



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

«Bitcoin, Blockchain και πιθανές εφαρμογές στην Ναυτιλία »

Πτυχιακή Εργασία για το Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

ΠΑΝΤΑΖΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

2212015104

29 Ιουνίου 2022

ΧΙΟΣ

«Bitcoin,Blockchain και πιθανές εφαρμογές στην Ναυτιλία»

29 Ιουνίου 2022

Πτυχιακή Εργασία για το Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Τμήμα Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

Συγγραφέας: Πανταζής Γεώργιος

Επιβλέπων: Νικήτας Νικητάκος

ΧΙΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Blockchain είναι ένα ψηφιακό καθολικό που αποτελείται από συνδεδεμένες εγγραφές, που αναφέρονται ως μπλοκ, που, ανάλογα με την εφαρμογή, αποθηκεύουν κάποια μορφή δεδομένων. Τα κρυπτονομίσματα, για παράδειγμα, έχουν σχεδιαστεί για να καταγράφουν πληροφορίες σχετικά με οικονομικές συναλλαγές. Το Blockchain έχει προταθεί, βρίσκεται σε ανάπτυξη ή χρησιμοποιείται επί του παρόντος σε διάφορες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένου του ναυτιλιακού τομέα. Αυτή η εργασία διερεύνησε τέσσερις περιπτώσεις χρήσης τέτοιων πιθανών εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένου του προβλήματος, της ευκαιρίας ή του στόχου που σχετίζονται με τους στόχους και τις ανησυχίες του ναυτιλιακού τομέα, τους κινδύνους ή τα εμπόδια για την επίτευξη του στόχου ή την αντιμετώπιση του προβλήματος, παραδείγματα πρωτοβουλιών στον τομέα, προκλήσεις, εμπόδια και περιορισμούς της χρήσης του Blockchain για την περίπτωση χρήσης, τι πρέπει να τεθεί σε εφαρμογή ή να αντιμετωπιστεί, προκειμένου για να προχωρήσει η χρήση του Blockchain και πώς οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να υποστηρίξουν τη χρήση του Blockchain στην περίπτωση χρήσης.

ABSTRACT

Blockchain is a digital directory consisting of linked records, referred to as blocks, which, depending on the application, store some form of data. Cryptocurrencies, for example, are designed to record information about financial transactions. Blockchain has been proposed, is being developed or is currently being used in a variety of applications, including the shipping industry. This paper investigated four instances of the use of such potential applications, including the problem, opportunity or objective related to the objectives and concerns of the shipping sector, the risks or obstacles to achieving the objective or problem, examples of initiatives in the field, challenges, obstacles and limitations of the use of Blockchain in case of use, what should be implemented or addressed in order for the use of Blockchain to proceed and how those interested can support the use of Blockchain in case of use.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|--|----|
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 1 |
| 1.1. Σκοπός & Στόχοι Εργασίας..... | 1 |
| 1.3. Μεθοδολογία Εργασίας..... | 1 |
| 1.4. Διάρθρωση Εργασίας..... | 2 |
| 2. BLOCKCHAIN | 3 |
| 2.1. Η Τεχνολογία του Blockchain..... | 3 |
| 2.2. Μηχανισμοί του Blockchain | 3 |
| 2.2.1. Συναλλαγές | 3 |
| 2.2.2. Δημιουργία Μπλοκ | 4 |
| 2.2.3. Κατακερματισμός | 5 |
| 2.2.4. Προσθήκη Μπλοκ στο Blockchain | 6 |
| 2.2.5. Διακομιστής Χρονοσήμανσης..... | 7 |
| 2.2.6. Το πρόβλημα της Διπλής Δαπάνης..... | 8 |
| 2.3. Αλγόριθμοι Επικύρωσης | 8 |
| 2.3.1. Απόδειξη Εργασίας (Proof-of-Work) | 8 |
| 2.3.2. Απόδειξη Συμμετοχής (Proof-of-Stake)..... | 9 |
| 2.3.3. Απόδειξη Εξουσιοδότησης (Proof-of-Authority)..... | 10 |
| 2.3.4. Πρόσθετοι Αλγόριθμοι Συναίνεσης..... | 10 |
| 2.4. Δημόσια & Ιδιωτικά Blockchain..... | 11 |
| 2.4.1. Δημόσια Blockchain | 11 |
| 2.4.2. Ιδιωτικά Blockchain | 12 |
| 2.5. Έξυπνα Συμβόλαια..... | 13 |
| 2.6. Πλεονεκτήματα του Blockchain..... | 13 |
| 2.6.1. Μειωμένη Κεντρική Αρχή | 13 |

| | |
|---|----|
| 2.6.2. Αμετάβλητη Αποθήκευση Δεδομένων | 14 |
| 2.6.3. Μειωμένο Κόστος Συναλλαγής | 14 |
| 2.6.4. Αυξημένη Διαφάνεια & Ιχνηλασιμότητα..... | 15 |
| 2.6.5. Διευκόλυνση Πληρωμών | 15 |
| 2.6. Ασφάλεια | 16 |
| 3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ BLOCKCHAIN ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ..... | 17 |
| 3.1. Ιχνηλασιμότητα & Διασφάλιση Ποιότητας Καυσίμου | 17 |
| 3.1.1. Αναγνώριση Προβλήματος..... | 17 |
| 3.1.2. Εμπόδια..... | 18 |
| 3.1.3. Ο Ρόλος του Blockchain | 19 |
| 3.2. Παρακολούθηση Αποστολών | 23 |
| 3.2.1. Αναγνώριση Προβλήματος..... | 23 |
| 3.2.2. Εμπόδια..... | 26 |
| 3.2.3. Ο Ρόλος του Blockchain | 28 |
| 3.2.4. Υπάρχουσες Πρωτοβουλίες Blockchain στην Παρακολούθηση Αποστολών | 30 |
| 3.3. Έξυπνες Φορτωτικές | 33 |
| 3.3.1. Αναγνώριση Προβλήματος..... | 33 |
| 3.3.2. Εμπόδια..... | 35 |
| 3.3.3. Ο Ρόλος του Blockchain | 36 |
| 3.4. Έξυπνα Συμβόλαια..... | 38 |
| 3.4.1. Αναγνώριση Προβλήματος..... | 38 |
| 3.4.2. Εμπόδια..... | 40 |
| 3.4.3. Ο Ρόλος του Blockchain | 41 |
| 3.4.4. Υπάρχουσες Πρωτοβουλίες Blockchain στα Έξυπνα Συμβόλαια | 42 |
| 4. ΕΜΠΟΔΙΑ, ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ & ΑΝΗΣΥΧΙΕΣ ΤΟΥ BLOCKCHAIN ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ | 44 |

| | |
|--|----|
| 4.1. Προκλήσεις του Blockchain στη Ναυτιλία | 44 |
| 4.1.1. Πρόκληση 1: Κουλτούρα Ναυτιλιακής Βιομηχανίας..... | 44 |
| 4.1.2. Πρόκληση 2: Απόρρητο & Ασφάλεια | 44 |
| 4.1.3. Πρόκληση 3: Παραβίαση Δεδομένων | 47 |
| 4.1.4. Πρόκληση 4: Κατανάλωση Ενέργειας..... | 48 |
| 4.1.5. Πρόκληση 5: Νομικές & Ρυθμιστικές Ανησυχίες..... | 50 |
| 4.1.6. Πρόκληση 6: Περιορισμοί Έξυπνων Συμβολαίων | 51 |
| 4.1.7. Πρόκληση 7: Τεχνολογική Ολοκλήρωση & Διαλειτουργικότητα | 53 |
| 4.1.8. Πρόκληση 8: Επίπεδο Ικανοτήτων & Γνώσης | 54 |
| 4.2. Τεχνικοί Περιορισμοί του Blockchain | 55 |
| 4.2.1. Ταχύτητα, Επεκτασιμότητα & Αποθήκευση | 55 |
| 4.2.2. Σχετικότητα ή Αναφορά Δεδομένων | 56 |
| 4.2.3. Κόστος Συστήματος | 56 |
| 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 69 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 72 |

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|--|---|
| Εικόνα 1. Διαδικασία συναλλαγής στο Blockchain | 5 |
| Εικόνα 2. Απεικόνιση κατακερματισμού (Hash) | 6 |

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σκοπός & Στόχοι Εργασίας

Η τεχνολογία Blockchain, η οποία πρωτοεμφανίστηκε το 2008, χρησιμοποιήθηκε αρχικά για τη διευκόλυνση των συναλλαγών με κρυπτονομίσματα, όπως το Bitcoin. Συχνά περιγράφεται ως μια διασπαστική τεχνολογία, με τη χρήση του Blockchain να έχει έκτοτε αυξηθεί δραματικά σε πολλές εφαρμογές, από τον ενεργειακό τομέα έως την ακίνητη περιουσία και τη χρηματοδότηση. Πράγματι, ορισμένοι βλέπουν το Blockchain ως μια πρωτοποριακή λύση σε πολλά από τα προβλήματα της κοινωνίας.

Αυτή η εργασία διερευνά τις δυνατότητες του Blockchain στη ναυτιλία και ρίχνει φως στο εάν και πώς το Blockchain μπορεί να ευθυγραμμιστεί με ή να έρχεται σε αντίθεση με τους στόχους των ενδιαφερόμενων μερών στον ναυτιλιακό τομέα. Η εργασία παρουσιάζει, επίσης, τις προκλήσεις που εντοπίζονται συγκεκριμένα στον ναυτιλιακό τομέα, αλλά σχετίζονται με οποιονδήποτε οργανισμό από τοπικό, πολιτειακό και ομοσπονδιακό επίπεδο.

1.3. Μεθοδολογία Εργασίας

Για συγγραφή της εργασίας χρησιμοποιήθηκε η πρωτογενής και δευτερογενής έρευνα, προκειμένου να προσεγγισθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια το εξεταζόμενο αντικείμενο. Όσον αφορά τη δευτερογενή έρευνα, έγινε αναζήτηση βιβλιογραφικών πηγών και στοιχείων σχετικά με τη τεχνολογία Blockchain στη ναυτιλία, σε στατιστικές υπηρεσίες, σε βιβλιοθήκες πανεπιστημίων και σε ιστοσελίδες στο διαδίκτυο. Τα δεδομένα που προέκυψαν αξιολογήθηκαν και στη συνέχεια παρατέθηκαν συνοπτικά όσα ήταν απαραίτητα, ώστε να είναι εφικτό να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα. Στη περίπτωση της πρωτογενούς έρευνας αυτή πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ερωτηματολογίου.

1.4. Διάρθρωση Εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από επτά κεφάλαια, τα οποία παρουσιάζονται ακολούθως:

- 1^ο Κεφάλαιο: Περιλαμβάνει την εισαγωγή της εργασίας, όπου εμπεριέχεται ο σκοπός, οι στόχοι της, αλλά και η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη σύνταξη της.
- 2^ο Κεφάλαιο: Παρουσιάζεται το Blockchain και συγκεκριμένα, η τεχνολογία του, οι μηχανισμοί του, οι αλγόριθμοι επικύρωσης, τα δημόσια και ιδιωτικά Blockchain, τα έξυπνα συμβόλαια και τα γενικότερα πλεονεκτήματα του.
- 3^ο Κεφάλαιο: Παρουσιάζονται και αναλύονται οι εφαρμογές του Blockchain στη ναυτιλία. Αναλυτικότερα, παρουσιάζονται οι εφαρμογές του Blockchain στους κάτωθι τομείς της ναυτιλίας: ιχνηλασιμότητα και διασφάλιση της ποιότητας του καυσίμου, παρακολούθηση των αποστολών, έξυπνες φορτωτικές και έξυπνα συμβόλαια.
- 4^ο Κεφάλαιο: Παρουσιάζονται και αναλύονται τα εμπόδια, οι προκλήσεις και οι ανησυχίες του Blockchain στη ναυτιλία.
- 5^ο Κεφάλαιο: Παρουσιάζεται η μεθοδολογία της πρωτογενούς έρευνας, η οποία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ερωτηματολογίου.
- 6^ο Κεφάλαιο: Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της πρωτογενούς έρευνας.
- 7^ο Κεφάλαιο: Παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας.

2. BLOCKCHAIN

2.1. Η Τεχνολογία του Blockchain

Το Blockchain είναι ένα ψηφιακό καθολικό που αποτελείται από συνδεδεμένες εγγραφές, που αναφέρονται ως μπλοκ, που, ανάλογα με την εφαρμογή, αποθηκεύουν κάποια μορφή δεδομένων. Τα κρυπτονομίσματα, για παράδειγμα, έχουν σχεδιαστεί για να καταγράφουν πληροφορίες σχετικά με οικονομικές συναλλαγές. Για την αποκέντρωση της τεχνολογίας, αντίγραφα μιας αλυσίδας μπλοκ μοιράζονται και αποθηκεύονται σε όλους τους υπολογιστές σε ένα κοινό δίκτυο και όχι μόνο σε έναν κεντρικό διακομιστή. Κανένα αντίγραφο δεν θεωρείται πιο αξιόπιστο από ένα άλλο και όλες οι αλλαγές πρέπει να επαληθεύονται αμοιβαία, συνήθως χρησιμοποιώντας ένα σύστημα απόδειξης εργασίας ή απόδειξης συμμετοχής. Η συνεργασία μεταξύ των υπολογιστών για τη διατήρηση του Blockchain εξαλείφει την ανάγκη για μια κεντρική αρχή.

Σχεδιαστικά, αυτή η δομή αντιστέκεται σε μη εξουσιοδοτημένες τροποποιήσεις και επιτρέπει την επαλήθευση των συναλλαγών μεταξύ των μερών, λόγω της αμετάβλητης φύσης της. Αν και αυτά τα χαρακτηριστικά ισχύουν για τις περισσότερες περιπτώσεις Blockchain, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι υπάρχουν διάφορες εφαρμογές της τεχνολογίας, καθεμία από τις οποίες έχει μοναδικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα (Winebrake et al., 2019).

2.2. Μηχανισμοί του Blockchain

2.2.1. Συναλλαγές

Όπως υποδηλώνει το όνομα, η τεχνολογία Blockchain περιλαμβάνει την παραγωγή μιας αδιάσπαστης «αλυσίδας» ή «μπλοκ». Κάθε μπλοκ περιέχει:

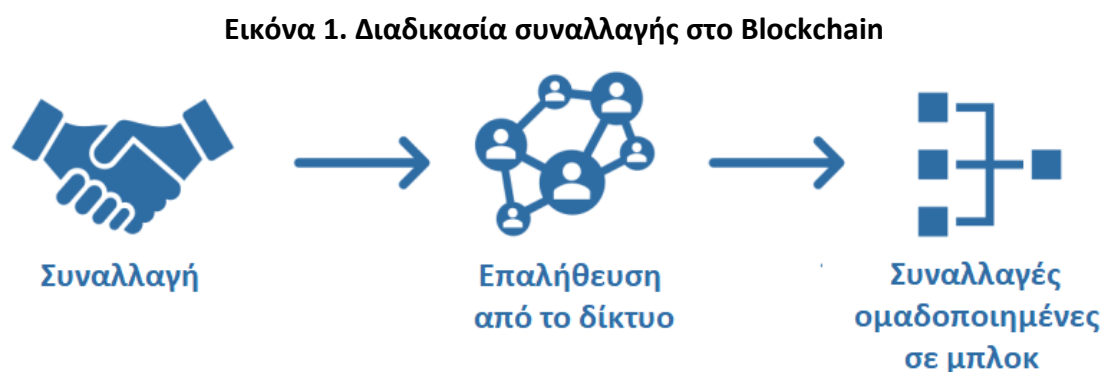
- ✚ Δεδομένα: τα οποία εξαρτώνται από τον τύπο του Blockchain. Τα κρυπτονομίσματα, για παράδειγμα, αποθηκεύουν πληροφορίες σχετικά με τον αποστολέα, τον παραλήπτη, το ποσό του νομίσματος που αποστέλλεται και λαμβάνεται, κλπ.
- ✚ Κατακερματισμός (Hash): το μοναδικό αναγνωριστικό του μπλοκ. Για τη δημιουργία του χρησιμοποιείται αρθρωτή αριθμητική Κι επομένως ο κατακερματισμός δεν μπορεί να αναπαραχθεί ή να αντιστραφεί.
- ✚ Κατακερματισμός του προηγούμενου μπλοκ: Η συμπερίληψη του κατακερματισμού του προηγούμενου μπλοκ δημιουργεί μια αλυσίδα μπλοκ, η οποία αυξάνει την ασφάλεια. Αυτό σημαίνει ότι για να παραβιαστεί ένα μπλοκ, είναι απαραίτητο να αλλαχθούν οι κατακερματισμοί όλων των επόμενων μπλοκ.

Η φύση μιας συναλλαγής είναι μία από τις βασικές έννοιες που πρέπει να κατανοηθεί στην τεχνολογία Blockchain. Μια συναλλαγή μπορεί να θεωρηθεί ως μεταφορά αξίας από το ένα μέρος στο άλλο. Στο πλαίσιο του Blockchain, μια συναλλαγή περιλαμβάνει, επίσης, πρόσθετες πληροφορίες που τεκμηριώνουν τις λεπτομέρειες της ανταλλαγής. Οι συναλλαγές μπορεί να λάβουν πολλές μορφές, συμπεριλαμβανομένης της εμπορίας αγαθών και υπηρεσιών για χρηματική αποζημίωση, της ανταλλαγής γνώσεων και πληροφοριών ή της εμπορίας περιουσιακών στοιχείων. Οι συναλλαγές δεν χρειάζεται να είναι οικονομικές, αλλά η μεταφορά πληροφοριών και η επακόλουθη ιδιοκτησία αυτών των πληροφοριών πρέπει να ορίζονται με σαφήνεια.

2.2.2. Δημιουργία Μπλοκ

Οι νέες συναλλαγές στο δίκτυο Blockchain σφραγίζονται χρονικά και μεταδίδονται σε κάθε κόμβο του δικτύου. Οι συναλλαγές υπογράφονται ψηφιακά από τον πωλητή και τον αγοραστή χρησιμοποιώντας ένα δημόσιο και ένα ιδιωτικό κλειδί, τα οποία είναι και τα δύο μοναδικές ψηφιακές υπογραφές και έτσι διασφαλίζουν ταυτότητα και εγκυρότητα. Τα δημόσια κλειδιά είναι γνωστά σε όλους τους συμμετέχοντες, ενώ τα ιδιωτικά κλειδιά είναι γνωστά μόνο στον κάτοχο. Οι

πληροφορίες μπορούν να σταλούν από τον έναν κόμβο στον άλλο χρησιμοποιώντας το δημόσιο κλειδί του κόμβου, αλλά μόνο ο κάτοχος αυτού του κόμβου μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες χρησιμοποιώντας ένα ιδιωτικό κλειδί. Μετά την επαλήθευση της συναλλαγής, οι νέες συναλλαγές συλλέγονται σε ένα μπλοκ συναλλαγών (Εικόνα 1).



Πηγή: Winebrake et al. (2019)

2.2.3. Κατακερματισμός

Ο κατακερματισμός περιλαμβάνει τη μετατροπή πληροφοριών σε ένα μοναδικό ψηφιακό αποτύπωμα χρησιμοποιώντας λειτουργίες κατακερματισμού. Ανεξάρτητα από το μέγεθος ή τον τύπο των δεδομένων εισόδου, οι συναρτήσεις κατακερματισμού μετατρέπουν τις πληροφορίες σε μια μοναδική συμβολοσειρά εξόδου σταθερού μήκους που ονομάζεται τιμή κατακερματισμού ή αριθμός κατακερματισμού. Αν και οι ίδιες εισοδοί παράγουν ίδιες τιμές κατακερματισμού, μικρές αλλαγές στις εισόδους έχουν ως αποτέλεσμα πολύ διαφορετικές τιμές κατακερματισμού. Για παράδειγμα, οι τιμές κατακερματισμού στην Εικόνα 2 δεν έχουν καμία ομοιότητα μεταξύ τους. Ομοίως, εάν ένας μεμονωμένος χαρακτήρας σε ένα έγγραφο άλλαζε και το έγγραφο είχε εκ νέου κατακερματιστεί, θα πρόκυπτε μια εντελώς διαφορετική και μοναδική συμβολοσειρά χαρακτήρων εξόδου (Winebrake et al., 2019).

Εικόνα 2. Απεικόνιση κατακερματισμού (Hash)

SHA-256 Hash Function

| | |
|----------|--|
| Ship | 40970cf7b5e2e4deffe19b3447afc897de1f9ee34b8a391cf6975be024e2ed1 |
| shipping | ad5751430e295f0cec2699f46778f40bdb2eb477a14312407eabade774472435 |
| Shipping | 740062676a3134f36f0f0fc90152e91a417d0d363bf2441ebd6a5103f562dacf |

Πηγή: Winebrake et al. (2019)

Οι συναρτήσεις κατακερματισμού είναι μονής κατεύθυνσης και ψευδοτυχαίες, που σημαίνει ότι κάποιος δεν θα μπορούσε να αποκρυπτογραφήσει ή να αναστρέψει την μηχανική των αρχικών δεδομένων εισόδου γνωρίζοντας τις τιμές κατακερματισμού, καθώς οι τιμές κατακερματισμού δεν αναμεταδίδουν καμία πληροφορία σχετικά με τα αρχικά δεδομένα εισόδου. Η αντιστροφή συναρτήσεων κατακερματισμού απαιτεί πολύ μεγάλη υπολογιστική ισχύ, σε σημείο που να μην είναι εφικτή (Winebrake et al., 2019).

2.2.4. Προσθήκη Μπλοκ στο Blockchain

Ο κατακερματισμός συμπυκνώνει τις πληροφορίες των συναλλαγών σε μια σειρά χαρακτήρων, οι οποίοι στη συνέχεια μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα μπλοκ συναλλαγών. Η δημιουργία ενός μπλοκ συναλλαγών είναι το πρώτο βήμα για τη δημιουργία ενός Blockchain. Στη συνέχεια, οι κόμβοι πρέπει να συμφωνήσουν για την εγκυρότητα των συναλλαγών σε αυτό το μπλοκ και ακολούθως να δημοσιεύσουν αυτές τις συναλλαγές στο καθολικό προσθέτοντας αυτό το μπλοκ στην αλυσίδα των υπάρχοντων μπλοκ, δημιουργώντας την αλυσίδα μπλοκ. Οι κόμβοι έρχονται σε συμφωνία ή συναίνεση, χρησιμοποιώντας αλγόριθμους συναίνεσης (Winebrake et al., 2019).

Ο κόμβος που ολοκληρώνει πρώτος το απαιτούμενο υπολογιστικό παζλ μοιράζεται το νέο μπλοκ με όλους τους άλλους κόμβους του δικτύου, οι οποίοι με τη σειρά τους αποδέχονται το μπλοκ μόνο εάν οι συναλλαγές του μπλοκ είναι έγκυρες,

όπως συμφωνήθηκε με συναίνεση. Στη συνέχεια, το αποδεκτό μπλοκ προστίθεται στην αλυσίδα χρησιμοποιώντας τον κατακερματισμό του προηγούμενου μπλοκ για να δημιουργήσει το επόμενο μπλοκ στην αλυσίδα. Οποιοσδήποτε αλλαγές στο Blockchain είναι εύκολα αναγνωρίσιμες ως αλλαγές στις τιμές κατακερματισμού (Winebrake et al., 2019).

Κάθε ένας από τους κόμβους του δικτύου έχει ένα αντίγραφο όλων των μπλοκ που έχουν επικυρωθεί (δηλαδή, ένα κατανεμημένο καθολικό). Το σύστημα βασίζεται σε «έντιμους» κόμβους για να επικυρώσει σωστά την αλυσίδα των συναλλαγών. Οι έντιμοι κόμβοι είναι υπολογιστές στο δίκτυο που λειτουργούν χωρίς να επιχειρούν κακόβουλα ή με άλλον τρόπο να τροποποιήσουν τις συναλλαγές. Το σύστημα Blockchain είναι ισχυρό, εφόσον οι ειλικρινείς κόμβοι ελέγχουν περισσότερη υπολογιστική ισχύ από οποιουδήποτε ανέντιμους κόμβους (Winebrake et al., 2019).

Εάν περισσότερο από το 51% των κόμβων ή η υπολογιστική ισχύς λειτουργούν με συντονισμένο τρόπο, τότε τίθεται σε κίνδυνο η κατανεμημένη φύση του Blockchain και οι κόμβοι στην πλειονότητα μπορεί να χειραγωγήσουν το σύστημα. Αυτό ονομάζεται «Πρόβλημα 51%». Στα μεγάλα δίκτυα, η διανομή επικυρωμένων πληροφοριών σε όλο το δίκτυο επιτυγχάνει τους ίδιους στόχους με την ανεξάρτητη θεσμική αναθεώρηση και πιστοποίηση. Ωστόσο, τα δίκτυα με λιγότερους κόμβους είναι πιο επιρρεπή σε χειραγώγηση (Winebrake et al., 2019).

2.2.5. Διακομιστής Χρονοσήμανσης

Οι χρονικές σημάνσεις περιλαμβάνονται σε οποιοσδήποτε πληροφορίες ενός αναγνωριστικού μπλοκ και εφαρμόζονται σε μπλοκ από τον κόμβο επικύρωσης όταν αυτά προστίθενται με επιτυχία στην αλυσίδα. Οι χρονικές σημάνσεις είναι ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία του Blockchain, καθώς μια χρονική σήμανση αποδεικνύει ότι τα δεδομένα συναλλαγών που περιλαμβάνονται στο μπλοκ υπήρχαν και χρησιμεύουν, επίσης, για την περιγραφή και την καταγραφή της χρονολογικής σειράς των συναλλαγών, αποτρέποντας έτσι τη «διπλή δαπάνη». Η συνάρτηση κατακερματισμού ενός μπλοκ περιλαμβάνει την προηγούμενη χρονική σήμανση στον κατακερματισμό του, δημιουργώντας έτσι μια αλυσίδα με κάθε επόμενη χρονική σήμανση να ενισχύει τις χρονικές σημάνσεις πριν από αυτό (Winebrake et al., 2019).

2.2.6. Το πρόβλημα της Διπλής Δαπάνης

Η διπλή δαπάνη είναι ένα πιθανό πρόβλημα με τα ψηφιακά νομίσματα που παρουσιάζεται όταν το ίδιο σύνολο πόρων δαπανάται σε διαφορετικές συναλλαγές. Μια «επίθεση» (αγώνας) θα πρόκυπτε εάν ένας χρήστης ξοδέψει χρήματα σε δύο ή περισσότερες συναλλαγές ταυτόχρονα (ή σχεδόν ταυτόχρονα). Κανονικά, το δίκτυο θα μπορούσε να διακρίνει μεταξύ των συναλλαγών και να τις επισημάνει ως μη έγκυρες. Ωστόσο, εάν οι διαδικασίες επαλήθευσης πραγματοποιούνται ταυτόχρονα, υπάρχουν πολλές εκδόσεις του Blockchain (μία για κάθε συναλλαγή). Αυτό θα ξεκινούσε έναν αγώνα μεταξύ κάθε έκδοσης της αλυσίδας, με νικητή αυτή που θα επιτύχει το επόμενο επιτυχημένο επαληθευμένο μπλοκ. Στη συνέχεια, οι άλλες αλυσίδες απορρίπτονται παρά το γεγονός ότι ο αποστολέας επωφελείται από όλες τις αρχικές συναλλαγές. Ως εκ τούτου, είναι καλή πρακτική να περιμένει κανείς να επαληθευτούν πολλαπλά επόμενα μπλοκ προτού θεωρήσει μια συναλλαγή ως ολοκληρωμένη (Winebrake et al., 2019).

2.3. Αλγόριθμοι Επικύρωσης

2.3.1. Απόδειξη Εργασίας (Proof-of-Work)

Τα δίκτυα Blockchain χρησιμοποιούν μηχανισμούς συναίνεσης για να ελέγξουν την εγκυρότητα των συναλλαγών πριν τις προσθέσουν σε νέα μπλοκ. Η διαδικασία συναίνεσης πρέπει να είναι ισχυρή για να διασφαλίζεται η ασφάλεια, ειδικά όταν υπάρχει μικρή εμπιστοσύνη μεταξύ των συμμετεχόντων κόμβων. Υπάρχουν αρκετοί αλγόριθμοι συναίνεσης που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία Blockchain. Το Proof-of-Work, το Proof-of-Stake και το Proof-of-Authority συγκαταλέγονται επί του παρόντος στους πιο συνηθισμένους αλγόριθμους επικύρωσης (Winebrake et al., 2019).

Στο Proof-of-Work (PoW), οι «ανθρακωρύχοι» (miners) στο δίκτυο αγωνίζονται να λύσουν ένα υπολογιστικό παζλ, συχνά με δοκιμή και σφάλμα, προσπαθώντας να βρουν μια τιμή, που ονομάζεται “nonce”, η οποία όταν

περιλαμβάνεται στο μπλοκ αποδίδει έναν κατακερματισμό με έναν καθορισμένο αριθμό αρχικών μηδενικών. Το δίκτυο μπορεί να προσαρμόσει τη δυσκολία του παζλ επαλήθευσης για να μετριάσει ή να επιταχύνει την επικύρωση. Μόλις βρεθεί μια λύση, άλλοι κόμβοι θα επαληθεύσουν την εγκυρότητα του αποτελέσματος. Εάν υπάρχει συναίνεση, το αντίστοιχο μπλοκ μεταδίδεται σε ολόκληρο το δίκτυο. Τότε, ανταμείβεται ο επιτυχημένος ανθρακωρύχος. Παρά το γεγονός ότι είναι δύσκολο να βρεθούν, οι κατακερματισμοί έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι εύκολο να ελεγχθούν όλοι οι κόμβοι του συστήματος. Η διαδικασία εύρεσης ενός έγκυρου κατακερματισμού είναι απλή, αλλά επαναλαμβανόμενη και χρονοβόρα, συχνά χρησιμοποιώντας μεθόδους ωμής βίας (Winebrake et al., 2019).

Η εξόρυξη απαιτεί, επίσης, εξελιγμένο υλικό υπολογιστή και καταναλώνει μεγάλη ποσότητα ενέργειας, καθιστώντας τον μηχανισμό απόδειξης εργασίας δαπανηρό, τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά. Στα τέλη Αυγούστου 2019, το δίκτυο του Bitcoin εκτιμήθηκε ότι καταναλώνει 624 kWh ηλεκτρικής ενέργειας ανά συναλλαγή (το ισοδύναμο της ημερήσιας κατανάλωσης 20 νοικοκυριών στις Η.Π.Α.) και πάνω από 73 TWh ετησίως, παράγοντας εκτιμώμενο αποτύπωμα άνθρακα ισοδύναμο με αυτό ολόκληρης της Δανίας (de Vries, 2020).

Το Proof-of-Work επιβραβεύει όσους διαθέτουν καλύτερο εξοπλισμό και μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ, γεγονός που παρέχει και κίνητρο για την αντικατάσταση του υπολογιστικού εξοπλισμού. Ως αποτέλεσμα, το δίκτυο του Bitcoin εκτιμάται ότι παράγει μια ποσότητα ηλεκτρονικών αποβλήτων ισοδύναμη με αυτή που παράγει το Λουξεμβούργο ετησίως. Οι ανταμοιβές για καλύτερο εξοπλισμό και μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ δίνουν, επίσης, κίνητρα στους ανθρώπους να συνεργαστούν και να δημιουργήσουν δεξαμενές εξόρυξης, αυξάνοντας τη συγκέντρωση του δικτύου και καταλήγοντας σε μια κατάσταση όπου «οι πλούσιοι γίνονται πλουσιότεροι» (de Vries, 2020).

2.3.2. Απόδειξη Συμμετοχής (Proof-of-Stake)

Σε ένα σύστημα συναίνεσης Proof-of-Stake (PoS), το δίκτυο επιλέγει έναν τυχαίο κόμβο για την επικύρωση μιας συναλλαγής, αντί να έχει τους κόμβους να ανταγωνίζονται μεταξύ τους για την εξόρυξη μπλοκ. Οι κόμβοι αναμένεται να

ποντάρουν κάποιο ποσό νομίσματος για να επιλεγούν ως επικυρωτές (και να χάσουν μέρος των στοιχημάτων τους για την έγκριση δόλιων μπλοκ). Υποτίθεται ότι όσοι κατέχουν μερίδιο στο δίκτυο έχουν κίνητρο να εργαστούν προς το συμφέρον του δικτύου. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποντάρισμα που προσφέρεται από έναν κόμβο, τόσο πιο πιθανό είναι ο κόμβος να επιλεγεί για επικύρωση. Το σύστημα PoS αντιμετωπίζει το ίδιο πρόβλημα με το Proof-of-Work, όπου «οι πλούσιοι γίνονται πλουσιότεροι», ωστόσο η γραμμική συνάρτηση κόστους προς όφελος καθιστά αδύνατο για τους πλούσιους να επωφεληθούν από οικονομίες κλίμακας. Στο πλαίσιο ενός εξουσιοδοτημένου μηχανισμού PoS, οι ενδιαφερόμενοι ψηφίζουν ποιον θα επιλέξουν ως επικυρωτή του δικτύου. Η απόδειξη συμμετοχής είναι πιο ενεργειακά και οικονομικά αποδοτική από την απόδειξη εργασίας. Το δίκτυο του Ethereum (το οποίο υποστηρίζει πολλές εφαρμογές στον ενεργειακό τομέα) φέτος ανακοίνωσε σχέδια για μετάβαση από το Proof-of-Work στο Proof-of-Stake (Winebrake et al., 2019).

2.3.3. Απόδειξη Εξουσιοδότησης (Proof-of-Authority)

Το Proof-of-Authority είναι μια τροποποιημένη έκδοση του Proof-of-Stake, όπου αντί να θέτει σε κίνδυνο χρηματικούς ή οικονομικούς πόρους, ο δυνητικός επικυρωτής θέτει σε κίνδυνο τη φήμη του. Η απόδειξη εξουσιοδότησης απαιτεί η ταυτότητα των επικυρωτών να είναι δημόσια γνωστή και επαληθευμένη, σε αντίθεση με τα συστήματα απόδειξης εργασίας και απόδειξης συμμετοχής, στα οποία οι κόμβοι και οι επικυρωτές είναι ανώνυμοι. Ενδέχεται να ζητηθεί από τους επικυρωτές στο Proof-of-Authority να αποκτήσουν άδεια ή να περάσουν από εξετάσεις για να διατηρήσουν τη θέση τους. Η απόδειξη εξουσιοδότησης χρησιμοποιείται σε κεντρικά συστήματα (Winebrake et al., 2019).

2.3.4. Πρόσθετοι Αλγόριθμοι Συναίνεσης

Αναγνωρίζοντας τις προκλήσεις και τις αδυναμίες που σχετίζονται με τους πιο κοινούς αλγόριθμους συναίνεσης, έχουν αναπτυχθεί πρόσθετοι αλγόριθμοι συναίνεσης. Αυτοί περιλαμβάνουν (Witherspoon, 2017):

- ✚ Εξουσιοδοτημένη απόδειξη συμμετοχής (Delegated Proof-of-Stake), στην οποία οι επικυρωτές εκλέγονται από την ομάδα των ενδιαφερομένων.
- ✚ Απόδειξη βαρύτητας (Proof-of-Weight), στην οποία οι επικυρωτές επιλέγονται βάσει σχετικών βαρών των σχετικών χαρακτηριστικών (όπως η ποσότητα των δεδομένων που αποθηκεύονται ή η φήμη του επικυρωτή).
- ✚ Μέθοδοι Byzantine Fault Tolerance, συμπεριλαμβανομένης της Practical Byzantine Fault Tolerance, όπου, σε κεντρικά συστήματα, οι «στρατηγοί» προεπιλέγονται ως γενικοί επικυρωτές (validators).
- ✚ Federated Byzantine Agreement, όπου σε ορισμένα συστήματα προεπιλέγονται οι στρατηγοί επικυρωτές (validators), ενώ σε άλλα οι συμμετέχοντες επιτρέπεται να επιλέγουν ποιους στρατηγούς/επικυρωτές θα εμπιστεύονται.

2.4. Δημόσια & Ιδιωτικά Blockchain

2.4.1. Δημόσια Blockchain

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι συστημάτων Blockchain: δημόσια (ανοιχτού κώδικα ή χωρίς άδεια) και ιδιωτικά (με άδεια). Μεγάλο μέρος της συνεχιζόμενης συζήτησης γύρω από την τεχνολογία Blockchain, συμπεριλαμβανομένης της δομής, των δυνατών σημείων και των αδυναμιών, εντοπίζεται στο πλαίσιο των δημόσιων Blockchain. Ωστόσο, πολλές εφαρμογές, ειδικά εκείνες που εκτελούνται από ιδιωτικούς φορείς και οργανισμούς ή κοινοπραξίες, χρησιμοποιούν ιδιωτικές πλατφόρμες Blockchain. Υπάρχουν βασικές διαφορές μεταξύ δημόσιων και ιδιωτικών συστημάτων Blockchain και σημαντικές ανταλλαγές που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την κατανόηση των πιθανών επιπτώσεων της χρήσης καθενός (Ganne, 2018).

Στα δημόσια Blockchain, κανένας χρήστης δεν έχει μοναδικά προνόμια ή εξουσίες λήψης αποφάσεων, ενώ το υψηλό επίπεδο αποκέντρωσης καθιστά τα δημόσια Blockchain πιο ασφαλή. Τα περισσότερα δημόσια Blockchain δεν έχουν άδεια, αλλά μπορούν να λάβουν άδεια. Το Bitcoin και το Ethereum είναι όλα παραδείγματα δημόσιων Blockchain. Σε σύγκριση με τα κεντρικά συστήματα, τα

δημόσια Blockchain προσφέρουν πολλά πιθανά πλεονεκτήματα. Αυτά περιλαμβάνουν μειωμένη κεντρική εξουσία, αμετάβλητη αποθήκευση δεδομένων, μειωμένο κόστος συναλλαγών, αυξημένη διαφάνεια και ιχνηλασιμότητα και ασφάλεια. Ωστόσο, αυτά τα πλεονεκτήματα συνοδεύονται από συμβιβασμούς. Πρώτον, η επικύρωση απαιτεί εξαιρετικά υψηλή κατανάλωση ενέργειας, η οποία έχει σημαντικό οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος. Δεύτερον, οι δημόσιες αλυσίδες μπλοκ συχνά αδυνατούν να χειριστούν γρήγορα μεγάλους αριθμούς συναλλαγών. Το Bitcoin, για παράδειγμα, έχει ένα θεωρητικό όριο 4.000 συναλλαγών, αλλά έχει πραγματοποιηθεί (στον πραγματικό κόσμο) ένας μέσος όρος 7 συναλλαγών ανά δευτερόλεπτο. Οι πιστωτικές κάρτες Visa, από την άλλη πλευρά, έχουν κατά μέσο όρο 2.000 συναλλαγών και μπορούν να διεκπεραιώσουν έως και 56.000 συναλλαγές ανά δευτερόλεπτο (Ganne, 2018).

2.4.2. Ιδιωτικά Blockchain

Τα ιδιωτικά Blockchain διαχειρίζονται μεμονωμένες ή μικρές ομάδες οργανισμών. Οι συναλλαγές επαληθεύονται και επεξεργάζονται από ορισμένους κόμβους, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα του δικτύου και την ταχύτητα των συναλλαγών. Οι περιορισμοί σε ένα ιδιωτικό δίκτυο Blockchain μπορούν να προσαρμοστούν (για παράδειγμα, σε ένα δίκτυο τεσσάρων χρηστών (A, B, C, D), ο B θα μπορούσε να αποφασίσει να ανταλλάξει πληροφορίες μόνο με τους D και C). Η κεντρική φύση των ιδιωτικών Blockchain, ωστόσο, σημαίνει ότι τα δεδομένα δεν είναι αμετάβλητα (οι διαχειριστές μπορούν να κάνουν αλλαγές στο καθολικό) και μπορούν να τα καταστήσουν πιο ευαίσθητα σε εξωτερικές παρεμβάσεις. Τα ιδιωτικά Blockchain χάνουν, επίσης, το πλεονέκτημα της αποκέντρωσης, καθώς είναι σχετικά λίγα, ενώ οι συμμετέχοντες ή οι διαχειριστές έχουν την εξουσία να πραγματοποιούν αλλαγές στο καθολικό (Winebrake et al., 2019).

2.5. Έξυπνα Συμβόλαια

Τα έξυπνα συμβόλαια είναι μια από τις πιο ενδιαφέρουσες πτυχές της τεχνολογίας Blockchain για πολλούς οργανισμούς, δεδομένης της δυνατότητάς τους να αυξάνουν την αποτελεσματικότητα των συναλλαγών μέσω ψηφιοποίησης και αυτοματοποίησης.

Ένα έξυπνο συμβόλαιο συντάσσεται ως ένα πρόγραμμα μεταξύ δύο ή περισσότερων συμβαλλόμενων μερών (τα οποία μπορούν να παραμείνουν ανώνυμα), στο οποίο μπορούν να έχουν πρόσβαση στο δημόσιο βιβλίο για να το δουν και άλλοι. Ένα συμβάν ενεργοποίησης αναγκάζει το έξυπνο συμβόλαιο να εκτελείται αυτόματα χωρίς να χρειάζεται τρίτος να παρακολουθεί ή να λειτουργεί ως ενδιάμεσος. Τα έξυπνα συμβόλαια κληρονομούν τις ιδιότητες του Blockchain (δηλαδή αμετάβλητοτητα, ιχνηλασιμότητα, διαφάνεια), ωστόσο προσφέρουν μεγαλύτερη ευελιξία από το τυπικό Blockchain. Η χρήση έξυπνων συμβολαίων απαιτεί «χρησμούς», οι οποίοι παρέχουν απαραίτητα δεδομένα για γεγονότα και συνθήκες του πραγματικού κόσμου που σχετίζονται με τη σύμβαση (όπως τιμές ή θερμοκρασία αέρα ή αν έχει ξεπεραστεί κάποιο φυσικό εμπόδιο, κλπ.). Η πλατφόρμα του Ethereum, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως, συμπεριλαμβανομένου του ναυτιλιακού τομέα, προσφέρει έξυπνα συμβόλαια ως χαρακτηριστικό στην εφαρμογή του Blockchain (Winebrake et al., 2019).

2.6. Πλεονεκτήματα του Blockchain

2.6.1. Μειωμένη Κεντρική Αρχή

Η αποκεντρωμένη φύση της τεχνολογίας Blockchain οδηγεί σε μειωμένη συγκεντρωτική εξουσία, ανοιχτή επικοινωνία και κοινή χρήση δεδομένων μεταξύ των συμμετεχόντων ή «κόμβων». Τα συστήματα δεν εξαρτώνται από ένα μέρος για την αρχή λήψης αποφάσεων, την έγκριση συναλλαγών και την αποθήκευση και επικύρωση των δεδομένων. Η μειωμένη κεντρική εξουσία σημαίνει, επίσης, ότι τα συστήματα δεν είναι τόσο ευαίσθητα από την άποψη ενός μόνο σημείου αστοχίας. Το επίπεδο αποκέντρωσης (και επομένως η μειωμένη εξάρτηση από μια κεντρική

αρχή και σχετικές πιθανές δυνάμεις) ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με τον τύπο και τις ιδιαιτερότητες μιας δεδομένης πλατφόρμας Blockchain, με τα δημόσια συστήματα χωρίς άδεια να είναι πιο αποκεντρωμένα και τα ιδιωτικά συστήματα με άδεια να είναι λιγότερο αποκεντρωμένα (Winebrake et al., 2019).

2.6.2. Αμετάβλητη Αποθήκευση Δεδομένων

Τα συστήματα Blockchain περιλαμβάνουν αποθήκευση σε πολλαπλά κατανεμημένα λογιστικά βιβλία, γεγονός που σημαίνει ότι πολλά αντίγραφα εγγραφών δεδομένων διατηρούνται σε πολλούς κόμβους συχνά σε πολλές περιοχές. Καθώς τα δεδομένα που αποθηκεύονται σε χαρτί μπορεί να υποβαθμιστούν και τα συστήματα αποθήκευσης ψηφιακών δεδομένων μπορεί να καταστραφούν, το Blockchain προσφέρει μια πιθανή βελτίωση όσον αφορά την αποφυγή υποβάθμισης των δεδομένων. Το Blockchain περιγράφεται, επίσης, συχνά ως εγγενώς αμετάβλητο ως προς τη δομή του, καθώς ο κατακερματισμός και η δημιουργία μπλοκ παρουσιάζουν σημαντικά εμπόδια στη σκόπιμη (ή κατά λάθος) αλλαγή των εγγραφών δεδομένων στα λογιστικά βιβλία. Η αμετάβλητη φύση των εγγραφών Blockchain, ωστόσο, είναι χαρακτηριστικό δημόσιων πλατφορμών ή συστημάτων χωρίς άδεια και δεν αποτελεί χαρακτηριστικό ιδιωτικών ή επιτρεπόμενων συστημάτων. Επιπλέον, η εμπειρία με τις πλατφόρμες Blockchain τα τελευταία χρόνια έχει δείξει ότι στην πράξη, τα καθολικά Blockchain μπορεί να μην είναι τόσο αμετάβλητα όσο αρχικά φανταζόμασταν (Winebrake et al., 2019).

2.6.3. Μειωμένο Κόστος Συναλλαγής

Οι συναλλαγές σε υπάρχοντα κεντρικά συστήματα απαιτούν συνήθως έναν μεσάζοντα για την επαλήθευση και την ολοκλήρωση της συναλλαγής (π.χ. μια τράπεζα για μια οικονομική συναλλαγή, τράπεζες, δικηγόρους και πράκτορες για μια συναλλαγή ακινήτων). Αυτοί οι μεσάζοντες χρεώνουν συχνά προμήθειες, οι οποίες μπορούν να αυξήσουν σημαντικά το συνολικό κόστος της συναλλαγής. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στη ναυτιλιακή βιομηχανία, όπου οι μεσίτες, οι ταχυμεταφορείς και η τεκμηρίωση προσθέτουν σημαντικό κόστος συναλλαγής στις αποστολές. Τα

συστήματα Blockchain (δημόσια, με άδεια ιδίως) μειώνουν ή αφαιρούν την ανάγκη για τέτοιους μεσάζοντες και συνήθως δεν χρεώνουν υψηλές χρεώσεις ανά συναλλαγή. Η χρήση πλατφορμών και συστημάτων Blockchain συνοδεύεται από το δικό τους κόστος, συμπεριλαμβανομένου του κόστους εκκίνησης, του κόστους εξοπλισμού και τεχνολογίας, των τελών ανά συναλλαγή και του κόστους αποθήκευσης δεδομένων (Winebrake et al., 2019).

2.6.4. Αυξημένη Διαφάνεια & Ιχνηλασιμότητα

Ένα σημαντικό πρόβλημα με τα κεντρικά συστήματα σήμερα είναι η έλλειψη διαφάνειας όσον αφορά τα μέρη που παρέχουν δεδομένα και τους κατόχους των δεδομένων σε κεντρικά συστήματα. Τα Blockchain μπορούν να βελτιώσουν τη διαφάνεια καταγράφοντας όλα τα στάδια μιας συναλλαγής (ή όλα τα σχετικά σημεία δεδομένων) και επιτρέποντας την καταγραφή των δεδομένων με κατανεμημένο τρόπο, έτσι ώστε όλοι οι συμμετέχοντες να έχουν πρόσβαση, να παρατηρούν και να επαληθεύουν τις συναλλαγές. Ενδεχομένως ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη ναυτιλιακή βιομηχανία είναι η ικανότητα του Blockchain να αυξάνει την ιχνηλασιμότητα των συνδεδεμένων ενεργειών και συναλλαγών, σε ένα αρχείο που μοιράζεται μεταξύ όλων των σχετικών μερών (συμμετεχόντων).

2.6.5. Διευκόλυνση Πληρωμών

Το Blockchain παρέχει έναν τρόπο διευκόλυνσης πληρωμών χωρίς την ανάγκη ή τη χρήση νομίσματος fiat. Οι πλατφόρμες ή τα συστήματα Blockchain χρησιμοποιούν συχνά «tokens» ή «coins» ή άλλα λεγόμενα κρυπτονομίσματα, τα οποία επιτρέπουν ηλεκτρονικές πληρωμές εκτός τραπεζών ή παραδοσιακών μεσαζόντων. Οι πληρωμές μπορούν να γίνονται αυτόματα με έξυπνα συμβόλαια (π.χ. μόλις ληφθεί μια αποστολή, η πληρωμή πραγματοποιείται αυτόματα). Η διευκόλυνση των πληρωμών εκτός νομίσματος fiat μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τη ναυτιλιακή βιομηχανία, δεδομένου ότι στις διεθνείς αποστολές συνήθως εμπλέκουν πολλά μέρη από διάφορες χώρες που χρησιμοποιούν διαφορετικά νομίσματα fiat (Winebrake et al., 2019).

Όπου τα συστήματα Blockchain προσφέρουν αυτό το πιθανό πλεονέκτημα, ωστόσο, αντιμετωπίζουν έναν σχετικό περιορισμό. Τα συστήματα Blockchain δεν είναι σε θέση να επεξεργάζονται συναλλαγές που αφορούν νομίσματα fiat. Τα συστήματα Blockchain μπορούν να αναφέρουν ότι μια συναλλαγή που περιλαμβάνει νόμισμα fiat έλαβε χώρα ή ότι έπρεπε να πραγματοποιηθεί, αλλά δεν μπορούν από μόνα τους να μεταφέρουν νομίσματα fiat. Τα συστήματα Blockchain μπορούν να μεταφέρουν μόνο νομίσματα που είναι εγγενή σε αυτό το Blockchain (π.χ. Bitcoin σε Bitcoin, Ethereum σε Ethereum ή TEU σε 300 Cubits) (Winebrake et al., 2019).

2.6. Ασφάλεια

Το Blockchain περιγράφεται συχνά ως βελτίωση της ασφάλειας των δεδομένων σε σύγκριση με τα κεντρικά και παλαιού τύπου συστήματα, καθώς η κατακεκομμένη φύση των καθολικών Blockchain αφήνει το δίκτυο λιγότερο ευάλωτο σε μια επίθεση ενός σημείου. Οι μηχανισμοί συναίνεσης, ο κατακεκομτισμός, η επικύρωση και δημιουργία μπλοκ και τα κατακεκομμένα λογιστικά βιβλία καθιστούν το σύστημα ανθεκτικό στις αλλαγές. Για αρκετά χρόνια, το Blockchain διαφημιζόταν ως «μη παραβιάσιμο». Ωστόσο, η εμπειρία στην πρόσφατη ιστορία (συγκεκριμένα από το 2018 έως το 2019) έχει δείξει ότι τα συστήματα Blockchain μπορούν να παραβιαστούν και να συνεχίσουν να παραβιάζονται (Winebrake et al., 2019).

3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ BLOCKCHAIN ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

3.1. Ιχνηλασιμότητα & Διασφάλιση Ποιότητας Καυσίμου

3.1.1. Αναγνώριση Προβλήματος

Οι εκπομπές ρύπων από την καύση καυσίμων στη ναυτιλία, συμπεριλαμβανομένων των οξειδίων του θείου, των οξειδίων του αζώτου και των εκπομπών σωματιδίων, προκαλούν εκατοντάδες χιλιάδες πρόωρους θανάτους ετησίως, λόγω χρόνιων ασθενειών, όπως καρδιοπνευμονική νόσο και καρκίνο, καθώς και εκατομμύρια περιπτώσεις άσθματος και άλλες αναπνευστικές παθήσεις. Η ακαδημαϊκή έρευνα προτείνει ότι η μείωση της περιεκτικότητας των καυσίμων σε θείο που χρησιμοποιείται στα ποντοπόρα πλοία θα μείωνε την πρόωρη θνησιμότητα κατά 34%-50% και θα μείωνε τη νοσηρότητα κατά περίπου 54%. Οι πρόσθετες αρνητικές επιπτώσεις των εκπομπών των πλοίων περιλαμβάνουν την οξίνιση του γλυκού και αλμυρού νερού, τη ρύπανση των υδάτων, τη ζημιά στη θαλάσσια ζωή και την κλιματική αλλαγή, με όλες τις συνακόλουθες επιβλαβείς επιπτώσεις της (IPCC, 2014; NASA, 2020).

Οι διεθνείς οργανισμοί διακυβέρνησης θεσπίζουν νέους κανονισμούς για την αντιμετώπιση αυτών των εκπομπών. Το 2020, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) εφάρμοσε πρότυπα καθαρών καυσίμων που περιορίζουν την περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο στο 0,5% (5.000 ppm), σε σύγκριση με το προηγούμενο όριο του 3,5% (35.000 ppm). Η τήρηση αυτών των προτύπων θα απαιτήσει μετατοπίσεις σε καύσιμα χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, εναλλακτικά καύσιμα (όπως LNG-ΥΦΑ) ή πλυντρίδες (IMO, 2019; Saul, 2019a).

Η Επιτροπή Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) του IMO έχει, επίσης, αναπτύξει μια αρχική στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) από τη θάλασσα, καθώς η ναυτιλία αντιπροσωπεύει περίπου το 2,2% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Η αρχική στρατηγική θα ενημερωθεί το 2023 και έχει στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του

θερμοκηπίου από τη ναυτιλία κατά 50%, από τα επίπεδα του 2008 έως το 2050. Ένα μέρος αυτής της προσπάθειας θα περιλαμβάνει τη μετάβαση σε καύσιμα «μηδενικού άνθρακα», μια προσέγγιση που υποστηρίζεται επί του παρόντος από διάφορα συμφέροντα στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Για παράδειγμα, ένας συνασπισμός εξήντα εμπορικών ομίλων, συμπεριλαμβανομένων κορυφαίων ναυτιλιακών εταιρειών, έχουν δεσμευτεί για το «Getting to Zero», το οποίο θα περιλαμβάνει τη μετάβαση σε καύσιμα μηδενικού άνθρακα και κατάλληλα πλοία και υποδομές έως το 2030, καθώς τα πλοία που θα ναυπηγηθούν έως το 2030 θα αποτελούν μέρος του παγκόσμιου στόλου το 2050 (Saul, 2019b).

3.1.2. Εμπόδια

Αυτοί οι κανονισμοί και οι απαιτήσεις συλλογής δεδομένων για επιβολή θα μπορούσαν να επιτύχουν σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Το πρότυπο IMO 2020, για παράδειγμα, εκτιμάται ότι θα αποτρέψει περισσότερους από 570.000 πρόωρους θανάτους μεταξύ 2020 και 2025, καθώς και εκατομμύρια περιπτώσεις άσθματος (Sofien et al., 2018). Ωστόσο, η εφαρμογή, η παρακολούθηση και η επιβολή αυτών των απαιτήσεων παρουσιάζουν σημαντικές προκλήσεις, καθώς ο IMO δεν διαθέτει κάποια Αρχή επιβολής και παρακολούθησης. Αυτές οι Αρχές ανήκουν στα κράτη σημαίας και στα κράτη λιμένα (IMO, 2019). Η επιβολή και η συμμόρφωση μέχρι στιγμής είναι ασυνεπείς μεταξύ των εθνών, ακόμη και σε χώρες που έχουν δεσμευτεί να επικυρώσουν τους κανόνες και να επιβάλλουν τα πρότυπα καυσίμων. Υπάρχουν πολλές ευκαιρίες για τα μη συμμορφούμενα πλοία να περάσουν απαρατήρητα. Για παράδειγμα, μόνο ένα μικρό ποσοστό (π.χ. 2-7%) των πλοίων τείνει να επιθεωρείται σε λιμάνι σε πολλές χώρες. Επίσης, οι νομικές κυρώσεις για μη συμμόρφωση διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των κρατών (Konotey-Ahulu, 2019).

Ακόμη και για τα ενδιαφερόμενα μέρη που επιθυμούν να συμμορφωθούν με τα πρότυπα καυσίμων, υπάρχουν πολλές προκλήσεις και περιορισμοί στις υπάρχουσες διαδικασίες συλλογής δεδομένων και διασφάλισης που σχετίζονται με την κατανάλωση καυσίμου. Οι αγοραστές καυσίμων, για παράδειγμα, δεν έχουν πρόσβαση σε δεδομένα διασφάλισης ποιότητας που σχετίζονται με πληροφορίες,

όπως η παραγωγή και η επεξεργασία καυσίμων (MacDonald, 2018a). Η έλλειψη τεκμηρίωσης για την ποιότητα των καυσίμων αποτελεί, επίσης, πρόκληση που σχετίζεται με τις ασφαλιστικές αξιώσεις. Για παράδειγμα, εάν οι αποστολείς επρόκειτο να λάβουν «κακά» καύσιμα, οι ασφαλιστές δεν έχουν πρόσβαση σε δεδομένα για να αποδείξουν τη συμμόρφωση ή να αποδείξουν ότι χρησιμοποιήθηκε «κακό» καύσιμο (MacDonald, 2018b). Η «επιδημία» κακών καυσίμων, που ξεκίνησε στην περιοχή του Κόλπου των Η.Π.Α. (ιδίως στο Χιούστον) το 2018 και εκτιμήθηκε ότι θα επηρεάσει εκατοντάδες πλοία, απέδειξε τη σημασία της επαλήθευσης της ποιότητας και του περιεχομένου των καυσίμων. Πολλά πλοία που χρησιμοποιούν «κακά» καύσιμα έχασαν ισχύ καθ' οδόν παρουσιάζοντας σημαντικά ζητήματα ασφάλειας, ειδικά όταν τα επηρεαζόμενα πλοία βρίσκονται σε πολυσύχναστες γραμμές δρομολογίων ή βρίσκονται σε κακές καιρικές συνθήκες και απαιτείται ρυμούλκηση (Norwegian Hull Club, 2018).

Η αδυναμία ή η έλλειψη δέσμευσης παρακολούθησης και επιβολής αυτών των προτύπων θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντική μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον και στην υγεία μέσω απάτης και κατάχρησης. Οι εκτιμήσεις για σκόπιμη μη συμμόρφωση (απάτη) όσον αφορά την ικανοποίηση των απαιτήσεων σε θείο των καυσίμων, για παράδειγμα, κυμαίνονται από 10% έως 30% της συνολικής κατανάλωσης καυσίμου των πλοίων (Grimmer, 2018; Konotey-Ahulu, 2019).

3.1.3. Ο Ρόλος του Blockchain

Μέρος της αδυναμίας αξιόπιστης παρακολούθησης, ανίχνευσης και διασφάλισης της προέλευσης και της ποιότητας του καυσίμου οφείλεται στην υπάρχουσα διαδικασία τεκμηρίωσης στη βιομηχανία των καυσίμων, η οποία χρησιμοποιεί δελτία παράδοσης καυσίμων που βασίζονται σε χαρτί. Εκτός από το ότι αφήνει περιθώρια για απάτες, παραπλανήσεις πλοιοκτητών, φορτωτών και ναυλωτών σχετικά με την ποιότητα ή/και την ποσότητα των καυσίμων, ένα σύστημα που βασίζεται σε χαρτί δεν επιτρέπει σε ενδιαφερόμενα μέρη, όπως ασφαλιστές και ρυθμιστικές αρχές, να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα για την προέλευση των καυσίμων, την αλυσίδα εφοδιασμού και τη διαδικασία καύσης.

Τα συστήματα που βασίζονται σε Blockchain μπορεί να προσφέρουν μια ευκαιρία για βελτιωμένη παρακολούθηση και ιχνηλασιμότητα της προέλευσης και της ποιότητας των καυσίμων, με την καταγραφή σε ένα κατακευματισμένο βιβλίο πληροφοριών και δεδομένων που συλλέγονται σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού των καυσίμων. Αυτά τα δεδομένα θα μπορούσαν στη συνέχεια να είναι προσβάσιμα από τα ενδιαφερόμενα μέρη στη διαδικασία επιδίωξης επαλήθευσης της συμμόρφωσης με κανονισμούς ή ασφαλιστικές συμβάσεις. Ένα τέτοιο σύστημα παρακολούθησης των καυσίμων, βασισμένο σε Blockchain, προτάθηκε αρχικά από τα Blockchain Labs for Open Collaboration (BLOC) του Marine Blockchain Labs (MBL), το 2018. Μετά τη διεξαγωγή πιλοτικών έργων, τα BLOC και οι εταίροι αργότερα προσαρμόσαν και βελτίωσαν το σύστημα, ενώ από το τέλος του 2019 λειτουργούσαν, με νέο συνεργάτη, με την επωνυμία BunkerTrace.

Η έκδοση MBL ενός συστήματος παρακολούθησης καυσίμου και ιχνηλασιμότητας προέλευσης που βασίζεται σε Blockchain, που κέρδισε το Τεχνολογικό Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT), το 2018, επεδίωξε να παρακολουθεί την ποιότητα των καυσίμων μέσω της αλυσίδας εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής καυσίμων, των προμηθευτών και της μεταφοράς καυσίμου στο τερματικό και τη τελική καύση. Η προτεινόμενη διαδικασία για τον εντοπισμό των αγορών καυσίμων περιλάμβανε τον εξοπλισμό των λιμένων με μετρητές ροής μάζας, τη χρήση εργαστηριακών δοκιμών, τη συνεργασία με προμηθευτές καυσίμων και την αυτόματη καταγραφή δεδομένων όταν ένα πλοίο τροφοδοτείται με καύσιμα στο λιμάνι, έτσι ώστε να μπορεί να καταγραφεί και να τεκμηριωθεί μια αλυσίδα φύλαξης του καυσίμου. Το προτεινόμενο σύστημα της MBL περιλάμβανε, επίσης, επισημάνση και ασφάλεια των δεδομένων σε ένα δεδομένο πλοίο, για σύνδεση των φυσικών και ψηφιακών δεδομένων για τα καύσιμα των πλοίων (MacDonald, 2018a). Το σύστημα παρακολούθησης της ποιότητας και προέλευσης του καυσίμου της MBL περιγράφεται ως “Blockchain agnostic”, που σημαίνει ότι δεν συνδέεται οριστικά με καμία πλατφόρμα ή σύστημα Blockchain και θα πρέπει να είναι συμβατό με διάφορες πλατφόρμες ή συστήματα Blockchain (MacDonald 2018a; Maritime Blockchain Labs, 2018).

Κατά την ανάπτυξη του συστήματος και τη διεξαγωγή αρχικών πιλοτικών δοκιμών, το BLOC/MBL συνεργάστηκε με διάφορους ενδιαφερόμενους φορείς στον

ναυτιλιακό τομέα, όπως η International Bunker Industry Association, η εταιρεία logistics Bostomar, η GoodFuels (παραγωγός βιώσιμων βιοκαυσίμων για τη ναυτιλία) και η διεθνής ναυτιλιακή ένωση BIMCO. Η εταιρεία διαχείρισης δεξαμενόπλοιων πετρελαίου Heidmar, η εταιρεία μεταφοράς ξηρού φορτίου Precious Shipping και η ομάδα δοκιμών καυσίμων του Lloyd's Register συμμετείχαν σε δοκιμές προσομοίωσης του πρωτοτύπου. Το Lloyd's Register Foundation, το οποίο χορηγεί το MBL, μοιράστηκε πληροφορίες σχετικά με την προμήθεια καυσίμων και τις διαδικασίες που αφορούν τις δοκιμές ποιότητας για τις αρχικές φάσεις (MacDonald, 2018b).

Τον Φεβρουάριο του 2019, το MBL ολοκλήρωσε ένα επιτυχημένο έργο επίδειξης, το οποίο εντόπισε την παραγωγή, την επεξεργασία, την ανάμειξη και την παράδοση μιας παρτίδας βιοκαυσίμων στο πλοίο Frontier Sky μήκους 960 ποδιών, για ένα ταξίδι από το Ρότερνταμ στον ανατολικό Καναδά. Στο έργο επίδειξης συμμετείχαν εταίροι, όπως η ιαπωνική ναυτιλιακή εταιρεία NYK, η GoodFuels (η οποία προμήθευε βιοκαύσιμα που παρήχθησαν από υπολείμματα δασών και απόβλητα μαγειρικού λαδιού) και η Varo Energy, η οποία ανέμειξε το βιοκαύσιμο με πετρέλαιο εσωτερικής καύσης (Gallucci, 2019). Το MBL χρησιμοποίησε την πλατφόρμα που βασίζεται σε Blockchain Hyperledger Fabric για το έργο επίδειξης (Bunduchi, 2019; Porejoy, 2019a; Porejoy, 2019b).

Το BunkerTrace, μια κοινοπραξία μεταξύ της BLOC και της Forecast Technology Ltd (FTL) είναι η ενημερωμένη και βελτιωμένη έκδοση του συστήματος παρακολούθησης και ιχνηλασιμότητας της προέλευσης του καυσίμου που βασίζεται σε Blockchain της MBL. Σε ένα σημείο της ανάπτυξής του, το BLOC συνειδητοποίησε ότι η ψηφιοποίηση της τεκμηρίωσης για τη διασφάλιση των καυσίμων, όπως η καταγραφή εγκρίσεων και οι σφραγίδες, μπορεί να φτάσει πολύ μακριά και μάλλον υπάρχει ανάγκη για έναν φυσικό δείκτη στο καύσιμο για να προσδιοριστεί εάν έχει παραβιαστεί ή αλλοιωθεί το καύσιμο. Το BLOC συνεργάστηκε με την FTL για να ενσωματώσει δείκτες DNA στο σύστημά τους (BunkerTrace, 2020; Hughes, 2019).

Το σύστημα BunkerTrace, εκτός από τη χρήση συστημάτων Blockchain για τεκμηρίωση, περιλαμβάνει τη χρήση συνθετικών ετικετών κλώνου DNA, οι οποίες λειτουργούν ως μοναδικά και σχεδόν απεριόριστα αναγνωριστικά ή «δαχτυλικά αποτυπώματα» στα ναυτιλιακά καύσιμα, τα οποία μεταφέρουν πληροφορίες σχετικά

με την ποιότητα των καυσίμων και τη καταγωγή αυτών. Το BunkerTrace χρησιμοποιεί, επίσης, πολύ ευαίσθητα μόρια ή «σημαίες», τα οποία μπορούν να υποδείξουν, σε δοκιμές ενός έως τριών λεπτών επί του σκάφους, εάν το καύσιμο έχει νοθευθεί. Μόλις το καύσιμο φτάσει σε ένα σκάφος, το πλήρωμα μπορεί να δοκιμάσει γρήγορα τους δείκτες BunkerTrace για να επαληθεύσει ότι το καύσιμο που αγοράζεται είναι όπως περιγράφεται, αντί να βασίζεται σε εργαστηριακές δοκιμές ή ανεφοδιασμό, χωρίς να είναι σίγουρο για την ποιότητα ή την προέλευση του (BunkerTrace, 2020; Hellenic Shipping News 2019 ; Hughes, 2019).

Οι ενδιαφερόμενοι, όπως οι ιδιοκτήτες ή χειριστές σκαφών, οι προμηθευτές καυσίμων, οι χειριστές τερματικών σταθμών, οι επιχειρήσεις φόρτωσης ή οι ανεξάρτητοι επιθεωρητές, στη συνέχεια ανεβάζουν τα σχετικά δεδομένα (π.χ. αποτελέσματα δοκιμών καυσίμων) για δημοσίευση στο Blockchain. Το Blockchain που χρησιμοποιείται επί του παρόντος από το BunkerTrace είναι μια ιδιωτική αλυσίδα του Ethereum, αν και όπως το σύστημα διασφάλισης καυσίμου της MBL, το BunkerTrace είναι “Blockchain agnostic”, δηλαδή μπορεί να λειτουργήσει με οποιαδήποτε πλατφόρμα Blockchain, και μπορεί να προσαρμοστεί για να ταιριάζει στα συμφέροντα των πελατών.

Το σύστημα BunkerTrace έχει θεωρητικά την ικανότητα να επισημαίνει και να ανιχνεύει το καύσιμο από την προέλευση του, όπως ήταν το αρχικό μοντέλο που προτάθηκε από την MBL, αν και οι προσπάθειες των πιλοτικών δοκιμών μέχρι στιγμής έχουν υιοθετήσει μια απλούστερη προσέγγιση. Το BunkerTrace πραγματοποίησε με επιτυχία μια πιλοτική δοκιμή τον Οκτώβριο του 2019 στην Ολλανδία, σε συνεργασία με τις εταιρείες Minerva, Boskalis και Cooperative Bebeke. Η δοκιμή περιλάμβανε παρακολούθηση και δοκιμή καυσίμου στο βυθοκόρο Prins der Nederlanden, 900 κυβικά μέτρα καυσίμου συμβατό με το ISO 8217:2010 (0,1% θείο) που προμήθευε η Minerva. Η ετικέτα DNA προστέθηκε αρχικά στο καύσιμο χρησιμοποιώντας μια δοσομετρική αντλία στη γραμμή καυσίμου, ως καύσιμο που φορτώθηκε σε στη φορτηγίδα αποθήκης της Minerva. Αφού επαλήθευσε ότι η γραμμή καυσίμου και οι δεξαμενές παραλαβής ήταν άδεια και αφού το καύσιμο ανεφοδιάστηκε, το πλήρωμα του Prins der Nederlanden έκανε δειγματοληψία του καυσίμου επί του σκάφους χρησιμοποιώντας ένα kit, μια δοκιμή που φέρεται να κράτησε λιγότερο από 2 λεπτά και ανίχνευσε επιτυχώς τους δείκτες DNA στα 2 μέρη ανά δισεκατομμύριο. Στη

συνέχεια συλλέχθηκαν δείγματα του καυσίμου για μεταγενέστερη ανάλυση (AJOT, 2019; Hellenic Shipping News, 2019; Wood, 2019).

Στα τέλη Οκτωβρίου 2019, μετά την επιτυχία της πιλοτικής επίδειξης, η BunkerTrace ανακοίνωσε την εμπορική της κυκλοφορία. Στη συνέχεια, στα τέλη Ιανουαρίου 2020, η BunkerTrace ανακοίνωσε μια εμπορική συνεργασία με την εταιρεία Martin Management που εδρεύει στη Μονοκο, η οποία θα χρησιμοποιήσει το BunkerTrace για να διαχειριστεί τον κίνδυνο των μολυσμένων καυσίμων που αγοράζονται και χρησιμοποιούνται στα πλοία ξηρού φορτίου (PortNews, 2020). Αν και το BunkerTrace εστιάζει επί του παρόντος στην εμπορική αγορά, είναι αισιόδοξο ότι το σύστημα θα είναι χρήσιμο και για τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς.

3.2. Παρακολούθηση Αποστολών

3.2.1. Αναγνώριση Προβλήματος

Οι συναλλαγές στον ναυτιλιακό τομέα είναι γενικά αργές, χρονοβόρες και δαπανηρές. Η ναυτιλιακή βιομηχανία βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε παραδοσιακούς τρόπους επιχειρηματικής δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένης της εξάρτησης από έντυπη γραφειοκρατία και τεκμηρίωση, η χρήση των οποίων εμπλέκει έναν αριθμό διαφορετικών μερών στην αλυσίδα εφοδιασμού. Πολλαπλά μέρη όχι μόνο χειρίζονται έγγραφα, αλλά και αγαθά, συχνά περιττά και άσκοπα (Ytterstrom και Lengerg, 2019). Τα πολλά μέρη και μεσάζοντες που εμπλέκονται στις συναλλαγές περιλαμβάνουν εξαγωγείς, εισαγωγείς, λιμενικές και τελωνειακές αρχές και αξιωματούχους, χρηματοδότες, επιθεωρητές, εκτιμητές, πράκτορες, κλπ. Κανένα από αυτά τα μέρη δεν έχει πρόσβαση σε δεδομένα και πληροφορίες για όλα τα απαραίτητα μέρη της αλυσίδας εφοδιασμού. Οι συναλλαγές που περιλαμβάνουν έντυπη τεκμηρίωση απαιτούν συχνά φυσική επιθεώρηση των εγγράφων, με αποτέλεσμα να υπάρχει υψηλό κόστος συναλλαγής για αποστολές. Εκτιμάται ότι το 20% των επιχειρησιακών προϋπολογισμών οφείλεται σε κακή διαχείριση

πληροφοριών (Czachorowski et al., 2019), όπου οι μεσίτες αυξάνουν, επίσης, σημαντικά το κόστος (Botton, 2018; Joseph, 2018).

Η ανταλλαγή εγγράφων χωρίς χαρτί έχει τη δυνατότητα να αντιμετωπίσει ορισμένες από τις προκλήσεις που σχετίζονται με το κόστος των συναλλαγών στον ναυτιλιακό τομέα. Σύμφωνα με την IBM, από ένα συνολικό κόστος 2.000 δολαρίων για τη μεταφορά ενός δοχείου με αβοκάντο από τη Μομπάσα στο Ρότερνταμ, η γραφειοκρατία κοστίζει περίπου 300 δολάρια ή 15%. Η IBM εκτιμά ότι η πλήρης ψηφιοποίηση της διαδικασίας αποστολής θα μπορούσε να εξοικονομήσει από τους ναυτιλιακούς μεταφορείς έως και 38 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως (Ganne, 2018). Η επιθυμία για ταχύτερες, πιο απλοποιημένες συναλλαγές και παρακολούθηση των αποστολών πιθανότατα θα αυξηθεί, καθώς η ναυτιλιακή βιομηχανία χειρίζεται και μεταφέρει αυξανόμενους όγκους και οι πελάτες απαιτούν καλύτερες, πιο ακριβείς και έγκαιρες πληροφορίες (Ytterstrom και Lengerg, 2019).

Μια άλλη ανησυχία για τις συνήθεις συναλλαγές στον ναυτιλιακό τομέα είναι η ασφάλεια, ειδικά όσον αφορά τη μεταφορά, την παρακολούθηση και τη δήλωση των επικίνδυνων εμπορευμάτων. Τα εμπορευματοκιβώτια δεν φέρουν συχνά ένδειξη του συγκεκριμένου περιεχομένου τους. Αν και ένας κωδικός προϊόντος μπορεί να σαρωθεί ή να εντοπιστεί σε ορισμένα συστήματα δεδομένων, αυτά τα συστήματα δεδομένων σπάνια μοιράζονται ή δια-λειτουργούν με συστήματα άλλων ενδιαφερομένων μερών. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει σοβαρό ζήτημα ασφάλειας στην περίπτωση επικίνδυνων εμπορευμάτων, τα οποία αποτελούν μεταξύ 5 και 10% του φορτίου ενός τυπικού πλοίου μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Η εσφαλμένη δήλωση φορτίου μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικές απώλειες, ζημιές πλοίων, τραυματισμούς και απώλεια ζωών. Το Σύστημα Ειδοποίησης Συμβάντων Φορτίου (CINS) εκτιμά ότι σχεδόν το ένα τέταρτο των σοβαρών συμβάντων στα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων οφείλονται σε εσφαλμένη δήλωση φορτίου (Ytterstrom και Lengerg, 2019).

Η απάτη είναι ένα σημαντικό πρόβλημα στη ναυτιλία και οι μέθοδοι απάτης έχουν αυξηθεί αρκετά πρόσφατα. Παραδείγματα απάτης στον ναυτιλιακό τομέα περιλαμβάνουν τη παραποίηση φορτωτικών, συμπεριλαμβανομένης της υπό-τιμολόγησης για την αποφυγή φόρων, τις δωροδοκίες και τις παράνομες πληρωμές για τη σύναψη συμβάσεων, την επιρροή των επιθεωρήσεων ή τη διευκόλυνση των

λιμενικών λειτουργιών και την εξαπάτηση των εισαγωγέων ή των εξαγωγέων με παράνομα αγορασμένες πιστωτικές επιστολές. Τέτοιες δόλιες δραστηριότητες εκτιμάται ότι αυξάνουν το κόστος των ναυτιλιακών εργασιών κατά περίπου 10%, σύμφωνα με το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ. Υπάρχει μικρή ευθύνη για αναποτελεσματικότητα, απάτη ή κλοπή φορτίου (Botton, 2018; Joseph, 2018).

Η εφαρμογή του κώδικα Διεθνούς Διαχείρισης Ασφάλειας (ISM) και οι απαιτήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Προτύπων (ISO) που σχετίζονται με τη διαχείριση ποιότητας έχουν περιπλέξει την υποβολή εκθέσεων και τη διαχείριση των εγγράφων στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Εκτός από τις απαιτήσεις ασφάλειας και ποιότητας, οι απαιτήσεις τεκμηρίωσης για εξαγωγές περιλαμβάνουν συνήθως έγγραφα που σχετίζονται με την εξαγωγή, τη μεταφορά, τη συμμόρφωση και τα πιστοποιητικά προέλευσης, μεταξύ άλλων. Αυτές οι κανονιστικές απαιτήσεις και οι σχετικές ανάγκες για βελτιωμένη παρακολούθηση, αναμένεται να γίνουν πιο αυστηρές με την πάροδο του χρόνου, ως απάντηση στην κατάρρευση των εμπορικών συμφωνιών μεταξύ μεγάλων οικονομικών δυνάμεων, αυξάνοντας περαιτέρω την πολυπλοκότητα των συναλλαγών και την απαιτούμενη τεκμηρίωση (DiGregorio & Nustad 2017).

Μια άλλη εξέλιξη είναι η αυξανόμενη χρήση και η επιθυμία να εξασφαλιστεί και να επαληθευτεί η ψύξη στη ναυτιλία. Πολλά προϊόντα, από τα τρόφιμα έως τα φαρμακευτικά προϊόντα, απαιτούν ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας, για να διασφαλιστεί η ασφάλεια ή η αποτελεσματικότητα του προϊόντος. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, το 40% των εμβολίων υποβαθμίζεται από τη διακύμανση της θερμοκρασίας κατά τη μεταφορά. Η φαρμακευτική βιομηχανία δαπάνησε 13,4 δισεκατομμύρια δολάρια για τη μεταφορά προϊόντων ευαίσθητων στη θερμοκρασία το 2017, με το 2018 περίπου το 20% των φαρμακευτικών ωφέλιμων φορτίων αποστέλλονταν σε ποντοπόρα πλοία. Αυτό εκτιμάται ότι θα αυξηθεί σε περίπου 75% των φαρμακευτικών ωφέλιμων φορτίων που αποστέλλονται με θαλάσσια εμπορεύματα εντός δέκα ετών (Muspratt, 2018).

Η διαθεσιμότητα και η χρήση των αναλυτικών στοιχείων δεδομένων στη ναυτιλιακή βιομηχανία αυξάνεται και η ανάπτυξη και η διαθεσιμότητα αναμένεται να αυξηθούν περαιτέρω στο εγγύς μέλλον (Ytterstrom και Lengerg, 2019). Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), για παράδειγμα, προβλέπεται ότι θα διαδραματίσει

αυξανόμενο ρόλο στον ναυτιλιακό τομέα, επιτρέποντας δυναμικά την παρακολούθηση των περιουσιακών στοιχείων, τη βελτιωμένη βελτιστοποίηση της διαδρομής και το μειωμένο κόστος συντήρησης (DiGregorio & Nustad, 2017). Το IoT περιλαμβάνει τη χρήση αισθητήρων και άλλων συσκευών που είναι διασυνδεδεμένες με δίκτυα και επιτρέπουν την παρακολούθηση και τη σχετική διαχείριση των συσκευών, των μηχανημάτων και του εξοπλισμού. Η τρέχουσα εφαρμογή του IoT στη ναυτιλιακή βιομηχανία περιλαμβάνει τη σήμανση των εμπορευματοκιβωτίων με GPS για τη διευκόλυνση της κίνησης μέσω κόμβων διαμετακόμισης και την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο του φορτίου και των πλοίων (Czachorowski et al., 2019). Στη περίπτωση αποστολής φορτίου ελεγχόμενης θερμοκρασίας, η παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων με IoT θα μπορούσε να περιλαμβάνει τη χρήση αισθητήρων στα κοντέινερ, μιας μονάδας επεξεργασίας και ενός πομπού που θα επέτρεπε την παρακολούθηση της θερμοκρασίας σε πραγματικό χρόνο, η οποία με τη σειρά της θα μπορούσε να επιτρέψει την άμεση απόκριση ή διαχείριση σε περίπτωση που η θερμοκρασία πλησιάζει τα ανώτερα ή κατώτερα επίπεδα (DiGregorio & Nustad, 2017).

3.2.2. Εμπόδια

Η ψηφιακή παρακολούθηση των αποστολών από την προέλευση στον προορισμό έχει τη δυνατότητα να μειώσει το κόστος των συναλλαγών, να εντοπίσει τις επικίνδυνες ουσίες ή με άλλο τρόπο τα επικίνδυνα αγαθά, να μειώσει τις ευκαιρίες για απάτη και κλοπή και να μετρήσει και να παρακολουθήσει τις συνθήκες των ευαίσθητων στο κλίμα ή στη θερμοκρασία αγαθών. Δεδομένων των στόχων της ναυτιλιακής βιομηχανίας και των ενδιαφερομένων μερών για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη διασφάλιση της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας των ναυτιλιακών δραστηριοτήτων, οι ενδιαφερόμενοι του κλάδου ενδέχεται να ενδιαφέρονται να συνεχίσουν ή να υποστηρίξουν προσπάθειες για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της παρακολούθησης και της ανίχνευσης των αποστολών, μέσω της ψηφιοποίησης της γραφειοκρατίας και τη παρακολούθηση των περιουσιακών στοιχείων και αποστολών στον ναυτιλιακό τομέα. Ωστόσο, υπάρχουν κίνδυνοι και ανησυχίες για την ασφάλεια που συνδέεται

με τη στροφή προς την ψηφιοποίηση των πληροφοριών που παραδοσιακά βασίζονταν σε έντυπη μορφή.

Όπως περιγράφεται στο έγγραφο των Winebrake et al. (2020), η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο αποτελεί αυξανόμενη ανησυχία στον ναυτιλιακό τομέα, δεδομένων των πιθανών επιπτώσεων σε κρίσιμους τομείς της διαχείρισης φορτίου, της εξυπηρέτησης και διαχείρισης των επιβατών, της ευημερίας του πληρώματος και της διοίκησης, της διαχείρισης και του ελέγχου των μηχανημάτων και της ισχύος, των συστημάτων ελέγχου πρόσβασης και των συστημάτων επικοινωνίας, μεταξύ άλλων. Τα σκόπιμα ή τα ακούσια σφάλματα, όπως η απώλεια ή η καταστροφή δεδομένων, έχουν τη δυνατότητα να οδηγήσουν σε λειτουργικές αποτυχίες ή αστοχίες ασφάλειας ή σε αποτυχίες προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος (IMO, 2019). Δυνητικά σοβαρές ανησυχίες για την ασφάλεια έχουν εντοπιστεί σε αρκετούς τομείς της τεχνολογίας των επικοινωνιών που χρησιμοποιείται στον ναυτιλιακό τομέα. Για παράδειγμα, οι επιδείξεις έχουν δείξει ότι τα πλοία μπορούν να παραβιαστούν και να πλοηγηθούν εξ αποστάσεως αναλαμβάνοντας το σύστημα GPS του πλοίου. Οι παρεμβολές σήματος μπορούν να επηρεάσουν αρκετά συστήματα που χρησιμοποιούνται για επικοινωνία και πλοήγηση, ενώ τα συστήματα των λιμένων και του φορτίου μπορούν να παραβιαστούν, με τη διαγραφή των ιχνών των δεδομένων. Η ναυτιλιακή βιομηχανία αντιμετωπίζει ολοένα και περισσότερο απειλές για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο, όπως η επίθεση ransomware στο NotPetya που επηρέασε τη Maersk το 2017, με κόστος πάνω από 200 εκατομμύρια δολάρια για τη ναυτιλιακή εταιρεία (DiGregorio & Nustad, 2017).

Υπάρχουν, επίσης, πολλές ανησυχίες και προκλήσεις σχετικά με τη χρήση του IoT. Οι χρήστες του συστήματος πρέπει να εμπιστεύονται ότι τα δεδομένα που λαμβάνονται από συσκευές IoT δεν έχουν τροποποιηθεί. Οι συσκευές IoT έχουν σχετικά περιορισμένη υπολογιστική ισχύ με συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο και το υλικό-λογισμικό τους συνήθως δεν ενημερώνεται συχνά, γεγονός που τις καθιστά ευάλωτες σε κυβερνοεπιθέσεις. Σε ένα άρθρο ανασκόπησης του 2018 επισημάνθηκαν δεκαεννέα διακριτές κατηγορίες θεμάτων ασφάλειας που σχετίζονται με το IoT. Αυτά περιλάμβαναν παρεμβολές, επιθέσεις Sybil και πλαστογράφηση, επιθέσεις σκουληκότρυπας, παραβιάσεις απορρήτου και ανασφαλείς διεπαφές, λογισμικό ή υλικό-λογισμικό (DiGregorio & Nustad, 2017).

3.2.3. Ο Ρόλος του Blockchain

Το Blockchain παρουσιάζει έναν τρόπο με τον οποίο η γραφειοκρατία θα μπορούσε να ψηφιοποιηθεί στον ναυτιλιακό τομέα, αντιμετωπίζοντας έτσι ορισμένες από τις ανησυχίες ασφαλείας που σχετίζονται με τη χρήση του IoT και την ψηφιοποίηση, βοηθώντας στην παρακολούθηση των αποστολών από την προέλευση στον προορισμό και καταγράφοντας τα σχετικά δεδομένα σε ένα διαφανές, αλλά ασφαλές και με αξιόπιστη μορφή, προσβάσιμη σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη. Το Blockchain είναι συμπληρωματικό με τις τεχνολογίες IoT, βελτιώνει την ασφάλεια και παρέχει αποθήκευση δεδομένων που συλλέγονται από χρήσεις IoT. Το ίδιο το Blockchain δεν επιτρέπει τη χρήση αισθητήρων, την παρακολούθηση ή τη διαχείριση ή τη συλλογή δεδομένων. Το Blockchain μπορεί, ωστόσο, να επιτρέψει την τεκμηρίωση και την αποθήκευση καταγεγραμμένων δεδομένων σε ένα καθολικό και, επίσης, έχει τη δυνατότητα να επιτρέψει τη χρήση έξυπνων συμβολαίων για τη διαχείριση των συσκευών σε πραγματικό χρόνο (DiGregorio & Nustad 2017). Το Blockchain θα μπορούσε να εξαλείψει την ανάγκη για έναν κεντρικό μεσίτη ή Αρχή.

Στον ναυτιλιακό τομέα, η εφαρμογή του Blockchain για την παρακολούθηση των αποστολών θα μπορούσε να περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα υπολογιστή που θα εμπλέκει όλα τα εμπλεκόμενα μέρη (εξαγωγείς, εξαγωγικές και λιμενικές αρχές και αξιωματούχους, εισαγωγείς, χρηματοδότες, επιθεωρητές και εκτιμητές). Για παράδειγμα, διάφορα έγγραφα ή δεδομένα θα μπορούσαν να μεταφορτωθούν σε μια αλυσίδα μπλοκ, επιτρέποντας στα μέρη να διαπραγματεύονται απευθείας στο δίκτυο χωρίς τρίτα μέρη. Μόλις εγκριθούν και υπογραφούν τα έγγραφα από τα μέρη, ένα πρόγραμμα θα εγκρίνει και θα προχωρά στην επόμενη φάση της συναλλαγής. Τέλος, η σύμβαση θα εκτελείται αυτόματα με συναίνεση δικτύου και οι σχετικές πληροφορίες θα μεταφορτώνονται για όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη (Joseph, 2018). Όλες οι σχετικές πληροφορίες σχετικά με την αποστολή θα μπορούσαν να αποθηκευτούν σε ένα «μπλοκ» και να διαχειρίζονται από το Blockchain, αποφεύγοντας έτσι την ανάγκη για εγγραφή, παρακολούθηση και πιστοποίηση των πληροφοριών από μεσάζοντες (Botton, 2018).

Η δυνατότητα να παρέχονται όλες αυτές τις πληροφορίες μέσω του Blockchain θα μείωνε το κόστος συναλλαγής, καθώς και το κόστος ελέγχου και

λογιστικής (Botton, 2018). Το Blockchain έχει, επίσης, οραματιστεί ότι επιτρέπει την παρακολούθηση της αλλαγής ιδιοκτησίας μιας αποστολής, αυτόματα, μέσα σε δευτερόλεπτα από τη στιγμή που πουλήθηκε (Ytterstrom και Lengerg, 2019). Σε περίπτωση συμμόρφωσης στην τεκμηρίωση και την υποβολή εκθέσεων για κώδικες και πρότυπα, το Blockchain έχει τη δυνατότητα να μειώσει τον διοικητικό φόρτο επιτρέποντας τον εξορθολογισμό, την ψηφιοποίηση και την αυτοματοποίηση ορισμένων εγγράφων και απαιτήσεων αναφοράς, μέσω της χρήσης έξυπνων συμβολαίων από σχετικούς πράκτορες στη ναυτιλιακή βιομηχανία (DiGregorio & Nustad, 2017).

Η τεχνολογία Blockchain μπορεί, επίσης, να διευκολύνει την παρακολούθηση και την τεκμηρίωση των ελεγχόμενων από τη θερμοκρασία συνθηκών στη ναυτιλία. Τα εμπορευματοκιβώτια με δυνατότητα Blockchain που ρυθμίζουν τη θερμοκρασία έχουν αναπτυχθεί και θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα για την παρακολούθηση της μεταφοράς ευαίσθητων στη θερμοκρασία αγαθών, όπως τα τρόφιμα και τα φαρμακευτικά προϊόντα. Ορισμένα εμπορευματοκιβώτια που χρησιμοποιούνται στις αεροπορικές μεταφορές, για παράδειγμα, περιλαμβάνουν αισθητήρες για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της θέσης μεταξύ άλλων μεταβλητών (DiGregorio & Nustad, 2017).

Όπως περιγράφεται από τους Jugovic et al. (2019), τα πιθανά οφέλη για τους ενδιαφερόμενους φορείς του Blockchain στην παρακολούθηση και τον εντοπισμό των αποστολών θα περιλαμβάνουν, για παράδειγμα:

- **Μεταφορείς:** μείωση του χρόνου αναμονής και του χρόνου επαναφόρτωσης, επιτρέποντας την ανταλλαγή πληροφοριών, όπως η επιβεβαίωση άφιξης του πλοίου σε πραγματικό χρόνο, η μείωση των απωλειών, των καθυστερήσεων και της αναποτελεσματικότητας σε περίπτωση ανακριβών πληροφοριών, όπου το email χρησιμοποιείται συνήθως για επικοινωνίες και η παροχή ενός κοινού χώρου για πληροφορίες μέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- **Διαχειριστές πλοίων:** διευκόλυνση της διαδικτυακής επικοινωνίας για τη μείωση του κόστους, επιτρέποντας την ανταλλαγή των πιο λεπτομερών πληροφοριών γύρω από τις αποστολές σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας μια τυποποιημένη διεπαφή και επιτρέποντας στους αγοραστές να χρησιμοποιούν

το σύστημα για ανεξάρτητη παρακολούθηση των συμβάντων στο σύστημά τους.

- Διαμεσολαβητές: παροχή τυποποιημένου χώρου για τη συλλογή δεδομένων από πολλές πηγές, επιτρέποντας αυξημένη ορατότητα και εξοικονόμηση χρόνου στη διόρθωση σφαλμάτων της γραφειοκρατίας και ανάπτυξη ασφαλούς διαδρομής ελέγχου που συνδέει τα πρωτότυπα έγγραφα με τις τελωνειακές διασαφήσεις.
- Τερματικά: μείωση του κόστους και εξορθολογισμός της επικοινωνίας μεταξύ των ναυτιλιακών γραμμών και των λιμένων, παρέχοντας μια τυπική πλατφόρμα.
- Ασφαλιστικές εταιρείες: εξασφάλιση συνέπειας στα δεδομένα, με όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς να λαμβάνουν την ίδια έκδοση των βασικών δεδομένων. Τα δεδομένα είναι μόνιμα διαθέσιμα, επιτρέποντας καλύτερη ευφύϊα και ανάλυση των κινδύνων και των τάσεων, καθώς και την αξιολόγηση του κινδύνου.
- Ρυθμιστικές αρχές: επιτρέποντας πιο ολοκληρωμένες πληροφορίες να είναι διαθέσιμες νωρίτερα, για να επιτραπεί βελτιωμένη στόχευση σχετικά με τα κοντέινερ που θα ελεγχθούν, μείωση της γραφειοκρατίας και αύξηση της αυτοματοποίησης, επιτρέποντας στις ρυθμιστικές αρχές να εστιάσουν σε άλλες βασικές δραστηριότητες

3.2.4. Υπάρχουσες Πρωτοβουλίες Blockchain στην Παρακολούθηση Αποστολών

Υπάρχει μια σειρά από πρωτοβουλίες που επιδιώκουν τη χρήση του Blockchain στην παρακολούθηση των αποστολών κατά μήκος μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, συμπεριλαμβανομένων εκείνων της γενικής ανίχνευσης και της παρακολούθησης των επικίνδυνων εμπορευμάτων (Winebrake et al., 2020).

Τα έργα περιλαμβάνουν εκείνα που έχουν ξεκινήσει από πλοιοκτήτες, φορείς εκμετάλλευσης της εφοδιαστικής αλυσίδας, παρόχους πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) και έργα αποκλειστικών κοινοπραξιών. Όπως περιγράφεται από τους Winebrake et al. (2020), τα έργα που ξεκινούν οι πλοιοκτήτες, όπως το TradeLens, μια συνεργασία Maersk-IBM και του Παγκόσμιο Επιχειρηματικό Δίκτυο

Ναυτιλίας (GSBN), περιλαμβάνουν έναν προμηθευτή τεχνολογίας, στοχεύοντας στην ανάπτυξη καθολικών εργαλείων για την παγκόσμια αποστολή εμπορευματοκιβωτίων. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες και ενδιαφερόμενοι καλούνται να συμμετάσχουν, καθώς η πλατφόρμα αναπτύσσεται και επεκτείνεται. Τα έργα που ξεκινούν από παρόχους ΤΠΕ, όπως το CargoX, έχουν στόχο την παροχή μιας ουδέτερης πλατφόρμας που δεν ελέγχεται από καμία οντότητα που χρησιμοποιεί το σύστημα. Τα έργα των φορέων εκμετάλλευσης της εφοδιαστικής αλυσίδας ξεκινούν από ενδιαφερόμενα μέρη που εμπλέκονται στη θαλάσσια επιμελητεία, όπως οι λιμένες και οι διατροφικοί φορείς εκμετάλλευσης (π.χ. Silsal από το Abu Dhabi Ports ή εργαλείο Calista από το λιμάνι της Σιγκαπούρης). Τα έργα αποκλειστικής κοινοπραξίας ξεκινούν συχνά από κυβερνητικά ή ερευνητικά ιδρύματα, προγραμματιστές ψηφιακής τεχνολογίας ή άλλους φορείς, όπως το BLOC - Blockchain Labs for Open Collaboration, που στοχεύουν στη δοκιμή λύσεων σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο. Οι πλοιοκτήτες, αν και δεν ξεκινούν συχνά αυτές τις προσπάθειες, διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην απόδειξη της ιδέας (Winebrake et al., 2020).

Το TradeLens, μια συνεργασία της IBM και της Maersk, είναι ίσως η πιο γνωστή πρωτοβουλία που περιλαμβάνει τεχνολογία που βασίζεται σε Blockchain στον ναυτιλιακό τομέα. Αυτή η συνεργασία επιδιώκει να αυξήσει τη διαφάνεια στην εφοδιαστική αλυσίδα της ναυτιλίας παρακολουθώντας τις αποστολές από την προέλευση στον προορισμό (O-to-D), σε μια κατάσταση ορατή σε όλους τους συμμετέχοντες στο δίκτυο, συμπεριλαμβανομένων των ενδιαφερομένων, όπως πλοιοκτήτες, μεσίτες, παρόχους χερσαίων μεταφορών, τελωνειακές υπηρεσίες, ρυθμιστικές αρχές λιμένων και ασφαλιστικές εταιρείες, κλπ. Από τον Αύγουστο του 2019, περισσότεροι από 100 οργανισμοί συμμετείχαν στο πρόγραμμα πρώιμης υιοθέτησης του TradeLens (Winebrake et al., 2020).

Το σύστημα TradeLens καταγράφει συναλλαγές και παρακολουθεί περιουσιακά στοιχεία, όπως κοντέινερ. Τα έγγραφα μπορούν να ψηφιοποιηθούν και να υπογραφούν ηλεκτρονικά. Μπορούν να παρακολουθηθούν και να καταγραφούν περισσότερα από εκατό είδη συμβάντων, συμπεριλαμβανομένης της έναρξης παρακολούθησης της αποστολής, της προγραμματισμένης φόρτωσης στο σκάφος, των προγραμματισμένων, εκτιμώμενων και πραγματικών ωρών αναχώρησης και

άφιξης του πλοίου, την υποβολή αιτήματος για επικίνδυνα εμπορεύματα, τη συσκευασία του δοχείου και εάν το συσκευασμένο δοχείο επιλέγεται για επιθεώρηση ή περνάει. Ορισμένα δεδομένα είναι υποχρεωτικά για όλες τις αποστολές, ενώ άλλα είναι υποχρεωτικά υπό όρους, ανάλογα με τη φύση της αποστολής και τα εμπλεκόμενα μέρη. Από τα τέλη Μαρτίου 2020, το TradeLens φέρεται να είχε παρακολουθήσει σχεδόν 1 δισεκατομμύριο συμβάντα, ενώ είχε δημοσιεύσει πάνω από 8 εκατομμύρια έγγραφα και είχε επεξεργαστεί πάνω από 20 εκατομμύρια κοντέινερ. Καθώς η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των εταιρειών μπορεί να εγείρει ανησυχίες για παραβιάσεις της αντιμονοπωλιακής νομοθεσίας, ορισμένες πληροφορίες, όπως η χωρητικότητα του πλοίου, οι όροι σύμβασης ή οι τιμές των υπηρεσιών, δεν επιτρέπεται να κοινοποιούνται μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών στο TradeLens (TradeLens, 2020).

Υπάρχουν πολλές πρόσθετες πρωτοβουλίες που αφορούν την παρακολούθηση και τον εντοπισμό αποστολών στον ναυτιλιακό τομέα, συμπεριλαμβανομένων των προσπαθειών για τον εντοπισμό των ειδικά επικίνδυνων και επικίνδυνων εμπορευμάτων, όπως ένα έργο BLOC της Lloyd's Register Foundation και της Rainmaking, για τη διαχείριση της εσφαλμένης δήλωσης επικίνδυνων εμπορευμάτων, αλλά και προσπάθειες παρακολούθησης, ανίχνευσης και τεκμηρίωσης ελεγχόμενων από το κλίμα των συνθηκών (π.χ. BLOC και ShipChain). Αυτά τα συστήματα, που περιλαμβάνουν τη χρήση τεχνολογίας IoT, μπορούν να αναγνωρίσουν και να τεκμηριώσουν, για παράδειγμα, εάν ένα κοντέινερ έχει ανοιχτεί ή έχει υπερβεί ένα ορισμένο όριο θερμοκρασίας. Εάν ένα κοντέινερ έχει ανοιχτεί ή η θερμοκρασία έχει ξεπεράσει τα καθορισμένα όρια, το προσωπικό μπορεί να ειδοποιηθεί και το περιστατικό μπορεί να τεκμηριωθεί στο Blockchain (TradeLens, 2020).

Τα περισσότερα συστήματα Blockchain που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση και τον εντοπισμό των αποστολών στον ναυτιλιακό τομέα χρησιμοποιούν ή σχεδιάζουν να χρησιμοποιήσουν ένα ιδιωτικό, επιτρεπόμενο σύστημα που βασίζεται σε Blockchain. Ορισμένα συστήματα, ωστόσο, χρησιμοποιούν δημόσια, χωρίς άδεια Blockchain, όπως το ShipChain, το οποίο συνεργάζεται με παράγοντες σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα (π.χ. φορτηγά) και χρησιμοποιεί το Ethereum για ορισμένες συναλλαγές (TradeLens, 2020).

Το Blockchain δεν είναι η μόνη ευκαιρία για ψηφιοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και τη παρακολούθηση και ιχνηλάτηση των αποστολών. Όπως αναγνωρίζεται από ειδικούς στη ναυτιλιακή βιομηχανία σε μια πρόσφατη μελέτη, η ψηφιοποίηση γενικά θα μπορούσε να μειώσει την ανάγκη για τεκμηρίωση στη ναυτιλία και να μειώσει ανάλογα το κόστος συναλλαγής (Ytterstrom και Lengerg, 2019). Ομοίως, η ψηφιοποίηση έχει τη δυνατότητα να διευκολύνει την παρακολούθηση επικίνδυνων εμπορευμάτων ή να μειώσει τις ευκαιρίες για απάτη και κλοπή. Κάθε μορφή τεκμηρίωσης, ψηφιοποίησης και παρακολούθησης, συμπεριλαμβανομένου του Blockchain, σχετίζεται με τις δικές της προκλήσεις και περιορισμούς (TradeLens, 2020).

3.3. Έξυπνες Φορτωτικές

3.3.1. Αναγνώριση Προβλήματος

Η φορτωτική (Bill of Lading) είναι μια σύμβαση μεταφοράς που χρησιμεύει ως έγγραφο ιδιοκτησίας και παραλαβής και απαιτείται από το Ναυτικό Δίκαιο. Η φορτωτική είναι ένα από τα πιο σημαντικά και ευρέως χρησιμοποιούμενα έγγραφα στη ναυτιλία, το οποίο εξυπηρετεί τρεις λειτουργίες:

- απόδειξη μιας σύμβασης μεταξύ του αποστολέα και του μεταφορέα
- μια απόδειξη εμπορευματικών υπηρεσιών και αγαθών και
- έγγραφο τίτλου ή ιδιοκτησίας αγαθών.

Οι φορτωτικές περιλαμβάνουν το όνομα του αποστολέα, του παραλήπτη και του μεταφορέα και του σκάφους, το λιμάνι φόρτωσης και το λιμάνι εκφόρτωσης, τον αναλυτικό κατάλογο των εμπορευμάτων, συμπεριλαμβανομένου του αριθμού των συσκευασιών και του τύπου της συσκευασίας, του βάρους ή/και του όγκου, τη κατηγορία των εμπορευμάτων, τους όρους πληρωμής, τις ειδικές οδηγίες χειρισμού και τα ναύλα (Spelic, 2016).

Έτσι, η φορτωτική δίνει ουσιαστικά την κυριότητα ή τον τίτλο των αγαθών στο πρόσωπο που κατέχει τη φορτωτική. Έτσι, έχει υποστηριχθεί, ότι η αξία της

φορτωτικής είναι περίπου ίση με τα αγαθά που περιγράφει ή κατά μέσο όρο περίπου 60.000 δολάρια ανά αποστολή. Οι φορτωτικές είναι παραδοσιακά έγγραφα που βασίζονται σε χαρτί και η μεταφορά αγαθών από το ένα μέρος του άλλου απαιτεί τη φυσική κατοχή της (Spellic, 2016). Η φορτωτική πρέπει να έχει φυσική κατοχή για να διεκδικήσει εμπορεύματα στο λιμάνι. Ωστόσο, οι φορτωτικές καθυστερούν συχνά λόγω τραπεζών και άλλων διαμεσολαβητών και μπορεί να χρειαστούν περισσότερο από μία εβδομάδα για να φτάσουν, γεγονός που σημαίνει ότι το φορτίο μπορεί να φτάσει στους λιμένες πριν από τη φορτωτική, επιβαρύνοντας έτσι την αναποτελεσματικότητα του συστήματος και το αυξημένο κόστος, καθώς το φορτίο περιμένει στα λιμάνια (Czachorowski et al., 2019).

Ένας άλλος λόγος που οι φορτωτικές μπορεί να αργήσουν να φτάσουν είναι ότι μεταφέρονται με υπηρεσίες παράδοσης ταχυμεταφορών (όπως FedEx ή UPS) και συνήθως ταξιδεύουν με κούριερ τουλάχιστον τρεις φορές (μία φορά από τον εκδότη στον αποστολέα, μία φορά από τον αποστολέα στον παραλήπτη ή την τράπεζα και μία φορά από τον παραλήπτη σε έναν αντιπρόσωπο αποδέσμευσης του φορτίου), με συνολικό μέσο χρόνο αποστολής πέντε έως δέκα ημέρες. Η μεταφορά χάρτινων εγγράφων φορτωτικής απαιτεί όχι μόνο χρόνο, αλλά και ενέργεια, και συμβάλει στις σχετικές εκπομπές ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου. Οι φορτωτικές απαιτούν πόρους για την παραγωγή τους, με μια πρόσφατη μελέτη να υπολογίζει ότι 400.000 δέντρα κόβονται ετησίως για να παραχθούν τα πολλά εκατομμύρια φορτωτικών που εκδίδονται κάθε χρόνο. Ένας εκδότης φορτωτικής, που αντιπροσωπεύει το 2% του μεριδίου αγοράς, εκτυπώνει περισσότερα από 4 εκατομμύρια φύλλα χαρτιού ετησίως (Czachorowski et al., 2019).

Υπάρχουν, επίσης, σημαντικοί οικονομικοί πόροι που εμπλέκονται στην έκδοση και τη μεταφορά φορτωτικών, με εκτιμώμενο κόστος έως και 100 δολάρια, μόνο για υπηρεσίες ταχυμεταφορών ή συνολικό κόστος έως και 180 δολάρια ανά φορτωτική. Οι συνολικές ετήσιες συνολικές δαπάνες για τη μεταφορά και την εκτύπωση φορτωτικών εκτιμώνται σε περίπου 7 δισεκατομμύρια δολάρια. Τέλος, η απάτη αφορά, επίσης, τις φορτωτικές, συμπεριλαμβανομένων των πλαστών υπογραφών, των ανακριβών περιγραφών φορτίου και της χρήσης πλαστών εταιρικών γραφείων, με χρήση εταιρικών λογότυπων σε παραποιημένα έγγραφα (Czachorowski et al., 2019).

Σε απάντηση στις παραπάνω ανησυχίες, έχουν γίνει προσπάθειες για τη βελτίωση του παραδοσιακού συστήματος των φορτωτικών. Οι φορτωτικές στη ναυτιλία, για παράδειγμα, είναι έγγραφα που επιτρέπουν τη μεταβίβαση της κατοχής χωρίς να απαιτείται φυσικό έγγραφο. Οι επιστολές αποζημίωσης μπορούν, επίσης, να παρουσιαστούν ως αντάλλαγμα για το φορτίο, στην περίπτωση που το φορτίο φτάσει στο λιμάνι πριν από τη φορτωτική. Καταβάλλονται, επίσης, προσπάθειες για την αντικατάσταση των χάρτινων φορτωτικών με ψηφιακές μορφές φορτωτικής, όπως Telex ή ηλεκτρονικές φορτωτικές. Οι ηλεκτρονικές φορτωτικές είναι το νόμιμο ισοδύναμο μιας έντυπης φορτωτικής και λειτουργούν ως απόδειξη της σύμβασης μεταφοράς ή έγγραφο τίτλου.

3.3.2. Εμπόδια

Τα ενδιαφερόμενα μέρη του ναυτιλιακού κλάδου μπορεί να έχουν ενδιαφέρον να διερευνήσουν ή να υποστηρίξουν προσπάθειες για τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας του συστήματος των φορτωτικών μέσω ηλεκτρονικών φορτωτικών και άλλων ψηφιοποιημένων συστημάτων. Ωστόσο, οι ηλεκτρονικές φόρμες φορτωτικής συνοδεύονται από τις δικές τους προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένης της πιθανής δυνατότητας εύκολης αντιγραφής των εντύπων, των προκλήσεων όσον αφορά τη διασφάλιση της γνησιότητας και των ζητημάτων που σχετίζονται με τη συγκέντρωση και την εμπιστοσύνη της εταιρείας που τις λειτουργεί/διαχειρίζεται (Czachorowski et al., 2019).

Όπως με κάθε μορφή ψηφιακής ή ηλεκτρονικής επικοινωνίας, υπάρχουν κίνδυνοι για την ασφάλεια. Όπως περιγράφεται στο έγγραφο Companion Primer των Winebrake et al. (2020), η κυβερνοασφάλεια αποτελεί αυξανόμενη ανησυχία στον ναυτιλιακό τομέα, δεδομένων των πιθανών επιπτώσεων σε κρίσιμους τομείς του ναυτιλιακού τομέα, συμπεριλαμβανομένου του χειρισμού και της διαχείρισης φορτίου, των συστημάτων ελέγχου πρόσβασης και των συστημάτων επικοινωνίας, μεταξύ άλλων. Τα σκόπιμα (π.χ. επιθέσεις στον κυβερνοχώρο) ή ακούσια σφάλματα, όπως απώλεια, διαφθορά ή διακύβευση δεδομένων, έχουν τη δυνατότητα να οδηγήσουν σε λειτουργικές αποτυχίες ή σε αποτυχίες προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος (IMO, 2019). Δυνητικά σοβαρές ανησυχίες για την ασφάλεια έχουν

εντοπιστεί σε αρκετούς τομείς της τεχνολογίας των επικοινωνιών που χρησιμοποιείται στον ναυτιλιακό τομέα, όπως για παράδειγμα, οι επιδείξεις που έχουν δείξει ότι τα συστήματα λιμένων και φορτίου μπορούν να παραβιαστούν, με διαγραφή των ιχνών των δεδομένων. Η ναυτιλιακή βιομηχανία αντιμετωπίζει ολοένα και περισσότερο απειλές για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο, όπως η επίθεση ransomware στο NotPetya που επηρέασε τη Maersk το 2017, με κόστος πάνω από 200 εκατομμύρια δολάρια για τη ναυτιλιακή εταιρεία (Czachorowski et al., 2019).

3.3.3. Ο Ρόλος του Blockchain

Το Blockchain έχει οραματιστεί ως μια πιθανή λύση για την αντιμετώπιση πολλών από τις προκλήσεις που σχετίζονται με τις έντυπες ή ηλεκτρονικές φορτωτικές, επιτρέποντας μια αποκεντρωμένη, ανιχνεύσιμη και αμετάβλητη πλατφόρμα για την τεκμηρίωση των φορτωτικών και για την πρόσβαση σε αυτά στα ενδιαφερόμενα μέρη. Δύο πρωτοβουλίες σε αυτόν τον τομέα, το CargoX και το TradeLens, τονίζουν τις πιθανές διαμορφώσεις τέτοιων συστημάτων.

Το CargoX, ένα έργο συγχρηματοδοτούμενο που ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2018, δημιούργησε μια πλατφόρμα βασισμένη σε Blockchain για την κοινή χρήση έξυπνων φορτωτικών. Το CargoX είναι “Blockchain agnostic”, που σημαίνει ότι το σύστημα μπορεί να είναι συμβατό με οποιαδήποτε πλατφόρμα Blockchain, αλλά επί του παρόντος βασίζεται στη δημόσια και χωρίς άδεια πλατφόρμα του Ethereum. Το σύστημα είναι χωρίς χαρτί και μειώνει τον χρόνο μεταφοράς από αρκετές ημέρες σε λεπτά ή δευτερόλεπτα. Εκτός από τη βελτίωση της ταχύτητας μεταφοράς συναλλαγών, η φορτωτική χωρίς χαρτί αναμένεται, επίσης, να μειώσει το κόστος μεταφοράς, να εξαλείψει τις εκπομπές από τις υπηρεσίες ταχυμεταφορών για τη μεταφορά των παραδοσιακών φορτωτικών και να μειώσει τις πιθανότητες απώλειας, κλοπής ή ζημιάς. Το πρώτο εμπορευματοκιβώτιο που υποβλήθηκε σε επεξεργασία με την τεχνολογία της CargoX στάλθηκε από τη Σαγκάη της Κίνας και κυκλοφόρησε στο λιμάνι του Κόπερ της Σλοβενίας τον Αύγουστο του 2018. Η φορτωτική εκδόθηκε και μεταφέρθηκε ηλεκτρονικά σε λίγα λεπτά αντί για ημέρες ή εβδομάδες. Η ηλεκτρονική φορτωτική κόστισε 15 δολάρια, περίπου το 15% του εκτιμώμενου

τυπικού κόστους χρησιμοποιώντας υπηρεσίες ταχυμεταφοράς (MI News Network, 2019).

Το σύστημα CargoX περιλαμβάνει τη χρήση διακριτικών έξυπνων φορτωτικών. Όπως περιγράφεται στο έγγραφο CargoX 2018 Blue Paper, οι έξυπνες φορτωτικές του CargoX λειτουργούν ως εξής:

«Στην αρχή, ο μεταφορέας χρησιμοποιεί την εφαρμογή για να δημιουργήσει μια έξυπνη φορτωτική που υποστηρίζεται από το Blockchain..... Αφού ο εξαγωγέας πληρώσει τα έξοδα αποστολής, ο μεταφορέας στέλνει την έξυπνη φορτωτική στη διεύθυνση του εξαγωγέα..... Αφού λάβει το χρήματα για τα αγαθά από τον εισαγωγέα, ο εξαγωγέας μεταβιβάζει την κυριότητα της έξυπνης φορτωτικής στον εισαγωγέα χρησιμοποιώντας την εφαρμογή. Ο εισαγωγέας μπορεί να διεκδικήσει την κυριότητα των αγαθών στο λιμάνι προορισμού παρουσιάζοντας την έξυπνη φορτωτική στον μεταφορέα ή άλλη σχετική οντότητα στον προορισμό χρησιμοποιώντας την εφαρμογή. Στον προορισμό, ο μεταφορέας αποδεσμεύει τα εμπορεύματα στον εισαγωγέα μόλις ο εισαγωγέας αποδείξει την ιδιοκτησία της έξυπνης φορτωτικής» (CargoX, 2018)

Επιδιώκοντας να ελαχιστοποιηθούν οι ανησυχίες για την ασφάλεια, τα έξυπνα συμβόλαια CargoX ελέγχονται από εξωτερικούς ελεγκτές και τα ενδιαφερόμενα μέρη ή οι πιθανοί συμμετέχοντες μπορούν, επίσης, να υποβάλουν τον έλεγχο του συστήματος από την ομάδα τους ή από εξωτερικούς επαγγελματίες ελεγκτές. Το CargoX χρησιμοποιεί, επίσης, ένα πρόγραμμα «bug bounty», όπου ερευνητές και «χάκερ» καλούνται να επιθεωρήσουν τον κώδικα του CargoX για να εντοπίσουν τις αδυναμίες του (CargoX, 2018).

Το TradeLens, η συνεργασία της IBM με τη Maersk, χρησιμοποιεί ένα σύστημα που βασίζεται σε Blockchain, μια έκδοση beta που επιτρέπει την επεξεργασία των ενεργών ροών των εγγράφων των θαλάσσιων φορτωτικών. Τα οφέλη των ενεργών ροών των εγγράφων, σύμφωνα με την TradeLens, περιλαμβάνουν:

- απλοποιημένη μετάδοση οδηγιών αποστολής
- διαχείριση καταστάσεων εγγράφων και έκδοση εκδόσεων
- ταχύτερη υποβολή των οδηγιών αποστολής για τη δημιουργία της τελικής φορτωτικής

- κοινή χρήση εγγράφων με όλα τα εξουσιοδοτημένα μέρη
- ιχνηλασιμότητα και δυνατότητα ελέγχου των εγγράφων.

Αυτό το σύστημα επιτρέπει στον αποστολέα, τον μεταφορέα και κάθε άλλο σχετικό και εξουσιοδοτημένο μέρος να προβάλλει την αποστολή, τον εξοπλισμό μεταφοράς και τα έγγραφα, όπως το επιτρέπουν οι άδειες (TradeLens, 2020). Το TradeLens χρησιμοποιεί ένα ιδιωτικό, με άδεια σύστημα που βασίζεται σε Blockchain.

3.4. Έξυπνα Συμβόλαια

3.4.1. Αναγνώριση Προβλήματος

Οι συναλλαγές στον ναυτιλιακό τομέα είναι γενικά αργές, χρονοβόρες και δαπανηρές. Εκτιμάται ότι το 20% των επιχειρησιακών προϋπολογισμών οφείλεται σε κακή διαχείριση των πληροφοριών (Czachorowski et al., 2019), ενώ οι μεσίτες αυξάνουν, επίσης, σημαντικά το κόστος (Botton, 2018; Joseph, 2018). Οι συναλλαγές χωρίς χαρτί έχουν τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν ορισμένες από τις προκλήσεις που σχετίζονται με το κόστος των συναλλαγών στον ναυτιλιακό τομέα. Σύμφωνα με την IBM, από ένα συνολικό κόστος 2.000 δολαρίων για τη μεταφορά ενός δοχείου με αβοκάντο από τη Μομπάσα στο Ρότερνταμ, η γραφειοκρατία κοστίζει περίπου 300 δολάρια ή 15%. Η IBM εκτιμά ότι η πλήρης ψηφιοποίηση της διαδικασίας αποστολής θα μπορούσε να εξοικονομήσει από τους ναυτιλιακούς μεταφορείς έως και 38 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως (Ganne, 2018).

Τα υπάρχοντα συστήματα πληρωμών είναι γεμάτα αναποτελεσματικότητα. Το 2017, διακινήθηκαν περισσότερα από 200 εκατομμύρια εμπορευματοκιβώτια ισοδύναμης μονάδας (TEU) είκοσι ποδιών στον παγκόσμιο ναυτιλιακό τομέα, απαιτώντας την έκδοση, επαλήθευση, πληρωμή και συμφωνία για περισσότερα από 1,25 δισεκατομμύρια τιμολόγια φορτίου. Οι ανεπάρκειες του συστήματος που σχετίζονται με αυτές τις συναλλαγές, συμπεριλαμβανομένων του κόστους

συναλλαγών και των όρων πληρωμής, όπως «Μετρητά έναντι εγγράφων», εκτιμάται ότι κοστίζουν πάνω από 34 δισεκατομμύρια δολάρια (Ganne, 2018).

Υπάρχουν αρκετοί τομείς όπου η υφιστάμενη διαδικασία πληρωμών στον ναυτιλιακό τομέα είναι σχετικά αναποτελεσματική, σε σύγκριση με τις πληρωμές σε άλλους τομείς. Το πρώτο είναι η συγκριτική έλλειψη αυτοματισμού, ειδικά για τους μικρομεσαίους αποστολείς και δια-μεταφορείς, όπου η χειρωνακτική εργασία εμπλέκεται στην τιμολόγηση και οι πληρωμές συνήθως περιλαμβάνουν τραπεζικά εμπόσματα και επιταγές. Η επεξεργασία των τιμολογίων από τους αποστολείς απαιτεί περίπου 2 έως 15 λεπτά χειρωνακτικής εργασίας ανά (σωστό) τιμολόγιο και πολύ περισσότερο εάν τα τιμολόγια είναι λανθασμένα. Οι επιπτώσεις και το κόστος αυτών των ανεπαρκειών τείνουν να βαρύνουν τις μικρότερες εταιρείες και οντότητες (αποστολείς και δια-μεταφορείς), ενώ οι μεγαλύτερες εταιρείες τείνουν να κάνουν χρήση μακροπρόθεσμων συμβάσεων και λύσεων πληροφορικής για τιμολόγηση και διακανονισμό φορτίου (Ganne, 2018).

Η διαδικασία χρήσης όρων πληρωμής, όπως «Μετρητά έναντι εγγράφων» είναι μια άλλη αναγνωρισμένη πηγή αναποτελεσματικότητας και κόστους του συστήματος, αλλά χρησιμοποιείται για την προστασία των αποστολέων και των μεταφορέων σε περίπτωση συνεργασίας με νέο άγνωστο παραλήπτη (δηλαδή σε περίπτωση απουσίας εμπιστοσύνης). Σε μια συμφωνία «Μετρητά έναντι εγγράφων», η ναυτιλιακή εταιρεία δεν θα αποδεσμεύσει τη φορτωτική παρά μόνο αφού πληρωθούν τα τέλη προέλευσης και δεν θα αποδεσμεύσει το φορτίο μέχρι να πληρωθούν τα τέλη προορισμού. Αυτές οι ρυθμίσεις απαιτούν χρόνο και πόρους και συνδέονται με υψηλό κόστος συναλλαγής (Drewry, 2018).

Οι πιστωτικές επιστολές, δηλαδή οι συμβατικές συμφωνίες για λογαριασμό του πελάτη της τράπεζας που εξουσιοδοτούν μια τράπεζα να πραγματοποιεί πληρωμές σε άλλη τράπεζα και δικαιούχο, χρησιμοποιούνται εδώ και αιώνες στο διεθνές εμπόριο. Οι πιστωτικές επιστολές απαιτούν τη χρήση τραπεζών ως διαμεσολαβητών και ως εκ τούτου συνδέονται με υψηλά κόστη συναλλαγών, έως και εκατοντάδες δολάρια ανά πιστωτική επιστολή (Drewry, 2018).

Πολλές πρόσθετες προκλήσεις ή περιορισμοί της διαδικασίας πληρωμής στον ναυτιλιακό τομέα περιλαμβάνουν: μεταφορές κεφαλαίων που ενδέχεται να μην φτάσουν στον προβλεπόμενο αποδέκτη, καθυστερήσεις στην πίστωση κεφαλαίων σε

λογαριασμούς που μπορεί να διαρκέσουν έως και τρεις εβδομάδες ή περισσότερο, ζημίες λόγω μετατροπών νομισμάτων και, υψηλό κόστος συναλλαγών μέσω των συνεργαζόμενων τραπεζών. Οι ενδιαφερόμενοι αντιμετωπίζουν, επίσης, κινδύνους μη πληρωμής σε διάφορα επίπεδα, συμπεριλαμβανομένων των πολιτικών, οικονομικών ή κοινωνικών καταστάσεων σε ορισμένες χώρες, του εμπορικού κινδύνου λόγω πιθανής αφερεγγυότητας από τον εισαγωγέα ή εξαγωγέα και τον κίνδυνο απώλειας του ποσού που εισπράχθηκε λόγω των διακυμάνσεων των συναλλαγματικών ισοτιμιών (Drewry, 2018).

Αν και υπάρχουν συστήματα αυτοματοποιημένων πληρωμών στην εγχώρια αγορά εμπορευμάτων των Η.Π.Α., απουσιάζουν σχετικά από τον ναυτιλιακό τομέα. Έχουν προταθεί και/ή αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι αντιμετώπισης ή βελτίωσης των προκλήσεων και της αναποτελεσματικότητας στις πληρωμές αποστολής που περιλαμβάνουν κυρίως πλατφόρμες που επιτρέπουν στους πελάτες να υποβάλλουν αίτηση για πίστωση ή/και επιτρέπουν την ψηφιοποίηση και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών πληρωμής. Χαρακτηριστικά παραδείγματα περιλαμβάνουν τα: PayCargo.com, CargoSprint, Veem, US Bank/Elavon, Cass και μια συνεργασία μεταξύ MasterCard, Stargo και BlueJay για να επιτραπούν οι ψηφιακές πληρωμές στη ναυτιλία (Drewry, 2018).

3.4.2. Εμπόδια

Η ψηφιοποίηση της επικύρωσης της παράδοσης και της επεξεργασίας των πληρωμών στη ναυτιλία έχει τη δυνατότητα να μειώσει την αναποτελεσματικότητα, να μειώσει το κόστος συναλλαγής και να εξοικονομήσει χρόνο και πόρους. Δεδομένων των στόχων των ενδιαφερόμενων μερών του κλάδου, οι ενδιαφερόμενοι στον ναυτιλιακό τομέα μπορεί να έχουν ενδιαφέρον να συνεχίσουν ή να υποστηρίξουν τέτοιες προσπάθειες. Ωστόσο, υπάρχουν ανησυχίες για την ασφάλεια που σχετίζονται με αυτήν τη μετατόπιση, καθώς η μετατροπή των πληρωμών σε ψηφιοποιημένες, κεντρικές πλατφόρμες μπορεί να θέσει τα δεδομένα των συμμετεχόντων σε πιθανούς κινδύνους ασφάλειας ή/και οικονομικούς κινδύνους.

Όπως σημειώνεται στο έγγραφο των Winebrake et al. (2020), η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο αποτελεί αυξανόμενη ανησυχία στον ναυτιλιακό τομέα, δεδομένων

των πιθανών επιπτώσεων σε κρίσιμους τομείς του ναυτιλιακού τομέα, συμπεριλαμβανομένου του χειρισμού φορτίου και της διαχείρισης των επικοινωνιακών συστημάτων, μεταξύ άλλων. Τα σκόπιμα (π.χ. επιθέσεις στον κυβερνοχώρο) ή τα ακούσια σφάλματα, όπως η απώλεια, η διαφθορά ή η παραβίαση δεδομένων έχουν τη δυνατότητα να οδηγήσουν σε λειτουργικές αποτυχίες ή αστοχίες ασφάλειας (IMO, 2019). Η ναυτιλιακή βιομηχανία αντιμετωπίζει ολοένα και περισσότερο απειλές για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο, όπως η επίθεση ransomware στο NotPetya που επηρέασε τη Maersk το 2017, με κόστος πάνω από 200 εκατομμύρια δολάρια για τη ναυτιλιακή εταιρεία (Drewry, 2018).

3.4.3. Ο Ρόλος του Blockchain

Το Blockchain έχει οραματιστεί ως μια πιθανή οδός για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των επικυρώσεων παράδοσης και/ή των πληρωμών στον ναυτιλιακό τομέα, επιτρέποντας μια αποκεντρωμένη και αμετάβλητη πλατφόρμα που θα μπορούσε να βελτιώσει την ταχύτητα και την αξιοπιστία των εμβασμάτων και να αφαιρέσει τους περιττούς μεσάζοντες, μέσω της χρήσης ενός διαφανούς και ασφαλούς συστήματος για τη διαχείριση των συναλλαγών (Drewry, 2018).

Τα έξυπνα συμβόλαια στο Blockchain έχουν προταθεί ως ένας τρόπος για να ελαχιστοποιηθούν ή να εξαλειφθούν οι τρέχουσες προκλήσεις και περιορισμοί σε βελτιστοποιημένες και αποτελεσματικές συναλλαγές στον ναυτιλιακό τομέα, επιτρέποντας, επίσης, προσβάσιμα αρχεία για όλα τα σχετικά μέρη. Όπως προβλέπεται, τέτοια έξυπνα συμβόλαια θα μπορούσαν να προσφέρουν μια ευκαιρία εξορθολογισμού και βελτίωσης της αποτελεσματικότητας και της διαφάνειας των ναυτιλιακών συναλλαγών και των συμβατικών συμφωνιών, με ταυτόχρονη μείωση του κόστους.

Στη περίπτωση της επικύρωσης της αποστολής και των πληρωμών, τα έξυπνα συμβόλαια θα μπορούσαν να επιτρέψουν στους συμμετέχοντες να συνάψουν συμφωνίες στην πλατφόρμα Blockchain όπου, για παράδειγμα, οι πληρωμές θα κρατούνταν ως μεσεγγύηση μέχρι να επικυρωθεί η παράδοση της αποστολής, να αποδεσμευτεί το φορτίο, να περάσει μια συγκεκριμένη επιθεώρηση ή να πληρείται οποιοδήποτε δεδομένο σύνολο προϋποθέσεων. Οι πληρωμές σε Blockchain θα

μπορούσαν να περιλαμβάνουν τη χρήση διακριτικών στο Blockchain, στη θέση των σημερινών παλαιών συστημάτων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικά διακριτικά για τον ναυτιλιακό τομέα για τη διευκόλυνση της επικύρωσης ή/και των πληρωμών. Αυτή η προσέγγιση υποστηρίζεται ότι θα μπορούσε να επιτρέψει άμεσες πληρωμές, καθώς και στιγμιαία μετατροπή νομισμάτων και να απλοποιήσει τον αριθμό και την πολυπλοκότητα των συναλλαγών μεταξύ των εταιρειών. Η χρήση έξυπνων συμβολαίων στην επικύρωση της παράδοσης και τις πληρωμές έχει προταθεί ή/και βρίσκεται σε εξέλιξη από πολλές οντότητες (συμπεριλαμβανομένων των 300Cubits, Prime Shipping Foundation και ShipChain), αν και όπως περιγράφεται στην επόμενη ενότητα είναι μέχρι στιγμής ανεπιτυχής.

3.4.4. Υπάρχουσες Πρωτοβουλίες Blockchain στα Έξυπνα Συμβόλαια

Η 300Cubits πρότεινε τη χρήση έξυπνων συμβολαίων στην πλατφόρμα του Ethereum και τη δυνατότητα χρήσης των διακριτικών «TEU» ως κρατήσεων κατάθεσης σε αποστολές. Μια δοκιμαστική αποστολή που αποτελείται από δύο εμπορευματοκιβώτια μήκους 40 ποδιών που αποστέλλονται από τη Μαλαισία στη Βραζιλία ολοκληρώθηκε στις αρχές του 2018. Τα διακριτικά TEU επιστράφηκαν στους χρήστες μόλις έλαβαν ένα μήνυμα EDI της θύρας που επιβεβαίωνε την παραλαβή της αποστολής. Το σύστημα κυκλοφόρησε τον Ιούλιο του 2018. Ωστόσο, μέχρι τον Οκτώβριο του 2019, η 300Cubits είχε αναστείλει τις λειτουργίες του Blockchain, επικαλούμενη έλλειψη επιχειρηματικής δραστηριότητας. Η πλειονότητα των διακριτικών TEU είναι πλέον ανενεργά (Meyer, 2019).

Η ShipChain, που βασίζεται στην πλατφόρμα του Ethereum και είναι μια εταιρεία εφοδιαστικής με δυνατότητα Blockchain, με στόχο την παρακολούθηση των αποστολών από την εγκατάσταση παραγωγής έως την τελική παράδοση σε έναν πελάτη. Η ShipChain ανέπτυξε το νόμισμα/διακριτικό SHIP, με μια δηλωμένη προβλεπόμενη χρήση που να επιτρέπει στους πελάτες να χρησιμοποιούν νομίσματα SHIP για να πληρώνουν για την παρακολούθηση της αποστολής ή άλλες υπηρεσίες. Η αρχική της προσφορά νομισμάτων (ICO) το 2018 (ουσιαστικά μια ευκαιρία για επένδυση στην εταιρεία) αντιμετωπίστηκε με μεγάλο δημόσιο έλεγχο, καθώς μετά την άντληση άνω των 30 εκατομμυρίων δολαρίων, η αξία των νομισμάτων SHIP

μειώθηκε κατακόρυφα στο 1% περίπου της αρχικής αξίας. Αν και το νόμισμα SHIP δεν φαίνεται να χρησιμοποιείται σε καμία εφαρμογή, η ShipChain εξακολουθεί να εμπλέκεται στην παρακολούθηση και τον εντοπισμό αποστολών, χρησιμοποιώντας την κύρια πλατφόρμα του Ethereum και τις πλευρικές αλυσίδες σε διάφορους τρόπους και βιομηχανίες (φορτηγά, σιδηροδρομικές, αεροπορικές, θαλάσσιες μεταφορές) (Meyer, 2019).

Το Prime Shipping Foundation (PSF) ξεκίνησε ως έργο ανοιχτού κώδικα με στόχο να επιτρέψει τις πληρωμές στον ναυτιλιακό τομέα χρησιμοποιώντας το διακριτικό PRIME (κρυπτονόμισμα). Όπως και με τα 300Cubits και τη ShipChain, το προτεινόμενο σύστημα PSF προοριζόταν να χρησιμοποιήσει την πλατφόρμα του Ethereum. Το Prime Shipping Foundation πρότεινε ότι το σύστημα θα επέτρεπε στους χρήστες να παρακολουθούν τις αποστολές σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα και θα διευκόλυνε/επέτρεπε στιγμιαίες πληρωμές και μετατροπές νομισμάτων. Το προτεινόμενο σύστημα θα ενσωματώνει, επίσης, έξυπνες συμβάσεις για τη διευκόλυνση των διαπραγματεύσεων και τη δυνατότητα των πληρωμών μεταξύ των συμμετεχόντων, δεδομένου ότι πληρούνται ορισμένες συμφωνημένες προϋποθέσεις. Οι πληρωμές, οι οποίες θα πραγματοποιούνταν με PRIME, θα κρατούνταν ως μεσεγγύηση έως ότου εκπληρωθούν αυτές οι προϋποθέσεις. Μια αρχική προσφορά νομισμάτων (ICO) είχε προγραμματιστεί για τα τέλη του 2018, αλλά δεν έχει αναφερθεί κάποια δραστηριότητα από το PSF, ενώ ο Διευθύνων Σύμβουλος φέρεται να αποχώρησε από το έργο απροσδόκητα και ο ιστότοπος του PSF δεν λειτουργεί πλέον (Meyer, 2019).

Οι αποτυχίες ή/και οι ακυρώσεις αυτών των έργων υποδεικνύουν ότι υπάρχουν σημαντικά εμπόδια και προκλήσεις στη χρήση του Blockchain και των έξυπνων συμβολαίων για την επικύρωση των αποστολών και των πληρωμών στον ναυτιλιακό τομέα.

4. ΕΜΠΟΔΙΑ, ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ & ΑΝΗΣΥΧΙΕΣ ΤΟΥ BLOCKCHAIN ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

4.1. Προκλήσεις του Blockchain στη Ναυτιλία

Υπάρχουν πολλές υπάρχουσες πρωτοβουλίες που αφορούν την τεχνολογία Blockchain στον ναυτιλιακό τομέα, όπως δείχνουν οι περιπτώσεις χρήσης που συζητήθηκαν προηγουμένως. Ωστόσο, ως επί το πλείστον, αυτές οι πρωτοβουλίες βρίσκονται σε πιλοτική ή προκαταρκτική φάση και περιλαμβάνουν τη χρήση μιας ιδιωτικής, εξουσιοδοτημένης πλατφόρμας μεταξύ μιας επιλεγμένης ή περιορισμένης ομάδας συμμετεχόντων. Προτού καταστεί εφικτή η μεγάλης κλίμακας εφαρμογή του Blockchain, υπάρχουν ορισμένα εμπόδια και προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Αρκετά από αυτά τα εμπόδια και προκλήσεις εισήχθησαν στο έγγραφο των Winebrake et al. (2020).

4.1.1. Πρόκληση 1: Κουλτούρα Ναυτιλιακής Βιομηχανίας

Η ναυτιλιακή βιομηχανία είναι γενικά αποστρεφόμενη από τον κίνδυνο και τείνει να μην υιοθετεί από νωρίς νέες, δυνητικά επικίνδυνες τεχνολογίες. Πριν από την εφαρμογή των νέων τεχνολογιών, η ναυτιλιακή βιομηχανία αναμένει ότι μια τεχνολογία θα έχει αποδεδειγμένο ιστορικό και θα υποστηρίζει τις υποδομές και τα συστήματα. Έτσι, η μετάβαση στην τεχνολογία Blockchain μπορεί να απαιτήσει μια σημαντική αλλαγή στην γενικότερη προοπτική (Meyer, 2019).

4.1.2. Πρόκληση 2: Απόρρητο & Ασφάλεια

Το απόρρητο είναι μια πιθανή ανησυχία σε όλες τις περιπτώσεις που αφορούν το Blockchain, καθώς οι εγγραφές του καθολικού προορίζονται να είναι μόνιμες και όσα μπορεί να θεωρηθούν ιδιωτικά ή ιδιόκτητα δεδομένα μπορούν να προβληθούν και να μοιραστούν από όλους τους συμμετέχοντες. Οι ανησυχίες για το

απόρρητο και την ασφάλεια προκαλούν ιδιαίτερη ανησυχία στον ναυτιλιακό τομέα, ανάλογα με τις πληροφορίες και τα δεδομένα που κοινοποιούνται και ανάλογα με το ποιες (εάν υπάρχουν) αποκλειστικές πληροφορίες μπορεί να είναι ορατές σε άλλους. Σε πρόσφατη έρευνα που περιλάμβανε συνεντεύξεις ενδιαφερομένων μερών στη ναυτιλία, οι συμμετέχοντες σημείωσαν ότι είναι επιθυμητή η προστασία των δεδομένων, ενώ πρέπει να αποφεύγεται η ανταλλαγή δεδομένων και η διαφάνεια, καθώς «ο ανταγωνισμός είναι σκληρός» και «πολλοί παράγοντες του κλάδου βασικά ανταγωνίζονται την ίδια υπηρεσία» (Ytterstrom και Lengerg, 2019). Το απόρρητο θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ιδιαίτερη ανησυχία όταν οι συμμετέχοντες ενδέχεται να μοιράζονται δεδομένα σε μια πλατφόρμα που ανήκει ή διαχειρίζεται από έναν ανταγωνιστή (π.χ. TradeLens της IBM-Maersk). Άλλοι έχουν σημειώσει ότι εκτός από την επιθυμία να κρατήσουν εμπορικά μυστικά, ορισμένα μέρη στη ναυτιλία μπορεί να θεωρούν τη διαφάνεια στην αλυσίδα εφοδιασμού τους ως ανεπιθύμητη, λόγω της επιθυμίας να αποφύγουν την κριτική (Botton, 2018).

Τα ζητήματα ασφάλειας αποτελούν παρόμοια ανησυχία για αυτές τις περιπτώσεις χρήσης, καθώς ανάλογα με τα δεδομένα που κοινοποιούνται, οι πληροφορίες για συγκεκριμένα αγαθά που μετακινούνται μπορεί να είναι ορατές σε όσους βρίσκονται εκτός του δικτύου αποστολής. Τα δεδομένα θέσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση σκαφών με τον εντοπισμό τοποθεσιών λιμένων, τοποθεσιών τροφοδοσίας καυσίμων και μοτίβων ή/και διαδρομών. Αυτό έχει αναγνωριστεί ως μια βασική ανησυχία για τα πρότυπα φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων. Η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση ή η επεξεργασία αυτών των δεδομένων θα μπορούσε να παρουσιάζει σοβαρούς κινδύνους για την ασφάλεια και θα μπορούσε να έχει σοβαρές συνέπειες και για τη δημόσια υγεία. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για την παρακολούθηση επικίνδυνων εμπορευμάτων ή δυνητικά ευαίσθητων αγαθών, όπως φάρμακα ή τρόφιμα. Αυτοί οι κίνδυνοι για την ασφάλεια μπορεί, επίσης, να ανησυχούν ιδιαίτερα τους φορτωτές υπό το φως των πρόσφατων ζητημάτων με τα «κακά καύσιμα» και τα πλοία που μένουν χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα, που είναι ουσιαστικά εγκλωβισμένα και ευάλωτα μέχρι να ρυμουλκηθούν (Botton, 2018).

Σύμφωνα με τους Winebrake et al. (2020), δυστυχώς ακόμη και το δημόσιο ή χωρίς άδεια Blockchain δεν είναι τόσο αμετάβλητο ή «προσβάσιμο», όπως συνήθως

υποτίθεται ή περιγράφεται, και τα Blockchain παραβιάζονται με αυξανόμενο ρυθμό. Πάνω από 1 δισεκατομμύριο δολάρια, για παράδειγμα, κλάπηκαν από διάφορα κρυπτονομίσματα στο Blockchain τους πρώτους 9 μήνες του 2018 (Botton, 2018). Ορισμένες ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο ή την ασφάλεια μπορεί να μειωθούν με ιδιωτικά ή εξουσιοδοτημένα δίκτυα, αλλά (όπως σημειώνεται στο έγγραφο των Winebrake et al. (2020), αυτά έρχονται σε βάρος της αποκέντρωσης και της αμετάβλητης ικανότητας. Τα ιδιωτικά, εξουσιοδοτημένα δίκτυα ενδέχεται να έχουν τις δικές τους ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο και τις ιδιόκτητες πληροφορίες, καθώς σε ορισμένες περιπτώσεις οι φορείς του ναυτιλιακού κλάδου (π.χ. η Maersk στην περίπτωση του TradeLens) είναι οι εμπνευστές, ιδιοκτήτες και χειριστές της πλατφόρμας και οι ανταγωνιστές μπορεί να διστάζουν να συμμετάσχουν ως απάντηση στις ανησυχίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται τα δεδομένα από τους ανταγωνιστές.

Οι κίνδυνοι για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας του Blockchain αποτελούν πιθανή ανησυχία όσον αφορά τη διασφάλιση της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας των θαλάσσιων δυνατοτήτων. Η ακριβής κατανόηση των κινδύνων του απορρήτου και της ασφάλειας του Blockchain και των προσπαθειών αντιμετώπισης ή ελαχιστοποίησης αυτών των κινδύνων θα είναι σημαντική για τα ενδιαφερόμενα μέρη πριν προχωρήσουν στην ευρεία εφαρμογή του. Προκειμένου να προχωρήσουν με σιγουριά, πολλά ενδιαφερόμενα μέρη στη ναυτιλιακή βιομηχανία μπορεί να χρειάζονται διαβεβαιώσεις σχετικά με το απόρρητο και την ασφάλεια, έτσι ώστε οι ιδιωτικές ή αποκλειστικές πληροφορίες να μην είναι προσβάσιμες σε όσους ενδέχεται να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες για σκοπούς που δεν συνάδουν με τα συμφέροντα των συμμετεχόντων ενδιαφερομένων (Botton, 2018).

Αυτές οι διαβεβαιώσεις πιθανότατα θα περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό του συστήματος, συμπεριλαμβανομένου του ποια δεδομένα και πληροφορίες θα κοινοποιηθούν (και πώς) και ποιοι θα είναι οι συμμετέχοντες ή/και οι διαχειριστές. Στην περίπτωση ιδιωτικών ή επιτρεπόμενων συστημάτων Blockchain, προκειμένου να προχωρήσει η παρακολούθηση και η ανίχνευση αποστολών σε ευρεία βάση θα είναι σημαντικό να κατανοηθεί και να επιλεγεί προσεκτικά ποιες θα είναι οι οντότητες και τα άτομα με δικαιώματα διαχειριστή στο σύστημα. Η σημασία της

ιδιοκτησίας ή/και της διευκόλυνσης από ουδέτερα μέρη, σε αντίθεση με μεμονωμένες εταιρείες, για παράδειγμα, έχει αναφερθεί σε συνεντεύξεις με ενδιαφερόμενους φορείς στη ναυτιλιακή βιομηχανία (Ytterstrom και Lengerg, 2019). Εάν τα δεδομένα και οι πληροφορίες πρόκειται να χρησιμοποιηθούν με οποιονδήποτε τρόπο σε συμμόρφωση με τους κανονισμούς, θα πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες για να διασφαλιστεί ότι αμερόληπτα, τα μέρη ή/και όσοι εμπλέκονται στην επίβλεψη, εμπλέκονται στο δίκτυο για την παρακολούθηση της δραστηριότητας και των αλλαγών που έγιναν, έτσι ώστε οι συμμετέχοντες στο δίκτυο και όσοι βασίζονται στις πληροφορίες για συμμόρφωση με τους κανονισμούς να έχουν ελέγχους και ισορροπίες για να βεβαιωθούν ότι οι πληροφορίες είναι ακριβείς και ότι δεν έχουν τροποποιηθεί (Botton, 2018).

4.1.3. Πρόκληση 3: Παραβίαση Δεδομένων

Ένας σημαντικός περιορισμός των συστημάτων που βασίζονται σε Blockchain είναι η δυνατότητα παραβίασης των δεδομένων πριν από τη δημοσίευση στο Blockchain. Η χρήση του Blockchain δεν εγγυάται ότι οι πληροφορίες που καταγράφονται στο καθολικό είναι σωστές και δεν αποτρέπει την παραβίαση των δεδομένων πριν από την εισαγωγή τους σε ένα καθολικό Blockchain. Όσο πιο μακριά είναι ένα μέρος από την πηγή δεδομένων, τόσο μεγαλύτερη είναι η ευκαιρία για αλλαγές επί των δεδομένων. Στην περίπτωση του IMO 2020, για παράδειγμα, μπορεί να υπάρχει σημαντικό οικονομικό κίνητρο για τη χρήση μη συμμορφούμενων καυσίμων, ανάλογα με τη διαφορά της τιμής μεταξύ του συμμορφούμενου και του μη συμμορφούμενου καυσίμου (Botton, 2018).

Γίνονται προσπάθειες για την αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών. Η εταιρεία Filament έχει αναπτύξει ένα σύστημα που συνδυάζει υλικό και λογισμικό το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποδείξει πότε έχει παραβιαστεί μια συσκευή, και αν ναι, τότε δεν θα «υπογράφει» ή «επιβεβαιώνει» την ακρίβεια των δεδομένων (Clift-Jennings, 2019). Το σύστημα Filament, το οποίο επιτρέπει, επίσης, τη συγκέντρωση και τη δημοσίευση δεδομένων στο Blockchain, έχει αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί σε πιλοτικά έργα στον ενεργειακό τομέα (π.χ. παραγωγή ηλιακής ενέργειας και για χρήση με έξυπνους μετρητές) και έχει αναπτύξει προϊόντα στον

τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας (π.χ. παρακολούθηση χρήσης οχήματος και διευκόλυνση πληρωμών) (Botton, 2018).

Η προσέγγιση της Filament καταδεικνύει τη σημασία της αναγνώρισης της πιθανότητας παραβίασης και την ανάγκη να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος παραβίασης στο μέτρο του δυνατού, εάν βασίζεται σε δεδομένα για την επαλήθευση της συμμόρφωσης, ενώ επίσης καταδεικνύει ότι καταβάλλονται προσπάθειες και πιθανότατα θα συνεχίσουν να καταβάλλονται για την αντιμετώπιση αυτής της ανησυχίας. Αν και δεν έχει εντοπιστεί τέτοια τεχνολογία για ναυτιλιακές εφαρμογές, γίνονται προσπάθειες στον ναυτιλιακό τομέα για την ανάπτυξη και εφαρμογή της χρήσης τεχνολογιών που, για παράδειγμα, θα επαληθεύουν την τεκμηρίωση και θα επικυρώνουν τα δεδομένα πριν από τη δημοσίευσή τους στο Blockchain (Botton, 2018).

4.1.4. Πρόκληση 4: Κατανάλωση Ενέργειας

Μια άλλη ανησυχία σχετικά με το Blockchain είναι η κατανάλωση ενέργειας ορισμένων πλατφορμών Blockchain, ιδιαίτερα των δημοσίων πλατφορμών Blockchain χωρίς άδεια. Η πλατφόρμα του Ethereum, η οποία χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές στον ναυτιλιακό τομέα, καταναλώνει τεράστιες ποσότητες ενέργειας, περισσότερες από την ημερήσια κατανάλωση ενέργειας ενός τυπικού νοικοκυριού των Η.Π.Α. ανά συναλλαγή Ethereum, με το συνολικό δίκτυο να καταναλώνει πάνω από 7,5 TWh (η κατά προσέγγιση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του Λουξεμβούργου ή της Ζιμπάμπουε) (De Vries, 2020).

Δεδομένης της δυνητικά εκτεταμένης χρήσης του Blockchain στις παραπάνω περιπτώσεις χρήσης που εξετάστηκαν και του δυνητικά τεράστιου αριθμού των συναλλαγών, η χρήση των δημόσιων συστημάτων Blockchain, όπως το Ethereum, θα μπορούσε να καταναλώσει τεράστιες ποσότητες ενέργειας, η οποία με τη σειρά της θα συσχετιστεί με αυξημένες εκπομπές ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου. Αυτές οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις έρχονται σε αντίθεση με τους στόχους πολλών ενδιαφερόμενων μερών του ναυτιλιακού τομέα για την ελαχιστοποίηση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη μεγιστοποίηση των δημόσιων οφελών. Οι πιθανές ενεργειακές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις εξουδετερώνουν,

επίσης, προσπάθειες, όπως ο Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης του IMO (EEDI) και η στρατηγική του χάρτη πορείας της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία κατά 50% έως το 2050 (MEPC 62/24/Add.1 Παράρτημα 19; IMO 2019).

Η υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του Blockchain μπορεί να είναι ιδιαίτερης σημασίας στον ναυτιλιακό τομέα, λόγω των πιθανών πηγών ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτούν τους κόμβους του συστήματος Blockchain (υπολογιστές) και της τοποθεσίας αυτών των εκπομπών και των επηρεαζόμενων πληθυσμών. Εάν χρησιμοποιούνταν (ενεργειακά αναποτελεσματικά) συστήματα Blockchain για την περίπτωση της παρακολούθησης των αποστολών, η ηλεκτρική ενέργεια θα μπορούσε να παραχθεί σε περιοχές που προκαλούν ανησυχία για την παράκτια ατμοσφαιρική ρύπανση, όπως η Κίνα, η οποία στις αρχές του 2020 ήταν στη δεύτερη θέση αναφορικά με τους κόμβους Ethereum και η οποία βασίζεται επίσης στον άνθρακα για την πλειονότητα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, καθώς η πλειονότητα των κόμβων Ethereum βρίσκονται στις Η.Π.Α., η πλειονότητα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να πραγματοποιηθεί στις Η.Π.Α., όπου αναμένονται σχετικές αυξήσεις στις εκπομπές αερίων και τις επιπτώσεις στην υγεία (De Vries, 2020).

Ορισμένες πλατφόρμες Blockchain είναι πιο ενεργειακά αποδοτικές ανά συναλλαγή, ιδίως ιδιωτικές, επιτρεπόμενες αλυσίδες μπλοκ ή συστήματα που βασίζονται σε Blockchain, όπως το Hyperledger Fabric, το TradeLens της IBM και της Maersk ή άλλα ιδιόκτητα συστήματα. Αυτά τα συστήματα, ωστόσο, στερούνται βασικών χαρακτηριστικών του Blockchain, όπως η κατακεκομμένη συναίνεση. Στον ενεργειακό τομέα, το Energy Web Foundation έχει αναπτύξει μια πλατφόρμα παρόμοια με το Ethereum από πολλές απόψεις, αλλά για την οποία ορισμένες πτυχές της αρχιτεκτονικής και του μηχανισμού συναίνεσης έχουν τροποποιηθεί, ώστε να επιτραπεί μια βελτιωμένη ταχύτητα συναλλαγής, με ενεργειακή απόδοση. Η μορφή του Energy Web Foundation φέρεται να μειώνει την κατανάλωση ενέργειας κατά μια τάξη μεγέθους (ή ακόμα και 2 ή 3 τάξεις μεγέθους, ανάλογα με την πηγή). Η εξοικονόμηση κατανάλωσης ενέργειας επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της μετάβασης από τον μηχανισμό συναίνεσης απόδειξης της εργασίας (PoW) στον συναινετικό μηχανισμό απόδειξης της εξουσιοδότησης (PoA), όπου οι διαχειριστές των

επιλεγμένων συμμετεχόντων έχουν την εξουσία να εγκρίνουν, να επικυρώνουν ή να κάνουν αλλαγές σε καταχωρίσεις. Το καθολικό είναι δημόσια προσβάσιμο για προβολή, αλλά όχι για άδεια εγγραφής ή επικύρωση, γεγονός που σημαίνει ότι το σύστημα Energy Web Foundation θυσιάζει την αποκέντρωση και οι συμμετέχοντες πρέπει να έχουν εμπιστοσύνη στους επιλεγμένους επικυρωτές (De Vries, 2020).

Δεδομένων των ρυθμιστικών στόχων του ναυτιλιακού τομέα και των στόχων των ενδιαφερομένων για την ελαχιστοποίηση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη μεγιστοποίηση των δημόσιων οφελών της μεταφοράς νερού στις κοινότητες, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη η κατανάλωση ενέργειας και οι σχετικές εκπομπές οποιασδήποτε πλατφόρμας Blockchain που χρησιμοποιείται εκτενώς στον ναυτιλιακό τομέα.

4.1.5. Πρόκληση 5: Νομικές & Ρυθμιστικές Ανησυχίες

Η ρυθμιστική εποπτεία ή η έλλειψή της αποτελεί πρόκληση στον ναυτιλιακό τομέα, τόσο λόγω των πιθανών νομικών συνεπειών όσο και λόγω του ότι παρουσιάζει φραγμούς στην υιοθέτηση του Blockchain. Τα μέρη θεωρούν δικαιολογημένα τη χρήση του Blockchain ως επικίνδυνη ελλείψει ρυθμιστικής εποπτείας και οι ρυθμιστικοί φορείς βλέπουν μικρή ώθηση για να δεσμευτούν ή να αναπτύξουν κατευθυντήριες γραμμές ή πρότυπα, κλπ. όταν υπάρχει τόσο μικρή χρήση του Blockchain στον ναυτιλιακό τομέα (Botton, 2018).

Τα ενδιαφερόμενα μέρη του ναυτιλιακού κλάδου έχουν εκφράσει ανησυχίες σχετικά με την ανάγκη ρύθμισης της τεχνολογίας Blockchain όσον αφορά την ιδιοκτησία και τη χρήση δεδομένων, μεταξύ άλλων ανησυχιών. Τα ενδιαφερόμενα μέρη έχουν, επίσης, ανησυχίες σχετικά με τον Γενικό Κανονισμό Προστασίας Δεδομένων (GDPR) της Ε.Ε. και τον τρόπο με τον οποίο ο κλάδος μπορεί να διαχειρίζεται δεδομένα ή/και τα δεδομένα πελατών (Ytterstrom και Lengerg, 2019). Οι ενδιαφερόμενοι στη ναυτιλιακή βιομηχανία έχουν εκφράσει, επίσης, ανησυχίες σχετικά με τη δικαιοδοσία και δεν γνωρίζουν πώς θα διευθετούνταν οι διαφορές, εάν προκύπταν (Ytterstrom και Lengerg, 2019).

Υπάρχουν, επίσης, προκλήσεις και περιορισμοί με τους ρυθμιστικούς φορείς που χρησιμοποιούν το Blockchain για την επιβολή. Για μια δημόσια πλατφόρμα χωρίς

άδεια, αυτές περιλαμβάνουν ερωτήσεις σχετικά με το ποιες συναλλαγές είναι εκτελεστές εάν ένα δημόσιο Blockchain αντιμετωπίσει ένα «hard fork» (διαίρεση), δημιουργώντας έτσι δύο “forks” με μοναδικά δεδομένα και συναλλαγές (Ytterstrom και Lengerg, 2019).

Στην περίπτωση ιδιωτικών πλατφορμών ή συστημάτων που βασίζονται σε Blockchain, τα οποία στερούνται βασικών στοιχείων, όπως αποκεντρωμένους μηχανισμούς συναίνεσης, οι ρυθμιστικοί φορείς δεν θα έχουν απαραίτητα εμπιστοσύνη ότι οι εγγραφές στο καθολικό δεν έχουν αλλοιωθεί. Αυτό θα προκαλούσε ιδιαίτερη ανησυχία εάν τα δεδομένα από συστήματα Blockchain χρησιμοποιούνται για συμμόρφωση με τους κανονισμούς και οι χρήστες και οι διαχειριστές της πλατφόρμας ήταν οι ίδιοι που ενδέχεται να αντιμετωπίσουν χρεώσεις ή άλλες κυρώσεις ή συνέπειες μη συμμόρφωσης.

4.1.6. Πρόκληση 6: Περιορισμοί Έξυπνων Συμβολαίων

Η πρακτική εφαρμογή των έξυπνων συμβολαίων σε συστήματα Blockchain δεν είναι τόσο απλή όσο φαίνεται. Αρκετοί από τους περιορισμούς των έξυπνων συμβολαίων και σχετικές νομικές ή ρυθμιστικές ανησυχίες μπορεί να εξηγούν τον δισταγμό των ενδιαφερομένων στον κλάδο της ναυτιλίας να εμπλακούν στη χρήση του Blockchain και των έξυπνων συμβολαίων σε ορισμένες περιπτώσεις χρήσης, όπως η παρακολούθηση των αποστολών και οι πληρωμές (Ytterstrom και Lengerg, 2019).

Πρώτον, ένα Blockchain δεν μπορεί να επιβάλει έξυπνα συμβόλαια ή συναλλαγές που περιλαμβάνουν πόρους εκτός του Blockchain. Η επιβολή, εάν υπάρχει, θα απαιτούσε νομική ή ρυθμιστική παρέμβαση ή παρέμβαση από άλλη τρίτη Αρχή. Δηλαδή, ενώ τα Blockchain μπορούν να εμφανίζουν μεταβιβάσεις ή υποχρεώσεις ιδιοκτησίας ή συναλλαγές, απαιτείται κάποιου είδους επιβολή για να διασφαλιστούν οι μεταβιβάσεις της ιδιοκτησίας (Ytterstrom και Lengerg, 2019).

Για να εκτελεστεί ένα έξυπνο συμβόλαιο ως απάντηση σε συναλλαγές Blockchain, τα απαραίτητα κεφάλαια (π.χ. νόμισμα, πιστώσεις) πρέπει να είναι αποθηκευμένα στο Blockchain. Δηλαδή, μια πληρωμή που περιλαμβάνει ένα κρυπτονόμισμα ή μια πίστωση (π.χ. Bitcoin, SHIP, TEU, PRIME) μπορεί να εκτελεστεί

εάν αυτό το νόμισμα ή η πίστωση είναι εγγενές σε αυτό το Blockchain και το Blockchain μπορεί να επαληθεύσει ότι η ποσότητα του νομίσματος ή των πιστώσεων είναι στο λογαριασμό. Διαφορετικά, ένα Blockchain δεν μπορεί ούτε να εγγυηθεί ούτε να επιβάλει την πληρωμή. Το Blockchain δεν μπορεί να εκτελέσει όρους χρηματοοικονομικών συναλλαγών που περιλαμβάνουν νόμισμα fiat ή άλλες τέτοιες πληρωμές, αν και το Blockchain μπορεί να αναφέρει και να καταγράψει ότι πραγματοποιήθηκε μια συναλλαγή (Ytterstrom και Lengerg, 2019).

Τα έξυπνα συμβόλαια και οι πληρωμές που περιλαμβάνουν νομίσματα fiat, λοιπόν, δεν είναι δυνατά στο Blockchain, εκτός εάν οι ενδιαφερόμενοι είναι πρόθυμοι να αναλάβουν τον κίνδυνο μη πληρωμής με μη επιβολή. Ενώ οι συναλλαγές που αφορούν ένα εγγενές νόμισμα έχουν χρησιμοποιηθεί σε δοκιμαστικές αποστολές, όπως αυτές που πραγματοποιούνται από το 300Cubits, μπορεί να είναι δύσκολο για τους ενδιαφερόμενους του κλάδου της ναυτιλίας να δουν την αξία της χρήσης ενός διακριτικού ή νομίσματος σε μεγαλύτερες λειτουργίες.

Επιπλέον, οι παραδοσιακές νομικές συμβάσεις συχνά περιλαμβάνουν ρήτρες και προϋποθέσεις που δεν είναι εύκολα ποσοτικοποιήσιμες και επομένως δεν μπορούν να εκτελεστούν με έξυπνα συμβόλαια. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στον ναυτιλιακό τομέα, όπου οι συμβάσεις τείνουν να είναι μοναδικές και συγκεκριμένες για την αποστολή ή τη συναλλαγή, χρησιμοποιούνται συχνά ειδικοί συμβατικοί όροι και ορισμένες πτυχές των συναλλαγών συνήθως αντιμετωπίζονται εμπορικά. Οι θαλάσσιοι κανόνες και τα χαρακτηριστικά θα πρέπει να αναγνωρίζονται και να λαμβάνονται υπόψη στο Blockchain. Επί του παρόντος, καμία κυβέρνηση ή δικαιοδοσία δεν έχει εφαρμόσει τη χρήση του Blockchain για νομικές συμβάσεις στον ναυτιλιακό τομέα (Joseph, 2018). Εάν και όταν οι κυβερνήσεις αποφασίσουν να επιβάλουν συμβάσεις Blockchain, θα μπορούσε να προκύψει ένα πιθανό νομικό ζήτημα (Ytterstrom και Lengerg, 2019).

Τέλος, οι αλυσίδες μπλοκ δεν μπορούν να αντλήσουν δεδομένα από τον πραγματικό κόσμο έξω από το δίκτυό τους, και επομένως τα δεδομένα πρέπει να παρέχονται από οντότητες που αναφέρονται ως "Oracles". Τα Oracles είναι υπηρεσίες τρίτων που τροφοδοτούν τις απαιτούμενες πληροφορίες στο δίκτυο. Οι τύποι Oracles περιλαμβάνουν Oracles λογισμικού που παρέχουν πληροφορίες από μια διαδικτυακή πηγή, όπως έναν ιστότοπο (π.χ. καιρικές συνθήκες), Oracles υλικού

που παρέχουν ενδείξεις από τον φυσικό κόσμο (π.χ. όταν ένα σκάφος ή ένα δοχείο διασχίζει ένα φράγμα), εισερχόμενα Oracles που εισάγουν δεδομένα από τον εξωτερικό κόσμο (π.χ. τιμές), εξερχόμενα Oracles, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να στέλνουν δεδομένα στον έξω κόσμο (π.χ. να ξεκλειδώνουν μια έξυπνη κλειδαριά μετά τη λήψη μιας πληρωμής) και συναινετικά Oracles, όπου για τη βελτίωση της ασφάλειας, χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός της πλειοψηφίας των Oracles (Ytterstrom και Lengerg, 2019).

4.1.7. Πρόκληση 7: Τεχνολογική Ολοκλήρωση & Διαλειτουργικότητα

Τα ενδιαφερόμενα μέρη του κλάδου πιστεύουν ότι υπάρχει ανάγκη για τυποποίηση και διαλειτουργικότητα μεταξύ των πλατφορμών και των εφαρμογών. Αυτό θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά εμπόδια στη χρήση των εργαλείων του Blockchain στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Γίνονται προσπάθειες για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος. Για παράδειγμα, η Digital Container Shipping Association, η οποία ιδρύθηκε την άνοιξη του 2019 από σημαντικούς παράγοντες του κλάδου (π.χ. AP Moller-Maersk, Harag Lloyd), εργάζεται για την προώθηση κοινών βιομηχανικών προτύπων στη βιομηχανία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων για όλες τις λύσεις πληροφορικής, όχι μόνο για Blockchain. Πρόσθετες προσπάθειες περιλαμβάνουν την Blockchain in Transport Alliance και την πρωτοβουλία του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ να διασφαλίσει ότι το Blockchain χρησιμοποιείται με «διαλειτουργικό, υπεύθυνο και χωρίς αποκλεισμούς τρόπο» (Ytterstrom και Lengerg, 2019).

Η διαθέσιμη τεχνική υποδομή για την υποστήριξη της χρήσης συστημάτων Blockchain διαφέρει, επίσης, ανά γεωγραφική περιοχή. Πρόσθετα εμπόδια που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας Blockchain στις ναυτιλιακές δραστηριότητες περιλαμβάνουν ανησυχίες σχετικά με το υψηλό κόστος εφαρμογής και το χαμηλό επίπεδο χρήσης από άλλους παράγοντες του κλάδου, όπου οι ενδιαφερόμενοι πιστεύουν ότι όταν ορισμένοι ηγέτες αναλάβουν πρωτοβουλία, τότε οι άλλοι ακολουθούν (Ytterstrom και Lengerg, 2019).

4.1.8. Πρόκληση 8: Επίπεδο Ικανοτήτων & Γνώσης

Τέλος, το επίπεδο ικανοτήτων και γνώσεων από τα ενδιαφερόμενα μέρη στον ναυτιλιακό τομέα, όσον αφορά τα συστήματα Blockchain, είναι γενικά ανησυχητικό. Οι συνεντεύξεις διαφόρων ενδιαφερομένων μερών στη ναυτιλιακή βιομηχανία προσδιόρισαν τις ικανότητες και τις οργανωτικές ικανότητες όσον αφορά την εφαρμογή νέων τεχνολογιών ως ανησυχία γενικά, και ειδικά για το Blockchain. Η «διαφημιστική δημοσιότητα» και οι γύρω παρανοήσεις για το Blockchain εντοπίστηκαν, επίσης, ως ανησυχίες (Ytterstrom και Lengerg, 2019). Ο Bunduchi (2019) διεξήγαγε συνεντεύξεις με ενδιαφερόμενα μέρη στη ναυτιλιακή βιομηχανία και διαπίστωσε ότι υπάρχουν διάφορες παρανοήσεις και παρερμηνείες γύρω από το Blockchain, συμπεριλαμβανομένης μιας γενικής έλλειψης κατανόησης του τι είναι στην πραγματικότητα το Blockchain. Επίσης, υπάρχει έλλειψη κατανόησης των βασικών διαφορών μεταξύ του δημόσιου και του ιδιωτικού Blockchain και των ανταλλαγών που σχετίζονται με τη χρήση του καθενός. Αρκετοί από εκείνους στον ναυτιλιακό τομέα που χρησιμοποιούν «Blockchain», σημειώνει ο Bunduchi, χρησιμοποιούν στην πραγματικότητα ιδιωτικά συστήματα «βασισμένα σε Blockchain» που δεν διαθέτουν βασικά χαρακτηριστικά των πραγματικών συστημάτων Blockchain. Επιπλέον, αρκετοί ενδιαφερόμενοι που ερωτήθηκαν δεν φαίνεται να κατανοούν το σκεπτικό πίσω από τη χρήση της αλυσίδας μπλοκ ή τα χαρακτηριστικά που προσφέρει σε σύγκριση με τα υπάρχοντα συστήματα, τις βάσεις δεδομένων ή άλλες εναλλακτικές λύσεις. Τα ευρήματα του Bunduchi υποδεικνύουν ότι η εκπαίδευση και η οικοδόμηση ικανοτήτων των ενδιαφερομένων στον τομέα της ναυτιλίας σχετικά με το Blockchain θα είναι σημαντικές, εάν επιθυμείται η ευρεία χρήση του στην παρακολούθηση των αποστολών.

4.2. Τεχνικοί Περιορισμοί του Blockchain

4.2.1. Ταχύτητα, Επεκτασιμότητα & Αποθήκευση

Μια άλλη ανησυχία όσον αφορά τα logistics αναφορικά με τη χρήση του Blockchain στη ναυτιλία είναι το ζήτημα της ταχύτητας των συναλλαγών, των περιορισμών αποθήκευσης και της επεκτασιμότητας. Η ταχύτητα επεξεργασίας του Blockchain είναι πολύ πιο αργή από τις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων. Οι δημόσιες αλυσίδες μπλοκ χωρίς άδεια επεξεργάζονται επί του παρόντος μικρό αριθμό συναλλαγών ανά δευτερόλεπτο, σε σύγκριση με χιλιάδες συναλλαγές που επεξεργάζονται ανά δευτερόλεπτο κεντρικές βάσεις δεδομένων. Το Ethereum επεξεργάζεται περίπου 15 συναλλαγές ανά δευτερόλεπτο, με πιο περίπλοκες συναλλαγές, όπως έξυπνα συμβόλαια, που υποβάλλονται σε επεξεργασία με 7 ανά δευτερόλεπτο. Οι ουρές αναπτύσσονται, επίσης, ως απόκριση σε μεγάλο αριθμό συναλλαγών σε εκκρεμότητα, με τις ουρές εκκρεμών συναλλαγών του Ethereum να έχουν κατά μέσο όρο αρκετές χιλιάδες συναλλαγές σε εκτιμώμενο χρόνο αναμονής από 5 έως 43 λεπτά, ανάλογα με την πολυπλοκότητα της συναλλαγής (Bunduchi, 2019).

Μέχρι τα τέλη Μαρτίου 2020, ο αριθμός των εκκρεμών συναλλαγών ήταν κατά μέσο όρο 30.000 έως 70.000. Ο χρόνος αναμονής ανά συναλλαγή για το Bitcoin κυμαίνεται από 10 λεπτά έως αρκετές ημέρες. Δεδομένου ότι οι συναλλαγές στο Blockchain δεν διεκπεραιώνονται απαραίτητως με τη σειρά, καθυστερήσεις και ουρές αυτού του είδους θα μπορούσαν να είναι δυνητικά ανησυχητικές στην περίπτωση που βασιζόμαστε σε καταχωρίσεις με χρονική σήμανση σε διαδοχική βάση, ειδικά εάν μια συναλλαγή στην αλυσίδα εφοδιασμού δεν έχει ακόμη διεκπεραιωθεί (Bunduchi, 2019).

Επιπλέον, το Blockchain δεν έχει σχεδιαστεί για να αποθηκεύει μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Ωστόσο, η παρακολούθηση των αποστολών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας θα παράγει πιθανότατα τεράστιες ποσότητες δεδομένων και θα απαιτεί επεξεργασία και αποθήκευση αυτών των δεδομένων σε συνεχή βάση και μακροπρόθεσμα. Αυτό θα απαιτήσει μεγάλη ταχύτητα επεξεργασίας και χώρο αποθήκευσης. Ωστόσο αυτοί είναι τομείς όπου λείπει η τεχνολογία Blockchain. Ενώ

οι συσκευές IoT μπορούν να δημιουργήσουν GB δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, το 2018 ένας πλήρης κόμβος Ethereum είχε μέγεθος 46 GB. Οι συνεντεύξεις με ενδιαφερόμενα μέρη στη ναυτιλιακή βιομηχανία επιβεβαίωσαν ότι η επεκτασιμότητα είναι μια σημαντική ανησυχία, ενώ αναγνωρίζεται ότι οι πρωτοβουλίες μέχρι στιγμής ήταν μικρότερης κλίμακας και περιλαμβάναν σχετικά λίγους συμμετέχοντες. Η επεκτασιμότητα των συστημάτων Blockchain γενικά έχει παρατηρηθεί ως ανησυχία από πράκτορες στη ναυτιλιακή βιομηχανία (Ytterstrom and Lengerg, 2019). Και, παρόλο που οι ιδιωτικές αλυσίδες μπλοκ είναι πολύ πιο γρήγορες και μπορούν να χειριστούν πολλές περισσότερες συναλλαγές ανά δευτερόλεπτο, αυτές συνοδεύονται από την απώλεια της αποκέντρωσης και του αμετάβλητου (Bunduchi, 2019).

4.2.2. Σχετικότητα ή Αναφορά Δεδομένων

Μια πρόκληση όσον αφορά τη χρήση του Blockchain για κανονιστική συμμόρφωση ή αναφορά (όπως σε πρωτόκολλα διασφάλισης ποιότητας καυσίμων ή επικίνδυνων εμπορευμάτων) είναι η φύση και η δομή των λογιστικών βιβλίων του Blockchain, τα οποία δεν επιτρέπουν τη δυνατότητα συγκέντρωσης, οργάνωσης ή ανάλυσης δεδομένων με τρόπο που να επιτρέπουν τη σχετικότητα των δεδομένων. Οι συναλλαγές και τα δεδομένα μπορούν να αναζητηθούν και να προβληθούν για επαλήθευση, αλλά δεν είναι εύκολα προσβάσιμα ή συσχετίσιμα σε μορφή που να χρησιμοποιούνται για αναφορά, ανάλυση ή συμμόρφωση με τους κανονισμούς, κλπ. Τα δεδομένα, δηλαδή, παραμένουν δεδομένα, σε αντίθεση με τις πληροφορίες που θα παρείχαν κατανόηση και δεν θα διευκόλυναν την ανάλυση ή την κατανόηση τάσεων, προτύπων, ακραίων τιμών ή άλλων θεμάτων που μπορεί να ενδιαφέρουν τον εντοπισμό της μη συμμόρφωσης ή της ύποπτης συμπεριφοράς, κλπ. (Bunduchi, 2019).

4.2.3. Κόστος Συστήματος

Τα ενδιαφερόμενα μέρη του ναυτιλιακού κλάδου, συμπεριλαμβανομένου του MARAD, έχουν στόχο να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα των ναυτιλιακών

δραστηριοτήτων ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα το λειτουργικό κόστος. Τα Blockchain έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν ή να αποφύγουν το κόστος των συναλλαγών με τη μορφή ενδιάμεσων προμηθειών, χρόνου και διαδικασιών ή άλλων δαπανών που σχετίζονται με το status quo. Όμως, τα Blockchain, ο εξοπλισμός, οι συσκευές και άλλα στοιχεία του συστήματος που απαιτούνται για τη χρήση του blockchain, έχουν το δικό τους κόστος. Αυτά τα κόστη είναι πολύ μεταβλητά και σε ορισμένες περιπτώσεις αρκετά σημαντικά. Τα ίδια τα Blockchain είναι επί του παρόντος ακριβά στην ανάπτυξη. Δεν είναι σαφές εάν η εξοικονόμηση κόστους επί των συναλλαγών που υποσχέθηκε το Blockchain δεν θα αντισταθμιστεί ως επί το πλείστον το κόστος του Blockchain στην πράξη (Bunduchi, 2019).

Το κόστος του συστήματος Blockchain περιλαμβάνει υλικό, λογισμικό, συσκευές και εξοπλισμό, εκπαίδευση και υπηρεσίες και χρεώσεις (όπως τέλη έξυπνων συμβάσεων, αμοιβή για τη δεδομένη εφαρμογή/υπηρεσία, χρεώσεις συναλλαγών της πλατφόρμας Blockchain, εγγραφή δεδομένων, κλπ.). Το αρχικό κόστος και οι συνεχείς χρεώσεις μπορούν να φτάσουν εκατοντάδες έως χιλιάδες δολάρια το μήνα για έναν σχετικά μέτριο αριθμό συμβάσεων και μικρές ποσότητες αποθήκευσης δεδομένων (π.χ. 500 δολάρια/μήνα για 25 χρήστες και 900 έξυπνες συμβάσεις ετησίως, κόστος αποθήκευσης 1 kb κειμένου σε Blockchain, 2,88 δολάρια κόστος συνδρομής σε δίκτυο Blockchain με αποθηκευτικό χώρο 500 GB και 1,93 δολάρια την ώρα, επ' αόριστο). Στο μοντέλο της TradeLens, οι συμμετέχοντες χρεώνονται βάσει πληρωμής ανά χρήση ή συνδρομή (TradeLens, 2020).

Αυτά τα κόστη, τα οποία δεν περιλαμβάνουν το κόστος δημιουργίας μιας πλατφόρμας Blockchain ή τις συσκευές και τον εξοπλισμό που είναι απαραίτητο για να γίνει αυτό, μπορεί να είναι απαγορευτικά σε πολλές εφαρμογές, ειδικά σε εκείνες που περιλαμβάνουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Αυτό συνέβη πρόσφατα με μια ομάδα αρκετών οργανισμών που συμμετείχαν στη χρηματοδότηση και την επαλήθευση δραστηριοτήτων πίστωσης άνθρακα, όπου συνειδητοποίησαν ότι οι απαιτήσεις αποθήκευσης των δεδομένων θα ήταν πολύ δαπανηρές χρησιμοποιώντας το Blockchain. Οι ομάδες επέλεξαν να χρησιμοποιούν Blockchain μόνο για την αποθήκευση βασικών στοιχείων δεδομένων (τα οποία έπρεπε να είναι αμετάβλητα) και χρησιμοποίησαν βάσεις δεδομένων και άλλα εργαλεία για άλλα δεδομένα. Το κόστος αυτό μπορεί να είναι ιδιαίτερα απαγορευτικό για τις μικρότερες

εταιρείες και τις αναπτυσσόμενες χώρες που ενδέχεται να μην έχουν πρόσβαση στην υποδομή ή το χρηματοοικονομικό κεφάλαιο που είναι απαραίτητο για την πραγματοποίηση αυτών των επενδύσεων. Ωστόσο, αυτά είναι τα ίδια τα μέρη που το Blockchain προβλέπεται να βοηθήσει μέσω της μείωσης του παραδοσιακού κόστους συναλλαγών (Bunduchi, 2019).

Έπειτα, υπάρχει το ζήτημα της αυξημένης κλίμακας, η οποία συνήθως θεωρείται ότι οδηγεί σε μειώσεις κόστους ανά μονάδα με τεχνολογικές και υπολογιστικές προόδους. Ωστόσο, αυτό μπορεί να μην ισχύει με τη χρήση της τεχνολογίας Blockchain. Αν και ορισμένες συσκευές ή εξοπλισμός ενδέχεται να μειώνονται σε κόστος, το συνολικό κόστος του συστήματος (και το κόστος ανά συναλλαγή, κλπ.) μπορεί να συνεχίσει να αυξάνεται, δεδομένου ότι οι υπολογιστικές απαιτήσεις, το εύρος ζώνης και οι απαιτήσεις ενέργειας αυξάνονται, καθώς επεκτείνονται το μέγεθος του δικτύου Blockchain και οι απαιτήσεις επεξεργασίας. Έτσι, όσο περισσότερο χρησιμοποιείται το δίκτυο, τόσο πιο ακριβό θα μπορούσε να είναι (Bunduchi, 2019).

Το κόστος δημιουργίας, χρήσης και διατήρησης ενός συστήματος βασισμένου σε Blockchain είναι εξαιρετικά μεταβλητό και εξαρτάται από τον τύπο της πλατφόρμας, τις ανάγκες των δεδομένων και της αποθήκευσης, τον αριθμό των συμμετεχόντων και έναν αριθμό άλλων παραγόντων που θα εξαρτηθούν από την εφαρμογή και τη χρήση. Αν και δεν μπορούν να εκτιμηθούν σε ευρεία, γενική βάση, αυτά τα κόστη είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη στο πλαίσιο, για κάθε περίπτωση χρήσης και εφαρμογή (Bunduchi, 2019).

5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

5.1. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι να διερευνήσει το βαθμό γνώσης και τις απόψεις των εργαζομένων που απασχολούνται στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις σχετικά με το Blockchain, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά του καθώς και την μελλοντική εφαρμογή των κρυπτονομισμάτων στην πληρωμή των ναυτικών.

5.2. Ερευνητικά ερωτήματα

Προκειμένου να επιτευχθεί ο σκοπός της παρούσας έρευνας, κρίνεται σκόπιμο να δημιουργηθούν ερευνητικά ερωτήματα τα οποία θα λειτουργήσουν ως σκελετός σχεδιασμού του ερωτηματολογίου. Λαμβάνοντας υπόψη το θεωρητικό μέρος της εργασίας δημιουργήθηκαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιος είναι ο βαθμός γνώσης των εργαζομένων στον ναυτιλιακό κλάδο σχετικά με την τεχνολογία του Blockchain;
2. Ποια θεωρούν ως μεγαλύτερα πλεονεκτήματα και ποια μειονεκτήματα σχετικά με την τεχνολογία Blockchain;
3. Ποιες οι απόψεις των εργαζομένων στον ναυτιλιακό κλάδο σχετικά με την μελλοντική χρησιμοποίηση των κρυπτονομισμάτων στην πληρωμή των ναυτικών;

5.3. Σχεδιασμός ερωτηματολογίου

Ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου έλαβε υπόψη τόσο το θεωρητικό μέρος της εργασίας και τα ερευνητικά ερωτήματα που δημιουργήθηκαν ανωτέρω.

5.4. Μεθοδολογία δειγματοληψίας

Η μεθοδολογία δειγματοληψίας που επιλέχθηκε ήταν η δειγματοληψία ευκολία. Με άλλα λόγια, ζητήθηκε από φίλους και γνωστούς που εργάζονται στον ναυτιλιακό κλάδο να συμπληρώσουν το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο και να το μοιράσουν σε άλλους φίλους και γνωστούς. Με αυτό τον τρόπο πραγματοποιήθηκε μία μορφή «χιονοστιβάδας» διανομής του ερωτηματολογίου.

5.5. Πληθυσμός και δείγμα της έρευνας

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 4 μεγάλες ναυτιλιακές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον ναυτιλιακό κλάδο. Συγκεκριμένα, διανεμήθηκε ερωτηματολόγιο σε 97 εργαζομένους, των 4 εταιριών, και καταγράφηκαν οι απαντήσεις τους.

5.6. Επεξεργασία δεδομένων

Έπειτα από τη συγκέντρωση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε επεξεργασία τους βάσει του λογισμικού IBM SPSS Version 26.

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

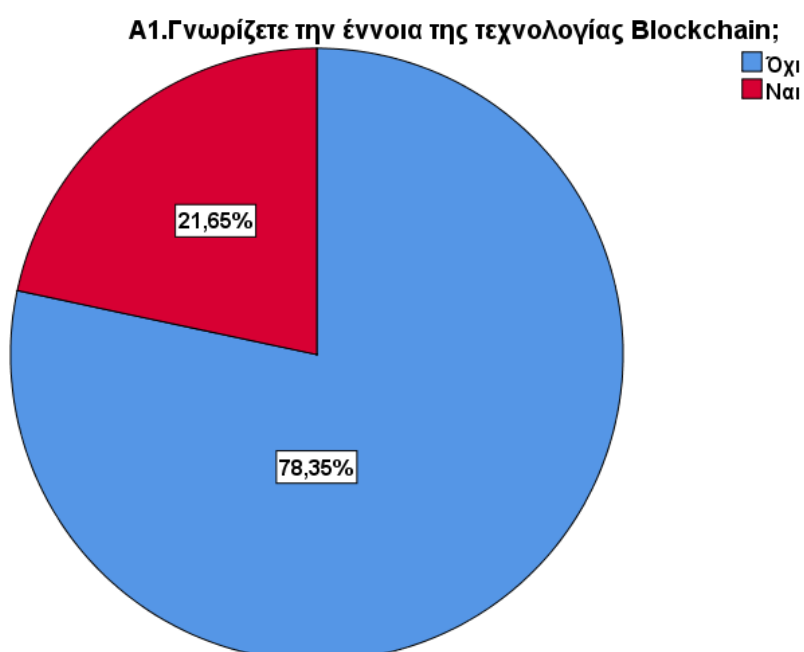
6.1. Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της πρωτογενούς έρευνας με ερωτηματολόγιο που πραγματοποιήθηκε σε εργαζομένους Ελληνικών ναυτιλιακών εταιριών. Συγκεκριμένα, θα χρησιμοποιηθεί η περιγραφική στατιστική προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα.

6.2. Εξειδικευμένες ερωτήσεις

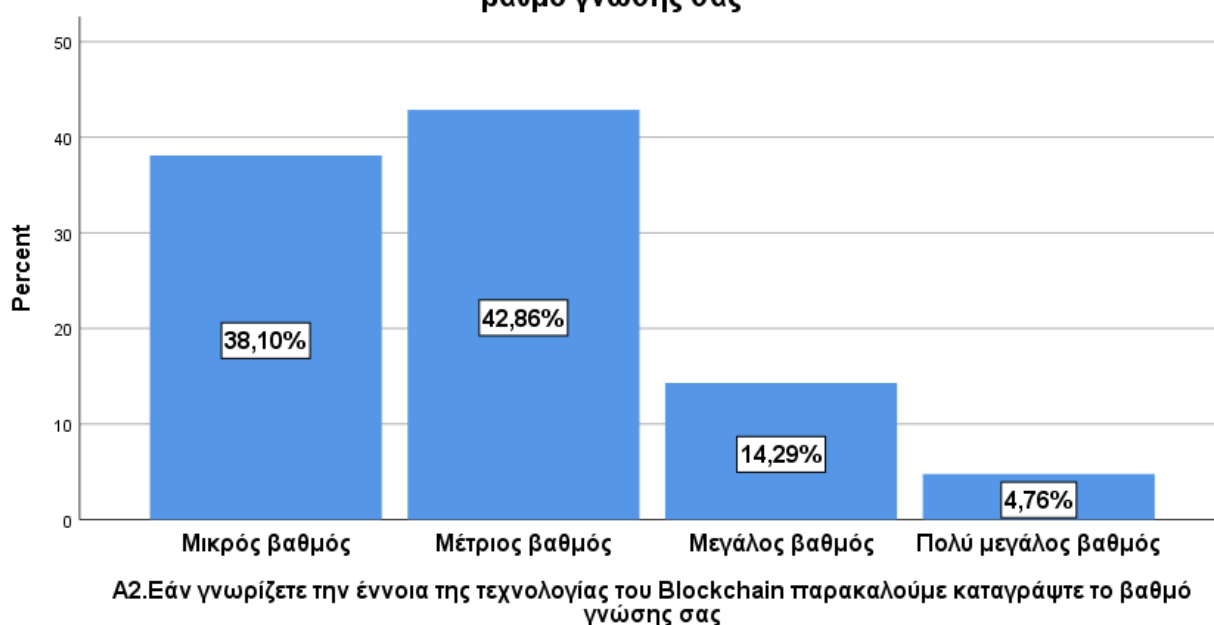
Σε αυτή την ενότητα μπορούμε να παρατηρήσουμε τις απαντήσεις των ερωτηθέντων της έρευνας σε ορισμένες εξειδικευμένες ερωτήσεις.

Αναλυτικότερα, όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων σε ποσοστό 78,35% ανέφερε πως δεν γνωρίζει την έννοια της τεχνολογίας Blockchain, σε αντίθεση με το υπόλοιπο 21,65% που δήλωσε πως την γνωρίζει.



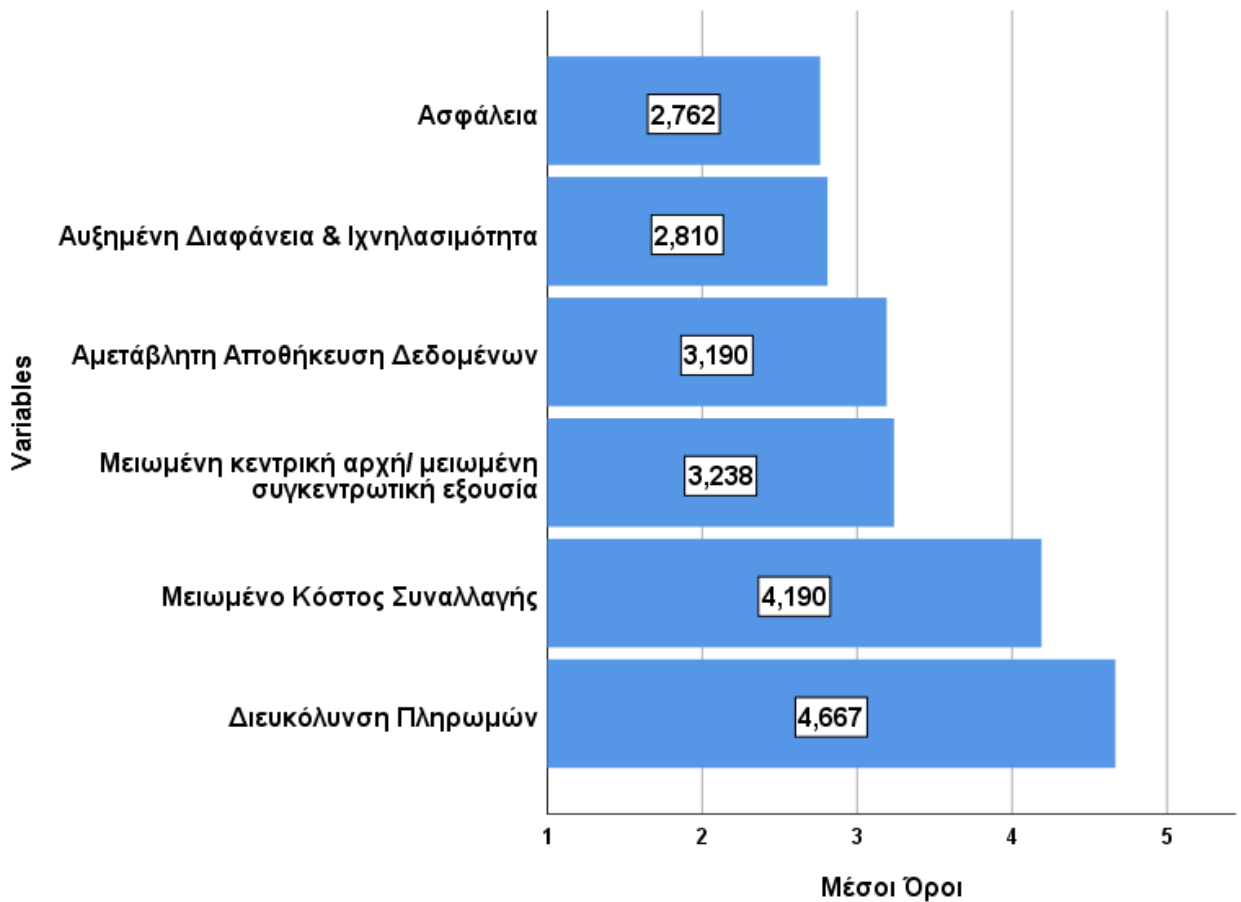
Μάλιστα, από το 78,35% των ερωτηθέντων της έρευνας που στο προηγούμενο γράφημα ανέφερε πως γνωρίζει την έννοια της τεχνολογίας Blockchain, το μεγαλύτερο μέρος αυτού, σε ποσοστό 42,86% και 38,10% δήλωσε πως γνωρίζει τη τεχνολογία Blockchain σε μέτριο και μικρό βαθμό, αντίστοιχα. Από την άλλη πλευρά, μόνο το 14,29% και 4,76% των ερωτηθέντων ανέφερε πως γνωρίζει την έννοια της τεχνολογίας Blockchain σε μεγάλο και πολύ μεγάλο βαθμό, αντίστοιχα.

A2.Εάν γνωρίζετε την έννοια της τεχνολογίας του Blockchain παρακαλούμε καταγράψτε το βαθμό γνώσης σας



Στη περίπτωση των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η τεχνολογία του Blockchain, οι ερωτηθέντες της έρευνας αναφέρουν ως πολύ μεγάλα πλεονεκτήματα, με σειρά προτεραιότητας, την διευκόλυνση των πληρωμών και το μειωμένο κόστος συναλλαγής, ενώ ακολουθούν η μειωμένη κεντρική αρχή, η μειωμένη συγκεντρωτική εξουσία και η αμετάβλητη αποθήκευση δεδομένων ως πλεονεκτήματα μέτριου βαθμού. Τέλος, οι ερωτηθέντες της έρευνας αναφέρουν ως πλεονεκτήματα, με σειρά μέτριου προς μικρού βαθμού, με σειρά προτεραιότητας, την αυξημένη διαφάνεια και ιχνηλασιμότητα και την ασφάλεια γενικότερα.

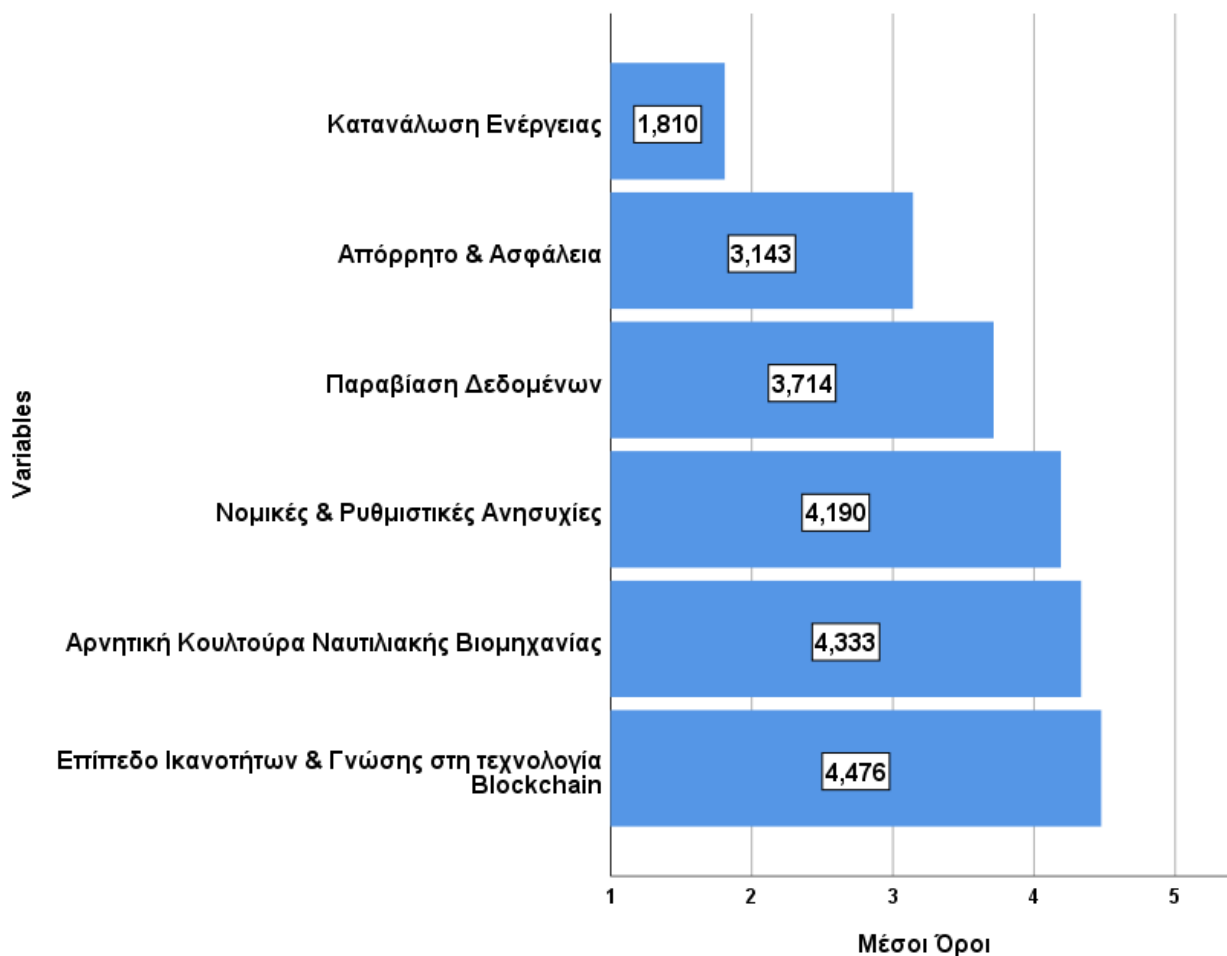
Α3. Παρακαλούμε καταγράψτε το βαθμό των παρακάτω πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας του Blockchain



1: Ανύπαρκτος βαθμός, 2: Μικρός βαθμός, 3: Μέτριος βαθμός, 4: Μεγάλος βαθμός, 5: Πολύ μεγάλος βαθμός

Στη περίπτωση των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η τεχνολογία του Blockchain στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις τα προαναφερθέντα πλεονεκτήματα αλλάζουν και γίνονται πιο συγκεκριμένα. Αναλυτικότερα, ως πολύ μεγάλα πλεονεκτήματα, με σειρά προτεραιότητας, αναφέρονται το επίπεδο ικανοτήτων και γνώσης στη τεχνολογία Blockchain, η αρνητική κουλτούρα της ναυτιλιακής βιομηχανίας και οι νομικές και ρυθμιστικές ανησυχίες. Τέλος, ως πλεονεκτήματα μέτριου και μικρού βαθμού που προσφέρει η τεχνολογία του Blockchain στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις αναφέρονται το απόρρητο και η ασφάλεια και η κατανάλωση ενέργειας, γενικότερα.

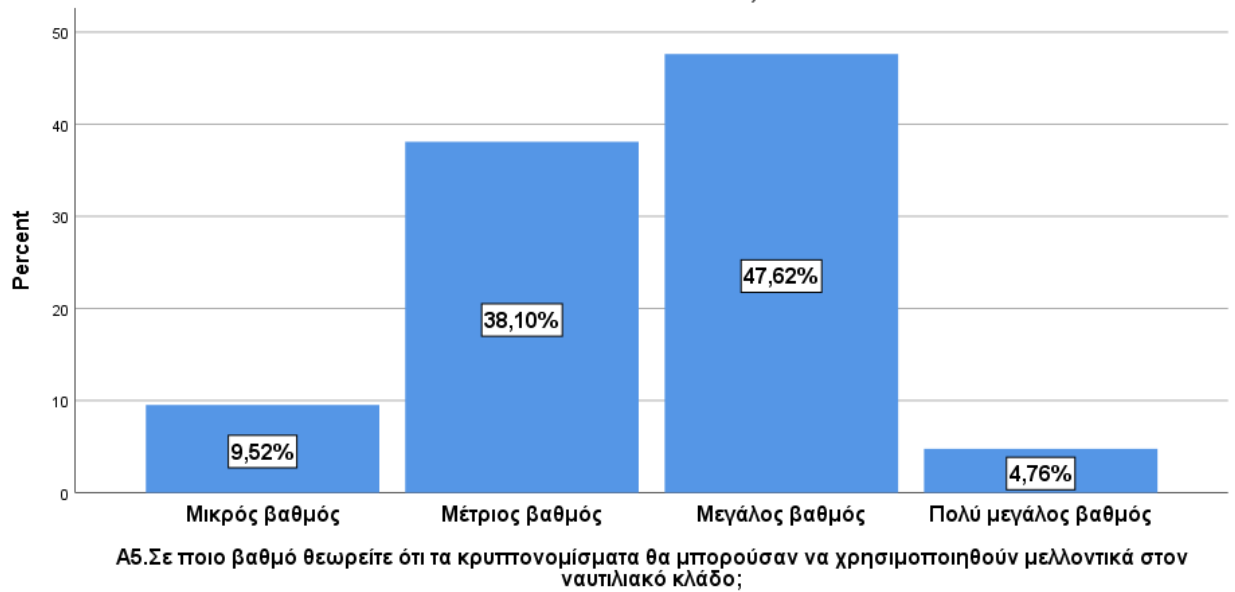
A4. Παρακαλούμε καταγράψτε το βαθμό των παρακάτω πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας του Blockchain στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις



1: Ανύπαρκτος βαθμός, 2: Μικρός βαθμός, 3: Μέτριος βαθμός, 4: Μεγάλος βαθμός, 5: Πολύ μεγάλος βαθμός

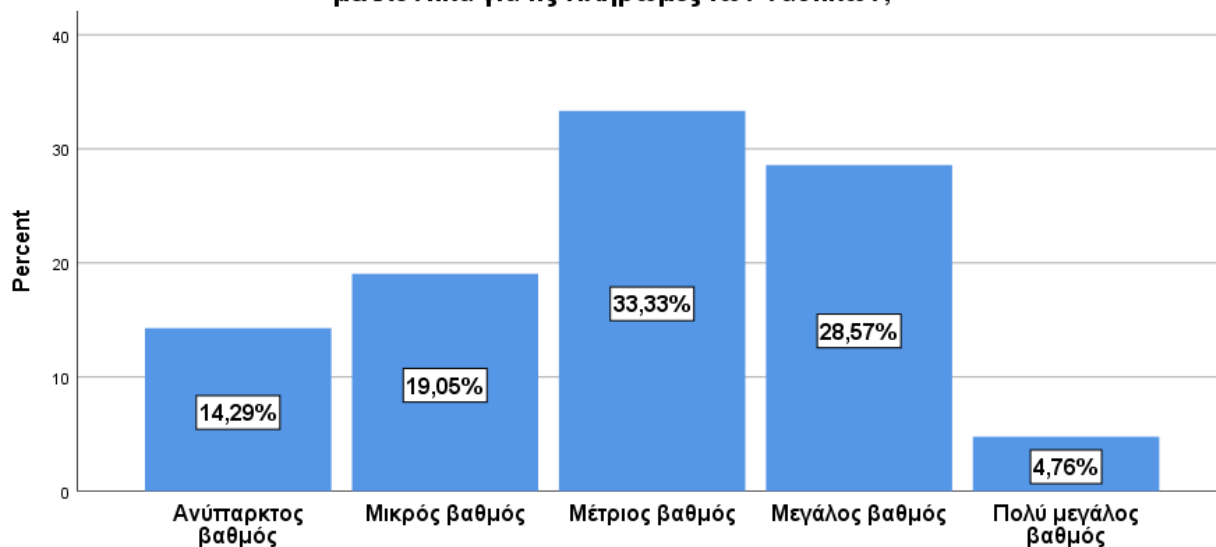
Στην ερώτηση σε ποιο βαθμό θα μπορούσαν τα κρυπτονομίσματα να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά στο ναυτιλιακό κλάδο, το 47,62% και 4,76% των ερωτηθέντων που συμμετείχε στην έρευνα ανέφερε ότι αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά σε μεγάλο και πολύ μεγάλο βαθμό, αντίστοιχα. Ακολούθως, το 38,10% των ερωτηθέντων ανέφερε πως τα κρυπτονομίσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά στο ναυτιλιακό κλάδο σε μέτριο βαθμό, ενώ το 9,52% πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μικρό βαθμό.

A5. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι τα κρυπτονομίσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά στον ναυτιλιακό κλάδο;



Στη περίπτωση της χρήσης των κρυπτονομισμάτων ως μέσο μελλοντικών πληρωμών των ναυτικών, οι απαντήσεις των ερωτηθέντων ποικίλλουν, με το μεγαλύτερο μέρος αυτών να αναφέρουν πως τα κρυπτονομίσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε μέτριο βαθμό για τις μελλοντικές πληρωμές των ναυτικών. Ακολούθως, το 28,57% και 4,76% των ερωτηθέντων ανέφερε πως τα κρυπτονομίσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλο και πολύ μεγάλο βαθμό, αντίστοιχα, για τις μελλοντικές πληρωμές των ναυτικών, ενώ το 19,05% και 14,29% δήλωσε αυτό θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί σε μικρό και ανύπαρκτο βαθμό, αντίστοιχα.

A6. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι τα κρυπτονομίσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά για τις πληρωμές των ναυτικών;

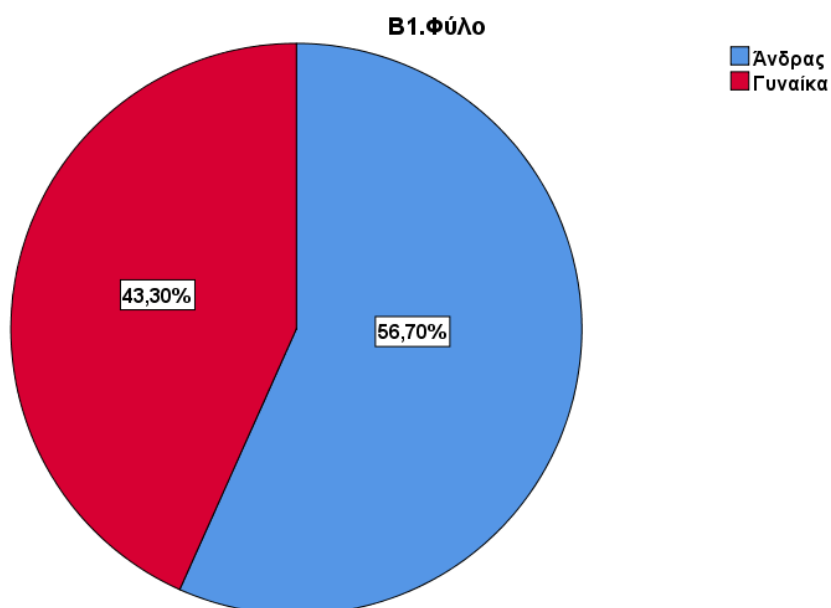


A6. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι τα κρυπτονομίσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά για τις πληρωμές των ναυτικών;

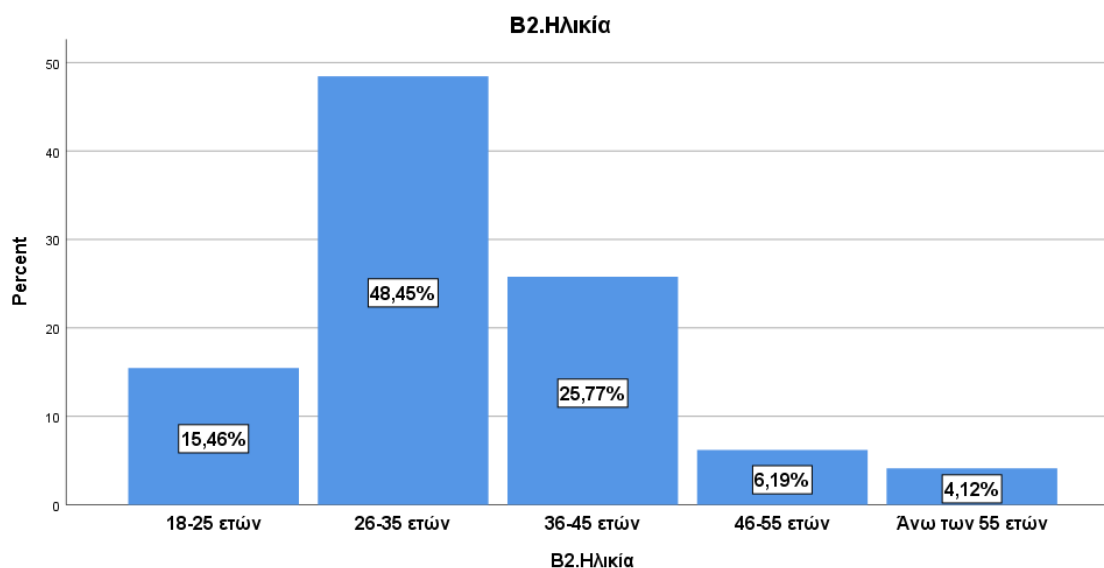
6.3. Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Σε αυτή την ενότητα μπορούμε να παρατηρήσουμε τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων που συμμετείχαν στην έρευνα.

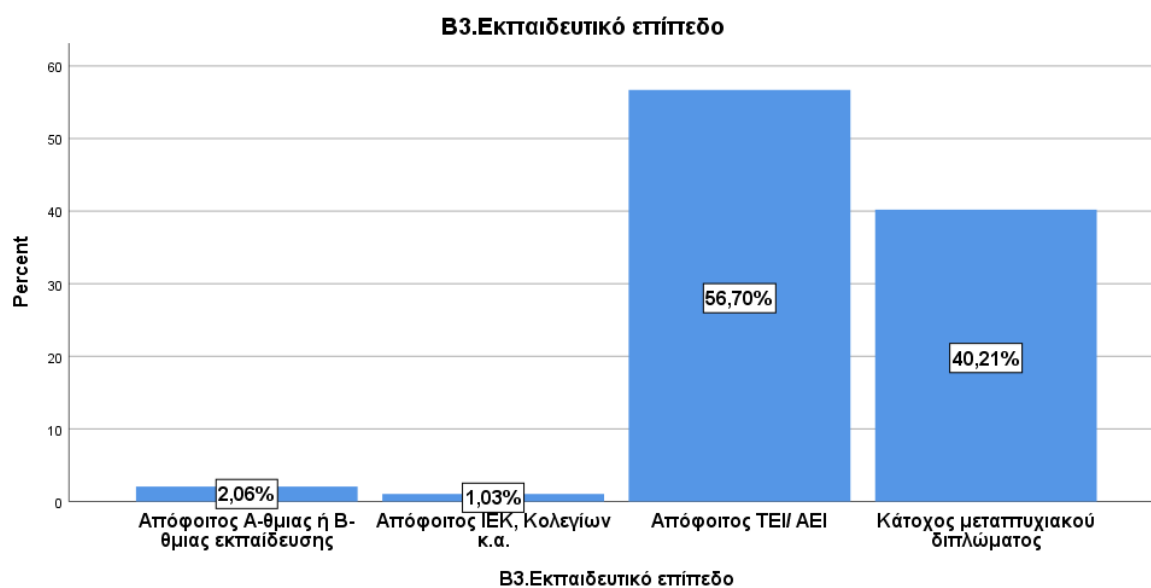
Στη περίπτωση του φύλου των ερωτηθέντων, το 56,70% αυτών είναι άνδρες, με το υπόλοιπο 43,30% αυτών να είναι γυναίκες.



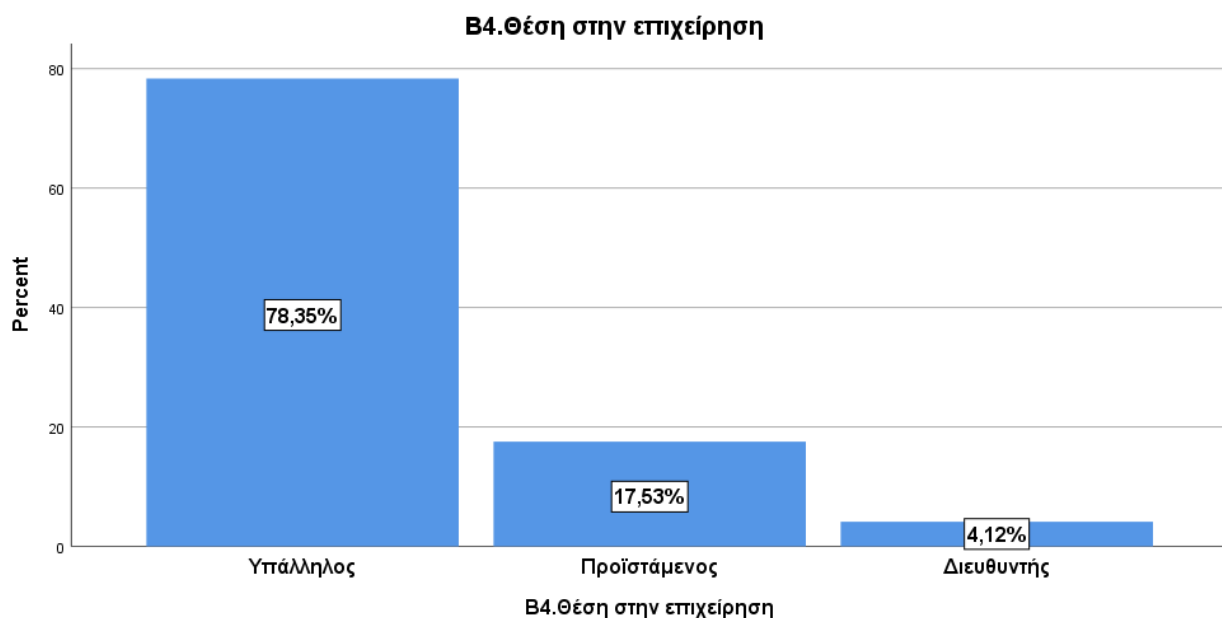
Η ηλικιακή δομή των ερωτηθέντων ποικίλει, με το μεγαλύτερο μέρος αυτών να εντοπίζεται στην ηλικιακή ομάδα των 26-35 ετών, ενώ σε χαμηλότερα ποσοστά ακολουθεί η ηλικιακή ομάδα των 36-45 ετών (25,77%), η ηλικιακή ομάδα των 18,25 ετών (15,46%), η ηλικιακή ομάδα των 46-55 ετών (6,19%) και τέλος, η ηλικιακή ομάδα άνω των 55 ετών (4,12%)



Το εκπαιδευτικό επίπεδο των ερωτηθέντων της έρευνας απαρτίζεται κατά κύριο λόγο από απόφοιτους ΤΕΙ ή ΑΕΙ (56,70%) και κατόχους μεταπτυχιακού διπλώματος (40,21%), ενώ σε αρκετά χαμηλότερα ποσοστά εντοπίζονται οι απόφοιτοι πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (2,06%) και οι απόφοιτοι ΙΕΚ (1,03%).



Όσον αφορά τη θέση των ερωτηθέντων στην ναυτιλιακή επιχείρηση στην οποία εργάζονται, το μεγαλύτερο μέρος αυτών, σε ποσοστό 78,35%, απασχολείται σε υπαλληλική θέση, με το 17,53% να κατέχει θέση προϊσταμένου και το υπόλοιπο 4,12% να κατέχει διευθυντική θέση.



7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το Blockchain έχει προταθεί, βρίσκεται σε ανάπτυξη ή χρησιμοποιείται επί του παρόντος σε διάφορες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένου του ναυτιλιακού τομέα. Αυτή η εργασία διερεύνησε τέσσερις περιπτώσεις χρήσης τέτοιων πιθανών εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένου του προβλήματος, της ευκαιρίας ή του στόχου που σχετίζονται με τους στόχους και τις ανησυχίες του ναυτιλιακού τομέα, τους κινδύνους ή τα εμπόδια για την επίτευξη του στόχου ή την αντιμετώπιση του προβλήματος, παραδείγματα πρωτοβουλιών στον τομέα, προκλήσεις, εμπόδια και περιορισμούς της χρήσης του Blockchain για την περίπτωση χρήσης, τι πρέπει να τεθεί σε εφαρμογή ή να αντιμετωπιστεί, προκειμένου για να προχωρήσει η χρήση του Blockchain και πώς οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να υποστηρίξουν τη χρήση του Blockchain στην περίπτωση χρήσης.

Αυτή η εργασία υποδηλώνει ότι, ενώ υπάρχουν αρκετοί τομείς όπου το Blockchain παρουσιάζει δυνητικό ενδιαφέρον και μπορεί να διαδραματίσει πιθανό ρόλο στη βελτίωση της αποδοτικότητας ή της αποτελεσματικότητας ορισμένων τομέων των ναυτιλιακών επιχειρήσεων ή των κανονισμών, υπάρχουν ορισμένες σημαντικές ανησυχίες σχετικά με τη χρήση του, από τη σκοπιά των ενδιαφερομένων στον ναυτιλιακό τομέα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων του δημόσιου τομέα ή των ρυθμιστικών μερών.

Σε αυτό το σημείο της ανάπτυξης της τεχνολογίας Blockchain, δεν είναι πρακτικό να γίνουν οριστικές συστάσεις ως προς το εάν είναι επιθυμητή η επιδίωξη ή η υποστήριξη της χρήσης της τεχνολογίας Blockchain σε μια περίπτωση χρήσης, δεδομένων των αβεβαιοτήτων ως προς το κόστος, τα οφέλη, τη χρήση ενέργειας και πόρων, την ασφάλεια και ιδιωτικότητα και άλλες βασικές μεταβλητές και πιθανές συνέπειες. Αυτές οι αβεβαιότητες είναι ακόμη μεγαλύτερες δεδομένων των διαφορών στα βασικά χαρακτηριστικά του Blockchain ανά τύπο πλατφόρμας και διαμόρφωση (π.χ. δημόσιο, χωρίς άδεια έναντι ιδιωτικού, με άδεια, επιλογή μηχανισμού συναίνεσης, επιλογή διαχειριστών, επίβλεψη τρίτων, κλπ.), και τις

ανταλλαγές που σχετίζονται με τις επιλογές μεταξύ των πλατφορμών και των συστημάτων.

Αυτό σημαίνει ότι η απόφαση να υποστηριχθεί ή να συνεχισθεί η χρήση του Blockchain εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πλαίσιο και από τους στόχους του συστήματος και το κόστος, τα οφέλη και τις ανταλλαγές που σχετίζονται με αυτό το μοναδικό σύστημα. Για κάθε περίπτωση χρήσης και δυνητικό σύστημα, οι συμμετέχοντες και οι πιθανοί υποστηρικτές θα πρέπει να συμβουλευονται να προσπαθήσουν να κατανοήσουν το κόστος του συστήματος (όπως το κόστος χρήσης ενέργειας και την εφαρμογή τεχνολογίας), τις πιθανές συνέπειες του συστήματος και τους εμπλεκόμενους συμμετέχοντες. Οι αποφάσεις θα πρέπει να λαμβάνονται κατά περίπτωση, μετά από ανάλυση, αξιολόγηση και εξέταση αυτών των χαρακτηριστικών και των πιθανών συνεπειών λεπτομερώς, λαμβάνοντας υπόψη τον συγκεκριμένο τύπο πλατφόρμας, τη διαμόρφωση του συστήματος, την αναμενόμενη κλίμακα χρήσης και τον αριθμό των συναλλαγών, κλπ.

Αυτή η εργασία δείχνει ότι η βαθύτερη κατανόηση των προκλήσεων και των ανησυχιών και των σχετικών πιθανών προεκτάσεων και συνεπειών του Blockchain θα είναι σημαντική για τους ενδιαφερόμενους και τους εταίρους του ναυτιλιακού τομέα, στο πλαίσιο κάθε περίπτωσης χρήσης. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα εάν και όταν οποιαδήποτε δεδομένα ή πληροφορίες είναι αποθηκευμένες σε Blockchain θα χρησιμοποιηθούν για τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς. Οι προσπάθειες που μπορούν να καταβάλουν οι ενδιαφερόμενοι για την περαιτέρω κατανόηση ή/και την ελαχιστοποίηση των κινδύνων περιλαμβάνουν την ανάπτυξη ενός ρυθμιστικού πλαισίου, την εξέταση της έκτασης των ενεργειακών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων της πλατφόρμας Blockchain, την εξέταση και καλύτερη κατανόηση του κόστους που σχετίζεται με το Blockchain και την κατανόηση ή/και ελαχιστοποίηση των κινδύνων ασφάλειας του Blockchain. Εάν και όταν αυτές οι προκλήσεις και οι ανησυχίες είναι καλά κατανοητές, αντιμετωπίζονται ή/και ελαχιστοποιούνται, και οι ενδιαφερόμενοι επιδιώκουν να υποστηρίξουν τη χρήση του Blockchain, όπου οι επιλογές για τους ενδιαφερόμενους περιλαμβάνουν: εκπαίδευση, κατάρτιση και ανάπτυξη ικανοτήτων, συνεργασία ή με άλλο τρόπο υποστήριξη των προσπαθειών για τεχνική διαλειτουργικότητα και χρηματοδότηση ή άλλη υποστήριξη.

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της πρωτογενούς έρευνας, η οποία πραγματοποιήθηκε σε 4 μεγάλες ναυτιλιακές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον ναυτιλιακό κλάδο, είναι εμφανές πως το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων που συμμετείχε σε αυτή, δε γνωρίζει την έννοια της τεχνολογίας του Blockchain ενώ η γνώση είναι σε μέτριο προς μικρό βαθμό για αυτούς που τη γνωρίζουν. Μάλιστα, το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων ανέφερε πως τα κρυπτονομίσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά στο ναυτιλιακό κλάδο, καθώς προσφέρουν αρκετά σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως το επίπεδο ικανοτήτων και γνώσης στη τεχνολογία Blockchain, την αρνητική κουλτούρα της ναυτιλιακής βιομηχανίας και τις νομικές και ρυθμιστικές ανησυχίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η συμφωνία του μεγαλύτερου μέρους των ερωτηθέντων με την πρόταση της μελλοντικής πληρωμής των ναυτικών με κρυπτονομίσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. AJOT (2019). *Blockchain and DNA-based marine fuels tracking solution BunkerTrace goes live*. AJOT.
<https://aiot.com/news/blockchain-and-dna-based-marine-fuels-tracking-solution-bunkertrace-goes-live> [Πρόσβαση 02/04/2022].
2. Botton, Nicolas (2018). *Blockchain and trade: Not a fix for Brexit, but could revolutionise global value chains* (if governments let it), ECIPE Policy Brief, No. 1/2018, European Centre for International Political Economy (ECIPE), Brussels
<https://www.econstor.eu/handle/10419/174812> [Πρόσβαση 17/03/2022].
3. Bunduchi, D. (2019). *Emperor's New Blockchain: An Overview of the Technology Adoption within the Maritime Industry*. Chalmers University of Technology Department of Mechanics and Maritime Sciences, SE-412 96 Gothenburg, Sweden. Master's thesis no. 2019:71.
<https://odr.chalmers.se/bitstream/20.500.12380/300162/1/Emperor%E2%80%99s%20New%20Blockchain.%20An%20overview%20of%20the%20Technology%20Adoption%20within%20the%20Maritime%20Industry.pdf> [Πρόσβαση 02/04/2022].
4. BunkerTrace (2020). *About BunkerTrace*.
<https://bunkertrace.co/about> [Πρόσβαση 02/03/2022].
5. Czachorowski, K., Solesvik, M. and Kondratenko, Y. (2019). *The Application of Blockchain Technology in the Maritime Industry*, in V. Kharchenko et al. (2019.), *Green IT Engineering: Social, Business and Industrial Applications*, Studies in Systems, Decision and Control 171.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-00253-4_24 [Πρόσβαση 02/04/2022].
6. CargoX (2018). *CargoX Business Overview and Technology Blueprint*.
<https://cargox.io/static/files/CargoX-Business-Overview-Technology-Blueprint.pdf> [Πρόσβαση 09/03/2022].
7. Corbett, J.J., Winebrake, J.J, Green, E.H., Kasibhatla, P., Eyring, V., and Lauer, A.. (2007). *Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment* Environmental Science & Technology, 41 (24).

8. De Vries, A. (2020). *Ethereum Energy Consumption Index (beta)*.
<https://digiconomist.net/ethereum-energy-consumption> [Πρόσβαση 06/03/2022].
9. Di Gregorio, R. & Nustad, S. (2017). *Blockchain adoption in the shipping industry: A study of adoption likelihood and scenario-based opportunities and risks for IT service providers*. M.S. Thesis, Copenhagen International Business School.
<https://www.researchgate.net/publication/323292747> [Πρόσβαση 02/04/2022].
10. Drewry (2018). *Invoicing and payment processes in global container shipping: ready for disruption?* Drewry Supply Chain Advisors.
<https://www.cadenadesuministro.es/wp-content/uploads/2018/05/Drewry-Facturacion-v-Procesos-de-Pago.pdf> [Πρόσβαση 23/03/2022].
11. Gallucci, M. (2019). *Shipping industry takes a page from bitcoin to clean up its act*. Grist.
<https://grist.org/article/shipping-industry-takes-a-page-from-bitcoin-to-clean-up-its-act/> [Πρόσβαση 09/03/2022].
12. Ganne, E. (2018). *Can Blockchain revolutionize international trade?* World Trade Organization.
13. Grimmer (2018). *IMO 2020 Part 5: Enforcement*. Stillwater Associates.
<https://stillwaterassociates.com/imo-2020-part-5-enforcement/> [Πρόσβαση 02/04/2022].
14. Hellenic Shipping News (2019). *BunkerTrace, Cooperative Bebek, Boskalis and Minerva conclude successful trial of blockchain and DNA-based marine fuels tracking solution*.
<https://www.hellenicshippingnews.com/bunkertrace-cooperative-bebeka-boskalis-and-minerva-conclude-successful-trial-of-blockchain-and-dna-based-marine-fuels-tracking-solution/> [Πρόσβαση 06/03/2022].
15. Hughes, L.B. (2019). *Track and Trace*. Bunkerspot.
<https://www.bunkerspot.com/features-all/item/track-and-trace> [Πρόσβαση 02/04/2022].
16. IMO (2018). *UN body adopts climate change strategy for shipping*. International Maritime Organization.

- <http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/06GHGinitialstrategy.aspx> [Πρόσβαση 05/03/2022].
17. IMO (2019). *Sulphur 2020 - cutting Sulphur oxide emissions*. International Maritime Organization.
<http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx>
[Πρόσβαση 12/03/2022].
18. IPCC (2014). *Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5_wgii_spm_en.pdf
[Πρόσβαση 02/03/2022].
19. Joseph, N. (2018). *Blockchain and the Maritime Industry: An introduction*. Stephenson Harwood.
<https://www.marinemoney.com/system/files/media/2018-03/Mr.%20Niioe%20Joseph.PDF> [Πρόσβαση 02/03/2022].
20. Jugovic, A., Buksa, J, Dragoslavic, A, Sopta, D. (2019). *The Possibilities of Applying Blockchain Technology*. Shipping Scientific Journal of Maritime Research 33. Faculty of Maritime Studies.
<https://doi.org/10.31217/p.33.2.19> [Πρόσβαση 12/04/2022].
21. Konotey-Ahulu (2019). *IMO 2020 shipping-fuel rules face adoption, compliance and enforcement hurdles*. World Oil.
<https://www.worldoil.com/news/2019/12/18/imo-2020-shipping-fuel-rules-face-adoption-compliance-and-enforcement-hurdles> [Πρόσβαση 14/04/2022].
22. MacDonald, D. (2018a). *Maritime Blockchain Labs: Application to Solve*. MIT SOLVE.
<https://solve.mit.edu/challenges/coastal-communities/solutions/4920/application> [Πρόσβαση 02/04/2022].

23. MacDonald (2018b). *Maritime Blockchain Labs: Solver Spotlight*. MIT SOLVE.
<https://solve.mit.edu/challenges/coastal-communities/solutions/4920>
[Πρόσβαση 03/04/2022].
24. Maritime Blockchain Labs (2018). *Maritime Blockchain Labs*.
<https://www.maritimeblockchainlabs.com> [Πρόσβαση 03/04/2022].
25. Meyer, R. (2019). *300cubits, a Blockchain Shipping Pioneer, Gives up on its TEU Token*. CoinDesk.
<https://www.coindesk.com/300cubits-a-blockchain-shipping-pioneer-gives-up-on-its-teu-token> [Πρόσβαση 02/04/2022].
26. MI News Network (2019). *7 Major Blockchain Technology Developments. Maritime Industry in 2018*. MI News Network.
<https://www.marineinsight.com/know-more/7-major-blockchain-technology-developments-in-maritime-industry-in-2018/> [Πρόσβαση 10/04/2022].
27. Muspratt, A. (2018). *Guide to Temperature Controlled Logistics*. Pharma Logistics IQ.
<https://www.pharmalogisticsiq.com/packaging-shipping-systems/articles/guide-to-temperature-controlled-logistics> [Πρόσβαση 08/04/2022].
28. NASA (2020). *Facts: The Effects of Global Climate Change*.
<https://climate.nasa.gov/effects> [Πρόσβαση 02/04/2022].
29. Norwegian Hull Club (2018). *Bad bunkers - common challenges, recommended actions*. Norwegian Hull Club.
<https://www.norclub.com/news/bad-bunkers-common-challenges-recommended-actions/> [Πρόσβαση 08/04/2022].
30. Popejoy (2019a). *Why IBM's Blockchain isn't a Real Blockchain*. CoinTelegraph.
<https://cointelegraph.com/news/why-ibms-blockchain-isnt-a-real-blockchain>
[Πρόσβαση 02/04/2022].
31. Popejoy (2019b). *IBM's Hyperledger isn't a real blockchain — here's why*. The Next Web.
<https://thenextweb.com/podium/2019/05/05/ibms-hyperledger-isnt-a-real-blockchain-heres-why> [Πρόσβαση 01/04/2022].
32. PortNews (2020). *BunkerTrace secures first commercial partnership with Marfin Management*.

- <http://en.portnews.ru/news/290245/> [Πρόσβαση 02/04/2022].
33. Saul, J. (2019b). *Shipping sector sets course for zero carbon vessels, fuel by 2030*. Reuters.
<https://www.reuters.com/article/us-climate-change-un-shipping/shipping-sector-sets-course-for-zero-carbon-vessels-fuel-by-2030-idUSKBN1W81B8>
[Πρόσβαση 06/04/2022].
34. Sofiev, M., Winebrake, J.J., Johansson, L. Carr, E. Prank, M. Soares, J., Vira, J. Kouznetsov, R., Jalkanen, J-P. & Corbett, J.J. (2018). *Cleaner fuels for ships provide public health benefits with climate tradeoffs*. *Nat Commun* 9.
35. TradeLens (2020). *TradeLens Platform Activity*.
<https://www.tradelens.com/platform> [Πρόσβαση 05/04/2022].
36. Spelic (2016). *What is a Bill of Lading?* PartnerShip.
<http://www.partnership.com/blog/post/what-is-a-bill-of-lading> [Πρόσβαση 02/04/2022].
37. Winebrake, J. J. Corbett, J. J., Green, E. H., Lauer, A. and Eyring, V. (2009). *Mitigating the Health Impacts of Pollution from Oceangoing Shipping: An Assessment of Low-Sulfur Fuel Mandates*. *Environmental Science & Technology* 43 (13).
38. Winebrake, J., Carr, E., Green, E. (2019). *Blockchain Technology: Opportunities and Challenges for New York's Energy Sector: Part I - Blockchain Overview*, NYSERDA Report Number [draft submitted]. Prepared by Energy and Environmental Research Associates, LLC, Pittsford, NY.
39. Witherspoon, Z. (2017). *A Hitchhiker's Guide to Consensus Algorithms*. HackerNoon.
40. Wood, M. (2019). *BunkerTrace launches DNA and blockchain maritime fuel tracking*. Ledger Insights.
<https://www.ledgerinsights.com/bunkertrace-dna-blockchain-maritime-fuel-tracking/> [Πρόσβαση 02/04/2022].
41. Ytterstrom and Lengerg (2019). *What role will blockchain play within the maritime shipping industry in five years?* University of Gothenburg School of Business, Economics and Law. Master Thesis Spring 2019. Gothenberg, Sweden.

<https://pdfs.semanticscholar.org/b6d7/cf06c4853ef1745ab4dd12f65f3cc7f5bcb2.pdf> [Πρόσβαση 05/04/2022].

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΜΕΡΟΣ Α. ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

A1. Γνωρίζετε την έννοια της τεχνολογίας Blockchain;

| | |
|-----|--|
| Όχι | |
| Ναι | |

Παρακαλούμε απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις εφόσον απαντήσατε ότι γνωρίζετε την έννοια της τεχνολογίας του Blockchain. Σε διαφορετική περίπτωση μεταβείτε στην ενότητα των δημογραφικών χαρακτηριστικών.

A2. Εάν γνωρίζετε την έννοια της τεχνολογίας του Blockchain παρακαλούμε καταγράψτε το βαθμό γνώσης σας

| | |
|---------------------|--|
| Μικρός βαθμός | |
| Μέτριος βαθμός | |
| Μεγάλος βαθμός | |
| Πολύ μεγάλος βαθμός | |

A3. Παρακαλούμε καταγράψτε το βαθμό των παρακάτω πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας του Blockchain

| | Δε γνωρίζω/ Δεν απαντώ | Ανύπαρκτος βαθμός | Μικρός βαθμός | Μέτριος βαθμός | Μεγάλος βαθμός | Πολύ μεγάλος βαθμός |
|--|---------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
| Μειωμένη κεντρική αρχή/ μειωμένη συγκεντρωτική εξουσία | | | | | | |
| Αμετάβλητη Αποθήκευση Δεδομένων | | | | | | |
| Μειωμένο Κόστος Συναλλαγής | | | | | | |
| Αυξημένη Διαφάνεια & Ιχνηλασιμότητα | | | | | | |
| Διευκόλυνση Πληρωμών | | | | | | |

| | | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|
| Ασφάλεια | | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|

A4. Παρακαλούμε καταγράψτε το βαθμό των παρακάτω πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας του Blockchain στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις

| | Δε γνωρίζω/ Δεν απαντώ | Ανύπαρκτος βαθμός | Μικρός βαθμός | Μέτριος βαθμός | Μεγάλος βαθμός | Πολύ μεγάλος βαθμός |
|---|---------------------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|---------------------|
| Αρνητική Κουλτούρα Ναυτιλιακής Βιομηχανίας | | | | | | |
| Απόρρητο & Ασφάλεια | | | | | | |
| Παραβίαση Δεδομένων | | | | | | |
| Κατανάλωση Ενέργειας | | | | | | |
| Νομικές & Ρυθμιστικές Ανησυχίες | | | | | | |
| Επίπεδο Ικανοτήτων & Γνώσης στη τεχνολογία Blockchain | | | | | | |

A5. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι τα κρυπτονομίσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά στον ναυτιλιακό κλάδο;

| | |
|---------------------|--|
| Ανύπαρκτος βαθμός | |
| Μικρός βαθμός | |
| Μέτριος βαθμός | |
| Μεγάλος βαθμός | |
| Πολύ μεγάλος βαθμός | |

A6. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι τα κρυπτονομίσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά για τις πληρωμές των ναυτικών;

| | |
|-------------------|--|
| Ανύπαρκτος βαθμός | |
| Μικρός βαθμός | |
| Μέτριος βαθμός | |
| Μεγάλος βαθμός | |

| | |
|---------------------|--|
| Πολύ μεγάλος βαθμός | |
|---------------------|--|

ΜΕΡΟΣ Β. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

B1. Φύλο

| | |
|---------|--|
| Άνδρας | |
| Γυναίκα | |

B2. Ηλικία

| | |
|-----------------|--|
| 18-25 ετών | |
| 26-35 ετών | |
| 36-45 ετών | |
| 46-55 ετών | |
| Άνω των 55 ετών | |

B3. Εκπαιδευτικό επίπεδο

| | |
|---|--|
| Απόφοιτος Α-θμιας ή Β-θμιας εκπαίδευσης | |
| Απόφοιτος ΙΕΚ, Κολεγίων κ.α. | |
| Απόφοιτος ΤΕΙ/ ΑΕΙ | |
| Κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος | |
| Κάτοχος διδακτορικού | |

B4. Θέση στην επιχείρηση

| | |
|---|--|
| Υπάλληλος | |
| Προϊστάμενος | |
| Διευθυντής | |
| Άλλο. Παρακαλούμε προσδιορίστε | |

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

A1. Γνωρίζετε την έννοια της τεχνολογίας Blockchain;

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-----------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid Όχι | 76 | 78,4 | 78,4 | 78,4 |
| Valid Ναι | 21 | 21,6 | 21,6 | 100,0 |
| Total | 97 | 100,0 | 100,0 | |

A2. Εάν γνωρίζετε την έννοια της τεχνολογίας του Blockchain παρακαλούμε καταγράψτε το βαθμό γνώσης σας

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|---------------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid Μικρός βαθμός | 8 | 8,2 | 38,1 | 38,1 |
| Valid Μέτριος βαθμός | 9 | 9,3 | 42,9 | 81,0 |
| Valid Μεγάλος βαθμός | 3 | 3,1 | 14,3 | 95,2 |
| Valid Πολύ μεγάλος βαθμός | 1 | 1,0 | 4,8 | 100,0 |
| Total | 21 | 21,6 | 100,0 | |
| Missing System | 76 | 78,4 | | |
| Total | 97 | 100,0 | | |

A3. Παρακαλούμε καταγράψτε το βαθμό των παρακάτω πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας του Blockchain

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--|----|---------|---------|------|----------------|
| Μειωμένη κεντρική αρχή/ μειωμένη συγκεντρωτική εξουσία | 21 | 2 | 4 | 3,24 | ,539 |
| Αμετάβλητη Αποθήκευση Δεδομένων | 21 | 2 | 4 | 3,19 | ,680 |
| Μειωμένο Κόστος Συναλλαγής | 21 | 3 | 5 | 4,19 | ,602 |
| Αυξημένη Διαφάνεια & Ιχνηλασιμότητα | 21 | 1 | 5 | 2,81 | ,981 |

| | | | | | |
|----------------------|----|---|---|------|------|
| Διευκόλυνση Πληρωμών | 21 | 4 | 5 | 4,67 | ,483 |
| Ασφάλεια | 21 | 2 | 4 | 2,76 | ,625 |
| Valid N (listwise) | 21 | | | | |

A4. Παρακαλούμε καταγράψτε το βαθμό των παρακάτω πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας του Blockchain στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|---|----|---------|---------|------|----------------|
| Αρνητική Κουλτούρα Ναυτιλιακής Βιομηχανίας | 21 | 3 | 5 | 4,33 | ,730 |
| Απόρρητο & Ασφάλεια Παραβίαση Δεδομένων | 21 | 2 | 4 | 3,14 | ,793 |
| Κατανάλωση Ενέργειας | 21 | 1 | 3 | 1,81 | ,680 |
| Νομικές & Ρυθμιστικές Ανησυχίες | 21 | 3 | 5 | 4,19 | ,602 |
| Επίπεδο Ικανοτήτων & Γνώσης στη τεχνολογία Blockchain | 21 | 3 | 5 | 4,48 | ,602 |
| Valid N (listwise) | 21 | | | | |

A5. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι τα κρυπτονομίσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά στον ναυτιλιακό κλάδο;

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|----------------|---------------------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | Μικρός βαθμός | 2 | 2,1 | 9,5 |
| | Μέτριος βαθμός | 8 | 8,2 | 38,1 |
| | Μεγάλος βαθμός | 10 | 10,3 | 47,6 |
| | Πολύ μεγάλος βαθμός | 1 | 1,0 | 4,8 |
| Total | 21 | 21,6 | 100,0 | |
| Missing System | 76 | 78,4 | | |
| Total | 97 | 100,0 | | |

A6. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι τα κρυπτονομίσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά για τις πληρωμές των ναυτικών;

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|---------|---------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | Ανύπαρκτος βαθμός | 3 | 3,1 | 14,3 | 14,3 |
| | Μικρός βαθμός | 4 | 4,1 | 19,0 | 33,3 |
| | Μέτριος βαθμός | 7 | 7,2 | 33,3 | 66,7 |
| | Μεγάλος βαθμός | 6 | 6,2 | 28,6 | 95,2 |
| | Πολύ μεγάλος βαθμός | 1 | 1,0 | 4,8 | 100,0 |
| | Total | 21 | 21,6 | 100,0 | |
| Missing | System | 76 | 78,4 | | |
| Total | | 97 | 100,0 | | |

B1. Φύλο

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|---------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | Άνδρας | 55 | 56,7 | 56,7 | 56,7 |
| | Γυναίκα | 42 | 43,3 | 43,3 | 100,0 |
| | Total | 97 | 100,0 | 100,0 | |

B2. Ηλικία

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-----------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | 18-25 ετών | 15 | 15,5 | 15,5 | 15,5 |
| | 26-35 ετών | 47 | 48,5 | 48,5 | 63,9 |
| | 36-45 ετών | 25 | 25,8 | 25,8 | 89,7 |
| | 46-55 ετών | 6 | 6,2 | 6,2 | 95,9 |
| | Άνω των 55 ετών | 4 | 4,1 | 4,1 | 100,0 |
| | Total | 97 | 100,0 | 100,0 | |

B3. Εκπαιδευτικό επίπεδο

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|--|--|-----------|---------|---------------|--------------------|
|--|--|-----------|---------|---------------|--------------------|

| | | | | | |
|-------|---|----|-------|-------|-------|
| | Απόφοιτος Α-θμιας ή Β-θμιας εκπαίδευσης | 2 | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| | Απόφοιτος ΙΕΚ, Κολεγίων κ.α. | 1 | 1,0 | 1,0 | 3,1 |
| Valid | Απόφοιτος ΤΕΙ/ ΑΕΙ | 55 | 56,7 | 56,7 | 59,8 |
| | Κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος | 39 | 40,2 | 40,2 | 100,0 |
| | Total | 97 | 100,0 | 100,0 | |

B4. Θέση στην επιχείρηση

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|--------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| | Υπάλληλος | 76 | 78,4 | 78,4 | 78,4 |
| Valid | Προϊστάμενος | 17 | 17,5 | 17,5 | 95,9 |
| | Διευθυντής | 4 | 4,1 | 4,1 | 100,0 |
| | Total | 97 | 100,0 | 100,0 | |