένες στρατηγικές για τον εκσυγχρονισμό των επιχειρηματικών μοντέλων των ναυτιλιακών επιχειρήσεων, δηλώνοντας επίσης ότι τα τωρινά επιχειρηματικά μοντέλα πολλών εταιρειών είναι απαρχαιωμένα και χρειάζονται άμεσα ανανέωση. Δύο από τις στρατηγικές που αναφέρει σχετίζονται άμεσα με τις τεχνολογίες Blockchain και είναι οι εξής:

- Να βελτιωθεί η αποδοτικότητα των πλοίων και να μειωθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τόνο με τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών και καυσίμων χαμηλών ή μηδενικών εκπομπών άνθρακα κατά τη διάρκεια του 40% συν του χρόνου που τα πλοία δεν βρίσκονται στη θάλασσα.
- Να γίνει χρήση της μεταφοράς δεδομένων και της τεχνολογία Blockchain για να καθιερωθούν οι μεταφορές από πόρτα σε πόρτα (Door-to-Door), όπως προβλέπεται από τη συμβουλευτική διοίκηση, McKinsey, το 1967. Αυτό, δηλώνει ο Stopford, δεν συνέβη ποτέ επειδή δεν ήταν δυνατή η ενσωμάτωση συστημάτων δεδομένων μεταξύ των συμμετεχόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού. Τώρα, τα συστήματα που χρησιμοποιούνται από τους ιδιοκτήτες φορτίων, τους φορείς εκμετάλλευσης πλοίων, τους λιμένες και εκείνους που ασχολούνται με άλλους τρόπους μεταφοράς μπορούν να ενσωματωθούν.

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Αξιολόγηση της τεχνολογίας Blockchain

### 3.1 Οφέλη τεχνολογίας Blockchain

Βάσει όσων έχουν αναφερθεί μέχρι στιγμής, είναι φανερό πως η αποκεντρωμένη φύση των τεχνολογιών Blockchain έχει πολυάριθμα οφέλη:

- **Αποκεντρωση (Decentralization):** Κύριο πλεονέκτημα και πυρήνας της τεχνολογίας. Δεν χρειάζεται κάποιο έμπιστο τρίτο μέρος ή ενδιάμεσος για την επικύρωση των συναλλαγών, καθώς αντικαθίστανται από τα πρωτόκολλα συναίνεσης. Το σύστημα διαμοιράζεται στο δίκτυο χρηστών. Το γεγονός ότι οι συναλλαγές εκτελούνται μεταξύ δύο χρηστών χωρίς την ανάγκη ύπαρξης κεντρικής αρχής, συνεπάγεται σημαντική εξοικονόμηση κόστους και χρόνου και αύξηση της εμπιστοσύνης.
- **Μη-μεταβλητότητα (Immutability):** Από τα σημαντικότερα στοιχεία-κλειδιά της τεχνολογίας. Από τη στιγμή που οι συναλλαγές αποθηκεύονται σε ένα block είναι σχεδόν αδύνατον να αλλοιωθούν, εκτός και αν συμφωνήσει έστω η πλειοψηφία των χρηστών. Για παράδειγμα, στο Bitcoin, αν κάποιος κακόβουλος χρήστης επιχειρήσει να αλλοιώσει την αλληλουχία των μπλοκ, θα πρέπει να υπολογίσει τον αλγόριθμο Proof of Work για όλα τα μπλοκ που υπάρχουν τη δεδομένη στιγμή στην αλυσίδα, πράγμα αδύνατο. Διατηρείται λοιπόν ένα αμετάβλητο καθολικό για τις συναλλαγές, γεγονός τεράστιας σημασίας.
- **Διαφάνεια και εμπιστοσύνη:** Τα Blockchain διαμοιράζονται στους χρήστες και όλοι έχουν την δυνατότητα να δουν το περιεχόμενό τους, έτσι διακατέχονται από ασφάλεια και εμπιστοσύνη. Συνεπώς καταργείται η εξαπάτηση, το λαθρεμπόριο και το ξέπλυμα χρήματος στις συναλλαγές. Οι συμμετέχοντες στο σύστημα ανταλλάσσουν αξία μεταξύ τους, χωρίς την ύπαρξη μεσάζοντα για τον έλεγχο του συστήματος. Παρόλα αυτά, όλος αυτός ο συνδυασμός τεχνολογιών που αποτελούν το Blockchain, εμπνέει τα μέλη να αλληλοεπιδρούν με ακεραιότητα.
- **Διαθεσιμότητα:** Στα Peer-to-Peer δίκτυα, καθώς το σύστημα βασίζεται σε χιλιάδες nodes και τα δεδομένα ανανεώνονται σε κάθε έναν από αυτούς, ακόμα και αν υπάρξει πρόβλημα με κάποιον ή κάποιους κόμβους, το δίκτυο συνεχίζει να λειτουργεί.

- **Ασφάλεια:** Η τεχνολογία του Blockchain παρέχει ασφάλεια και ακεραιότητα στις συναλλαγές. Υπάρχει η δυνατότητα ασφαλούς τήρησης των αρχείων, τα οποία είναι αδύνατον να αλλοιωθούν ή να αφαιρεθούν και ενισχύεται η εμπιστοσύνη των χρηστών στο σύστημα.
- **Ιδιωτικότητα:** Οι χρήστες έχουν τον έλεγχο των δεδομένων τους και επιλέγουν τον βαθμό στον οποίο διατηρούν την ανωνυμία τους. Στη σημερινή εποχή είναι ένα αρκετά φλέγον θέμα, καθώς κεντρικές βάσεις δεδομένων συσσωρεύουν κάθε είδους εμπιστευτικές πληροφορίες ανθρώπων και οργανισμών, πολλές φορές χωρίς την επίγνωσή τους. Σε ένα δίκτυο Blockchain δεν χρειάζεται επικύρωση της ταυτότητας για να πραγματοποιηθεί μία συναλλαγή και ο Satoshi δεν χρειάστηκε να επεξεργαστεί τα δεδομένα κάποιου ανταγωνιστή για να σχεδιάσει την στρατηγική του. Το ανοιχτού κώδικα λογισμικό του, ήταν αρκετό.
- **Εξοικονόμηση κόστους:** Τα συμβαλλόμενα μέρη πραγματοποιούν τις συναλλαγές τους χωρίς την ύπαρξη κεντρικής αρχής, γεγονός που συνεπάγεται χαμηλότερο κόστος συναλλαγών και τους χρήστες να έχουν πλήρη έλεγχο των πληροφοριών και των δεδομένων τους. Επιπλέον, δημιουργούνται νέες πηγές εσόδων, καθώς και νέες υπηρεσίες και εφαρμογές. Οι διαδικασίες ψηφιοποιούνται, μειώνεται η γραφειοκρατία και τόνι χαρτιού που σπαταλούνται.
- **Εξοικονόμηση χρόνου:** Τα πάντα είναι αποθηκευμένα στο διαδίκτυο και όλες οι διαδικασίες γίνονται στιγμιαία, 24 ώρες το 24ωρο. Πολλές από τις διαδικασίες αυτοματοποιούνται (πχ. έξυπνα συμβόλαια) και απλοποιούνται.



### 3.2 Προκλήσεις για την τεχνολογία Blockchain

Όπως ισχύει με όλες τις καινοτόμες τεχνολογίες, έτσι και στο Blockchain υπάρχουν κάποιες αδυναμίες που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν στο άμεσο μέλλον. Οι συγκεκριμένες τεχνολογίες βρίσκονται ακόμη στα αρχικά στάδια εξέλιξης, με αρκετά εμπόδια να καθυστερούν την υιοθέτησή τους από το ευρύ κοινό. Επιπλέον, η αρχική ιδέα του Blockchain ως μιας «ελεύθερης» τεχνολογίας, δεν εφαρμόζεται πάντα θεμιτά. Από τη στιγμή που καταργείται η κεντρική αρχή και καθένας μπορεί να αλληλοεπιδράσει με αυτό, μπορούν να δημιουργηθούν ανεπιθύμητες συνέπειες.

- Έλλειψη της ιδιωτικότητας: Δεδομένης της peer-to-peer αρχιτεκτονικής που αναφέρθηκε και εφόσον οι συναλλαγές και τα δεδομένα είναι δημοσίως ορατά από το κοινό και μόνιμα καταγεγραμμένα, η ιδιωτική ζωή των εκάστοτε χρηστών τείνει να είναι εκτεθειμένη. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν συγκεκριμένες ευπάθειες σε συναλλαγές του κρυπτονομίσματος Bitcoin όπως, ο μηχανισμός ελέγχου ταυτότητας του πραγματικού ονόματος διευκολύνει τους παρόχους υπηρεσιών Bitcoin να βρουν τις διευθύνσεις που έχουν καταθέσει και αποσύρει οι πελάτες, καθώς και το γεγονός ότι οι συναλλαγές που διενεργούνται είναι ανιχνεύσιμες από το σύστημα του εκάστοτε παρόχου (QingChun ShenTu, JianPing Yu, 2015).
- Νομοθετικοί περιορισμοί: Σε θεωρητικό επίπεδο υπάρχουν ενδοιασμοί σχετικά με την αναγνώριση των έξυπνων συμβολαίων (Smart contracts) ως νομικές συμβάσεις με δεσμευτικό περιεχόμενο. Από την οπτική του δημοσίου δικαίου, υπάρχουν προφανώς κίνδυνοι για τους οποίους χρησιμοποιούνται blockchains χωρίς άδεια για παράνομους σκοπούς, λόγω χάριν η νομιμοποίηση εσόδων από παράνομες δραστηριότητες ή η ψευδώνυμη συμμετοχή σε θέματα ανταγωνισμού. Επιπλέον, προκύπτουν ζητήματα προστασίας πνευματικών δικαιωμάτων για δημοσίου τύπου Blockchain καθώς αποθηκεύουν ευαίσθητα δεδομένα και συναλλαγές. Τα κρυπτονομίσματα δεν αναγνωρίζονται ως νόμιμο νόμισμα από τις κυβερνήσεις. Αν και σε κάποιες χώρες γίνεται αποδεκτό σαν χρήμα, ακόμη απέχουν από την ευρεία αποδοχή τους ως φυσιολογικό νόμισμα.
- Περιορισμένη επεκτασιμότητα (Limited Scalability): Το πρόβλημα της περιορισμένης επεκτασιμότητας αναφέρεται, για παράδειγμα, στο κείμενο πρόβλημα της περιορισμένης ικανότητας του δικτύου Bitcoin να διαχειρίζεται μεγάλα ποσά δεδομένων των συναλλαγών στην πλατφόρμα του σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτό το πρόβλημα σχετίζεται με το γεγονός ότι τα αρχεία (δηλαδή τα blocks), στο blockchain του Bitcoin τείνουν

να είναι περιορισμένα σε μέγεθος δεδομένων και συχνότητα. Περιληπτικά, η ικανότητα επεξεργασίας συναλλαγών επί του δικτύου του Bitcoin περιορίζεται από τον μέσο χρόνο δημιουργίας των blocks σε 10 λεπτά και το αρχικό όριο μεγέθους του block είναι μόλις 1 megabyte. Σαφώς, αυτός ο περιορισμός θέτει περιορισμούς στην διακίνηση των δεδομένων μέσα στο δίκτυο.

- **Υψηλό κόστος:** Μπορεί η τεχνολογία Blockchain και τα κρυπτονομίσματα να συνοδεύονται με πολλές συναρπαστικές δυνατότητες, αλλά φέρνουν επίσης και σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που σχετίζονται κυρίως με τη χρήση ενέργειας. Όπως επισημάναμε παραπάνω, περίπου κάθε 10 λεπτά στο Blockchain του Bitcoin δημιουργούνται νέα Block που προστίθενται στην αλυσίδα. Οι λόγοι είναι περίπλοκοι, αλλά το αποτέλεσμα είναι απλό: καθώς περισσότερη ικανότητα εξόρυξης εντάσσεται στο δίκτυο, τα παζλ της Απόδειξης της Εργασίας γίνονται όλο και πιο δύσκολα. Ενώ αυτό δεν έχει επίπτωση στον χρόνο που απαιτείται για την επίλυση των παζλ, έχει δραστική επίπτωση στις απαιτήσεις για ενέργεια. Με άλλα λόγια, οι υπολογιστές που συμμετέχουν στην διαδικασία της εξόρυξης δεν αλλάζουν τη λειτουργικότητα ενός Blockchain, αλλά αυξάνουν μόνο τη χρήση ενέργειας. Παράδειγμα αυτού αποτελεί το Blockchain του Bitcoin χρησιμοποιεί σήμερα, καλοκαίρι του 2022, 204,5 TWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, συγκρίσιμο με την κατανάλωση ενέργειας της Ταϊλάνδης.
- **Αμφιλεγόμενη αποκέντρωση:** Μπορεί η αρχιτεκτονική και η φιλοσοφία του Blockchain να αναφέρετε σε μια αποκεντρωμένη και «ελεύθερη» τεχνολογία, αλλά η τωρινή αλήθεια είναι ότι οι χρήστες που διαθέτουν τους ανάλογους οικονομικούς πόρους, επενδύουν σε ειδικό εξοπλισμό (hardware), ώστε να λύνουν το κρυπτογραφικό παζλ και να συμμετέχουν στο σύστημα. Δημιουργείται έτσι μία μορφή ολιγοπωλίου μέσα στην αλυσίδα. Παράδειγμα αποτελούν οι λεγόμενοι «καρχαρίες των Crypto» (Crypto sharks) οι οποίοι είναι ομάδα ατόμων που αποσκοπούν στην χειραγώγηση της αγοράς των Crypto για να κερδίσουν όφελος εις βάρος των υπόλοιπων επενδυτών.

- Έλλειψη εμπιστοσύνης των χρηστών: Η τεχνολογία της Blockchain πρόκειται για μία περίπλοκη τεχνολογία που χωρίς την κατανόησή της, είναι δύσκολο για ένα μέσο χρήστη να εμπιστευτεί τις δυνατότητές της. Διαρκώς αναπτύσσεται, αλλά με την αύξηση της χρήσης της τεχνολογίας αυτής, αυξάνονται και τα περιστατικά κακόβουλου χαρακτήρα που μπορεί να αποθαρρύνουν άτομα και επιχειρήσεις από το να μάθουν περισσότερα ή και να επενδύσουν στο Blockchain.

### **3.3 Γενικές εφαρμογές της τεχνολογίας Blockchain**

Το Blockchain φέρνει επαναστατικές μεθόδους αναφορικά με την διαχείριση των δεδομένων, αποτελώντας μια χρήσιμη δέσμη εργαλείων σε διάφορα πεδία της καθημερινότητας ενός κλάδου. Ενώ οι πρώτες εφαρμογές του Blockchain αφορούσαν στον οικονομικό τομέα, πολλοί φορείς του κλάδου της βιομηχανίας και του κλάδου της εφοδιαστικής αλυσίδας αρχίζουν να αναγνωρίζουν τις δυνατότητες του, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ραγδαία εφαρμογές που αποσκοπούν στην αυτοματοποίηση, στην μείωση λαθών και απάτης, στην ασφάλεια αλλά και στην ακρίβεια συλλογής δεδομένων. Ειδικά σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες της 4ης βιομηχανικής επανάστασης, όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things-IoT), τα οφέλη είναι γίνονται απεριόριστα.

#### **3.3.1 Δημόσιος Τομέας**

Το Blockchain προσφέρει αρκετές λειτουργίες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις κυβερνήσεις. Ένα από αυτά, είναι και τα μοντέλα ηλεκτρονικής κυβέρνησης (e-government). Χρησιμοποιούνται για την παροχή δημόσιων υπηρεσιών στους πολίτες διαδικτυακά, καθώς και να παρέχουν την δυνατότητα στους πολίτες να εκφέρουν την άποψη της, προσφέροντας μια πλατφόρμα από την οποία οι πολίτες μπορούν και να ενημερώνονται αλλά και να επικοινωνούν με τα κυβερνητικά όργανα της χώρας τους. Τα μοντέλα ηλεκτρονικής κυβέρνησης δεν είναι κάτι καινούργιο στο χώρο του διαδικτύου, καθώς έχουν ήδη ενταχθεί σε αρκετές χώρες, το Blockchain όμως τα αναβαθμίζει προσφέροντας νέες λύσεις απλούστευσης των υπάρχοντων πλατφορμών. Ο κύριος σκοπός της υιοθέτησης αυτής της τεχνολογικής προσέγγισης είναι να αποφεύγετε η χρήση κεντρικής αρχής για συναλλαγές πολιτών και επιχειρήσεων με την κυβέρνηση την αποκέντρωση της συλλογής, αποθήκευσης και επεξεργασίας των δεδομένων και την εξασφάλιση της ακεραιότητας καθώς και το αμετάβλητο των δεδομένων.

Η τεχνολογία Blockchain αποτρέπει διπλές εγγραφές και ψευδείς καταχωρήσεις στην αλυσίδα, και αυτό μπορεί να είναι καθοριστικό για εφαρμογές που στοχεύουν στην τήρηση και μητρώων, και καταχωρήσεις από το κτηματολόγιο, το ληξιαρχείο, τα ασφαλιστικά ταμεία και τα φορολογικά μητρώα, έως τα μητρώα δικαιωμάτων για έργα πνευματικής ιδιοκτησίας. Ειδικά για τα έργα πνευματικής ιδιοκτησίας, η απόδειξη της κυριότητας είναι μια διαδικασία δύσκολη και δαπανηρή. Η τεχνολογία Blockchain δύναται να απλουστεύσει την διαδικασία της απόδειξης κυριότητας με έναν ασφαλή τρόπο καταχώρησης, να εξασφαλίζει διάφανη κατανομή των αμοιβών σε πραγματικό χρόνο σε όλους τους δικαιούχους και πάνω από όλα να βοηθήσει στην καταπολέμηση των απομιμήσεων/αντιγραφών πνευματικών έργων και κατά επέκταση να συμβάλλει δραστικά στην καταπολέμηση διαδικτυακής πειρατείας. Επιπλέον πιστοποιείται η χρήση ασφαλών και μητροποποιησιμων πιστοποιητικών από τις αστυνομικές αρχές. Με αυτόν τον τρόπο καταργείται η πλαστογραφία στις αστυνομικές ταυτότητες των πολιτών, και έτσι κάθε πολίτης έχει τον έλεγχο της ψηφιακής του ταυτότητας. Το ίδιο ισχύει για τα διαβατήρια.

Οι πολίτες δεν χρειάζεται να εμφανίζονται αυτοπροσώπως στις αρμόδιες υπηρεσίες για να λάβουν τις πληροφορίες και τα πιστοποιητικά που έχουν ανάγκη, αλλά μπορούν μέσω του διαδικτύου να πραγματοποιήσουν τις απαραίτητες ενέργειες, έγκυρα και με ασφάλεια. Οι ψηφοφορίες μπορούν να γίνουν ηλεκτρονικά, μέσα από μία αξιόπιστη και έμπιστη διαδικασία. Η ταυτότητα των ψηφοφόρων επικυρώνεται διαδικτυακά, οι ψήφοι αποθηκεύονται με ασφάλεια και ανωνυμία στο σύστημα, και ο νικητής εκλέγεται εύκολα, θεμιτά και γρήγορα, χωρίς το περιθώριο κακόβουλης παρέμβασης για διαφθορά των αποτελεσμάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εξοικονομηθεί μεγάλο χρηματικό κεφάλαιο για το κράτος, να μειωθεί η διαφθορά και να κινητοποιηθούν περισσότεροι αναποφάσιστοι πολίτες να πάρουν θέση με το δικαίωμα της ψήφου.

Τέτοιες πρωτοβουλίες δεν θα βοηθήσουν μόνο στην οργάνωση των εσωτερικών θεμάτων ενός κράτους, αλλά θα μπορούν να συμβάλλουν δραστικά και στην διακρατική συνεργασία μεταξύ δύο κρατών.

Συγκεκριμένα, υπό ανάπτυξη βρίσκεται μια πλατφόρμα η οποία έχει την έδρα της στην πόλη Zug της Ελβετίας, γνωστότερη και ως «Crypto Valley». Αυτή η εφαρμογή έχει δημιουργηθεί από το τμήμα υπηρεσίας πληροφορικής της Zug και προσφέρει ψηφιακή ταυτότητα βασισμένη σε Blockchain για τους πολίτες της πόλης από τον Νοέμβριο του 2017. Η Zug ήταν η πρώτη πόλη στον κόσμο που ξεκίνησε αυτή τη πρωτοποριακή κίνηση. Σε ένα εβδομαδιαίο πείραμα τον Ιούνιο 2018, ήταν δυνατή η ψηφοφορία με ψηφιακές ταυτότητες οι οποίες είχαν δημιουργηθεί με την εφαρμογή (Handelszeitung, 2018).

Ένα άλλο παράδειγμα είναι αυτό της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η οποία έχει δημιουργήσει το Παρατηρητήριο και το φόρουμ Blockchain της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Union Blockchain Observatory and Forum). Αυτό έχει ως στόχο να επιταχύνει την καινοτομία της τεχνολογίας του Blockchain και την ανάπτυξη του οικοσυστήματος αυτού εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και έτσι να συμβάλει στην εδραίωση της θέσης της Ευρώπης ως παγκόσμιου ηγέτη σε αυτή τη νέα τεχνολογία. Αυτό το φόρουμ είναι μια πρωτοβουλία που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Γενική Διεύθυνση Δικτύων Επικοινωνιών, Περιεχομένου & Τεχνολογίας.

Φυσικά, δεν θα μπορούσε να μην αναφερθεί και το παράδειγμα του Ελ Σαλβαδόρ, η πρώτη χώρα στον κόσμο που υιοθέτησε το Bitcoin ως εθνικό νόμισμα της κατά την διάρκεια της παγκόσμιας πανδημίας του Covid-19. Με βάση τα επίσημα λεγόμενα της κυβέρνησης του Ελ Σαλβαδόρ, η πολιτεία θα στοχεύσει στην διαμόρφωση και προώθηση στρατηγικής έξυπνης κινητικότητας και έξυπνης κυκλοφορίας με σκοπό την αποσυμφόρηση των οδικών αρτηριών στις πόλεις και την αύξηση της οδικής ασφάλειας, κάνοντας χρήση και της τεχνολογίας Blockchain.

### **3.3.2 Ασφαλιστικός Τομέας**

Η ασφαλιστική βιομηχανία είναι περίπλοκη, με αμέτρητους διεθνείς κανονισμούς, γραφειοκρατία, συναλλαγές και συμβόλαια που δυσχεραίνουν την κατανόηση της συγκεκριμένης βιομηχανίας από πολλούς. Οι ασφαλιστικές απαιτήσεις καταναλώνουν σαφώς χρόνο και χρήμα για να πραγματοποιηθεί η διεκπεραίωση τους. Το Blockchain μπορεί να συνεισφέρει στην εξάλειψη ψευδών ασφαλιστικών απαιτήσεων και να αυξήσει την ταχύτητα επεξεργασίας τους με έμπιστο και διαφανές τρόπο. Με την εφαρμογή των έξυπνων συμβολαίων (smart contracts) οι απαιτήσεις μπορούν να επικυρωθούν και να πληρωθούν μέσω ατμοποιημένων συστημάτων.

Η απουσία τρίτων μερών και μεσαζόντων καθιστά εφικτή τη δυνατότητα για γρήγορες και σχετικά φθηνότερες διαδικασίες. Οι ασφαλιστές μπορούν να εστιάσουν στον υπολογισμό και στην εξάλειψη ρίσκου, αλλά και στην εξισορρόπηση προσφοράς και ζήτησης. Οι ασφαλισμένοι και ασφαλιστές έχουν εμπιστοσύνη στο σύστημα και συνεργάζονται καλύτερα. Επιπλέον, σε συνδυασμό με τεχνολογίες του Internet of Things, όταν προκύπτει ένα ατύχημα δίνεται η δυνατότητα καταγραφής του και βάσει ειδικών μετρήσεων να υπολογιστεί η εκάστοτε αποζημίωση για το συγκεκριμένο σφάλμα. Ακόμη και στη περίπτωση που δεν καλύπτονται οι προδιαγραφές για να χορηγηθεί η αποζημίωση, το ίδιο το Blockchain πραγματοποιεί την αναγνώριση και παρακρατεί έτσι την πληρωμή.

### 3.3.3 Χρηματοοικονομικός Τομέας

Το παγκόσμιο χρηματοπιστωτικό σύστημα διαχειρίζεται ροές τρισεκατομμυρίων δολαρίων ανά ημέρα, καθώς εξυπηρετεί εκατομμύρια ανθρώπους και υποστηρίζει τη διεθνή οικονομία, με αξία που ξεπερνά τα 100 τρισεκατομμύρια δολάρια. Προκειμένου να γίνει ολοκλήρωση μίας συναλλαγής εμπλέκονται πολλά μέρη, με αποτέλεσμα η επεξεργασία και η εκκαθάριση συναλλαγών να είναι αργή και δαπανηρή. Καθένα από αυτά τα συμμετέχοντα μέρη τηρεί το δικό του αρχείο, έχοντας αυξημένες πιθανότητες σφαλμάτων και κατάχρησης των αρχείων αυτών από τους ίδιους ή από τρίτους. Ο πλέον διαδεδομένος τρόπος τραπεζικών συναλλαγών είναι ο κωδικός SWIFT, και χρησιμοποιείται για μεταφορές χρημάτων μεταξύ των τραπεζών για σκοπούς πληρωμών, αλλά και για την ανταλλαγή σχετικών μηνυμάτων μεταξύ των τραπεζών. Αυτό επιτυγχάνεται με συμμετοχή ενδιάμεσων τραπεζών, τρίτων μερών, οι οποίες χρεώνουν τη δική τους αμοιβή. Επομένως, το χρηματοπιστωτικό σύστημα έχει ανάγκη για ένα σύστημα που θα μπορεί να επιτρέπει την ασφαλή και γρήγορη μεταφορά αρχείων καθώς και την αφαίρεση τρίτων μερών από την διαδικασία με σκοπό την εξασφάλιση χρηματικών πόρων.

Η τεχνολογία Blockchain μετατρέπει σε περιττή την ανάγκη ύπαρξης τρίτων μερών, κάνοντας σημαντικά πιο απλή τη διαδικασία μεταφοράς χρημάτων και μειώνοντας έτσι δραματικά το χρόνο επιβεβαίωσης και εκκαθάρισης συναλλαγών, ανεξάρτητα από τη γεωγραφική θέση των συναλλασσόμενων μερών. Υπάρχει η δυνατότητα διατήρησης ενός μόνιμου ιστορικού όλων των συναλλαγών, γεγονός που συνεπάγεται με την εξάλειψη απατών και ξηπλύματος μαύρου χρήματος. Με τη χρήση έξυπνων συμβολαίων (smart contracts), αυτοματοποιούνται οι λογιστικές διαδικασίες και δίνεται η δυνατότητα στις επενδυτικές τράπεζες να εξοικονομήσουν επιπλέον κεφάλαιο καθώς δεν υπάρχει ανάγκη για συμμετοχή επιπλέον μερών στις διαδικασίες. Ενδεικτικά, στην περίπτωση στεγαστικών δανείων των ΗΠΑ, τα έξυπνα συμβόλαια θα μπορούσαν, προσεγγιστικά, να εξοικονομήσουν από \$3δισ έως και \$11δισ ετησίως.

Το Blockchain έχει επίσης τεράστια δυναμική για τον κλάδο των αγορών κεφαλαίων. Για αρκετά χρόνια, οι εταιρείες και οι οργανισμοί προσπαθούν να διευκολύνουν τις διαδικασίες αγοραπωλησίας ακινήτων και εμπορίας μετοχών, οι οποίες πλέον πραγματοποιούνται με αυτόματο τρόπο. Καθώς επιτυγχάνεται η ψηφιοποίηση των χρηματοοικονομικών προϊόντων και υπηρεσιών, οι παραδοσιακές επενδύσεις αναβαθμίζονται και έτσι διευκολύνεται το εμπόριο. Μια από αυτές τις αναβαθμίσεις που παρέχει το Blockchain είναι και ο τρόπος επικύρωσης της ταυτότητας των πελατών και πολύτιμο Know Your Customer εργαλείο (KYC).

Το KYC προσφέρει μια ψηφιακή εναλλακτική στην παρουσίαση εγγράφων σε χρηματοπιστωτικά ιδρύματα. Η ίδια η Ελληνική κυβέρνηση έχει δημιουργήσει ιστοσελίδα για επίλυση ερωτήσεων που μπορεί να έχουν οι πολίτες σχετικά με την συγκεκριμένη τεχνολογία. Το KYC συμβάλλει στην πρόληψη της νομιμοποίησης εσόδων από παράνομες δραστηριότητες. (Anti-Money Laundering). Διεθνώς, τα περισσότερα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα δοκιμάζουν ήδη την τεχνολογία, αλλά και την εφαρμόζουν στις συναλλαγές με τους πελάτες του, προκειμένου να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητές της. Παράδειγμα αποτελεί η βρετανική πολυεθνική Barclays, η οποία από το 2016, σε συνεργασία με την εταιρεία Wave, διεκπεραίωσε τις πρώτες συναλλαγές με πελάτες της εταιρείας, κάνοντας χρήση της τεχνολογίας Blockchain. Η συγκεκριμένη συναλλαγή διεκπεραιώθηκε μόλις σε 4 ώρες, αντί μίας εβδομάδας όπως συνηθίζεται. Το Μάιο του 2019, η Barclays προχώρησε σε μια επένδυση ύψους \$5.5 εκατομμυρίων δολαρίων. Η επένδυση αφορά σε μια Blockchain start-up Crowdz, που βοηθά εταιρείες στη συλλογή πληρωμών και αυτοματοποίηση B2B πληρωμών. Οι B2B πληρωμές αφορούν ανταλλαγή νομισμάτων για αγαθά ή υπηρεσίες μεταξύ δύο επιχειρήσεων.

Η IBM, μια πολυμετοχική εταιρεία που ασχολείται και με υπολογιστικές μηχανές, ανακοίνωσε το καλοκαίρι του 2022 μια πρωτοπόρα πλατφόρμα στο φάσμα της εφοδιαστικής αλυσίδας, το οποίο θα εμπεριέχει και λύσεις για αυτοματοποιημένες B2B συναλλαγές. Αν και δοκιμαστικά, ήδη η χρήση της συγκεκριμένης πλατφόρμας γίνεται σε πραγματικό χρόνο, και για την απλούστευση της όλης διαδικασίας, η IBM έχει τοποθετήσει τέσσερις κατηγορίες όπου θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους συνεργάτες της IBM, για να εξατομικεύσουν την εμπειρία τους στην πλατφόρμα.

Ένα άλλο παράδειγμα είναι η JP Morgan. Το συγκεκριμένο ίδρυμα δημιούργησε ένα δικό της εγχείρημα, το κρυπτονόμισμα JPM Coin, το οποίο έχει περιέλθει σε σταθερή ισοτιμία με το δολάριο, χαρακτηρίζεται δηλαδή ως ένα stablecoin. Έχει ως στόχο την άμεση διευθέτηση των πληρωμών μεταξύ των πελατών της JP Morgan. Μετά τη χρήση του για πληρωμή ή αγορά κάποιου τίτλου, το JPM coin καταστρέφεται και το αντίστοιχο ποσό αποδίδεται στους πελάτες σε δολάρια.

### **3.3.4 Έξυπνα Συμβόλαια (Smart Contracts)**

Ένα έξυπνο συμβόλαιο είναι μια μετεξέλιξη των κανονικών συμβολαίων, τα οποία είναι σε χειρόγραφο μορφή. Αυτή η μετεξέλιξη των χειρόγραφων συμβολαίων είναι και ένα από τα πιο υποσχόμενα εγχειρήματα του Blockchain. Πρώτο επίσημο ορισμό σχετικά με τα smart contracts έδωσε ο επιστήμονας

πληροφορικής, Nicholas Szabo, το 1994. Συγκεκριμένα, ο Nicholas Szabo είχε γράψει τα εξής αναφορικά με τον ορισμό των έξυπνων συμβολαίων:

“Ένα έξυπνο συμβόλαιο είναι ένα πρωτόκολλο ηλεκτρονικών συναλλαγών που εκτελεί τους όρους μιας σύμβασης. Οι στόχοι του σχεδιασμού έξυπνων συμβολαίων είναι η ικανοποίηση κοινών συμβατικών όρων (όροι πληρωμής, εμπιστευτικά δικαιώματα, εμπιστευτικότητα), η ελαχιστοποίηση των εξαιρέσεων τόσο κακόβουλων όσο και τυχαίων αλλά και η ελαχιστοποίηση της ανάγκης για μεσάζοντες. Οι σχετικοί οικονομικοί στόχοι περιλαμβάνουν τη μείωση των ζημιών εξαιτίας απάτης, το κόστος διαιτησίας και επιβολής του νόμου, καθώς και άλλα κόστη συναλλαγών.”

Αρκετά χρόνια αργότερα, ο προγραμματιστής Vitalik Buterin κατάλαβε πως υπάρχουν πολλαπλές δυνατότητες στο blockchain από τη μεταφορά αξίας και έτσι έχτισε ένα καινοτόμο δίκτυο, το Ethereum. Εκμεταλλευόμενο την αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική του, το Ethereum επιτρέπει την εκτέλεση συναλλαγών αλλά και προγραμμάτων, στη μορφή των έξυπνων συμβολαίων. Για το σκοπό του προγραμματισμού των έξυπνων συμβολαίων, ο Vitalik δημιούργησε την γλώσσα Solidity, μια γλώσσα προγραμματισμού για την υλοποίηση έξυπνων συμβολαίων σε διάφορες πλατφόρμες Blockchain και κυρίως στο Ethereum.

Επομένως, ο όρος «έξυπνα συμβόλαια» αναφέρεται σε ψηφιοποιημένα συμβόλαια στα οποία έχει ενσωματωθεί κώδικας υπό τη μορφή if-this-then-that, (εν συντομία IFTTT), τα οποία εκτελούνται αυτόματα αν πληρούνται οι προϋποθέσεις που έχουν τεθεί. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο διακόπτης εκκίνησης (starter interrupter) ο οποίος λειτουργεί με αυτόν τον τρόπο, έχει δηλαδή ένα smart contract και δεν επιτρέπει να ξεκινήσει η διαδικασία εάν δεν έχουν τηρηθεί προηγουμένως οι απαιτούμενες προϋποθέσεις. Σε ένα έξυπνο συμβόλαιο, και από τις δύο πλευρές, γίνεται διαπραγμάτευση για τους όρους όπως οι προδιαγραφές των προϊόντων, η ποσότητα αυτών, το τίμημα, το χρονικό σημείο και τον τόπο εκπλήρωσης μέσω του Blockchain. Το παράδειγμα του διακόπτη εκκίνησης είναι ακόμη πιο χαρακτηριστικό των δυνατοτήτων του συνδυασμού των έξυπνων συμβολαίων και της τεχνολογίας Blockchain. Αντί ο προγραμματισμός του λογισμικού συμβολαίου (contract ware) να καθορίζεται από τον δανειστή, θα καθορίζεται και θα εκτελείται από την πλατφόρμα Blockchain. Κανένα από τα μέλη δεν χρειάζεται να εμπιστεύεται το άλλο για την εκτέλεση του συμβολαίου αλλά την ουδέτερη πλατφόρμα Blockchain, η οποία θα εκτελεί τους όρους όταν πληρωθούν οι προϋποθέσεις.

Ένα από τα κύριο πλεονεκτήματα των έξυπνων συμβολαίων είναι η δραματική μείωση του κόστους των συναλλαγών. Ένα έξυπνο συμβόλαιο ορίζει τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις που έχουν τα εμπλεκόμενα μέρη και που συμφωνούν να τηρούν. Ο έλεγχος τήρησης των υποχρεώσεων και η επιβολή του δικαιώματος που



αποκτά κάθε μέρος μέσω του συμβολαίου διεκπεραιώνονται από ένα δίκτυο υπολογιστών ακριβώς τη στιγμή που οι προϋποθέσεις ικανοποιούνται. Με αυτό τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα για σύναψη συμβολαίων με μέρη για τα οποία δεν υπάρχει πληροφορία πρότερης φερεγγυότητας καθώς και η πραγματοποίηση συναλλαγών που εμπλέκουν ποσά που δεν θα δικαιολογούσαν το κόστος και το φόρτο σύναψης συμφωνιών εάν επρόκειτο να πραγματοποιηθούν με τον παραδοσιακό τρόπο. Τα έξυπνα συμβόλαιο λειτουργούν αδιάκοπα και δεν υπάρχουν περιορισμοί διαθεσιμότητας που ενδέχεται να σχετίζονται με χρόνο ή τοποθεσία. Τέτοια συμβόλαια τείνουν να ελέγχουν σε πραγματικό χρόνο τη συμμόρφωση των μελών. Προκειμένου να λάβουν πληροφορίες από τον «εξωτερικό» κόσμο ενδέχεται να απαιτούν πηγές εξωτερικής πληροφόρησης που αναλαμβάνουν να προμηθεύσουν τις απαιτούμενες πληροφορίες.

Μερικά από τα υπόλοιπα πλεονεκτήματα των έξυπνων συμβολαίων είναι ότι είναι αυτό-επαληθευμένα, αυτό-εκτελέσιμα και μη παραβιάσιμα. Περιπτώσεις χρήσης τους είναι αυτές στις οποίες τα μέλη που επιθυμούν να συνάψουν συμβόλαιο είναι άγνωστα μεταξύ τους και δεν υπάρχει αναγκαστικά εμπιστοσύνη μεταξύ τους. Έτσι, τους παρέχεται η δυνατότητα να παρακάμψουν διαμεσολαβητές και μέσω του Blockchain να προσφέρουν την απαιτούμενη ασφάλεια.

### **3.3.5 Έξυπνη φορτωτική (Smart Bill of Lading)**

Στη σύμβαση για τη θαλάσσια μεταφορά πραγμάτων, ο μεταφορέας έχει την υποχρέωση να εκδώσει φορτωτική για τα αντικείμενα που φορτώθηκαν. Επομένως, η φορτωτική είναι ένα έγγραφο που έχει νομική υπόσταση, και αντιπροσωπεύει τη κατοχή των μεταφερόμενων πραγμάτων που περιγράφονται σε αυτή. Τα συμβαλλόμενα μέρη στο αξιόγραφο αυτό είναι ο φορτωτής και ο μεταφορέας. Ο μεταφορέας ή εκναυλωτής δηλώνει ότι ορισμένα εμπορεύματα φορτώθηκαν ή παραλήφθηκαν και έχει την υποχρέωση να τα παραδώσει. Η έκδοση της φορτωτικής είναι υποχρέωση του πλοιάρχου ή του πράκτορα, αμέσως μετά το πέρας της διαδικασίας φόρτωσης. Φυσικά, η μεταβίβαση της φορτωτικής αναφέρει την νομή των πραγμάτων, όχι όμως την κυριότητα τους. Ο εκναυλωτής ασκεί τη φυσική εξουσία των πραγμάτων για λογαριασμό αυτού που έχει το βουλευτικό

στοιχείο της νομής. Με τη μεταβίβαση της κυριότητας, ο μεταφορέας ασκεί τη φυσική εξουσία επί των πραγμάτων για λογαριασμό του νέου κομιστή.

Είναι γεγονός ότι η χρήση της φορτωτικής συνεπάγεται με αρκετά προβλήματα που μπορεί να είναι είτε απώλεια μέρους του φορτίου, είτε απάτη, είτε αυξημένα κόστη. Σύμφωνα με την Δανέζικη Maersk, η διαχείριση των εγγράφων μπορεί να γίνει ακόμη πιο ακριβή από την ίδια τη μεταφορά του εμπορευματοκιβωτίου (WEF-Maersk). Η μεταβίβασή της τείνει να καθυστερεί αρκετές φορές την παράδοση των εμπορευματοκιβωτίων και των προϊόντων στους αντίστοιχους παραλήπτες και έτσι διευκολύνονται αθέμιτα τεχνάσματα και ναυταπάτες. Η αυξημένη γραφειοκρατία των τραπεζών, οι οποίες σαφώς και εμπλέκονται στο διεθνές εμπόριο, χειροτερεύει τα χρονικά περιθώρια με αποτέλεσμα αρκετές φορές να φτάνουν τα πλοία με τα εμπορευματοκιβώτια στον προορισμό τους και μετέπειτα η φορτωτική.

Αποτελεί επιτακτική ανάγκη, τόσο των εκναυλωτών όσο και των φορτωτών, να ξεπεραστούν αυτές οι δυσκολίες που δημιουργούνται με την χρήση των παραδοσιακών φορτωτικών. Οι σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις μπορούν να δώσουν λύσεις σε αυτό το γιγαντωμένο πρόβλημα για τον κλάδο της ναυτιλίας. Η χρήση της ηλεκτρονικής φορτωτικής είναι ευρέως διαδεδομένη και μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της ασφάλειας και στην μείωση του κόστους και των καθυστερήσεων που δημιουργούνται λόγω των παραδοσιακών φορτωτικών.

Οι εκναυλωτές εμπορευματοκιβωτίων έχουν αρχίσει να στρέφονται σε συστήματα που κάνουν χρήση της τεχνολογίας Blockchain. Οι φορτωτικές που χρησιμοποιούν Blockchain χαρακτηρίζονται ως «έξυπνες φορτωτικές» (Smart Bill of Lading). Η συχνή διαδρομή της φορτωτικής από τον φορτωτή στον παραλήπτη μέσω τραπεζών δεν είναι πλέον αναγκαία, εφόσον ολόκληρη η διαδικασία της μεταβίβασης είναι κάθε στιγμή διαθέσιμη. Το Blockchain διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών, εξοικονομεί σημαντικό χρόνο αλλά και κόστος, με ασφαλή και διάφανο τρόπο.

Για την δημιουργία μιας έξυπνης φορτωτικής, χρειάζεται η βάση δεδομένων Blockchain, όπου εκεί θα αποθηκεύονται οι καταχωρήσεις όπως το όνομα του πλοίου, το όνομα του μεταφορέα, του φορτωτή και σχετικές πληροφορίες των αγαθών προς μεταφορά. Η βάση διανέμεται σε ένα αποκεντρωμένο δίκτυο. Οι χρήστες του δικτύου (nodes) έχουν πρόσβαση να εξετάσουν, να ενημερώσουν και να υπογράψουν τις συναλλαγές στη βάση δεδομένων, όποια στιγμή το επιθυμούν. Οι πόροι του δικτύου διαμοιράζονται στους χρήστες και έτσι δεν υπάρχει κάποια κεντρική αρχή που να αποφασίζει για τους χρήστες (μεταφορέας, φορτωτής, τράπεζες, κλπ.). Οι αλγόριθμοι συναίνεσης που χρησιμοποιούνται, εξασφαλίζουν την εμπιστοσύνη και καθορίζουν ποιος μπορεί να κάνει καταχωρήσεις και να τις υπογράψει. Πριν προστεθεί κάποια συναλλαγή στο σύστημα, πρέπει να επικυρωθεί

από τους ίδιους τους χρήστες, αλλά αυτό εξαρτάται και από τις ιδιαιτερότητές του πρωτοκόλλου που ενδεχομένως χρησιμοποιείται και τους όρους του κώδικα.

Ως πάρουμε ένα παράδειγμα. Ο αποστολέας δημιουργεί μια φορτωτική. Μόλις ο αποστολέας καταχωρήσει τα αντίστοιχα στοιχεία, δίνει το έναυσμα στους υπόλοιπους χρήστες να αποδεχτούν ή να απορρίψουν τη συναλλαγή αυτή. Τα δεδομένα που διαμοιράζεται ο αποστολέας είναι ο αλγόριθμος hash, το ψηφιακό αποτύπωμα της φορτωτικής. Ο μεταφορέας και ο ναυλομεσίτης ενημερώνονται για την δημιουργία φορτωτικής και την άφιξη των αγαθών. Αν οι πληροφορίες που έχουν συμπληρωθεί στη φορτωτική είναι ελλιπείς, όπως για το ύψος του ναύλου, ο ναυλομεσίτης έχει τη δυνατότητα να απορρίψει τη φορτωτική. Αυτή η μέθοδος βοηθάει στην πρόληψη πιθανών διαφορών. Αφού τα αγαθά φτάσουν στο αντίστοιχο λιμάνι, ο μεταφορέας θα πρέπει να εκτελέσει διαδικασίες εκτελωνισμού. Αν προκύψει κάποια ασάφεια αναφορικά με την ποσότητα, τον αναγραφόμενο αριθμό και βάρος του φορτίου που ενδέχεται να μην ανταποκρίνονται στην περιγραφή της φορτωτικής, τότε μπορεί να καταχωρήσει στο σύστημα αυτή τη διαφορά και έτσι να ενημερωθούν οι υπόλοιποι χρήστες. Ο μεταφορέας, χάριν της κρυπτογραφίας και του πρωτόκολλου που περιέχεται στο Blockchain, δεν μπορεί να κάνει αλλαγές στη φορτωτική. Έτσι, μπορεί να μειωθεί το φαινόμενο των ναυταπατών και τυχόν λάθη. Αυτομάτων, ο μεταφορέας προχωρά στο στάδιο του εκτελωνισμού. Και καθώς ενημερώνονται οι πληροφορίες της φορτωτικής, δημιουργείται και προστίθεται ένα επιπλέον block στην αλυσίδα.

### **3.3.6 Ενιαία Βάση Δεδομένων**

Το Blockchain δύναται να βοηθήσει σημαντικά στην δημιουργία και στην διατήρηση μια ενιαίας βάσης δεδομένων, όπου θα διαμοιράζεται στα εμπλεκόμενα μέρη του ναυτιλιακού κλάδου. Σήμερα, η αξία των δεδομένων και των πληροφοριών αξιοποιείται από τους περισσότερους κλάδους όπως στον χρηματοοικονομική κλάδο και τον κλάδο των κυβερνήσεων. Όπως και σε αυτούς τους κλάδους, έτσι και στην ναυτιλία, πολλές γραφειοκρατικές διαδικασίες πραγματοποιούνται με τον παραδοσιακό τρόπο των εγγράφων. Αυτό αποτελεί και το κύριο πρόβλημα, καθώς υπάρχει μεγάλη σπατάλη ωφέλιμου χρόνου και ανθρώπινων πόρων για την διεκπεραίωση εγγράφων. Το Blockchain παρέχει την δυνατότητα αποφυγής του τεράστιου όγκου εγγράφων, με την ανάπτυξη μια ενιαίας παγκόσμιας υποδομής για αποθήκευση δεδομένων που μπορεί να καταστήσει αποδοτικότερη την ανταλλαγή τους και να υπάρξει έτσι βελτίωση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Θα υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης περιουσιακών στοιχείων, λόγου χάριν τα εμπορευματοκιβώτια. Ήδη υπάρχει μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί το

Blockchain και είναι γνωστή ως Blockshipping. Το Blockshipping θα βοηθήσει δραστικά στο λογιστικό κομμάτι της ναυτιλίας, προσφέροντας αυξημένη αποδοτικότητα για τους τερματικούς σταθμούς θαλάσσιων εμπορευματοκιβωτίων αλλά και τη ναυτιλιακή βιομηχανία στο σύνολο της.

Μέσω του Blockshipping έχει δημιουργηθεί και η Παγκόσμια πλατφόρμα κοινόχρηστων εμπορευματοκιβωτίων (Global Shared Container Platform). Η πλατφόρμα αυτή κάνει χρήση της τεχνολογίας Blockchain, των υπηρεσιών cloud και του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things) για να επιτρέψει την καλύτερη χρήση των εμπορευματοκιβωτίων μέσω της αποτελεσματικής χρήσης των container μεταξύ των μεταφορέων. Το κύριο πρόβλημα που αποσκοπεί να λύσει η συγκεκριμένη πλατφόρμα είναι το μεγάλο χρονικό διάστημα που τα container μένουν ακρησιμοποιήτα. Ενώ, η πλατφόρμα προσφέρει στους συμμετέχοντες, να εντοπίζουν σε πραγματικό χρόνο τα εμπορευματοκιβώτια τους και να διαχειρίζονται οι ίδιοι τις συναλλαγές τους.

Αυτές οι πλατφόρμες δεν είναι σημεία των καιρών. Ήδη από το 1933 υπάρχει το Bureau International de Containers το οποίο αποτελεί διεθνές μητρώο όπου καταχωρούνται οι κωδικοί των ιδιοκτητών των containers, με τους οποίους σημαδεύονται τα αντίστοιχα εμπορευματοκιβώτια. Το BCI έχει δημιουργήσει το BoxTech όπου με τη σειρά του, παρέχει στους ιδιοκτήτες εμπορευματοκιβωτίων και τους υπόλοιπους χρήστες μια πλατφόρμα μέσω της οποίας θα μπορούν να ανταλλάξουν πληροφορίες σχετιζόμενες με το στόλο των εμπορευματοκιβωτίων.

### **3.3.7 Εφαρμογή σε λιμένες και τερματικούς σταθμούς**

Τα λιμάνια είναι ιδιαίτερης σημασίας από τα αρχαία χρόνια καθώς εξυπηρετούν την οικονομία και τη παραγωγή ζήτησης και δημιουργούν υποδομές για την ανάπτυξη της ναυτιλίας και της χερσαίας εφοδιαστικής αλυσίδας. Ένα λιμάνι διαδραματίζει πολλούς ρόλους: προστασία από φυσικά στοιχεία, φορτοεκφορτώσεις, επιβιβάσεις και αποβιβάσεις, αποθήκευση και τροφοδοσία, βάση για βιομηχανική ανάπτυξη, τερματικός ή ενδιάμεσος σταθμός. Τη σημερινή εποχή τα λιμάνια από απλοί κόμβοι μετατρέπονται σε συνδέσμους της μεταφορικής αλυσίδας με παγκόσμιο προσανατολισμό.

Το λιμενικό σύστημα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο, με πολλές οντότητες να δραστηριοποιούνται σε αυτό, όπως οι φορείς διοίκησης και οικονομικής εκμετάλλευσης και οι λιμενικές αρχές. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα το ενδιαφέρον για το λιμενικό σύστημα. Η αύξηση του εμπορίου, η

παγκοσμιοποίηση της παραγωγής, η μοναδοποίηση των φορτίων, οι πολιτικές μεταρρυθμίσεις συνεισέφεραν στην αλλαγή του τρόπου οργάνωσης του λιμένα.

Ιδιαίτερα η μοναδοποίηση των φορτίων πρόσθεσε σημαντική αξία και αύξησε την ανταγωνιστικότητα. Ο τρόπος παροχής των υπηρεσιών άλλαξε, καθώς οι λιμένες πλέον παίζουν διαμετακομιστικό ρόλο. Για να επιζήσουν τα λιμάνια και οι τερματικοί σταθμοί σε ένα τόσο ανταγωνιστικό περιβάλλον κρίνεται απαραίτητη η κατανόηση του κόστους και της λειτουργίας ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας ώστε να σχεδιαστεί ένα ευέλικτο σύστημα μεταφορών και να προσφέρονται υψηλού επιπέδου υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας.

Η χρήση Πληροφοριακών Συστημάτων παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη δημιουργία ικανοποιητικών αποδόσεων και η εφαρμογή τεχνολογιών blockchain στο λιμενικό σύστημα μπορεί να αποβεί ιδιαίτερα χρήσιμη. Τα λιμάνια που συμμετέχουν σε ένα δίκτυο blockchain, συνεργάζονται ψηφιακά με τους πελάτες τους (εισαγωγείς, εξαγωγείς, ναυτιλιακές εταιρείες κλπ.) και με κυβερνητικές υπηρεσίες.

Οι πληροφορίες των φορτίων αποθηκεύονται στο ψηφιακό μητρώο (ledger) και δίνεται πρόσβαση στα εμπλεκόμενα μέρη. Έτσι εξοικονομείται χρόνος και κόστος συναλλαγών, ενώ προλαμβάνονται λάθη στη πληροφόρηση. Η βάση δεδομένων μπορεί να αναβαθμιστεί ακόμη περισσότερο με την ενσωμάτωση συσκευών διαδικτύου των πραγμάτων, που σε συνδυασμό με τα έξυπνα συμβόλαια αυτοματοποιούν τις διαδικασίες.

Η εφοδιαστική αλυσίδα είναι ορατή σε όλα της τα στάδια και η πληροφόρηση είναι άμεση, συνεπώς τα λιμάνια συντονίζονται και λειτουργούν αποδοτικότερα. Μειώνεται ο χρόνος γραφειοκρατικών διαδικασιών, διαχείρισης του φορτίου και των αποθεμάτων. Το Blockchain λειτουργεί με τέτοιο διαφανές τρόπο ώστε να μειωθούν οι επιθεωρήσεις και το double-spending.

Κορυφαία λιμάνια και τερματικοί σταθμοί που διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο εντάσσονται στο κύμα εταιρειών που ενσωματώνουν το Blockchain στις επιχειρηματικές τους δραστηριότητες. Για παράδειγμα, το λιμάνι της Veracruz στο 60 Μεξικό, εγκαινίασε ένα έργο για τη βελτίωση της ασφάλειας των εμπορευματικών μεταφορών. Ιδιαίτερα δημοφιλή λύση για τους λιμένες αποτελεί η πλατφόρμα TradeLens στην οποία συμμετέχουν πάνω από 50 λιμάνια και τερματικοί σταθμοί, με σημαντικότερα παραδείγματα της Βαλένθιας, της Σιγκαπούρης, του Χόνγκ Κόνγκ, του Ρότερνταμ κλπ.

#### **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Εφαρμογές της τεχνολογίας Blockchain στους λιμένες**

#### 4.1 Blockchain smart port case: Μια start-up εταιρεία με έδρα την Αμβέρσα.

Σε πολλά λιμάνια, όπως για παράδειγμα το λιμάνι του Αμβούργου, το Blockchain έχει γίνει μέρος της ευρύτερης προσέγγισης των smartport. Διαφορετικά έργα έξυπνων λιμένων σε ολόκληρο τον κόσμο μπορούν να έχουν διαφορετικούς στόχους ή προτεραιότητες, αλλά οι πλατφόρμες IoT (Internet of Things) , Advanced Big Data (Συλλογή, Ανταλλαγή και analytics) και όλο και περισσότερο το Blockchain , παρουσιάζουν πάντα διαφορετικές λύσεις.

Ως παράδειγμα ενός έργου Blockchain στον τομέα των smart ports που επιλύει μια καίρια πρόκληση, αυτό της χρονοβόρας και επισφαλούς γραφειοκρατίας, και στοχεύει να προχωρήσει πέρα από το σκοπό της ασφαλούς απελευθέρωσης εμπορευματοκιβωτίων προς άλλα έξυπνα λιμάνια (smart ports), είναι η περίπτωση του λιμένα της Αμβέρσας. Εκεί όπου μια πρωτοβουλία Blockchain αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου έργου smart port.

Το καλοκαίρι του 2018, η Λιμενική Αρχή της Αμβέρσας και η start-up εταιρεία του λιμένα, T-Mining, έχουν αναπτύξει μια λύση για να καταστήσουν τις ροές εγγράφων ασφαλέστερες και αποτελεσματικότερες. Έγγραφα, όπως πιστοποιητικά προέλευσης και φυτοϋγειονομικά πιστοποιητικά μεταφέρονται μέσω τεχνολογίας Blockchain και η ροή εγγράφων αυτοματοποιείται μέσω των λεγόμενων έξυπνων συμβάσεων (smart contracts). Μαζί με τις εταιρείες Belfruco, Enzafruit, Port App, 1-Stop και T&G Global, αναπτύχθηκε μια συγκεκριμένη λύση για φυτοϋγειονομικά πιστοποιητικά, τα οποία εγγυώνται την ασφάλεια των οπωροκηπευτικών αγαθών που περνάνε από το λιμάνι της Αμβέρσας. Με αυτό το πιλοτικό έργο, το λιμάνι της Αμβέρσας επιβεβαιώνει τον πρωτοποριακό του ρόλο στον τομέα της καινοτομίας και της ψηφιοποίησης και συνεργάζεται ενεργά για νέες λύσεις για την περαιτέρω διασφάλιση της τροφικής μας αλυσίδας ενώ αυτοματοποιεί τις διοικητικές διαδικασίες.

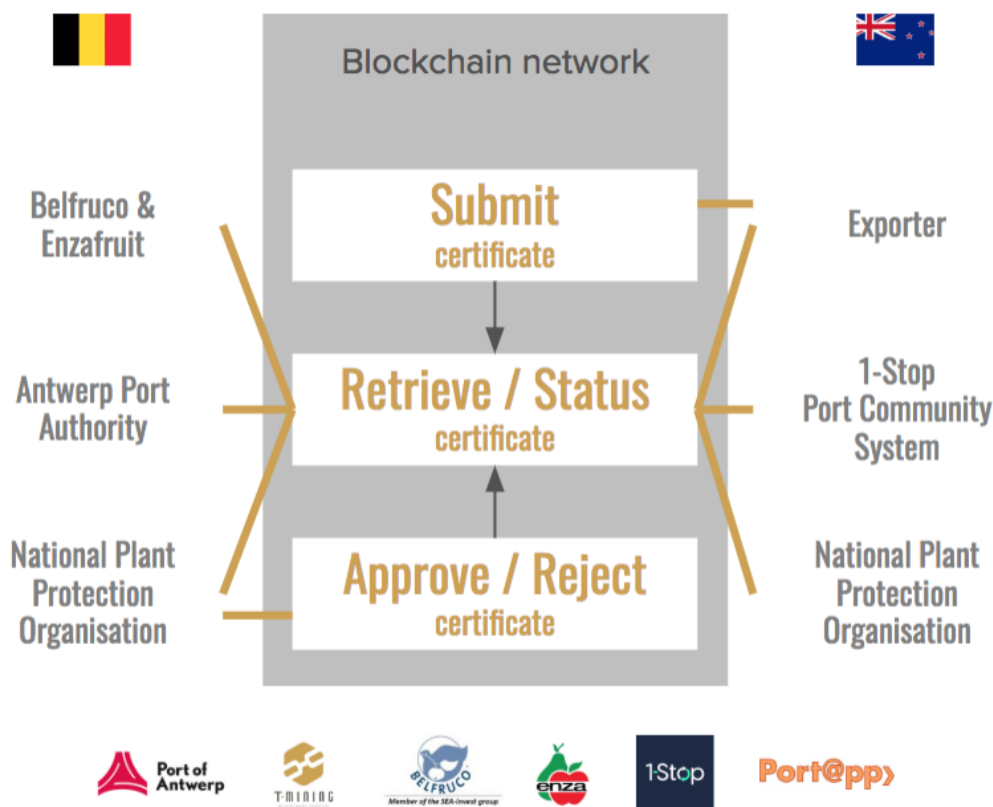
Η ίδια η εταιρεία δηλώνει στην ιστοσελίδα της ότι σε ημερήσια βάση, περισσότερες από 1.000 εταιρείες από τουλάχιστον 20 διαφορετικές χώρες χρησιμοποιούν την υπηρεσία Blockchain της T-Mining<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://t-mining.be/>

Πολλά μέρη συμμετέχουν στην εισαγωγή οπωροκηπευτικών και στην ανταλλαγή των φυτοϋγειονομικών πιστοποιητικών που παρέχονται με τις εισαγωγές. Ο Οργανισμός Τροφίμων στη Νέα Ζηλανδία είναι υπεύθυνος για την έκδοση του φυτοϋγειονομικού πιστοποιητικού. Στη συνέχεια, ο εξαγωγέας της Νέας Ζηλανδίας αποστέλλει αυτό το πιστοποιητικό - μαζί με τα οπωροκηπευτικά προϊόντα- στον εισαγωγέα που βρίσκεται στο Βέλγιο. Ο τελευταίος μεταφέρει το πιστοποιητικό στον αποστολέα, ο οποίος με τη σειρά του πρέπει να παραδώσει αυτά τα πιστοποιητικά στις Βέλγικες αρχές, ώστε να μπορούν να επιθεωρούν και να εγκρίνουν το εκάστοτε πιστοποιητικό πριν από την αποδέσμευση του φορτίου φρούτων για εισαγωγή στην εγχώρια αγορά του Βελγίου.

"Σήμερα, αυτά τα πιστοποιητικά χαρτιού αποστέλλονται με υπηρεσίες courier από τη Νέα Ζηλανδία." εξηγεί ο Nico De Cauwer, αρχιτέκτονας επιχειρήσεων Port Community Systems της Λιμενικής Αρχής της Αμβέρσας και προσθέτει, "Αυτό κοστίζει πολύ χρόνο και χρήμα. Με το πιλοτικό έργο το οποίο κάνει χρήση Blockchain, μπορούμε να μεταφέρουμε αυτά τα πιστοποιητικά από τη Νέα Ζηλανδία στο Βέλγιο πολύ πιο γρήγορα και στη συνέχεια να μεταφερθούν στις αρμόδιες λιμενικές αρχές στην Αμβέρσα. Με αυτόν τον τρόπο, όλοι έχουν άμεσα όλες τις τελευταίες πληροφορίες και οι απαραίτητες προετοιμασίες και έλεγχοι μπορούν να γίνουν γρηγορότερα. Επιπλέον, η τεχνολογία Blockchain εγγυάται ότι η αυθεντικότητα των πιστοποιητικών δεν έχει παραβιαστεί και μπορούμε να ανακτήσουμε την προέλευση των εγγράφων σε πραγματικό χρόνο. Προς το παρόν δοκιμάζουμε αυτή τη λύση σε μικρή κλίμακα, με περιορισμένο αριθμό μερών. Θέλουμε να δοκιμάσουμε συγκεκριμένα στοιχεία του Blockchain, αλλά και τον νέο τρόπο εργασίας, ο οποίος είναι πλέον διενεργείται τελείως ψηφιακά. Με τα αποτελέσματα αυτού του πιλοτικού έργου, θα δούμε ποιες προσαρμογές χρειάζονται για να εξεταστεί μια πιθανή περαιτέρω ανάπτυξη." (Nico De Cauwer, 2018)



**Σχήμα 4: Λειτουργικό Blockchain Nextport, λιμάνι της Αμβέρσας**

Με την χρήση της τεχνολογίας του Blockchain, η ροή πληροφοριών μεταξύ των μερών διέπεται από έξυπνες συμβάσεις (smart contracts) που καλύπτουν την πρόσβαση, την προσθήκη νέων πληροφοριών και την κοινή χρήση αυτών. "Επειδή το Blockchain είναι μια τεχνολογία back-end, συνεργαζόμαστε με το PortApp, το οποίο αναπτύσσει την εφαρμογή front-end, ώστε οι τελικοί χρήστες να μπορούν να ανεβάζουν, να μεταφέρουν και να εγκρίνουν έγγραφα μέσω του blockchain", πρόσθεσαν οι εταιρείες που συμμετέχουν άμεσα στο πιλοτικό έργο.

Ο Erwin Verstraelen, CDIO της Λιμενικής Αρχής της Αμβέρσας, δήλωσε ότι το έργο επιβεβαιώνει το καθεστώς της Αμβέρσας ως πρωτοπόρου και ηγέτη για την εφαρμογή της τεχνολογίας του Blockchain στον ναυτιλιακό τομέα. "Το 2017, ήμασταν το πρώτο λιμάνι στον κόσμο που δοκιμάσαμε το Blockchain. Σήμερα, αναδεικνύουμε για άλλη μια φορά τη φιλοδοξία μας να είμαστε ένας ανοικτός κόμβος καινοτομίας που εισάγει νέες τεχνολογίες, καθώς η καινοτομία και η ψηφιοποίηση είναι ζωτικής σημασίας για να διεξάγονται οι γραφειοκρατικές διαδικασίες με ασφάλεια και με εύρυθμο τρόπο. Για τη διασφάλιση της ανταγωνιστικότητας του λιμένα μας, επενδύουμε σε πιλοτικά έργα για να κατανοήσουμε καλύτερα τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών και να μάθουμε πώς να τις εφαρμόζουμε καλύτερα." (Erwin Verstraelen, 2022)



Ο Filip Hermans, Chief Product Officer της εταιρείας T-Mining, σημείωσε ότι το Blockchain δύναται να δώσει λύσεις για το πρόβλημα της κυριότητας των πρωτότυπων εγγράφων, δηλαδή ποιος κατέχει τα πρωτότυπα έγγραφα. "Η τεχνολογία Blockchain επιτρέπει τη μεταφορά εγγράφων χωρίς να είναι δυνατή η αντιγραφή αυτών, οπότε υπάρχει μόνο ένα μέρος που κατέχει το πρωτότυπο έγγραφο ανά πάσα στιγμή. Επιπροσθέτως, το Blockchain εγγυάται την αυθεντικότητα του εγγράφου – καθώς κανείς δεν μπορεί να αλλάξει ή να διαγράψει τίποτα απαραίτητο – ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του Blockchain." (Filip Heremans, 2022)

"Χάρη στην τεχνολογία Blockchain, είμαστε σε θέση να μεταφέρουμε την αρχική έκδοση των εγγράφων πλήρως ψηφιακά, αντί να προωθήσουμε ένα αντίγραφο της.", εξηγεί ο Filip Heremans της start-up εταιρείας T-Mining. "Συγκρίνετε το με ένα αρχείο κειμένου που στέλνετε μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σε ένα άτομο. Και τα δύο μέρη έχουν τη δική τους έκδοση του ίδιου εγγράφου, οπότε το ερώτημα είναι ποιος έχει την αρχική έκδοση. Με σημαντικά έγγραφα, όπως πιστοποιητικά που εγγυώνται την προέλευση και την ασφάλεια των τροφίμων μας, αυτό είναι ένα σημαντικό πρόβλημα.

Το πιλοτικό έργο της T-Mining, εγγυάται ότι όλα τα δεδομένα αποθηκεύονται αποκεντρωμένα σε πολλαπλούς κόμβους σε διάφορα μέρη, όπως η Λιμενική Αρχή της Αμβέρσας, η Λιμενική κοινότητα της Αυστραλίας και της Νέας Ζηλανδίας. Ένα άλλο βασικό χαρακτηριστικό της τεχνολογίας Blockchain είναι ότι όλα τα μέρη έχουν πρόσβαση ακριβώς στα ίδια δεδομένα, τα οποία είναι ζωτικής σημασίας για μια αποτελεσματική διαδικασία μεταφοράς φρούτων. Σήμερα αυτό είναι ένα γνωστό πρόβλημα, προκαλώντας μεγάλους χρόνους αναμονής.

Τέλος, τα λεγόμενα έξυπνα συμβόλαια (smart contracts) παρέχουν την δυνατότητα αυτοματοποίησης και ασφαλή ροής των εγγράφων μεταξύ των διαφόρων μερών, έτσι ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν ορισμένοι κανόνες πρόσβασης και να μοιραστούν νέες πληροφορίες με τα εμπλεκόμενα μέρη χωρίς καθυστέρηση και με ασφαλή τρόπο. Επειδή το Blockchain είναι μια τεχνολογία back-end<sup>2</sup>, η T-Mining συνεργάζεται με το PortApp, το οποίο αναπτύσσει την εφαρμογή front-end<sup>3</sup>, ώστε οι τελικοί χρήστες να μπορούν να μοιράζονται, να μεταφέρουν και να εγκρίνουν έγγραφα μέσω του Blockchain.

---

<sup>2</sup> Δεδομένα και σύνταξη κώδικα λειτουργίας που αποθηκεύονται στο σύστημα και για τα οποία δεν υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης από τους χρήστες.

<sup>3</sup> Το κομμάτι που βλέπουμε και αλληλοεπιδράμε ως επισκέπτες ενός ιστότοπου ή ως τελικός χρήστης μιας εφαρμογής για κινητά.

Από τις υπόλοιπες εταιρείες που συμμετέχουν στο πιλοτικό έργο στο λιμάνι της Αμβέρσας, ο Michael Bouari, Διευθύνων Σύμβουλος της 1-Stop Connections, δηλώνει ευχαριστημένος με τη συνεργασία αυτή. "Οι ψηφιακές συνδέσεις μεταξύ των διεθνών λιμενικών Κοινοτήτων είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη ανάπτυξης και καινοτομίας. Για το έργο αυτό, συνεργαζόμαστε στενά με το λιμάνι της Αμβέρσας για να δοκιμάσουμε μια πολύπλοκη και υψηλής τεχνολογίας λύση σε διεθνή κλίμακα." (Michael Bouari, 2018)

Από το φθινόπωρο του 2021, η T-Mining συνεργάζεται με την GUUD, εταιρεία στον κλάδο τεχνολογίας πληροφοριών με έδρα την Σιγκαπούρη. Με κοινή τους δήλωση, ανακοίνωσαν την επιτυχή ολοκλήρωση του δικτύου Secure Document Workflow (SDW), διασυνδέοντας τόσο τη Βελγική πλατφόρμα έκδοσης CoO Digichambers 2.0 όσο και την πλατφόρμα διευκόλυνσης του εμπορίου της Σιγκαπούρης από την GUUD, CamelONE. Κατά τη διάρκεια μιας αρχικής πιλοτικής φάσης, τα πιστοποιητικά προέλευσης μεταφέρθηκαν με επιτυχία μέσω του δικτύου. Αυτή η πρωτοβουλία είναι το αποτέλεσμα ενός κοινού έργου Έρευνας και Ανάπτυξης (R&D) μεταξύ των δύο εταιρειών, το οποίο ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2020. Όπως αναφέρουν οι εταιρείες, το διεθνές εμπόριο χαρακτηρίζεται από χρήση διάφορων εγγράφων, όπως το πιστοποιητικό προέλευσης (CoO) που εκδίδεται από τοπικά εμπορικά επιμελητήρια. Παρά το γεγονός ότι πολλά από αυτά τα επιμελητήρια προσφέρουν μια τοπική πλατφόρμα για να ζητήσουν και να δημιουργήσουν ένα ψηφιακό πιστοποιητικό προέλευσης (CoO), απαιτείται ακόμη μια αυθεντική και έντυπη έκδοση για τη δήλωση εισαγωγής στη χώρα προορισμού, περιπλέκοντας έτσι τις γραφειοκρατικές διαδικασίες. Αυτό συχνά οδηγεί σε διοικητικά γενικά έξοδα, πρόσθετο κόστος και πιθανό κίνδυνο καθυστερήσεων.

Αυτό το πρόβλημα επιχειρούν να λύσουν με συνεργασία τους η T-Mining και η GUUD, συνδυάζοντας τις δικές τους πλατφόρμες και με τη χρήση τεχνολογιών Blockchain, επιχειρούν να απλοποιήσουν την διαδικασία της καταχώρησης και χρήσης των ψηφιακών πιστοποιητικών προέλευσης, ενώ παράλληλα εγγυούνται τη γνησιότητα των ψηφιακών πιστοποιητικών όπως αυτή απαιτείται από τις τοπικές τελωνειακές αρχές του Βελγίου και της Σιγκαπούρης.

Ως δεύτερη φάση αυτής της συνεργασίας των δυο εταιρειών, νέοι εισαγωγείς και εξαγωγείς, εμπορικές πλατφόρμες και αρχές συνδέονται επί του παρόντος με το δίκτυο Secure Document Workflow (SDW), δοκιμάζοντας τη λύση που προσφέρει το δίκτυο για να αποκτήσουν εμπειρία και να εκτιμήσουν τα οφέλη που παρέχει. Σύντομα, θα υποστηριχθούν και άλλα εμπορικά έγγραφα. Το SDW είναι μια λύση πολλαπλών εγγράφων από το σχεδιασμό, προσφέροντας μια ψηφιακή βιβλιοθήκη εγγράφων για την κοινή χρήση ενός συνόλου αυτών μεταξύ πολλών συνεργατών της αλυσίδας εφοδιασμού, διασφαλίζοντας παράλληλα την πλήρη προστασία της ιδιωτικής ζωής όσον αφορά τις εμπορικά ευαίσθητες πληροφορίες.

Μια ακόμη εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain που χρησιμοποιεί η T-Mining σε συνεργασία με την ναυτιλιακή εταιρεία Harag-Lloyd είναι το δίκτυο Secure Container Release (SCR). Το δίκτυο Secure Container Release εφαρμόζεται για την ασφαλή κυκλοφορία εμπορευματοκιβωτίων μέσα στο λιμάνι της Αμβέρσας. Χάρη στην εφαρμογή αυτού του δικτύου, ο χειρισμός εμπορευματοκιβωτίων γίνεται μέσω τεχνολογίας Blockchain, χωρίς να χρειάζεται η χρήση κωδικού PIN. Το σύστημα θα πρέπει να κάνει τη διαδικασία απελευθέρωσης εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μερών ακόμη πιο ασφαλή και αποτελεσματική.

Τον Ιούλιο του 2020, η Harag-Lloyd, μαζί με την CMA CGM και την MSC, μεταξύ άλλων, συμμετείχαν ήδη σε πιλοτική δοκιμή, η οποία ξεκίνησε από την αρχή του λιμένα του Ρότερνταμ, για την αξιολόγηση του δικτύου SCR. Ο Tom Demolder, Διευθύνων Σύμβουλος της ναυτιλιακής Harag-Lloyd τονίζει πως "Το SCR είναι μια γρήγορη και εφαρμόσιμη λύση για το Ρότερνταμ, και η εισαγωγή του SCR ταιριάζει με το μακροπρόθεσμο όραμά μας για την προώθηση της καινοτομίας και τη δημιουργία αξίας μέσω της ψηφιοποίησης." (Tom Demolder, 2020)

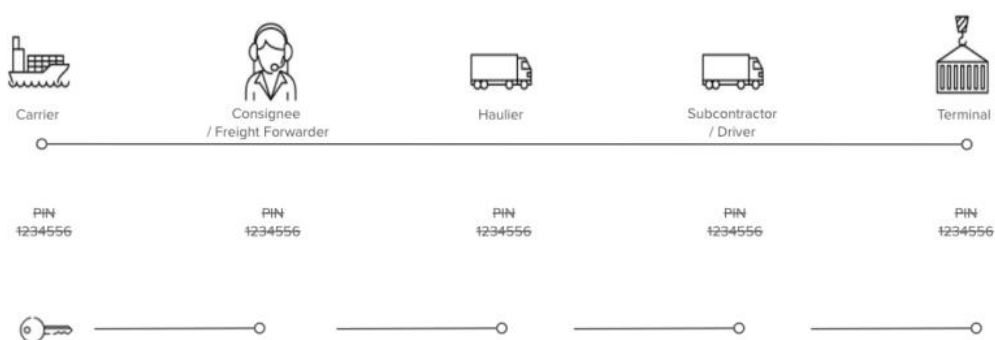
Η T-Mining συγκεκριμένα εξηγεί γιατί η χρήση κωδικού PIN για τα εκάστοτε εμπορευματοκιβώτια είναι μη-ασφαλή.

- Ένας κωδικός PIN είναι εύκολο να αντιγραφεί. Πράγματι, όταν αποστέλλονται μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, δεν μπορεί να αποκλειστεί το γεγονός ότι κάποιος θα διαβιβάσει αυτές τις πληροφορίες σε κάποιο τρίτο μέρος με κακόβουλες προθέσεις. Φυσικά, το ίδιο ισχύει και για μια εξαιρετικά ασφαλή εφαρμογή. Ακόμα και τότε, κάποιος με πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες μπορεί ακόμα να διανείμει αποτελεσματικά αυτό πληροφορίες εκτός της εφαρμογής.
- Μια λογική συνέπεια αυτού είναι ότι η κατοχή ενός μυστικού κωδικού PIN μπορεί να είναι δύσχρηστη. Οποιοσδήποτε έχει πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες μπορεί να τις μεταβιβάσει σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα. Αντίθετα, η πρόσβαση μπορεί να αποκτηθεί σε μυστικές πληροφορίες μέσω ηλεκτρονικής πειρατείας. Λόγου χάριν, μέσω απάτης πλαστής ταυτότητας, απλώς μεταβιβάζοντας τα στοιχεία σύνδεσης σε μια βάση δεδομένων ή μια εφαρμογή.
- Ένας κωδικός PIN είναι σχεδόν αδύνατος στον εντοπισμό του. Όταν το συμβαλλόμενο μέρος προμηθεύεται το κωδικό PIN, δεν μπορούν να ξέρουν αν ο κωδικός αυτός είναι αυθεντικός ή ακόμα αν είναι εσφαλμένος ή όχι. Αντιστρόφως, το ίδιο ισχύει όταν ένα τρίτο μέρος με κακές προθέσεις μπορεί να τις διανείμει αποτελεσματικά χωρίς να αφήσουν (ψηφιακά) ίχνη.

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι οι κωδικοί PIN εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σήμερα για να ασφαλίσουν τη διαδικασία απελευθέρωσης ενός εμπορευματοκιβωτίου. Αυτό φυσικά έχει να κάνει με τη φύση των ψηφιακών συστημάτων όπως τα γνωρίζουμε σήμερα. Το διαδίκτυο, για παράδειγμα, έχει σχεδιαστεί για να διανέμει πληροφορίες πολύ απλά και γρήγορα. Και εκεί ακριβώς είναι που η τεχνολογία Blockchain δύναται να κάνει τεράστια διαφορά.

Για την επίλυση αυτού του ζητήματος ταυτότητας και αντικατάστασης του κωδικού PIN με μια απλούστερη τεχνολογία, αναπτύχθηκε η ψηφιακή ταυτότητα (ID), η οποία είναι ένα λογισμικό που είναι εγκατεστημένο στο δίκτυο υπολογιστών του εκάστοτε οργανισμού όταν εγγράφεται στην εφαρμογή. Το πορτοφόλι ID περιέχει κρυπτογραφικά κλειδιά με τα οποία ο οργανισμός μπορεί να ταυτιστεί (για παράδειγμα ένα όνομα χρήστη (username) & κωδικό πρόσβαση (password)), στην εφαρμογή Secure Container Release (SCR) και στο δίκτυο Blockchain. Αυτή η διαδικασία αναγνώρισης μπορεί να εκτελεστεί έγκυρα μόνο από το εταιρικό δίκτυο. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να αποκλειστεί το γεγονός ότι κάποιος θα προσπαθούσε να συνδεθεί με κλεμμένα διαπιστευτήρια και να χειριστεί ένα δικαίωμα λήψης του κωδικού PIN.

Επιπλέον, λόγω του Blockchain, γίνεται αντικατάσταση των παραδοσιακών κωδικών PIN με τυχαία σύμβολα, τα οποία σε περίπτωση υποκλοπής δεν οδηγούν σε απώλεια ευαίσθητων δεδομένων. Αυτά τα τυχαία σύμβολα μεταφέρονται μεταξύ των διαφόρων συμμετεχόντων στην αλυσίδα. Μια σειρά αυτών των τυχαίων συμβόλων δύναται να χρησιμοποιηθεί μια φορά μόνο. Μόλις μεταφερθεί η σειρά τυχαίων συμβόλων, χάνονται τα δικαιώματα χρήσης του. Με άλλα λόγια, το δικαίωμα συλλογής καθίσταται μοναδικό και ανιχνεύσιμο μέσω αυτής της αντικατάστασης.



**Σχήμα 4.1: Αντικατάσταση κωδικού PIN με μια σειρά τυχαίων συμβόλων (ψηφιακό κλειδί).**

Οι ιδιωτικές συνδέσεις χρησιμοποιούνται στο ψηφιακό πορτοφόλι ταυτότητας (ID). Αυτό σημαίνει ότι κάθε οργανισμός που δημιουργεί μια σύνδεση με έναν άλλο οργανισμό ανταλλάσσει μοναδικά και επομένως ιδιωτικά κρυπτογραφικά κλειδιά. Δύναται να γίνει σύγκριση των ιδιωτικών συνδέσεων με έναν μοναδικό αριθμό τηλεφώνου, με τον οποίο κάθε μία από τις επαφές μπορεί να επικοινωνήσει μεταξύ τους. Σε αντίθεση με τον ίδιο αριθμό τηλεφώνου - με τον οποίο όλοι όσοι γνωρίζουν τον αριθμό τηλεφώνου - μπορούν εύκολα να τον αναγνωρίσουν, μια ιδιωτική σύνδεση προσφέρει εγγυημένη ιδιωτικότητα. Είναι αυτονόητο ότι σε μια ιδιαίτερα ανταγωνιστικός τομέας, όπου ναυτιλιακές εταιρείες και πράκτορες μεταφορών συνεργάζονται μαζί για ένα εμπορευματοκιβώτιο αλλά είναι ανταγωνιστές για ένα άλλο εμπορευματοκιβώτιο, η πτυχή που προσφέρει η εφαρμογή ενός ψηφιακού πορτοφολιού ταυτότητας, αυτό της ιδιωτικότητας, είναι μια διαβεβαίωση που επιβάλλεται ότι πρέπει να υπάρχει.

Αναφορικά με το δίκτυο Secure Container Release της T-Mining, οι εταιρείες LogTech T-Mining και Flowfox συμφώνησαν να συνεργαστούν για να αξιοποιήσουν τις συνέργειες μεταξύ της λύσης SCR και της πλατφόρμας αυτοματισμού εισαγωγής All-in-one της Flowfox.

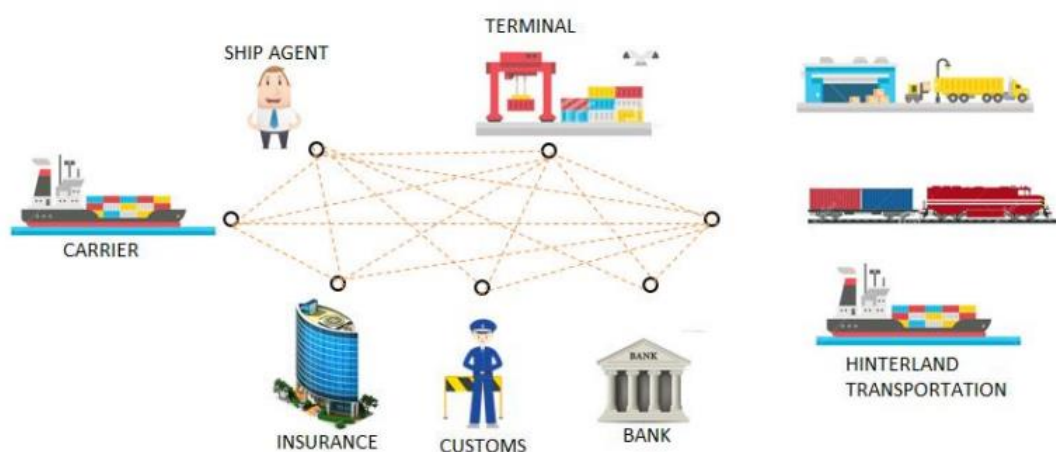
Η πλατφόρμα αυτοματισμού εισαγωγής All-in-one της Γερμανικής εταιρείας λογισμικού Flowfox προσφέρει υπηρεσίες πλήρης αυτοματοποίησης μέσω της τεχνολογίας Blockchain και μέσω αυτής δύναται να γίνει εξοικονόμηση εργατωρών και αποτροπή περιττών δαπανών. Αυτοματοποιούνται διαδικασίες απελευθέρωσης εμπορευματοκιβωτίων, επαναχρησιμοποίηση εμπορευματοκιβωτίων καθώς και αλλαγή στα προκαθορισμένα σημεία παράδοσης.

Η συνεργασία περιλαμβάνει την άμεση ενσωμάτωση της λύσης Secure Container Release (SCR) της T-Mining στην πλατφόρμα Flowfox. Μέσω του Flowfox, οι μεταφορείς θαλάσσιων αποστολών και οι πελάτες εισαγωγής τους έχουν μια αυτοματοποιημένη, απλή και διαφανή διαδικασία απελευθέρωσης εμπορευματοκιβωτίων και αντικαθίσταται η μη-κρυπτογραφημένη επικοινωνία ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ειδικά για ευαίσθητα δεδομένα. Η ασφάλεια της διαδικασίας απελευθέρωσης ενισχύεται σημαντικά από το SCR της T-Mining, αντικαθιστώντας την ανασφαλή διαδικασία PIN με ένα ασφαλές διακριτικό βασισμένο σε Blockchain. Η ασφαλής μεταφορά του δικαιώματος παραλαβής του εμπορευματοκιβωτίου στο τερματικό σταθμό είναι επίσης ενεργοποιημένη από την T-Mining.

Επί του παρόντος, οι μεταφορείς θαλάσσιων αποστολών εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν σημαντικό φόρτο χειροκίνητης εργασίας για να οργανώσουν τη διαδικασία εισαγωγής εμπορευματοκιβωτίων με ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο. Με αυτή τη συνεργασία, και οι δύο νεοσύστατες επιχειρήσεις φέρνουν μια πλήρη διαδικασία ψηφιακής απελευθέρωσης στην αγορά, συνδυάζοντας τα καλύτερα και των δύο κόσμων.

#### 4.2: Η τεχνολογία Blockchain ως μέσο αποθήκευσης πληροφοριών

Η εφαρμογή μιας πλατφόρμας Blockchain μπορεί να διευκολύνει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των μερών που εμπλέκονται στη διαδικασία. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αποθήκευση του φορτίου πληροφορίες για το καθολικό. Αντί να ανταλλάσσουν τεκμηρίωση, τα μέρη που εμπλέκονται στη διαδικασία έχουν άδεια πρόσβασης στο μπλοκ όπου αποθηκεύονται οι πληροφορίες. Αυτό οδηγεί στη δημιουργία μιας μοναδικής, κοινής πληροφορίας που μπορεί να προσεγγιστεί σε πραγματικό χρόνο και με χαμηλότερο κόστος συναλλαγής. Η διαδικασία μπορεί να επιταχυνθεί περαιτέρω με τη συμπερίληψη μερών που είναι επί του παρόντος εξωτερικά της διαδικασίας (τράπεζες, ασφάλειες, εταιρεία).



Σχήμα 4.2: Ροή πληροφοριών Blockchain στη διαδικασία εισαγωγής.

### **4.3: Εφαρμογή τεχνολογίας Blockchain στα λιμάνια ελεύθερου εμπορίου της Χαϊνάν.**

#### **4.3.1: Σχετικά με τη Ζώνη Ελεύθερου Εμπορίου της Χαϊναν.**

Το νησί Χαϊνάν (Hainan) είναι μέρος της επαρχίας Χαϊνάν (Hainan Province), της νοτιότερης επαρχίας της Κίνας. Υποστηριζόμενο από την ηπειρωτική χώρα και με θέα στον Ειρηνικό Ωκεανό, το νησί Hainan έχει μια εξαιρετική τοποθεσία για την θαλάσσια σύνδεση της Κίνας με τη Νοτιοανατολική Ασία και άλλες περιοχές. Είναι επίσης το μεγαλύτερο τροπικό νησί της Κίνας, με έκταση 34.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό 8 εκατομμυρίων κατοίκων. Στην Κίνα, το νησί Hainan είναι γνωστό για τον πλούτο του σε φυσικούς πόρους και το φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο διαβίωσης της κοινότητας των κατοίκων του νησιού. Παρ' όλα αυτά, τις τελευταίες δεκαετίες, το ΑΕΠ που παράγεται από τη Χαϊνάν βρίσκεται εδώ και πολύ καιρό σε πτωτική τάση. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αποφασιστική δράση της Κινέζικης κυβέρνησης και των εμπλεκόμενων μελετητών προκειμένου να μπορέσουν να εξασφαλίσουν την οικονομική ανάπτυξη του νησιού διατηρώντας παράλληλα τα χαρακτηριστικά της Χαϊνάν.

Για να εμβαθύνει τις απαραίτητες μεταρρυθμίσεις, τον Απρίλιο του 2018, Η Κίνα ανακοίνωσε τη μετατροπή ολόκληρου του νησιού Hainan σε πιλοτική ζώνη ελεύθερου εμπορίου καθώς και λιμένα ελεύθερου εμπορίου. Στις 16 Οκτωβρίου 2018, το Κρατικό Συμβούλιο εξέδωσε ένα γενικό σχέδιο για την πιλοτική ζώνη ελεύθερου εμπορίου της Κίνας (Hainan), εισάγοντας μεγάλο αριθμό νέων πολιτικών για την ενθάρρυνση των εξωτερικών επενδύσεων στην ζώνη ελεύθερου εμπορίου (ZEE) της Χαϊνάν. Προκειμένου να επιταχυνθεί η δημιουργία ενός ανοιχτού, οικολογικού και προσανατολισμένου στις υπηρεσίες βιομηχανικού συστήματος σύμφωνα με τα προηγμένα διεθνή πρότυπα, η ZEE της Χαϊνάν κατασκευάζει ολοκληρωμένα πάρκα εφοδιαστικής, δεσμευμένες ζώνες, δεσμευμένους λιμένες, επεξεργασία εξαγωγών κλπ., που στοχεύουν στην καινοτομία και στην εφαρμογή τεχνολογίας Blockchain. Παρ' όλα αυτά, η ανάπτυξη υλικού και λογισμικού στη βιομηχανία εφοδιαστικής Hainan είναι εκτός συγχρονισμού. Επί του παρόντος, ο Hainan παραμένει στη φάση της κατασκευής των εγκαταστάσεων που θα στεγάσουν το δίκτυο, ενώ η κατασκευή της χωρικής βάσης δεδομένων και της βασικής βάσης δεδομένων υστερεί. Τα δεδομένα από διαφορετικές πόλεις και περιοχές δεν συλλέγονται όπως θα έπρεπε.

#### 4.3.2: Σχετικά με τα λιμάνια της ZEE της Χαϊνάν.

Το νησί Χαϊνάν γνώρισε αύξηση της διακίνησης φορτίου την τελευταία δεκαετία. Από τα παρακάτω διαγράμματα, η συνολική διακίνηση φορτίου του νησιού Hainan αυξήθηκε κατά 22% από το 2010 έως το 2012 και στη συνέχεια μειώθηκε κατά 14% το 2013. Από το 2013 έως το 2017, η συνολική διακίνηση φορτίου αυξήθηκε με ετήσιο ρυθμό 16% και ανήλθε σε 185 εκατομμύρια τόνους το 2017. Ο όγκος των εμπορευμάτων που διακινούνται στο λιμάνι Haikou, στο λιμάνι Yangpu, στο λιμάνι Basuo και στο λιμάνι Sanya αντιπροσώπευε το 99% αυτού του νησιού Hainan. Ωστόσο, υπήρχε ένα τεράστιο χάσμα μεταξύ της συνολικής διακίνησης φορτίου του χαϊκού και του λιμανιού της Σάνια.

Year	Port	Total	Haikou	Sanya	Basuo	Yangpu
2010		9662	5700	200	893	2825
2011		10905	6549	204	997	3101
2012		11792	7271	215	1068	3225
2013		10130	5424	140	1685	2880
2014		14164	8915	226	1400	3525
2015		15356	9204	402	1767	3901
2016		16390	9952	595	1516	4058
2017		18473	11297	667	1605	4285

**Σχήμα 4.3: Όγκος εμπορευμάτων που διακινήθηκαν σε λιμένες από το 2010 έως το 2017 (10 000 τόνοι)**

Για να συνεχιστεί η αυξανόμενη τάση του όγκου των εμπορευματικών μεταφορών, η εφοδιαστική και η ναυτιλιακή βιομηχανία χρειάζονται την συνεχή υποστήριξη από την κυβέρνηση της Κίνας αλλά και από τον τεχνολογικό κλάδο για την παροχή εξειδικευμένων λύσεων. Όντως, η κεντρική κυβέρνηση αναλαμβάνει δράση για τη μείωση της πλεονάζουσας εργασίας για τις επιχειρήσεις στις διασυνοριακές συναλλαγές. Παραδείγματος χάριν, σήμερα, όλοι οι θαλάσσιοι λιμένες και οι αερολιμένες, ακόμη και η ειδική περιοχή επιτήρησης τελωνείων στο νησί της Χαϊνάν έχουν εξοπλίσει με την τυποποιημένη έκδοση του China International Trade Single Window. Το "ενιαίο παράθυρο" στοχεύει να προσπεράσει τα εμπόδια μεταφοράς δεδομένων του διασυνοριακού εμπορίου και της διαχείρισης λιμένων και παρέχει υπηρεσίες μιας στάσης για τις επιχειρήσεις. Καλύπτει κυρίως τις ακόλουθες βασικές εφαρμογές: δήλωση αγαθών, δήλωση δήλωσης, δήλωση μεταφορικών μέσων, χειρισμός προσόντων επιχείρησης, δήλωση άδειας, πιστοποιητικό προέλευσης, πληρωμή φόρων, επιστροφή φόρου εξαγωγής, έρευνα και στατιστικά στοιχεία. Στο Χαϊνάν, προστέθηκαν επίσης και περισσότερες



λειτουργίες σε αυτό το σύστημα, όπως αφορολόγητα, είσοδος σκαφών αναψυχής και διασυνοριακό ηλεκτρονικό εμπόριο. Το China International Trade Single Window (CITSW) από την άλλη, αποτελεί σημαντικό μέτρο για την προώθηση της διασυνοριακής διευκόλυνσης του εμπορίου και τη βελτιστοποίηση της επιχειρηματικού περιβάλλον. Το έργο αυτό εκτιμάται ιδιαίτερα για το διεθνές εμπόριο από την κινεζική κυβέρνηση. Ως αποτέλεσμα, η κυβέρνηση εξέδωσε μια σειρά σχετικών πολιτικών πρωτοβουλίες που απαιτούν την ταχεία εφαρμογή ενός συστήματος ενιαίου παραθύρου που βασίζεται στην πλατφόρμα ηλεκτρονικών λιμένων της Κίνας. Το έργο αυτό έχει συμπεριληφθεί στην έκθεση εργασίας της κυβέρνησης του Κρατικού Συμβουλίου της Κίνας για τρία συναπτά έτη.

#### **4.3.3: Μελέτη περίπτωσης βασισμένη σε λιμενικούς κόμβους στην ZEE της Χαϊναν.**

Κατά την εφαρμογή τεχνολογιών πληροφοριών στην εφοδιαστική λιμένων στην ZEE της Χαϊναν, καθορίστηκε ως προτεραιότητα η ενεργή και ορθολογική ανάπτυξη της τεχνολογίας Blockchain στην βιομηχανία, ώστε να αξιοποιηθεί ένα άλλο στρατηγικό σημείο του διεθνούς ανταγωνισμού της Κίνας στην εποχή της ψηφιακής οικονομίας. Η κεντρική κυβέρνηση της Κίνας έλαβε ως παράδειγμα δύο λιμενικούς κόμβους της Χαϊναν, το λιμάνι Haikou και το λιμάνι Sanya Nanshan. Η εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain μπορεί να πραγματοποιηθεί στις ακόλουθες πτυχές: ανίχνευση προϊόντων, ναυτιλία, αποθήκευση, και χρηματοδότηση διοικητικών μεριμνών.

#### **4.3.4 Ανίχνευση προϊόντων**

Με την χρήση χρονικών σφραγίδων, την κατανεμημένη αποθήκευση, την ασύμμετρη κρυπτογράφηση και άλλες τεχνολογίες, το Blockchain μπορεί να σχηματίσει αδιάσπιστα αρχεία όλων των δεσμών παραγωγής και κυκλοφορίας εμπορευμάτων. Ως εκ τούτου, εγγυάται ότι τα δεδομένα που καταγράφονται είναι ακριβή και έγκυρα. Η πόλη Sanya της Χαϊναν, εκμεταλλεόμενοι τη γεωγραφική της τοποθεσία, έχει συχνές συναλλαγές με χώρες της Νοτιοανατολικής Ασίας. Απαιτούνται οικονομικοί πόροι καθώς και ανθρώπινο δυναμικό προκειμένου να διεξαχθεί η συλλογή και η παράδοση των στοιχείων που καλύπτουν την παραγωγή, τη μεταφορά, τη συσκευασία, τον εκτελωνισμό, την επιθεώρηση τρίτων, και άλλες πληροφορίες, καθώς επίσης και ολόκληρες τις πληροφορίες επεξεργασίας, χώρα προέλευσης, χώρα πώλησης, λιμένας φόρτωσης, σκάφος μεταφορών, λιμένας εισαγωγών, συνδεδεμένοι επιθεώρηση αποθηκών εμπορευμάτων και αριθμός καραντίνας, αριθμός τελωνειακής δήλωσης και ούτω καθεξής. Η τεχνολογία Blockchain μπορεί να κάνει αυτή τη διαδικασία ευκολότερη και ταχύτερη διατηρώντας τα δεδομένα άθικτα και ανιχνεύσιμα από τα μέρη. Για παράδειγμα, ο λιμένας Nanshan εξυπηρετεί το φορτίο για πολλά εθνικά βιομηχανικά πάρκα και ερευνητικά κέντρα στη πόλη Sanya, συμπεριλαμβανομένου του Κέντρου Έρευνας αναπαραγωγής. Κατά τη διασυνοριακή μεταφόρτωση σπόρων ρυζιού, η τεχνολογία

Blockchain θα δύναται να εφαρμοστεί στην πλατφόρμα που καταγράφει τη μεταφόρτωση, την παρακολούθηση και την επαλήθευση των πληροφοριών εφοδιαστικής.

#### **4.3.5 Χρήση στη ναυτιλία**

Στο παρελθόν, η μεταφορά αγαθών γινόταν από λιμάνι σε λιμάνι. Ωστόσο σήμερα, οι άνθρωποι απαιτούν μια πιο βολική εμπειρία στη ναυτιλία αγαθών, η οποία πραγματοποιείται από πόρτα σε πόρτα. Για να επιτευχθεί η ευκολία των προσδοκιών των πελατών, εμπλέκονται περισσότερα βήματα στη διαδικασία και περισσότεροι συμμετέχοντες, γεγονός που μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο κωλυσιεργίας στην διαδικασία. Αυτή τη στιγμή, στο λιμένα Χαϊκού, δέκα κομμάτια των εγγράφων απαιτούνται για την εξαγωγή ενός εμπορευματοκιβωτίου. Για να διασφαλιστεί η ακρίβεια της υπηρεσίας μεταφοράς, το σύστημα αποστολής πρέπει να ενημερώνει κάθε αλλαγή στη διαδικασία. Μόλις εφαρμοστεί η τεχνολογία Blockchain στη διαδικασία, η διαδικασία της αλυσίδας εφοδιασμού θα φαίνεται πολύ διαφορετική. Με την υποστήριξη της τεχνολογίας κατανεμημένου καθολικού, κάθε κόμβος στο Blockchain θα καταγράφει και θα αποθηκεύει τις αλλαγές συγχρόνως. Επομένως, μόλις αλλάξει η κατάσταση των εμπορευμάτων υπό διαμετακόμιση, το σύστημα αποστολής που είναι ενσωματωμένο με τεχνολογία Blockchain θα ενημερωθεί αναλόγως. Επιπλέον, το φορτίο οι πληροφορίες είναι ανοιχτές και προσβάσιμες σε όλους τους φορτωτές, μεταφορείς, και τα υπόλοιπα σχετιζόμενα μέρη κατά τη διάρκεια ολόκληρης της διαδικασίας παράδοσης, διασφαλίζοντας έτσι την ασφάλεια και την ακρίβεια. Υπάρχει δυνατότητα δημιουργίας ενός περιβάλλοντος εργασίας χωρίς την χρήση παραδοσιακών εγγράφων σε χαρτί για μια απλοποιημένη διαδικασία με καλύτερες προσφερόμενες λιμενικές υπηρεσίες.

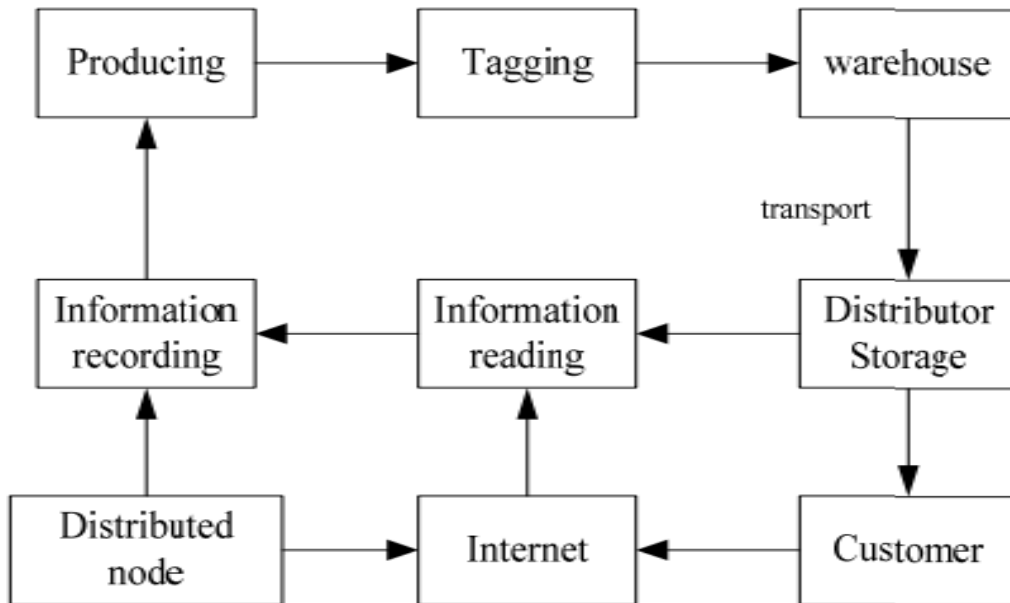
#### 4.3.6 Χρήση στην αποθήκευση (warehousing)

Η αποθήκευση (warehousing) διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην εφοδιαστική. Μια αποτελεσματική διαχείριση αποθήκης είναι καθοριστικής σημασίας για το εμπόρευμα υπό διαμετακόμιση. Λόγω της πολυπλοκότητας στα πρότυπα και τη διεπαφή, η υπάρχουσα τεχνολογία RFID<sup>4</sup> ( Radio Frequency Identification) και αισθητήρων έγινε λιγότερο αποδοτική στη διαμόρφωση μιας ενοποιημένης διεπαφής συνδέοντας με την υπάρχουσα ηλεκτρικό σύστημα επιχειρησιακής εφοδιαστικής. Ωστόσο, η τεχνολογία Blockchain παρέχει μια ελαφριά ενοποιημένη διεπαφή, η οποία είναι ανεξάρτητη από τα υπόλοιπα συστήματα. Επιπλέον, με τη βοήθεια του κινητού υπολογισμού ακρών (MEC), η ευφυής διαχείριση των πληροφοριών φορτίου μπορεί να πραγματοποιηθεί στο τερματικό μεταφορών. Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Blockchain που συνδυάζεται με RFID, τα συστήματα GPS, τους αισθητήρες, τον κώδικα φραγμών και άλλες τεχνολογίες, μπορεί να γίνει μείωση του χρόνου αλλά και του κόστους στην εύρεση, τον προσδιορισμό και τον εντοπισμό ορισμένου προϊόντος.

Για να πραγματοποιήσει ευφυή διαχείριση της αποθήκευσης εφοδιαστικής ηλεκτρονικού εμπορίου, η διαδικασία της αποθήκευσης (warehousing) μπορεί να επιτύχει τον αποτελεσματικό, σε πραγματικό χρόνο, έλεγχο των αγαθών από την αποθήκη εμπορευμάτων, ώστε να μειωθεί το κόστος εργασίας και το χρονικό κόστος εύρεση, αλλά και να καταστεί δυνατή η αναγνώριση και παρακολούθηση αγαθών. Το διοικητικό προσωπικό φορτίου του λιμένα Hainan μπορεί να ακολουθήσει τις πληροφορίες και τη θέση μεταφορών των αγαθών μέσω του συστήματος Blockchain, και να καταφέρει να επιλύσει τυχόν προβλήματα λανθασμένα τοποθετημένων «παρτίδων» των αγαθών. Οι φορτωτές μπορούν να συνδέσουν αποκλειστικά εμπορευματοκιβώτια με βάση την τεχνολογία καταναμημένου καθολικού, να παρακολουθήσουν και να ρωτήσουν τις πληροφορίες αποθήκευσης των προϊόντων τους μέσω κινητών συσκευών. Εν ολίγοις, η πλήρης χρήση της τεχνολογίας Blockchain στην διαδικασία της αποθήκευσης (warehousing) μπορεί να αυξήσει τη διαφάνεια ολόκληρης της διαδικασίας αλλά και να οδηγήσει σε περαιτέρω απλούστευση αυτής.

---

<sup>4</sup> Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται ευρέως ως ο πιο αποτελεσματικός τρόπος αυτόματης αναγνώρισης και λήψης δεδομένων (Auto Identification and Data Capturing – AIDC). Εξαιτίας αυτής της αποτελεσματικότητας, χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές ως η βέλτιστη λύση για να ανιχνευθούν με ηλεκτρονικό τρόπο φυσικές οντότητες.



Σχήμα 4.4: Έξυπνη αποθήκευση εφοδιαστικής αλυσίδας εφοδιασμού μπλοκ

#### 4.3.7 Χρήση στη χρηματοδότηση της εφοδιαστικής

Ως συνδυασμός εφοδιαστικής και χρηματοδότησης, η χρηματοδότηση εφοδιαστικής μπορεί όχι μόνο να βελτιώσει την ικανότητα εξυπηρέτησης και το λειτουργικό κέρδος των επιχειρήσεων εφοδιαστικής, αλλά και να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να επεκτείνουν τα κανάλια χρηματοδότησης τους, να μειώσουν το κόστος χρηματοδότησης και να βελτιώσουν την αποδοτικότητα της χρήσης κεφαλαίου. Στην Κίνα, λόγω του ατελούς πιστωτικού συστήματος, οι μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις έχουν περιορισμένα κανάλια χρηματοδότησης με αποτέλεσμα να υπάρχει σημαντικός περιορισμών αυτών των επιχειρήσεων. Για τα υφιστάμενα κανάλια χρηματοδότησης, οι επιχειρήσεις πρέπει να αντιμετωπίσουν μεγαλύτερες έρευνες ιστορικού σε σύγκριση με αυτό άλλων γιγαντιαίων εταιρειών. Αυτή η δυσχερής κατάσταση μπορεί να αλλάξει εφαρμόζοντας τεχνολογία Blockchain στη χρηματοδότηση της εφοδιαστικής. Με έναν συμμετρικό αλγόριθμο κρυπτογράφησης, την εφαρμογή ψηφιακής υπογραφής και χρήση τεχνολογία επαλήθευσης μηδενικής γνώσης, το Blockchain προστατεύει την ασφάλεια και το απόρρητο των δεδομένων χρήστη και διασφαλίζει ότι τα δεδομένα που αναφέρονται από τα οικονομικά ιδρύματα κατά τη χορήγηση πίστωσης είναι ακριβή και αποτελεσματικά.

Δεδομένου ότι οι πληροφορίες συναλλαγής καθενός από τα συμμετέχοντα μέρη στη συναλλαγή καταγράφεται έγκαιρα και με ακρίβεια από το Blockchain, τα καταναμημένα δεδομένα καθολικού θα είναι πιο διαφανή για την αποφυγή κινδύνων που προκαλούνται από πλαστά πιστωτικά αρχεία. Εφόσον διενεργείται καταγραφεί των πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο όλων των συμμετεχόντων στο καθολικό της αλυσίδας, αυτό δίνει την δυνατότητα εξοικονόμησης χρόνου στις τράπεζες και σε άλλα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα για να γνωρίζουν τους πελάτες τους, δημιουργώντας μια αποτελεσματική, ασφαλή και αξιόπιστη υπηρεσία χρηματοδότησης για τις εκάστοτε επιχειρήσεις. Ένα παράδειγμα αποτελεί η Sanya RGRH, ένας ναυτικός πράκτορας, ο οποίος θα επιθυμούσε να κατασκευάσει τη δική του αποβάθρα στο λιμάνι Nanshan. Ο ναυτικός πράκτορας θα πρέπει πρώτα να πάρει άδεια από το λιμενικό γραφείο. Μετά από ένα μήνα ή και περισσότερους μήνες αξιολόγησης, κατάφερε να πάρει άδεια. Στη συνέχεια, ο ναυτικός πράκτορας θα στραφεί προς την τράπεζα για την χρηματοδότηση του έργου, δηλαδή στην απόκτηση ενός δανείου. Αυτό θα σήμαινε ακόμα ένα μήνα αναμονής. Μόλις υπάρχει ένα σύστημα ή πλατφόρμα που συνδέει την εταιρεία που έχει ανάγκη και την κυβερνητική υπηρεσία, την τράπεζα ή τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, το ιστορικό των συναλλαγών καθώς και άλλες πληροφορίες σχετικά με το Sanya RGRH θα ήταν ευκολότερο να ληφθούν. Και το πιο σημαντικό είναι ότι αυτό το σύστημα ή υποστηρίζεται από το Blockchain, δηλαδή, οι πληροφορίες που μοιράζονται είναι αξιόπιστες.

#### **4.4 Χρήση Blockchain για τα έξυπνα λιμάνια ( Smart Ports)**

Η ναυτιλιακή βιομηχανία αποτελεί μέρος μιας σύνθετης και υπερβολικής αλυσίδας πληροφοριών εφοδιασμού που περιλαμβάνει ένα σύνολο οργανισμών που συνδέονται και διανέμονται παγκοσμίως, όπως επίσης, άλλες κρίσιμες υποδομές που υποστηρίζουν το παγκόσμιο εμπόριο, όπως δίκτυα μεταφορών και λιμενικές εγκαταστάσεις. Η ναυτιλιακή βιομηχανία ξεκίνησε πρόσφατα μια από τις σημαντικότερες διαδικασίες καινοτομίας που σχετίζεται με τις επιχειρησιακές διαδικασίες και την εφοδιαστική και αυτό αφορά την ψηφιοποίηση. Το τελευταίο μπορεί να περιλαμβάνει την ανάπτυξη έξυπνων πλοίων, έξυπνων στόλων και έξυπνης παγκόσμιας εφοδιαστικής.

Μια κρίσιμη πτυχή της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας των θαλάσσιων μεταφορών συνδέεται με τις σχετικές ροές πληροφοριών. Η βέλτιστη διαχείριση των θαλάσσιων μεταφορών απαιτεί την ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των διαφόρων συμμετεχόντων οργανισμών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό κατά τη διάρκεια των εργασιών εφοδιαστικής λιμένων για την καλύτερη χρήση των πόρων και των υποδομών. Τα παραδοσιακά συστήματα εφοδιαστικής λιμένων που βασίζονται σε ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορικής και

Επικοινωνιών) ακολουθούν κεντρικές αρχιτεκτονικές προκειμένου να φιλοξενήσουν και να επεξεργαστούν δεδομένα και υπηρεσίες. Υπάρχει πλεονασμός των πληροφοριών συναλλαγής και ορισμένες διαδικασίες εξακολουθούν να είναι παλιές και αναποτελεσματικές, απαιτώντας τηλεφωνικές κλήσεις και πολλά χαρτιά, αυξάνοντας έτσι το περιθώριο ανθρώπινου λάθους. Επιπλέον, τα κεντρικά συστήματα εφοδιαστικής συχνά αποτυγχάνουν να εξασφαλίσουν ασφαλή και σε πραγματικό χρόνο πρόσβαση σε δεδομένα, επιχειρησιακή ορατότητα και εμπιστοσύνη μεταξύ των συμμετεχόντων οργανισμών. Ωστόσο, ο στενός συντονισμός των οργανισμών που συμμετέχουν στην εφοδιαστική αλυσίδα των θαλάσσιων λιμένων είναι θεμελιώδης για τον εξορθολογισμό των διαδικασιών υλικοτεχνικού σχεδιασμού. Ο αποτελεσματικός υλικοτεχνικός σχεδιασμός και η λήψη αποφάσεων απαιτούν επίσης ασφαλή και διαφανή ροή ενός μεγάλου όγκου διαφορετικών επιχειρηματικών εγγράφων μεταξύ διαφορετικών ενδιαφερομένων. Για παράδειγμα, κυβερνητικές αρχές όπως τα τελωνεία μπορούν να καθυστερήσουν ή να εμποδίσουν ένα εμπορευματοκιβώτιο να φτάσει στο δικό προορισμό του λόγω μη ικανοποιητικής εμπορικής τεκμηρίωσης (π.χ. σφάλματα σε φορτωτική έγγραφα).

Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός εφοδιαστικής ενός τερματικού σταθμού είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της βελτιστοποίησης φόρτωσης και εκφόρτωσης εμπορευματοκιβωτίων. Αυτό αντικατοπτρίζεται στη μείωση του συνολικού χρόνου διακοπής των αυτόνομων ή ημιαυτόνομων γερανών, του ποσοστού συμφόρησης της τερματικής κυκλοφορίας και του κόστους. Επιπλέον, αυτοματοποίηση διαφόρων λειτουργιών τερματικού λιμένα μέσω του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και το cloud-computing μπορεί να αυξήσει επαρκώς την παραγωγικότητα των τερματικών λειτουργιών. Αυτές οι λειτουργίες μπορούν να περιλαμβάνουν:

- Αυτοματοποίηση του πλοίου: η αυτοματοποίηση στον ναυτικό τομέα περιλαμβάνει και τα δύο αυτόνομα πλοία που χρησιμοποιούν αυτοματοποίηση για τη διαχείριση επαναλαμβανόμενων εργασιών ρουτίνας και τηλεχειριζόμενα πλοία που χρησιμοποιούν αυτοματισμό για να επιτρέπουν στους χειριστές στην ξηρά να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις λειτουργίες του πλοίου. Η αυτοματοποίηση μπορεί να μειώσει την ανάγκη για ανθρώπινη επέμβαση επί του πλοίου και την περιορίζει μόνο σε έκτακτες ανάγκες ή εφόσον τα αυτόνομα πλέον έχουν υποστεί υλικές ζημιές που χρειάζονται ανθρώπινη παρέμβαση για να αποκατασταθούν.

- Διαχείριση εμπορευματοκιβωτίων: Παραδείγματος χάριν, αυτοματοποιημένες λειτουργίες όπως είναι η λειτουργία "ειδοποίησης άφιξης του εμπορευματοκιβωτίου εξαγωγής" μπορούν να βελτιώσουν τον τελωνειακό έλεγχο για τα εμπορευματοκιβώτια εξαγωγής χρησιμοποιώντας συστήματα συντομότερης κοινοποίησης και διαβιβάζοντας ηλεκτρονικά τα στοιχεία της διασάφησης<sup>5</sup> εξαγωγής.
- Intralogistics<sup>6</sup> Λιμένων: τα αυτοματοποιημένα συστήματα παρακολούθησης λιμένων χρησιμοποιούνται για την ηλεκτρονική επεξεργασία των στοιχείων φορτίου, τον εύκολο εντοπισμό εμπορευματοκιβωτίων μέσα στην καθορισμένη περιοχή των λιμένων, και τη διαχείριση του σχεδίου στοιβάσματος των σκαφών.
- Τερματικές πύλες: αυτοματοποιημένες λειτουργίες όπως "κράτηση άφιξης" ή "κράτηση παραλαβής ή παράδοσης φορτίου" μπορούν να μειώσουν τους χρόνους διεκπεραίωσης στα λιμάνια, να μειώσουν την ουρά των εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι και να βελτιώσουν τον προγραμματισμό των εκάστοτε λιμενικών δραστηριοτήτων.

Στα υπάρχοντα συστήματα αυτοματισμού λιμένων, οι αρχές αξιοποιούν τις κεντρικές υπηρεσίες διαμεσολάβησης για την επίλυση εμπορικών διαφορών μεταξύ οργανισμών εφοδιαστικής λιμένων<sup>7</sup>. Τα αρχεία δεδομένων και οι συναλλαγές σε κεντρικά συστήματα είναι ευάλωτα σε τροποποίηση, απάτη ή διαγραφή.

Ορισμένες μελέτες<sup>8 9</sup> δείχνουν ότι τα προβλήματα σχεδιασμού στόλου και δρομολογίων, καθώς και οι καθυστερήσεις, οι ζημιές, η κλοπή αγαθών ή ανεπαρκής εκφόρτωση τερματικών σταθμών και χώρων στάθμευσης, συνδέονται εν μέρει με την έλλειψη συνεργασίας μεταξύ φορέων εφοδιαστικής, τοπικών αρχών και παραληπτών αγαθών.

---

<sup>5</sup> Έγγραφο με το οποίο ζητείται η εκτελώνιση ενός εμπορεύματος.

<sup>6</sup> Βελτιστοποίηση, ενσωμάτωση, αυτοματοποίηση και διαχείριση της υλικοτεχνικής ροής πληροφοριών και υλικών αγαθών εντός των ορίων ενός κέντρου εκπλήρωσης ή διανομής.

<sup>7</sup> Smart Port. Roadmaps—Smart Port Smart Port. 2018. Available online: <http://smart-port.nl/roadmaps/>

<sup>8</sup> Carlan, V.; Sys, C.; Vanelslander, T. How port community systems can contribute to port competitiveness: Developing a cost–benefit framework. *Res. Transp. Bus. Manag.* 2016, 19, 51–64.

<sup>9</sup> Nordtømme, M.E.; Bjerkan, K.Y.; Sund, A.B. Barriers to urban freight policy implementation: The case of urban consolidation center in Oslo. *Transp. Policy* 2015, 44, 179–186.

Ο αναποτελεσματικός χειρισμός αγαθών και εμπορευματοκιβωτίων κατά μήκος ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ένα σημαντικό πρόβλημα στη βιομηχανία. Ειδικότερα, η αναποτελεσματική διαχείριση εγγράφων αποτελεί σοβαρό βάρος για τη διαχείριση των λιμένων. Η τυποποιημένη ναυτιλία περιλαμβάνει δεκάδες μέρη<sup>10</sup> (φορείς εκμετάλλευσης τερματικών σταθμών, τελωνεία, ναυτιλιακούς πράκτορες, λιμενικές αρχές, μεταφορείς, κλπ.), με περισσότερες από εκατό αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους το κάθε μέρος<sup>11</sup>. Μέρος του προβλήματος οφείλεται στην έλλειψη πληροφοριών σχετικά με τις εισερχόμενες μεταφορές, δηλαδή σε κοινοποιήσεις σε μέρη κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού σχετικά με την άφιξη, τον τύπο φορτίου, τους ελέγχους εγγράφων, τις καθυστερήσεις και τις πρόσθετες συνοδευτικές πληροφορίες. Σε περίπτωση πρόσθετων τελωνειακών επιθεωρήσεων, οι οποίες συμβαίνουν απρόβλεπτα και εκπροσωπούνται ελάχιστα σε ψηφιακή μορφή, οι προαναφερθείσες καθυστερήσεις περιπλέκουν σημαντικά τον προγραμματισμό της παράδοσης και τις μεταγενέστερες διαδικασίες πληρωμής.

Ένα άλλο πρόβλημα είναι η έλλειψη ασφάλειας φορτίου, σε σχέση τόσο με την κλοπή όσο και με τις ατυχίες από ανθρώπινο παράγοντα, για παράδειγμα, όταν μια εταιρεία παίρνει κατά λάθος το ρυμουλκούμενο ή το εμπορευματοκιβώτιο κάποιου άλλου. Συνήθως, ένας δίκαιος αριθμός λιμένων δεν διαθέτει εργαλεία επαλήθευσης για τον προσδιορισμό της άδειας του οδηγού για τη συλλογή φορτίου. Αυτό δημιουργεί αβεβαιότητες τόσο για τον παραλήπτη όσο και για τον αποστολέα, επηρεάζοντας έτσι και την φήμη ενός λιμανιού.

Η τεχνολογία Blockchain μπορεί να προσθέσει αξία στην εφοδιαστική των λιμένων και την ψηφιοποίησή της με διαφορετικούς τρόπους, επηρεάζοντας όλες τις υλικοτεχνικές διαδικασίες, από την αποθήκευση έως την παράδοση και πληρωμή, φέρνοντας έτσι ισχυρή καινοτομία σε έναν τομέα που εξακολουθεί να είναι απαρχαιωμένος σε αυτές τις πτυχές. Τα τελευταία χρόνια, η ναυτιλιακή βιομηχανία έχει βιώσει πολλές υποσχόμενες εφαρμογές που βασίζονται σε Blockchain. Το σχήμα 4.7 δείχνει τους διάφορους τομείς της βιομηχανίας στους οποίους έχει εφαρμοστεί η τεχνολογία Blockchain.

---

<sup>10</sup> Ahmad, R.; Hasan, H.; Jayaraman, R.; Salah, K.; Omar, M. Blockchain applications and architectures for port operations and logistics management. *Res. Trasp. Bus. Manag.* 2021, 41, 100620

<sup>11</sup> Kshetri, N. Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *Int. J. Inf. Manag.* 2018





**Σχήμα 4.6: Εφαρμογές Blockchain στη ναυτιλιακή βιομηχανία**

#### **4.5 Αδυναμίες στην εφαρμογή Blockchain**

Μεταξύ των αδυναμιών που αντιμετωπίστηκαν στη χρήση του Blockchain στον λιμενικό τομέα, είναι τα προβλήματα που σχετίζονται με τη διακυβέρνηση, την έλλειψη επεκτασιμότητας, την απροθυμία των φορέων να υιοθετήσουν την νέα τεχνολογία και τη συμμόρφωση με τον GDPR<sup>12</sup>. Πράγματι, η έλλειψη κεντρικής αρχής μπορεί να αποτελέσει πλεονέκτημα αλλά και πρόβλημα. Στο πλαίσιο της εφοδιαστικής λιμένων, οι διάφοροι εμπλεκόμενοι φορείς ενδέχεται να έχουν αμφιβολίες για το πώς και ποιος είναι εξουσιοδοτημένος να έχει πρόσβαση στα δεδομένα (προσβασιμότητα) και ποιος κατέχει τα δεδομένα (ιδιότητα) που μοιράζονται στο Blockchain.

<sup>12</sup> Γενικός Κανονισμός για την Προστασία των Δεδομένων: στοχεύει να προσφέρει στους πολίτες της ΕΕ μια ενιαία και εναρμονισμένη προσέγγιση όσον αφορά την προστασία της ιδιωτικής ζωής στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Επιπλέον, στην περίπτωση μιας ιδιωτικής λύσης Blockchain, τίθεται το ερώτημα ποιος είναι ο ουδέτερος φορέας που είναι υπεύθυνος για τη θέσπιση των κανόνων δικτύου και τη χορήγηση άδειας πρόσβασης. Ένα άλλο γνωστό πρόβλημα με την τεχνολογία Blockchain είναι η επεκτασιμότητα του δικτύου, η οποία είναι η περιορισμένη ικανότητα του δικτύου Bitcoin να χειρίζεται μεγάλα ποσά δεδομένων συναλλαγών στην πλατφόρμα του σε σύντομο χρονικό διάστημα, ειδικά σε παγκόσμια κλίμακα<sup>13</sup>.

Το πρόβλημα πηγάζει από το γεγονός ότι τα blocks στο Blockchain του Bitcoin είναι περιορισμένα σε μέγεθος και συχνότητα. Ενώ διερευνώνται πιθανές λύσεις, η υιοθέτηση της σωστής λύσης Blockchain πρέπει να λαμβάνει υπόψη αυτό το ζήτημα της περιορισμένης ικανότητας για διαχείριση μεγάλων ροών δεδομένων των συναλλαγών, ώστε να διασφαλίζονται επαρκείς ρυθμοί και ταχύτητες συναλλαγών για την κάλυψη των υλικοτεχνικών αναγκών. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η υιοθέτηση αυτής της νέας τεχνολογίας μπορεί επίσης να είναι δύσκολη λόγω τεχνικών και λειτουργικών πτυχών. Τόσο για την υπολογιστική ισχύ που απαιτείται για υλοποίηση μεγάλης κλίμακας εργασιών και επειδή η διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφόρων παραγόντων περιλαμβάνει τη χρήση διαφορετικών γλωσσών και προτύπων.

Τέλος, οι πληροφορίες που καταγράφονται στο Blockchain, τα δεδομένα και οι συναλλαγές είναι πάντα προσβάσιμες σε όλους και δεν μπορούν να διαγραφούν και αυτό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα με τον κανονισμό της ΕΕ 2016/679 (GDPR)<sup>14</sup>. Ακόμα κι αν το Blockchain δεν καταγράφει συνήθως δεδομένα cleartext<sup>15</sup> αλλά τα ίχνη κατακερματισμού τους, πρέπει να υιοθετηθεί μια συγκεκριμένη στρατηγική από την αρχή για να ληφθεί υπόψη αυτό το πρόβλημα. Για συστήματα που βασίζονται στην τεχνολογία Blockchain, δεν υπάρχει κεντρική οντότητα που να είναι υπεύθυνη και υπόλογη για τις διατάξεις των υπηρεσιών.

---

<sup>13</sup> Tijan, E.; Aksentijević, S.; Ivanić, K.; Jardas, M. Blockchain technology implementation in logistics. Sustainability 2019

<sup>14</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=HR>

<sup>15</sup> Ο όρος cleartext χρησιμοποιείται στην κρυπτογράφηση δεδομένων για να περιγράψει το αρχικό-γνήσιο μήνυμα κειμένου όπως αυτό ήταν πριν κρυπτογραφηθεί από μια μέθοδο κρυπτογράφησης ή όπως αυτό εμφανίζεται μόλις αποκρυπτογραφηθεί και γίνει κατανοητό από τον άνθρωπο.

#### 4.6 Κόστος ανάπτυξης Blockchain και οργανωτική προσαρμοστικότητα

Λόγω της υψηλής ασφάλειας των δεδομένων, της ιδιωτικότητας, της δυνατότητας ελέγχου και της αμετάβλητης συναλλαγής της αποκεντρωμένης τεχνολογίας Blockchain, υπάρχει τεράστιο δυναμικό για τη ναυτιλιακή βιομηχανία να αυτοματοποιήσει τις διαδικασίες που λαμβάνουν μέρος στους λιμενικούς τερματικούς σταθμούς. Τα διακριτικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Blockchain βελτιώνουν σημαντικά την εμπιστοσύνη μεταξύ ετερογενών οργανισμών που συμμετέχουν σε επιχειρήσεις εφοδιαστικής λιμένων, όπως εξαγωγείς, λιμενικές αρχές, τελωνειακές υπηρεσίες και μεταφορείς πλοίων.

Ωστόσο, η προσαρμοστικότητα του Blockchain στη ναυτιλιακή βιομηχανία εξακολουθεί να αντιμετωπίζει αρκετές προκλήσεις που σχετίζονται κυρίως με τον περιορισμένο αριθμό οργανισμών που ενδιαφέρονται για αντικατάσταση πρακτικών παλαιού τύπου, το υψηλό κόστος ανάπτυξης Blockchain και η έλλειψη νόμων και κανονισμών για την τεχνολογία Blockchain. Το κόστος ανάπτυξης Blockchain επηρεάζεται από τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό που έχουν οι έξυπνες συμβάσεις (smart contracts) και τα πρωτόκολλα εξόρυξης. Τέτοιο κόστος (π. χ. υπολογιστικό και λειτουργικό κόστος συναλλαγής) επηρεάζει σημαντικά την προσαρμοστικότητά του από την εφοδιαστική λιμενικών οργανώσεων.

Στην πλατφόρμα Blockchain του κρυπτονομίσματος Ethereum, το αντίτιμο (gas fees) αντιπροσωπεύει το τέλος που καταβάλλεται στον δημιουργό block για την εγγραφή δεδομένων στο καθολικό. Ενώ, οι ιδιωτικές πλατφόρμες Blockchain όπως το Hyperledger Fabric και το Be sudo δεν περιλαμβάνουν αντίτιμο (gas fees) ή όρια στη χρήση του αντιτίμου. Το αρχικό κόστος είναι υψηλότερο σε μια ιδιωτική πλατφόρμα Blockchain. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι δημόσιες πλατφόρμες Blockchain είναι σαφέστατα πιο οικονομικές και προσφέρουν ελάχιστο αρχικό κόστος για ανάπτυξη ενός συγκεκριμένου έξυπνου συμβολαίου.

Το κόστος μιας έξυπνης σύμβασης (smart contract) που ονομάζεται επίσης κατανάλωση αντιτίμου έξυπνης σύμβασης, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πολυπλοκότητα των λειτουργιών στο πλαίσιο μιας λειτουργίας της έξυπνης σύμβασης που θα μπορούσε να οριστεί για την παροχή υπηρεσιών στους χρήστες εφοδιαστικής λιμένων. Πολλαπλασιάζοντας τις μονάδες αντιτίμων (gas units) που καταναλώνονται από τη λειτουργία του Ethereum κατά την εκτέλεση της με την τιμή του αντιτίμου (gas fees), παράγεται το κόστος του αντιτίμου για τη λειτουργία της έξυπνης σύμβασης στο Ethereum. Η εκτίμηση των πόρων που καταναλώνονται κατά τη διάρκεια κάθε εκτέλεσης μιας έξυπνης σύμβασης μπορεί να βοηθήσει στον υπολογισμό της τιμής του αντιτίμου.

Επιπλέον, μια ακριβής εκτίμηση του ποσοστού κατανάλωσης του αντιτίμου κατά την εκτέλεση έξυπνων συμβάσεων μπορεί να οδηγήσει στην αποφυγή εξωτερικών επιθέσεων που ξεκινούν από κακόβουλους χρήστες. Οι επιθέσεις στις έξυπνες συμβάσεις μπορούν να επιβραδύνουν σημαντικά την ταχύτητα συναλλαγής.

Απαιτείται εκτεταμένη έρευνα για την πρόταση λύσεων που μπορούν να χειριστούν αποτελεσματικά τη διαχείριση των προαναφερθέντων ζητημάτων, της εμπορική τεκμηρίωση, της πιστοποίησης των περιουσιακών στοιχείων και πληρώματος και παρακολούθηση αποστολών. Αυτό αυξάνει την αποδοτικότητα των συναλλαγών και εμπιστοσύνη μεταξύ των αρχών και των διαφόρων οργανισμών και ενδιαφερομένων που εμπλέκονται στο οικοσύστημα εφοδιαστικής λιμένων.

Εξαλείφοντας την ανάγκη για χειροκίνητη δημιουργία και κοινή χρήση εγγράφων, η τεχνολογία Blockchain μπορεί να ελαχιστοποιήσει το χρόνο διεκπεραίωσης των εμπορευματοκιβωτίων. Επιπλέον, η αυτοματοποίηση των υπηρεσιών εφοδιαστικής μέσω της τεχνολογίας Blockchain μπορεί να βοηθήσει στην ελαχιστοποίηση των εκπομπών άνθρακα και του συνολικού χρόνου μη-λειτουργίας των σκαφών λόγω του πραγματικού χρόνου, και λόγω μιας διαφανούς ανταλλαγής δεδομένων εφοδιαστικής μεταξύ των συμμετεχόντων.

Εκτός αυτού, έχει διαπιστωθεί ότι το Hyperledger Fabric και το Besu είναι δύο πιθανές ιδιωτικές πλατφόρμες Blockchain που είναι κατάλληλες για χρήση στην εφοδιαστική λιμένων. Το Hyperledger Fabric συγκεκριμένα προσφέρει περισσότερα χαρακτηριστικά και είναι σχετικά πιο ώριμο από το οικοσύστημα του Besu.

Η ευρεία ανάπτυξη του Blockchain στην εφοδιαστική λιμένων βρίσκεται ακόμη στα αρχικά της στάδια. Ορισμένες προκλήσεις και ερευνητικά προβλήματα πρέπει να αντιμετωπιστούν και να ξεπεραστούν πριν από την υιοθέτηση της συγκεκριμένης τάσης.

#### 4.7 Λοιπές Περιπτώσεις Εφαρμογής Blockchain

Μέσω του EasyLog σχεδιάστηκε και δημιουργήθηκε ένα σύστημα ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών) για την ανταλλαγή επιχειρησιακών δεδομένων μεταξύ πέντε λιμένων roll-on roll-off στο άνω Τυρρηνικό Πέλαγος<sup>16</sup>. Τα πέντε λιμάνια που έλαβαν μέρος στο project είναι το λιμάνι της Μπαστιάς στη Γαλλία, και τα λιμάνια του Λιβόρνο, Όλμπια, Πορτοφεραίο και Σαβόνα στην Ιταλία.



**Σχήμα 4.7 Γεωγραφική θέση των πέντε λιμένων που εμπλέκονται στο έργο**

Το έργο είχε ως στόχο να βοηθήσει να ξεπεραστεί η έλλειψη συστημικού οράματος που χαρακτηρίζει το ναυτιλιακό και λιμενικό τομέα, καθιστώντας δυνατή την πρόταση χρησιμοποίησης νέων κοινών και ολοκληρωμένων τεχνολογικών λύσεων για τη διαχείριση των λιμενικών πυλών και των λειτουργιών σε διατροπικές αλυσίδες μεταφοράς. Οι αλυσίδες μεταφοράς Ro-ro (Roll-on/roll-off) αφορούν τη μεταφορά κυλιόμενου φορτίου, δηλαδή φορτίου που βρίσκεται σε τροχούς, όπως φορτηγά ή ρυμουλκούμενα οχήματα (αλλά και εμπορευματοκιβώτια εάν χειρίζονται ως αμαξώματα ανταλλαγής), και τα οποία μπορούν να κυλιούνται εντός και εκτός των καταστρωμάτων ενός πλοίου που διαθέτει εγκαταστάσεις ανατροπής.

Οι εξεταζόμενες διατροπικές αλυσίδες μεταφοράς με δυνατότητα ανατροπής περιλαμβάνουν τουλάχιστον ένα θαλάσσιο σκέλος, ένα οδικό σκέλος και μια κλήση σε λιμένα.

<sup>16</sup> Marchesi, L.; Marchesi, M.; Destefanis, G.; Barabino, G.; Tigano, D. Design Patterns for gas optimization in Ethereum. In Proceedings of the IEEE International Workshop on Blockchain Oriented Software Engineering (IWBOSE), London, ON, Canada, 18 February 2020

Το σύστημα EasyLog σχεδιάστηκε σύμφωνα με μια δομή στην οποία κάθε θύρα των λιμένων είχε τη δική της προσαρμοσμένη τοπική μονάδα για τη διαχείριση λειτουργιών εισόδου και εξόδου πύλης και οι πέντε τοπικές μονάδες επικοινωνούσαν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας ένα κοινό σύνολο κανόνων, το λεγόμενο EasyBlog connector, για ανταλλαγή δεδομένων και μορφοποίηση αυτών.

Σε αντίθεση με τα υπάρχοντα συστήματα λιμένων ΤΠΕ (Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών), τα οποία αναπτύσσονται ως αυτόνομα και κλειστά, το σύστημα Easylog επιτρέπει την ασφαλή και ομαλή ανταλλαγή πληροφοριών τόσο στο ενιαίο λιμάνι όσο και μεταξύ των διαφόρων λιμένων του δικτύου, βελτιώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα, την αξιοπιστία και την ασφάλεια της ευρύτερης αλυσίδας θαλάσσιων μεταφορών. Επιπλέον, μέσω μιας αρθρωτής δομής που εγγυάται την αυτονομία των μεμονωμένων τοπικών συστημάτων, το σύστημα Easylog επιτρέπει την υπέρβαση των εμποδίων που ενδεχομένως να προκύψουν (π.χ., διαφορετικά επίπεδα ψηφιακής ωριμότητας μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων ή ελλείποντα πρότυπα) που συνήθως εμποδίζουν την υιοθέτηση κοινών λύσεων ΤΠΕ στη ναυτιλιακή βιομηχανία.

Οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν στους πέντε λιμένες τον Μάιο του 2021 κατέδειξαν το υψηλό λειτουργικό δυναμικό του συστήματος Easylog και την αποτελεσματική εφαρμογή του στον λιμένα εφοδιαστικής πλαίσιο. Ωστόσο, παρά τη σημαντική καινοτομία που εισήχθη, το σύστημα EasyLog εξακολουθεί να έχει αρκετούς περιορισμούς όπως:

- Δεν περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες που εμπλέκονται στην αλυσίδα εφοδιαστικής.
- Αφορά μόνο περιορισμένου τύπου επιχειρησιακές πληροφορίες που σχετίζονται με τις λειτουργίες πύλης, και όχι ευαίσθητα δεδομένα.
- Οι φάσεις της διαδικασίας δεν συνδέονται συστηματικά μεταξύ των ενδιαφερομένων.

Αυτοί οι περιορισμοί αφήνουν κάποιο περιθώριο για βελτιώσεις που μπορεί να επιτύχει η τεχνολογία Blockchain. Συγκεκριμένα, τέτοιες βελτιώσεις περιλαμβάνει τη χρήση Proof of Concept<sup>17</sup> (PoC). Το PoC φέρει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα τα οποία μπορούν να προστεθούν στο Blockchain. Μερικά από αυτά είναι:

---

<sup>17</sup> Proof of Concept (PoC) είναι η διαδικασία επαλήθευσης ότι μια ιδέα έχει δυνατότητες εφαρμογής της σε μια πραγματική κατάσταση. Στόχος του είναι να καθορίσει εάν το έργο είναι εφικτό και εάν θα λειτουργήσει όπως έχει προγραμματιστεί.

- Η Proof of Concept τεχνολογία χρησιμοποιείται σήμερα για την ανάπτυξη έξυπνων συμβολαίων ( smart contracts).
- Το κόστος και οι χρόνοι πρόσβασης στην υποδομή μειώνονται.
- Δεν επιβάλλεται η εφαρμογή και η διατήρηση ενός κόμβου στην αλυσίδα.
- Δυνατότητα λειτουργίας με μια αρχιτεκτονική έξυπνων συμβολαίων και Dapp<sup>18</sup> που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με τον ίδιο τρόπο και σε ένα υποθετικό Blockchain που προετοιμάστηκε από τις λιμενικές αρχές και άλλους παράγοντες που εμπλέκονται στο μέλλον, παρέχοντας προστιθέμενη αξία στο PoC σε περίπτωση της μεταφοράς της εφαρμογής σε ένα άλλο Blockchain.

Ένα testnet<sup>19</sup> blockchain είναι μια δομή που αποτελείται από κόμβους Blockchain που επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας τα ίδια πρωτόκολλα και το ίδιο λογισμικό με ένα δημόσιο ή ιδιωτικό Blockchain, αλλά αυτό πραγματοποιείται εθελοντικά και δωρεάν για να παρέχουν υποστήριξη για τον πειραματισμό, την έρευνα και τη δοκιμή έργων λογισμικού που εργάζονται στην τεχνολογία Blockchain. Συγκεκριμένα, οι συναλλαγές ενεργοποιούνται χρησιμοποιώντας ένα κρυπτονόμισμα που δεν έχει εμπορική αξία και ως εκ τούτου παρέχεται δωρεάν στο πορτοφόλι οποιουδήποτε χρήστη το ζητήσει (αν και με περιορισμούς για την αποφυγή επιθέσεων "άρνησης υπηρεσίας" -DDoS). Οι χρόνοι απόκρισης μπορεί μερικές φορές να είναι μεγάλοι, καθώς αυτές τις δομές εκμεταλλεύονται πολλοί χρήστες παγκοσμίως, αλλά υπάρχουν διαφορετικές επιλογές και δοκιμαστικά δίκτυα με διαφορετικά χαρακτηριστικά και επιδόσεις, ιδίως όσον αφορά τους χρόνους απόκρισης.

Στα δημόσια τύπου Blockchain λειτουργούν επίσης δοκιμαστικά δίκτυα. Τα Testnets δεν εγγυώνται (ούτε θα μπορούσαν να εγγυηθούν) τη μακροπρόθεσμη διατήρηση πληροφοριών, αλλά υπάρχουν και εξαιρέσεις, όπως το testnet "Kovan" το οποίο διατηρεί blocks που χρονολογούνται έως το 2017. Ένα testnet που υποστηρίζει την τεχνολογία Ethereum και έχει καλούς χρόνους απόκρισης, ιδιαίτερα όσον αφορά τον πειραματισμό για μια απόδειξη της έννοιας (PoC), είναι αυτό της Poster, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή αυτής σε ένα έξυπνο συμβόλαιο ( smart contract).

<sup>18</sup> Dapp: Decentralized applications – Αποκεντρωμένες εφαρμογές

<sup>19</sup> Ένα testnet είναι μια παρουσία ενός Blockchain που τροφοδοτείται από την ίδια ή νεότερη έκδοση του υποκείμενου λογισμικού και η οποία θα χρησιμοποιηθεί για δοκιμές.

Από την εφαρμογή αυτή διαπιστώθηκε ότι κατά τη διέλευση από την πύλη, ανιχνεύεται η πινακίδα κυκλοφορίας του τυπικού οχήματος και του ρυμουλκούμενου οχήματος καθώς και τα έγγραφα του οδηγού και του φορτίου. Κατά την άφιξη στο τερματικό, οι δύο πινακίδες καταχωρούνται για περαιτέρω επιβεβαίωση, επαληθεύοντας ότι τα στοιχεία αυτών έχουν ήδη καταχωρηθεί στην είσοδο του λιμανιού και λαμβάνεται μια φωτογραφία για να τεκμηριωθεί η κατάσταση του ρυμουλκούμενου οχήματος. Την καθορισμένη ώρα, το ρυμουλκούμενο μπαίνει στο Ro-Ro πλοίο (roll-on roll-off) και αφού αναβοσβήνει, η πινακίδα κυκλοφορίας καταγράφεται ξανά με επαλήθευση ότι υπάρχει ήδη μεταξύ των πλακών που εισήλθαν στο τερματικό.

Κατά την άφιξη, ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία, καταγράφοντας την εκφόρτωση του ημι-ρυμουλκούμενου και τη στάθμευση του στο χώρο στάθμευσης του τερματικού σταθμού, την παραλαβή από το μηχανοκίνητο όχημα που εισέρχεται για να το παραλάβει και την έξοδο από το λιμάνι. Η ίδια διαδικασία μπορεί να εφαρμοστεί στη διέλευση ενός φορτηγού, ενδεχομένως με ένα ρυμουλκούμενο όχημα. Η μόνη διαφορά είναι ότι ο χώρος στάθμευσης στην περιοχή του τερματικού είναι πολύ μικρότερος και προηγείται η άμεση επιβίβαση στο πλοίο ή η έξοδος από το λιμάνι άφιξης.



## Συμπέρασμα

Η τεχνολογία Blockchain, παρόλο που άρχισε να εφαρμόζεται σε ευρεία κλίμακα και σε πολλούς τομείς σχετικά πρόσφατα, δεν αποτελεί μια τελείως καινούργια τεχνολογία. Από τα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα είχε γίνει λόγος για την ανάγκη ιδιωτικότητας, αυτοματοποίησης και ασφάλειας των εργασιών στο διαδίκτυο προς διευκόλυνση των διαδικασιών.

Από το white paper που συνέταξε ο/οι Satoshi Nakamoto και μετέπειτα αναγνωρίστηκαν τα οφέλη της τεχνολογίας Blockchain. Στον ναυτιλιακό κλάδο και ιδιαίτερα τον κλάδο εφοδιαστικής λιμένων, η εφαρμογή Blockchain εφαρμογών βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη, ενώ ήδη ορισμένες λιμενικές αρχές, όπως η λιμενική αρχή του λιμένα της Αμβέρσας καθώς και η κεντρική Κινέζικη κυβέρνηση, κάνουν χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας στις πλατφόρμες τους. Σκοπός ο εύκολος εντοπισμός εμπορευματοκιβωτίων σε πραγματικό χρόνο ειδικά κατά την διαδικασία φόρτωσης και εκφόρτωσης με κύριο στόχο την μείωση χρόνου και κόστους των διαδικασιών αυτών.

Παρόλο που γίνεται χρήση της τεχνολογίας και πολλοί παράγοντες του ναυτιλιακού κλάδου αναγνωρίζουν τα οφέλη του Blockchain σε πολλούς τομείς, υπάρχουν σημαντικές ανησυχίες όσον αφορά την ιδιωτικότητα, ειδικά στην Ευρώπη λόγω του πλαισίου GDPR το οποίο εφαρμόζεται από την άνοιξη του 2018 και τείνει να παρεμποδίζει ορισμένες πτυχές της τεχνολογίας Blockchain. Ήδη η Ευρωπαϊκή Ένωση εργάζεται για την ρύθμιση της αγοράς των κρυπτονομισμάτων μέσω του κανονισμού Αγορών σε κρυπτο-περιουσιακά στοιχεία (MiCA) και του κανονισμού μεταφοράς κεφαλαίων (ToFR) με επικεφαλής την αντιπρόεδρο του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου Εύα Καϊλή.

Τα αποτελέσματα των κανονισμών της ΕΕ αναφορικά με τα κρυπτονομίσματα θα επηρεάσει σε αρκετό βαθμό και την άμεση μελλοντική εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain στον ναυτιλιακό κλάδο. Περαιτέρω εξελίξεις αναμένονται στα μέσα του 2023 ή το αργότερο μέχρι το 2024 όπου τότε θα εφαρμοστούν στην Ευρωπαϊκή αγορά οι αντίστοιχοι κανονισμοί.

## Βιβλιογραφία

<https://www.gfli.gr/exypna-symvolaia-to-kleidi/>

Raja Wasim Ahmad , Haya Hasan , Raja Jayaraman , Khaled Salah , Mohammed Omar, 2021. Blockchain applications and architectures for port operations and logistics management, pp. 1-15.

<https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>

<https://www.barclayscorporate.com/insights/innovation/blockchain-revolution-in-trade-finance/>

<https://www.coindesk.com/markets/2019/05/29/barclays-leads-55-million-round-for-blockchain-business-payments-startup/>

[https://www.ibm.com/cloud/blog/announcements/ibm-supply-chain-partner-solution-showcase?utm\\_medium=OSocial&utm\\_source=Twitter&utm\\_content=SUSWW&utm\\_id=Sprinklr-SupplyChainPartnerSolutionShowcase-2022-07-21&social\\_post=7291471430&linkId=174170835](https://www.ibm.com/cloud/blog/announcements/ibm-supply-chain-partner-solution-showcase?utm_medium=OSocial&utm_source=Twitter&utm_content=SUSWW&utm_id=Sprinklr-SupplyChainPartnerSolutionShowcase-2022-07-21&social_post=7291471430&linkId=174170835)

<https://www.jpmorgan.com/onyx/coin-system.htm>

<https://appinventiv.com/blog/blockchain-and-fintech/>

[https://medium.com/@lennart\\_7988/introducing-blockshipping-the-global-shared-container-platform-4da87abf0dba](https://medium.com/@lennart_7988/introducing-blockshipping-the-global-shared-container-platform-4da87abf0dba)

<https://blockshipping.net/>

<https://www.bic-code.org/>

<https://www.bic-boxtech.org/>

[https://papers.ssrn.com/Sol3/Papers.Cfm?Abstract\\_id=3822743](https://papers.ssrn.com/Sol3/Papers.Cfm?Abstract_id=3822743)

<https://www.naukri.com/learning/articles/digital-signing-in-blockchain/>

<https://www.w3.org/TR/did-core/>

<https://www.microsoft.com/en-us/security/business/solutions/decentralized-identity>

<https://www.forbes.com/advisor/investing/cryptocurrency/bitcoins-energy-usage-explained/>

<https://www.1kosmos.com/blockchain/top-3-advantages-of-private-blockchain/>

[https://www.researchgate.net/publication/349014997 Blockchain applications and architectures for port operations and logistics management](https://www.researchgate.net/publication/349014997_Blockchain_applications_and_architectures_for_port_operations_and_logistics_management)

<https://www.investopedia.com/news/public-private-permissioned-blockchains-compared/>

<https://analyticsindiamag.com/public-vs-private-blockchains-how-do-they-differ/>

[https://www.researchgate.net/publication/340180470 A Secure AI-Driven Architecture for Automated Insurance Systems Fraud Detection and Risk Measurement/figures?lo=1&utm\\_source=google&utm\\_medium=organic](https://www.researchgate.net/publication/340180470_A_Secure_AI-Driven_Architecture_for_Automated_Insurance_Systems_Fraud_Detection_and_Risk_Measurement/figures?lo=1&utm_source=google&utm_medium=organic)

<https://chaum.com/wp-content/uploads/2022/01/Chaum-Numbers-can-be-better-form-of-cash.pdf>

<http://www.hit.bme.hu/~buttyan/courses/BMEVIHIM219/2009/Chaum.BlindSigForPayment.1982.PDF>

<https://coingeek.com/stuart-haber-and-scott-stornetta-how-our-timestamping-mechanism-was-used-in-bitcoin-video/>

<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

<https://www.goldmansachs.com/insights/pages/allison-nathan-top-bitcoin.html>

<https://www.cnbc.com/2021/10/11/jpmorgan-chase-ceo-jamie-dimon-says-bitcoin-is-worthless.html>

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/dk/Documents/strategy/us-cons-blockchain-consortium.pdf>

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-fsi-2018-global-blockchain-survey-report.pdf>

<https://www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/understanding-blockchain-potential/global-blockchain-survey.html>

<https://www.blockchain-council.org/blockchain/everything-you-need-to-know-about-consortium-blockchain/>

<https://cryptoblk.io/>

<https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/04/blockchain-based-batavia-platform-set-to-rewire-global-trade-finance/>

<https://www.investopedia.com/terms/b/block-bitcoin-block.asp>

[https://www.researchgate.net/publication/318131748\\_An\\_Overview\\_of\\_Blockchain\\_Technology\\_Architecture\\_Consensus\\_and\\_Future\\_Trends/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/318131748_An_Overview_of_Blockchain_Technology_Architecture_Consensus_and_Future_Trends/figures?lo=1)

<https://en.wikipedia.org/wiki/SHA-2>

<https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pos/>

<https://www.maersk.com/apa-tradelens>

<https://www.tradewindsnews.com/technology/blockchain-can-track-life-cycle-emissions-of-low-carbon-fuels/2-1-857857>

[http://www.it.uom.gr/project/client\\_server/theoria1.htm](http://www.it.uom.gr/project/client_server/theoria1.htm)

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-35568-9\\_18](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-35568-9_18)

Jakobsson, Markus; Juels, Ari (1999). "Proofs of Work and Bread Pudding Protocols". Secure Information Networks: Communications and Multimedia Security. Kluwer Academic Publishers: 258–272.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9170774>

[https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/150761/TAX3%20Study%20on%20crypto\\_currencies%20and%20blockchain.pdf](https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/150761/TAX3%20Study%20on%20crypto_currencies%20and%20blockchain.pdf)

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-35568-9\\_18](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-35568-9_18)

<http://www.wisdom.weizmann.ac.il/~naor/PAPERS/pvp.ps>

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S240595951930164X?token=C2651A8B65AEEB1DC7D334380BD09B2BED4D003381F651D06242DA8AFCC343F4ED4765B3F7DFAEBOB223A60130C8DEAE&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220902094907>

<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1510/1510.07782.pdf>

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Tax/dttl-tax-global-blockchain-wp-march-2018.pdf>

[The Limits to Blockchain? Scaling vs. Decentralization] Social Science Research Network. Cybersecurity, Privacy & Networks eJournal. Accessed 21 April 2019.

<https://pre-sustainability.com/articles/blockchain-and-our-planet-why-such-high-energy-use/>

Yaga, D.; Mell, P.; Roby, N.; Scarfone, K. Blockchain Technology Overview; Technical Report NIST IR 8202; National Institute of Standards and Technology: Gaithersburg, MD, USA, 2018.

<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>

Konashevych, O.; Poblet, M. Is blockchain hashing an effective method for electronic governance? *Front. Artif. Intell. Appl.* 2018, 313, 195–199.

Zein, R.M.; Twinomurizi, H. Towards Blockchain Technology to Support Digital Government. *Electronic Government and the Information Systems Perspective*; K"o, A., Francesconi, E., Anderst-Kotsis, G., Tjoa, A.M., Khalil, I., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2019; pp. 207–220.

Pîrlea, G.; Sergey, I. Mechanising Blockchain Consensus. In *Proceedings of the 7th ACM SIGPLAN International Conference on Certified Programs and Proofs, CPP 2018, Los Angeles, CA, USA, 8–9 January 2018*; Association for Computing Machinery: New York, NY, USA, 2018; pp. 78–90.

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/08/blockchain-in-switzerland.pdf>

<https://decentralized-id.com/government/europe/switzerland/zug/>

<https://www.eublockchainforum.eu/about>

<https://www.innovacion.gob.sv/smart-cities.php>

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS\\_IDA%282017%29581948\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS_IDA%282017%29581948_EN.pdf)

<https://katie.cs.mtech.edu/classes/csci466/slides/466-p2p.pdf>

<https://www.docksthefuture.eu/antwerp-and-t-mining-blockchain-pilot/>

<https://static1.squarespace.com/static/5a4c923580bd5e51e5536643/t/5b2782a0aa4a99e2ba580730/1529316001759/FinalPressRelease-T-Mining-150618.pdf>

<https://t-mining.be/news1/2021/10/29/t-mining-amp-guud-successfully-piloted-the-secure-document-workflow-sdw-network-transferring-certificates-of-origin-between-belgium-and-singapore>

<https://guud.company/guud-t-mining-have-successfully-piloted-the-secure-document-workflow-sdw-network/>

<https://static1.squarespace.com/static/5a4c923580bd5e51e5536643/t/6305da075e4b432c6919ab6e/1661328095497/T-Mining-SCR-White-Paper-ENG-version.pdf>

<https://www.flowfox.com/>

<https://t-mining.be/news1/2021/9/17/t-mining-and-flowfox-enter-partnership-to-make-the-import-container-release-more-efficient-and-secure>

Θεοδωράκη, Αικατερίνη, 2009-09-17. Εφαρμογές των RFID στη ναυτιλία, με έμφαση στα marine terminal operations, pp. 1-40.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1624/3/032053/pdf>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=HR>

[http://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/facilitation/activities-and-programmes/sw-initiatives/china/pm0482e1\\_annexii.pdf?la=en](http://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/facilitation/activities-and-programmes/sw-initiatives/china/pm0482e1_annexii.pdf?la=en)

<https://securities.cib.bnpparibas/markets-in-crypto-assets-regulation/>

<https://cointelegraph.com/news/talking-with-eva-kaili-vp-of-the-european-parliament-on-mica-regulation>

Heilig, L.; Schwarze, S.; Voß, S. An analysis of digital transformation in the history and future of modern ports. In Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on Systems Science, Kauai, HI, USA, 4–7 January 2017

Jović, M.; Kavran, N.; Akentijević, S.; Tijan, E. The transition of Croatian seaports into smart ports. In Proceedings of the 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics—MIPRO, Opatija, Croatia, 20–24 May 2019; IEEE: Piscataway, NJ, USA; pp. 1386–1390.

Stopford, M. Maritime Economics, 3rd ed.; Routledge: London, UK, 2017

Tijan, E.; Akentijević, S.; Ivanić, K.; Jardas, M. Blockchain technology implementation in logistics. Sustainability 2019, 11, 1185.

Gausdal, A.H.; Czachorowski, K.V.; Solesvik, M.Z. Applying Blockchain technology: Evidence from Norwegian companies. Sustainability 2018, 10, 1985

<https://www.ibm.com/blogs/think/2018/11/tradelens-how-ibm-and-maersk-are-sharing-Blockchain-to-build-a-global-trade-platform/>

Bavassano, G.; Ferrari, C.; Tei, A. Blockchain: How shipping industry is dealing with the ultimate technological leap. Res. Transp. Bus. Manag. 2020, 34, 100428.

<http://smart-port.nl/roadmaps/>

<https://ethereum.github.io/yellowpaper/paper.pdf>

<https://www.provenance.org/>

[https://www.supplychain247.com/paper/shipchain\\_intelligent\\_decentralized\\_secure](https://www.supplychain247.com/paper/shipchain_intelligent_decentralized_secure)

Carlan, V.; Sys, C.; Vanelslander, T. How port community systems can contribute to port competitiveness: Developing a cost–benefit framework. *Res. Transp. Bus. Manag.* 2016, 19, 51–64.

Nordtømme, M.E.; Bjerkan, K.Y.; Sund, A.B. Barriers to urban freight policy implementation: The case of urban consolidation center in Oslo. *Transp. Policy* 2015, 44, 179–186.

<https://cargochain.com/>

<https://www.forbes.com/sites/tomgroenfeldt/2017/03/05/ibm-andmaersk-apply-blockchain-to-container-shipping/>

Serra, P.; Fancello, G.; Tonelli, R.; Marchesi, L. Can the Blockchain Facilitate the Development of an Interport Community? In *International Conference on Computational Science and Its Applications*; Springer: Cham, Switzerland, 2021; pp. 240–251.

Marchesi, L.; Marchesi, M.; Tonelli, R. ABCDE—Agile block chain DApp engineering. *Blockchain Res. Appl.* 2020, 1, 100002.

Laurent, M.; Kaaniche, N.; Le, C.; Vander Plaetse, M. A blockchain-based access control scheme. In *Proceedings of the SECRIPT 2018: 15th International Conference on Security and Cryptography 2018*, Porto, Portugal, 26–28 July 2018; pp. 168–176.

Imeri, A.; Khadraoui, D.; Agoulmine, N. Blockchain Technology for the Improvement of SCM and Logistics Services: A Survey. In *Industrial Engineering in the Big Data Era*; Calisir, F., Cevikcan, E., Camgoz Akdag, H., Eds.; Lecture Notes in Management and Industrial Engineering; Springer: Cham, Switzerland, 2019.

Gatteschi, V.; Lamberti, F.; Demartini, C.; Pranteda, C.; Santamaria, V. Blockchain and Smart Contracts for Insurance: Is the Technology Mature Enough? *Future Internet* 2018, 10, 20.

Marchesi, L.; Marchesi, M.; Destefanis, G.; Barabino, G.; Tigano, D. Design Patterns for gas optimization in ethereum. In *Proceedings of the IEEE International Workshop on Blockchain Oriented Software Engineering (IWBOSE)*, London, ON, Canada, 18 February 2020.

<http://bth.diva-portal.org/smash/record.jsf?amp%3Bdswid=7361&pid=diva2%3A1361852&dswid=-7442>

## **Παραρτήματα**

Σχήμα 2: Η δομή ενός Block

Σχήμα 2.4: Χρήση ψηφιακής υπογραφής στο Blockchain

Σχήμα 2.5: Μοντέλα Client-server - Μοντέλα Peer-to-Peer

Σχήμα 4: Λειτουργικό Blockchain Nextport, λιμάνι της Αμβέρσας

Σχήμα 4.1: Αντικατάσταση κωδικού PIN με μια σειρά τυχαίων συμβόλων (ψηφιακό κλειδί).

Σχήμα 4.2: Ροή πληροφοριών Blockchain στη διαδικασία εισαγωγής.

Σχήμα 4.3: Όγκος εμπορευμάτων που διακινήθηκαν σε λιμένες από το 2010 έως το 2017 (10 000 τόνοι)

Σχήμα 4.4: Έξυπνη αποθήκευση εφοδιαστικής αλυσίδας εφοδιασμού μπλοκ

Σχήμα 4.6: Εφαρμογές Blockchain στη ναυτιλιακή βιομηχανία

Σχήμα 4.7 Γεωγραφική θέση των πέντε λιμένων που εμπλέκονται στο έργο